

COMUNE DI PELLEZZANO

(PROVINCIA DI SALERNO)



Messa in sicurezza dal rischio idrogeologico del costone sito in via V.
Emanuele della frazione Coperchia.

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONI SPECIALISTICHE E DI CALCOLO

I Progettisti

Ing. Carmine LANDI
Ing. Alessandra LANDI

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA

Sommario:

3	ASPETTI SISMICI
3.1	SISMICITÀ DI BASE DELL' AREA
3.2	AZIONI SISMICHE DI PROGETTO
4	VERIFICA IDRAULICA DEI MANUFATTI IN PROGETTO
5	VERIFICHE GEOTECNICHE
5.1	Muri.....
5.2	PALIFICATE VIVE A DOPPIA PARETE
5.2.1	<i>Verifiche geotecniche</i>
5.2.2	<i>Verifiche strutturali</i>
5.3	OPERE DI PRESIDIO DELLA SEDE STRADALE
5.3.1	<i>Stratigrafia di Progetto.....</i>
5.3.2	<i>Materiali</i>
5.3.3	<i>Dimensionamento strutturale cordolo in c.a.....</i>
5.3.4	<i>Ipotesi di calcolo Paratia di micropali</i>
5.3.5	<i>Dimensionamento paratia</i>
6	ANALISI DI STABILITÀ GLOBALE
ALLEGATI ALLA RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E TAVOLE	

PREMESSA

Il presente documento costituisce la relazione tecnico-specialistica del progetto definitivo degli interventi di sistemazione del dissesto, verificatosi in occasione degli eventi meteorici del 01 febbraio 2019 lungo via Vittorio Emanuele della fraz. Copercia, a valle della strada rurale Acqua Del Corvo.

3 ASPETTI SISMICI

3.1 SISMICITÀ DI BASE DELL'AREA

Per quanto concerne la determinazione dei parametri di scuotimento sismico dell'area di progetto, facendo riferimento al D.M. 2018 "Norme tecniche per le costruzioni", la sismicità di base del sito è definibile in funzione del valore assunto dall'accelerazione massima attesa su suolo rigido per eventi con tempo di ritorno di 475 anni e probabilità di superamento del 10% in 50 anni definita nella tabella 1 allegata al citato D.M. in corrispondenza dei nodi di un reticolo di riferimento nazionale

In particolare, i valori di scuotimento relativi ai quattro nodi utilizzabili per la definizione del valore medio utilizzabile per il sito in esame, sono mostrati nella seguente tabella unitamente ai parametri di base che definiscono lo spettro di risposta elastico:

Tabella 4 – Valori di a_g ai nodi del reticolo di riferimento nazionale

ID Punto [-]	Coord. Nord [°]	Coord. Est [°]	Distanza [m]	$a_{g(475)}$ [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
11150	45,706	9,128	1139	0,044	2,65	0,28
11151	45,709	9,199	5362	0,048	2,64	0,28
10928	45,756	9,124	4482	0,044	2,64	0,28
10929	45,759	9,196	6938	0,047	2,65	0,28

Sulla base dei dati sopra indicati è possibile definire un valore di progetto delle azioni sismiche come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame adottando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in esame ed i vertici considerati.

Considerando una Vita Nominale dell'opera pari a 50 anni ed una classe d'uso II, cui corrisponde un coefficiente di utilizzo C_u pari a 1.0 si ottengono i seguenti valori medi dei parametri sismici di base al bedrock sismico per i diversi stati limite:

Tabella 6 – Valori di a_g al bedrock per diversi stati limite

	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	30	0,017	2,572	0,158
SLD	50	0,021	2,544	0,183

SLV	475	0,044	2,646	0,280
SLC	975	0,054	2,695	0,299

3.2 AZIONI SISMICHE DI PROGETTO

Ai fini della valutazione delle azioni sismiche di progetto è necessario valutare le modifiche in frequenza ed ampiezza del segnale sismico di base agente al bedrock indotte da fenomeni di amplificazione stratigrafica e topografica sitospecifici. A tale proposito è stata condotta un'analisi di risposta sismica semplificata basata sull'individuazione della categoria di sottosuolo ai sensi del D.M. 14/01/2018. Per la valutazione degli effetti di amplificazione stratigrafica è stata determinata la categoria di sottosuolo in funzione del valore di V_{S30} calcolata sulla base della stratigrafia delle velocità di propagazione delle onde di taglio definita sulla base dei valori di N_{SPT} misurati all'interno della perforazione di sondaggio S1

Sulla base della legge di variazione utilizzata è possibile determinare un valore di V_{S30} che consente di attribuire i terreni in esame alla categoria sismica B.

Sulla base della categoria sismica dei terreni di fondazione e dello scuotimento sismico al bedrock precedentemente definito è possibile definire l'azione sismica di progetto a mezzo di analisi dinamiche al passo sulla base dello spettro di risposta elastico riferito ad uno smorzamento convenzionale del 5%.

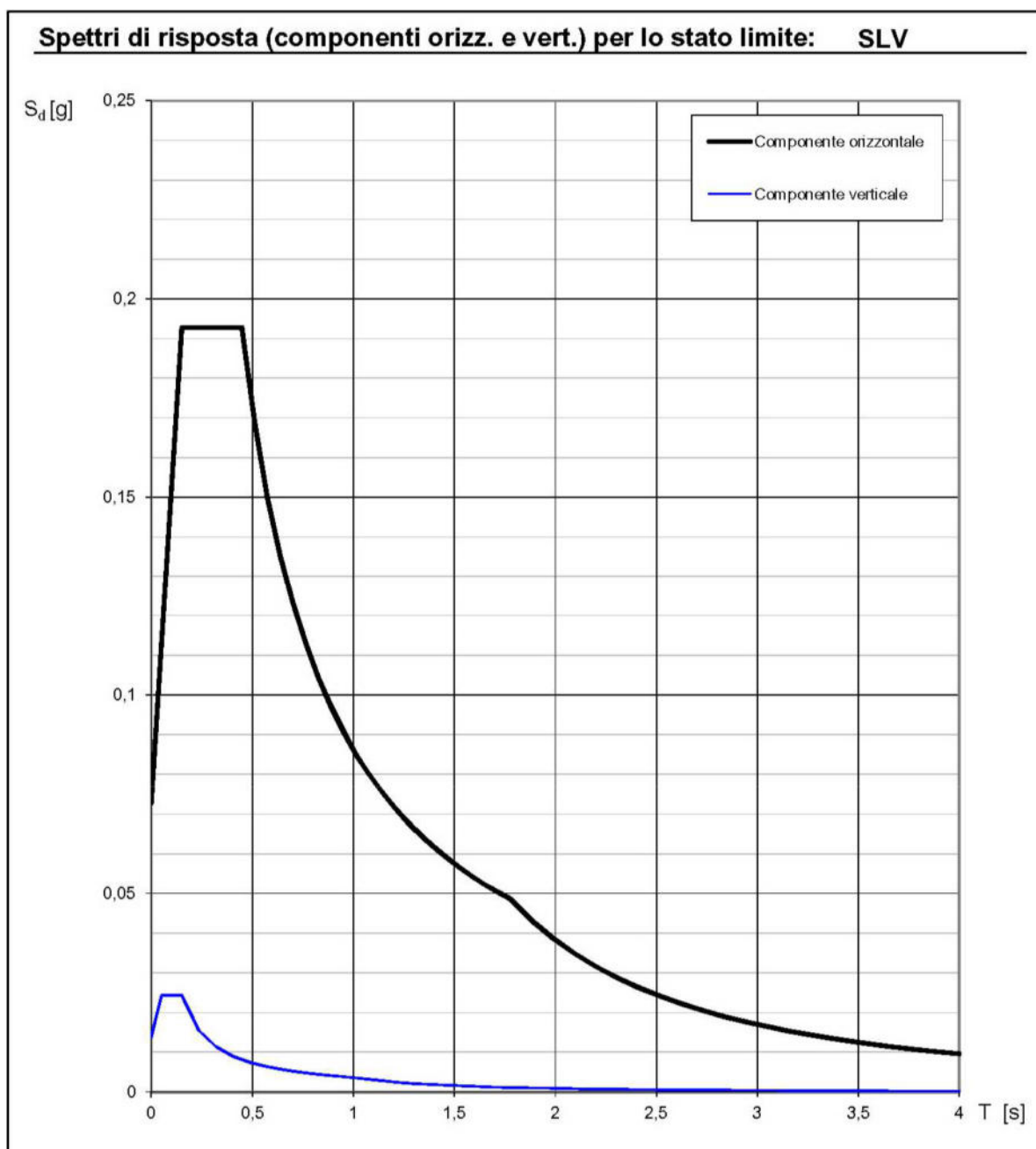


Figura 8: Spettri di risposta elastici allo SLV

Qualora le verifiche di progetto agli SLU non prevedano il ricorso ad accelerogrammi ed analisi dinamiche al passo, gli spettri di progetto per lo stato limite ultimo potranno essere determinati introducendo nelle espressioni che definiscono lo spettro di risposta elastico un fattore riduttivo q che tiene conto della capacità dissipativa anelastica della struttura e sostituendo il termine con il valore $1/q$ nelle equazioni più sopra riportate.

Per gli stati limite di esercizio si adotteranno invece gli spettri elastici corrispondenti alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento considerato.

Nell'ipotesi di effettuare analisi semplificate per via pseudostatica, l'azione sismica è schematizzabile come un insieme di forze statiche orizzontali e verticali rappresentative delle forze inerziali prodotte dal passaggio delle onde sismiche nel terreno, date dal prodotto delle forze di gravità per un coefficiente di accelerazione sismica orizzontale k_h e verticale ed un coefficiente di accelerazione sismica verticale k_v espressi dalle seguenti relazioni:

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

$$k_v = 0.5 k_h$$

dove:

β = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, funzione della tipologia di opera, della categoria del suolo di fondazione e del valore di a_g atteso;

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima attesa al sito può essere valutata con la relazione:

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_T \cdot a_g$$

dove: S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_T);

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Introducendo i valori numerici sopra specificati si ottengono i seguenti valori dei coefficienti di accelerazione sismica orizzontale e verticale da impiegare per le verifiche geotecniche delle fondazioni nei diversi stati limite:

Tabella 8 – Coefficienti sismici per diversi Stati Limite

Stato limite	a [g]	S_s [-]	S_T [-]	a_{max} [g]	[-]	k_h [-]	k_v [-]
SLO	0,017	1,5	1,1	0,028	0,20	0,006	0,003
SLD	0,021	1,5	1,1	0,035	0,20	0,007	0,003
SLV	0,044	1,5	1,1	0,073	0,20	0,014	0,007
SLC	0,054	1,5	1,1	0,089	0,20	0,018	0,009

4 VERIFICA IDRAULICA DEI MANUFATTI IN PROGETTO

La portata scolante lungo il versante oggetto di rimodellato con terre rinforzate e protetto con biostuoia opportunamente fissata e rinverdata è stata effettuata utilizzando la formula:

$$Q = A_b \cdot a \cdot T_c^{n-1}$$

in cui

A_b è l'area del versante interessato da rimodellamento [Km²]

a è il coefficiente di efflusso

T_c è il tempo di corrivazione.

Il tempo di corrivazione viene calcolato con la formula di Giandotti:

$$T_c [\text{ore}] = \frac{4 \sqrt{A_b} \cdot 1.5 \cdot L}{0.8 \cdot H}$$

in cui:

A_b è l'area del versante interessato da rimodellamento [Km²]

L è la lunghezza del fosso a sezione trapezia in progetto [Km]

H è l'altezza media del versante in m s.l.m.

Il tempo di corrivazione calcolato risulta quindi pari a circa 0.007 ore.

Ne consegue che la portata di riferimento per il dimensionamento dei manufatti di scolo è pari, per un tempo di ritorno di 10 anni, a 0.06 m³/s.

Nota la lunghezza della tubazione di scarico (PEAD Di 105mm), pari a circa 16 m, la pendenza (70%) e la portata, è possibile calcolare il carico piezometrico con la formula di Chezy:

$$Q = A \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot I}$$

in cui:

A = area della sezione trasversale occupata dal liquido;

C = costante di Strickler;

R = raggio idraulico.

Ne consegue che a sezione della tubazione di progetto è in grado di smaltire la portata di 60 l/s con una percentuale di riempimento pari al 70% .

5 VERIFICHE GEOTECNICHE

5.2 PALIFICATE VIVE A DOPPIA PARETE

5.2.1 Verifiche geotecniche

L'opera in progetto rientra nel tipo 2 e nella classe d'uso II tra quelle previste al punto 2.4 del vigente D.M. 14/01/18.

Trattandosi di una struttura di sostegno funzionante a gravità, l'unico contributo alla forza instabilizzante generata dalla spinta del terreno a monte è dato dalla massa della struttura, che vi si oppone con il suo peso. È quindi agevole verificare analiticamente la staticità della struttura sulla base delle caratteristiche geotecniche dei terreni e delle caratteristiche dimensionali dell'opera di sostegno.

Per la determinazione del regime delle spinte sulle opere di sostegno e per il loro dimensionamento strutturale sono stati determinati i coefficienti di spinta attiva e passiva sia in condizioni statiche che in condizioni di eccitazione sismica. In particolare i coefficienti relativi alle condizioni statiche sono stati determinati in accordo alla formulazione analitica di *Muller-Breslau (1924)* mentre in condizioni di eccitazione sismica i coefficienti sono stati determinati in accordo alle formulazioni di *Mononobe-Okabe (1929)*.

Le verifiche sono state condotte considerando un peso di volume della struttura pari a 18 kN/m³ e adottando i parametri geotecnici di progetto di seguito riassunti:

UNITÀ 1: terreno da sostenere – terreni di frana

Peso di volume naturale	n	= 17	kN/m ³
Angolo d'attrito efficace	'	= 26	°
Coesione efficace	c'	= 0	kPa

UNITÀ 2: terreno di fondazione – depositi fluvioglaciali alterati

Peso di volume naturale	n	= 19	kN/m ³
Angolo d'attrito efficace	'	= 26	°
Coesione efficace	c'	= 10	kPa

Le verifiche sono state condotte secondo l'approccio di calcolo A2-M2-R2 adottando i seguenti coefficienti parziali:

Verifica	Approccio	c'	'	R
Capacità portante	A2-M2-R2	1.25	1.25	1.0
Traslazione sul piano di posa	A2-M2-R2	1.25	1.25	1.0
Ribaltamento	EQU-M2	1.25	1.25	1.0
Stabilità globale	A2-M2-R2	1.25	1.25	1.1

Al fine di evitare l'innescò di sovrappressioni interstiziali e di garantire il rispetto delle condizioni drenate considerate nelle analisi si è previsto l'impiego di una tubazione di drenaggio posta sul piano di posa a tergo dell'opera.

Le verifiche condotte i cui risultati sono mostrati per esteso in allegato (cfr. Allegato 6), forniscono i seguenti valori dei coefficienti di sicurezza alle diverse verifiche previste dalla normativa:

Verifica palificata H = 200 cm	Approccio	R	R (D.M. 14/01/08)
Capacità portante	A2-M2-R2	2.11	1.0
Traslazione sul piano di posa	A2-M2-R2	2.80	1.0
Ribaltamento	EQU-M2	3.59	1.0

I risultati ottenuti mostrano il raggiungimento di coefficienti di sicurezza R superiori ai valori minimi previsti dalla vigente normativa. La stabilità globale del complesso opere/pendio nei confronti di meccanismi di rottura esterni alla massa di terreno rinforzato è trattata al capitolo successivo.

In aggiunta alle verifiche in condizioni statiche la struttura è stata sottoposta a verifica anche in condizioni sismiche. Le verifiche in condizioni sismiche sono state condotte per via pseudostatica sulla base dei seguenti valori dei coefficienti di accelerazione sismica di progetto:

Le verifiche condotte i cui risultati sono mostrati per esteso in allegato (cfr. Allegato 7), forniscono i seguenti valori dei coefficienti di sicurezza alle diverse verifiche previste dalla normativa:

Verifica palificata H = 200 cm	Approccio	R	R (D.M. 14/01/08)
Capacità portante	A2-M2-R2	1.92	1.0
Traslazione sul piano di posa	A2-M2-R2	2.45	1.0
Ribaltamento	EQU-M2	3.12	1.0

I risultati ottenuti mostrano il raggiungimento di coefficienti di sicurezza R superiori ai valori minimi previsti dalla vigente normativa.

5.2.2 Verifiche strutturali

Le verifiche interne che si ritengono indispensabili al fine di garantire una adeguata funzionalità dell'opera, anche nel periodo immediatamente successivo alla realizzazione, sono le seguenti:

1. La verifica a flessione dei correnti interni
2. La verifica al taglio dei correnti in prossimità delle chiodature

La prima permette di dimensionare il diametro dei correnti interni e l'interasse tra i traversi in maniera che gli elementi longitudinali non cedano a causa delle

sollecitazioni di flessione prodotte dalla spinta del terreno retrostante, la seconda riguarda il corretto dimensionamento della sezione dei correnti in modo che resistano opportunamente alle sollecitazioni di taglio in prossimità dei vincoli, ovvero delle chiodature corrente-traverso.

Le grandezze che intervengono nelle verifiche sono:

Gli sforzi ammissibili di flessione e taglio caratteristici dell'essenza impiegata

La spinta del terreno, che genera il momento flettente e la sollecitazione di taglio

Il diametro del corrente (per cui si assume sezione circolare) che caratterizza il modulo resistente e la resistenza al taglio

L'interasse tra i traversi, che interviene nella determinazione del momento flettente

Nelle verifiche si è considerato di impiegare legname di castagno caratterizzato dai seguenti valori di resistenza a flessione e a taglio di sicurezza:

	MPa
Resistenza a flessione	9.0
Resistenza a taglio	3.5

La verifica a flessione si esegue verificando che la sollecitazione a flessione generata dalla spinta del terreno a tergo sia inferiore al valore ammissibile.

Nel caso in esame, considerando il massimo valore della spinta agente sull'opera di sostegno, determinata in fase sismica, si hanno i seguenti valori:

S : 14.4 kN/m

d : 1.5 m

D : 0.20 m

da cui si ottiene:

$$= 3438 \text{ kPa} < 9000 \text{ kPa}$$

La verifica è quindi soddisfatta.

La sollecitazione a taglio che il terreno esercita sul corrente interno in corrispondenza dei vincoli dipende dalla spinta del terreno. Il dimensionamento avviene considerando la spinta massima della terra. La reazione di taglio dipende dalla sezione del corrente e dal tipo di chiodatura che vincola correnti e traversi. Infatti, a parità di diametro, per chiodature di tipo “passante” la sezione resistente sarà pari alla metà di quella relativa a chiodature di tipo “tangenziale”.

Introducendo i valori numerici si ottiene:

La verifica è quindi soddisfatta. $= 611 \text{ kPa} < 3500 \text{ kPa}$

5.3 OPERE DI PRESIDIO DELLA SEDE STRADALE

Nell'ambito degli interventi in oggetto, viene prevista una paratia di micropali a tergo delle terre rinforzate per poter fissare in modo sicuro e definitivo il guard-rail antisvio. La paratia è composta da micropali verticali 220 mm $i=1$ m oltre a micropali suborizzontali 220 mm $i=2$ m inclinati di 45° rispetto all'orizzontale. In testa alla paratia è previsto un cordolo in c.a. di dimensioni 70x60 cm.

In fase definitiva a valle della paratia è presente un rilevato in terra rinforzata necessario per la stabilizzazione del versante. Il dimensionamento della paratia tiene conto delle azioni del carico accidentale dovuto alla strada e delle azioni dell'urto di un veicolo, mentre la stabilità globale del versante in fase definitiva statica e sismica è stata verificata separatamente e pertanto non rientra nei calcoli effettuati per il dimensionamento della paratia.

Nei paragrafi seguenti vengono riportate le principali caratteristiche dell'opera di sostegno, le metodologie di calcolo adottate e le verifiche richieste dalla normativa vigente.

5.3.1 Stratigrafia di Progetto

Le caratteristiche dei terreni che interessano le opere in esame sono state desunte dai documenti geotecnici allegati al Progetto.

Materiale	n	c'	'	E _{vc}	Spessore [m]
alterati (superficiali)	19	2	27	10	3-4
alterati	19	5	28	20	10-11

5.3.2 Materiali

Calcestruzzo per getti in opera classe C25/30

Acciaio per armatura

Tensione caratteristica di rottura (frattile 5%)

Tensione caratteristica di snervamento (frattile 5%)

Coefficiente parziale di sicurezza

Resistenza a trazione di calcolo

f_{tk}			540 N/mm ²
f_{yk}	=		450 N/mm ²
s	=		1.15 N/mm ²
f_{yd}	f_{yk}/γ_s	=	391.30 N/mm ²

Malta cementizia per micropali

Rapporto acqua/cemento

Resistenza a compressione (a 28 gg)

Cemento tipo

Contenuto minimo di cemento

Filler calcareo o siliceo

Eventuale bentonite

Fluidità Marsch

Essudazione

0.4 – 0.5
30 N/mm ²
IIIA 32,5R – 42,5R o IVA 32,5R – 42,5 R
600 kg/m ³
0 ÷ 30 kg
< 4% in peso del cemento
25'' ÷ 35''
< 2%

Acciaio per carpenteria metallica: S355

Tensione caratteristica di rottura ($t \leq 40$ mm)

Tensione caratteristica di snervamento ($t \leq 40$ mm)

f_{tk}	=	510,00 N/mm ²
f_{yk}	=	355,00 N/mm ²

5.3.3 Dimensionamento strutturale cordolo in c.a.

Al fine di garantire la sicurezza della sede stradale si è reso necessario l'utilizzo di cordolo di testa.

Per la verifica del cordolo in c.a. si è quindi ipotizzato uno schema statico costituito

da una trave semplicemente appoggiata cui vengono applicati un carico

Verifiche strutturali

Il cordolo risulta avere una sezione pari a 70x60 cm ed è armato con barre longitudinali 8 \varnothing 16 e staffe \varnothing 8 passo 20 cm.

Di seguito si riportano i risultati della verifica a flessione agli SLU. Il massimo momento agente sulla sezione, coincidente con l'ipotesi di collocare il carico in mezzzeria del cordolo, è pari a 50 kNm a fronte di un momento reagente della sezione di 406,7 kNm.

Allo stesso modo è stata condotta la verifica agli SLE della sezione in c.a..

Come è possibile evincere dalle verifiche riportate, sia il calcestruzzo che l'acciaio lavorano a tassi molto inferiori rispetto alle a quelli ammissibili.

Alla luce dei risultati sopra esposti, è possibile affermare le verifiche a flessione del cordolo sono soddisfatte.

Allo stesso modo si è proceduto a verificare la sezione del cordolo a taglio. La situazione che massimizza tali azioni è quella con il carico concentrato ed il momento torcente agenti in prossimità di uno degli appoggi.

La verifica è stata condotta in accordo con quanto prescritto al paragrafo **4.1.2.1.3 delle NTC 2018**.

Di seguito si dà evidenza dei risultati ottenuti.

VERIFICHE A TAGLIO SECONDO D.M. 14/01/2018

Caratteristiche dei materiali:

Resistenza caratteristica a compressione cubica cls
 Resistenza caratteristica a compressione cilindrica cls
 Resistenza di calcolo a compressione del cls
 Resistenza di calcolo a trazione dell'acciaio

R_{ck} = 30 N/mm²
 f_{ck} = 24,90 N/mm²
 f_{cd} = 16,60 N/mm²
 f_{yd} = 391,30 N/mm²

Sollecitazioni di verifica (S.L.U.):

Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente Valore
 di calcolo della forza assiale associata a V_{Ed} Valore
 di calcolo del momento flettente associato a V_{Ed}

V_{Ed} = 100,00 kN
 $N(V_{Ed})$ = 0,00 kN
 $M(V_{Ed})$ = 0,00 kNm

Caratteristiche geometriche della sezione:

Altezza utile della sezione
 Larghezza minima della sezione

d = 564 mm
 b_w = 700 mm

Armatura della sezione in zona tesa:

Diametro ferri longitudinali
 Numero tondini longitudinali utilizzati
 Area totale di armatura longitudinale in zona tesa
 Rapporto geometrico dell'armatura longitudinale (≤ 0.02)

= 20 mm
 n = 7 --
 A_{sl} = 2198 mm²
 ρ = 0,0056 --

VERIFICA SENZA ARMATURA TRASVERSALE RESISTENTE A TAGLIO (§ 4.1.2.1.3.1)

Fattore dipendente dall'altezza utile della sezione (≤ 2)
 Tensione dipendente dal fattore k e dalla resistenza del cls
 Tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0.2 f_{cd}$)
 Resistenza ultima a taglio minima
 Resistenza ultima a taglio (V_{Rd} $V_{Rd,min}$)

k = 1,60 --
 v_{min} = 0,35 N/mm²
 c_p = 0,00 N/mm²
 $V_{Rd,min}$ = 138,96 kN
 V_{Rd} = 181,58 kN

VERIFICA SODDISFATTA:

non occorre armatura trasversale resistente a taglio.

VERIFICA CON ARMATURA TRASVERSALE RESISTENTE A TAGLIO (§ 4.1.2.1.3.2)

Armatura aggiuntiva resistente a taglio:

Angolo di inclinazione armatura trasv. su asse dell'elemento
 Diametro ferri a taglio
 Numero dei bracci in sezione trasversale
 Passo in direzione asse elemento

= 90 °
 s_w = 8 mm
 n_{sw} = 2 --
 s = 200 mm
 A_{sw} = 100,53 mm²

Fattori di resistenza a compressione:

Angolo di inclinazione dei puntoni di cls
 Resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
 Coefficiente maggiorativo per membrature compresse
 Si controlla che q sia minore di 45°

q = 10,60 °
 f'_{cd} = 8,30 N/mm²
 c = 1,00 --
 Controllo (q) OK --

Se q non rispetta il limite inferiore di 21,8°, si adotta $q=21,8^\circ$

$q_{adottato}$ 21,80 °

Resistenza di calcolo a "taglio trazione" dell'armatura

V_{VRsd} = 249,62 kN
 V

In questo caso è possibile osservare come la sezione sia in grado di resistere ad un taglio pari a 249,62 kN a fronte di uno sforzo agente pari a 100 kN.

Come desumibile dai risultati sopra esposti, la verifica risulta soddisfatta con fattori di sicurezza F_s maggiori di 1 come da prescrizioni di normativa.

L'ultima verifica da effettuare risulta quella a torsione. Come precedentemente esposto, assumendo il carico dovuto all'urto dei veicoli in svio pari a 100 kN, il momento torcente complessivo risulta pari a 130 kNm.

Di seguito si riportano i risultati della verifica a torsione del cordolo.

Verifica calcestruzzo				
Resistenza biella cls Torsione	T _{Rcd}	185,56 kNm	(4.1.27)	
Verifica staffe trasversali				
Resistenza staffe trasversali	T _{Rsd}	232,19 kNm	(4.1.28)	
Verifica armatura longitudinale				
Resistenza armatura longitudinale	T _{Rld}	130,72 kNm	(4.1.29)	
RESISTENZA A TORSIONE DELLA TRAVE				
Momento torcente resistente	T _{Rd}	130,72 kNm	(4.1.31)	
Momento torcente agente	T _{Ed}	130,00 kNm		
Resistenza biella cls Taglio	V _{Rcd}	1263,92 kN		
Taglio agente	V _{Ed}	100,00 kN		
Fattore di Sicurezza	FS	1,01 -	VERIFICATO	
Verifica crisi calcestruzzo	— —	1 0,78 -	VERIFICATO	(4.1.32)

Come desumibile dai risultati sopra esposti, la verifica a torsione risulta essere quella dimensionante.

I fattori di sicurezza F_s risultano maggiori di 1 come da prescrizioni di normativa.

Alla luce dei risultati sopra esposti risulta che il cordolo in c.a., così come progettato, è in grado di assorbire gli sforzi indotti dai carichi agenti sullo stesso.

5.3.4 Ipotesi di calcolo Paratia di micropali

Le analisi sono state effettuate con il programma agli elementi finiti Phase2 edito dalla Rocscience Inc. di Toronto – Canada.

Verifiche strutturali e geotecniche

Il dimensionamento eseguito utilizza il metodo agli S.L. secondo le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, il D.M. 14/01/2008. Tale normativa impone una doppia verifica agli S.L.E. e agli S.L.U.: nel primo caso si verifica che le deformazioni risultino ammissibili per le strutture e per i terreni in sito considerando valori caratteristici sia dei carichi sia dei parametri del terreno. Invece, nel caso agli S.L.U. si effettua una verifica dei materiali che costituiscono le opere fattorizzando i carichi ed i parametri secondo gli approcci indicati nelle N.T.C. del 2018.

Le tabelle seguenti riportano i fattori di sicurezza parziali adottati per le diverse

combinazioni.

Tabella 9 - Tabella 6.2.I delle N.T.C. 2018

carichi	effetto	parziale	A1 (STR)	A2 (GEO)
Permanenti		G1		
non strutturali		G2		
	sfavorevole		1.5	1.3
Variabili		Qi		

Tabella 10 -- Tabella 6.2.II delle N.T.C. 2018

Parametro	simbolo	parziale	M1	M2
attrito	$\tan \delta_k$.	1.00	1.25
coesione efficace	c'		1.00	1.25
resistenza non drenata	c		1.00	1.40
peso unità di volume			1.00	1.00

Per i calcoli strutturali agli S.L.U. si adottano le seguenti combinazioni, entrambe utilizzate per i casi statico e sismico. Il segno '+', in ossequio alla nuova normativa, ha il significato di 'combinato con'.

I fattori parziali associati al caso 'R1' risultano tutti unitari.

Per le opere di sostegno le spinte del terreno sono considerate come carichi permanenti, mentre il sovraccarico stradale caratteristico, assunto pari a 20 kPa, è stato considerato come variabile.

Le azioni dell'urto utilizzate sono, come nel caso precedente pari a 100 kN applicato a 1 m dal piano viabile: trattandosi di un modello bidimensionale, tale azione è stata cautelativamente distribuita su 5 m di sviluppo longitudinale.

5.3.5 Dimensionamento paratia

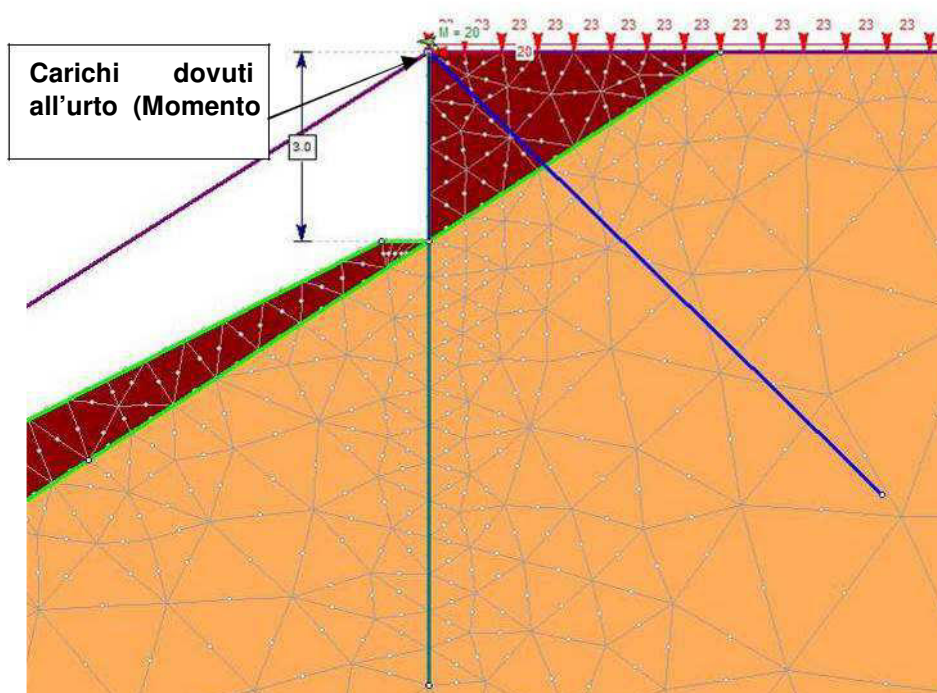
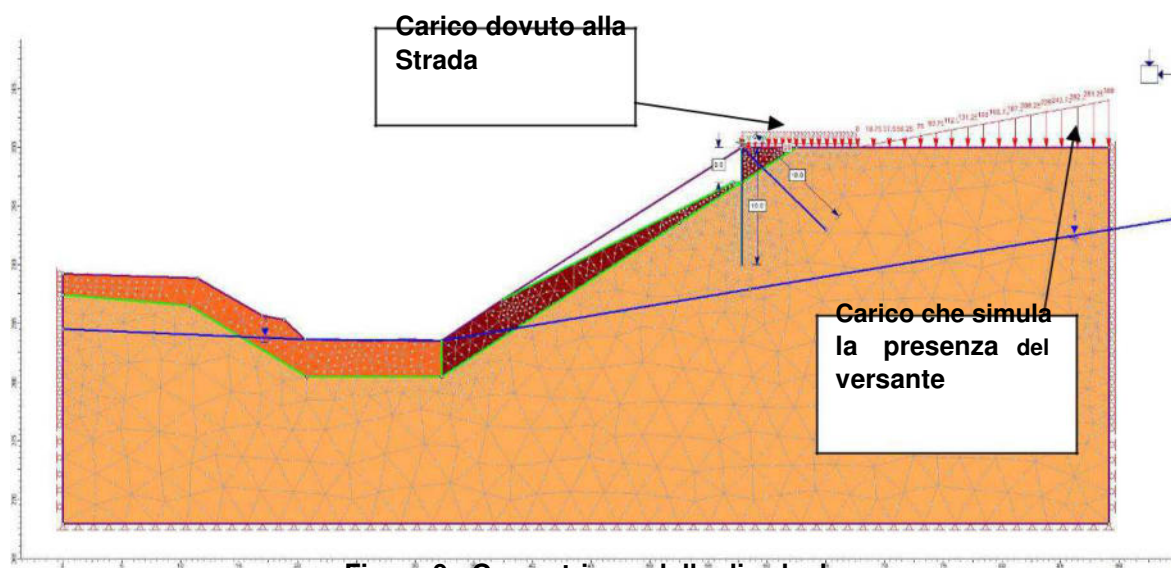
La paratia è costituita da n. 1 sezione costante le cui caratteristiche sono di seguito esposte.

Sezione corrente

Micropali verticali disposti su un'unica fila, $i=100$ cm, $L=12$ m, armati con tubolari in acciaio 139,7/10 mm

Micropali inclinati di 45° rispetto all'orizzontale, $i=200$ cm, $L=12$ m armati con tubolari in acciaio 139,7/10 mm

Di seguito si riportano le geometrie schematiche dei modelli di calcolo utilizzati nel dimensionamento in oggetto.



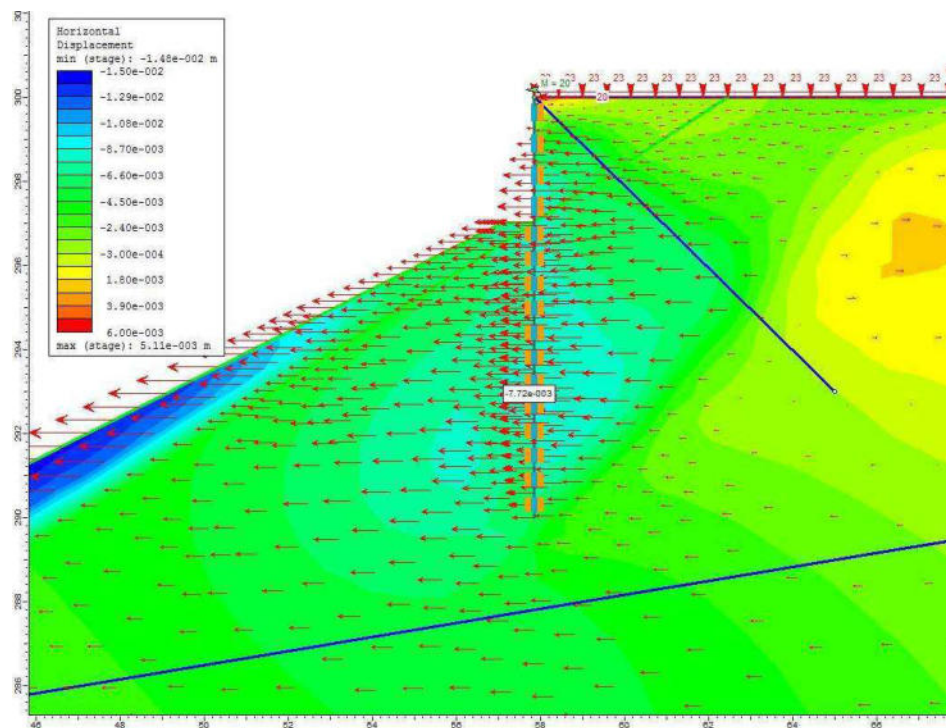


Figura - Massimo spostamento paratia (con urto)

inclinato

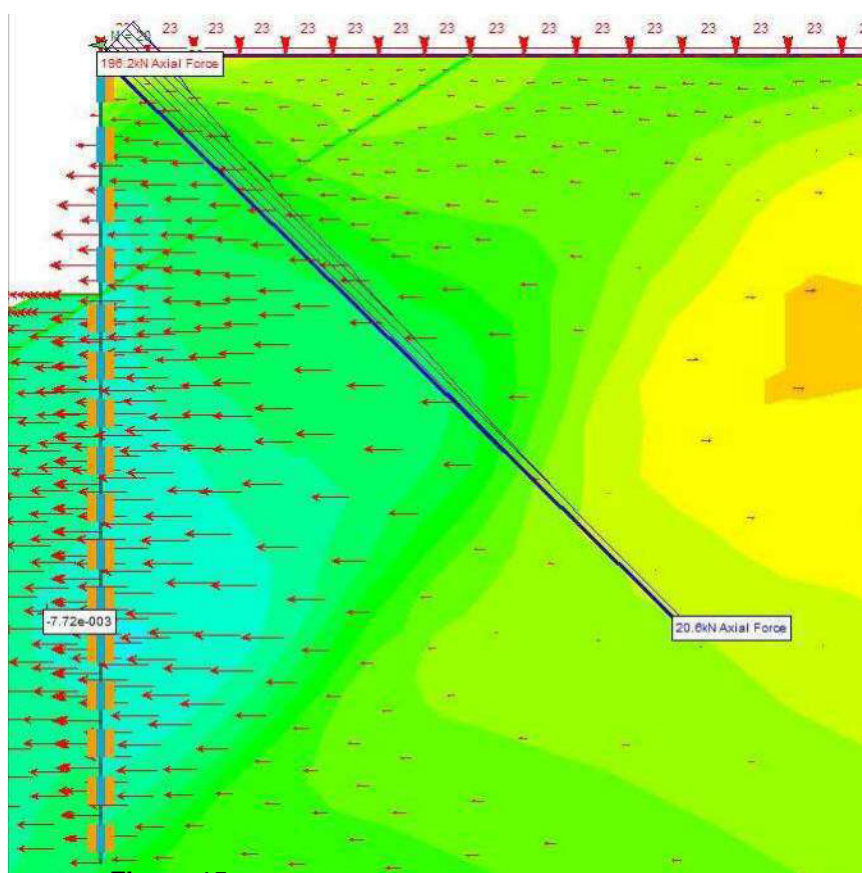


Figura 15 Forza assiale micropalo inclinato (Fase urto)

La tabella seguente mostra le massime sollecitazioni calcolate dal programma per le sezioni tipo più gravose.

Tabella 11 - Massime sollecitazioni a metro lineare di paratia

Fase	(kNm/m)	(kN/m)	N (kN)	s (cm)
Senza urto	24.5	27.0	113.0	0.7
Con urto	20.3	38.1	196.2	0.8

Dove M, V, N e s rappresentano rispettivamente il massimo momento flettente e il massimo taglio sui micropali verticali, l'azione assiale sui micropali inclinati e lo spostamento del terreno a tergo della paratia.

Verifiche strutturali dei micropali verticali

Di seguito si riportano le azioni di progetto sul singolo micropali in ragione dell'interasse dei micropali pari come detto a 100 cm e moltiplicando ulteriormente per un fattore 1.3 considerando le spinte delle terre come carichi permanenti per le verifiche a rottura, come stabilito dalla normativa vigente. Le sollecitazioni di progetto sui micropali sono pertanto:

Tabella 12 - Massime sollecitazioni sui micropali di progetto

Fase	^d (kNm/M) (kN/m)	^d (kN/m)
Senza urto	31,9	35,1
Con urto	26,4	49,5

Considerando le caratteristiche di progetto dei micropali armati con tubolari 139.7/10 mm, le verifiche strutturali dei micropali risultano soddisfatte.

^{est} (mm)	(mm)	A_{tubo} (cm²)	W (cm³)	J (cm⁴)
139.7	10,0	40,75	123,39	861,89

Fase	M (kNm/M)	V (kN/m)	ax ² (N/mm)	ax ² (N/mm)	id ² (N/mm)
Senza urto	31,9	35,1	258,1	17,2	259,8
Con urto	26,4	49,5	213,9	24,3	218,0

La tensione calcolata risulta inferiore al massimo tasso di lavoro consentito per la classe di acciaio considerata (S355).

Verifiche strutturali dei micropali inclinati

I micropali inclinati risultano sollecitati sostanzialmente in direzione assiale in ragione di una forza massima agli SLE pari a 196 kN. Le verifiche strutturali vengono effettuate agli SLU moltiplicando per un fattore 1.3 il valore suddetto: la sollecitazione di progetto risulta quindi pari a 255 kN.

La tensione sulle armature dei micropali inclinati risulta pari a circa 65 **N/mm²** inferiore al massimo tasso di lavoro consentito.

Verifiche geotecniche dei micropali inclinati

Di seguito vengono dimensionate le lunghezze libere e del bulbo di fondazione; per quest'ultima verifica si considerano le azioni sui tiranti ottenuti per la combinazione A1+M1+R3, adottando i coefficienti parziali sulle resistenze indicati nel par. 6.6.2 del D.M. 14/01/2008.

La massima forza di tiro risultata dai calcoli precedenti è pari a 196 kN agli S.L.E.; per ottenere la massima forza agli S.L.U., si moltiplica tale valore per un fattore di 1.3. Quest'ultimo corrisponde al coefficiente parziale per l'effetto delle azioni dovute alle spinte delle terre, considerate nel presente calcolo come azioni permanenti, sulla base di quanto riportato nelle NTC2008. Cautelativamente anche il contributo dovuto all'urto è stato considerato come permanente nelle verifiche di seguito riportate. La massima forza di tiro utilizzata nel dimensionamento strutturale e della lunghezza di fondazione è pari a:

$$TSLU=196 \text{ kN} \cdot 1.3=255 \text{ kN}$$

Nelle prossime verifiche dei tiranti di ancoraggio (ad esclusione del calcolo della lunghezza libera) si adotterà una forza pari a 255 kN.

Calcolo della lunghezza libera

La lunghezza libera dei micropali inclinati con funzione di tiranti viene calcolata sulla base della stratigrafia di progetto: con le geometrie considerate (inclinazione di 45° e spessore terreno alterato in frana di 3-4 m circa, si ha una lunghezza del micropalo - tirante all'interno dei terreni fluvioglaciali superficiali (soggetti a movimenti franosi) pari a circa 4 m. All'esterno di tali terreni la lunghezza dei micropali è considerata come lunghezza di fondazione in base alla quale verificare la tenuta geotecnica del bulbo.

Calcolo lunghezza di fondazione

In accordo alla normativa citata, il dimensionamento dei bulbi di fondazione dei tiranti è condotto sulla base delle forze di tiro ottenute per la combinazione S.L.U.

– STR: il massimo valore ottenuto è risultato pari a 255 kN.

In accordo alla suddetta normativa deve essere modificato, rispetto a quanto effettuato per le altre verifiche, il fattore parziale sulle resistenze. Si adotta infatti il caso R3, anziché R1, secondo quanto di seguito riportato:

tiranti			
Simbolo (R)		coefficiente parziale	
definitivi	Ra,d	1.2	

Quindi, per i tiranti in oggetto, definitivi, si assumerà un coefficiente parziale di 1.2 da applicare alla resistenza caratteristica allo sfilamento dell'ancoraggio (R_{ak}) .

Sulla base delle caratteristiche geotecniche del terreno dove verranno realizzati i tiranti in esame, l'aderenza bulbo-terreno è stata valutata secondo i dati riscontrabili in letteratura: in funzione di tali dati si hanno i seguenti valori delle resistenze media (a_{c-med}) e minima (a_{c-min}).

Aderenza	Aderenza limite bulbo-terreno (kPa)
Media (a_{c-med})	120
<u>Minima (a_{c-min})</u>	100

In funzione del numero di prove geognostiche ubicate nelle vicinanze dell'opera e della conoscenza dei terreni in sito, si ricavano i fattori di correlazione (3 e 4)

indicati nella tabella seguente e ricavati dalla tabella 6.6.III delle N.T.C. 2018.

a3	1.80
a4	1.80

La resistenza di attrito terreno-bulbo caratteristica è data da:

$$a_k = \min\left(\frac{a_{k, \text{medio}}}{3}; \frac{a_{k, \text{min}}}{4}\right) = \min\left(\frac{120 \text{ kPa}}{3}; \frac{100 \text{ kPa}}{4}\right) = 55.6 \text{ kPa}$$

La lunghezza di ancoraggio dei tiranti attivi è stata calcolata secondo la seguente

formula:

$$L_{\text{fond}} = \frac{T_{\text{Ra,t}}}{a_k}$$

in cui: = tiro massimo del tirante, pari a 255 kN;

perf = diametro medio del bulbo, pari a 220 mm;

L_{fond} = lunghezza di ancoraggio;

a_k = resistenza di attrito terreno-bulbo caratteristica;

= coefficiente empirico funzione del terreno e delle modalità esecutive,

assunto cautelativamente pari a 1.

I risultati ottenuti sono riportati nella tabella sottostante.

Tiro massimo (kN)	a_k (kPa)	L_{fond} (m)	L_{fond-assunta} (m)

La lunghezza di fondazione è stata quindi posta pari a 8 m per tutti i micropali inclinati.

La lunghezza totale dei micropali inclinati risulta quindi pari a 4 m (lunghezza libera) + 8 m (lunghezza fissa) = 12 m.

6 ANALISI DI STABILITÀ GLOBALE

In corrispondenza della sezione tracciata in mezzzeria alle opere in progetto è stata eseguita una verifica di stabilità globale del pendio in cui si inseriscono le opere in progetto secondo il metodo dell'equilibrio limite e in accordo con i metodi di *Bishop*, basato sull'equilibrio dei momenti e delle forze verticali, con risultante delle forze tra i conci contigui assunta orizzontale, di *Spencer*, basato sull'equilibrio dei momenti, delle forze orizzontali e delle forze verticali, con inclinazione della risultante delle forze tra i conci contigui costante e calcolata nel punto in cui l'equilibrio delle forze eguaglia l'equilibrio dei momenti, e *GLE – General Limit Equilibrium*, basato sull'equilibrio delle forze orizzontali e verticali e dei momenti, con inclinazione della risultante delle forze tra conci contigui descritta da un funzione $f(x)$; le verifiche sono state condotte a mezzo del codice di calcolo *Slide 4.01* (1998 – 2003 Rocscience Inc.). In particolare in condizioni statiche le condizioni di stabilità del versante sono esprimibili dal rapporto tra la resistenza a taglio disponibile lungo la potenziale superficie di scivolamento e la sollecitazione agente dovuta alla forza di gravità e alle eventuali forze di filtrazione.

In accordo al punto 6.3.4 del D.M. 14/01/18, trattandosi di interventi di stabilizzazione di un pendio naturale le verifiche sono state condotte utilizzando i valori caratteristici dei parametri geotecnici non fattorizzati.

Gli interventi di stabilizzazione presenti sul pendio (terre rinforzate e palificate vive) sono state considerate come strutturalmente verificate e sono modellate semplicemente come masse, mentre le opere di presidio della sede stradale sono state schematizzate come elementi resistenti a taglio (micropali verticali) ed elementi resistenti a trazione e ad attrito (micropali tirante inclinati); a tali elementi sono state attribuiti i seguenti valori di resistenza fattorizzati:

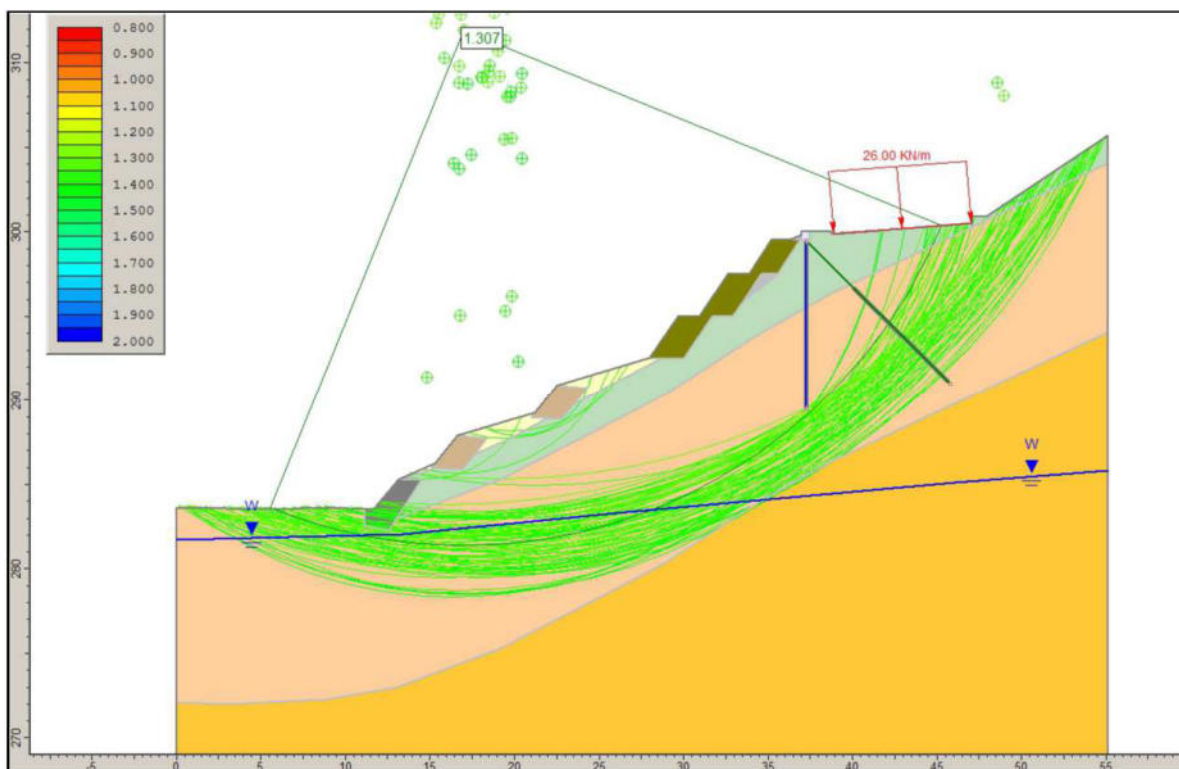
Micropali verticali: = 390 kN

Micropali inclinati: T = 250 kN

$b_s = 32 \text{ kN/m}$

I micropali verticali hanno interasse di 1 m, mentre quelli inclinati hanno interasse di 2 m.

Al fine di simulare le condizioni di esercizio in corrispondenza della sede stradale è stato applicato un sovraccarico uniformemente distribuito pari a 20 kPa.



Fattore di sicurezza F_s		
Spencer	Bishop	GLE
1.30	1.31	1.31

La verifica è quindi soddisfatta.

In condizioni sismiche sono state condotte verifiche per via pseudostatica schematizzando la sollecitazione sismica a mezzo di una azione statica equivalente le cui componenti orizzontale e verticale sono espresse dalle seguenti relazioni:

$$F_h = k_h W$$

$$F_v = k_v W$$

con: k_h = coefficiente di accelerazione sismica orizzontale

k_v = coefficiente di accelerazione sismica verticale

W = forza peso della massa di terreno potenzialmente instabile

I coefficienti sismici orizzontale e verticale si ottengono a mezzo delle seguenti espressioni, definite in accordo al punto 7.11.6.2.1 del D.M. 14/01/08:

$$k_h = m a_{max}/g$$

$$k_v = \pm 0.5 k_h$$

con: m = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

a_{max} = accelerazione massima attesa al sito

g = accelerazione di gravità

L'accelerazione massima attesa al sito è definita dalla relazione:

$$a_{max} = S a_g$$

con: a_g = accelerazione massima attesa al sito al bedrock sismico

S = coefficiente di amplificazione comprendente l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_T)

Nel caso in esame i parametri sismici di base assumono i seguenti valori:

$$a_g = 0.044g$$

$$S = 1.65$$

$$m = 0.2$$

Si ottengono di conseguenza i seguenti valori dei coefficienti di accelerazione sismica di progetto:

$$k_h = 0.014$$

$$k_v = \pm 0.007$$

I risultati delle analisi eseguite, mostrati sinteticamente di seguito, sono riportati integralmente nell'Allegato 9 alla presente relazione.

DATI GENERALI

Data:

Progettista

Titolo:

Nome:

Cognome:

Opera

Comune:

Provincia:

Descrizione:

Ambito normativo: NTC 2018

Proprietà di interazione tra opera e terreno

Adesione in fondazione: 5,00 [kN/m²]

Attrito in fondazione: 0,50 [-]

Angolo di attrito terra muro: 28,00 [°]

Metodo per il calcolo del fattore di sicurezza

Metodo di Bishop

Fattori di sicurezza richiesti

Stabilità interna

Fattore di sicurezza a rottura del rinforzo: 1,00 [-]

Fattore di sicurezza a pullout del rinforzo: 1,00 [-]

Fattore di sicurezza a scivolamento diretto: 1,00 [-]

Stabilità globale

Fattore di sicurezza a ribaltamento dell'opera: 1 [-]

Fattore di sicurezza a scorrimento dell'opera: 1 [-]

Fattore di sicurezza a carico limite dell'opera: 1 [-]

COMBINAZIONI DI CARICO

NUMERO DI COMBINAZIONI PRESENTI NEL MODELLO 1

COMBINAZIONE 1 (CONDIZIONE STATICA A2-M2-R2)

Fat. parziali caratteristiche terreno

Angolo di attrito: 1,25

Peso terreno: 1,00

Resistenza ammissibile del geosintetico: 1,25

Resistenza ammissibile: 1,00

Azione statica 1,00

Azione dinamica 1,00

Azione idrostatica	1,00
Peso proprio	1,00
Sottospinta	1,00

Condizione	Fattore di combinazione
------------	-------------------------

Falda

NUMERO DI VERTICI: 2

x [m]	y [m]
0,00	0,00
0,00	0,00

Opzioni analisi

RAGGIO DELLA SUPERFICIE DI SCIVOLAMENTO

Raggio massimo:	10,00 [m]
Raggio minimo:	5,00 [m]
Passo di incremento del raggio:	5,00 [m]

Opzioni per l'analisi di stabilità

Stabilità interna

x iniziale:	0,00 [m]
y iniziale:	0,00 [m]
x finale:	10,81 [m]
y finale:	7,50 [m]
limite sul minimo:	0,00 [m]
limite sul massimo:	0,00 [m]
passo di ricerca:	0,30 [m]

Stabilità composta

x iniziale:	0,00 [m]
y iniziale:	0,00 [m]
x finale:	28,81 [m]
y finale:	14,80 [m]
limite sul minimo:	10,81 [m]
limite sul massimo:	0,00 [m]
passo di ricerca:	0,30 [m]

FATTORI DI SICUREZZA VERIFICHE INTERNE

Combinazione 1 (CONDIZIONE STATICA A2-M2-R2)

SFORZI NEI RINFORZI (Analisi interna) :

z [m]	T [kN/m]	FS-rupt [-]	FS-pull [-]
6,50	--	--	--
6,00	1,16	15,77	> 30
5,50	2,85	6,44	>30
5,00	3,55	6,90	>30
4,50	--	--	--
4,00	1,64	14,97	>30
3,50	6,34	3,86	>30
3,00	9,90	2,47	9,77
2,50	14,93	2,46	7,56
2,00	7,09	5,18	18,20
1,50	12,69	2,90	11,44
1,00	15,10	2,43	10,68
0,50	16,13	2,28	11,00
0,00	23,24	1,58	8,33

SFORZI NEI RINFORZI (Analisi composta) :

z [m]	T [kN/m]	FS-rupt [-]	FS-pull [-]
6,50	--	--	--
6,00	--	--	--
5,50	--	--	--
5,00	--	--	--
4,50	--	--	--
4,00	3,20	7,65	>30
3,50	7,90	3,10	>30
3,00	11,68	2,10	>30
2,50	12,29	2,99	9,19
2,00	10,03	3,66	12,87
1,50	11,03	3,33	13,17
1,00	14,14	2,60	11,41
0,50	8,95	4,10	19,82
0,00	31,41	1,17	6,16

FATTORI DI SICUREZZA VERIFICHE GLOBALI

Combinazione 1 (CONDIZIONE STATICA A2-M2-R2)

FS Ribaltamento:	13,32 [-]
FS Scorrimento:	5,00 [-]
FS Carico limite:	1,28 [-]
FS Scorrimento diretto:	2,54 [-]

DATI GENERALI

Data:

Progettista

Titolo:

Nome:

Cognome:

Opera

Comune:

Provincia:

Descrizione:

Ambito normativo: NTC 2018

DATI SPINTA SISMICA

Coefficiente di intensità sismico Kh: 0,01

Coefficiente di intensità sismico Kv: 0,01

Punto di applicazione y/h: 0,67

Proprietà di interazione tra opera e terreno

Adesione in fondazione: 5,00 [kN/m²]

Attrito in fondazione: 0,50 [-]

Angolo di attrito terra muro: 28,00 [°]

Fattori di sicurezza richiesti

Stabilità interna

Fattore di sicurezza a rottura del rinforzo: 1,00 [-]

Fattore di sicurezza a pullout del rinforzo: 1,00 [-]

Fattore di sicurezza a scivolamento diretto: 1,00 [-]

Stabilità globale

Fattore di sicurezza a ribaltamento dell'opera: 1 [-]

Fattore di sicurezza a scorrimento dell'opera: 1 [-]

Fattore di sicurezza a carico limite dell'opera: 1 [-]

COMBINAZIONI DI CARICO

NUMERO DI COMBINAZIONI PRESENTI NEL MODELLO 1

COMBINAZIONE 1 (CONDIZIONE SISMICA A2-M2-R2)

Fat. parziali caratteristiche terreno

Angolo di attrito: 1,25

Peso terreno: 1,00

Resistenza ammissibile del geosintetico: 1,25

Resistenza ammissibile: 1,00

Azione statica 1,00

Azione dinamica 1,00

Azione idrostatica	1,00
Peso proprio	1,00
Sottospinta	1,00

Condizione	Fattore di combinazione
------------	-------------------------

Falda

NUMERO DI VERTICI: 2

x [m]	y [m]	
0,00	0,00	
0,00		0,00

Opzioni analisi

Opzioni per l'analisi di stabilità

Stabilità interna

x iniziale:	0,00 [m]
y iniziale:	0,00 [m]
x finale:	10,81 [m]
y finale:	7,50 [m]
limite sul minimo:	0,00 [m]
limite sul massimo:	0,00 [m]
passo di ricerca:	0,30 [m]

Stabilità composta

x iniziale:	0,00 [m]
y iniziale:	0,00 [m]
x finale:	28,81 [m]
y finale:	14,80 [m]
limite sul minimo:	10,81 [m]
limite sul massimo:	0,00 [m]
passo di ricerca:	0,30 [m]

FATTORI DI SICUREZZA VERIFICHE INTERNE

Combinazione 1 (CONDIZIONE SISMICA A2-M2-R2)

SFORZI NEI RINFORZI (Analisi interna) :

z [m]	T [kN/m]	FS-rupt [-]	FS-pull [-]
6,50	--	--	--
6,00	0,96	19,22	>30
5,50	2,88	6,38	>30
5,00	3,35	7,32	>30
4,50	--	--	--
4,00	1,12	21,88	>30
3,50	4,65	5,27	>30
3,00	9,22	2,66	10,50
2,50	14,15	2,60	7,98
2,00	5,66	6,49	22,81
1,50	12,57	2,92	11,55
1,00	13,20	2,78	12,22
0,50	16,00	2,30	11,09
0,00	19,71	1,86	9,82

SFORZI NEI RINFORZI (Analisi composta) :

z [m]	T [kN/m]	FS-rupt [-]	FS-pull [-]
6,50	--	--	--
6,00	--	--	--
5,50	--	--	--
5,00	--	--	--
4,50	--	--	--
4,00	0,89	27,43	>30
3,50	7,03	3,49	>30
3,00	10,71	2,29	>30
2,50	11,72	3,13	9,63
2,00	8,98	4,09	14,37
1,50	9,03	4,07	16,07
1,00	13,29	2,76	12,14
0,50	7,20	5,10	24,63
0,00	29,93	1,23	6,47

FATTORI DI SICUREZZA VERIFICHE GLOBALI

Combinazione 1 (CONDIZIONE SISMICA A2-M2-R2)

FS Ribaltamento:	13,27 [-]
FS Scorrimento:	4,99 [-]
FS Carico limite:	1,28 [-]
FS Scorrimento diretto:	2,54 [-]

Dati generali

Descrizione	Figino - Palificata viva
Data	12/10/2015
Condizioni ambientali	Ordinarie
Normativa GEO	NTC 2008
Normativa STR	NTC 2008
Spinta	Mononobe e Okabe [M.O. 1929]

Dati generali muro

Altezza muro	180,0 cm
Spessore testa muro	180,0 cm
Risega muro lato valle	0,0 cm
Risega muro lato monte	0,0 cm
Sporgenza mensola a valle	1,0 cm
Sporgenza mensola a monte	1,0 cm
Svaso mensola a valle	0,0 cm
Svaso mensola a valle	0,0 cm
Altezza estremità mensola a valle	20,0 cm
Altezza estremità mensola a monte	20,0 cm
Peso unità di volume rilevato	17,0 KN/m ³
Altezza rilevato	70,0 cm

Stratigrafia

DH	Spessore strato
Eps	Inclinazione dello strato.
Gamma	Peso unità di volume
Fi	Angolo di resistenza a taglio
c	Coesione
Delta	Angolo di attrito terra muro
P.F.	Presenza di falda (Si/No)

Ns	DH (cm)	Eps (°)	Gamma (KN/m ³)	Fi (°)	c (kPa)	Delta (°)	P.F.	Litologia	Descrizione
1	100	17	17,00	26	0,00	26	No		Frana
2	484	0	19,00	26	10,00	26	No		Substrato

A1+M1+R1 [STR]**CALCOLO SPINTE****Discretizzazione terreno**

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
184,0	148,0	17,0	17,0	26,0	26,0	0,0	0,0	
148,0	112,0	17,0	17,0	26,0	26,0	0,0	0,0	
112,0	84,0	17,0	17,0	26,0	26,0	0,0	0,0	
84,0	76,0	19,0	0,0	26,0	26,0	10,0	0,0	
76,0	40,0	19,0	0,0	26,0	26,0	10,0	0,0	
40,0	20,0	19,0	0,0	26,0	26,0	10,0	0,0	
20,0	4,0	19,0	0,0	26,0	26,0	10,0	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
26,0	0,47	0,0	0,0	0,42	0,21	0,0	0,0
26,0	0,47	0,0	0,0	0,42	0,21	0,0	0,0
26,0	0,47	0,0	0,0	0,42	0,21	0,0	0,0
26,0	0,34	0,0	0,0	0,31	0,15	0,0	0,0
26,0	0,34	0,0	0,0	0,31	0,15	0,0	0,0
26,0	0,34	0,0	0,0	0,31	0,15	0,0	0,0
26,0	0,34	0,0	0,0	0,31	0,15	0,0	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	184,0	148,0	2,29	1,12	164,77	164,77
2	148,0	112,0	3,23	1,57	129,13	129,13
3	112,0	84,0	3,16	1,54	97,58	97,58
4	84,0	76,0	0,05	0,02	79,48	79,48
5	76,0	40,0	0,68	0,33	54,66	54,66
6	40,0	20,0	0,71	0,34	29,45	29,45
7	20,0	4,0	0,73	0,36	11,73	11,73

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

Py Peso del muro (kN);
Px Forza inerziale (kN);
Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
148,0	0,0	15,16	91,0	166,0
112,0	0,0	30,32	91,0	148,0
84,0	0,0	42,11	91,0	134,0
76,0	0,0	45,48	91,0	130,0
40,0	0,0	60,64	91,0	112,0
20,0	0,0	69,06	91,0	102,0
4,0	0,0	72,43	92,4	97,9

Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
148,0	2,29	16,28	-0,62	180,0
112,0	5,51	33,01	-0,66	180,0
84,0	8,67	46,34	-0,07	180,0
76,0	8,72	49,73	0,6	180,0
40,0	9,4	65,22	3,54	180,0
20,0	10,1	73,99	5,18	180,0
4,0	10,84	77,71	5,15	181,0

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (182,0/-15,9)

Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (182,0/184,3)

Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
Qf Quota finale strato
Gamma Peso unità di volume (KN/m³);
Eps Inclinazione dello strato. (°);
Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta Angolo attrito terra muro;
c Coesione (kPa);
β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
184,3	184,0	17,0	17,0	26,0	26,0	0,0	0,0	
184,0	148,0	17,0	17,0	26,0	26,0	0,0	0,0	
148,0	112,0	17,0	17,0	26,0	26,0	0,0	0,0	
112,0	84,0	17,0	17,0	26,0	26,0	0,0	0,0	
84,0	76,0	19,0	0,0	26,0	26,0	10,0	0,0	
76,0	40,0	19,0	0,0	26,0	26,0	10,0	0,0	
40,0	4,0	19,0	0,0	26,0	26,0	10,0	0,0	
4,0	0,0	19,0	0,0	26,0	26,0	10,0	0,0	
0,0	-15,92	19,0	0,0	26,0	26,0	10,0	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
K_a	Coefficiente di spinta attiva.
K_d	Coefficiente di spinta dinamica.
D_k	Coefficiente di incremento dinamico.
K_{ax}, K_{ay}	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
D_{kx}, D_{ky}	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	K_a	K_d	D_k	K_{ax}	K_{ay}	D_{kx}	D_{ky}
26,0	0,47	0,0	0,0	0,42	0,21	0,0	0,0
26,0	0,47	0,0	0,0	0,42	0,21	0,0	0,0
26,0	0,47	0,0	0,0	0,42	0,21	0,0	0,0
26,0	0,47	0,0	0,0	0,42	0,21	0,0	0,0
26,0	0,34	0,0	0,0	0,31	0,15	0,0	0,0
26,0	0,34	0,0	0,0	0,31	0,15	0,0	0,0
26,0	0,34	0,0	0,0	0,31	0,15	0,0	0,0
26,0	0,34	0,0	0,0	0,31	0,15	0,0	0,0
26,0	0,34	0,0	0,0	0,31	0,15	0,0	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Q_i	Quota inizio strato.
Q_f	Quota inizio strato.
R_{px}, R_{py}	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
$Z(R_{px})$	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
$Z(R_{py})$	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Q_i	Q_f	R_{px}	R_{py}	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
1	184,3	184,0	0,02	0,01	184,15	184,15
2	184,0	148,0	2,3	1,12	164,78	164,78
3	148,0	112,0	3,23	1,58	129,13	129,13
4	112,0	84,0	3,16	1,54	97,58	97,58
5	84,0	76,0	0,05	0,02	79,5	79,5
6	76,0	40,0	0,69	0,34	54,69	54,69
7	40,0	4,0	1,45	0,71	20,43	20,43
8	4,0	0,0	0,21	0,1	1,98	1,98
9	0,0	-15,92	0,92	0,45	-8,18	-8,18

Spinte risultanti e punto di applicazione

Q_i	Quota inizio strato.
Q_f	Quota inizio strato.
R_{px}, R_{py}	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
$Z(R_{px})$	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
$Z(R_{py})$	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Q_i	Q_f	R_{px}	R_{py}	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
1	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Sollecitazioni total i

F_x	Forza in direzione x (kN);
F_y	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);

	F_x	F_y	M
Spinta terreno	12,02	5,86	1,05
Peso muro	0,0	72,43	-66,92

Peso fondazione	0,0	8,49	-7,71
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Spinta rilevato	0,0	0,12	-0,22
Terr. fondazione	0,0	0,42	-0,76
	12,02	87,32	-74,56

Momento stabilizzante -86,35 kNm

Momento ribaltante 11,79 kNm

Verifica sezione attacco fondazione

Larghezza sezione	181,00 cm
Eccentricità	6,63 cm
Tensione di compressione	0,05 daN/cm ²
Tensione di trazione	0,03 N/mm ²

A2+M2+R2 [GEO]**CALCOLO SPINTE****Discretizzazione terreno**

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
184,0	148,0	17,0	17,0	21,32	26,0	0,0	0,0	
148,0	112,0	17,0	17,0	21,32	26,0	0,0	0,0	
112,0	84,0	17,0	17,0	21,32	26,0	0,0	0,0	
84,0	76,0	19,0	0,0	21,32	26,0	8,0	0,0	
76,0	40,0	19,0	0,0	21,32	26,0	8,0	0,0	
40,0	20,0	19,0	0,0	21,32	26,0	8,0	0,0	
20,0	4,0	19,0	0,0	21,32	26,0	8,0	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
26,0	0,61	0,0	0,0	0,55	0,27	0,0	0,0
26,0	0,61	0,0	0,0	0,55	0,27	0,0	0,0
26,0	0,61	0,0	0,0	0,55	0,27	0,0	0,0
26,0	0,4	0,0	0,0	0,36	0,18	0,0	0,0
26,0	0,4	0,0	0,0	0,36	0,18	0,0	0,0
26,0	0,4	0,0	0,0	0,36	0,18	0,0	0,0
26,0	0,4	0,0	0,0	0,36	0,18	0,0	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	184,0	148,0	2,97	1,45	164,77	164,77
2	148,0	112,0	4,19	2,04	129,13	129,13
3	112,0	84,0	4,1	2,0	97,58	97,58
4	84,0	76,0	0,39	0,19	79,92	79,92
5	76,0	40,0	2,29	1,12	56,83	56,83
6	40,0	20,0	1,66	0,81	29,72	29,72
7	20,0	4,0	1,53	0,74	11,85	11,85

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

Py Peso del muro (kN);
 Px Forza inerziale (kN);
 Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
148,0	0,0	11,66	91,0	166,0
112,0	0,0	23,32	91,0	148,0
84,0	0,0	32,39	91,0	134,0
76,0	0,0	34,98	91,0	130,0
40,0	0,0	46,64	91,0	112,0
20,0	0,0	53,12	91,0	102,0
4,0	0,0	55,71	92,4	97,9

Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
148,0	2,97	13,11	-0,81	180,0
112,0	7,16	26,82	-0,86	180,0
84,0	11,26	37,89	-0,09	180,0
76,0	11,65	40,67	0,65	180,0
40,0	13,94	53,44	4,23	180,0
20,0	15,6	60,73	6,45	180,0
4,0	17,13	64,07	7,33	181,0

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (182,0/-15,9)

Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (182,0/184,3)

Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato
 Gamma Peso unità di volume (KN/m³);
 Eps Inclinazione dello strato. (°);
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
 Delta Angolo attrito terra muro;
 c Coesione (kPa);
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
184,3	184,0	17,0	17,0	21,32	21,32	0,0	0,0	
184,0	148,0	17,0	17,0	21,32	21,32	0,0	0,0	
148,0	112,0	17,0	17,0	21,32	21,32	0,0	0,0	
112,0	84,0	17,0	17,0	21,32	21,32	0,0	0,0	
84,0	76,0	19,0	0,0	21,32	21,32	8,0	0,0	
76,0	40,0	19,0	0,0	21,32	21,32	8,0	0,0	
40,0	4,0	19,0	0,0	21,32	21,32	8,0	0,0	
4,0	0,0	19,0	0,0	21,32	26,0	8,0	0,0	
0,0	-15,92	19,0	0,0	21,32	26,0	8,0	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
K_a	Coefficiente di spinta attiva.
K_d	Coefficiente di spinta dinamica.
D_k	Coefficiente di incremento dinamico.
K_{ax}, K_{ay}	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
D_{kx}, D_{ky}	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	K_a	K_d	D_k	K_{ax}	K_{ay}	D_{kx}	D_{ky}
21,32	0,61	0,0	0,0	0,57	0,22	0,0	0,0
21,32	0,61	0,0	0,0	0,57	0,22	0,0	0,0
21,32	0,61	0,0	0,0	0,57	0,22	0,0	0,0
21,32	0,61	0,0	0,0	0,57	0,22	0,0	0,0
21,32	0,41	0,0	0,0	0,38	0,15	0,0	0,0
21,32	0,41	0,0	0,0	0,38	0,15	0,0	0,0
21,32	0,41	0,0	0,0	0,38	0,15	0,0	0,0
26,0	0,4	0,0	0,0	0,36	0,18	0,0	0,0
26,0	0,4	0,0	0,0	0,36	0,18	0,0	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Q_i	Quota inizio strato.
Q_f	Quota inizio strato.
R_{px}, R_{py}	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
$Z(R_{px})$	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
$Z(R_{py})$	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Q_i	Q_f	R_{px}	R_{py}	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
1	184,3	184,0	0,02	0,01	184,15	184,15
2	184,0	148,0	3,05	1,19	164,78	164,78
3	148,0	112,0	4,3	1,68	129,13	129,13
4	112,0	84,0	4,2	1,64	97,58	97,58
5	84,0	76,0	0,39	0,15	79,92	79,92
6	76,0	40,0	2,34	0,91	56,81	56,81
7	40,0	4,0	3,28	1,28	21,15	21,15
8	4,0	0,0	0,43	0,15	1,99	1,99
9	0,0	-15,92	1,81	0,65	-8,09	-8,14

Spinte risultanti e punto di applicazione

Q_i	Quota inizio strato.
Q_f	Quota inizio strato.
R_{px}, R_{py}	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
$Z(R_{px})$	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
$Z(R_{py})$	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Q_i	Q_f	R_{px}	R_{py}	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
1	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Sollecitazioni total i

F_x	Forza in direzione x (kN);
F_y	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);

	F_x	F_y	M
Spinta terreno	19,84	7,66	2,99
Peso muro	0,0	55,71	-51,48

Peso fondazione	0,0	6,53	-5,93
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Spinta rilevato	0,0	0,12	-0,22
Terr. fondazione	0,0	0,32	-0,58
	19,84	70,35	-55,22

Momento stabilizzante	-72,3 kNm
Momento ribaltante	17,07 kNm

Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	19,84 kN
Sommatoria forze verticali	70,35 kN
Coefficiente di attrito	0,39
Adesione	5,6 kPa
Angolo piano di scorrimento	-5,0 °
Forze normali al piano di scorrimento	71,81 kN
Forze parall. al piano di scorrimento	13,63 kN
Resistenza terreno	38,21 kN
Coeff. sicurezza traslazione Csd	2,8

Traslazione verificata Csd>1

Carico limite - Metodo di Vesic (1973)

Somma forze in direzione x (Fx)	19,84 kN
Somma forze in direzione y (Fy)	70,35 kN
Somma momenti	-55,22 kNm
Larghezza fondazione	182,0 cm
Lunghezza	100,0 cm
Inclinazione piano di posa	-5,0 °
Eccentricità su B	12,5 cm
Peso unità di volume	19,0 kN/m ³
Angolo di resistenza al taglio	21,32 °
Coesione	8,0 kPa
Terreno sulla fondazione	20,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	19,0 kN/m ³
Nq	7,3
Nc	16,14
Ng	6,48
Fattori di forma	
sq	1,25
sc	1,0
sg	0,75
Inclinazione carichi	
iq	0,74
ic	0,7
ig	0,6
Inclinazione valle	
gq	0,29
gc	0,0
gg	0,29
Carico limite verticale (Qlim)	148,7 kN
Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)	2,11

Carico limite verificato Csq>1

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	78,5 cm
Larghezza della fondazione	182,0 cm

x = 0,0 cm	54,57 kPa
x = 182,0 cm	22,73 kPa

Verifica sezione attacco fondazione

Larghezza sezione	181,00 cm
Eccentricità	11,44 cm
Tensione di compressione	0,05 daN/cm ²
Tensione di trazione	0,02 N/mm ²

EQU+M2 [EQU]

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
184,0	148,0	17,0	17,0	21,32	26,0	0,0	0,0	
148,0	112,0	17,0	17,0	21,32	26,0	0,0	0,0	
112,0	84,0	17,0	17,0	21,32	26,0	0,0	0,0	
84,0	76,0	19,0	0,0	21,32	26,0	8,0	0,0	
76,0	40,0	19,0	0,0	21,32	26,0	8,0	0,0	
40,0	20,0	19,0	0,0	21,32	26,0	8,0	0,0	
20,0	4,0	19,0	0,0	21,32	26,0	8,0	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
26,0	0,61	0,0	0,0	0,55	0,27	0,0	0,0
26,0	0,61	0,0	0,0	0,55	0,27	0,0	0,0
26,0	0,61	0,0	0,0	0,55	0,27	0,0	0,0
26,0	0,4	0,0	0,0	0,36	0,18	0,0	0,0
26,0	0,4	0,0	0,0	0,36	0,18	0,0	0,0
26,0	0,4	0,0	0,0	0,36	0,18	0,0	0,0
26,0	0,4	0,0	0,0	0,36	0,18	0,0	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	184,0	148,0	3,27	1,6	164,77	164,77
2	148,0	112,0	4,61	2,25	129,13	129,13
3	112,0	84,0	4,51	2,2	97,58	97,58
4	84,0	76,0	0,43	0,19	79,92	79,92
5	76,0	40,0	2,52	1,12	56,83	56,83
6	40,0	20,0	1,83	0,81	29,72	29,72
7	20,0	4,0	1,68	0,74	11,85	11,85

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

Py Peso del muro (kN);
 Px Forza inerziale (kN);
 Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
148,0	0,0	10,49	91,0	166,0
112,0	0,0	20,99	91,0	148,0
84,0	0,0	29,15	91,0	134,0
76,0	0,0	31,48	91,0	130,0
40,0	0,0	41,98	91,0	112,0
20,0	0,0	47,81	91,0	102,0
4,0	0,0	50,14	92,4	97,9

Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
148,0	3,27	12,09	-0,89	180,0
112,0	7,88	24,83	-0,94	180,0
84,0	12,39	35,2	-0,1	180,0
76,0	12,82	37,72	0,73	180,0
40,0	15,34	49,33	4,77	180,0
20,0	17,16	55,97	7,28	180,0
4,0	18,84	59,05	8,53	181,0

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (182,0/-15,9)

Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (182,0/184,3)

Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato
 Gamma Peso unità di volume (KN/m³);
 Eps Inclinazione dello strato. (°);
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
 Delta Angolo attrito terra muro;
 c Coesione (kPa);
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
184,3	184,0	17,0	17,0	21,32	21,32	0,0	0,0	
184,0	148,0	17,0	17,0	21,32	21,32	0,0	0,0	
148,0	112,0	17,0	17,0	21,32	21,32	0,0	0,0	
112,0	84,0	17,0	17,0	21,32	21,32	0,0	0,0	
84,0	76,0	19,0	0,0	21,32	21,32	8,0	0,0	
76,0	40,0	19,0	0,0	21,32	21,32	8,0	0,0	
40,0	4,0	19,0	0,0	21,32	21,32	8,0	0,0	
4,0	0,0	19,0	0,0	21,32	26,0	8,0	0,0	
0,0	-15,92	19,0	0,0	21,32	26,0	8,0	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
K_a	Coefficiente di spinta attiva.
K_d	Coefficiente di spinta dinamica.
D_k	Coefficiente di incremento dinamico.
K_{ax}, K_{ay}	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
D_{kx}, D_{ky}	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	K_a	K_d	D_k	K_{ax}	K_{ay}	D_{kx}	D_{ky}
21,32	0,61	0,0	0,0	0,57	0,22	0,0	0,0
21,32	0,61	0,0	0,0	0,57	0,22	0,0	0,0
21,32	0,61	0,0	0,0	0,57	0,22	0,0	0,0
21,32	0,61	0,0	0,0	0,57	0,22	0,0	0,0
21,32	0,41	0,0	0,0	0,38	0,15	0,0	0,0
21,32	0,41	0,0	0,0	0,38	0,15	0,0	0,0
21,32	0,41	0,0	0,0	0,38	0,15	0,0	0,0
26,0	0,4	0,0	0,0	0,36	0,18	0,0	0,0
26,0	0,4	0,0	0,0	0,36	0,18	0,0	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Q_i	Quota inizio strato.
Q_f	Quota inizio strato.
R_{px}, R_{py}	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
$Z(R_{px})$	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
$Z(R_{py})$	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Q_i	Q_f	R_{px}	R_{py}	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
1	184,3	184,0	0,02	0,01	184,15	184,15
2	184,0	148,0	3,36	1,31	164,78	164,78
3	148,0	112,0	4,73	1,85	129,13	129,13
4	112,0	84,0	4,63	1,8	97,58	97,58
5	84,0	76,0	0,43	0,15	79,92	79,92
6	76,0	40,0	2,58	0,91	56,81	56,81
7	40,0	4,0	3,6	1,28	21,15	21,15
8	4,0	0,0	0,47	0,15	1,99	1,99
9	0,0	-15,92	2,0	0,65	-8,09	-8,14

Spinte risultanti e punto di applicazione

Q_i	Quota inizio strato.
Q_f	Quota inizio strato.
R_{px}, R_{py}	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
$Z(R_{px})$	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
$Z(R_{py})$	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Q_i	Q_f	R_{px}	R_{py}	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
1	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Sollecitazioni total i

F_x	Forza in direzione x (kN);
F_y	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);

	F_x	F_y	M
Spinta terreno	21,82	8,11	3,86
Peso muro	0,0	50,14	-46,33

Peso fondazione	0,0	5,88	-5,34
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Spinta rilevato	0,0	0,12	-0,22
Terr. fondazione	0,0	0,32	-0,58
	21,82	64,57	-48,61

Momento stabilizzante	-67,39 kNm
Momento ribaltante	18,78 kNm

Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	-67,39 kNm
Momento ribaltante	18,78 kNm
Coeff. sicurezza ribaltamento C_{sv}	3,59

Muro verificato a ribaltamento $C_{sv} > 1$

Indice

1.Dati generali	1
2.Stratigrafia	1
3.A1+M1+R1 [STR]	1
3.1.1-(Peso, Baricentro, Inerzia)	2
3.2.1-Sollecitazioni totali	4
4.A2+M2+R2 [GEO+STR]	5
4.1.2-(Peso, Baricentro, Inerzia)	6
4.2.2-Sollecitazioni totali	7
4.3.2-Verifica alla traslazione	8
4.4.2-Verifica al ribaltamento	8
4.5.2-Carico limite	8
4.6.2-Tensioni sul terreno	9
5.EQU+M2 [GEO+STR]	9
5.1.3-(Peso, Baricentro, Inerzia)	10
5.2.3-Sollecitazioni totali	12
5.3.3-Verifica alla traslazione	12
5.4.3-Verifica al ribaltamento	12
5.5.3-Carico limite	12
5.6.3-Tensioni sul terreno	13
Indice	14

Dati generali

Descrizione	Figino - Palificata viva
Data	12/10/2015
Condizioni ambientali	Ordinarie
Normativa GEO	NTC 2008
Normativa STR	NTC 2008
Spinta	Mononobe e Okabe [M.O. 1929]

Dati generali muro

Altezza muro	180,0 cm
Spessore testa muro	180,0 cm
Risega muro lato valle	0,0 cm
Risega muro lato monte	0,0 cm
Sporgenza mensola a valle	1,0 cm
Sporgenza mensola a monte	1,0 cm
Svaso mensola a valle	0,0 cm
Svaso mensola a valle	0,0 cm
Altezza estremità mensola a valle	20,0 cm
Altezza estremità mensola a monte	20,0 cm
Peso unità di volume rilevato	17,0 KN/m ³
Altezza rilevato	70,0 cm

Stratigrafia

DH	Spessore strato
Eps	Inclinazione dello strato.
Gamma	Peso unità di volume
Fi	Angolo di resistenza a taglio
c	Coesione
Delta	Angolo di attrito terra muro
P.F.	Presenza di falda (Si/No)

Ns	DH (cm)	Eps (°)	Gamma (KN/m ³)	Fi (°)	c (kPa)	Delta (°)	P.F.	Litologia	Descrizione
1	100	17	17,00	26	0,00	26	No		Frana
2	484	0	19,00	26	10,00	26	No		Substrato

A1+M1+R1 [STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh	0,014
Coefficiente sismico verticale Kv	0,007

CALCOLO SPINTE**Discretizzazione terreno**

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
184,0	148,0	17,0	17,0	26,0	26,0	0,0	0,0	
148,0	112,0	17,0	17,0	26,0	26,0	0,0	0,0	
112,0	84,0	17,0	17,0	26,0	26,0	0,0	0,0	
84,0	76,0	19,0	0,0	26,0	26,0	10,0	0,0	
76,0	40,0	19,0	0,0	26,0	26,0	10,0	0,0	
40,0	20,0	19,0	0,0	26,0	26,0	10,0	0,0	
20,0	4,0	19,0	0,0	26,0	26,0	10,0	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
26,0	0,47	0,49	0,02	0,42	0,21	0,02	0,01
26,0	0,47	0,49	0,02	0,42	0,21	0,02	0,01
26,0	0,47	0,49	0,02	0,42	0,21	0,02	0,01
26,0	0,34	0,35	0,01	0,31	0,15	0,01	0,01
26,0	0,34	0,35	0,01	0,31	0,15	0,01	0,01
26,0	0,34	0,35	0,01	0,31	0,15	0,01	0,01
26,0	0,34	0,35	0,01	0,31	0,15	0,01	0,01

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	184,0	148,0	2,56	1,25	164,96	164,96
2	148,0	112,0	3,44	1,68	129,23	129,23
3	112,0	84,0	3,29	1,61	97,62	97,62
4	84,0	76,0	0,07	0,04	79,67	79,67

5	76,0	40,0	0,77	0,38	55,16	55,16
6	40,0	20,0	0,74	0,36	29,49	29,49
7	20,0	4,0	0,76	0,37	11,75	11,75

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

Py Peso del muro (kN);
Px Forza inerziale (kN);
Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
148,0	0,21	15,16	91,0	166,0
112,0	0,42	30,32	91,0	148,0
84,0	0,59	42,11	91,0	134,0
76,0	0,64	45,48	91,0	130,0
40,0	0,85	60,64	91,0	112,0
20,0	0,97	69,06	91,0	102,0
4,0	1,01	72,43	92,4	97,9

Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
148,0	2,77	16,41	-0,65	180,0
112,0	6,43	33,25	-0,53	180,0
84,0	9,88	46,64	0,29	180,0
76,0	10,0	50,05	1,06	180,0
40,0	10,99	65,58	4,47	180,0
20,0	11,85	74,37	6,43	180,0
4,0	12,65	78,1	6,68	181,0

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (182,0/-15,9)

Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (182,0/184,3)

Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
Qf Quota finale strato
Gamma Peso unità di volume (KN/m³);
Eps Inclinazione dello strato. (°);
Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta Angolo attrito terra muro;
c Coesione (kPa);
β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
184,3	184,0	17,0	17,0	26,0	26,0	0,0	0,0	
184,0	148,0	17,0	17,0	26,0	26,0	0,0	0,0	
148,0	112,0	17,0	17,0	26,0	26,0	0,0	0,0	

112,0	84,0	17,0	17,0	26,0	26,0	0,0	0,0
84,0	76,0	19,0	0,0	26,0	26,0	10,0	0,0
76,0	40,0	19,0	0,0	26,0	26,0	10,0	0,0
40,0	4,0	19,0	0,0	26,0	26,0	10,0	0,0
4,0	0,0	19,0	0,0	26,0	26,0	10,0	0,0
0,0	-15,92	19,0	0,0	26,0	26,0	10,0	0,0

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
26,0	0,47	0,49	0,02	0,42	0,21	0,02	0,01
26,0	0,47	0,49	0,02	0,42	0,21	0,02	0,01
26,0	0,47	0,49	0,02	0,42	0,21	0,02	0,01
26,0	0,47	0,49	0,02	0,42	0,21	0,02	0,01
26,0	0,34	0,35	0,01	0,31	0,15	0,01	0,01
26,0	0,34	0,35	0,01	0,31	0,15	0,01	0,01
26,0	0,34	0,35	0,01	0,31	0,15	0,01	0,01
26,0	0,34	0,35	0,01	0,31	0,15	0,01	0,01
26,0	0,34	0,35	0,01	0,31	0,15	0,01	0,01

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	184,3	184,0	0,02	0,01	184,15	184,15
2	184,0	148,0	2,58	1,26	164,97	164,97
3	148,0	112,0	3,47	1,69	129,23	129,23
4	112,0	84,0	3,31	1,61	97,62	97,62
5	84,0	76,0	0,08	0,04	79,69	79,69
6	76,0	40,0	0,79	0,39	55,24	55,24
7	40,0	4,0	1,52	0,74	20,56	20,56
8	4,0	0,0	0,21	0,1	1,99	1,99
9	0,0	-15,92	0,94	0,46	-8,16	-8,16

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Sollecitazioni total i

Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	12,93	6,31	1,27
Peso muro	1,01	72,43	-65,93
Peso fondazione	0,12	8,49	-7,71
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Spinta rilevato	0,0	0,12	-0,21
Terr. fondazione	0,0	0,42	-0,76
	14,07	87,76	-73,34

Momento stabilizzante -87,16 kNm

Momento ribaltante 13,83 kNm

Verifica sezione attacco fondazione

Larghezza sezione	181,00 cm
Eccentricità	8,55 cm
Tensione di compressione	0,06 daN/cm ²
Tensione di trazione	0,03 N/mm ²

A2+M2+R2 [GEO]

Coefficiente sismico orizzontale Kh	0,014
Coefficiente sismico verticale Kv	0,007

CALCOLO SPINTE**Discretizzazione terreno**

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
184,0	148,0	17,0	17,0	21,32	26,0	0,0	0,0	
148,0	112,0	17,0	17,0	21,32	26,0	0,0	0,0	
112,0	84,0	17,0	17,0	21,32	26,0	0,0	0,0	
84,0	76,0	19,0	0,0	21,32	26,0	8,0	0,0	
76,0	40,0	19,0	0,0	21,32	26,0	8,0	0,0	
40,0	20,0	19,0	0,0	21,32	26,0	8,0	0,0	
20,0	4,0	19,0	0,0	21,32	26,0	8,0	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
26,0	0,61	0,65	0,04	0,55	0,27	0,04	0,02
26,0	0,61	0,65	0,04	0,55	0,27	0,04	0,02
26,0	0,61	0,65	0,04	0,55	0,27	0,04	0,02
26,0	0,4	0,42	0,01	0,36	0,18	0,01	0,01
26,0	0,4	0,42	0,01	0,36	0,18	0,01	0,01
26,0	0,4	0,42	0,01	0,36	0,18	0,01	0,01
26,0	0,4	0,42	0,01	0,36	0,18	0,01	0,01

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	184,0	148,0	3,38	1,65	164,99	164,99
2	148,0	112,0	4,52	2,2	129,25	129,25
3	112,0	84,0	4,3	2,1	97,63	97,63
4	84,0	76,0	0,42	0,2	79,93	79,93

5	76,0	40,0	2,4	1,17	56,92	56,92
6	40,0	20,0	1,7	0,83	29,74	29,74
7	20,0	4,0	1,55	0,76	11,85	11,85

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

Py Peso del muro (kN);
Px Forza inerziale (kN);
Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
148,0	0,16	11,66	91,0	166,0
112,0	0,33	23,32	91,0	148,0
84,0	0,45	32,39	91,0	134,0
76,0	0,49	34,98	91,0	130,0
40,0	0,65	46,64	91,0	112,0
20,0	0,74	53,12	91,0	102,0
4,0	0,78	55,71	92,4	97,9

Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
148,0	3,55	13,31	-0,88	180,0
112,0	8,23	27,18	-0,78	180,0
84,0	12,66	38,34	0,24	180,0
76,0	13,11	41,14	1,09	180,0
40,0	15,67	53,97	5,19	180,0
20,0	17,46	61,28	7,75	180,0
4,0	19,05	64,63	8,93	181,0

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (182,0/-15,9)

Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (182,0/184,3)

Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
Qf Quota finale strato
Gamma Peso unità di volume (KN/m³);
Eps Inclinazione dello strato. (°);
Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta Angolo attrito terra muro;
c Coesione (kPa);
β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
184,3	184,0	17,0	17,0	21,32	21,32	0,0	0,0	
184,0	148,0	17,0	17,0	21,32	21,32	0,0	0,0	
148,0	112,0	17,0	17,0	21,32	21,32	0,0	0,0	

112,0	84,0	17,0	17,0	21,32	21,32	0,0	0,0
84,0	76,0	19,0	0,0	21,32	21,32	8,0	0,0
76,0	40,0	19,0	0,0	21,32	21,32	8,0	0,0
40,0	4,0	19,0	0,0	21,32	21,32	8,0	0,0
4,0	0,0	19,0	0,0	21,32	26,0	8,0	0,0
0,0	-15,92	19,0	0,0	21,32	26,0	8,0	0,0

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
K_a	Coefficiente di spinta attiva.
K_d	Coefficiente di spinta dinamica.
D_k	Coefficiente di incremento dinamico.
K_{ax}, K_{ay}	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
D_{kx}, D_{ky}	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	K_a	K_d	D_k	K_{ax}	K_{ay}	D_{kx}	D_{ky}
21,32	0,61	0,64	0,04	0,57	0,22	0,04	0,01
21,32	0,61	0,64	0,04	0,57	0,22	0,04	0,01
21,32	0,61	0,64	0,04	0,57	0,22	0,04	0,01
21,32	0,61	0,64	0,04	0,57	0,22	0,04	0,01
21,32	0,41	0,42	0,01	0,38	0,15	0,01	0,01
21,32	0,41	0,42	0,01	0,38	0,15	0,01	0,01
21,32	0,41	0,42	0,01	0,38	0,15	0,01	0,01
26,0	0,4	0,42	0,01	0,36	0,18	0,01	0,01
26,0	0,4	0,42	0,01	0,36	0,18	0,01	0,01

Spinte risultanti e punto di applicazione

Q_i	Quota inizio strato.
Q_f	Quota inizio strato.
R_{px}, R_{py}	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
$Z(R_{px})$	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
$Z(R_{py})$	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Q_i	Q_f	R_{px}	R_{py}	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
1	184,3	184,0	0,02	0,01	184,15	184,15
2	184,0	148,0	3,47	1,36	164,99	164,99
3	148,0	112,0	4,64	1,81	129,25	129,25
4	112,0	84,0	4,42	1,72	97,63	97,63
5	84,0	76,0	0,43	0,17	79,93	79,93
6	76,0	40,0	2,47	0,96	56,91	56,91
7	40,0	4,0	3,37	1,32	21,2	21,2
8	4,0	0,0	0,44	0,15	1,99	1,99
9	0,0	-15,92	1,84	0,66	-8,08	-8,13

Spinte risultanti e punto di applicazione

Q_i	Quota inizio strato.
Q_f	Quota inizio strato.
R_{px}, R_{py}	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
$Z(R_{px})$	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
$Z(R_{py})$	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Q_i	Q_f	R_{px}	R_{py}	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
1	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Sollecitazioni total i

Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	21,09	8,16	3,55
Peso muro	0,78	55,71	-50,72
Peso fondazione	0,09	6,53	-5,93
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Spinta rilevato	0,0	0,12	-0,21
Terr. fondazione	0,0	0,32	-0,58
	21,97	70,85	-53,89

Momento stabilizzante -73,21 kNm

Momento ribaltante 19,33 kNm

Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	21,97 kN
Sommatoria forze verticali	70,85 kN
Coefficiente di attrito	0,39
Adesione	5,6 kPa
Angolo piano di scorrimento	-5,0 °
Forze normali al piano di scorrimento	72,49 kN
Forze parall. al piano di scorrimento	15,71 kN
Resistenza terreno	38,48 kN
Coeff. sicurezza traslazione Csd	2,45

Traslazione verificata Csd>1

Carico limite - Metodo di Vesic (1973)

Somma forze in direzione x (Fx)	21,97 kN
Somma forze in direzione y (Fy)	70,85 kN
Somma momenti	-53,89 kNm
Larghezza fondazione	182,0 cm
Lunghezza	100,0 cm
Inclinazione piano di posa	-5,0 °
Eccentricità su B	14,94 cm
Peso unità di volume	19,0 kN/m³
Angolo di resistenza al taglio	21,32 °
Coesione	8,0 kPa
Terreno sulla fondazione	20,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	19,0 kN/m³
Nq	7,3
Nc	16,14
Ng	6,48
Fattori di forma	
sq	1,26
sc	1,0
sg	0,74
Inclinazione carichi	
iq	0,71
ic	0,67
ig	0,56
Inclinazione valle	
gq	0,29
gc	0,0
gg	0,29
Carico limite verticale (Qlim)	136,27 kN

Fattore sicurezza ($C_{sq}=Q_{lim}/F_y$)	1,92
--	-------------

Carico limite verificato $C_{sq}>1$

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	76,06 cm
Larghezza della fondazione	182,0 cm
$x = 0,0$ cm	58,1 kPa
$x = 182,0$ cm	19,76 kPa

Verifica sezione attacco fondazione

Larghezza sezione	181,00 cm
Eccentricità	13,81 cm
Tensione di compressione	0,05 daN/cm ²
Tensione di trazione	0,02 N/mm ²

EQU+M2 [EQU]

Coefficiente sismico orizzontale Kh	0,014
Coefficiente sismico verticale Kv	0,007

CALCOLO SPINTE**Discretizzazione terreno**

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
184,0	148,0	17,0	17,0	21,32	26,0	0,0	0,0	
148,0	112,0	17,0	17,0	21,32	26,0	0,0	0,0	
112,0	84,0	17,0	17,0	21,32	26,0	0,0	0,0	
84,0	76,0	19,0	0,0	21,32	26,0	8,0	0,0	
76,0	40,0	19,0	0,0	21,32	26,0	8,0	0,0	
40,0	20,0	19,0	0,0	21,32	26,0	8,0	0,0	
20,0	4,0	19,0	0,0	21,32	26,0	8,0	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
26,0	0,61	0,65	0,04	0,55	0,27	0,04	0,02
26,0	0,61	0,65	0,04	0,55	0,27	0,04	0,02
26,0	0,61	0,65	0,04	0,55	0,27	0,04	0,02
26,0	0,4	0,42	0,01	0,36	0,18	0,01	0,01
26,0	0,4	0,42	0,01	0,36	0,18	0,01	0,01
26,0	0,4	0,42	0,01	0,36	0,18	0,01	0,01
26,0	0,4	0,42	0,01	0,36	0,18	0,01	0,01

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	184,0	148,0	3,81	1,67	165,04	164,83
2	148,0	112,0	5,03	2,32	129,27	129,16
3	112,0	84,0	4,75	2,26	97,64	97,59
4	84,0	76,0	0,46	0,2	79,93	79,93

5	76,0	40,0	2,65	1,14	56,94	56,86
6	40,0	20,0	1,88	0,82	29,74	29,73
7	20,0	4,0	1,71	0,76	11,86	11,85

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

Py Peso del muro (kN);
Px Forza inerziale (kN);
Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
148,0	0,15	10,49	91,0	166,0
112,0	0,29	20,99	91,0	148,0
84,0	0,41	29,15	91,0	134,0
76,0	0,44	31,48	91,0	130,0
40,0	0,59	41,98	91,0	112,0
20,0	0,67	47,81	91,0	102,0
4,0	0,7	50,14	92,4	97,9

Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
148,0	3,95	12,17	-0,83	180,0
112,0	9,13	24,99	-0,6	180,0
84,0	13,99	35,41	0,58	180,0
76,0	14,49	37,93	1,55	180,0
40,0	17,28	49,57	6,21	180,0
20,0	19,24	56,23	9,11	180,0
4,0	20,98	59,32	10,69	181,0

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (182,0/-15,9)

Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (182,0/184,3)

Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
Qf Quota finale strato
Gamma Peso unità di volume (KN/m³);
Eps Inclinazione dello strato. (°);
Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta Angolo attrito terra muro;
c Coesione (kPa);
β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
184,3	184,0	17,0	17,0	21,32	21,32	0,0	0,0	
184,0	148,0	17,0	17,0	21,32	21,32	0,0	0,0	
148,0	112,0	17,0	17,0	21,32	21,32	0,0	0,0	

112,0	84,0	17,0	17,0	21,32	21,32	0,0	0,0
84,0	76,0	19,0	0,0	21,32	21,32	8,0	0,0
76,0	40,0	19,0	0,0	21,32	21,32	8,0	0,0
40,0	4,0	19,0	0,0	21,32	21,32	8,0	0,0
4,0	0,0	19,0	0,0	21,32	26,0	8,0	0,0
0,0	-15,92	19,0	0,0	21,32	26,0	8,0	0,0

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
21,32	0,61	0,64	0,04	0,57	0,22	0,04	0,01
21,32	0,61	0,64	0,04	0,57	0,22	0,04	0,01
21,32	0,61	0,64	0,04	0,57	0,22	0,04	0,01
21,32	0,61	0,64	0,04	0,57	0,22	0,04	0,01
21,32	0,41	0,42	0,01	0,38	0,15	0,01	0,01
21,32	0,41	0,42	0,01	0,38	0,15	0,01	0,01
21,32	0,41	0,42	0,01	0,38	0,15	0,01	0,01
26,0	0,4	0,42	0,01	0,36	0,18	0,01	0,01
26,0	0,4	0,42	0,01	0,36	0,18	0,01	0,01

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	184,3	184,0	0,03	0,01	184,15	184,15
2	184,0	148,0	3,91	1,37	165,04	164,83
3	148,0	112,0	5,17	1,9	129,27	129,16
4	112,0	84,0	4,88	1,85	97,64	97,59
5	84,0	76,0	0,47	0,16	79,93	79,92
6	76,0	40,0	2,73	0,94	56,93	56,83
7	40,0	4,0	3,71	1,3	21,21	21,16
8	4,0	0,0	0,48	0,15	1,99	1,99
9	0,0	-15,92	2,03	0,66	-8,08	-8,13

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Sollecitazioni total i

Fx	Forza in direzione x (kN);		
Fy	Forza in direzione y (kN);		
M	Momento (kNm);		
	Fx	Fy	M
Spinta terreno	23,41	8,34	5,34
Peso muro	1,05	50,14	-45,3
Peso fondazione	0,12	5,88	-5,34
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Spinta rilevato	0,0	0,12	-0,21
Terr. fondazione	0,01	0,32	-0,58
	24,6	64,8	-46,08

Momento stabilizzante -67,81 kNm
 Momento ribaltante 21,73 kNm

Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante -67,81 kNm
 Momento ribaltante 21,73 kNm
Coeff. sicurezza ribaltamento C_{sv} 3,12
Muro verificato a ribaltamento C_{sv}>1

**COMUNE DI PELLEZZANO
PROVINCIA DI SALERNO**

TABULATI DI CALCOLO

OGGETTO:

MURO SU PALI VIA V. EMANUELE

COMMITTENTE:

RELAZIONE DI CALCOLO

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il calcolo delle spinte, le verifiche di stabilità e di resistenza di muri di sostegno.

• **NORMATIVA DI RIFERIMENTI**

I calcoli sono condotti nel pieno rispetto della normativa vigente e, in particolare, la normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni*, emanate con il D.M. 17/01/2018, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 21 Gennaio 2019, n. 7 “*Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*”.

• **CALCOLO DELLE SPINTE**

Si suppone valida l'ipotesi in base alla quale la spinta attiva si ingenera in seguito al movimento del manufatto nella direzione della spinta agente. Le ipotesi di base per il calcolo della spinta sono le seguenti, le medesime adottate dal metodo di calcolo secondo *Coulomb*, con l'estensione di *Muller-Breslau* e *Mononobe-Okabe*:

- In fase di spinta attiva si crea all'interno del terrapieno un cuneo di spinta, che si distacca dal terreno indisturbato tramite linee di frattura rettilinee, lungo le quali il cuneo scorre generando tensioni tangenziali dovute all'attrito.
- Sul cuneo di spinta agiscono le seguenti forze: peso proprio del terreno, sovraccarichi applicati sull'estradosso del terrapieno, spinte normali alle superfici di scorrimento del cuneo (da una parte contro il paramento e dall'altra contro la porzione di terreno indisturbato), forze di attrito che si innescano lungo le superfici del cuneo e che si oppongono allo scorrimento.
- In condizioni sismiche, al peso proprio del cuneo va aggiunta una componente orizzontale, ed eventualmente anche una verticale, pari al peso complessivo moltiplicato per il prodotto dei coefficienti sismici.
- Il fatto che il muro ha spostamenti significativi fa in modo che l'attrito che si genera è pari al valore massimo possibile, sia in condizioni di spinta attiva che di spinta passiva, quindi le risultanti delle reazioni sulle pareti del cuneo risultano inclinate di un angolo ϕ rispetto alla normale alla superficie di scorrimento.

Il programma *C.D.W. Win*, pur adottando le stesse ipotesi, piuttosto che utilizzare la formula di *Coulomb* in forma chiusa, applica la procedura originaria derivante dall'equilibrio delle forze agenti sul cuneo di spinta, cercando il valore di massimo della spinta per tentativi successivi su tutti i possibili cunei di spinta. Così facendo si possono aggiungere alle ipotesi già indicate le seguenti generalizzazioni, che invece devono essere trascurate utilizzando i metodi classici:

- Il terreno spingente può essere costituito da diversi strati, separati da superfici di forma generica, con caratteristiche geotecniche differenti.
- Il profilo dell'estradosso del terrapieno spingente può avere una forma generica qualsiasi, purché coerente con le caratteristiche del terreno.
- I sovraccarichi agenti sul terrapieno possono avere una distribuzione assolutamente libera.
- Può essere tenuta in conto la coesione interna del terreno e la forza di adesione tra terreno e muro.
- Si può calcolare la spinta di un muro con mensola aerea stabilizzante a monte, al di sotto della quale si crea un vuoto nel terreno.
- È possibile conoscere l'esatto andamento delle pressioni agenti sul profilo del muro anche nei casi sopra detti, in cui tale andamento non è lineare, ma la cui distribuzione incide sul calcolo delle sollecitazioni interne.
- Si può supporre anche l'esistenza una linea di rottura del cuneo interna, che va dal vertice estremo della mensola di fondazione a monte fino a intersecare il paramento, inclinata di un certo angolo legato a quello di attrito interno del terreno

stesso. Si può quindi conoscere l'esatta forma del cuneo di spinta, per cui le forze in gioco variano in quanto solo una parte di esso è a contatto con il paramento. Il peso proprio del terreno portato sarà solo quello della parte di terrapieno che realmente rimarrà solidale con la fondazione e non risulterà interessato da scorrimenti, quindi in generale un triangolo. Ciò fa sì che il peso gravante sulla fondazione può risultare notevolmente inferiore a quello ricavato con i metodi usuali, dal momento che una parte è già stata conteggiata nel cuneo di spinta.

Per quanto riguarda la spinta passiva, quella del terrapieno a valle, le uniche differenze rispetto a quanto detto consistono nel fatto che le forze di attrito e di coesione tra le superfici di scorrimento del cuneo hanno la direzione opposta che nel caso di spinta attiva, nel senso che si oppongono a un moto di espulsione verso l'alto del cuneo, e la procedura iterativa va alla ricerca di un valore minimo piuttosto che un massimo.

Nei casi di fondazione su pali o muri tirantati si può ritenere più giusto adottare un tipo di spinta a riposo, che considera il cuneo di terreno non ancora formato e spostamenti dell'opera nulli o minimi. Tale spinta è in ogni caso superiore a quella attiva e la sua entità si dovrebbe basare su considerazioni meno semplicistiche. Il programma opera prendendo come riferimento una costante di spinta pari a:

$$K_0 = 1 - 0,9 \times \tan \phi$$

essendo ϕ l'angolo di attrito interno del terreno, formula che si trova diffusamente in letteratura. Se tale deve essere la costante di spinta per un terreno uniforme, ad estradosso rettilineo orizzontale e privo di sovraccarichi e di azione sismica, viene ricavato un fattore di riduzione dell'angolo di attrito interno del terreno, tale che utilizzando questo angolo ridotto e la consueta procedura per il calcolo della spinta attiva, la costante fittizia di spinta attiva corrisponda alla costante a riposo della formula sopra riportata.

Una volta ricavato questo fattore riduttivo, il programma procede al calcolo con le procedure standard, mettendo in gioco le altre variabili, quali la sagomatura dell'estradosso e degli strati, la presenza di sovraccarichi variamente distribuiti e la condizione sismica. La giustificazione di ciò risiede nella considerazione in base alla quale in condizioni di spinta a riposo, gli spostamenti interni al terreno sono ridotti rispetto alla spinta attiva, quindi l'attrito che si mobilita è una parte di quello massimo possibile, e di conseguenza la spinta risultante cresce.

In base a queste considerazioni di ordine generale, il programma opera come segue:

- Si definisce la geometria di tutti i vari cunei di spinta di tentativo, facendo variare l'angolo di scorrimento dalla parte di monte da 0 fino al valore limite $90 - \phi$. Quindi in caso di terreno multistrato, la superficie di scorrimento sarà costituita da una spezzata con inclinazioni differenti da strato a strato. Ciò assicura valori di spinta maggiori rispetto a una eventuale linea di scorrimento unica rettilinea. L'angolo di scorrimento interno, quello dalla parte del paramento, qualora si attivi la procedura "*Coulomb estes*" è posto pari a 3/4 dell'angolo utilizzato a monte. Tale percentuale è quella che massimizza il valore della spinta. È possibile però attivare la procedura "*Coulomb classico*", in cui tale superficie si mantiene verticale, ma utilizzando in ogni caso l'angolo di attrito tra terreno e muro.
- Si calcola l'entità complessiva dei sovraccarichi agenti sul terrapieno che ricadono nella porzione di estradosso compresa nel cuneo di spinta.
- Si calcola il peso proprio del cuneo di spinta e le eventuali componenti sismiche orizzontali e verticali dovute al peso proprio ed eventualmente anche ai sovraccarichi agenti sull'estradosso.
- Si calcolano le eventuali azioni tangenziali sulle superfici interne dovute alla coesione interna e all'adesione tra terreno e muro.
- In base al rispetto dell'equilibrio alla traslazione verticale e orizzontale, nota l'inclinazione delle spinte sulle superfici interne (pari all'angolo di attrito), sviluppato in base a tutte le forze agenti sul concio, si ricavano le forze incognite, cioè le spinte agenti sul paramento e sulla superficie di scorrimento interna del cuneo.
- Si ripete la procedura per tutti i cunei di tentativo, ottenuti al variare dell'angolo alla base. Il valore massimo (minimo nel caso di spinta passiva) tra tutti quelli calcolati corrisponde alla spinta del terrapieno.

• CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI DI FONDAZIONE

La portanza limite per ciascun palo è calcolata in base alle caratteristiche del terreno dei vari strati attraversati dal palo. È data dalla somma della portata alla punta e la portata per attrito laterale. I calcoli sono eseguiti secondo le norme **A.G.I.**. La formula di seguito

riportata è un'estensione di quella classica in quanto tiene conto del fatto che il terreno può presentare strati con caratteristiche differenti. Gli angoli vanno espressi in radianti.

- Nel caso di terreni coesivi ($c_m > 0$):

$$R_a = \pi \cdot D \cdot l \cdot \alpha \cdot c_m$$

$$R_b = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot (9 \cdot c_b + \tau_m \cdot l)$$

essendo:

$\alpha = 0,9$	per	$c_m \leq 0,25$
$\alpha = 0,8$	per	$0,25 < c_m \leq 0,50$
$\alpha = 0,6$	per	$0,50 < c_m \leq 0,75$
$\alpha = 0,4$	per	$0,75 < c_m$

(avendo espresso c_m in Kg/cm²).

- Nel caso di terreni incoerenti ($c_m = 0$):

$$R_a = \pi \cdot D \cdot \frac{1}{2} \cdot \sum \left[K \cdot \tau \cdot h^2 \cdot \tan \phi + 2 \cdot h \cdot \tan \phi \cdot \sum (\tau \cdot h) \right]$$

essendo:

$$K = \frac{1}{7} \cdot \frac{\frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi}}{1 - \tan(0,8 \cdot \phi) \cdot (1 - \sin \phi)}$$

con la prima sommatoria estesa a tutti gli strati e la seconda a tutti quelli soprastanti lo strato *i-esimo*.

$$R_b = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot \tau_m \cdot l \cdot N_q$$

il termine N_q è funzione di ϕ_b e del rapporto $\frac{h}{D}$, ricavato per interpolazione lineare in base alla seguente tabella (valida nel caso di D minore o uguale al diametro limite impostato nei dati generali, pari a 60 o 80 cm):

ϕ_b :	0	28	30	32	34	36	38	40	
N_q :	0	12	17	25	40	58	89	137	per $h/D = 25$
N_q :	0	9	14	22	37	56	88	136	per $h/D = 50$

o in base a quest'altra (per D maggiore del diametro limite):

ϕ_b :	0	25	30	35	40	
N_q :	0	4,0	10,0	18,8	32,8	per $h/D = 4$
N_q :	0	5,2	8,8	15,2	28,5	per $h/D = 32$

La simbologia usata nella formula precedente è la seguente:

- D = diametro del palo
- l = lunghezza del palo
- h = spessore dello strato di terreno attraversato
- R_a = portanza per attrito laterale
- R_b = portanza alla base
- τ = peso specifico del terreno del singolo strato
- τ_m = peso specifico in media pesata sugli strati
- ϕ = angolo di attrito interno del terreno del singolo strato

- c_b = coesione del terreno dello strato di base
- c_m = coesione in media pesata sugli strati

Tale formula si riferisce alla portata del singolo palo isolato; nel caso di pali ravvicinati, si considera un coefficiente riduttivo di gruppo, funzione dell'interasse tra i pali rapportato al diametro. Ai fini del calcolo del coefficiente di sicurezza alla portanza, al carico di esercizio agente sul palo si somma il peso proprio del palo stesso.

• MURI IN CALCESTRUZZO A MENSOLA

Sulle sezioni del paramento e delle varie mensole, aeree e di fondazione, si effettua il progetto delle armature e le verifiche a presso-flessione e taglio in corrispondenza di tutte le sezioni singolari (punti di attacco e di spigolo) e in tutte quelle intermedie ad un passo pari a quello imposto nei dati generali. Vengono applicate le formule classiche relative alle sezioni rettangolari in cemento armato, con il progetto dell'armatura necessaria.

• PALI DI FONDAZIONE

I pali di fondazione collegati alla zattera di fondazione risultano sollecitati, oltre che a sforzo normale e a taglio, anche a momento flettente indotto dal taglio. Tali sollecitazioni sono diverse per i pali delle varie file, per cui la verifica viene ripetuta tutte le volte che è necessario.

Il taglio agente sul palo si ottiene dividendo la spinta complessiva del muro per il numero dei pali, ricavando la componente normale al palo di tale forza e moltiplicandola per il coefficiente di ripartizione del taglio assegnato nei dati generali. Circa il momento flettente, il calcolo viene effettuato con il metodo degli elementi finiti, utilizzando il modello di trave su suolo alla *Winkler* sottoposta ad una forza tagliente ad un estremo. Nel caso di tratto sveltante viene aggiunto un tratto di palo non contrastato dall'azione del terreno. Ai fini del calcolo il palo è suddiviso in tronchi per i quali la costante di *Winkler* varia con la profondità. In mancanza di dati espliciti forniti in input, la costante di *Winkler* viene ricavata con la seguente espressione (cfr. *Bowles – Fondazioni*, pag. 649):

$$K_w = 40 \cdot (c \cdot N_c + 0,5 \cdot g \cdot 1 \cdot N_g) + 40 \cdot g \cdot N_q \cdot z$$

essendo:

- c = coesione
- g = peso specifico efficace
- N_c, N_q, N_g = coefficienti di portanza
- z = ascissa della profondità

La verifica del palo viene effettuata con un calcolo a presso-flessione, per tutte le combinazioni di carico previste e per tutte le file di pali.

Per quanto riguarda la zattera di fondazione collegata ai pali, viene anche calcolata l'armatura trasversale, ipotizzando, in maniera semplificata, l'esistenza di tante travi in cemento armato che collegano i pali lungo ciascuna fila, incastrate in corrispondenza delle teste dei pali e caricate dal peso proprio e del terreno su essa gravante.

L'interazione cinematica, dove valutata, palo-terreno è calcolata secondo le Norme NEHRP:

- Per lo strato omogeneo:

$$M(z) = E_p \cdot I_p \cdot \frac{a(z)}{V_s^2}$$

in cui:

- E_p = modulo elastico longitudinale del palo
- I_p = momento di inerzia del palo
- $a(z)$ = accelerazione sismica alla quota z
- V_s = velocità efficace delle onde di taglio dello strato

- Per il cambio strato:

$$M(z) = 0,042 \cdot S \cdot \frac{a}{g} \cdot g_1 \cdot h_1 \cdot d^3 \cdot \left(\frac{L}{d}\right)^{0.3} \cdot \left(\frac{Ep}{E1}\right)^{0.65} \cdot \left(\frac{Vs2}{Vs1}\right)^{0.5}$$

in cui:

- Ep = modulo elastico longitudinale del palo
- $E1$ = modulo elastico dello strato superiore
- $S \cdot \frac{a}{g}$ = accelerazione (in frazioni di g) sismica alla superficie
- g_1 = peso specifico strato superiore
- h_1 = altezza dello strato superiore
- d = diametro del palo
- L = lunghezza del palo
- $Vs1; Vs2$ = velocità efficaci delle onde di taglio negli strati superiore ed inferiore

I dati relativi all'interazione cinematica palo-terreno, hanno il significato seguente:

Crit. N.ro	: Numero del criterio di progetto
Profond (m)	: Profondità (media) che individua lo strato superiore in cui calcolare il momento per il cambio strato
Vs1 ; Vs2	: Velocità delle onde di taglio negli strati superiore ed inferiore
Vs1/Vs1eff	: Rapporto di decadimento della velocità efficace delle onde Vs2/Vs2eff di taglio del terreno soprastante (1) o sottostante (2) la quota di verifica in condizioni sismiche
Vs	: Velocità delle onde di taglio nello strato omogeneo
Vs/Vseff	: Rapporto di decadimento della velocità efficace delle onde di taglio del terreno nello strato omogeneo

▮ CARICO LIMITE ORIZZONTALE DEI PALI DI FONDAZIONE

La resistenza limite per ciascun palo è calcolata in base alle caratteristiche del terreno dei vari strati attraversati dal palo. I calcoli sono eseguiti secondo la teoria di *Broms*. Gli angoli vanno espressi in radianti. In generale la pressione resistente lungo il fusto del palo viene calcolata in base alle due seguenti espressioni, valide per condizioni non drenate e drenate. La resistenza complessiva si ricava integrando tale pressione per la lunghezza del palo, tenendo così conto della presenza di diversi strati. Nei tabulati verrà riportato il valore minimo del carico limite tra condizioni drenata e non drenata. In condizioni non drenate si ha:

$$P_u = 9 \times C_u \times D$$

Il carico limite si ricava da tale valore della pressione limite, estesa per tutto lo sviluppo del palo con eccezione del tratto iniziale per una lunghezza di 1,5 diametri. In condizioni drenate invece si ha:

$$P = (3 \times K_p \times g \times z + 9 \times C) \times D$$

Il carico limite si ricava da tale valore della pressione limite, estesa per tutto lo sviluppo del palo. La simbologia usata è la seguente:

D = diametro del palo
 C_u = coesione non drenata
 C = coesione drenata
 K_p = costante di spinta passiva
 g = peso specifico del terreno
 z = profondità

Tali formule si riferiscono alla portata del singolo palo isolato; nel caso di pali ravvicinati, si considera un coefficiente riduttivo di gruppo, funzione dell'interasse tra i pali rapportato al diametro.

• LEGENDA DELLE ABBREVIAZIONI

• **CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE NEL MURO**

Distanza	: Distanza della sezione dalla sezione iniziale del tipo di elemento (estremo libero)
Angolo	: Angolo di inclinazione della sezione rispetto al piano orizzontale
N	: Sforzo normale, positivo se di compressione
M	: Momento flettente, positivo se antiorario (ribaltante)
T	: Sforzo di taglio, positivo se diretto verso sinistra (lembo più a valle)

N.B.: Le caratteristiche N, M e T si intendono riferite ad 1 metro di sezione di muro, o a tutta la sezione nel caso di contrafforti o cordoli.

• **VERIFICHE PER IL MURO IN C.A.**

Sez. N. : Numero della sezione da verificare

Ele : Tipo di elemento verificato:

1 = PARAMENTO
2 = MENSOLA AEREA A VALLE
3 = MENSOLA AEREA A MONTE
4 = MENSOLA DI FONDAZIONE A VALLE
5 = MENSOLA DI FONDAZIONE A MONTE
6 = DENTE DI FONDAZIONE
7 = SEZIONE TRASVERSALE PARAMENTO
8 = SEZIONE TRASVERSALE FONDAZIONE
9 = CONTRAFFORTE
10 = CORDOLO

Dist : Distanza della sezione dalla sezione iniziale del tipo di elemento (mezzeria della campata per sezioni verticali del paramento e cordoli)

H : Altezza della sezione

B : Larghezza della sezione (nel caso di contrafforti con sezione a T, tale dato è relativo alla larghezza dell'anima della sezione, al netto quindi dei tratti di paramento collaborante)

Xg : Ascissa del baricentro della sezione

Yg : Altezza del baricentro della sezione. Ascissa e altezza si intendono misurate a partire dal punto più a valle della fondazione del muro, quello attorno a cui avviene l'ipotetica rotazione del ribaltamento

Ang : Angolo di inclinazione della sezione rispetto al piano orizzontale

Cmb fle : Combinazione di carico più gravosa a presso-flessione. Un valore maggiore di 100 indica una combinazione del tipo A2

Nsdu : Sforzo normale di calcolo relativo alla combinazione più gravosa a presso-flessione,

agente su 1 metro di muro o su tutta la sezione se si tratta di contrafforti o cordoli. Positivo se di compressione

- M_{sdu}** : *Momento flettente di calcolo relativo alla combinazione più gravosa a presso-flessione, agente su 1 metro di muro o su tutta la sezione se si tratta di contrafforti o cordoli. Positivo se antiorario (ribaltante)*
- A_{sin}** : *Area di armatura nel lembo di sinistra (quello più a valle) della sezione, relativa a 1 metro di muro o a tutta la sezione se si tratta di contrafforti o cordoli (nel caso di contrafforti con sezione a T, tale area va distribuita su tutta la larghezza delle ali e non è cumulabile all'area dei corrispondenti ferri verticali per la sezione orizzontale del paramento in quanto in essa già compresa)*
- A_{des}** : *Area di armatura nel lembo di destra (quello più a monte) della sezione, relativa a 1 metro di muro o a tutta la sezione se si tratta di contrafforti o cordoli*
- An. s** : *Angolo della armatura di sinistra rispetto alla normale della sezione. L'angolo si intende positivo se l'armatura va a divergere all'aumentare della distanza*
- An. d** : *Angolo della armatura di destra rispetto alla normale della sezione. L'angolo si intende positivo se l'armatura va a divergere all'aumentare della distanza*
- eps_{cls}** : *Deformazione massima del calcestruzzo moltiplicata per 10000*
- eps_{acc.}** : *Deformazione massima dell'acciaio moltiplicata per 10000*
- Asse neut** : *Rapporto tra la posizione dell'asse neutro e l'altezza utile della sezione*
- Cmb tag** : *Combinazione di carico più gravosa a taglio. Un valore maggiore di 100 indica una combinazione del tipo A2*
- V_{sdu}** : *Sforzo di taglio di calcolo relativo alla combinazione più gravosa a taglio, agente su 1 metro di muro o su tutta la sezione se si tratta di contrafforti o cordoli. Positivo se diretto verso sinistra (lembo più a valle)*
- V_{rdu c}** : *Taglio resistente ultimo di calcolo per il meccanismo resistente affidato al calcestruzzo*
- V_{rdu s}** : *Taglio resistente ultimo di calcolo per il meccanismo resistente affidato alle staffe*
- A_{sta}** : *Area di staffe necessaria nel concio precedente la sezione*
- Verif.** : *Indicazione soddisfacimento delle verifiche di resistenza*

• **VERIFICHE FESSURAZIONE MURI**

- Muro N.** : *Numero del muro*
- Ele** : *Tipo di elemento verificato*
- Tipo Comb** : *Tipo di combinazione di carico*
- Cmb fes** : *Combinazione di carico più gravosa a fessurazione, tra quelle del tipo considerato*
- Sez. fes** : *Sezione dell'elemento in cui risulta più gravosa la verifica a fessurazione*

N fes	: Sforzo normale di calcolo in corrispondenza della sezione considerata
M fes	: Momento flettente di calcolo in corrispondenza della sezione considerata
Dist.	: Distanza media tra le fessure in condizioni di esercizio
W ese	: Ampiezza media delle fessure in condizioni di esercizio
W max	: Ampiezza massima limite tra le fessure
Verifica	: Indicazione soddisfacimento delle verifiche

• **VERIFICHE TENSIONI DI ESERCIZIO MURI**

Muro N.	: Numero del muro
Ele	: Tipo di elemento verificato
Tipo Comb	: Tipo di combinazione di carico
Cmb σ_c	: Combinazione di carico più gravosa per le tensioni nel calcestruzzo, tra quelle del tipo considerato
Sez. σ_c	: Sezione del palo nella quale la verifica della tensione nel calcestruzzo è più gravosa
N σ_c	: Sforzo normale di calcolo in corrispondenza della sezione considerata
M σ_c	: Momento flettente di calcolo in corrispondenza della sezione considerata
σ_c	: Tensione massima nel calcestruzzo in condizioni di esercizio
σ_c max	: Tensione massima limite nel calcestruzzo
Cmb σ_f	: Combinazione di carico più gravosa per le tensioni nell'acciaio, tra quelle del tipo considerato
Sez. σ_f	: Sezione del palo nella quale la verifica della tensione nell'acciaio è più gravosa
N σ_f	: Sforzo normale di calcolo in corrispondenza della sezione considerata
M σ_f	: Momento flettente di calcolo in corrispondenza della sezione considerata
σ_f	: Tensione massima nell'acciaio in condizioni di esercizio
σ_f max	: Tensione massima limite nell'acciaio
Verifica	: Indicazione soddisfacimento delle verifiche

• **CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE NEI PALI**

Muro N.	: Numero del muro
Fila N.	: Fila di pali cui si riferiscono le sollecitazioni
Sez. N.	: Numero della sezione del palo presa in esame
Dist.	: Distanza della sezione di calcolo, misurata a partire dalla testa del palo
Kwin	: Costante di Winkler orizzontale del terreno in corrispondenza del concio compreso tra la sezione di verifica e la precedente
N	: Sforzo normale (sforzo parallelo all'asse) agente sul singolo palo, positivo se di compressione
M	: Momento flettente agente sulla sezione del singolo palo
T	: Taglio massimo (sforzo ortogonale all'asse) agente sulla sezione del singolo palo
Spост.	: Spostamento del palo in corrispondenza dell'ascissa considerata (in direzione ortogonale all'asse)
Press.	: Pressione di contatto del palo con il terreno in corrispondenza dell'ascissa considerata

• **VERIFICHE DI RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE**

Muro N.	: Numero del muro
Sez. N.	: Numero della sezione del palo presa in esame
Dist	: Distanza della sezione di calcolo misurata a partire dalla testa del palo
Cmb fle	: Combinazione di carico più gravosa per la verifica a presso-flessione. Un valore maggiore di 100 indica una combinazione del tipo A2
Fil fle	: Fila nella quale la verifica a presso-flessione è più gravosa
Nsdu	: Sforzo normale di calcolo (sforzo parallelo all'asse) agente sul singolo palo utilizzato per la verifica a presso-flessione, positivo se di compressione
Msdu	: Momento flettente di calcolo agente sul singolo palo utilizzato per la verifica a presso-flessione
Atot	: Area complessiva delle armature della sezione uniformemente distribuite sul perimetro
eps cls	: Deformazione massima del calcestruzzo moltiplicata per 10000
eps acc.	: Deformazione massima dell'acciaio moltiplicata per 10000
Asse neut.	: Rapporto tra la posizione dell'asse neutro e l'altezza utile della sezione
Cmb tag	: Combinazione di carico più gravosa per la verifica a taglio. Un valore maggiore di 100 indica una combinazione del tipo A2
Fil tag	: Fila nella quale la verifica a taglio è più gravosa

Vsdu	: Taglio massimo di calcolo (sforzo ortogonale all'asse del palo)
Vrdu c	: Taglio resistente ultimo di calcolo per il meccanismo resistente affidato al calcestruzzo
Vrdu s	: Taglio resistente ultimo di calcolo per il meccanismo resistente affidato alle staffe
A sta	: Area di staffe necessaria nel concio precedente la sezione
Verifica	: Indicazione soddisfacimento delle verifiche di resistenza

• **VERIFICHE FESSURAZIONE PALI**

Muro N.	: Numero del muro
Tipo Comb	: Tipo di combinazione di carico
Cmb fes	: Combinazione di carico più gravosa a fessurazione, tra quelle del tipo considerato
Fil fes	: Fila nella quale la verifica a fessurazione è più gravosa
Sez. fes	: Sezione del palo in cui risulta più gravosa la verifica a fessurazione
N fes	: Sforzo normale di calcolo in corrispondenza della sezione considerata
M fes	: Momento flettente di calcolo in corrispondenza della sezione considerata
Dist.	: Distanza media tra le fessure in condizioni di esercizio
W ese	: Ampiezza media delle fessure in condizioni di esercizio
W max	: Ampiezza massima limite tra le fessure
Verifica	: Indicazione soddisfacimento delle verifiche

• **VERIFICHE TENSIONI DI ESERCIZIO PALI**

Muro N.	: Numero del muro
Tipo Comb	: Tipo di combinazione di carico
Cmb σ_c	: Combinazione di carico più gravosa per le tensioni nel calcestruzzo, tra quelle del tipo considerato
Fil σ_c	: Fila nella quale la verifica della tensione nel calcestruzzo è più gravosa
Sez. σ_c	: Sezione del palo nella quale la verifica della tensione nel calcestruzzo è più gravosa
N σ_c	: Sforzo normale di calcolo in corrispondenza della sezione considerata
M σ_c	: Momento flettente di calcolo in corrispondenza della sezione considerata
σ_c	: Tensione massima nel calcestruzzo in condizioni di esercizio
σ_c max	: Tensione massima limite nel calcestruzzo

Cmb σ	: Combinazione di carico più gravosa per le tensioni nell'acciaio, tra quelle del tipo considerato
Fil σ	: Fila nella quale la verifica della tensione nell'acciaio è più gravosa
Sez. σ	: Sezione del palo nella quale la verifica della tensione nell'acciaio è più gravosa
N σ	: Sforzo normale di calcolo in corrispondenza della sezione considerata
M σ	: Momento flettente di calcolo in corrispondenza della sezione considerata
σ	: Tensione massima nell'acciaio in condizioni di esercizio
σ max	: Tensione massima limite nell'acciaio
Verifica	: Indicazione soddisfacimento delle verifiche

• **VERIFICHE PUNZONAMENTO PALI DI FONDAZIONE**

Muro N.	: Numero del muro
Fila N.	: Fila di pali alla quale si riferisce la verifica
Diam	: Diametro dei pali
Spess	: Spessore della zattera di fondazione
Cmb pun	: Combinazione di carico più gravosa a punzonamento. Un valore maggiore di 100 indica una combinazione del tipo A2
N punz	: Sforzo di calcolo di punzonamento ortogonale alla zattera di fondazione
Nrdu	: Sforzo resistente ultimo di punzonamento
Verifica	: Indicazione soddisfacimento della verifica a punzonamento

DATI DI CALCOLO			
PARAMETRI SISMICI			
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	SECONDA
Longitudine Est (Grd)	14.76683	Latitudine Nord (Grd)	40.71638
Categoria Suolo	B	Coeff. Condiz. Topogr.	1.00000
Probabilita' Pvr	0.10000	Periodo di Ritorno Anni	475.00000
Accelerazione Ag/g	0.11100	Fattore Stratigrafia 'S'	1.20000
TEORIE DI CALCOLO			
Verifiche effettuate con il metodo degli stati limite ultimi			
Portanza dei pali calcolata con la teoria di Norme A.G.I.			
Portanza terreno di fondazione calcolata con la teoria di Brinch-Hansen			
CRITERI DI CALCOLO			
Non e' considerata l'azione sismica dovuta ai sovraccarichi sul terrapieno.			
Non e' considerata l'azione sismica dovuta alle forze applicate al muro.			
Non si tiene conto dell'effetto stabilizzante delle forze applicate al muro.			
Rapporto tra il taglio medio e quello nel palo piu' caricato:			1.00
Coeff. maggiorativo diametro perforazione per micropali			1.20
Percentuale spinta a valle per la verifica a scorrimento			50
Percentuale spinta a valle per la verifica a ribaltam.			0
Percentuale spinta a valle per la verifica in fondazione			100
Percentuale spinta a valle per calcolo sollecitazioni			100
COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA			
	TABELLA M1		TABELLA M2
Tangente Resist. Taglio	1.00		1.25
Peso Specifico	1.00		1.00
Coesione Efficace (c'k)	1.00		1.25
Resist. a taglio NON drenata (cuk)	1.00		1.40
Tipo Approccio	Combinazione Unica: (A1+M1+R3)		
Tipo di fondazione	Su Pali Infissi		
	COEFFICIENTE R1	COEFFICIENTE R2	COEFFICIENTE R3
Capacita' Portante			1.40
Scorrimento			1.10
Resist. alla Base			1.15
Resist. Lat. a Compr.			1.15
Resist. Lat. a Traz.			1.25
Carichi Trasversali			1.30

CARATTERISTICHE MATERIALI			
CARATTERISTICHE DEI MATERIALI			
CARATTERISTICHE C. A. ELEVAZIONE			
Classe Calcestruzzo	C25/30	Classe Acciaio	B450C
Modulo Elastico CLS	314758 kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000 kg/cmq
Coeff. di Poisson	0.2	Tipo Armatura	POCO SENSIBILI
Resist.Car. CLS 'fck'	250.0 kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDINARIA XC1
Resist. Calcolo 'fcd'	141.0 kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	4500.0 kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	141.0 kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	4500.0 kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0.20 %	Resist. Calcolo'fyd'	3913.0 kg/cmq
Def.Lim.Ult CLS 'ecu'	0.35 %	Def.Lim.Ult.Acc'eyu'	1.00 %
Fessura Max.Comb.Rare	mm	Sigma CLS Comb.Rare	150.0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0.3 mm	Sigma CLS Comb.Perm	112.0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0.4 mm	Sigma Acc Comb.Rare	3600.0 kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500 kg/mc		
CARATTERISTICHE C. A. FONDAZIONE			
Classe Calcestruzzo	C25/30	Classe Acciaio	B450C

C.D.W. - MURI DI SOSTEGNO DELLE TERRE -

CARATTERISTICHE MATERIALI					
CARATTERISTICHE DEI MATERIALI					
Modulo Elastico CLS	299619	kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000	kg/cmq
Coeff. di Poisson	0.2		Tipo Armatura	POCO SENSIBILI	
Resist.Car. CLS 'fck'	250.0	kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDINARIA XC1	
Resist. Calcolo 'fcd'	141.0	kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	4500.0	kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	141.0	kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	4500.0	kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0.20	%	Resist. Calcolo'fyd'	3913.0	kg/cmq
Def.Lim.Ult CLS 'ecu'	0.35	%	Def.Lim.Ult.Acc'eyu'	1.00	%
Fessura Max.Comb.Rare		mm	Sigma CLS Comb.Rare	150.0	kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0.3	mm	Sigma CLS Comb.Perm	112.0	kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0.4	mm	Sigma Acc Comb.Rare	3600.0	kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500	kg/mc	Peso Spec.CLS Magro	2200	kg/mc
CARATTERISTICHE CEMENTO ARMATO PALI					
Classe Calcestruzzo	C25/30		Classe Acciaio	B450C	
Modulo Elastico CLS	314758	kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000	kg/cmq
Coeff. di Poisson	0.2		Tipo Armatura	POCO SENSIBILI	
Resist.Car. CLS 'fck'	250.0	kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDINARIA XC1	
Resist. Calcolo 'fcd'	141.0	kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	4500.0	kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	141.0	kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	4500.0	kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0.20	%	Resist. Calcolo'fyd'	3913.0	kg/cmq
Def.Lim.Ult CLS 'ecu'	0.35	%	Def.Lim.Ult.Acc'eyu'	1.00	%
Fessura Max.Comb.Rare		mm	Sigma CLS Comb.Rare	150.0	kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0.3	mm	Sigma CLS Comb.Perm	112.0	kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0.4	mm	Sigma Acc Comb.Rare	3600.0	kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500	kg/mc			
CARATTERISTICHE MATERIALE MURI GRAVITA'					
Resistenza di calcolo a compressione del materiale				100.0	Kg/cmq
Resistenza di calcolo a trazione del materiale				0.0	Kg/cmq
Peso specifico del materiale				2500	Kg/mc
Peso specifico del calcestruzzo magro di fondazione				2200	Kg/mc
Denominazione del materiale				CALCESTRUZZO MAGRO NON ARMATO	
CARATTERISTICHE DEI MICROPALI (Tipologia=Nessuna)					
Modulo elastico omogeneizzato del materiale:				300	t/cmq
Sforzo di taglio massimo di calcolo nel singolo micropalo				75	t
Momento flettente massimo di calcolo nel singolo micropalo				75	tm
Peso specifico omogeneizzato del materiale				2500	Kg/mc
Denominazione tipo di micropali				MICROPALO DI ESEMPIO	
CARATTERISTICHE DEI TIRANTI					
Tensione di snervamento dell'acciaio				3250	Kg/cmq
Modulo elastico dell'acciaio				2100	t/cmq
Ancoraggi effettuati con bulbo di calcestruzzo iniettato					

DATI TERRAPIENO MURO 1	
Muro n.1	Muro SP 27
DATI TERRAPIENO	
Altezza del terrapieno a monte nel punto di contatto col muro:4	m
Altezza del terrapieno a valle nel punto di contatto col muro:8	m
Inclinaz. media terreno valle(positivo se scende verso valle):0	°
Angolo di attrito tra fondazione e terreno:18	°
Adesione tra fondazione e terreno:21	Kg/cmq
Angolo di attrito tra fondazione e terreno in presenza acqua:18	°
Adesione tra fondazione e terreno in presenza di acqua:21	Kg/cmq
Permeabilita' Terreno:ALTA	

C.D.W. - MURI DI SOSTEGNO DELLE TERRE -

Muro Vincolato:NO

Coefficiente di intensita' sismica orizzontale:.031

Coefficiente di intensita' sismica verticale:.015

Coordinate dei vertici aggiuntivi per la determinazione della spezzata dell'estradosso del terrapieno a monte e a valle. Le coordinate sono fornite per il terrapieno a monte rispetto al punto iniziale (ovvero piu' a sinistra), mentre per il terrapieno a valle sono riferite al punto piu' in basso a sinistra della fondazione.

POLIGONALE MONTE			POLIGONALE VALLE		
Vertice	Ascissa m	Ordinata m	Vertice	Ascissa m	Ordinata m
1	3.00	0.97			

DATI STRATIGR. MURO 1

STRATIGRAFIA DEL TERRENO

STRATO n.	1 :	
Spessore dello strato:	4.20	m
Angolo di attrito interno del terreno:	24	°
Angolo di attrito tra terreno e muro:	18	°
Coesione del terreno in condizioni drenate:	0.24	Kg/cm ²
Adesione tra il terreno e il muro in condizioni drenate:	0.15	Kg/cm ²
Peso specifico apparente del terreno in assenza di acqua:	1480	Kg/m ³
Coesione del terreno in condizioni non drenate:	0.00	Kg/cm ²
Adesione tra il terreno e il muro in condizioni non drenate:	0.00	Kg/cm ²
Peso specifico efficace del terreno sommerso:	480	Kg/m ³

STRATO n.	2 :	
Spessore dello strato:	15.00	m
Angolo di attrito interno del terreno:	27	°
Angolo di attrito tra terreno e muro:	18	°
Coesione del terreno in condizioni drenate:	0.30	Kg/cm ²
Adesione tra il terreno e il muro in condizioni drenate:	0.21	Kg/cm ²
Peso specifico apparente del terreno in assenza di acqua:	1700	Kg/m ³
Coesione del terreno in condizioni non drenate:	0.39	Kg/cm ²
Adesione tra il terreno e il muro in condizioni non drenate:	0.00	Kg/cm ²
Peso specifico efficace del terreno sommerso:	680	Kg/m ³

GEOMETRIA MURO 1

MURO A MENSOLA IN CEMENTO ARMATO

Altezza del paramento:	4.20	m
Spessore del muro in testa (sezione orizzontale):	40	cm
Scostamento della testa del muro (positivo verso monte):	0	cm
Spessore del muro alla base (sezione orizzontale):	60	cm

GEOMETRIA MURO 1

FONDAZIONE SU PALI

Lunghezza della mensola di fondazione a valle:	80	cm
Lunghezza della mensola di fondazione a monte:	100	cm

C.D.W. - MURI DI SOSTEGNO DELLE TERRE -

Spessore della zattera di fondazione:		60	cm
Inclinazione del piano di posa della fondazione:		0	°
Sviluppo della fondazione:		12	m
Diametro dei pali:		50	cm
Lunghezza complessiva dei pali:		12	m
Interasse tra i pali:		150	cm
Tratto di palo sveltante fuori terra:		0	cm
Tipo disposizione file pali: sfalsata.		-----	----
Fattore correlaz. CSI per il calcolo di Rk pali:		1.7	----
Fila	Distanza dalla fila precedente o dal bordo	Inclinazione dei pali (positiva verso valle)	
N.			
1	45 cm	0.0	
2	150 cm	0.0	

CARICHI MURO 1

SOVRACCARICHI SUL TERRAPIENO

CONDIZIONE n.	1	----
Sovraccarico uniformemente distribuito generalizzato:	0.30	t/mq
Sovraccarico uniformemente distribuito a nastro:	0.00	t/mq
Distanza dal muro del punto di inizio del carico a nastro:	0.00	m
Distanza dal muro del punto di fine del carico a nastro:	0.00	m
Sovraccarico concentrato lineare lungo lo sviluppo:	0.00	t/m
Distanza dal muro del punto di applicazione carico lineare:	0.00	m
Carico concentrato puntiforme:	0.00	t
Interasse tra i carichi puntiformi lungo lo sviluppo:	1.00	m
Distanza dal muro punto di applicazione carico puntiforme:	0.00	m
Sovraccarico uniformemente distribuito terrapieno a valle:	0.00	t/mq

COMBINAZIONI MURO 1

Cond. Num.	Descrizione Condizione
1	PERMANENTE

COMBINAZIONI MURO 1

COMBINAZIONI DI CARICO S.L.U. A 1

Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1.50										0.00
2	1.00										1.00

COMBINAZIONI MURO 1

COMBINAZIONI DI CARICO S.L.E. RARA

Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1.00										

COMBINAZIONI MURO 1

COMBINAZIONI DI CARICO S.L.E. FREQ.

Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1.00										

COMBINAZIONI MURO 1

COMBINAZIONI DI CARICO S.L.E. PERM.

Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1.00										

SPINTE A MONTE MURO 1 - Tabella Combinazioni: A1

SOFTWARE: C.D.W. - Computer Design of Walls

C.D.W. - MURI DI SOSTEGNO DELLE TERRE -

SPINTE DEL TERRAPIENO A MONTE																			
Cmb n.	Fx tot Kg/m	Fy tot Kg/m	H tot m	X tot m	Fx tp Kg/m	Fy tp Kg/m	H tp m	X tp m	Fx esp Kg/m	Fy esp Kg/m	H esp m	X esp m	Fx w Kg	Fy w Kg	H w m	X w m	K sta	K sis	C sis
1	16296	9004	1.79	1.95	0	2315	0.00	1.73	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.841	0.841	0.00
2	13109	7451	1.79	1.94	54	1709	1.36	1.73	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.837	0.895	0.00

SPINTE A VALLE MURO 1 - Tabella Combinazioni: A1																			
SPINTE DEL TERRAPIENO A VALLE																			
Cmb n.	Fx tot Kg/m	Fy tot Kg/m	H tot m	X tot m	Fx tp Kg/m	Fy tp Kg/m	H tp m	X tp m	Fx esp Kg/m	Fy esp Kg/m	H esp m	X esp m	Fx w Kg	Fy w Kg	H w m	X w m	K sta	K sis	
1	1422	36	0.26	0.04	0	255	0.00	0.43	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	2.614	2.61	
2	1371	35	0.26	0.04	-8	250	0.70	0.43	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	2.614	2.52	

SPINTE A MONTE MURO 1 - Tabella Combinazioni: Rare																			
SPINTE DEL TERRAPIENO A MONTE																			
Cmb n.	Fx tot Kg/m	Fy tot Kg/m	H tot m	X tot m	Fx tp Kg/m	Fy tp Kg/m	H tp m	X tp m	Fx esp Kg/m	Fy esp Kg/m	H esp m	X esp m	Fx w Kg	Fy w Kg	H w m	X w m	K sta	K sis	C sis
1	12399	6857	1.78	1.95	0	1781	0.00	1.73	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.841	0.841	0.00

SPINTE A VALLE MURO 1 - Tabella Combinazioni: Rare																			
SPINTE DEL TERRAPIENO A VALLE																			
Cmb n.	Fx tot Kg/m	Fy tot Kg/m	H tot m	X tot m	Fx tp Kg/m	Fy tp Kg/m	H tp m	X tp m	Fx esp Kg/m	Fy esp Kg/m	H esp m	X esp m	Fx w Kg	Fy w Kg	H w m	X w m	K sta	K sis	
1	1422	36	0.26	0.04	0	255	0.00	0.43	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	2.614	2.61	

SPINTE A MONTE MURO 1 - Tabella Combinazioni: Freq.																			
SPINTE DEL TERRAPIENO A MONTE																			
Cmb n.	Fx tot Kg/m	Fy tot Kg/m	H tot m	X tot m	Fx tp Kg/m	Fy tp Kg/m	H tp m	X tp m	Fx esp Kg/m	Fy esp Kg/m	H esp m	X esp m	Fx w Kg	Fy w Kg	H w m	X w m	K sta	K sis	C sis
1	12399	6857	1.78	1.95	0	1781	0.00	1.73	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.841	0.841	0.00

SPINTE A VALLE MURO 1 - Tabella Combinazioni: Freq.																			
SPINTE DEL TERRAPIENO A VALLE																			
Cmb n.	Fx tot Kg/m	Fy tot Kg/m	H tot m	X tot m	Fx tp Kg/m	Fy tp Kg/m	H tp m	X tp m	Fx esp Kg/m	Fy esp Kg/m	H esp m	X esp m	Fx w Kg	Fy w Kg	H w m	X w m	K sta	K sis	
1	1422	36	0.26	0.04	0	255	0.00	0.43	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	2.614	2.61	

SPINTE A MONTE MURO 1 - Tabella Combinazioni: Perm.																			
SPINTE DEL TERRAPIENO A MONTE																			
Cmb n.	Fx tot Kg/m	Fy tot Kg/m	H tot m	X tot m	Fx tp Kg/m	Fy tp Kg/m	H tp m	X tp m	Fx esp Kg/m	Fy esp Kg/m	H esp m	X esp m	Fx w Kg	Fy w Kg	H w m	X w m	K sta	K sis	C sis
1	12399	6857	1.78	1.95	0	1781	0.00	1.73	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.841	0.841	0.00

SPINTE A VALLE MURO 1 - Tabella Combinazioni: Perm.																			
SPINTE DEL TERRAPIENO A VALLE																			
Cmb n.	Fx tot Kg/m	Fy tot Kg/m	H tot m	X tot m	Fx tp Kg/m	Fy tp Kg/m	H tp m	X tp m	Fx esp Kg/m	Fy esp Kg/m	H esp m	X esp m	Fx w Kg	Fy w Kg	H w m	X w m	K sta	K sis	
1	1422	36	0.26	0.04	0	255	0.00	0.43	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	2.614	2.61	

SPINTE A MONTE MURO 1 - Tabella Combinazioni: SLD																			
SPINTE DEL TERRAPIENO A MONTE																			
Cmb n.	Fx tot Kg/m	Fy tot Kg/m	H tot m	X tot m	Fx tp Kg/m	Fy tp Kg/m	H tp m	X tp m	Fx esp Kg/m	Fy esp Kg/m	H esp m	X esp m	Fx w Kg	Fy w Kg	H w m	X w m	K sta	K sis	C sis
2	13782	8016	1.80	1.93	96	1654	1.32	1.73	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.829	0.947	0.00

SOLLECITAZIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: A1

SOLLECITAZIONI MURO							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo °	N Kg	M Kgm	T Kg
1	MENS.FOND.MONT E	1	0	90.0	3079	-2	-614
		2	30	90.0	3079	-708	-4075
		3	60	90.0	-4358	-803	-11408
		4	90	90.0	-4358	-4712	-14636
		5	100	90.0	-4358	-6228	-15686
1	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90.0	1358	81	0
		2	30	-90.0	1358	169	569
		3	60	-90.0	8795	-1014	-23327
		4	80	-90.0	8795	-5643	-22959
		5	120	-90.0	8795	-5643	-22959
1	PARAMENTO	1	0	0.0	0	0	0
		2	30	0.0	328	0	113
		3	60	0.0	722	71	512
		4	90	0.0	1145	268	1002
		5	120	0.0	1596	618	1582

SOLLECITAZIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: A1

SOLLECITAZIONI MURO							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo °	N Kg	M Kgm	T Kg
1	SEZ.TRASV.FOND.	6	150	0.0	2076	1148	2253
		7	180	0.0	2580	1884	3015
		8	210	0.0	2950	2906	3945
		9	240	0.0	3330	4218	4973
		10	270	0.0	3721	5852	6100
		11	300	0.0	4123	7835	7326
		12	330	0.0	4536	10198	8650
		13	360	0.0	4959	12970	10074
		14	390	0.0	5393	16181	11596
		15	420	0.0	5837	19861	13217
		1	0	0.0	0	2292	0
		2	30	0.0	0	1192	7334
		3	60	0.0	0	-2109	14669

SOLLECITAZIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: A1

SOLLECITAZIONI MURO							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo °	N Kg	M Kgm	T Kg
2	MENS.FOND.MONT E	1	0	90.0	2472	-2	-507
2	MENS.FOND.VALLE	2	30	90.0	2487	-589	-3407
		3	60	90.0	-3540	-644	-9038
		4	90	90.0	-3526	-3784	-11893
		5	100	90.0	-3521	-5021	-12839
		1	0	-90.0	1310	79	0
2	PARAMENTO	2	30	-90.0	1295	164	559
		3	60	-90.0	7322	-910	-19805
		4	80	-90.0	7313	-4835	-19443
		1	0	0.0	0	0	0
		2	30	0.0	319	1	102
2	SEZ.TRASV.FOND.	3	60	0.0	696	63	438
		4	90	0.0	1098	230	847
		5	120	0.0	1525	524	1328
		6	150	0.0	1977	965	1882
		7	180	0.0	2454	1577	2509
		8	210	0.0	2875	2403	3246
		9	240	0.0	3249	3479	4089
		10	270	0.0	3634	4818	5014
		11	300	0.0	4029	6444	6020
		12	330	0.0	4435	8381	7108
		13	360	0.0	4852	10653	8276
		14	390	0.0	5279	13285	9527
		15	420	0.0	5716	16302	10858
		1	0	0.0	0	1960	0
		2	30	0.0	0	1019	6272
		3	60	0.0	0	-1803	12544

SOLLECITAZIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: Rare

SOLLECITAZIONI MURO							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo °	N Kg	M Kgm	T Kg

SOLLECITAZIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: Rare

SOLLECITAZIONI MURO							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo °	N Kg	M Kgm	T Kg
1	MENS.FOND.MONT E	1	0	90.0	2352	-2	-469
		2	30	90.0	2352	-561	-3255
		3	60	90.0	-3137	-591	-7919
		4	90	90.0	-3137	-3380	-10674
		5	100	90.0	-3137	-4493	-11589
1	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90.0	1358	81	0
		2	30	-90.0	1358	169	569
		3	60	-90.0	6847	-882	-18552
		4	80	-90.0	6847	-4556	-18184
1	PARAMENTO	1	0	0.0	0	0	0
		2	30	0.0	322	0	84
		3	60	0.0	696	52	383
		4	90	0.0	1095	198	751
		5	120	0.0	1519	459	1189
		6	150	0.0	1966	854	1696
		7	180	0.0	2436	1405	2274
		8	210	0.0	2805	2173	2980
		9	240	0.0	3186	3161	3762
		10	270	0.0	3577	4392	4619
		11	300	0.0	3979	5889	5553
		12	330	0.0	4391	7674	6562
		13	360	0.0	4814	9771	7648
		14	390	0.0	5248	12202	8810
		15	420	0.0	5693	14989	10047
1	SEZ.TRASV.FOND.	1	0	0.0	0	1844	0
		2	30	0.0	0	959	5902
		3	60	0.0	0	-1697	11803

SOLLECITAZIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: Freq.

SOLLECITAZIONI MURO							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo °	N Kg	M Kgm	T Kg
1	MENS.FOND.MONT E	1	0	90.0	2352	-2	-469
		2	30	90.0	2352	-561	-3255
		3	60	90.0	-3137	-591	-7919
		4	90	90.0	-3137	-3380	-10674
		5	100	90.0	-3137	-4493	-11589
1	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90.0	1358	81	0
		2	30	-90.0	1358	169	569
		3	60	-90.0	6847	-882	-18552
		4	80	-90.0	6847	-4556	-18184
1	PARAMENTO	1	0	0.0	0	0	0
		2	30	0.0	322	0	84
		3	60	0.0	696	52	383
		4	90	0.0	1095	198	751
		5	120	0.0	1519	459	1189
		6	150	0.0	1966	854	1696
		7	180	0.0	2436	1405	2274
		8	210	0.0	2805	2173	2980
		9	240	0.0	3186	3161	3762

C.D.W. - MURI DI SOSTEGNO DELLE TERRE -

SOLLECITAZIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: Freq.

SOLLECITAZIONI MURO							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo °	N Kg	M Kgm	T Kg
1	SEZ.TRASV.FOND.	10	270	0.0	3577	4392	4619
		11	300	0.0	3979	5889	5553
		12	330	0.0	4391	7674	6562
		13	360	0.0	4814	9771	7648
		14	390	0.0	5248	12202	8810
		15	420	0.0	5693	14989	10047
		1	0	0.0	0	1844	0
		2	30	0.0	0	959	5902
		3	60	0.0	0	-1697	11803

SOLLECITAZIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: Perm.

SOLLECITAZIONI MURO							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo °	N Kg	M Kgm	T Kg
1	MENS.FOND.MONT E	1	0	90.0	2352	-2	-469
1	MENS.FOND.VALLE	2	30	90.0	2352	-561	-3255
		3	60	90.0	-3137	-591	-7919
		4	90	90.0	-3137	-3380	-10674
		5	100	90.0	-3137	-4493	-11589
		1	0	-90.0	1358	81	0
1	PARAMENTO	2	30	-90.0	1358	169	569
		3	60	-90.0	6847	-882	-18552
		4	80	-90.0	6847	-4556	-18184
		1	0	0.0	0	0	0
		2	30	0.0	322	0	84
1	SEZ.TRASV.FOND.	3	60	0.0	696	52	383
		4	90	0.0	1095	198	751
		5	120	0.0	1519	459	1189
		6	150	0.0	1966	854	1696
		7	180	0.0	2436	1405	2274
		8	210	0.0	2805	2173	2980
		9	240	0.0	3186	3161	3762
		10	270	0.0	3577	4392	4619
		11	300	0.0	3979	5889	5553
		12	330	0.0	4391	7674	6562
		13	360	0.0	4814	9771	7648
		14	390	0.0	5248	12202	8810
		15	420	0.0	5693	14989	10047
		1	0	0.0	0	1844	0
		2	30	0.0	0	959	5902
		3	60	0.0	0	-1697	11803

VERIFICHE MURO 1

VERIFICHE DI RESISTENZA MURO																							
Sez N.	El em	Dist cm	H cm	B cm	Xg cm	Yg cm	Ang °	Cmb Fle	Nsdu Kg	Msdus Kg	A sin cmq	A des cmq	An. s °	An. d °	eps cls%	eps acc%	Asse neut.	Cmb tag	Vsdus Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verif.
1	1	0	40	100	120	480	0	1	0	0	0.0	0.0	3	0	0	0	1.000	1	0	0	0		OK
2	1	30	41	100	119	450	0	2	319	1	6.3	10.5	3	0	0	0	1.000	1	113	15378	0		OK
3	1	60	43	100	119	420	0	1	722	71	6.3	10.5	3	0	0	0	0.908	1	512	15763	0		OK
4	1	90	44	100	118	390	0	1	1145	268	6.3	10.5	3	0	0	0	0.464	1	1002	16145	0		OK
5	1	120	46	100	117	360	0	1	1596	618	6.3	10.5	3	0	0	0	0.346	1	1582	16525	0		OK
6	1	150	47	100	116	330	0	1	2076	1148	6.3	10.5	3	0	0	1	0.306	1	2253	16903	0		OK
7	1	180	49	100	116	300	0	1	2580	1884	6.3	10.5	3	0	1	1	0.282	1	3015	17279	0		OK
8	1	210	50	100	115	270	0	1	2950	2906	6.3	10.5	3	0	1	2	0.260	1	3945	17652	0		OK
9	1	240	51	100	114	240	0	1	3330	4218	6.3	10.5	3	0	1	4	0.246	1	4973	18024	0		OK
10	1	270	53	100	114	210	0	1	3721	5852	6.3	20.9	3	0	1	3	0.321	1	6100	21542	0		OK
11	1	300	54	100	113	180	0	1	4123	7835	6.3	20.9	3	0	2	3	0.314	1	7326	21828	0		OK

SOFTWARE: C.D.W. - Computer Design of Walls

C.D.W. - MURI DI SOSTEGNO DELLE TERRE -

VERIFICHE MURO 1

VERIFICHE DI RESISTENZA MURO																							
Sez N.	El em	Dist cm	H cm	B cm	Xg cm	Yg cm	Ang °	Cmb Fle	Nsdu Kg	Msdu Kgm	A sin cmq	A des cmq	An. s °	An. d °	eps cls%	eps acc%	Asse neut.	Cmb tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verif.
12	1	330	56	100	112	150	0	1	4536	10198	6.3	20.9	3	0	2	4	0.308	1	8650	22112	0		OK
13	1	360	57	100	111	120	0	1	4959	12970	6.3	31.4	3	0	2	4	0.352	1	10074	25633	0		OK
14	1	390	59	100	111	90	0	1	5393	16181	6.3	31.4	3	0	2	5	0.347	1	11596	25951	0		OK
15	1	420	60	100	110	60	0	1	5837	19861	6.3	31.4	3	0	3	5	0.343	1	13217	26265	0		OK

VERIFICHE MURO 1

VERIFICHE DI RESISTENZA MURO																							
Sez N.	El em	Dist cm	H cm	B cm	Xg cm	Yg cm	Ang °	Cmb Fle	Nsdu Kg	Msdm Kgm	A sin cmq	A des cmq	An. s °	An. d °	eps cls%	eps acc%	Asse neut.	Cmb tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verif.
1	4	0	60	100	0	30	-90	1	1358	81	0.0	0.0	0	0	0	0	1.000	1	0	0	0		OK
2	4	30	60	100	30	30	-90	2	1295	164	9.1	9.1	0	0	0	0	0.943	1	569	20221	0		OK

VERIFICHE MURO 1

VERIFICHE DI RESISTENZA MURO																							
Sez N.	El em	Dist cm	H cm	B cm	Xg cm	Yg cm	Ang °	Cmb Fle	Nsdu Kg	Msdm Kgm	A sin cmq	A des cmq	An. s °	An. d °	eps cls%	eps acc%	Asse neut.	Cmb tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmg/m	Verif.
1	5	0	60	100	240	30	90	1	3079	-2	0.0	0.0	0	0	0	0	1.000	1	-614	0	0		OK
2	5	30	60	100	210	30	90	1	3079	-708	9.1	9.1	0	0	0	0	0.558	1	-4075	20221	0		OK
3	5	60	60	100	180	30	90	1	-4358	-803	9.1	9.1	0	0	0	2	0.000	1	-11408	20221	0		OK
4	5	90	60	100	150	30	90	1	-4358	-4712	9.1	9.1	0	0	1	6	0.140	1	-14636	20221	0		OK
5	5	100	60	100	140	30	90	1	-4358	-6228	9.1	9.1	0	0	1	7	0.152	1	-15686	20221	0		OK

VERIFICHE MURO 1

VERIFICHE DI RESISTENZA MURO																							
Sez N.	El em	Dist cm	H cm	B cm	Xg cm	Yg cm	Ang °	Cmb Fle	Nsdu Kg	Msdm Kgm	A sin cmq	A des cmq	An. s °	An. d °	eps cls%	eps acc%	Asse neut.	Cmb tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verif.
1	8	0	60	240	0	0	0	1	0	2292	24.1	24.1	0	0	0	0	1	0.192	1	0	47556	0	OK
2	8	30	60	240	0	0	0	1	0	1192	24.1	24.1	0	0	0	0	0.192	1	7334	47556	0	OK	
3	8	60	60	240	0	0	0	1	0	-2109	24.1	24.1	0	0	0	1	0.192	1	14669	47556	0	OK	
4	8	75	60	240	0	0	0	1	0	-4584	24.1	24.1	0	0	0	2	0.192	1	18336	47556	0	OK	

VERIFICHE MURO 1

FESSURAZIONE MURI										
Muro N.	Ele	Tipo Comb	Cmb fes	Sez. fes	N fes Kg	M fes Kg	Dist. cm	Wcalc mm	W Lim mm	Verifica
1	5	Freq	1	5	-3137	-4493	14	0.12	0.40	OK
		Perm	1	5	-3137	-4493	14	0.12	0.30	OK
1	4	Freq	1	4	6847	-4556	15	0.07	0.40	OK
		Perm	1	4	6847	-4556	15	0.07	0.30	OK
1	1	Freq	1	9	3186	3161	17	0.07	0.40	OK
		Perm	1	9	3186	3161	17	0.07	0.30	OK
1	8	Freq	1	4	0	-3689	14	0.03	0.40	OK
		Perm	1	4	0	-3689	14	0.03	0.30	OK

VERIFICHE MURO 1

TENSIONI DI ESERCIZIO MURI															
Muro N.	Ele	Tipo Comb	Cmb sc	Sez. sc	N σc Kg	M σc Kg/m	σc Kg/cmq	σc max Kg/cmq	Cmb σf	Sez. σf	N σf Kg	M σf Kg/m	σf Kg/cmq	σf max Kg/cmq	Verifica
1	5	rara	1	5	-3137	-4493	16.2	150.0	1	5	-3137	-4493	1060	3600	OK
		perm	1	5	-3137	-4493	16.2	112.0							OK
1	4	rara	1	4	6847	-4556	17.6	150.0	1	4	6847	-4556	568	3600	OK
		perm	1	4	6847	-4556	17.6	112.0							OK
1	1	rara	1	15	5693	14989	37.0	150.0	1	15	5693	14989	822	3600	OK
		perm	1	15	5693	14989	37.0	112.0							OK
1	8	rara	1	4	0	-3689	6.2	150.0	1	4	0	-3689	287	3600	OK
		perm	1	4	0	-3689	6.2	112.0							OK

SOLLECITAZIONI PALI

SOLLECITAZIONI PALO

Combinazione di calcolo Tab. A1 N.1

Muro	Fila	Sez.	Dist.	Kwin	N	M	T	Spost.	Press.
------	------	------	-------	------	---	---	---	--------	--------

SOFTWARE: C.D.W. - Computer Design of Walls

C.D.W. - MURI DI SOSTEGNO DELLE TERRE -

N.	N.	N.	cm	Kg/cmc	Kg	Kgm	Kg	mm	Kg/cm ^q
1	1	1	60	3.6	36672	-12151	11156	-2.63	-0.9
		2	160	3.6	33063	-3263	6761	-2.17	-0.8
		3	260	4.5	28793	1381	2843	-1.33	-0.6
		4	360	5.4	23863	2791	301	-0.61	-0.3
		5	460	6.3	18273	2413	-825	-0.16	-0.1
		6	560	7.2	12022	1452	-979	0.04	0.0
		7	660	8.1	5111	602	-690	0.09	0.1
		8	760	9.0	0	97	-335	0.07	0.1
		9	860	9.9	0	-101	-87	0.03	0.0
		10	960	10.7	0	-118	30	0.01	0.0
		11	1060	11.6	0	-69	57	0.00	0.0
		12	1160	13.0	0	-20	38	0.00	0.0
		13	1260	13.0	0	0	0	-0.01	0.0
1	2	1	60	3.6	-5983	-12151	11156	-2.63	-0.9
		2	160	3.6	-1392	-3263	6761	-2.17	-0.8
		3	260	4.5	0	1381	2843	-1.33	-0.6
		4	360	5.4	0	2791	301	-0.61	-0.3
		5	460	6.3	0	2413	-825	-0.16	-0.1
		6	560	7.2	0	1452	-979	0.04	0.0
		7	660	8.1	0	602	-690	0.09	0.1
		8	760	9.0	0	97	-335	0.07	0.1
		9	860	9.9	0	-101	-87	0.03	0.0
		10	960	10.7	0	-118	30	0.01	0.0
		11	1060	11.6	0	-69	57	0.00	0.0
		12	1160	13.0	0	-20	38	0.00	0.0
		13	1260	13.0	0	0	0	-0.01	0.0

SOLLECITAZIONI PALI

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione di calcolo Tab. A1 N.2									
Muro N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spost. mm	Press. Kg/cm ^q
1	1	1	60	3.6	31360	-9871	9062	-2.14	-0.8
		2	160	3.6	27751	-2651	5492	-1.76	-0.6
		3	260	4.5	23481	1122	2310	-1.08	-0.5
		4	360	5.4	18551	2267	244	-0.49	-0.3
		5	460	6.3	12961	1960	-670	-0.13	-0.1
		6	560	7.2	6710	1179	-795	0.03	0.0
		7	660	8.1	0	489	-561	0.07	0.1
		8	760	9.0	0	79	-272	0.05	0.0
		9	860	9.9	0	-82	-70	0.03	0.0
		10	960	10.7	0	-96	25	0.01	0.0
		11	1060	11.6	0	-56	46	0.00	0.0
		12	1160	13.0	0	-16	30	0.00	0.0
		13	1260	13.0	0	0	0	-0.01	0.0
1	2	1	60	3.6	-4130	-9871	9062	-2.14	-0.8
		2	160	3.6	0	-2651	5492	-1.76	-0.6
		3	260	4.5	0	1122	2310	-1.08	-0.5
		4	360	5.4	0	2267	244	-0.49	-0.3
		5	460	6.3	0	1960	-670	-0.13	-0.1
		6	560	7.2	0	1179	-795	0.03	0.0
		7	660	8.1	0	489	-561	0.07	0.1
		8	760	9.0	0	79	-272	0.05	0.0
		9	860	9.9	0	-82	-70	0.03	0.0
		10	960	10.7	0	-96	25	0.01	0.0

C.D.W. - MURI DI SOSTEGNO DELLE TERRE -

SOLLECITAZIONI PALI

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione di calcolo Tab. A1 N.2									
Muro N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spost. mm	Press. Kg/cm ²
		11	1060	11.6	0	-56	46	0.00	0.0
		12	1160	13.0	0	-16	30	0.00	0.0
		13	1260	13.0	0	0	0	-0.01	0.0

SOLLECITAZIONI PALI

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione Rara N.1									
Muro N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spost. mm	Press. Kg/cm ²
1	1	1	60	3.6	29508	-8968	8233	-1.94	-0.7
		2	160	3.6	25899	-2408	4990	-1.60	-0.6
		3	260	4.5	21630	1019	2098	-0.98	-0.4
		4	360	5.4	16700	2060	222	-0.45	-0.2
		5	460	6.3	11109	1781	-609	-0.12	-0.1
		6	560	7.2	4859	1071	-723	0.03	0.0
		7	660	8.1	0	444	-509	0.06	0.1
		8	760	9.0	0	72	-247	0.05	0.0
		9	860	9.9	0	-74	-64	0.03	0.0
		10	960	10.7	0	-87	22	0.01	0.0
		11	1060	11.6	0	-51	42	0.00	0.0
		12	1160	13.0	0	-15	28	0.00	0.0
		13	1260	13.0	0	0	0	0.00	0.0
1	2	1	60	3.6	-2841	-8968	8233	-1.94	-0.7
		2	160	3.6	0	-2408	4990	-1.60	-0.6
		3	260	4.5	0	1019	2098	-0.98	-0.4
		4	360	5.4	0	2060	222	-0.45	-0.2
		5	460	6.3	0	1781	-609	-0.12	-0.1
		6	560	7.2	0	1071	-723	0.03	0.0
		7	660	8.1	0	444	-509	0.06	0.1
		8	760	9.0	0	72	-247	0.05	0.0
		9	860	9.9	0	-74	-64	0.03	0.0
		10	960	10.7	0	-87	22	0.01	0.0
		11	1060	11.6	0	-51	42	0.00	0.0
		12	1160	13.0	0	-15	28	0.00	0.0
		13	1260	13.0	0	0	0	0.00	0.0

SOLLECITAZIONI PALI

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione Frequente N.1									
Muro N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spost. mm	Press. Kg/cm ²
1	1	1	60	3.6	29508	-8968	8233	-1.94	-0.7
		2	160	3.6	25899	-2408	4990	-1.60	-0.6
		3	260	4.5	21630	1019	2098	-0.98	-0.4
		4	360	5.4	16700	2060	222	-0.45	-0.2
		5	460	6.3	11109	1781	-609	-0.12	-0.1
		6	560	7.2	4859	1071	-723	0.03	0.0
		7	660	8.1	0	444	-509	0.06	0.1
		8	760	9.0	0	72	-247	0.05	0.0
		9	860	9.9	0	-74	-64	0.03	0.0

C.D.W. - MURI DI SOSTEGNO DELLE TERRE -

SOLLECITAZIONI PALI

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione Frequente N.1									
Muro N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spost. mm	Press. Kg/cm ²
1	2	10	960	10.7	0	-87	22	0.01	0.0
		11	1060	11.6	0	-51	42	0.00	0.0
		12	1160	13.0	0	-15	28	0.00	0.0
		13	1260	13.0	0	0	0	0.00	0.0
		1	60	3.6	-2841	-8968	8233	-1.94	-0.7
		2	160	3.6	0	-2408	4990	-1.60	-0.6
		3	260	4.5	0	1019	2098	-0.98	-0.4
		4	360	5.4	0	2060	222	-0.45	-0.2
		5	460	6.3	0	1781	-609	-0.12	-0.1
		6	560	7.2	0	1071	-723	0.03	0.0
		7	660	8.1	0	444	-509	0.06	0.1
		8	760	9.0	0	72	-247	0.05	0.0
		9	860	9.9	0	-74	-64	0.03	0.0
		10	960	10.7	0	-87	22	0.01	0.0
		11	1060	11.6	0	-51	42	0.00	0.0
		12	1160	13.0	0	-15	28	0.00	0.0
		13	1260	13.0	0	0	0	0.00	0.0

SOLLECITAZIONI PALI

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione Quasi Permanenti N.1									
Muro N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spost. mm	Press. Kg/cm ²
1	1	1	60	3.6	29508	-8968	8233	-1.94	-0.7
		2	160	3.6	25899	-2408	4990	-1.60	-0.6
		3	260	4.5	21630	1019	2098	-0.98	-0.4
		4	360	5.4	16700	2060	222	-0.45	-0.2
		5	460	6.3	11109	1781	-609	-0.12	-0.1
		6	560	7.2	4859	1071	-723	0.03	0.0
		7	660	8.1	0	444	-509	0.06	0.1
		8	760	9.0	0	72	-247	0.05	0.0
		9	860	9.9	0	-74	-64	0.03	0.0
		10	960	10.7	0	-87	22	0.01	0.0
		11	1060	11.6	0	-51	42	0.00	0.0
		12	1160	13.0	0	-15	28	0.00	0.0
		13	1260	13.0	0	0	0	0.00	0.0
	2	1	60	3.6	-2841	-8968	8233	-1.94	-0.7
		2	160	3.6	0	-2408	4990	-1.60	-0.6
		3	260	4.5	0	1019	2098	-0.98	-0.4
		4	360	5.4	0	2060	222	-0.45	-0.2
		5	460	6.3	0	1781	-609	-0.12	-0.1
		6	560	7.2	0	1071	-723	0.03	0.0
		7	660	8.1	0	444	-509	0.06	0.1
		8	760	9.0	0	72	-247	0.05	0.0
		9	860	9.9	0	-74	-64	0.03	0.0
		10	960	10.7	0	-87	22	0.01	0.0
		11	1060	11.6	0	-51	42	0.00	0.0
		12	1160	13.0	0	-15	28	0.00	0.0
		13	1260	13.0	0	0	0	0.00	0.0

VERIFICHE PALI

C.D.W. - MURI DI SOSTEGNO DELLE TERRE -

VERIFICHE DI RESISTENZA PALI																	
Muro N.	Sez. N.	Dist cm	Comb fles	Fil fle	Nsdu Kg	Msdu Kgm	Atot cmq	eps cls %	eps acc.%	Asse neut.	Comb tagl	Fil tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verifica
1	1	60	1	2	-5983	12151	19.6	14	34	0.28	2	2	9062	67074	11302	7.7	OK
1	2	160	1	2	-1392	3263	19.6	3	6	0.31	1	2	6761	67074	11302	7.7	OK
1	3	260	1	2	0	1381	19.6	1	2	0.32	1	2	2843	67074	11302	7.7	OK
1	4	360	1	2	0	2791	19.6	2	5	0.32	1	2	301	67074	6997	4.8	OK
1	5	460	1	2	0	2413	19.6	2	4	0.32	1	2	825	67074	6997	4.8	OK
1	6	560	1	2	0	1452	19.6	1	3	0.32	1	2	979	67074	6997	4.8	OK
1	7	660	1	2	0	602	19.6	1	1	0.32	1	2	690	67074	6997	4.8	OK
1	8	760	1	2	0	97	7.1	0	0	0.23	1	2	335	67074	6997	4.8	OK
1	9	860	1	2	0	101	7.1	0	0	0.23	1	2	87	67074	6997	4.8	OK
1	10	960	1	2	0	118	7.1	0	1	0.23	1	2	30	67074	6997	4.8	OK
1	11	1060	1	2	0	69	7.1	0	0	0.23	1	2	57	67074	6997	4.8	OK
1	12	1160	1	2	0	20	7.1	0	0	0.23	1	2	38	67074	6997	4.8	OK
1	13	1260	1	2	0	0	7.1	0	0	1.00	1	2	0	67074	6997	4.8	OK

VERIFICA A PUNZONAMENTO PALI

PUNZONAMENTO PALI							
Muro N.	Fila N.	Diam cm	Spess cm	Cmb pun	N punz Kg	Nrdu Kg	Status Verifica
1	1	50	60	1	36672	94345	OK
1	2	50	60	1	-5983	94345	OK

VERIFICA A FESSURAZIONE PALI

FESSURAZIONE PALI										
Muro N.	Tipo Comb	Cmb fes	Fil fes	Sez fes	N fes Kg	M fes Kgm	Dist. cm	W ese mm	W max mm	Verifica
1	freq	1	2	1	-2841	8968	7	0.18	0.40	OK
0	perm	1	2	1	-2841	8968	7	0.18	0.30	OK

VERIFICA S.L.E. PALI

TENSIONI DI ESERCIZIO PALI																
Muro N.	Tipo Comb	Cmb σc	Fil σc	Sez σc	N σc Kg	M σc Kgm	σc Kg/cmq	σc max Kg/cmq	Cmb σf	Fil σf	Sez. σf	N σf Kg	M σf Kgm	σf Kg/cmq	σf max Kg/cmq	Verifica
1	rara	1	2	1	-2841	8968	125.7	150.0	1	2	1	-2841	8968	3388	3600	OK
	perm	1	2	1	-2841	8968	125.7	112.0								NO VERIF

VERIFICA PORTANZA MURO 1

VERIFICHE PORTANZA PALI

FILA n.	1
Interasse minimo tra i pali:	150 cm
Numero del primo strato su cui fondano i pali:	2
Profondita' del primo strato attraversata dai pali:	12.000 m
Combinazione di carico piu' gravosa per carico assiale:	1 A1
Scarico ortogonale alla fondazione complessivo:	20.46 t/m
Scarico parallelo alla fondazione complessivo:	14.87 t/m
Momento ribaltante applicato in fondazione:	3.22 tm/m
Pressione verticale agente sul piano fondazione:	1.36 t/mq
Portanza limite alla base:	6.41 t
Portanza limite per attrito laterale:	34.59 t
Coefficiente di riduzione portata assiale pali in gruppo:	0.70
Carico limite complessivo netto assiale:	24.96 t
Carico al limite dell'instabilita'secondo Eulero:	12030.79 t
Carico di esercizio per il palo piu' sollecitato:	42.56 t
Coefficiente di sicurezza portanza assiale palo:	0.59
Combinazione di carico piu' gravosa carico normale all'asse:	1
Portanza limite per carico normale all'asse per ciasun palo:	116.14 t
Coefficiente riduzione portata normale pali in gruppo:	0.70
Carico normale limite complessivo netto:	62.54 t

VERIFICA PORTANZA MURO 1**VERIFICHE PORTANZA PALI**

Carico normale di esercizio palo piu' sollecitato:	11.16	t
Coefficiente di sicurezza portanza normale palo	5.61	
LA VERIFICA RISULTA NON SODDISFATTA		
F I L A n.	2	
Interasse minimo tra i pali:	150	cm
Numero del primo strato su cui fondano i pali:	2	
Profondita' del primo strato attraversata dai pali:	12.000	m
Combinazione di carico piu' gravosa per carico assiale:	2	A1
Scarico ortogonale alla fondazione complessivo:	18.15	t/m
Scarico parallelo alla fondazione complessivo:	12.08	t/m
Momento ribaltante applicato in fondazione:	4.04	tm/m
Pressione verticale agente sul piano fondazione:	1.36	t/mq
Portanza limite alla base:	0.00	t
Portanza limite per attrito laterale:	34.59	t
Coefficiente di riduzione portata assiale pali in gruppo:	0.70	
Carico limite complessivo netto assiale:	19.37	t
Carico al limite dell'instabilita' secondo Eulero:	12030.79	t
Carico di esercizio per il palo piu' sollecitato:	1.76	t
Coefficiente di sicurezza portanza assiale palo:	11.00	
Combinazione di carico piu' gravosa carico normale all'asse:	1	
Portanza limite per carico normale all'asse per ciasun palo:	116.14	t
Coefficiente riduzione portata normale pali in gruppo:	0.70	
Carico normale limite complessivo netto:	62.54	t
Carico normale di esercizio palo piu' sollecitato:	11.16	t
Coefficiente di sicurezza portanza normale palo	5.61	
LA VERIFICA RISULTA SODDISFATTA		

COMPUTO MATERIALI MURO 1**COMPUTO DEI MATERIALI**

Volume di calcestruzzo per metro di muro:	3.540	mc/m
Peso di acciaio per metro di muro:	169.2	Kg/m
Superficie casseforme per metro di muro:	9.6	mq/m
Sviluppo complessivo del muro:	12.00	m
Volume di calcestruzzo complessivo per il muro:	42.480	mc
Peso di acciaio complessivo per il muro:	2030.5	Kg
Superficie casseforme complessiva per il muro:	115.3	mq
Rapporto peso acciaio / volume calcestruzzo del muro:	47.8	Kg/mc
Volume di calcestruzzo per il singolo palo:	2.356	mc
Peso di acciaio per il singolo palo:	177.7	Kg
Numero complessivo di pali:	15	
Volume di calcestruzzo complessivo per i pali:	35.343	mc
Peso di acciaio complessivo per i pali:	2666.0	Kg
Rapporto peso acciaio / volume calcestruzzo dei pali:	75.4	Kg/mc

COMPUTO MATERIALI MURO 1**DISTINTA DELLE ARMATURE**

- Diametro ϕ	8	mm
Sviluppo complessivo barre per metro di muro:	29.40	m/m
Peso totale barre per metro di muro:	11.6	Kg/m

COMPUTO MATERIALI MURO 1**DISTINTA DELLE ARMATURE**

Sviluppo complessivo barre per il singolo palo:	81.80	m
Peso totale barre per il singolo palo:	32.3	Kg
- Diametro ϕ	10	mm
Sviluppo complessivo barre per metro di muro:	0.00	m/m
Peso totale barre per metro di muro:	0.0	Kg/m
Sviluppo complessivo barre per il singolo palo:	235.80	m
Peso totale barre per il singolo palo:	145.4	Kg
- Diametro ϕ	12	mm
Sviluppo complessivo barre per metro di muro:	29.02	m/m
Peso totale barre per metro di muro:	25.8	Kg/m
Sviluppo complessivo barre per il singolo palo:	0.00	m
Peso totale barre per il singolo palo:	0.0	Kg
- Diametro ϕ	16	mm
Sviluppo complessivo barre per metro di muro:	30.36	m/m
Peso totale barre per metro di muro:	47.9	Kg/m
Sviluppo complessivo barre per il singolo palo:	0.00	m
Peso totale barre per il singolo palo:	0.0	Kg
- Diametro ϕ	20	mm
Sviluppo complessivo barre per metro di muro:	34.00	m/m
Peso totale barre per metro di muro:	83.9	Kg/m
Sviluppo complessivo barre per il singolo palo:	0.00	m
Peso totale barre per il singolo palo:	0.0	Kg