

COMMITTENTE:



**COMUNE DI RORA'**

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Sig. Ermanno Marocco

OGGETTO:

**TO\_A18\_430\_16\_455 Sistemazione impluvio e s.c.  
Via Moloire tra località Brosc e Pavarino CIG: Z561F0548E**

LOCALITÀ DELL'INTERVENTO:

COMUNE DI RORA' - VIA MOLOIRE

FASE PROGETTUALE:

**PROGETTO ESECUTIVO**

8	.	.	.	.	.
7	.	.	.	.	.
6	.	.	.	.	.
5	.	.	.	.	.
4	.	.	.	.	.
3	.	.	.	.	.
2	Novembre 2017	Progetto esecutivo	DS	GO	GO
1	Agosto 2017	Studio di fattibilità / Progetto definitivo	DS	GO	GO
REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	RIESAMINATO

TITOLO:

**RELAZIONE DI CALCOLO  
E VERIFICHE DI STABILITA'**

ARCHIVIO:

4155

FILE N°:

TESTALINI

DATA:

Loranzè, Novembre 2017



**HYDROGEOS**

TAVOLA N°

**B**

SCALA:

--

**Studio Tecnico Associato**

ing. GABRIELE  
ing. NOASCONO  
ing. ODETTO  
P.IVA 08462870018

**Sede legale**

Via Giosuè Gianavello, n. 2  
10060 Rora' (TO)  
TEL 0121/93.36.93 FAX 0121/95.03.78

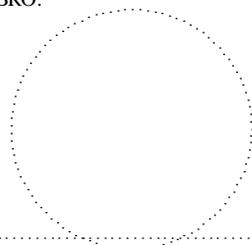
**Sede operativa**

Strada Provinciale 222, n. 31  
10010 Loranzè (TO)  
TEL 0125/56.10.01 - 0125/56.48.07  
FAX 0125/56.40.14  
e-mail: [info.hydrogeos@ilquadrifoglio.to.it](mailto:info.hydrogeos@ilquadrifoglio.to.it)

PROGETTISTA:

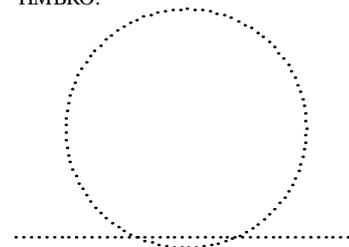
Dott. Ing. Gianluca ODETTO  
N° 7269 J ALBO INGEGNERI  
PROVINCIA DI TORINO

TIMBRO:



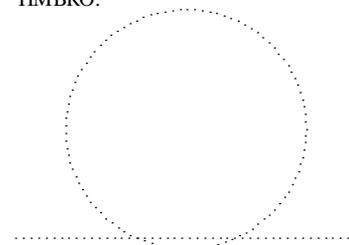
ALTRA FIGURA:

TIMBRO:



ALTRA FIGURA:

TIMBRO:



## Sommario

1	PREMESSA.....	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
3	INTERVENTI IN PROGETTO, METODO E CODICI DI CALCOLO .....	4
4	INTERFERENZE CON IL TERRITORIO CIRCOSTANTE .....	12
4.1	Vincolo idrogeologico .....	12
4.2	Interferenze con strutture esistenti .....	12
5	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOTECNICHE .....	12
6	RISULTATI BACK ANALYSIS E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE.....	15
7	DATI DELLA STRUTTURA, ZONIZZAZIONE SISMICA, VITA NOMINALE, CLASSE D'USO .....	16
8	CARATTERISTICHE E RESISTENZE DI CALCOLO DEI MATERIALI UTILIZZATI.....	20
8.1	Classe di esposizione ambientale .....	20
8.2	Classe di consistenza del calcestruzzo.....	22
8.3	Durabilità .....	23
8.4	Acciaio: sensibilità alla corrosione delle armature.....	23
8.5	Acciaio: scelta degli stati limite di fessurazione .....	24
8.6	Materiali utilizzati .....	24
8.6.1	Calcestruzzo per utilizzo non strutturale.....	24
8.6.2	Calcestruzzo per utilizzo strutturale (Platee di fondazione) .....	24
8.6.3	Acciaio per opere in c.a. (Platee di fondazione) .....	25
8.6.4	Massi di cava.....	25
8.6.5	Acciaio per micropali .....	25
9	AZIONI.....	25
9.1	Carichi permanenti strutturali .....	26
9.2	Carichi permanenti non strutturali.....	26
9.3	Carichi variabili .....	26
10	COMBINAZIONI DI CARICO .....	26
10.1	Intervento 1A.....	28
10.2	Intervento 1B.....	31
10.2.1	Scogliera .....	31
10.2.2	Paratia.....	35

10.3	Intervento 1D.....	36
10.4	Intervento 1E.....	39
10.5	Intervento 3.....	41
11	COMBINAZIONI DI VERIFICA.....	42
11.1	Intervento 1A.....	43
11.1.1	Sollecitazioni agenti.....	43
11.1.2	Verifiche geotecniche.....	44
11.2	Intervento 1B.....	45
11.2.1	Scogliera.....	45
11.2.2	Paratia.....	46
11.3	Intervento 1D.....	50
11.3.1	Sollecitazioni agenti.....	50
11.3.2	Verifiche geotecniche.....	51
11.4	Intervento 1E.....	52
11.4.1	Sollecitazioni agenti.....	52
11.4.2	Verifiche geotecniche.....	53
11.5	Intervento 3.....	54
11.5.1	Sollecitazioni agenti.....	54
11.5.2	Verifiche geotecniche.....	55
12	Conclusioni.....	55

## **1 PREMESSA**

Nel novembre 2016 a seguito di intense piogge si è verificato un fenomeno franoso - erosivo interessante la strada comunale Via Moloire, nel comune di Rorà; il fenomeno franoso ha interessato la scarpata di valle della strada, ed in parte il sedime stradale. La probabile causa scatenante è stata l'imbibizione ed erosione della coltre superficiale dovuta all'acqua proveniente dal vicino impluvio che, invece di scorrere lungo il suo percorso naturale, a causa di una portata eccessiva in corrispondenza del ponticello di attraversamento stradale, forse anche trovandosi ostacolato dai detriti presenti, ha deviato riversandosi sulla strada. Da qui, seguendo la morfologia della stessa strada, l'acqua si è riversata sul versante di valle della strada dal punto in cui si è innescata la frana.

L'Amministrazione Comunale di Rorà ha incaricato il sottoscritto Dott. Ing. Gianluca ODETTO, in qualità di rappresentante dello studio HYDROGEOS con sede legale in via Giosuè Gianavello n. 2 – 10060 Rorà (TO), della redazione del progetto per gli interventi di "TO\_A18\_430\_16\_455 Sistemazione impluvio e s.c. Via Moloire tra località Brosc e Pavarino CIG: Z561F0548E".

La presente relazione di calcolo, riporta e commenta i risultati delle verifiche geotecniche e strutturali delle opere in progetto così come illustrate nelle tavole progettuali.

## **2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- Legge n° 64 del 02/02/1974 – *“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”*;
- D.M. del 24/01/1986 – *“Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche”*;
- Legge n°1086 del 05/11/1971 – *“Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”*;
- D.M. del 14/02/1992 – *“Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche”*;
- D.M. del 09/01/1996 – *“Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche”*;
- D.M. del 16/01/1996 – *“Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”*;
- Circolare n° 65 del 10/04/1997 – *“Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. del 16/01/1996”*;
- D.M. del 14/01/2008 – *“Norme tecniche per le costruzioni”*.
- Circolare n°617 del 02/02/2009 – *Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. del 14/01/2008.*

Conformemente a quanto previsto dal paragrafo 12 del D.M 14/01/2008 si sono considerati anche i seguenti riferimenti tecnici che si intendono coerenti con i principi del D.M. stesso:

- EUROCODICE 2 – *“Progettazione delle strutture in calcestruzzo”*;

- EUROCODICE 7 – “Progettazione geotecnica”;
- EUROCODICE 8 – “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica” e appendice nazionale;
- NORMA UNI EN 206 – 1: 2006 “Calcestruzzo – Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità”;

Per quanto non specificatamente indicato nei suddetti documenti e per quanto con essi non in contrasto si sono considerati i seguenti riferimenti:

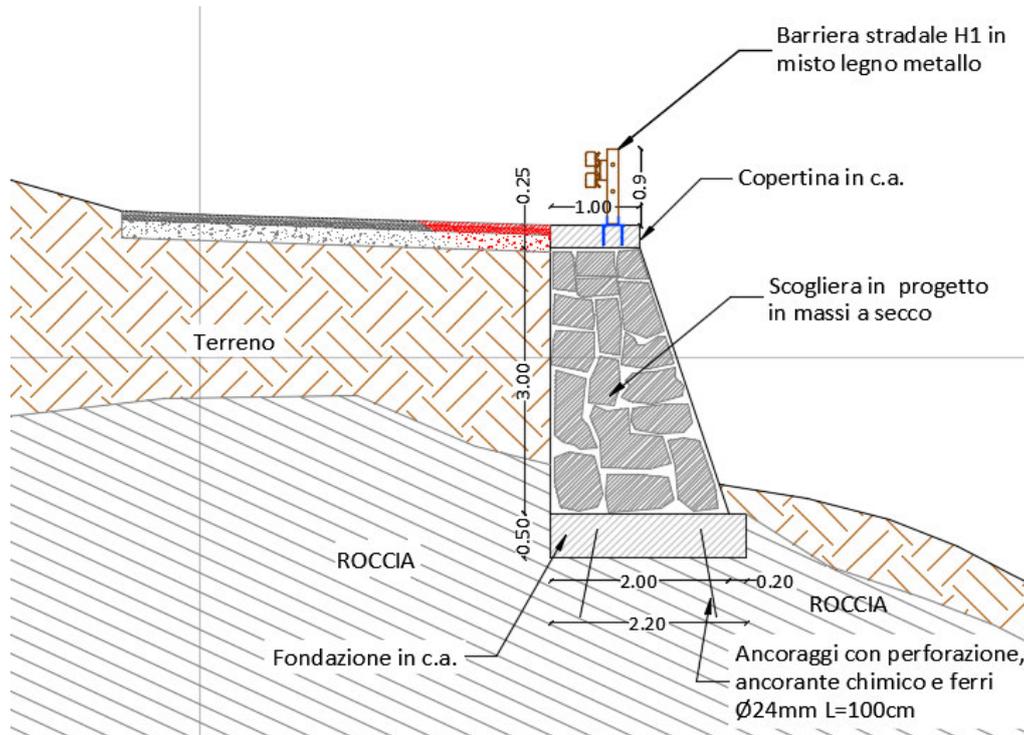
- Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori pubblici – *“Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive”*.

### **3 INTERVENTI IN PROGETTO, METODO E CODICI DI CALCOLO**

Gli interventi previsti, oggetto della presente relazione di calcolo, sono:

- Intervento1A:

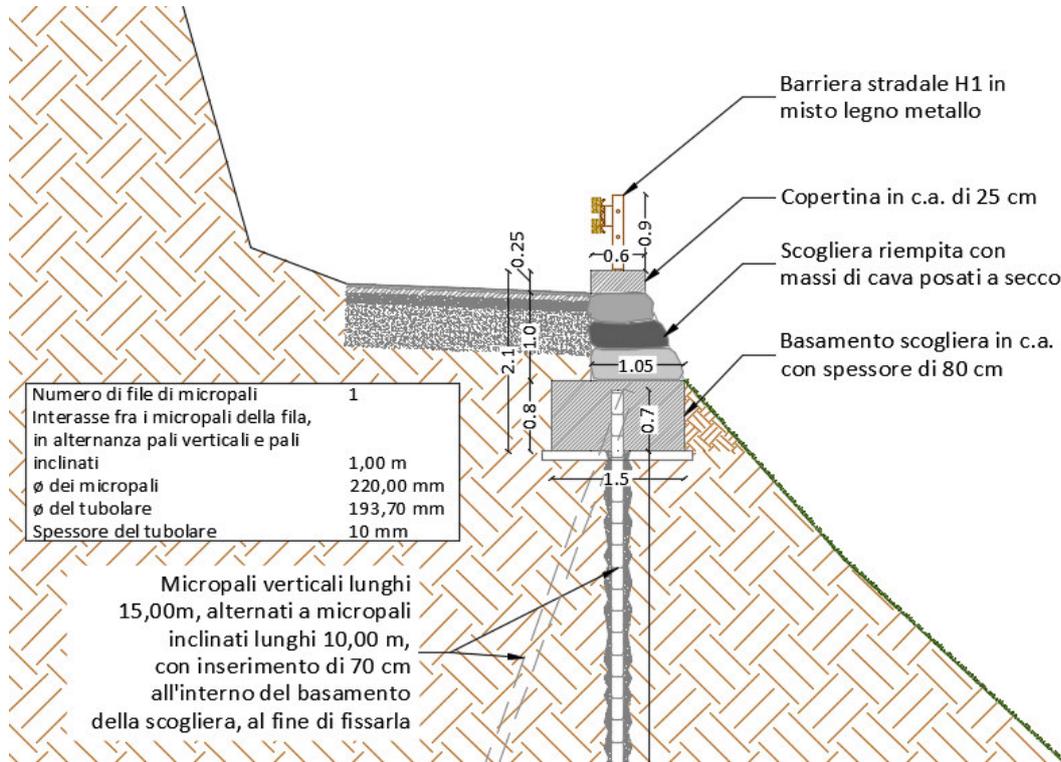
realizzazione di n.1 scogliera in massi di cava non cementati, realizzata a tergo di una strada, con in testa una copertina in c.a. per ospitare la barriera stradale in misto legno e metallo, poggiante su platea di fondazione in c.a.. La platea presenta uno spessore di 0.5 m e una larghezza di 2.20 m. La copertina in c.a. è larga 1.0 m e spessa 0.25 m. La scogliera presenta altezza della sezione di 3.0 m (non tenendo conto dello spessore di fondazione e copertina), mentre le larghezze sono 2.0 m alla base e 1.0 m in testa. Trovandosi l'intervento su basamento roccioso, per evitare lo scorrimento alla base della scogliera, vengono previsti due tirafondi realizzati facendo fuoriuscire dalla platea in c.a. dei ferri  $\Phi 24$  che andranno a conficcarsi nella roccia per una lunghezza di circa 65/70 cm. L'intervento si sviluppa per una lunghezza in longitudinale di circa 5.0 m.



**Figura 1 Intervento 1A - Sezione tipo**

- Intervento 1B:

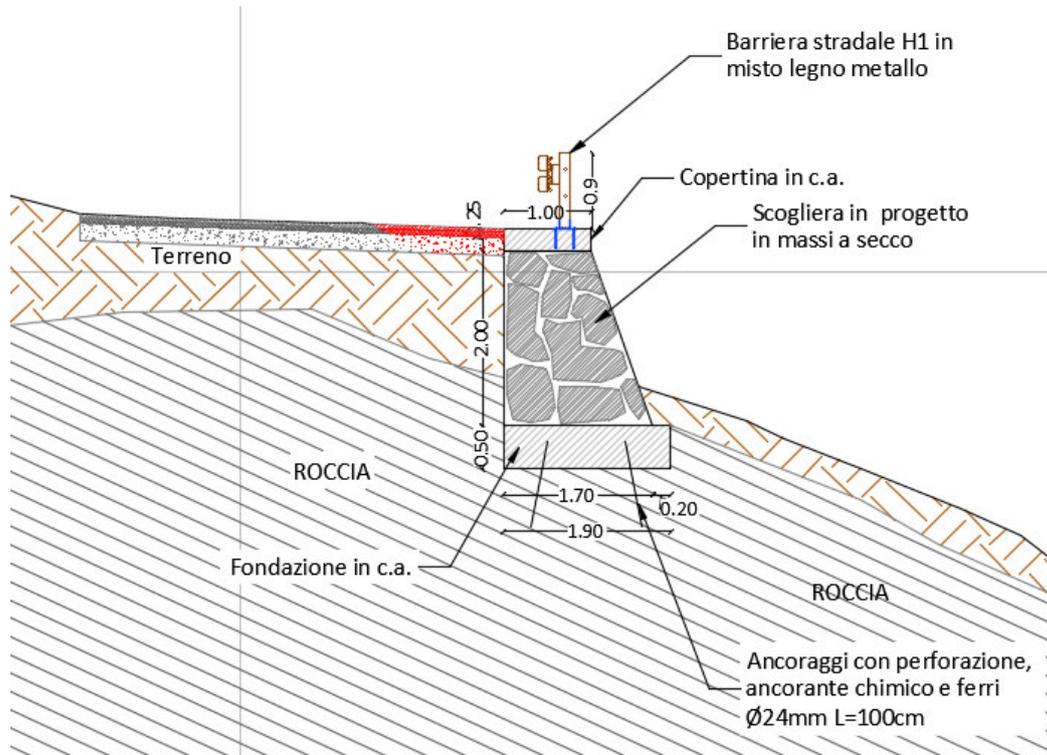
può considerarsi l'intervento principale del progetto ed è costituito da una scogliera in massi di cava non cementati di altezza 1.0 m, larghezza alla base 1.05 m e larghezza in testa 0.6 m, fondata su platea di fondazione in c.a. e con in testa una copertina in c.a. relizzata al fine di ospitare la barriera stradale in misto legno e metallo. La platea ha spessore 0.8 m e larghezza 1.5 m ed è sostenuta alla base da una paratia di micropali con interasse pari a 1.0 m, realizzata alternando pali verticali e pali inclinati di 20° rispetto alla verticale, diametro totale di circa 220 mm, armatura costituita da tubolare in acciaio dello spessore di 10 mm e diametro pari a 193.7 mm. I pali verticali hanno lunghezza totale 15.0 m (di cui 0.7 m innestati nella platea di fondazione), quelli inclinati lunghezza 10.0 m. La copertina di testa ha spessore 0.25 m e larghezza 0.6 m. L'intervento presenta uno sviluppo longitudinale di c.ca 27.0 m.



**Figura 2 Intervento 1B - Sezione tipo**

- Intervento 1C:

identico all'1A, ma altezza scogliera ridotta a 2.0 m, larghezza alla base 1.70 m, larghezza fondazione 1.90 m e sviluppo longitudinale c.ca 16.0 m.



**Figura 3 Intervento 1C – Sezione tipo**

- Intervento 1D:

realizzazione di n.1 scogliera in massi di cava non cementati, di lunghezza  $L = 14.0$  m, realizzata a tergo di una strada, con in testa una copertina in c.a. realizzata al fine di ospitare la barriera stradale in misto legno e metallo. La scogliera ha le seguenti dimensioni in sezione: fondazione (anch'essa in massi) di larghezza 2.0 m e altezza 0.8 m, scogliera di altezza 2.0 m e larghezza 1.7 m alla base e 1.0 m in testa. La copertina di testa ha spessore 0.25 m e larghezza 1.1 m.

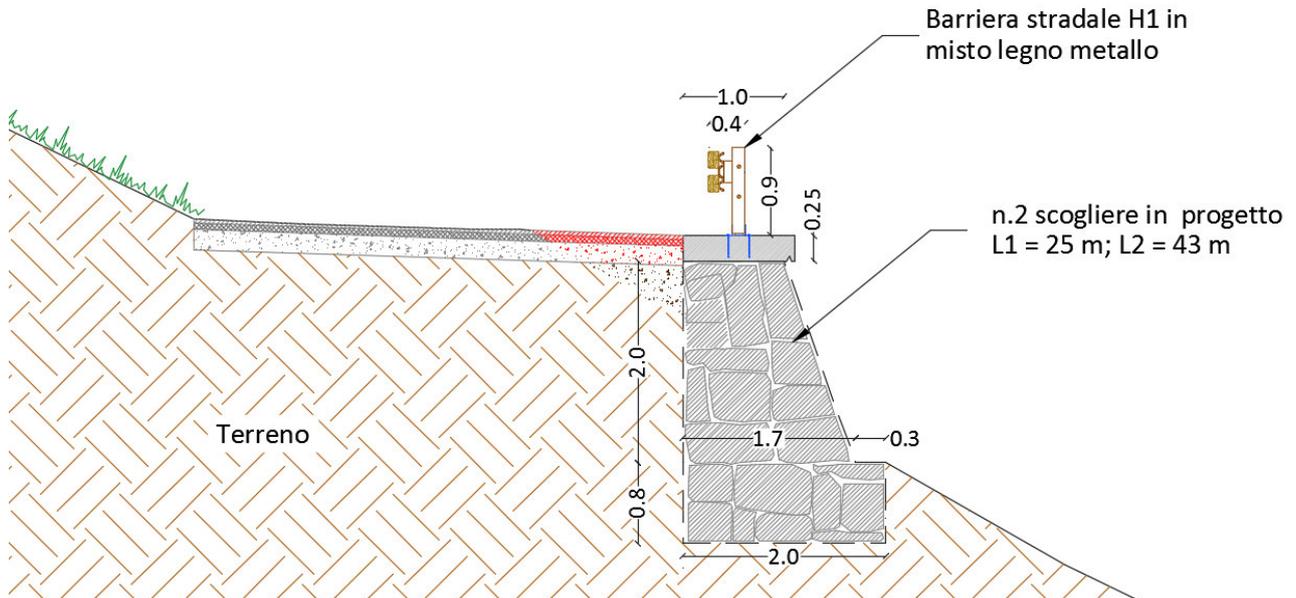


Figura 4 Intervento 1D – Sezione tipo

- Intervento 1E:

realizzazione di n.1 scogliera in pietrame e malta, con giunti a vista a secco, con risvolto e adeguamento a scogliera esistente. L'opera presenta uno sviluppo longitudinale di c.ca 7.0 m, sezione di altezza 3.0 m e larghezza 0.8 m alla base e 0.4 m in testa.

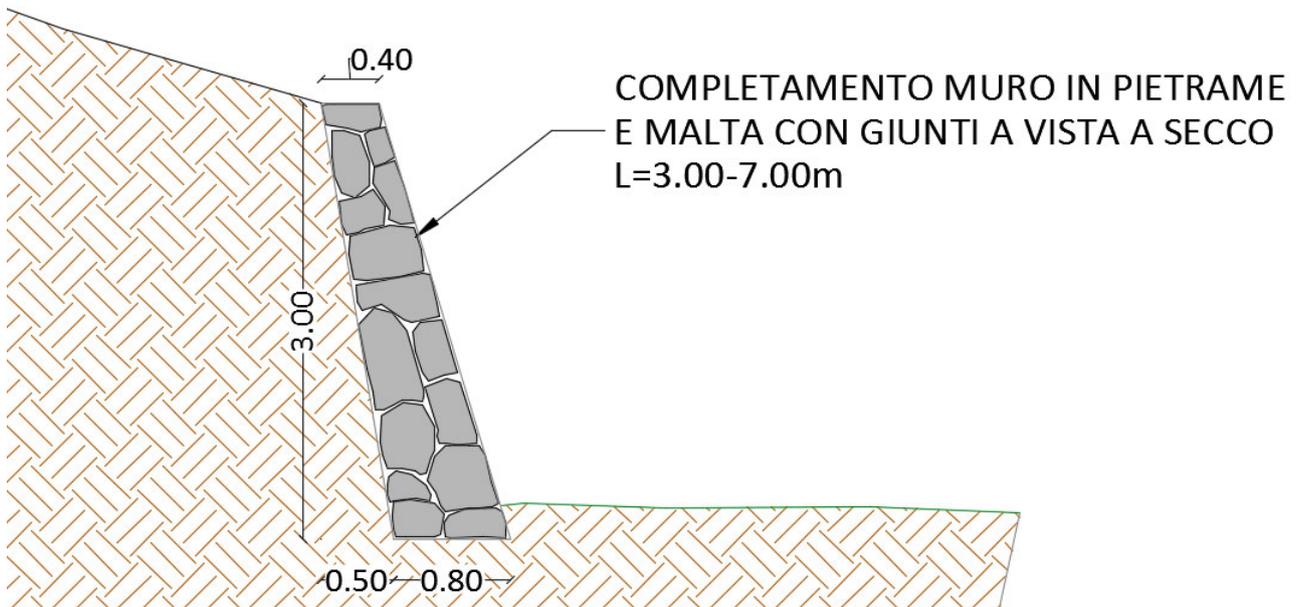
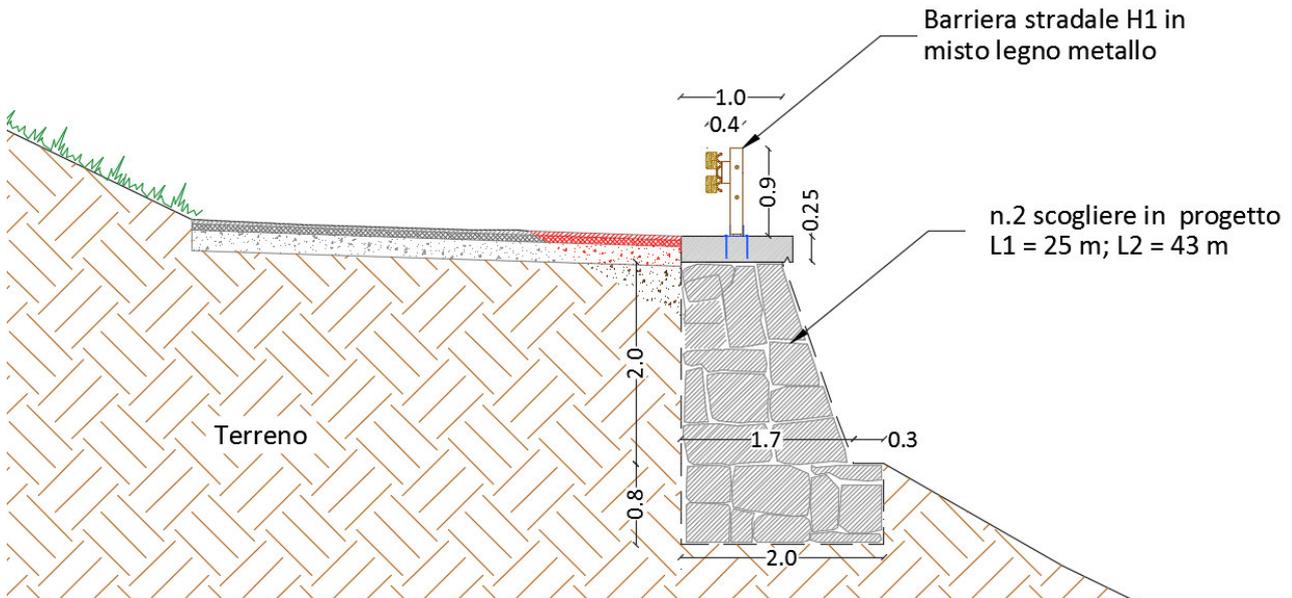


Figura 5 Intervento 1E – Sezione tipo

- Intervento 2:

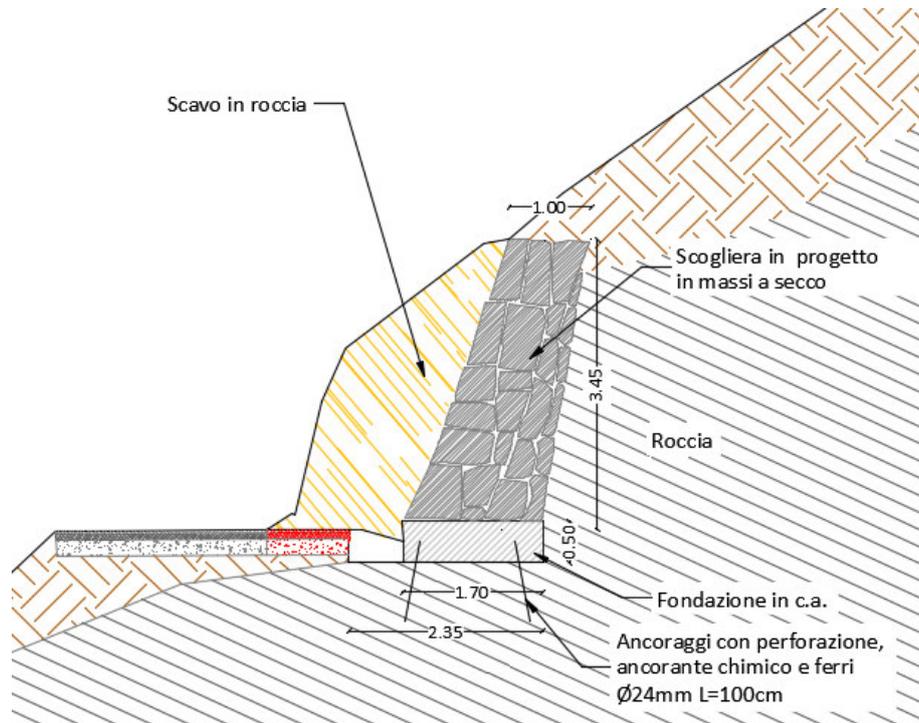
realizzazione di n.2 scogliere in massi di cava non cementati, di lunghezza  $L1 = 25.0$  m e  $L2 = 43.0$  m, realizzati a tergo di una strada, con in testa una copertina in c.a. relizzata al fine di ospitare la barriera stradale in misto legno e metallo. Le due scogliere hanno caratteristiche geometriche di sezione identiche, uguali a quella dell'intervento 1D.



**Figura 6 Intervento 2 – Sezione tipo**

- Intervento 3:

realizzazione di n.4 scogliere in massi di cava non cementati, realizzate in sopra strada, poggianti su platea di fondazione in c.a.. La platea presenta uno spessore di 0.5 m e una larghezza di 1.70 m. Le scogliere presentano altezza della sezione variabile, che va da un minimo di 2.0 m ad un massimo di 3.5 m (non tenendo conto dello spessore di fondazione), mentre le larghezze si mantengono costanti e sono 1.7 m alla base e 1.0 m in testa. L'intervento prevede la demolizione di una porzione di roccia sul lato di monte della strada, al fine di allargare il sedime stradale, e si sviluppa per una lunghezza in longitudinale di circa 110.0 m. Dall'analisi del versante roccioso, si è ritenuto necessario prevedere la scogliera in 4 tratti di lunghezza 11.0 m, 10.0 m, 18.0 m, 32.0 m per una lunghezza totale di c.ca 71.0 m, per il resto della lunghezza la roccia si ritiene stabile e autoportante.



**Figura 7 Intervento 3 – Sezione tipo**

N.B. I calcoli sono stati sviluppati per una lunghezza “tipo” di 10.0 m.

Per una visualizzazione completa e dettagliata degli interventi si rimanda alle tavole “Tav.06 Sezioni Tipo”, “Tav.03 Planimetria intervento 1”, “Tav.04\_05 Planimetria interventi 2 e 3”.

Per verificare la stabilità delle opere in progetto, dapprima si è reso necessario stabilire i parametri geotecnici della coltre superficiale e del substrato roccioso. Per la loro definizione, oltre che all’esperienza dello scrivente anche su lavori precedenti realizzati in zone vicine, ci si è affidati a back analysis impostando su STAP 12.0 di Aztec la superficie di scorrimento reale e ricavandosi a ritroso i parametri geotecnici.

I calcoli per il dimensionamento strutturale delle opere sono stati condotti adottando il metodo semiprobabilistico agli stati limite, verificandone i requisiti di sicurezza allo stato limite ultimo (anche sotto l’azione sismica) e allo stato limite di esercizio. L’analisi delle azioni sismiche ha comportato inoltre la valutazione delle relative deformazioni.

La schematizzazione della procedura progettuale adottata può essere sinteticamente così riassunta:

- Individuazione della classe d’uso dell’opera e della sua vita utile;
- Definizione delle azioni agenti in condizioni statiche e dinamiche attraverso l’individuazione delle condizioni di carico;
- Predisposizione delle combinazioni di carico, con i relativi coefficienti di combinazione allo SLU, SLE, SLV, SLD;
- Analisi dell’involuppo delle azioni agenti;
- Dimensionamento degli elementi strutturali e verifica della funzionalità delle strutture progettate.

La sicurezza e le prestazioni sono state garantite verificando gli stati limite sopra definiti in funzione dell'utilizzo della struttura, della sua vita nominale e di quanto stabilito dalle norme.

L'analisi strutturale condotta è stata del tipo: **SISMICA STATICA EQUIVALENTE**.

Ai sensi del par. 6.4.2.1 delle NTC le verifiche sulle opere di fondazione superficiale sono state effettuate nei confronti dei seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO);
  - o Collasso per carico limite dell'insieme fondazione – terreno;
  - o Collasso per scorrimento sul piano di posa;
  - o Stabilità globale.
- SLU di tipo strutturale (STR);
  - o Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

La verifica di stabilità globale è stata effettuata secondo l'Approccio 1:

- Combinazione 2: (A2 + M2 + R2)  
Tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici e nella Tab. 6.8.I per le resistenze globali.

Le rimanenti verifiche sono state effettuate tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I seguendo l'approccio 1, combinazione (A1 + M1 + R1).

Per la modellazione degli elementi strutturali sono stati utilizzati più software, tutti di Aztec, dando in input i parametri geotecnici ricavati con STAP: la modellazione della paratia di micropali nell'Intervento 1A è stata condotta su PAC 12.0, quella delle scogliere su MAX 10.

Il programma PAC è dedicato all'analisi ed al calcolo di paratie, palancolate e scavi sbadacchiati. È un programma completo che non richiede moduli aggiuntivi.

Il software MAX è dedicato all'analisi e al calcolo dei muri di sostegno. I tipi di muro che è possibile analizzare con il programma Max sono:

- Muri a gravità;
- Muri a semigravità;
- Muri in calcestruzzo armato.

Possono essere inoltre considerati, in funzione del tipo di muro e del materiale che lo costituisce, muri con:

- Contrafforti;
- Mensole di contrappeso e di marciapiede;
- Pali di fondazione;
- Tiranti di ancoraggio.

In tutti i casi, 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 14/01/2008.

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.

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.

## **4 INTERFERENZE CON IL TERRITORIO CIRCOSTANTE**

### **4.1 Vincolo idrogeologico**

Il settore esaminato ricade nelle aree vincolate ai sensi del R.D.L. 30 dicembre 1923, n° 3267, Vincolo Idrogeologico.

### **4.2 Interferenze con strutture esistenti**

Non si registrano interferenze dirette con strutture esistenti.

## **5 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOTECNICHE**

Durante i sopralluoghi è stato possibile definire correttamente e compiutamente l'assetto geologico e stratigrafico e sulla base dell'analisi di dati di letteratura, dell'esperienza dello scrivente e della back analysis eseguita su STAP assegnare cautelativamente i parametri geotecnici caratteristici da utilizzare nelle verifiche di stabilità.

Durante il sopralluogo è risultato evidente che l'assetto litologico stratigrafico originario della scarpata franata era costituito da una coltre detritica grossolana formata da clasti di dimensioni decimetriche, poco o per nulla elaborati, spigolosi, costituiti prevalentemente da micascisti e subordinatamente da rari gneiss immersi in matrice sabbiosa, localmente argillosa, sovrastante un deposito eterogeneo (probabilmente una paleofrana) costituito da blocchi e trovanti di dimensioni elevate, tendenzialmente decine di metri cubi, in matrice ghiaiosa e argillosa. Tale configurazione del substrato è ipotizzabile in quanto la superficie di scivolamento presenta un'inclinazione estremamente elevata ( $\approx 45^\circ$ ), incompatibile con la presenza di un

substrato dalle scarse caratteristiche geotecniche; l'assenza di evidenze di un substrato metamorfico affiorante, correlato con la morfologia dell'area, ne esclude la sua superficialità. Superficialmente l'orizzonte detritico si presentava fortemente pedogenizzato con la formazione di un entisuolo di colore bruno scuro ricco in scheletro, con matrice limosa argillosa.

Si riporta di seguito un'ortofoto con la zona franata cerchiata in rosso ed indicato l'impluvio vicino:



**Figura 8: Ortofoto**



**Figura 9: Versante franato**



**Figura 10: Versante franato – terreno di riporto ottenuto scorticando il versante di monte**

## 6 RISULTATI BACK ANALYSIS E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Come detto in precedenza, i parametri geotecnici sono stati determinati da back analysis attraverso il software STAP 12.0 di Aztec, impostando la reale superficie di frana. Si riporta di seguito un'immagine che ne rappresenta i risultati:

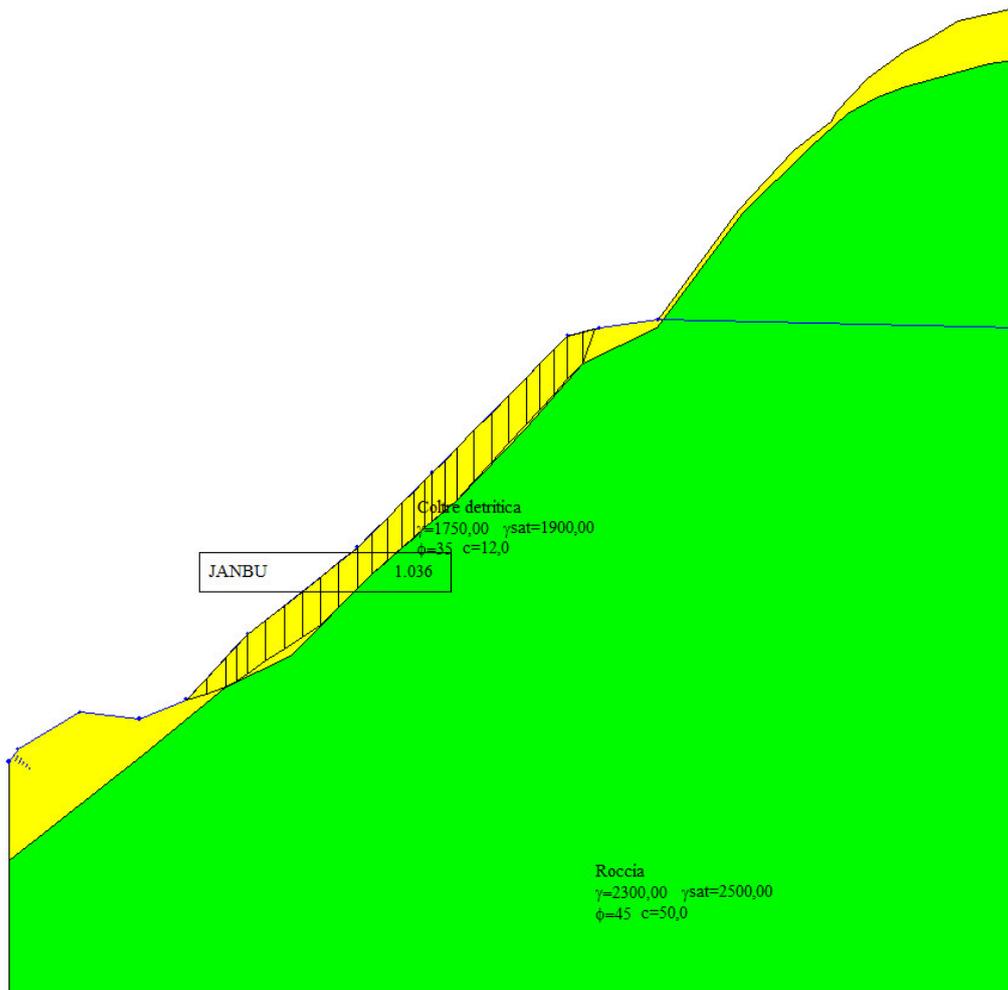


Figura 11 Risultati back analysis da STAP e caratteristiche terreni

### Descrizione terreni

#### Simbologia adottata

n°	numero d'ordine
Descrizione	Descrizione del terreno
$\gamma$	peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
$\gamma_s$	peso di volume saturo del terreno espresso [kg/mc]
$\phi$	angolo d'attrito interno del terreno espresso in [°]
$\delta$	angolo d'attrito terreno/paratia espresso in [°]
$c$	coesione del terreno espressa in [kPa]

N°	Descrizione	$\gamma$ [kg/mc]	$\gamma_{sat}$ [kg/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kPa]
1	Coltre detritica	1750,0	1900,0	35,00	23,33	12,0
2	Roccia	2300,0	2500,0	45,00	30,00	50,0

N.B. L'orografia del territorio è talmente variabile che non può stabilirsi un'unica stratigrafia di piccola scala per ogni intervento in progetto. Il mezzo in cui si inserisce l'opera è terreno in alcuni casi e roccia in altri, come si può evincere dalle sezioni tipo di progetto riportate al Capitolo 3.

## 7 DATI DELLA STRUTTURA, ZONIZZAZIONE SISMICA, VITA NOMINALE, CLASSE D'USO

Regione		<b>PIEMONTE</b>
Provincia		<b>TORINO</b>
Comune		<b>Rorà</b>
Coordinate Geografiche del cantiere	Latitudine	<b>44.792674N</b>
	Longitudine	<b>7.207362E</b>
Altitudine		<b>876 m s.l.m.</b>
Zona sismica		<b>ZONA 3s</b>
Tipo di opera	TAB. 2.4.1 D.M. 14/01/2008	<b>ORDINARIA</b>
Vita nominale $V_N$	P.to 2.4.1 D.M. 14/01/2008	<b>50 ANNI</b>
Classe d'uso	P.to 2.4.2 D.M. 14/01/2008	<b>II</b>
Coefficiente d'uso $C_U$	P.to 2.4.3 D.M. 14/01/2008	<b>1</b>
Periodo di riferimento per azione sismica $V_R$	P.to 2.4.3 D.M. 14/01/2008	<b>50 ANNI</b>

Tabella 1 Dati della struttura e zona sismica

Il periodo di riferimento  $V_R$  di una costruzione, valutato moltiplicando la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso della costruzione  $C_U$  riveste notevole importanza in quanto, assumendo che la legge di ricorrenza dell'azione sismica sia un processo Poissoniano, è utilizzato per valutare, fissata la probabilità di superamento  $P_{VR}$  corrispondente allo stato limite considerato, il periodo di ritorno  $T_R$  dell'azione sismica cui fare riferimento per la verifica. La seguente tabella mostra i valori di  $V_R$  corrispondenti ai valori di  $V_N$  che individuano le frontiere tra i tre tipi di costruzione considerati; valori di  $V_N$  intermedi tra detti valori di frontiera sono consentiti ed i corrispondenti valori dei parametri necessari a definire l'azione sismica sono ricavati utilizzando le formule d'interpolazione fornite nell'allegato A delle NTC.

VITA NOMINALE $V_N$	VALORI DI $V_R$			
	CLASSE D'USO			
	I	II	III	IV
$\leq 10$	35	35	35	35
$\geq 50$	$\geq 35$	$\geq 50$	$\geq 75$	$\geq 100$
$\geq 100$	$\geq 70$	$\geq 100$	$\geq 150$	$\geq 200$

Tabella 2 Intervalli di valori attribuiti a  $V_R$  al variare di  $V_N$  e di  $C_U$

Le Norme Tecniche per le Costruzioni individuano le azioni sismiche di progetto a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. Essa costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. Le NTC definiscono al par. 3.2 la pericolosità sismica in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$ . Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

$a_g$ : accelerazione orizzontale massima al sito;

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

$T_c$ : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Il calcolo delle opere in oggetto è stato realizzato facendo riferimento ai seguenti parametri:

	$a_g$ [m/s <sup>2</sup> ]	$F_0$	$T_c^*$ [s]
<b>SLO</b>	0.402	2.446	0.207
<b>SLD</b>	0.531	2.432	0.227
<b>SLV</b>	1.323	2.475	0.267
<b>SLC</b>	1.662	2.500	0.276

**Tabella 3 Parametri sismici di progettazione**

L’analisi delle condizioni di stabilità dei pendii in condizioni sismiche può essere eseguita mediante metodi pseudostatici, metodi degli spostamenti e metodi di analisi dinamica.

Nelle analisi si deve tenere conto dei comportamenti di tipo fragile che si manifestano nei terreni a grana fine sovraconsolidati e nei terreni a grana grossa addensati con una riduzione della resistenza al taglio al crescere delle deformazioni. Inoltre, si deve tener conto dei possibili incrementi di pressione interstiziale indotti in condizioni sismiche nei terreni saturi. Nei metodi pseudostatici l’azione sismica è rappresentata da un’azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso  $W$  del volume di terreno potenzialmente instabile.

Tale forza dipende dalle caratteristiche del moto sismico atteso nel volume di terreno potenzialmente instabile e dalla capacità di tale volume di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza. Nelle verifiche allo stato limite ultimo, in mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale di tale forza possono esprimersi come  $F_h = k_h \times W$  ed  $F_v = k_v \times W$ , con  $k_h$  e  $k_v$ , rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale:

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{\max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$$

$\beta_s$  = coefficiente di riduzione dell’accelerazione massima attesa al sito.

Per tenere conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale è necessario individuare il valore del coefficiente topografico  $S_T$ , dipendente dalle categorie topografiche illustrate nella seguente tabella:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

**Tabella 4 Categorie topografiche - Tabella 3.2.IV D.M. 14/01/2008**

Il caso in studio appartiene alla categoria topografica T3, alla quale corrisponde un coefficiente di amplificazione topografica pari a 1.20.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si rende necessario inoltre valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento illustrate nella seguente tabella:

Categoria	Descrizione
<b>A</b>	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
<b>B</b>	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>C</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>D</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>E</b>	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

**Tabella 5 - Categorie di sottosuolo da Tab. 3.2.II D.M. 14/01/2008**

Nel caso in progetto si assume che la categoria di sottosuolo sia la A, alla quale corrisponde un valore di coefficiente di amplificazione stratigrafica pari a 1.00.

Categoria sottosuolo	$S_s$
A	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_{g0}}{g} \leq 1,20$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_{g0}}{g} \leq 1,50$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_{g0}}{g} \leq 1,80 \cdot$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_{g0}}{g} \leq 1,60$

**Tabella 6** Espressioni di  $S_s$  Tabella 3.2.V D.M. 14/01/2008

Si valuta infine il valore del coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito  $\beta_s$ , valutato pari a 0.27. Il valore è stato ricavato facendo uso della seguente tabella, che identifica il parametro  $\beta_s$  sulla base della categoria di sottosuolo e del valore di accelerazione massima:

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

**Tabella 7** Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

$$\frac{a_g}{g} = \frac{1.323}{9.81} = 0.135 \rightarrow 0.1 < 0.135 < 0.2 \rightarrow \beta_s = 0.27$$

La seguente tabella riepiloga i coefficienti sismici calcolati:

$A_g$ SLV	<b>1.323</b>
$S_t$ coefficiente di amplificazione topografica	<b>1.20</b>
$S_s$ coefficiente di amplificazione stratigrafica	<b>1.00</b>
$\beta_s$ coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	<b>0.27</b>

**Tabella 8** Coefficienti sismici

## 8 CARATTERISTICHE E RESISTENZE DI CALCOLO DEI MATERIALI UTILIZZATI

### 8.1 Classe di esposizione ambientale

Le diverse superfici di calcestruzzo di un dato componente strutturale possono essere soggette a diverse azioni ambientali, classificate dalla norma UNI – EN 206 -1: 2006 come **classi di esposizione**. Le classi di esposizione da scegliere dipendono dalle disposizioni valide nel luogo d'impiego del calcestruzzo, e tale classificazione non esclude considerazioni in merito a condizioni speciali che possano esistere nel luogo di impiego del calcestruzzo o di misure protettive come l'uso di acciaio inossidabile o altri metalli resistenti alla corrosione e l'uso di rivestimenti protettivi per il calcestruzzo o per l'armatura. Le Norme Tecniche per le Costruzioni, al paragrafo 4.1.2.2.4.3, stabiliscono che le condizioni ambientali possano essere suddivise, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature metalliche, in condizioni ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato nella seguente tabella. La suddivisione fa riferimento alle classi di esposizione definite nelle Linee Guida per il calcestruzzo strutturale emesse dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

<b>CONDIZIONI AMBIENTALI</b>	<b>CLASSE DI ESPOSIZIONE</b>
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tabella 9 Descrizione delle condizioni ambientali - TAB 4.1.III D.M. 14/01/2008

La seguente tabella mostra le diverse classi di esposizione ambientale nella quale si evidenzia la classe di esposizione scelta nel caso oggetto di studio, per le platea di fondazione:

#### Classi di esposizione

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione
<b>1 Assenza di rischio di corrosione o attacco</b>		
X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, abrasione o attacco chimico. Per calcestruzzo con armatura o inserti metallici: molto asciutto.	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria molto bassa

<b>2 Corrosione indotta da carbonatazione</b>		
<p>Nel caso in cui il calcestruzzo contenente armature o inserti metallici sia esposto all'aria e all'umidità, l'esposizione sarà classificata nel modo seguente:</p> <p>Nota Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.</p>		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Calcestruzzo all'interno di edifici con bassa umidità relativa Calcestruzzo costantemente immerso in acqua
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo Molte fondazioni
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità relativa dell'aria moderata oppure elevata Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia
XC4	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2
<b>3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare</b>		
<p>Qualora il calcestruzzo contenente armature o altri inserti metallici sia soggetto al contatto con acqua contenente cloruri, inclusi i sali antigelo, con origine diversa dall'acqua di mare, l'esposizione sarà classificata come segue:</p> <p>Nota In riferimento alle condizioni di umidità vedere anche sezione 2 del presente prospetto.</p>		
XD1	Umidità moderata	Superfici di calcestruzzo esposte a nebbia salina
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Piscine Calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri
XD3	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Parti di ponti esposte a spruzzi contenenti cloruri Pavimentazioni Pavimentazioni di parcheggi
<b>4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare</b>		
<p>Qualora il calcestruzzo contenente armature o altri inserti metallici sia soggetto al contatto con cloruri presenti nell'acqua di mare oppure con aria che trasporta sali derivanti dall'acqua di mare, l'esposizione sarà classificata come segue:</p>		
XS1	Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture prossime oppure sulla costa
XS2	Permanentemente sommerso	Parti di strutture marine
XS3	Zone esposte alle onde oppure alla marea	Parti di strutture marine

<b>5 Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza sali disgelanti</b>		
Qualora il calcestruzzo bagnato sia esposto ad un attacco significativo dovuto a cicli di gelo/disgelo, l'esposizione sarà classificata come segue:		
XF1	Moderata saturazione d'acqua, senza impiego di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF2	Moderata saturazione d'acqua, con uso di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo di strutture stradali esposte al gelo e nebbia di agenti antigelo
XF3	Elevata saturazione d'acqua, senza agente antigelo	Superfici orizzontali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF4	Elevata saturazione d'acqua, con agente antigelo oppure acqua di mare	Strade e impalcati da ponte esposti agli agenti antigelo Superfici di calcestruzzo esposte direttamente a nebbia contenente agenti antigelo e al gelo
<b>6 Attacco chimico</b>		
Qualora il calcestruzzo sia esposto all'attacco chimico che si verifica nel terreno naturale e nell'acqua del terreno avente caratteristiche definite nel prospetto 2, l'esposizione verrà classificata come è indicato di seguito. La classificazione dell'acqua di mare dipende dalla località geografica; perciò si dovrà applicare la classificazione valida nel luogo di impiego del calcestruzzo.		
Nota Può essere necessario uno studio speciale per stabilire le condizioni di esposizione da applicare quando si è: - al di fuori dei limiti del prospetto 2; - in presenza di altri aggressivi chimici; - in presenza di terreni o acque inquinati da sostanze chimiche; - in presenza della combinazione di elevata velocità dell'acqua e delle sostanze chimiche del prospetto 2.		
XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo secondo il prospetto 2	
XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2	
XA3	Ambiente chimico fortemente aggressivo secondo il prospetto 2	

Tabella 10 Classe di esposizione ambientale

## 8.2 Classe di consistenza del calcestruzzo

La classe di consistenza è una proprietà del calcestruzzo allo stato fresco che influenza fortemente le proprietà del calcestruzzo indurito, e la si misura facilmente in cantiere con il cono di Abrams. La classe di consistenza è da considerarsi come un indice della lavorabilità del calcestruzzo, cioè la caratteristica che consente di confezionare, trasportare, gettare e compattare il materiale con una certa facilità. Si riportano nella seguente tabella i valori delle classi di abbassamento in funzione del relativo abbassamento al cono di Abrams. Il calcestruzzo scelto per la realizzazione delle platea di fondazione ha una classe di consistenza S4.

Classi di abbassamento al cono (slump)

Classe	Abbassamento al cono
S1	da 10 a 40
S2	da 50 a 90
S3	da 100 a 150
S4	da 160 a 210
S5 <sup>1)</sup>	≥220

Tabella 11 Classi di abbassamento al cono (slump)

### 8.3 Durabilità

Particolare attenzione è stata posta per garantire la durabilità della struttura, con la consapevolezza che tutte le prestazioni attese potranno essere garantite solo mediante opportune procedure da seguire non solo in fase di progettazione, ma anche di costruzione, manutenzione e gestione dell'opera; si dovranno, inoltre, utilizzare tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture.

Il copriferro minimo che si è adottato per la struttura oggetto di calcolo è stato valutato sulla base delle prescrizioni delle NTC (C4.1.6.1.3 della Circolare). La seguente tabella mostra il valore del copriferro minimo da adottare in funzione del tipo di calcestruzzo e della classe di esposizione ambientale. A titolo cautelativo si è scelto un copriferro minimo pari a 35 mm.

$C_{min}$	$C_o$	Ambiente	Barre da c.a. Elementi a piastra		Barre da c.a. Altri elementi		Cavi da c.a.p. Elementi a piastra		Cavi da c.a.p. Altri elementi	
			$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	Ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	Aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	Molto agg	35	40	40	45	45	50	50	50

Tabella 12 Copriferri minimi in mm

### 8.4 Acciaio: sensibilità alla corrosione delle armature

Le Norme Tecniche per le Costruzioni, al par. 4.1.2.2.4.4, suddividono in due gruppi le armature:

- Armature sensibili;
- Armature poco sensibili.

Appartengono al primo gruppo gli acciai da precompresso, mentre appartengono al secondo gruppo gli acciai ordinari. Per gli acciai zincati e per quelli inossidabili si può tenere conto della loro minor sensibilità alla corrosione.

La seguente tabella riepilogativa riassume le prescrizioni relative ai materiali utilizzati per il dimensionamento delle platea di fondazione con riferimento alle condizioni ambientali e alla sensibilità delle armature alla corrosione.

Calcestruzzo		
Classe di esposizione ambientale		<b>XC2</b>
Condizione ambientale	TAB. 4.1.III D.M. 14/01/2008	<b>ORDINARIA</b>
Classe di consistenza cls	Fondazioni	<b>S4</b>
Massimo rapporto A/C		<b>0.60</b>
$D_{max}$ : dimensione nominale max aggregati	Strutture di fondazione	<b>32 mm</b>
Tipi di acciaio		
Acciai da precompressione presenti		<b>SI</b>
Acciai ordinari presenti		<b>SI</b>
Acciai zincati presenti		<b>NO</b>
Acciai inox presenti		<b>NO</b>

Tabella 13 Materiali

## 8.5 Acciaio: scelta degli stati limite di fessurazione

Sono ora indicati i criteri di scelta dello stato limite di fessurazione con riferimento alla TAB. 4.1.IV D.M. 14/01/2008.

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	$w_d$	Stato limite	$w_d$
<b>a</b>	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
<b>b</b>	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
<b>c</b>	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Tabella 14 Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Il paragrafo 4.1.2.2.4.1 delle NTC individua i seguenti valori di  $w_1$ ,  $w_2$  e  $w_3$ :

$w_1$	<b>0,2 mm</b>
$w_2$	<b>0,3 mm</b>
$w_3$	<b>0,4 mm</b>

Tabella 15 Valori limite apertura delle fessure

## 8.6 Materiali utilizzati

### 8.6.1 Calcestruzzo per utilizzo non strutturale

Tipo di calcestruzzo		<b>C12/15</b>
$R_{ck}$ calcestruzzo	(kPa)	15000
Modulo elastico	(kPa)	27265580
Resistenza caratteristica cilindrica ( $f_{ck}$ )	(kPa)	12450
Resistenza caratteristica a trazione ( $F_{ctk}$ )	(kPa)	1128.06
Resistenza media ( $F_{cm}$ )	(kPa)	20450
Resistenza media a trazione ( $F_{ctm}$ )	(kPa)	1611.514
$\sigma_{amm}$ calcestruzzo	(kPa)	6000

Tabella 16 Caratteristiche C12/15

### 8.6.2 Calcestruzzo per utilizzo strutturale (Platee di fondazione)

Tipo di calcestruzzo		<b>C25/30</b>
$R_{ck}$ calcestruzzo	(kPa)	30000
Modulo elastico	(kPa)	32066500
Resistenza caratteristica cilindrica ( $f_{ck}$ )	(kPa)	25000
Resistenza caratteristica a trazione ( $F_{ctk}$ )	(kPa)	1800
Resistenza media ( $F_{cm}$ )	(kPa)	33000
Resistenza media a trazione ( $F_{ctm}$ )	(kPa)	2600
$\sigma_{amm}$ calcestruzzo	(kPa)	9750

Tabella 17 Caratteristiche C25/30

### 8.6.3 Acciaio per opere in c.a. (Platee di fondazione)

Tipo di acciaio		<b>B450C</b>
$F_{yk}$ tensione caratteristica di snervamento	(kPa)	450000
Modulo elastico	(kPa)	206000000
$F_{tk}$	(kPa)	540000
Coefficiente di Poisson $\nu$		0.3
$\gamma_s$		1.15
$f_{yd}$	(kPa)	391000
$\sigma_{amm}$ calcestruzzo	(kPa)	9750

Tabella 18 Caratteristiche B450C

**N.B. Le verifiche in condizioni di esercizio per il calcestruzzo e per l'acciaio vengono condotte secondo DM 14.01.2008 Pto 4.1.2.2.5.1**

condizione Rara	-	$\sigma_c < 0,60 \cdot f_{ck}$	Eq. 4.1.40
condizione Quasi Perm.	-	$\sigma_c < 0,45 \cdot f_{ck}$	Eq. 4.1.41
condizione Rara	-	$\sigma_c < 0,80 \cdot f_{yk}$	Eq. 4.1.42

### 8.6.4 Massi di cava

Materiale litoide proveniente da cava, posato a secco, non friabile né gelivo, ad elevato peso specifico. Le caratteristiche meccaniche vengono riportate nella seguente tabella:

Resistenza a compressione	(kPa)	3000
Angolo di attrito interno	(°)	45,00
Resistenza a taglio	(kg/cm <sup>2</sup> )	0,00
Peso di volume	(kg/m <sup>3</sup> )	2000,00

Tabella 19 Parametri pietrame

### 8.6.5 Acciaio per micropali

Tipo di acciaio		<b>S355</b>
$F_{yk}$ tensione caratteristica di snervamento	(kPa)	355000
Modulo elastico	(kPa)	206000000
$F_{tk}$	(kPa)	510000
Coefficiente di Poisson $\nu$		0.3
$\gamma_s$		1.15
$f_{yd}$	(kPa)	309000
$\sigma_{amm}$ calcestruzzo	(kPa)	9750

Tabella 20 Caratteristiche S355

## 9 AZIONI

In accordo con la normativa citata al capitolo 2 della seguente relazione, sono state considerate nei calcoli le seguenti azioni:

- Carichi permanenti strutturali;
- Carichi permanenti NON strutturali;
- Carichi variabili.

### 9.1 Carichi permanenti strutturali

I carichi permanenti strutturali sono dati dai pesi propri delle strutture e vengono calcolati automaticamente dal software di calcolo. Si considera la massa volumica del pietrame pari a 2000 kg/m<sup>3</sup>.

### 9.2 Carichi permanenti non strutturali

Sulle scogliere non insistono carichi permanenti non strutturali, se non la spinta attiva del terreno stesso di cui sono stati riportati i parametri geotecnici al capitolo 5.

Per la paratia di micropali si considera anche il carico trasferito dalla scogliera soprastante, che dal calcolo risulta essere 4924 kg/m di profondità.

### 9.3 Carichi variabili

Nei casi in cui a monte dell'opera di sostegno c'è una strada (Interventi 1A, 1B, 1C, 1D e intervento 2), va considerato un carico variabile agente pari a 2000 kg/m, pari al carico stradale previsto dalle NTC.

## 10 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico utilizzate sono quelle previste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni. Si elencano in seguito i coefficienti di combinazione, con riferimento alla tabella 2.6.1. del DM, e le relative combinazioni delle azioni:

		Coefficiente $\gamma_f$	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	Favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

Tabella 21 Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche a SLU

Ai fini delle verifiche agli stati limite, con riferimento al par. 2.5.3 si sono definite le seguenti combinazioni delle azioni:

- SLU – Combinazione di carico fondamentale;

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\gamma_{Qi} \cdot \psi_{oi} \cdot Q_{ki})$$

- SLE – Combinazione caratteristica rara;

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\psi_{oi} \cdot Q_{ki})$$

- SLE – Combinazione frequente;

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$

- SLE – Combinazione quasi permanente;

$$G_1 + G_2 + P + \sum_{i=1}^n (\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$

- Combinazione sismica;

$$E + G_1 + G_2 + P + \sum_{i=1}^n (\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$

Per il progetto della platea di fondazione il valore di progetto della resistenza  $R_d$  è stato determinato facendo riferimento ai coefficienti elencati nella seguente tabella:

Parametro	Grandezza alla quale Applicare il coefficiente parziale	Coefficiente Parziale $\gamma_M$	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_\varphi$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

Tabella 22 Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

I coefficienti parziali per le verifiche agli stati limite ultimi per le fondazioni superficiali sono riassunti nella seguente tabella:

Verifica	Coefficiente parziale R1	Coefficiente parziale R2	Coefficiente parziale R3
Capacità portante	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

Tabella 23 Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Si riportano di seguito tutte le combinazioni di carico delle azioni sollecitanti, generate automaticamente dal codice di calcolo, in conformità con le disposizioni della Normativa Tecnica.

N.B. Si omettono i calcoli dell'intervento 2 che presenta identiche caratteristiche geometriche e geotecniche dell'intervento 1D e i calcoli dell'intervento 1C che presenta uguali caratteristiche geotecniche e dell'intervento 1A, ma dimensioni ridotte e quindi una configurazione sicuramente meno critica dal punto di vista della stabilità.

## 10.1 Intervento 1A

### Condizioni di carico

#### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

$X$	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
$F_x$	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kg]
$F_y$	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kg]
$M$	Momento espresso in [kgm]
$X_i$	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
$X_f$	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
$Q_i$	Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kg/m]
$Q_f$	Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kg/m]
$D/C$	Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

#### Condizione n° 1 (Carico stradale)

D	Profilo	$X_i=2,00$	$X_f=5,50$	$Q_i=2000,00$	$Q_f=2000,00$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

### Descrizione combinazioni di carico

#### Simbologia adottata

$F/S$	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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 A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 3 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0,90	1.00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1.00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1.00	1,10

#### Combinazione n° 4 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
--	-----	----------	--------	-----------------

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
Carico stradale	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0,90	1,00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1,00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1,00	1,10
Carico stradale	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 11 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 12 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 13 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 14 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 15 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 16 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 17 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 18 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 19 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 20 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 21 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 22 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 23 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 24 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
--	-----	----------	--------	-----------------

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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00

**Combinazione n° 25 - Quasi Permanente (SLE)**

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00

**Combinazione n° 26 - Frequente (SLE)**

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00

**Combinazione n° 27 - Rara (SLE)**

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00

## 10.2 Intervento 1B

### 10.2.1 Scogliera

#### Condizioni di carico

*Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

$X$  Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]

$F_x$  Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kg]

$F_y$  Componente verticale del carico concentrato espressa in [kg]

$M$  Momento espresso in [kgm]

$X_i$  Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

$X_f$  Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]

$Q_i$  Intensità del carico per  $x=X_i$  espressa in [kg/m]

$Q_f$  Intensità del carico per  $x=X_f$  espressa in [kg/m]

$D/C$  Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

**Condizione n° 1 (Carico stradale)**

D	Profilo	$X_i=2,00$	$X_f=5,50$	$Q_i=2000,00$	$Q_f=2000,00$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

#### Descrizione combinazioni di carico

*Simbologia adottata*

$F/S$  Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione

$\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

**Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)**

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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 A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 3 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0,90	1.00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1.00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1.00	1,10

Combinazione n° 4 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,50	1.00	1,50

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,30	1.00	1,30

Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0,90	1.00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1.00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1.00	1,10
Carico stradale	SFAV	1,50	1.00	1,50

Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,30	1.00	1,30

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 11 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 12 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 13 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 14 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 15 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 16 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 17 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 18 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 19 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 20 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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
Carico stradale	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 21 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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
Carico stradale	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 22 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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
Carico stradale	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 23 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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
Carico stradale	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 24 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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
Carico stradale	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 25 - Quasi Permanente (SLE)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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
Carico stradale	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 26 - Frequente (SLE)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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
Carico stradale	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 27 - Rara (SLE)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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
Carico stradale	SFAV	1.00	1.00	1.00

## 10.2.2 Paratia

Per tenere conto del carico trasferito dalla scogliera soprastante alla paratia, si è applicato un carico concentrato sul cordolo di testa di entità pari alla massima risultante  $F_y$  ottenuta con MAX per l'analisi della scogliera.

### 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

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

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

M Momento espresso in [kgm], positivo ribaltante

$Q_i, Q_f$  Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kg/mq]

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

R Risultante carico distribuito sulla paratia espressa in [kg]

Condizione n° 1					
Carico distribuito sul profilo	$X_i = 3,50$	$X_f = 5,50$	$Q_i = 2000$	$Q_f = 2000$	
Carico concentrato sulla paratia	$Y=0,00$	$F_x=0$	$F_y=4924$	$M=0$	

### Combinazioni di carico

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

#### Combinazione n° 1 [A1-M1]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.30	
Condizione 1 (Carico scogliera)	1.30	1.00

#### Combinazione n° 2 [A1-M1]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Carico scogliera / sisma V+)	1.00	1.00

#### Combinazione n° 3 [A2-M2]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Carico scogliera)	1.00	1.00

#### Combinazione n° 4 [A2-M2]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Carico scogliera / sisma V+)	1.00	1.00

#### Combinazione n° 5 [SLER]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Carico scogliera)	1.00	1.00

#### Combinazione n° 6 [SLEF]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Carico scogliera)	1.00	1.00

#### Combinazione n° 7 [SLEQ]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Carico scogliera)	1.00	1.00

## 10.3 Intervento 1D

### Condizioni di carico

#### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

$X$	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
$F_x$	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kg]
$F_y$	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kg]
$M$	Momento espresso in [kgm]
$X_i$	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
$X_f$	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
$Q_i$	Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kg/m]
$Q_f$	Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kg/m]
$D/C$	Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

#### Condizione n° 1 (Carico stradale)

D	Profilo	$X_i=2,00$	$X_f=5,50$	$Q_i=2000,00$	$Q_f=2000,00$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

### Descrizione combinazioni di carico

#### Simbologia adottata

$F/S$	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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 A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 3 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0,90	1.00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1.00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1.00	1,10

#### Combinazione n° 4 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,50	1,00	1,50

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0,90	1,00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1,00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1,00	1,10
Carico stradale	SFAV	1,50	1,00	1,50

Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 11 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 12 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 13 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 14 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 15 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 16 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 17 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 18 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 19 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 20 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 21 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 22 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 23 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 24 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 25 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 26 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 27 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00

## 10.4 Intervento 1E

### Descrizione combinazioni di carico

*Simbologia adottata*

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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 A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 3 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0,90	1,00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1,00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1,00	1,10

Combinazione n° 4 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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 A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 7 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 8 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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 EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 10 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 11 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 13 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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

## 10.5 Intervento 3

### Descrizione combinazioni di carico

*Simbologia adottata*

F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione

$\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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 A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 3 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0,90	1.00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1.00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1.00	1,10

Combinazione n° 4 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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 A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 7 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 8 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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 EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 10 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 11 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 13 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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 - Rara (SLE)

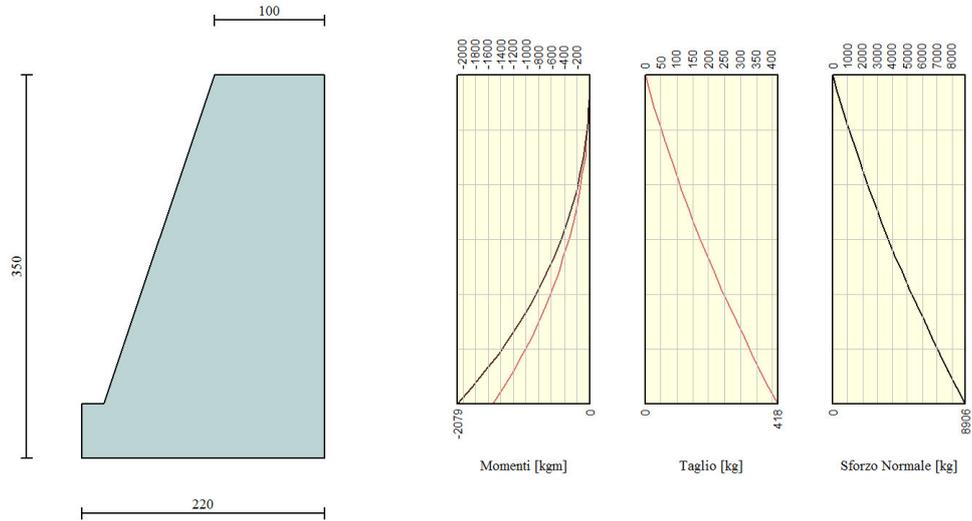
	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00

## 11 COMBINAZIONI DI VERIFICA

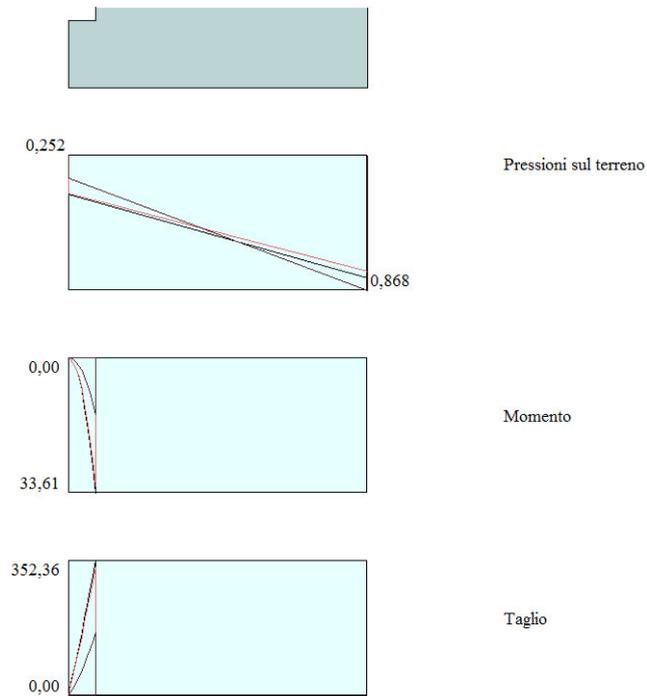
Si riportano adesso i risultati delle verifiche relativi ad ogni combinazione di carico.

## 11.1 Intervento 1A

### 11.1.1 Sollecitazioni agenti



**Figura 12 Involuppo sollecitazioni agenti sul paramento**



**Figura 13 Involuppo sollecitazioni agenti sulla fondazione**

### 11.1.2 Verifiche geotecniche

Dettagli coefficienti di sicurezza globali e spinte								
Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (qult)	FS (stab)	Spinta[kg]	Incr. sism.[kg]
1	A1-M1 - [1]	--	--	99,99	314,08	--	0,00	0,00
2	A2-M2 - [1]	--	--	99,99	100,99	--	0,00	0,00
3	EQU - [1]	--	99,90	--	--	--	0,00	0,00
4	STAB - [1]	--	--	--	--	4,04	0,00	0,00
5	A1-M1 - [2]	--	--	99,99	314,08	--	0,00	0,00
6	A2-M2 - [2]	--	--	99,99	100,99	--	0,00	0,00
7	EQU - [2]	--	99,90	--	--	--	0,00	0,00
8	STAB - [2]	--	--	--	--	3,57	0,00	0,00
9	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	12,59	236,94	--	0,00	0,00
10	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	12,02	248,20	--	0,00	0,00
11	A2-M2 - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	10,08	<b>80,05</b>	--	0,00	0,00
12	A2-M2 - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	<b>9,61</b>	83,85	--	0,00	0,00
13	EQU - [3]	SismaH + SismaV positivo	19,51	--	--	--	0,00	0,00
14	EQU - [3]	SismaH + SismaV negativo	<b>13,17</b>	--	--	--	0,00	0,00
15	STAB - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	3,78	0,00	0,00
16	STAB - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	3,89	0,00	0,00
17	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	12,59	236,94	--	0,00	0,00
18	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	12,02	248,20	--	0,00	0,00
19	A2-M2 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	10,08	80,05	--	0,00	0,00
20	A2-M2 - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	9,61	83,85	--	0,00	0,00
21	EQU - [4]	SismaH + SismaV negativo	13,17	--	--	--	0,00	0,00
22	EQU - [4]	SismaH + SismaV positivo	19,51	--	--	--	0,00	0,00
23	STAB - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	<b>3,44</b>	0,00	0,00
24	STAB - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	3,52	0,00	0,00
25	SLEQ - [1]	--	--	99,99	314,08	--	0,00	0,00
26	SLEF - [1]	--	--	99,99	314,08	--	0,00	0,00
27	SLER - [1]	--	--	99,99	314,08	--	0,00	0,00

Figura 14 ombinazioni di verifica – dettagli coefficienti di sicurezza globali e spinte

In figura seguente si riportano i coefficienti di sicurezza delle verifiche geotecniche risultanti dal calcolo; a sinistra quelli relativi alla combinazione 1, a destra i minimi calcolati.

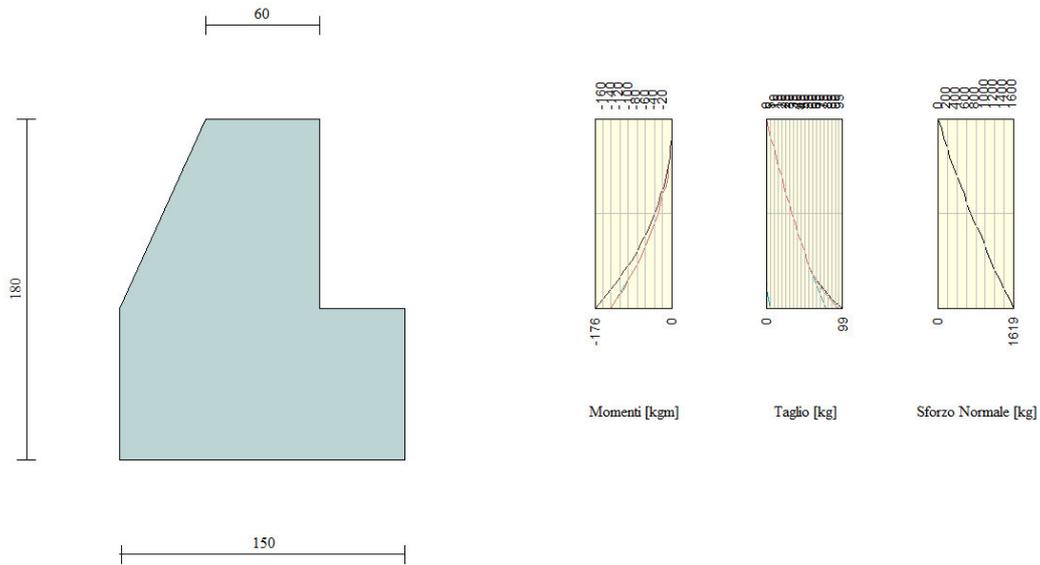
Risultati Analisi - Comb. 1			
<b>Coefficiente di sicurezza a ribaltamento</b>	99,90	■	13,17 [14] IB: 3 - EQU
<b>Coefficiente di sicurezza a scorrimento</b>	99,99	■	9,61 [12] IB: 3 - A2-M2
<b>Coefficiente di sicurezza a carico limite</b>	100,99	■	80,05 [11] IB: 3 - A2-M2
<b>Coefficiente di sicurezza stabilità globale</b>	4,04	■	3,44 [23] IB: 4 - STAB

Figura 15 Coefficienti di sicurezza

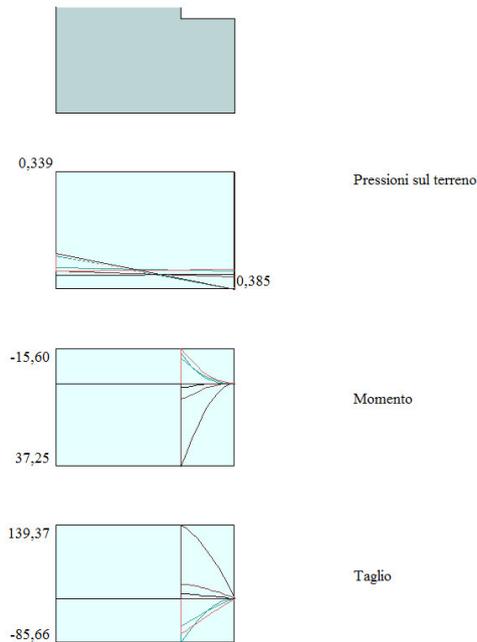
## 11.2 Intervento 1B

### 11.2.1 Scogliera

#### 11.2.1.1 Sollecitazioni agenti



**Figura 16** Invilupp sollecitazioni agenti sul paramento



**Figura 17** Invilupp sollecitazioni agenti sulla fondazione

### 11.2.1.2 Verifiche geotecniche

Dettagli coefficienti di sicurezza globali e spinte									
Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (qult)	FS (stab)	Spinta[kg]	Incr. sism.[kg]	
1	A1-M1 - [1]	--	--	9,30	34,48	--	248,66	0,00	
2	A2-M2 - [1]	--	--	6,55	15,18	--	274,05	0,00	
3	EQU - [1]	--	30,29	--	--	--	345,48	0,00	
4	STAB - [1]	--	--	--	--	1,96	274,05	0,00	
5	A1-M1 - [2]	--	--	9,30	34,48	--	248,66	0,00	
6	A2-M2 - [2]	--	--	6,55	15,18	--	274,05	0,00	
7	EQU - [2]	--	30,29	--	--	--	345,48	0,00	
8	STAB - [2]	--	--	--	--	1,96	274,05	0,00	
9	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	5,83	33,58	--	102,04	54,00	
10	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	5,89	35,39	--	102,04	31,67	
11	A2-M2 - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	<b>3,12</b>	<b>13,62</b>	--	274,05	78,63	
12	A2-M2 - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	3,15	14,31	--	274,05	44,38	
13	EQU - [3]	SismaH + SismaV positivo	13,44	--	--	--	274,05	78,63	
14	EQU - [3]	SismaH + SismaV negativo	<b>10,40</b>	--	--	--	274,05	44,38	
15	STAB - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	<b>1,82</b>	274,05	78,63	
16	STAB - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	1,84	274,05	44,38	
17	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	5,83	33,58	--	102,04	54,00	
18	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	5,89	35,39	--	102,04	31,67	
19	A2-M2 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	3,12	13,62	--	274,05	78,63	
20	A2-M2 - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	3,15	14,31	--	274,05	44,38	
21	EQU - [4]	SismaH + SismaV negativo	10,40	--	--	--	274,05	44,38	
22	EQU - [4]	SismaH + SismaV positivo	13,44	--	--	--	274,05	78,63	
23	STAB - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	1,82	274,05	78,63	
24	STAB - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	1,84	274,05	44,38	
25	SLEQ - [1]	--	--	22,40	36,87	--	102,04	0,00	
26	SLEF - [1]	--	--	22,40	36,87	--	102,04	0,00	
27	SLER - [1]	--	--	22,40	36,87	--	102,04	0,00	

Figura 18 Combinazioni di verifica - dettagli coefficienti di sicurezza globali e spinte

In figura seguente si riportano i coefficienti di sicurezza delle verifiche geotecniche risultanti dal calcolo; a sinistra quelli relativi alla combinazione 1, a destra i minimi calcolati.

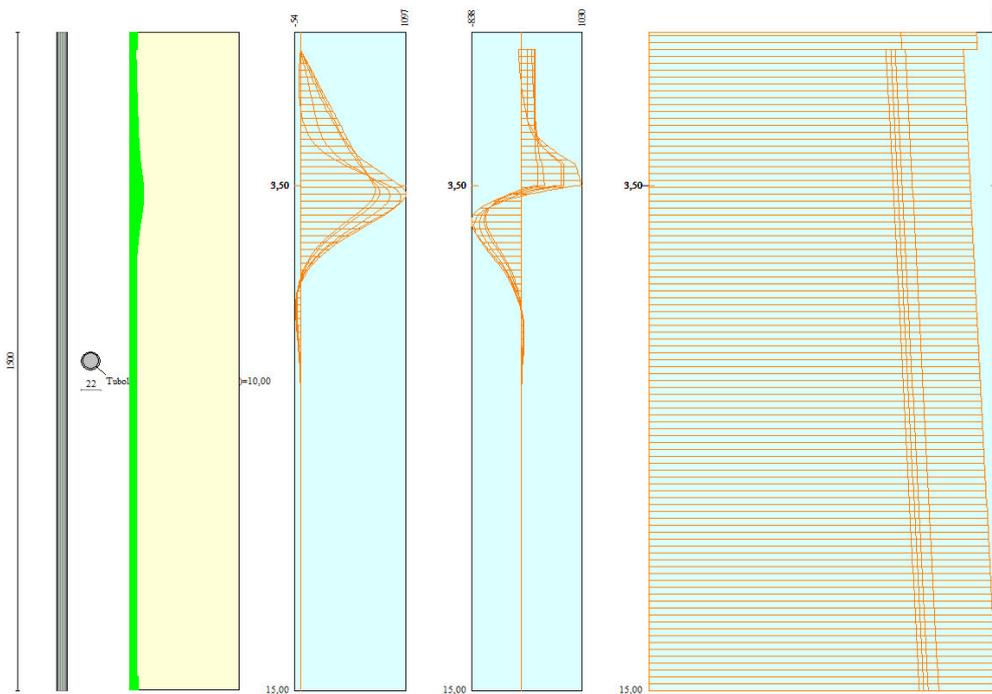
Risultati Analisi - Comb. 1			
<b>Coefficiente di sicurezza a ribaltamento</b>	30,29	■	10,40 [14] IB: 3 - EQU
<b>Coefficiente di sicurezza a scorrimento</b>	6,55	■	3,12 [11] IB: 3 - A2-M2
<b>Coefficiente di sicurezza a carico limite</b>	15,18	■	13,62 [11] IB: 3 - A2-M2
<b>Coefficiente di sicurezza stabilità globale</b>	1,96	■	1,82 [15] IB: 3 - STAB

Figura 19 Coefficienti di sicurezza

### 11.2.2 Paratia

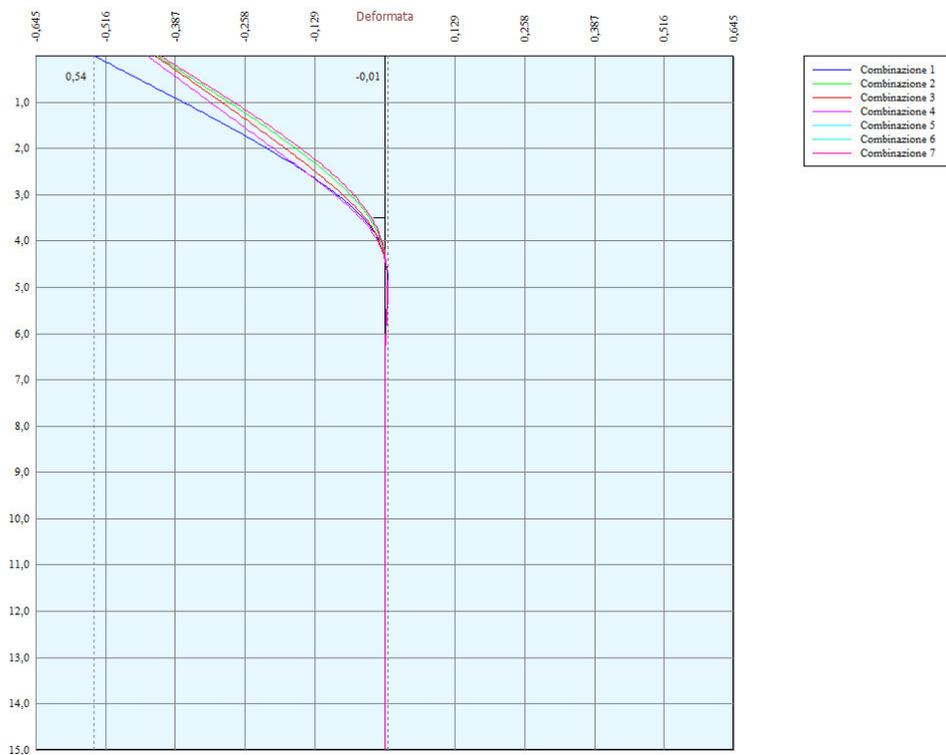
#### 11.2.2.1 Sollecitazioni agenti

In figura seguente l'involuppo delle sollecitazioni sui micropali. Da sinistra verso destra Impegno Armatura, Momento, Taglio e Sforzo Normale.



**Figura 20 Involuppo sollecitazioni sui micropali**

Si riporta di seguito l'involuppo della deformata.



**Figura 21 Involuppo deformata**

### 11.2.2.2 Verifiche geotecniche

Per brevità, si riportano i risultati ottenuti per la combinazione di carico peggiore. Per approfondimenti si rimanda all'estratto del codice di calcolo.

Risultati Analisi		
Combinazione 4 [A2-M2 S] -SISMICA		
Spinta sulla paratia [kg]	545,7	Y[m]= 2,982
Carichi esterni [kg]	0,0	Y[m]= 0,000
Spinta falda [kg]	---	Y[m]= ---
Resistenza passiva [kg]	-904,3	Y[m]= 4,077
Controspinta [kg]	384,2	Y[m]= 5,388
Sforzo tiranti [kg]	-25,5	Y[m]= -0,400
Reazioni vincolari [kg]	0,0	Y[m]= 0,00
Reazioni puntoni [kg]	---	Y[m]= ---
Spostamento massimo [cm]	0,439	Y[m]= 0,000
Profondità di infissione [m]		11,500
Punto di nullo [m]		0,000
Punto di inversione [m]	pv	0,000
Centro di rotazione [m]		0,927
Percentuale molle plasticizzate		0,00(0,28)
Coef. sicurezza stabilità globale		1,878
Portanza di punta [kg]		84271

Figura 22 Risultati analisi – Combinazione 4 A2M2 - Sismica

Dato che PAC non permette di alternare micropali verticali a micropali inclinati, per la modellazione si è ricorso ad un artificio impostando i micropali inclinati come tiranti, ma con le stesse caratteristiche dei micropali. Se ne riportano per completezza i risultati:

Y [m]	nt	N [kg]	L [m]	Lf [m]	sf [kPa]	Fs
0,40	8	140	10,00	7,81	238	10865,24

Dettagli tirante 1 (y = 0,40 m)						
Comb n°	h [m]	N [kg]	u [cm]	L [m]	Lf [m]	N/ml [kg]
1	3,50	-558	0,4716	2,20	0,00	-102 * -280
2	3,50	-437	0,3682	2,20	0,00	-80 * -219
3	3,50	-283	0,3756	2,20	0,00	-48 * -132
4	3,50	140	0,3925	2,20	0,00	26 * 70
5	3,50	-616	0,3607	2,20	0,00	-112 * -309
6	3,50	-616	0,3607	2,20	0,00	-112 * -309
7	3,50	-616	0,3607	2,20	0,00	-112 * -309

Figura 23 Risultati tiranti (micropali inclinati)

### 11.2.2.3 Verifiche strutturali

#### Verifica armatura paratia (Sezioni critiche)

##### Simbologia adottata

- n° Indice della combinazione/fase
- Tipo Tipo della Combinazione/Fase
- Y ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
- M momento flettente espresso in [kgm]
- N sforzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
- Mu momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]

Nu sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]  
 FS fattore di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)  
 T taglio espresso in [kg]  
 V<sub>Rd</sub> taglio resistente espresso in [kg]  
 FS<sub>T</sub> fattore di sicurezza a taglio

N°	Tipo	Y [m]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
1	[A1-M1]	3,70	1097	13469	8231	101072	7.50
2	[A1-M1 S]	3,65	825	10429	8134	102876	9.86
3	[A2-M2]	3,70	931	10620	8466	96582	9.09
4	[A2-M2 S]	3,75	1046	11058	8704	92031	8.32

N°	Tipo	Y [m]	T [kgm]	Tr [kg]	FS <sub>T</sub>
1	[A1-M1]	4,30	-838	104882	125.19
2	[A1-M1 S]	4,30	-630	104882	166.58
3	[A2-M2]	3,45	729	104882	143.90
4	[A2-M2 S]	3,50	1030	104882	101.85

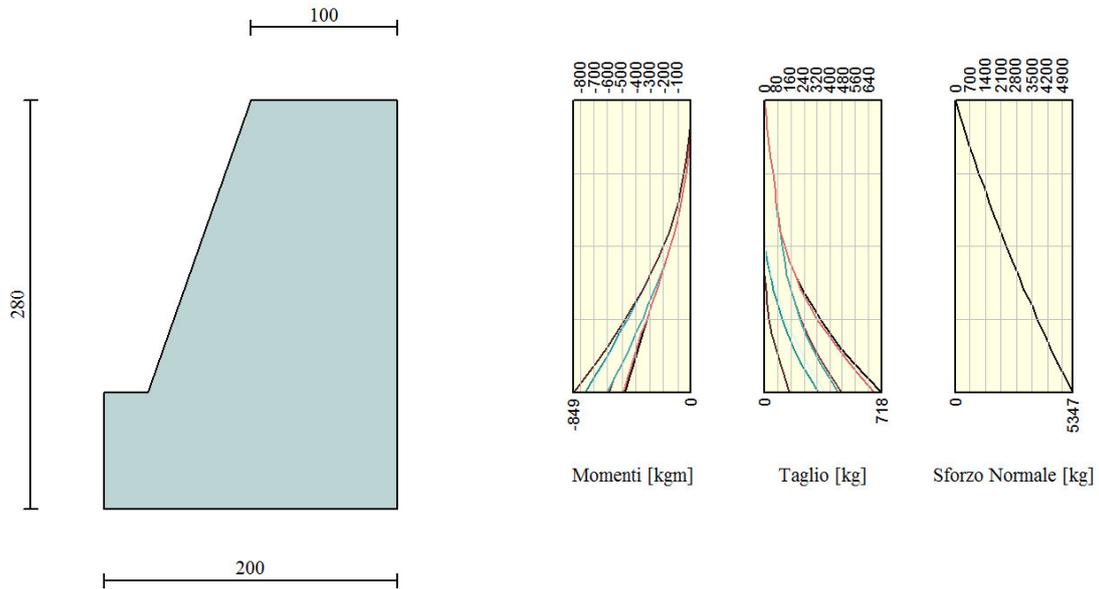
*Simbologia adottata*

n° Indice della combinazione/fase  
 Tipo Tipo della Combinazione/Fase  
 Y ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]  
 σ<sub>f</sub> tensione normale nell'armatura, espressa in [kPa]  
 τ<sub>f</sub> tensione tangenziale nell'armatura, espresso in [kPa]  
 σ<sub>id</sub> tensione ideale ( $\sigma_{id} = (\sigma_f^2 + 3 \tau_f^2)^{0.5}$ ) nella sezione del tubolare, espressa in [kPa]

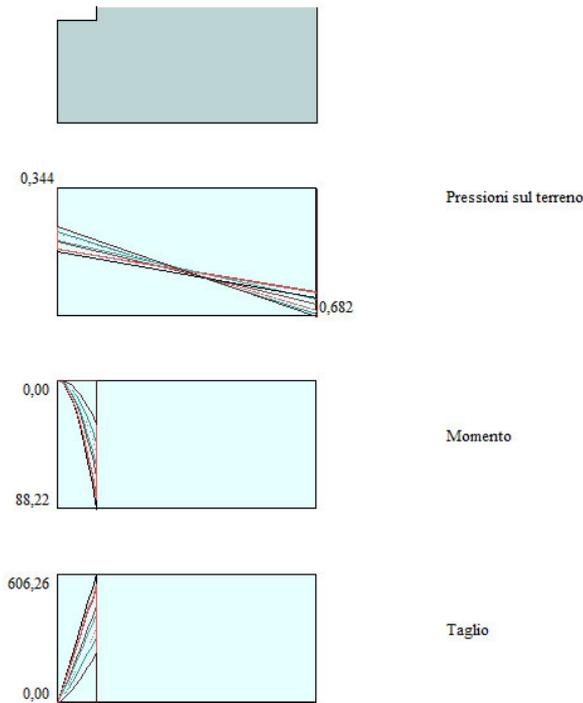
N°	Tipo	σ <sub>f</sub> [kPa]	Y(σ <sub>f</sub> ) [m]	τ <sub>f</sub> [kPa]	Y(τ <sub>f</sub> ) [m]	σ <sub>id</sub> [kPa]	Y(σ <sub>id</sub> ) [m]
5	[SLER]	47833	3,60	2032	4,25	47833	3,60
6	[SLEF]	47833	3,60	2032	4,25	47833	3,60
7	[SLEQ]	47833	3,60	2032	4,25	47833	3,60

### 11.3 Intervento 1D

#### 11.3.1 Sollecitazioni agenti



**Figura 24** Involuppo sollecitazioni agenti sul paramento



**Figura 25** Involuppo sollecitazioni agenti sulla fondazione

### 11.3.2 Verifiche geotecniche

Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (quilt)	FS (stab)	Spinta[kg]	Incr. sism.[kg]
1	A1-M1 - [1]	--	--	4,03	21,28	--	1050,21	0,00
2	A2-M2 - [1]	--	--	3,02	9,22	--	1082,20	0,00
3	EQU - [1]	--	11,99	--	--	--	1276,25	0,00
4	STAB - [1]	--	--	--	--	1,65	1082,20	0,00
5	A1-M1 - [2]	--	--	4,03	21,28	--	1050,21	0,00
6	A2-M2 - [2]	--	--	2,60	8,71	--	1265,20	0,00
7	EQU - [2]	--	11,61	--	--	--	1515,98	0,00
8	STAB - [2]	--	--	--	--	1,53	1265,20	0,00
9	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	3,50	21,17	--	609,75	175,28
10	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	3,53	22,33	--	609,75	106,68
11	A2-M2 - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	1,95	8,17	--	1082,20	219,70
12	A2-M2 - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	1,96	8,61	--	1082,20	127,58
13	EQU - [3]	SismaH + SismaV positivo	8,59	--	--	--	1082,20	219,70
14	EQU - [3]	SismaH + SismaV negativo	7,35	--	--	--	1082,20	127,58
15	STAB - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	1,54	1082,20	219,70
16	STAB - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	1,56	1082,20	127,58
17	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	3,50	21,17	--	609,75	175,28
18	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	3,53	22,33	--	609,75	106,68
19	A2-M2 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	<b>1,74</b>	<b>7,68</b>	--	1173,31	353,70
20	A2-M2 - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	1,75	8,09	--	1173,31	251,17
21	EQU - [4]	SismaH + SismaV negativo	<b>7,07</b>	--	--	--	1173,31	251,17
22	EQU - [4]	SismaH + SismaV positivo	8,20	--	--	--	1173,31	353,70
23	STAB - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	<b>1,47</b>	1173,31	353,70
24	STAB - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	1,48	1173,31	251,17
25	SLEQ - [1]	--	--	6,81	23,54	--	609,75	0,00
26	SLEF - [1]	--	--	6,81	23,54	--	609,75	0,00
27	SLER - [1]	--	--	6,81	23,54	--	609,75	0,00

Figura 26 Combinazioni di verifica - dettagli coefficienti di sicurezza globali e spinte

In figura seguente si riportano i coefficienti di sicurezza delle verifiche geotecniche risultanti dal calcolo; a sinistra quelli relativi alla combinazione 1, a destra i minimi calcolati.

<b>Coefficiente di sicurezza a ribaltamento</b>	11,99	■	7,07 [21]	IB: 4 - EQU
<b>Coefficiente di sicurezza a scorrimento</b>	3,02	■	1,74 [19]	IB: 4 - A2-M2
<b>Coefficiente di sicurezza a carico limite</b>	9,22	■	7,68 [19]	IB: 4 - A2-M2
<b>Coefficiente di sicurezza stabilità globale</b>	1,65	■	1,47 [23]	IB: 4 - STAB

Figura 27 Coefficienti di sicurezza

## 11.4 Intervento 1E

### 11.4.1 Sollecitazioni agenti

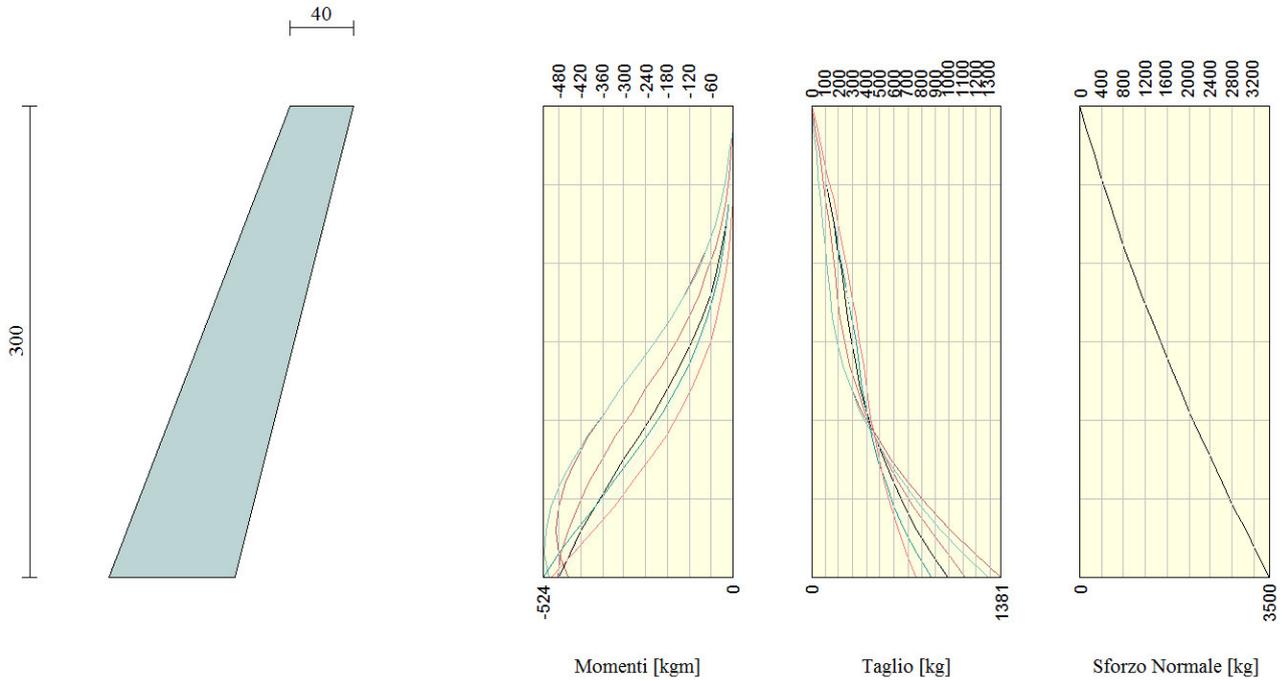


Figura 28 Involuppo sollecitazioni agenti sul paramento

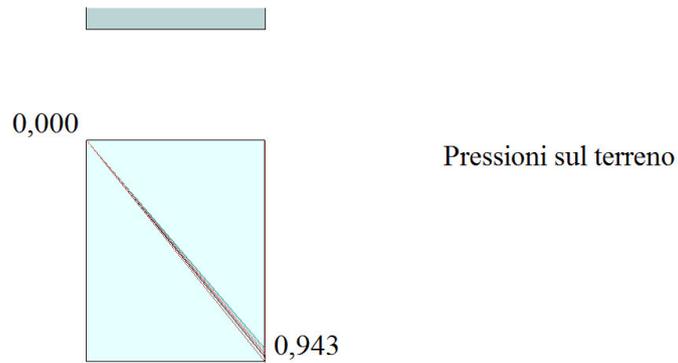


Figura 29 Involuppo pressioni agenti sul terreno [kg/cm2]

#### 11.4.2 Verifiche geotecniche

Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (qult)	FS (stab)	Spinta[kg]	Incr. sism.[kg]
1	A1-M1 - [1]	--	--	3,02	6,83	--	535,04	0,00
2	A2-M2 - [1]	--	--	1,68	2,58	--	760,60	0,00
3	EQU - [1]	--	4,74	--	--	--	958,68	0,00
4	STAB - [1]	--	--	--	--	1,29	760,60	0,00
5	A1-M1 - [2]	SismaH + SismaV negativo	--	3,20	7,19	--	205,76	111,60
6	A1-M1 - [2]	SismaH + SismaV positivo	--	3,03	6,73	--	205,76	164,46
7	A2-M2 - [2]	SismaH + SismaV positivo	--	<b>1,06</b>	<b>1,89</b>	--	760,60	306,29
8	A2-M2 - [2]	SismaH + SismaV negativo	--	1,10	2,03	--	760,60	208,79
9	EQU - [2]	SismaH + SismaV negativo	<b>3,60</b>	--	--	--	760,60	208,79
10	EQU - [2]	SismaH + SismaV positivo	3,76	--	--	--	760,60	306,29
11	STAB - [2]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	<b>1,23</b>	760,60	306,29
12	STAB - [2]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	1,25	760,60	208,79
13	SLEP - [1]	--	--	7,74	8,45	--	205,76	0,00
14	SLEF - [1]	--	--	7,74	8,45	--	205,76	0,00
15	SLEQ - [1]	--	--	7,74	8,45	--	205,76	0,00

Figura 30 Combinazioni di verifica – dettagli coefficienti di sicurezza globali e spinte

In figura seguente si riportano i coefficienti di sicurezza delle verifiche geotecniche risultanti dal calcolo; a sinistra quelli relativi alla combinazione 1, a destra i minimi calcolati.

<b>Coefficiente di sicurezza a ribaltamento</b>	4,74	■	3,60 [9]	IB: 2 - EQU
<b>Coefficiente di sicurezza a scorrimento</b>	1,68	■	1,06 [7]	IB: 2 - A2-M2
<b>Coefficiente di sicurezza a carico limite</b>	2,58	■	1,89 [7]	IB: 2 - A2-M2
<b>Coefficiente di sicurezza stabilità globale</b>	1,29	■	1,23 [11]	IB: 2 - STAB

Figura 31 Coefficienti di sicurezza

## 11.5 Intervento 3

### 11.5.1 Sollecitazioni agenti

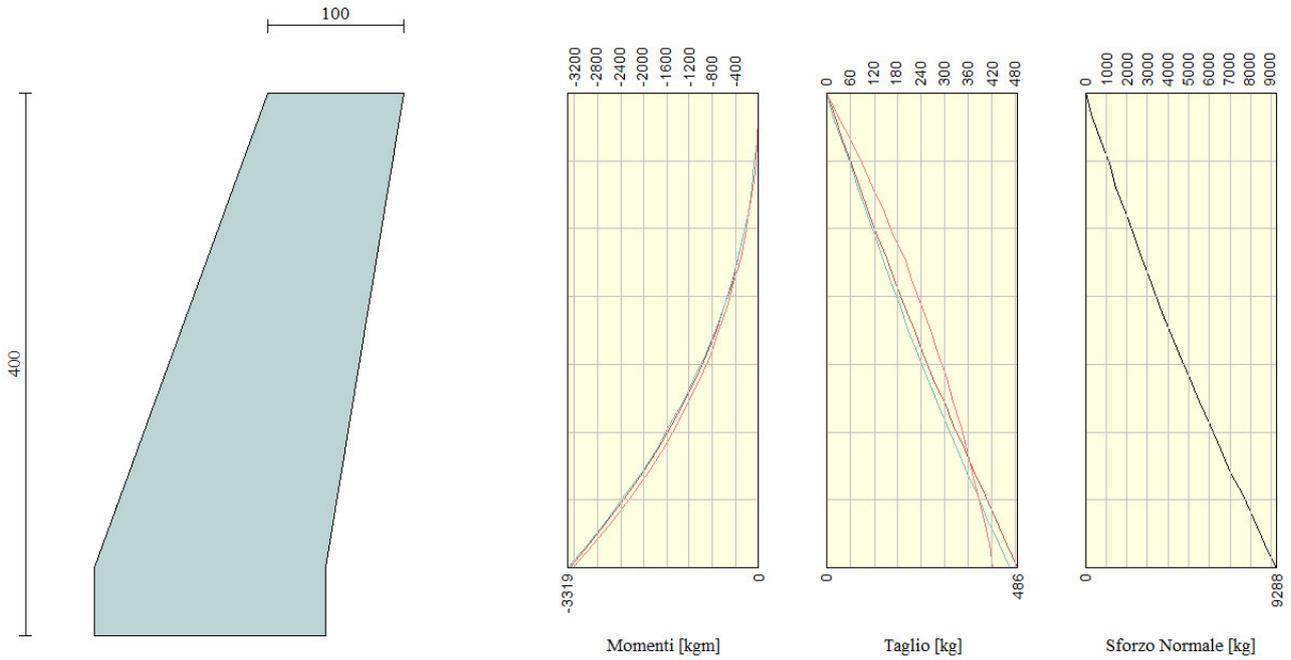


Figura 32 Inviluppo sollecitazioni agenti sul paramento

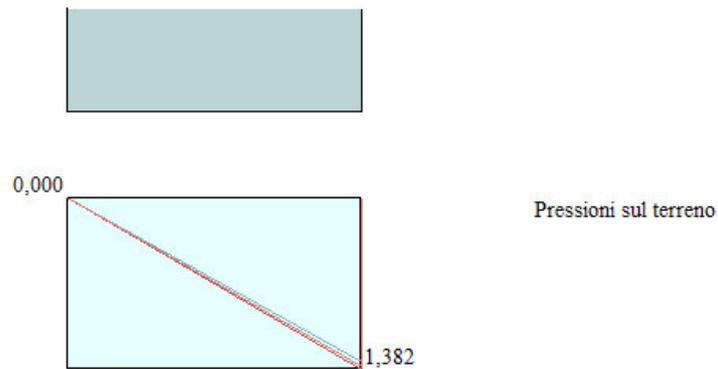


Figura 33 Inviluppo sollecitazioni agenti sulla fondazione [kg/cm<sup>2</sup>]

### 11.5.2 Verifiche geotecniche

Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (qult)	FS (stab)	Spinta[kg]	Incr. sism.[kg]
1	A1-M1 - [1]	--	--	99,99	162,56	--	0,00	0,00
2	A2-M2 - [1]	--	--	99,99	54,88	--	0,00	0,00
3	EQU - [1]	--	99,90	--	--	--	0,00	0,00
4	STAB - [1]	--	--	--	--	2,97	0,00	0,00
5	A1-M1 - [2]	SismaH + SismaV negativo	--	12,02	138,91	--	0,00	0,00
6	A1-M1 - [2]	SismaH + SismaV positivo	--	12,59	133,07	--	0,00	0,00
7	A2-M2 - [2]	SismaH + SismaV positivo	--	10,08	<b>45,83</b>	--	0,00	0,00
8	A2-M2 - [2]	SismaH + SismaV negativo	--	<b>9,61</b>	47,84	--	0,00	0,00
9	EQU - [2]	SismaH + SismaV negativo	<b>10,80</b>	--	--	--	0,00	0,00
10	EQU - [2]	SismaH + SismaV positivo	14,81	--	--	--	0,00	0,00
11	STAB - [2]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	<b>2,79</b>	0,00	0,00
12	STAB - [2]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	2,85	0,00	0,00
13	SLEQ - [1]	--	--	99,99	162,56	--	0,00	0,00
14	SLEF - [1]	--	--	99,99	162,56	--	0,00	0,00
15	SLER - [1]	--	--	99,99	162,56	--	0,00	0,00

Figura 34 Combinazioni di verifica - dettagli coefficienti di sicurezza globali e spinte

In figura seguente si riportano i coefficienti di sicurezza delle verifiche geotecniche risultanti dal calcolo; a sinistra quelli relativi alla combinazione 1, a destra i minimi calcolati.

<b>Coefficiente di sicurezza a ribaltamento</b>	99,90	■	10,80 [9]	IB: 2 - EQU
<b>Coefficiente di sicurezza a scorrimento</b>	99,99	■	9,61 [8]	IB: 2 - A2-M2
<b>Coefficiente di sicurezza a carico limite</b>	54,88	■	45,83 [7]	IB: 2 - A2-M2
<b>Coefficiente di sicurezza stabilità globale</b>	2,97	■	2,79 [11]	IB: 2 - STAB

Figura 35 Coefficienti di sicurezza

## 12 Conclusioni

Nella presente relazione sono stati illustrati i risultati delle verifiche geotecniche e strutturali relative alle opere in progetto inerenti il progetto di "TO\_A18\_430\_16\_455 Sistemazione impluvio e s.c. Via Moloire tra località Brosc e Pavarino CIG: Z561F0548E".

Nel novembre 2016 a seguito di intense piogge si è verificato un fenomeno franoso - erosivo interessante la strada comunale Via Moloire, nel comune di Rorà; il fenomeno franoso ha interessato la scarpata di valle della strada, ed in parte il sedime stradale.

Durante i sopralluoghi è stato possibile definire correttamente e compiutamente l'assetto geologico e stratigrafico e sulla base dell'analisi di dati di letteratura, dell'esperienza dello scrivente e della back

analysis eseguita su STAP assegnare cautelativamente i parametri geotecnici caratteristici da utilizzare nelle verifiche di stabilità.

Durante il sopralluogo è risultato evidente che l'assetto litologico stratigrafico originario della scarpata franata era costituito da una coltre detritica grossolana formata da clasti di dimensioni decimetriche, poco o per nulla elaborati, spigolosi, costituiti prevalentemente da micascisti e subordinatamente da rari gneiss immersi in matrice sabbiosa, localmente argillosa, sovrastante un deposito eterogeneo (probabilmente una paleofrana) costituito da blocchi e trovanti di dimensioni elevate, tendenzialmente decine di metri cubi, in matrice ghiaiosa e argillosa. Tale configurazione del substrato è ipotizzabile in quanto la superficie di scivolamento presenta un'inclinazione estremamente elevata ( $\approx 45^\circ$ ), incompatibile con la presenza di un substrato dalle scarse caratteristiche geotecniche; l'assenza di evidenze di un substrato metamorfico affiorante, correlato con la morfologia dell'area, ne esclude la sua superficialità. Superficialmente l'orizzonte detritico si presentava fortemente pedogenizzato con la formazione di un entisuolo di colore bruno scuro ricco in scheletro, con matrice limosa argillosa.

Tutte le verifiche hanno dato esito positivo, confermando che la corretta esecuzione delle opere in progetto, consentirà di eliminare le problematiche connesse ai dissesti per il tratto stradale in oggetto e garantendo per il futuro un'assoluta stabilità complessiva del tratto stradale sotteso dagli interventi.

Le verifiche hanno fatto riferimento all'attuale normativa vigente, il DM 14/01/2008.

Dai risultati ottenuti risulta che tutte le verifiche effettuate su ciascun elemento risultano **SODDISFATTE**.

Ai sensi della L.r. 45/1989 le opere in progetto sono perfettamente compatibili con l'assetto geomorfologico del versante migliorandone la stabilità complessiva.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda agli estratti del codice di calcolo riportati di seguito.

## INTERVENTO 1A

### 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 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)
- Circolare 617 del 02/02/2009
- Circolare C.S.L.P. 02/02/2009 n.617 - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008

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  $\gamma$ . 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  $\rho$  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  $\varepsilon$  l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e  $\beta$  l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta  $S'$  considerando un'inclinazione del terrapieno e della parete 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,  $\theta$  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  $\theta$ .

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  $\eta_r$ .

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

Deve quindi essere verificata la seguente diseuguaglianza

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

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  $\delta$  è positivo, ribaltante se  $\delta$  è negativo.  $\delta$  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  $\eta_s$ . Eseguito 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  $\delta_f$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B_f$  la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

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

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

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

## Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a  $\eta_q$ . 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  $\eta_q \geq 1.0$

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

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_c i_c + q N_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

In questa espressione

$c$	coesione del terreno in fondazione;
$\phi$	angolo di attrito del terreno in fondazione;
$\gamma$	peso di volume del terreno in fondazione;
$B$	larghezza della fondazione;
$D$	profondità del piano di posa;
$q$	pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

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

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

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

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

Indichiamo con  $K_p$  il coefficiente di spinta passiva espresso da:

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

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

### Fattori di profondità

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

$$d_q = d_\gamma = 1$$

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

$$d_q = d_v = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p} \quad \text{per } \phi > 0$$

### Fattori di inclinazione

Indicando con  $\theta$  l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale ( espresso in gradi ) e con  $\phi$  l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

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

$$i_v = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ}\right)^\alpha \quad \text{per } \phi > 0$$

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

## Verifica alla stabilità globale

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

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.

Il coefficiente di sicurezza fornito da Fellenius si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i^n \left( \frac{c_i b_i}{\cos \alpha_i} + [W_i \cos \alpha_i - u_i l_i] \tan \phi_i \right)}{\sum_i^n W_i \sin \alpha_i}$$

dove  $n$  è il numero delle strisce considerate,  $b_i$  e  $\alpha_i$  sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia  $i$ -esima rispetto all'orizzontale,  $W_i$  è il peso della striscia  $i$ -esima e  $c_i$  e  $\phi_i$  sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia.

Inoltre  $u_i$  ed  $l_i$  rappresentano la pressione neutra lungo la base della striscia e la lunghezza della base della striscia ( $l_i = b_i / \cos \alpha_i$ ).

Quindi, assunto un cerchio di tentativo lo si suddivide in  $n$  strisce e dalla formula precedente si ricava  $\eta$ . Questo procedimento viene eseguito per il numero di centri prefissato e viene assunto come coefficiente di sicurezza della scarpata il minimo dei coefficienti così determinati.

## Normativa

### N.T.C. 2008 - Approccio 1

#### Simbologia adottata

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	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
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_r$	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	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00	0,90	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,30	1,00	1,10	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	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	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1,00	1,00	1,00	1,00

**Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche**

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,00	1,00	1,00	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,00	1,00	1,00	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1,00	1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1,00	1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1,00	1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1,00	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

**FONDAZIONE SUPERFICIALE**Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica

	<i>Coefficienti parziali</i>		
	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>
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	

**Geometria muro e fondazione**

Descrizione	<b>Muro a gravità in pietrame</b>
Altezza del paramento	3,00 [m]
Spessore in sommità	1,00 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	2,00 [m]
Inclinazione paramento esterno	18,50 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	5,00 [m]
<b>Fondazione</b>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	0,20 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0,00 [m]
Lunghezza totale fondazione	2,20 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,50 [m]
Spessore magrone	0,10 [m]

**Materiali utilizzati per la struttura**

<i>Pietrame</i>	
Peso specifico	2000,0 [kg/mc]
Tensione ammissibile a compressione $\sigma_c$	30,0 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Angolo di attrito interno $\phi_p$	45,00 [°]
Resistenza a taglio $\tau_p$	0,0 [kg/cm <sup>2</sup> ]

**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	6,00	0,00	0,00
2	10,00	2,00	26,57
3	20,00	4,00	11,31

**Terreno a valle del muro**

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 35,00 [°]  
 Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 0,00 [m]

**Descrizione terreni****Simbologia adottata**

Nr. Indice del terreno  
 Descrizione Descrizione terreno  
 $\gamma$  Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]  
 $\gamma_s$  Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]  
 $\phi$  Angolo d'attrito interno espresso in [°]  
 $\delta$  Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]  
 c Coesione espressa in [kg/cm<sup>2</sup>]  
 c<sub>a</sub> Adesione terra-muro espressa in [kg/cm<sup>2</sup>]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	c <sub>a</sub>
Coltre detritica	1750	1900	35.00	23.33	0,050	0,000
Roccia	2300	2500	45.00	30.00	0,510	0,000

**Stratigrafia****Simbologia adottata**

N Indice dello strato  
 H Spessore dello strato espresso in [m]  
 a Inclinazione espressa in [°]  
 Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
 Ks Coefficiente di spinta  
 Terreno Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	4,00	0,00	35,79	0,00	Roccia
2	20,00	0,00	0,00	0,00	Roccia

**Condizioni di carico****Simbologia e convenzioni di segno adottate**

Carichi verticali positivi verso il basso.  
 Carichi orizzontali positivi verso sinistra.  
 Momento positivo senso antiorario.  
 X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]  
 F<sub>x</sub> Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kg]  
 F<sub>y</sub> Componente verticale del carico concentrato espressa in [kg]  
 M Momento espresso in [kgm]  
 X<sub>i</sub> Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]  
 X<sub>f</sub> Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]  
 Q<sub>i</sub> Intensità del carico per x=X<sub>i</sub> espressa in [kg/m]  
 Q<sub>f</sub> Intensità del carico per x=X<sub>f</sub> espressa in [kg/m]  
 D / C Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

**Condizione n° 1 (Carico stradale)**

D Profilo X<sub>i</sub>=2,00 X<sub>f</sub>=5,50 Q<sub>i</sub>=2000,00 Q<sub>f</sub>=2000,00

## Descrizione combinazioni di carico

*Simbologia adottata*

<i>F/S</i>	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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 A2-M2 (GEO)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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° 3 - Caso EQU (SLU)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	0,90	1,00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1,00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1,00	1,10

Combinazione n° 4 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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
Carico stradale	SFAV	1,50	1,00	1,50

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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
Carico stradale	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	0,90	1,00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1,00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1,00	1,10
Carico stradale	SFAV	1,50	1,00	1,50

Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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
Carico stradale	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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° 11 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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° 12 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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° 13 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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° 14 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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° 15 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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° 16 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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° 17 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 18 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 19 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 20 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 21 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 22 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 23 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>

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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 24 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 25 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 26 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 27 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00

## Impostazioni di analisi

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

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

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
$CS_{QLM}$	Coeff. di sicurezza a carico limite
$CS_{STAB}$	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	$CS_{SCO}$	$CS_{RIB}$	$CS_{QLM}$	$CS_{STAB}$
1	A1-M1 - [1]	--	99,99	--	314,08	--
2	A2-M2 - [1]	--	99,99	--	100,99	--
3	EQU - [1]	--	--	99,90	--	--
4	STAB - [1]	--	--	--	--	4,04
5	A1-M1 - [2]	--	99,99	--	314,08	--
6	A2-M2 - [2]	--	99,99	--	100,99	--
7	EQU - [2]	--	--	99,90	--	--
8	STAB - [2]	--	--	--	--	3,57
9	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	12,59	--	236,94	--
10	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	12,02	--	248,20	--
11	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	10,08	--	80,05	--
12	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	9,61	--	83,85	--
13	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	19,51	--	--
14	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	13,17	--	--
15	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	3,78
16	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	3,89
17	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	12,59	--	236,94	--
18	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	12,02	--	248,20	--
19	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	10,08	--	80,05	--

20	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	9,61	--	83,85	--
21	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	13,17	--	--
22	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	19,51	--	--
23	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	3,44
24	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	3,52
25	SLEQ - [1]	--	99,99	--	314,08	--
26	SLEF - [1]	--	99,99	--	314,08	--
27	SLER - [1]	--	99,99	--	314,08	--

## 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	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Fellenius
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

### Sisma

#### Identificazione del sito

Latitudine	44.793130
Longitudine	7.200167
Comune	Rorà
Provincia	Torino
Regione	Piemonte

Punti di interpolazione del reticolo 14896 - 14674 - 14673 - 14895

#### 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 $a_g$	1.32 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.00
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.29
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 4.69$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 2.35$

#### Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo $a_g$	0.53 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.00
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.20
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.30$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.65$

Forma diagramma incremento sismico Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)	0,0
Lunghezza del muro	5,00 [m]

Peso muro	11215,14 [kg]
Baricentro del muro	X=-0,84 Y=-1,98

#### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 0,00 Y = -3,50
Punto superiore superficie di spinta	X = 0,00 Y = 0,00
Altezza della superficie di spinta	3,50 [m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00 [°]

**COMBINAZIONE n° 1****Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,66	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	72,93	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	0,00	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	11215,14	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	11215,14	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	0,00	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,26	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]
Risultante in fondazione	11215,14	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	0,00	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2910,61	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	3522457,48	[kg]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1493	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,8685	[kg/cm <sup>2</sup> ]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 133.87$	$N_q = 134.87$	$N_\gamma = 262.74$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 1,39$	$i_q = 1,20$	$i_\gamma = 1,20$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,11$	$d_q = 1,05$	$d_\gamma = 1,05$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 206.88$	$N'_q = 170.20$	$N'_\gamma = 331.56$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	99.99
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	314.08

**Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni****Combinazione 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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,15	105,02	307	-4	0	1,29	0,03	--	--	99,90	--
3	0,30	110,04	629	-16	0	2,56	0,05	--	--	99,90	--
4	0,45	115,06	965	-37	0	3,81	0,07	--	--	99,90	--
5	0,60	120,08	1316	-66	0	5,05	0,08	--	--	99,90	--
6	0,75	125,09	1682	-106	0	6,28	0,09	--	--	99,90	--
7	0,90	130,11	2062	-154	0	7,48	0,10	--	--	99,90	--
8	1,05	135,13	2456	-213	0	8,68	0,11	--	--	99,90	--
9	1,20	140,15	2865	-283	0	9,87	0,12	--	--	99,90	--
10	1,35	145,17	3288	-363	0	11,04	0,12	--	--	99,90	--

11	1,50	150,19	3726	-455	0	12,20	0,13	--	--	99,90	--
12	1,65	155,21	4179	-558	0	13,35	0,13	--	--	99,90	--
13	1,80	160,23	4646	-673	0	14,49	0,13	--	--	99,90	--
14	1,95	165,25	5128	-801	0	15,63	0,13	--	--	99,90	--
15	2,10	170,27	5624	-942	0	16,75	0,14	--	--	99,90	--
16	2,25	175,28	6135	-1096	0	17,87	0,14	--	--	99,90	--
17	2,40	180,30	6660	-1264	0	18,97	0,14	--	--	99,90	--
18	2,55	185,32	7200	-1445	0	20,08	0,14	--	--	99,90	--
19	2,70	190,34	7754	-1641	0	21,17	0,14	--	--	99,90	--
20	2,85	195,36	8323	-1852	0	22,26	0,13	--	--	99,90	--
21	3,00	200,38	8906	-2079	0	23,34	0,13	--	--	99,90	--

**COMBINAZIONE n° 2**

Valore della spinta statica	0,00	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,66	[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	69,21	[°]			

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]	

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	0,00	[kg]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	11215,14	[kg]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	11215,14	[kg]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	0,00	[kg]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,26	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]			
Risultante in fondazione	11215,14	[kg]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	0,00	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2910,61	[kgm]			
Carico ultimo della fondazione	1132562,03	[kg]			

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]			
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1493	[kg/cm <sup>2</sup> ]			
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,8685	[kg/cm <sup>2</sup> ]			

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 65.55$	$N_q = 53.44$	$N_\gamma = 72.51$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 1,29$	$i_q = 1,15$	$i_\gamma = 1,15$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,09$	$d_q = 1,05$	$d_\gamma = 1,05$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 92.67$	$N'_q = 64.13$	$N'_\gamma = 87.01$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	99.99
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	100.99

**Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni****Combinazione n° 2**

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm <sup>2</sup> ]
M <sub>s</sub>	momento stabilizzante [kgm]
M <sub>r</sub>	momento ribaltante [kgm]
C <sub>s</sub>	coeff. di sicurezza allo scorrimento
C <sub>r</sub>	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,15	105,02	307	-4	0	1,29	0,03	--	--	99,90	--
3	0,30	110,04	629	-16	0	2,56	0,05	--	--	99,90	--
4	0,45	115,06	965	-37	0	3,81	0,07	--	--	99,90	--
5	0,60	120,08	1316	-66	0	5,05	0,08	--	--	99,90	--
6	0,75	125,09	1682	-106	0	6,28	0,09	--	--	99,90	--
7	0,90	130,11	2062	-154	0	7,48	0,10	--	--	99,90	--
8	1,05	135,13	2456	-213	0	8,68	0,11	--	--	99,90	--
9	1,20	140,15	2865	-283	0	9,87	0,12	--	--	99,90	--
10	1,35	145,17	3288	-363	0	11,04	0,12	--	--	99,90	--
11	1,50	150,19	3726	-455	0	12,20	0,13	--	--	99,90	--
12	1,65	155,21	4179	-558	0	13,35	0,13	--	--	99,90	--
13	1,80	160,23	4646	-673	0	14,49	0,13	--	--	99,90	--
14	1,95	165,25	5128	-801	0	15,63	0,13	--	--	99,90	--
15	2,10	170,27	5624	-942	0	16,75	0,14	--	--	99,90	--
16	2,25	175,28	6135	-1096	0	17,87	0,14	--	--	99,90	--
17	2,40	180,30	6660	-1264	0	18,97	0,14	--	--	99,90	--
18	2,55	185,32	7200	-1445	0	20,08	0,14	--	--	99,90	--
19	2,70	190,34	7754	-1641	0	21,17	0,14	--	--	99,90	--
20	2,85	195,36	8323	-1852	0	22,26	0,13	--	--	99,90	--
21	3,00	200,38	8906	-2079	0	23,34	0,13	--	--	99,90	--

**COMBINAZIONE n° 3**

Valore della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,66	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	68,83	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	0,00	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	10093,63	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	0,00	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	13741,65	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	10093,63	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	0,00	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,26	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]
Risultante in fondazione	10093,63	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	0,00	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2619,55	[kgm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	99,90
------------------------------------------	-------

**Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni****Combinazione n° 3**

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	--	--	--	--	--	0	0	--	0,00
2	0,15	105,02	--	--	--	--	--	149	0	--	99,90
3	0,30	110,04	--	--	--	--	--	326	0	--	99,90
4	0,45	115,06	--	--	--	--	--	533	0	--	99,90
5	0,60	120,08	--	--	--	--	--	771	0	--	99,90

6	0,75	125,09	--	--	--	--	1042	0	--	99,90
7	0,90	130,11	--	--	--	--	1346	0	--	99,90
8	1,05	135,13	--	--	--	--	1685	0	--	99,90
9	1,20	140,15	--	--	--	--	2061	0	--	99,90
10	1,35	145,17	--	--	--	--	2475	0	--	99,90
11	1,50	150,19	--	--	--	--	2928	0	--	99,90
12	1,65	155,21	--	--	--	--	3421	0	--	99,90
13	1,80	160,23	--	--	--	--	3956	0	--	99,90
14	1,95	165,25	--	--	--	--	4534	0	--	99,90
15	2,10	170,27	--	--	--	--	5157	0	--	99,90
16	2,25	175,28	--	--	--	--	5825	0	--	99,90
17	2,40	180,30	--	--	--	--	6541	0	--	99,90
18	2,55	185,32	--	--	--	--	7305	0	--	99,90
19	2,70	190,34	--	--	--	--	8119	0	--	99,90
20	2,85	195,36	--	--	--	--	8984	0	--	99,90
21	3,00	200,38	--	--	--	--	9901	0	--	99,90

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 4

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

### Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2,46 Y[m]= 0,27

Raggio del cerchio R[m]= 4,50

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,71

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 2,04

Larghezza della striscia dx[m]= 0,23

Coefficiente di sicurezza C= 4.04

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	318,54	78.69	312,36	1,17	38.66	0,41	0,00
2	768,97	67.40	709,91	0,60	38.66	0,41	0,00
3	1023,09	60.60	891,37	0,47	38.66	0,41	0,00
4	1218,16	55.07	998,66	0,40	38.66	0,41	0,00
5	1378,33	50.22	1059,27	0,36	38.66	0,41	0,00
6	1514,03	45.83	1086,02	0,33	38.66	0,41	0,00
7	1630,99	41.77	1086,46	0,31	38.66	0,41	0,00
8	1732,77	37.95	1065,62	0,29	38.66	0,41	0,00
9	1785,49	34.32	1006,74	0,28	38.66	0,41	0,00
10	1658,11	30.85	850,15	0,27	38.66	0,41	0,00
11	1726,10	27.49	796,77	0,26	38.66	0,41	0,00
12	1785,14	24.24	732,78	0,25	38.66	0,41	0,00
13	1835,96	21.06	659,80	0,25	38.66	0,41	0,00
14	1777,32	17.96	547,90	0,24	38.66	0,41	0,00
15	1503,20	14.90	386,57	0,24	38.66	0,41	0,00
16	1215,99	11.89	250,57	0,24	38.66	0,41	0,00
17	922,14	8.91	142,90	0,23	38.66	0,41	0,00
18	652,17	5.96	67,74	0,23	38.66	0,41	0,00
19	617,66	3.02	32,59	0,23	38.66	0,41	0,00
20	558,60	0.10	0,93	0,23	38.66	0,41	0,00
21	470,49	-2.83	-23,26	0,23	38.66	0,41	0,00
22	376,14	-5.77	-37,82	0,23	38.66	0,41	0,00
23	275,47	-8.72	-41,77	0,23	38.66	0,41	0,00
24	168,34	-11.70	-34,13	0,23	38.66	0,41	0,00
25	54,59	-14.70	-13,86	0,24	38.66	0,41	0,00

$\Sigma W_i = 26967,79$  [kg]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 12534,27$  [kg]

$\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i = 17800,21$  [kg]

$\Sigma c_i b_i / \cos\alpha_i = 32801,44$  [kg]

**COMBINAZIONE n° 5****Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,66	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	72,93	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	0,00	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	11215,14	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	11215,14	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	0,00	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,26	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]
Risultante in fondazione	11215,14	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	0,00	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2910,61	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	3522457,48	[kg]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1493	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,8685	[kg/cm <sup>2</sup> ]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 133.87$	$N_q = 134.87$	$N_r = 262.74$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_r = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 1,39$	$i_q = 1,20$	$i_r = 1,20$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,11$	$d_q = 1,05$	$d_r = 1,05$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 206.88$	$N'_q = 170.20$	$N'_r = 331.56$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	99.99
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	314.08

**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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,15	105,02	307	-4	0	1,29	0,03	--	--	99,90	--
3	0,30	110,04	629	-16	0	2,56	0,05	--	--	99,90	--
4	0,45	115,06	965	-37	0	3,81	0,07	--	--	99,90	--
5	0,60	120,08	1316	-66	0	5,05	0,08	--	--	99,90	--
6	0,75	125,09	1682	-106	0	6,28	0,09	--	--	99,90	--
7	0,90	130,11	2062	-154	0	7,48	0,10	--	--	99,90	--
8	1,05	135,13	2456	-213	0	8,68	0,11	--	--	99,90	--
9	1,20	140,15	2865	-283	0	9,87	0,12	--	--	99,90	--
10	1,35	145,17	3288	-363	0	11,04	0,12	--	--	99,90	--
11	1,50	150,19	3726	-455	0	12,20	0,13	--	--	99,90	--
12	1,65	155,21	4179	-558	0	13,35	0,13	--	--	99,90	--

13	1,80	160,23	4646	-673	0	14,49	0,13	--	--	99,90	--
14	1,95	165,25	5128	-801	0	15,63	0,13	--	--	99,90	--
15	2,10	170,27	5624	-942	0	16,75	0,14	--	--	99,90	--
16	2,25	175,28	6135	-1096	0	17,87	0,14	--	--	99,90	--
17	2,40	180,30	6660	-1264	0	18,97	0,14	--	--	99,90	--
18	2,55	185,32	7200	-1445	0	20,08	0,14	--	--	99,90	--
19	2,70	190,34	7754	-1641	0	21,17	0,14	--	--	99,90	--
20	2,85	195,36	8323	-1852	0	22,26	0,13	--	--	99,90	--
21	3,00	200,38	8906	-2079	0	23,34	0,13	--	--	99,90	--

**COMBINAZIONE n° 6**

Valore della spinta statica	0,00	[kg]									
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]									
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]									
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]						Y = -2,66		[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]									
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	69,21	[°]									

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]									
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]						Y = 0,00		[m]	

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	0,00	[kg]									
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	11215,14	[kg]									
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	11215,14	[kg]									
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	0,00	[kg]									
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,26	[m]									
Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]									
Risultante in fondazione	11215,14	[kg]									
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	0,00	[°]									
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2910,61	[kgm]									
Carico ultimo della fondazione	1132562,03	[kg]									

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]									
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1493	[kg/cm <sup>2</sup> ]									
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,8685	[kg/cm <sup>2</sup> ]									

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 65.55$	$N_q = 53.44$	$N_\gamma = 72.51$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 1,29$	$i_q = 1,15$	$i_\gamma = 1,15$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,09$	$d_q = 1,05$	$d_\gamma = 1,05$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 92.67$	$N'_q = 64.13$	$N'_\gamma = 87.01$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	99.99
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	100.99

**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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--

2	0,15	105,02	307	-4	0	1,29	0,03	--	--	99,90	--
3	0,30	110,04	629	-16	0	2,56	0,05	--	--	99,90	--
4	0,45	115,06	965	-37	0	3,81	0,07	--	--	99,90	--
5	0,60	120,08	1316	-66	0	5,05	0,08	--	--	99,90	--
6	0,75	125,09	1682	-106	0	6,28	0,09	--	--	99,90	--
7	0,90	130,11	2062	-154	0	7,48	0,10	--	--	99,90	--
8	1,05	135,13	2456	-213	0	8,68	0,11	--	--	99,90	--
9	1,20	140,15	2865	-283	0	9,87	0,12	--	--	99,90	--
10	1,35	145,17	3288	-363	0	11,04	0,12	--	--	99,90	--
11	1,50	150,19	3726	-455	0	12,20	0,13	--	--	99,90	--
12	1,65	155,21	4179	-558	0	13,35	0,13	--	--	99,90	--
13	1,80	160,23	4646	-673	0	14,49	0,13	--	--	99,90	--
14	1,95	165,25	5128	-801	0	15,63	0,13	--	--	99,90	--
15	2,10	170,27	5624	-942	0	16,75	0,14	--	--	99,90	--
16	2,25	175,28	6135	-1096	0	17,87	0,14	--	--	99,90	--
17	2,40	180,30	6660	-1264	0	18,97	0,14	--	--	99,90	--
18	2,55	185,32	7200	-1445	0	20,08	0,14	--	--	99,90	--
19	2,70	190,34	7754	-1641	0	21,17	0,14	--	--	99,90	--
20	2,85	195,36	8323	-1852	0	22,26	0,13	--	--	99,90	--
21	3,00	200,38	8906	-2079	0	23,34	0,13	--	--	99,90	--

**COMBINAZIONE n° 7**

Valore della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,66	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	68,83	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	0,00	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	10093,63	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	0,00	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	13741,65	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	10093,63	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	0,00	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,26	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]
Risultante in fondazione	10093,63	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	0,00	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2619,55	[kgm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	99,90
------------------------------------------	-------

**Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni****Combinazione n° 7**

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	--	--	--	--	--	0	0	--	0,00
2	0,15	105,02	--	--	--	--	--	149	0	--	99,90
3	0,30	110,04	--	--	--	--	--	326	0	--	99,90
4	0,45	115,06	--	--	--	--	--	533	0	--	99,90
5	0,60	120,08	--	--	--	--	--	771	0	--	99,90
6	0,75	125,09	--	--	--	--	--	1042	0	--	99,90
7	0,90	130,11	--	--	--	--	--	1346	0	--	99,90
8	1,05	135,13	--	--	--	--	--	1685	0	--	99,90

9	1,20	140,15	--	--	--	--	2061	0	--	99,90
10	1,35	145,17	--	--	--	--	2475	0	--	99,90
11	1,50	150,19	--	--	--	--	2928	0	--	99,90
12	1,65	155,21	--	--	--	--	3421	0	--	99,90
13	1,80	160,23	--	--	--	--	3956	0	--	99,90
14	1,95	165,25	--	--	--	--	4534	0	--	99,90
15	2,10	170,27	--	--	--	--	5157	0	--	99,90
16	2,25	175,28	--	--	--	--	5825	0	--	99,90
17	2,40	180,30	--	--	--	--	6541	0	--	99,90
18	2,55	185,32	--	--	--	--	7305	0	--	99,90
19	2,70	190,34	--	--	--	--	8119	0	--	99,90
20	2,85	195,36	--	--	--	--	8984	0	--	99,90
21	3,00	200,38	--	--	--	--	9901	0	--	99,90

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 8

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

### Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2,46 Y[m]= 2,46

Raggio del cerchio R[m]= 6,44

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,50

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3,51

Larghezza della striscia dx[m]= 0,28

Coefficiente di sicurezza C= 3.57

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	915,61	64.19	824,25	0,64	38.66	0,41	0,00
2	1255,41	59.43	1080,97	0,55	38.66	0,41	0,00
3	1536,60	54.82	1255,93	0,49	38.66	0,41	0,00
4	1775,14	50.69	1373,45	0,44	38.66	0,41	0,00
5	1982,04	46.90	1447,15	0,41	38.66	0,41	0,00
6	1708,84	43.36	1173,23	0,39	38.66	0,41	0,00
7	1596,30	40.02	1026,45	0,37	38.66	0,41	0,00
8	1739,85	36.83	1043,01	0,35	38.66	0,41	0,00
9	1867,96	33.78	1038,49	0,34	38.66	0,41	0,00
10	1982,32	30.83	1015,79	0,33	38.66	0,41	0,00
11	2084,21	27.96	977,29	0,32	38.66	0,41	0,00
12	2174,65	25.17	925,06	0,31	38.66	0,41	0,00
13	2110,40	22.45	805,89	0,30	38.66	0,41	0,00
14	2029,95	19.78	686,83	0,30	38.66	0,41	0,00
15	2090,32	17.15	616,30	0,29	38.66	0,41	0,00
16	2141,66	14.56	538,25	0,29	38.66	0,41	0,00
17	1984,72	11.99	412,44	0,29	38.66	0,41	0,00
18	1550,74	9.46	254,78	0,28	38.66	0,41	0,00
19	1107,13	6.94	133,73	0,28	38.66	0,41	0,00
20	682,76	4.43	52,76	0,28	38.66	0,41	0,00
21	592,29	1.94	20,00	0,28	38.66	0,41	0,00
22	492,37	-0.56	-4,80	0,28	38.66	0,41	0,00
23	360,13	-3.05	-19,18	0,28	38.66	0,41	0,00
24	219,99	-5.55	-21,29	0,28	38.66	0,41	0,00
25	71,86	-8.06	-10,08	0,28	38.66	0,41	0,00

$\Sigma W_i = 36053,24$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 16646,69$  [kg]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 24190,92$  [kg]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 35286,80$  [kg]

COMBINAZIONE n° 9

Valore della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,66	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	74,12	[°]		
Incremento sismico della spinta	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	73,18	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	526,19	[kg]		
Inerzia verticale del muro	263,10	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	526,19	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	11478,24	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	11478,24	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	526,19	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,19	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]
Risultante in fondazione	11490,30	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	2,62	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2178,09	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	2719634,61	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2518	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,7899	[kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 133.87$	$N_q = 134.87$	$N_\gamma = 262.74$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,94$	$i_q = 0,94$	$i_\gamma = 0,89$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,11$	$d_q = 1,05$	$d_\gamma = 1,05$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 140.00$	$N'_q = 134.08$	$N'_\gamma = 245.75$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	12.59
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	236.94

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 9

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,15	105,02	307	-3	14	0,94	0,03	--	--	21,31	--
3	0,30	110,04	629	-12	30	1,87	0,05	--	--	21,31	--
4	0,45	115,06	965	-27	45	2,78	0,07	--	--	21,31	--

5	0,60	120,08	1316	-49	62	3,69	0,09	--	--	21,31	--
6	0,75	125,09	1682	-77	79	4,58	0,10	--	--	21,31	--
7	0,90	130,11	2062	-113	97	5,46	0,12	--	--	21,31	--
8	1,05	135,13	2456	-156	115	6,34	0,13	--	--	21,31	--
9	1,20	140,15	2865	-206	134	7,20	0,14	--	--	21,31	--
10	1,35	145,17	3288	-265	154	8,06	0,15	--	--	21,31	--
11	1,50	150,19	3726	-332	175	8,91	0,16	--	--	21,31	--
12	1,65	155,21	4179	-408	196	9,75	0,17	--	--	21,31	--
13	1,80	160,23	4646	-492	218	10,59	0,18	--	--	21,31	--
14	1,95	165,25	5128	-585	241	11,42	0,18	--	--	21,31	--
15	2,10	170,27	5624	-688	264	12,24	0,19	--	--	21,31	--
16	2,25	175,28	6135	-801	288	13,06	0,19	--	--	21,31	--
17	2,40	180,30	6660	-924	312	13,87	0,20	--	--	21,31	--
18	2,55	185,32	7200	-1057	338	14,68	0,20	--	--	21,31	--
19	2,70	190,34	7754	-1200	364	15,48	0,21	--	--	21,31	--
20	2,85	195,36	8323	-1354	390	16,27	0,21	--	--	21,31	--
21	3,00	200,38	8906	-1520	418	17,07	0,22	--	--	21,31	--

**COMBINAZIONE n° 10**

Valore della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,66	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	74,12	[°]		

Incremento sismico della spinta	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	73,37	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	526,19	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-263,10	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	526,19	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	10952,05	[kg]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	10952,05	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	526,19	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,19	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]		
Risultante in fondazione	10964,68	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	2,75	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2041,53	[kgm]		
Carico ultimo della fondazione	2718284,47	[kg]		

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2448	[kg/cm <sup>2</sup> ]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,7492	[kg/cm <sup>2</sup> ]		

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 133.87$	$N_q = 134.87$	$N_\gamma = 262.74$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,94$	$i_q = 0,94$	$i_\gamma = 0,88$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,11$	$d_q = 1,05$	$d_\gamma = 1,05$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 139.60$	$N'_q = 133.70$	$N'_\gamma = 244.29$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	12.02
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	248.20

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 10

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	sfuerzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sfuerzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,15	105,02	307	-3	14	0,94	0,03	--	--	21,31	--
3	0,30	110,04	629	-12	30	1,87	0,05	--	--	21,31	--
4	0,45	115,06	965	-27	45	2,78	0,07	--	--	21,31	--
5	0,60	120,08	1316	-49	62	3,69	0,09	--	--	21,31	--
6	0,75	125,09	1682	-77	79	4,58	0,10	--	--	21,31	--
7	0,90	130,11	2062	-113	97	5,46	0,12	--	--	21,31	--
8	1,05	135,13	2456	-156	115	6,34	0,13	--	--	21,31	--
9	1,20	140,15	2865	-206	134	7,20	0,14	--	--	21,31	--
10	1,35	145,17	3288	-265	154	8,06	0,15	--	--	21,31	--
11	1,50	150,19	3726	-332	175	8,91	0,16	--	--	21,31	--
12	1,65	155,21	4179	-408	196	9,75	0,17	--	--	21,31	--
13	1,80	160,23	4646	-492	218	10,59	0,18	--	--	21,31	--
14	1,95	165,25	5128	-585	241	11,42	0,18	--	--	21,31	--
15	2,10	170,27	5624	-688	264	12,24	0,19	--	--	21,31	--
16	2,25	175,28	6135	-801	288	13,06	0,19	--	--	21,31	--
17	2,40	180,30	6660	-924	312	13,87	0,20	--	--	21,31	--
18	2,55	185,32	7200	-1057	338	14,68	0,20	--	--	21,31	--
19	2,70	190,34	7754	-1200	364	15,48	0,21	--	--	21,31	--
20	2,85	195,36	8323	-1354	390	16,27	0,21	--	--	21,31	--
21	3,00	200,38	8906	-1520	418	17,07	0,22	--	--	21,31	--

COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,66	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	69,21	[°]		
Incremento sismico della spinta	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	68,21	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	526,19	[kg]		
Inerzia verticale del muro	263,10	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
<u>Risultanti</u>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	526,19	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	11478,24	[kg]		
Sfuerzo normale sul piano di posa della fondazione	11478,24	[kg]		
Sfuerzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	526,19	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,19	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]		
Risultante in fondazione	11490,30	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	2,62	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2178,09	[kgm]		
Carico ultimo della fondazione	918814,67	[kg]		
<u>Tensioni sul terreno</u>				
Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]		

Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2518	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,7899	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 65.55$	$N_q = 53.44$	$N_\gamma = 72.51$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,94$	$i_q = 0,94$	$i_\gamma = 0,87$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,09$	$d_q = 1,05$	$d_\gamma = 1,05$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 67.62$	$N'_q = 52.75$	$N'_\gamma = 65.97$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	10.08
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	80.05

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 11

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,15	105,02	307	-3	14	0,94	0,03	--	--	21,31	--
3	0,30	110,04	629	-12	30	1,87	0,05	--	--	21,31	--
4	0,45	115,06	965	-27	45	2,78	0,07	--	--	21,31	--
5	0,60	120,08	1316	-49	62	3,69	0,09	--	--	21,31	--
6	0,75	125,09	1682	-77	79	4,58	0,10	--	--	21,31	--
7	0,90	130,11	2062	-113	97	5,46	0,12	--	--	21,31	--
8	1,05	135,13	2456	-156	115	6,34	0,13	--	--	21,31	--
9	1,20	140,15	2865	-206	134	7,20	0,14	--	--	21,31	--
10	1,35	145,17	3288	-265	154	8,06	0,15	--	--	21,31	--
11	1,50	150,19	3726	-332	175	8,91	0,16	--	--	21,31	--
12	1,65	155,21	4179	-408	196	9,75	0,17	--	--	21,31	--
13	1,80	160,23	4646	-492	218	10,59	0,18	--	--	21,31	--
14	1,95	165,25	5128	-585	241	11,42	0,18	--	--	21,31	--
15	2,10	170,27	5624	-688	264	12,24	0,19	--	--	21,31	--
16	2,25	175,28	6135	-801	288	13,06	0,19	--	--	21,31	--
17	2,40	180,30	6660	-924	312	13,87	0,20	--	--	21,31	--
18	2,55	185,32	7200	-1057	338	14,68	0,20	--	--	21,31	--
19	2,70	190,34	7754	-1200	364	15,48	0,21	--	--	21,31	--
20	2,85	195,36	8323	-1354	390	16,27	0,21	--	--	21,31	--
21	3,00	200,38	8906	-1520	418	17,07	0,22	--	--	21,31	--

COMBINAZIONE n° 12

Valore della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,66	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	69,21	[°]		
Incremento sismico della spinta	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	68,40	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

Inerzia del muro	526,19	[kg]
Inerzia verticale del muro	-263,10	[kg]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	526,19	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	10952,05	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	10952,05	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	526,19	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,19	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]
Risultante in fondazione	10964,68	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	2,75	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2041,53	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	918281,12	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2448	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,7492	[kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 65.55$	$N_q = 53.44$	$N_\gamma = 72.51$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,94$	$i_q = 0,94$	$i_\gamma = 0,86$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,09$	$d_q = 1,05$	$d_\gamma = 1,05$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 67.42$	$N'_q = 52.60$	$N'_\gamma = 65.51$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	9.61
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	83.85

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 12

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,15	105,02	307	-3	14	0,94	0,03	--	--	21,31	--
3	0,30	110,04	629	-12	30	1,87	0,05	--	--	21,31	--
4	0,45	115,06	965	-27	45	2,78	0,07	--	--	21,31	--
5	0,60	120,08	1316	-49	62	3,69	0,09	--	--	21,31	--
6	0,75	125,09	1682	-77	79	4,58	0,10	--	--	21,31	--
7	0,90	130,11	2062	-113	97	5,46	0,12	--	--	21,31	--
8	1,05	135,13	2456	-156	115	6,34	0,13	--	--	21,31	--
9	1,20	140,15	2865	-206	134	7,20	0,14	--	--	21,31	--
10	1,35	145,17	3288	-265	154	8,06	0,15	--	--	21,31	--
11	1,50	150,19	3726	-332	175	8,91	0,16	--	--	21,31	--
12	1,65	155,21	4179	-408	196	9,75	0,17	--	--	21,31	--
13	1,80	160,23	4646	-492	218	10,59	0,18	--	--	21,31	--
14	1,95	165,25	5128	-585	241	11,42	0,18	--	--	21,31	--
15	2,10	170,27	5624	-688	264	12,24	0,19	--	--	21,31	--
16	2,25	175,28	6135	-801	288	13,06	0,19	--	--	21,31	--
17	2,40	180,30	6660	-924	312	13,87	0,20	--	--	21,31	--
18	2,55	185,32	7200	-1057	338	14,68	0,20	--	--	21,31	--
19	2,70	190,34	7754	-1200	364	15,48	0,21	--	--	21,31	--
20	2,85	195,36	8323	-1354	390	16,27	0,21	--	--	21,31	--
21	3,00	200,38	8906	-1520	418	17,07	0,22	--	--	21,31	--

COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,66	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	69,21	[°]		
Incremento sismico della spinta	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	68,21	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	526,19	[kg]		
Inerzia verticale del muro	263,10	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	526,19	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	11478,24	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	800,80	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	15626,68	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	11478,24	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	526,19	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,19	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]
Risultante in fondazione	11490,30	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	2,62	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2178,09	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	19.51
------------------------------------------	-------

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 13

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	--	--	--	--	--	0	0	--	0,00
2	0,15	105,02	--	--	--	--	--	165	1	--	154,10
3	0,30	110,04	--	--	--	--	--	362	4	--	83,09
4	0,45	115,06	--	--	--	--	--	592	10	--	59,45
5	0,60	120,08	--	--	--	--	--	857	18	--	47,65
6	0,75	125,09	--	--	--	--	--	1157	29	--	40,58
7	0,90	130,11	--	--	--	--	--	1495	42	--	35,88
8	1,05	135,13	--	--	--	--	--	1873	58	--	32,53
9	1,20	140,15	--	--	--	--	--	2290	76	--	30,02
10	1,35	145,17	--	--	--	--	--	2750	98	--	28,08
11	1,50	150,19	--	--	--	--	--	3253	123	--	26,53
12	1,65	155,21	--	--	--	--	--	3801	150	--	25,27
13	1,80	160,23	--	--	--	--	--	4396	181	--	24,22
14	1,95	165,25	--	--	--	--	--	5038	216	--	23,34
15	2,10	170,27	--	--	--	--	--	5730	254	--	22,59
16	2,25	175,28	--	--	--	--	--	6473	295	--	21,94
17	2,40	180,30	--	--	--	--	--	7268	340	--	21,37
18	2,55	185,32	--	--	--	--	--	8117	389	--	20,88
19	2,70	190,34	--	--	--	--	--	9021	441	--	20,44
20	2,85	195,36	--	--	--	--	--	9982	498	--	20,04
21	3,00	200,38	--	--	--	--	--	11001	559	--	19,69

COMBINAZIONE n° 14

Valore della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,66	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	69,21	[°]		
Incremento sismico della spinta	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	68,40	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	526,19	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-263,10	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	526,19	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	10952,05	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1158,98	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	15268,50	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	10952,05	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	526,19	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,19	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]
Risultante in fondazione	10964,68	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	2,75	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2041,53	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	13,17
------------------------------------------	-------

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 14

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	--	--	--	--	--	0	0	--	0,00
2	0,15	105,02	--	--	--	--	--	165	1	--	154,10
3	0,30	110,04	--	--	--	--	--	362	4	--	83,09
4	0,45	115,06	--	--	--	--	--	592	10	--	59,45
5	0,60	120,08	--	--	--	--	--	857	18	--	47,65
6	0,75	125,09	--	--	--	--	--	1157	29	--	40,58
7	0,90	130,11	--	--	--	--	--	1495	42	--	35,88
8	1,05	135,13	--	--	--	--	--	1873	58	--	32,53
9	1,20	140,15	--	--	--	--	--	2290	76	--	30,02
10	1,35	145,17	--	--	--	--	--	2750	98	--	28,08
11	1,50	150,19	--	--	--	--	--	3253	123	--	26,53
12	1,65	155,21	--	--	--	--	--	3801	150	--	25,27
13	1,80	160,23	--	--	--	--	--	4396	181	--	24,22
14	1,95	165,25	--	--	--	--	--	5038	216	--	23,34
15	2,10	170,27	--	--	--	--	--	5730	254	--	22,59
16	2,25	175,28	--	--	--	--	--	6473	295	--	21,94
17	2,40	180,30	--	--	--	--	--	7268	340	--	21,37
18	2,55	185,32	--	--	--	--	--	8117	389	--	20,88
19	2,70	190,34	--	--	--	--	--	9021	441	--	20,44
20	2,85	195,36	--	--	--	--	--	9982	498	--	20,04
21	3,00	200,38	--	--	--	--	--	11001	559	--	19,69

## Stabilità globale muro + terreno

## Combinazione n° 15

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

## Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

## Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2,46 Y[m]= 0,55

Raggio del cerchio R[m]= 4,73

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,68

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 2,25

Larghezza della striscia dx[m]= 0,24

Coefficiente di sicurezza C= 3.78

Le strisce sono numerate da monte verso valle

## Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	275,02	76.75	267,70	1,04	38.66	0,41	0,00
2	703,61	67.14	648,34	0,61	38.66	0,41	0,00
3	971,73	60.52	845,92	0,48	38.66	0,41	0,00
4	1179,06	55.09	966,89	0,41	38.66	0,41	0,00
5	1349,92	50.33	1039,08	0,37	38.66	0,41	0,00
6	1495,08	46.01	1075,68	0,34	38.66	0,41	0,00
7	1620,49	42.01	1084,53	0,32	38.66	0,41	0,00
8	1729,86	38.25	1070,90	0,30	38.66	0,41	0,00
9	1825,69	34.67	1038,62	0,29	38.66	0,41	0,00
10	1782,39	31.25	924,56	0,28	38.66	0,41	0,00
11	1734,25	27.94	812,59	0,27	38.66	0,41	0,00
12	1798,42	24.73	752,46	0,26	38.66	0,41	0,00
13	1853,89	21.61	682,69	0,26	38.66	0,41	0,00
14	1886,42	18.55	600,06	0,25	38.66	0,41	0,00
15	1672,76	15.54	448,21	0,25	38.66	0,41	0,00
16	1368,66	12.58	298,09	0,24	38.66	0,41	0,00
17	1057,55	9.65	177,30	0,24	38.66	0,41	0,00
18	740,41	6.75	87,00	0,24	38.66	0,41	0,00
19	611,58	3.86	41,20	0,24	38.66	0,41	0,00
20	581,32	0.99	10,01	0,24	38.66	0,41	0,00
21	489,62	-1.89	-16,12	0,24	38.66	0,41	0,00
22	391,41	-4.77	-32,52	0,24	38.66	0,41	0,00
23	286,63	-7.66	-38,18	0,24	38.66	0,41	0,00
24	175,17	-10.57	-32,12	0,24	38.66	0,41	0,00
25	56,86	-13.50	-13,28	0,24	38.66	0,41	0,00

 $\Sigma W_i = 27637,81$  [kg] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 12739,61$  [kg] $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 18370,09$  [kg] $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 33135,75$  [kg]

## Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 16

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

## Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

## Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2,46 Y[m]= 0,55

Raggio del cerchio R[m]= 4,73

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,68

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 2,25

Larghezza della striscia dx[m]= 0,24

Coefficiente di sicurezza C= 3.89

Le strisce sono numerate da monte verso valle

## Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha$ (°)	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	275,02	76.75	267,70	1,04	38.66	0,41	0,00
2	703,61	67.14	648,34	0,61	38.66	0,41	0,00
3	971,73	60.52	845,92	0,48	38.66	0,41	0,00
4	1179,06	55.09	966,89	0,41	38.66	0,41	0,00
5	1349,92	50.33	1039,08	0,37	38.66	0,41	0,00
6	1495,08	46.01	1075,68	0,34	38.66	0,41	0,00
7	1620,49	42.01	1084,53	0,32	38.66	0,41	0,00
8	1729,86	38.25	1070,90	0,30	38.66	0,41	0,00
9	1825,69	34.67	1038,62	0,29	38.66	0,41	0,00
10	1782,39	31.25	924,56	0,28	38.66	0,41	0,00
11	1734,25	27.94	812,59	0,27	38.66	0,41	0,00
12	1798,42	24.73	752,46	0,26	38.66	0,41	0,00
13	1853,89	21.61	682,69	0,26	38.66	0,41	0,00
14	1886,42	18.55	600,06	0,25	38.66	0,41	0,00
15	1672,76	15.54	448,21	0,25	38.66	0,41	0,00
16	1368,66	12.58	298,09	0,24	38.66	0,41	0,00
17	1057,55	9.65	177,30	0,24	38.66	0,41	0,00
18	740,41	6.75	87,00	0,24	38.66	0,41	0,00
19	611,58	3.86	41,20	0,24	38.66	0,41	0,00
20	581,32	0.99	10,01	0,24	38.66	0,41	0,00
21	489,62	-1.89	-16,12	0,24	38.66	0,41	0,00
22	391,41	-4.77	-32,52	0,24	38.66	0,41	0,00
23	286,63	-7.66	-38,18	0,24	38.66	0,41	0,00
24	175,17	-10.57	-32,12	0,24	38.66	0,41	0,00
25	56,86	-13.50	-13,28	0,24	38.66	0,41	0,00

 $\Sigma W_i = 27637,81$  [kg] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 12739,61$  [kg] $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 18370,09$  [kg] $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 33135,75$  [kg]COMBINAZIONE n° 17**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,66	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	74,12	[°]		
Incremento sismico della spinta	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	73,18	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	526,19	[kg]		
Inerzia verticale del muro	263,10	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	526,19	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	11478,24	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	11478,24	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	526,19	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,19	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]
Risultante in fondazione	11490,30	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	2,62	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2178,09	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	2719634,61	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2518	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,7899	[kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 133.87$	$N_q = 134.87$	$N_\gamma = 262.74$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,94$	$i_q = 0,94$	$i_\gamma = 0,89$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,11$	$d_q = 1,05$	$d_\gamma = 1,05$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 140.00$	$N'_q = 134.08$	$N'_\gamma = 245.75$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	12.59
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	236.94

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 17

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,15	105,02	307	-3	14	0,94	0,03	--	--	21,31	--
3	0,30	110,04	629	-12	30	1,87	0,05	--	--	21,31	--
4	0,45	115,06	965	-27	45	2,78	0,07	--	--	21,31	--
5	0,60	120,08	1316	-49	62	3,69	0,09	--	--	21,31	--
6	0,75	125,09	1682	-77	79	4,58	0,10	--	--	21,31	--
7	0,90	130,11	2062	-113	97	5,46	0,12	--	--	21,31	--
8	1,05	135,13	2456	-156	115	6,34	0,13	--	--	21,31	--
9	1,20	140,15	2865	-206	134	7,20	0,14	--	--	21,31	--
10	1,35	145,17	3288	-265	154	8,06	0,15	--	--	21,31	--
11	1,50	150,19	3726	-332	175	8,91	0,16	--	--	21,31	--
12	1,65	155,21	4179	-408	196	9,75	0,17	--	--	21,31	--
13	1,80	160,23	4646	-492	218	10,59	0,18	--	--	21,31	--
14	1,95	165,25	5128	-585	241	11,42	0,18	--	--	21,31	--
15	2,10	170,27	5624	-688	264	12,24	0,19	--	--	21,31	--
16	2,25	175,28	6135	-801	288	13,06	0,19	--	--	21,31	--
17	2,40	180,30	6660	-924	312	13,87	0,20	--	--	21,31	--

18	2,55	185,32	7200	-1057	338	14,68	0,20	--	--	21,31	--
19	2,70	190,34	7754	-1200	364	15,48	0,21	--	--	21,31	--
20	2,85	195,36	8323	-1354	390	16,27	0,21	--	--	21,31	--
21	3,00	200,38	8906	-1520	418	17,07	0,22	--	--	21,31	--

**COMBINAZIONE n° 18**

Valore della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,66	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	74,12	[°]		
Incremento sismico della spinta	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	73,37	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	526,19	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-263,10	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	526,19	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	10952,05	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	10952,05	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	526,19	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,19	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]
Risultante in fondazione	10964,68	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	2,75	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2041,53	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	2718284,47	[kg]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2448	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,7492	[kg/cm <sup>2</sup> ]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 133.87$	$N_q = 134.87$	$N_\gamma = 262.74$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,94$	$i_q = 0,94$	$i_\gamma = 0,88$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,11$	$d_q = 1,05$	$d_\gamma = 1,05$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 139.60$	$N'_q = 133.70$	$N'_\gamma = 244.29$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	12.02
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	248.20

**Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni****Combinazione n° 18**

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm <sup>2</sup> ]
M <sub>s</sub>	momento stabilizzante [kgm]
M <sub>r</sub>	momento ribaltante [kgm]
C <sub>s</sub>	coeff. di sicurezza allo scorrimento
C <sub>r</sub>	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,15	105,02	307	-3	14	0,94	0,03	--	--	21,31	--
3	0,30	110,04	629	-12	30	1,87	0,05	--	--	21,31	--
4	0,45	115,06	965	-27	45	2,78	0,07	--	--	21,31	--
5	0,60	120,08	1316	-49	62	3,69	0,09	--	--	21,31	--
6	0,75	125,09	1682	-77	79	4,58	0,10	--	--	21,31	--
7	0,90	130,11	2062	-113	97	5,46	0,12	--	--	21,31	--
8	1,05	135,13	2456	-156	115	6,34	0,13	--	--	21,31	--
9	1,20	140,15	2865	-206	134	7,20	0,14	--	--	21,31	--
10	1,35	145,17	3288	-265	154	8,06	0,15	--	--	21,31	--
11	1,50	150,19	3726	-332	175	8,91	0,16	--	--	21,31	--
12	1,65	155,21	4179	-408	196	9,75	0,17	--	--	21,31	--
13	1,80	160,23	4646	-492	218	10,59	0,18	--	--	21,31	--
14	1,95	165,25	5128	-585	241	11,42	0,18	--	--	21,31	--
15	2,10	170,27	5624	-688	264	12,24	0,19	--	--	21,31	--
16	2,25	175,28	6135	-801	288	13,06	0,19	--	--	21,31	--
17	2,40	180,30	6660	-924	312	13,87	0,20	--	--	21,31	--
18	2,55	185,32	7200	-1057	338	14,68	0,20	--	--	21,31	--
19	2,70	190,34	7754	-1200	364	15,48	0,21	--	--	21,31	--
20	2,85	195,36	8323	-1354	390	16,27	0,21	--	--	21,31	--
21	3,00	200,38	8906	-1520	418	17,07	0,22	--	--	21,31	--

**COMBINAZIONE n° 19**

Valore della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,66	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	69,21	[°]		

Incremento sismico della spinta	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	68,21	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	526,19	[kg]		
Inerzia verticale del muro	263,10	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	526,19	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	11478,24	[kg]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	11478,24	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	526,19	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,19	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]		
Risultante in fondazione	11490,30	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	2,62	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2178,09	[kgm]		
Carico ultimo della fondazione	918814,67	[kg]		

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2518	[kg/cmq]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,7899	[kg/cmq]		

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 65.55$	$N_q = 53.44$	$N_\gamma = 72.51$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,94$	$i_q = 0,94$	$i_\gamma = 0,87$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,09$	$d_q = 1,05$	$d_\gamma = 1,05$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 67.62$	$N'_q = 52.75$	$N'_\gamma = 65.97$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	10.08
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	80.05

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

### Combinazione n° 19

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,15	105,02	307	-3	14	0,94	0,03	--	--	21,31	--
3	0,30	110,04	629	-12	30	1,87	0,05	--	--	21,31	--
4	0,45	115,06	965	-27	45	2,78	0,07	--	--	21,31	--
5	0,60	120,08	1316	-49	62	3,69	0,09	--	--	21,31	--
6	0,75	125,09	1682	-77	79	4,58	0,10	--	--	21,31	--
7	0,90	130,11	2062	-113	97	5,46	0,12	--	--	21,31	--
8	1,05	135,13	2456	-156	115	6,34	0,13	--	--	21,31	--
9	1,20	140,15	2865	-206	134	7,20	0,14	--	--	21,31	--
10	1,35	145,17	3288	-265	154	8,06	0,15	--	--	21,31	--
11	1,50	150,19	3726	-332	175	8,91	0,16	--	--	21,31	--
12	1,65	155,21	4179	-408	196	9,75	0,17	--	--	21,31	--
13	1,80	160,23	4646	-492	218	10,59	0,18	--	--	21,31	--
14	1,95	165,25	5128	-585	241	11,42	0,18	--	--	21,31	--
15	2,10	170,27	5624	-688	264	12,24	0,19	--	--	21,31	--
16	2,25	175,28	6135	-801	288	13,06	0,19	--	--	21,31	--
17	2,40	180,30	6660	-924	312	13,87	0,20	--	--	21,31	--
18	2,55	185,32	7200	-1057	338	14,68	0,20	--	--	21,31	--
19	2,70	190,34	7754	-1200	364	15,48	0,21	--	--	21,31	--
20	2,85	195,36	8323	-1354	390	16,27	0,21	--	--	21,31	--
21	3,00	200,38	8906	-1520	418	17,07	0,22	--	--	21,31	--

### COMBINAZIONE n° 20

Valore della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,66	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	69,21	[°]		
Incremento sismico della spinta	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	68,40	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	526,19	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-263,10	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	526,19	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	10952,05	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	10952,05	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	526,19	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,19	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]
Risultante in fondazione	10964,68	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	2,75	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2041,53	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	918281,12	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2448	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,7492	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 65.55$	$N_q = 53.44$	$N_\gamma = 72.51$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,94$	$i_q = 0,94$	$i_\gamma = 0,86$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,09$	$d_q = 1,05$	$d_\gamma = 1,05$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 67.42$	$N'_q = 52.60$	$N'_\gamma = 65.51$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	9.61
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	83.85

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 20

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,15	105,02	307	-3	14	0,94	0,03	--	--	21,31	--
3	0,30	110,04	629	-12	30	1,87	0,05	--	--	21,31	--
4	0,45	115,06	965	-27	45	2,78	0,07	--	--	21,31	--
5	0,60	120,08	1316	-49	62	3,69	0,09	--	--	21,31	--
6	0,75	125,09	1682	-77	79	4,58	0,10	--	--	21,31	--
7	0,90	130,11	2062	-113	97	5,46	0,12	--	--	21,31	--
8	1,05	135,13	2456	-156	115	6,34	0,13	--	--	21,31	--
9	1,20	140,15	2865	-206	134	7,20	0,14	--	--	21,31	--
10	1,35	145,17	3288	-265	154	8,06	0,15	--	--	21,31	--
11	1,50	150,19	3726	-332	175	8,91	0,16	--	--	21,31	--
12	1,65	155,21	4179	-408	196	9,75	0,17	--	--	21,31	--
13	1,80	160,23	4646	-492	218	10,59	0,18	--	--	21,31	--
14	1,95	165,25	5128	-585	241	11,42	0,18	--	--	21,31	--
15	2,10	170,27	5624	-688	264	12,24	0,19	--	--	21,31	--
16	2,25	175,28	6135	-801	288	13,06	0,19	--	--	21,31	--
17	2,40	180,30	6660	-924	312	13,87	0,20	--	--	21,31	--
18	2,55	185,32	7200	-1057	338	14,68	0,20	--	--	21,31	--
19	2,70	190,34	7754	-1200	364	15,48	0,21	--	--	21,31	--
20	2,85	195,36	8323	-1354	390	16,27	0,21	--	--	21,31	--
21	3,00	200,38	8906	-1520	418	17,07	0,22	--	--	21,31	--

COMBINAZIONE n° 21

Valore della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,66	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	69,21	[°]		
Incremento sismico della spinta	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	68,40	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	526,19	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-263,10	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	526,19	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	10952,05	[kg]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1158,98	[kgm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	15268,50	[kgm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	10952,05	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	526,19	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,19	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]		
Risultante in fondazione	10964,68	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	2,75	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2041,53	[kgm]		

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	13.17
------------------------------------------	-------

**Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni****Combinazione n° 21**

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 [kg]  
 M momento flettente [kgm]  
 T taglio [kg]  
 e eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]  
 $\sigma_p$  tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]  
 Ms momento stabilizzante [kgm]  
 Mr momento ribaltante [kgm]  
 Cs coeff. di sicurezza allo scorrimento  
 Cr coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	--	--	--	--	--	0	0	--	0,00
2	0,15	105,02	--	--	--	--	--	165	1	--	154,10
3	0,30	110,04	--	--	--	--	--	362	4	--	83,09
4	0,45	115,06	--	--	--	--	--	592	10	--	59,45
5	0,60	120,08	--	--	--	--	--	857	18	--	47,65
6	0,75	125,09	--	--	--	--	--	1157	29	--	40,58
7	0,90	130,11	--	--	--	--	--	1495	42	--	35,88
8	1,05	135,13	--	--	--	--	--	1873	58	--	32,53
9	1,20	140,15	--	--	--	--	--	2290	76	--	30,02
10	1,35	145,17	--	--	--	--	--	2750	98	--	28,08
11	1,50	150,19	--	--	--	--	--	3253	123	--	26,53
12	1,65	155,21	--	--	--	--	--	3801	150	--	25,27
13	1,80	160,23	--	--	--	--	--	4396	181	--	24,22
14	1,95	165,25	--	--	--	--	--	5038	216	--	23,34
15	2,10	170,27	--	--	--	--	--	5730	254	--	22,59
16	2,25	175,28	--	--	--	--	--	6473	295	--	21,94
17	2,40	180,30	--	--	--	--	--	7268	340	--	21,37
18	2,55	185,32	--	--	--	--	--	8117	389	--	20,88
19	2,70	190,34	--	--	--	--	--	9021	441	--	20,44
20	2,85	195,36	--	--	--	--	--	9982	498	--	20,04
21	3,00	200,38	--	--	--	--	--	11001	559	--	19,69

**COMBINAZIONE n° 22**

Valore della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,66	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	69,21	[°]		
Incremento sismico della spinta	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	68,21	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	526,19	[kg]		
Inerzia verticale del muro	263,10	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	526,19	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	11478,24	[kg]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	800,80	[kgm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	15626,68	[kgm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	11478,24	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	526,19	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,19	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]		
Risultante in fondazione	11490,30	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	2,62	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2178,09	[kgm]		

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	19.51
------------------------------------------	-------

**Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni****Combinazione n° 22**

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	--	--	--	--	--	0	0	--	0,00
2	0,15	105,02	--	--	--	--	--	165	1	--	154,10
3	0,30	110,04	--	--	--	--	--	362	4	--	83,09
4	0,45	115,06	--	--	--	--	--	592	10	--	59,45
5	0,60	120,08	--	--	--	--	--	857	18	--	47,65
6	0,75	125,09	--	--	--	--	--	1157	29	--	40,58
7	0,90	130,11	--	--	--	--	--	1495	42	--	35,88
8	1,05	135,13	--	--	--	--	--	1873	58	--	32,53
9	1,20	140,15	--	--	--	--	--	2290	76	--	30,02
10	1,35	145,17	--	--	--	--	--	2750	98	--	28,08
11	1,50	150,19	--	--	--	--	--	3253	123	--	26,53
12	1,65	155,21	--	--	--	--	--	3801	150	--	25,27
13	1,80	160,23	--	--	--	--	--	4396	181	--	24,22
14	1,95	165,25	--	--	--	--	--	5038	216	--	23,34
15	2,10	170,27	--	--	--	--	--	5730	254	--	22,59
16	2,25	175,28	--	--	--	--	--	6473	295	--	21,94
17	2,40	180,30	--	--	--	--	--	7268	340	--	21,37
18	2,55	185,32	--	--	--	--	--	8117	389	--	20,88
19	2,70	190,34	--	--	--	--	--	9021	441	--	20,44
20	2,85	195,36	--	--	--	--	--	9982	498	--	20,04
21	3,00	200,38	--	--	--	--	--	11001	559	--	19,69

## Stabilità globale muro + terreno

## Combinazione n° 23

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

## Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

## Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2,46 Y[m]= 2,18

Raggio del cerchio R[m]= 6,19

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,52

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3,35

Larghezza della striscia dx[m]= 0,27

Coefficiente di sicurezza C= 3.44

Le strisce sono numerate da monte verso valle

## Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	741,47	65.65	675,53	0,67	38.66	0,41	0,00
2	1087,57	60.62	947,65	0,56	38.66	0,41	0,00
3	1369,38	55.76	1132,10	0,49	38.66	0,41	0,00
4	1606,00	51.46	1256,21	0,44	38.66	0,41	0,00
5	1752,66	47.54	1292,99	0,41	38.66	0,41	0,00
6	1438,76	43.89	997,47	0,38	38.66	0,41	0,00
7	1596,34	40.46	1035,79	0,36	38.66	0,41	0,00
8	1736,27	37.19	1049,47	0,34	38.66	0,41	0,00
9	1860,85	34.06	1042,13	0,33	38.66	0,41	0,00
10	1971,81	31.04	1016,71	0,32	38.66	0,41	0,00
11	2070,46	28.11	975,65	0,31	38.66	0,41	0,00
12	2157,84	25.27	921,03	0,30	38.66	0,41	0,00
13	1996,48	22.48	763,53	0,30	38.66	0,41	0,00
14	2013,36	19.76	680,61	0,29	38.66	0,41	0,00
15	2071,23	17.08	608,23	0,29	38.66	0,41	0,00
16	2112,39	14.43	526,55	0,28	38.66	0,41	0,00
17	1850,86	11.82	379,20	0,28	38.66	0,41	0,00
18	1431,81	9.24	229,79	0,28	38.66	0,41	0,00
19	1004,73	6.67	116,65	0,28	38.66	0,41	0,00
20	634,07	4.11	45,47	0,28	38.66	0,41	0,00
21	587,36	1.57	16,05	0,27	38.66	0,41	0,00
22	476,94	-0.98	-8,13	0,27	38.66	0,41	0,00
23	348,50	-3.52	-21,41	0,28	38.66	0,41	0,00
24	212,31	-6.07	-22,47	0,28	38.66	0,41	0,00
25	68,27	-8.64	-10,26	0,28	38.66	0,41	0,00

 $\Sigma W_i = 34197,73$  [kg] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 15646,54$  [kg] $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 22998,29$  [kg] $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 34952,91$  [kg]

## Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 24

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

## Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

## Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2,46 Y[m]= 2,46

Raggio del cerchio R[m]= 6,44

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,50

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3,51

Larghezza della striscia dx[m]= 0,28

Coefficiente di sicurezza C= 3.52

Le strisce sono numerate da monte verso valle

## Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha$ (°)	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	747,42	64.19	672,84	0,64	38.66	0,41	0,00
2	1087,23	59.43	936,16	0,55	38.66	0,41	0,00
3	1368,41	54.82	1118,46	0,49	38.66	0,41	0,00
4	1606,95	50.69	1243,32	0,44	38.66	0,41	0,00
5	1813,85	46.90	1324,35	0,41	38.66	0,41	0,00
6	1645,67	43.36	1129,86	0,39	38.66	0,41	0,00
7	1596,30	40.02	1026,45	0,37	38.66	0,41	0,00
8	1739,85	36.83	1043,01	0,35	38.66	0,41	0,00
9	1867,96	33.78	1038,49	0,34	38.66	0,41	0,00
10	1982,32	30.83	1015,79	0,33	38.66	0,41	0,00
11	2084,21	27.96	977,29	0,32	38.66	0,41	0,00
12	2174,65	25.17	925,06	0,31	38.66	0,41	0,00
13	2110,40	22.45	805,89	0,30	38.66	0,41	0,00
14	2029,95	19.78	686,83	0,30	38.66	0,41	0,00
15	2090,32	17.15	616,30	0,29	38.66	0,41	0,00
16	2141,66	14.56	538,25	0,29	38.66	0,41	0,00
17	1984,72	11.99	412,44	0,29	38.66	0,41	0,00
18	1550,74	9.46	254,78	0,28	38.66	0,41	0,00
19	1107,13	6.94	133,73	0,28	38.66	0,41	0,00
20	682,76	4.43	52,76	0,28	38.66	0,41	0,00
21	592,29	1.94	20,00	0,28	38.66	0,41	0,00
22	492,37	-0.56	-4,80	0,28	38.66	0,41	0,00
23	360,13	-3.05	-19,18	0,28	38.66	0,41	0,00
24	219,99	-5.55	-21,29	0,28	38.66	0,41	0,00
25	71,86	-8.06	-10,08	0,28	38.66	0,41	0,00

 $\Sigma W_i = 35149,14$  [kg] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 15916,71$  [kg] $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 23772,47$  [kg] $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 35286,80$  [kg]COMBINAZIONE n° 25

Valore della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,66	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	74,12	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	0,00	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	11215,14	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	11215,14	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	0,00	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,26	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]
Risultante in fondazione	11215,14	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	0,00	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2910,61	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	3522457,48	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1493	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,8685	[kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 133.87$	$N_q = 134.87$	$N_\gamma = 262.74$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 1,39$	$i_q = 1,20$	$i_\gamma = 1,20$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,11$	$d_q = 1,05$	$d_\gamma = 1,05$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 206.88$	$N'_q = 170.20$	$N'_\gamma = 331.56$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	99.99
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	314.08

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 25

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,15	105,02	307	-4	0	1,29	0,03	--	--	99,90	--
3	0,30	110,04	629	-16	0	2,56	0,05	--	--	99,90	--
4	0,45	115,06	965	-37	0	3,81	0,07	--	--	99,90	--
5	0,60	120,08	1316	-66	0	5,05	0,08	--	--	99,90	--
6	0,75	125,09	1682	-106	0	6,28	0,09	--	--	99,90	--
7	0,90	130,11	2062	-154	0	7,48	0,10	--	--	99,90	--
8	1,05	135,13	2456	-213	0	8,68	0,11	--	--	99,90	--
9	1,20	140,15	2865	-283	0	9,87	0,12	--	--	99,90	--
10	1,35	145,17	3288	-363	0	11,04	0,12	--	--	99,90	--
11	1,50	150,19	3726	-455	0	12,20	0,13	--	--	99,90	--
12	1,65	155,21	4179	-558	0	13,35	0,13	--	--	99,90	--
13	1,80	160,23	4646	-673	0	14,49	0,13	--	--	99,90	--
14	1,95	165,25	5128	-801	0	15,63	0,13	--	--	99,90	--
15	2,10	170,27	5624	-942	0	16,75	0,14	--	--	99,90	--
16	2,25	175,28	6135	-1096	0	17,87	0,14	--	--	99,90	--
17	2,40	180,30	6660	-1264	0	18,97	0,14	--	--	99,90	--
18	2,55	185,32	7200	-1445	0	20,08	0,14	--	--	99,90	--
19	2,70	190,34	7754	-1641	0	21,17	0,14	--	--	99,90	--
20	2,85	195,36	8323	-1852	0	22,26	0,13	--	--	99,90	--
21	3,00	200,38	8906	-2079	0	23,34	0,13	--	--	99,90	--

COMBINAZIONE n° 26

Valore della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,66	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	74,12	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	0,00	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	11215,14	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	11215,14	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	0,00	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,26	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]
Risultante in fondazione	11215,14	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	0,00	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2910,61	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	3522457,48	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1493	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,8685	[kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 133.87$	$N_q = 134.87$	$N_\gamma = 262.74$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 1,39$	$i_q = 1,20$	$i_\gamma = 1,20$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,11$	$d_q = 1,05$	$d_\gamma = 1,05$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 206.88$	$N'_q = 170.20$	$N'_\gamma = 331.56$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	99.99
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	314.08

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 26

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,15	105,02	307	-4	0	1,29	0,03	--	--	99,90	--
3	0,30	110,04	629	-16	0	2,56	0,05	--	--	99,90	--
4	0,45	115,06	965	-37	0	3,81	0,07	--	--	99,90	--
5	0,60	120,08	1316	-66	0	5,05	0,08	--	--	99,90	--
6	0,75	125,09	1682	-106	0	6,28	0,09	--	--	99,90	--
7	0,90	130,11	2062	-154	0	7,48	0,10	--	--	99,90	--
8	1,05	135,13	2456	-213	0	8,68	0,11	--	--	99,90	--
9	1,20	140,15	2865	-283	0	9,87	0,12	--	--	99,90	--
10	1,35	145,17	3288	-363	0	11,04	0,12	--	--	99,90	--
11	1,50	150,19	3726	-455	0	12,20	0,13	--	--	99,90	--
12	1,65	155,21	4179	-558	0	13,35	0,13	--	--	99,90	--
13	1,80	160,23	4646	-673	0	14,49	0,13	--	--	99,90	--
14	1,95	165,25	5128	-801	0	15,63	0,13	--	--	99,90	--

15	2,10	170,27	5624	-942	0	16,75	0,14	--	--	99,90	--
16	2,25	175,28	6135	-1096	0	17,87	0,14	--	--	99,90	--
17	2,40	180,30	6660	-1264	0	18,97	0,14	--	--	99,90	--
18	2,55	185,32	7200	-1445	0	20,08	0,14	--	--	99,90	--
19	2,70	190,34	7754	-1641	0	21,17	0,14	--	--	99,90	--
20	2,85	195,36	8323	-1852	0	22,26	0,13	--	--	99,90	--
21	3,00	200,38	8906	-2079	0	23,34	0,13	--	--	99,90	--

COMBINAZIONE n° 27

Valore della spinta statica	0,00	[kg]									
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]									
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]									
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]						Y = -2,66		[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]									
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	74,12	[°]									
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]									
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]						Y = 0,00		[m]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	0,00	[kg]									
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	11215,14	[kg]									
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	11215,14	[kg]									
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	0,00	[kg]									
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,26	[m]									
Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]									
Risultante in fondazione	11215,14	[kg]									
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	0,00	[°]									
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2910,61	[kgm]									
Carico ultimo della fondazione	3522457,48	[kg]									

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,20	[m]									
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1493	[kg/cm <sup>2</sup> ]									
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,8685	[kg/cm <sup>2</sup> ]									

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 133.87$	$N_q = 134.87$	$N_\gamma = 262.74$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 1,39$	$i_q = 1,20$	$i_\gamma = 1,20$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,11$	$d_q = 1,05$	$d_\gamma = 1,05$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 206.88$	$N'_q = 170.20$	$N'_\gamma = 331.56$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	99.99
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	314.08

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 27

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,15	105,02	307	-4	0	1,29	0,03	--	--	99,90	--
3	0,30	110,04	629	-16	0	2,56	0,05	--	--	99,90	--

4	0,45	115,06	965	-37	0	3,81	0,07	--	--	99,90	--
5	0,60	120,08	1316	-66	0	5,05	0,08	--	--	99,90	--
6	0,75	125,09	1682	-106	0	6,28	0,09	--	--	99,90	--
7	0,90	130,11	2062	-154	0	7,48	0,10	--	--	99,90	--
8	1,05	135,13	2456	-213	0	8,68	0,11	--	--	99,90	--
9	1,20	140,15	2865	-283	0	9,87	0,12	--	--	99,90	--
10	1,35	145,17	3288	-363	0	11,04	0,12	--	--	99,90	--
11	1,50	150,19	3726	-455	0	12,20	0,13	--	--	99,90	--
12	1,65	155,21	4179	-558	0	13,35	0,13	--	--	99,90	--
13	1,80	160,23	4646	-673	0	14,49	0,13	--	--	99,90	--
14	1,95	165,25	5128	-801	0	15,63	0,13	--	--	99,90	--
15	2,10	170,27	5624	-942	0	16,75	0,14	--	--	99,90	--
16	2,25	175,28	6135	-1096	0	17,87	0,14	--	--	99,90	--
17	2,40	180,30	6660	-1264	0	18,97	0,14	--	--	99,90	--
18	2,55	185,32	7200	-1445	0	20,08	0,14	--	--	99,90	--
19	2,70	190,34	7754	-1641	0	21,17	0,14	--	--	99,90	--
20	2,85	195,36	8323	-1852	0	22,26	0,13	--	--	99,90	--
21	3,00	200,38	8906	-2079	0	23,34	0,13	--	--	99,90	--

## Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (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 14/01/2008.

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	10.10
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	TEKNO S.R.L.
Licenza	AIU3379LU

#### 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  
( )

---

## **INTERVENTO 1B – SCOGLIERA**

### 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 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)
- Circolare 617 del 02/02/2009  
- Circolare C.S.L.P. 02/02/2009 n.617 - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008

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  $\gamma$ . 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  $\varepsilon$  l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e  $\beta$  l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta  $S'$  considerando un'inclinazione del terrapieno e della parete 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,  $\theta$  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  $\theta$ .

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  $\eta_r$ .

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

Deve quindi essere verificata la seguente diseuguaglianza

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

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  $\delta$  è positivo, ribaltante se  $\delta$  è negativo.  $\delta$  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  $\eta_s$ .

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  $\delta_f$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B_f$  la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

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

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

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

## Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a  $\eta_q$ . 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  $\eta_q \geq 1.0$

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

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_{i,c} + q N_q d_{i,q} + 0.5 \gamma B N_\gamma d_{i,\gamma}$$

In questa espressione

$c$	coesione del terreno in fondazione;
$\phi$	angolo di attrito del terreno in fondazione;
$\gamma$	peso di volume del terreno in fondazione;
$B$	larghezza della fondazione;
$D$	profondità del piano di posa;
$q$	pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

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

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

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

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

Indichiamo con  $K_p$  il coefficiente di spinta passiva espresso da:

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

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

### Fattori di profondità

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

$$d_q = d_\gamma = 1$$

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

$$d_q = d_v = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p} \quad \text{per } \phi > 0$$

### Fattori di inclinazione

Indicando con  $\theta$  l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale ( espresso in gradi ) e con  $\phi$  l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = (1 - \theta^{\circ}/90)^2$$

$$i_v = \left(1 - \frac{\theta^{\circ}}{\phi^{\circ}}\right)^2 \quad \text{per } \phi > 0$$

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

## Verifica alla stabilità globale

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

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.

Il coefficiente di sicurezza fornito da Fellenius si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i^n \left( \frac{c_i b_i}{\cos \alpha_i} + [W_i \cos \alpha_i - u_i l_i] \tan \phi_i \right)}{\sum_i^n W_i \sin \alpha_i}$$

dove  $n$  è il numero delle strisce considerate,  $b_i$  e  $\alpha_i$  sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia  $i$ -esima rispetto all'orizzontale,  $W_i$  è il peso della striscia  $i$ -esima e  $c_i$  e  $\phi_i$  sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia.

Inoltre  $u_i$  ed  $l_i$  rappresentano la pressione neutra lungo la base della striscia e la lunghezza della base della striscia ( $l_i = b_i / \cos \alpha_i$ ).

Quindi, assunto un cerchio di tentativo lo si suddivide in  $n$  strisce e dalla formula precedente si ricava  $\eta$ . Questo procedimento viene eseguito per il numero di centri prefissato e viene assunto come coefficiente di sicurezza della scarpata il minimo dei coefficienti così determinati.

## Normativa

### N.T.C. 2008 - Approccio 1

#### Simbologia adottata

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	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
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_r$	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	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00	0,90	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,30	1,00	1,10	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	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	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$	1,00	1,00	1,00	1,00

**Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche**

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,00	1,00	1,00	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,00	1,00	1,00	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
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	$\gamma_{cu}$		1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$		1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$		1,00	1,00	1,00	1,00

**FONDAZIONE SUPERFICIALE**Coefficienti parziali  $\gamma_R$  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	

**Geometria muro e fondazione**

Descrizione

**Muro a gravità in pietrame**

Altezza del paramento	1,00 [m]
Spessore in sommità	0,60 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1,05 [m]
Inclinazione paramento esterno	24,00 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	27,00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0,45 [m]
Lunghezza totale fondazione	1,50 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,80 [m]
Spessore magrone	0,10 [m]

**Materiali utilizzati per la struttura***Pietrame*

Peso specifico	2000,0 [kg/mc]
Tensione ammissibile a compressione $\sigma_c$	30,0 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Angolo di attrito interno $\phi_p$	45,00 [°]
Resistenza a taglio $\tau_p$	0,0 [kg/cm <sup>2</sup> ]

**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	0,00	0,00
2	6,00	0,00	0,00
3	10,00	4,00	45,00
4	20,00	4,00	0,00

## Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	35,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,00	[m]

## Falda

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Coltre detritica	1750	1900	35.00	23.33	0,050	0,000
Roccia	2300	2500	45.00	30.00	0,510	0,000

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	3,00	0,00	1,34	0,00	Coltre detritica
2	20,00	0,00	0,00	0,00	Roccia

## Condizioni di carico

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.	
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.	
Momento positivo senso antiorario.	
X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
$F_x$	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kg]
$F_y$	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kg]
M	Momento espresso in [kgm]
$X_i$	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
$X_f$	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
$Q_i$	Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kg/m]
$Q_f$	Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kg/m]
D / C	Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

### Condizione n° 1 (Carrico stradale)

D	Profilo	$X_i=2,00$	$X_f=5,50$	$Q_i=2000,00$	$Q_f=2000,00$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

## Descrizione combinazioni di carico

*Simbologia adottata*

<i>F/S</i>	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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 A2-M2 (GEO)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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° 3 - Caso EQU (SLU)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	0,90	1,00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1,00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1,00	1,10

Combinazione n° 4 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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
Carrico stradale	SFAV	1,50	1,00	1,50

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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
Carrico stradale	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	0,90	1,00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1,00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1,00	1,10
Carrico stradale	SFAV	1,50	1,00	1,50

Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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
Carrico stradale	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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° 11 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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° 12 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo</u>				
	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
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° 13 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo</u>				
	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
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° 14 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo</u>				
	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
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° 15 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo</u>				
	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
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° 16 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo</u>				
	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
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° 17 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo</u>				
	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
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
Carrico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 18 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo</u>				
	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
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
Carrico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 19 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo</u>				
	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
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
Carrico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 20 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo</u>				
	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
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
Carrico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 21 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo</u>				
	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
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
Carrico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 22 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo</u>				
	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
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
Carrico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 23 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo</u>				
	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>

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
Carrico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 24 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carrico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 25 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carrico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 26 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carrico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 27 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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
Carrico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00

## Impostazioni di analisi

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su  $N_{\gamma}$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su  $N_{\gamma}$  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

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
<i>CS<sub>SCO</sub></i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<i>CS<sub>RIB</sub></i>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<i>CS<sub>QLM</sub></i>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<i>CS<sub>STAB</sub></i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>SCO</sub></b>	<b>CS<sub>RIB</sub></b>	<b>CS<sub>QLM</sub></b>	<b>CS<sub>STAB</sub></b>
1	A1-M1 - [1]	--	9,30	--	34,48	--
2	A2-M2 - [1]	--	6,55	--	15,18	--
3	EQU - [1]	--	--	30,29	--	--
4	STAB - [1]	--	--	--	--	1,96
5	A1-M1 - [2]	--	9,30	--	34,48	--
6	A2-M2 - [2]	--	6,55	--	15,18	--
7	EQU - [2]	--	--	30,29	--	--
8	STAB - [2]	--	--	--	--	1,96
9	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	5,83	--	33,58	--
10	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	5,89	--	35,39	--
11	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	3,12	--	13,62	--
12	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	3,15	--	14,31	--
13	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	13,44	--	--
14	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	10,40	--	--
15	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,82
16	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,84
17	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	5,83	--	33,58	--
18	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	5,89	--	35,39	--
19	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	3,12	--	13,62	--
20	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	3,15	--	14,31	--
21	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	10,40	--	--
22	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	13,44	--	--
23	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,82
24	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,84
25	SLEQ - [1]	--	22,40	--	36,87	--
26	SLEF - [1]	--	22,40	--	36,87	--
27	SLER - [1]	--	22,40	--	36,87	--

## 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	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Fellenius
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

### Sisma

#### Identificazione del sito

Latitudine	44.793130
Longitudine	7.200167
Comune	Rorà
Provincia	Torino
Regione	Piemonte
Punti di interpolazione del reticolo	14896 - 14674 - 14673 - 14895

#### 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 $a_g$	1.32 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.00
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.29
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 4.69$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 2.35$

#### Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo $a_g$	0.53 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.00
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.20
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.30$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.65$

Forma diagramma incremento sismico	Stessa forma diagramma statico
------------------------------------	--------------------------------

Partecipazione spinta passiva (percento)	0,0
Lunghezza del muro	27,00 [m]
Peso muro	4037,59 [kg]
Baricentro del muro	X=-0,35 Y=-1,05

### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 0,45 Y = -1,80
Punto superiore superficie di spinta	X = 0,45 Y = 0,00
Altezza della superficie di spinta	1,80 [m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00 [°]

### COMBINAZIONE n° 1

#### Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	248,66 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	228,33 [kg]

Componente verticale della spinta statica	98,49	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,45	[m]	Y = -1,48	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62,32	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,45	[m]	Y = -1,80	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	787,50	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,23	[m]	Y = -0,50	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	228,33	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	4923,58	[kg]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	4923,58	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	228,33	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,04	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]		
Risultante in fondazione	4928,88	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	2,66	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-208,83	[kgm]		
Carico ultimo della fondazione	169787,02	[kg]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2732	[kg/cmq]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3853	[kg/cmq]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 37.15$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,94$	$i_q = 0,94$	$i_\gamma = 0,85$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,21$	$d_q = 1,10$	$d_\gamma = 1,10$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 52.37$	$N'_q = 34.58$	$N'_\gamma = 34.99$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	9,30
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	34,48

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione 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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	60,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,05	62,23	61	0	0	0,59	0,01	--	--	99,90	--
3	0,10	64,45	124	-1	0	1,17	0,02	--	--	99,90	--
4	0,15	66,68	189	-3	0	1,74	0,02	--	--	99,90	--
5	0,20	68,90	257	-6	0	2,31	0,03	--	--	99,90	--
6	0,25	71,13	326	-9	0	2,88	0,03	--	--	99,90	--
7	0,30	73,36	398	-14	0	3,44	0,04	--	--	99,90	--
8	0,35	75,58	471	-19	0	3,99	0,04	--	--	99,90	--
9	0,40	77,81	547	-25	0	4,54	0,05	--	--	99,90	--
10	0,45	80,04	625	-32	0	5,09	0,05	--	--	99,90	--
11	0,50	82,26	705	-40	0	5,64	0,05	--	--	99,90	--
12	0,55	84,49	787	-49	0	6,17	0,05	--	--	99,90	--
13	0,60	86,71	871	-58	0	6,71	0,05	--	--	99,90	--
14	0,65	88,94	957	-69	0	7,24	0,06	--	--	99,90	--
15	0,70	91,17	1045	-81	0	7,77	0,06	--	--	99,90	--
16	0,75	93,39	1136	-94	0	8,30	0,06	--	--	99,90	--
17	0,80	95,62	1228	-108	0	8,82	0,06	--	--	99,90	--

18	0,85	97,84	1323	-124	0	9,34	0,06	--	--	14780,05	--
19	0,90	100,07	1419	-140	1	9,86	0,06	--	--	1776,22	--
20	0,95	102,30	1518	-157	3	10,37	0,06	--	--	565,69	--
21	1,00	104,52	1619	-176	6	10,87	0,06	--	--	287,65	--

**COMBINAZIONE n° 2**

Valore della spinta statica	274,05	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	259,06	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	89,40	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,45	[m]	Y = -1,46	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59,25	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,45	[m]	Y = -1,80	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	787,50	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,23	[m]	Y = -0,50	[m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	259,06	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	4914,49	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	4914,49	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	259,06	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,04	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]
Risultante in fondazione	4921,31	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	3,02	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-186,59	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	74622,15	[kg]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2786	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3788	[kg/cmq]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 28.42$	$N_q = 16.92$	$N_\gamma = 13.82$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,93$	$i_q = 0,93$	$i_\gamma = 0,80$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,18$	$d_q = 1,09$	$d_\gamma = 1,09$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 31.40$	$N'_q = 17.25$	$N'_\gamma = 12.13$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	6.55
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	15.18

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 2

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	sfuerzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sfuerzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	60,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,05	62,23	61	0	0	0,59	0,01	--	--	99,90	--
3	0,10	64,45	124	-1	0	1,17	0,02	--	--	99,90	--
4	0,15	66,68	189	-3	0	1,74	0,02	--	--	99,90	--
5	0,20	68,90	257	-6	0	2,31	0,03	--	--	99,90	--
6	0,25	71,13	326	-9	0	2,88	0,03	--	--	99,90	--
7	0,30	73,36	398	-14	0	3,44	0,04	--	--	99,90	--
8	0,35	75,58	471	-19	0	3,99	0,04	--	--	99,90	--
9	0,40	77,81	547	-25	0	4,54	0,05	--	--	99,90	--
10	0,45	80,04	625	-32	0	5,09	0,05	--	--	99,90	--
11	0,50	82,26	705	-40	0	5,64	0,05	--	--	99,90	--
12	0,55	84,49	787	-49	0	6,17	0,05	--	--	99,90	--
13	0,60	86,71	871	-58	0	6,71	0,05	--	--	99,90	--
14	0,65	88,94	957	-69	0	7,24	0,06	--	--	99,90	--
15	0,70	91,17	1045	-81	0	7,77	0,06	--	--	99,90	--
16	0,75	93,39	1136	-94	0	8,30	0,06	--	--	99,90	--
17	0,80	95,62	1228	-108	0	8,82	0,06	--	--	6906,69	--
18	0,85	97,84	1323	-124	1	9,34	0,06	--	--	1089,51	--
19	0,90	100,07	1419	-140	3	9,85	0,06	--	--	408,00	--
20	0,95	102,30	1518	-157	7	10,35	0,06	--	--	217,00	--
21	1,00	104,52	1619	-175	12	10,83	0,06	--	--	139,98	--

COMBINAZIONE n° 3

Valore della spinta statica	345,48	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	326,58	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	112,70	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,45	[m]	Y = -1,44	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59,00	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,45	[m]	Y = -1,80	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	708,75	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,23	[m]	Y = -0,50	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	326,58	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	4455,28	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	118,94	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	3602,28	[kgm]
Sfuerzo normale sul piano di posa della fondazione	4455,28	[kg]
Sfuerzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	326,58	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,03	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]
Risultante in fondazione	4467,24	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	4,19	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-152,51	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	30.29
------------------------------------------	-------

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 3

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	60,00	--	--	--	--	--	0	0	--	0,00
2	0,05	62,23	--	--	--	--	--	17	0	--	99,90
3	0,10	64,45	--	--	--	--	--	37	0	--	99,90
4	0,15	66,68	--	--	--	--	--	60	0	--	99,90
5	0,20	68,90	--	--	--	--	--	85	0	--	99,90
6	0,25	71,13	--	--	--	--	--	113	0	--	99,90
7	0,30	73,36	--	--	--	--	--	144	0	--	99,90
8	0,35	75,58	--	--	--	--	--	177	0	--	99,90
9	0,40	77,81	--	--	--	--	--	214	0	--	99,90
10	0,45	80,04	--	--	--	--	--	254	0	--	99,90
11	0,50	82,26	--	--	--	--	--	297	0	--	99,90
12	0,55	84,49	--	--	--	--	--	343	0	--	99,90
13	0,60	86,71	--	--	--	--	--	392	0	--	99,90
14	0,65	88,94	--	--	--	--	--	445	0	--	99,90
15	0,70	91,17	--	--	--	--	--	502	0	--	99,90
16	0,75	93,39	--	--	--	--	--	562	0	--	47661,16
17	0,80	95,62	--	--	--	--	--	627	0	--	8072,49
18	0,85	97,84	--	--	--	--	--	695	0	--	2644,24
19	0,90	100,07	--	--	--	--	--	768	1	--	1206,96
20	0,95	102,30	--	--	--	--	--	846	1	--	667,39
21	1,00	104,52	--	--	--	--	--	928	2	--	417,71

## Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 4

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

## Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

## Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,41 Y[m]= 0,16

Raggio del cerchio R[m]= 2,70

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2,75

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,29

Larghezza della striscia dx[m]= 0,16

Coefficiente di sicurezza C= 1.96

Le strisce sono numerate da monte verso valle

## Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	107,89	78.05	105,55	0,78	29,26	0,04	0,00
2	266,75	65.87	243,44	0,40	29,26	0,04	0,00
3	354,84	58.39	302,20	0,31	29,26	0,04	0,00
4	421,51	52.31	333,54	0,26	29,26	0,04	0,00
5	475,55	46.98	347,69	0,24	29,26	0,04	0,00
6	546,49	42.15	366,73	0,22	29,26	0,04	0,00
7	591,32	37.67	361,33	0,20	29,26	0,04	0,00

8	624,55	33,44	344,17	0,19	29,26	0,04	0,00
9	692,38	29,41	340,03	0,19	29,26	0,04	0,00
10	716,17	25,54	308,78	0,18	29,26	0,04	0,00
11	736,22	21,79	273,29	0,17	29,26	0,04	0,00
12	747,58	18,14	232,69	0,17	29,26	0,04	0,00
13	672,54	14,56	169,02	0,17	29,26	0,04	0,00
14	565,67	11,03	108,26	0,16	29,26	0,04	0,00
15	450,92	7,55	59,28	0,16	29,26	0,04	0,00
16	399,96	4,10	28,61	0,16	29,26	0,04	0,00
17	369,88	0,66	4,29	0,16	29,26	0,04	0,00
18	337,05	-2,77	-16,29	0,16	29,26	0,04	0,00
19	301,47	-6,22	-32,64	0,16	29,26	0,04	0,00
20	263,10	-9,68	-44,26	0,16	29,26	0,04	0,00
21	221,87	-13,19	-50,62	0,17	29,26	0,04	0,00
22	177,66	-16,74	-51,18	0,17	29,26	0,04	0,00
23	130,32	-20,37	-45,35	0,17	29,26	0,04	0,00
24	79,65	-24,08	-32,50	0,18	29,26	0,04	0,00
25	25,37	-27,90	-11,87	0,18	29,26	0,04	0,00

$\Sigma W_i = 10276,72$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 3644,18$  [kg]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 4962,22$  [kg]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 2192,68$  [kg]

#### COMBINAZIONE n° 5

##### Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	248,66	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	228,33	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	98,49	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,45	[m]	Y = -1,48	[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62,32	[°]			
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,45	[m]	Y = -1,80	[m]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	787,50	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,23	[m]	Y = -0,50	[m]	

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	228,33	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	4923,58	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	4923,58	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	228,33	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,04	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]
Risultante in fondazione	4928,88	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	2,66	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-208,83	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	169787,02	[kg]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2732	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3853	[kg/cm <sup>2</sup> ]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46,12$	$N_q = 33,30$	$N_\gamma = 37,15$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,94$	$i_q = 0,94$	$i_\gamma = 0,85$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,21$	$d_q = 1,10$	$d_\gamma = 1,10$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 52,37$	$N'_q = 34,58$	$N'_\gamma = 34,99$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	9,30
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	34,48

## 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	sfuerzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sfuerzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	60,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,05	62,23	61	0	0	0,59	0,01	--	--	99,90	--
3	0,10	64,45	124	-1	0	1,17	0,02	--	--	99,90	--
4	0,15	66,68	189	-3	0	1,74	0,02	--	--	99,90	--
5	0,20	68,90	257	-6	0	2,31	0,03	--	--	99,90	--
6	0,25	71,13	326	-9	0	2,88	0,03	--	--	99,90	--
7	0,30	73,36	398	-14	0	3,44	0,04	--	--	99,90	--
8	0,35	75,58	471	-19	0	3,99	0,04	--	--	99,90	--
9	0,40	77,81	547	-25	0	4,54	0,05	--	--	99,90	--
10	0,45	80,04	625	-32	0	5,09	0,05	--	--	99,90	--
11	0,50	82,26	705	-40	0	5,64	0,05	--	--	99,90	--
12	0,55	84,49	787	-49	0	6,17	0,05	--	--	99,90	--
13	0,60	86,71	871	-58	0	6,71	0,05	--	--	99,90	--
14	0,65	88,94	957	-69	0	7,24	0,06	--	--	99,90	--
15	0,70	91,17	1045	-81	0	7,77	0,06	--	--	99,90	--
16	0,75	93,39	1136	-94	0	8,30	0,06	--	--	99,90	--
17	0,80	95,62	1228	-108	0	8,82	0,06	--	--	99,90	--
18	0,85	97,84	1323	-124	0	9,34	0,06	--	--	14780,05	--
19	0,90	100,07	1419	-140	1	9,86	0,06	--	--	1776,22	--
20	0,95	102,30	1518	-157	3	10,37	0,06	--	--	565,69	--
21	1,00	104,52	1619	-176	6	10,87	0,06	--	--	287,65	--

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	274,05	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	259,06	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	89,40	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,45	[m]	Y = -1,46	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59,25	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,45	[m]	Y = -1,80	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	787,50	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,23	[m]	Y = -0,50	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	259,06	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	4914,49	[kg]
Sfuerzo normale sul piano di posa della fondazione	4914,49	[kg]
Sfuerzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	259,06	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,04	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]
Risultante in fondazione	4921,31	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	3,02	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-186,59	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	74622,15	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2786	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3788	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 28.42$	$N_q = 16.92$	$N_r = 13.82$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_r = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,93$	$i_q = 0,93$	$i_r = 0,80$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,18$	$d_q = 1,09$	$d_r = 1,09$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 31.40$	$N'_q = 17.25$	$N'_r = 12.13$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	6.55
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	15.18

**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	sfuerzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sfuerzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	60,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,05	62,23	61	0	0	0,59	0,01	--	--	99,90	--
3	0,10	64,45	124	-1	0	1,17	0,02	--	--	99,90	--
4	0,15	66,68	189	-3	0	1,74	0,02	--	--	99,90	--
5	0,20	68,90	257	-6	0	2,31	0,03	--	--	99,90	--
6	0,25	71,13	326	-9	0	2,88	0,03	--	--	99,90	--
7	0,30	73,36	398	-14	0	3,44	0,04	--	--	99,90	--
8	0,35	75,58	471	-19	0	3,99	0,04	--	--	99,90	--
9	0,40	77,81	547	-25	0	4,54	0,05	--	--	99,90	--
10	0,45	80,04	625	-32	0	5,09	0,05	--	--	99,90	--
11	0,50	82,26	705	-40	0	5,64	0,05	--	--	99,90	--
12	0,55	84,49	787	-49	0	6,17	0,05	--	--	99,90	--
13	0,60	86,71	871	-58	0	6,71	0,05	--	--	99,90	--
14	0,65	88,94	957	-69	0	7,24	0,06	--	--	99,90	--
15	0,70	91,17	1045	-81	0	7,77	0,06	--	--	99,90	--
16	0,75	93,39	1136	-94	0	8,30	0,06	--	--	99,90	--
17	0,80	95,62	1228	-108	0	8,82	0,06	--	--	6906,69	--
18	0,85	97,84	1323	-124	1	9,34	0,06	--	--	1089,51	--
19	0,90	100,07	1419	-140	3	9,85	0,06	--	--	408,00	--
20	0,95	102,30	1518	-157	7	10,35	0,06	--	--	217,00	--
21	1,00	104,52	1619	-175	12	10,83	0,06	--	--	139,98	--

**COMBINAZIONE n° 7**

Valore della spinta statica	345,48	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	326,58	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	112,70	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,45	[m]	Y = -1,44	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59,00	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,45	[m]	Y = -1,80	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	708,75	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,23	[m]	Y = -0,50	[m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	326,58	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	4455,28	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	118,94	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	3602,28	[kgm]
Sfuerzo normale sul piano di posa della fondazione	4455,28	[kg]
Sfuerzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	326,58	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,03	[m]

Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]
Risultante in fondazione	4467,24	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	4,19	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-152,51	[kgm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 30.29

**Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni****Combinazione n° 7**

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	60,00	--	--	--	--	--	0	0	--	0,00
2	0,05	62,23	--	--	--	--	--	17	0	--	99,90
3	0,10	64,45	--	--	--	--	--	37	0	--	99,90
4	0,15	66,68	--	--	--	--	--	60	0	--	99,90
5	0,20	68,90	--	--	--	--	--	85	0	--	99,90
6	0,25	71,13	--	--	--	--	--	113	0	--	99,90
7	0,30	73,36	--	--	--	--	--	144	0	--	99,90
8	0,35	75,58	--	--	--	--	--	177	0	--	99,90
9	0,40	77,81	--	--	--	--	--	214	0	--	99,90
10	0,45	80,04	--	--	--	--	--	254	0	--	99,90
11	0,50	82,26	--	--	--	--	--	297	0	--	99,90
12	0,55	84,49	--	--	--	--	--	343	0	--	99,90
13	0,60	86,71	--	--	--	--	--	392	0	--	99,90
14	0,65	88,94	--	--	--	--	--	445	0	--	99,90
15	0,70	91,17	--	--	--	--	--	502	0	--	99,90
16	0,75	93,39	--	--	--	--	--	562	0	--	47661,16
17	0,80	95,62	--	--	--	--	--	627	0	--	8072,49
18	0,85	97,84	--	--	--	--	--	695	0	--	2644,24
19	0,90	100,07	--	--	--	--	--	768	1	--	1206,96
20	0,95	102,30	--	--	--	--	--	846	1	--	667,39
21	1,00	104,52	--	--	--	--	--	928	2	--	417,71

**Stabilità globale muro + terreno****Combinazione n° 8**

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

**Metodo di Fellenius**

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

**Cerchio critico**

Coordinate del centro X[m]= -1,41 Y[m]= 0,16

Raggio del cerchio R[m]= 2,70

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2,75

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,29

Larghezza della striscia dx[m]= 0,16

Coefficiente di sicurezza C= 1,96

Le strisce sono numerate da monte verso valle

## Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	107,89	78.05	105,55	0,78	29,26	0,04	0,00
2	266,75	65.87	243,44	0,40	29,26	0,04	0,00
3	354,84	58.39	302,20	0,31	29,26	0,04	0,00
4	421,51	52.31	333,54	0,26	29,26	0,04	0,00
5	475,55	46.98	347,69	0,24	29,26	0,04	0,00
6	546,49	42.15	366,73	0,22	29,26	0,04	0,00
7	591,32	37.67	361,33	0,20	29,26	0,04	0,00
8	624,55	33.44	344,17	0,19	29,26	0,04	0,00
9	692,38	29.41	340,03	0,19	29,26	0,04	0,00
10	716,17	25.54	308,78	0,18	29,26	0,04	0,00
11	736,22	21.79	273,29	0,17	29,26	0,04	0,00
12	747,58	18.14	232,69	0,17	29,26	0,04	0,00
13	672,54	14.56	169,02	0,17	29,26	0,04	0,00
14	565,67	11.03	108,26	0,16	29,26	0,04	0,00
15	450,92	7.55	59,28	0,16	29,26	0,04	0,00
16	399,96	4.10	28,61	0,16	29,26	0,04	0,00
17	369,88	0.66	4,29	0,16	29,26	0,04	0,00
18	337,05	-2.77	-16,29	0,16	29,26	0,04	0,00
19	301,47	-6.22	-32,64	0,16	29,26	0,04	0,00
20	263,10	-9.68	-44,26	0,16	29,26	0,04	0,00
21	221,87	-13.19	-50,62	0,17	29,26	0,04	0,00
22	177,66	-16.74	-51,18	0,17	29,26	0,04	0,00
23	130,32	-20.37	-45,35	0,17	29,26	0,04	0,00
24	79,65	-24.08	-32,50	0,18	29,26	0,04	0,00
25	25,37	-27.90	-11,87	0,18	29,26	0,04	0,00

$\Sigma W_i = 10276,72$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 3644,18$  [kg]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 4962,22$  [kg]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 2192,68$  [kg]

COMBINAZIONE n° 9

Valore della spinta statica	102,04	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	93,69	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	40,42	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,45	[m]	Y = -1,57	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	63,07	[°]		
Incremento sismico della spinta	54,00	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,45	[m]	Y = -1,57	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	61,51	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,45	[m]	Y = -1,80	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	787,50	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,23	[m]	Y = -0,50	[m]
Inerzia del muro	189,44	[kg]		
Inerzia verticale del muro	94,72	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	36,95	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	18,47	[kg]		
<u>Risultanti</u>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	369,66	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	5000,09	[kg]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	5000,09	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	369,66	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,01	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]		
Risultante in fondazione	5013,74	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	4,23	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-35,69	[kgm]		
Carico ultimo della fondazione	167902,31	[kg]		
<u>Tensioni sul terreno</u>				
Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3248	[kg/cm <sup>2</sup> ]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3440	[kg/cm <sup>2</sup> ]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 37.15$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,91$	$i_q = 0,91$	$i_\gamma = 0,77$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,21$	$d_q = 1,10$	$d_\gamma = 1,10$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 50.50$	$N'_q = 33.35$	$N'_\gamma = 31.67$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	5.83
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	33.58

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 9

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	60,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,05	62,23	61	0	3	0,47	0,01	--	--	21,31	--
3	0,10	64,45	124	-1	6	0,94	0,02	--	--	21,31	--
4	0,15	66,68	189	-3	9	1,40	0,02	--	--	21,31	--
5	0,20	68,90	257	-5	12	1,85	0,03	--	--	21,31	--
6	0,25	71,13	326	-8	15	2,31	0,04	--	--	21,31	--
7	0,30	73,36	398	-11	19	2,76	0,04	--	--	21,31	--
8	0,35	75,58	471	-15	22	3,20	0,05	--	--	21,31	--
9	0,40	77,81	547	-20	26	3,64	0,05	--	--	21,31	--
10	0,45	80,04	625	-26	29	4,08	0,05	--	--	21,31	--
11	0,50	82,26	705	-32	33	4,52	0,06	--	--	21,31	--
12	0,55	84,49	787	-39	37	4,95	0,06	--	--	21,31	--
13	0,60	86,71	871	-47	41	5,38	0,06	--	--	21,31	--
14	0,65	88,94	957	-56	45	5,81	0,07	--	--	21,31	--
15	0,70	91,17	1045	-65	49	6,24	0,07	--	--	21,31	--
16	0,75	93,39	1136	-76	53	6,66	0,07	--	--	21,31	--
17	0,80	95,62	1228	-87	58	7,08	0,07	--	--	21,31	--
18	0,85	97,84	1323	-99	62	7,50	0,07	--	--	21,31	--
19	0,90	100,07	1419	-112	67	7,92	0,07	--	--	21,31	--
20	0,95	102,30	1518	-126	71	8,33	0,08	--	--	21,31	--
21	1,00	104,52	1619	-142	76	8,74	0,08	--	--	21,31	--

COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	102,04	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	93,69	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	40,42	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,45	[m]	Y = -1,57	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	63,07	[°]		
Incremento sismico della spinta	31,67	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,45	[m]	Y = -1,57	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	61,57	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,45	[m]	Y = -1,80	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	787,50	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,23	[m]	Y = -0,50	[m]
Inerzia del muro	189,44	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-94,72	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	36,95	[kg]		

Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte -18,47 [kg]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 349,15 [kg]  
 Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 4764,86 [kg]  
 Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 4764,86 [kg]  
 Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 349,15 [kg]  
 Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,01 [m]  
 Lunghezza fondazione reagente 1,50 [m]  
 Risultante in fondazione 4777,63 [kg]  
 Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 4,19 [°]  
 Momento rispetto al baricentro della fondazione -24,13 [kgm]  
 Carico ultimo della fondazione 168614,87 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 1,50 [m]  
 Tensione terreno allo spigolo di valle 0,3122 [kg/cm<sup>2</sup>]  
 Tensione terreno allo spigolo di monte 0,3251 [kg/cm<sup>2</sup>]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 46,12$   $N_q = 33,30$   $N_\gamma = 37,15$   
**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$   
**Fattori inclinazione**  $i_c = 0,91$   $i_q = 0,91$   $i_\gamma = 0,77$   
**Fattori profondità**  $d_c = 1,21$   $d_q = 1,10$   $d_\gamma = 1,10$   
 I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.  
 $N'_c = 50,55$   $N'_q = 33,38$   $N'_\gamma = 31,75$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 5,89  
 Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 35,39

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 10

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 [kg]  
 M momento flettente [kgm]  
 T taglio [kg]  
 e eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]  
 $\sigma_p$  tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm<sup>2</sup>]  
 Ms momento stabilizzante [kgm]  
 Mr momento ribaltante [kgm]  
 Cs coeff. di sicurezza allo scorrimento  
 Cr coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	60,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,05	62,23	61	0	3	0,47	0,01	--	--	21,31	--
3	0,10	64,45	124	-1	6	0,94	0,02	--	--	21,31	--
4	0,15	66,68	189	-3	9	1,40	0,02	--	--	21,31	--
5	0,20	68,90	257	-5	12	1,85	0,03	--	--	21,31	--
6	0,25	71,13	326	-8	15	2,31	0,04	--	--	21,31	--
7	0,30	73,36	398	-11	19	2,76	0,04	--	--	21,31	--
8	0,35	75,58	471	-15	22	3,20	0,05	--	--	21,31	--
9	0,40	77,81	547	-20	26	3,64	0,05	--	--	21,31	--
10	0,45	80,04	625	-26	29	4,08	0,05	--	--	21,31	--
11	0,50	82,26	705	-32	33	4,52	0,06	--	--	21,31	--
12	0,55	84,49	787	-39	37	4,95	0,06	--	--	21,31	--
13	0,60	86,71	871	-47	41	5,38	0,06	--	--	21,31	--
14	0,65	88,94	957	-56	45	5,81	0,07	--	--	21,31	--
15	0,70	91,17	1045	-65	49	6,24	0,07	--	--	21,31	--
16	0,75	93,39	1136	-76	53	6,66	0,07	--	--	21,31	--
17	0,80	95,62	1228	-87	58	7,08	0,07	--	--	21,31	--
18	0,85	97,84	1323	-99	62	7,50	0,07	--	--	21,31	--
19	0,90	100,07	1419	-112	67	7,92	0,07	--	--	21,31	--
20	0,95	102,30	1518	-126	71	8,33	0,08	--	--	21,31	--
21	1,00	104,52	1619	-142	76	8,74	0,08	--	--	21,31	--

COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	274,05	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	259,06	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	89,40	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,45	[m]	Y = -1,46	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59,25	[°]		
Incremento sismico della spinta	78,63	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,45	[m]	Y = -1,46	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	57,50	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,45	[m]	Y = -1,80	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	787,50	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,23	[m]	Y = -0,50	[m]
Inerzia del muro	189,44	[kg]		
Inerzia verticale del muro	94,72	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	36,95	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	18,47	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	559,77	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	5053,33	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	5053,33	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	559,77	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,00	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]
Risultante in fondazione	5084,24	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	6,32	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	4,47	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	68843,52	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3392	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3368	[kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 28.42$	$N_q = 16.92$	$N_\gamma = 13.82$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,86$	$i_q = 0,86$	$i_\gamma = 0,61$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,18$	$d_q = 1,09$	$d_\gamma = 1,09$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 29.06$	$N'_q = 15.96$	$N'_\gamma = 9.27$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.12
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	13.62

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 11

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	60,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,05	62,23	61	0	3	0,47	0,01	--	--	21,31	--
3	0,10	64,45	124	-1	6	0,94	0,02	--	--	21,31	--
4	0,15	66,68	189	-3	9	1,40	0,02	--	--	21,31	--

5	0,20	68,90	257	-5	12	1,85	0,03	--	--	21,31	--
6	0,25	71,13	326	-8	15	2,31	0,04	--	--	21,31	--
7	0,30	73,36	398	-11	19	2,76	0,04	--	--	21,31	--
8	0,35	75,58	471	-15	22	3,20	0,05	--	--	21,31	--
9	0,40	77,81	547	-20	26	3,64	0,05	--	--	21,31	--
10	0,45	80,04	625	-26	29	4,08	0,05	--	--	21,31	--
11	0,50	82,26	705	-32	33	4,52	0,06	--	--	21,31	--
12	0,55	84,49	787	-39	37	4,95	0,06	--	--	21,31	--
13	0,60	86,71	871	-47	41	5,38	0,06	--	--	21,31	--
14	0,65	88,94	957	-56	45	5,81	0,07	--	--	21,31	--
15	0,70	91,17	1045	-65	49	6,24	0,07	--	--	21,31	--
16	0,75	93,39	1136	-76	53	6,66	0,07	--	--	21,31	--
17	0,80	95,62	1228	-87	58	7,08	0,07	--	--	21,18	--
18	0,85	97,84	1323	-99	65	7,50	0,07	--	--	20,50	--
19	0,90	100,07	1419	-112	74	7,90	0,07	--	--	19,28	--
20	0,95	102,30	1518	-126	85	8,28	0,08	--	--	17,79	--
21	1,00	104,52	1619	-140	99	8,64	0,08	--	--	16,30	--

**COMBINAZIONE n° 12**

Valore della spinta statica	274,05	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	259,06	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	89,40	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,45	[m]	Y = -1,46	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59,25	[°]		

Incremento sismico della spinta	44,38	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,45	[m]	Y = -1,46	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	57,56	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,45	[m]	Y = -1,80	[m]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	787,50	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,23	[m]	Y = -0,50	[m]
Inerzia del muro	189,44	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-94,72	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	36,95	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-18,47	[kg]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	527,39	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	4815,78	[kg]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	4815,78	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	527,39	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,00	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]		
Risultante in fondazione	4844,57	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	6,25	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	11,56	[kgm]		
Carico ultimo della fondazione	68902,70	[kg]		

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3252	[kg/cm <sup>2</sup> ]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3190	[kg/cm <sup>2</sup> ]		

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 28.42$	$N_q = 16.92$	$N_\gamma = 13.82$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,87$	$i_q = 0,87$	$i_\gamma = 0,62$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,18$	$d_q = 1,09$	$d_\gamma = 1,09$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 29.11$	$N'_q = 15.99$	$N'_\gamma = 9.33$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.15
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	14.31

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 12

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	60,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,05	62,23	61	0	3	0,47	0,01	--	--	21,31	--
3	0,10	64,45	124	-1	6	0,94	0,02	--	--	21,31	--
4	0,15	66,68	189	-3	9	1,40	0,02	--	--	21,31	--
5	0,20	68,90	257	-5	12	1,85	0,03	--	--	21,31	--
6	0,25	71,13	326	-8	15	2,31	0,04	--	--	21,31	--
7	0,30	73,36	398	-11	19	2,76	0,04	--	--	21,31	--
8	0,35	75,58	471	-15	22	3,20	0,05	--	--	21,31	--
9	0,40	77,81	547	-20	26	3,64	0,05	--	--	21,31	--
10	0,45	80,04	625	-26	29	4,08	0,05	--	--	21,31	--
11	0,50	82,26	705	-32	33	4,52	0,06	--	--	21,31	--
12	0,55	84,49	787	-39	37	4,95	0,06	--	--	21,31	--
13	0,60	86,71	871	-47	41	5,38	0,06	--	--	21,31	--
14	0,65	88,94	957	-56	45	5,81	0,07	--	--	21,31	--
15	0,70	91,17	1045	-65	49	6,24	0,07	--	--	21,31	--
16	0,75	93,39	1136	-76	53	6,66	0,07	--	--	21,31	--
17	0,80	95,62	1228	-87	58	7,08	0,07	--	--	21,21	--
18	0,85	97,84	1323	-99	64	7,50	0,07	--	--	20,69	--
19	0,90	100,07	1419	-112	72	7,90	0,07	--	--	19,74	--
20	0,95	102,30	1518	-126	82	8,29	0,08	--	--	18,53	--
21	1,00	104,52	1619	-140	94	8,66	0,08	--	--	17,29	--

COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	274,05	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	259,06	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	89,40	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,45	[m]	Y = -1,46	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59,25	[°]		
Incremento sismico della spinta	78,63	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,45	[m]	Y = -1,46	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	57,50	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,45	[m]	Y = -1,80	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	787,50	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,23	[m]	Y = -0,50	[m]
Inerzia del muro	189,44	[kg]		
Inerzia verticale del muro	94,72	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	36,95	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	18,47	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	559,77	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	5053,33	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	303,35	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	4076,82	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	5053,33	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	559,77	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,00	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]
Risultante in fondazione	5084,24	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	6,32	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	4,47	[kgm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento

13,44

**Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni****Combinazione n° 13**

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	60,00	--	--	--	--	--	0	0	--	0,00
2	0,05	62,23	--	--	--	--	--	19	0	--	271,81
3	0,10	64,45	--	--	--	--	--	41	0	--	143,97
4	0,15	66,68	--	--	--	--	--	66	1	--	101,38
5	0,20	68,90	--	--	--	--	--	94	1	--	80,10
6	0,25	71,13	--	--	--	--	--	125	2	--	67,35
7	0,30	73,36	--	--	--	--	--	160	3	--	58,86
8	0,35	75,58	--	--	--	--	--	197	4	--	52,81
9	0,40	77,81	--	--	--	--	--	238	5	--	48,27
10	0,45	80,04	--	--	--	--	--	282	6	--	44,76
11	0,50	82,26	--	--	--	--	--	330	8	--	41,95
12	0,55	84,49	--	--	--	--	--	381	10	--	39,66
13	0,60	86,71	--	--	--	--	--	436	12	--	37,75
14	0,65	88,94	--	--	--	--	--	495	14	--	36,14
15	0,70	91,17	--	--	--	--	--	558	16	--	34,77
16	0,75	93,39	--	--	--	--	--	625	19	--	33,58
17	0,80	95,62	--	--	--	--	--	696	21	--	32,54
18	0,85	97,84	--	--	--	--	--	771	24	--	31,58
19	0,90	100,07	--	--	--	--	--	853	28	--	30,59
20	0,95	102,30	--	--	--	--	--	939	32	--	29,50
21	1,00	104,52	--	--	--	--	--	1031	36	--	28,28

**COMBINAZIONE n° 14**

Valore della spinta statica	274,05	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	259,06	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	89,40	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,45	[m]	Y = -1,46	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59,25	[°]		
Incremento sismico della spinta	44,38	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,45	[m]	Y = -1,46	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	57,56	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,45	[m]	Y = -1,80	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	787,50	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,23	[m]	Y = -0,50	[m]
Inerzia del muro	189,44	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-94,72	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	36,95	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-18,47	[kg]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	527,39	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	4815,78	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	381,83	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	3970,61	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	4815,78	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	527,39	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,00	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]
Risultante in fondazione	4844,57	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	6,25	[°]

Momento rispetto al baricentro della fondazione

11,56

[kgm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento

10.40

**Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni****Combinazione n° 14**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 [kg]  
 M momento flettente [kgm]  
 T taglio [kg]  
 e eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]  
 $\sigma_p$  tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]  
 Ms momento stabilizzante [kgm]  
 Mr momento ribaltante [kgm]  
 Cs coeff. di sicurezza allo scorrimento  
 Cr coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	60,00	--	--	--	--	--	0	0	--	0,00
2	0,05	62,23	--	--	--	--	--	19	0	--	271,81
3	0,10	64,45	--	--	--	--	--	41	0	--	143,97
4	0,15	66,68	--	--	--	--	--	66	1	--	101,38
5	0,20	68,90	--	--	--	--	--	94	1	--	80,10
6	0,25	71,13	--	--	--	--	--	125	2	--	67,35
7	0,30	73,36	--	--	--	--	--	160	3	--	58,86
8	0,35	75,58	--	--	--	--	--	197	4	--	52,81
9	0,40	77,81	--	--	--	--	--	238	5	--	48,27
10	0,45	80,04	--	--	--	--	--	282	6	--	44,76
11	0,50	82,26	--	--	--	--	--	330	8	--	41,95
12	0,55	84,49	--	--	--	--	--	381	10	--	39,66
13	0,60	86,71	--	--	--	--	--	436	12	--	37,75
14	0,65	88,94	--	--	--	--	--	495	14	--	36,14
15	0,70	91,17	--	--	--	--	--	558	16	--	34,77
16	0,75	93,39	--	--	--	--	--	625	19	--	33,58
17	0,80	95,62	--	--	--	--	--	696	21	--	32,54
18	0,85	97,84	--	--	--	--	--	771	24	--	31,59
19	0,90	100,07	--	--	--	--	--	852	28	--	30,65
20	0,95	102,30	--	--	--	--	--	938	32	--	29,64
21	1,00	104,52	--	--	--	--	--	1029	36	--	28,56

**Stabilità globale muro + terreno****Combinazione n° 15**

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kg]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
 c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]  
 b larghezza della striscia espressa in [m]  
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

**Metodo di Fellenius**

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

**Cerchio critico**

Coordinate del centro X[m]= -1,41 Y[m]= 0,31

Raggio del cerchio R[m]= 2,81

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2,73

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,40

Larghezza della striscia dx[m]= 0,16

Coefficiente di sicurezza C= 1.82

Le strisce sono numerate da monte verso valle

**Caratteristiche delle strisce**

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	95,87	76.05	93,04	0,68	29.26	0,04	0,00
2	244,26	65.61	222,46	0,40	29.26	0,04	0,00
3	335,42	58.33	285,48	0,31	29.26	0,04	0,00

4	404,94	52,38	320,72	0,27	29,26	0,04	0,00
5	461,52	47,15	338,36	0,24	29,26	0,04	0,00
6	517,78	42,40	349,15	0,22	29,26	0,04	0,00
7	582,31	37,99	358,44	0,21	29,26	0,04	0,00
8	616,89	33,83	343,48	0,20	29,26	0,04	0,00
9	668,82	29,87	333,11	0,19	29,26	0,04	0,00
10	713,12	26,06	313,31	0,18	29,26	0,04	0,00
11	734,57	22,37	279,61	0,18	29,26	0,04	0,00
12	752,48	18,78	242,25	0,17	29,26	0,04	0,00
13	717,14	15,26	188,78	0,17	29,26	0,04	0,00
14	606,89	11,80	124,13	0,17	29,26	0,04	0,00
15	488,19	8,39	71,20	0,17	29,26	0,04	0,00
16	406,12	5,00	35,39	0,17	29,26	0,04	0,00
17	375,52	1,63	10,69	0,17	29,26	0,04	0,00
18	342,12	-1,73	-10,34	0,17	29,26	0,04	0,00
19	305,91	-5,10	-27,20	0,17	29,26	0,04	0,00
20	266,87	-8,49	-39,39	0,17	29,26	0,04	0,00
21	224,93	-11,91	-46,41	0,17	29,26	0,04	0,00
22	180,00	-15,37	-47,70	0,17	29,26	0,04	0,00
23	131,95	-18,89	-42,71	0,17	29,26	0,04	0,00
24	80,58	-22,48	-30,81	0,18	29,26	0,04	0,00
25	25,65	-26,18	-11,32	0,18	29,26	0,04	0,00

$\Sigma W_i = 10279,86$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 3653,69$  [kg]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 4986,90$  [kg]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 2192,07$  [kg]

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 16

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

### Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,41 Y[m]= 0,31

Raggio del cerchio R[m]= 2,81

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2,73

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,40

Larghezza della striscia dx[m]= 0,16

Coefficiente di sicurezza C= 1.84

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha$ (°)	W sin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	95,87	76,05	93,04	0,68	29,26	0,04	0,00
2	244,26	65,61	222,46	0,40	29,26	0,04	0,00
3	335,42	58,33	285,48	0,31	29,26	0,04	0,00
4	404,94	52,38	320,72	0,27	29,26	0,04	0,00
5	461,52	47,15	338,36	0,24	29,26	0,04	0,00
6	517,78	42,40	349,15	0,22	29,26	0,04	0,00
7	582,31	37,99	358,44	0,21	29,26	0,04	0,00
8	616,89	33,83	343,48	0,20	29,26	0,04	0,00
9	668,82	29,87	333,11	0,19	29,26	0,04	0,00
10	713,12	26,06	313,31	0,18	29,26	0,04	0,00
11	734,57	22,37	279,61	0,18	29,26	0,04	0,00
12	752,48	18,78	242,25	0,17	29,26	0,04	0,00
13	717,14	15,26	188,78	0,17	29,26	0,04	0,00
14	606,89	11,80	124,13	0,17	29,26	0,04	0,00
15	488,19	8,39	71,20	0,17	29,26	0,04	0,00
16	406,12	5,00	35,39	0,17	29,26	0,04	0,00
17	375,52	1,63	10,69	0,17	29,26	0,04	0,00
18	342,12	-1,73	-10,34	0,17	29,26	0,04	0,00
19	305,91	-5,10	-27,20	0,17	29,26	0,04	0,00
20	266,87	-8,49	-39,39	0,17	29,26	0,04	0,00

21	224,93	-11,91	-46,41	0,17	29,26	0,04	0,00
22	180,00	-15,37	-47,70	0,17	29,26	0,04	0,00
23	131,95	-18,89	-42,71	0,17	29,26	0,04	0,00
24	80,58	-22,48	-30,81	0,18	29,26	0,04	0,00
25	25,65	-26,18	-11,32	0,18	29,26	0,04	0,00

$\Sigma W_i = 10279,86$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 3653,69$  [kg]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 4986,90$  [kg]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 2192,07$  [kg]

#### COMBINAZIONE n° 17

##### Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	102,04	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	93,69	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	40,42	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,45	[m]	Y = -1,57	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	63,07	[°]		
Incremento sismico della spinta	54,00	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,45	[m]	Y = -1,57	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	61,51	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,45	[m]	Y = -1,80	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	787,50	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,23	[m]	Y = -0,50	[m]
Inerzia del muro	189,44	[kg]		
Inerzia verticale del muro	94,72	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	36,95	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	18,47	[kg]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	369,66	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	5000,09	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	5000,09	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	369,66	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,01	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]
Risultante in fondazione	5013,74	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	4,23	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-35,69	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	167902,31	[kg]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3248	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3440	[kg/cm <sup>2</sup> ]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46,12$	$N_q = 33,30$	$N_\gamma = 37,15$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,91$	$i_q = 0,91$	$i_\gamma = 0,77$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,21$	$d_q = 1,10$	$d_\gamma = 1,10$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 50,50$	$N'_q = 33,35$	$N'_\gamma = 31,67$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	5,83
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	33,58

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 17

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	60,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,05	62,23	61	0	3	0,47	0,01	--	--	21,31	--
3	0,10	64,45	124	-1	6	0,94	0,02	--	--	21,31	--
4	0,15	66,68	189	-3	9	1,40	0,02	--	--	21,31	--
5	0,20	68,90	257	-5	12	1,85	0,03	--	--	21,31	--
6	0,25	71,13	326	-8	15	2,31	0,04	--	--	21,31	--
7	0,30	73,36	398	-11	19	2,76	0,04	--	--	21,31	--
8	0,35	75,58	471	-15	22	3,20	0,05	--	--	21,31	--
9	0,40	77,81	547	-20	26	3,64	0,05	--	--	21,31	--
10	0,45	80,04	625	-26	29	4,08	0,05	--	--	21,31	--
11	0,50	82,26	705	-32	33	4,52	0,06	--	--	21,31	--
12	0,55	84,49	787	-39	37	4,95	0,06	--	--	21,31	--
13	0,60	86,71	871	-47	41	5,38	0,06	--	--	21,31	--
14	0,65	88,94	957	-56	45	5,81	0,07	--	--	21,31	--
15	0,70	91,17	1045	-65	49	6,24	0,07	--	--	21,31	--
16	0,75	93,39	1136	-76	53	6,66	0,07	--	--	21,31	--
17	0,80	95,62	1228	-87	58	7,08	0,07	--	--	21,31	--
18	0,85	97,84	1323	-99	62	7,50	0,07	--	--	21,31	--
19	0,90	100,07	1419	-112	67	7,92	0,07	--	--	21,31	--
20	0,95	102,30	1518	-126	71	8,33	0,08	--	--	21,31	--
21	1,00	104,52	1619	-142	76	8,74	0,08	--	--	21,31	--

COMBINAZIONE n° 18

Valore della spinta statica	102,04	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	93,69	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	40,42	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,45	[m]	Y = -1,57	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	63,07	[°]		
Incremento sismico della spinta	31,67	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,45	[m]	Y = -1,57	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	61,57	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,45	[m]	Y = -1,80	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	787,50	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,23	[m]	Y = -0,50	[m]
Inerzia del muro	189,44	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-94,72	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	36,95	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-18,47	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	349,15	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	4764,86	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	4764,86	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	349,15	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,01	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]
Risultante in fondazione	4777,63	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	4,19	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-24,13	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	168614,87	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3122	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3251	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 37.15$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,91$	$i_q = 0,91$	$i_\gamma = 0,77$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,21$	$d_q = 1,10$	$d_\gamma = 1,10$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 50.55$	$N'_q = 33.38$	$N'_\gamma = 31.75$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	5.89
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	35.39

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 18

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	60,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,05	62,23	61	0	3	0,47	0,01	--	--	21,31	--
3	0,10	64,45	124	-1	6	0,94	0,02	--	--	21,31	--
4	0,15	66,68	189	-3	9	1,40	0,02	--	--	21,31	--
5	0,20	68,90	257	-5	12	1,85	0,03	--	--	21,31	--
6	0,25	71,13	326	-8	15	2,31	0,04	--	--	21,31	--
7	0,30	73,36	398	-11	19	2,76	0,04	--	--	21,31	--
8	0,35	75,58	471	-15	22	3,20	0,05	--	--	21,31	--
9	0,40	77,81	547	-20	26	3,64	0,05	--	--	21,31	--
10	0,45	80,04	625	-26	29	4,08	0,05	--	--	21,31	--
11	0,50	82,26	705	-32	33	4,52	0,06	--	--	21,31	--
12	0,55	84,49	787	-39	37	4,95	0,06	--	--	21,31	--
13	0,60	86,71	871	-47	41	5,38	0,06	--	--	21,31	--
14	0,65	88,94	957	-56	45	5,81	0,07	--	--	21,31	--
15	0,70	91,17	1045	-65	49	6,24	0,07	--	--	21,31	--
16	0,75	93,39	1136	-76	53	6,66	0,07	--	--	21,31	--
17	0,80	95,62	1228	-87	58	7,08	0,07	--	--	21,31	--
18	0,85	97,84	1323	-99	62	7,50	0,07	--	--	21,31	--
19	0,90	100,07	1419	-112	67	7,92	0,07	--	--	21,31	--
20	0,95	102,30	1518	-126	71	8,33	0,08	--	--	21,31	--
21	1,00	104,52	1619	-142	76	8,74	0,08	--	--	21,31	--

COMBINAZIONE n° 19

Valore della spinta statica	274,05	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	259,06	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	89,40	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,45	[m]	Y = -1,46	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59,25	[°]		
Incremento sismico della spinta	78,63	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,45	[m]	Y = -1,46	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	57,50	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,45	[m]	Y = -1,80	[m]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	787,50	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,23	[m]	Y = -0,50	[m]
Inerzia del muro	189,44	[kg]		
Inerzia verticale del muro	94,72	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	36,95	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	18,47	[kg]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	559,77	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	5053,33	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	5053,33	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	559,77	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,00	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]
Risultante in fondazione	5084,24	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	6,32	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	4,47	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	68843,52	[kg]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3392	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3368	[kg/cm <sup>2</sup> ]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 28.42$	$N_q = 16.92$	$N_\gamma = 13.82$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,86$	$i_q = 0,86$	$i_\gamma = 0,61$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,18$	$d_q = 1,09$	$d_\gamma = 1,09$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 29.06$	$N'_q = 15.96$	$N'_\gamma = 9.27$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.12
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	13.62

**Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni****Combinazione n° 19**

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	60,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,05	62,23	61	0	3	0,47	0,01	--	--	21,31	--
3	0,10	64,45	124	-1	6	0,94	0,02	--	--	21,31	--
4	0,15	66,68	189	-3	9	1,40	0,02	--	--	21,31	--
5	0,20	68,90	257	-5	12	1,85	0,03	--	--	21,31	--
6	0,25	71,13	326	-8	15	2,31	0,04	--	--	21,31	--
7	0,30	73,36	398	-11	19	2,76	0,04	--	--	21,31	--
8	0,35	75,58	471	-15	22	3,20	0,05	--	--	21,31	--
9	0,40	77,81	547	-20	26	3,64	0,05	--	--	21,31	--
10	0,45	80,04	625	-26	29	4,08	0,05	--	--	21,31	--
11	0,50	82,26	705	-32	33	4,52	0,06	--	--	21,31	--
12	0,55	84,49	787	-39	37	4,95	0,06	--	--	21,31	--
13	0,60	86,71	871	-47	41	5,38	0,06	--	--	21,31	--
14	0,65	88,94	957	-56	45	5,81	0,07	--	--	21,31	--
15	0,70	91,17	1045	-65	49	6,24	0,07	--	--	21,31	--
16	0,75	93,39	1136	-76	53	6,66	0,07	--	--	21,31	--
17	0,80	95,62	1228	-87	58	7,08	0,07	--	--	21,18	--
18	0,85	97,84	1323	-99	65	7,50	0,07	--	--	20,50	--
19	0,90	100,07	1419	-112	74	7,90	0,07	--	--	19,28	--

20	0,95	102,30	1518	-126	85	8,28	0,08	--	--	17,79	--
21	1,00	104,52	1619	-140	99	8,64	0,08	--	--	16,30	--

COMBINAZIONE n° 20

Valore della spinta statica	274,05	[kg]									
Componente orizzontale della spinta statica	259,06	[kg]									
Componente verticale della spinta statica	89,40	[kg]									
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,45	[m]	Y = -1,46	[m]							
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]									
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59,25	[°]									
Incremento sismico della spinta	44,38	[kg]									
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,45	[m]	Y = -1,46	[m]							
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	57,56	[°]									
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,45	[m]	Y = -1,80	[m]							
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	787,50	[kg]									
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,23	[m]	Y = -0,50	[m]							
Inerzia del muro	189,44	[kg]									
Inerzia verticale del muro	-94,72	[kg]									
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	36,95	[kg]									
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-18,47	[kg]									

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	527,39	[kg]									
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	4815,78	[kg]									
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	4815,78	[kg]									
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	527,39	[kg]									
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,00	[m]									
Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]									
Risultante in fondazione	4844,57	[kg]									
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	6,25	[°]									
Momento rispetto al baricentro della fondazione	11,56	[kgm]									
Carico ultimo della fondazione	68902,70	[kg]									

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]									
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3252	[kg/cm <sup>2</sup> ]									
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3190	[kg/cm <sup>2</sup> ]									

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 28.42$	$N_q = 16.92$	$N_\gamma = 13.82$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,87$	$i_q = 0,87$	$i_\gamma = 0,62$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,18$	$d_q = 1,09$	$d_\gamma = 1,09$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 29.11$	$N'_q = 15.99$	$N'_\gamma = 9.33$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.15
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	14.31

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 20

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	60,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,05	62,23	61	0	3	0,47	0,01	--	--	21,31	--
3	0,10	64,45	124	-1	6	0,94	0,02	--	--	21,31	--
4	0,15	66,68	189	-3	9	1,40	0,02	--	--	21,31	--
5	0,20	68,90	257	-5	12	1,85	0,03	--	--	21,31	--
6	0,25	71,13	326	-8	15	2,31	0,04	--	--	21,31	--
7	0,30	73,36	398	-11	19	2,76	0,04	--	--	21,31	--
8	0,35	75,58	471	-15	22	3,20	0,05	--	--	21,31	--
9	0,40	77,81	547	-20	26	3,64	0,05	--	--	21,31	--
10	0,45	80,04	625	-26	29	4,08	0,05	--	--	21,31	--
11	0,50	82,26	705	-32	33	4,52	0,06	--	--	21,31	--
12	0,55	84,49	787	-39	37	4,95	0,06	--	--	21,31	--
13	0,60	86,71	871	-47	41	5,38	0,06	--	--	21,31	--
14	0,65	88,94	957	-56	45	5,81	0,07	--	--	21,31	--
15	0,70	91,17	1045	-65	49	6,24	0,07	--	--	21,31	--
16	0,75	93,39	1136	-76	53	6,66	0,07	--	--	21,31	--
17	0,80	95,62	1228	-87	58	7,08	0,07	--	--	21,21	--
18	0,85	97,84	1323	-99	64	7,50	0,07	--	--	20,69	--
19	0,90	100,07	1419	-112	72	7,90	0,07	--	--	19,74	--
20	0,95	102,30	1518	-126	82	8,29	0,08	--	--	18,53	--
21	1,00	104,52	1619	-140	94	8,66	0,08	--	--	17,29	--

COMBINAZIONE n° 21

Valore della spinta statica	274,05	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	259,06	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	89,40	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,45	[m]	Y = -1,46	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59,25	[°]		
Incremento sismico della spinta	44,38	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,45	[m]	Y = -1,46	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	57,56	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,45	[m]	Y = -1,80	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	787,50	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,23	[m]	Y = -0,50	[m]
Inerzia del muro	189,44	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-94,72	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	36,95	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-18,47	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	527,39	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	4815,78	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	381,83	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	3970,61	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	4815,78	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	527,39	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,00	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]
Risultante in fondazione	4844,57	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	6,25	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	11,56	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	10.40
------------------------------------------	-------

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 21

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	60,00	--	--	--	--	--	0	0	--	0,00
2	0,05	62,23	--	--	--	--	--	19	0	--	271,81
3	0,10	64,45	--	--	--	--	--	41	0	--	143,97
4	0,15	66,68	--	--	--	--	--	66	1	--	101,38
5	0,20	68,90	--	--	--	--	--	94	1	--	80,10
6	0,25	71,13	--	--	--	--	--	125	2	--	67,35
7	0,30	73,36	--	--	--	--	--	160	3	--	58,86
8	0,35	75,58	--	--	--	--	--	197	4	--	52,81
9	0,40	77,81	--	--	--	--	--	238	5	--	48,27
10	0,45	80,04	--	--	--	--	--	282	6	--	44,76
11	0,50	82,26	--	--	--	--	--	330	8	--	41,95
12	0,55	84,49	--	--	--	--	--	381	10	--	39,66
13	0,60	86,71	--	--	--	--	--	436	12	--	37,75
14	0,65	88,94	--	--	--	--	--	495	14	--	36,14
15	0,70	91,17	--	--	--	--	--	558	16	--	34,77
16	0,75	93,39	--	--	--	--	--	625	19	--	33,58
17	0,80	95,62	--	--	--	--	--	696	21	--	32,54
18	0,85	97,84	--	--	--	--	--	771	24	--	31,59
19	0,90	100,07	--	--	--	--	--	852	28	--	30,65
20	0,95	102,30	--	--	--	--	--	938	32	--	29,64
21	1,00	104,52	--	--	--	--	--	1029	36	--	28,56

COMBINAZIONE n° 22

Valore della spinta statica	274,05	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	259,06	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	89,40	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,45	[m]	Y = -1,46	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59,25	[°]		
Incremento sismico della spinta	78,63	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,45	[m]	Y = -1,46	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	57,50	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,45	[m]	Y = -1,80	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	787,50	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,23	[m]	Y = -0,50	[m]
Inerzia del muro	189,44	[kg]		
Inerzia verticale del muro	94,72	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	36,95	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	18,47	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	559,77	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	5053,33	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	303,35	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	4076,82	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	5053,33	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	559,77	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,00	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]
Risultante in fondazione	5084,24	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	6,32	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	4,47	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	13,44
------------------------------------------	-------

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

## Combinazione n° 22

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	60,00	--	--	--	--	--	0	0	--	0,00
2	0,05	62,23	--	--	--	--	--	19	0	--	271,81
3	0,10	64,45	--	--	--	--	--	41	0	--	143,97
4	0,15	66,68	--	--	--	--	--	66	1	--	101,38
5	0,20	68,90	--	--	--	--	--	94	1	--	80,10
6	0,25	71,13	--	--	--	--	--	125	2	--	67,35
7	0,30	73,36	--	--	--	--	--	160	3	--	58,86
8	0,35	75,58	--	--	--	--	--	197	4	--	52,81
9	0,40	77,81	--	--	--	--	--	238	5	--	48,27
10	0,45	80,04	--	--	--	--	--	282	6	--	44,76
11	0,50	82,26	--	--	--	--	--	330	8	--	41,95
12	0,55	84,49	--	--	--	--	--	381	10	--	39,66
13	0,60	86,71	--	--	--	--	--	436	12	--	37,75
14	0,65	88,94	--	--	--	--	--	495	14	--	36,14
15	0,70	91,17	--	--	--	--	--	558	16	--	34,77
16	0,75	93,39	--	--	--	--	--	625	19	--	33,58
17	0,80	95,62	--	--	--	--	--	696	21	--	32,54
18	0,85	97,84	--	--	--	--	--	771	24	--	31,58
19	0,90	100,07	--	--	--	--	--	853	28	--	30,59
20	0,95	102,30	--	--	--	--	--	939	32	--	29,50
21	1,00	104,52	--	--	--	--	--	1031	36	--	28,28

## Stabilità globale muro + terreno

## Combinazione n° 23

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,41 Y[m]= 0,31

Raggio del cerchio R[m]= 2,81

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2,73

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,40

Larghezza della striscia dx[m]= 0,16

Coefficiente di sicurezza C= 1.82

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	95,87	76.05	93,04	0,68	29,26	0,04	0,00
2	244,26	65.61	222,46	0,40	29,26	0,04	0,00
3	335,42	58.33	285,48	0,31	29,26	0,04	0,00
4	404,94	52.38	320,72	0,27	29,26	0,04	0,00
5	461,52	47.15	338,36	0,24	29,26	0,04	0,00
6	517,78	42.40	349,15	0,22	29,26	0,04	0,00
7	582,31	37.99	358,44	0,21	29,26	0,04	0,00
8	616,89	33.83	343,48	0,20	29,26	0,04	0,00

9	668,82	29,87	333,11	0,19	29,26	0,04	0,00
10	713,12	26,06	313,31	0,18	29,26	0,04	0,00
11	734,57	22,37	279,61	0,18	29,26	0,04	0,00
12	752,48	18,78	242,25	0,17	29,26	0,04	0,00
13	717,14	15,26	188,78	0,17	29,26	0,04	0,00
14	606,89	11,80	124,13	0,17	29,26	0,04	0,00
15	488,19	8,39	71,20	0,17	29,26	0,04	0,00
16	406,12	5,00	35,39	0,17	29,26	0,04	0,00
17	375,52	1,63	10,69	0,17	29,26	0,04	0,00
18	342,12	-1,73	-10,34	0,17	29,26	0,04	0,00
19	305,91	-5,10	-27,20	0,17	29,26	0,04	0,00
20	266,87	-8,49	-39,39	0,17	29,26	0,04	0,00
21	224,93	-11,91	-46,41	0,17	29,26	0,04	0,00
22	180,00	-15,37	-47,70	0,17	29,26	0,04	0,00
23	131,95	-18,89	-42,71	0,17	29,26	0,04	0,00
24	80,58	-22,48	-30,81	0,18	29,26	0,04	0,00
25	25,65	-26,18	-11,32	0,18	29,26	0,04	0,00

$\Sigma W_i = 10279,86$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 3653,69$  [kg]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 4986,90$  [kg]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 2192,07$  [kg]

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 24

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

### Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,41 Y[m]= 0,31

Raggio del cerchio R[m]= 2,81

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2,73

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,40

Larghezza della striscia dx[m]= 0,16

Coefficiente di sicurezza C= 1.84

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha$ (°)	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	95,87	76,05	93,04	0,68	29,26	0,04	0,00
2	244,26	65,61	222,46	0,40	29,26	0,04	0,00
3	335,42	58,33	285,48	0,31	29,26	0,04	0,00
4	404,94	52,38	320,72	0,27	29,26	0,04	0,00
5	461,52	47,15	338,36	0,24	29,26	0,04	0,00
6	517,78	42,40	349,15	0,22	29,26	0,04	0,00
7	582,31	37,99	358,44	0,21	29,26	0,04	0,00
8	616,89	33,83	343,48	0,20	29,26	0,04	0,00
9	668,82	29,87	333,11	0,19	29,26	0,04	0,00
10	713,12	26,06	313,31	0,18	29,26	0,04	0,00
11	734,57	22,37	279,61	0,18	29,26	0,04	0,00
12	752,48	18,78	242,25	0,17	29,26	0,04	0,00
13	717,14	15,26	188,78	0,17	29,26	0,04	0,00
14	606,89	11,80	124,13	0,17	29,26	0,04	0,00
15	488,19	8,39	71,20	0,17	29,26	0,04	0,00
16	406,12	5,00	35,39	0,17	29,26	0,04	0,00
17	375,52	1,63	10,69	0,17	29,26	0,04	0,00
18	342,12	-1,73	-10,34	0,17	29,26	0,04	0,00
19	305,91	-5,10	-27,20	0,17	29,26	0,04	0,00
20	266,87	-8,49	-39,39	0,17	29,26	0,04	0,00
21	224,93	-11,91	-46,41	0,17	29,26	0,04	0,00
22	180,00	-15,37	-47,70	0,17	29,26	0,04	0,00
23	131,95	-18,89	-42,71	0,17	29,26	0,04	0,00
24	80,58	-22,48	-30,81	0,18	29,26	0,04	0,00
25	25,65	-26,18	-11,32	0,18	29,26	0,04	0,00

$\Sigma W_i = 10279,86$  [kg]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 3653,69$  [kg]  
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 4986,90$  [kg]  
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 2192,07$  [kg]

**COMBINAZIONE n° 25**

Valore della spinta statica	102,04	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	93,69	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	40,42	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,45	[m]	Y = -1,57	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	63,07	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,45	[m]	Y = -1,80	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	787,50	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,23	[m]	Y = -0,50	[m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	93,69	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	4865,51	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	4865,51	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	93,69	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,04	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]
Risultante in fondazione	4866,41	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	1,10	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-216,24	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	179386,40	[kg]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2674	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3834	[kg/cm <sup>2</sup> ]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 37.15$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,98$	$i_q = 0,98$	$i_\gamma = 0,94$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,21$	$d_q = 1,10$	$d_\gamma = 1,10$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 54.25$	$N'_q = 35.82$	$N'_\gamma = 38.43$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	22.40
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	36.87

**Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni****Combinazione n° 25**

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	60,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,05	62,23	61	0	0	0,59	0,01	--	--	99,90	--
3	0,10	64,45	124	-1	0	1,17	0,02	--	--	99,90	--
4	0,15	66,68	189	-3	0	1,74	0,02	--	--	99,90	--
5	0,20	68,90	257	-6	0	2,31	0,03	--	--	99,90	--

6	0,25	71,13	326	-9	0	2,88	0,03	--	--	99,90	--
7	0,30	73,36	398	-14	0	3,44	0,04	--	--	99,90	--
8	0,35	75,58	471	-19	0	3,99	0,04	--	--	99,90	--
9	0,40	77,81	547	-25	0	4,54	0,05	--	--	99,90	--
10	0,45	80,04	625	-32	0	5,09	0,05	--	--	99,90	--
11	0,50	82,26	705	-40	0	5,64	0,05	--	--	99,90	--
12	0,55	84,49	787	-49	0	6,17	0,05	--	--	99,90	--
13	0,60	86,71	871	-58	0	6,71	0,05	--	--	99,90	--
14	0,65	88,94	957	-69	0	7,24	0,06	--	--	99,90	--
15	0,70	91,17	1045	-81	0	7,77	0,06	--	--	99,90	--
16	0,75	93,39	1136	-94	0	8,30	0,06	--	--	99,90	--
17	0,80	95,62	1228	-108	0	8,82	0,06	--	--	99,90	--
18	0,85	97,84	1323	-124	0	9,34	0,06	--	--	99,90	--
19	0,90	100,07	1419	-140	0	9,86	0,06	--	--	99,90	--
20	0,95	102,30	1518	-157	0	10,37	0,06	--	--	99,90	--
21	1,00	104,52	1619	-176	0	10,89	0,06	--	--	99,90	--

**COMBINAZIONE n° 26**

Valore della spinta statica	102,04	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	93,69	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	40,42	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,45	[m]	Y = -1,57	[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	63,07	[°]			
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,45	[m]	Y = -1,80	[m]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	787,50	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,23	[m]	Y = -0,50	[m]	

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	93,69	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	4865,51	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	4865,51	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	93,69	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,04	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]
Risultante in fondazione	4866,41	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	1,10	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-216,24	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	179386,40	[kg]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2674	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3834	[kg/cm <sup>2</sup> ]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 37.15$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,98$	$i_q = 0,98$	$i_\gamma = 0,94$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,21$	$d_q = 1,10$	$d_\gamma = 1,10$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.	$N'_c = 54.25$	$N'_q = 35.82$	$N'_\gamma = 38.43$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	22.40
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	36.87

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 26

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	60,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,05	62,23	61	0	0	0,59	0,01	--	--	99,90	--
3	0,10	64,45	124	-1	0	1,17	0,02	--	--	99,90	--
4	0,15	66,68	189	-3	0	1,74	0,02	--	--	99,90	--
5	0,20	68,90	257	-6	0	2,31	0,03	--	--	99,90	--
6	0,25	71,13	326	-9	0	2,88	0,03	--	--	99,90	--
7	0,30	73,36	398	-14	0	3,44	0,04	--	--	99,90	--
8	0,35	75,58	471	-19	0	3,99	0,04	--	--	99,90	--
9	0,40	77,81	547	-25	0	4,54	0,05	--	--	99,90	--
10	0,45	80,04	625	-32	0	5,09	0,05	--	--	99,90	--
11	0,50	82,26	705	-40	0	5,64	0,05	--	--	99,90	--
12	0,55	84,49	787	-49	0	6,17	0,05	--	--	99,90	--
13	0,60	86,71	871	-58	0	6,71	0,05	--	--	99,90	--
14	0,65	88,94	957	-69	0	7,24	0,06	--	--	99,90	--
15	0,70	91,17	1045	-81	0	7,77	0,06	--	--	99,90	--
16	0,75	93,39	1136	-94	0	8,30	0,06	--	--	99,90	--
17	0,80	95,62	1228	-108	0	8,82	0,06	--	--	99,90	--
18	0,85	97,84	1323	-124	0	9,34	0,06	--	--	99,90	--
19	0,90	100,07	1419	-140	0	9,86	0,06	--	--	99,90	--
20	0,95	102,30	1518	-157	0	10,37	0,06	--	--	99,90	--
21	1,00	104,52	1619	-176	0	10,89	0,06	--	--	99,90	--

COMBINAZIONE n° 27

Valore della spinta statica	102,04	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	93,69	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	40,42	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,45	[m]	Y = -1,57	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	63,07	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,45	[m]	Y = -1,80	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	787,50	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,23	[m]	Y = -0,50	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	93,69	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	4865,51	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	4865,51	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	93,69	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,04	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]
Risultante in fondazione	4866,41	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	1,10	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-216,24	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	179386,40	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2674	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3834	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 37.15$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,98$	$i_q = 0,98$	$i_\gamma = 0,94$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,21$	$d_q = 1,10$	$d_\gamma = 1,10$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 54.25$	$N'_q = 35.82$	$N'_\gamma = 38.43$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	22.40
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	36.87

**Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni****Combinazione n° 27**

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	sfuerzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sfuerzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	60,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,05	62,23	61	0	0	0,59	0,01	--	--	99,90	--
3	0,10	64,45	124	-1	0	1,17	0,02	--	--	99,90	--
4	0,15	66,68	189	-3	0	1,74	0,02	--	--	99,90	--
5	0,20	68,90	257	-6	0	2,31	0,03	--	--	99,90	--
6	0,25	71,13	326	-9	0	2,88	0,03	--	--	99,90	--
7	0,30	73,36	398	-14	0	3,44	0,04	--	--	99,90	--
8	0,35	75,58	471	-19	0	3,99	0,04	--	--	99,90	--
9	0,40	77,81	547	-25	0	4,54	0,05	--	--	99,90	--
10	0,45	80,04	625	-32	0	5,09	0,05	--	--	99,90	--
11	0,50	82,26	705	-40	0	5,64	0,05	--	--	99,90	--
12	0,55	84,49	787	-49	0	6,17	0,05	--	--	99,90	--
13	0,60	86,71	871	-58	0	6,71	0,05	--	--	99,90	--
14	0,65	88,94	957	-69	0	7,24	0,06	--	--	99,90	--
15	0,70	91,17	1045	-81	0	7,77	0,06	--	--	99,90	--
16	0,75	93,39	1136	-94	0	8,30	0,06	--	--	99,90	--
17	0,80	95,62	1228	-108	0	8,82	0,06	--	--	99,90	--
18	0,85	97,84	1323	-124	0	9,34	0,06	--	--	99,90	--
19	0,90	100,07	1419	-140	0	9,86	0,06	--	--	99,90	--
20	0,95	102,30	1518	-157	0	10,37	0,06	--	--	99,90	--
21	1,00	104,52	1619	-176	0	10,89	0,06	--	--	99,90	--

## Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (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 14/01/2008.

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	10.10
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	TEKNO S.R.L.
Licenza	AIU3379LU

#### 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  
( )

---

## **INTERVENTO 1B – 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 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)
- Circolare 617 del 02/02/2009  
Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

### **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 controspinta 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 controspinta 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, controspinta, 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<sub>am</sub>**     diagramma della spinta attiva agente da monte
- K<sub>av</sub>**     diagramma della spinta attiva agente da valle sulla parte interrata
- K<sub>pm</sub>**     diagramma della spinta passiva agente da monte
- K<sub>pV</sub>**     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 delle 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  $\rho$  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 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 1/3 dell'altezza della parete stessa (diagramma triangolare con vertice in alto).

### Tiranti di ancoraggio

Le paratie possono essere tirantate, con tiranti attivi o con tiranti passivi, realizzati entrambi tramite perforazione e iniezione del foro con malta in pressione previa sistemazione delle armature opportune.

I tiranti attivi, contrariamente ai tiranti passivi, sono sottoposti ad uno sforzo di pretensione prendendo il contrasto sulla struttura stessa. Il tiro finale sul tirante attivo dipende sia dalla pretensione che dalla deformazione della struttura oltre che dalle cadute di tensione. Nel caso di tiranti passivi il tiro dipende unicamente dalla deformabilità della struttura. L'armatura dei tiranti attivi è costituita da trefoli ad alta resistenza (trefoli per c.a.p.), viceversa i tiranti passivi possono essere armati con trefoli o con tondini  $\phi$ , in alcuni casi, con profilati tubolari.

La capacità di resistenza dei tiranti è legata all'attrito e all'aderenza fra superficie del tirante e terreno.

#### Calcolo della lunghezza di ancoraggio

La lunghezza di ancoraggio (fondazione) del tirante si calcola determinando la lunghezza massima atta a soddisfare le tre seguenti condizioni:

1. Lunghezza necessaria per garantire l'equilibrio fra tensione tangenziale che si sviluppa fra la superficie laterale del tirante ed il terreno e lo sforzo applicato al tirante;
2. Lunghezza necessaria a garantire l'aderenza malta-armatura;
3. Lunghezza necessaria a garantire la resistenza della malta.

Siano  $N$  lo sforzo nel tirante,  $\delta$  l'angolo d'attrito tirante-terreno,  $c_a$  l'adesione tirante-terreno,  $\gamma$  il peso di volume del terreno,  $D$  ed  $L_f$  il diametro e la lunghezza di ancoraggio (o lunghezza efficace) del tirante ed  $H$  la profondità media al di sotto del piano campagna abbiamo la relazione

$$N = \pi D L_f \gamma H K_s \operatorname{tg} \delta + \pi D L_f c_a$$

da cui si ricava la lunghezza di ancoraggio  $L_f$

$$L_f = \frac{N}{\pi D \gamma H K_s \operatorname{tg} \delta + \pi D c_a}$$

$K_s$  rappresenta il coefficiente di spinta che si assume pari al coefficiente di spinta a riposo

$$K_s = K_0 = 1 - \sin \phi$$

Per quanto riguarda la seconda condizione, la lunghezza necessaria atta a garantire l'aderenza malta-armatura è data dalla relazione

$$L_f = \frac{N}{\pi d \tau_{c0} \omega}$$

dove  $d$  è la somma dei diametri dei trefoli disposti nel tirante,  $\tau_{c0}$  è la resistenza tangenziale limite della malta ed  $\omega$  è un coefficiente correttivo dipendente dal numero di trefoli ( $\omega = 1 - 0.075 [n \text{ trefoli} - 1]$ ).

Per quanto riguarda la verifica della terza condizione si impone che la tensione tangenziale limite tirante-terreno non possa superare la tensione tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo  $f_{1,td}$ .

Alla lunghezza efficace determinata prendendo il massimo valore di  $L_f$  si deve aggiungere la lunghezza di franco  $L$  che rappresenta la lunghezza del tratto compreso fra la paratia e la superficie di ancoraggio.

La lunghezza totale del tirante sarà quindi data da

$$L_t = L_f + L$$

Nel caso di tiranti attivi, cioè tiranti soggetti ad uno stato di pretensione, bisogna considerare le cadute di tensione. A tale scopo è stato introdotto il coefficiente di caduta di tensione,  $\beta$ , che rappresenta il rapporto fra lo sforzo  $N_0$  al momento del tiro e lo sforzo  $N$  in esercizio

$$\beta = N_0 / N$$

### 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,  $A_f$  l'area di armatura nel tirante ed  $E_s$  il modulo elastico dell'acciaio è inserito un elemento di lunghezza pari ad  $L$ , area  $A_f$ , 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). Indicato 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 riassembleta 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 riassetto 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.

Il coefficiente di sicurezza fornito da Fellenius si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i \left( \frac{c_i b_i}{\cos \alpha_i} + [W_i \cos \alpha_i - u_i l_i] \operatorname{tg} \phi_i \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove  $n$  è il numero delle strisce considerate,  $b_i$  e  $\alpha_i$  sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia  $i$ -esima rispetto all'orizzontale,  $W_i$  è il peso della striscia  $i$ -esima e  $c_i$  e  $\phi_i$  sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia. Inoltre  $u_i$  ed  $l_i$  rappresentano la pressione neutra lungo la base della striscia e la lunghezza della base della striscia ( $l_i = b_i / \cos \alpha_i$ ). Quindi, assunto un cerchio di tentativo si suddivide in  $n$  strisce e dalla formula precedente si ricava  $\eta$ . Questo procedimento è eseguito per il numero di centri prefissato e è assunto come coefficiente di sicurezza della scarpata il minimo dei coefficienti così determinati.

## **Dati**

### Geometria paratia

Tipo paratia: **Paratia di micropali**

Altezza fuori terra	3,50	[m]
Profondità di infissione	11,50	[m]
Altezza totale della paratia	15,00	[m]
Lunghezza paratia	15,00	[m]
Numero di file di micropali	1	
Interasse fra i micropali della fila	2,00	[m]
Diametro dei micropali	22,00	[cm]
Numero totale di micropali	7	
Numero di micropali per metro lineare	0,47	
Diametro esterno del tubolare	193,70	[mm]
Spessore del tubolare	10,00	[mm]

### Geometria cordoli

*Simbologia adottata*

$n^\circ$	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 [cm <sup>2</sup> ]
$W$	Modulo di resistenza della sezione del cordolo espresso in [cm <sup>3</sup> ]

N°	Y	Tipo	B	H	A	W
	[m]		[cm]	[cm]	[cmq]	[cm^3]
1	0,00	Calcestruzzo	150,00	80,00	--	--

### 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	6,00	0,00	0.00
3	10,00	4,00	45.00
4	30,00	4,00	0.00

#### Profilo di valle

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	-30,00	-25,00	0.00
2	0,00	-3,50	0.00

### Descrizione terreni

#### Simbologia adottata

n° numero d'ordine

Descrizione Descrizione del terreno

$\gamma$  peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]

$\gamma_s$  peso di volume saturo del terreno espresso [kg/mc]

$\phi$  angolo d'attrito interno del terreno espresso in [°]

$\delta$  angolo d'attrito terreno/paratia espresso in [°]

c coesione del terreno espressa in [kPa]

N°	Descrizione	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi$	$\delta$	c
		[kg/mc]	[kg/mc]	[°]	[°]	[kPa]
1	Coltre detritica	1750,0	1900,0	35.00	23.33	12,0
2	Roccia	2300,0	2500,0	45.00	30.00	50,0

### Parametri per il calcolo dei tiranti secondo il metodo di Bustamante-Doix

#### Simbologia adottata

$\alpha_{min}$ ,  $\alpha_{med}$  coeff. di espansione laterale minimo e medio del tirante nello strato

$f_{s_{min}}$ ,  $f_{s_{med}}$  tensione tangenziale minima e media lungo il tirante espresso in [kPa]

N°	Descrizione	$\alpha_{min}$	$f_{s_{min}}$	$\alpha_{med}$	$f_{s_{med}}$
1	Coltre detritica	1.20	3.49	1.20	3.49
2	Roccia	1.20	3.49	1.20	3.49

### 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<sup>2</sup>/cm

$\alpha$  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	$\alpha_M$	$\alpha_V$	Kw	Terreno M	Terreno V
	[m]	[°]	[°]	kg/cmq/cm		
1	3,00	0.00	0.00	1.00	Coltre detritica	Coltre detritica
2	3,00	0.00	0.00	5.20	Roccia	Roccia
3	3,00	0.00	0.00	7.81	Roccia	Roccia
4	3,00	0.00	0.00	10.41	Roccia	Roccia
5	3,00	0.00	0.00	13.01	Roccia	Roccia
6	3,00	0.00	0.00	15.61	Roccia	Roccia
7	3,00	0.00	0.00	18.21	Roccia	Roccia
8	3,00	0.00	0.00	20.82	Roccia	Roccia

### Caratteristiche materiali utilizzati

**Calcestruzzo**

Peso specifico	2500	[kg/mc]
Classe di Resistenza	C20/25	
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	25000	[kPa]
Tensione di progetto a compressione $\sigma_c$	8457	[kPa]
Tensione tangenziale ammissibile $\tau_{c0}$	529	[kPa]
Tensione tangenziale ammissibile $\tau_{c1}$	1667	[kPa]

**Acciaio**

Tipo	S 355	
Tensione di snervamento $f_{yk}$	355000	[kPa]

**Caratteristiche acciaio cordoli in c.a.**

Tipo	B450C	
Tensione di snervamento $f_{yk}$	450000	[kPa]

**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

$F_x$	Forza orizzontale espressa in [kg], positiva da monte verso valle
$F_y$	Forza verticale espressa in [kg], positiva verso il basso
M	Momento espresso in [kgm], positivo ribaltante
$Q_l, Q_f$	Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kg/mq]
$V_l, V_s$	Intensità dei carichi distribuiti sulla paratia espresse in [kg/mq], positivi da monte verso valle
R	Risultante carico distribuito sulla paratia espressa in [kg]

Condizione n° 1					
Carico distribuito sul profilo	$X_l = 3,50$	$X_r = 5,50$	$Q_l = 2000$	$Q_r = 2000$	
Carico concentrato sulla paratia	$Y=0,00$	$F_x=0$	$F_y=4924$	$M=0$	

**Caratteristiche tiranti di ancoraggio**

Tipologia tiranti n° 1 - Tirante passivo (tubolare)

Calcolo tiranti: VERIFICA

Per il calcolo dei tiranti è stato utilizzato il metodo di BUSTAMANTE-DOIX

**Tiranti passivi armati con tubolare****Malta utilizzata per i tiranti**

Classe di Resistenza	Rck 250	
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	24517	[kPa]

**Acciaio utilizzato per i tiranti**

Tipo	S 355	
Tensione di snervamento $f_{yk}$	355000	[kPa]

**Descrizione tiranti di ancoraggio (Armatura tondini)***Simbologia adottata**Simbologia adottata - Caratteristiche geometriche*

N	numero d'ordine della fila
Y	ordinata della fila espressa in [m] misurata dalla testa della paratia
I	interasse tra le file di tiranti espressa in [m]
alfa	inclinazione dei tiranti della fila rispetto all'orizzontale espressa in [°]
D	diametro della perforazione espresso in [cm]
Cesp	coeff. di espansione laterale
ALL	allineamento dei tiranti della fila (CENTRATI o SFALSATI)
nr	numero di tiranti della fila
Lt	lunghezza totale del tirante espresso in [m]
Lf	lunghezza di fondazione del tirante espresso in [m]

*Simbologia adottata - Caratteristiche armatura e di interazione con il terreno*

N	numero d'ordine della fila
Dt	diametro esterno del tubolare espresso in [mm]
St	spessore del tubolare espresso in [mm]

**Caratteristiche geometriche**

N	Y	I	Alfa	D	Cesp	ALL	nr	Lt	Lf
	[m]	[m]		[cm]				[m]	[m]
1	0,40	2,00	70,00	22,00	1,00	Sfalsati	8	10,00	7,81

**Caratteristiche armatura e di interazione con il terreno**

N	Dt [mm]	St [mm]
1	193,70	10,00

**Combinazioni di carico**

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

Combinazione n° 1 [A1-M1]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.30	
Condizione 1 (Carico scogliera)	1.30	1.00

Combinazione n° 2 [A1-M1]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Carico scogliera / sisma V+)	1.00	1.00

Combinazione n° 3 [A2-M2]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Carico scogliera)	1.00	1.00

Combinazione n° 4 [A2-M2]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Carico scogliera / sisma V+)	1.00	1.00

Combinazione n° 5 [SLER]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Carico scogliera)	1.00	1.00

Combinazione n° 6 [SLEF]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Carico scogliera)	1.00	1.00

Combinazione n° 7 [SLEQ]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Carico scogliera)	1.00	1.00

**Impostazioni di progetto**

Spinte e verifiche secondo :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

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

Carichi	Effetto		Statici		Sismici	
			A1	A2	A1	A2
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.30	1.00	1.00	1.00
Permanenti ns	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Permanenti ns	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.50	1.30	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Ofav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Osfav}$	1.50	1.30	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	$\gamma_{Ofav}$	0.00	0.00	0.00	0.00

Carichi	Effetto		Statici		Sismici	
			A1	A2	A1	A2
Variabili da traffico	Sfavorevole	$\gamma_{0stf}$	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	1.25
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.00	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00	1.00	1.00

**TIRANTI DI ANCORAGGIO**Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche dei tiranti**Resistenza**

Laterale

 $\gamma_{st}$ **Tiranti**

1,20

Coefficienti di riduzione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei tiranti.

Numero di verticali indagate

1

 $\xi_3=1,80$  $\xi_4=1,80$ 

Verifica materiali : Stato Limite Ultimo

**Impostazioni verifiche SLE**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 - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd} = [0.18 \cdot k \cdot (100.0 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d > (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

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

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

con:

d	altezza utile sezione [mm]
$b_w$	larghezza minima sezione [mm]
$\sigma_{cp}$	tensione media di compressione [N/mm <sup>2</sup> ]
$\rho_l$	rapporto geometrico di armatura
$A_{sw}$	area armatura trasversale [mm <sup>2</sup> ]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
$\alpha_c$	coefficiente maggiorativo, funzione di fcd e $\sigma_{cp}$

$$f_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2}$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

**Impostazioni verifiche SLE**

Condizioni ambientali	Molto aggressive
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 - I° 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 passiva

Influenza  $\delta$  (angolo di attrito terreno-paratia): Nel calcolo del coefficiente di spinta attiva  $K_a$  e nell'inclinazione della spinta attiva (non viene considerato per la spinta passiva)

Stabilità globale: Metodo di Fellenius

## Impostazioni analisi sismica

### Identificazione del sito

Latitudine 44.792674  
 Longitudine 7.207362  
 Comune Rorà  
 Provincia Torino  
 Regione Piemonte

Punti di interpolazione del reticolo 14896 - 14674 - 14673 - 14895

### 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/Fase

	SLU	SLE
Accelerazione al suolo [m/s <sup>2</sup> ]	1.323	0.531
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F <sub>0</sub>	2.475	2.432
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante Tc*	0.267	0.227
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.200	1.200
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.000	1.000
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo ( $\alpha$ )	1.000	1.000
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza Us [m]	0.050	0.050
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo ( $\beta$ )	0.480	0.480
Coefficiente di intensità sismica (percento)	7.766	3.120
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale (kv)	0.00	

Influenza sisma nella spinta attiva da monte

Forma diagramma incremento sismico : Triangolare con vertice in alto.

## 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]

$\sigma_{am}$	sigma attiva da monte
$\sigma_{av}$	sigma attiva da valle
$\sigma_{pm}$	sigma passiva da monte
$\sigma_{pv}$	sigma passiva da valle
$\delta_a$	inclinazione spinta attiva espressa in [°]
$\delta_p$	inclinazione spinta passiva espressa in [°]

### Combinazione n° 1

n°	Y [m]	$\sigma_{am}$ [kPa]	$\sigma_{av}$ [kPa]	$\sigma_{pm}$ [kPa]	$\sigma_{pv}$ [kPa]	$\delta_a$ [°]	$\delta_p$ [°]
1	0,00	0,00	0,00	45,64	0,00	23,33	0,00
11	1,00	0,00	0,00	128,43	0,00	23,33	0,00
21	2,00	0,00	0,00	229,34	0,00	23,33	0,00
31	2,98	4,77	0,00	400,92	0,00	23,33	0,00
41	3,80	0,00	0,00	1052,96	81,53	30,00	0,00
51	4,80	0,00	0,00	2376,25	123,27	30,00	0,00
61	5,80	0,00	0,00	1585,60	163,82	30,00	0,00
71	6,60	0,00	0,00	1729,82	195,71	30,00	0,00
81	7,60	0,00	0,00	1961,23	235,11	30,00	0,00
91	8,60	3,08	0,00	2134,02	274,15	30,00	0,00
101	9,40	6,88	0,00	2263,94	305,19	30,00	0,00
111	10,40	11,61	0,00	2429,54	343,81	30,00	0,00
121	11,40	15,61	0,00	2597,09	382,26	30,00	0,00
131	12,20	18,07	1,68	2731,94	412,94	30,00	0,00
141	13,20	18,92	5,29	2901,15	451,20	30,00	0,00
151	14,20	23,43	8,91	3070,82	489,37	30,00	0,00

### Combinazione n° 2

n°	Y	$\sigma_{am}$	$\sigma_{av}$	$\sigma_{pm}$	$\sigma_{pv}$	$\delta_a$	$\delta_p$
----	---	---------------	---------------	---------------	---------------	------------	------------

	[m]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]	[°]
1	0,00	0,00	0,00	45,64	0,00	23,33	0,00
11	1,00	0,14	0,00	109,43	0,00	23,33	0,00
21	2,00	0,28	0,00	188,86	0,00	23,33	0,00
31	2,98	1,49	0,00	317,17	0,00	23,33	0,00
41	3,80	0,00	0,00	885,37	78,58	30,00	0,00
51	4,80	0,00	0,00	1897,97	110,90	30,00	0,00
61	5,80	0,00	0,00	1265,80	142,41	30,00	0,00
71	6,60	0,00	0,00	1385,81	167,21	30,00	0,00
81	7,60	0,00	0,00	1564,02	197,84	30,00	0,00
91	8,60	0,00	0,00	1695,63	228,17	30,00	0,00
101	9,40	0,00	0,00	1796,09	252,27	30,00	0,00
111	10,40	0,09	0,00	1923,86	282,23	30,00	0,00
121	11,40	3,33	0,00	2052,96	312,04	30,00	0,00
131	12,20	5,95	0,00	2156,81	335,80	30,00	0,00
141	13,20	6,62	0,00	2287,07	365,42	30,00	0,00
151	14,20	9,17	0,00	2417,65	394,96	30,00	0,00

**Combinazione n° 3**

n°	Y	$\sigma_{am}$	$\sigma_{av}$	$\sigma_{pm}$	$\sigma_{pv}$	$\delta_a$	$\delta_b$
	[m]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]	[°]
1	0,00	0,00	0,00	32,43	0,00	19,04	0,00
11	1,00	0,00	0,00	82,73	0,00	19,04	0,00
21	2,00	0,42	0,00	133,00	0,00	19,04	0,00
31	2,98	5,44	0,00	255,25	0,00	19,04	0,00
41	3,80	0,00	0,00	537,62	61,89	24,79	0,00
51	4,80	0,00	0,00	963,23	88,60	24,79	0,00
61	5,80	0,00	0,00	974,41	114,33	24,79	0,00
71	6,60	0,00	0,00	1011,32	134,39	24,79	0,00
81	7,60	2,24	0,00	1132,13	158,99	24,79	0,00
91	8,60	7,02	0,00	1254,20	183,16	24,79	0,00
101	9,40	10,82	0,00	1327,40	202,26	24,79	0,00
111	10,40	13,85	0,00	1420,36	225,88	24,79	0,00
121	11,40	14,69	1,79	1515,08	249,26	24,79	0,00
131	12,20	18,42	4,58	1591,58	267,84	24,79	0,00
141	13,20	19,38	8,08	1687,77	290,90	24,79	0,00
151	14,20	43,92	11,58	1784,37	313,83	24,79	0,00

**Combinazione n° 4**

n°	Y	$\sigma_{am}$	$\sigma_{av}$	$\sigma_{pm}$	$\sigma_{pv}$	$\delta_a$	$\delta_b$
	[m]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]	[°]
1	0,00	0,00	0,00	32,43	0,00	19,04	0,00
11	1,00	0,35	0,00	82,73	0,00	19,04	0,00
21	2,00	1,11	0,00	133,00	0,00	19,04	0,00
31	2,98	6,47	0,00	255,25	0,00	19,04	0,00
41	3,80	0,00	0,00	537,62	61,89	24,79	0,00
51	4,80	0,00	0,00	963,23	88,60	24,79	0,00
61	5,80	0,00	0,00	974,41	114,33	24,79	0,00
71	6,60	0,00	0,00	1011,32	134,39	24,79	0,00
81	7,60	2,24	0,00	1132,13	158,99	24,79	0,00
91	8,60	7,02	0,00	1254,20	183,16	24,79	0,00
101	9,40	10,82	0,00	1327,40	202,26	24,79	0,00
111	10,40	13,85	0,00	1420,36	225,88	24,79	0,00
121	11,40	14,69	1,79	1515,08	249,26	24,79	0,00
131	12,20	18,42	4,58	1591,58	267,84	24,79	0,00
141	13,20	19,38	8,08	1687,77	290,90	24,79	0,00
151	14,20	43,92	11,58	1784,37	313,83	24,79	0,00

**Combinazione n° 5**

n°	Y	$\sigma_{am}$	$\sigma_{av}$	$\sigma_{pm}$	$\sigma_{pv}$	$\delta_a$	$\delta_b$
	[m]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]	[°]
1	0,00	0,00	0,00	45,64	0,00	23,33	0,00
11	1,00	0,00	0,00	109,43	0,00	23,33	0,00
21	2,00	0,00	0,00	188,86	0,00	23,33	0,00
31	2,98	1,08	0,00	317,17	0,00	23,33	0,00
41	3,80	0,00	0,00	885,37	78,58	30,00	0,00
51	4,80	0,00	0,00	1897,97	110,90	30,00	0,00
61	5,80	0,00	0,00	1265,80	142,41	30,00	0,00
71	6,60	0,00	0,00	1385,81	167,21	30,00	0,00
81	7,60	0,00	0,00	1564,02	197,84	30,00	0,00
91	8,60	0,00	0,00	1695,63	228,17	30,00	0,00
101	9,40	0,00	0,00	1796,09	252,27	30,00	0,00
111	10,40	0,09	0,00	1923,86	282,23	30,00	0,00
121	11,40	3,33	0,00	2052,96	312,04	30,00	0,00

n°	Y	$\sigma_{am}$	$\sigma_{av}$	$\sigma_{pm}$	$\sigma_{pv}$	$\delta_a$	$\delta_p$
	[m]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]	[°]
131	12,20	5,95	0,00	2156,81	335,80	30,00	0,00
141	13,20	6,62	0,00	2287,07	365,42	30,00	0,00
151	14,20	9,17	0,00	2417,65	394,96	30,00	0,00

**Combinazione n° 6**

n°	Y	$\sigma_{am}$	$\sigma_{av}$	$\sigma_{pm}$	$\sigma_{pv}$	$\delta_a$	$\delta_p$
	[m]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]	[°]
1	0,00	0,00	0,00	45,64	0,00	23,33	0,00
11	1,00	0,00	0,00	109,43	0,00	23,33	0,00
21	2,00	0,00	0,00	188,86	0,00	23,33	0,00
31	2,98	1,08	0,00	317,17	0,00	23,33	0,00
41	3,80	0,00	0,00	885,37	78,58	30,00	0,00
51	4,80	0,00	0,00	1897,97	110,90	30,00	0,00
61	5,80	0,00	0,00	1265,80	142,41	30,00	0,00
71	6,60	0,00	0,00	1385,81	167,21	30,00	0,00
81	7,60	0,00	0,00	1564,02	197,84	30,00	0,00
91	8,60	0,00	0,00	1695,63	228,17	30,00	0,00
101	9,40	0,00	0,00	1796,09	252,27	30,00	0,00
111	10,40	0,09	0,00	1923,86	282,23	30,00	0,00
121	11,40	3,33	0,00	2052,96	312,04	30,00	0,00
131	12,20	5,95	0,00	2156,81	335,80	30,00	0,00
141	13,20	6,62	0,00	2287,07	365,42	30,00	0,00
151	14,20	9,17	0,00	2417,65	394,96	30,00	0,00

**Combinazione n° 7**

n°	Y	$\sigma_{am}$	$\sigma_{av}$	$\sigma_{pm}$	$\sigma_{pv}$	$\delta_a$	$\delta_p$
	[m]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]	[°]
1	0,00	0,00	0,00	45,64	0,00	23,33	0,00
11	1,00	0,00	0,00	109,43	0,00	23,33	0,00
21	2,00	0,00	0,00	188,86	0,00	23,33	0,00
31	2,98	1,08	0,00	317,17	0,00	23,33	0,00
41	3,80	0,00	0,00	885,37	78,58	30,00	0,00
51	4,80	0,00	0,00	1897,97	110,90	30,00	0,00
61	5,80	0,00	0,00	1265,80	142,41	30,00	0,00
71	6,60	0,00	0,00	1385,81	167,21	30,00	0,00
81	7,60	0,00	0,00	1564,02	197,84	30,00	0,00
91	8,60	0,00	0,00	1695,63	228,17	30,00	0,00
101	9,40	0,00	0,00	1796,09	252,27	30,00	0,00
111	10,40	0,09	0,00	1923,86	282,23	30,00	0,00
121	11,40	3,33	0,00	2052,96	312,04	30,00	0,00
131	12,20	5,95	0,00	2156,81	335,80	30,00	0,00
141	13,20	6,62	0,00	2287,07	365,42	30,00	0,00
151	14,20	9,17	0,00	2417,65	394,96	30,00	0,00

**Analisi della paratia****L'analisi è stata eseguita per combinazioni di carico**

La paratia è analizzata con il metodo degli elementi finiti.

Essa è discretizzata in 70 elementi fuori terra e 230 elementi al di sotto della linea di fondo scavo.

Le molle che simulano il terreno hanno un comportamento elastoplastico: una volta raggiunta la pressione passiva non reagiscono ad ulteriori incremento di carico.

Altezza fuori terra della paratia	3,50	[m]
Profondità di infissione	11,50	[m]
Altezza totale della paratia	15,00	[m]

**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 [kg]
Is	Incremento sismico della spinta, espressa in [kg]
Pw	Spinta della falda, espressa in [kg]
Pp	Resistenza passiva, espressa in [kg]
Pc	Controspinta, espressa in [kg]

n°	Tipo	Pa [kg]	Y <sub>Pa</sub> [m]	Is [kg]	Y <sub>Is</sub> [m]	Pw [kg]	Y <sub>Pw</sub> [m]	Pp [kg]	Y <sub>Pp</sub> [m]	Pc [kg]	Y <sub>Pc</sub> [m]
1	[A1-M1]	212	2,69	--	--	--	--	-727	3,87	413	5,32
2	[A1-M1 S]	60	6,92	88	2,33	--	--	-528	4,24	301	5,27
3	[A2-M2]	292	2,64	--	--	--	--	-691	3,87	351	5,36
4	[A2-M2 S]	330	3,41	216	2,33	--	--	-904	4,08	384	5,39
5	[SLER]	17	2,90	--	--	--	--	-424	3,87	295	5,25
6	[SLEF]	17	2,90	--	--	--	--	-424	3,87	295	5,25
7	[SLEQ]	17	2,90	--	--	--	--	-424	3,87	295	5,25

**Simbologia adottata**

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

n°	Tipo	Rc	Y <sub>Rc</sub>	Rt	Y <sub>Rt</sub>	Rv	Y <sub>Rv</sub>	Rp	Y <sub>Rp</sub>
1	[A1-M1]	0	0,00	-102	0,40	--	--	--	--
2	[A1-M1 S]	0	0,00	-80	0,40	--	--	--	--
3	[A2-M2]	0	0,00	-48	0,40	--	--	--	--
4	[A2-M2 S]	0	0,00	26	0,40	--	--	--	--
5	[SLER]	0	0,00	-112	0,40	--	--	--	--
6	[SLEF]	0	0,00	-112	0,40	--	--	--	--
7	[SLEQ]	0	0,00	-112	0,40	--	--	--	--

**Simbologia adottata**

n°	Indice della Combinazione/Fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
P <sub>NUL</sub>	Punto di nullo del diagramma, espresso in [m]
P <sub>INV</sub>	Punto di inversione del diagramma, espresso in [m]
C <sub>ROT</sub>	Punto Centro di rotazione, espresso in [m]
MP	Percentuale molle plasticizzate, espressa in [%]
R/R <sub>MAX</sub>	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 [kg]

n°	Tipo	P <sub>NUL</sub>	P <sub>INV</sub>	C <sub>ROT</sub>	MP	R/R <sub>MAX</sub>	Pp
1	[A1-M1]	3,50	3,50	4,34	0,00	0,07	209786
2	[A1-M1 S]	3,50	3,50	4,31	0,00	0,14	209786
3	[A2-M2]	3,50	3,50	4,38	0,00	0,11	84271
4	[A2-M2 S]	3,50	3,50	4,43	0,00	0,28	84271
5	[SLER]	3,50	3,50	4,27	0,00	0,06	209786
6	[SLEF]	3,50	3,50	4,27	0,00	0,06	209786
7	[SLEQ]	3,50	3,50	4,27	0,00	0,06	209786

**Risultati tiranti****Caratteristiche dei tiranti utilizzati****Simbologia adottata**

Y	ordinata della fila rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
nt	numero di tiranti della fila
N	sforzo su ogni tirante della fila espresso in [kg]
L	lunghezza totale di progetto del tirante espressa in [m]
L <sub>f</sub>	lunghezza di fondazione di progetto del tirante espressa in [m]
Ld	lunghezza totale definita del tirante espressa in [m]
Ld <sub>f</sub>	lunghezza di fondazione definita del tirante espressa in [m]
FS	Fattore di sicurezza. Rapporto tra lunghezza di fondazione definita e lunghezza di fondazione di progetto.
A <sub>f</sub>	area di armatura in ogni tirante espressa in [cmq]
Rt/ml	reazione a metro lineare del tirante della fila espresso in [kg]
σ <sub>f</sub>	tensione di trazione nell'acciaio del tirante espressa in [kPa]
u	spostamento orizzontale del tirante della fila, positivo verso valle, espresso in [cm]

**Caratteristiche armatura file tiranti**

1 file di tiranti passivi armati con tubolare

n°	Tipologia	Y [m]	nt	A <sub>f</sub> [cmq]	L [m]	L <sub>f</sub> [m]	Ld [m]	Ld <sub>f</sub> [m]	FS
1	Tirante passivo (tubolare)	0,40	8	57,71	2,20	0,00	10,00	7,81	10665. 24

**Combinazione n° 1**

n°	Tipologia	N	Rt/ml	$\sigma_f$	u
		[kg]	[kg]	[kPa]	[cm]
1	Tirante passivo (tubolare)	-558	-297,53	-948	0,47163

**Combinazione n° 2**

n°	Tipologia	N	Rt/ml	$\sigma_f$	u
		[kg]	[kg]	[kPa]	[cm]
1	Tirante passivo (tubolare)	-437	-233,25	-743	0,36823

**Combinazione n° 3**

n°	Tipologia	N	Rt/ml	$\sigma_f$	u
		[kg]	[kg]	[kPa]	[cm]
1	Tirante passivo (tubolare)	-263	-140,46	-448	0,37555

**Combinazione n° 4**

n°	Tipologia	N	Rt/ml	$\sigma_f$	u
		[kg]	[kg]	[kPa]	[cm]
1	Tirante passivo (tubolare)	140	74,62	238	0,39252

**Combinazione n° 5**

n°	Tipologia	N	Rt/ml	$\sigma_f$	u
		[kg]	[kg]	[kPa]	[cm]
1	Tirante passivo (tubolare)	-616	-328,66	-1047	0,36070

**Combinazione n° 6**

n°	Tipologia	N	Rt/ml	$\sigma_f$	u
		[kg]	[kg]	[kPa]	[cm]
1	Tirante passivo (tubolare)	-616	-328,66	-1047	0,36070

**Combinazione n° 7**

n°	Tipologia	N	Rt/ml	$\sigma_f$	u
		[kg]	[kg]	[kPa]	[cm]
1	Tirante passivo (tubolare)	-616	-328,66	-1047	0,36070

**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**

N°	Y	P
	[m]	[kg]
1	0,00	0,00
6	0,25	0,00
11	0,50	0,00
16	0,75	0,00
21	1,00	0,00
26	1,25	0,00
31	1,50	0,00
36	1,75	0,00
41	2,00	0,00
46	2,25	85,29
51	2,50	211,56
56	2,75	338,06
61	3,00	229,85
66	3,25	0,00
1	3,50	-2109,12
6	3,75	-1202,07
11	4,00	-543,75
16	4,25	-109,12

<b>N°</b>	<b>Y</b>	<b>P</b>
	<i>[m]</i>	<i>[kg]</i>
21	4,50	144,86
26	4,75	265,55
31	5,00	296,49
36	5,25	273,48
41	5,50	223,42
46	5,75	164,86
51	6,00	136,88
56	6,25	95,75
61	6,50	45,36
66	6,75	12,19
71	7,00	-6,91
76	7,25	-15,74
81	7,50	-17,88
86	7,75	-16,21
91	8,00	-12,82
96	8,25	-9,08
101	8,50	-5,73
106	8,75	-3,11
111	9,00	-1,49
116	9,25	-0,20
121	9,50	0,58
126	9,75	0,86
131	10,00	0,85
136	10,25	0,69
141	10,50	0,50
146	10,75	0,31
151	11,00	0,17
156	11,25	0,07
161	11,50	0,01
166	11,75	-0,02
171	12,00	-0,04
176	12,25	-0,04
181	12,50	-0,03
186	12,75	-0,02
191	13,00	-0,01
196	13,25	-0,01
201	13,50	0,00
206	13,75	0,00
211	14,00	0,00
216	14,25	0,00
221	14,50	0,00
226	14,75	0,00
231	15,00	0,00

**Combinazione n° 2**

<b>N°</b>	<b>Y</b>	<b>P</b>
	<i>[m]</i>	<i>[kg]</i>
1	0,00	0,00
6	0,25	3,28
11	0,50	6,56
16	0,75	9,84
21	1,00	13,12
26	1,25	16,40
31	1,50	19,68
36	1,75	22,96
41	2,00	26,24
46	2,25	29,52
51	2,50	32,80
56	2,75	55,93
61	3,00	94,62
66	3,25	40,21
1	3,50	-1492,52
6	3,75	-834,68
11	4,00	-362,54
16	4,25	-54,86
21	4,50	121,56
26	4,75	202,23
31	5,00	219,23
36	5,25	198,65
41	5,50	159,84
46	5,75	116,01
51	6,00	94,16
56	6,25	63,31
61	6,50	27,18
66	6,75	3,68

<b>N°</b>	<b>Y</b>	<b>P</b>
	<i>[m]</i>	<i>[kg]</i>
71	7,00	-9,62
76	7,25	-15,56
81	7,50	-16,76
86	7,75	-15,30
91	8,00	-12,67
96	8,25	-9,83
101	8,50	-7,29
106	8,75	-5,27
111	9,00	-4,47
116	9,25	-3,87
121	9,50	-3,19
126	9,75	-2,90
131	10,00	-2,86
136	10,25	-2,95
141	10,50	-3,08
146	10,75	-3,20
151	11,00	-3,28
156	11,25	-3,31
161	11,50	-3,29
166	11,75	-3,21
171	12,00	-3,49
176	12,25	-3,73
181	12,50	-3,61
186	12,75	-3,52
191	13,00	-3,46
196	13,25	-3,43
201	13,50	-3,42
206	13,75	-3,42
211	14,00	-3,42
216	14,25	-3,43
221	14,50	-3,44
226	14,75	-3,44
231	15,00	-3,45

**Combinazione n° 3**

<b>N°</b>	<b>Y</b>	<b>P</b>
	<i>[m]</i>	<i>[kg]</i>
1	0,00	0,00
6	0,25	0,00
11	0,50	0,00
16	0,75	0,00
21	1,00	0,00
26	1,25	0,00
31	1,50	0,00
36	1,75	0,00
41	2,00	40,08
46	2,25	165,25
51	2,50	290,64
56	2,75	416,24
61	3,00	268,49
66	3,25	0,00
1	3,50	-1930,65
6	3,75	-1127,60
11	4,00	-536,47
16	4,25	-139,90
21	4,50	97,12
26	4,75	214,73
31	5,00	250,70
36	5,25	236,56
41	5,50	196,33
46	5,75	146,85
51	6,00	123,67
56	6,25	88,15
61	6,50	43,21
66	6,75	13,20
71	7,00	-4,41
76	7,25	-12,86
81	7,50	-15,25
86	7,75	-14,11
91	8,00	-11,33
96	8,25	-8,13
101	8,50	-5,21
106	8,75	-2,88
111	9,00	-1,45
116	9,25	-0,29

N°	Y [m]	P [kg]
121	9,50	0,44
126	9,75	0,72
131	10,00	0,74
136	10,25	0,61
141	10,50	0,45
146	10,75	0,28
151	11,00	0,16
156	11,25	0,07
161	11,50	0,01
166	11,75	-0,02
171	12,00	-0,03
176	12,25	-0,04
181	12,50	-0,03
186	12,75	-0,02
191	13,00	-0,01
196	13,25	-0,01
201	13,50	0,00
206	13,75	0,00
211	14,00	0,00
216	14,25	0,00
221	14,50	0,00
226	14,75	0,00
231	15,00	0,00

**Combinazione n° 4**

N°	Y [m]	P [kg]
1	0,00	0,00
6	0,25	8,33
11	0,50	16,66
16	0,75	24,99
21	1,00	33,32
26	1,25	41,65
31	1,50	49,97
36	1,75	58,30
41	2,00	106,71
46	2,25	240,21
51	2,50	373,93
56	2,75	507,86
61	3,00	368,44
66	3,25	103,99
1	3,50	-2352,67
6	3,75	-1409,92
11	4,00	-705,15
16	4,25	-224,21
21	4,50	69,92
26	4,75	222,08
31	5,00	275,56
36	5,25	267,17
41	5,50	225,41
46	5,75	170,57
51	6,00	144,90
56	6,25	103,90
61	6,50	50,94
66	6,75	15,03
71	7,00	-6,47
76	7,25	-17,15
81	7,50	-20,56
86	7,75	-19,65
91	8,00	-16,63
96	8,25	-12,97
101	8,50	-9,51
106	8,75	-6,67
111	9,00	-5,34
116	9,25	-4,27
121	9,50	-3,22
126	9,75	-2,74
131	10,00	-2,64
136	10,25	-2,73
141	10,50	-2,90
146	10,75	-3,07
151	11,00	-3,20
156	11,25	-3,27
161	11,50	-3,27
166	11,75	-3,21

N°	Y [m]	P [kg]
171	12,00	-3,50
176	12,25	-3,74
181	12,50	-3,62
186	12,75	-3,52
191	13,00	-3,46
196	13,25	-3,43
201	13,50	-3,42
206	13,75	-3,42
211	14,00	-3,42
216	14,25	-3,43
221	14,50	-3,44
226	14,75	-3,44
231	15,00	-3,45

**Combinazione n° 5**

N°	Y [m]	P [kg]
1	0,00	0,00
6	0,25	0,00
11	0,50	0,00
16	0,75	0,00
21	1,00	0,00
26	1,25	0,00
31	1,50	0,00
36	1,75	0,00
41	2,00	0,00
46	2,25	0,00
51	2,50	0,00
56	2,75	19,85
61	3,00	55,26
66	3,25	0,00
1	3,50	-1312,72
6	3,75	-714,02
11	4,00	-289,89
16	4,25	-17,77
21	4,50	134,63
26	4,75	200,80
31	5,00	210,48
36	5,25	187,49
41	5,50	149,32
46	5,75	107,70
51	6,00	87,23
56	6,25	58,98
61	6,50	26,12
66	6,75	5,02
71	7,00	-6,70
76	7,25	-11,74
81	7,50	-12,53
86	7,75	-10,99
91	8,00	-8,49
96	8,25	-5,87
101	8,50	-3,61
106	8,75	-1,88
111	9,00	-0,82
116	9,25	0,00
121	9,50	0,46
126	9,75	0,61
131	10,00	0,58
136	10,25	0,46
141	10,50	0,32
146	10,75	0,20
151	11,00	0,10
156	11,25	0,04
161	11,50	0,00
166	11,75	-0,02
171	12,00	-0,03
176	12,25	-0,03
181	12,50	-0,02
186	12,75	-0,01
191	13,00	-0,01
196	13,25	0,00
201	13,50	0,00
206	13,75	0,00
211	14,00	0,00
216	14,25	0,00

N°	Y	P
	[m]	[kg]
221	14,50	0,00
226	14,75	0,00
231	15,00	0,00

**Combinazione n° 6**

N°	Y	P
	[m]	[kg]
1	0,00	0,00
6	0,25	0,00
11	0,50	0,00
16	0,75	0,00
21	1,00	0,00
26	1,25	0,00
31	1,50	0,00
36	1,75	0,00
41	2,00	0,00
46	2,25	0,00
51	2,50	0,00
56	2,75	19,85
61	3,00	55,26
66	3,25	0,00
1	3,50	-1312,72
6	3,75	-714,02
11	4,00	-289,89
16	4,25	-17,77
21	4,50	134,63
26	4,75	200,80
31	5,00	210,48
36	5,25	187,49
41	5,50	149,32
46	5,75	107,70
51	6,00	87,23
56	6,25	58,98
61	6,50	26,12
66	6,75	5,02
71	7,00	-6,70
76	7,25	-11,74
81	7,50	-12,53
86	7,75	-10,99
91	8,00	-8,49
96	8,25	-5,87
101	8,50	-3,61
106	8,75	-1,88
111	9,00	-0,82
116	9,25	0,00
121	9,50	0,46
126	9,75	0,61
131	10,00	0,58
136	10,25	0,46
141	10,50	0,32
146	10,75	0,20
151	11,00	0,10
156	11,25	0,04
161	11,50	0,00
166	11,75	-0,02
171	12,00	-0,03
176	12,25	-0,03
181	12,50	-0,02
186	12,75	-0,01
191	13,00	-0,01
196	13,25	0,00
201	13,50	0,00
206	13,75	0,00
211	14,00	0,00
216	14,25	0,00
221	14,50	0,00
226	14,75	0,00
231	15,00	0,00

**Combinazione n° 7**

N°	Y	P
	[m]	[kg]
1	0,00	0,00
6	0,25	0,00

<b>N°</b>	<b>Y</b>	<b>P</b>
	<i>[m]</i>	<i>[kg]</i>
11	0,50	0,00
16	0,75	0,00
21	1,00	0,00
26	1,25	0,00
31	1,50	0,00
36	1,75	0,00
41	2,00	0,00
46	2,25	0,00
51	2,50	0,00
56	2,75	19,85
61	3,00	55,26
66	3,25	0,00
1	3,50	-1312,72
6	3,75	-714,02
11	4,00	-289,89
16	4,25	-17,77
21	4,50	134,63
26	4,75	200,80
31	5,00	210,48
36	5,25	187,49
41	5,50	149,32
46	5,75	107,70
51	6,00	87,23
56	6,25	58,98
61	6,50	26,12
66	6,75	5,02
71	7,00	-6,70
76	7,25	-11,74
81	7,50	-12,53
86	7,75	-10,99
91	8,00	-8,49
96	8,25	-5,87
101	8,50	-3,61
106	8,75	-1,88
111	9,00	-0,82
116	9,25	0,00
121	9,50	0,46
126	9,75	0,61
131	10,00	0,58
136	10,25	0,46
141	10,50	0,32
146	10,75	0,20
151	11,00	0,10
156	11,25	0,04
161	11,50	0,00
166	11,75	-0,02
171	12,00	-0,03
176	12,25	-0,03
181	12,50	-0,02
186	12,75	-0,01
191	13,00	-0,01
196	13,25	0,00
201	13,50	0,00
206	13,75	0,00
211	14,00	0,00
216	14,25	0,00
221	14,50	0,00
226	14,75	0,00
231	15,00	0,00

## 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 [kgm]
N	sforzo normale massimo e minimo espresso in [kg] (positivo di compressione)
T	taglio massimo e minimo espresso in [kg]

n°	Tipo	M	Y <sub>M</sub>	T	Y <sub>T</sub>	N	Y <sub>N</sub>	
		[kgm]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]	
1	[A1-M1]	512	3,70	314	3,45	6787	15,00	MAX
--	--	-25	6,30	-391	4,30	0	0,00	MIN
2	[A1-M1 S]	385	3,65	188	3,50	5370	15,00	MAX
--	--	-19	6,25	-294	4,30	0	0,00	MIN
3	[A2-M2]	434	3,70	340	3,45	5457	15,00	MAX
--	--	-21	6,30	-332	4,35	0	0,00	MIN
4	[A2-M2 S]	488	3,75	481	3,50	5659	15,00	MAX
--	--	-24	6,35	-373	4,40	0	0,00	MIN
5	[SLER]	365	3,60	129	3,45	5280	15,00	MAX
--	--	-18	6,25	-279	4,25	0	0,00	MIN
6	[SLEF]	365	3,60	129	3,45	5280	15,00	MAX
--	--	-18	6,25	-279	4,25	0	0,00	MIN
7	[SLEQ]	365	3,60	129	3,45	5280	15,00	MAX
--	--	-18	6,25	-279	4,25	0	0,00	MIN

## Spostamenti massimi e minimi della paratia

### Simbologia adottata

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 <sub>U</sub>	V	Y <sub>V</sub>	
		[cm]	[m]	[cm]	[m]	
1	[A1-M1]	0,5376	0,00	0,1774	0,00	MAX
--	--	-0,0057	5,00	0,0000	0,00	MIN
2	[A1-M1 S]	0,4214	0,00	0,1385	0,00	MAX
--	--	-0,0042	4,95	0,0000	0,00	MIN
3	[A2-M2]	0,4247	0,00	0,1408	0,00	MAX
--	--	-0,0048	5,05	0,0000	0,00	MIN
4	[A2-M2 S]	0,4389	0,00	0,1462	0,00	MAX
--	--	-0,0053	5,10	0,0000	0,00	MIN
5	[SLER]	0,4150	0,00	0,1361	0,00	MAX
--	--	-0,0041	4,95	0,0000	0,00	MIN
6	[SLEF]	0,4150	0,00	0,1361	0,00	MAX
--	--	-0,0041	4,95	0,0000	0,00	MIN
7	[SLEQ]	0,4150	0,00	0,1361	0,00	MAX
--	--	-0,0041	4,95	0,0000	0,00	MIN

## Stabilità globale

Metodo di Fellenius  
Numero di cerchi analizzati 100

### Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
(X <sub>C</sub> ; Y <sub>C</sub> )	Coordinate centro cerchio superficie di scorrimento, espresse in [m]
R	Raggio cerchio superficie di scorrimento, espresso in [m]
(X <sub>V</sub> ; Y <sub>V</sub> )	Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a valle, espresse in [m]
(X <sub>M</sub> ; Y <sub>M</sub> )	Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a monte, espresse in [m]
FS	Coefficiente di sicurezza

n°	Tipo	(X <sub>C</sub> , Y <sub>C</sub> )	R	(X <sub>V</sub> , Y <sub>V</sub> )	(X <sub>M</sub> , Y <sub>M</sub> )	FS
		[m]	[m]	[m]	[m]	
3	[A2-M2]	(-13,50; 9,00)	27,54	(-19,93; -17,77)	(13,59; 4,00)	2.10
4	[A2-M2 S]	(-13,50; 10,50)	28,85	(-19,77; -17,66)	(14,62; 4,00)	1.88

## Combinazione n° 4

Numero di strisce 55

**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 [kg]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in gradi (positivo antiorario)  
 $\phi$  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 espresse in [kg]

**Caratteristiche delle strisce**

N°	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	L	$\phi$	c	u	(Ctn; Ctt)
	[kg]					[kPa]	[kPa]	[kg]
1	400,47	-11.93	-82.76	0.63	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
2	1213,61	-10.67	-224.68	0.63	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
3	2006,61	-9.42	-328.30	0.63	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
4	2779,72	-8.17	-394.95	0.63	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
5	3533,13	-6.92	-425.93	0.63	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
6	4267,00	-5.68	-422.55	0.62	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
7	4783,87	-4.47	-372.66	0.60	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
8	5429,02	-3.28	-310.39	0.60	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
9	6057,03	-2.09	-220.75	0.60	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
10	6667,96	-0.90	-104.81	0.60	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
11	7261,83	0.29	36.37	0.60	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
12	7838,65	1.47	201.74	0.60	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
13	8398,39	2.66	390.22	0.60	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
14	8941,03	3.85	600.75	0.60	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
15	9466,51	5.04	832.27	0.60	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
16	9974,73	6.24	1083.70	0.60	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
17	10465,59	7.43	1353.95	0.60	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
18	10938,96	8.63	1641.92	0.60	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
19	11394,69	9.84	1946.50	0.61	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
20	11832,59	11.04	2266.56	0.61	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
21	12252,45	12.26	2600.95	0.61	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
22	12654,04	13.47	2948.48	0.61	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
23	13037,09	14.70	3307.96	0.62	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
24	13401,29	15.93	3678.14	0.62	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
25	13746,31	17.17	4057.76	0.63	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
26	14071,78	18.42	4445.51	0.63	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
27	14377,28	19.67	4840.03	0.64	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
28	14251,50	20.92	5088.96	0.62	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
29	14501,73	22.16	5470.55	0.63	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
30	14732,22	23.41	5854.38	0.63	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
31	14942,44	24.68	6239.03	0.64	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
32	15131,76	25.96	6623.02	0.65	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
33	15299,51	27.25	7004.76	0.65	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
34	21550,06	28.65	10332.04	0.76	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
35	20977,59	30.16	10540.73	0.77	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
36	20368,90	31.70	10704.03	0.78	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
37	19722,19	33.27	10818.44	0.79	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
38	19035,42	34.86	10880.16	0.81	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
39	19279,76	36.48	11463.90	0.83	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
40	18860,94	38.14	11649.32	0.84	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
41	18038,54	39.84	11556.88	0.87	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
42	16204,11	41.58	10754.88	0.89	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
43	15268,77	43.37	10485.82	0.91	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
44	15049,76	45.22	10682.13	0.94	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
45	14763,96	47.12	10819.42	0.98	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
46	14403,59	49.10	10887.20	1.01	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
47	13959,45	51.16	10873.16	1.06	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
48	13419,86	53.32	10762.16	1.11	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
49	12420,91	55.59	10247.36	1.18	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
50	10868,05	58.00	9216.83	1.25	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
51	9154,71	60.59	7974.99	1.35	38.66	40,0	0,0	(0; 0)
52	7455,65	63.41	6667.00	1.48	29.26	9,6	0,0	(0; 0)
53	5792,98	66.54	5314.12	1.67	29.26	9,6	0,0	(0; 0)
54	3833,32	70.14	3605.33	1.96	29.26	9,6	0,0	(0; 0)
55	1381,92	74.38	1330.89	2.47	29.26	9,6	0,0	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia= 0,00 [kg]

$\Sigma W_i = 627861,23$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 277192,50$  [kg]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 421398,95$  [kg]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 160418,83$  [kg]

## Descrizione armatura micropali e caratteristiche sezione

Diametro del micropalo	22,00	cm
Area della sezione trasversale	380,13	cmq
Diametro esterno del tubolare	193,70	mm
Spessore del tubolare	10,00	mm
Area della sezione tubolare	57,71	cmq
Inerzia della sezione tubolare	2441,59	cm <sup>4</sup>

## Verifica armatura paratia (Sezioni critiche)

### Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzio normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
Mu	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
Nu	sforzio normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	fattore di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)
T	taglio espresso in [kg]
V <sub>Rd</sub>	taglio resistente espresso in [kg]
FS <sub>T</sub>	fattore di sicurezza a taglio

N°	Tipo	Y [m]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
1	[A1-M1]	3,70	1097	13469	8231	101072	7.50
2	[A1-M1 S]	3,65	825	10429	8134	102876	9.86
3	[A2-M2]	3,70	931	10620	8466	96582	9.09
4	[A2-M2 S]	3,75	1046	11058	8704	92031	8.32

N°	Tipo	Y [m]	T [kgm]	Tr [kg]	FS <sub>T</sub>
1	[A1-M1]	4,30	-838	104882	125.19
2	[A1-M1 S]	4,30	-630	104882	166.58
3	[A2-M2]	3,45	729	104882	143.90
4	[A2-M2 S]	3,50	1030	104882	101.85

### Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
$\sigma_f$	tensione normale nell'armatura, espressa in [kPa]
$\tau_f$	tensione tangenziale nell'armatura, espresso in [kPa]
$\sigma_{id}$	tensione ideale ( $\sigma_{id} = (\sigma_f^2 + 3 \tau_f^2)^{0.5}$ ) nella sezione del tubolare, espressa in [kPa]

N°	Tipo	$\sigma_f$ [kPa]	Y( $\sigma_f$ ) [m]	$\tau_f$ [kPa]	Y( $\tau_f$ ) [m]	$\sigma_{id}$ [kPa]	Y( $\sigma_{id}$ ) [m]
5	[SLER]	47833	3,60	2032	4,25	47833	3,60
6	[SLEF]	47833	3,60	2032	4,25	47833	3,60
7	[SLEQ]	47833	3,60	2032	4,25	47833	3,60

**Verifica armatura paratia (Inviluppo)***Simbologia adottata*

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzio normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
Mu	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
Nu	sforzio normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	fattore di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)
T	taglio espresso in [kg]
V <sub>Rd</sub>	taglio resistente espresso in [kg]
FS <sub>T</sub>	fattore di sicurezza a taglio

n°	Tipo	Y [m]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS	T [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	FS <sub>T</sub>
1	[A1-M1]	0,00	0	13717	0	-181661	13.24	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	0,05	0	13722	0	-181661	13.24	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	0,10	0	13726	0	-181661	13.23	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	0,15	0	13731	0	-181661	13.23	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	0,20	0	13736	0	-181661	13.23	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	0,25	0	13741	0	-181661	13.22	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	0,30	0	13745	0	-181661	13.22	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	0,35	0	13750	0	-181661	13.21	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	0,40	0	13755	0	-181661	13.21	218	104882	480.98
1	[A1-M1]	0,45	11	13161	180	216745	16.47	218	104882	480.98
1	[A1-M1]	0,50	22	13165	357	215384	16.36	218	104882	480.98
1	[A1-M1]	0,55	33	13170	532	214042	16.25	218	104882	480.98
1	[A1-M1]	0,60	44	13175	704	212717	16.15	218	104882	480.98
1	[A1-M1]	0,65	55	13180	874	211409	16.04	218	104882	480.98
1	[A1-M1]	0,70	65	13184	1043	210119	15.94	218	104882	480.98
1	[A1-M1]	0,75	76	13189	1209	208844	15.83	218	104882	480.98
1	[A1-M1]	0,80	87	13194	1372	207587	15.73	218	104882	480.98
1	[A1-M1]	0,85	98	13199	1534	206345	15.63	218	104882	480.98
1	[A1-M1]	0,90	109	13203	1694	205118	15.54	218	104882	480.98
1	[A1-M1]	0,95	120	13208	1852	203907	15.44	218	104882	480.98
1	[A1-M1]	1,00	131	13213	2001	202083	15.29	218	104882	480.98
1	[A1-M1]	1,05	142	13218	2145	200063	15.14	218	104882	480.98
1	[A1-M1]	1,10	153	13222	2287	198084	14.98	218	104882	480.98
1	[A1-M1]	1,15	164	13227	2425	196146	14.83	218	104882	480.98
1	[A1-M1]	1,20	174	13232	2561	194247	14.68	218	104882	480.98
1	[A1-M1]	1,25	185	13237	2694	192385	14.53	218	104882	480.98
1	[A1-M1]	1,30	196	13241	2824	190560	14.39	218	104882	480.98
1	[A1-M1]	1,35	207	13246	2952	188759	14.25	218	104882	480.98
1	[A1-M1]	1,40	218	13251	3076	186929	14.11	218	104882	480.98
1	[A1-M1]	1,45	229	13256	3198	185135	13.97	218	104882	480.98
1	[A1-M1]	1,50	240	13260	3317	183377	13.83	218	104882	480.98
1	[A1-M1]	1,55	251	13265	3434	181652	13.69	218	104882	480.98
1	[A1-M1]	1,60	262	13270	3549	179962	13.56	219	104882	479.48
1	[A1-M1]	1,65	273	13275	3661	178303	13.43	221	104882	473.73
1	[A1-M1]	1,70	283	13279	3772	176676	13.30	224	104882	467.98
1	[A1-M1]	1,75	294	13284	3880	175080	13.18	227	104882	462.22
1	[A1-M1]	1,80	305	13289	3985	173473	13.05	230	104882	456.46
1	[A1-M1]	1,85	316	13294	4088	171874	12.93	233	104882	450.70
1	[A1-M1]	1,90	327	13298	4189	170305	12.81	236	104882	444.96
1	[A1-M1]	1,95	338	13303	4288	168766	12.69	239	104882	439.23
1	[A1-M1]	2,00	349	13308	4385	167255	12.57	242	104882	433.52
1	[A1-M1]	2,05	360	13313	4480	165772	12.45	245	104882	427.83
1	[A1-M1]	2,10	371	13317	4574	164316	12.34	248	104882	422.17
1	[A1-M1]	2,15	382	13322	4666	162882	12.23	252	104882	416.55
1	[A1-M1]	2,20	393	13327	4758	161452	12.11	255	104882	410.96
1	[A1-M1]	2,25	404	13332	4851	160008	12.00	259	104882	405.40
1	[A1-M1]	2,30	416	13336	4944	158484	11.88	262	104882	399.89
1	[A1-M1]	2,35	429	13341	5040	156912	11.76	266	104882	394.42
1	[A1-M1]	2,40	442	13346	5139	155283	11.64	293	104882	357.81
1	[A1-M1]	2,45	456	13351	5243	153584	11.50	329	104882	318.55
1	[A1-M1]	2,50	471	13355	5352	151805	11.37	368	104882	284.81
1	[A1-M1]	2,55	487	13360	5466	149937	11.22	410	104882	255.74
1	[A1-M1]	2,60	504	13365	5585	147974	11.07	455	104882	230.58
1	[A1-M1]	2,65	523	13370	5711	145910	10.91	502	104882	208.74
1	[A1-M1]	2,70	544	13374	5842	143698	10.74	553	104882	189.68
1	[A1-M1]	2,75	566	13379	5978	141367	10.57	606	104882	172.99
1	[A1-M1]	2,80	590	13384	6121	138928	10.38	662	104882	158.31
1	[A1-M1]	2,85	616	13389	6270	136384	10.19	722	104882	145.36
1	[A1-M1]	2,90	643	13393	6425	133738	9.99	783	104882	133.90
1	[A1-M1]	2,95	674	13398	6586	130997	9.78	848	104882	123.73

n°	Tipo	Y	M	N	Mu	Nu	FS	T	V <sub>Rdr</sub>	FS <sub>T</sub>
		[m]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]		[kg]	[kg]	
1	[A1-M1]	3,00	706	13403	6747	128093	9.56	915	104882	114.67
1	[A1-M1]	3,05	740	13408	6907	125214	9.34	925	104882	113.34
1	[A1-M1]	3,10	773	13412	7060	122464	9.13	936	104882	112.02
1	[A1-M1]	3,15	807	13417	7206	119833	8.93	947	104882	110.71
1	[A1-M1]	3,20	840	13422	7346	117315	8.74	959	104882	109.41
1	[A1-M1]	3,25	874	13427	7480	114889	8.56	970	104882	108.12
1	[A1-M1]	3,30	908	13431	7607	112554	8.38	982	104882	106.84
1	[A1-M1]	3,35	941	13436	7729	110314	8.21	993	104882	105.58
1	[A1-M1]	3,40	975	13441	7846	108163	8.05	1005	104882	104.33
1	[A1-M1]	3,45	1009	13446	7959	106095	7.89	1017	104882	103.08
1	[A1-M1]	3,50	1042	13450	8067	104107	7.74	1030	104882	101.85
1	[A1-M1]	3,55	1070	13455	8154	102513	7.62	674	104882	155.57
1	[A1-M1]	3,60	1088	13460	8207	101531	7.54	466	104882	225.14
1	[A1-M1]	3,65	1097	13465	8231	101069	7.51	278	104882	377.58
1	[A1-M1]	3,70	1097	13469	8231	101072	7.50	-167	104882	628.58
1	[A1-M1]	3,75	1090	13474	8209	101486	7.53	-268	104882	391.33
1	[A1-M1]	3,80	1077	13479	8168	102263	7.59	-381	104882	275.56
1	[A1-M1]	3,85	1058	13484	8107	103371	7.67	-478	104882	219.38
1	[A1-M1]	3,90	1034	13488	8030	104790	7.77	-561	104882	186.80
1	[A1-M1]	3,95	1006	13493	7937	106502	7.89	-632	104882	166.01
1	[A1-M1]	4,00	974	13498	7828	108492	8.04	-690	104882	151.99
1	[A1-M1]	4,05	939	13503	7705	110749	8.20	-737	104882	142.27
1	[A1-M1]	4,10	903	13507	7568	113263	8.39	-774	104882	135.47
1	[A1-M1]	4,15	864	13512	7418	116025	8.59	-802	104882	130.79
1	[A1-M1]	4,20	824	13517	7253	119004	8.80	-821	104882	127.72
1	[A1-M1]	4,25	783	13522	7074	122211	9.04	-833	104882	125.92
1	[A1-M1]	4,30	741	13526	6884	125642	9.29	-838	104882	125.19
1	[A1-M1]	4,35	699	13531	6681	129291	9.56	-837	104882	125.38
1	[A1-M1]	4,40	657	13536	6463	133087	9.83	-830	104882	126.38
1	[A1-M1]	4,45	616	13541	6232	137030	10.12	-819	104882	128.14
1	[A1-M1]	4,50	575	13545	5991	141151	10.42	-803	104882	130.61
1	[A1-M1]	4,55	535	13550	5740	145440	10.73	-784	104882	133.79
1	[A1-M1]	4,60	496	13555	5476	149770	11.05	-762	104882	137.68
1	[A1-M1]	4,65	457	13560	5204	154230	11.37	-740	104882	141.66
1	[A1-M1]	4,70	421	13564	4925	158803	11.71	-718	104882	145.98
1	[A1-M1]	4,75	385	13569	4636	163347	12.04	-694	104882	151.06
1	[A1-M1]	4,80	351	13574	4342	167916	12.37	-668	104882	156.94
1	[A1-M1]	4,85	318	13579	4046	172529	12.71	-641	104882	163.67
1	[A1-M1]	4,90	287	13583	3746	177058	13.03	-612	104882	171.31
1	[A1-M1]	4,95	258	13588	3444	181502	13.36	-583	104882	179.95
1	[A1-M1]	5,00	230	13593	3145	185916	13.68	-553	104882	189.68
1	[A1-M1]	5,05	204	13598	2848	190225	13.99	-523	104882	200.61
1	[A1-M1]	5,10	179	13602	2555	194329	14.29	-493	104882	212.88
1	[A1-M1]	5,15	156	13607	2269	198335	14.58	-463	104882	226.65
1	[A1-M1]	5,20	134	13612	1991	202224	14.86	-433	104882	242.11
1	[A1-M1]	5,25	114	13617	1714	204963	15.05	-404	104882	259.48
1	[A1-M1]	5,30	95	13621	1447	207016	15.20	-376	104882	279.02
1	[A1-M1]	5,35	78	13626	1195	208948	15.33	-348	104882	301.04
1	[A1-M1]	5,40	62	13631	959	210758	15.46	-322	104882	325.90
1	[A1-M1]	5,45	47	13636	740	212445	15.58	-296	104882	354.05
1	[A1-M1]	5,50	34	13640	536	214010	15.69	-272	104882	386.00
1	[A1-M1]	5,55	22	13645	348	215453	15.79	-248	104882	422.37
1	[A1-M1]	5,60	11	13650	175	216777	15.88	-226	104882	463.93
1	[A1-M1]	5,65	1	13655	18	217985	15.96	-205	104882	511.58
1	[A1-M1]	5,70	-8	13659	-124	217174	15.90	-185	104882	566.44
1	[A1-M1]	5,75	-16	13664	-249	216212	15.82	-167	104882	629.86
1	[A1-M1]	5,80	-23	13669	-359	215364	15.76	-149	104882	703.53
1	[A1-M1]	5,85	-29	13674	-456	214621	15.70	-133	104882	789.55
1	[A1-M1]	5,90	-35	13678	-541	213973	15.64	-118	104882	890.54
1	[A1-M1]	5,95	-39	13683	-614	213411	15.60	-83	104882	1000.00
1	[A1-M1]	6,00	-43	13688	-677	212928	15.56	-68	104882	1000.00
1	[A1-M1]	6,05	-47	13693	-728	212532	15.52	-52	104882	1000.00
1	[A1-M1]	6,10	-50	13697	-768	212230	15.49	-38	104882	1000.00
1	[A1-M1]	6,15	-51	13702	-796	212013	15.47	-25	104882	1000.00
1	[A1-M1]	6,20	-53	13707	-814	211871	15.46	-13	104882	1000.00
1	[A1-M1]	6,25	-53	13712	-824	211796	15.45	-3	104882	1000.00
1	[A1-M1]	6,30	-54	13716	-826	211781	15.44	6	104882	1000.00
1	[A1-M1]	6,35	-53	13721	-821	211817	15.44	14	104882	1000.00
1	[A1-M1]	6,40	-53	13726	-811	211898	15.44	21	104882	1000.00
1	[A1-M1]	6,45	-51	13731	-795	212019	15.44	26	104882	1000.00
1	[A1-M1]	6,50	-50	13735	-775	212172	15.45	31	104882	1000.00
1	[A1-M1]	6,55	-49	13740	-751	212354	15.45	35	104882	1000.00
1	[A1-M1]	6,60	-47	13745	-725	212560	15.46	38	104882	1000.00
1	[A1-M1]	6,65	-45	13750	-695	212784	15.48	41	104882	1000.00
1	[A1-M1]	6,70	-43	13754	-664	213024	15.49	43	104882	1000.00
1	[A1-M1]	6,75	-41	13759	-632	213274	15.50	44	104882	1000.00
1	[A1-M1]	6,80	-39	13764	-598	213533	15.51	45	104882	1000.00

n°	Tipo	Y	M	N	Mu	Nu	FS	T	V <sub>Rdr</sub>	FS <sub>T</sub>
		[m]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]		[kg]	[kg]	
1	[A1-M1]	6,85	-36	13769	-563	213797	15.53	45	104882	1000.00
1	[A1-M1]	6,90	-34	13773	-529	214063	15.54	45	104882	1000.00
1	[A1-M1]	6,95	-32	13778	-494	214329	15.56	45	104882	1000.00
1	[A1-M1]	7,00	-30	13783	-460	214594	15.57	44	104882	1000.00
1	[A1-M1]	7,05	-27	13788	-426	214854	15.58	43	104882	1000.00
1	[A1-M1]	7,10	-25	13792	-393	215109	15.60	42	104882	1000.00
1	[A1-M1]	7,15	-23	13797	-360	215357	15.61	40	104882	1000.00
1	[A1-M1]	7,20	-21	13802	-329	215597	15.62	39	104882	1000.00
1	[A1-M1]	7,25	-19	13807	-299	215828	15.63	37	104882	1000.00
1	[A1-M1]	7,30	-17	13811	-270	216049	15.64	35	104882	1000.00
1	[A1-M1]	7,35	-16	13816	-243	216260	15.65	33	104882	1000.00
1	[A1-M1]	7,40	-14	13821	-217	216460	15.66	32	104882	1000.00
1	[A1-M1]	7,45	-12	13826	-192	216650	15.67	30	104882	1000.00
1	[A1-M1]	7,50	-11	13830	-169	216828	15.68	28	104882	1000.00
1	[A1-M1]	7,55	-9	13835	-147	216994	15.68	26	104882	1000.00
1	[A1-M1]	7,60	-8	13840	-127	217150	15.69	24	104882	1000.00
1	[A1-M1]	7,65	-7	13845	-108	217294	15.70	22	104882	1000.00
1	[A1-M1]	7,70	-6	13850	-91	217428	15.70	20	104882	1000.00
1	[A1-M1]	7,75	-5	13854	-75	217550	15.70	19	104882	1000.00
1	[A1-M1]	7,80	-4	13859	-60	217662	15.71	17	104882	1000.00
1	[A1-M1]	7,85	-3	13864	-47	217765	15.71	15	104882	1000.00
1	[A1-M1]	7,90	-2	13869	-35	217857	15.71	14	104882	1000.00
1	[A1-M1]	7,95	-2	13873	-24	217941	15.71	12	104882	1000.00
1	[A1-M1]	8,00	-1	13878	-14	218015	15.71	11	104882	1000.00
1	[A1-M1]	8,05	0	13883	-5	218082	15.71	10	104882	1000.00
1	[A1-M1]	8,10	0	13888	2	218107	15.71	8	104882	1000.00
1	[A1-M1]	8,15	1	13892	9	218055	15.70	7	104882	1000.00
1	[A1-M1]	8,20	1	13897	15	218011	15.69	6	104882	1000.00
1	[A1-M1]	8,25	1	13902	20	217973	15.68	5	104882	1000.00
1	[A1-M1]	8,30	2	13907	24	217941	15.67	4	104882	1000.00
1	[A1-M1]	8,35	2	13911	27	217915	15.66	4	104882	1000.00
1	[A1-M1]	8,40	2	13916	30	217893	15.66	3	104882	1000.00
1	[A1-M1]	8,45	2	13921	32	217876	15.65	2	104882	1000.00
1	[A1-M1]	8,50	2	13926	34	217863	15.64	2	104882	1000.00
1	[A1-M1]	8,55	2	13930	35	217853	15.64	1	104882	1000.00
1	[A1-M1]	8,60	2	13935	36	217847	15.63	1	104882	1000.00
1	[A1-M1]	8,65	2	13940	36	217844	15.63	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	8,70	2	13945	36	217843	15.62	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	8,75	2	13949	36	217845	15.62	-1	104882	1000.00
1	[A1-M1]	8,80	2	13954	36	217849	15.61	-1	104882	1000.00
1	[A1-M1]	8,85	2	13959	35	217854	15.61	-1	104882	1000.00
1	[A1-M1]	8,90	2	13964	34	217861	15.60	-1	104882	1000.00
1	[A1-M1]	8,95	2	13968	33	217870	15.60	-2	104882	1000.00
1	[A1-M1]	9,00	2	13973	32	217879	15.59	-2	104882	1000.00
1	[A1-M1]	9,05	2	13978	31	217889	15.59	-2	104882	1000.00
1	[A1-M1]	9,10	2	13983	29	217900	15.58	-2	104882	1000.00
1	[A1-M1]	9,15	2	13987	28	217911	15.58	-2	104882	1000.00
1	[A1-M1]	9,20	2	13992	26	217923	15.57	-2	104882	1000.00
1	[A1-M1]	9,25	2	13997	24	217936	15.57	-2	104882	1000.00
1	[A1-M1]	9,30	1	14002	23	217948	15.57	-2	104882	1000.00
1	[A1-M1]	9,35	1	14006	21	217961	15.56	-2	104882	1000.00
1	[A1-M1]	9,40	1	14011	20	217973	15.56	-2	104882	1000.00
1	[A1-M1]	9,45	1	14016	18	217985	15.55	-2	104882	1000.00
1	[A1-M1]	9,50	1	14021	16	217997	15.55	-2	104882	1000.00
1	[A1-M1]	9,55	1	14025	15	218008	15.54	-2	104882	1000.00
1	[A1-M1]	9,60	1	14030	14	218019	15.54	-2	104882	1000.00
1	[A1-M1]	9,65	1	14035	12	218030	15.53	-2	104882	1000.00
1	[A1-M1]	9,70	1	14040	11	218039	15.53	-2	104882	1000.00
1	[A1-M1]	9,75	1	14044	10	218049	15.53	-1	104882	1000.00
1	[A1-M1]	9,80	1	14049	9	218058	15.52	-1	104882	1000.00
1	[A1-M1]	9,85	0	14054	7	218066	15.52	-1	104882	1000.00
1	[A1-M1]	9,90	0	14059	6	218074	15.51	-1	104882	1000.00
1	[A1-M1]	9,95	0	14063	6	218081	15.51	-1	104882	1000.00
1	[A1-M1]	10,00	0	14068	5	218088	15.50	-1	104882	1000.00
1	[A1-M1]	10,05	0	14073	4	218094	15.50	-1	104882	1000.00
1	[A1-M1]	10,10	0	14078	3	218099	15.49	-1	104882	1000.00
1	[A1-M1]	10,15	0	14082	2	218104	15.49	-1	104882	1000.00
1	[A1-M1]	10,20	0	14087	2	218109	15.48	-1	104882	1000.00
1	[A1-M1]	10,25	0	14092	1	218113	15.48	-1	104882	1000.00
1	[A1-M1]	10,30	0	14097	1	218117	15.47	-1	104882	1000.00
1	[A1-M1]	10,35	0	14101	0	218120	15.47	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	10,40	0	14106	0	218123	15.46	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	10,45	0	14111	0	218121	15.46	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	10,50	0	14116	-1	218119	15.45	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	10,55	0	14120	-1	218118	15.45	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	10,60	0	14125	-1	218116	15.44	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	10,65	0	14130	-1	218115	15.44	0	104882	1000.00

n°	Tipo	Y	M	N	Mu	Nu	FS	T	V <sub>Rdr</sub>	FS <sub>T</sub>
		[m]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]		[kg]	[kg]	
1	[A1-M1]	10,70	0	14135	-1	218114	15.43	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	10,75	0	14139	-1	218113	15.43	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	10,80	0	14144	-1	218112	15.42	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	10,85	0	14149	-1	218112	15.42	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	10,90	0	14154	-2	218112	15.41	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	10,95	0	14158	-2	218112	15.41	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	11,00	0	14163	-2	218112	15.40	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	11,05	0	14168	-2	218112	15.39	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	11,10	0	14173	-1	218112	15.39	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	11,15	0	14177	-1	218112	15.38	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	11,20	0	14182	-1	218113	15.38	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	11,25	0	14187	-1	218113	15.37	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	11,30	0	14192	-1	218114	15.37	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	11,35	0	14196	-1	218114	15.36	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	11,40	0	14201	-1	218115	15.36	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	11,45	0	14206	-1	218115	15.35	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	11,50	0	14211	-1	218116	15.35	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	11,55	0	14215	-1	218116	15.34	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	11,60	0	14220	-1	218117	15.34	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	11,65	0	14225	-1	218117	15.33	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	11,70	0	14230	-1	218118	15.33	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	11,75	0	14234	-1	218118	15.32	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	11,80	0	14239	-1	218119	15.32	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	11,85	0	14244	-1	218119	15.31	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	11,90	0	14249	0	218120	15.31	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	11,95	0	14253	0	218120	15.30	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	12,00	0	14258	0	218120	15.30	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	12,05	0	14263	0	218121	15.29	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	12,10	0	14268	0	218121	15.29	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	12,15	0	14272	0	218122	15.28	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	12,20	0	14277	0	218122	15.28	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	12,25	0	14282	0	218122	15.27	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	12,30	0	14287	0	218122	15.27	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	12,35	0	14291	0	218123	15.26	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	12,40	0	14296	0	218123	15.26	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	12,45	0	14301	0	218123	15.25	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	12,50	0	14306	0	218123	15.25	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	12,55	0	14310	0	218123	15.24	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	12,60	0	14315	0	218123	15.24	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	12,65	0	14320	0	218123	15.23	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	12,70	0	14325	0	218123	15.23	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	12,75	0	14329	0	218123	15.22	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	12,80	0	14334	0	218123	15.22	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	12,85	0	14339	0	218123	15.21	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	12,90	0	14344	0	218123	15.21	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	12,95	0	14348	0	218123	15.20	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	13,00	0	14353	0	218123	15.20	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	13,05	0	14358	0	218123	15.19	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	13,10	0	14363	0	218123	15.19	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	13,15	0	14367	0	218123	15.18	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	13,20	0	14372	0	218123	15.18	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	13,25	0	14377	0	218123	15.17	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	13,30	0	14382	0	218123	15.17	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	13,35	0	14386	0	218123	15.16	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	13,40	0	14391	0	218123	15.16	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	13,45	0	14396	0	218123	15.15	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	13,50	0	14401	0	218123	15.15	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	13,55	0	14405	0	218123	15.14	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	13,60	0	14410	0	218123	15.14	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	13,65	0	14415	0	218123	15.13	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	13,70	0	14420	0	218123	15.13	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	13,75	0	14424	0	218123	15.12	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	13,80	0	14429	0	218123	15.12	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	13,85	0	14434	0	218123	15.11	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	13,90	0	14439	0	218123	15.11	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	13,95	0	14443	0	218123	15.10	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	14,00	0	14448	0	218123	15.10	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	14,05	0	14453	0	218123	15.09	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	14,10	0	14458	0	218123	15.09	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	14,15	0	14462	0	218123	15.08	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	14,20	0	14467	0	218123	15.08	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	14,25	0	14472	0	218123	15.07	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	14,30	0	14477	0	218123	15.07	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	14,35	0	14481	0	218123	15.06	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	14,40	0	14486	0	218123	15.06	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	14,45	0	14491	0	218123	15.05	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	14,50	0	14496	0	218123	15.05	0	104882	1000.00

n°	Tipo	Y	M	N	Mu	Nu	FS	T	V <sub>Rdr</sub>	FS <sub>T</sub>
		[m]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]		[kg]	[kg]	
4	[A2-M2 S]	14,55	0	12084	0	-181661	15.03	0	104882	1000.00
4	[A2-M2 S]	14,60	0	12089	0	-181661	15.03	0	104882	1000.00
4	[A2-M2 S]	14,65	0	12094	0	-181661	15.02	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	14,70	0	14515	0	-181661	12.52	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	14,75	0	14519	0	-181661	12.51	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	14,80	0	14524	0	-181661	12.51	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	14,85	0	14529	0	-181661	12.50	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	14,90	0	14534	0	-181661	12.50	0	104882	1000.00
1	[A1-M1]	14,95	0	14538	0	-181661	12.50	0	104882	1000.00

**Simbologia adottata**

n° Indice della combinazione/fase

Tipo Tipo della Combinazione/Fase

Y ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]

 $\sigma_f$  tensione normale nell'armatura, espressa in [kPa] $\tau_f$  tensione tangenziale nell'armatura, espresso in [kPa] $\sigma_{id}$  tensione ideale ( $\sigma_{id} = (\sigma_f^2 + 3 \tau_f^2)^{0.5}$ ) nella sezione del tubolare, espressa in [kPa]

Y	$\sigma_{id}$	n° - Tipo	$\sigma_f$	n° - Tipo	$\tau_f$	n° - Tipo
[m]	[kPa]		[kPa]		[kPa]	
0,00	17930	5 - [SLER]	17930	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
0,05	17938	5 - [SLER]	17938	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
0,10	17946	5 - [SLER]	17946	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
0,15	17954	5 - [SLER]	17954	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
0,20	17962	5 - [SLER]	17962	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
0,25	17970	5 - [SLER]	17970	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
0,30	17978	5 - [SLER]	17978	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
0,35	17987	5 - [SLER]	17987	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
0,40	17995	5 - [SLER]	17995	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
0,45	17404	5 - [SLER]	17347	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
0,50	17879	5 - [SLER]	17823	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
0,55	18355	5 - [SLER]	18300	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
0,60	18830	5 - [SLER]	18776	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
0,65	19305	5 - [SLER]	19253	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
0,70	19780	5 - [SLER]	19729	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
0,75	20256	5 - [SLER]	20206	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
0,80	20731	5 - [SLER]	20683	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
0,85	21207	5 - [SLER]	21159	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
0,90	21682	5 - [SLER]	21636	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
0,95	22158	5 - [SLER]	22112	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
1,00	22633	5 - [SLER]	22589	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
1,05	23109	5 - [SLER]	23066	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
1,10	23585	5 - [SLER]	23542	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
1,15	24061	5 - [SLER]	24019	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
1,20	24536	5 - [SLER]	24495	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
1,25	25012	5 - [SLER]	24972	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
1,30	25488	5 - [SLER]	25448	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
1,35	25964	5 - [SLER]	25925	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
1,40	26440	5 - [SLER]	26402	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
1,45	26916	5 - [SLER]	26878	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
1,50	27392	5 - [SLER]	27355	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
1,55	27867	5 - [SLER]	27831	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
1,60	28343	5 - [SLER]	28308	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
1,65	28819	5 - [SLER]	28785	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
1,70	29295	5 - [SLER]	29261	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
1,75	29772	5 - [SLER]	29738	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
1,80	30248	5 - [SLER]	30214	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
1,85	30724	5 - [SLER]	30691	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
1,90	31200	5 - [SLER]	31167	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
1,95	31676	5 - [SLER]	31644	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
2,00	32152	5 - [SLER]	32121	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
2,05	32628	5 - [SLER]	32597	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
2,10	33104	5 - [SLER]	33074	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
2,15	33580	5 - [SLER]	33550	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
2,20	34057	5 - [SLER]	34027	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
2,25	34533	5 - [SLER]	34504	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
2,30	35009	5 - [SLER]	34980	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
2,35	35485	5 - [SLER]	35457	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
2,40	35961	5 - [SLER]	35933	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
2,45	36437	5 - [SLER]	36410	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
2,50	36914	5 - [SLER]	36886	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
2,55	37390	5 - [SLER]	37363	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
2,60	37866	5 - [SLER]	37840	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
2,65	38342	5 - [SLER]	38316	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
2,70	38819	5 - [SLER]	38793	5 - [SLER]	819	5 - [SLER]
2,75	39296	5 - [SLER]	39270	5 - [SLER]	822	5 - [SLER]

Y	$\sigma_{id}$	n° - Tipo	$\sigma_r$	n° - Tipo	$\tau_r$	n° - Tipo
[m]	[kPa]		[kPa]		[kPa]	
2,80	39778	5 - [SLER]	39752	5 - [SLER]	833	5 - [SLER]
2,85	40269	5 - [SLER]	40242	5 - [SLER]	851	5 - [SLER]
2,90	40772	5 - [SLER]	40744	5 - [SLER]	874	5 - [SLER]
2,95	41291	5 - [SLER]	41261	5 - [SLER]	904	5 - [SLER]
3,00	41828	5 - [SLER]	41797	5 - [SLER]	940	5 - [SLER]
3,05	42374	5 - [SLER]	42343	5 - [SLER]	940	5 - [SLER]
3,10	42920	5 - [SLER]	42889	5 - [SLER]	940	5 - [SLER]
3,15	43466	5 - [SLER]	43436	5 - [SLER]	940	5 - [SLER]
3,20	44012	5 - [SLER]	43982	5 - [SLER]	940	5 - [SLER]
3,25	44558	5 - [SLER]	44528	5 - [SLER]	940	5 - [SLER]
3,30	45104	5 - [SLER]	45074	5 - [SLER]	940	5 - [SLER]
3,35	45650	5 - [SLER]	45621	5 - [SLER]	940	5 - [SLER]
3,40	46196	5 - [SLER]	46167	5 - [SLER]	940	5 - [SLER]
3,45	46741	5 - [SLER]	46713	5 - [SLER]	940	5 - [SLER]
3,50	47287	5 - [SLER]	47259	5 - [SLER]	940	5 - [SLER]
3,55	47671	5 - [SLER]	47669	5 - [SLER]	272	5 - [SLER]
3,60	47833	5 - [SLER]	47833	5 - [SLER]	111	5 - [SLER]
3,65	47784	5 - [SLER]	47777	5 - [SLER]	450	5 - [SLER]
3,70	47546	5 - [SLER]	47528	5 - [SLER]	748	5 - [SLER]
3,75	47140	5 - [SLER]	47108	5 - [SLER]	1008	5 - [SLER]
3,80	46588	5 - [SLER]	46539	5 - [SLER]	1233	5 - [SLER]
3,85	45908	5 - [SLER]	45841	5 - [SLER]	1424	5 - [SLER]
3,90	45118	5 - [SLER]	45035	5 - [SLER]	1584	5 - [SLER]
3,95	44236	5 - [SLER]	44136	5 - [SLER]	1715	5 - [SLER]
4,00	43278	5 - [SLER]	43163	5 - [SLER]	1821	5 - [SLER]
4,05	42258	5 - [SLER]	42129	5 - [SLER]	1903	5 - [SLER]
4,10	41189	5 - [SLER]	41048	5 - [SLER]	1962	5 - [SLER]
4,15	40083	5 - [SLER]	39933	5 - [SLER]	2003	5 - [SLER]
4,20	38953	5 - [SLER]	38795	5 - [SLER]	2025	5 - [SLER]
4,25	37808	5 - [SLER]	37644	5 - [SLER]	2032	5 - [SLER]
4,30	36658	5 - [SLER]	36490	5 - [SLER]	2024	5 - [SLER]
4,35	35509	5 - [SLER]	35339	5 - [SLER]	2004	5 - [SLER]
4,40	34371	5 - [SLER]	34201	5 - [SLER]	1972	5 - [SLER]
4,45	33249	5 - [SLER]	33080	5 - [SLER]	1931	5 - [SLER]
4,50	32149	5 - [SLER]	31983	5 - [SLER]	1882	5 - [SLER]
4,55	31075	5 - [SLER]	30914	5 - [SLER]	1826	5 - [SLER]
4,60	30032	5 - [SLER]	29876	5 - [SLER]	1765	5 - [SLER]
4,65	29024	5 - [SLER]	28875	5 - [SLER]	1698	5 - [SLER]
4,70	28053	5 - [SLER]	27911	5 - [SLER]	1628	5 - [SLER]
4,75	27121	5 - [SLER]	26987	5 - [SLER]	1555	5 - [SLER]
4,80	26231	5 - [SLER]	26106	5 - [SLER]	1480	5 - [SLER]
4,85	25383	5 - [SLER]	25267	5 - [SLER]	1403	5 - [SLER]
4,90	24579	5 - [SLER]	24472	5 - [SLER]	1326	5 - [SLER]
4,95	23819	5 - [SLER]	23721	5 - [SLER]	1249	5 - [SLER]
5,00	23104	5 - [SLER]	23014	5 - [SLER]	1172	5 - [SLER]
5,05	22432	5 - [SLER]	22352	5 - [SLER]	1097	5 - [SLER]
5,10	21804	5 - [SLER]	21732	5 - [SLER]	1022	5 - [SLER]
5,15	21219	5 - [SLER]	21155	5 - [SLER]	950	5 - [SLER]
5,20	20676	5 - [SLER]	20620	5 - [SLER]	879	5 - [SLER]
5,25	20173	5 - [SLER]	20125	5 - [SLER]	811	5 - [SLER]
5,30	19711	5 - [SLER]	19669	5 - [SLER]	745	5 - [SLER]
5,35	19286	5 - [SLER]	19250	5 - [SLER]	682	5 - [SLER]
5,40	18899	5 - [SLER]	18868	5 - [SLER]	622	5 - [SLER]
5,45	18546	5 - [SLER]	18520	5 - [SLER]	564	5 - [SLER]
5,50	18227	5 - [SLER]	18205	5 - [SLER]	510	5 - [SLER]
5,55	17939	5 - [SLER]	17921	5 - [SLER]	459	5 - [SLER]
5,60	17767	5 - [SLER]	17752	5 - [SLER]	410	5 - [SLER]
5,65	18006	5 - [SLER]	17995	5 - [SLER]	365	5 - [SLER]
5,70	18221	5 - [SLER]	18212	5 - [SLER]	323	5 - [SLER]
5,75	18412	5 - [SLER]	18405	5 - [SLER]	284	5 - [SLER]
5,80	18581	5 - [SLER]	18576	5 - [SLER]	247	5 - [SLER]
5,85	18729	5 - [SLER]	18725	5 - [SLER]	214	5 - [SLER]
5,90	18859	5 - [SLER]	18856	5 - [SLER]	183	5 - [SLER]
5,95	18971	5 - [SLER]	18969	5 - [SLER]	155	5 - [SLER]
6,00	19067	5 - [SLER]	19066	5 - [SLER]	124	5 - [SLER]
6,05	19145	5 - [SLER]	19145	5 - [SLER]	89	5 - [SLER]
6,10	19204	5 - [SLER]	19204	5 - [SLER]	58	5 - [SLER]
6,15	19245	5 - [SLER]	19245	5 - [SLER]	31	5 - [SLER]
6,20	19271	5 - [SLER]	19271	5 - [SLER]	6	5 - [SLER]
6,25	19283	5 - [SLER]	19283	5 - [SLER]	15	5 - [SLER]
6,30	19282	5 - [SLER]	19282	5 - [SLER]	34	5 - [SLER]
6,35	19271	5 - [SLER]	19271	5 - [SLER]	50	5 - [SLER]
6,40	19250	5 - [SLER]	19250	5 - [SLER]	64	5 - [SLER]
6,45	19222	5 - [SLER]	19222	5 - [SLER]	75	5 - [SLER]
6,50	19187	5 - [SLER]	19187	5 - [SLER]	85	5 - [SLER]
6,55	19147	5 - [SLER]	19146	5 - [SLER]	93	5 - [SLER]
6,60	19102	5 - [SLER]	19101	5 - [SLER]	98	5 - [SLER]

Y	$\sigma_{id}$	n° - Tipo	$\sigma_r$	n° - Tipo	$\tau_r$	n° - Tipo
[m]	[kPa]		[kPa]		[kPa]	
6,65	19054	5 - [SLER]	19053	5 - [SLER]	103	5 - [SLER]
6,70	19003	5 - [SLER]	19002	5 - [SLER]	106	5 - [SLER]
6,75	18950	5 - [SLER]	18950	5 - [SLER]	108	5 - [SLER]
6,80	18897	5 - [SLER]	18896	5 - [SLER]	109	5 - [SLER]
6,85	18843	5 - [SLER]	18842	5 - [SLER]	108	5 - [SLER]
6,90	18789	5 - [SLER]	18788	5 - [SLER]	107	5 - [SLER]
6,95	18736	5 - [SLER]	18735	5 - [SLER]	105	5 - [SLER]
7,00	18683	5 - [SLER]	18682	5 - [SLER]	103	5 - [SLER]
7,05	18632	5 - [SLER]	18632	5 - [SLER]	100	5 - [SLER]
7,10	18583	5 - [SLER]	18582	5 - [SLER]	97	5 - [SLER]
7,15	18536	5 - [SLER]	18535	5 - [SLER]	93	5 - [SLER]
7,20	18491	5 - [SLER]	18490	5 - [SLER]	89	5 - [SLER]
7,25	18448	5 - [SLER]	18447	5 - [SLER]	84	5 - [SLER]
7,30	18408	5 - [SLER]	18407	5 - [SLER]	80	5 - [SLER]
7,35	18370	5 - [SLER]	18369	5 - [SLER]	76	5 - [SLER]
7,40	18335	5 - [SLER]	18334	5 - [SLER]	71	5 - [SLER]
7,45	18302	5 - [SLER]	18302	5 - [SLER]	66	5 - [SLER]
7,50	18272	5 - [SLER]	18272	5 - [SLER]	62	5 - [SLER]
7,55	18245	5 - [SLER]	18244	5 - [SLER]	57	5 - [SLER]
7,60	18220	5 - [SLER]	18220	5 - [SLER]	53	5 - [SLER]
7,65	18198	5 - [SLER]	18198	5 - [SLER]	49	5 - [SLER]
7,70	18178	5 - [SLER]	18178	5 - [SLER]	44	5 - [SLER]
7,75	18161	5 - [SLER]	18160	5 - [SLER]	40	5 - [SLER]
7,80	18146	5 - [SLER]	18145	5 - [SLER]	37	5 - [SLER]
7,85	18133	5 - [SLER]	18133	5 - [SLER]	33	5 - [SLER]
7,90	18122	5 - [SLER]	18122	5 - [SLER]	29	5 - [SLER]
7,95	18113	5 - [SLER]	18113	5 - [SLER]	26	5 - [SLER]
8,00	18106	5 - [SLER]	18106	5 - [SLER]	23	5 - [SLER]
8,05	18110	5 - [SLER]	18110	5 - [SLER]	20	5 - [SLER]
8,10	18130	5 - [SLER]	18130	5 - [SLER]	18	5 - [SLER]
8,15	18148	5 - [SLER]	18148	5 - [SLER]	15	5 - [SLER]
8,20	18164	5 - [SLER]	18164	5 - [SLER]	13	5 - [SLER]
8,25	18180	5 - [SLER]	18180	5 - [SLER]	11	5 - [SLER]
8,30	18194	5 - [SLER]	18194	5 - [SLER]	9	5 - [SLER]
8,35	18207	5 - [SLER]	18207	5 - [SLER]	7	5 - [SLER]
8,40	18219	5 - [SLER]	18219	5 - [SLER]	5	5 - [SLER]
8,45	18230	5 - [SLER]	18230	5 - [SLER]	4	5 - [SLER]
8,50	18240	5 - [SLER]	18240	5 - [SLER]	2	5 - [SLER]
8,55	18249	5 - [SLER]	18249	5 - [SLER]	1	5 - [SLER]
8,60	18258	5 - [SLER]	18258	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
8,65	18266	5 - [SLER]	18266	5 - [SLER]	1	5 - [SLER]
8,70	18274	5 - [SLER]	18274	5 - [SLER]	2	5 - [SLER]
8,75	18281	5 - [SLER]	18281	5 - [SLER]	2	5 - [SLER]
8,80	18288	5 - [SLER]	18288	5 - [SLER]	3	5 - [SLER]
8,85	18294	5 - [SLER]	18294	5 - [SLER]	3	5 - [SLER]
8,90	18301	5 - [SLER]	18301	5 - [SLER]	4	5 - [SLER]
8,95	18306	5 - [SLER]	18306	5 - [SLER]	4	5 - [SLER]
9,00	18312	5 - [SLER]	18312	5 - [SLER]	4	5 - [SLER]
9,05	18318	5 - [SLER]	18318	5 - [SLER]	5	5 - [SLER]
9,10	18323	5 - [SLER]	18323	5 - [SLER]	5	5 - [SLER]
9,15	18329	5 - [SLER]	18329	5 - [SLER]	5	5 - [SLER]
9,20	18334	5 - [SLER]	18334	5 - [SLER]	5	5 - [SLER]
9,25	18339	5 - [SLER]	18339	5 - [SLER]	5	5 - [SLER]
9,30	18344	5 - [SLER]	18344	5 - [SLER]	5	5 - [SLER]
9,35	18350	5 - [SLER]	18350	5 - [SLER]	5	5 - [SLER]
9,40	18355	5 - [SLER]	18355	5 - [SLER]	5	5 - [SLER]
9,45	18360	5 - [SLER]	18360	5 - [SLER]	5	5 - [SLER]
9,50	18366	5 - [SLER]	18366	5 - [SLER]	4	5 - [SLER]
9,55	18371	5 - [SLER]	18371	5 - [SLER]	4	5 - [SLER]
9,60	18377	5 - [SLER]	18377	5 - [SLER]	4	5 - [SLER]
9,65	18383	5 - [SLER]	18383	5 - [SLER]	4	5 - [SLER]
9,70	18389	5 - [SLER]	18389	5 - [SLER]	4	5 - [SLER]
9,75	18395	5 - [SLER]	18395	5 - [SLER]	3	5 - [SLER]
9,80	18401	5 - [SLER]	18401	5 - [SLER]	3	5 - [SLER]
9,85	18407	5 - [SLER]	18407	5 - [SLER]	3	5 - [SLER]
9,90	18414	5 - [SLER]	18414	5 - [SLER]	3	5 - [SLER]
9,95	18420	5 - [SLER]	18420	5 - [SLER]	2	5 - [SLER]
10,00	18427	5 - [SLER]	18427	5 - [SLER]	2	5 - [SLER]
10,05	18434	5 - [SLER]	18434	5 - [SLER]	2	5 - [SLER]
10,10	18441	5 - [SLER]	18441	5 - [SLER]	2	5 - [SLER]
10,15	18448	5 - [SLER]	18448	5 - [SLER]	2	5 - [SLER]
10,20	18455	5 - [SLER]	18455	5 - [SLER]	1	5 - [SLER]
10,25	18462	5 - [SLER]	18462	5 - [SLER]	1	5 - [SLER]
10,30	18470	5 - [SLER]	18470	5 - [SLER]	1	5 - [SLER]
10,35	18477	5 - [SLER]	18477	5 - [SLER]	1	5 - [SLER]
10,40	18485	5 - [SLER]	18485	5 - [SLER]	1	5 - [SLER]
10,45	18494	5 - [SLER]	18494	5 - [SLER]	1	5 - [SLER]

Y	$\sigma_{id}$	n° - Tipo	$\sigma_r$	n° - Tipo	$\tau_r$	n° - Tipo
[m]	[kPa]		[kPa]		[kPa]	
10,50	18502	5 - [SLER]	18502	5 - [SLER]	1	5 - [SLER]
10,55	18511	5 - [SLER]	18511	5 - [SLER]	1	5 - [SLER]
10,60	18519	5 - [SLER]	18519	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
10,65	18527	5 - [SLER]	18527	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
10,70	18536	5 - [SLER]	18536	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
10,75	18544	5 - [SLER]	18544	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
10,80	18552	5 - [SLER]	18552	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
10,85	18560	5 - [SLER]	18560	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
10,90	18568	5 - [SLER]	18568	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
10,95	18576	5 - [SLER]	18576	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
11,00	18584	5 - [SLER]	18584	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
11,05	18592	5 - [SLER]	18592	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
11,10	18600	5 - [SLER]	18600	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
11,15	18608	5 - [SLER]	18608	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
11,20	18616	5 - [SLER]	18616	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
11,25	18624	5 - [SLER]	18624	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
11,30	18632	5 - [SLER]	18632	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
11,35	18640	5 - [SLER]	18640	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
11,40	18648	5 - [SLER]	18648	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
11,45	18656	5 - [SLER]	18656	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
11,50	18664	5 - [SLER]	18664	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
11,55	18672	5 - [SLER]	18672	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
11,60	18680	5 - [SLER]	18680	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
11,65	18688	5 - [SLER]	18688	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
11,70	18696	5 - [SLER]	18696	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
11,75	18704	5 - [SLER]	18704	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
11,80	18712	5 - [SLER]	18712	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
11,85	18720	5 - [SLER]	18720	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
11,90	18728	5 - [SLER]	18728	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
11,95	18736	5 - [SLER]	18736	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
12,00	18744	5 - [SLER]	18744	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
12,05	18752	5 - [SLER]	18752	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
12,10	18760	5 - [SLER]	18760	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
12,15	18768	5 - [SLER]	18768	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
12,20	18776	5 - [SLER]	18776	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
12,25	18784	5 - [SLER]	18784	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
12,30	18792	5 - [SLER]	18792	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
12,35	18800	5 - [SLER]	18800	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
12,40	18808	5 - [SLER]	18808	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
12,45	18816	5 - [SLER]	18816	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
12,50	18824	5 - [SLER]	18824	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
12,55	18832	5 - [SLER]	18832	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
12,60	18840	5 - [SLER]	18840	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
12,65	18848	5 - [SLER]	18848	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
12,70	18856	5 - [SLER]	18856	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
12,75	18864	5 - [SLER]	18864	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
12,80	18873	5 - [SLER]	18873	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
12,85	18881	5 - [SLER]	18881	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
12,90	18889	5 - [SLER]	18889	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
12,95	18897	5 - [SLER]	18897	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
13,00	18905	5 - [SLER]	18905	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
13,05	18913	5 - [SLER]	18913	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
13,10	18921	5 - [SLER]	18921	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
13,15	18929	5 - [SLER]	18929	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
13,20	18937	5 - [SLER]	18937	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
13,25	18945	5 - [SLER]	18945	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
13,30	18953	5 - [SLER]	18953	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
13,35	18961	5 - [SLER]	18961	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
13,40	18969	5 - [SLER]	18969	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
13,45	18978	5 - [SLER]	18978	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
13,50	18986	5 - [SLER]	18986	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
13,55	18994	5 - [SLER]	18994	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
13,60	19002	5 - [SLER]	19002	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
13,65	19010	5 - [SLER]	19010	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
13,70	19018	5 - [SLER]	19018	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
13,75	19026	5 - [SLER]	19026	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
13,80	19034	5 - [SLER]	19034	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
13,85	19042	5 - [SLER]	19042	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
13,90	19050	5 - [SLER]	19050	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
13,95	19058	5 - [SLER]	19058	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
14,00	19066	5 - [SLER]	19066	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
14,05	19074	5 - [SLER]	19074	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
14,10	19082	5 - [SLER]	19082	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
14,15	19090	5 - [SLER]	19090	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
14,20	19099	5 - [SLER]	19099	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
14,25	19107	5 - [SLER]	19107	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
14,30	19115	5 - [SLER]	19115	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]

Y	$\sigma_{id}$	n° - Tipo	$\sigma_r$	n° - Tipo	$\tau_r$	n° - Tipo
[m]	[kPa]		[kPa]		[kPa]	
14,35	19123	5 - [SLER]	19123	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
14,40	19131	5 - [SLER]	19131	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
14,45	19139	5 - [SLER]	19139	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
14,50	19147	5 - [SLER]	19147	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
14,55	19155	5 - [SLER]	19155	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
14,60	19163	5 - [SLER]	19163	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
14,65	19171	5 - [SLER]	19171	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
14,70	19179	5 - [SLER]	19179	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
14,75	19187	5 - [SLER]	19187	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
14,80	19195	5 - [SLER]	19195	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
14,85	19204	5 - [SLER]	19204	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
14,90	19212	5 - [SLER]	19212	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]
14,95	19220	5 - [SLER]	19220	5 - [SLER]	0	5 - [SLER]

## 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	$R_{bk} = 25000$ [kPa]
Tensione caratteristica cilindrica del cls ( $0.83 \times R_{bk}$ )	$R_{ck} = 212$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
Fattore di riduzione per carico di lunga permanenza	$\psi = 0,85$
Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio	$f_{yk} = 355000$ [kPa]
Coefficiente di sicurezza cls	$\gamma_c = 1.50$
Coefficiente di sicurezza acciaio	$\gamma_s = 1.15$
Resistenza di calcolo del cls ( $\psi R_{ck} / \gamma_c$ )	$R_c^* = 120$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
Resistenza di calcolo dell'acciaio ( $f_{yk} / \gamma_s$ )	$R_s^* = 3148$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
Modulo elastico dell'acciaio	$E_s = 2100000$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
Deformazione ultima del calcestruzzo	$\epsilon_{cu} = 0.0035$ (0.35%)
Deformazione del calcestruzzo al limite elastoplastico	$\epsilon_{ck} = 0.0020$ (0.20%)
Deformazione ultima dell'acciaio	$\epsilon_{yu} = 0.0100$ (1.00%)
Deformazione dell'acciaio al limite elastico ( $R_s^* / E_s$ )	$\epsilon_{yk} = 0.0011$ (0.15%)

### Legame costitutivo del calcestruzzo

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

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

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

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

$$\sigma_c = R_c^*$$

### Legame costitutivo dell'acciaio

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

$$\sigma_s = E_s \epsilon_s \quad \text{per } 0 \leq \epsilon_s \leq \epsilon_{sy}$$

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

## Tratto armatura 1

N°	$N_u$	$M_u$
	[kg]	[kgm]
1	-181661,11	0,00
2	0,00	11071,04
3	29083,11	11019,77
4	43624,67	10766,59
5	58166,23	10333,61
6	72707,78	9709,57
7	87249,34	8953,52
8	101790,90	8193,33
9	116332,46	7401,04
10	130874,01	6592,70
11	145415,57	5741,52
12	159957,13	4854,14
13	174498,68	3919,23

N°	N <sub>u</sub> [kg]	M <sub>u</sub> [kgm]
14	189040,24	2932,91
15	203581,80	1893,94
16	218123,35	0,00
17	218123,35	0,00
18	203581,80	-1893,94
19	189040,24	-2932,91
20	174498,68	-3919,23
21	159957,13	-4854,14
22	145415,57	-5741,52
23	130874,01	-6592,70
24	116332,46	-7401,04
25	101790,90	-8193,33
26	87249,34	-8953,52
27	72707,78	-9709,57
28	58166,23	-10333,61
29	43624,67	-10766,59
30	29083,11	-11019,77
31	0,00	-11071,04
32	-181661,11	0,00

### Verifica sezione cordoli

#### Simbologia adottata

M <sub>h</sub>	momento flettente espresso in [kgm] nel piano orizzontale
T <sub>h</sub>	taglio espresso in [kg] nel piano orizzontale
M <sub>v</sub>	momento flettente espresso in [kgm] nel piano verticale
T <sub>v</sub>	taglio espresso in [kg] nel piano verticale

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

B=150,00 [cm]	H=80,00 [cm]		
A <sub>v</sub> =48,25 [cmq]	A <sub>rh</sub> =44,23 [cmq]	Staffe $\phi$ 10/8	Nbh=2 - Nbv=2
M <sub>h</sub> =13 [kgm]	M <sub>uh</sub> =274709 [kgm]	FS=21526.89	
T <sub>h</sub> =26 [kg]	T <sub>rh</sub> =180435 [kg]	FS <sub>r</sub> =7069.69	
M <sub>v</sub> =35 [kgm]	M <sub>uv</sub> =142067 [kgm]	FS=4051.98	
T <sub>v</sub> =70 [kg]	T <sub>r</sub> =129706 [kg]	FS <sub>TV</sub> =1849.72	

## Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (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 14/01/2008.

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	12.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	TEKNO S.R.L.
Licenza	AIU3379LU

#### 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  
( )

---

## INTERVENTO 1D

### 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 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)
- Circolare 617 del 02/02/2009  
- Circolare C.S.L.P. 02/02/2009 n.617 - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008

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  $\gamma$ . 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  $\varepsilon$  l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e  $\beta$  l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta  $S'$  considerando un'inclinazione del terrapieno e della parete 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,  $\theta$  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  $\theta$ .

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  $\eta_r$ .

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

Deve quindi essere verificata la seguente diseuguaglianza

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

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  $\delta$  è positivo, ribaltante se  $\delta$  è negativo.  $\delta$  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  $\eta_s$ .

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  $\delta_f$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B_f$  la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

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

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

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

## Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a  $\eta_q$ . 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  $\eta_q \geq 1.0$

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

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_{i,c} + q N_q d_{i,q} + 0.5 \gamma B N_\gamma d_{i,\gamma}$$

In questa espressione

$c$	coesione del terreno in fondazione;
$\phi$	angolo di attrito del terreno in fondazione;
$\gamma$	peso di volume del terreno in fondazione;
$B$	larghezza della fondazione;
$D$	profondità del piano di posa;
$q$	pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

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

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

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

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

Indichiamo con  $K_p$  il coefficiente di spinta passiva espresso da:

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

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

### Fattori di profondità

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

$$d_q = d_\gamma = 1$$

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

$$d_q = d_v = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p} \quad \text{per } \phi > 0$$

### Fattori di inclinazione

Indicando con  $\theta$  l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale ( espresso in gradi ) e con  $\phi$  l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = (1 - \theta^{\circ}/90)^2$$

$$i_v = \left(1 - \frac{\theta^{\circ}}{\phi^{\circ}}\right)^2 \quad \text{per } \phi > 0$$

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

## Verifica alla stabilità globale

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

Eseguito 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.

Il coefficiente di sicurezza fornito da Fellenius si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i^n \left( \frac{c_i b_i}{\cos \alpha_i} + [W_i \cos \alpha_i - u_i l_i] \tan \phi_i \right)}{\sum_i^n W_i \sin \alpha_i}$$

dove  $n$  è il numero delle strisce considerate,  $b_i$  e  $\alpha_i$  sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia  $i$ -esima rispetto all'orizzontale,  $W_i$  è il peso della striscia  $i$ -esima e  $c_i$  e  $\phi_i$  sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia.

Inoltre  $u_i$  ed  $l_i$  rappresentano la pressione neutra lungo la base della striscia e la lunghezza della base della striscia ( $l_i = b_i / \cos \alpha_i$ ).

Quindi, assunto un cerchio di tentativo lo si suddivide in  $n$  strisce e dalla formula precedente si ricava  $\eta$ . Questo procedimento viene eseguito per il numero di centri prefissato e viene assunto come coefficiente di sicurezza della scarpata il minimo dei coefficienti così determinati.

## Normativa

### N.T.C. 2008 - Approccio 1

#### Simbologia adottata

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	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
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_r$	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	$\gamma_{Gfav}$ 1,00	1,00	0,90	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$ 1,30	1,00	1,10	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$ 0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$ 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	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$	1,00	1,00	1,00	1,00

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,00	1,00	1,00	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,00	1,00	1,00	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1,00	1,25	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1,00	1,25	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1,00	1,60	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

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

	<i>Coefficienti parziali</i>		
	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>
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	

**Geometria muro e fondazione***Descrizione*

	<b>Muro a gravità in pietrame</b>
Altezza del paramento	2,00 [m]
Spessore in sommità	1,00 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1,70 [m]
Inclinazione paramento esterno	19,30 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	14,00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,30 [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	0,80 [m]
Spessore magrone	0,10 [m]

**Materiali utilizzati per la struttura***Pietrame*

Peso specifico	2000,0 [kg/mc]
Tensione ammissibile a compressione $\sigma_c$	30,0 [kg/cmq]
Angolo di attrito interno $\phi_p$	45,00 [°]
Resistenza a taglio $\tau_p$	0,0 [kg/cmq]

**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	6,00	0,00	0,00
2	10,00	2,00	26,57
3	20,00	4,00	11,31

## Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	35,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,00	[m]

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Coltre detritica	1750	1900	35,00	23,33	0,050	0,000
Roccia	2300	2500	45,00	30,00	0,510	0,000

## 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/cm <sup>2</sup> /cm
$K_s$	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	$K_w$	$K_s$	Terreno
1	4,00	0,00	1,42	0,00	Coltre detritica
2	20,00	0,00	0,00	0,00	Roccia

## Condizioni di carico

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.	
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.	
Momento positivo senso antiorario.	
X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
$F_x$	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kg]
$F_y$	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kg]
M	Momento espresso in [kgm]
$X_i$	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
$X_f$	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
$Q_i$	Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kg/m]
$Q_f$	Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kg/m]
D / C	Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

### Condizione n° 1 (Carico stradale)

D	Profilo	$X_i=2,00$	$X_f=5,50$	$Q_i=2000,00$	$Q_f=2000,00$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

## Descrizione combinazioni di carico

*Simbologia adottata*

<i>F/S</i>	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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 A2-M2 (GEO)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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° 3 - Caso EQU (SLU)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	0,90	1,00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1,00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1,00	1,10

Combinazione n° 4 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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
Carico stradale	SFAV	1,50	1,00	1,50

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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
Carico stradale	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	0,90	1,00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1,00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1,00	1,10
Carico stradale	SFAV	1,50	1,00	1,50

Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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
Carico stradale	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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° 11 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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° 12 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo</u>				
	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
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° 13 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo</u>				
	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
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° 14 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo</u>				
	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
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° 15 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo</u>				
	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
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° 16 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo</u>				
	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
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° 17 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo</u>				
	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 18 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo</u>				
	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 19 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo</u>				
	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 20 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo</u>				
	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 21 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo</u>				
	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 22 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo</u>				
	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 23 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo</u>				
	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>

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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 24 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 25 - Quasi Permanente (SLE)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 26 - Frequente (SLE)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 27 - Rara (SLE)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00

## Impostazioni di analisi

Calcolo della portanza          metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su  $N_{\gamma}$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su  $N_{\gamma}$  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 <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
CS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
CS <sub>QLM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
CS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS <sub>SCO</sub>	CS <sub>RIB</sub>	CS <sub>QLM</sub>	CS <sub>STAB</sub>
1	A1-M1 - [1]	--	4,03	--	21,28	--
2	A2-M2 - [1]	--	3,02	--	9,22	--
3	EQU - [1]	--	--	11,99	--	--
4	STAB - [1]	--	--	--	--	1,65
5	A1-M1 - [2]	--	4,03	--	21,28	--
6	A2-M2 - [2]	--	2,60	--	8,71	--
7	EQU - [2]	--	--	11,61	--	--
8	STAB - [2]	--	--	--	--	1,53
9	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	3,50	--	21,17	--
10	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	3,53	--	22,33	--
11	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	1,95	--	8,17	--
12	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	1,96	--	8,61	--
13	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	8,59	--	--
14	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	7,35	--	--
15	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,54
16	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,56
17	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	3,50	--	21,17	--
18	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	3,53	--	22,33	--
19	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1,74	--	7,68	--
20	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1,75	--	8,09	--
21	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	7,07	--	--
22	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	8,20	--	--
23	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,47
24	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,48
25	SLEQ - [1]	--	6,81	--	23,54	--
26	SLEF - [1]	--	6,81	--	23,54	--
27	SLER - [1]	--	6,81	--	23,54	--

## 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

metodo di Culmann

Calcolo del carico limite

metodo di Meyerhof

Calcolo della stabilità globale

metodo di Fellenius

Calcolo della spinta in condizioni di

Spinta attiva

### Sisma

#### Identificazione del sito

Latitudine

44.793130

Longitudine

7.200167

Comune

Rorà

Provincia

Torino

Regione

Piemonte

Punti di interpolazione del reticolo

14896 - 14674 - 14673 - 14895

#### 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 $a_g$	1.32 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.00
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.29
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 4.69$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 2.35$

**Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.53 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.00
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.20
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.30$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.65$

Forma diagramma incremento sismico Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)	0,0
Lunghezza del muro	14,00 [m]
Peso muro	8601,40 [kg]
Baricentro del muro	X=-0,81 Y=-1,58
<b>Superficie di spinta</b>	
Punto inferiore superficie di spinta	X = 0,00 Y = -2,80
Punto superiore superficie di spinta	X = 0,00 Y = 0,00
Altezza della superficie di spinta	2,80 [m]
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0,00 [°]

**COMBINAZIONE n° 1****Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	1050,21 [kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	964,32 [kg]		
Componente verticale della spinta statica	415,97 [kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00 [m]	Y = -2,15 [m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33 [°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	61,32 [°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00 [kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00 [m]	Y = 0,00 [m]	

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	964,32 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	9017,37 [kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	9017,37 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	964,32 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,16 [m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00 [m]
Risultante in fondazione	9068,79 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	6,10 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-1461,70 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	191868,50 [kg]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	2,00 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2316 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,6699 [kg/cm <sup>2</sup> ]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 37.15$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,87$	$i_q = 0,87$	$i_\gamma = 0,68$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,15$	$d_q = 1,08$	$d_\gamma = 1,08$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 46.24$	$N'_q = 31.16$	$N'_\gamma = 27.27$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.03
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	21.28

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

### Combinazione 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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,10	103,50	203	-2	0	0,90	0,02	--	--	99,90	--
3	0,20	107,00	413	-7	0	1,80	0,03	--	--	99,90	--
4	0,30	110,51	630	-17	0	2,69	0,05	--	--	99,90	--
5	0,40	114,01	854	-30	0	3,56	0,06	--	--	99,90	--
6	0,50	117,51	1084	-48	0	4,44	0,07	--	--	99,90	--
7	0,60	121,01	1321	-70	0	5,30	0,08	--	--	99,90	--
8	0,70	124,51	1565	-96	0	6,15	0,09	--	--	99,90	--
9	0,80	128,02	1816	-127	0	7,00	0,10	--	--	99,90	--
10	0,90	131,52	2073	-163	1	7,85	0,10	--	--	1803,52	--
11	1,00	135,02	2337	-203	6	8,67	0,11	--	--	374,53	--
12	1,10	138,52	2608	-247	16	9,46	0,11	--	--	159,74	--
13	1,20	142,02	2885	-295	31	10,21	0,12	--	--	91,67	--
14	1,30	145,53	3169	-346	52	10,91	0,12	--	--	61,32	--
15	1,40	149,03	3460	-400	77	11,56	0,12	--	--	44,95	--
16	1,50	152,53	3758	-457	107	12,16	0,13	--	--	35,01	--
17	1,60	156,03	4062	-516	143	12,70	0,13	--	--	28,45	--
18	1,70	159,53	4373	-577	183	13,19	0,14	--	--	23,85	--
19	1,80	163,04	4691	-640	229	13,63	0,14	--	--	20,49	--
20	1,90	166,54	5016	-703	280	14,02	0,15	--	--	17,93	--
21	2,00	170,04	5347	-767	335	14,35	0,16	--	--	15,98	--

### COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	1082,20	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	1023,00	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	353,02	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,13	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,19	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1023,00	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	8954,43	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	8954,43	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1023,00	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,15	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	9012,68	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	6,52	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-1337,50	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	82529,47	[kg]

### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2471	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,6482	[kg/cmq]

### Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante

$N_c = 28.42$

$N_q = 16.92$

$N_\gamma = 13.82$

<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_r = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,86$	$i_q = 0,86$	$i_r = 0,60$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,14$	$d_q = 1,07$	$d_r = 1,07$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 27,79$	$N'_q = 15,55$	$N'_r = 8,92$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.02
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	9.22

**Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni****Combinazione n° 2**

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,10	103,50	203	-2	0	0,90	0,02	--	--	99,90	--
3	0,20	107,00	413	-7	0	1,80	0,03	--	--	99,90	--
4	0,30	110,51	630	-17	0	2,69	0,05	--	--	99,90	--
5	0,40	114,01	854	-30	0	3,56	0,06	--	--	99,90	--
6	0,50	117,51	1084	-48	0	4,44	0,07	--	--	99,90	--
7	0,60	121,01	1321	-70	0	5,30	0,08	--	--	99,90	--
8	0,70	124,51	1565	-96	0	6,15	0,09	--	--	99,90	--
9	0,80	128,02	1816	-127	1	7,00	0,10	--	--	3268,03	--
10	0,90	131,52	2073	-162	4	7,84	0,10	--	--	508,11	--
11	1,00	135,02	2337	-202	12	8,64	0,11	--	--	188,95	--
12	1,10	138,52	2608	-245	26	9,41	0,11	--	--	101,57	--
13	1,20	142,02	2885	-292	44	10,12	0,12	--	--	65,56	--
14	1,30	145,53	3169	-342	67	10,79	0,12	--	--	47,04	--
15	1,40	149,03	3460	-394	96	11,40	0,13	--	--	36,13	--
16	1,50	152,53	3758	-449	129	11,95	0,13	--	--	29,08	--
17	1,60	156,03	4062	-506	168	12,46	0,14	--	--	24,22	--
18	1,70	159,53	4373	-564	211	12,91	0,14	--	--	20,70	--
19	1,80	163,04	4691	-624	260	13,30	0,15	--	--	18,06	--
20	1,90	166,54	5016	-684	313	13,64	0,15	--	--	16,00	--
21	2,00	170,04	5347	-745	371	13,93	0,16	--	--	14,40	--

**COMBINAZIONE n° 3**

Valore della spinta statica	1276,25	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	1206,43	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	416,32	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,10	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,00	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1206,43	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	8157,59	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	841,16	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	10082,20	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	8157,59	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1206,43	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,13	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	8246,31	[kg]

Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8,41	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-1081,86	[kgm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	11.99
------------------------------------------	-------

**Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni****Combinazione n° 3**

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	--	--	--	--	--	0	0	--	0,00
2	0,10	103,50	--	--	--	--	--	96	0	--	99,90
3	0,20	107,00	--	--	--	--	--	206	0	--	99,90
4	0,30	110,51	--	--	--	--	--	329	0	--	99,90
5	0,40	114,01	--	--	--	--	--	465	0	--	99,90
6	0,50	117,51	--	--	--	--	--	617	0	--	99,90
7	0,60	121,01	--	--	--	--	--	783	0	--	99,90
8	0,70	124,51	--	--	--	--	--	964	0	--	99,90
9	0,80	128,02	--	--	--	--	--	1162	0	--	8703,08
10	0,90	131,52	--	--	--	--	--	1378	1	--	1816,20
11	1,00	135,02	--	--	--	--	--	1613	2	--	668,54
12	1,10	138,52	--	--	--	--	--	1869	6	--	330,77
13	1,20	142,02	--	--	--	--	--	2145	11	--	194,60
14	1,30	145,53	--	--	--	--	--	2442	19	--	127,97
15	1,40	149,03	--	--	--	--	--	2761	30	--	90,86
16	1,50	152,53	--	--	--	--	--	3102	45	--	68,20
17	1,60	156,03	--	--	--	--	--	3467	65	--	53,38
18	1,70	159,53	--	--	--	--	--	3855	89	--	43,16
19	1,80	163,04	--	--	--	--	--	4267	119	--	35,82
20	1,90	166,54	--	--	--	--	--	4705	155	--	30,36
21	2,00	170,04	--	--	--	--	--	5167	197	--	26,18

**Stabilità globale muro + terreno****Combinazione n° 4**

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

**Metodo di Fellenius**

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

**Cerchio critico**

Coordinate del centro X[m]= -2,01 Y[m]= 0,00

Raggio del cerchio R[m]= 3,44

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,55

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,44

Larghezza della striscia dx[m]= 0,20

Coefficiente di sicurezza C= 1.65

Le strisce sono numerate da monte verso valle

**Caratteristiche delle strisce**

Striscia	W	$\alpha$ (°)	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	201,82	80,20	198,87	1,17	29,26	0,04	0,00
2	482,94	66,27	442,12	0,50	29,26	0,04	0,00

3	620,10	58,93	531,11	0,39	29,26	0,04	0,00
4	724,12	52,95	577,95	0,33	29,26	0,04	0,00
5	808,65	47,73	598,37	0,30	29,26	0,04	0,00
6	879,49	42,99	599,70	0,27	29,26	0,04	0,00
7	939,81	38,60	586,28	0,26	29,26	0,04	0,00
8	1102,67	34,46	623,90	0,24	29,26	0,04	0,00
9	1175,74	30,52	597,05	0,23	29,26	0,04	0,00
10	1213,85	26,73	546,01	0,22	29,26	0,04	0,00
11	1246,25	23,07	488,33	0,22	29,26	0,04	0,00
12	1273,44	19,50	425,15	0,21	29,26	0,04	0,00
13	1225,66	16,02	338,15	0,21	29,26	0,04	0,00
14	1021,18	12,59	222,54	0,20	29,26	0,04	0,00
15	807,08	9,20	129,10	0,20	29,26	0,04	0,00
16	597,46	5,85	60,94	0,20	29,26	0,04	0,00
17	542,96	2,52	23,91	0,20	29,26	0,04	0,00
18	498,56	-0,80	-6,95	0,20	29,26	0,04	0,00
19	438,94	-4,12	-31,56	0,20	29,26	0,04	0,00
20	383,05	-7,46	-49,74	0,20	29,26	0,04	0,00
21	323,00	-10,83	-60,67	0,20	29,26	0,04	0,00
22	258,68	-14,23	-63,58	0,21	29,26	0,04	0,00
23	189,91	-17,68	-57,69	0,21	29,26	0,04	0,00
24	116,45	-21,21	-42,12	0,21	29,26	0,04	0,00
25	37,99	-24,82	-15,94	0,22	29,26	0,04	0,00

$\Sigma W_i = 17109,80$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 6661,21$  [kg]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 8165,10$  [kg]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 2802,44$  [kg]

#### COMBINAZIONE n° 5

##### Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	1050,21	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	964,32	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	415,97	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,15	[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	61,32	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]	

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	964,32	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	9017,37	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	9017,37	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	964,32	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,16	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	9068,79	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	6,10	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-1461,70	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	191868,50	[kg]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2316	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,6699	[kg/cm <sup>2</sup> ]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 37.15$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,87$	$i_q = 0,87$	$i_\gamma = 0,68$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,15$	$d_q = 1,08$	$d_\gamma = 1,08$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 46.24$	$N'_q = 31.16$	$N'_\gamma = 27.27$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.03
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	21.28

## 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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,10	103,50	203	-2	0	0,90	0,02	--	--	99,90	--
3	0,20	107,00	413	-7	0	1,80	0,03	--	--	99,90	--
4	0,30	110,51	630	-17	0	2,69	0,05	--	--	99,90	--
5	0,40	114,01	854	-30	0	3,56	0,06	--	--	99,90	--
6	0,50	117,51	1084	-48	0	4,44	0,07	--	--	99,90	--
7	0,60	121,01	1321	-70	0	5,30	0,08	--	--	99,90	--
8	0,70	124,51	1565	-96	0	6,15	0,09	--	--	99,90	--
9	0,80	128,02	1816	-127	0	7,00	0,10	--	--	99,90	--
10	0,90	131,52	2073	-163	1	7,85	0,10	--	--	1803,52	--
11	1,00	135,02	2337	-203	6	8,67	0,11	--	--	374,53	--
12	1,10	138,52	2608	-247	16	9,46	0,11	--	--	159,74	--
13	1,20	142,02	2885	-295	31	10,21	0,12	--	--	91,67	--
14	1,30	145,53	3169	-346	52	10,91	0,12	--	--	61,32	--
15	1,40	149,03	3460	-400	77	11,56	0,12	--	--	44,95	--
16	1,50	152,53	3758	-457	107	12,16	0,13	--	--	35,01	--
17	1,60	156,03	4062	-516	143	12,70	0,13	--	--	28,45	--
18	1,70	159,53	4373	-577	183	13,19	0,14	--	--	23,85	--
19	1,80	163,04	4691	-640	229	13,63	0,14	--	--	20,49	--
20	1,90	166,54	5016	-703	280	14,02	0,15	--	--	17,93	--
21	2,00	170,04	5347	-767	335	14,35	0,16	--	--	15,98	--

**COMBINAZIONE n° 6**

Valore della spinta statica	1265,20	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	1195,99	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	412,72	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,20	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	48,12	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1195,99	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	9014,13	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	9014,13	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1195,99	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,15	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	9093,12	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	7,56	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-1369,51	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	78531,18	[kg]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2453	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,6560	[kg/cmq]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 28.42$	$N_q = 16.92$	$N_\gamma = 13.82$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$

<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,84$	$i_q = 0,84$	$i_r = 0,55$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,14$	$d_q = 1,07$	$d_r = 1,07$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 27,10$	$N'_q = 15,17$	$N'_r = 8,12$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.60
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	8.71

**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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,10	103,50	203	-2	0	0,90	0,02	--	--	99,90	--
3	0,20	107,00	413	-7	0	1,80	0,03	--	--	99,90	--
4	0,30	110,51	630	-17	0	2,69	0,05	--	--	99,90	--
5	0,40	114,01	854	-30	0	3,56	0,06	--	--	99,90	--
6	0,50	117,51	1084	-48	0	4,44	0,07	--	--	99,90	--
7	0,60	121,01	1321	-70	0	5,30	0,08	--	--	99,90	--
8	0,70	124,51	1565	-96	0	6,15	0,09	--	--	99,90	--
9	0,80	128,02	1816	-127	1	7,00	0,10	--	--	3268,03	--
10	0,90	131,52	2073	-162	4	7,84	0,10	--	--	508,11	--
11	1,00	135,02	2337	-202	12	8,64	0,11	--	--	188,95	--
12	1,10	138,52	2608	-245	26	9,41	0,11	--	--	101,57	--
13	1,20	142,02	2885	-292	44	10,12	0,12	--	--	65,56	--
14	1,30	145,53	3169	-342	67	10,79	0,12	--	--	47,04	--
15	1,40	149,03	3460	-394	96	11,40	0,13	--	--	36,13	--
16	1,50	152,53	3758	-449	129	11,95	0,13	--	--	29,08	--
17	1,60	156,03	4062	-506	168	12,46	0,14	--	--	24,22	--
18	1,70	159,53	4373	-564	211	12,91	0,14	--	--	20,70	--
19	1,80	163,04	4691	-624	260	13,30	0,15	--	--	18,06	--
20	1,90	166,54	5016	-684	313	13,64	0,15	--	--	16,00	--
21	2,00	170,04	5347	-745	371	13,93	0,16	--	--	14,40	--

**COMBINAZIONE n° 7**

Valore della spinta statica	1515,98	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	1433,05	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	494,53	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,18	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	47,75	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1433,05	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	8235,79	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	881,63	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	10238,64	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	8235,79	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1433,05	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,14	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	8359,54	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9,87	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-1119,61	[kgm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	11.61
------------------------------------------	-------

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 7

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	--	--	--	--	--	0	0	--	0,00
2	0,10	103,50	--	--	--	--	--	96	0	--	99,90
3	0,20	107,00	--	--	--	--	--	206	0	--	99,90
4	0,30	110,51	--	--	--	--	--	329	0	--	99,90
5	0,40	114,01	--	--	--	--	--	465	0	--	99,90
6	0,50	117,51	--	--	--	--	--	617	0	--	99,90
7	0,60	121,01	--	--	--	--	--	783	0	--	99,90
8	0,70	124,51	--	--	--	--	--	964	0	--	99,90
9	0,80	128,02	--	--	--	--	--	1162	0	--	8703,08
10	0,90	131,52	--	--	--	--	--	1378	1	--	1816,20
11	1,00	135,02	--	--	--	--	--	1613	2	--	668,54
12	1,10	138,52	--	--	--	--	--	1869	6	--	330,77
13	1,20	142,02	--	--	--	--	--	2145	11	--	194,60
14	1,30	145,53	--	--	--	--	--	2442	19	--	127,97
15	1,40	149,03	--	--	--	--	--	2761	30	--	90,86
16	1,50	152,53	--	--	--	--	--	3102	45	--	68,20
17	1,60	156,03	--	--	--	--	--	3467	65	--	53,38
18	1,70	159,53	--	--	--	--	--	3855	89	--	43,16
19	1,80	163,04	--	--	--	--	--	4267	119	--	35,82
20	1,90	166,54	--	--	--	--	--	4705	155	--	30,36
21	2,00	170,04	--	--	--	--	--	5167	197	--	26,18

## Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 8

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2,01 Y[m]= 2,01

Raggio del cerchio R[m]= 5,21

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,44

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 2,81

Larghezza della striscia dx[m]= 0,25

Coefficiente di sicurezza C= 1.53

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	759,94	63.61	680,74	0,56	29,26	0,04	0,00
2	959,45	58.55	818,51	0,48	29,26	0,04	0,00
3	1122,94	53.60	903,83	0,42	29,26	0,04	0,00
4	759,67	49.18	574,88	0,38	29,26	0,04	0,00
5	728,71	45.13	516,42	0,35	29,26	0,04	0,00
6	831,70	41.35	549,44	0,33	29,26	0,04	0,00
7	922,15	37.78	564,90	0,32	29,26	0,04	0,00
8	1001,90	34.37	565,64	0,30	29,26	0,04	0,00

9	1072,25	31.10	553,87	0,29	29,26	0,04	0,00
10	1134,21	27.94	531,43	0,28	29,26	0,04	0,00
11	1188,53	24.87	499,82	0,28	29,26	0,04	0,00
12	1370,17	21.87	510,44	0,27	29,26	0,04	0,00
13	1451,44	18.94	471,05	0,26	29,26	0,04	0,00
14	1485,92	16.05	410,92	0,26	29,26	0,04	0,00
15	1514,48	13.21	346,13	0,26	29,26	0,04	0,00
16	1432,46	10.40	258,63	0,25	29,26	0,04	0,00
17	1102,77	7.62	146,18	0,25	29,26	0,04	0,00
18	757,99	4.85	64,10	0,25	29,26	0,04	0,00
19	573,80	2.10	20,99	0,25	29,26	0,04	0,00
20	514,42	-0.65	-5,87	0,25	29,26	0,04	0,00
21	424,34	-3.41	-25,21	0,25	29,26	0,04	0,00
22	338,64	-6.17	-36,37	0,25	29,26	0,04	0,00
23	247,60	-8.94	-38,48	0,25	29,26	0,04	0,00
24	151,11	-11.74	-30,74	0,26	29,26	0,04	0,00
25	49,03	-14.56	-12,32	0,26	29,26	0,04	0,00

$\Sigma W_i = 21895,62$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 8838,94$  [kg]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 10523,41$  [kg]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 3030,71$  [kg]

#### COMBINAZIONE n° 9

Valore della spinta statica	609,75	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	559,88	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	241,51	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,23	[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	61,88	[°]			
Incremento sismico della spinta	175,28	[kg]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,23	[m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	60,13	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]	
Inerzia del muro	403,56	[kg]			
Inerzia verticale del muro	201,78	[kg]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]			
<b>Risultanti</b>					
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1124,39	[kg]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	9114,12	[kg]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	9114,12	[kg]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1124,39	[kg]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,12	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]			
Risultante in fondazione	9183,21	[kg]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	7,03	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-1120,73	[kgm]			
Carico ultimo della fondazione	192951,21	[kg]			
<b>Tensioni sul terreno</b>					
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]			
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2876	[kg/cm <sup>2</sup> ]			
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,6237	[kg/cm <sup>2</sup> ]			

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 37.15$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,85$	$i_q = 0,85$	$i_\gamma = 0,64$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,15$	$d_q = 1,08$	$d_\gamma = 1,08$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 45.22$	$N'_q = 30.47$	$N'_\gamma = 25.54$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.50
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	21.17

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 9

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,10	103,50	203	-1	10	0,67	0,02	--	--	21,31	--
3	0,20	107,00	413	-6	19	1,34	0,04	--	--	21,31	--
4	0,30	110,51	630	-13	30	1,99	0,05	--	--	21,31	--
5	0,40	114,01	854	-23	40	2,65	0,06	--	--	21,31	--
6	0,50	117,51	1084	-36	51	3,29	0,08	--	--	21,31	--
7	0,60	121,01	1321	-52	62	3,93	0,09	--	--	21,31	--
8	0,70	124,51	1565	-72	73	4,57	0,10	--	--	21,31	--
9	0,80	128,02	1816	-94	85	5,20	0,11	--	--	21,31	--
10	0,90	131,52	2073	-121	97	5,83	0,12	--	--	21,31	--
11	1,00	135,02	2337	-151	110	6,45	0,12	--	--	21,31	--
12	1,10	138,52	2608	-184	123	7,07	0,13	--	--	21,25	--
13	1,20	142,02	2885	-221	139	7,68	0,14	--	--	20,80	--
14	1,30	145,53	3169	-262	160	8,27	0,14	--	--	19,80	--
15	1,40	149,03	3460	-305	187	8,82	0,15	--	--	18,47	--
16	1,50	152,53	3758	-351	220	9,34	0,16	--	--	17,04	--
17	1,60	156,03	4062	-399	260	9,81	0,16	--	--	15,65	--
18	1,70	159,53	4373	-448	305	10,24	0,17	--	--	14,36	--
19	1,80	163,04	4691	-498	355	10,61	0,18	--	--	13,20	--
20	1,90	166,54	5016	-549	412	10,94	0,18	--	--	12,17	--
21	2,00	170,04	5347	-599	474	11,21	0,19	--	--	11,28	--

COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	609,75	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	559,88	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	241,51	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,23	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	61,88	[°]		

Incremento sismico della spinta	106,68	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,23	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	60,19	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	403,56	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-201,78	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1061,39	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	8683,38	[kg]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	8683,38	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1061,39	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,12	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]		
Risultante in fondazione	8748,01	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	6,97	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-1050,78	[kgm]		
Carico ultimo della fondazione	193919,47	[kg]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2765	[kg/cmq]		

Tensione terreno allo spigolo di monte 0,5916 [kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 46.12$   $N_q = 33.30$   $N_\gamma = 37.15$   
**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$   
**Fattori inclinazione**  $i_c = 0,85$   $i_q = 0,85$   $i_\gamma = 0,64$   
**Fattori profondità**  $d_c = 1,15$   $d_q = 1,08$   $d_\gamma = 1,08$   
 I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.  
 $N'_c = 45.29$   $N'_q = 30.52$   $N'_\gamma = 25.66$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 3.53  
 Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 22.33

**Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni**

Combinazione n° 10

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 [kg]  
 M momento flettente [kgm]  
 T taglio [kg]  
 e eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]  
 $\sigma_p$  tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]  
 Ms momento stabilizzante [kgm]  
 Mr momento ribaltante [kgm]  
 Cs coeff. di sicurezza allo scorrimento  
 Cr coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,10	103,50	203	-1	10	0,67	0,02	--	--	21,31	--
3	0,20	107,00	413	-6	19	1,34	0,04	--	--	21,31	--
4	0,30	110,51	630	-13	30	1,99	0,05	--	--	21,31	--
5	0,40	114,01	854	-23	40	2,65	0,06	--	--	21,31	--
6	0,50	117,51	1084	-36	51	3,29	0,08	--	--	21,31	--
7	0,60	121,01	1321	-52	62	3,93	0,09	--	--	21,31	--
8	0,70	124,51	1565	-72	73	4,57	0,10	--	--	21,31	--
9	0,80	128,02	1816	-94	85	5,20	0,11	--	--	21,31	--
10	0,90	131,52	2073	-121	97	5,83	0,12	--	--	21,31	--
11	1,00	135,02	2337	-151	110	6,45	0,12	--	--	21,31	--
12	1,10	138,52	2608	-184	123	7,07	0,13	--	--	21,26	--
13	1,20	142,02	2885	-222	138	7,68	0,14	--	--	20,86	--
14	1,30	145,53	3169	-262	159	8,27	0,14	--	--	19,97	--
15	1,40	149,03	3460	-306	184	8,83	0,15	--	--	18,78	--
16	1,50	152,53	3758	-352	215	9,36	0,16	--	--	17,47	--
17	1,60	156,03	4062	-400	251	9,85	0,16	--	--	16,18	--
18	1,70	159,53	4373	-450	292	10,29	0,17	--	--	14,96	--
19	1,80	163,04	4691	-502	339	10,70	0,17	--	--	13,84	--
20	1,90	166,54	5016	-554	391	11,05	0,18	--	--	12,84	--
21	2,00	170,04	5347	-608	447	11,36	0,19	--	--	11,97	--

COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica 1082,20 [kg]  
 Componente orizzontale della spinta statica 1023,00 [kg]  
 Componente verticale della spinta statica 353,02 [kg]  
 Punto d'applicazione della spinta X = 0,00 [m] Y = -2,13 [m]  
 Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,04 [°]  
 Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,19 [°]  
 Incremento sismico della spinta 219,70 [kg]  
 Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 0,00 [m] Y = -2,13 [m]  
 Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 56,25 [°]  
 Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 0,00 [kg]  
 Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,00 [m] Y = 0,00 [m]  
 Inerzia del muro 403,56 [kg]  
 Inerzia verticale del muro 201,78 [kg]  
 Inerzia del terrapieno fondazione di monte 0,00 [kg]

Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]
<i>Risultanti</i>		
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1634,25	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	9227,88	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	9227,88	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1634,25	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	9371,47	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10,04	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-814,18	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	75356,47	[kg]
<i>Tensioni sul terreno</i>		
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3392	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,5834	[kg/cm <sup>2</sup> ]

*Fattori per il calcolo della capacità portante*

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 28.42$	$N_q = 16.92$	$N_\gamma = 13.82$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,79$	$i_q = 0,79$	$i_\gamma = 0,43$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,14$	$d_q = 1,07$	$d_\gamma = 1,07$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 25.49$	$N'_q = 14.27$	$N'_\gamma = 6.37$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.95
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	8.17

**Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni****Combinazione n° 11**

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,10	103,50	203	-1	10	0,67	0,02	--	--	21,31	--
3	0,20	107,00	413	-6	19	1,34	0,04	--	--	21,31	--
4	0,30	110,51	630	-13	30	1,99	0,05	--	--	21,31	--
5	0,40	114,01	854	-23	40	2,65	0,06	--	--	21,31	--
6	0,50	117,51	1084	-36	51	3,29	0,08	--	--	21,31	--
7	0,60	121,01	1321	-52	62	3,93	0,09	--	--	21,31	--
8	0,70	124,51	1565	-72	73	4,57	0,10	--	--	21,31	--
9	0,80	128,02	1816	-94	86	5,20	0,11	--	--	21,14	--
10	0,90	131,52	2073	-121	102	5,82	0,12	--	--	20,24	--
11	1,00	135,02	2337	-149	125	6,40	0,12	--	--	18,66	--
12	1,10	138,52	2608	-181	155	6,93	0,13	--	--	16,86	--
13	1,20	142,02	2885	-214	191	7,41	0,14	--	--	15,12	--
14	1,30	145,53	3169	-248	234	7,82	0,15	--	--	13,57	--
15	1,40	149,03	3460	-283	283	8,17	0,16	--	--	12,23	--
16	1,50	152,53	3758	-318	339	8,46	0,16	--	--	11,09	--
17	1,60	156,03	4062	-352	402	8,68	0,17	--	--	10,11	--
18	1,70	159,53	4373	-386	471	8,83	0,18	--	--	9,28	--
19	1,80	163,04	4691	-418	547	8,92	0,19	--	--	8,57	--
20	1,90	166,54	5016	-449	630	8,94	0,20	--	--	7,96	--
21	2,00	170,04	5347	-476	718	8,90	0,22	--	--	7,44	--

COMBINAZIONE n° 12

Valore della spinta statica	1082,20	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	1023,00	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	353,02	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,13	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,19	[°]		
Incremento sismico della spinta	127,58	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,13	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	56,31	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	403,56	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-201,78	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1547,16	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	8794,26	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	8794,26	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1547,16	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	8929,32	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9,98	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-764,28	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	75693,49	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3250	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,5542	[kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 28.42$	$N_q = 16.92$	$N_\gamma = 13.82$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,79$	$i_q = 0,79$	$i_\gamma = 0,43$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,14$	$d_q = 1,07$	$d_\gamma = 1,07$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 25.54$	$N'_q = 14.29$	$N'_\gamma = 6.41$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.96
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	8.61

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 12

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,10	103,50	203	-1	10	0,67	0,02	--	--	21,31	--
3	0,20	107,00	413	-6	19	1,34	0,04	--	--	21,31	--
4	0,30	110,51	630	-13	30	1,99	0,05	--	--	21,31	--
5	0,40	114,01	854	-23	40	2,65	0,06	--	--	21,31	--

6	0,50	117,51	1084	-36	51	3,29	0,08	--	--	21,31	--
7	0,60	121,01	1321	-52	62	3,93	0,09	--	--	21,31	--
8	0,70	124,51	1565	-72	73	4,57	0,10	--	--	21,31	--
9	0,80	128,02	1816	-94	86	5,20	0,11	--	--	21,16	--
10	0,90	131,52	2073	-121	102	5,82	0,12	--	--	20,33	--
11	1,00	135,02	2337	-150	124	6,40	0,12	--	--	18,87	--
12	1,10	138,52	2608	-181	152	6,94	0,13	--	--	17,18	--
13	1,20	142,02	2885	-214	186	7,43	0,14	--	--	15,52	--
14	1,30	145,53	3169	-249	226	7,86	0,15	--	--	14,02	--
15	1,40	149,03	3460	-285	272	8,24	0,16	--	--	12,71	--
16	1,50	152,53	3758	-321	325	8,55	0,16	--	--	11,58	--
17	1,60	156,03	4062	-358	383	8,80	0,17	--	--	10,61	--
18	1,70	159,53	4373	-393	448	8,99	0,18	--	--	9,77	--
19	1,80	163,04	4691	-428	518	9,13	0,19	--	--	9,05	--
20	1,90	166,54	5016	-462	595	9,20	0,20	--	--	8,43	--
21	2,00	170,04	5347	-493	677	9,22	0,21	--	--	7,90	--

**COMBINAZIONE n° 13**

Valore della spinta statica	1082,20	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	1023,00	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	353,02	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,13	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,19	[°]		
Incremento sismico della spinta	219,70	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,13	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	56,25	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	403,56	[kg]		
Inerzia verticale del muro	201,78	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1634,25	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	9227,88	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1323,89	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	11367,75	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	9227,88	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1634,25	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	9371,47	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10,04	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-814,18	[kgm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	8.59
------------------------------------------	------

**Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni****Combinazione n° 13**

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	--	--	--	--	--	0	0	--	0,00
2	0,10	103,50	--	--	--	--	--	107	0	--	225,70
3	0,20	107,00	--	--	--	--	--	229	2	--	119,16
4	0,30	110,51	--	--	--	--	--	365	4	--	83,67

5	0,40	114,01	--	--	--	--	517	8	--	65,93
6	0,50	117,51	--	--	--	--	685	12	--	55,30
7	0,60	121,01	--	--	--	--	869	18	--	48,23
8	0,70	124,51	--	--	--	--	1071	25	--	43,18
9	0,80	128,02	--	--	--	--	1290	33	--	39,38
10	0,90	131,52	--	--	--	--	1528	42	--	36,29
11	1,00	135,02	--	--	--	--	1788	53	--	33,46
12	1,10	138,52	--	--	--	--	2070	67	--	30,72
13	1,20	142,02	--	--	--	--	2374	85	--	28,07
14	1,30	145,53	--	--	--	--	2702	106	--	25,55
15	1,40	149,03	--	--	--	--	3055	132	--	23,23
16	1,50	152,53	--	--	--	--	3432	163	--	21,11
17	1,60	156,03	--	--	--	--	3835	200	--	19,22
18	1,70	159,53	--	--	--	--	4264	243	--	17,54
19	1,80	163,04	--	--	--	--	4721	294	--	16,06
20	1,90	166,54	--	--	--	--	5205	353	--	14,75
21	2,00	170,04	--	--	--	--	5717	420	--	13,61

**COMBINAZIONE n° 14**

Valore della spinta statica	1082,20	[kg]								
Componente orizzontale della spinta statica	1023,00	[kg]								
Componente verticale della spinta statica	353,02	[kg]								
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,13						[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]								
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,19	[°]								
Incremento sismico della spinta	127,58	[kg]								
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,13						[m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	56,31	[°]								
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]								
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00						[m]	
Inerzia del muro	403,56	[kg]								
Inerzia verticale del muro	-201,78	[kg]								
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]								
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]								

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1547,16	[kg]								
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	8794,26	[kg]								
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1506,28	[kgm]								
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	11066,54	[kgm]								
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	8794,26	[kg]								
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1547,16	[kg]								
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,09	[m]								
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]								
Risultante in fondazione	8929,32	[kg]								
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9,98	[°]								
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-764,28	[kgm]								

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	7.35									
------------------------------------------	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni****Combinazione n° 14**

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	--	--	--	--	--	0	0	--	0,00
2	0,10	103,50	--	--	--	--	--	107	0	--	225,70
3	0,20	107,00	--	--	--	--	--	229	2	--	119,16
4	0,30	110,51	--	--	--	--	--	365	4	--	83,67
5	0,40	114,01	--	--	--	--	--	517	8	--	65,93
6	0,50	117,51	--	--	--	--	--	685	12	--	55,30
7	0,60	121,01	--	--	--	--	--	869	18	--	48,23

8	0,70	124,51	--	--	--	--	1071	25	--	43,18
9	0,80	128,02	--	--	--	--	1290	33	--	39,39
10	0,90	131,52	--	--	--	--	1528	42	--	36,30
11	1,00	135,02	--	--	--	--	1787	53	--	33,52
12	1,10	138,52	--	--	--	--	2068	67	--	30,84
13	1,20	142,02	--	--	--	--	2372	84	--	28,27
14	1,30	145,53	--	--	--	--	2699	104	--	25,84
15	1,40	149,03	--	--	--	--	3049	129	--	23,58
16	1,50	152,53	--	--	--	--	3424	159	--	21,53
17	1,60	156,03	--	--	--	--	3825	194	--	19,67
18	1,70	159,53	--	--	--	--	4251	236	--	18,02
19	1,80	163,04	--	--	--	--	4704	284	--	16,56
20	1,90	166,54	--	--	--	--	5185	340	--	15,26
21	2,00	170,04	--	--	--	--	5693	403	--	14,12

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 15

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

### Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2,01 Y[m]= 0,22

Raggio del cerchio R[m]= 3,63

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,54

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,61

Larghezza della striscia dx[m]= 0,21

Coefficiente di sicurezza C= 1.54

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	190,26	77.94	186,06	0,99	29,26	0,04	0,00
2	447,63	66.12	409,31	0,51	29,26	0,04	0,00
3	593,00	58.95	508,02	0,40	29,26	0,04	0,00
4	703,97	53.09	562,86	0,34	29,26	0,04	0,00
5	794,47	47.95	589,96	0,31	29,26	0,04	0,00
6	870,53	43.29	596,92	0,28	29,26	0,04	0,00
7	935,46	38.97	588,27	0,26	29,26	0,04	0,00
8	1016,14	34.89	581,27	0,25	29,26	0,04	0,00
9	1183,61	31.01	609,84	0,24	29,26	0,04	0,00
10	1225,04	27.29	561,62	0,23	29,26	0,04	0,00
11	1260,44	23.68	506,28	0,22	29,26	0,04	0,00
12	1290,33	20.18	445,03	0,22	29,26	0,04	0,00
13	1303,11	16.75	375,45	0,21	29,26	0,04	0,00
14	1137,80	13.38	263,23	0,21	29,26	0,04	0,00
15	911,11	10.05	159,07	0,21	29,26	0,04	0,00
16	680,01	6.77	80,12	0,21	29,26	0,04	0,00
17	545,53	3.50	33,31	0,21	29,26	0,04	0,00
18	522,87	0.25	2,25	0,21	29,26	0,04	0,00
19	454,42	-3.01	-23,84	0,21	29,26	0,04	0,00
20	396,46	-6.27	-43,30	0,21	29,26	0,04	0,00
21	334,20	-9.55	-55,47	0,21	29,26	0,04	0,00
22	267,54	-12.87	-59,60	0,21	29,26	0,04	0,00
23	196,33	-16.23	-54,88	0,21	29,26	0,04	0,00
24	120,35	-19.65	-40,47	0,22	29,26	0,04	0,00
25	39,31	-23.15	-15,45	0,22	29,26	0,04	0,00

$\Sigma W_i = 17419,93$  [kg]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 6765,84$  [kg]

$\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i = 8355,22$  [kg]

$\Sigma c_i b_i / \cos\alpha_i = 2801,36$  [kg]

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 16

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

### Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2,01 Y[m]= 0,22

Raggio del cerchio R[m]= 3,63

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,54

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,61

Larghezza della striscia dx[m]= 0,21

Coefficiente di sicurezza C= 1.56

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha$ (°)	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	190,26	77.94	186,06	0,99	29,26	0,04	0,00
2	447,63	66.12	409,31	0,51	29,26	0,04	0,00
3	593,00	58.95	508,02	0,40	29,26	0,04	0,00
4	703,97	53.09	562,86	0,34	29,26	0,04	0,00
5	794,47	47.95	589,96	0,31	29,26	0,04	0,00
6	870,53	43.29	596,92	0,28	29,26	0,04	0,00
7	935,46	38.97	588,27	0,26	29,26	0,04	0,00
8	1016,14	34.89	581,27	0,25	29,26	0,04	0,00
9	1183,61	31.01	609,84	0,24	29,26	0,04	0,00
10	1225,04	27.29	561,62	0,23	29,26	0,04	0,00
11	1260,44	23.68	506,28	0,22	29,26	0,04	0,00
12	1290,33	20.18	445,03	0,22	29,26	0,04	0,00
13	1303,11	16.75	375,45	0,21	29,26	0,04	0,00
14	1137,80	13.38	263,23	0,21	29,26	0,04	0,00
15	911,11	10.05	159,07	0,21	29,26	0,04	0,00
16	680,01	6.77	80,12	0,21	29,26	0,04	0,00
17	545,53	3.50	33,31	0,21	29,26	0,04	0,00
18	522,87	0.25	2,25	0,21	29,26	0,04	0,00
19	454,42	-3.01	-23,84	0,21	29,26	0,04	0,00
20	396,46	-6.27	-43,30	0,21	29,26	0,04	0,00
21	334,20	-9.55	-55,47	0,21	29,26	0,04	0,00
22	267,54	-12.87	-59,60	0,21	29,26	0,04	0,00
23	196,33	-16.23	-54,88	0,21	29,26	0,04	0,00
24	120,35	-19.65	-40,47	0,22	29,26	0,04	0,00
25	39,31	-23.15	-15,45	0,22	29,26	0,04	0,00

$\Sigma W_i = 17419,93$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 6765,84$  [kg]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 8355,22$  [kg]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 2801,36$  [kg]

### COMBINAZIONE n° 17

#### Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	609,75	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	559,88	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	241,51	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,23	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	61,88	[°]		
Incremento sismico della spinta	175,28	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,23	[m]

Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	60,13	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	403,56	[kg]		
Inerzia verticale del muro	201,78	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1124,39	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	9114,12	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	9114,12	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1124,39	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,12	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	9183,21	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	7,03	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-1120,73	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	192951,21	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2876	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,6237	[kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 37.15$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,85$	$i_q = 0,85$	$i_\gamma = 0,64$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,15$	$d_q = 1,08$	$d_\gamma = 1,08$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 45.22$	$N'_q = 30.47$	$N'_\gamma = 25.54$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.50
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	21.17

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 17

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	sforzio normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzio rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,10	103,50	203	-1	10	0,67	0,02	--	--	21,31	--
3	0,20	107,00	413	-6	19	1,34	0,04	--	--	21,31	--
4	0,30	110,51	630	-13	30	1,99	0,05	--	--	21,31	--
5	0,40	114,01	854	-23	40	2,65	0,06	--	--	21,31	--
6	0,50	117,51	1084	-36	51	3,29	0,08	--	--	21,31	--
7	0,60	121,01	1321	-52	62	3,93	0,09	--	--	21,31	--
8	0,70	124,51	1565	-72	73	4,57	0,10	--	--	21,31	--
9	0,80	128,02	1816	-94	85	5,20	0,11	--	--	21,31	--
10	0,90	131,52	2073	-121	97	5,83	0,12	--	--	21,31	--
11	1,00	135,02	2337	-151	110	6,45	0,12	--	--	21,31	--
12	1,10	138,52	2608	-184	123	7,07	0,13	--	--	21,25	--
13	1,20	142,02	2885	-221	139	7,68	0,14	--	--	20,80	--
14	1,30	145,53	3169	-262	160	8,27	0,14	--	--	19,80	--
15	1,40	149,03	3460	-305	187	8,82	0,15	--	--	18,47	--
16	1,50	152,53	3758	-351	220	9,34	0,16	--	--	17,04	--
17	1,60	156,03	4062	-399	260	9,81	0,16	--	--	15,65	--
18	1,70	159,53	4373	-448	305	10,24	0,17	--	--	14,36	--
19	1,80	163,04	4691	-498	355	10,61	0,18	--	--	13,20	--
20	1,90	166,54	5016	-549	412	10,94	0,18	--	--	12,17	--
21	2,00	170,04	5347	-599	474	11,21	0,19	--	--	11,28	--

COMBINAZIONE n° 18

Valore della spinta statica	609,75	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	559,88	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	241,51	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,23	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	61,88	[°]		
Incremento sismico della spinta	106,68	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,23	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	60,19	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	403,56	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-201,78	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1061,39	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	8683,38	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	8683,38	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1061,39	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,12	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	8748,01	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	6,97	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-1050,78	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	193919,47	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
-------------------------------	------	-----

Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2765	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,5916	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 37.15$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,85$	$i_q = 0,85$	$i_\gamma = 0,64$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,15$	$d_q = 1,08$	$d_\gamma = 1,08$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 45.29$	$N'_q = 30.52$	$N'_\gamma = 25.66$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.53
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	22.33

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 18

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,10	103,50	203	-1	10	0,67	0,02	--	--	21,31	--
3	0,20	107,00	413	-6	19	1,34	0,04	--	--	21,31	--
4	0,30	110,51	630	-13	30	1,99	0,05	--	--	21,31	--
5	0,40	114,01	854	-23	40	2,65	0,06	--	--	21,31	--
6	0,50	117,51	1084	-36	51	3,29	0,08	--	--	21,31	--
7	0,60	121,01	1321	-52	62	3,93	0,09	--	--	21,31	--
8	0,70	124,51	1565	-72	73	4,57	0,10	--	--	21,31	--
9	0,80	128,02	1816	-94	85	5,20	0,11	--	--	21,31	--
10	0,90	131,52	2073	-121	97	5,83	0,12	--	--	21,31	--
11	1,00	135,02	2337	-151	110	6,45	0,12	--	--	21,31	--
12	1,10	138,52	2608	-184	123	7,07	0,13	--	--	21,26	--
13	1,20	142,02	2885	-222	138	7,68	0,14	--	--	20,86	--
14	1,30	145,53	3169	-262	159	8,27	0,14	--	--	19,97	--
15	1,40	149,03	3460	-306	184	8,83	0,15	--	--	18,78	--
16	1,50	152,53	3758	-352	215	9,36	0,16	--	--	17,47	--
17	1,60	156,03	4062	-400	251	9,85	0,16	--	--	16,18	--
18	1,70	159,53	4373	-450	292	10,29	0,17	--	--	14,96	--
19	1,80	163,04	4691	-502	339	10,70	0,17	--	--	13,84	--
20	1,90	166,54	5016	-554	391	11,05	0,18	--	--	12,84	--
21	2,00	170,04	5347	-608	447	11,36	0,19	--	--	11,97	--

COMBINAZIONE n° 19

Valore della spinta statica	1173,31	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	1109,12	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	382,74	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,17	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	49,31	[°]		
Incremento sismico della spinta	353,70	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,17	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	47,37	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

Inerzia del muro	403,56	[kg]
Inerzia verticale del muro	201,78	[kg]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1847,04	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	9301,31	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	9301,31	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1847,04	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	9482,93	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11,23	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-807,25	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	71407,68	[kg]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3439	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,5860	[kg/cm <sup>2</sup> ]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 28.42$	$N_q = 16.92$	$N_\gamma = 13.82$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,77$	$i_q = 0,77$	$i_\gamma = 0,38$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,14$	$d_q = 1,07$	$d_\gamma = 1,07$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 24.74$	$N'_q = 13.85$	$N'_\gamma = 5.60$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.74
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	7.68

**Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni****Combinazione n° 19**

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,10	103,50	203	-1	10	0,67	0,02	--	--	21,31	--
3	0,20	107,00	413	-6	19	1,34	0,04	--	--	21,31	--
4	0,30	110,51	630	-13	30	1,99	0,05	--	--	21,31	--
5	0,40	114,01	854	-23	40	2,65	0,06	--	--	21,31	--
6	0,50	117,51	1084	-36	51	3,29	0,08	--	--	21,31	--
7	0,60	121,01	1321	-52	62	3,93	0,09	--	--	21,31	--
8	0,70	124,51	1565	-72	73	4,57	0,10	--	--	21,31	--
9	0,80	128,02	1816	-94	86	5,20	0,11	--	--	21,14	--
10	0,90	131,52	2073	-121	102	5,82	0,12	--	--	20,24	--
11	1,00	135,02	2337	-149	125	6,40	0,12	--	--	18,66	--
12	1,10	138,52	2608	-181	155	6,93	0,13	--	--	16,86	--
13	1,20	142,02	2885	-214	191	7,41	0,14	--	--	15,12	--
14	1,30	145,53	3169	-248	234	7,82	0,15	--	--	13,57	--
15	1,40	149,03	3460	-283	283	8,17	0,16	--	--	12,23	--
16	1,50	152,53	3758	-318	339	8,46	0,16	--	--	11,09	--
17	1,60	156,03	4062	-352	402	8,68	0,17	--	--	10,11	--
18	1,70	159,53	4373	-386	471	8,83	0,18	--	--	9,28	--
19	1,80	163,04	4691	-418	547	8,92	0,19	--	--	8,57	--
20	1,90	166,54	5016	-449	630	8,94	0,20	--	--	7,96	--
21	2,00	170,04	5347	-476	718	8,90	0,22	--	--	7,44	--

COMBINAZIONE n° 20

Valore della spinta statica	1173,31	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	1109,12	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	382,74	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,17	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	49,31	[°]		
Incremento sismico della spinta	251,17	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,17	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	47,37	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	403,56	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-201,78	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1750,11	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	8864,30	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	8864,30	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1750,11	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	9035,41	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11,17	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-756,36	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	71733,79	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3297	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,5565	[kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 28,42$	$N_q = 16,92$	$N_\gamma = 13,82$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,77$	$i_q = 0,77$	$i_\gamma = 0,38$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,14$	$d_q = 1,07$	$d_\gamma = 1,07$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 24,78$	$N'_q = 13,87$	$N'_\gamma = 5,64$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.75
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	8.09

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 20

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,10	103,50	203	-1	10	0,67	0,02	--	--	21,31	--

3	0,20	107,00	413	-6	19	1,34	0,04	--	--	21,31	--
4	0,30	110,51	630	-13	30	1,99	0,05	--	--	21,31	--
5	0,40	114,01	854	-23	40	2,65	0,06	--	--	21,31	--
6	0,50	117,51	1084	-36	51	3,29	0,08	--	--	21,31	--
7	0,60	121,01	1321	-52	62	3,93	0,09	--	--	21,31	--
8	0,70	124,51	1565	-72	73	4,57	0,10	--	--	21,31	--
9	0,80	128,02	1816	-94	86	5,20	0,11	--	--	21,16	--
10	0,90	131,52	2073	-121	102	5,82	0,12	--	--	20,33	--
11	1,00	135,02	2337	-150	124	6,40	0,12	--	--	18,87	--
12	1,10	138,52	2608	-181	152	6,94	0,13	--	--	17,18	--
13	1,20	142,02	2885	-214	186	7,43	0,14	--	--	15,52	--
14	1,30	145,53	3169	-249	226	7,86	0,15	--	--	14,02	--
15	1,40	149,03	3460	-285	272	8,24	0,16	--	--	12,71	--
16	1,50	152,53	3758	-321	325	8,55	0,16	--	--	11,58	--
17	1,60	156,03	4062	-358	383	8,80	0,17	--	--	10,61	--
18	1,70	159,53	4373	-393	448	8,99	0,18	--	--	9,77	--
19	1,80	163,04	4691	-428	518	9,13	0,19	--	--	9,05	--
20	1,90	166,54	5016	-462	595	9,20	0,20	--	--	8,43	--
21	2,00	170,04	5347	-493	677	9,22	0,21	--	--	7,90	--

**COMBINAZIONE n° 21**

Valore della spinta statica	1173,31	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	1109,12	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	382,74	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,17	[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	49,31	[°]			

Incremento sismico della spinta	251,17	[kg]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,17	[m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	47,37	[°]			

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]	
Inerzia del muro	403,56	[kg]			
Inerzia verticale del muro	-201,78	[kg]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]			

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1750,11	[kg]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	8864,30	[kg]			
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1584,25	[kgm]			
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	11206,64	[kgm]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	8864,30	[kg]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1750,11	[kg]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,09	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]			
Risultante in fondazione	9035,41	[kg]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11,17	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-756,36	[kgm]			

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	7.07				
------------------------------------------	------	--	--	--	--

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 21

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	--	--	--	--	--	0	0	--	0,00
2	0,10	103,50	--	--	--	--	--	107	0	--	225,70
3	0,20	107,00	--	--	--	--	--	229	2	--	119,16
4	0,30	110,51	--	--	--	--	--	365	4	--	83,67
5	0,40	114,01	--	--	--	--	--	517	8	--	65,93
6	0,50	117,51	--	--	--	--	--	685	12	--	55,30
7	0,60	121,01	--	--	--	--	--	869	18	--	48,23
8	0,70	124,51	--	--	--	--	--	1071	25	--	43,18
9	0,80	128,02	--	--	--	--	--	1290	33	--	39,39
10	0,90	131,52	--	--	--	--	--	1528	42	--	36,30
11	1,00	135,02	--	--	--	--	--	1787	53	--	33,52
12	1,10	138,52	--	--	--	--	--	2068	67	--	30,84
13	1,20	142,02	--	--	--	--	--	2372	84	--	28,27
14	1,30	145,53	--	--	--	--	--	2699	104	--	25,84
15	1,40	149,03	--	--	--	--	--	3049	129	--	23,58
16	1,50	152,53	--	--	--	--	--	3424	159	--	21,53
17	1,60	156,03	--	--	--	--	--	3825	194	--	19,67
18	1,70	159,53	--	--	--	--	--	4251	236	--	18,02
19	1,80	163,04	--	--	--	--	--	4704	284	--	16,56
20	1,90	166,54	--	--	--	--	--	5185	340	--	15,26
21	2,00	170,04	--	--	--	--	--	5693	403	--	14,12

COMBINAZIONE n° 22

Valore della spinta statica	1173,31	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	1109,12	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	382,74	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,17	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	49,31	[°]		
Incremento sismico della spinta	353,70	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,17	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	47,37	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	403,56	[kg]		
Inerzia verticale del muro	201,78	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1847,04	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	9301,31	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1404,27	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	11514,64	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	9301,31	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1847,04	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	9482,93	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11,23	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-807,25	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	8.20
------------------------------------------	------

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

## Combinazione n° 22

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	--	--	--	--	--	0	0	--	0,00
2	0,10	103,50	--	--	--	--	--	107	0	--	225,70
3	0,20	107,00	--	--	--	--	--	229	2	--	119,16
4	0,30	110,51	--	--	--	--	--	365	4	--	83,67
5	0,40	114,01	--	--	--	--	--	517	8	--	65,93
6	0,50	117,51	--	--	--	--	--	685	12	--	55,30
7	0,60	121,01	--	--	--	--	--	869	18	--	48,23
8	0,70	124,51	--	--	--	--	--	1071	25	--	43,18
9	0,80	128,02	--	--	--	--	--	1290	33	--	39,38
10	0,90	131,52	--	--	--	--	--	1528	42	--	36,29
11	1,00	135,02	--	--	--	--	--	1788	53	--	33,46
12	1,10	138,52	--	--	--	--	--	2070	67	--	30,72
13	1,20	142,02	--	--	--	--	--	2374	85	--	28,07
14	1,30	145,53	--	--	--	--	--	2702	106	--	25,55
15	1,40	149,03	--	--	--	--	--	3055	132	--	23,23
16	1,50	152,53	--	--	--	--	--	3432	163	--	21,11
17	1,60	156,03	--	--	--	--	--	3835	200	--	19,22
18	1,70	159,53	--	--	--	--	--	4264	243	--	17,54
19	1,80	163,04	--	--	--	--	--	4721	294	--	16,06
20	1,90	166,54	--	--	--	--	--	5205	353	--	14,75
21	2,00	170,04	--	--	--	--	--	5717	420	--	13,61

## Stabilità globale muro + terreno

## Combinazione n° 23

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

## Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

## Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2,01 Y[m]= 2,01

Raggio del cerchio R[m]= 5,21

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,44

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 2,81

Larghezza della striscia dx[m]= 0,25

Coefficiente di sicurezza C= 1.47

Le strisce sono numerate da monte verso valle

## Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	609,99	63.61	546,41	0,56	29,26	0,04	0,00
2	809,49	58.55	690,58	0,48	29,26	0,04	0,00
3	972,99	53.60	783,14	0,42	29,26	0,04	0,00
4	725,25	49.18	548,84	0,38	29,26	0,04	0,00
5	728,71	45.13	516,42	0,35	29,26	0,04	0,00
6	831,70	41.35	549,44	0,33	29,26	0,04	0,00
7	922,15	37.78	564,90	0,32	29,26	0,04	0,00
8	1001,90	34.37	565,64	0,30	29,26	0,04	0,00
9	1072,25	31.10	553,87	0,29	29,26	0,04	0,00
10	1134,21	27.94	531,43	0,28	29,26	0,04	0,00

11	1188,53	24.87	499,82	0,28	29,26	0,04	0,00
12	1370,17	21.87	510,44	0,27	29,26	0,04	0,00
13	1451,44	18.94	471,05	0,26	29,26	0,04	0,00
14	1485,92	16.05	410,92	0,26	29,26	0,04	0,00
15	1514,48	13.21	346,13	0,26	29,26	0,04	0,00
16	1432,46	10.40	258,63	0,25	29,26	0,04	0,00
17	1102,77	7.62	146,18	0,25	29,26	0,04	0,00
18	757,99	4.85	64,10	0,25	29,26	0,04	0,00
19	573,80	2.10	20,99	0,25	29,26	0,04	0,00
20	514,42	-0.65	-5,87	0,25	29,26	0,04	0,00
21	424,34	-3.41	-25,21	0,25	29,26	0,04	0,00
22	338,64	-6.17	-36,37	0,25	29,26	0,04	0,00
23	247,60	-8.94	-38,48	0,25	29,26	0,04	0,00
24	151,11	-11.74	-30,74	0,26	29,26	0,04	0,00
25	49,03	-14.56	-12,32	0,26	29,26	0,04	0,00

$\Sigma W_i = 21411,35$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 8429,95$  [kg]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 10379,80$  [kg]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 3030,71$  [kg]

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 24

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kg]

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

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

### Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2,01 Y[m]= 2,01

Raggio del cerchio R[m]= 5,21

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,44

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 2,81

Larghezza della striscia dx[m]= 0,25

Coefficiente di sicurezza C= 1.48

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W \sin \alpha$	$b / \cos \alpha$	$\phi$	c	u
1	609,99	63.61	546,41	0,56	29,26	0,04	0,00
2	809,49	58.55	690,58	0,48	29,26	0,04	0,00
3	972,99	53.60	783,14	0,42	29,26	0,04	0,00
4	725,25	49.18	548,84	0,38	29,26	0,04	0,00
5	728,71	45.13	516,42	0,35	29,26	0,04	0,00
6	831,70	41.35	549,44	0,33	29,26	0,04	0,00
7	922,15	37.78	564,90	0,32	29,26	0,04	0,00
8	1001,90	34.37	565,64	0,30	29,26	0,04	0,00
9	1072,25	31.10	553,87	0,29	29,26	0,04	0,00
10	1134,21	27.94	531,43	0,28	29,26	0,04	0,00
11	1188,53	24.87	499,82	0,28	29,26	0,04	0,00
12	1370,17	21.87	510,44	0,27	29,26	0,04	0,00
13	1451,44	18.94	471,05	0,26	29,26	0,04	0,00
14	1485,92	16.05	410,92	0,26	29,26	0,04	0,00
15	1514,48	13.21	346,13	0,26	29,26	0,04	0,00
16	1432,46	10.40	258,63	0,25	29,26	0,04	0,00
17	1102,77	7.62	146,18	0,25	29,26	0,04	0,00
18	757,99	4.85	64,10	0,25	29,26	0,04	0,00
19	573,80	2.10	20,99	0,25	29,26	0,04	0,00
20	514,42	-0.65	-5,87	0,25	29,26	0,04	0,00
21	424,34	-3.41	-25,21	0,25	29,26	0,04	0,00
22	338,64	-6.17	-36,37	0,25	29,26	0,04	0,00
23	247,60	-8.94	-38,48	0,25	29,26	0,04	0,00
24	151,11	-11.74	-30,74	0,26	29,26	0,04	0,00
25	49,03	-14.56	-12,32	0,26	29,26	0,04	0,00

$\Sigma W_i = 21411,35$  [kg]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 8429,95$  [kg]  
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 10379,80$  [kg]  
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 3030,71$  [kg]

**COMBINAZIONE n° 25**

Valore della spinta statica	609,75	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	559,88	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	241,51	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,23	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	61,88	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	559,88	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	8842,91	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	8842,91	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	559,88	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,18	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	8860,62	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	3,62	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-1597,67	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	208193,81	[kg]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2025	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,6816	[kg/cm <sup>2</sup> ]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 37.15$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,92$	$i_q = 0,92$	$i_\gamma = 0,80$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,15$	$d_q = 1,08$	$d_\gamma = 1,08$

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

	$N'_c = 49.01$	$N'_q = 33.03$	$N'_\gamma = 32.15$
--	----------------	----------------	---------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	6.81
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	23.54

**Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni****Combinazione n° 25**

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,10	103,50	203	-2	0	0,90	0,02	--	--	99,90	--
3	0,20	107,00	413	-7	0	1,80	0,03	--	--	99,90	--
4	0,30	110,51	630	-17	0	2,69	0,05	--	--	99,90	--
5	0,40	114,01	854	-30	0	3,56	0,06	--	--	99,90	--
6	0,50	117,51	1084	-48	0	4,44	0,07	--	--	99,90	--
7	0,60	121,01	1321	-70	0	5,30	0,08	--	--	99,90	--
8	0,70	124,51	1565	-96	0	6,15	0,09	--	--	99,90	--

9	0,80	128,02	1816	-127	0	7,00	0,10	--	--	99,90	--
10	0,90	131,52	2073	-163	0	7,85	0,10	--	--	99,90	--
11	1,00	135,02	2337	-203	0	8,68	0,11	--	--	99,90	--
12	1,10	138,52	2608	-248	0	9,51	0,11	--	--	10934,80	--
13	1,20	142,02	2885	-298	2	10,34	0,11	--	--	1245,34	--
14	1,30	145,53	3169	-353	8	11,14	0,12	--	--	399,64	--
15	1,40	149,03	3460	-413	17	11,92	0,12	--	--	198,51	--
16	1,50	152,53	3758	-476	31	12,67	0,12	--	--	121,92	--
17	1,60	156,03	4062	-544	48	13,39	0,13	--	--	84,43	--
18	1,70	159,53	4373	-615	69	14,07	0,13	--	--	63,11	--
19	1,80	163,04	4691	-690	94	14,71	0,13	--	--	49,70	--
20	1,90	166,54	5016	-768	123	15,32	0,13	--	--	40,65	--
21	2,00	170,04	5347	-849	156	15,89	0,14	--	--	34,35	--

COMBINAZIONE n° 26

Valore della spinta statica	609,75	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	559,88	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	241,51	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,23	[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	61,88	[°]			

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	559,88	[kg]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	8842,91	[kg]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	8842,91	[kg]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	559,88	[kg]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,18	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]			
Risultante in fondazione	8860,62	[kg]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	3,62	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-1597,67	[kgm]			
Carico ultimo della fondazione	208193,81	[kg]			

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]			
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2025	[kg/cm <sup>2</sup> ]			
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,6816	[kg/cm <sup>2</sup> ]			

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 37.15$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,92$	$i_q = 0,92$	$i_\gamma = 0,80$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,15$	$d_q = 1,08$	$d_\gamma = 1,08$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 49.01$	$N'_q = 33.03$	$N'_\gamma = 32.15$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	6.81
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	23.54

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 26

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,10	103,50	203	-2	0	0,90	0,02	--	--	99,90	--
3	0,20	107,00	413	-7	0	1,80	0,03	--	--	99,90	--
4	0,30	110,51	630	-17	0	2,69	0,05	--	--	99,90	--
5	0,40	114,01	854	-30	0	3,56	0,06	--	--	99,90	--
6	0,50	117,51	1084	-48	0	4,44	0,07	--	--	99,90	--
7	0,60	121,01	1321	-70	0	5,30	0,08	--	--	99,90	--
8	0,70	124,51	1565	-96	0	6,15	0,09	--	--	99,90	--
9	0,80	128,02	1816	-127	0	7,00	0,10	--	--	99,90	--
10	0,90	131,52	2073	-163	0	7,85	0,10	--	--	99,90	--
11	1,00	135,02	2337	-203	0	8,68	0,11	--	--	99,90	--
12	1,10	138,52	2608	-248	0	9,51	0,11	--	--	10934,80	--
13	1,20	142,02	2885	-298	2	10,34	0,11	--	--	1245,34	--
14	1,30	145,53	3169	-353	8	11,14	0,12	--	--	399,64	--
15	1,40	149,03	3460	-413	17	11,92	0,12	--	--	198,51	--
16	1,50	152,53	3758	-476	31	12,67	0,12	--	--	121,92	--
17	1,60	156,03	4062	-544	48	13,39	0,13	--	--	84,43	--
18	1,70	159,53	4373	-615	69	14,07	0,13	--	--	63,11	--
19	1,80	163,04	4691	-690	94	14,71	0,13	--	--	49,70	--
20	1,90	166,54	5016	-768	123	15,32	0,13	--	--	40,65	--
21	2,00	170,04	5347	-849	156	15,89	0,14	--	--	34,35	--

COMBINAZIONE n° 27

Valore della spinta statica	609,75	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	559,88	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	241,51	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,23	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	61,88	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	559,88	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	8842,91	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	8842,91	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	559,88	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,18	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	8860,62	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	3,62	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-1597,67	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	208193,81	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2025	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,6816	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante

 $N_c = 46.12$  $N_q = 33.30$  $N_\gamma = 37.15$

<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_r = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,92$	$i_q = 0,92$	$i_r = 0,80$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,15$	$d_q = 1,08$	$d_r = 1,08$

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

$N'_c = 49,01$	$N'_q = 33,03$	$N'_r = 32,15$
----------------	----------------	----------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	6,81
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	23,54

**Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni****Combinazione n° 27**

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,10	103,50	203	-2	0	0,90	0,02	--	--	99,90	--
3	0,20	107,00	413	-7	0	1,80	0,03	--	--	99,90	--
4	0,30	110,51	630	-17	0	2,69	0,05	--	--	99,90	--
5	0,40	114,01	854	-30	0	3,56	0,06	--	--	99,90	--
6	0,50	117,51	1084	-48	0	4,44	0,07	--	--	99,90	--
7	0,60	121,01	1321	-70	0	5,30	0,08	--	--	99,90	--
8	0,70	124,51	1565	-96	0	6,15	0,09	--	--	99,90	--
9	0,80	128,02	1816	-127	0	7,00	0,10	--	--	99,90	--
10	0,90	131,52	2073	-163	0	7,85	0,10	--	--	99,90	--
11	1,00	135,02	2337	-203	0	8,68	0,11	--	--	99,90	--
12	1,10	138,52	2608	-248	0	9,51	0,11	--	--	10934,80	--
13	1,20	142,02	2885	-298	2	10,34	0,11	--	--	1245,34	--
14	1,30	145,53	3169	-353	8	11,14	0,12	--	--	399,64	--
15	1,40	149,03	3460	-413	17	11,92	0,12	--	--	198,51	--
16	1,50	152,53	3758	-476	31	12,67	0,12	--	--	121,92	--
17	1,60	156,03	4062	-544	48	13,39	0,13	--	--	84,43	--
18	1,70	159,53	4373	-615	69	14,07	0,13	--	--	63,11	--
19	1,80	163,04	4691	-690	94	14,71	0,13	--	--	49,70	--
20	1,90	166,54	5016	-768	123	15,32	0,13	--	--	40,65	--
21	2,00	170,04	5347	-849	156	15,89	0,14	--	--	34,35	--

## Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (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 14/01/2008.

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	10.10
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	TEKNO S.R.L.
Licenza	AIU3379LU

#### 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  
( )

---

## INTERVENTO 1E

### 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 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)
- Circolare 617 del 02/02/2009
- Circolare C.S.L.P. 02/02/2009 n.617 - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008

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  $\gamma$ . 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  $\rho$  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  $\varepsilon$  l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e  $\beta$  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,  $\theta$  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  $\theta$ .

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  $\eta_r$ .

Eseguito 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  $\delta$  è positivo, ribaltante se  $\delta$  è negativo.  $\delta$  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  $\eta_s$ .

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  $\delta_f$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B_f$  la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

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

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

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

## Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a  $\eta_q$ . 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  $\eta_q \geq 1.0$

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

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_c i_c + q N_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

In questa espressione

$c$	coesione del terreno in fondazione;
$\phi$	angolo di attrito del terreno in fondazione;
$\gamma$	peso di volume del terreno in fondazione;
$B$	larghezza della fondazione;
$D$	profondità del piano di posa;
$q$	pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

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

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

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

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

Indichiamo con  $K_p$  il coefficiente di spinta passiva espresso da:

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

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

Fattori di profondità

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

$$d_q = d_\gamma = 1$$

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

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

### Fattori di inclinazione

Indicando con  $\theta$  l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale ( espresso in gradi ) e con  $\phi$  l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = (1 - \theta^2/90)^2$$

$$i_r = \left(1 - \frac{\theta^2}{\phi^2}\right)^2 \quad \text{per } \phi > 0$$

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

### Verifica alla stabilità globale

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

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.

Il coefficiente di sicurezza fornito da Fellenius si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i^n \left( \frac{c_i b_i}{\cos \alpha_i} + [W_i \cos \alpha_i - u_i l_i] \tan \phi_i \right)}{\sum_i^n W_i \sin \alpha_i}$$

dove  $n$  è il numero delle strisce considerate,  $b_i$  e  $\alpha_i$  sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia  $i$ -esima rispetto all'orizzontale,  $W_i$  è il peso della striscia  $i$ -esima e  $c_i$  e  $\phi_i$  sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia.

Inoltre  $u_i$  ed  $l_i$  rappresentano la pressione neutra lungo la base della striscia e la lunghezza della base della striscia ( $l_i = b_i / \cos \alpha_i$ ).

Quindi, assunto un cerchio di tentativo lo si suddivide in  $n$  strisce e dalla formula precedente si ricava  $\eta$ . Questo procedimento viene eseguito per il numero di centri prefissato e viene assunto come coefficiente di sicurezza della scarpata il minimo dei coefficienti così determinati.

## Normativa

### N.T.C. 2008 - Approccio 1

#### Simbologia adottata

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	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
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_r$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00	0,90	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,30	1,00	1,10	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,50	1,30	1,50	1,50

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
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	$\gamma_{cu}$		1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$		1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$		1,00	1,00	1,00	1,00

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,00	1,00	1,00	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,00	1,00	1,00	1,50

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
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	$\gamma_{cu}$		1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$		1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$		1,00	1,00	1,00	1,00

### FONDAZIONE SUPERFICIALE

#### Coefficienti parziali $\gamma_R$ per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

##### Verifica

	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>
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	

##### Coefficienti parziali

## Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a gravità in pietrame
Altezza del paramento	3,00 [m]
Spessore in sommità	0,40 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,80 [m]
Inclinazione paramento esterno	21,00 [°]
Inclinazione paramento interno	-14,00 [°]
Lunghezza del muro	5,00 [m]
<b>Fondazione</b>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	0,00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0,00 [m]
Lunghezza totale fondazione	0,80 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,00 [m]
Spessore magrone	0,00 [m]

## Materiali utilizzati per la struttura

<b>Pietrame</b>	
Peso specifico	2000,0 [kg/mc]
Tensione ammissibile a compressione $\sigma_c$	30,0 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Angolo di attrito interno $\phi_p$	45,00 [°]
Resistenza a taglio $\tau_p$	0,0 [kg/cm <sup>2</sup> ]

## 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	6,00	2,50	22,62
2	10,00	3,50	14,04
3	15,00	4,00	5,71

## 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	0,20	[m]

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Coltre detritica	1750	1900	35,00	23,33	0,050	0,000
Roccia	2300	2500	45,00	30,00	0,510	0,000

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
K <sub>w</sub>	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
K <sub>s</sub>	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	K <sub>w</sub>	K <sub>s</sub>	Terreno
1	4,00	0,00	2,58	0,00	Coltre detritica
2	20,00	0,00	0,00	0,00	Roccia

## 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	γ * ψ
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 A2-M2 (GEO)

	S/F	γ	ψ	γ * ψ
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° 3 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	ψ	γ * ψ
Peso proprio muro	FAV	0,90	1,00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1,00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1,00	1,10

#### Combinazione n° 4 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	ψ	γ * ψ
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	γ * ψ
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 A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	ψ	γ * ψ
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° 7 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	ψ	γ * ψ
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° 8 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	ψ	γ * ψ
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 EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	ψ	γ * ψ
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° 10 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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° 11 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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° 13 - Rara (SLE)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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 - Frequente (SLE)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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 - Quasi Permanente (SLE)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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 Meyerhof

Coefficiente correttivo su  $N\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su  $N\gamma$  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**

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

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b><math>CS_{SCO}</math></b>	<b><math>CS_{RIB}</math></b>	<b><math>CS_{QLIM}</math></b>	<b><math>CS_{STAB}</math></b>
1	A1-M1 - [1]	--	3,02	--	6,83	--
2	A2-M2 - [1]	--	1,68	--	2,58	--
3	EQU - [1]	--	--	4,74	--	--
4	STAB - [1]	--	--	--	--	1,29
5	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	3,20	--	7,19	--
6	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	3,03	--	6,73	--
7	A2-M2 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1,06	--	1,89	--
8	A2-M2 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1,10	--	2,03	--
9	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3,60	--	--
10	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3,76	--	--
11	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,23
12	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,25
13	SLEF - [1]	--	7,74	--	8,45	--
14	SLEF - [1]	--	7,74	--	8,45	--
15	SLEQ - [1]	--	7,74	--	8,45	--

## 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	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Fellenius
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

### Sisma

#### **Identificazione del sito**

Latitudine	44.793130
Longitudine	7.200167
Comune	Rorà
Provincia	Torino
Regione	Piemonte
Punti di interpolazione del reticolo	14896 - 14674 - 14673 - 14895

#### **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 $a_g$	1.32 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.00
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.29
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 4.69$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 2.35$

#### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.53 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.00
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.20
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.30$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.65$

Forma diagramma incremento sismico	Stessa forma diagramma statico
------------------------------------	--------------------------------

Partecipazione spinta passiva (percento)	0,0
Lunghezza del muro	5,00 [m]

Peso muro	3610,82 [kg]
Baricentro del muro	X=-0,73 Y=-1,67

#### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = -0,75 Y = -3,00
Punto superiore superficie di spinta	X = 0,00 Y = 0,00
Altezza della superficie di spinta	3,00 [m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	-14,00 [°]

#### COMBINAZIONE n° 1

#### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	535,04 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	527,95 [kg]
Componente verticale della spinta statica	86,77 [kg]

Punto d'applicazione della spinta	X = -0,62	[m]	Y = -2,49	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,25	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	527,95	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	3697,60	[kg]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	3697,60	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	527,95	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,13	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]		
Risultante in fondazione	3735,10	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8,13	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-495,24	[kgm]		
Carico ultimo della fondazione	25262,06	[kg]		

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0000	[kg/cm <sup>2</sup> ]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,9202	[kg/cm <sup>2</sup> ]		

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 37.15$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,83$	$i_q = 0,83$	$i_\gamma = 0,59$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,10$	$d_q = 1,05$	$d_\gamma = 1,05$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 41.82$	$N'_q = 28.87$	$N'_\gamma = 22.95$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.02
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	6.83

**Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni****Combinazione 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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	40,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,15	42,02	123	0	34	0,36	0,03	--	--	3,62	--
3	0,30	44,04	251	-2	67	0,82	0,05	--	--	3,77	--
4	0,45	46,05	385	-5	98	1,38	0,07	--	--	3,92	--
5	0,60	48,07	524	-11	129	2,03	0,08	--	--	4,07	--
6	0,75	50,09	669	-19	158	2,77	0,09	--	--	4,23	--
7	0,90	52,11	819	-29	186	3,59	0,09	--	--	4,40	--
8	1,05	54,13	975	-44	213	4,48	0,09	--	--	4,57	--
9	1,20	56,14	1136	-62	239	5,45	0,08	--	--	4,75	--
10	1,35	58,16	1303	-84	264	6,48	0,07	--	--	4,94	--
11	1,50	60,18	1475	-112	288	7,57	0,06	--	--	5,11	--
12	1,65	62,20	1653	-144	318	8,69	0,04	--	--	5,20	--
13	1,80	64,22	1836	-180	356	9,78	0,02	--	--	5,16	--
14	1,95	66,23	2025	-218	403	10,79	0,01	--	--	5,02	--
15	2,10	68,25	2219	-259	459	11,67	0,66	--	--	4,83	--
16	2,25	70,27	2419	-300	524	12,41	0,71	--	--	4,61	--
17	2,40	72,29	2624	-341	599	13,00	0,76	--	--	4,38	--
18	2,55	74,31	2834	-381	683	13,43	0,80	--	--	4,15	--
19	2,70	76,32	3051	-417	775	13,68	0,83	--	--	3,93	--
20	2,85	78,34	3272	-450	878	13,77	0,86	--	--	3,73	--

COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	760,60	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	757,66	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	66,80	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,61	[m]	Y = -2,43	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,43	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	757,66	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	3677,63	[kg]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	3677,63	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	757,66	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,13	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]		
Risultante in fondazione	3754,86	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11,64	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-492,56	[kgm]		
Carico ultimo della fondazione	9483,76	[kg]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0000	[kg/cm <sup>2</sup> ]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,9153	[kg/cm <sup>2</sup> ]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 28,42$	$N_q = 16,92$	$N_\gamma = 13,82$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,76$	$i_q = 0,76$	$i_\gamma = 0,36$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,08$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,04$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.	$N'_c = 23,37$	$N'_q = 13,37$	$N'_\gamma = 5,22$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.68
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.58

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 2

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	sfuerzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sfuerzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	40,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,15	42,02	123	-1	27	0,80	0,03	--	--	4,60	--
3	0,30	44,04	251	-4	53	1,68	0,04	--	--	4,78	--
4	0,45	46,05	385	-10	77	2,62	0,06	--	--	4,97	--
5	0,60	48,07	524	-19	101	3,63	0,06	--	--	5,17	--
6	0,75	50,09	669	-31	124	4,71	0,06	--	--	5,37	--
7	0,90	52,11	819	-48	147	5,84	0,05	--	--	5,58	--
8	1,05	54,13	975	-68	168	7,02	0,04	--	--	5,80	--
9	1,20	56,14	1136	-94	188	8,26	0,02	--	--	6,03	--
10	1,35	58,16	1303	-124	210	9,54	0,00	--	--	6,20	--
11	1,50	60,18	1475	-159	240	10,80	0,51	--	--	6,15	--
12	1,65	62,20	1653	-198	279	11,98	0,58	--	--	5,92	--
13	1,80	64,22	1836	-239	330	13,00	0,64	--	--	5,57	--
14	1,95	66,23	2025	-280	390	13,85	0,70	--	--	5,19	--
15	2,10	68,25	2219	-322	462	14,50	0,75	--	--	4,80	--
16	2,25	70,27	2419	-361	544	14,94	0,80	--	--	4,44	--
17	2,40	72,29	2624	-398	638	15,17	0,83	--	--	4,11	--
18	2,55	74,31	2834	-430	742	15,17	0,86	--	--	3,82	--
19	2,70	76,32	3051	-456	857	14,95	0,88	--	--	3,56	--
20	2,85	78,34	3272	-475	984	14,52	0,89	--	--	3,33	--

COMBINAZIONE n° 3

Valore della spinta statica	958,68	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	954,97	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	84,20	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,60	[m]	Y = -2,39	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	50,86	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	954,97	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	3333,94	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	582,25	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2757,00	[kgm]
Sfuerzo normale sul piano di posa della fondazione	3333,94	[kg]
Sfuerzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	954,97	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,13	[m]
Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]
Risultante in fondazione	3468,02	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,98	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-446,53	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	4.74
------------------------------------------	------

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 3

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	40,00	--	--	--	--	--	0	0	--	0,00
2	0,15	42,02	--	--	--	--	--	26	0	--	99,90
3	0,30	44,04	--	--	--	--	--	61	0	--	99,90
4	0,45	46,05	--	--	--	--	--	105	0	--	99,90
5	0,60	48,07	--	--	--	--	--	159	0	--	99,90
6	0,75	50,09	--	--	--	--	--	222	0	--	99,90
7	0,90	52,11	--	--	--	--	--	297	0	--	99,90
8	1,05	54,13	--	--	--	--	--	382	0	--	99,90
9	1,20	56,14	--	--	--	--	--	478	0	--	7628,77
10	1,35	58,16	--	--	--	--	--	587	1	--	676,26
11	1,50	60,18	--	--	--	--	--	710	4	--	178,33
12	1,65	62,20	--	--	--	--	--	845	11	--	75,17
13	1,80	64,22	--	--	--	--	--	996	25	--	40,53
14	1,95	66,23	--	--	--	--	--	1161	46	--	25,31
15	2,10	68,25	--	--	--	--	--	1341	77	--	17,41
16	2,25	70,27	--	--	--	--	--	1538	120	--	12,80
17	2,40	72,29	--	--	--	--	--	1751	177	--	9,89
18	2,55	74,31	--	--	--	--	--	1981	250	--	7,94
19	2,70	76,32	--	--	--	--	--	2230	340	--	6,56
20	2,85	78,34	--	--	--	--	--	2496	450	--	5,54

## Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 4

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

## Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

## Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,59 Y[m]= 0,00

Raggio del cerchio R[m]= 3,11

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2,97

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,47

Larghezza della striscia dx[m]= 0,18

Coefficiente di sicurezza C= 1.29

Le strisce sono numerate da monte verso valle

## Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha$ (°)	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	454,01	73.46	435,23	0,62	29,26	0,04	0,00
2	580,75	63.98	521,88	0,41	29,26	0,04	0,00
3	657,30	57.23	552,67	0,33	29,26	0,04	0,00
4	712,07	51.57	557,84	0,29	29,26	0,04	0,00
5	753,09	46.56	546,83	0,26	29,26	0,04	0,00
6	784,13	41.98	524,52	0,24	29,26	0,04	0,00
7	807,36	37.72	493,90	0,22	29,26	0,04	0,00
8	824,13	33.68	457,06	0,21	29,26	0,04	0,00
9	849,09	29.83	422,39	0,20	29,26	0,04	0,00
10	907,86	26.13	399,77	0,20	29,26	0,04	0,00
11	947,33	22.53	363,04	0,19	29,26	0,04	0,00
12	859,57	19.03	280,31	0,19	29,26	0,04	0,00
13	739,89	15.60	199,03	0,18	29,26	0,04	0,00
14	592,89	12.23	125,63	0,18	29,26	0,04	0,00
15	438,55	8.90	67,89	0,18	29,26	0,04	0,00
16	280,93	5.61	27,45	0,18	29,26	0,04	0,00
17	132,33	2.33	5,37	0,18	29,26	0,04	0,00
18	97,39	-0.95	-1,61	0,18	29,26	0,04	0,00
19	94,89	-4.22	-6,98	0,18	29,26	0,04	0,00
20	89,20	-7.51	-11,66	0,18	29,26	0,04	0,00
21	80,27	-10.82	-15,08	0,18	29,26	0,04	0,00
22	68,00	-14.18	-16,65	0,18	29,26	0,04	0,00
23	52,25	-17.58	-15,78	0,19	29,26	0,04	0,00
24	32,85	-21.05	-11,80	0,19	29,26	0,04	0,00
25	9,55	-24.60	-3,97	0,20	29,26	0,04	0,00

 $\Sigma W_i = 11845,70$  [kg] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 5897,26$  [kg] $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 5320,61$  [kg] $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 2295,63$  [kg]COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	205,76	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	203,04	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	33,37	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,66	[m]	Y = -2,63	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56,56	[°]		
Incremento sismico della spinta	111,60	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = -0,66	[m]	Y = -2,63	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54,75	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	169,41	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-84,71	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	482,57	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	3577,59	[kg]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	3577,59	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	482,57	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,13	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]		
Risultante in fondazione	3609,99	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	7,68	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-479,16	[kgm]		
Carico ultimo della fondazione	25730,59	[kg]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0000	[kg/cmq]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,8904	[kg/cmq]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 37.15$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,84$	$i_q = 0,84$	$i_\gamma = 0,61$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,10$	$d_q = 1,05$	$d_\gamma = 1,05$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 42.28$	$N'_q = 29.19$	$N'_\gamma = 23.72$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.20
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	7.19

## 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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	40,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,15	42,02	123	0	35	0,30	0,03	--	--	3,51	--
3	0,30	44,04	251	-2	69	0,68	0,05	--	--	3,63	--
4	0,45	46,05	385	-4	103	1,16	0,07	--	--	3,75	--
5	0,60	48,07	524	-9	135	1,71	0,09	--	--	3,87	--
6	0,75	50,09	669	-16	168	2,33	0,10	--	--	3,99	--
7	0,90	52,11	819	-25	199	3,03	0,10	--	--	4,12	--
8	1,05	54,13	975	-37	229	3,79	0,10	--	--	4,25	--
9	1,20	56,14	1136	-52	259	4,61	0,10	--	--	4,38	--
10	1,35	58,16	1303	-72	288	5,49	0,10	--	--	4,52	--
11	1,50	60,18	1475	-95	317	6,43	0,09	--	--	4,66	--
12	1,65	62,20	1653	-123	344	7,42	0,08	--	--	4,80	--
13	1,80	64,22	1836	-155	371	8,46	0,06	--	--	4,94	--
14	1,95	66,23	2025	-193	399	9,54	0,04	--	--	5,07	--
15	2,10	68,25	2219	-236	434	10,63	0,02	--	--	5,12	--
16	2,25	70,27	2419	-283	479	11,68	0,00	--	--	5,05	--
17	2,40	72,29	2624	-332	535	12,64	0,74	--	--	4,90	--
18	2,55	74,31	2834	-382	603	13,47	0,80	--	--	4,70	--
19	2,70	76,32	3051	-432	683	14,15	0,85	--	--	4,47	--
20	2,85	78,34	3272	-479	773	14,65	0,89	--	--	4,23	--

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	205,76	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	203,04	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	33,37	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,66	[m]	Y = -2,63	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56,56	[°]		

Incremento sismico della spinta	164,46	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = -0,66	[m]	Y = -2,63	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54,56	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	169,41	[kg]		
Inerzia verticale del muro	84,71	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	534,73	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	3755,57	[kg]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	3755,57	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	534,73	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,13	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]		
Risultante in fondazione	3793,45	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8,10	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-503,00	[kgm]		
Carico ultimo della fondazione	25285,62	[kg]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0000	[kg/cmq]		

Tensione terreno allo spigolo di monte 0,9347 [kg/cmq]

*Fattori per il calcolo della capacità portante*

**Coeff. capacità portante**

$$N_c = 46.12$$

$$N_q = 33.30$$

$$N_\gamma = 37.15$$

**Fattori forma**

$$s_c = 1,00$$

$$s_q = 1,00$$

$$s_\gamma = 1,00$$

**Fattori inclinazione**

$$i_c = 0,83$$

$$i_q = 0,83$$

$$i_\gamma = 0,59$$

**Fattori profondità**

$$d_c = 1,10$$

$$d_q = 1,05$$

$$d_\gamma = 1,05$$

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

$$N'_c = 41.84$$

$$N'_q = 28.89$$

$$N'_\gamma = 22.99$$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

3.03

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

6.73

## 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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	40,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,15	42,02	123	0	36	0,21	0,03	--	--	3,38	--
3	0,30	44,04	251	-1	72	0,52	0,05	--	--	3,49	--
4	0,45	46,05	385	-4	107	0,92	0,07	--	--	3,61	--
5	0,60	48,07	524	-7	141	1,40	0,09	--	--	3,72	--
6	0,75	50,09	669	-13	174	1,96	0,10	--	--	3,84	--
7	0,90	52,11	819	-21	206	2,60	0,11	--	--	3,97	--
8	1,05	54,13	975	-32	238	3,30	0,11	--	--	4,09	--
9	1,20	56,14	1136	-46	269	4,07	0,11	--	--	4,22	--
10	1,35	58,16	1303	-64	299	4,91	0,11	--	--	4,36	--
11	1,50	60,18	1475	-85	328	5,80	0,10	--	--	4,49	--
12	1,65	62,20	1653	-111	357	6,74	0,09	--	--	4,63	--
13	1,80	64,22	1836	-142	385	7,74	0,08	--	--	4,77	--
14	1,95	66,23	2025	-178	414	8,79	0,06	--	--	4,89	--
15	2,10	68,25	2219	-218	451	9,84	0,04	--	--	4,92	--
16	2,25	70,27	2419	-262	500	10,84	0,03	--	--	4,84	--
17	2,40	72,29	2624	-308	563	11,73	0,01	--	--	4,66	--
18	2,55	74,31	2834	-353	638	12,46	0,77	--	--	4,44	--
19	2,70	76,32	3051	-397	728	13,01	0,81	--	--	4,19	--
20	2,85	78,34	3272	-437	830	13,36	0,85	--	--	3,94	--

COMBINAZIONE n° 7

Valore della spinta statica	760,60	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	757,66	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	66,80	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,61	[m]	Y = -2,43	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,43	[°]		

Incremento sismico della spinta	306,29	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = -0,61	[m]	Y = -2,43	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	48,93	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	169,41	[kg]		
Inerzia verticale del muro	84,71	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1232,19	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	3789,24	[kg]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	3789,24	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1232,19	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,13	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]		
Risultante in fondazione	3984,55	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18,01	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-507,51	[kgm]		
Carico ultimo della fondazione	7144,99	[kg]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0000	[kg/cmq]		

Tensione terreno allo spigolo di monte 0,9431 [kg/cmq]

*Fattori per il calcolo della capacità portante*

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 28.42$	$N_q = 16.92$	$N_\gamma = 13.82$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,64$	$i_q = 0,64$	$i_\gamma = 0,15$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,08$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,04$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 19.73$	$N'_q = 11.29$	$N'_\gamma = 2.13$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.06
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.89

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 7

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	sfuerzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sfuerzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	40,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,15	42,02	123	-2	17	1,40	0,02	--	--	7,18	--
3	0,30	44,04	251	-7	34	2,81	0,04	--	--	7,37	--
4	0,45	46,05	385	-16	51	4,24	0,04	--	--	7,56	--
5	0,60	48,07	524	-30	68	5,69	0,03	--	--	7,75	--
6	0,75	50,09	669	-48	84	7,15	0,02	--	--	7,94	--
7	0,90	52,11	819	-71	101	8,62	0,00	--	--	8,13	--
8	1,05	54,13	975	-99	117	10,11	0,38	--	--	8,33	--
9	1,20	56,14	1136	-132	133	11,61	0,46	--	--	8,53	--
10	1,35	58,16	1303	-171	153	13,11	0,54	--	--	8,53	--
11	1,50	60,18	1475	-214	184	14,54	0,63	--	--	8,02	--
12	1,65	62,20	1653	-261	231	15,78	0,72	--	--	7,16	--
13	1,80	64,22	1836	-308	293	16,78	0,80	--	--	6,26	--
14	1,95	66,23	2025	-354	372	17,49	0,86	--	--	5,44	--
15	2,10	68,25	2219	-396	467	17,87	0,91	--	--	4,75	--
16	2,25	70,27	2419	-433	578	17,91	0,94	--	--	4,18	--
17	2,40	72,29	2624	-462	706	17,61	0,94	--	--	3,72	--
18	2,55	74,31	2834	-481	850	16,97	0,94	--	--	3,33	--
19	2,70	76,32	3051	-488	1011	15,99	0,92	--	--	3,02	--
20	2,85	78,34	3272	-480	1189	14,67	0,89	--	--	2,75	--

COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	760,60	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	757,66	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	66,80	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,61	[m]	Y = -2,43	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,43	[°]		

Incremento sismico della spinta	208,79	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = -0,61	[m]	Y = -2,43	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	49,18	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	169,41	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-84,71	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1135,06	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	3611,26	[kg]		
Sfuerzo normale sul piano di posa della fondazione	3611,26	[kg]		
Sfuerzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1135,06	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,13	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]		
Risultante in fondazione	3785,44	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17,45	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-483,67	[kgm]		
Carico ultimo della fondazione	7327,55	[kg]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0000	[kg/cmq]		

Tensione terreno allo spigolo di monte 0,8988 [kg/cmq]

*Fattori per il calcolo della capacità portante*

**Coeff. capacità portante**

$$N_c = 28.42$$

$$N_q = 16.92$$

$$N_\gamma = 13.82$$

**Fattori forma**

$$s_c = 1,00$$

$$s_q = 1,00$$

$$s_\gamma = 1,00$$

**Fattori inclinazione**

$$i_c = 0,65$$

$$i_q = 0,65$$

$$i_\gamma = 0,16$$

**Fattori profondità**

$$d_c = 1,08$$

$$d_q = 1,04$$

$$d_\gamma = 1,04$$

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

$$N'_c = 20.04$$

$$N'_q = 11.46$$

$$N'_\gamma = 2.35$$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

1.10

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

2.03

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 8

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	sfuerzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sfuerzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	40,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,15	42,02	123	-2	17	1,39	0,02	--	--	7,12	--
3	0,30	44,04	251	-7	34	2,79	0,04	--	--	7,31	--
4	0,45	46,05	385	-16	51	4,22	0,04	--	--	7,50	--
5	0,60	48,07	524	-30	68	5,65	0,03	--	--	7,69	--
6	0,75	50,09	669	-48	85	7,11	0,02	--	--	7,88	--
7	0,90	52,11	819	-70	101	8,58	0,00	--	--	8,07	--
8	1,05	54,13	975	-98	118	10,06	0,38	--	--	8,27	--
9	1,20	56,14	1136	-131	134	11,56	0,46	--	--	8,47	--
10	1,35	58,16	1303	-170	153	13,05	0,54	--	--	8,49	--
11	1,50	60,18	1475	-214	183	14,48	0,63	--	--	8,04	--
12	1,65	62,20	1653	-260	227	15,75	0,72	--	--	7,27	--
13	1,80	64,22	1836	-308	286	16,80	0,80	--	--	6,42	--
14	1,95	66,23	2025	-356	359	17,57	0,87	--	--	5,64	--
15	2,10	68,25	2219	-401	446	18,06	0,92	--	--	4,97	--
16	2,25	70,27	2419	-441	549	18,24	0,95	--	--	4,40	--
17	2,40	72,29	2624	-475	667	18,11	0,97	--	--	3,94	--
18	2,55	74,31	2834	-501	799	17,67	0,97	--	--	3,55	--
19	2,70	76,32	3051	-516	947	16,92	0,96	--	--	3,22	--
20	2,85	78,34	3272	-519	1110	15,86	0,94	--	--	2,95	--

COMBINAZIONE n° 9

Valore della spinta statica	760,60	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	757,66	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	66,80	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,61	[m]	Y = -2,43	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,43	[°]		
Incremento sismico della spinta	208,79	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = -0,61	[m]	Y = -2,43	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	49,18	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	169,41	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-84,71	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1135,06	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	3611,26	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	847,56	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	3054,49	[kgm]
Sfuerzo normale sul piano di posa della fondazione	3611,26	[kg]
Sfuerzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1135,06	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,13	[m]
Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]
Risultante in fondazione	3785,44	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17,45	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-483,67	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.60
------------------------------------------	------



## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 9

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	40,00	--	--	--	--	--	0	0	--	0,00
2	0,15	42,02	--	--	--	--	--	29	0	--	67,14
3	0,30	44,04	--	--	--	--	--	67	2	--	38,74
4	0,45	46,05	--	--	--	--	--	116	4	--	29,29
5	0,60	48,07	--	--	--	--	--	176	7	--	24,57
6	0,75	50,09	--	--	--	--	--	247	11	--	21,74
7	0,90	52,11	--	--	--	--	--	330	17	--	19,86
8	1,05	54,13	--	--	--	--	--	424	23	--	18,53
9	1,20	56,14	--	--	--	--	--	532	30	--	17,53
10	1,35	58,16	--	--	--	--	--	652	39	--	16,69
11	1,50	60,18	--	--	--	--	--	787	50	--	15,68
12	1,65	62,20	--	--	--	--	--	937	66	--	14,27
13	1,80	64,22	--	--	--	--	--	1103	88	--	12,58
14	1,95	66,23	--	--	--	--	--	1285	119	--	10,84
15	2,10	68,25	--	--	--	--	--	1485	160	--	9,26
16	2,25	70,27	--	--	--	--	--	1702	216	--	7,89
17	2,40	72,29	--	--	--	--	--	1938	287	--	6,76
18	2,55	74,31	--	--	--	--	--	2193	375	--	5,84
19	2,70	76,32	--	--	--	--	--	2468	484	--	5,10
20	2,85	78,34	--	--	--	--	--	2763	616	--	4,49

COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	760,60	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	757,66	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	66,80	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,61	[m]	Y = -2,43	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,43	[°]		

Incremento sismico della spinta	306,29	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = -0,61	[m]	Y = -2,43	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	48,93	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	169,41	[kg]		
Inerzia verticale del muro	84,71	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1232,19	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	3789,24	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	833,32	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	3132,36	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	3789,24	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1232,19	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,13	[m]
Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]
Risultante in fondazione	3984,55	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18,01	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-507,51	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento

3.76



## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 10

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 [kg]  
 M momento flettente [kgm]  
 T taglio [kg]  
 e eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]  
 $\sigma_p$  tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]  
 Ms momento stabilizzante [kgm]  
 Mr momento ribaltante [kgm]  
 Cs coeff. di sicurezza allo scorrimento  
 Cr coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	40,00	--	--	--	--	--	0	0	--	0,00
2	0,15	42,02	--	--	--	--	--	29	0	--	67,14
3	0,30	44,04	--	--	--	--	--	67	2	--	38,74
4	0,45	46,05	--	--	--	--	--	116	4	--	29,29
5	0,60	48,07	--	--	--	--	--	176	7	--	24,57
6	0,75	50,09	--	--	--	--	--	247	11	--	21,74
7	0,90	52,11	--	--	--	--	--	330	17	--	19,86
8	1,05	54,13	--	--	--	--	--	424	23	--	18,53
9	1,20	56,14	--	--	--	--	--	532	30	--	17,53
10	1,35	58,16	--	--	--	--	--	652	39	--	16,69
11	1,50	60,18	--	--	--	--	--	787	50	--	15,64
12	1,65	62,20	--	--	--	--	--	937	66	--	14,15
13	1,80	64,22	--	--	--	--	--	1104	89	--	12,36
14	1,95	66,23	--	--	--	--	--	1287	122	--	10,56
15	2,10	68,25	--	--	--	--	--	1487	166	--	8,93
16	2,25	70,27	--	--	--	--	--	1706	226	--	7,56
17	2,40	72,29	--	--	--	--	--	1943	302	--	6,44
18	2,55	74,31	--	--	--	--	--	2199	398	--	5,53
19	2,70	76,32	--	--	--	--	--	2476	516	--	4,80
20	2,85	78,34	--	--	--	--	--	2773	658	--	4,21

## Stabilità globale muro + terreno

## Combinazione n° 11

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

## Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

## Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,81 Y[m]= 0,00

Raggio del cerchio R[m]= 3,18

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,35

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,33

Larghezza della striscia dx[m]= 0,19

Coefficiente di sicurezza C= 1.23

Le strisce sono numerate da monte verso valle

## Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	444,35	74.57	428,33	0,70	29.26	0,04	0,00
2	593,46	64.34	534,93	0,43	29.26	0,04	0,00
3	679,41	57.33	571,91	0,35	29.26	0,04	0,00
4	740,13	51.50	579,25	0,30	29.26	0,04	0,00
5	785,20	46.36	568,22	0,27	29.26	0,04	0,00
6	819,03	41.66	544,45	0,25	29.26	0,04	0,00
7	844,08	37.29	511,42	0,24	29.26	0,04	0,00
8	885,56	33.16	484,45	0,22	29.26	0,04	0,00
9	957,37	29.22	467,41	0,21	29.26	0,04	0,00
10	973,48	25.43	418,02	0,21	29.26	0,04	0,00
11	858,95	21.75	318,33	0,20	29.26	0,04	0,00
12	720,26	18.17	224,58	0,20	29.26	0,04	0,00
13	556,25	14.66	140,74	0,19	29.26	0,04	0,00
14	388,02	11.20	75,36	0,19	29.26	0,04	0,00
15	215,98	7.78	29,25	0,19	29.26	0,04	0,00
16	123,82	4.40	9,49	0,19	29.26	0,04	0,00
17	124,79	1.02	2,23	0,19	29.26	0,04	0,00
18	124,09	-2.35	-5,08	0,19	29.26	0,04	0,00
19	119,76	-5.72	-11,94	0,19	29.26	0,04	0,00
20	111,78	-9.12	-17,72	0,19	29.26	0,04	0,00
21	100,05	-12.55	-21,74	0,19	29.26	0,04	0,00
22	84,44	-16.03	-23,31	0,19	29.26	0,04	0,00
23	64,77	-19.57	-21,69	0,20	29.26	0,04	0,00
24	40,77	-23.18	-16,05	0,20	29.26	0,04	0,00
25	12,13	-26.90	-5,49	0,21	29.26	0,04	0,00

 $\Sigma W_i = 11367,93$  [kg] $\Sigma W_i \sin\alpha_i = 5785,34$  [kg] $\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i = 5035,21$  [kg] $\Sigma c_i b_i / \cos\alpha_i = 2436,66$  [kg]

## Stabilità globale muro + terreno

## Combinazione n° 12

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

## Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

## Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,59 Y[m]= 0,00

Raggio del cerchio R[m]= 3,11

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2,97

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,47

Larghezza della striscia dx[m]= 0,18

Coefficiente di sicurezza C= 1.25

Le strisce sono numerate da monte verso valle

## Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	454,01	73.46	435,23	0,62	29,26	0,04	0,00
2	580,75	63.98	521,88	0,41	29,26	0,04	0,00
3	657,30	57.23	552,67	0,33	29,26	0,04	0,00
4	712,07	51.57	557,84	0,29	29,26	0,04	0,00
5	753,09	46.56	546,83	0,26	29,26	0,04	0,00
6	784,13	41.98	524,52	0,24	29,26	0,04	0,00
7	807,36	37.72	493,90	0,22	29,26	0,04	0,00
8	824,13	33.68	457,06	0,21	29,26	0,04	0,00
9	849,09	29.83	422,39	0,20	29,26	0,04	0,00
10	907,86	26.13	399,77	0,20	29,26	0,04	0,00
11	947,33	22.53	363,04	0,19	29,26	0,04	0,00
12	859,57	19.03	280,31	0,19	29,26	0,04	0,00
13	739,89	15.60	199,03	0,18	29,26	0,04	0,00
14	592,89	12.23	125,63	0,18	29,26	0,04	0,00
15	438,55	8.90	67,89	0,18	29,26	0,04	0,00
16	280,93	5.61	27,45	0,18	29,26	0,04	0,00
17	132,33	2.33	5,37	0,18	29,26	0,04	0,00
18	97,39	-0.95	-1,61	0,18	29,26	0,04	0,00
19	94,89	-4.22	-6,98	0,18	29,26	0,04	0,00
20	89,20	-7.51	-11,66	0,18	29,26	0,04	0,00
21	80,27	-10.82	-15,08	0,18	29,26	0,04	0,00
22	68,00	-14.18	-16,65	0,18	29,26	0,04	0,00
23	52,25	-17.58	-15,78	0,19	29,26	0,04	0,00
24	32,85	-21.05	-11,80	0,19	29,26	0,04	0,00
25	9,55	-24.60	-3,97	0,20	29,26	0,04	0,00

 $\Sigma W_i = 11845,70$  [kg] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 5897,26$  [kg] $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 5320,61$  [kg] $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 2295,63$  [kg]

## COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	205,76	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	203,04	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	33,37	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,66	[m]	Y = -2,63	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56,56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	203,04	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	3644,19	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	3644,19	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	203,04	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,13	[m]
Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]
Risultante in fondazione	3649,85	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	3,19	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-488,08	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	30794,75	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0000	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,9070	[kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 37.15$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,93$	$i_q = 0,93$	$i_\gamma = 0,83$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,10$	$d_q = 1,05$	$d_\gamma = 1,05$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 47.02$	$N'_q = 32.46$	$N'_\gamma = 32.16$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	7.74
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	8.45

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 13

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	sfuerzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sfuerzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	40,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,15	42,02	123	0	41	0,09	0,03	--	--	2,98	--
3	0,30	44,04	251	0	81	0,04	0,06	--	--	3,10	--
4	0,45	46,05	385	0	119	0,13	0,08	--	--	3,22	--
5	0,60	48,07	524	-2	156	0,41	0,10	--	--	3,35	--
6	0,75	50,09	669	-5	192	0,81	0,12	--	--	3,48	--
7	0,90	52,11	819	-11	226	1,31	0,13	--	--	3,62	--
8	1,05	54,13	975	-19	259	1,91	0,14	--	--	3,76	--
9	1,20	56,14	1136	-30	290	2,60	0,15	--	--	3,91	--
10	1,35	58,16	1303	-44	320	3,37	0,15	--	--	4,07	--
11	1,50	60,18	1475	-62	349	4,23	0,14	--	--	4,23	--
12	1,65	62,20	1653	-85	376	5,17	0,13	--	--	4,39	--
13	1,80	64,22	1836	-113	402	6,17	0,12	--	--	4,57	--
14	1,95	66,23	2025	-147	428	7,25	0,11	--	--	4,74	--
15	2,10	68,25	2219	-186	456	8,37	0,09	--	--	4,86	--
16	2,25	70,27	2419	-230	491	9,49	0,07	--	--	4,92	--
17	2,40	72,29	2624	-278	533	10,59	0,04	--	--	4,93	--
18	2,55	74,31	2834	-330	580	11,64	0,02	--	--	4,88	--
19	2,70	76,32	3051	-385	635	12,62	0,00	--	--	4,81	--
20	2,85	78,34	3272	-442	695	13,51	0,85	--	--	4,71	--

COMBINAZIONE n° 14

Valore della spinta statica	205,76	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	203,04	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	33,37	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,66	[m]	Y = -2,63	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56,56	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	203,04	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	3644,19	[kg]
Sfuerzo normale sul piano di posa della fondazione	3644,19	[kg]
Sfuerzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	203,04	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,13	[m]
Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]
Risultante in fondazione	3649,85	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	3,19	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-488,08	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	30794,75	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0000	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,9070	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante

 $N_c = 46.12$  $N_q = 33.30$  $N_\gamma = 37.15$ 

Fattori forma

 $s_c = 1,00$  $s_q = 1,00$  $s_\gamma = 1,00$

**Fattori inclinazione**

$i_c = 0,93$

$i_q = 0,93$

$i_r = 0,83$

**Fattori profondità**

$d_c = 1,10$

$d_q = 1,05$

$d_r = 1,05$

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

$N'_c = 47,02$

$N'_q = 32,46$

$N'_r = 32,16$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

7.74

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

8.45

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 14

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	40,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,15	42,02	123	0	41	0,09	0,03	--	--	2,98	--
3	0,30	44,04	251	0	81	0,04	0,06	--	--	3,10	--
4	0,45	46,05	385	0	119	0,13	0,08	--	--	3,22	--
5	0,60	48,07	524	-2	156	0,41	0,10	--	--	3,35	--
6	0,75	50,09	669	-5	192	0,81	0,12	--	--	3,48	--
7	0,90	52,11	819	-11	226	1,31	0,13	--	--	3,62	--
8	1,05	54,13	975	-19	259	1,91	0,14	--	--	3,76	--
9	1,20	56,14	1136	-30	290	2,60	0,15	--	--	3,91	--
10	1,35	58,16	1303	-44	320	3,37	0,15	--	--	4,07	--
11	1,50	60,18	1475	-62	349	4,23	0,14	--	--	4,23	--
12	1,65	62,20	1653	-85	376	5,17	0,13	--	--	4,39	--
13	1,80	64,22	1836	-113	402	6,17	0,12	--	--	4,57	--
14	1,95	66,23	2025	-147	428	7,25	0,11	--	--	4,74	--
15	2,10	68,25	2219	-186	456	8,37	0,09	--	--	4,86	--
16	2,25	70,27	2419	-230	491	9,49	0,07	--	--	4,92	--
17	2,40	72,29	2624	-278	533	10,59	0,04	--	--	4,93	--
18	2,55	74,31	2834	-330	580	11,64	0,02	--	--	4,88	--
19	2,70	76,32	3051	-385	635	12,62	0,00	--	--	4,81	--
20	2,85	78,34	3272	-442	695	13,51	0,85	--	--	4,71	--

COMBINAZIONE n° 15

Valore della spinta statica	205,76	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	203,04	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	33,37	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,66	[m]	Y = -2,63	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56,56	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	203,04	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	3644,19	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	3644,19	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	203,04	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,13	[m]
Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]
Risultante in fondazione	3649,85	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	3,19	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-488,08	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	30794,75	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0000	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,9070	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante

 $N_c = 46.12$  $N_q = 33.30$  $N_\gamma = 37.15$ 

Fattori forma

 $s_c = 1,00$  $s_q = 1,00$  $s_\gamma = 1,00$

**Fattori inclinazione**

$i_c = 0,93$

$i_q = 0,93$

$i_r = 0,83$

**Fattori profondità**

$d_c = 1,10$

$d_q = 1,05$

$d_r = 1,05$

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

$N'_c = 47,02$

$N'_q = 32,46$

$N'_r = 32,16$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

7.74

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

8.45

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

## Combinazione n° 15

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 [kg]  
 M momento flettente [kgm]  
 T taglio [kg]  
 e eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]  
 $\sigma_p$  tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]  
 Ms momento stabilizzante [kgm]  
 Mr momento ribaltante [kgm]  
 Cs coeff. di sicurezza allo scorrimento  
 Cr coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	40,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,15	42,02	123	0	41	0,09	0,03	--	--	2,98	--
3	0,30	44,04	251	0	81	0,04	0,06	--	--	3,10	--
4	0,45	46,05	385	0	119	0,13	0,08	--	--	3,22	--
5	0,60	48,07	524	-2	156	0,41	0,10	--	--	3,35	--
6	0,75	50,09	669	-5	192	0,81	0,12	--	--	3,48	--
7	0,90	52,11	819	-11	226	1,31	0,13	--	--	3,62	--
8	1,05	54,13	975	-19	259	1,91	0,14	--	--	3,76	--
9	1,20	56,14	1136	-30	290	2,60	0,15	--	--	3,91	--
10	1,35	58,16	1303	-44	320	3,37	0,15	--	--	4,07	--
11	1,50	60,18	1475	-62	349	4,23	0,14	--	--	4,23	--
12	1,65	62,20	1653	-85	376	5,17	0,13	--	--	4,39	--
13	1,80	64,22	1836	-113	402	6,17	0,12	--	--	4,57	--
14	1,95	66,23	2025	-147	428	7,25	0,11	--	--	4,74	--
15	2,10	68,25	2219	-186	456	8,37	0,09	--	--	4,86	--
16	2,25	70,27	2419	-230	491	9,49	0,07	--	--	4,92	--
17	2,40	72,29	2624	-278	533	10,59	0,04	--	--	4,93	--
18	2,55	74,31	2834	-330	580	11,64	0,02	--	--	4,88	--
19	2,70	76,32	3051	-385	635	12,62	0,00	--	--	4,81	--
20	2,85	78,34	3272	-442	695	13,51	0,85	--	--	4,71	--

## 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 [kg]  
 M momento flettente [kgm]  
 T taglio [kg]  
 e eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]  
 $\sigma_p$  tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]  
 Ms momento stabilizzante [kgm]  
 Mr momento ribaltante [kgm]  
 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	40,00	0	0	0	0	0	0
2	0,15	42,02	123	123	-2	0	17	36
3	0,30	44,04	251	251	-7	-1	34	72
4	0,45	46,05	385	385	-16	-4	51	107
5	0,60	48,07	524	524	-30	-7	68	141
6	0,75	50,09	669	669	-48	-13	84	174
7	0,90	52,11	819	819	-71	-21	101	206
8	1,05	54,13	975	975	-99	-32	117	238
9	1,20	56,14	1136	1136	-132	-46	133	269
10	1,35	58,16	1303	1303	-171	-64	153	299
11	1,50	60,18	1475	1475	-214	-85	183	328
12	1,65	62,20	1653	1653	-261	-111	227	357
13	1,80	64,22	1836	1836	-308	-142	286	385
14	1,95	66,23	2025	2025	-356	-178	359	414
15	2,10	68,25	2219	2219	-401	-218	434	467
16	2,25	70,27	2419	2419	-441	-262	479	578
17	2,40	72,29	2624	2624	-475	-308	535	706
18	2,55	74,31	2834	2834	-501	-353	603	850
19	2,70	76,32	3051	3051	-516	-397	683	1011
20	2,85	78,34	3272	3272	-519	-437	773	1189
21	3,00	80,36	3500	3500	-524	-456	873	1381

### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	H	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
22	0,00	40,00	0	0	0	0	0	0
23	0,15	42,02	123	123	0	0	41	41
24	0,30	44,04	251	251	0	0	81	81
25	0,45	46,05	385	385	0	0	119	119
26	0,60	48,07	524	524	-2	-2	156	156
27	0,75	50,09	669	669	-5	-5	192	192
28	0,90	52,11	819	819	-11	-11	226	226
29	1,05	54,13	975	975	-19	-19	259	259
30	1,20	56,14	1136	1136	-30	-30	290	290
31	1,35	58,16	1303	1303	-44	-44	320	320
32	1,50	60,18	1475	1475	-62	-62	349	349
33	1,65	62,20	1653	1653	-85	-85	376	376
34	1,80	64,22	1836	1836	-113	-113	402	402
35	1,95	66,23	2025	2025	-147	-147	428	428
36	2,10	68,25	2219	2219	-186	-186	456	456
37	2,25	70,27	2419	2419	-230	-230	491	491
38	2,40	72,29	2624	2624	-278	-278	533	533
39	2,55	74,31	2834	2834	-330	-330	580	580
40	2,70	76,32	3051	3051	-385	-385	635	635
41	2,85	78,34	3272	3272	-442	-442	695	695
42	3,00	80,36	3500	3500	-501	-501	761	761

### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	H	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	40,00	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00
2	0,15	42,02	1,40	0,03	29	0	2,98	99,90
3	0,30	44,04	2,81	0,06	67	2	3,10	99,90
4	0,45	46,05	4,24	0,08	116	4	3,22	99,90
5	0,60	48,07	5,69	0,10	176	7	3,35	99,90
6	0,75	50,09	7,15	0,12	247	11	3,48	99,90
7	0,90	52,11	8,62	0,13	330	17	3,62	99,90
8	1,05	54,13	10,11	0,38	424	23	3,76	99,90
9	1,20	56,14	11,61	0,46	532	30	3,91	99,90

10	1,35	58,16	13,11	0,54	652	39	4,07	99,90
11	1,50	60,18	14,54	0,63	787	50	4,23	99,90
12	1,65	62,20	15,78	0,72	937	66	4,39	99,90
13	1,80	64,22	16,80	0,80	1104	89	4,57	99,90
14	1,95	66,23	17,57	0,87	1287	122	4,74	10,56
15	2,10	68,25	18,06	0,92	1487	166	4,71	8,93
16	2,25	70,27	18,24	0,95	1706	226	4,18	7,56
17	2,40	72,29	18,11	0,97	1943	302	3,72	6,44
18	2,55	74,31	17,67	0,97	2199	398	3,33	5,53
19	2,70	76,32	16,92	0,96	2476	516	3,02	4,80
20	2,85	78,34	15,86	0,94	2773	658	2,75	4,21

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	H	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	40,00	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00
2	0,15	42,02	1,40	0,03	29	0	2,98	99,90
3	0,30	44,04	2,81	0,06	67	2	3,10	99,90
4	0,45	46,05	4,24	0,08	116	4	3,22	99,90
5	0,60	48,07	5,69	0,10	176	7	3,35	99,90
6	0,75	50,09	7,15	0,12	247	11	3,48	99,90
7	0,90	52,11	8,62	0,13	330	17	3,62	99,90
8	1,05	54,13	10,11	0,38	424	23	3,76	99,90
9	1,20	56,14	11,61	0,46	532	30	3,91	99,90
10	1,35	58,16	13,11	0,54	652	39	4,07	99,90
11	1,50	60,18	14,54	0,63	787	50	4,23	99,90
12	1,65	62,20	15,78	0,72	937	66	4,39	99,90
13	1,80	64,22	16,80	0,80	1104	89	4,57	99,90
14	1,95	66,23	17,57	0,87	1287	122	4,74	10,56
15	2,10	68,25	18,06	0,92	1487	166	4,71	8,93
16	2,25	70,27	18,24	0,95	1706	226	4,18	7,56
17	2,40	72,29	18,11	0,97	1943	302	3,72	6,44
18	2,55	74,31	17,67	0,97	2199	398	3,33	5,53
19	2,70	76,32	16,92	0,96	2476	516	3,02	4,80
20	2,85	78,34	15,86	0,94	2773	658	2,75	4,21

## Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (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 14/01/2008.

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	10.10
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	TEKNO S.R.L.
Licenza	AIU3379LU

#### 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  
( )

---

## INTERVENTO 3

### 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 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)
- Circolare 617 del 02/02/2009
- Circolare C.S.L.P. 02/02/2009 n.617 - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008

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  $\gamma$ . 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  $\rho$  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  $\varepsilon$  l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e  $\beta$  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,  $\theta$  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  $\theta$ .

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  $\eta_r$ .

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

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza

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

Il momento ribaltante  $M_r$  è dato dalla componente orizzontale della spinta  $S$ , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro  $\delta$  è positivo, ribaltante se  $\delta$  è negativo.  $\delta$  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  $\eta_s$ .

Eseguito 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  $\delta_f$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B_f$  la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

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

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

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

## Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a  $\eta_q$ . 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  $\eta_q \geq 1.0$

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

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_{i,c} + q N_q d_{q,i_q} + 0.5 \gamma B N_\gamma d_{\gamma,i_\gamma}$$

In questa espressione

$c$	coesione del terreno in fondazione;
$\phi$	angolo di attrito del terreno in fondazione;
$\gamma$	peso di volume del terreno in fondazione;
$B$	larghezza della fondazione;
$D$	profondità del piano di posa;
$q$	pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

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

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

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

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

Indichiamo con  $K_p$  il coefficiente di spinta passiva espresso da:

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

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

### Fattori di profondità

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

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

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p} \quad \text{per } \phi > 0$$

### Fattori di inclinazione

Indicando con  $\theta$  l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale ( espresso in gradi ) e con  $\phi$  l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

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

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ}\right)^2 \quad \text{per } \phi > 0$$

$$i_\gamma = 0 \quad \text{per } \phi = 0$$

## Verifica alla stabilità globale

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

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.

Il coefficiente di sicurezza fornito da Fellenius si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i^n \left( \frac{c_i b_i}{\cos \alpha_i} + [W_i \cos \alpha_i - u_i l_i] \tan \phi_i \right)}{\sum_i^n W_i \sin \alpha_i}$$

dove  $n$  è il numero delle strisce considerate,  $b_i$  e  $\alpha_i$  sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia  $i$ -esima rispetto all'orizzontale,  $W_i$  è il peso della striscia  $i$ -esima e  $c_i$  e  $\phi_i$  sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia.

Inoltre  $u_i$  ed  $l_i$  rappresentano la pressione neutra lungo la base della striscia e la lunghezza della base della striscia ( $l_i = b_i / \cos \alpha_i$ ).

Quindi, assunto un cerchio di tentativo lo si suddivide in  $n$  strisce e dalla formula precedente si ricava  $\eta$ . Questo procedimento viene eseguito per il numero di centri prefissato e viene assunto come coefficiente di sicurezza della scarpata il minimo dei coefficienti così determinati.

## Normativa

### N.T.C. 2008 - Approccio 1

#### Simbologia adottata

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	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
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_\gamma$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale 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	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00	0,90	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,30	1,00	1,10	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	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	1,25	1,00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1,00	1,25	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1,00	1,60	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1,00	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	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,00	1,00	1,00	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	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	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1,00	1,00	1,00	1,00

**FONDAZIONE SUPERFICIALE****Coefficienti parziali  $\gamma_R$  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	

**Geometria muro e fondazione**

## Descrizione

**Muro a gravità in pietrame**

Altezza del paramento	3,50 [m]
Spessore in sommità	1,00 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1,70 [m]
Inclinazione paramento esterno	20,00 [°]
Inclinazione paramento interno	-9,30 [°]
Lunghezza del muro	10,00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0,00 [m]
Lunghezza totale fondazione	1,70 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,50 [m]
Spessore magrone	0,10 [m]

**Materiali utilizzati per la struttura***Pietrame*

Peso specifico	2000,0 [kg/mc]
Tensione ammissibile a compressione $\sigma_c$	30,0 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Angolo di attrito interno $\phi_p$	45,00 [°]
Resistenza a taglio $\tau_p$	0,0 [kg/cm <sup>2</sup> ]

**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	15,00	10,00	33,69

**Terreno a valle del muro**

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	25,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,00	[m]

**Descrizione terreni***Simbologia adottata*

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
-------------	----------	------------	--------	----------	---	-------

Coltre detritica	1750	1900	35.00	23.33	0,050	0,000
Roccia	2300	2500	45.00	30.00	0,510	0,000

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	20,00	0,00	35,57	0,00	Roccia

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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 A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 3 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0,90	1,00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1,00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1,00	1,10

#### Combinazione n° 4 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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 A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 7 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 8 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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 EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 10 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 11 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 13 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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 Meyerhof

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**

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<sub>SCO</sub></i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<i>CS<sub>RIB</sub></i>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<i>CS<sub>QLM</sub></i>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<i>CS<sub>STAB</sub></i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>SCO</sub></b>	<b>CS<sub>RIB</sub></b>	<b>CS<sub>QLM</sub></b>	<b>CS<sub>STAB</sub></b>
1	A1-M1 - [1]	--	99,99	--	162,56	--
2	A2-M2 - [1]	--	99,99	--	54,88	--
3	EQU - [1]	--	--	99,90	--	--
4	STAB - [1]	--	--	--	--	2,97
5	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	12,02	--	138,91	--
6	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	12,59	--	133,07	--
7	A2-M2 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	10,08	--	45,83	--
8	A2-M2 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	9,61	--	47,84	--
9	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	10,80	--	--
10	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	14,81	--	--
11	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	2,79
12	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	2,85
13	SLEQ - [1]	--	99,99	--	162,56	--
14	SLEF - [1]	--	99,99	--	162,56	--
15	SLER - [1]	--	99,99	--	162,56	--

## 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	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Fellenius
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

### Sisma

#### Identificazione del sito

Latitudine	44.792674
Longitudine	7.207362
Comune	Rorà
Provincia	Torino
Regione	Piemonte

Punti di interpolazione del reticolo	14896 - 14674 - 14673 - 14895
--------------------------------------	-------------------------------

#### 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 $a_g$	1.32 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.00
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.29
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 4.69$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 2.35$

#### Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo $a_g$	0.53 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.00
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.20
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.30$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.65$

Forma diagramma incremento sismico	Stessa forma diagramma statico
------------------------------------	--------------------------------

Partecipazione spinta passiva (percento)	0,0
Lunghezza del muro	10,00 [m]

Peso muro	11153,37 [kg]
Baricentro del muro	X=-1,07 Y=-2,18

### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = -0,57 Y = -4,00
Punto superiore superficie di spinta	X = 0,00 Y = 0,00
Altezza della superficie di spinta	4,00 [m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	-8,15 [°]

### COMBINAZIONE n° 1

#### Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	0,00	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,38	[m]	Y = -2,66 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	77,53	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	329,56	[kg]	

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = -0,38 [m] Y = -2,50 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	0,00	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	11482,93	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	11482,93	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	0,00	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,28	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,70	[m]
Risultante in fondazione	11482,93	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	0,00	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3254,93	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	1866611,52	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,70	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0000	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,3503	[kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	N <sub>c</sub> = 133.87	N <sub>q</sub> = 134.87	N <sub>γ</sub> = 262.74
<b>Fattori forma</b>	s <sub>c</sub> = 1,00	s <sub>q</sub> = 1,00	s <sub>γ</sub> = 1,00
<b>Fattori inclinazione</b>	i <sub>c</sub> = 1,13	i <sub>q</sub> = 1,07	i <sub>γ</sub> = 1,07
<b>Fattori profondità</b>	d <sub>c</sub> = 1,14	d <sub>q</sub> = 1,07	d <sub>γ</sub> = 1,07

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

	N' <sub>c</sub> = 173.08	N' <sub>q</sub> = 153.99	N' <sub>γ</sub> = 299.99
--	--------------------------	--------------------------	--------------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	99.99
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	162.56

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione 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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ <sub>p</sub>	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ <sub>p</sub>	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,17	103,50	356	-6	31	1,60	0,03	--	--	11,40	--
3	0,35	107,01	723	-23	61	3,21	0,06	--	--	11,78	--
4	0,52	110,51	1101	-53	90	4,84	0,07	--	--	12,18	--
5	0,70	114,01	1492	-97	118	6,49	0,09	--	--	12,59	--
6	0,88	117,52	1893	-154	145	8,16	0,09	--	--	13,01	--
7	1,05	121,02	2306	-227	171	9,84	0,10	--	--	13,45	--
8	1,22	124,53	2730	-315	196	11,53	0,10	--	--	13,91	--
9	1,40	128,03	3166	-419	220	13,24	0,09	--	--	14,39	--
10	1,57	131,53	3613	-541	243	14,96	0,09	--	--	14,88	--
11	1,75	135,04	4072	-680	264	16,69	0,08	--	--	15,39	--
12	1,92	138,54	4542	-838	285	18,44	0,07	--	--	15,93	--
13	2,10	142,04	5024	-1015	305	20,20	0,05	--	--	16,49	--
14	2,27	145,55	5517	-1212	323	21,97	0,04	--	--	17,07	--
15	2,45	149,05	6021	-1430	341	23,75	0,02	--	--	17,67	--
16	2,63	152,56	6537	-1669	357	25,54	0,86	--	--	18,31	--
17	2,80	156,06	7064	-1931	372	27,34	0,93	--	--	18,97	--
18	2,97	159,56	7603	-2216	387	29,15	1,00	--	--	19,66	--
19	3,15	163,07	8153	-2525	400	30,97	1,07	--	--	20,39	--
20	3,32	166,57	8715	-2858	412	32,79	1,15	--	--	21,15	--

COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,38	[m]	Y = -2,66	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	74,78	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	329,56	[kg]		

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = -0,38 [m] Y = -2,50 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	0,00	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	11482,93	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	11482,93	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	0,00	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,28	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,70	[m]
Risultante in fondazione	11482,93	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	0,00	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3254,93	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	630239,68	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,70	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0000	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,3503	[kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	N <sub>c</sub> = 65.55	N <sub>q</sub> = 53.44	N <sub>γ</sub> = 72.51
<b>Fattori forma</b>	s <sub>c</sub> = 1,00	s <sub>q</sub> = 1,00	s <sub>γ</sub> = 1,00
<b>Fattori inclinazione</b>	i <sub>c</sub> = 1,10	i <sub>q</sub> = 1,05	i <sub>γ</sub> = 1,05
<b>Fattori profondità</b>	d <sub>c</sub> = 1,12	d <sub>q</sub> = 1,06	d <sub>γ</sub> = 1,06

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

	N' <sub>c</sub> = 80.80	N' <sub>q</sub> = 59.50	N' <sub>γ</sub> = 80.72
--	-------------------------	-------------------------	-------------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	99.99
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	54.88

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 2

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ <sub>p</sub>	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ <sub>p</sub>	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,17	103,50	356	-6	31	1,60	0,03	--	--	11,40	--
3	0,35	107,01	723	-23	61	3,21	0,06	--	--	11,78	--
4	0,52	110,51	1101	-53	90	4,84	0,07	--	--	12,18	--
5	0,70	114,01	1492	-97	118	6,49	0,09	--	--	12,59	--
6	0,88	117,52	1893	-154	145	8,16	0,09	--	--	13,01	--
7	1,05	121,02	2306	-227	171	9,84	0,10	--	--	13,45	--
8	1,22	124,53	2730	-315	196	11,53	0,10	--	--	13,91	--
9	1,40	128,03	3166	-419	220	13,24	0,09	--	--	14,39	--
10	1,57	131,53	3613	-541	243	14,96	0,09	--	--	14,88	--
11	1,75	135,04	4072	-680	264	16,69	0,08	--	--	15,39	--
12	1,92	138,54	4542	-838	285	18,44	0,07	--	--	15,93	--
13	2,10	142,04	5024	-1015	305	20,20	0,05	--	--	16,49	--
14	2,27	145,55	5517	-1212	323	21,97	0,04	--	--	17,07	--
15	2,45	149,05	6021	-1430	341	23,75	0,02	--	--	17,67	--
16	2,63	152,56	6537	-1669	357	25,54	0,86	--	--	18,31	--
17	2,80	156,06	7064	-1931	372	27,34	0,93	--	--	18,97	--
18	2,97	159,56	7603	-2216	387	29,15	1,00	--	--	19,66	--
19	3,15	163,07	8153	-2525	400	30,97	1,07	--	--	20,39	--
20	3,32	166,57	8715	-2858	412	32,79	1,15	--	--	21,15	--

COMBINAZIONE n° 3

Valore della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,38	[m]	Y = -2,66	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	73,91	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	296,60	[kg]		

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = -0,38 [m] Y = -2,50 [m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	0,00	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	10334,64	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	0,00	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	12685,81	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	10334,64	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	0,00	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,28	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,70	[m]
Risultante in fondazione	10334,64	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	0,00	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2929,44	[kgm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 99,90

**Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni****Combinazione n° 3**

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	--	--	--	--	--	0	0	--	0,00
2	0,17	103,50	--	--	--	--	--	173	0	--	99,90
3	0,35	107,01	--	--	--	--	--	379	0	--	99,90
4	0,52	110,51	--	--	--	--	--	618	0	--	99,90
5	0,70	114,01	--	--	--	--	--	891	0	--	99,90
6	0,88	117,52	--	--	--	--	--	1199	0	--	99,90
7	1,05	121,02	--	--	--	--	--	1544	0	--	99,90
8	1,22	124,53	--	--	--	--	--	1926	0	--	99,90
9	1,40	128,03	--	--	--	--	--	2347	0	--	99,90
10	1,57	131,53	--	--	--	--	--	2807	0	--	99,90
11	1,75	135,04	--	--	--	--	--	3308	0	--	99,90
12	1,92	138,54	--	--	--	--	--	3851	0	--	99,90
13	2,10	142,04	--	--	--	--	--	4436	0	--	99,90
14	2,27	145,55	--	--	--	--	--	5065	0	--	99,90
15	2,45	149,05	--	--	--	--	--	5739	0	--	99,90
16	2,63	152,56	--	--	--	--	--	6459	0	--	99,90
17	2,80	156,06	--	--	--	--	--	7225	0	--	99,90
18	2,97	159,56	--	--	--	--	--	8039	0	--	99,90
19	3,15	163,07	--	--	--	--	--	8903	0	--	99,90
20	3,32	166,57	--	--	--	--	--	9816	0	--	99,90

**Stabilità globale muro + terreno****Combinazione n° 4**

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

**Metodo di Fellenius**

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

**Cerchio critico**

Coordinate del centro X[m]= -0,91 Y[m]= 2,72

Raggio del cerchio R[m]= 6,85

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2,97

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 5,85

Larghezza della striscia dx[m]= 0,35

Coefficiente di sicurezza C= 2,97

Le strisce sono numerate da monte verso valle

## Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	2319,63	74.81	2238,57	1,35	38,66	0,41	0,00
2	2972,36	65.59	2706,73	0,85	38,66	0,41	0,00
3	3337,06	59.14	2864,62	0,69	38,66	0,41	0,00
4	3581,46	53.76	2888,77	0,60	38,66	0,41	0,00
5	3750,94	49.02	2831,55	0,54	38,66	0,41	0,00
6	3866,61	44.69	2719,20	0,50	38,66	0,41	0,00
7	3940,43	40.67	2567,78	0,47	38,66	0,41	0,00
8	3979,99	36.87	2388,25	0,44	38,66	0,41	0,00
9	3990,42	33.26	2188,73	0,42	38,66	0,41	0,00
10	3975,41	29.80	1975,53	0,41	38,66	0,41	0,00
11	3937,67	26.45	1753,78	0,39	38,66	0,41	0,00
12	3879,26	23.19	1527,80	0,38	38,66	0,41	0,00
13	3801,77	20.02	1301,32	0,38	38,66	0,41	0,00
14	3706,41	16.90	1077,65	0,37	38,66	0,41	0,00
15	3594,15	13.84	859,77	0,36	38,66	0,41	0,00
16	3465,71	10.82	650,43	0,36	38,66	0,41	0,00
17	3318,35	7.82	451,76	0,36	38,66	0,41	0,00
18	3128,07	4.85	264,65	0,35	38,66	0,41	0,00
19	2947,13	1.90	97,46	0,35	38,66	0,41	0,00
20	2814,87	-1.06	-51,98	0,35	38,66	0,41	0,00
21	2174,86	-4.01	-152,24	0,35	38,66	0,41	0,00
22	1462,24	-6.98	-177,72	0,36	38,66	0,41	0,00
23	734,50	-9.97	-127,12	0,36	38,66	0,41	0,00
24	308,80	-12.98	-69,36	0,36	38,66	0,41	0,00
25	101,75	-16.03	-28,10	0,37	38,66	0,41	0,00

 $\Sigma W_i = 75089,85$  [kg] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 32747,85$  [kg] $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 49475,04$  [kg] $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 47802,10$  [kg]COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,38	[m]	Y = -2,66	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	79,97	[°]		
Incremento sismico della spinta	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	79,53	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	329,56	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = -0,38	[m]	Y = -2,50	[m]
Inerzia del muro	523,29	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-261,65	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	15,46	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-7,73	[kg]		
<u>Risultanti</u>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	538,76	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	11213,55	[kg]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	11213,55	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	538,76	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,28	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	1,70	[m]		
Risultante in fondazione	11226,49	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	2,75	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3178,57	[kgm]		
Carico ultimo della fondazione	1557633,36	[kg]		
<u>Tensioni sul terreno</u>				
Lunghezza fondazione reagente	1,70	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0000	[kg/cm <sup>2</sup> ]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,3187	[kg/cm <sup>2</sup> ]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 133,87$	$N_q = 134,87$	$N_\gamma = 262,74$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,94$	$i_q = 0,94$	$i_\gamma = 0,88$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,14$	$d_q = 1,07$	$d_\gamma = 1,07$

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

$N'_c = 143.68$  $N'_q = 135.75$  $N'_r = 248.04$ **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**Coefficiente di sicurezza a scorrimento  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo12.02  
138.91**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 [kg]  
 M momento flettente [kgm]  
 T taglio [kg]  
 e eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]  
 $\sigma_p$  tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]  
 Ms momento stabilizzante [kgm]  
 Mr momento ribaltante [kgm]  
 Cs coeff. di sicurezza allo scorrimento  
 Cr coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,17	103,50	356	-7	19	1,91	0,03	--	--	18,81	--
3	0,35	107,01	723	-27	38	3,79	0,05	--	--	18,88	--
4	0,52	110,51	1101	-62	58	5,67	0,07	--	--	18,95	--
5	0,70	114,01	1492	-112	78	7,53	0,08	--	--	19,02	--
6	0,88	117,52	1893	-177	99	9,37	0,08	--	--	19,09	--
7	1,05	121,02	2306	-258	120	11,20	0,08	--	--	19,16	--
8	1,22	124,53	2730	-356	142	13,02	0,08	--	--	19,22	--
9	1,40	128,03	3166	-470	164	14,83	0,08	--	--	19,28	--
10	1,57	131,53	3613	-601	187	16,63	0,07	--	--	19,34	--
11	1,75	135,04	4072	-750	210	18,41	0,05	--	--	19,40	--
12	1,92	138,54	4542	-917	233	20,19	0,04	--	--	19,46	--
13	2,10	142,04	5024	-1103	257	21,95	0,03	--	--	19,52	--
14	2,27	145,55	5517	-1308	282	23,70	0,01	--	--	19,58	--
15	2,45	149,05	6021	-1532	307	25,45	0,82	--	--	19,63	--
16	2,63	152,56	6537	-1777	332	27,18	0,89	--	--	19,68	--
17	2,80	156,06	7064	-2042	358	28,91	0,96	--	--	19,74	--
18	2,97	159,56	7603	-2329	384	30,63	1,03	--	--	19,79	--
19	3,15	163,07	8153	-2636	411	32,34	1,10	--	--	19,84	--
20	3,32	166,57	8715	-2966	438	34,04	1,18	--	--	19,89	--

**COMBINAZIONE n° 6**

Valore della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,38	[m]	Y = -2,66	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	79,97	[°]		
Incremento sismico della spinta	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	79,10	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	329,56	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = -0,38	[m]	Y = -2,50	[m]
Inerzia del muro	523,29	[kg]		
Inerzia verticale del muro	261,65	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	15,46	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	7,73	[kg]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	538,76	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	11752,31	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	11752,31	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	538,76	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,28	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,70	[m]
Risultante in fondazione	11764,65	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	2,62	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3331,29	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	1563827,33	[kg]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	1,70	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0000	[kg/cmq]

Tensione terreno allo spigolo di monte 1,3820 [kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 133.87$	$N_q = 134.87$	$N_\gamma = 262.74$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,94$	$i_q = 0,94$	$i_\gamma = 0,89$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,14$	$d_q = 1,07$	$d_\gamma = 1,07$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 144.09$	$N'_q = 136.14$	$N'_\gamma = 249.52$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 12.59  
 Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 133.07

**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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,17	103,50	356	-7	20	1,87	0,03	--	--	17,46	--
3	0,35	107,01	723	-27	41	3,72	0,05	--	--	17,56	--
4	0,52	110,51	1101	-61	62	5,57	0,07	--	--	17,66	--
5	0,70	114,01	1492	-110	84	7,39	0,08	--	--	17,76	--
6	0,88	117,52	1893	-174	106	9,21	0,09	--	--	17,86	--
7	1,05	121,02	2306	-254	128	11,01	0,09	--	--	17,96	--
8	1,22	124,53	2730	-350	151	12,81	0,08	--	--	18,05	--
9	1,40	128,03	3166	-462	175	14,59	0,08	--	--	18,14	--
10	1,57	131,53	3613	-591	198	16,36	0,07	--	--	18,23	--
11	1,75	135,04	4072	-738	222	18,13	0,06	--	--	18,32	--
12	1,92	138,54	4542	-903	247	19,88	0,05	--	--	18,41	--
13	2,10	142,04	5024	-1086	272	21,63	0,03	--	--	18,49	--
14	2,27	145,55	5517	-1289	297	23,36	0,01	--	--	18,58	--
15	2,45	149,05	6021	-1511	323	25,09	0,81	--	--	18,66	--
16	2,63	152,56	6537	-1752	349	26,81	0,88	--	--	18,74	--
17	2,80	156,06	7064	-2015	375	28,52	0,95	--	--	18,82	--
18	2,97	159,56	7603	-2298	402	30,23	1,02	--	--	18,90	--
19	3,15	163,07	8153	-2603	430	31,92	1,10	--	--	18,97	--
20	3,32	166,57	8715	-2929	458	33,61	1,17	--	--	19,05	--

COMBINAZIONE n° 7

Valore della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,38	[m]	Y = -2,66	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	74,78	[°]		
Incremento sismico della spinta	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	73,85	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	329,56	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = -0,38	[m]	Y = -2,50	[m]
Inerzia del muro	523,29	[kg]		
Inerzia verticale del muro	261,65	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	15,46	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	7,73	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	538,76	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	11752,31	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	11752,31	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	538,76	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,28	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,70	[m]

Risultante in fondazione	11764,65	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	2,62	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3331,29	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	538642,68	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,70	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0000	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,3820	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 65.55$	$N_q = 53.44$	$N_\gamma = 72.51$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,94$	$i_q = 0,94$	$i_\gamma = 0,87$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,12$	$d_q = 1,06$	$d_\gamma = 1,06$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 69.34$	$N'_q = 53.45$	$N'_\gamma = 66.85$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	10.08
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	45.83

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 7

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,17	103,50	356	-7	20	1,87	0,03	--	--	17,46	--
3	0,35	107,01	723	-27	41	3,72	0,05	--	--	17,56	--
4	0,52	110,51	1101	-61	62	5,57	0,07	--	--	17,66	--
5	0,70	114,01	1492	-110	84	7,39	0,08	--	--	17,76	--
6	0,88	117,52	1893	-174	106	9,21	0,09	--	--	17,86	--
7	1,05	121,02	2306	-254	128	11,01	0,09	--	--	17,96	--
8	1,22	124,53	2730	-350	151	12,81	0,08	--	--	18,05	--
9	1,40	128,03	3166	-462	175	14,59	0,08	--	--	18,14	--
10	1,57	131,53	3613	-591	198	16,36	0,07	--	--	18,23	--
11	1,75	135,04	4072	-738	222	18,13	0,06	--	--	18,32	--
12	1,92	138,54	4542	-903	247	19,88	0,05	--	--	18,41	--
13	2,10	142,04	5024	-1086	272	21,63	0,03	--	--	18,49	--
14	2,27	145,55	5517	-1289	297	23,36	0,01	--	--	18,58	--
15	2,45	149,05	6021	-1511	323	25,09	0,81	--	--	18,66	--
16	2,63	152,56	6537	-1752	349	26,81	0,88	--	--	18,74	--
17	2,80	156,06	7064	-2015	375	28,52	0,95	--	--	18,82	--
18	2,97	159,56	7603	-2298	402	30,23	1,02	--	--	18,90	--
19	3,15	163,07	8153	-2603	430	31,92	1,10	--	--	18,97	--
20	3,32	166,57	8715	-2929	458	33,61	1,17	--	--	19,05	--

COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,38	[m]	Y = -2,66	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	74,78	[°]		
Incremento sismico della spinta	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	74,22	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	329,56	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = -0,38	[m]	Y = -2,50	[m]
Inerzia del muro	523,29	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-261,65	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	15,46	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-7,73	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	538,76	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	11213,55	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	11213,55	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	538,76	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,28	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,70	[m]
Risultante in fondazione	11226,49	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	2,75	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3178,57	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	536484,03	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,70	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0000	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,3187	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 65.55$	$N_q = 53.44$	$N_\gamma = 72.51$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,94$	$i_q = 0,94$	$i_\gamma = 0,86$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,12$	$d_q = 1,06$	$d_\gamma = 1,06$

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

	$N'_c = 69.14$	$N'_q = 53.30$	$N'_\gamma = 66.39$
--	----------------	----------------	---------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	9.61
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	47.84

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 8

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,17	103,50	356	-7	19	1,91	0,03	--	--	18,81	--
3	0,35	107,01	723	-27	38	3,79	0,05	--	--	18,88	--
4	0,52	110,51	1101	-62	58	5,67	0,07	--	--	18,95	--
5	0,70	114,01	1492	-112	78	7,53	0,08	--	--	19,02	--
6	0,88	117,52	1893	-177	99	9,37	0,08	--	--	19,09	--
7	1,05	121,02	2306	-258	120	11,20	0,08	--	--	19,16	--
8	1,22	124,53	2730	-356	142	13,02	0,08	--	--	19,22	--
9	1,40	128,03	3166	-470	164	14,83	0,08	--	--	19,28	--
10	1,57	131,53	3613	-601	187	16,63	0,07	--	--	19,34	--
11	1,75	135,04	4072	-750	210	18,41	0,05	--	--	19,40	--
12	1,92	138,54	4542	-917	233	20,19	0,04	--	--	19,46	--
13	2,10	142,04	5024	-1103	257	21,95	0,03	--	--	19,52	--
14	2,27	145,55	5517	-1308	282	23,70	0,01	--	--	19,58	--
15	2,45	149,05	6021	-1532	307	25,45	0,82	--	--	19,63	--
16	2,63	152,56	6537	-1777	332	27,18	0,89	--	--	19,68	--
17	2,80	156,06	7064	-2042	358	28,91	0,96	--	--	19,74	--
18	2,97	159,56	7603	-2329	384	30,63	1,03	--	--	19,79	--
19	3,15	163,07	8153	-2636	411	32,34	1,10	--	--	19,84	--
20	3,32	166,57	8715	-2966	438	34,04	1,18	--	--	19,89	--

COMBINAZIONE n° 9

Valore della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,38	[m]	Y = -2,66	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	74,78	[°]		
Incremento sismico della spinta	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	74,22	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	329,56	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = -0,38	[m]	Y = -2,50	[m]
Inerzia del muro	523,29	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-261,65	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	15,46	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-7,73	[kg]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	538,76	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	11213,55	[kg]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1304,55	[kgm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	14095,34	[kgm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	11213,55	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	538,76	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,28	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	1,70	[m]		
Risultante in fondazione	11226,49	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	2,75	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3178,57	[kgm]		

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	10.80
------------------------------------------	-------

**Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni****Combinazione n° 9**

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	--	--	--	--	--	0	0	--	0,00
2	0,17	103,50	--	--	--	--	--	193	1	--	132,54
3	0,35	107,01	--	--	--	--	--	421	6	--	71,66
4	0,52	110,51	--	--	--	--	--	686	13	--	51,38
5	0,70	114,01	--	--	--	--	--	990	24	--	41,25
6	0,88	117,52	--	--	--	--	--	1332	38	--	35,17
7	1,05	121,02	--	--	--	--	--	1715	55	--	31,13
8	1,22	124,53	--	--	--	--	--	2140	76	--	28,24
9	1,40	128,03	--	--	--	--	--	2608	100	--	26,08
10	1,57	131,53	--	--	--	--	--	3119	128	--	24,41
11	1,75	135,04	--	--	--	--	--	3676	159	--	23,07
12	1,92	138,54	--	--	--	--	--	4279	195	--	21,98
13	2,10	142,04	--	--	--	--	--	4929	234	--	21,07
14	2,27	145,55	--	--	--	--	--	5628	277	--	20,30
15	2,45	149,05	--	--	--	--	--	6377	325	--	19,65
16	2,63	152,56	--	--	--	--	--	7176	376	--	19,08
17	2,80	156,06	--	--	--	--	--	8028	432	--	18,58
18	2,97	159,56	--	--	--	--	--	8933	492	--	18,15
19	3,15	163,07	--	--	--	--	--	9892	557	--	17,76
20	3,32	166,57	--	--	--	--	--	10907	626	--	17,42

**COMBINAZIONE n° 10**

Valore della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,38	[m]	Y = -2,66	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	74,78	[°]		
Incremento sismico della spinta	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	73,85	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	329,56	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = -0,38	[m]	Y = -2,50	[m]
Inerzia del muro	523,29	[kg]		
Inerzia verticale del muro	261,65	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	15,46	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	7,73	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	538,76	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	11752,31	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	973,89	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	14426,00	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	11752,31	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	538,76	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,28	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,70	[m]
Risultante in fondazione	11764,65	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	2,62	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3331,29	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	14.81
------------------------------------------	-------

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 10

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	--	--	--	--	--	0	0	--	0,00
2	0,17	103,50	--	--	--	--	--	193	1	--	132,54
3	0,35	107,01	--	--	--	--	--	421	6	--	71,66
4	0,52	110,51	--	--	--	--	--	686	13	--	51,38
5	0,70	114,01	--	--	--	--	--	990	24	--	41,25
6	0,88	117,52	--	--	--	--	--	1332	38	--	35,17
7	1,05	121,02	--	--	--	--	--	1715	55	--	31,13
8	1,22	124,53	--	--	--	--	--	2140	76	--	28,24
9	1,40	128,03	--	--	--	--	--	2608	100	--	26,08
10	1,57	131,53	--	--	--	--	--	3119	128	--	24,41
11	1,75	135,04	--	--	--	--	--	3676	159	--	23,07
12	1,92	138,54	--	--	--	--	--	4279	195	--	21,98
13	2,10	142,04	--	--	--	--	--	4929	234	--	21,07
14	2,27	145,55	--	--	--	--	--	5628	277	--	20,30
15	2,45	149,05	--	--	--	--	--	6377	325	--	19,65
16	2,63	152,56	--	--	--	--	--	7176	376	--	19,08
17	2,80	156,06	--	--	--	--	--	8028	432	--	18,58
18	2,97	159,56	--	--	--	--	--	8933	492	--	18,15
19	3,15	163,07	--	--	--	--	--	9892	557	--	17,76
20	3,32	166,57	--	--	--	--	--	10907	626	--	17,42

## Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 11

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

## Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

## Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,91 Y[m]= 2,72

Raggio del cerchio R[m]= 6,85

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2,97

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 5,85

Larghezza della striscia dx[m]= 0,35

Coefficiente di sicurezza C= 2.79

Le strisce sono numerate da monte verso valle

## Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	2319,63	74.81	2238,57	1,35	38.66	0,41	0,00
2	2972,36	65.59	2706,73	0,85	38.66	0,41	0,00
3	3337,06	59.14	2864,62	0,69	38.66	0,41	0,00
4	3581,46	53.76	2888,77	0,60	38.66	0,41	0,00
5	3750,94	49.02	2831,55	0,54	38.66	0,41	0,00
6	3866,61	44.69	2719,20	0,50	38.66	0,41	0,00
7	3940,43	40.67	2567,78	0,47	38.66	0,41	0,00
8	3979,99	36.87	2388,25	0,44	38.66	0,41	0,00
9	3990,42	33.26	2188,73	0,42	38.66	0,41	0,00
10	3975,41	29.80	1975,53	0,41	38.66	0,41	0,00
11	3937,67	26.45	1753,78	0,39	38.66	0,41	0,00
12	3879,26	23.19	1527,80	0,38	38.66	0,41	0,00
13	3801,77	20.02	1301,32	0,38	38.66	0,41	0,00
14	3706,41	16.90	1077,65	0,37	38.66	0,41	0,00
15	3594,15	13.84	859,77	0,36	38.66	0,41	0,00
16	3465,71	10.82	650,43	0,36	38.66	0,41	0,00
17	3318,35	7.82	451,76	0,36	38.66	0,41	0,00
18	3128,07	4.85	264,65	0,35	38.66	0,41	0,00
19	2947,13	1.90	97,46	0,35	38.66	0,41	0,00
20	2814,87	-1.06	-51,98	0,35	38.66	0,41	0,00
21	2174,86	-4.01	-152,24	0,35	38.66	0,41	0,00
22	1462,24	-6.98	-177,72	0,36	38.66	0,41	0,00
23	734,50	-9.97	-127,12	0,36	38.66	0,41	0,00
24	308,80	-12.98	-69,36	0,36	38.66	0,41	0,00
25	101,75	-16.03	-28,10	0,37	38.66	0,41	0,00

$\Sigma W_i = 75089,85$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 32747,85$  [kg]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 49475,04$  [kg]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 47802,10$  [kg]

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 12

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kg]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in  $^{\circ}$  (positivo antiorario)

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

### Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,91 Y[m]= 2,72

Raggio del cerchio R[m]= 6,85

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2,97

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 5,85

Larghezza della striscia dx[m]= 0,35

Coefficiente di sicurezza C= 2.85

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	2319,63	74.81	2238,57	1,35	38.66	0,41	0,00
2	2972,36	65.59	2706,73	0,85	38.66	0,41	0,00
3	3337,06	59.14	2864,62	0,69	38.66	0,41	0,00
4	3581,46	53.76	2888,77	0,60	38.66	0,41	0,00
5	3750,94	49.02	2831,55	0,54	38.66	0,41	0,00
6	3866,61	44.69	2719,20	0,50	38.66	0,41	0,00
7	3940,43	40.67	2567,78	0,47	38.66	0,41	0,00
8	3979,99	36.87	2388,25	0,44	38.66	0,41	0,00
9	3990,42	33.26	2188,73	0,42	38.66	0,41	0,00
10	3975,41	29.80	1975,53	0,41	38.66	0,41	0,00
11	3937,67	26.45	1753,78	0,39	38.66	0,41	0,00
12	3879,26	23.19	1527,80	0,38	38.66	0,41	0,00
13	3801,77	20.02	1301,32	0,38	38.66	0,41	0,00
14	3706,41	16.90	1077,65	0,37	38.66	0,41	0,00
15	3594,15	13.84	859,77	0,36	38.66	0,41	0,00
16	3465,71	10.82	650,43	0,36	38.66	0,41	0,00
17	3318,35	7.82	451,76	0,36	38.66	0,41	0,00

18	3128,07	4.85	264,65	0,35	38,66	0,41	0,00
19	2947,13	1.90	97,46	0,35	38,66	0,41	0,00
20	2814,87	-1.06	-51,98	0,35	38,66	0,41	0,00
21	2174,86	-4.01	-152,24	0,35	38,66	0,41	0,00
22	1462,24	-6.98	-177,72	0,36	38,66	0,41	0,00
23	734,50	-9.97	-127,12	0,36	38,66	0,41	0,00
24	308,80	-12.98	-69,36	0,36	38,66	0,41	0,00
25	101,75	-16.03	-28,10	0,37	38,66	0,41	0,00

$\Sigma W_i = 75089,85$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 32747,85$  [kg]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 49475,04$  [kg]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 47802,10$  [kg]

### COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,38	[m]	Y = -2,66	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	79,97	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	329,56	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = -0,38	[m]	Y = -2,50	[m]

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	0,00	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	11482,93	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	11482,93	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	0,00	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,28	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,70	[m]
Risultante in fondazione	11482,93	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	0,00	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3254,93	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	1866611,52	[kg]

### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,70	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0000	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,3503	[kg/cm <sup>2</sup> ]

### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 133,87$	$N_q = 134,87$	$N_\gamma = 262,74$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 1,13$	$i_q = 1,07$	$i_\gamma = 1,07$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,14$	$d_q = 1,07$	$d_\gamma = 1,07$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 173,08$	$N'_q = 153,99$	$N'_\gamma = 299,99$

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	99,99
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	162,56

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

### Combinazione n° 13

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,17	103,50	356	-6	31	1,60	0,03	--	--	11,40	--
3	0,35	107,01	723	-23	61	3,21	0,06	--	--	11,78	--
4	0,52	110,51	1101	-53	90	4,84	0,07	--	--	12,18	--
5	0,70	114,01	1492	-97	118	6,49	0,09	--	--	12,59	--
6	0,88	117,52	1893	-154	145	8,16	0,09	--	--	13,01	--
7	1,05	121,02	2306	-227	171	9,84	0,10	--	--	13,45	--

8	1,22	124,53	2730	-315	196	11,53	0,10	--	--	13,91	--
9	1,40	128,03	3166	-419	220	13,24	0,09	--	--	14,39	--
10	1,57	131,53	3613	-541	243	14,96	0,09	--	--	14,88	--
11	1,75	135,04	4072	-680	264	16,69	0,08	--	--	15,39	--
12	1,92	138,54	4542	-838	285	18,44	0,07	--	--	15,93	--
13	2,10	142,04	5024	-1015	305	20,20	0,05	--	--	16,49	--
14	2,27	145,55	5517	-1212	323	21,97	0,04	--	--	17,07	--
15	2,45	149,05	6021	-1430	341	23,75	0,02	--	--	17,67	--
16	2,63	152,56	6537	-1669	357	25,54	0,86	--	--	18,31	--
17	2,80	156,06	7064	-1931	372	27,34	0,93	--	--	18,97	--
18	2,97	159,56	7603	-2216	387	29,15	1,00	--	--	19,66	--
19	3,15	163,07	8153	-2525	400	30,97	1,07	--	--	20,39	--
20	3,32	166,57	8715	-2858	412	32,79	1,15	--	--	21,15	--

**COMBINAZIONE n° 14**

Valore della spinta statica	0,00	[kg]									
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]									
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]									
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,38	[m]						Y = -2,66	[m]		
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]									
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	79,97	[°]									

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	329,56	[kg]									
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = -0,38	[m]						Y = -2,50	[m]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	0,00	[kg]									
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	11482,93	[kg]									
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	11482,93	[kg]									
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	0,00	[kg]									
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,28	[m]									
Lunghezza fondazione reagente	1,70	[m]									
Risultante in fondazione	11482,93	[kg]									
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	0,00	[°]									
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3254,93	[kgm]									
Carico ultimo della fondazione	1866611,52	[kg]									

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	1,70	[m]									
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0000	[kg/cmq]									
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,3503	[kg/cmq]									

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 133,87$	$N_q = 134,87$	$N_\gamma = 262,74$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 1,13$	$i_q = 1,07$	$i_\gamma = 1,07$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,14$	$d_q = 1,07$	$d_\gamma = 1,07$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 173,08$	$N'_q = 153,99$	$N'_\gamma = 299,99$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	99,99
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	162,56

**Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni****Combinazione n° 14**

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,17	103,50	356	-6	31	1,60	0,03	--	--	11,40	--
3	0,35	107,01	723	-23	61	3,21	0,06	--	--	11,78	--
4	0,52	110,51	1101	-53	90	4,84	0,07	--	--	12,18	--
5	0,70	114,01	1492	-97	118	6,49	0,09	--	--	12,59	--
6	0,88	117,52	1893	-154	145	8,16	0,09	--	--	13,01	--
7	1,05	121,02	2306	-227	171	9,84	0,10	--	--	13,45	--

8	1,22	124,53	2730	-315	196	11,53	0,10	--	--	13,91	--
9	1,40	128,03	3166	-419	220	13,24	0,09	--	--	14,39	--
10	1,57	131,53	3613	-541	243	14,96	0,09	--	--	14,88	--
11	1,75	135,04	4072	-680	264	16,69	0,08	--	--	15,39	--
12	1,92	138,54	4542	-838	285	18,44	0,07	--	--	15,93	--
13	2,10	142,04	5024	-1015	305	20,20	0,05	--	--	16,49	--
14	2,27	145,55	5517	-1212	323	21,97	0,04	--	--	17,07	--
15	2,45	149,05	6021	-1430	341	23,75	0,02	--	--	17,67	--
16	2,63	152,56	6537	-1669	357	25,54	0,86	--	--	18,31	--
17	2,80	156,06	7064	-1931	372	27,34	0,93	--	--	18,97	--
18	2,97	159,56	7603	-2216	387	29,15	1,00	--	--	19,66	--
19	3,15	163,07	8153	-2525	400	30,97	1,07	--	--	20,39	--
20	3,32	166,57	8715	-2858	412	32,79	1,15	--	--	21,15	--

**COMBINAZIONE n° 15**

Valore della spinta statica	0,00	[kg]									
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]									
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]									
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,38	[m]						Y = -2,66		[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]									
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	79,97	[°]									

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	329,56	[kg]									
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = -0,38	[m]						Y = -2,50		[m]	

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	0,00	[kg]									
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	11482,93	[kg]									
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	11482,93	[kg]									
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	0,00	[kg]									
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,28	[m]									
Lunghezza fondazione reagente	1,70	[m]									
Risultante in fondazione	11482,93	[kg]									
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	0,00	[°]									
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3254,93	[kgm]									
Carico ultimo della fondazione	1866611,52	[kg]									

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	1,70	[m]									
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0000	[kg/cmq]									
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,3503	[kg/cmq]									

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 133,87$	$N_q = 134,87$	$N_\gamma = 262,74$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 1,13$	$i_q = 1,07$	$i_\gamma = 1,07$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,14$	$d_q = 1,07$	$d_\gamma = 1,07$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 173,08$	$N'_q = 153,99$	$N'_\gamma = 299,99$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	99,99
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	162,56

**Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni****Combinazione n° 15**

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 [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	--	--	0,00	--
2	0,17	103,50	356	-6	31	1,60	0,03	--	--	11,40	--
3	0,35	107,01	723	-23	61	3,21	0,06	--	--	11,78	--
4	0,52	110,51	1101	-53	90	4,84	0,07	--	--	12,18	--
5	0,70	114,01	1492	-97	118	6,49	0,09	--	--	12,59	--
6	0,88	117,52	1893	-154	145	8,16	0,09	--	--	13,01	--
7	1,05	121,02	2306	-227	171	9,84	0,10	--	--	13,45	--

8	1,22	124,53	2730	-315	196	11,53	0,10	--	--	13,91	--
9	1,40	128,03	3166	-419	220	13,24	0,09	--	--	14,39	--
10	1,57	131,53	3613	-541	243	14,96	0,09	--	--	14,88	--
11	1,75	135,04	4072	-680	264	16,69	0,08	--	--	15,39	--
12	1,92	138,54	4542	-838	285	18,44	0,07	--	--	15,93	--
13	2,10	142,04	5024	-1015	305	20,20	0,05	--	--	16,49	--
14	2,27	145,55	5517	-1212	323	21,97	0,04	--	--	17,07	--
15	2,45	149,05	6021	-1430	341	23,75	0,02	--	--	17,67	--
16	2,63	152,56	6537	-1669	357	25,54	0,86	--	--	18,31	--
17	2,80	156,06	7064	-1931	372	27,34	0,93	--	--	18,97	--
18	2,97	159,56	7603	-2216	387	29,15	1,00	--	--	19,66	--
19	3,15	163,07	8153	-2525	400	30,97	1,07	--	--	20,39	--
20	3,32	166,57	8715	-2858	412	32,79	1,15	--	--	21,15	--

## Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (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 14/01/2008.

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	10.10
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	TEKNO S.R.L.
Licenza	AIU3379LU

#### 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  
( )