

EMERGENZA ALLUVIONE MAGGIO 2023 - ORDINANZA N.13/2023
INTERVENTO MESSA IN SICUREZZA ID_129_ER-URVI-001182
Ripristino del versante soggetto a smottamento e messa in sicurezza dei manufatti
STRADA FORESTALE DI CORNETO - COMPLESSO FORESTALE ALTO LAMONE - BRISIGHELLA (RA)

CUP: F57H23002440001

Importo € 100.000,00

PROGETTO ESECUTIVO

1 - RELAZIONE TECNICA

Progettisti:

Dott. For. Nicola Sangiorgi

Dott. Geol. Alessandro Poggiali

Riolo Terme 15/07/2026

(elaborato firmato digitalmente)

Sommario

PREMESSA	2
FINALITÀ DEL PROGETTO E STATO DEI LUOGHI	2
DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	4
LAVORI PREPARATORI.....	4
A VALLE DELLA STRADA.....	4
A MONTE DELLA STRADA.....	5
RIPRISTINO DEL PIANO STRADALE.....	6
OPERE A VERDE E INTERVENTI ANTIEROSIVI.....	6
VERIFICHE DI STABILITÀ.....	7
PREMESSA	7
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI.....	7
STRUMENTI E SOFTWARE DI CALCOLO	7
VERIFICHE DI STABILITÀ DEL COMPLESSO OPERA-TERRENO CON L'UTILIZZO DEL SOFTWARE MBMURO 3.04	8
VERIFICA DI STABILITÀ INTERNA PER LA PALIFICATA A DOPPIA PARETE ANALIZZATA SINGOLARMENTE CON IL SOFTWARE SLOPE (GeoSTRU).....	44
VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE CON SOFTWARE SLOPE (GeoSTRU)	60

Premessa

L'Unione della Romagna Faentina gestisce per conto della Regione Emilia-Romagna (Convenzione Rep. n. 0399/2020) il Complesso forestale demaniale Alto Senio, che si estende in Comune di Casola Valsenio (RA) e Castel del Rio (BO), ed il Complesso forestale demaniale Alto Lamone, che si estende in Comune di Brisighella (RA). Tra le attività svolte, è di fondamentale importanza la manutenzione della viabilità forestale, volta a favorire la tutela, la corretta gestione e la salvaguardia dagli incendi boschivi del Patrimonio indisponibile forestale regionale ed i beni silvo-pastorali (fabbricati, castagneti, terreni prato-pascolo) in esso ubicati. Ai sensi dell'Art. 62 del Regolamento forestale regionale n. 3/2018, il transito con mezzi motorizzati lungo la viabilità interna ai Complessi forestali regionali è consentito ai soli fini di gestione, manutenzione e sicurezza del territorio. Le strade forestali principali hanno tutte fondo bianco (ghiaiato).

Con gli eventi calamitosi del 2-3 maggio 2023 e quelli ancor più violenti del 16-17 maggio 2023, la viabilità interna ai Complessi forestali è stata seriamente danneggiata (sono state censite circa 160 frane solo sulle strade forestali principali). Per fare fronte all'emergenza sono stati attivati interventi di somma urgenza, finanziati con l'Ordinanza n. 6/2023 del Commissario straordinario alla ricostruzione, finalizzati esclusivamente al ripristino temporaneo della transitabilità, peraltro attualmente possibile solo con mezzi leggeri a trazione integrale, mediante lo sgombero del materiale franato e/o la riconfigurazione dei tracciati con sterri e riporti, senza alcun tipo di intervento strutturale di ricostruzione, riparazione o consolidamento.

Nell'Ordinanza n. 13/2023 del Commissario straordinario alla ricostruzione, l'Unione della Romagna Faentina è beneficiaria del finanziamento di n. 14 interventi di riparazione e consolidamento di tratti dissestati della viabilità forestale all'interno dei Complessi forestali regionali in gestione. Nello specifico il presente progetto riguarda l'intervento:

ER-URVI-001182 - CUP F57H23002440001 - ID 129 - Strada Forestale Corneto

Il sito in esame è ubicato nel Complesso Forestale Alto Lamone in Comune di Brisighella (RA). Ha un'altitudine di circa 475 m s.l.m. ed è localizzabile come di seguito:

Estremi catastali: Foglio 165 Mappali 74, 77

Carta topografica RER scala 1:25.000: Tavola 253NE

Carta Tecnica RER scala 1:5.000: Sezione 253081

Coordinate geografiche WGS84: Latitudine: 44.14833514 [°] Longitudine: 11.64615693 [°]

Finalità del progetto e stato dei luoghi

La viabilità, in particolare, quale causa di taglio delle linee di pendenza di equilibrio e punto di partenza di fenomeni di dissesto, necessita di numerosi interventi. Molteplici scarpate, originate dagli sbancamenti effettuati al momento dell'allargamento delle vecchie mulattiere preesistenti e l'apertura di nuovi tracciati, non sono ancora consolidate a causa della pendenza e della natura fisico-meccanica

e geolitologica delle stesse, i detriti della componente marnosa causano sovente occlusioni dei fossi a monte della viabilità.

La situazione è peggiorata negli ultimi anni anche a causa dell'estremizzazione dell'andamento pluviometrico con il repentino passaggio da periodi siccitosi a periodi eccezionalmente piovosi; l'acqua diventa così l'elemento scatenante di movimenti franosi e la sua regimazione si rende pertanto necessaria per diminuire il rischio d'innesci dei fenomeni di dissesto.

Nel mese di maggio 2023, a seguito degli eventi calamitosi verificatisi su tutto il territorio Romagnolo, sono stati riscontrati diversi danneggiamenti ai sistemi di regimazioni idraulica, opere d'ingegneria naturalistiche e alle superfici boscate. I numerosi movimenti franosi hanno creato accumuli di materiale negli impluvi e sulle opere di regimazione idrica, cambiando il normale deflusso delle acque e talvolta danneggiando irreparabilmente le opere.

A causa dei suddetti eventi anche tutta la viabilità forestale e comunale è stata danneggiata enormemente, tanto da impedire il regolare accesso alle superfici Forestali Demaniali e ostacolando così l'importante funzione della viabilità forestale nella lotta agli incendi boschivi, tutela e gestione del territorio.

Lo scopo principale degli interventi di cui al presente progetto è quello di ripristinare la funzionalità della viabilità forestale compromessa mediante opere d'ingegneria naturalistica. Quest'ultima si definisce una disciplina tecnica che utilizza le piante vive autoctone negli interventi antierosivi e di consolidamento, in genere in abbinamento con altri materiali (paglia, legno, pietrame, reti metalliche, biostuoie, geotessuti, ecc.). Le finalità degli interventi di Ingegneria Naturalistica sono storicamente quattro:

- **naturalistiche**, in quanto non semplice copertura a verde ma ricostruzione o innesci di ecosistemi paraturali mediante impiego di specie autoctone;
- **tecnico-funzionali**, per esempio antierosive, stabilizzanti e di consolidamento di una sponda o di una scarpata stradale;
- **paesaggistiche**, di "ricucitura" al paesaggio naturale circostante;
- **economiche**, in quanto strutture competitive e alternative ad opere tradizionali (ad esempio muri di contropia sostituiti da palificate vive).

Descrizione degli interventi

Lungo la strada forestale di Corneto si è verificato un movimento franoso che ha interessato la scarpata stradale a monte e a valle del piano. L'accumulo di detriti, materiale lapideo e legnoso ha interrotto la viabilità forestale e alterato il profilo naturale dell'alveo. Il conseguente rallentamento del deflusso idrico ha incrementato la sedimentazione in corrispondenza dell'attraversamento tombato, riducendone la sezione utile.

Visto quanto sopra illustrato e descritto in merito alla tipologia e caratteristiche dello smottamento, si progetta un intervento d'ingegneria naturalistica per migliorare la stabilità della scarpata tra il fosso e il piano stradale. Inoltre, per garantire la piena funzionalità dell'attraversamento tombato, si procederà alla rimozione dei detriti e dell'accumulo di terreno in alveo per ripristinare l'originario profilo e deflusso. Nel versante a monte della strada si prevede la riprofilatura della nicchia di distacco e piccoli interventi di riduzione dell'erosione superficiale.

Lavori preparatori

Preliminarmente, si prevede l'abbattimento degli alberi presenti nella zona della nicchia di distacco a monte della strada che risultano instabili e che ne ostacolano la riprofilatura. Al termine degli abbattimenti si dovrà prevedere il depezzamento dei tronchi e il corretto accatastamento a bordo strada. La ramaglia dovrà essere opportunamente distribuita ad una distanza maggiore di 15 m dalla viabilità.

A valle della strada

La presenza di un attraversamento tombato del fosso rende cruciale garantire il corretto deflusso delle acque superficiali e la piena efficienza del manufatto già in opera. Lo smottamento avvenuto nel maggio 2023 ha creato un accumulo di detriti, materiale vegetale e rocce nell'alveo, modificandone il profilo.



Il nuovo profilo del fosso, generato dall'accumulo di frana, aumenta la sedimentazione in corrispondenza dei tubi dell'attraversamento, riducendone la sezione utile.

Perciò, si prevede la rimozione dell'ostruzione al corretto deflusso delle acque (visibile anche nella foto precedente) e successivo ripristino del profilo e pendenza naturale dell'alveo.

Il terreno di scavo prodotto in occasione della riprofilatura dell'alveo sarà opportunamente utilizzato per la ricostruzione della scarpata tra la strada forestale e il fosso.

In destra idrografica del fosso, ove si era verificato lo smottamento della scarpata, si progetta anche l'inserimento di un'opera d'ingegneria naturalistica per migliorare la stabilità della scarpata e garantire il corretto deflusso idrico.

L'opera prevista si compone di un basamento eseguito mediante posa di massi ciclopici a formare una scogliera, opportunamente ammorsata sotto il profilo dell'alveo, in grado di evitare eventuali erosioni di sponda e sostenere una palificata a doppia parete in legname di castagno. La scogliera dovrà essere posizionata in scavo rispetto all'alveo ripristinato per ridurre al minimo la possibilità di scalzamento e per utilizzare substrati rocciosi più compatti come piano di appoggio delle opere. La posizione e la forma della scogliera dovrà dare continuità al muro di contenimento facente parte dell'attraversamento tombato e attualmente già presente. La posizione è indicata anche negli elaborati grafici, in cui si evince anche la necessità di porre un tessuto non tessuto filtrante a tergo dell'opera, abbinato ad un tubo drenante, per ridurre le spinte idrostatiche derivante dalla circolazione idrica nel sottosuolo.

Sovrastante alla scogliera, si prevede la realizzazione di una palificata viva a doppia parete (con l'inserimento di talee legnose) posizionata nella scarpata a valle della strada. Il piano di posa, in parte formato dalla scogliera sottostante, dovrà avere un'inclinazione verso monte di circa 5/10 gradi. Le dimensioni dell'opera previste sono 19x2,5x2,5 m. Per ridurre le pressioni interstiziali eventualmente dovute alla presenza di elevata circolazione idrica sotterranea, a tergo dell'opera, si prevede la stesura di un setto drenante in geocomposito tridimensionale contro la parete di scavo e il relativo tubo d'intercettazione microfessurato per convogliare le acque a fronte della palificata. Vista la mancanza di substrato roccioso compatto nel piano di posa, il drenaggio dovrà essere abbinato ad una geomembrana impermeabile per mantenere le acque raccolte all'interno del tubo microfessurato.

Al termine della realizzazione delle opere si prevede anche la riprofilatura della scarpata a valle della strada, impiegando anche il terreno e i detriti rimossi tramite riprofilatura dell'alveo. Il terreno così riportato dovrà essere opportunamente compattato a strati successivi di spessore non superiore a 30/40 cm.

A monte della strada

A seguito degli abbattimenti degli esemplari arborei eseguiti in fase preliminare, si prevede la realizzazione di una gradonatura che inizialmente fungerà anche da pista di accesso per raggiungere la nicchia di distacco mediante l'escavatore semovente "ragno". Il ragno avrà il compito di eseguire

una leggera riprofilatura della nicchia di distacco per ridurre il terreno aggettante e a rischio crollo. Al termine della riprofilatura, il versante dovrà seguire le sagome indicate negli elaborati grafici.

Per proteggere la cunetta longitudinale alla strada dal deposito del trasporto solido dovuto all'erosione superficiale, si prevede la realizzazione di una palizzata in legname di castagno secondo le sagome illustrate negli elaborati grafici.

Ripristino del piano stradale

Ultimate le opere di consolidamento si procederà alla ricostruzione del piano viabile e della cunetta longitudinale. La posa del breccione per la creazione della massicciata sarà eseguita all'interno di un cassonetto ottenuto in scavo su terreno minerale opportunamente livellato e compattato. La massicciata in frantumato di roccia 0/70 dovrà avere uno spessore minimo di 15 cm distribuita in modo andante su tutta la superficie del cassonetto e in seguito compattata tramite rullo vibro compattatore. Lo strato di usura finale sarà costituito da stabilizzato 0/30 in spessore omogeneo di almeno 10 cm; anch'esso dopo la stesura deve essere compattato tramite rullatura. Il piano viario finale dovrà essere livellato per avere un'opportuna pendenza in direzione della cunetta longitudinale.

Opere a verde e interventi antierosivi

Con lo scopo di ridurre l'erosione superficiale del terreno, si prevede la stesura della biostuoia in paglia e cocco nelle scarpate riprofilate, secondo gli allegati grafici.

Le opere a verde sono fortemente dipendenti dalla stagione ed eseguibili in finestre temporali ridotte in base al ciclo vitale del materiale vegetale utilizzato. Detto ciò, si provvederà alla messa a dimora di piantine di specie arbustive come ginestra, olivello o sanguinello lungo le scarpate, secondo gli elaborati di progetto. Il periodo ottimale e il posizionamento delle piantine saranno specificati in fase di direzione dei lavori ma comunque dovranno essere disposte in ordini sovrapposti, trasversalmente alla pendenza della scarpata e dovranno essere messe a dimora nel tardo autunno. Nello stesso periodo si dovrà eseguire anche l'inerbimento mediante la tecnica dell'idrosemina.

Questi interventi dovranno essere eseguiti al termine delle lavorazioni di movimentazione e riprofilatura del terreno e hanno lo scopo di ridurre l'erosione superficiale e velocizzare il processo di colonizzazione vegetale naturale.

Verifiche di stabilità

Premessa

L'opera di sostegno in progetto è costituita da una sezione mista che prevede:

- **Al piede:** una scogliera in massi ciclopici (intesa come opera di sostegno a gravità in massi naturali);
- **In sommità:** una palificata a doppia parete in legname di castagno, riempita con materiale lapideo e terreno, posizionata direttamente al di sopra della suddetta scogliera.

Tale tipologia di intervento mira a garantire il sostegno del versante coniugando l'elevata resistenza meccanica e drenante della scogliera basale con le proprietà di ingegneria naturalistica della palificata sovrastante, favorendo un inserimento ottimale nel contesto paesaggistico e un'efficace regimazione delle acque.

Le verifiche di sicurezza e stabilità dell'opera di sostegno e del versante sono state condotte in conformità alle prescrizioni del **D.M. 17 gennaio 2018** (*Norme Tecniche per le Costruzioni - NTC 2018*) e della relativa **Circolare applicativa n. 7 del 21 gennaio 2019**.

Caratterizzazione Geotecnica dei Terreni

La definizione del modello geotecnico di riferimento e dei parametri di resistenza dei terreni coinvolti dal sistema opera-versante è stata eseguita attraverso una sintesi critica dei dati disponibili. Nello specifico, i parametri geotecnici sono stati dedotti:

1. In parte dalle indagini dirette e dalle valutazioni contenute nella **Relazione Geologica** a corredo del progetto, redatta dal Geol. Tiziano Righini;
2. In parte, a integrazione del modello di calcolo, attraverso dati derivanti da relazioni geologiche redatte per opere e interventi realizzati dallo scrivente in un'area d'indagine caratterizzata da analoghe formazioni litologiche (Alto Senio – Loc. Fontanini).

Strumenti e Software di Calcolo

Per lo sviluppo delle analisi strutturali e geotecniche e per la determinazione dei coefficienti di sicurezza alle diverse configurazioni di carico (comprese le combinazioni sismiche), sono stati impiegati i seguenti software di calcolo riconosciuti e validati:

- **MBmuro 3.04:** utilizzato per la modellazione dell'intera opera di sostegno assimilata ad un unico muro a gravità con differenti pesi specifici, la stima delle spinte del terreno e la verifica di stabilità del complesso opera-terreno (scorrimento, ribaltamento, carico limite);
- **Slope (GeoStru):** impiegato per le verifiche di stabilità globale del versante, attraverso metodi di equilibrio limite (Bishop), analizzando le superfici di scivolamento potenziali sia in

condizioni statiche che sismiche. Inoltre, sono state verificate le condizioni di stabilità della palificata a doppia parete, analizzata come opera singola.

Verifiche di stabilità del complesso opera-terreno con l'utilizzo del software MBmuro 3.04

=====
**** DATI DI INPUT ****
=====

*** MATERIALI COSTITUENTI LA STRUTTURA ***
=====

* Coordinate Geometriche *

Mater. N. 1 Mater. N. 2

X Y X Y

[m] [m] [m] [m]

0.00 0.00 0.00 0.00

2.00 0.00 2.00 0.00

2.30 2.00 2.30 2.00

3.80 2.00 0.30 2.00

4.40 4.50

1.80 4.50

1.30 2.00

0.30 2.00

Mater.N. p.s. Tipo Azione

- [kN/m3]

1 15.00 Perm. Strutt.

2 7.50 Perm. Strutt.

*** STRATI DI TERRENO A TERGO DEL MURO ***

=====

N.	h	p.s.	Coe	Phi	Incl
	[m]	[kN/m3]	[kN/m2]	[°]	[°]
1	4.50	18.40	0.67	28.99	26.00

*** CARATTERISTICHE TERRENO SOTTO LA FONDAZIONE ***

=====

P.S.(GammaB)= 22.47 [kN/m3]

Coesione(COEB)= 51.00 [kN/m2]

Angolo di attrito(PHIB)= 36.60 [°]

Inclinazione di Monte(Alpha M)= 26.00 [°]

Inclinazione di Valle(Alpha V)= 0.00 [°]

Altezza della falda a Monte ...(Hw M)= 0.50 [m]

Altezza della falda a Valle ...(Hw V)= 0.00 [m]

*** SOVRACCARICO SUL TERRENO DI MONTE ***

=====

Q Tipo Azione
[kN/m2]

0.00 Variabile

*** SOVRACCARICO SUL TERRENO DI VALLE ***

=====

Q Tipo Azione
[kN/m²]

0.00 Perm. Strutt.

*** FORZE ESTERNE APPLICATE ALLA STRUTTURA ***

Forze orizzontali(NFX)= 0

Forze verticali(NFY)= 0

Coppie(NCOPPIE)= 0

MAGLIA DEI CENTRI PER VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE

Origine Maglia (x): -2.11 m

Origine Maglia (y): 13.88 m

N.ro centri in (x): 15

N.ro centri in (y): 15

Passo tra i centri: 0.20 m

Regime di calcolo delle Spinte = Spinte attive (ka)

*** PARAMETRI SISMICI ***

Accel. Sismica di riferimento ag/g : 0.2500

Coeff. di amplificazione stratigrafica Ss : 1.00

Coeff. di amplificazione topografica St : 1.20

Categoria suolo : E

Accelerazioni sismiche per stabilità LOCALE

Coeff. di riduzione (NTC18- 7.11.6.2.1) Beta: 0.38
Acceler. Sismica orizzontale di calcolo kH: 0.1140
Acceler. Sismica verticale di calcolo kV: 0.0570

Accelerazioni sismiche per stabilità GLOBALE

Coeff. di riduzione (NTC18-Tab.7.11.I) Beta: 0.28
Acceler. Sismica orizzontale di calcolo kH: 0.0840
Acceler. Sismica verticale di calcolo kV: 0.0420

COEFFICIENTI PARZIALI SULLE AZIONI EQU A1(STR) A2(GEO)

Perm. Favorevole	0.90	1.00	1.00
Perm. Sfavorevole	1.10	1.30	1.00
Perm. NON Struttur Favorevole	0.80	0.80	0.80
Perm. NON Struttur Sfavorevole	1.50	1.50	1.30
Variabile Favorevole	0.00	0.00	0.00
Variabile Sfavorevole	1.50	1.50	1.30
Custom Favorevole	1.00	1.00	1.00
Custom Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

COEFF. PARZIALI PARAMETRI GEOTECN. M1(STR) M2(GEO)

tan(ϕ)	1.00	1.25
c':	1.00	1.25
cu:	1.00	1.40
Gamma:	1.00	1.00

COEFF. DI SICUREZZA GLOBALI (R1) (R2) (R3)

Capacità Portante	1.00	1.00	1.40
Scorrimento	1.00	1.00	1.10
Ribaltamento	1.00	1.00	1.15
Resist.passiva Valle	1.00	1.00	1.40

Stabilità Globale	1.10
-------------------	------

COEFF. DI SIC. GLOBALI IN CONDIZIONI SISMICHE (R3)

Capacità Portante	1.20
Scorrimento	1.00
Ribaltamento	1.00
Resist.passiva Valle	1.20

=====
**** RISULTATI ELABORAZIONE ****
=====

Verifiche svolte secondo l'Approccio n 2: (A1+M1+R3)

MASSE STRUTTURALI

N.Mat	P.S.	Area	Peso	Xg	Yg	
	[kN/m3]	[m2]	[kN]	[m]	[m]	Tipo Azione
1	15.00	10.375	155.63	2.18	2.39	Perm. Strutt.
2	7.50	4.000	30.00	1.15	1.00	Perm. Strutt.

STRATI DI TERRENO LUNGO L'ELEVAZIONE

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO (Coeff. parziali M1)

Strato	P.S.	Attrito	Coe
n.	[kN/m3]	[°]	[kN/m2]
1	18.40	28.99	0.67

STRATI DI TERRENO LUNGO L'ELEVAZIONE

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO (Coeff. parziali M2)

Strato	P.S.	Attrito	Coe
n.	[kN/m3]	[°]	[kN/m2]
1	18.40	23.91	0.54

***** COEFFICIENTI DI SPINTA ATTIVA LUNGO L'ELEVAZIONE *****

(MONONOBE - OKABE)

Legenda:

z = Quote a partire dal piano fondazione

Phi_d = Angolo di attrito del terreno (di calcolo)

Delta_d = Angolo di attrito al contatto (di calcolo)

Beta = Inclinazione dello strato

Csi = Inclinazione parete di spinta

ka_Stat = Coeff. di spinta attiva Statica

ka_sis_Up = Coeff. di spinta attiva Sismica (Sisma SU)

ka_sis_Dw = Coeff. di spinta attiva Sismica (Sisma GIU')

** = Tratto parete sotto falda

=====

=

COEFFICIENTI DI SPINTA ATTIVA (Coeff. parziali M1)

=====

Tratto	da z	a z	Strato	Phi_d	Delta_d	Beta	Csi	ka_Stat	ka_sis_Up	ka_sis_Dw
n.	[m]	[m]	n.	[°]	[°]	[°]	[-]	[-]	[-]	[-]

** 1	0.00	0.50	1	28.99	19.34	26.00	98.53	0.440	1.006	0.962
2	0.50	2.00	1	28.99	19.34	26.00	98.53	0.440	0.801	0.784
3	2.00	4.21	1	28.99	19.34	26.00	90.00	0.550	0.964	0.946

=====

=

COEFFICIENTI DI SPINTA ATTIVA (Coeff. parziali M2)

=====

Tratto	da z	a z	Strato	Phi_d	Delta_d	Beta	Csi	ka_Stat	ka_sis_Up	ka_sis_Dw
n.	[m]	[m]	n.	[°]	[°]	[°]	[-]	[-]	[-]	[-]

** 1	0.00	0.50	1	23.91	15.95	26.00	98.53	0.734	1.045	1.007
2	0.50	2.00	1	23.91	15.95	26.00	98.53	0.734	0.865	0.851
3	2.00	4.21	1	23.91	15.95	26.00	90.00	0.869	0.999	0.985

=====

=

COEFFICIENTI DI SPINTA ATTIVA (Coeff. parziali M1)

PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

=====

=

Tratto	da z	a z	Strato	Phi_d	Delta_d	Beta	Csi	ka_Stat	ka_sis_Up	ka_sis_Dw
n.	[m]	[m]	n.	[°]	[°]	[°]	[-]	[-]	[-]	[-]

=====

** 1	0.00	0.50	1	28.99	19.34	26.00	98.53	0.440	1.260	1.140
2	0.50	2.00	1	28.99	19.34	26.00	98.53	0.440	0.888	0.848
3	2.00	4.21	1	28.99	19.34	26.00	90.00	0.550	1.057	1.015

=====

*** TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE ***

(MONONOBE - OKABE)

=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione

sig_V = Tensione verticale efficace

ka = coefficiente di spinta attiva

sig_a = Tensione attiva efficace

sig_a = sig_V * ka - 2 c Radq(ka)

** = Tratto parete sotto falda

=====

=

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

=====

=

Tratto	z	Statiche		Sisma Up		Sisma Dw	
		sig_V	ka	sig_a	sig_V	ka	sig_a
n.	[m]	[kPa]	[-]	[kPa]	[kPa]	[-]	[kPa]

=====

=

** 1	0.00	72.42	0.440	31.00	68.29	1.006	67.36	76.54	0.962	72.34
	0.50	68.22	0.440	29.15	64.33	1.006	63.37	72.10	0.962	68.06
2	0.50	68.22	0.440	29.15	64.33	0.801	50.30	72.10	0.784	55.34
	2.00	40.62	0.440	17.00	38.30	0.801	29.46	42.93	0.784	32.47
3	2.00	40.62	0.550	21.34	38.30	0.964	35.61	42.93	0.946	39.33
	4.21	0.00	0.550	0.00	0.00	0.964	0.00	0.00	0.946	0.00

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

Tratto n.	z [m]	Statiche		Sisma Up		Sisma Dw		sig_V [kPa]	ka	sig_a [kPa]
		sig_V [kPa]	ka [-]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_V [kPa]	ka [-]			

** 1	0.00	0.00	0.440	0.00	0.00	1.006	0.00	0.00	0.962	0.00
	0.50	0.00	0.440	0.00	0.00	1.006	0.00	0.00	0.962	0.00
2	0.50	0.00	0.440	0.00	0.00	0.801	0.00	0.00	0.784	0.00
	2.00	0.00	0.440	0.00	0.00	0.801	0.00	0.00	0.784	0.00
3	2.00	0.00	0.550	0.00	0.00	0.964	0.00	0.00	0.946	0.00
	4.21	0.00	0.550	0.00	0.00	0.964	0.00	0.00	0.946	0.00

*** TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE ***
(MONONOBE - OKABE)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione

sig_V = Tensione verticale efficace

ka = coefficiente di spinta attiva

sig_a = Tensione attiva efficace

sig_a = sig_V * ka - 2 c Radq(ka)

** = Tratto parete sotto falda

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M2)

=====

Tratto	z	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V	ka	sig_a	sig_V	ka	sig_a	sig_V	ka	sig_a
n.	[m]	[kPa]	[-]	[kPa]	[kPa]	[-]	[kPa]	[kPa]	[-]	[kPa]
=====										
** 1	0.00	72.42	0.734	52.27	68.29	1.045	70.24	76.54	1.007	75.99
	0.50	68.22	0.734	49.18	64.33	1.045	66.10	72.10	1.007	71.52

2	0.50	68.22	0.734	49.18	64.33	0.865	54.66	72.10	0.851	60.34
	2.00	40.62	0.734	28.91	38.30	0.865	32.14	42.93	0.851	35.53

3	2.00	40.62	0.869	34.30	38.30	0.999	37.21	42.93	0.985	41.21
	4.21	0.00	0.869	0.00	0.00	0.999	0.00	0.00	0.985	0.00

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M2)

=====

Tratto	z	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V	ka	sig_a	sig_V	ka	sig_a	sig_V	ka	sig_a
n.	[m]	[kPa]	[-]	[kPa]	[kPa]	[-]	[kPa]	[kPa]	[-]	[kPa]
=====										
** 1	0.00	0.00	0.734	0.00	0.00	1.045	0.00	0.00	1.007	0.00
	0.50	0.00	0.734	0.00	0.00	1.045	0.00	0.00	1.007	0.00

2	0.50	0.00	0.734	0.00	0.00	0.865	0.00	0.00	0.851	0.00

2.00 0.00 0.734 0.00 0.00 0.865 0.00 0.00 0.851 0.00

3 2.00 0.00 0.869 0.00 0.00 0.999 0.00 0.00 0.985 0.00

4.21 0.00 0.869 0.00 0.00 0.999 0.00 0.00 0.985 0.00

*** TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE ***

PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione

sig_V = Tensione verticale efficace

ka = coefficiente di spinta attiva

sig_a = Tensione attiva efficace

sig_a = sig_V * ka - 2 c Radq(ka)

** = Tratto parete sotto falda

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

Tratto	z	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V	ka	sig_a	sig_V	ka	sig_a	sig_V	ka	sig_a
n.	[m]	[kPa]	[-]	[kPa]	[kPa]	[-]	[kPa]	[kPa]	[-]	[kPa]

** 1	0.00	72.42	0.440	31.00	66.22	1.260	81.93	78.61	1.140	88.15
	0.50	68.22	0.440	29.15	62.38	1.260	77.09	74.05	1.140	82.96

2	0.50	68.22	0.440	29.15	62.38	0.888	54.14	74.05	0.848	61.58
	2.00	40.62	0.440	17.00	37.14	0.888	31.72	44.09	0.848	36.17

3	2.00	40.62	0.550	21.34	37.14	1.057	37.88	44.09	1.015	43.38
	4.21	0.00	0.550	0.00	0.00	1.057	0.00	0.00	1.015	0.00

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

Tratto n.	z [m]	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]
** 1	0.00	0.00	0.440	0.00	0.00	1.260	0.00	0.00	1.140	0.00
	0.50	0.00	0.440	0.00	0.00	1.260	0.00	0.00	1.140	0.00
2	0.50	0.00	0.440	0.00	0.00	0.888	0.00	0.00	0.848	0.00
	2.00	0.00	0.440	0.00	0.00	0.888	0.00	0.00	0.848	0.00
3	2.00	0.00	0.550	0.00	0.00	1.057	0.00	0.00	1.015	0.00
	4.21	0.00	0.550	0.00	0.00	1.057	0.00	0.00	1.015	0.00

*** PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione

sig_T = Componente di tensione efficace del Terreno

Gamma_G1 = Coeff. di combinazione

sig_Td = sig_T * Gamma_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno

sig_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico

Gamma_Q = Coeff. di combinazione

sig_Qd = sig_Q * Gamma_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.

$\text{Sig_eff} = \text{sig_Td} + \text{sig_Qd} = \text{Tensione Risultante efficace}$

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:

Spinta del terreno: $\text{Gamma_G1} = 1,30$ (Perm. Strutt. Sfav.)

Spinta del sovracc.: $\text{Gamma_Q} = 1,50$ (Variabile Sfav.)

Tratto n.	z [m]	Sig_T [kPa]	Gamma_G1 [-]	Sig_Td [kPa]	Sig_Q [-]	Gamma_Q [kPa]	Sig_Qd [kPa]	Sig_eff
--------------	----------	----------------	-----------------	-----------------	--------------	------------------	-----------------	---------

** 1	0.00	31.00	1.30	40.30	0.00	1.50	0.00	40.30
	0.50	29.15	1.30	37.90	0.00	1.50	0.00	37.90

2	0.50	29.15	1.30	37.90	0.00	1.50	0.00	37.90
	2.00	17.00	1.30	22.10	0.00	1.50	0.00	22.10

3	2.00	21.34	1.30	27.74	0.00	1.50	0.00	27.74
	4.21	0.00	1.30	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:

Spinta del terreno: $\text{Gamma_G1} = 1,00$ (Perm. Strutt. Sfav.)

Spinta del sovracc.: $\text{Gamma_Q} = 0,30$ (Variabile Sfav.)

Tratto n.	z [m]	Sig_T [kPa]	Gamma_G1 [-]	Sig_Td [kPa]	Sig_Q [-]	Gamma_Q [kPa]	Sig_Qd [kPa]	Sig_eff
--------------	----------	----------------	-----------------	-----------------	--------------	------------------	-----------------	---------

** 1	0.00	67.36	1.00	67.36	0.00	0.30	0.00	67.36
	0.50	63.37	1.00	63.37	0.00	0.30	0.00	63.37

2	0.50	50.30	1.00	50.30	0.00	0.30	0.00	50.30
	2.00	29.46	1.00	29.46	0.00	0.30	0.00	29.46

3	2.00	35.61	1.00	35.61	0.00	0.30	0.00	35.61
	4.21	0.00	1.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:

Spinta del terreno: $\Gamma_{G1} = 1,00$ (Perm. Strutt. Sfav.)

Spinta del sovracc.: $\Gamma_Q = 0,30$ (Variabile Sfav.)

Tratto	z	Sig_T	Γ_{G1}	Sig_Td	Sig_Q	Γ_Q	Sig_Qd	Sig_eff
n.	[m]	[kPa]	[-]	[kPa]	[-]	[kPa]	[kPa]	

** 1	0.00	72.34	1.00	72.34	0.00	0.30	0.00	72.34
	0.50	68.06	1.00	68.06	0.00	0.30	0.00	68.06

2	0.50	55.34	1.00	55.34	0.00	0.30	0.00	55.34
	2.00	32.47	1.00	32.47	0.00	0.30	0.00	32.47

3	2.00	39.33	1.00	39.33	0.00	0.30	0.00	39.33
	4.21	0.00	1.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00

*** PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***

PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione

sig_T = Componente di tensione efficace del Terreno

Γ_{G1} = Coeff. di combinazione

sig_Td = sig_T * Γ_{G1} = Tensione di Calcolo del Terreno

sig_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico

Gamma_Q = Coeff. di combinazione

sig_Qd = $\text{sig_Q} * \text{Gamma_Q}$ = Tensione di Calcolo per Sovracc.

Sig_eff = $\text{sig_Td} + \text{sig_Qd}$ = Tensione Risultante efficace

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:

Spinta del terreno: $\text{Gamma_G1} = 1,00$ (Perm. Strutt. Sfav.)

Spinta del sovracc.: $\text{Gamma_Q} = 0,30$ (Variabile Sfav.)

Tratto n.	z [m]	Sig_T [kPa]	Gamma_G1 [-]	Sig_Td [kPa]	Sig_Q [-]	Gamma_Q [kPa]	Sig_Qd [kPa]	Sig_eff
--------------	----------	----------------	-----------------	-----------------	--------------	------------------	-----------------	---------

** 1	0.00	81.93	1.00	81.93	0.00	0.30	0.00	81.93
	0.50	77.09	1.00	77.09	0.00	0.30	0.00	77.09

2	0.50	54.14	1.00	54.14	0.00	0.30	0.00	54.14
	2.00	31.72	1.00	31.72	0.00	0.30	0.00	31.72

3	2.00	37.88	1.00	37.88	0.00	0.30	0.00	37.88
	4.21	0.00	1.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:

Spinta del terreno: $\text{Gamma_G1} = 1,00$ (Perm. Strutt. Sfav.)

Spinta del sovracc.: $\text{Gamma_Q} = 0,30$ (Variabile Sfav.)

Tratto n.	z [m]	Sig_T [kPa]	Gamma_G1 [-]	Sig_Td [kPa]	Sig_Q [-]	Gamma_Q [kPa]	Sig_Qd [kPa]	Sig_eff
--------------	----------	----------------	-----------------	-----------------	--------------	------------------	-----------------	---------

** 1	0.00	88.15	1.00	88.15	0.00	0.30	0.00	88.15
	0.50	82.96	1.00	82.96	0.00	0.30	0.00	82.96

2	0.50	61.58	1.00	61.58	0.00	0.30	0.00	61.58
	2.00	36.17	1.00	36.17	0.00	0.30	0.00	36.17

3	2.00	43.38	1.00	43.38	0.00	0.30	0.00	43.38
	4.21	0.00	1.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00

*** SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione

Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)

Delta = Angolo di attrito al contatto

Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)

F_T = Valore complessivo di Spinta

F_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)

F_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)

x_P,y_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

Tratto	da z	a z	Csi	Delta	Alpha	F_T	F_x	F_y	x_P	y_P
n.	[m]	[m]	[°]	[°]	[°]	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]

1	0.00	0.50	98.53	19.34	10.81	19.55	19.20	3.66	2.04	0.25
2	0.50	2.00	98.53	19.34	10.81	44.99	44.20	8.44	2.18	1.18
3	2.00	4.11	90.00	19.34	19.34	29.26	27.61	9.69	3.80	2.70

4.11 4.21 - - - - - - - -

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

Tratto n.	da [m]	z [m]	a z [°]	Csi [°]	Delta [°]	Alpha [°]	F_T [kN]	F_x [kN]	F_y [kN]	x_P [m]	y_P [m]
1	0.00	0.50	98.53	19.34	10.81	32.68	32.10	6.13	2.04	0.25	
2	0.50	2.00	98.53	19.34	10.81	59.82	58.76	11.21	2.18	1.18	
3	2.00	4.13	90.00	19.34	19.34	37.90	35.76	12.55	3.80	2.71	
	4.13	4.21	-	-	-	-	-	-	-	-	

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

Tratto n.	da [m]	z [m]	a z [°]	Csi [°]	Delta [°]	Alpha [°]	F_T [kN]	F_x [kN]	F_y [kN]	x_P [m]	y_P [m]
1	0.00	0.50	98.53	19.34	10.81	35.10	34.48	6.58	2.04	0.25	
2	0.50	2.00	98.53	19.34	10.81	65.85	64.69	12.35	2.18	1.18	
3	2.00	4.14	90.00	19.34	19.34	42.01	39.64	13.91	3.80	2.71	
	4.14	4.21	-	-	-	-	-	-	-	-	

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

Tratto n.	da [m]	z [m]	a z [°]	Csi [°]	Delta [°]	Alpha [°]	F_T [kN]	F_x [kN]	F_y [kN]	x_P [m]	y_P [m]
1	0.00	0.50	98.53	19.34	10.81	39.75	39.05	7.45	2.04	0.25	
2	0.50	2.00	98.53	19.34	10.81	64.40	63.25	12.07	2.18	1.18	
3	2.00	4.13	90.00	19.34	19.34	40.34	38.06	13.36	3.80	2.71	

4.13 4.21 - - - - - - - -

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)

Tratto n.	da [m]	z [m]	a [°]	z [°]	Csi [°]	Delta [kN]	Alpha [kN]	F_T [kN]	F_x [kN]	F_y [kN]	x_P [m]	y_P [m]
1	0.00	0.50	98.53	19.34	10.81	42.78	42.02	8.02	2.04	0.25		
2	0.50	2.00	98.53	19.34	10.81	73.31	72.01	13.74	2.18	1.18		
3	2.00	4.14	90.00	19.34	19.34	46.44	43.82	15.38	3.80	2.71		
	4.14	4.21	-	-	-	-	-	-	-	-		

*** PRESSIONI IDROSTATICHE DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione

Hw = altezza falda dal piano fondazione

zw = (Hw-z) = profondità dal pelo libero

$pW = \text{Gamma_W} * zw$ = Pressione idrostatica

$pW = \text{Gamma_W} * (1 - kv) * zw$ = Pressione idrostatica (Sisma Up)

$pW = \text{Gamma_W} * (1 + kv) * zw$ = Pressione idrostatica (Sisma Dw)

G_1 = Coeff. di combinazione

$pWd = (G_1) * pW$ = Pressione idrostatica (di calcolo)

$DpW = (7/8) * (ah/g) * \text{Gamma_W} * (zw * Hw)^{0.5}$ = pressione idrodinamica

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

Coefficiente di combinazione delle azioni:

Spinta idrostatica: $G_1 = 1,30$ (Perm. Strutt. Sfav.)

		IdroSt		IdroDin		Totale
Tratto	z	pW	G_1	pWd	DpW	pW_Tot
n.	[m]	[kPa]	[-]	[kPa]	[kPa]	[kPa]

1	0.00	5.00	1.3	6.50	0.00	6.50
	0.50	0.00	1.3	0.00	0.00	0.00

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

Coefficiente di combinazione delle azioni:

Spinta idrostatica: $G_1 = 1,00$ (Perm. Strutt. Sfav.)

		IdroSt		IdroDin		Totale
Tratto	z	pW	G_1	pWd	DpW	pW_Tot
n.	[m]	[kPa]	[-]	[kPa]	[kPa]	[kPa]

1	0.00	4.72	1.0	4.72	0.50	5.21
	0.50	0.00	1.0	0.00	0.00	0.00

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

Coefficiente di combinazione delle azioni:

Spinta idrostatica: $G_1 = 1,00$ (Perm. Strutt. Sfav.)

		IdroSt		IdroDin		Totale
Tratto	z	pW	G_1	pWd	DpW	pW_Tot
n.	[m]	[kPa]	[-]	[kPa]	[kPa]	[kPa]

1	0.00	5.29	1.0	5.29	0.50	5.78
	0.50	0.00	1.0	0.00	0.00	0.00

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

Coefficiente di combinazione delle azioni:

Spinta idrostatica: $G_1 = 1,00$ (Perm. Strutt. Sfav.)

		IdroSt		IdroDin		Totale
Tratto	z	pW	G_1	pWd	DpW	pW_Tot
n.	[m]	[kPa]	[-]	[kPa]	[kPa]	[kPa]

1	0.00	4.57	1.0	4.57	0.75	5.32
	0.50	0.00	1.0	0.00	0.00	0.00

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)

Coefficiente di combinazione delle azioni:

Spinta idrostatica: $G_1 = 1,00$ (Perm. Strutt. Sfav.)

		IdroSt		IdroDin		Totale
Tratto	z	pW	G_1	pWd	DpW	pW_Tot
n.	[m]	[kPa]	[-]	[kPa]	[kPa]	[kPa]

1	0.00	5.43	1.0	5.43	0.75	6.18
	0.50	0.00	1.0	0.00	0.00	0.00

*** SPINTE IDROSTATICHE DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
 Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)
 Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)
 F_T = Valore complessivo di Spinta
 F_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)
 F_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)
 x_P,y_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

Tratto	da z	a z	Csi	Alpha	F_T	F_x	F_y	x_P	y_P
n.	[m]	[m]	[°]	[°]	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]
1	0.00	0.50	98.53	-8.53	1.63	1.61	-0.24	2.03	0.17

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

Tratto	da z	a z	Csi	Alpha	F_T	F_x	F_y	x_P	y_P
n.	[m]	[m]	[°]	[°]	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]
1	0.00	0.50	98.53	-8.53	1.30	1.29	-0.19	2.03	0.17

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

Tratto	da z	a z	Csi	Alpha	F_T	F_x	F_y	x_P	y_P
n.	[m]	[m]	[°]	[°]	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]

1	0.00	0.50	98.53	-8.53	1.45	1.43	-0.21	2.03	0.17
---	------	------	-------	-------	------	------	-------	------	------

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

Tratto	da z	a z	Csi	Alpha	F_T	F_x	F_y	x_P	y_P
n.	[m]	[m]	[°]	[°]	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]

1	0.00	0.50	98.53	-8.53	1.33	1.32	-0.20	2.03	0.17
---	------	------	-------	-------	------	------	-------	------	------

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)

Tratto	da z	a z	Csi	Alpha	F_T	F_x	F_y	x_P	y_P
n.	[m]	[m]	[°]	[°]	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]

1	0.00	0.50	98.53	-8.53	1.54	1.53	-0.23	2.03	0.17
---	------	------	-------	-------	------	------	-------	------	------

*** DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE ***

Legenda:

F = valore dell'azione

Coef = coefficiente di combinazione dell'azione

F_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione

F_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione

x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione

Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)

Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico
(es. $1.3 \cdot st + 1.5 \cdot sq$)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione

Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e,
se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante

Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

Azione	Tipo Azione	F	Coef	F_Vd	F_Hd	x	y	Mrib	Mstab	
		[kN]	[-]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]	
=====										
=====										
Materiali Muro: Mat. n.01	Perm. Strutt.	Fav	155.63	1.00	155.63	0.00	2.18	2.39	0.00	339.31
Materiali Muro: Mat. n.02	Perm. Strutt.	Fav	30.00	1.00	30.00	0.00	1.15	1.00	0.00	34.50
Sp.Terr.Monte:Tratto n.01	Perm. Strutt.	Sfav	19.55	1.00	3.66	19.20	2.04	0.25	-2.71	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.02	Perm. Strutt.	Sfav	44.99	1.00	8.44	44.20	2.18	1.18	33.97	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.03	Perm. Strutt.	Sfav	29.26	1.00	9.69	27.61	3.80	2.70	37.81	0.00

Sp.Idr. Monte:Tratto n.01	Perm. Strutt.	Sfav	1.63	1.00	-0.24	1.61	2.03	0.17	0.76	0.00
SottoSp. Idr.:	Perm. Strutt.	Sfav	6.50	1.00	-6.50	0.00	1.33	0.00	8.67	0.00

RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE:		200.67	92.61		78.48	373.81
----------------------------------	--	--------	-------	--	-------	--------

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

Azione	Tipo Azione	F	Coef	F_Vd	F_Hd	x	y	Mrib	Mstab	
		[kN]	[-]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]	
Materiali Muro: Mat. n.01	Perm. Strutt.	Fav	155.63	1.00	155.63	0.00	2.18	2.39	0.00	339.31
-sisma vertic.		-8.87	1.00	-8.87	0.00	2.18	2.39	0.00	-19.34	
-sisma orizz.		17.74	1.00	0.00	17.74	2.18	2.39	42.36	0.00	
Materiali Muro: Mat. n.02	Perm. Strutt.	Fav	30.00	1.00	30.00	0.00	1.15	1.00	0.00	34.50
-sisma vertic.		-1.71	1.00	-1.71	0.00	1.15	1.00	0.00	-1.97	
-sisma orizz.		3.42	1.00	0.00	3.42	1.15	1.00	3.42	0.00	
Sp.Terr.Monte:Tratto n.01	Perm. Strutt.	Sfav	32.68	1.00	6.13	32.10	2.04	0.25	-4.54	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.02	Perm. Strutt.	Sfav	59.82	1.00	11.21	58.76	2.18	1.18	45.19	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.03	Perm. Strutt.	Sfav	37.90	1.00	12.55	35.76	3.80	2.71	49.21	0.00
Sp.Idr. Monte:Tratto n.01	Perm. Strutt.	Sfav	1.30	1.00	-0.19	1.29	2.03	0.17	0.61	0.00
SottoSp. Idr.:	Perm. Strutt.	Sfav	5.21	1.00	-5.21	0.00	1.33	0.00	6.95	0.00

RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE:		199.53	149.07		143.20	352.51
----------------------------------	--	--------	--------	--	--------	--------

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

Azione	Tipo Azione	F	Coef	F_Vd	F_Hd	x	y	Mrib	Mstab	
		[kN]	[-]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]	
Materiali Muro: Mat. n.01	Perm. Strutt.	Fav	155.63	1.00	155.63	0.00	2.18	2.39	0.00	339.31

Area Territorio e Ambiente
Servizio Politiche per la Montagna

-sisma vertic.	8.87	1.00	8.87	0.00	2.18	2.39	0.00	19.34		
-sisma orizz.	17.74	1.00	0.00	17.74	2.18	2.39	42.36	0.00		
Materiali Muro: Mat. n.02 Perm. Strutt.	Fav	30.00	1.00	30.00	0.00	1.15	1.00	0.00	34.50	
-sisma vertic.	1.71	1.00	1.71	0.00	1.15	1.00	0.00	1.97		
-sisma orizz.	3.42	1.00	0.00	3.42	1.15	1.00	3.42	0.00		
Sp.Terr.Monte:Tratto n.01 Perm. Strutt.	Sfav	35.10	1.00	6.58	34.48	2.04	0.25	-4.87	0.00	
Sp.Terr.Monte:Tratto n.02 Perm. Strutt.	Sfav	65.85	1.00	12.35	64.69	2.18	1.18	49.76	0.00	
Sp.Terr.Monte:Tratto n.03 Perm. Strutt.	Sfav	42.01	1.00	13.91	39.64	3.80	2.71	54.66	0.00	
Sp.Idr. Monte:Tratto n.01 Perm. Strutt.	Sfav	1.45	1.00	-0.21	1.43	2.03	0.17	0.67	0.00	
SottoSp. Idr.:	Perm. Strutt. Sfav	5.78	1.00	-5.78	0.00	1.33	0.00	7.71	0.00	

RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE: 223.05 161.40 153.71 395.12

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

Azione	Tipo Azione	F	Coef	F_Vd	F_Hd	x	y	Mrib	Mstab	
		[kN]	[-]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]	
Materiali Muro: Mat. n.01 Perm. Strutt.	Fav	155.63	1.00	155.63	0.00	2.18	2.39	0.00	339.31	
-sisma vertic.		-13.31	1.00	-13.31	0.00	2.18	2.39	0.00	-29.01	
-sisma orizz.		26.61	1.00	0.00	26.61	2.18	2.39	63.54	0.00	
Materiali Muro: Mat. n.02 Perm. Strutt.	Fav	30.00	1.00	30.00	0.00	1.15	1.00	0.00	34.50	
-sisma vertic.		-2.57	1.00	-2.57	0.00	1.15	1.00	0.00	-2.95	
-sisma orizz.		5.13	1.00	0.00	5.13	1.15	1.00	5.13	0.00	
Sp.Terr.Monte:Tratto n.01 Perm. Strutt.	Sfav	39.75	1.00	7.45	39.05	2.04	0.25	-5.52	0.00	
Sp.Terr.Monte:Tratto n.02 Perm. Strutt.	Sfav	64.40	1.00	12.07	63.25	2.18	1.18	48.65	0.00	
Sp.Terr.Monte:Tratto n.03 Perm. Strutt.	Sfav	40.34	1.00	13.36	38.06	3.80	2.71	52.40	0.00	
Sp.Idr. Monte:Tratto n.01 Perm. Strutt.	Sfav	1.33	1.00	-0.20	1.32	2.03	0.17	0.62	0.00	
SottoSp. Idr.:	Perm. Strutt. Sfav	5.32	1.00	-5.32	0.00	1.33	0.00	7.09	0.00	

RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE: 197.12 173.42 171.90 341.85

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)

=====											
Azione	Tipo Azione	F	Coef	F_Vd	F_Hd	x	y	Mrib	Mstab		
		[kN]	[-]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]		
=====											
Materiali Muro: Mat. n.01	Perm. Strutt.	Fav	155.63	1.00	155.63	0.00	2.18	2.39	0.00	339.31	
-sisma vertic.		13.31	1.00	13.31	0.00	2.18	2.39	0.00	29.01		
-sisma orizz.		26.61	1.00	0.00	26.61	2.18	2.39	63.54	0.00		
Materiali Muro: Mat. n.02	Perm. Strutt.	Fav	30.00	1.00	30.00	0.00	1.15	1.00	0.00	34.50	
-sisma vertic.		2.57	1.00	2.57	0.00	1.15	1.00	0.00	2.95		
-sisma orizz.		5.13	1.00	0.00	5.13	1.15	1.00	5.13	0.00		
Sp.Terr.Monte:Tratto n.01	Perm. Strutt.	Sfav	42.78	1.00	8.02	42.02	2.04	0.25	-5.94	0.00	
Sp.Terr.Monte:Tratto n.02	Perm. Strutt.	Sfav	73.31	1.00	13.74	72.01	2.18	1.18	55.40	0.00	
Sp.Terr.Monte:Tratto n.03	Perm. Strutt.	Sfav	46.44	1.00	15.38	43.82	3.80	2.71	60.48	0.00	
Sp.Idr. Monte:Tratto n.01	Perm. Strutt.	Sfav	1.54	1.00	-0.23	1.53	2.03	0.17	0.72	0.00	
SottoSp. Idr.:	Perm. Strutt.	Sfav	6.18	1.00	-6.18	0.00	1.33	0.00	8.23	0.00	
=====											
=====											
RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE:						232.23	191.12		187.56	405.77	

*** VERIFICHE ***

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

Gamma 22.47 [kN/m3] p.s. naturale
Gamma' 12.47 [kN/m3] p.s. efficace (condizioni Non Drenate)
ø 36.60 [°] attrito di calcolo
c 51.00 [kN/m2] coesione di calcolo

Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

cf 0.67 [-] aliquota attrito
cc 0.67 [-] aliquota coesione
øa 24.41 [°] attrito al contatto
ca 34.02 [kN/m2] coesione di aderenza

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Azione Orizzontale: Hed 92.61 kN
Carico verticale: Ned 200.67 kN
Resistenza attrito: Ra = Ned*tg(øa) 91.08 kN
Base Fondazione: B 2.00 m
Resistenza coesione: Rc = ca * B 68.03 kN
Resistenza Totale: Rtot = Ra + Rc 159.11 kN
Coeff. parziale: G_R 1.10 (NTC18 - Tab.6.5.I)
Resistenza di Calcolo: Hrd = Rtot/G_R 144.65 kN
Verifica: Hrd/Hed 1.56 ---> ok!

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Momento Stabilizzante: Mstab 373.81 kNm
Coeff. parziale: G_R 1.15 (NTC18 - Tab.6.5.I)
Resistenza a Ribaltamento: Mrd = Mstab/G_R 325.05 kNm
Momento Ribaltante: Med 78.48 kNm

Verifica: Mrd/Med 4.14 ----> ok!

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

Azione verticale	Ned	200.67 kN
Azione orizzontale	Hed	92.61 kN
Sovraccarico laterale	q	0.00 kPa
Eccentricita'	$e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib})/Ned$	-0.47 m
Base efficace	$B_{eff} = B - 2 e $	1.06 m
Fattore cap. port.	$N_q = \exp(\pi \cdot \tan \phi) \cdot \tan^2(\pi/4 + \phi/2)$	40.76
Fattore cap. port.	$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \phi$	53.54
Fattore cap. port.	$N_g = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \phi$	62.03
coeff.inclin.carico	$i_g = [1 - Hed/(Ned + B_{eff} \cdot c \cdot \cot \phi)]^3$	0.29
coeff.inclin.carico	$i_q = [1 - Hed/(Ned + B_{eff} \cdot c \cdot \cot \phi)]^2$	0.44
coeff.inclin.carico	$i_c = i_q - [(1 - i_q)/(N_c \cdot \tan \phi)]$	0.42
Inclin. P.C.(≥ 0)		
coeff.inclin. p.c.	gq	1.00
coeff.inclin. p.c.	gg	1.00
coeff.inclin. p.c.	gc	1.00
coeff. sismico	$k_h = S_s \cdot S_t \cdot a_g / g$	0.0000
coeff. sismico	$z_c = 1 - 0.32 \cdot k_h$	1.00
coeff. sismico	$z_q = (1 - k_h / \tan \phi)^{0.35}$	1.00
coeff. sismico	$z_g = z_q$	1.00
pressione limite (1)	$q_{lim1} = 0.5 \cdot G' \cdot B_{eff} \cdot N_g \cdot i_g \cdot g_g \cdot z_g$	118.04 kN/m ²
pressione limite (2)	$q_{lim2} = c \cdot N_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot z_c$	1154.47 kN/m ²
pressione limite (3)	$q_{lim3} = q \cdot N_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot z_q$	0.00 kN/m ²
pressione lim. Tot.	$q_{lim} = q_{lim1} + q_{lim2} + q_{lim3}$	1272.51 kN/m ²
Resistenza totale	$Q_{lim} = q_{lim} \cdot B_{eff}$	1344.49 kN
Coeffic. parziale	G_R	1.40 (NTC18 - Tab.6.5.I)
Resistenza Calcolo	$N_{rd} = Q_{lim} / G_R$	960.35 kN
Verifica	N_{rd}/Ned	4.79 ----> ok!

CALCOLO TENSIONI SUL PIANO DI FONDAZIONE:

Azione verticale	Ned	200.67 kN
Eccentricita'	$e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib})/Ned$	-0.47 m
Momento	$M = Ned * e $	94.66 kNm
Base Fondazione	B	2.00 m
$ e > B/6$ (base Parzializzata):		
Dist. Ned dal bordo	$d = B/2 - e $	1.47 m
Tensione Max	$s_{max} = 2 * Ned / 3d$	90.90 kPa
Tensione min	s_{min}	0.00 kPa

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

Gamma	22.47 [kN/m ³]	p.s. naturale
Gamma'	12.47 [kN/m ³]	p.s. efficace (condizioni Non Drenate)
ϕ	36.60 [°]	attrito di calcolo
c	51.00 [kN/m ²]	coesione di calcolo

Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

cf	0.67 [-]	aliquota attrito
cc	0.67 [-]	aliquota coesione
ϕ_a	24.41 [°]	attrito al contatto
ca	34.02 [kN/m ²]	coesione di aderenza

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Azione Orizzontale:	Hed	149.07 kN
Carico verticale:	Ned	199.53 kN

Resistenza attrito:	$R_a = N_{ed} \cdot \tan(\phi_a)$	90.56 kN
Base Fondazione:	B	2.00 m
Resistenza coesione:	$R_c = c_a \cdot B$	68.03 kN
Resistenza Totale:	$R_{tot} = R_a + R_c$	158.59 kN
Coeffic. parziale:	G_R	1.00 (NTC18 - Tab.7.11.III)
Resistenza di Calcolo:	$H_{rd} = R_{tot}/G_R$	158.59 kN
Verifica:	H_{rd}/H_{ed}	1.06 ---> ok!

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Per la presente combinazione di carico (sismica)
la verifica a ribaltamento non é significativa
Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB'
per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap.7.11.6.2.1)

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

Azione verticale	N_{ed}	199.53 kN
Azione orizzontale	H_{ed}	149.07 kN
Sovraccarico laterale	q	0.00 kPa
Eccentricita'	$e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib})/N_{ed}$	-0.05 m
Base efficace	$B_{eff} = B - 2 e $	1.90 m
Fattore cap. port.	$N_q = \exp(\pi \cdot \tan \phi) \cdot \tan^2(\pi/4 + \phi/2)$	40.76
Fattore cap. port.	$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \phi$	53.54
Fattore cap. port.	$N_g = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \phi$	62.03
coeff.inclin.carico	$i_g = [1 - H_{ed}/(N_{ed} + B_{eff} \cdot c \cdot \cot \phi)]^3$	0.16
coeff.inclin.carico	$i_q = [1 - H_{ed}/(N_{ed} + B_{eff} \cdot c \cdot \cot \phi)]^2$	0.30
coeff.inclin.carico	$i_c = i_q - [(1 - i_q)/(N_c \cdot \tan \phi)]$	0.28
Inclin. P.C.(≥ 0)		
coeff.inclin. p.c.	gq	1.00
coeff.inclin. p.c.	gg	1.00
coeff.inclin. p.c.	gc	1.00
coeff. sismico	$k_h = S_s \cdot S_t \cdot a_g/g$	0.3000
coeff. sismico	$z_c = 1 - 0.32 \cdot k_h$	0.90

coeff. sismico	$z_q = (1 - k_h / t_{go})^{0.35}$	0.83
coeff. sismico	$z_g = z_q$	0.83
pressione limite (1)	$q_{lim1} = 0.5 \cdot G' \cdot B_{eff} \cdot N_g \cdot i_g \cdot g_g \cdot z_g$	101.25 kN/m ²
pressione limite (2)	$q_{lim2} = c \cdot N_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot z_c$	699.06 kN/m ²
pressione limite (3)	$q_{lim3} = q \cdot N_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot z_q$	0.00 kN/m ²
pressione lim. Tot.	$q_{lim} = q_{lim1} + q_{lim2} + q_{lim3}$	800.31 kN/m ²
Resistenza totale	$Q_{lim} = q_{lim} \cdot B_{eff}$	1522.14 kN
Coeffic. parziale	G_R	1.20 (NTC18 - Tab.7.11.III)
Resistenza Calcolo	$N_{rd} = Q_{lim} / G_R$	1268.45 kN
Verifica	N_{rd} / N_{ed}	6.36 ----> ok!

CALCOLO TENSIONI SUL PIANO DI FONDAZIONE:

Azione verticale	N_{ed}	199.53 kN
Eccentricita'	$e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / N_{ed}$	-0.05 m
Momento	$M = N_{ed} \cdot e $	9.78 kNm
Base Fondazione	B	2.00 m
$ e \leq B/6$ (base interamente compressa):		
Tensione Max	$s_{max} = N_{ed}/B + 6 M /(B^2)$	114.44 kPa
Tensione min	$s_{min} = N_{ed}/B - 6 M /(B^2)$	85.09 kPa

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

Gamma	22.47 [kN/m ³]	p.s. naturale
Gamma'	12.47 [kN/m ³]	p.s. efficace (condizioni Non Drenate)
ϕ	36.60 [°]	attrito di calcolo
c	51.00 [kN/m ²]	coesione di calcolo

Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

cf	0.67 [-]	aliquota attrito
cc	0.67 [-]	aliquota coesione
øa	24.41 [°]	attrito al contatto
ca	34.02 [kN/m ²]	coesione di aderenza

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Azione Orizzontale:	Hed	161.40 kN
Carico verticale:	Ned	223.05 kN
Resistenza attrito:	$Ra = Ned * tg(øa)$	101.24 kN
Base Fondazione:	B	2.00 m
Resistenza coesione:	$Rc = ca * B$	68.03 kN
Resistenza Totale:	$Rtot = Ra + Rc$	169.27 kN
Coeffic. parziale:	G_R	1.00 (NTC18 - Tab.7.11.III)
Resistenza di Calcolo:	$Hrd = Rtot / G_R$	169.27 kN
Verifica:	Hrd/Hed	1.05 ---> ok!

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Per la presente combinazione di carico (sismica)
la verifica a ribaltamento non é significativa
Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB'
per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap.7.11.6.2.1)

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

Azione verticale	Ned	223.05 kN
Azione orizzontale	Hed	161.40 kN
Sovraccarico laterale q		0.00 kPa
Eccentricita'	$e = B/2 - (Mstab - Mrib) / Ned$	-0.08 m

Base efficace	$B_{eff} = B - 2 e $	1.84 m
Fattore cap. port.	$N_q = \exp(\pi \cdot \tan \phi) \cdot \gamma \cdot \tan^2(\pi/4 + \phi/2)$	40.76
Fattore cap. port.	$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \phi$	53.54
Fattore cap. port.	$N_g = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \phi$	62.03
coeff.inclin.carico	$i_g = [1 - H_{ed}/(N_{ed} + B_{eff} \cdot c \cdot \cot \phi)]^3$	0.16
coeff.inclin.carico	$i_q = [1 - H_{ed}/(N_{ed} + B_{eff} \cdot c \cdot \cot \phi)]^2$	0.29
coeff.inclin.carico	$i_c = i_q - [(1 - i_q)/(N_c \cdot \tan \phi)]$	0.27
Inclin. P.C.(≥ 0)		
coeff.inclin. p.c.	gq	1.00
coeff.inclin. p.c.	gg	1.00
coeff.inclin. p.c.	gc	1.00
coeff. sismico	$k_h = S_s \cdot S_t \cdot a_g / g$	0.3000
coeff. sismico	$z_c = 1 - 0.32 \cdot k_h$	0.90
coeff. sismico	$z_q = (1 - k_h / \tan \phi)^{0.35}$	0.83
coeff. sismico	$z_g = z_q$	0.83
pressione limite (1)	$q_{lim1} = 0.5 \cdot G' \cdot B_{eff} \cdot N_g \cdot i_g \cdot g_g \cdot z_g$	92.04 kN/m ²
pressione limite (2)	$q_{lim2} = c \cdot N_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot z_c$	669.34 kN/m ²
pressione limite (3)	$q_{lim3} = q \cdot N_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot z_q$	0.00 kN/m ²
pressione lim. Tot.	$q_{lim} = q_{lim1} + q_{lim2} + q_{lim3}$	761.37 kN/m ²
Resistenza totale	$Q_{lim} = q_{lim} \cdot B_{eff}$	1397.34 kN
Coeffic. parziale	G_R	1.20 (NTC18 - Tab.7.11.III)
Resistenza Calcolo	$N_{rd} = Q_{lim} / G_R$	1164.45 kN
Verifica	N_{rd}/N_{ed}	5.22 ----> ok!

CALCOLO TENSIONI SUL PIANO DI FONDAZIONE:

Azione verticale	N_{ed}	223.05 kN
Eccentricita'	$e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib})/N_{ed}$	-0.08 m
Momento	$M = N_{ed} \cdot e $	18.37 kNm
Base Fondazione	B	2.00 m
$ e \leq B/6$ (base interamente compressa):		
Tensione Max	$s_{max} = N_{ed}/B + 6 M /(B^2)$	139.07 kPa
Tensione min	$s_{min} = N_{ed}/B - 6 M /(B^2)$	83.97 kPa

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

=====

Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

Gamma 22.47 [kN/m3] p.s. naturale
Gamma' 12.47 [kN/m3] p.s. efficace (condizioni Non Drenate)
 ϕ 36.60 [°] attrito di calcolo
c 51.00 [kN/m2] coesione di calcolo

Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

cf 0.67 [-] aliquota attrito
cc 0.67 [-] aliquota coesione
 ϕ_a 24.41 [°] attrito al contatto
ca 34.02 [kN/m2] coesione di aderenza

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Per la presente combinazione di carico
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Momento Stabilizzante: Mstab 341.85 kNm
Coeff. parziale: G_R 1.00 (NTC18 - Tab.7.11.III)
Resistenza a Ribaltamento: Mrd = Mstab/G_R 341.85 kNm
Momento Ribaltante: Med 171.90 kNm
Verifica: Mrd/Med 1.99 ---> ok!

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

Per la presente combinazione di carico
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)

=====

Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

Gamma 22.47 [kN/m3] p.s. naturale
Gamma' 12.47 [kN/m3] p.s. efficace (condizioni Non Drenate)
ø 36.60 [°] attrito di calcolo
c 51.00 [kN/m2] coesione di calcolo

Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

cf 0.67 [-] aliquota attrito
cc 0.67 [-] aliquota coesione
øa 24.41 [°] attrito al contatto
ca 34.02 [kN/m2] coesione di aderenza

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Per la presente combinazione di carico
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

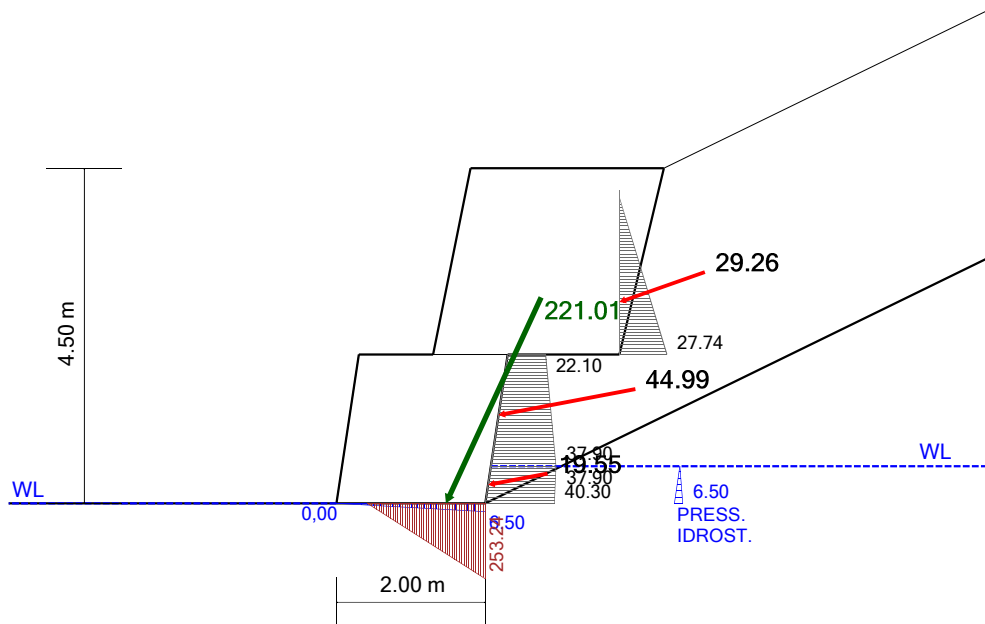
Momento Stabilizzante: Mstab 405.77 kNm
Coeff. parziale: G_R 1.00 (NTC18 - Tab.7.11.III)
Resistenza a Ribaltamento: Mrd = Mstab/G_R 405.77 kNm
Momento Ribaltante: Med 187.56 kNm
Verifica: Mrd/Med 2.16 ---> ok!

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

Per la presente combinazione di carico è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1:
Statica (A1 +M1+R3)
STRATI DI MONTE

STRATO N.1
 $G = 18.40 \text{ kN/m}^3$
 $\phi' = 28.99^\circ$
 $c' = 0.67 \text{ kN/m}^2$



STRATO FONDAZIONE
 $G = 22.47 \text{ kN/m}^3$
 $\phi' = 36.60^\circ$
 $c' = 51.00 \text{ kN/m}^2$

RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE
VERIFICA A SCORRIMENTO:

Azione Orizzontale:	Hed	92.61 kN
Carico verticale:	Ned	200.67 kN
Resistenza attrito:	$R_a = Ned \cdot \tan(\phi_a)$	91.08 kN
Base Fondazione:	B	2.00 m
Resistenza coesione:	$R_c = c_a \cdot B$	68.03 kN
Resistenza Totale:	$R_{tot} = R_a + R_c$	159.11 kN
Coeffic. parziale:	G_R	1.10
Resistenza di Calcolo:	$H_{rd} = R_{tot} / G_R$	144.65 kN
Verifica:	H_{rd} / Hed	1.56 ---> ok!

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Momento Stabilizzante:	Mstab	373.81 kNm
Coeffic. parziale:	G_R	1.15
Resistenza a Ribaltamento:	$M_{rd} = M_{stab} / G_R$	325.05 kNm
Momento Ribaltante:	Med	78.48 kNm
Verifica:	M_{rd} / Med	4.14 ---> ok!

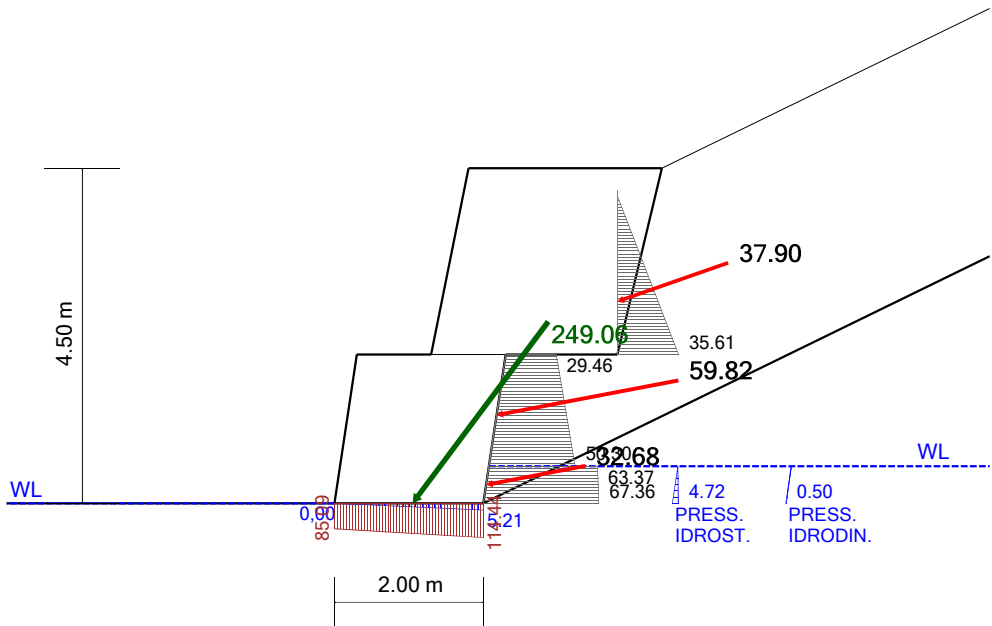
VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

Azione verticale	Ned	200.67 kN
Azione orizzontale	Hed	92.61 kN
Sovraccarico laterale	q	0.00 kPa
Eccentricita'	$e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$	-0.47 m
Base efficace	$Beff = B - 2 e $	1.06 m
Fattore cap. port.	$Nq = \exp(\pi \cdot \tan \phi) \cdot \tan^2(\pi/4 + \phi/2)$	40.76
Fattore cap. port.	$Nc = (Nq - 1) \cdot \cot \phi$	53.54
Fattore cap. port.	$Ng = 2 \cdot (Nq + 1) \cdot \tan \phi$	62.03
coeff.inclin.carico	$ig = [1 - Hed / (Ned + Beff \cdot c \cdot \cot \phi)]^3$	0.29
coeff.inclin.carico	$iq = [1 - Hed / (Ned + Beff \cdot c \cdot \cot \phi)]^2$	0.44
coeff.inclin.carico	$ic = iq - [(1 - iq) / (Nc \cdot \tan \phi)]$	0.42
Inclin. P.C. (>=0)		
coeff.inclin. p.c.	gg	1.00
coeff.inclin. p.c.	gg	1.00
coeff.inclin. p.c.	gc	1.00
coeff. sismico	$kh = S_s \cdot St \cdot ag / g$	0.00
coeff. sismico	$zc = 1 - 0.32 \cdot kh$	1.00
coeff. sismico	$zq = (1 - kh / \tan \phi)^{0.35}$	1.00
coeff. sismico	$zg = zq$	1.00
pressione limite (1)	$q_{lim1} = 0.5 \cdot G' \cdot Beff \cdot Ng \cdot ig \cdot gg \cdot zg$	118.04 kN/m²
pressione limite (2)	$q_{lim2} = c \cdot Nc \cdot ic \cdot gc \cdot zc$	1154.47 kN/m²
pressione limite (3)	$q_{lim3} = q \cdot Nq \cdot iq \cdot gg \cdot zg$	0.00 kN/m²
pressione lim. Tot.	$q_{lim} = q_{lim1} + q_{lim2} + q_{lim3}$	1272.51 kN/m²
Resistenza totale	$Q_{lim} = q_{lim} \cdot Beff$	1344.49 kN
Coeffic. parziale	G_R	1.40
Resistenza Calcolo	$N_{rd} = Q_{lim} / G_R$	960.35 kN
Verifica	N_{rd} / Ned	4.79 ---> ok!

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4:
Sisma Su (M1+R3)

STRATI DI MONTE

STRATO N.1
G = 18.40 kN/m3
ø' = 28.99 °
c' = 0.67 kN/m2



STRATO FONDAZIONE
G = 22.47 kN/m3
ø' = 36.60 °
c' = 51.00 kN/m2

RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Azione Orizzontale:	Hed	149.07 kN
Carico verticale:	Ned	199.53 kN
Resistenza attrito:	Ra = Ned*tg(øa)	90.56 kN
Base Fondazione:	B	2.00 m
Resistenza coesione:	Rc = ca * B	68.03 kN
Resistenza Totale:	Rtot = Ra + Rc	158.59 kN
Coeffic. parziale:	G_R	1.00
Resistenza di Calcolo:	Hrd = Rtot/G_R	158.59 kN
Verifica:	Hrd/Hed	1.06 ---> ok!

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Per la presente combinazione di carico (sismica)
la verifica a ribaltamento non é significativa
Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB'
per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap.7.11.6.2.1)

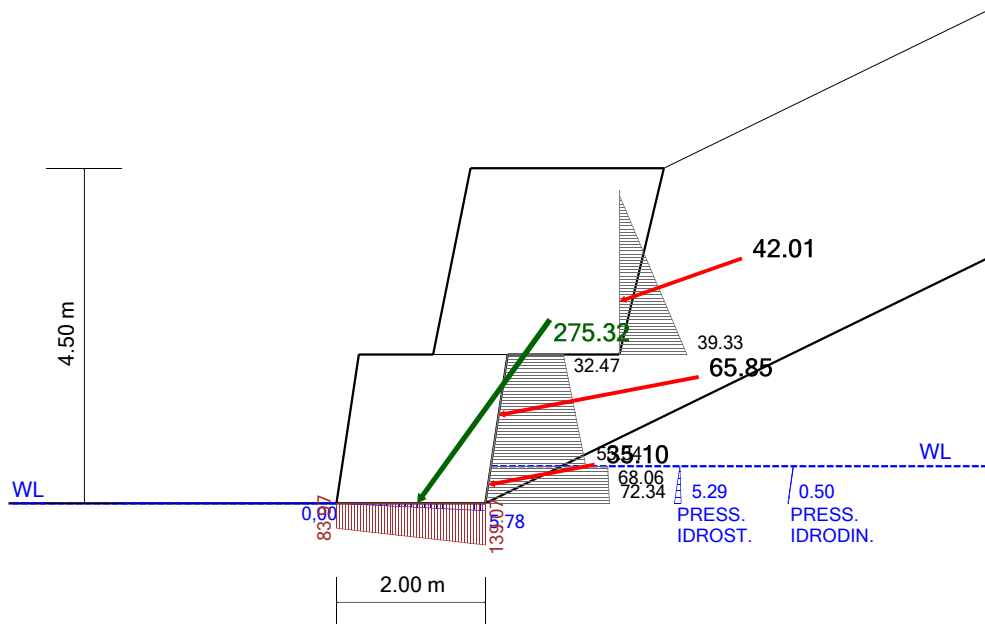
VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

Azione verticale	Ned	199.53 kN
Azione orizzontale	Hed	149.07 kN
Sovraccarico laterale	q	0.00 kPa
Eccentricita'	e = B/2 - (Mstab-Mrib)/Ned	-0.05 m
Base efficace	Beff = B-2 e	1.90 m
Fattore cap. port.	Nq=exp(Pi*tgø)*tg2(Pi/4+ø/2)	40.76
Fattore cap. port.	Nc=(Nq-1)*cotø	53.54
Fattore cap. port.	Ng=2*(Ng+1)*tgø	62.03
coeff.inclin.carico	ig=[1-Hed/(Ned+Beff*c*cotø)]^3	0.16
coeff.inclin.carico	iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c*cotø)]^2	0.30
coeff.inclin.carico	ic=iq-[(1-iq)/(Nc*tgø)]	0.28
Inclin. P.C. (>=0)		
coeff.inclin. p.c.	gg	1.00
coeff.inclin. p.c.	gg	1.00
coeff.inclin. p.c.	gc	1.00
coeff. sismico	kh=Ss*St*ag/g	0.30
coeff. sismico	zc=1-0.32*kh	0.90
coeff. sismico	zq=(1-kh/tgø)^0.35	0.83
coeff. sismico	zg=zq	0.83
pressione limite (1)	qlim1=0.5*G'*Beff*Ng*ig*gg*zg	101.25 kN/m2
pressione limite (2)	qlim2=c*Nc*ic*gc*zc	699.06 kN/m2
pressione limite (3)	qlim3=q*Nq*iq*gg*zg	0.00 kN/m2
pressione lim. Tot.	qlim = qlim1 + qlim2 + qlim3	800.31 kN/m2
Resistenza totale	Qlim = qlim * Beff	1522.14 kN
Coeffic. parziale	G_R	1.20
Resistenza Calcolo	Nrd = Qlim / G_R	1268.45 kN
Verifica	Nrd/Ned	6.36 ---> ok!

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5:
Sisma Giu (M1+R3)

STRATI DI MONTE

STRATO N.1
 $G = 18.40 \text{ kN/m}^3$
 $\phi' = 28.99^\circ$
 $c' = 0.67 \text{ kN/m}^2$



STRATO FONDAZIONE
 $G = 22.47 \text{ kN/m}^3$
 $\phi' = 36.60^\circ$
 $c' = 51.00 \text{ kN/m}^2$

RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Azione Orizzontale:	Hed	161.40 kN
Carico verticale:	Ned	223.05 kN
Resistenza attrito:	$Ra = Ned \cdot tg(\phi_a)$	101.24 kN
Base Fondazione:	B	2.00 m
Resistenza coesione:	$Rc = ca \cdot B$	68.03 kN
Resistenza Totale:	$Rtot = Ra + Rc$	169.27 kN
Coeffic. parziale:	G_R	1.00
Resistenza di Calcolo:	$Hrd = Rtot / G_R$	169.27 kN
Verifica:	Hrd / Hed	1.05 ---> ok!

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Per la presente combinazione di carico (sismica)
 la verifica a ribaltamento non é significativa
 Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB'
 per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap.7.11.6.2.1)

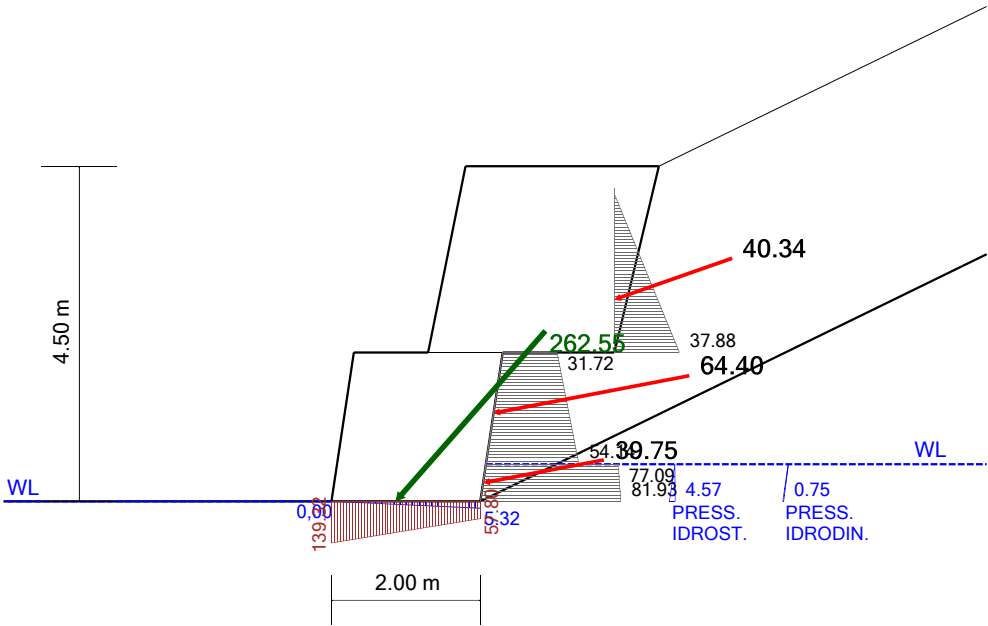
VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

Azione verticale	Ned	223.05 kN
Azione orizzontale	Hed	161.40 kN
Sovraccarico laterale	q	0.00 kPa
Eccentricita'	$e = B/2 - (Mstab - Mrib) / Ned$	-0.08 m
Base efficace	$Beff = B - 2 e $	1.84 m
Fattore cap. port.	$Nq = \exp(\pi \cdot tg\phi) \cdot tg^2(\pi(1 + \phi/2))$	40.76
Fattore cap. port.	$Nc = (Nq - 1) \cdot \cot\phi$	53.54
Fattore cap. port.	$Ng = 2 \cdot (Nq + 1) \cdot tg\phi$	62.03
coeff.inclin.carico	$ig = [1 - Hed / (Ned + Beff \cdot c \cdot \cot\phi)]^3$	0.16
coeff.inclin.carico	$iq = [1 - Hed / (Ned + Beff \cdot c \cdot \cot\phi)]^2$	0.29
coeff.inclin.carico	$ic = iq - [(1 - iq) / (Nc \cdot tg\phi)]$	0.27
Inclin. P.C. (>=0)		
coeff.inclin. p.c.	gg	1.00
coeff.inclin. p.c.	gg	1.00
coeff.inclin. p.c.	gc	1.00
coeff. sismico	$kh = Ss \cdot St \cdot ag / g$	0.30
coeff. sismico	$zc = 1 - 0.32 \cdot kh$	0.90
coeff. sismico	$zq = (1 - kh / tg\phi) \cdot 0.35$	0.83
coeff. sismico	$zg = zq$	0.83
pressione limite (1)	$qlim1 = 0.5 \cdot G' \cdot Beff \cdot Ng \cdot ig \cdot gg \cdot zg$	92.04 kN/m2
pressione limite (2)	$qlim2 = c \cdot Nc \cdot ic \cdot gc \cdot zc$	669.34 kN/m2
pressione limite (3)	$qlim3 = q \cdot Nq \cdot iq \cdot gg \cdot zq$	0.00 kN/m2
pressione lim. Tot.	$qlim = qlim1 + qlim2 + qlim3$	761.37 kN/m2
Resistenza totale	$Qlim = qlim \cdot Beff$	1397.34 kN
Coeffic. parziale	G_R	1.20
Resistenza Calcolo	$Nrd = Qlim / G_R$	1164.45 kN
Verifica	Nrd / Ned	5.22 ---> ok!

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8:
Sisma Su RIB (M1+R3)

STRATI DI MONTE

STRATO N.1
G = 18.40 kN/m3
 $\phi' = 28.99^\circ$
c' = 0.67 kN/m2



STRATO FONDAZIONE
G = 22.47 kN/m3
 $\phi' = 36.60^\circ$
c' = 51.00 kN/m2

RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Per la presente combinazione di carico
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Momento Stabilizzante:	Mstab	341.85 kNm
Coeffic. parziale:	G_R	1.00
Resistenza a Ribaltamento:	Mrd = Mstab/G_R	341.85 kNm
Momento Ribaltante:	Med	171.90 kNm
Verifica:	Mrd/Med	1.99 ---> ok!

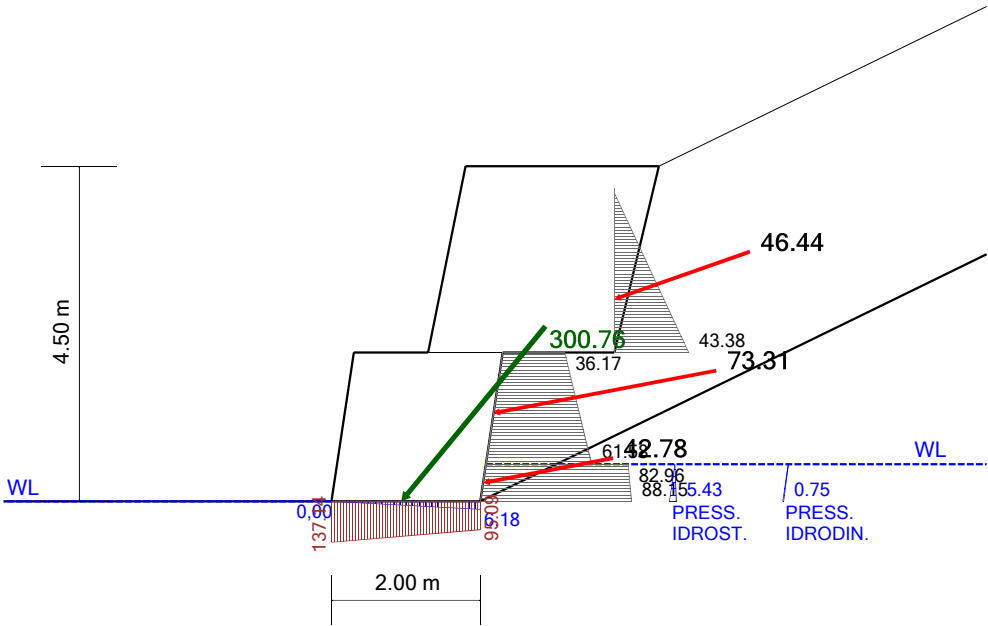
VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

Per la presente combinazione di carico
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9:
Sisma Giu RIB (M1+R3)

STRATI DI MONTE

STRATO N.1
G = 18.40 kN/m3
 $\phi' = 28.99^\circ$
c' = 0.67 kN/m2



STRATO FONDAZIONE

G = 22.47 kN/m3
 $\phi' = 36.60^\circ$
c' = 51.00 kN/m2

RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Per la presente combinazione di carico
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Momento Stabilizzante:	Mstab	405.77 kNm
Coeffic. parziale:	G_R	1.00
Resistenza a Ribaltamento:	Mrd = Mstab/G_R	405.77 kNm
Momento Ribaltante:	Med	187.56 kNm
Verifica:	Mrd/Med	2.16 ---> ok!

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

Per la presente combinazione di carico
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

Verifica di stabilità interna per la palificata a doppia parete analizzata singolarmente con il software SLOPE (GeoStru)

Descrizione

Coefficiente azione sismica orizzontale	0.1368
Coefficiente azione sismica orizzontale	0.0684

Geometria

Nr.	X (m)	Y (m)
1	0.0	0.0
2	0.18	2.45
3	2.4	2.33
4	2.52	-0.17

Terreno rinforzo

Peso unità di volume	1640 kg/m ³
Peso unità di volume saturo	2100 kg/m ³
Angolo di resistenza a taglio	28.99 °
Coesione	0.007 kg/cm ²
Angolo attrito terreno rinforzo	28.99 °

Terreno riempimento

Peso unità di volume	1840 kg/m ³
Peso unità di volume saturo	2100 kg/m ³
Angolo di resistenza a taglio	28.99 °
Coesione	0.007 kg/cm ²
Angolo di attrito terra muro	0 °

Terreno fondazione

Peso unità di volume	2247 kg/m ³
Peso unità di volume saturo	2500 kg/m ³
Angolo di resistenza a taglio	36.6 °
Coesione	0.51 kg/cm ²

Nr.	X (m)	y (m)	Tipo	Lunghe zza ripiegat ura (Lrip) (m)	Lunghe zza facciata (Lf) (m)	Lunghe zza non efficac e (Lr) (m)	Lunghe zza efficac e (Le) (m)	Lunghe zza totale (Lt) (m)	Interass e (m)	Fattore sicurez za sfilame nto	Fattore sicurez za rottura
1	0.01	0.2	(19) LEGN O	---	---	0.1	2.4	2.5	1	3.69	44.61
2	0.04	0.6	(19) LEGN O	---	---	0.31	2.19	2.5	1	3.65	54.27
3	0.07	1.0	(19) LEGN O	---	---	0.52	1.98	2.5	1	3.74	69.26
4	0.1	1.4	(19) LEGN O	---	---	0.73	1.77	2.5	1	4.12	95.71
5	0.13	1.8	(19) LEGN O	---	---	0.93	1.57	2.5	1	5.34	154.81
6	0.15	2.2	(19) LEGN O	---	---	1.14	1.36	2.5	1	11.59	404.77

Elenco rinforzi

Tipo	Descrizione	Struttura (mm)	Resistenza
1	STRIP 15x5	Strisce Larghezza, Spessore=15/5	370 N/mm ²
2	BAR Ø20	Barre Diametro=20	370 N/mm ²
3	SHEET 330	Geosintetici	330 kN/m
4	SHEET 401	Geosintetici	401 kN/m
5	Xgrid PET PVC 40/30 IT	Geosintetici	23.55 kN/m
6	XGrid PET PVC 60/30 IT	Geosintetici	35.33 kN/m

7	XGrid PET PVC 80/30 IT	Geosintetici	47.11 kN/m
8	XGrid PET PVC 110/30 IT	Geosintetici	64.77 kN/m
9	XGrid PET PVC 150/30 IT	Geosintetici	88.32 kN/m
10	Xgrid PET PVC 500/30 IT	Geosintetici	294.41 kN/m
11	Xgrid PET PVC 600/30 IT	Geosintetici	353.29 kN/m
12	Xgrid PET PVC 700/30 IT	Geosintetici	412.17 kN/m
13	Xgrid PET PVC 900/30 IT	Geosintetici	529.94 kN/m
14	Xgrid PET PVC 900/30 IT	Geosintetici	529.94 kN/m
15	Xgrid PET PVC 1000/30 IT	Geosintetici	588.82 kN/m
16	Xgrid PET PVC 1100/30 IT	Geosintetici	588.82 kN/m
17	Xgrid PET PVC 1200/30 IT	Geosintetici	706.58 kN/m
18	Xgrid PET PVC 1300/30 IT	Geosintetici	765.46 kN/m
19	LEGNO	Barre Diametro=200	15 N/mm ²

Descrizione

Nr.	Confermare con il pulsante destro del mouse	X (m)	Y (m)	Lx (m)	Ly (m)	Q (kg/cm ²)
1	#####0.0#	12	8	2.5	0	0.2

Combinazione 1 (A1+M1+R3)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1.00
2	Spinta terreno	1.30
3	Spinta falda	1.30
4	Spinta sismica in x	0.00

5	Spinta sismica in y	0.00
6	Strada	1.50

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali SLU
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione	1
3	Coesione non drenata	1
4	Peso unità volume	1
	Angolo attrito terreno rinforzo	

Nr.	Parametro	Coefficiente parziale resistenza [R]
2	Carico limite	1.4
3	Scorrimento	1.1
4	Resistenza terreno	1.4
5	Ribaltamento	1.15

Combinazione 2 (A_Unitari+M1+R)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1.00
2	Spinta terreno	1.00
3	Spinta falda	1.00
4	Spinta sismica in x	0.00
5	Spinta sismica in y	0.00
6	Strada	1.30

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali SLU
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione	1
3	Coesione non drenata	1
4	Peso unità volume	1
	Angolo attrito terreno rinforzo	

Nr.	Parametro	Coefficiente parziale resistenza [R]
2	Carico limite	1.2
3	Scorrimento	1
4	Resistenza terreno	1.2
5	Ribaltamento	1

Combinazione 2 (A_Unitari+M1+Beta(50%))

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
-----	--------	----------------------

1	Peso muro	1.00
2	Spinta terreno	1.00
3	Spinta falda	1.00
4	Spinta sismica in x	1.50
5	Spinta sismica in y	0.00
6	Strada	1.00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali SLU
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione	1
3	Coesione non drenata	1
4	Peso unità volume	1
	Angolo attrito terreno rinforzo	

Nr.	Parametro	Coefficiente parziale resistenza [R]
2	Carico limite	1.2
3	Scorrimento	1
4	Resistenza terreno	1.2
5	Ribaltamento	1

Combinazione 1 (A1+M1+R3)

Nr.	X (m)	y (m)	Tipo	Lunghe zza ripiegat ura (Lrip) (m)	Lunghe zza facciata (Lf) (m)	Lunghe zza non efficac e (Lr) (m)	Lunghe zza efficac e (Le) (m)	Lunghe zza totale (Lt) (m)	Interass e (m)	Fattore sicurez za sfilame nto	Fattore sicurez za rottura
1	0.01	0.2	(19) LEGN O	---	---	0.1	2.4	2.5	1	3.69	44.61
2	0.04	0.6	(19) LEGN O	---	---	0.31	2.19	2.5	1	3.65	54.27
3	0.07	1.0	(19) LEGN O	---	---	0.52	1.98	2.5	1	3.74	69.26
4	0.1	1.4	(19) LEGN O	---	---	0.73	1.77	2.5	1	4.12	95.71

5	0.13	1.8	(19)	---	---	0.93	1.57	2.5	1	5.34	154.81
			LEGN								
			O								
6	0.15	2.2	(19)	---	---	1.14	1.36	2.5	1	11.59	404.77
			LEGN								
			O								

VERIFICHE GLOBALI [Condizione drenata]

Piano di rottura passante per $(x_{r1}, y_{r1}) = (2.5/-0.2)$ m

Piano di rottura passante per $(x_{r2}, y_{r2}) = (2.5/2.5)$ m

Centro di rotazione $(x_{ro}, y_{ro}) = (0.0/0.0)$ m

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato;
Qf	Quota finale strato
P.U.V.	Peso unità di volume (kg/m^3);
Eps	Inclinazione dello strato ($^\circ$);
Fi	Angolo di resistenza a taglio;
Delta	Angolo di attrito terra muro ($^\circ$);
c	Coesione (kg/cm^2);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte ($^\circ$);

Qi	Qf	P.U.V.	Eps	Fi	Delta	c	β
2.45	-0.17	1840.0	26.0	28.99	0.0	0.01	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,

μ	Ka	Kd	Dk
-------	----	----	----

=	90.0	0.56	0.89	0.33
---	------	------	------	------

Spinte risultanti e punto di applicazione

Fx Forza in direzione x (kg);
Fy Forza in direzione y (kg);
Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (m);

=		Fx	Fy	Z(Rpx)	Z(Rpy)
Spinta attiva	4028.23	0.0	2.52	0.82	
Spinta attiva Coesione	-256.93	0.0	2.52	1.23	
Spinta incremento sismico	0.0	0.0	2.52	0.82	
Spinta statica sovraccarico	4124.19	0.0	2.52	1.23	
Spinta incr. sismico sovraccarico	0.0	0.0	2.52	1.23	
Peso muro	0.0	8927.82	1.28	1.13	

=	
Momento stabilizzante	11402.67 kgm
Momento ribaltante	8027.12 kgm

Verifica alla traslazione

=		
Sommatoria forze orizzontali	7895.492	kg
Sommatoria forze verticali	8927.818	kg
Coefficiente di attrito	0.7426655	
Adesione	0.51	kg/cm ²
Forze normali al piano di scorrimento	9438.999	kg
Forze parall. al piano di scorrimento	7276.679	kg
Coeff. sicurezza traslazione Csd	2.49	

Traslazione verificata Csd > 1

Verifica al ribaltamento

=

Momento stabilizzante 11402.67 kgm
Momento ribaltante 8027.115 kgm
Coeff. sicurezza ribaltamento C_{sv} 1.63
Muro verificato a ribaltamento C_{sv}>1

Carico limite: TERZAGHI

=

Somma forze in direzione x	7895.492 kg
Somma forze in direzione y (F _y)	8927.818 kg
Somma momenti	-3375.552 kgm
Larghezza fondazione	2.525728 m
Eccentricità su B	0.8847702 m
Peso unità di volume	2247 kg/m ³
Angolo di resistenza al taglio	36.6 °
Coesione	0.51 kg/cm ²
Terreno sulla fondazione	0 m
Peso terreno sul piano di posa	2247 kg/m ³
N _q	51.02002
N _c	67.35202
N _g	57.74987
s _q	1
s _c	1
s _g	1
Z _g (Effetto inerziale in fondazione)	1
i _q	1
i _c	1
i _g	1
Carico limite verticale (Q _{lim})	1010481 kg
Fattore sicurezza (C_{sq}=Q_{lim}/F_y)	113.18
Carico limite verificato C_{sq}>1	

Tensioni sul terreno

=

Ascissa centro sollecitazione	0.3780937 m
Larghezza della fondazione	2.525728 m
x = 0.0	Tensione... 1.574181 kg/cm ²
x = 1.13	Tensione... 0 kg/cm ²

Combinazione 2 (A_Unitari+M1+R)

Nr.	X (m)	y (m)	Tipo	Lunghe zza ripiegat ura (Lrip) (m)	Lunghe zza facciata (Lf) (m)	Lunghe zza non efficac e (Lr) (m)	Lunghe zza efficac e (Le) (m)	Lunghe zza totale (Lt) (m)	Interass e (m)	Fattore sicurez za sfilame nto	Fattore sicurez za rottura
1	0.01	0.2	(19) LEGN O	---	---	0.1	2.4	2.5	1	4.65	58
2	0.04	0.6	(19) LEGN O	---	---	0.31	2.19	2.5	1	4.57	70.55
3	0.07	1.0	(19) LEGN O	---	---	0.52	1.98	2.5	1	4.63	90.05
4	0.1	1.4	(19) LEGN O	---	---	0.73	1.77	2.5	1	5.01	124.43
5	0.13	1.8	(19) LEGN O	---	---	0.93	1.57	2.5	1	6.34	201.3
6	0.15	2.2	(19) LEGN O	---	---	1.14	1.36	2.5	1	13.35	526.71

VERIFICHE GLOBALI [Condizione drenata]

Piano di rottura passante per $(x_{r1}, y_{r1}) = (2.5/-0.2)$ m

Piano di rottura passante per $(x_{r2}, y_{r2}) = (2.5/2.5)$ m

Centro di rotazione $(x_{ro}, y_{ro}) = (0.0/0.0)$ m

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato;
Qf	Quota finale strato
P.U.V.	Peso unità di volume (kg/m^3);
Eps	Inclinazione dello strato ($^\circ$);
Fi	Angolo di resistenza a taglio;

Delta Angolo di attrito terra muro (°);
c Coesione (kg/cm²);
β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);

Qi	Qf	P.U.V.	Eps	Fi	Delta	c	β
2.45	-0.17	1840.0	26.0	28.99	0.0	0.01	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,

μ	Ka	Kd	Dk
90.0	0.56	0.89	0.33

Spinte risultanti e punto di applicazione

Fx Forza in direzione x (kg);
Fy Forza in direzione y (kg);
Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (m);

	Fx	Fy	Z(Rpx)	Z(Rpy)
Spinta attiva	3098.64	0.0	2.52	0.82
Spinta attiva Coesione	-256.93	0.0	2.52	1.23
Spinta incremento sismico	0.0	0.0	2.52	0.82
Spinta statica sovraccarico	3574.3	0.0	2.52	1.23
Spinta incr. sismico sovraccarico	0.0	0.0	2.52	1.23
Peso muro	0.0	8927.82	1.28	1.13

=

Momento stabilizzante	11402.67 kgm
Momento ribaltante	6594.33 kgm

Verifica alla traslazione

=

Sommatoria forze orizzontali	6416.007	kg
Sommatoria forze verticali	8927.818	kg
Coefficiente di attrito	0.7426655	
Adesione	0.51	kg/cm ²
Forze normali al piano di scorrimento	9339.418	kg
Forze parall. al piano di scorrimento	5800.549	kg
Coeff. sicurezza traslazione Csd	3.42	
Traslazione verificata Csd > 1		

Verifica al ribaltamento

=

Momento stabilizzante	11402.67 kgm
Momento ribaltante	6594.33 kgm
Coeff. sicurezza ribaltamento Csv	1.73
Muro verificato a ribaltamento Csv > 1	

Carico limite: TERZAGHI

=

Somma forze in direzione x	6416.007 kg
Somma forze in direzione y (Fy)	8927.818 kg
Somma momenti	-4808.337 kgm
Larghezza fondazione	2.525728 m
Eccentricità su B	0.7242847 m
Peso unità di volume	2247 kg/m ³
Angolo di resistenza al taglio	36.6 °
Coesione	0.51 kg/cm ²
Terreno sulla fondazione	0 m
Peso terreno sul piano di posa	2247 kg/m ³
Nq	51.02002
Nc	67.35202

Ng	57.74987
sq	1
sc	1
sg	1
Zg (Effetto inerziale in fondazione)	1
iq	1
ic	1
ig	1
Carico limite verticale (Qlim)	1178895 kg
Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)	132.05
Carico limite verificato Csq>1	

Tensioni sul terreno

=	
Ascissa centro sollecitazione	0.5385792 m
Larghezza della fondazione	2.525728 m
x = 0.0	Tensione... 1.105108 kg/cm ²
x = 1.62	Tensione... 0 kg/cm ²

Combinazione 2 (A_Unitari+M1+Beta(50%))

Nr.	X (m)	y (m)	Tipo	Lunghe zza ripiegat ura (Lrip) (m)	Lunghe zza facciata (Lf) (m)	Lunghe zza non efficac e (Lr) (m)	Lunghe zza efficac e (Le) (m)	Lunghe zza totale (Lt) (m)	Interass e (m)	Fattore sicurez za sfilame nto	Fattore sicurez za rottura
1	0.01	0.2	(19) LEGN O	---	---	0.1	2.4	2.5	1	2.34	30.67
2	0.04	0.6	(19) LEGN O	---	---	0.31	2.19	2.5	1	2.27	37.3
3	0.07	1.0	(19) LEGN O	---	---	0.52	1.98	2.5	1	2.26	47.6
4	0.1	1.4	(19) LEGN O	---	---	0.73	1.77	2.5	1	2.37	65.74

5	0.13	1.8	(19)	---	---	0.93	1.57	2.5	1	2.87	106.27
			LEGN								
			O								
6	0.15	2.2	(19)	---	---	1.14	1.36	2.5	1	5.66	277.01
			LEGN								
			O								

VERIFICHE GLOBALI [Condizione drenata]

Piano di rottura passante per $(x_{r1}, y_{r1}) = (2.5/-0.2)$ m

Piano di rottura passante per $(x_{r2}, y_{r2}) = (2.5/2.5)$ m

Centro di rotazione $(x_{ro}, y_{ro}) = (0.0/0.0)$ m

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato;
Qf	Quota finale strato
P.U.V.	Peso unità di volume (kg/m^3);
Eps	Inclinazione dello strato ($^\circ$);
Fi	Angolo di resistenza a taglio;
Delta	Angolo di attrito terra muro ($^\circ$);
c	Coesione (kg/cm^2);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte ($^\circ$);

Qi	Qf	P.U.V.	Eps	Fi	Delta	c	β
2.45	-0.17	1840.0	26.0	28.99	0.0	0.01	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,

μ	Ka	Kd	Dk
-------	----	----	----

=				
	90.0	0.56	0.89	0.33

Spinte risultanti e punto di applicazione

Fx Forza in direzione x (kg);
Fy Forza in direzione y (kg);
Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (m);

=					
		Fx	Fy	Z(Rpx)	Z(Rpy)
=					
Spinta attiva	3098.64	0.0	2.52	0.82	
Spinta attiva Coesione	-256.93	0.0	2.52	1.23	
Spinta incremento sismico	2763.05	0.0	2.52	0.82	
Spinta statica sovraccarico	2749.46	0.0	2.52	1.23	
Spinta incr. sismico sovraccarico	2451.68	0.0	2.52	1.23	
Peso muro	0.0	8927.82	1.28	1.13	

=		
Momento stabilizzante	11402.67	kgm
Momento ribaltante	10843.7	kgm

Verifica alla traslazione

=			
Sommatoria forze orizzontali	10805.89	kg	
Sommatoria forze verticali	8927.818	kg	
Coefficiente di attrito	0.7426655		
Adesione	0.51	kg/cm ²	
Forze normali al piano di scorrimento	9634.89	kg	
Forze parall. al piano di scorrimento	10180.48	kg	
Coeff. sicurezza traslazione Csd	1.97		
Traslazione verificata Csd > 1			

Verifica al ribaltamento

=	
---	--

Momento stabilizzante 11402.67 kgm
Momento ribaltante 10843.7 kgm
Coeff. sicurezza ribaltamento C_{sv} 1.05
Muro verificato a ribaltamento C_{sv}>1

Carico limite: TERZAGHI

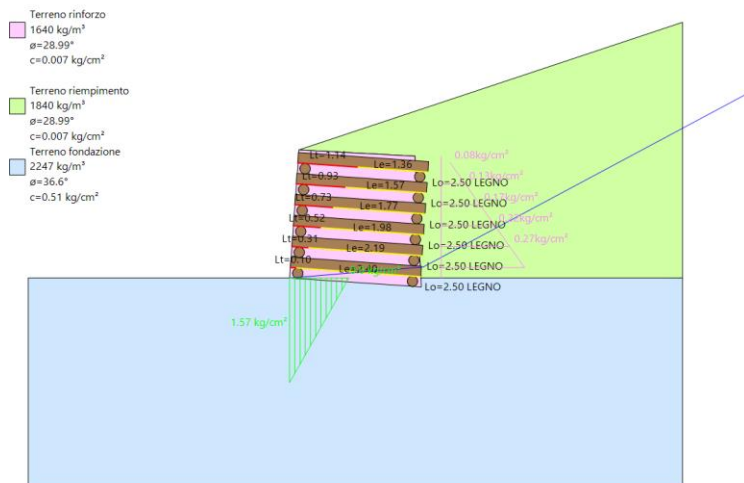
=

Somma forze in direzione x	10805.89 kg
Somma forze in direzione y (F _y)	8927.818 kg
Somma momenti	-558.9676 kgm
Larghezza fondazione	2.525728 m
Eccentricità su B	1.200254 m
Peso unità di volume	2247 kg/m ³
Angolo di resistenza al taglio	36.6 °
Coesione	0.51 kg/cm ²
Terreno sulla fondazione	0 m
Peso terreno sul piano di posa	2247 kg/m ³
N _q	51.02002
N _c	67.35202
N _g	57.74987
s _q	1
s _c	1
s _g	1
Z _g (Effetto inerziale in fondazione)	1
i _q	1
i _c	1
i _g	1
Carico limite verticale (Q _{lim})	1178895 kg
Fattore sicurezza (C_{sq}=Q_{lim}/F_y)	132.05
Carico limite verificato C_{sq}>1	

Tensioni sul terreno

=

Ascissa centro sollecitazione	0.06260964 m
Larghezza della fondazione	2.525728 m
x = 0.0	Tensione... 9.50633 kg/cm ²
x = 0.19	Tensione... 0 kg/cm ²

Strada 0.2 kg/cm²

Verifica di stabilità globale con software SLOPE (GeoStru)

Analisi di stabilità dei pendii con : BISHOP (1955)

=====	
=	
Lat./Long.	44.148523/11.646038 °
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	50.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	
=====	

Maglia dei Centri

=====	
=	
Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3.94 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	12.59 m
Ascissa vertice destro superiore xs	12.37 m
Ordinata vertice destro superiore ys	19.47 m
Passo di ricerca	50.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0
=====	

Coefficienti sismici [N.T.C.]

=====	
=	

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe I
Vita nominale:	20.0 [anni]
Vita di riferimento:	14.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	E
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.706	2.4	0.259
S.L.D.	30.0	0.892	2.396	0.267
S.L.V.	133.0	2.059	2.473	0.304
S.L.C.	273.0	2.569	2.533	0.315

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:

Classe I

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1.3555	0.0	0.0	0.0
S.L.D.	1.7126	0.47	0.0821	0.041
S.L.V.	3.5303	0.38	0.1368	0.0684
S.L.C.	3.9153	0.0	0.0	0.0

Coefficiente azione sismica orizzontale

0.137

Coefficiente azione sismica verticale

0.068

Vertici profilo

Nr

X
(m)

y
(m)

1	5.57	5.83
2	8.47	5.87
3	10.41	6.82
4	10.57	7.81
5	11.56	7.65
6	11.95	10.12
7	12.69	10.0
8	24.16	15.58
9	24.54	15.58
10	27.04	15.58

Falda

Nr.

X
(m)

y
(m)

1	5.61	5.82
2	8.47	5.88
3	11.13	7.09
4	14.24	7.62

	5	20.71	11.11
	6	26.72	13.07
Vertici strato1			
N	X	y	
	(m)	(m)	
1	5.57	3.21	
2	6.25	3.43	
3	10.44	5.42	
4	11.05	5.71	
5	12.23	5.52	
6	12.36	6.32	
7	17.41	8.68	
8	20.49	9.61	
9	27.04	12.83	

Coefficienti parziali azioni

=====			
=			
Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.3	
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0	
=====			
=			

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

=====			
=			
Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25		
Coesione efficace	1.25		
Coesione non drenata	1.4		
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si		
=====			
=			

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kg/m ³)	Peso unità di volume saturato (kg/m ³)	Litologia
1	0.01	0	28.99	1840	2100	Coltre di copertura

2 0.5 0 36.6 2247 2500 Strato
roccioso
alterato



Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (kg/m³)
1	12.42	5.69	0	0	2	2	2	2250

Terra rinforzata

No	Tipologia	Tallow (kg)	Resistenza sfilamento (kg)
1	LEGNO	48052.23	1599.636
2	LEGNO	48052.23	1426.107
3	LEGNO	48052.23	1265.999
4	LEGNO	48052.23	1126.253
5	LEGNO	48052.23	1019.596
6	LEGNO	48052.23	972.1495

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm²)
1	24.3	15.6	26.8	15.6	0.2

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

=

Fs minimo individuato	1.26
Ascissa centro superficie	10.26 m
Ordinata centro superficie	19.12 m
Raggio superficie	13.62 m

=

$xc = 10.263$ $yc = 19.124$ $Rc = 13.616$ $Fs = 1.259$

Nr.	B	Alfa	Li	Wi	Kh•Wi	Kv•Wi	c	Fi	Ui	N'i	Ti
-----	---	------	----	----	-------	-------	---	----	----	-----	----

	m	(°)	m	(kg)	(kg)	(kg)	(kg/cm ²)	(°)	(kg)	(kg)	(kg)

1	0.32	-12.3	0.3	13.59	1.86	0.92	0.01	23.9	0.0	19.4	25.2
2	0.32	-10.9	0.3	38.61	5.29	2.63	0.01	23.9	0.0	45.8	33.6
3	0.32	-9.5	0.3	116.04	15.9	7.89	0.01	23.9	55.3	68.5	40.8
4	0.3	-8.2	0.3	74.14	10.16	5.04	0.01	23.9	0.0	81.2	43.5
5	0.34	-6.8	0.3	133.39	18.27	9.07	0.01	23.9	0.0	142.2	65.5
6	0.32	-5.4	0.3	371.68	50.92	25.27	0.01	23.9	176.5	204.1	84.0
7	0.32	-4.1	0.3	494.06	67.69	33.6	0.01	23.9	230.3	271.9	105.7
8	0.32	-2.7	0.3	611.27	83.74	41.57	0.01	23.9	281.7	335.9	126.1
9	0.32	-1.4	0.3	723.33	99.1	49.19	0.01	23.9	330.7	396.2	145.4
10	0.32	0.0	0.3	815.67	111.75	55.47	0.01	23.9	373.1	442.7	160.0
11	0.16	1.0	0.2	572.04	78.37	38.9	0.01	23.9	202.7	367.3	126.6
12	0.49	2.3	0.52	237.27	306.51	152.13	0.4	30.7	702.8	1452.4	2047.4
13	0.32	4.0	0.31	429.66	195.86	97.22	0.4	30.7	507.0	833.7	1289.4
14	0.17	5.1	0.29	748.66	1335.57	662.91	0.4	30.7	276.7	9116.1	4414.7
15	0.39	6.3	0.42	535.52	347.37	172.42	0.4	30.7	625.1	1715.7	1872.8
16	0.4	8.0	0.43	448.56	472.45	234.5	0.01	23.9	648.6	2702.8	888.7
17	0.34	9.5	0.32	926.85	400.98	199.03	0.4	30.7	548.1	2095.1	1887.1
18	0.31	10.9	0.32	661.97	364.69	181.01	0.4	30.7	498.8	1874.4	1704.9
19	0.32	12.3	0.32	859.62	391.77	194.45	0.4	30.7	521.1	2000.0	1809.2
20	0.32	13.6	0.32	915.91	399.48	198.28	0.4	30.7	512.4	2029.7	1827.3
21	0.32	15.0	0.32	966.86	406.46	201.75	0.4	30.7	506.0	2052.7	1843.2
22	0.32	16.5	0.33	009.71	412.33	204.66	0.4	30.7	491.9	2076.1	1859.9
23	0.32	17.9	0.3	3052.8	418.23	207.59	0.4	30.7	502.6	2077.2	1867.8
24	0.32	19.3	0.33	092.73	423.7	210.31	0.4	30.7	525.7	2064.8	1870.7
25	0.32	20.7	0.33	124.08	428.0	212.44	0.4	30.7	540.7	2052.6	1874.5
26	0.32	22.2	0.33	149.29	431.45	214.15	0.4	30.7	557.9	2033.3	1876.2
27	0.32	23.7	0.43	165.44	433.67	215.25	0.4	30.7	566.9	2013.8	1878.8
28	0.32	25.2	0.43	174.96	434.97	215.9	0.4	30.7	577.7	1986.9	1879.3
29	0.32	26.7	0.43	176.24	435.14	215.98	0.4	30.7	585.2	1955.8	1879.1
30	0.32	28.2	0.43	167.64	433.97	215.4	0.4	30.7	584.3	1923.6	1879.8
31	0.32	29.7	0.43	151.45	431.75	214.3	0.4	30.7	584.9	1883.0	1878.2
32	0.32	31.3	0.43	125.22	428.16	212.51	0.4	30.7	579.2	1838.7	1876.6
33	0.32	32.9	0.43	084.44	422.57	209.74	0.4	30.7	572.1	1781.6	1871.4
34	0.32	34.5	0.43	031.17	415.27	206.12	0.4	30.7	558.3	1718.2	1865.3
35	0.32	36.2	0.42	966.97	406.47	201.75	0.4	30.7	540.2	1647.3	1858.3
36	0.32	37.9	0.4	2891.8	396.18	196.64	0.4	30.7	520.0	1566.2	1849.5
37	0.32	39.6	0.42	802.85	383.99	190.59	0.4	30.7	489.7	1478.8	1841.1
38	0.32	41.4	0.42	701.83	370.15	183.72	0.4	30.7	459.1	1376.8	1829.7
39	0.32	43.2	0.42	586.32	354.33	175.87	0.4	30.7	422.7	1261.6	1816.9

40	0.32	45.1	0.52463.63	337.52	167.53	0.01	23.9	372.42222.6	737.9
41	0.32	47.1	0.52345.46	321.33	159.49	0.01	23.9	322.72187.6	727.6
42	0.32	49.1	0.52210.32	302.81	150.3	0.01	23.9	262.82147.9	716.0
43	0.32	51.2	0.5 2053.6	281.34	139.64	0.01	23.9	181.52110.8	705.4
44	0.32	53.4	0.51873.98	256.74	127.43	0.01	23.9	82.82070.8	694.1
45	0.32	55.8	0.61677.19	229.77	114.05	0.01	23.9	0.01994.5	671.6
46	0.32	58.3	0.61476.54	202.29	100.41	0.01	23.9	0.01811.9	615.4
47	0.32	60.9	0.71244.82	170.54	84.65	0.01	23.9	0.01582.4	544.8
48	0.32	63.9	0.7 973.55	133.38	66.2	0.01	23.9	0.01285.6	453.8
49	0.32	67.2	0.8 648.99	88.91	44.13	0.01	23.9	0.0 885.2	331.3
50	0.32	71.0	1.0 246.03	33.71	16.73	0.01	23.9	0.0 305.6	154.9

