

**Comune di VALSAMOGGIA
Provincia di BOLOGNA**

**RELAZIONE TECNICA
RELAZIONE DI CALCOLO**

OGGETTO: CONSOLIDAMENTO DI UN TRATTO DI SCARPATA DI MONTE INTERESSATA DA FRANA ATTIVA IN VIA MARZATORE E REGIMAZIONE ACQUE SUPERFICIALI

COMMITTENTE: COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
AREA PROGRAMMAZIONE, REALIZZAZIONE, GESTIONE E CURA DEL PATRIMONIO COMUNALE – SERVIZIO LAVORI PUBBLICI, MANUTENZIONI, MOBILITÀ, PATRIMONIO
Piazza Garibaldi 1 – Loc. Bazzano – Valsamoggia (BO)

Il Progettista
(ing. Alberto Borghi)

albertoborghi ingegnere

41124 Modena - via P. Sassi 20
tel. 059 6032787 / 348 7364823 - email: info@albertoborghi.it

INDICE

1 – Premessa	3
2 – Descrizione delle opere di progetto	5
3 – Stoccaggio del terreno di risulta	6
4 – Relazione di calcolo.....	6
5 – Normativa di riferimento	6
6 – Modello geologico del sottosuolo	7
7 – Caratterizzazione sismica	9
7.1 – Categoria del suolo di fondazione.....	9
8 – Il progetto	10
8.1 – Verifiche di stabilità delle opere di sostegno	10

1 – Premessa

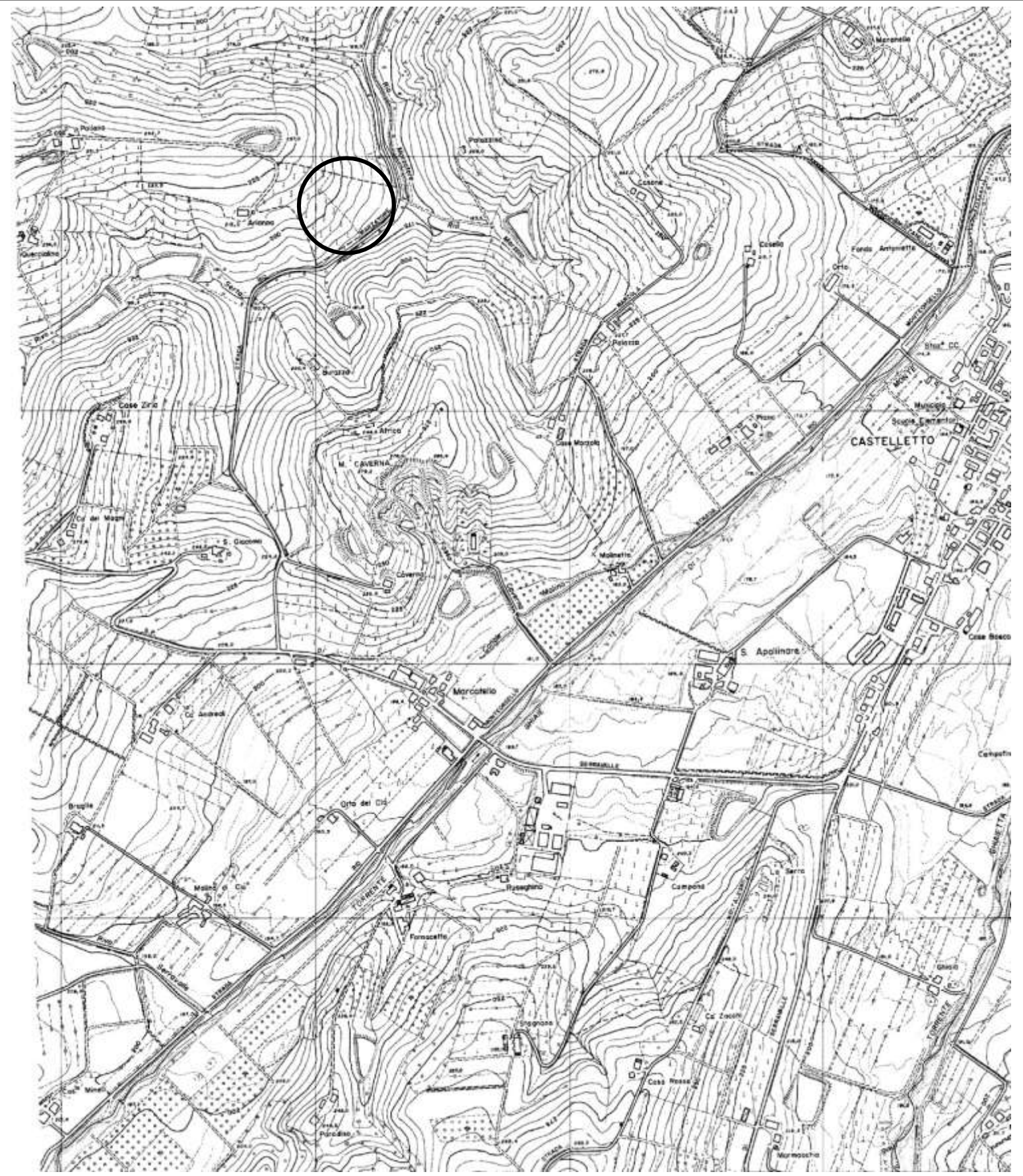
Su incarico dell'Amministrazione comunale di Valsamoggia è stato effettuato il progetto definitivo/esecutivo per il consolidamento di un tratto di scarpata di monte, interessata da frana attiva, in via Marzatore in continuità con l'intervento eseguito nel 2011.

Di tale intervento si condividono lo studio geologico, il rilievo piano altimetrico dell'area in frana ed i progetti per il consolidamento della stessa di cui si riporta stralcio:

“L'area di studio è interamente compresa nella sezione 220130 “Castello di Serravalle” della C.T.R. della Regione Emilia Romagna in scala 1 : 10.000, è situata a Nord Est dell'abitato di Castello di Serravalle e si sviluppa ad una quota di circa 180 metri sul livello del mare.

Con questo progetto si interverrà su terreni di proprietà privata per cui i privati interessati dovranno dare formale assenso alla realizzazione di quanto previsto.”

UBICAZIONE AREE IN ESAME



Estratto C.T.R. 220130-Castello di Serravalle

Scala 1:10.000

2 – Descrizione delle opere di progetto

Si prevede la realizzazione di una **muratura a secco in gabbioni**, opportunamente drenata a tergo, posta a monte della strada, fondata ad una profondità di 0,80 metri rispetto al piano campagna attuale, con contropendenza pari a 8° (14%), e alla distanza, rispetto alla segnaletica orizzontale della strada, di circa 2,00 m al fine di non interferire con la condotta interrata esistente utenza acquedotto.

Nel dettaglio gli interventi sono così riassumibili:

MURATURA A SECCO IN GABBIONI

La gabbionata, disposta su quattro ordini, ciascuno di 1,00 m d'altezza, avrà il primo ordine posto alla base di larghezza di 3,50 m e gli altri a decrescere di 0,50 m ciascuno fino all'ultimo ordine di larghezza di 2,00 m.

Lo sviluppo della gabbionata sarà di 23 metri di lunghezza e fondata ad una profondità di 0,80 metri rispetto al piano campagna attuale e con contropendenza pari a 8° (14%).

DRENAGGIO A TERGO DELL'OPERA DI SOSTEGNO

A tergo dell'opera di sostegno verrà posto un drenaggio riempito di materiale arido (pietrischetto e pietrisco), per un'altezza di circa 4,00 metri, protetto da geotessile, con posizionato alla base un tubo drenante in PVC del diametro di 150 mm.

Il drenaggio terminerà in un pozzetto dal quale si diramerà un tubo a tenuta che andrà a scaricare le acque raccolte nel fosso esistente posto al piede del versante.

La parte sommitale verrà riempita col materiale di risulta dello scavo ben costipato.

SISTEMAZIONE VERSANTE

A fine lavori la superficie topografica del versante verrà riprofilata, al fine di eliminare eventuali contropendenze che favoriscano il ristagno di acque meteoriche, verranno inoltre realizzati fossi di scolo per la regimazione delle acque superficiali e si procederà al rinverdimento dell'area mediante la messa a dimora di idonee specie arbustive.

A monte del versante verrà realizzato un fosso di guardia al fine di raccogliere, incanalare e allontanare le acque meteoriche provenienti da monte.

3 – Stoccaggio del terreno di risulta

Il terreno di risulta proveniente dagli scavi, previa analisi chimica di laboratorio su campioni per ricerca inquinanti, verrà stoccato, al fine di venire reimpiegato, in un'area pianeggiante individuata al foglio 22 mappale 111 del comune di Valsamoggia in località Castello di Serravalle.

4 – Relazione di calcolo

Si fa riferimento alla Relazione geologico-tecnica allegata al progetto del 2011 di cui si riassumono i principali punti di modellazione per il consolidamento di un versante interessato da alcuni dissesti a monte di un tratto di strada denominata Via Marzatore, all'altezza del toponimo Arianna, in Comune di Valsamoggia, frazione Castello di Serravalle.

5 – Normativa di riferimento

La stesura della seguente relazione è stata compiuta in ottemperanza alle disposizioni contenute nelle normative di riferimento di seguito elencate:

- “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione” D.M.LL.PP. 11.03.88 e successive circolari.
- Istruzioni relative alle “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”. Circ. Min. LL. PP. N° 30483, 24 Settembre 1988.
- Associazione Geotecnica Italiana (AGI) - raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche, giugno 1977.
- Associazione Geotecnica Italiana (AGI) – Eurocodice Ec7 per l'ingegneria

geotecnica, settembre 1988.

- Legge n° 64 del 02/02/1974, D.M. 03/03/1975, D.M. 16/01/1996, per aree classificate sismiche e D.M. marzo 2003.
- Nuova classificazione sismica nazionale (Ordinanza PCM 3274/2003 e PCM 3316/2003).
- Norme Tecniche per le costruzioni D.M. 17 gennaio 2018 e circolare N, 7/2019

6 – Modello geologico del sottosuolo

Nell'area si individua uno spessore superficiale di terreni di copertura, coltre di scivolamento (unità A) e coltre eluvio colluviale (Unità B), di natura argilloso limosa di consistenza variabile, da bassa a medio buona.

Al di sotto sono presenti argille marnose limose di consistenza variabile appartenenti al substrato, con caratteristiche eterogenee, da molto alterato ad alterato (Unità C), poggianti su terreni di elevata consistenza appartenenti al substrato inalterato (Unità D).

Al termine delle prove non è stata riscontrata la presenza falda.

In base a quanto emerso dalle indagini geognostiche e dalle prove di laboratorio sono state schematizzate più Unità geotecniche che individuano terreni di copertura, coltre di scivolamento (Unità A) e terreni eluvio colluviale (Unità B), e terreni del substrato, alterato (Unità C) e non alterato (Unità D).

Di seguito ne vengono riportati i parametri geotecnici che potranno essere utilizzati come valori caratteristici secondo la definizione delle NTC

Unità A: coltre di scivolamento

$C_u=20$ kPa
 $\Phi=0^\circ$
 $\gamma=1,70$ t/m³
 $\phi_R'=13^\circ$
 $c_R'=8$ kPa

Unità B: coltre eluvio colluviale

$C_u=50$ kPa
 $\Phi=0^\circ$
 $\gamma=1,85$ t/m³
 $C'=10$ KPa
 $\Phi'=22^\circ$

Unità C: substrato alterato

$C_u=100$ kPa
 $\Phi=0^\circ$
 $\gamma=1,90$ t/m³
 $C'=12$ KPa
 $\Phi'=23^\circ$

Unità D: substrato inalterato

$C_u=120$ kPa
 $\Phi=0^\circ$
 $\gamma=1,95$ t/m³
 $C'=15$ KPa
 $\Phi'=24^\circ$

7 – Caratterizzazione sismica

Il Comune di Valsamoggia in base alla classificazione sismica dei comuni dell'Emilia Romagna, ai sensi dell'Ordinanza del Presidente dei Ministri del 20 marzo 2003 n. 3271, ricade in **zona 3, bassa sismicità**.

Le NTC evidenziano come le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto degli stati limite, si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base del sito di costruzione. Di seguito si caratterizza l'area dal punto di vista sismico attenendosi alle indicazioni della normativa in vigore e fornendo i parametri di pericolosità sismica, le grandezze che descrivono lo spettro di risposta elastica della componente orizzontale ed i coefficienti sismici di riferimento.

7.1 – Categoria del suolo di fondazione

In assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale per la definizione dell'azione sismica si può far riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

Alla luce dei dati stratigrafici e geotecnici a disposizione la categoria del sottosuolo di riferimento risulta C.

L'area in esame si colloca su di un versante con pendenza media inferiore ai 15° pertanto ricade nella categoria topografica T1 a cui è associato un coefficiente di amplificazione topografica ST pari a 1.

La liquefazione dei terreni denota una diminuzione di resistenza al taglio e di rigidezza, causata dall'aumento della pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante un evento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

Alla luce della situazione litologica ed idrogeologica emersa, anche nell'ipotesi di sismi con magnitudo > 5, si escludono pericoli derivanti da liquefazione non presentandosi i presupposti geologici di innesco.

Di seguito sono riportati i parametri di pericolosità sismica e i

coefficienti sismici di riferimento ricavati.

- Coordinate geografiche del sito di intervento:
latitudine (44,442) longitudine (11,0731);
- Vita nominale della struttura (V_N) pari a 50 anni;
- Classe d'uso II a cui è associato il coefficiente d'uso C_u pari a 1,00;
- Categoria di suolo C;
- Categoria topografica T1;

Si ritiene che la causa primaria dell'innescò dei dissesti si possa ricercare nella mancanza di una regimazione delle acque superficiali provenienti da monte che hanno determinato situazioni di ristagno e di completa saturazione dei terreni.

Essendo la scarpata stessa caratterizzata da una pendenza al limite delle caratteristiche geotecniche dei terreni più superficiali ed essendo priva di apparati radicali a seguito di completa saturazione con conseguente incremento delle pressioni interstiziali e scadimento delle caratteristiche geotecniche dei terreni si è trovata in condizioni di non riuscire a mantenere un equilibrio, determinando pertanto il collasso di parte della coltre di copertura.

8 – Il progetto

Sulla base delle opere realizzate nel 2011, della situazione generale presente, dei rilievi piano altimetrici realizzati e dello studio geologico di riferimento si ritiene si possa procedere con il consolidamento del versante mediante la posa in opera di gabbionate con opera di sostegno, con fondazioni dirette, a gravità disposti su più ordini e opportunamente drenati a tergo, fondati a una profondità di 0,80 m rispetto al piano campagna attuale (livello carreggiata stradale).

8.1 – Verifiche di stabilità delle opere di sostegno

Sono state eseguite analisi di stabilità dell'opera di sostegno da

realizzare (gabbioni) e analisi di stabilità globale effettuate mediante l'utilizzo di calcolo automatico al fine di ottenere un corretto dimensionamento dell'opera.

I parametri geotecnici che caratterizzano i primi metri di terreno sono stati riportati nei paragrafi precedenti.

Schematicamente il versante è stato considerato caratterizzato da tre differenti unità geolitologiche: Unità A, coltre di scivolamento, Unità B, coltre eluvio colluviale e Unità C, substrato alterato.

Sono state eseguite le verifiche ad azione sismica tenendo conto di un coefficiente d'azione sismica orizzontale e verticale.

Il piano di posa su cui verrà fondata l'opera è inclinato di 8° (14%), sarà posto alla profondità di 0,80 metri dal piano campagna attuale e ad una distanza di circa 2,00 metri dalla carreggiata stradale, poiché a lato strada è presente una condotta interrata di utenze domestiche acqua (HERA SpA).

Dalle elaborazioni ottenute si può osservare che è verificata sia la stabilità dell'opera di sostegno sia la stabilità globale, intesa come opera-terreno.

GawacWin**PAGINA 1**

Programma concesso in licenza: Maccaferri

Progetto: Frana 01

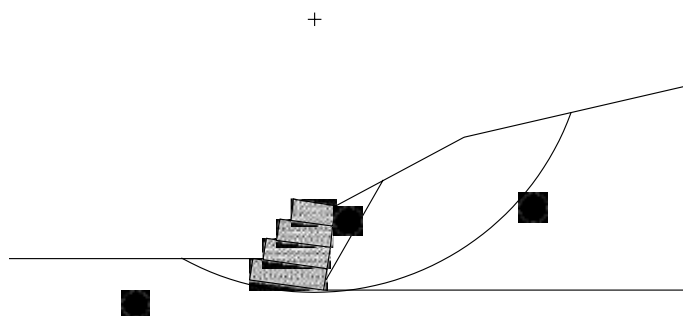
File: Frana via Marzatore_REV03

Data: 22/07/2021

Dati ingresso**Muro**

Inclinazione muro : 8,00 deg
 Peso specifico pietrame : 24,20 kN/m³
 Porosità dei gabbioni : 30,00 %
 Geotessile nel terrapieno : Si
 Riduzione attrito : 5,00 %
 Geotessile sulla base : No
 Riduzione attrito : %
 Maglia, diam. filo : 8x10, ø 2.7 mm CD

Strato	Lunghezza m	Altezza m	Distanza m
1	3,50	1,00	-
2	3,00	1,00	0,50
3	2,50	1,00	1,00
4	2,00	1,00	1,50



Inclinazione del tratto 1 : 28,00 deg
 Lunghezza del tratto 1 : 6,00 m
 Inclinazione del tratto 2 : 13,00 deg
 Peso specifico : 17,00 kN/m³
 Angolo attrito : 13,00 deg
 Coesione : 8,00 kN/m²

Corso	Altezza iniziale m	Inclinazione deg	Peso specifico kN/m ³	Coesione kN/m ²	Angolo attrito deg
1	0,00	60,00	20,00	0,00	30,00

Fondazione

Superficie superiore	:	1,00 m
Lunghezza iniziale superficie sup.	:	0,00 m
Angolo inclinazione superficie sup.	:	0,00 deg
Peso specifico	:	19,00 kN/m ³
Angolo attrito	:	25,00 deg
Coesione	:	15,00 kN/m ²

Carichi

Carico distribuito sul terrapieno	Carico sul tratto 1	:	0,00 kN/m ²
	Carico sul tratto 2	:	0,00 kN/m ²
Carico distribuito sul muro	Carico	:	0,00 kN/m ²

Dati azione sismica

Coefficiente orizzontale	:	0,11	Coefficiente verticale	:	0,05
--------------------------	---	------	------------------------	---	------

RISULTATI ANALISI DI STABILITA'

Spinta Attiva e Passiva

Spinta attiva	:	105,93 kN/m
Punto applicazione riferito asse X	:	3,73 m
Punto applicazione riferito asse Y	:	1,36 m
Direzione della spinta riferita asse X	:	4,35 deg
Spinta passiva	:	70,50 kN/m
Punto applicazione riferito asse X	:	0,06 m
Punto applicazione riferito asse Y	:	0,44 m
Direzione della spinta riferita asse X	:	0,00 deg

SCORRIMENTO

Forza normale alla base	:	190,08 kN/m
Punto applicazione riferito asse X	:	1,40 m
Punto applicazione riferito asse Y	:	-0,20 m
Forza tang. alla base	:	28,16 kN/m
Forza resistente alla base	:	193,85 kN/m

Coeff. di sicurezza allo scorrimento : **1,78**

RIBALTAMENTO

Momento ribaltante	:	171,68 kN/m x m
Momento stabilizzante	:	465,80 kN/m x m

Coeff. di sicurezza al ribaltamento : **2,71**

PRESSIONI AGENTI IN FONDAZIONE

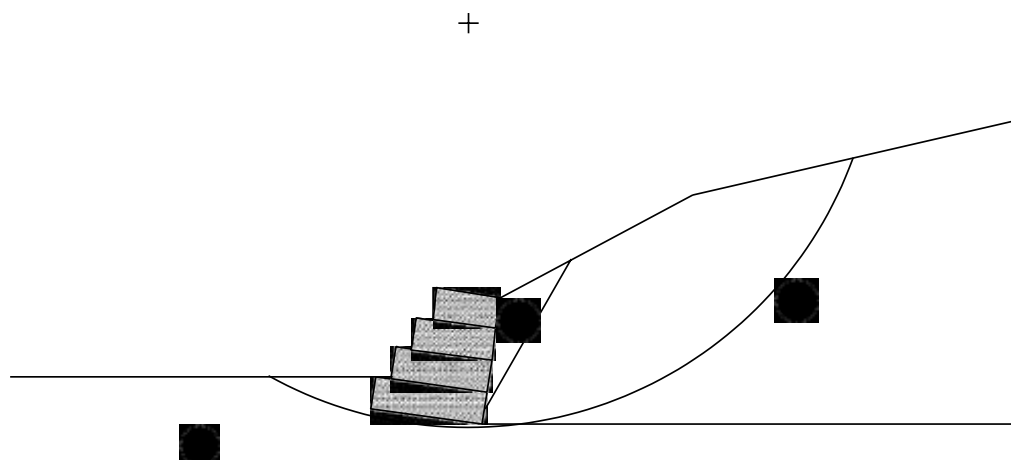
Eccentricità	:	0,33 m
Pressione estremo di valle	:	95,61 kN/m ²
Pressione estremo di monte	:	24,23 kN/m ²
Max. pressione ammissibile alla base	:	211,59 kN/m ²

STABILITA' GLOBALE

Distanza iniziale a sinistra del fulcro	:	m
Distanza iniziale a destra del fulcro	:	m
Profondità iniziale riferita alla base	:	m
Max. profondità permessa nel calcolo	:	m
Centro arco rispetto asse X	:	3,02 m
Centro arco rispetto asse Y	:	12,19 m
Raggio sup.	:	12,80 m
Numero superfici di ricerca	:	47
Coeff. di sicurezza globale	:	1,58

STABILITA' INTERNA

Strato	H m	N kN/m	T kN/m	M kN/m x m	τ_{max} kN/m ²	τ_{amm} kN/m ²	σ_{max} kN/m ²	σ_{amm} kN/m ²
1	2,97	136,53	67,88	149,24	22,63	49,57	62,45	552,79
2	1,98	80,65	34,92	81,38	13,97	40,91	39,96	
3	0,99	35,02	11,76	30,48	5,88	31,26	20,12	

**DATI SUL SUOLO**

Strato	γ kN/m ³	c kN/m ²	ϕ deg	Strato	γ kN/m ³	c kN/m ²	ϕ deg
B _s	17,00	8,00	13,00	F _s	19,00	15,00	25,00
B ₁	20,00	0,00	30,00				

CARICHI

Carico	Valore kN/m ²	Carico	Valore kN/m

VERIFICHE DI STABILITA'

Coeff. di sicurezza scorrimento	1,78	Press. normale estremo valle	95,61kN/m ²
Coeff. di sicurezza ribaltamento	2,71	Press. normale estremo monte	24,23kN/m ²
Coeff. di sicurezza globale	1,58	Pressione max. ammissibile	211,59kN/m ²