



COMUNE DI VALLI DEL PASUBIO

PROVINCIA DI VICENZA

Via Bruno Brandellero n. 46 - 36030 Valli del Pasubio
Area Lavori Pubblici

PROGETTO ESECUTIVO

INTERVENTI DI RIPRISTINO E SALVAGUARDIA DI INFRASTRUTTURE PER LA MOBILITA'
CITTADINA A SEGUITO DEGLI EVENTI ALLUVIONALI DELL'ANNO 2013

INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO DI UN TRATTO DELLA STRADA COMUNALE DI COLLEGAMENTO IN LOCALITA' OFFICHE

09 - CODICE 09 TPROV

ELENCO ELABORATI

- ① Relazione tecnico-illustrativa
- ② Relazione geologica e geotecnica
- ③ Relazione paesaggistica semplificata
- ④ Relazione di fattibilità ambientale
- ⑤ Relazione di non necessità V.Inc.A
- ⑥ **Relazione di calcolo elementi strutturali**
- ⑦ Elenco Prezzi Unitari
- ⑧ Computo metrico estimativo
- ⑨ Quadro economico di spesa
- ⑩ Modello offerta prezzi
- ⑪ Capitolato speciale d'appalto - Parte tecnica
- ⑫ Capitolato speciale d'appalto - Parte amministrativa
- ⑬ Schema di contratto
- ⑭ Planimetria con rilievo e sezioni stato di fatto con inquadramento territoriale
- ⑮ Planimetria e sezioni stato di progetto
- ⑯ Particolari costruttivi
- ⑰ Piano di sicurezza e coordinamento
- ⑱ Fascicolo dell'opera

Pratica 09 - CODICE 09 TPROV

Data Maggio 2016

Aggiornamento

Livello di Progetto Esecutivo

File name

SCALA

- VARIE
- 1:20
- 1:50
- 1:100
- 1:250
- 1:500
- 1:1000
- 1:2000
- 1:5000
- 1:10000

ELABORATO

06

Relazione di calcolo elementi strutturali

IL RESPONSABILE DELLA STRUTTURA TECNICA
geom. Ilario De Moro

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
ing. Giovanni Fichera

COORDINAMENTO SICUREZZA
Ing. Lisa Carollo

COLLABORAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA
dott. Andrea geologo Bartolin

IL PROGETTISTA

Studio Toniolo architetture & consulting
Via San Valentino 2 - 36030 Costabissara (VI)
Tel.: 0444.972065 - Fax: 0444.973647
email: toniolo.costantino@gmail.com

arch. Costantino Toniolo



RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

Su incarico dell'*Amministrazione Comunale di Valli del Pasubio* con sede in via Brandellero n°46 a Valli del Pasubio (VI) sono state eseguite le verifiche delle opere di consolidamento previste lungo un tratto di strada in località Offiche nel quartiere Cavrega nel Comune di Valli del Pasubio (VI).

I parametri geotecnici utilizzati nelle verifiche sono stati ricavati dalla relazione geologico-geotecnica del gennaio 2016 a firma del dott. Geol. Andrea Bertolin di Schio (VI).

Catastalmente, gli interventi confinano coi mappali n°500, 501, 486, 1237, 1444, 1445, 499, 1244 e 498 del foglio n° 39 del Comune di Valli del Pasubio.

Secondo il P.R.G. le aree di intervento ricadono in zona agricola.

La strada oggetto di intervento è tipicamente montana con la parte di valle impostata su terreno riportato e la zona di monte impostata generalmente sul substrato roccioso fratturato. A causa delle numerose intense precipitazioni la strada ha subito numerosi cedimenti che hanno compromettendo il ciglio stradale lato valle in tre zone distinte.

Gli interventi previsti consistono principalmente in:

Zona 1)

- Realizzazione dei chiodi di fondazione tipo R38 disposti ad interasse di 50 cm ed aventi lunghezza di 5.0 m; esecuzione dei chiodi tipo R32P del paramento dello spritz-beton disposti su due file e con interasse di 1.4 m ed aventi una lunghezza di 6 m;
- Esecuzione del paramento in spritz-beton armato con doppia rete $\phi 8\#200 \times 200$ mm.

Zona 2)

- Scavo a sezione obbligata per eseguire il cordolo in c.a. Lo scavo deve essere eseguito con molta cautela ed eventualmente a mano in prossimità di eventuali sottoservizi;
- Realizzazione dei chiodi di fondazione disposti a quinconce con interasse di 40 cm aventi lunghezza di 4 m in modo da intercettare il terreno dello strato superficiale del versante coinvolto nel dissesto e da creare un effetto arco tra i chiodi in modo da arrestare il movimento franoso;
- Cordolo in calcestruzzo armato 50xh50 cm per collegare le teste dei chiodi di fondazione;
- Eventuale ricarica stradale per compensare il cedimento del ciglio;
- Installazione del guard-rail (se previsto).

Zona 3)

- Rimozione del guard-rail e sua reinstallazione a fine lavori;
- Scavo a sezione obbligata per eseguire il paramento in spritz-beton armato e chiodato;
- Realizzazione dei chiodi di fondazione tipo R38 con interasse di 50 cm aventi lunghezza di 8.0 m; esecuzione dei chiodi tipo R32P del paramento dello spritz-beton con interasse di 1.5 m aventi una lunghezza di 8 m;
- Esecuzione del paramento in spritz-beton armato con doppia rete $\phi 8\#200 \times 200$ mm;
- Eventuale misto stabilizzato e ricarica stradale per compensare il cedimento del ciglio;
- Scavo a monte per posa di materasso drenante tipo Gabbiodren con nuovo tubo di scarico sottostrada e platea di dissipazione a valle.

Alla fine di tutti gli interventi è prevista l'asfaltatura del tratto di strada per circa 130 ml e per una larghezza media di 4.0-4.5 m circa.

Il sistema adottato per i chiodi prevede l'inserimento di tubi di acciaio S 460 del diametro di 32/15 mm, muniti di punta a perdere del diametro di 51÷76 mm. Per aumentare le dimensioni del bulbo di ancoraggio, giunti alla fine della perforazione verrà parzialmente estratta la barra continuando ad iniettare per riempire completamente

il foro appena eseguito; subito dopo si procederà nuovamente con l'inserimento della barra facendo così "sbulbare" l'iniezione in eccesso.

L'adozione dei chiodi nelle murature esistenti (tiranti passivi) contribuisce alla stabilità dell'opera in quanto costituisce una sorta di sistema di sicurezza: infatti finché la muratura esistente è in grado di garantire da sola la stabilità, i chiodi non entrano in funzione. Qualora si verificasse il superamento della situazione di equilibrio limite, la quota di spinta eccedente sarebbe assorbita dalla chiodatura.

Le caratteristiche dei principali materiali sono le seguenti:

- Calcestruzzo C25/30 (ex Rck 300);
- Acciaio B450C (ex Fe430) per reti elettrosaldate e ferri di armatura;
- Chiodi $\phi 80 \div 100$ mm di lunghezza $4.0 \div 5.0 \div 6.0 \div 8.0$ m armati con barre $\phi 32/15$ mm e $\phi 38/19$ mm tipo SIRIVE in acciaio S 460, con resistenza dell'iniezione assimilabile a C25/30 (ex Rck 300);
- Spritz-beton sp. 25 cm assimilabile a C25/30 (ex Rck 300);
- Acqua potabile e priva di sali (solfuri o cloruri);
- Cemento tipo Portland 325;
- Inerti ben miscelati e lavati, cioè privi di argilla e limo (di cava o di fiume);
- Sabbia e ghiaietto lavati secondo la normativa vigente.

Le opere in oggetto sono state dimensionate e verificate secondo il metodo degli stati limite e secondo le regole della Scienza delle Costruzioni e nel rispetto delle vigenti norme:

LEGGE n° 64 del 02 febbraio 1974: "Provvedimenti per le costruzioni con prescrizioni per le zone sismiche".

D. M. Infrastrutture Trasporti 14 gennaio 2008 (G.U. 4 febbraio 2008 n. 29 - Suppl. Ord.)

"Norme tecniche per le Costruzioni";

CIRCOLARE 2 Febbraio 2009

"Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008".

Costabissara, maggio 2016

S O M M A R I O

1. PREMESSA	4
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO E METODO DI CALCOLO.....	5
3. CLASSIFICAZIONE SISMICA	5
4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRENO	6
5. PRINCIPALI MATERIALI DA UTILIZZARE	6
6. DESCRIZIONE SINTETICA DELLE OPERE	7
6.1 CARICHI.....	8
7. VERIFICHE MURI E CORDOLI CHIODATI	9
7.1 Metodo di calcolo.....	9
7.2 Zona 1 – Consolidamento gabbionate	10
7.2 Zona 2 – Cordolo su chiodi	12
7.3 Zona 3 – Consolidamento cordolo esistente	13
A L L E G A T I	16

1. PREMESSA

Su incarico dell'*Amministrazione Comunale di Valli del Pasubio* con sede in via Brandellero n°46 a Valli del Pasubio (VI) sono state eseguite le verifiche delle opere di consolidamento previste lungo un tratto di strada in località Offiche nel quartiere Cavrega nel Comune di Valli del Pasubio (VI).

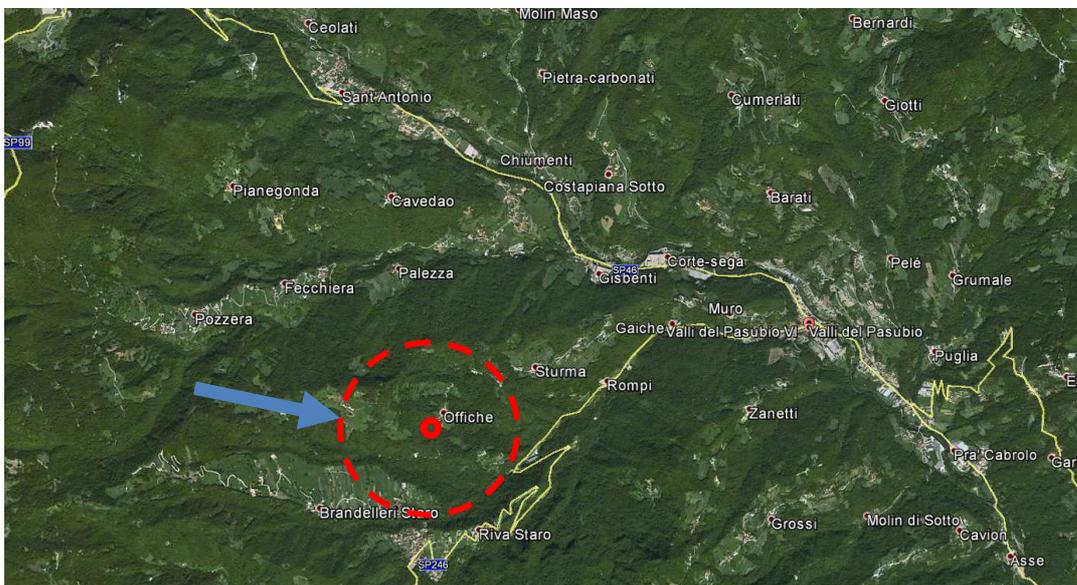
I parametri geotecnici utilizzati nelle verifiche sono stati ricavati dalla relazione geologico-geotecnica del gennaio 2016 a firma del dott. Geol. Andrea Bertolin di Schio (VI).

Catastalmente, gli interventi confinano coi mappali n°500, 501, 486, 1237, 1444, 1445, 499, 1244 e 498 del foglio n° 39 del Comune di Valli del Pasubio.

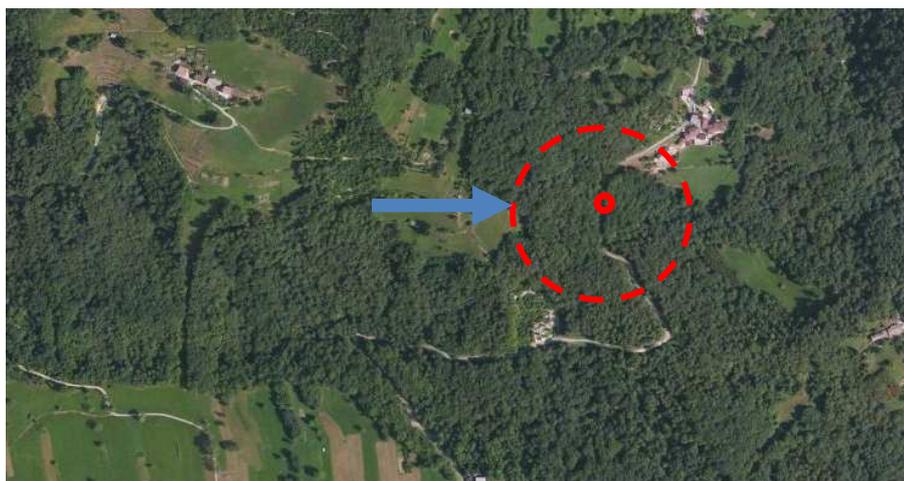
Secondo il P.R.G. le aree di intervento ricadono in zona agricola.

Le verifiche delle opere sono state eseguite con il programma *MAX 10.10g* dell'Aztec Informatica.

La zona oggetto dello studio è identificata nelle piante sottostanti con un cerchio rosso.



Ortofoto



Ortofoto

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO E METODO DI CALCOLO

La seguente relazione di calcolo è stata eseguita in ottemperanza alle seguenti disposizioni legislative.

- LEGGE 5 novembre 1971, n. 1086

"Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".

- LEGGE 2 febbraio 1974, n.64

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

- N.T.C. 2008 del D.M. 14 gennaio 2008

"Norme Tecniche per le costruzioni".

- CIRCOLARE 2 Febbraio 2009

Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

In accordo alla normativa vigente, le opere in oggetto sono state dimensionate e verificate secondo il **metodo agli stati limite**.

3. CLASSIFICAZIONE SISMICA

In base all' OPCM 3274 il Comune di Valli del Pasubio cadeva in zona sismica di III° categoria; con le N.T.C. 2008 per la classificazione sismica del territorio si fa riferimento ad una griglia di nodi geografici di ordinate spettrali note, sulla base delle quali viene determinata la sismicità del sito.

Per le verifiche sismiche, tenuto conto che le strutture oggetto d'intervento sono di tipo 2, di II° classe ed hanno una vita nominale di 50 anni, si assumono i seguenti parametri (ricavati con il programma Edilus-MS della Acca Software):

Verifica	Stato limite	T_R (anni)	a_g (g)	F_0 (-)	T^*_c (s)
SLE	"Danno"	50	0.057	2.504	0.250
SLU	"Salvaguardia vita"	475	0.157	2.430	0.280

The screenshot shows the Edilus-MS software interface. At the top, there's a search bar and the software logo. Below the search bar, there's a map view showing a satellite image of a mountainous area with a red pin indicating the location. To the right of the map, there's a data panel with the following information:

- Latitudine (WGS84): 45.73228005, Longitudine (WGS84): 11.22465849
- Latitudine (ED50): 45.735045, Longitudine (ED50): 11.225812
- Altitudine (m): 627
- Classificazione edificio: II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti
- Vita Nominale Struttura: 50
- Periodo di Riferimento per fase sismica: 50

Below the data panel, there's a table of seismic parameters:

Stato Limite	T_R (anni)	a_{gI} (g)	F_0	T^*_c (s)
Operatività	30	0.042	2.463	0.240
Danno	50	0.057	2.504	0.250
Salvaguardia Vita	475	0.157	2.430	0.280
Prevenzione Calasso	975	0.293	2.468	0.282

At the bottom of the interface, there's a logo for ACCA and contact information: ACCA s.p.a. - Tel: 0827/69.504 - Fax: 0827/69.12.35 - P.IVA 01802740647 - E-mail: info@acca.it

Mappa sismica del luogo

○ **Armatura:**

Barre autoperforanti tipo SIRIVE R32P in S460 con le seguenti caratteristiche:

diametro	32 mm
spessore	8.5 mm
area	5.30 cm ²
carico a rottura per barra	34000 kg
limite di snervamento per barra	25300 kg
f _{yd} per barra	22000 kg

Barre autoperforanti tipo SIRIVE R38 in S460 con le seguenti caratteristiche:

diametro	38 mm
spessore	9.5 mm
area	8.00 cm ²
carico a rottura per barra	49000 kg
limite di snervamento per barra	36800 kg
f _{yd} per barra	32000 kg

➤ **Spritz-beton:**

spessore medio	25 cm
copriferro	min 3.0÷4.0 cm

○ *Resistenza assimilabile a C25/30*

- **Acqua:** potabile e priva di sali (solfuri o cloruri)
- **Cemento:** tipo Portland 325 secondo normativa vigente
- **Inerti:** ben miscelati e lavati, cioè privi di argilla e limo (di cava o di fiume)
Sabbia lavata secondo normativa vigente
Ghiaietto lavato secondo normativa vigente

6. DESCRIZIONE SINTETICA DELLE OPERE

La strada oggetto di intervento è tipicamente montana con la parte di valle impostata su terreno riportato e la zona di monte impostata generalmente sul substrato roccioso fratturato. A causa delle numerose intense precipitazioni la strada ha subito numerosi cedimenti che hanno compromesso il ciglio stradale lato valle in tre zone distinte.

Gli interventi previsti consistono principalmente in:

- Zona 1) Consolidare le gabbionate esistenti con spritz-beton e chiodi;
- Zona 2) Realizzare un cordolo su chiodi per ripristinare il ciglio stradale franato;
- Zona 3) Consolidare inferiormente il cordolo in calcestruzzo esistente con spritz-beton e chiodi;

Il tratto di strada oggetto degli interventi ha una lunghezza complessiva di circa 100 ml ed ha una larghezza variabile e compresa tra 3.3 m e 5.0 m circa. A monte della strada è presente un pendio e a valle una scarpata soggetta a frequenti ruscellamenti, in particolare nella zona dell'intervento 3.

Gli interventi principali previsti sono i seguenti:

Zona 1)

- Realizzazione dei chiodi di fondazione tipo R38 disposti ad interasse di 50 cm ed aventi lunghezza di 5.0 m; esecuzione dei chiodi tipo R32P del paramento dello spritz-beton disposti su due file e con interasse di 1.4 m ed aventi una lunghezza di 6 m;
- Esecuzione del paramento in spritz-beton armato con doppia rete $\phi 8\#200 \times 200$ mm.

Zona 2)

- Scavo a sezione obbligata per eseguire il cordolo in c.a. Lo scavo deve essere eseguito con molta cautela ed eventualmente a mano in prossimità di eventuali sottoservizi;
- Realizzazione dei chiodi di fondazione disposti a quinconce con interasse di 40 cm aventi lunghezza di 4 m in modo da intercettare il terreno dello strato superficiale del versante coinvolto nel dissesto e da creare un effetto arco tra i chiodi in modo da arrestare il movimento franoso;
- Cordolo in calcestruzzo armato 50xh50 cm per collegare le teste dei chiodi di fondazione;
- Eventuale ricarica stradale per compensare il cedimento del ciglio;
- Installazione del guard-rail (se previsto).

Zona 3)

- Rimozione del guard-rail e sua reinstallazione a fine lavori;
- Scavo a sezione obbligata per eseguire il paramento in spritz-beton armato e chiodato;
- Realizzazione dei chiodi di fondazione tipo R38 con interasse di 50 cm aventi lunghezza di 8.0 m; esecuzione dei chiodi tipo R32P del paramento dello spritz-beton con interasse di 1.5 m aventi una lunghezza di 8 m;
- Esecuzione del paramento in spritz-beton armato con doppia rete $\phi 8\#200 \times 200$ mm;
- Eventuale misto stabilizzato e ricarica stradale per compensare il cedimento del ciglio;
- Scavo a monte per posa di materasso drenante tipo Gabbiodren con nuovo tubo di scarico sottostrada e platea di dissipazione a valle.

Alla fine di tutti gli interventi è prevista l'asfaltatura del tratto di strada per circa 130 ml e per una larghezza media di 4.0-4.5 m circa.

Il sistema adottato per i chiodi prevede l'inserimento di tubi di acciaio S 460 del diametro di 32/15 mm e 38/19, muniti di punta a perdere del diametro di 51÷76 mm. Per aumentare le dimensioni del bulbo di ancoraggio, giunti alla fine della perforazione verrà parzialmente estratta la barra continuando ad iniettare per riempire completamente il foro appena eseguito; subito dopo si procederà nuovamente con l'inserimento della barra facendo così "sbulbare" l'iniezione in eccesso.

L'adozione di questi chiodi disposti a cavalletto contribuisce alla stabilità dell'opera in quanto costituisce una sorta di reticolo che arresta il terreno a monte garantendo la stabilità del ciglio stradale. L'esecuzione dei chiodi per il consolidamento dei muri esistenti può essere eseguito dall'alto posizionando la macchina di perforazione sulla strada.

L'adozione dei chiodi nelle murature esistenti (tiranti passivi) contribuisce alla stabilità dell'opera in quanto costituisce una sorta di sistema di sicurezza: infatti finché la muratura esistente è in grado di garantire da sola la stabilità, i chiodi non entrano in funzione. Qualora si verificasse il superamento della situazione di equilibrio limite, la quota di spinta eccedente sarebbe assorbita dalla chiodatura.

6.1 Carichi

Nelle verifiche si considera un carico stradale caratteristico di 2000 kg/m².

Inoltre, nelle verifiche del cordolo sono state inserite anche le sollecitazioni indotte da un eventuale urto contro il guard-rail di classe N2 – bordo laterale - a doppia onda.

Si considera anche l'eventuale spinta su guard-rail. Considerando che:

- secondo le normative vigenti tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360, zincato a caldo;
- i paletti di sostegno hanno un profilo a sigma di dimensioni non inferiori a 100 x 55 x 4.2 h, sono posti ad interasse non superiore a 4.0 m ed hanno le seguenti caratteristiche:

Spessore	3.0 mm
Area min	5.92 cm ²

W _{xx} min	18.71 cm ³
J _{xx} min	93.53 cm ⁴

- le caratteristiche meccaniche dell'acciaio Fe 360 sono le seguenti:

Tensione di rottura a trazione	≥ 3600 kg/cm ²
Tensione di snervamento	≥ 2350 kg/cm ²
Condizione di carico I: tensione ammissibile	1600 kg/cm ²
Condizione di carico II: tensione ammissibile	1800 kg/cm ²

- la massima forza che può agire su un montante è in funzione delle sue caratteristiche geometriche e meccaniche del montante stesso;

e considerando cautelativamente il limite di snervamento, anziché la tensione ammissibile, ed applicando una forza a 50÷80 cm dalla sede stradale (nel baricentro del nastro) e supponendo il montante incastrato nel cordolo la massima forza sopportabile risulta:

$$F \times b = \sigma_{\text{snerv}} \times W_{x-x}$$

$$F \times 50 = 2350 \times 18.71 \quad \Rightarrow \quad F = 879 \approx 1000 \text{ kg}$$

Tale forza viene trasferita alla base del guard rail aggiungendo il momento di trasporto.

Pertanto sulla sommità del cordolo agirà una forza orizzontale F ed un Momento M = 1000 x 0.5 = 500 kgm.

$$F = 1000 \text{ kg} \quad M = 500 \text{ kgm}$$

Ipotizzando un interasse dei montanti di 4 m, le sollecitazioni trasmesse a ml sono le seguenti:

$$F = 250 \text{ kg/ml} \quad M = 125 \text{ kgm/ml}$$

7. VERIFICHE MURI E CORDOLI CHIODATI

7.1 Metodo di calcolo

I dati relativi alla struttura, al terreno ed ai sovraccarichi sono stati inseriti in un programma di calcolo alle differenze finite i cui risultati sono riportati negli allegati.

La *verifica di stabilità globale* del complesso opera di sostegno-terreno è stata effettuata secondo l'Approccio 1 con la combinazione 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 considerando un γ_R per la stabilità globale pari a 1.1 (tab. 6.8.I per opere di materiali sciolti e fronti di scavo).

Le *verifiche strutturali* del muro di sostegno in calcestruzzo sono state eseguite con il metodo degli stati limite secondo l'approccio 2 che prevede la sola combinazione A1+M1+R3 con i coefficienti riportati nelle tabelle seguenti. Si ricorda che nel dimensionamento strutturale il coefficiente γ_R viene assunto di valore unitario.

Carichi	Effetto	Coefficiente parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0.9	1.0	1.0
	Sfavorevole		1.1	1.3	1.0
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2}	0.0	0.0	0.0
	Sfavorevole		1.5	1.5	1.3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0.0	0.0	0.0
	Sfavorevole		1.5	1.5	1.3

Coefficienti parziali per le azioni (Tab. 6.2.I NTC 2008)

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_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}	γ_{cu}	1.0	1.4
Peso unità volume	γ	γ_{γ}	1.0	1.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (Tab. 6.2.II NTC 2008)

Verifica	Simbolo	Coefficiente parziale		
		(R1)	(R2)	(R3)
Capacità portante della fondazione	γ_R	1.0	1.0	1.4
Scorrimento	γ_R	1.0	1.0	1.1
Resistenza del terreno a valle	γ_R	1.0	1.0	1.4

Coefficienti parziali γ_R da applicare nelle verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno (Tab. 6.5.I NTC 2008)

7.2 Zona 1 – Consolidamento gabbionate

Le gabbionate sono distribuite su due file per un'altezza totale di 2.0 m. Il nuovo paramento di spritz-beton avrà un'altezza di circa 2.15 m per uno spessore di 25 cm. I chiodi $\phi 80 \div 90$ mm previsti nel paramento sono inclinati di 25° - 30° sul piano orizzontale, hanno una lunghezza di 6 m e sono posti su 2 file e ad interasse di 1.4 m.

I chiodi di fondazione sono sub-verticali, di lunghezza 5 m e disposti con interasse di 50 cm. Nel programma di calcolo le gabbionate sono state assimilate al terreno di riporto in situ in modo da trascurare il loro contributo alla stabilità globale.

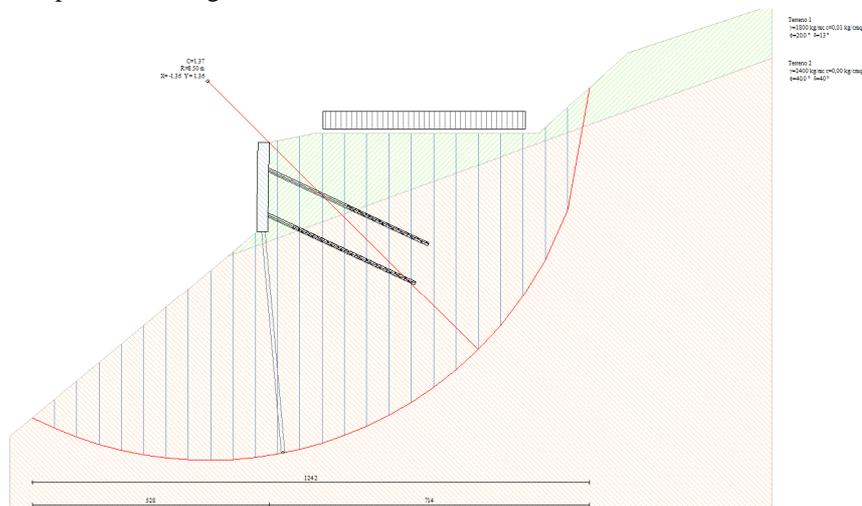


Schemi di calcolo

Di seguito si riportano i risultati per le combinazioni di carico.

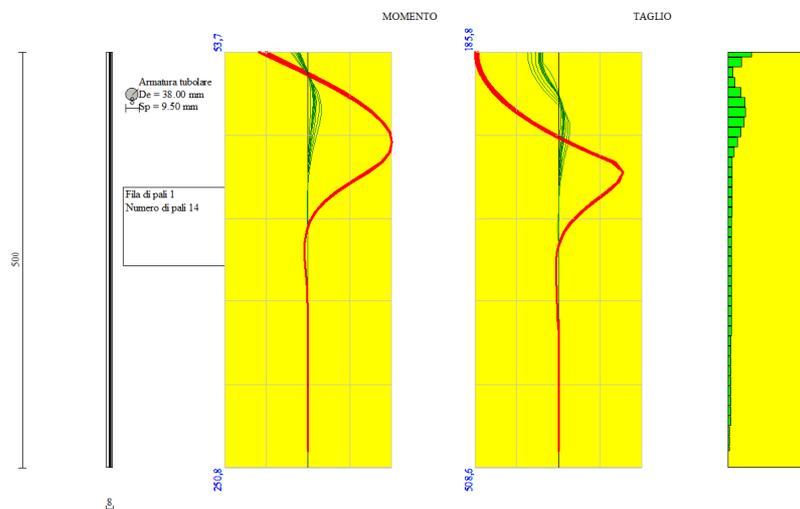
Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (quilt)	FS (stab)	Spinta[kg]	Incr. sism.[kg]
1	A1-M1 - [1]	...	...	...	...	...	2795.53	0.00
2	A2-M2 - [1]	...	...	...	...	...	2392.78	0.00
3	STAB - [1]	...	...	...	...	2.09	2392.78	0.00
4	A1-M1 - [2]	...	...	...	...	...	4058.21	0.00
5	A2-M2 - [2]	...	...	...	...	...	3824.74	0.00
6	STAB - [2]	...	...	...	...	1.95	3824.74	0.00
7	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV positivo	...	...	...	...	2094.68	1539.24
8	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV negativo	...	...	...	...	2094.68	1115.70
9	A2-M2 - [3]	SismaH + SismaV positivo	...	...	...	...	2392.78	1724.46
10	A2-M2 - [3]	SismaH + SismaV negativo	...	...	...	...	2392.78	1315.15
11	STAB - [3]	SismaH + SismaV positivo	...	...	...	1.49	2392.78	1724.46
12	STAB - [3]	SismaH + SismaV negativo	...	...	...	1.38	2392.78	1315.15
13	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV positivo	...	...	...	...	2228.45	1795.26
14	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV negativo	...	...	...	...	2228.45	1367.24
15	A2-M2 - [4]	SismaH + SismaV positivo	...	...	...	...	2584.63	2056.36
16	A2-M2 - [4]	SismaH + SismaV negativo	...	...	...	...	2584.63	1654.79
17	STAB - [4]	SismaH + SismaV positivo	...	...	...	1.47	2584.63	2056.36
18	STAB - [4]	SismaH + SismaV negativo	...	...	...	1.37	2584.63	1654.79
19	SLEQ - [1]	...	...	...	...	...	2228.45	0.00
20	SLEF - [1]	...	...	...	...	...	2470.38	0.00
21	SLEF - [1]	...	...	...	...	...	2909.29	0.00

Dai risultati sopra esposti ne consegue che le verifiche sono tutte soddisfatte.



Verifica di stabilità globale

L'armatura del paramento dello spritz-beton costituita principalmente da due reti $\phi 8\#200 \times 200$ mm è verificata.



Involuppo sollecitazioni e verifiche dei chiodi di fondazione

Le verifiche delle armature dei chiodi di fondazione sono soddisfatte.

❖ **Verifica dei chiodi del paramento**

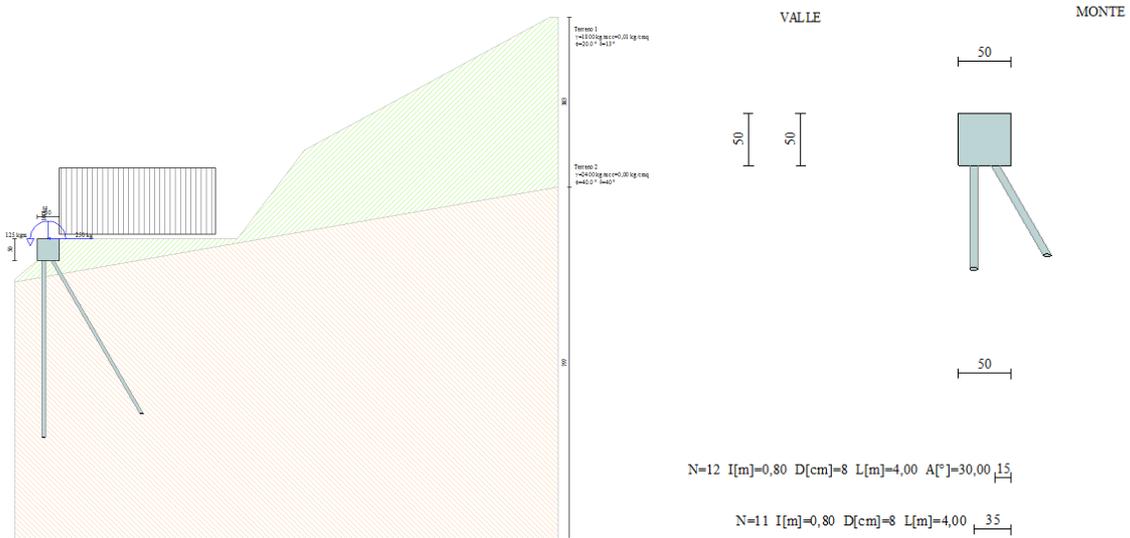
Il massimo tiro sui chiodi è di 5145 kg in condizioni SLU e di 3447 kg in condizioni SLE.

La barra in acciaio tipo Sirive R32P è in grado di resistere a 22000 kg per cui è verificata.

Le lunghezze esecutive dei chiodi (6 m) sono maggiori o uguali di quelle previste dal programma di calcolo per cui sono verificate.

7.2 Zona 2 – Cordolo su chiodi

Il cordolo ha le dimensioni di 50xh50 cm ed è impostato su chiodi di fondazione di lunghezza 4 m e disposti a quinconce con interasse di 40 cm.



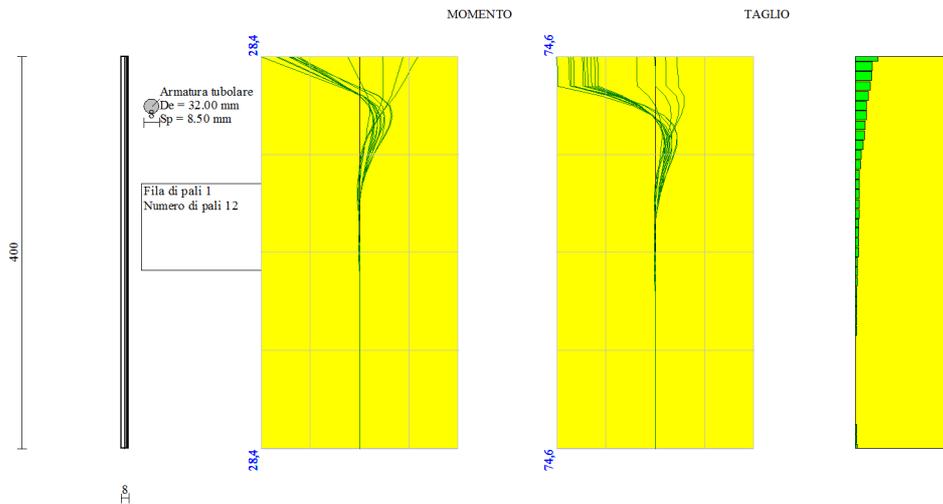
Schemi di calcolo

Di seguito si riportano i risultati per le combinazioni di carico.

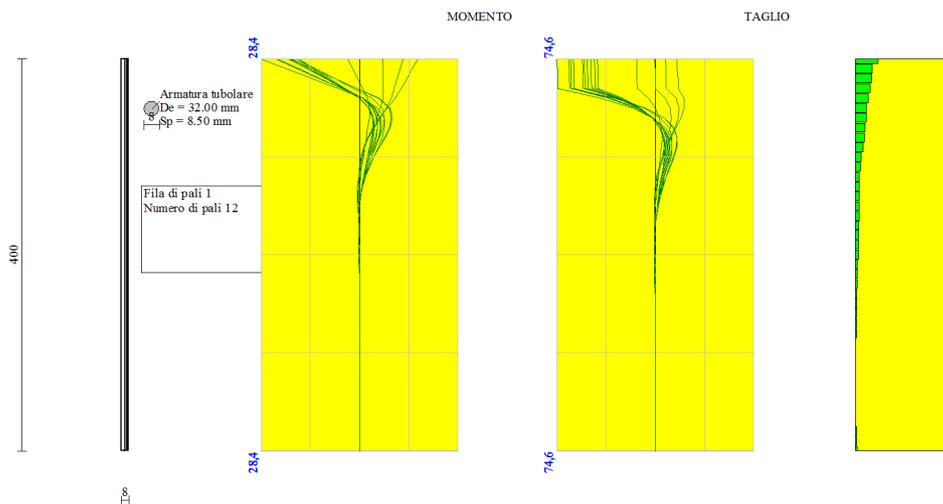
Dettagli coefficienti di sicurezza globali e spinte								
Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (quilt)	FS (stab)	Spinta[kg]	Incr. sism.[kg]
1	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--	109,31	0,00
2	A2-M2 - [1]	--	--	--	--	--	92,49	0,00
3	STAB - [1]	--	--	--	--	3,39	92,49	0,00
4	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--	763,63	0,00
5	A2-M2 - [2]	--	--	--	--	--	749,74	0,00
6	STAB - [2]	--	--	--	--	2,93	749,74	0,00
7	A1-M1 - [3]	--	--	--	--	--	599,77	0,00
8	A2-M2 - [3]	--	--	--	--	--	585,06	0,00
9	STAB - [3]	--	--	--	--	3,03	585,06	0,00
10	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	--	71,19	42,78
11	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	--	71,19	70,37
12	A2-M2 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	--	92,49	77,58
13	A2-M2 - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	--	92,49	47,44
14	STAB - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	2,20	92,49	77,58
15	STAB - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	2,02	92,49	47,44
16	A1-M1 - [5]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	--	71,19	70,37
17	SLEQ - [1]	--	--	--	--	--	71,19	0,00
18	SLEF - [1]	--	--	--	--	--	396,33	0,00
19	SLEF - [1]	--	--	--	--	--	71,19	0,00
20	SLEF - [1]	--	--	--	--	--	505,54	0,00
21	SLEF - [1]	--	--	--	--	--	396,33	0,00

Dai risultati sopra esposti ne consegue che le verifiche sono tutte soddisfatte.

Il cordolo non è sottoposto ad eccessive sollecitazioni per cui le verifiche delle armature previste (correnti $10\phi 14$ e staffe $\phi 10/20$) sono soddisfatte.



Inviluppo sollecitazioni e verifiche dei chiodi di fondazione fila 1



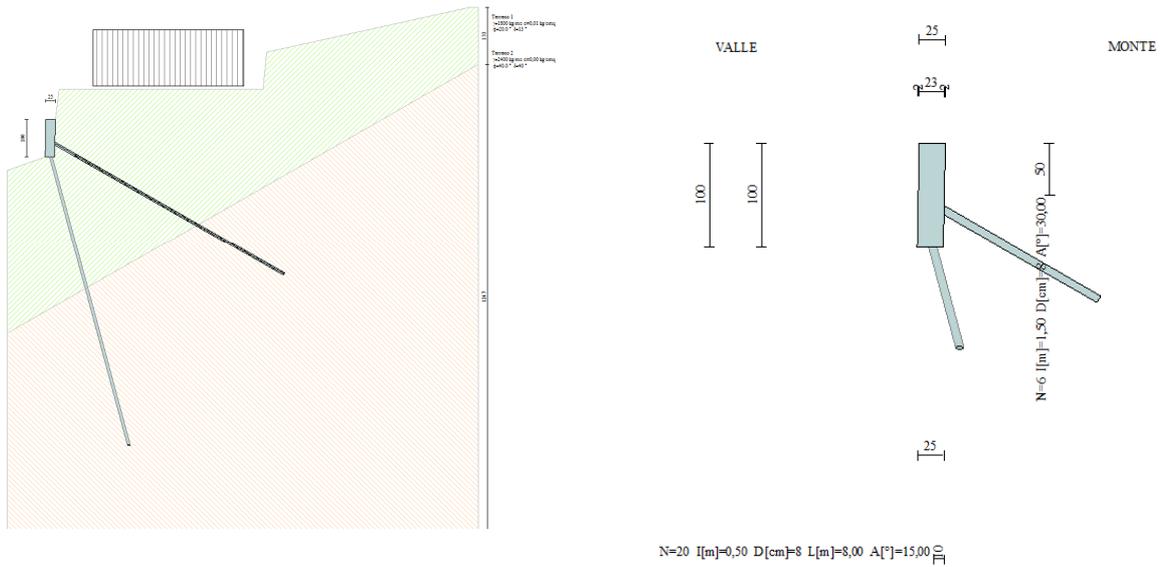
Inviluppo sollecitazioni e verifiche dei chiodi di fondazione fila 2

Le verifiche delle armature dei chiodi di fondazione sono soddisfatte.

7.3 Zona 3 – Consolidamento cordolo esistente

Il cordolo esistente è su micropali che, per il loro interasse, xxx
L'intervento strutturale prevede la realizzazione del paramento in spritz-beton armato con doppia rete $\phi 8\#200 \times 200$ mm e chiodato a valle del cordolo esistente per impedire al terreno di passare tra i micropali esistenti di fondazione del cordolo stesso. Il paramento viene collegato a chiodi di fondazione tipo R38 con interasse di 50 cm aventi lunghezza di 8.0 m ed a chiodi inclinati tipo R32P del paramento dello spritz-beton con interasse di 1.5 m aventi una lunghezza di 8 m.

Nel programma di calcolo il cordolo esistente viene assimilato al terreno di riporto in situ in modo da trascurare il suo contributo alla stabilità globale. La presenza dei pali di fondazione, pur avendo un ruolo positivo nella stabilità globale, vengono trascurati ai fini dei calcoli.

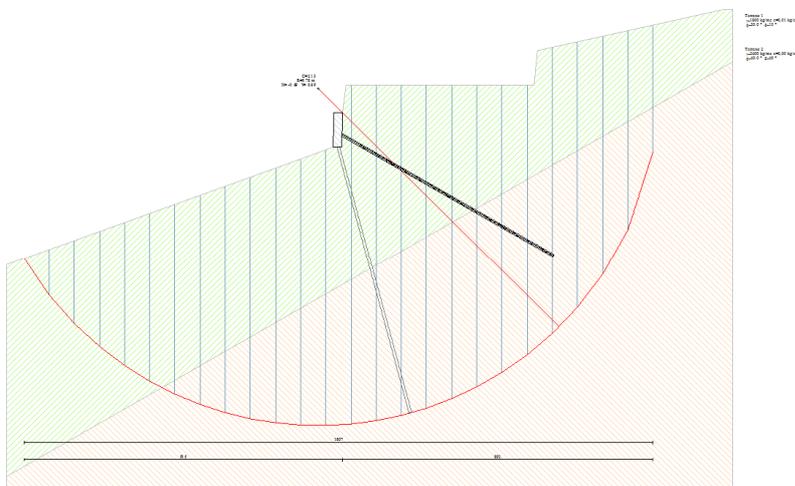


Schemi di calcolo

Di seguito si riportano i risultati per le combinazioni di carico.

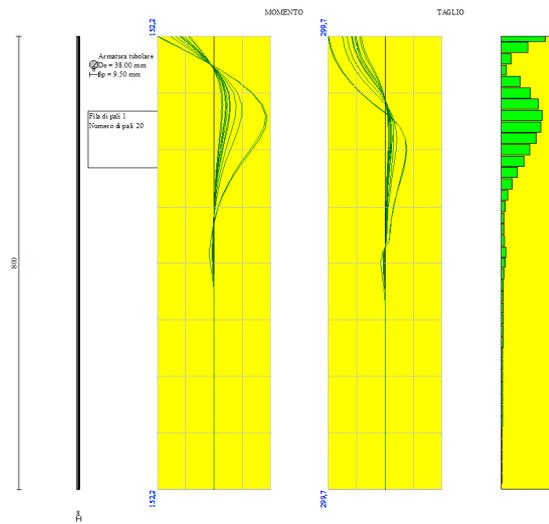
Dettagli coefficienti di sicurezza globali e spinte								
Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (quilt)	FS (stab)	Spinta[kg]	Incr. sism.[kg]
1	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--	1353,78	0,00
2	A2-M2 - [1]	--	--	--	--	--	1186,56	0,00
3	STAB - [1]	--	--	--	--	3,50	1186,56	0,00
4	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--	2338,73	0,00
5	A2-M2 - [2]	--	--	--	--	--	2204,34	0,00
6	STAB - [2]	--	--	--	--	3,37	2204,34	0,00
7	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	--	1011,91	713,05
8	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	--	1011,91	505,62
9	A2-M2 - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	--	1186,56	2893,38
10	A2-M2 - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	--	1186,56	2969,71
11	STAB - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	2,32	1186,56	2893,38
12	STAB - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	2,13	1186,56	2969,71
13	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	--	1011,91	713,05
14	SLEQ - [1]	--	--	--	--	--	1011,91	0,00
15	SLEF - [1]	--	--	--	--	--	1502,13	0,00
16	SLEP - [1]	--	--	--	--	--	1672,65	0,00

Dai risultati sopra esposti ne consegue che le verifiche sono tutte soddisfatte.



Verifica di stabilità globale

L'armatura del paramento dello spritz-beton costituita principalmente da due reti $\phi 8\#200 \times 200$ mm è verificata.



Inviluppo sollecitazioni e verifiche dei chiodi di fondazione

Le verifiche delle armature dei chiodi di fondazione sono soddisfatte.

❖ Verifica dei chiodi del paramento

Il massimo tiro sui chiodi è di 9023 kg in condizioni statiche SLU, di 4225 kg in condizioni sismiche SLU e di 3505 kg in condizioni SLE.

La barra in acciaio tipo Sirive R32P è in grado di resistere a 22000 kg per cui è verificata.

Le lunghezze esecutive dei chiodi (8 m) sono maggiori o uguali di quelle previste dal programma di calcolo per cui sono verificate.

Costabissara, maggio 2016

ALLEGATI

ELABORAZIONE DATI E RISULTATI MURO-CORDOLO CON CHIODI

CALCOLO DELLA SPINTA SUL MURO

Valori caratteristici e valori di calcolo

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

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

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

Metodo di Culmann

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

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

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

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

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

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

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

Spinta in presenza di sisma

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

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

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

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

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

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

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

Terreno a bassa permeabilità

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

Terreno a permeabilità elevata

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

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

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

dove il coefficiente A vale

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

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

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

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{iH} = k_h W \quad F_{iV} = \pm k_v W$$

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

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

Verifica a ribaltamento

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

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

Deve quindi essere verificata la seguente 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 δ è positivo, ribaltante se δ è negativo. δ è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante.

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

Verifica a scorrimento

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

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

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

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

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

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

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

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

Verifica al carico limite

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

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

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:

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

In questa espressione

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

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e^{\pi \tan \phi}$$

$$N_q = A \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \tan \phi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\phi)$$

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

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 θ l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con ϕ l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

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

$$i_\gamma = (1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ})^\circ \quad \text{per } \phi > 0$$

$$i_\gamma = 0 \quad \text{per } \phi = 0$$

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

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

La simbologia adottata è la seguente:

c	coesione del terreno in fondazione;
ϕ	angolo di attrito del terreno in fondazione;
γ	peso di volume del terreno in fondazione;
B	larghezza della fondazione;
D	profondità del piano di posa;

q pressione geostatica alla quota del piano di posa.
I fattori di capacità portante sono espressi dalle seguenti relazioni:

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

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

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

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

termine $K_{p\gamma}$ che compare nell'espressione di N_γ non ha un'espressione analitica. Pertanto si assume per N_γ l'espressione proposta da Meyerof

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

Verifica alla stabilità globale

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

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

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

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

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

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

dove il termine m è espresso da

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

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

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

Analisi dei pali

Per l'analisi della capacità portante dei pali occorre determinare alcune caratteristiche del terreno in cui si va ad operare. In particolare bisogna conoscere l'angolo d'attrito ϕ e la coesione c . Per pali soggetti a carichi trasversali è necessario conoscere il modulo di reazione laterale o il modulo elastico laterale.

La capacità portante di un palo solitamente viene valutata come somma di due contributi: portata di base (o di punta) e portata per attrito laterale lungo il fusto. Cioè si assume valida l'espressione:

$$Q_T = Q_P + Q_L - W_P$$

dove:

Q_T portanza totale del palo
 Q_P portanza di base del palo
 Q_L portanza per attrito laterale del palo
 W_P peso proprio del palo

e le due componenti Q_P e Q_L sono calcolate in modo indipendente fra loro.

Dalla capacità portante del palo si ricava il carico ammissibile del palo Q_A applicando il coefficiente di sicurezza della portanza alla punta η_p ed il coefficiente di sicurezza della portanza per attrito laterale η_l .

Palo compresso:

$$Q_A = Q_P / \eta_p + Q_L / \eta_l - W_P$$

Palo tesò:

$$Q_A = Q_1 / \eta_1 + W_p$$

Capacità portante di punta

In generale la capacità portante di punta viene calcolata tramite l'espressione:

$$Q_p = A_p(cN'_c + qN'_q + 1/2B\gamma N'_\gamma)$$

dove A_p è l'area portante efficace della punta del palo, c è la coesione, q è la pressione geostatica alla quota della punta del palo, γ è il peso specifico del terreno, D è il diametro del palo ed i coefficienti N'_c , N'_q , N'_γ sono i coefficienti delle formule della capacità portante corretti per tener conto degli effetti di forma e di profondità. Possono essere utilizzati sia i coefficienti di Hansen che quelli di Vesic con i corrispondenti fattori correttivi per la profondità e la forma.

Il parametro η che compare nell'espressione assume il valore:

$$\eta = \frac{1 + 2K_0}{3}$$

quando si usa la formula di Vesic e viene posto uguale ad 1 per le altre formule.

K_0 rappresenta il coefficiente di spinta a riposo che può essere espresso come: $K_0 = 1 - \sin\phi$.

Capacità portante per resistenza laterale

La resistenza laterale è data dall'integrale esteso a tutta la superficie laterale del palo delle tensioni tangenziali palo-terreno in condizioni limite:

$$Q_L = \int \tau_a dS$$

dove τ_a è dato dalla nota relazione di Coulomb

$$\tau_a = c_a + \sigma_h \tan\delta$$

dove c_a è l'adesione palo-terreno, δ è l'angolo di attrito palo-terreno, γ è il peso specifico del terreno, z è la generica quota a partire dalla testa del palo, L e P sono rispettivamente la lunghezza ed il perimetro del palo, K_s è il coefficiente di spinta che dipende dalle caratteristiche meccaniche e fisiche del terreno dal suo stato di addensamento e dalle modalità di realizzazione del palo.

Portanza trasversale dei pali - Analisi ad elementi finiti

Nel modello di terreno alla Winkler il terreno viene schematizzato come una serie di molle elastiche indipendenti fra di loro. Le molle che schematizzano il terreno vengono caratterizzate tramite una costante elastica K espressa in $\text{Kg/cm}^2/\text{cm}$ che rappresenta la pressione (in Kg/cm^2) che bisogna applicare per ottenere l'abbassamento di 1 cm.

Nel metodo degli elementi finiti occorre discretizzare il particolare problema. Nel caso specifico il palo viene suddiviso in un certo numero di elementi di eguale lunghezza. Ogni elemento è caratterizzato da una sezione avente area ed inerzia coincidente con quella del palo.

Il terreno viene schematizzato come una serie di molle orizzontali che reagiscono agli spostamenti nei due versi. La rigidità assiale della singola molla è proporzionale alla costante di Winkler orizzontale del terreno, al diametro del palo ed alla lunghezza dell'elemento. La molla, però, non viene vista come un elemento infinitamente elastico ma come un elemento con comportamento del tipo elastoplastico perfetto (diagramma sforzi-deformazioni di tipo bilatero). Essa presenta una resistenza crescente al crescere degli spostamenti fino a che l'entità degli spostamenti si mantiene al di sotto di un certo spostamento limite, X_{\max} oppure fino a quando non si raggiunge il valore della pressione limite. Superato tale limite non si ha un incremento di resistenza. È evidente che assumendo un comportamento di questo tipo ci si addentra in un tipico problema non lineare che può essere risolto solo mediante una analisi al passo.

Questa modellazione presenta il notevole vantaggio di poter schematizzare tutti quei comportamenti individuati da Broms e che sarebbe impossibile trattare in un modello numerico. In particolare risulta automatico analizzare casi in cui si ha insufficiente portanza non per rottura del palo ma per rottura del terreno (vedi il caso di un palo molto rigido in un terreno molle).

Determinazione degli scarichi sul palo.

Gli scarichi sui pali vengono determinati mediante il metodo delle rigidità.

La piastra di fondazione viene considerata infinitamente rigida (3 gradi di libertà) ed i pali vengono considerati incastrati o incernierati (la scelta del vincolo viene fatta dall'Utente nella tabella CARATTERISTICHE del sottomenu PALI) a tale piastra.

Viene effettuata una prima analisi di ogni palo di ciascuna fila (i pali di ogni fila hanno le stesse caratteristiche) per costruire una curva carichi-spostamenti del palo. Questa curva viene costruita considerando il palo elastico. Si tratta, in definitiva, della matrice di rigidità del palo K_e , costruita imponendo traslazioni e rotazioni unitarie per determinare le corrispondenti sollecitazioni in testa al palo.

Nota la matrice di rigidità di ogni palo si assembla la matrice globale (di dimensioni 3×3) della palificata, K .

A questo punto, note le forze agenti in fondazione (N, T, M) si possono ricavare gli spostamenti della piastra (abbassamento, traslazione e rotazione) e le forze che si scaricano su ciascun palo. Infatti indicando con p il vettore dei carichi e con u il vettore degli spostamenti della piastra abbiamo:

$$u = K^{-1}p$$

Noti gli spostamenti della piastra, e quindi della testa dei pali, abbiamo gli scarichi su ciascun palo. Allora per ciascun palo viene effettuata un'analisi elastoplastica incrementale (tramite il metodo degli elementi finiti) che, tenendo conto della plasticizzazione del terreno, calcola le sollecitazioni in tutte le sezioni del palo., le caratteristiche del terreno (rappresentate da K_h) sono tali che se non è possibile raggiungere l'equilibrio si ha collasso per rottura del terreno.

ELABORAZIONE DATI E RISULTATI – ZONA 1

Geometria muro

Descrizione	Muro spritz-beton
Altezza del paramento	2,00 [m]
Spessore in sommità	0,25 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,25 [m]
Inclinazione paramento esterno	1,00 [°]
Inclinazione paramento interno	-1,00 [°]

Descrizione pali di fondazione

Pali armati con profilato tubolare	
Numero di file di pali	1
Vincolo pali/fondazione	Incastro
Tipo di portanza	Portanza laterale e portanza di punta

Simbologia adottata

N	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
nr.	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
alfa	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)
Dt	diametro esterno del tubolare espresso in [mm]
St	spessore del tubolare espresso in [mm]

N	X	nr.	D	L	alfa	ALL	Dt	St
1	0,10	14	8,00	5,00	5,00	Sfalsati	38,00	9,50

Descrizione tiranti di ancoraggio

Numero di file di tiranti	2
Tiranti passivi armati con tubolare	
	MEDIO MINIMO
Angolo d'attrito tirante-terreno (°)	40,00 40,00
Aderenza tirante-terreno kg/cmq	1,00 1,00
Coefficiente di espansione laterale	1,00
Superficie di ancoraggio:	ANGOLO DI ROTTURA
Coefficiente di spinta:	DEFINITO [1.00]

Simbologia adottata

N	numero d'ordine della fila
Y	ordinata della fila misurata dalla testa del muro espressa in [m]
nr.	numero di tiranti della fila
D	diametro della perforazione espresso in [cm]
alfa	inclinazione dei tiranti della fila rispetto all'orizzontale espressa in [°]
ALL	allineamento dei tiranti della fila (CENTRATI o SFALSATI)
Dt	diametro esterno del tubolare espresso in [mm]
St	spessore del tubolare espresso in [mm]

N	Y	nr.	D	alfa	ALL	Dt	St
1	0,50	4	7,60	25,00	Sfalsati	32,00	8,50
2	1,50	5	7,60	25,00	Centrati	32,00	8,50

Materiali utilizzati per la struttura

<i>Calcestruzzo</i>	
Peso specifico	2500,0 [kg/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	305,9 [kg/cm ²]
Modulo elastico E	314825,09 [kg/cm ²]
<i>Acciaio</i>	
Tipo	B450C
Tensione di snervamento σ_{fa}	4588,0 [kg/cm ²]

<i>Calcestruzzo utilizzato per i pali</i>	
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	306 [kg/cm ²]
Modulo elastico E	314825,09 [kg/cm ²]
<i>Acciaio utilizzato per i pali</i>	
Tipo	Sirive
Tensione ammissibile σ_{fa}	2400,0 [kg/cm ²]

Tensione di snervamento σ_{fa}	4600,0 [kg/cmq]
<i>Malta utilizzata per i tiranti</i>	
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	300 [kg/cmq]
Tensione tangenziale ammissibile τ_{c0}	6,0 [kg/cmq]
Tensione tangenziale ammissibile τ_{c1}	18,3 [kg/cmq]
<i>Acciaio utilizzato per i tiranti</i>	
Tipo	Sirive
Tensione ammissibile σ_{fa}	2400 [kg/cmq]
Tensione di snervamento σ_{fa}	4600 [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	1,00	0,20	11,31
2	6,00	0,20	0,00
3	8,00	2,00	41,99
4	11,00	3,00	18,43
5	11,20	3,00	0,00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	40,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,00	[m]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

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

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Terreno 1	1800	2000	20,00	13,33	0,010	0,000
Terreno 2	2400	2500	40,00	40,00	0,000	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 ² /cm
K_s	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	K_w	K_s	Terreno
1	2,20	20,00	0,14	0,30	Terreno 1
2	6,00	0,00	24,68	0,70	Terreno 2

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 (Condizione 1)

D Profilo $X_i=1,20$ $X_f=5,70$ $Q_i=2000,00$ $Q_f=2000,00$

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

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

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

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

Combinazione n° 2 - Caso A2-M2 (GEO)

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

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

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

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30
Condizione 1	SFAV	1,50	1,00	1,50

Combinazione n° 5 - Caso A2-M2 (GEO)

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

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

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

Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

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

Combinazione n° 8 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

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

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

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

Combinazione n° 10 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

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

Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 11 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 13 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Condizione 1	SFAV	1,00	0,20	0,20
<u>Combinazione n° 14 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Condizione 1	SFAV	1,00	0,20	0,20
<u>Combinazione n° 15 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Condizione 1	SFAV	1,00	0,20	0,20
<u>Combinazione n° 16 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Condizione 1	SFAV	1,00	0,20	0,20
<u>Combinazione n° 17 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Condizione 1	SFAV	1,00	0,20	0,20
<u>Combinazione n° 18 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Condizione 1	SFAV	1,00	0,20	0,20
<u>Combinazione n° 19 - Quasi Permanente (SLE)</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
Condizione 1	SFAV	1,00	0,20	0,20
<u>Combinazione n° 20 - Frequente (SLE)</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
Condizione 1	SFAV	1,00	0,50	0,50
<u>Combinazione n° 21 - Rara (SLE)</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
Condizione 1	SFAV	1,00	1,00	1,00

Impostazioni analisi pali

Numero elementi palo 40
Tipo carico palo Distribuito
Calcolo della portanza metodo di Berezantzev

Criterio di rottura del sistema terreno-palo
Pressione limite passiva con moltiplicatore pari a 1,00

Andamento pressione verticale
Geostatica

Metodo verifica sezioni

Stato limite

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali
Armatura ad aderenza migliorata

Aggressive

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

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

C	Tipo	Sisma	CS _{SCO}	CS _{RIB}	CS _{qlim}	CS _{stab}
1	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--
2	A2-M2 - [1]	--	--	--	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	2,09
4	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--
5	A2-M2 - [2]	--	--	--	--	--
6	STAB - [2]	--	--	--	--	1,95
7	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
8	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
9	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
10	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
11	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,49
12	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,38
13	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
14	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
15	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
16	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
17	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,47
18	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,37
19	SLEQ - [1]	--	--	--	--	--
20	SLEF - [1]	--	--	--	--	--
21	SLER - [1]	--	--	--	--	--

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

Superficie di spinta limitata

Distanza dalla testa del muro 6,00[m]

Calcolo della spinta
Calcolo della stabilità globale
Calcolo della spinta in condizioni di

metodo di Culmann
metodo di Bishop
Spinta a riposo

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine
Longitudine
Comune

45.741722
11.262833
Valli Del Pasubio

Provincia	Vicenza			
Regione	Veneto			
Punti di interpolazione del reticolo	11180 - 11179 - 11401 - 11402			
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	1.54 [m/s ²]			
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20			
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20			
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00			
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50			
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 22.54$			
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 11.27$			
Combinazioni SLE				
Accelerazione al suolo a_g	0.55 [m/s ²]			
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20			
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20			
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00			
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50			
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 8.15$			
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 4.07$			
Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare			
Partecipazione spinta passiva (percento)	0,0			
Lunghezza del muro	7,00 [m]			
Peso muro	1250,00 [kg]			
Baricentro del muro	X=-0,14 Y=-1,00			
Superficie di spinta				
Punto inferiore superficie di spinta	X = -0,03 Y = -2,00			
Punto superiore superficie di spinta	X = 0,00 Y = 0,00			
Altezza della superficie di spinta	2,00 [m]			
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	-1,00 [°]			
COMBINAZIONE n° 4				
Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole				
Valore della spinta statica	4058,21 [kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	3964,55 [kg]			
Componente verticale della spinta statica	866,83 [kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,02 [m]	Y = -1,30	[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	13,33 [°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	41,95 [°]			
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 sforzo tiranti : Fase di esercizio				
Sforzo tiranti in direzione X	-3937,33 [kg]			
Sforzo tiranti in direzione Y	1836,01 [kg]			
Punto d'applicazione dello sforzo dei tiranti	X = -0,27 [m]	Y = -1,28	[m]	
Risultanti sforzo tiranti : Fase di ribaltamento				
Sforzo tiranti in direzione X	-3937,33 [kg]			
Sforzo tiranti in direzione Y	1836,01 [kg]			
Punto d'applicazione dello sforzo dei tiranti	X = [m]	Y = -1,28	[m]	
Risultanti sforzo tiranti : Fase di scorrimento				
Sforzo tiranti in direzione X	0,00 [kg]			
Sforzo tiranti in direzione Y	0,00 [kg]			
Punto d'applicazione dello sforzo dei tiranti	X = 0,00 [m]	Y = 0,00	[m]	
Risultanti				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	27,22 [kg]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	3952,84 [kg]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	3952,84 [kg]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	27,22 [kg]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,00 [m]			

Lunghezza fondazione reagente	0,25	[m]		
Risultante in fondazione	3952,93	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	0,39	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	0,12	[kgm]		
COMBINAZIONE n° 5				
Valore della spinta statica	3824,74	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	3769,65	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	646,80	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,02	[m]	Y = -1,29	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	10,74	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	38,53	[°]		
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]
<u>Risultanti sforzo tiranti : Fase di esercizio</u>				
Sforzo tiranti in direzione X	-3755,93	[kg]		
Sforzo tiranti in direzione Y	1751,42	[kg]		
Punto d'applicazione dello sforzo dei tiranti	X = -0,27	[m]	Y = -1,26	[m]
<u>Risultanti sforzo tiranti : Fase di ribaltamento</u>				
Sforzo tiranti in direzione X	-3755,93	[kg]		
Sforzo tiranti in direzione Y	1751,42	[kg]		
Punto d'applicazione dello sforzo dei tiranti	X =	[m]	Y = -1,26	[m]
<u>Risultanti sforzo tiranti : Fase di scorrimento</u>				
Sforzo tiranti in direzione X	0,00	[kg]		
Sforzo tiranti in direzione Y	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione dello sforzo dei tiranti	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
<u>Risultanti</u>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	13,72	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	3648,22	[kg]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	3648,22	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	13,72	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,00	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	0,25	[m]		
Risultante in fondazione	3648,25	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	0,22	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	10,18	[kgm]		

Analisi dei pali

Combinazione n° 4

Risultanti sulla base della fondazione (per metro lineare di muro)

Orizzontale	[kg]	27,2
Verticale	[kg]	3952,8
Momento	[kgm]	-0,1

Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[cm]	0,04108
Verticale	[cm]	0,02120
Rotazione	[°]	0,00083

Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kg]	T [kg]	M [kgm]	Tu [kg]	Mu [kgm]
1	14	1968	186	54	508	147

Calcolo della portanza

τ_m tensione tangenziale media palo-terreno in [kg/cmq]

σ_p tensione sul terreno alla punta del palo in [kg/cmq]

N_c, N_q, N_γ fattori di capacità portante

N'_c, N'_q, N'_γ fattori di capacità portante corretti

P_l portanza caratteristica per attrito e aderenza laterale in [kg]

P_p portanza caratteristica di punta in [kg]

P_d portanza di progetto, in [kg]

W_p peso del palo, in [kg]

PT Parametri Terreno utilizzati

Fila	N_c	N'_c	N_q	N'_q	N_γ	N'_γ	τ_m	σ_p
1	225.24	225.24	190.00	190.00	320.54	192.32	0.07	22.89

Fila	P_l	P_p	W_p	P_d	PT
1	2708	7161	83	9785	MEDI
1	2927	7742	83	10586	MINIMI

Verifica a punzonamento della fondazione

D diametro dei pali della fila espresso in [cm]
 H_f altezza della fondazione in corrispondenza della fila espressa in [cm]
 S_1 superficie di aderenza palo-fondazione ($H_f \cdot D$) espressa in [cmq]
 N sforzo normale trasmesso dal palo alla fondazione espresso in [kg]
 τ_c tensione tangenziale palo-fondazione espressa in [kg/cmq]

Fila	D	H_f	S_1	N	τ_c
1	8,0	200,0	5026,5	1968	0,39

Combinazione n° 5

Risultanti sulla base della fondazione (per metro lineare di muro)

Orizzontale [kg] 13,7
 Verticale [kg] 3648,2
 Momento [kgm] -10,2

Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale [cm] 0,03723
 Verticale [cm] 0,01956
 Rotazione [°] -0,00050

Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kg]	T [kg]	M [kgm]	Tu [kg]	Mu [kgm]
1	14	1817	166	48	506	145

Calcolo della portanza

τ_m tensione tangenziale media palo-terreno in [kg/cmq]
 σ_p tensione sul terreno alla punta del palo in [kg/cmq]
 N_c, N_q, N_γ fattori di capacità portante
 N'_c, N'_q, N'_γ fattori di capacità portante corretti
 P_1 portanza caratteristica per attrito e aderenza laterale in [kg]
 P_p portanza caratteristica di punta in [kg]
 P_d portanza di progetto, in [kg]
 W_p peso del palo, in [kg]
 PT Parametri Terreno utilizzati

Fila	N_c	N'_c	N_q	N'_q	N_γ	N'_γ	τ_m	σ_p
1	225.24	225.24	190.00	190.00	320.54	192.32	0.06	21.21

Fila	P_1	P_p	W_p	P_d	PT
1	2708	7161	83	5996	MEDI
1	2927	7742	83	6489	MINIMI

Verifica a punzonamento della fondazione

D diametro dei pali della fila espresso in [cm]
 H_f altezza della fondazione in corrispondenza della fila espressa in [cm]
 S_1 superficie di aderenza palo-fondazione ($H_f \cdot D$) espressa in [cmq]
 N sforzo normale trasmesso dal palo alla fondazione espresso in [kg]
 τ_c tensione tangenziale palo-fondazione espressa in [kg/cmq]

Fila	D	H_f	S_1	N	τ_c
1	8,0	200,0	5026,5	1817	0,36

Analisi dei tiranti

Nr. numero della fila
 N_t numero di tiranti della fila
 D diametro dei tiranti della fila espresso in cm
 α inclinazione dei tiranti della fila espressa gradi
 N sforzo in ogni tirante della fila espresso in [kg]
 L_f lunghezza di fondazione del tirante espressa in [m]
 L lunghezza totale del tirante espressa in [m]
 σ_f tensione nell'acciaio del tirante espressa in [kg/cmq]

Combinazione n° 4

Nr.	NT	D	α	N	L_f	L	σ_f
1	4	7,60	25,00	1685	1,30	3,50	268,5
2	5	7,60	25,00	4734	3,00	3,90	754,4

Combinazione n° 5

Nr.	NT	D	α	N	L_f	L	σ_f
1	4	7,60	25,00	1708	1,10	3,30	272,2
2	5	7,60	25,00	4435	2,40	3,30	706,8

Combinazione n° 18

Nr.	NT	D	α	N	L_r	L	σ_r
1	4	7,60	25,00	2888	1,10	3,30	460,3
2	5	7,60	25,00	4755	1,60	2,50	757,7

Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

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

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A_{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A_{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
σ_{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kg/cmq]
σ_{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kg/cmq]
N_u	sfuerzo normale ultimo espresso in [kg]
M_u	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
1	0,00	100, 25	5,03	5,03	0	4140	2871,39	10497	--	--
2	0,06	100, 25	5,03	5,03	2786	-4782	71,31	10501	--	--
3	0,13	100, 25	5,03	5,03	3781	-4811	48,39	10506	--	--
4	0,19	100, 25	5,03	5,03	4594	-4823	39,20	10511	--	--
5	0,25	100, 25	2,51	2,51	2868	-2544	18,35	10516	--	--
6	0,31	100, 25	2,51	2,51	3084	2510	15,79	10521	--	--
7	0,38	100, 25	2,51	2,51	2390	2561	10,20	10526	--	--
8	0,44	100, 25	2,51	2,51	1605	2623	5,87	10531	--	--
9	0,50	100, 25	2,51	2,51	777	2702	2,49	10536	--	--
10	0,57	100, 25	2,51	2,51	2188	2816	6,18	10541	--	--
11	0,63	100, 25	2,51	2,51	4812	2962	12,16	10546	--	--
12	0,70	100, 25	2,51	2,51	9078	3079	20,75	10552	--	--
13	0,77	100, 25	2,51	2,51	10965	3266	22,88	10557	--	--
14	0,83	100, 25	2,51	2,51	13839	3551	26,57	10562	--	--
15	0,90	100, 25	2,51	2,51	17413	3905	30,96	10567	--	--
16	0,97	100, 25	2,51	2,51	17799	3944	29,46	10573	--	--
17	1,03	100, 25	2,51	2,51	19546	4117	30,27	10578	--	--
18	1,10	100, 25	2,51	2,51	24924	4650	36,25	10583	--	--
19	1,17	100, 25	2,51	2,51	12330	6285	16,91	10588	--	--
20	1,23	100, 25	2,51	2,51	7926	-2965	10,28	10594	--	--
21	1,30	100, 25	2,51	2,51	5496	-2724	6,76	10599	--	--
22	1,37	100, 25	2,51	2,51	4007	-2577	4,69	10604	--	--
23	1,43	100, 25	2,51	2,51	2587	-2436	2,89	10609	--	--
24	1,50	100, 25	2,51	2,51	1299	-2309	1,39	10615	--	--
25	1,56	100, 25	2,51	2,51	2634	3054	2,70	10620	--	--
26	1,63	100, 25	2,51	2,51	3836	7424	3,78	10624	--	--
27	1,69	100, 25	2,51	2,51	4424	8415	4,19	10629	--	--
28	1,75	100, 25	2,51	2,51	3955	3701	3,62	10634	--	--
29	1,81	100, 25	5,03	2,51	6396	-4692	5,65	10639	--	--
30	1,88	100, 25	5,03	5,03	5402	5261	4,61	10644	--	--
31	1,94	100, 25	5,03	5,03	4253	5002	3,51	10649	--	--
32	2,00	100, 25	0,00	0,00	0	0	0,00	10654	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fs}	σ_{fi}
1	0,00	100, 25	5,03	5,03	0,01	-0,02	0,56	0,39
2	0,06	100, 25	5,03	5,03	0,43	-0,02	5,20	17,89
3	0,13	100, 25	5,03	5,03	0,68	-0,02	8,65	26,69
4	0,19	100, 25	5,03	5,03	0,89	-0,02	11,52	33,93
5	0,25	100, 25	2,51	2,51	1,45	-0,02	30,06	75,80
6	0,31	100, 25	2,51	2,51	1,67	-0,03	51,21	85,20
7	0,38	100, 25	2,51	2,51	1,87	-0,03	93,16	92,67
8	0,44	100, 25	2,51	2,51	3,38	-0,05	191,67	97,97
9	0,50	100, 25	2,51	2,51	8,44	-0,19	542,14	100,87
10	0,57	100, 25	2,51	2,51	2,92	-0,21	146,73	100,94
11	0,63	100, 25	2,51	2,51	2,27	-0,20	20,28	97,18
12	0,70	100, 25	2,51	2,51	2,23	-0,21	-10,04	89,32
13	0,77	100, 25	2,51	2,51	2,09	-0,16	-10,94	75,89
14	0,83	100, 25	2,51	2,51	2,01	-0,14	-11,74	66,38
15	0,90	100, 25	2,51	2,51	1,83	-0,12	-12,29	52,27
16	0,97	100, 25	2,51	2,51	1,99	-0,06	-13,24	57,46

17	1,03	100,25	2,51	2,51	1,98	-0,03	-13,91	53,46
18	1,10	100,25	2,51	2,51	1,73	-0,02	-13,91	37,12
19	1,17	100,25	2,51	2,51	1,19	-0,01	-12,04	12,68
20	1,23	100,25	2,51	2,51	1,99	-0,01	44,05	-15,74
21	1,30	100,25	2,51	2,51	4,06	-0,01	160,94	-18,64
22	1,37	100,25	2,51	2,51	6,79	-0,01	337,19	-19,11
23	1,43	100,25	2,51	2,51	12,19	-0,04	705,82	-16,50
24	1,50	100,25	2,51	2,51	27,79	-0,63	1801,89	5,81
25	1,56	100,25	2,51	2,51	12,87	-0,67	739,64	-18,46
26	1,63	100,25	2,51	2,51	8,04	-0,62	398,34	-22,87
27	1,69	100,25	2,51	2,51	6,11	-0,59	263,36	-24,20
28	1,75	100,25	2,51	2,51	6,57	-0,53	288,29	65,59
29	1,81	100,25	5,03	2,51	6,34	-0,51	208,15	185,88
30	1,88	100,25	5,03	5,03	8,02	-0,49	294,08	168,23
31	1,94	100,25	5,03	5,03	11,02	-0,54	439,14	246,56
32	2,00	100,25	0,00	0,00	0,00	-0,51	0,00	0,00

Involuppo sollecitazioni nei pali e verifiche delle sezioni

Nr.	numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione
Y	ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzo normale espresso in [kg]
T	taglio espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
T _u	taglio ultimo espresso in [kg]
CS	coefficiente di sicurezza

Involuppo sollecitazioni fila di pali nr. 1

Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0,00	25,14	53,72	96,56	185,82	1372,56	2253,21
2	0,13	13,09	30,49	96,07	183,67	1374,62	2255,24
3	0,25	0,36	7,53	51,51	162,85	1376,60	2257,04
4	0,38	-12,83	-5,36	20,39	128,28	1377,66	2256,50
5	0,50	-28,86	-7,91	1,02	79,96	1378,21	2254,63
6	0,63	-38,85	-8,03	-18,56	17,90	1378,24	2251,45
7	0,75	-41,09	-6,88	-40,71	-13,22	1377,77	2246,95
8	0,88	-36,00	-5,23	-65,14	-13,27	1376,78	2241,13
9	1,00	-27,86	-3,57	-67,98	-11,28	1374,37	2234,00
10	1,13	-19,36	-2,16	-59,11	-8,52	1369,86	2225,56
11	1,25	-11,98	-1,09	-45,48	-5,78	1364,53	2215,79
12	1,38	-6,29	-0,37	-31,43	-3,47	1358,37	2204,71
13	1,50	-2,36	0,07	-19,30	-1,73	1351,38	2192,32
14	1,63	0,05	0,63	-10,02	-0,56	1343,57	2178,61
15	1,75	0,35	1,30	-3,65	0,14	1334,94	2163,58
16	1,88	0,34	1,76	0,24	1,09	1325,48	2147,24
17	2,00	0,28	1,73	0,59	2,23	1315,20	2129,58
18	2,13	0,20	1,45	0,55	2,93	1304,10	2110,60
19	2,25	0,13	1,08	0,45	2,85	1292,16	2090,31
20	2,38	0,08	0,73	0,33	2,38	1279,41	2068,70
21	2,50	0,04	0,43	0,22	1,77	1265,83	2045,78
22	2,63	0,01	0,21	0,12	1,18	1251,43	2021,54
23	2,75	-0,01	0,06	0,06	0,69	1236,20	1995,98
24	2,88	-0,03	-0,01	0,01	0,33	1220,15	1969,11
25	3,00	-0,07	-0,02	-0,02	0,09	1203,27	1940,92
26	3,13	-0,08	-0,01	-0,06	-0,02	1185,57	1911,41
27	3,25	-0,07	-0,01	-0,11	-0,03	1167,04	1880,59
28	3,38	-0,06	-0,01	-0,13	-0,02	1147,69	1848,45
29	3,50	-0,04	0,00	-0,12	-0,02	1127,52	1815,00
30	3,63	-0,03	0,00	-0,09	-0,01	1106,52	1780,23
31	3,75	-0,02	0,00	-0,07	-0,01	1084,69	1744,14
32	3,88	-0,01	0,00	-0,04	0,00	1062,05	1706,74
33	4,00	0,00	0,00	-0,02	0,00	1038,57	1668,02
34	4,13	0,00	0,00	-0,01	0,00	1014,28	1627,99
35	4,25	0,00	0,00	0,00	0,00	989,16	1586,64
36	4,38	0,00	0,00	0,00	0,00	963,21	1543,97
37	4,50	0,00	0,00	0,00	0,01	936,44	1499,99
38	4,63	0,00	0,00	0,00	0,01	908,85	1454,69
39	4,75	0,00	0,00	0,00	0,00	880,43	1408,08
40	4,88	0,00	0,00	0,00	0,00	851,18	1360,14
41	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	821,12	1310,90

Involuppo verifiche fila di pali nr. 1

Nr.	Y	A _r	M _u	N _u	T _u	CS
-----	---	----------------	----------------	----------------	----------------	----

1	0,00	8,51	186	7385	17012	3,75
2	0,13	8,51	159	12319	17012	6,25
3	0,25	8,51	7	30640	17012	15,54
4	0,38	8,51	101	24200	17012	11,91
5	0,50	8,51	132	12922	17012	6,56
6	0,63	8,51	133	9928	17012	5,05
7	0,75	8,51	121	9423	17012	4,80
8	0,88	8,51	100	10588	17012	5,41
9	1,00	8,51	74	13220	17012	6,77
10	1,13	8,51	48	17821	17012	9,16
11	1,25	8,51	25	24912	17012	12,86
12	1,38	8,51	9	32075	17012	16,64
13	1,50	8,51	0	37518	17012	17,96
14	1,63	8,51	1	39026	17012	17,93
15	1,75	8,51	8	38562	17012	17,98
16	1,88	8,51	8	38256	17012	18,11
17	2,00	8,51	7	38266	17012	18,29
18	2,13	8,51	5	38443	17012	18,51
19	2,25	8,51	3	38685	17012	18,75
20	2,38	8,51	2	38927	17012	18,99
21	2,50	8,51	1	39135	17012	19,24
22	2,63	8,51	0	39293	17012	19,50
23	2,75	8,51	0	39401	17012	19,76
24	2,88	8,51	0	39421	17012	20,02
25	3,00	8,51	0	39397	17012	20,31
26	3,13	8,51	0	39387	17012	20,62
27	3,25	8,51	0	39391	17012	20,96
28	3,38	8,51	0	39401	17012	21,33
29	3,50	8,51	0	39413	17012	21,73
30	3,63	8,51	0	39425	17012	22,15
31	3,75	8,51	0	39435	17012	22,62
32	3,88	8,51	0	39442	17012	23,11
33	4,00	8,51	0	39446	17012	23,65
34	4,13	8,51	0	39446	17012	24,23
35	4,25	8,51	0	39445	17012	24,86
36	4,38	8,51	0	39445	17012	25,55
37	4,50	8,51	0	39445	17012	26,30
38	4,63	8,51	0	39446	17012	27,12
39	4,75	8,51	0	39448	17012	28,02
40	4,88	8,51	0	39448	17012	29,00
41	5,00	8,51	0	39448	17012	30,09

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 18

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]

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

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

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,36 Y[m]= 1,36

Raggio del cerchio R[m]= 8,50

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5,28

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7,14

Larghezza della striscia dx[m]= 0,50

Coefficiente di sicurezza C= 1,37

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	1197,60	79.71	1178,33	2,78	28.15	0,00	0,00
2	3006,12	66.17	2749,75	1,23	33.87	0,00	0,00
3	3827,97	58.79	3273,79	0,96	33.87	0,00	0,00
4	4815,17	52.78	3834,54	0,82	33.87	0,00	0,00
5	5475,25	47.53	4038,84	0,74	33.87	0,00	0,00
6	6019,26	42.77	4087,38	0,68	33.87	0,00	0,00

7	6473,98	38.35	4017,04	0,63	33.87	0,00	0,00
8	6855,89	34.19	3852,72	0,60	33.87	0,00	0,00
9	7175,99	30.23	3612,70	0,58	33.87	0,00	0,00
10	7441,99	26.42	3311,23	0,55	33.87	0,00	0,00
11	7659,48	22.73	2959,96	0,54	33.87	0,00	0,00
12	7824,89	19.14	2566,21	0,53	33.87	0,00	0,00
13	7747,70	15.63	2087,76	0,52	33.87	0,00	0,00
14	7757,64	12.18	1636,76	0,51	33.87	0,00	0,00
15	7587,42	8.77	1157,13	0,50	33.87	0,00	0,00
16	5760,73	5.40	541,67	0,50	33.87	0,00	0,00
17	5351,71	2.04	190,25	0,50	33.87	0,00	0,00
18	4860,03	-1.31	-111,43	0,50	33.87	0,00	0,00
19	4331,65	-4.67	-352,62	0,50	33.87	0,00	0,00
20	3768,20	-8.04	-527,11	0,50	33.87	0,00	0,00
21	3168,97	-11.44	-628,61	0,51	33.87	0,00	0,00
22	2532,85	-14.88	-650,55	0,51	33.87	0,00	0,00
23	1858,23	-18.38	-585,95	0,52	33.87	0,00	0,00
24	1142,93	-21.95	-427,25	0,54	33.87	0,00	0,00
25	384,01	-25.61	-166,01	0,55	33.87	0,00	0,00

$\Sigma W_i = 124025,66$ [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 41646,54$ [kg]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 83092,69$ [kg]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 9,27$

ELABORAZIONE DATI E RISULTATI – ZONA 2

Geometria muro

Descrizione	Cordolo su chiodi
Altezza del paramento	0,50 [m]
Spessore in sommità	0,50 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]

Descrizione pali di fondazione

Pali armati con profilato tubolare	
Numero di file di pali	2
Vincolo pali/fondazione	Incastro
Tipo di portanza	Portanza laterale e portanza di punta

Simbologia adottata

N	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
nr.	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
alfa	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)
Dt	diametro esterno del tubolare espresso in [mm]
St	spessore del tubolare espresso in [mm]

N	X	nr.	D	L	alfa	ALL	Dt	St
1	0,15	12	8,00	4,00	30,00	Sfalsati	32,00	8,50
2	0,35	11	8,00	4,00	0,00	Centrati	32,00	8,50

Materiali utilizzati per la struttura

<i>Calcestruzzo</i>	
Peso specifico	2500,0 [kg/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	305,9 [kg/cm ²]
Modulo elastico E	314825,09 [kg/cm ²]
<i>Acciaio</i>	
Tipo	B450C
Tensione di snervamento σ_{fa}	4588,0 [kg/cm ²]

<i>Calcestruzzo utilizzato per i pali</i>	
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	306 [kg/cm ²]
Modulo elastico E	314825,09 [kg/cm ²]
<i>Acciaio utilizzato per i pali</i>	
Tipo	Sirive
Tensione ammissibile σ_{fa}	2400,0 [kg/cm ²]
Tensione di snervamento σ_{fa}	4600,0 [kg/cm ²]

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	4,00	0,00	0,00
2	5,50	2,00	53,13
3	11,00	5,00	28,61
4	11,20	5,00	0,00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	40,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz. valle-paramento	0,00	[m]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm ²]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Terreno 1	1800	2000	20.00	13.33	0,010	0,000
Terreno 2	2400	2500	40.00	40.00	0,000	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 ² /cm
K _s	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	K _w	K _s	Terreno
1	0,80	10,00	0,16	0,30	Terreno 1
2	6,00	0,00	25,31	1,00	Terreno 2

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 (Condizione 1)

D	Profilo	X _i =0,00	X _f =3,50	Q _i =2000,00	Q _f =2000,00
---	---------	----------------------	----------------------	-------------------------	-------------------------

Condizione n° 2 (Condizione 2)

C	Paramento	X=-0,25	Y=0,00	F _x =250,00	F _y =100,00	M=125,00
---	-----------	---------	--------	------------------------	------------------------	----------

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

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

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

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

Combinazione n° 2 - Caso A2-M2 (GEO)

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

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

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

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30
Condizione 1	SFAV	1,50	1,00	1,50
Condizione 2	SFAV	1,50	0,40	0,60
<u>Combinazione n° 5 - Caso A2-M2 (GEO)</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Condizione 1	SFAV	1,30	1,00	1,30
Condizione 2	SFAV	1,30	0,40	0,52
<u>Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Condizione 1	SFAV	1,30	1,00	1,30
Condizione 2	SFAV	1,30	0,40	0,52
<u>Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR)</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30
Condizione 1	SFAV	1,50	0,75	1,12
Condizione 2	SFAV	1,50	1,00	1,50
<u>Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO)</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Condizione 1	SFAV	1,30	0,75	0,98
Condizione 2	SFAV	1,30	1,00	1,30
<u>Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Condizione 1	SFAV	1,30	0,75	0,98
Condizione 2	SFAV	1,30	1,00	1,30
<u>Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 11 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 13 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 14 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 15 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

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

Combinazione n° 16 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

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

Combinazione n° 17 - Quasi Permanente (SLE)

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

Combinazione n° 18 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
Condizione 1	SFAV	1,00	0,75	0,75

Combinazione n° 19 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
Condizione 2	SFAV	1,00	0,40	0,40

Combinazione n° 20 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
Condizione 1	SFAV	1,00	1,00	1,00
Condizione 2	SFAV	1,00	0,40	0,40

Combinazione n° 21 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
Condizione 2	SFAV	1,00	1,00	1,00
Condizione 1	SFAV	1,00	0,75	0,75

Impostazioni analisi pali

<u>Numero elementi palo</u>	40
<u>Tipo carico palo</u>	Distribuito
<u>Calcolo della portanza</u>	metodo di Berezantzev

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali	Aggressive
Armatura ad aderenza migliorata	

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

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

C	Tipo	Sisma	CS _{SCO}	CS _{RIB}	CS _{QLIM}	CS _{STAB}
1	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--

2	A2-M2 - [1]	--	--	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	3,39
4	A1-M1 - [2]	--	--	--	--
5	A2-M2 - [2]	--	--	--	--
6	STAB - [2]	--	--	--	2,93
7	A1-M1 - [3]	--	--	--	--
8	A2-M2 - [3]	--	--	--	--
9	STAB - [3]	--	--	--	3,03
10	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--
11	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--
12	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--
13	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--
14	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	2,20
15	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	2,02
16	A1-M1 - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--
17	SLEQ - [1]	--	--	--	--
18	SLEF - [1]	--	--	--	--
19	SLEF - [1]	--	--	--	--
20	SLER - [1]	--	--	--	--
21	SLER - [1]	--	--	--	--

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

Superficie di spinta limitata

Distanza dalla testa del muro 6,00[m]

Calcolo della spinta

metodo di Culmann

Calcolo della stabilità globale

metodo di Bishop

Calcolo della spinta in condizioni di

Spinta a riposo

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine

45.741722

Longitudine

11.262833

Comune

Valli Del Pasubio

Provincia

Vicenza

Regione

Veneto

Punti di interpolazione del reticolo

11180 - 11179 - 11401 - 11402

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

1.54 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.20

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.20

Coefficiente riduzione (β_m)

1.00

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 22.54$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v=0.50 * k_h = 11.27$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g

0.55 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.20

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.20

Coefficiente riduzione (β_m)

1.00

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 8.15$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v=0.50 * k_h = 4.07$

Forma diagramma incremento sismico

Rettangolare

Partecipazione spinta passiva (percento)	0,0			
Lunghezza del muro	9,00	[m]		
Peso muro	625,00	[kg]		
Baricentro del muro	X=-0,25	Y=-0,25		
<u>Superficie di spinta</u>				
Punto inferiore superficie di spinta	X = 0,00	Y = -0,50		
Punto superiore superficie di spinta	X = 0,00	Y = 0,00		
Altezza della superficie di spinta	0,50	[m]		
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00	[°]		
<u>COMBINAZIONE n° 8</u>				
Valore della spinta statica	585,06	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	574,82	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	108,99	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -0,27	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	10,74	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	48,58	[°]		
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]
<u>Risultanti carichi esterni</u>				
Componente dir. X	325	[kg]		
Componente dir. Y	130	[kg]		
<u>Risultanti</u>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	899,82	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	863,99	[kg]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	863,99	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	899,82	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,50	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	-0,75	[m]		
Risultante in fondazione	1247,46	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	46,16	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	431,91	[kgm]		

Analisi dei pali

Combinazione n° 8

Risultanti sulla base della fondazione (per metro lineare di muro)

Orizzontale	[kg]	899,8
Verticale	[kg]	864,0
Momento	[kgm]	-431,9

Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[cm]	0,02724
Verticale	[cm]	0,00973
Rotazione	[°]	-0,04516

Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kg]	T [kg]	M [kgm]	Tu [kg]	Mu [kgm]
1	12	-1366	-8	-12	-104	-168
2	11	2001	-1	-10	-24	-168

Calcolo della portanza

τ_m	tensione tangenziale media palo-terreno in [kg/cmq]
σ_p	tensione sul terreno alla punta del palo in [kg/cmq]
N_c, N_q, N_γ	fattori di capacità portante
N'_c, N'_q, N'_γ	fattori di capacità portante corretti
P_l	portanza caratteristica per attrito e aderenza laterale in [kg]
P_p	portanza caratteristica di punta in [kg]
P_d	portanza di progetto, in [kg]
W_p	peso del palo, in [kg]
PT	Parametri Terreno utilizzati

Fila	N_c	N'_c	N_q	N'_q	N_γ	N'_γ	τ_m	σ_p
1	225.24	225.24	190.00	190.00	320.54	192.32	-0.21	15.56
2	225.24	225.24	190.00	190.00	320.54	192.32	0.09	21.45

Fila	P ₁	P _p	W _p	P _a	PT			
1		2138		0		62	1398	MEDI
1		2311		0		62	1506	MINIMI
2		2407		5659		62	4927	MEDI
2		2602		6118		62	5331	MINIMI

Verifica a punzonamento della fondazione

D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
H _f	altezza della fondazione in corrispondenza della fila espressa in [cm]
S _i	superficie di aderenza palo-fondazione (H _f /ID) espressa in [cmq]
N	sfuerzo normale trasmesso dal palo alla fondazione espresso in [kg]
τ _c	tensione tangenziale palo-fondazione espressa in [kg/cm ²]

Fila	D	H _f	S _i	N	τ _c
1	8,0	50,0	1256,6	-1366	-1,09
2	8,0	50,0	1256,6	2001	1,59

Combinazione n° 18

Risultanti sulla base della fondazione (per metro lineare di muro)

Orizzontale	[kg]	385,6
Verticale	[kg]	716,4
Momento	[kgm]	-65,5

Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[cm]	0,02440
Verticale	[cm]	0,00915
Rotazione	[°]	0,00958

Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	12	-322	75	28
2	11	849	70	27

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]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
φ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ²]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ²]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,48 Y[m]= 0,48

Raggio del cerchio R[m]= 5,01

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,81

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,53

Larghezza della striscia dx[m]= 0,33

Coefficiente di sicurezza C= 2.02

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	α(°)	Wsinα	b/cosα	φ	c	u
1	758,55	77.52	740,64	1,54	31.89	0,00	0,00
2	1381,97	64.27	1244,99	0,77	33.87	0,00	0,00
3	1803,55	56.43	1502,75	0,60	33.87	0,00	0,00
4	2152,12	50.02	1649,00	0,52	33.87	0,00	0,00
5	2430,18	44.38	1699,74	0,47	33.87	0,00	0,00
6	2658,14	39.25	1681,91	0,43	33.87	0,00	0,00
7	2847,12	34.48	1611,75	0,40	33.87	0,00	0,00
8	3004,00	29.97	1500,46	0,39	33.87	0,00	0,00
9	3133,31	25.65	1356,39	0,37	33.87	0,00	0,00
10	3238,20	21.49	1186,20	0,36	33.87	0,00	0,00
11	3320,93	17.44	995,43	0,35	33.87	0,00	0,00

12	3383,11	13.48	788,88	0,34	33.87	0,00	0,00
13	3425,91	9.59	570,83	0,34	33.87	0,00	0,00
14	3464,81	5.74	346,70	0,34	33.87	0,00	0,00
15	3491,81	1.92	117,01	0,33	33.87	0,00	0,00
16	3095,21	-1.89	-102,29	0,33	33.87	0,00	0,00
17	2874,15	-5.72	-286,27	0,34	33.87	0,00	0,00
18	2629,40	-9.56	-436,90	0,34	33.87	0,00	0,00
19	2350,93	-13.46	-547,11	0,34	33.87	0,00	0,00
20	2053,08	-17.41	-614,45	0,35	33.87	0,00	0,00
21	1734,69	-21.46	-634,64	0,36	33.87	0,00	0,00
22	1394,16	-25.62	-602,88	0,37	33.87	0,00	0,00
23	1029,23	-29.94	-513,61	0,38	33.87	0,00	0,00
24	636,75	-34.45	-360,17	0,40	33.87	0,00	0,00
25	212,21	-39.22	-134,17	0,43	33.87	0,00	0,00

$\Sigma W_i = 58503,52$ [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 12760,18$ [kg]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 39235,06$ [kg]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 6.68$

Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

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

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A_{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A_{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
σ_{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kg/cmq]
σ_{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kg/cmq]
N_u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
M_u	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V_{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]
V_{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
1	0,00	100, 50	3,93	3,93	0	0	45,23	17695	--	--
2	0,03	100, 50	3,93	3,93	8041	0	44,36	17699	--	--
3	0,05	100, 50	3,93	3,93	9217	-2	43,37	17704	--	--
4	0,08	100, 50	3,93	3,93	10304	-26	42,27	17708	--	--
5	0,10	100, 50	3,93	3,93	11296	-105	41,08	17712	--	--
6	0,13	100, 50	3,93	3,93	12190	-257	39,80	17717	--	--
7	0,15	100, 50	3,93	3,93	12983	-487	38,47	17721	--	--
8	0,18	100, 50	3,93	3,93	13677	-797	37,09	17725	--	--
9	0,20	100, 50	3,93	3,93	14273	-1190	35,68	17730	--	--
10	0,23	100, 50	3,93	3,93	14775	-1665	34,26	17734	--	--
11	0,25	100, 50	3,93	3,93	15188	-2221	32,84	17738	--	--
12	0,28	100, 50	3,93	3,93	15517	-2860	31,43	17743	--	--
13	0,30	100, 50	3,93	3,93	15769	-3580	30,04	17747	--	--
14	0,33	100, 50	3,93	3,93	15949	-4381	28,67	17751	--	--
15	0,35	100, 50	3,93	3,93	16066	-5262	27,35	17756	--	--
16	0,38	100, 50	3,93	3,93	16124	-6222	26,06	17760	--	--
17	0,40	100, 50	3,93	3,93	16132	-7260	24,82	17764	--	--
18	0,43	100, 50	3,93	3,93	16094	-8375	23,62	17768	--	--
19	0,45	100, 50	3,93	3,93	16016	-9566	22,48	17773	--	--
20	0,48	100, 50	0,00	0,00	0	0	0,00	17777	--	--
21	0,50	100, 50	0,00	0,00	0	0	0,00	17781	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fs}	σ_{fi}
1	0,00	100, 50	3,93	3,93	0,81	0,06	60,35	-5,88
2	0,03	100, 50	3,93	3,93	0,85	0,07	60,24	-6,42
3	0,05	100, 50	3,93	3,93	0,89	0,07	60,36	-6,97
4	0,08	100, 50	3,93	3,93	0,93	0,08	60,74	-7,51
5	0,10	100, 50	3,93	3,93	0,98	0,08	61,37	-8,06
6	0,13	100, 50	3,93	3,93	1,02	0,08	62,25	-8,62
7	0,15	100, 50	3,93	3,93	1,07	0,09	63,38	-9,19
8	0,18	100, 50	3,93	3,93	1,13	0,09	64,79	-9,78
9	0,20	100, 50	3,93	3,93	1,18	0,10	66,45	-10,37
10	0,23	100, 50	3,93	3,93	1,24	0,10	68,39	-10,99
11	0,25	100, 50	3,93	3,93	1,30	0,11	70,61	-11,62
12	0,28	100, 50	3,93	3,93	1,36	0,11	73,10	-12,27

13	0,30	100, 50	3,93	3,93	1,43	0,12	75,88	-12,95
14	0,33	100, 50	3,93	3,93	1,50	0,12	78,95	-13,64
15	0,35	100, 50	3,93	3,93	1,57	0,13	82,32	-14,36
16	0,38	100, 50	3,93	3,93	1,65	0,13	85,99	-15,10
17	0,40	100, 50	3,93	3,93	1,73	0,14	89,96	-15,87
18	0,43	100, 50	3,93	3,93	1,82	0,14	94,25	-16,67
19	0,45	100, 50	3,93	3,93	1,90	0,15	98,87	-17,49
20	0,48	100, 50	0,00	0,00	0,51	0,16	0,00	0,00
21	0,50	100, 50	0,00	0,00	0,52	0,16	0,00	0,00

Inviluppo sollecitazioni nei pali e verifiche delle sezioni

Nr.	numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione
Y	ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzio normale espresso in [kg]
T	taglio espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
N _u	sforzio normale ultimo espresso in [kg]
T _u	taglio ultimo espresso in [kg]
CS	coefficiente di sicurezza

Inviluppo sollecitazioni fila di pali nr. 1

Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0,00	-16,84	28,43	-16,36	74,56	-1482,67	43,75
2	0,10	-15,18	20,99	-16,74	74,04	-1481,03	45,29
3	0,20	-13,51	13,58	-16,87	73,72	-1479,20	46,84
4	0,30	-11,82	6,21	-16,95	73,46	-1477,19	48,38
5	0,40	-10,13	0,01	-21,50	40,93	-1470,57	49,86
6	0,50	-8,76	-2,47	-21,62	17,47	-1458,32	51,26
7	0,60	-9,49	-2,73	-19,18	2,50	-1443,08	52,62
8	0,70	-8,81	-2,41	-15,55	-3,11	-1424,86	53,93
9	0,80	-7,39	-1,94	-16,71	-4,94	-1403,65	55,21
10	0,90	-5,72	-1,17	-16,25	-4,52	-1379,46	56,44
11	1,00	-4,10	-0,37	-14,10	-3,76	-1352,27	57,64
12	1,10	-2,80	0,14	-11,23	-2,75	-1322,10	58,79
13	1,20	-1,79	0,41	-8,27	-1,10	-1288,94	59,90
14	1,30	-0,99	0,52	-5,71	-0,03	-1252,80	60,96
15	1,40	-0,42	0,53	-3,77	0,60	-1213,66	61,99
16	1,50	-0,06	0,47	-2,22	0,89	-1171,54	62,98
17	1,60	0,08	0,38	-1,07	0,95	-1126,43	63,92
18	1,70	0,12	0,41	-0,29	0,88	-1078,33	64,82
19	1,80	0,11	0,40	0,07	0,73	-1027,25	65,68
20	1,90	0,09	0,34	0,21	0,70	-973,18	66,50
21	2,00	0,07	0,27	0,20	0,72	-916,12	67,28
22	2,10	0,03	0,20	0,18	0,65	-856,07	68,01
23	2,20	0,00	0,14	0,14	0,53	-793,04	68,71
24	2,30	-0,01	0,09	0,07	0,40	-727,02	69,36
25	2,40	-0,02	0,05	0,02	0,28	-658,01	69,97
26	2,50	-0,02	0,03	-0,02	0,19	-586,01	70,55
27	2,60	-0,02	0,01	-0,04	0,12	-543,26	71,07
28	2,70	-0,02	0,00	-0,04	0,06	-512,00	71,56
29	2,80	-0,02	-0,01	-0,04	0,02	-479,59	72,01
30	2,90	-0,02	0,00	-0,03	0,00	-446,01	72,41
31	3,00	-0,02	0,00	-0,03	-0,01	-411,27	72,77
32	3,10	-0,01	0,00	-0,03	-0,01	-375,37	73,10
33	3,20	-0,01	0,00	-0,03	-0,01	-338,31	73,38
34	3,30	-0,01	0,00	-0,02	-0,01	-300,08	73,61
35	3,40	0,00	0,00	-0,02	0,00	-260,70	73,80
36	3,50	0,00	0,00	-0,01	0,00	-220,15	73,95
37	3,60	0,00	0,00	-0,01	0,00	-178,44	74,07
38	3,70	0,00	0,00	-0,01	0,00	-135,57	74,16
39	3,80	0,00	0,00	0,00	0,00	-91,54	74,22
40	3,90	0,00	0,00	0,00	0,00	-46,35	74,25
41	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	74,25

Inviluppo verifiche fila di pali nr. 1

Nr.	Y	A _r	M _u	N _u	T _u	CS
1	0,00	6,28	77	37	12551	4,49
2	0,10	6,28	77	65	12551	5,85
3	0,20	6,28	46	119	12551	6,30
4	0,30	6,28	15	284	12551	6,85
5	0,40	6,28	7	-8222	12551	7,50
6	0,50	6,28	68	614	12551	8,55
7	0,60	6,28	58	470	12551	8,87

8	0,70	6,28	46	484	12551	9,33
9	0,80	6,28	32	570	12551	10,40
10	0,90	6,28	18	734	12551	12,03
11	1,00	6,28	7	1017	12551	14,22
12	1,10	6,28	3	1512	12551	16,95
13	1,20	6,28	0	2436	12551	18,38
14	1,30	6,28	5	4384	12551	18,59
15	1,40	6,28	0	9538	12551	19,14
16	1,50	6,28	4	-23047	12551	19,95
17	1,60	6,28	8	-21213	12551	20,98
18	1,70	6,28	6	17588	12551	22,20
19	1,80	6,28	5	16253	12551	23,60
20	1,90	6,28	3	17150	12551	25,20
21	2,00	6,28	2	-19097	12551	27,03
22	2,10	6,28	1	-19907	12551	29,15
23	2,20	6,28	0	-20885	12551	31,65
24	2,30	6,28	0	-21933	12551	34,40
25	2,40	6,28	0	-22964	12551	37,92
26	2,50	6,28	0	-23912	12551	42,52
27	2,60	6,28	0	-24732	12551	46,01
28	2,70	6,28	1	-24804	12551	48,81
29	2,80	6,28	1	-24315	12551	52,13
30	2,90	6,28	0	-23948	12551	56,09
31	3,00	6,28	0	-23630	12551	60,87
32	3,10	6,28	0	-23228	12551	66,74
33	3,20	6,28	0	-13460	12551	74,10
34	3,30	6,28	0	3847	12551	83,58
35	3,40	6,28	0	-24842	12551	96,29
36	3,50	6,28	0	-24907	12551	102,34
37	3,60	6,28	0	-24966	12551	75,72
38	3,70	6,28	0	-25101	12551	59,74
39	3,80	6,28	0	-25101	12551	49,09
40	3,90	6,28	0	-25101	12551	41,50
41	4,00	6,28	0	0	12551	35,81

Inviluppo sollecitazioni fila di pali nr. 2

Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0,00	-14,22	26,69	-8,96	69,64	459,58	2156,94
2	0,10	-13,30	19,74	-9,40	69,17	461,12	2158,45
3	0,20	-12,36	12,82	-9,57	68,87	462,65	2159,86
4	0,30	-11,41	5,94	-9,67	68,62	464,17	2161,19
5	0,40	-10,44	0,21	-17,68	38,39	465,46	2161,01
6	0,50	-8,73	-2,04	-20,23	16,54	466,27	2157,55
7	0,60	-9,45	-2,59	-19,35	2,61	466,88	2152,70
8	0,70	-8,78	-2,27	-16,60	-2,46	467,29	2146,46
9	0,80	-7,37	-1,82	-16,65	-4,69	467,48	2138,82
10	0,90	-5,70	-1,35	-16,19	-4,27	467,48	2129,80
11	1,00	-4,08	-0,79	-14,05	-3,53	467,27	2119,38
12	1,10	-2,68	-0,15	-11,19	-2,70	466,86	2107,56
13	1,20	-1,67	0,24	-8,24	-1,90	466,24	2094,36
14	1,30	-0,93	0,43	-5,59	-0,62	465,41	2079,76
15	1,40	-0,40	0,49	-3,52	0,22	464,39	2063,77
16	1,50	-0,06	0,47	-2,08	0,67	463,15	2046,39
17	1,60	0,06	0,40	-1,01	0,86	461,72	2027,62
18	1,70	0,11	0,41	-0,28	0,86	460,08	2007,45
19	1,80	0,10	0,39	0,04	0,77	458,23	1985,89
20	1,90	0,09	0,34	0,19	0,70	456,18	1962,94
21	2,00	0,07	0,27	0,19	0,72	452,44	1938,60
22	2,10	0,05	0,20	0,16	0,65	447,29	1912,87
23	2,20	0,01	0,14	0,13	0,53	441,80	1885,74
24	2,30	-0,01	0,09	0,09	0,40	435,97	1857,22
25	2,40	-0,02	0,05	0,04	0,28	429,79	1827,31
26	2,50	-0,02	0,02	0,00	0,18	423,28	1796,00
27	2,60	-0,02	0,01	-0,02	0,11	416,42	1763,30
28	2,70	-0,02	0,00	-0,04	0,06	409,22	1729,21
29	2,80	-0,02	0,00	-0,04	0,02	401,68	1693,73
30	2,90	-0,02	0,00	-0,03	0,00	393,80	1656,86
31	3,00	-0,02	0,00	-0,03	-0,01	385,58	1618,59
32	3,10	-0,01	0,00	-0,03	-0,01	377,01	1578,93
33	3,20	-0,01	0,00	-0,03	-0,01	368,11	1537,88
34	3,30	-0,01	0,00	-0,02	-0,01	358,86	1495,44
35	3,40	0,00	0,00	-0,02	0,00	349,27	1451,60
36	3,50	0,00	0,00	-0,01	0,00	339,33	1406,37
37	3,60	0,00	0,00	-0,01	0,00	329,06	1359,75
38	3,70	0,00	0,00	0,00	0,00	318,44	1311,74
39	3,80	0,00	0,00	0,00	0,00	307,49	1262,34

40	3,90	0,00	0,00	0,00	0,00	296,19	1211,54
41	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	284,55	1159,35

Inviluppo verifiche fila di pali nr. 2

Nr.	Y	A _r	M _u	N _u	T _u	CS
1	0,00	6,28	83	3739	12551	4,90
2	0,10	6,28	59	4942	12551	6,54
3	0,20	6,28	14	7244	12551	8,60
4	0,30	6,28	12	13292	12551	9,08
5	0,40	6,28	8	20742	12551	9,60
6	0,50	6,28	84	18925	12551	10,54
7	0,60	6,28	77	15198	12551	11,12
8	0,70	6,28	59	14817	12551	11,69
9	0,80	6,28	41	16050	12551	12,92
10	0,90	6,28	24	18368	12551	13,98
11	1,00	6,28	11	21563	12551	14,24
12	1,10	6,28	2	24626	12551	14,45
13	1,20	6,28	1	27170	12551	14,52
14	1,30	6,28	3	29215	12551	14,59
15	1,40	6,28	0	30000	12551	14,68
16	1,50	6,28	1	30313	12551	14,81
17	1,60	6,28	4	30327	12551	14,96
18	1,70	6,28	5	30236	12551	15,13
19	1,80	6,28	4	30204	12551	15,32
20	1,90	6,28	2	30218	12551	15,51
21	2,00	6,28	1	30257	12551	15,72
22	2,10	6,28	1	30310	12551	15,95
23	2,20	6,28	0	30365	12551	16,18
24	2,30	6,28	0	30415	12551	16,43
25	2,40	6,28	0	30457	12551	16,70
26	2,50	6,28	0	30490	12551	16,99
27	2,60	6,28	0	30513	12551	17,31
28	2,70	6,28	0	30515	12551	17,65
29	2,80	6,28	0	30513	12551	18,02
30	2,90	6,28	0	30510	12551	18,42
31	3,00	6,28	0	30509	12551	18,86
32	3,10	6,28	0	30511	12551	19,33
33	3,20	6,28	0	30513	12551	19,85
34	3,30	6,28	0	30516	12551	20,41
35	3,40	6,28	0	30519	12551	21,03
36	3,50	6,28	0	30521	12551	21,71
37	3,60	6,28	0	30523	12551	22,45
38	3,70	6,28	0	30525	12551	23,27
39	3,80	6,28	0	30525	12551	24,18
40	3,90	6,28	0	30525	12551	25,20
41	4,00	6,28	0	30525	12551	26,33

ELABORAZIONE DATI E RISULTATI – ZONA 3

Geometria muro

Descrizione	Muro spritz-beton
Altezza del paramento	1,00 [m]
Spessore in sommità	0,25 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,25 [m]
Inclinazione paramento esterno	1,00 [°]
Inclinazione paramento interno	-1,00 [°]

Descrizione pali di fondazione

Pali armati con profilato tubolare	
Numero di file di pali	1
Vincolo pali/fondazione	Incastro
Tipo di portanza	Portanza laterale e portanza di punta

Simbologia adottata

N	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
nr.	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
alfa	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)
Dt	diametro esterno del tubolare espresso in [mm]
St	spessore del tubolare espresso in [mm]

N	X	nr.	D	L	alfa	ALL	Dt	St
1	0,10	20	8,00	8,00	15,00	Sfalsati	38,00	9,50

Descrizione tiranti di ancoraggio

Numero di file di tiranti	1
Tiranti passivi armati con tubolare	
	MEDIO
	MINIMO
Angolo d'attrito tirante-terreno (°)	40,00
Aderenza tirante-terreno kg/cmq	0,50
Coefficiente di espansione laterale	1,00
Superficie di ancoraggio:	ANGOLO DI ROTTURA
Coefficiente di spinta:	DEFINITO [1,00]

Simbologia adottata

N	numero d'ordine della fila
Y	ordinata della fila misurata dalla testa del muro espressa in [m]
nr.	numero di tiranti della fila
D	diametro della perforazione espresso in [cm]
alfa	inclinazione dei tiranti della fila rispetto all'orizzontale espressa in [°]
ALL	allineamento dei tiranti della fila (CENTRATI o SFALSATI)
Dt	diametro esterno del tubolare espresso in [mm]
St	spessore del tubolare espresso in [mm]

N	Y	nr.	D	alfa	ALL	Dt	St
1	0,50	6	7,60	30,00	Sfalsati	32,00	8,50

Materiali utilizzati per la struttura

<i>Calcestruzzo</i>	
Peso specifico	2500,0 [kg/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	305,9 [kg/cm ²]
Modulo elastico E	314825,09 [kg/cm ²]
<i>Acciaio</i>	
Tipo	B450C
Tensione di snervamento σ_{fa}	4588,0 [kg/cm ²]
<i>Calcestruzzo utilizzato per i pali</i>	
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	306 [kg/cm ²]
Modulo elastico E	314825,09 [kg/cm ²]
<i>Acciaio utilizzato per i pali</i>	
Tipo	Sirive
Tensione ammissibile σ_{fa}	2400,0 [kg/cm ²]
Tensione di snervamento σ_{fa}	4600,0 [kg/cm ²]

Malta utilizzata per i tiranti

Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	300 [kg/cmq]
Tensione tangenziale ammissibile τ_{c0}	6,0 [kg/cmq]
Tensione tangenziale ammissibile τ_{c1}	18,3 [kg/cmq]
<i>Acciaio utilizzato per i tiranti</i>	
Tipo	Sirive
Tensione ammissibile σ_{fa}	2400 [kg/cmq]
Tensione di snervamento σ_{fa}	4600 [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	0,10	0,80	82,87
2	5,50	0,80	0,00
3	5,60	1,80	84,29
4	11,00	3,00	12,53
5	11,20	3,00	0,00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	20,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,00	[m]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm ²]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Terreno 1	1800	2000	20,00	13,33	0,010	0,000
Terreno 2	2400	2500	40,00	40,00	0,000	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 ² /cm
K_s	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	K_w	K_s	Terreno
1	5,00	30,00	1,37	0,00	Terreno 1
2	6,00	0,00	30,00	0,70	Terreno 2

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 (Condizione 1)

D Profilo $X_i=1,00$ $X_f=5,00$ $Q_i=2000,00$ $Q_f=2000,00$

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

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

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

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

Combinazione n° 2 - Caso A2-M2 (GEO)

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

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

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

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30
Condizione 1	SFAV	1,50	1,00	1,50

Combinazione n° 5 - Caso A2-M2 (GEO)

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

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

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

Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

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

Combinazione n° 8 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

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

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

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

Combinazione n° 10 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

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

Combinazione n° 11 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

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

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

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

Combinazione n° 13 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

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

Combinazione n° 14 - Quasi Permanente (SLE)

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

Combinazione n° 15 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
Condizione I	SFAV	1,00	0,75	0,75

Combinazione n° 16 - Rara (SLE)

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

Impostazioni analisi pali

Numero elementi palo	40
Tipo carico palo	Distribuito
Calcolo della portanza	metodo di Berezantzev

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni **Stato limite**

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali **Aggressive**
Armatura ad aderenza migliorata

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

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

C	Tipo	Sisma	CS_{SCO}	CS_{RIB}	CS_{QLIM}	CS_{STAB}
1	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--
2	A2-M2 - [1]	--	--	--	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	3,50
4	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--
5	A2-M2 - [2]	--	--	--	--	--
6	STAB - [2]	--	--	--	--	3,37
7	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
8	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
9	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
10	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
11	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	2,32
12	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	2,13
13	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--

14	SLEQ - [1]	--	--	--	--
15	SLEF - [1]	--	--	--	--
16	SLER - [1]	--	--	--	--

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 della stabilità globale metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di Spinta a riposo

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine 45.741722
Longitudine 11.262833
Comune Valli Del Pasubio
Provincia Vicenza
Regione Veneto

Punti di interpolazione del reticolo 11180 - 11179 - 11401 - 11402

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 1.54 [m/s²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.20
Coefficiente riduzione (β_m) 1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) $k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 22.54$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v = 0.50 * k_h = 11.27$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g 0.55 [m/s²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.20
Coefficiente riduzione (β_m) 1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) $k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 8.15$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v = 0.50 * k_h = 4.07$

Forma diagramma incremento sismico Rettangolare

Partecipazione spinta passiva (percento) 0,0
Lunghezza del muro 10,00 [m]

Peso muro 625,00 [kg]
Baricentro del muro X=-0,13 Y=-0,50

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta X = -0,02 Y = -1,00
Punto superiore superficie di spinta X = 0,00 Y = 0,00
Altezza della superficie di spinta 1,00 [m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale) -1,00 [°]

COMBINAZIONE n° 9

Valore della spinta statica 1186,56 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica 1169,47 [kg]
Componente verticale della spinta statica 200,66 [kg]
Punto d'applicazione della spinta X = -0,01 [m] Y = -0,56 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 10,74 [°]

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	47,78	[°]		
Incremento sismico della spinta	2893,38	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = -0,01	[m]	Y = -0,50	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	16,15	[°]		
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	140,84	[kg]		
Inerzia verticale del muro	70,42	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti sforzo tiranti : Fase di esercizio

Sforzo tiranti in direzione X	-4628,81	[kg]		
Sforzo tiranti in direzione Y	2672,45	[kg]		
Punto d'applicazione dello sforzo dei tiranti	X = -0,26	[m]	Y = -0,50	[m]

Risultanti sforzo tiranti : Fase di ribaltamento

Sforzo tiranti in direzione X	-4628,81	[kg]		
Sforzo tiranti in direzione Y	2672,45	[kg]		
Punto d'applicazione dello sforzo dei tiranti	X =	[m]	Y = -0,50	[m]

Risultanti sforzo tiranti : Fase di scorrimento

Sforzo tiranti in direzione X	0,00	[kg]		
Sforzo tiranti in direzione Y	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione dello sforzo dei tiranti	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	-466,79	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	4057,82	[kg]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	4057,82	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	-466,79	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,02	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	0,25	[m]		
Risultante in fondazione	4084,58	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	-6,56	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-95,17	[kgm]		

Analisi dei pali

Combinazione n° 9

Risultanti sulla base della fondazione (per metro lineare di muro)

Orizzontale	[kg]	-466,8
Verticale	[kg]	4057,8
Momento	[kgm]	95,2

Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[cm]	0,23240
Verticale	[cm]	0,08598
Rotazione	[°]	0,14153

Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kg]	T [kg]	M [kgm]	Tu [kg]	Mu [kgm]
1	20	2020	300	152	404	205

Calcolo della portanza

τ_m	tensione tangenziale media palo-terreno in [kg/cm ²]
σ_p	tensione sul terreno alla punta del palo in [kg/cm ²]
N_c, N_q, N_γ	fattori di capacità portante
N'_c, N'_q, N'_γ	fattori di capacità portante corretti
P_1	portanza caratteristica per attrito e aderenza laterale in [kg]
P_p	portanza caratteristica di punta in [kg]
P_d	portanza di progetto, in [kg]
W_p	peso del palo, in [kg]
PT	Parametri Terreno utilizzati

Fila	N_c	N'_c	N_q	N'_q	N_γ	N'_γ	τ_m	σ_p
1	225.24	225.24	190.00	190.00	320.54	192.32	0.05	21.23

Fila	P_1	P_p	W_p	P_d	PT
1	4651	10099	134	11392	MEDI
1	5029	10918	134	12327	MINIMI

Verifica a punzonamento della fondazione

D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
H _f	altezza della fondazione in corrispondenza della fila espressa in [cm]
S _l	superficie di aderenza palo-fondazione (H _f ID) espressa in [cmq]
N	sfuerzo normale trasmesso dal palo alla fondazione espresso in [kg]
τ _c	tensione tangenziale palo-fondazione espressa in [kg/cmq]

Fila	D	H _f	S _l	N	τ _c
1	8,0	100,0	2513,3	2020	0,80

Analisi dei tiranti

Nr.	numero della fila
Nt	numero di tiranti della fila
D	diametro dei tiranti della fila espresso in cm
α	inclinazione dei tiranti della fila espressa gradi
N	sfuerzo in ogni tirante della fila espresso in [kg]
L _f	lunghezza di fondazione del tirante espressa in [m]
L	lunghezza totale del tirante espressa in [m]
σ _f	tensione nell'acciaio del tirante espressa in [kg/cmq]

Combinazione n° 9

Nr.	NT	D	α	N	L _f	L	σ _f
1	6	7,60	30,00	8908	6,40	7,30	1419,6

Combinazione n° 12

Nr.	NT	D	α	N	L _f	L	σ _f
1	6	7,60	30,00	9023	4,30	5,20	1437,8

Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

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

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kg/cmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kg/cmq]
N _u	sfuerzo normale ultimo espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	100, 25	7,04	7,04	0	5628	2973,83	10497	--	--
2	0,05	100, 25	7,04	7,04	2598	-6158	83,15	10500	--	--
3	0,10	100, 25	7,04	7,04	3736	-6149	59,78	10504	--	--
4	0,15	100, 25	7,04	7,04	4912	-6125	52,40	10508	--	--
5	0,20	100, 25	3,52	3,52	2732	3310	21,85	10512	--	--
6	0,25	100, 25	3,52	3,52	2299	3422	14,71	10516	--	--
7	0,30	100, 25	3,52	3,52	1877	3611	10,01	10520	--	--
8	0,35	100, 25	3,52	3,52	1470	4013	6,72	10524	--	--
9	0,40	100, 25	3,52	3,52	1117	5436	4,47	10528	--	--
10	0,45	100, 25	3,52	3,52	777	8936	2,76	10532	--	--
11	0,50	100, 25	3,52	3,52	385	-3018	1,23	10536	--	--
12	0,55	100, 25	3,52	3,52	984	-3076	2,86	10540	--	--
13	0,60	100, 25	3,52	3,52	1901	7906	5,07	10544	--	--
14	0,65	100, 25	3,52	3,52	3580	5781	8,81	10548	--	--
15	0,70	100, 25	3,52	3,52	3975	4227	9,09	10552	--	--
16	0,75	100, 25	3,52	3,52	3121	3471	6,66	10556	--	--
17	0,80	100, 25	3,52	3,52	2531	3309	5,06	10560	--	--
18	0,85	100, 25	3,52	7,04	2146	6042	4,04	10563	--	--
19	0,90	100, 25	7,04	7,04	3280	5987	5,83	10567	--	--
20	0,95	100, 25	7,04	7,04	2717	5926	4,58	10571	--	--
21	1,00	100, 25	0,00	0,00	0	0	0,00	10575	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	100, 25	7,04	7,04	0,01	-0,03	0,48	0,49

2	0,05	100,25	7,04	7,04	0,49	-0,02	6,90	18,57
3	0,10	100,25	7,04	7,04	0,71	0,00	13,37	25,87
4	0,15	100,25	7,04	7,04	0,86	0,00	20,42	29,88
5	0,20	100,25	3,52	3,52	1,26	0,00	55,88	59,38
6	0,25	100,25	3,52	3,52	1,77	-0,01	85,59	57,11
7	0,30	100,25	3,52	3,52	2,60	-0,01	130,96	50,54
8	0,35	100,25	3,52	3,52	3,89	-0,02	204,45	39,73
9	0,40	100,25	3,52	3,52	5,91	-0,05	321,30	24,81
10	0,45	100,25	3,52	3,52	9,70	-0,12	544,33	-14,07
11	0,50	100,25	3,52	3,52	22,16	-0,62	1289,44	-23,42
12	0,55	100,25	3,52	3,52	9,17	-0,71	504,24	-15,32
13	0,60	100,25	3,52	3,52	4,83	-0,66	240,02	19,18
14	0,65	100,25	3,52	3,52	2,35	-0,61	91,45	38,11
15	0,70	100,25	3,52	3,52	2,27	-0,58	77,83	83,66
16	0,75	100,25	3,52	3,52	4,06	-0,59	136,31	183,50
17	0,80	100,25	3,52	3,52	5,71	-0,56	208,00	277,03
18	0,85	100,25	3,52	7,04	5,99	-0,59	296,86	192,94
19	0,90	100,25	7,04	7,04	6,73	-0,57	211,12	246,35
20	0,95	100,25	7,04	7,04	8,22	-0,60	285,34	307,91
21	1,00	100,25	0,00	0,00	0,00	-0,61	0,00	0,00

Inviluppo sollecitazioni nei pali e verifiche delle sezioni

Nr.	numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione
Y	ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzo normale espresso in [kg]
T	taglio espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
T _u	taglio ultimo espresso in [kg]
CS	coefficiente di sicurezza

Inviluppo sollecitazioni fila di pali nr. 1

Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0,00	65,45	152,23	124,94	299,68	739,66	2020,19
2	0,20	40,46	92,29	113,59	288,33	743,00	2023,53
3	0,40	17,74	34,63	90,90	265,63	746,34	2026,86
4	0,60	-18,50	-0,44	56,85	231,59	749,68	2030,20
5	0,80	-64,82	-11,81	28,56	186,20	753,02	2033,54
6	1,00	-102,06	-17,52	8,65	129,46	756,36	2036,88
7	1,20	-127,95	-19,25	-10,18	61,37	759,70	2040,22
8	1,40	-140,22	-18,41	-37,52	-11,58	763,04	2043,56
9	1,60	-136,61	-16,09	-77,99	-14,87	766,38	2046,90
10	1,80	-121,11	-13,12	-105,77	-15,40	769,72	2050,24
11	2,00	-99,95	-10,04	-112,48	-14,20	773,06	2053,58
12	2,20	-77,46	-7,20	-105,66	-12,10	776,40	2056,92
13	2,40	-56,32	-4,78	-91,57	-9,68	779,74	2060,26
14	2,60	-38,01	-2,84	-74,78	-7,33	783,08	2063,60
15	2,80	-23,06	-1,38	-58,39	-5,28	786,42	2066,94
16	3,00	-11,38	-0,32	-44,31	-3,65	789,76	2070,28
17	3,20	-2,52	1,09	-33,48	-2,47	793,10	2073,62
18	3,40	0,90	4,26	-26,14	-1,71	796,44	2076,96
19	3,60	1,25	9,41	-21,97	-1,30	799,78	2080,30
20	3,80	1,51	13,80	2,16	16,40	797,67	2062,14
21	4,00	1,08	10,52	2,58	23,65	793,41	2035,52
22	4,20	0,56	5,79	1,83	17,93	788,64	2006,82
23	4,40	0,19	2,21	0,95	9,83	783,33	1976,05
24	4,60	0,00	0,24	0,32	3,72	777,50	1943,20
25	4,80	-0,50	-0,06	0,00	0,38	771,14	1908,27
26	5,00	-0,58	-0,06	-0,87	-0,11	764,26	1871,27
27	5,20	-0,41	-0,04	-0,99	-0,11	754,46	1832,19
28	5,40	-0,21	-0,02	-0,69	-0,07	738,83	1791,04
29	5,60	-0,07	-0,01	-0,35	-0,03	722,31	1747,81
30	5,80	0,00	0,00	-0,12	-0,01	704,91	1702,50
31	6,00	0,00	0,02	0,00	0,01	686,62	1655,12
32	6,20	0,00	0,02	0,00	0,04	667,44	1605,67
33	6,40	0,00	0,02	0,00	0,04	647,38	1554,13
34	6,60	0,00	0,01	0,00	0,03	626,44	1500,52
35	6,80	0,00	0,00	0,00	0,01	604,61	1444,84
36	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	581,89	1387,07
37	7,20	0,00	0,00	0,00	0,00	558,29	1327,24
38	7,40	0,00	0,00	0,00	0,00	533,81	1265,32
39	7,60	0,00	0,00	0,00	0,00	508,44	1201,33
40	7,80	0,00	0,00	0,00	0,00	482,18	1135,27
41	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	455,04	1067,12

Inviluppo verifiche fila di pali nr. 1

Nr.	Y	A _r	M _u	N _u	T _u	CS
1	0,00	8,51	211	2313	17012	1,39
2	0,20	8,51	208	3712	17012	2,25
3	0,40	8,51	193	8329	17012	5,57
4	0,60	8,51	23	18878	17012	9,41
5	0,80	8,51	191	6350	17012	3,14
6	1,00	8,51	199	4143	17012	2,04
7	1,20	8,51	200	3347	17012	1,64
8	1,40	8,51	200	3070	17012	1,50
9	1,60	8,51	197	3154	17012	1,54
10	1,80	8,51	193	3550	17012	1,73
11	2,00	8,51	186	4277	17012	2,08
12	2,20	8,51	175	5462	17012	2,66
13	2,40	8,51	153	7375	17012	3,58
14	2,60	8,51	113	10567	17012	5,12
15	2,80	8,51	63	16255	17012	7,86
16	3,00	8,51	14	26492	17012	12,80
17	3,20	8,51	20	37572	17012	18,12
18	3,40	8,51	43	34203	17012	17,03
19	3,60	8,51	57	28853	17012	13,87
20	3,80	8,51	67	23786	17012	11,53
21	4,00	8,51	50	27267	17012	13,40
22	4,20	8,51	27	33065	17012	16,48
23	4,40	8,51	10	37846	17012	19,15
24	4,60	8,51	0	39286	17012	20,22
25	4,80	8,51	3	39104	17012	20,49
26	5,00	8,51	3	39045	17012	20,87
27	5,20	8,51	2	39159	17012	21,37
28	5,40	8,51	1	39296	17012	21,94
29	5,60	8,51	0	39396	17012	22,54
30	5,80	8,51	0	39444	17012	23,17
31	6,00	8,51	0	39428	17012	23,82
32	6,20	8,51	0	39428	17012	24,56
33	6,40	8,51	0	39435	17012	25,37
34	6,60	8,51	0	39441	17012	26,29
35	6,80	8,51	0	39446	17012	27,30
36	7,00	8,51	0	39448	17012	28,44
37	7,20	8,51	0	39447	17012	29,72
38	7,40	8,51	0	39448	17012	31,18
39	7,60	8,51	0	39448	17012	32,84
40	7,80	8,51	0	39448	17012	34,75
41	8,00	8,51	0	39448	17012	36,97

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

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,69 Y[m]= 0,69

Raggio del cerchio R[m]= 9,78

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -9,15

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 8,92

Larghezza della striscia dx[m]= 0,72

Coefficiente di sicurezza C= 2.13

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	7090,01	72.32	6755,05	2,38	33.87	0,00	0,00
2	9797,51	60.97	8566,26	1,49	33.87	0,00	0,00
3	11372,06	53.07	9091,03	1,20	33.87	0,00	0,00

4	12476,98	46.47	9046,56	1,05	33.87	0,00	0,00
5	12864,78	40.61	8373,67	0,95	33.87	0,00	0,00
6	12763,51	35.23	7362,37	0,89	33.87	0,00	0,00
7	13390,26	30.19	6732,76	0,84	33.87	0,00	0,00
8	13871,82	25.39	5948,52	0,80	33.87	0,00	0,00
9	14226,58	20.78	5048,31	0,77	33.87	0,00	0,00
10	14467,17	16.31	4063,73	0,75	33.87	0,00	0,00
11	14602,36	11.94	3021,87	0,74	33.87	0,00	0,00
12	14638,14	7.64	1946,87	0,73	33.87	0,00	0,00
13	13307,05	3.39	785,91	0,72	33.87	0,00	0,00
14	11812,04	-0.85	-175,76	0,72	33.87	0,00	0,00
15	11223,22	-5.10	-996,84	0,73	33.87	0,00	0,00
16	10540,27	-9.37	-1715,55	0,73	33.87	0,00	0,00
17	9760,43	-13.69	-2310,36	0,74	33.87	0,00	0,00
18	8879,05	-18.10	-2758,36	0,76	33.87	0,00	0,00
19	7889,13	-22.62	-3034,32	0,78	33.87	0,00	0,00
20	6822,04	-27.30	-3128,57	0,81	25.19	0,00	0,00
21	5896,52	-32.18	-3140,47	0,85	16.23	0,01	0,00
22	4899,02	-37.35	-2971,91	0,91	16.23	0,01	0,00
23	3760,37	-42.90	-2559,81	0,99	16.23	0,01	0,00
24	2439,11	-49.02	-1841,42	1,10	16.23	0,01	0,00
25	856,42	-56.04	-710,37	1,29	16.23	0,01	0,00

$\Sigma W_i = 249645,85$ [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 51399,17$ [kg]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 159426,29$ [kg]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.87$