



CONSORZIO DI BONIFICA PIANURA DI FERRARA

Sede legale e recapito postale:

44121 Ferrara - Via Borgo dei Leoni, 28 - C.F. 93076450381

web: www.bonificaferrara.it - e-mail: info@bonificaferrara.it

pec: posta.certificata@pec.bonificaferrara.it

aderente all'

Associazione Nazionale Bonifiche, Irrigazioni e Miglioramenti Fondiari

PROGETTO MANTELLO UNO

PROGETTO ESECUTIVO



Provincia di Ferrara
Comuni di Ostellato e Comacchio



RECUPERO DELLE ORIGINARIE CONDIZIONI DI OFFICIOSITÀ DELLA CANALETTA MANTELLO UNO

CUP J73D21001890001

RELAZIONE, PROGRAMMA LAVORI E SICUREZZA

RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA

Data: **20.05.2021**

Elab.:

1.7

IL PROGETTISTA

(Dott. Ing. Valeria Chierici)



I COLLABORATORI

(Dott. Ing. Mattia Carbonari)

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

(Dott. Ing. Marco Volpin)



Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Codice Intervento OC96
0	Progetto Esecutivo	Chierici V.	20.05.2021	

LABORATORIO GOTECNICO Dr. ANTONIO MUCCHI

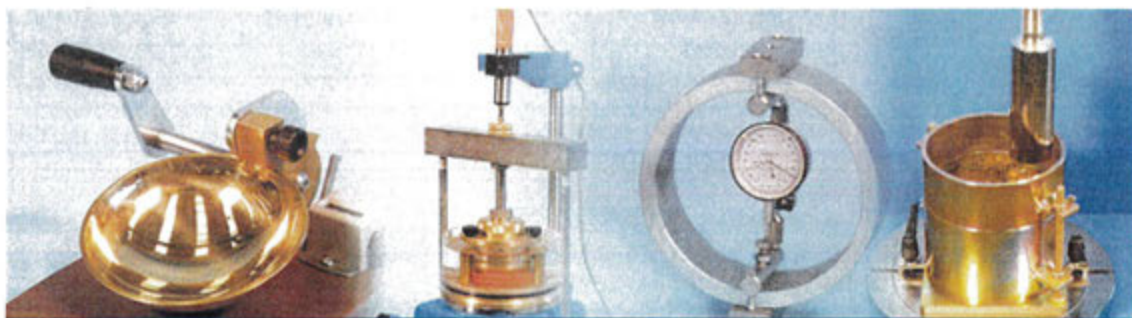
mucchilab@tin.it - www.mucchilab.it

Autorizzazione del Ministero Infrastrutture e Trasporti

Per prove di laboratorio sui terreni – ai sensi dell'art. 59 del DPR 380/01

Via Alberto Ascari, 8 – 44019 Gualdo di Voghiera (FE)

Tel. 0532/ 815681



LABORATORIO PROVE MATERIALI

Aut. Min. ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01

Terre - Inerti - Riciclati - Asfalti

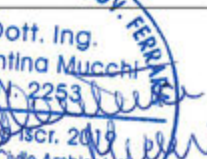
www.mucchilab.it - Tel. 0532.815681 Gualdo (FE)

COMMITTENTE : CONSORZIO DI BONIFICA PIANURA DI FERRARA

CANTIERE : Valle del Mezzano – Ostellato (FE)

**PROGETTO : Recupero delle originarie condizioni di officiosità della
Canaletta Mantello 1**

RELAZIONE GEOLOGICA TECNICA

Dott. Geol. Antonio Mucchi	Dott. Ing. Valentina Mucchi
 	 
	Ferrara, 03/08/2021 Prot. 946 / 2021

SOMMARIO

Ferrara, 03/08/2021	1
1 PREMESSA	2
2 CARATTERIZZAZIONE TOPOGRAFICA DELL'AREA DELLA VALLE PEGA.....	2
3 GEOLOGIA DELL'AREA	3
3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO	3
3.2 CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE DI MASSIMA	7
3.3 SUBSIDENZA.....	9
4 PROGETTO DI INTERVENTO.....	11
5 PIANO INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	12
6 MODELLAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI.....	17
7 CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE	20
8 INDAGINE SISMICA	23
8.1 METODOLOGIA TROMOGRFICA	23
8.2 RESTITUZIONE DELLA MISURA H/V LOCALMENTE ESEGUITA.....	26
8.3 CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE	27
8.4 CARATTERIZZAZIONE SISMICA	28
8.5 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE.....	37
9 SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE DEGLI ORIZZONTI GRANULARI SATURI.....	44
10 VERIFICA DI STABILITÀ SPONDE CANALETTA	55
10.1 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE	55
10.2 METODO DI MORGESTERN & PRICE (1965)	55
10.3 VERIFICHE IN CONDIZIONI STATICHE.....	58
10.4 VERIFICHE IN CONDIZIONI SISMICHE	59
10.5 RIEPILOGO VERIFICHE.....	59
10.6 GEOMETRIA DELLE SEZIONI RAPPRESENTATIVE STUDIATE.....	60
10.7 RISULTATI DELLE VERIFICHE IN AMBIENTE SSAP2010	61
10.7.1 VERIFICHE IN CONDIZIONI STATICHE	61
10.7.2 VERIFICHE IN CONDIZIONI SISMICHE.....	65
10.8 RISULTANZE DELLE VERIFICHE.....	71

ALLEGATO 1 – RAPPORTI DI PROVA CPTU

ALLEGATO 2 – RAPPORTI DI PROVA INDAGINI H/V

ALLEGATO 3 – STRATIGRAFIE SEZIONI GEOLOGICHE

ALLEGATO 4 – REPORT VERIFICHE LIQUEFAZIONE

ALLEGATO 5 – REPORT VERIFICHE DI STABILITÀ DELLE SEZIONI ARGINALI

1 PREMESSA

Su incarico del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara, è stata eseguita una indagine geologica finalizzata a definire le caratteristiche geologiche, geotecniche e sismiche di tratto lineare all'interno della Valle del Mezzano, interessata da un intervento di adeguamento e miglioramento funzionale del suo sistema irriguo (progetto denominato "Recupero delle originarie condizioni di officiosità idraulica della Canaletta Mantello 1 in Comuna di Ostellato").

2 CARATTERIZZAZIONE TOPOGRAFICA DELL'AREA DELLA VALLE PEGA

Il bacino di bonifica del Mezzano, nelle sue due ripartizioni (Nord-Ovest e Sud-Est) dell'estensione complessiva di oltre 17.000 ettari, costituisce una delle più recenti ed estese opere di bonifica delle residue valli salmastre che caratterizzavano il territorio ferrarese sin nello scorso secolo.

E' delimitato a Nord e Nord Est dal canale Circondariale, a Est e Sud Est da Valle Pega in Comune di Comacchio.

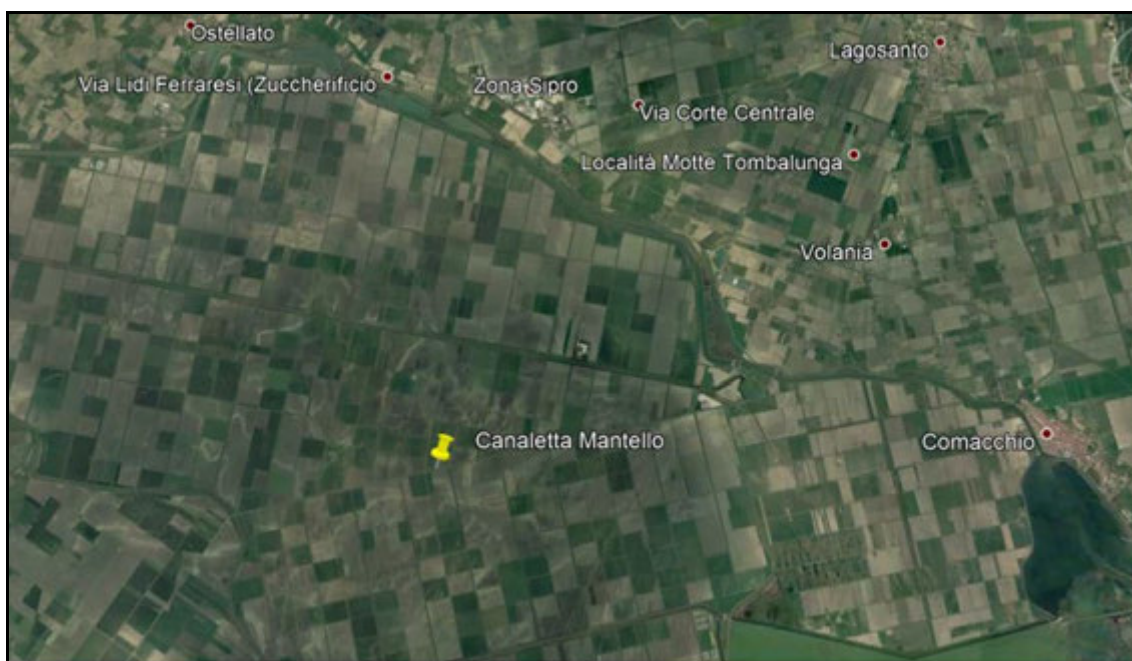


FIGURA – Vista satellitare area oggetto di intervento

La Canaletta Mantello Uno è un canale pensile, a sezione trapezia, che attraversa la Bonifica del Mezzano, con direzione sud-ovest nord-est con una

lunghezza di circa 9 km. Il tracciato della canaletta Mantello 1 viene di seguito riportata nell'immagine di seguito:



FIGURA – Vista satellitare area oggetto di intervento

3 GEOLOGIA DELL'AREA

3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il territorio dell'Emilia Romagna è costituito dal versante Padano dell'Appennino settentrionale e dalla Pianura Padana a sud del Fiume Po. Pur essendo due ambienti geomorfologici distinguibili, essi risultano strettamente correlati fra loro: il fronte della catena appenninica non coincide con il limite morfologico “catena montuosa-pianura”, ma è individuabile fra gli archi esterni delle Pieghe Emiliane e Ferraresi (Pieri & Groppi, 1981), sepolti dai sedimenti quaternari della Pianura Padana. Il fronte appenninico sovra scorre verso nord sulla piattaforma padano-veneta e di conseguenza l'evoluzione del territorio dell'Emilia Romagna risulta strettamente legata ai cambiamenti del settore esterno della catena nord-appenninica. Le faglie derivanti dai movimenti dei sovrascorrimenti appenninici, danno origine alle manifestazioni sismiche che interessano la regione.

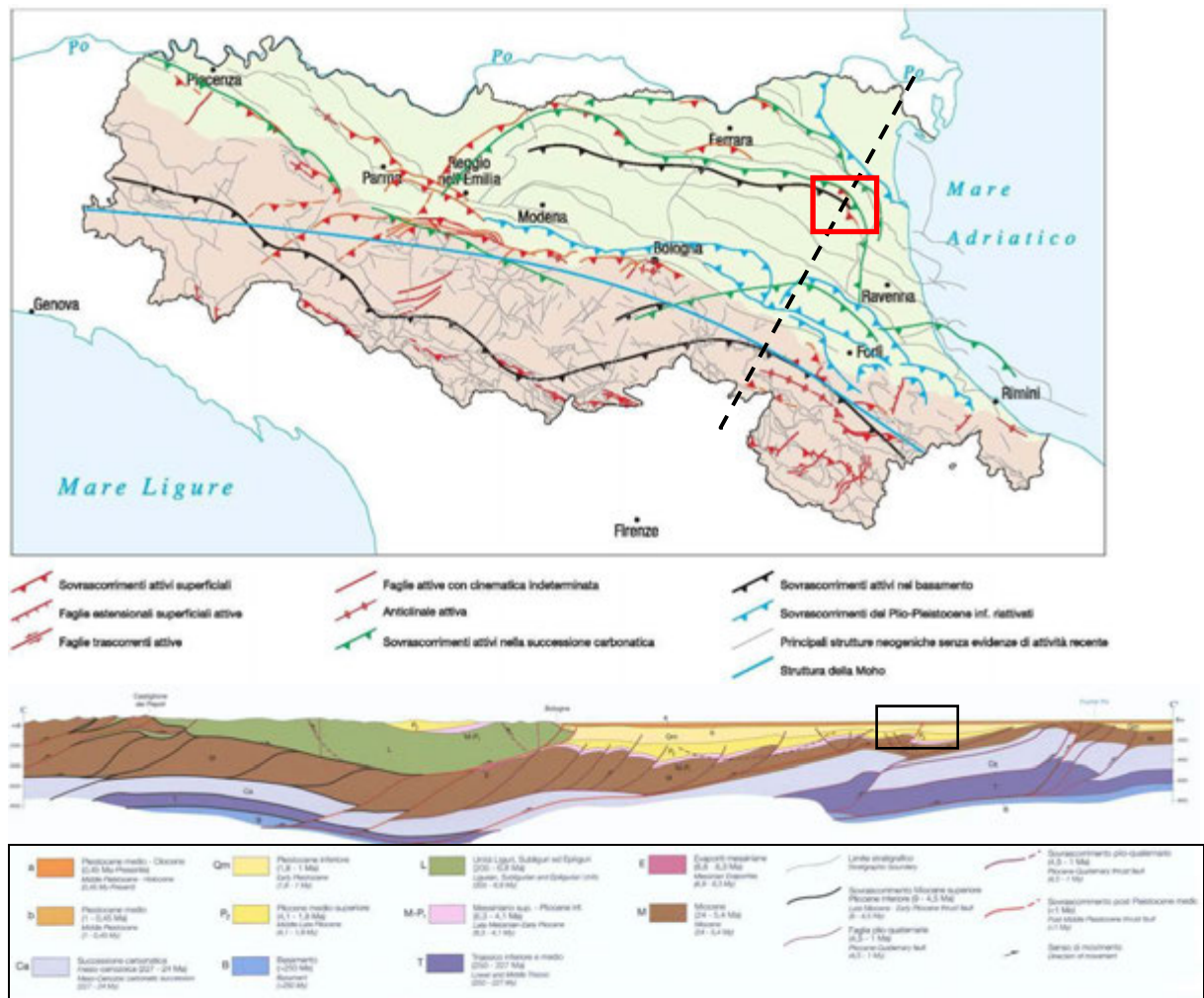


FIGURA - Schema geologico profondo esemplificativo della Pianura Padana e relativa Sezione geologica esplicativa. Sono riportati gli andamenti delle pieghe e delle faglie del substrato e la traccia della medesima sezione.

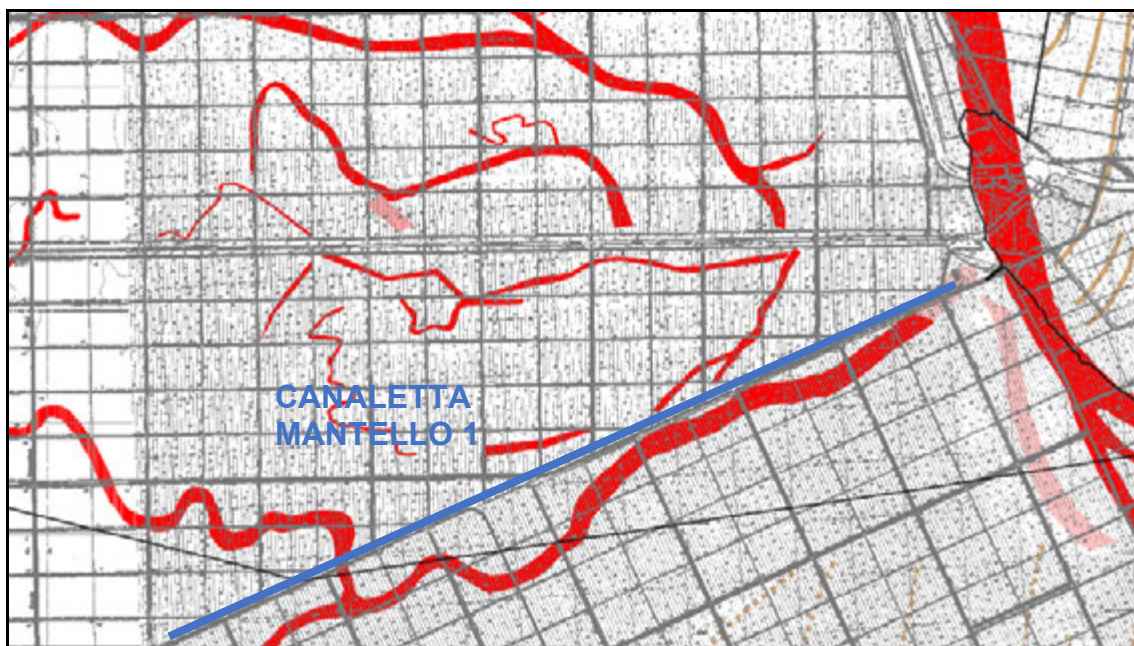
Per quanto riguarda la situazione geologica locale, i dati bibliografici evidenziano come l'area oggetto della presente relazione possa essere divisa fra due ambienti deposizionali ben distinti:

- Depositi di Palude in Area interdistributrice, della Piana Deltizia (deposizioni prevalentemente Argillose e Torbose);
- Depositi di Canale distributore, Argine (più o meno prossimale) e Rotta" dell'ambiente deposizionale della "Piana Deltizia" e Depositi di Cordone Litorale, della Fronte Deltizia e della Piana di Sabbia (deposizioni di natura Sabbioso Limose o Argillo Sabbiose SL/AS).

I primi sono rappresentati da Argille, Limi, Argille Limose e Torbe. Sono il retaggio delle deposizioni avvenute in ambiente palustre, da anossico a

fortemente anossico. Ambienti deposizionali a bassa, bassissima energia idrodinamica che consentivano la deposizione di soli litotipi fini. Tali paludi, omologhe alle attuali valli o alle valli bonificate sino agli anni '50 del precedente secolo, rappresentano il substrato sul quale scorrevano/divagavano i paleo corpi idrici. Anche attualmente le paludi si localizzano attorno ai fiumi. La situazione è tipica della bassa Pianura Padana, dell'area del delta di Po. Ove i fiumi hanno perso la loro energia idraulica e per tale motivo divagano, disegnano meandri (ove liberi di farlo)., tali divagazioni erano molto frequenti ed arealmente “dense” in passato. In occasione di piene i corpi idrici rompevano o scavalcano i modestamente rilevati paleo argini naturali e trovavano un nuovo corso. Il nuovo corso poteva avere effimera persistenza temporale e quindi originare deposizioni di scarso spessore. Oppure poteva dar origine a deposizioni più durature e quindi più potenti. Gli ambienti palustri, come quelli del Mezzano sono fortemente caratterizzati da una fitta ragnatela di paleo corsi idrici. Anche le deposizioni granulari, da sabbiose a sabbioso- limose sono quindi largamente diffuse e si dispongono come corpi lenticolari e/o festonati, annegati o sospesi nelle deposizioni fine, argillose. . Nell'intorno dell'area oggetto di studio sono presenti questi paleo alvei minori che in alcuni punti la intersecano da vicino

(vedi stralcio della carta geomorfologica del PSC di Ostellato di seguito riportata. In azzurro tracciato della Canaletta Mantello 1 oggetto di intervento)



Figura–Stralcio Tavola Geomorfologica Psc di Ostellato–Sede Paleoalvei (color rosso)

Le deposizioni di palude sono localmente caratterizzate dalla presenza di spessi (da metriche a decametriche) ed estesi depositi di argille organiche e/o torbe. Localmente caratterizzate da scarsa maturazione. Oltre alle deposizioni granulari da ascrivere ai corsi dei paleo corpi idrici sono presenti, soprattutto nella porzione est della confinante Valle Pega, le deposizioni sabbiose delle creste delle paleo- dune di cordone litorale, che marciano la progradazione della linea di costa verso mare. Queste sabbie sono di deposizione eolica e possono vedersi in superficie come allineamenti ad andamento lineare o leggermente incurvato, normalmente le creste, ormai livellate dalle intense lavorazioni agricole sono parallele le une alle altre e possono distare fra di loro pochi metri o qualche decina di metri. Possono rilevarsi per lunghezze notevoli.

Tutte queste deposizioni si presentano ai primi stadi di alterazione con spessore d'alterazione molto modesto e compreso fra 50 cm ed un metro. Proprio in considerazione della recente deposizione dei depositi locali e della scarsa compattazione sedimentaria che hanno potuto subire, nel complesso, le caratteristiche geo- meccaniche (di cui si dirà comunque più oltre in relazione) di questi terreni sono scarse e caratterizzate da alta compressibilità e prolungata maturazione dei cedimenti nel tempo, ovviamente la presenza dei terreni granulari, sabbiosi denoterà caratteristiche geo- meccaniche migliori ma ciò dipenderà dalle caratteristiche di addensamento delle sabbie e, ovviamente dal loro spessore. Le torbe poi presentano elevate penalizzazioni del tutto peculiari .

A conferma di quanto sopra riportato, dalla Carta geologica di pianura dell'Emilia -Romagna (a cura della Regione Emilia- Romagna, Direzione Generale "Sistemi Informativi e Telematica", Servizio Sistemi Informativi Geografici, Ufficio Geologico) si evince come l'area in esame veda la presenza di tre diverse tipologie di terreni superficiali, la cui descrizione verrà di seguito riportata.

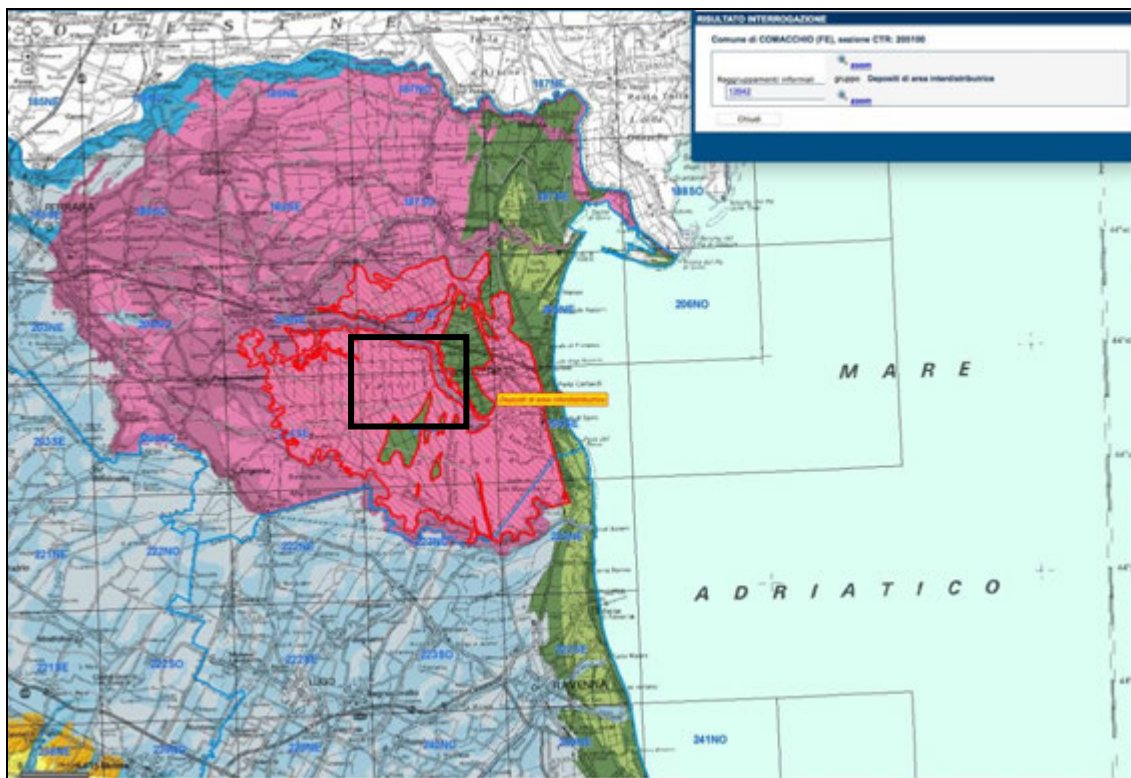


FIGURA -Sstralcio a Scala Libera della Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna alla Scala 1: 250 000. In rosso si sono riportate i contorni delle deposizioni di natura Argilloso- Limosa con Torba (ALT) o Limi Argilloso Torbosi (LAT), così ampiamente ed estesamente caratterizzanti gli ambienti depositivi di palude, ovvero di Area Interdistributrice. Si noti in verde la porzione deposizionale caratterizzata dalle sabbie delle dune di costa relitte. Si noti quanto sia avanzata la linea di costa a seguito della fine dell'ultimo periodo glaciale (Wurmiano), quando cioè i grandi Fiumi (Po e fiumi Appenninici) hanno ricominciato a portare in carico i detriti (di demolizione meteorica delle catene Alpina ed Appenninica, con i quali poi hanno costruito la Pianura Padana).

3.2 CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE DI MASSIMA

Dal punto di vista geotecnico, le maggiori penalizzazioni derivano dalla presenza dei termini fini e organici. È possibile affermare che, poichè i corpi sabbiosi si dispongono in lenti festonate sospese, che normalmente denota spessori inferiori alle deposizioni fini, saranno le attitudini di queste ultime deposizioni a regolare l'interazione di qualsiasi tipo di intervento con i terreni di fondazione. Nella fattispecie i terreni fini/coesivi sono naturalmente e normalmente caratterizzati dalle seguenti caratteristiche:

- scarsa portanza/alta compressibilità/cedevolezza.

- maturazione di cedimenti di grande entità e prolungata durata nel tempo della loro maturazione. Ciò è dovuto anche al fatto che tali terreni sono, in larghissima misura, in condizioni sature/non drenate e tali condizioni non consentono la dispersione delle sovrappressioni (causate dall'immissione di carichi superficiali, derivanti dalla realizzazione delle opere) data la natura petrografica dei terreni stessi. La dispersione delle sovrappressioni può avere durate temporali che si protraggono anche per anni.

I terreni coesivi sono poi sensibili alle variazioni di umidità naturale in essa contenuti, la variazione del livello della falda freatica (di cui si dirà più oltre) può far variare in maniera anche notevole le loro caratteristiche geotecniche ed il loro volume. Il medesimo suolo argilloso può passare dalla condizione sovraconsolidata in assenza di umidità/acqua di falda, alla condizione plastica (o peggio) in condizioni sature/non drenate.

Tutte queste caratteristiche portano a penalizzazioni edificatorie/di intervento che dovranno essere tenute in attenta considerazione e, per le argille organiche/torbose/torbe dette caratteristiche geotecniche sono ulteriormente penalizzanti. Infatti i terreni a forte componente organica hanno la spiacevole caratteristica di esser fortemente anisotropi sia in senso spaziale che temporale. Ovvero la maturazione dei cedimenti non segue uno schema prevedibile e può essere fortemente influenzato (maggiormente che nelle "semplici" argille) dalla presenza della componente acqua e dai suoi meccanismi e tempi di variazione. Naturalmente poi la componente organica cede maggiormente di quella "semplicemente" argillosa (che già cede molto).

- condizioni drenate non sono significative per l'area del Mezzano.

- all'atto di un eventuale scuotimento sismico le argille particolarmente soffici possono causare cedimenti post- sismici e le sabbie monogranulari e sature (per semplificare) possono liquefarsi e quindi causare cedimenti sismici e post- sismici. Questi due temi sono molto più complessi di quanto qui brevemente riportato e richiederebbero una trattazione ampiamente più estesa.

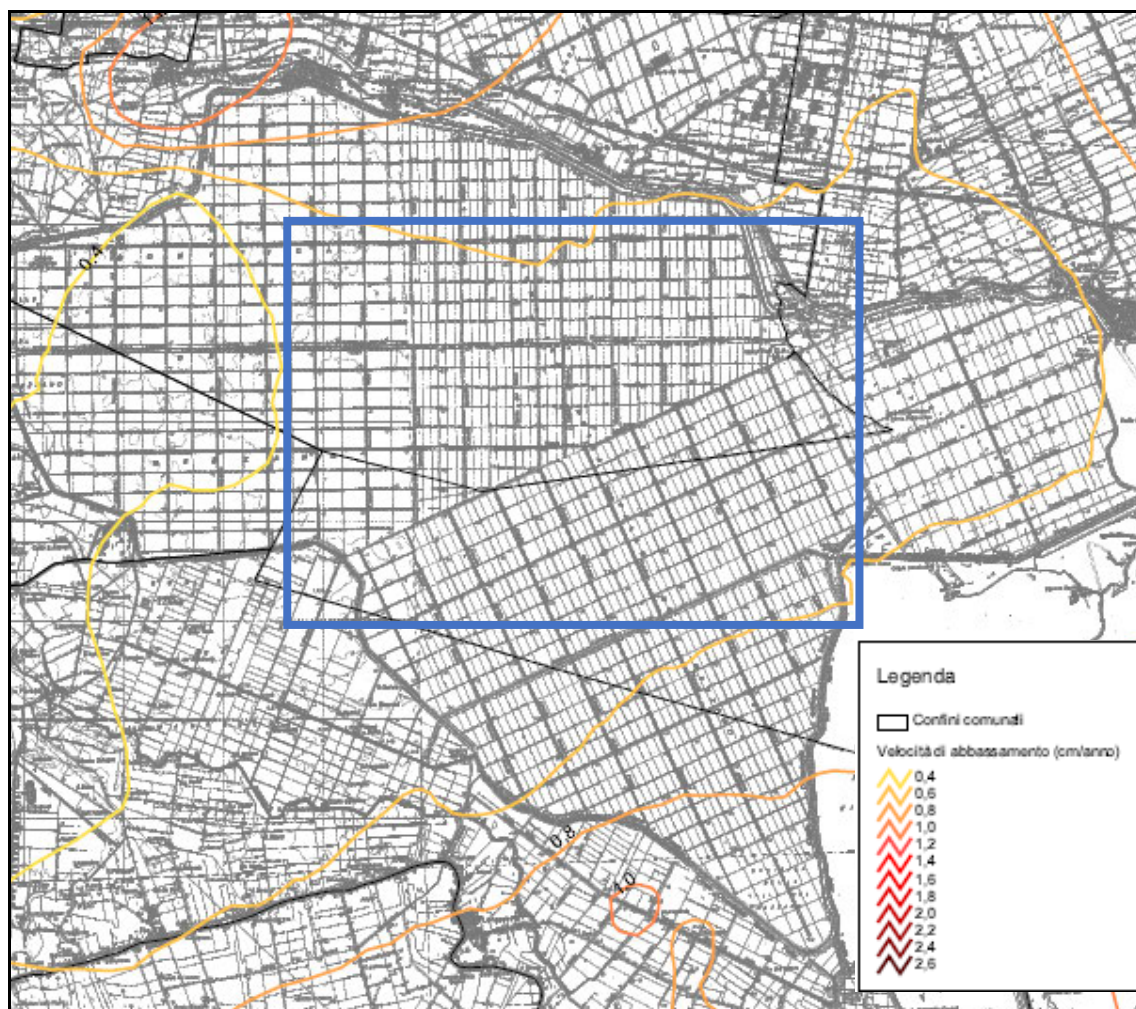
3.3 SUBSIDENZA

L'area in esame, come in generale tutto il territorio del Basso Ferrarese è soggetta a subsidenza.

La componente naturale del fenomeno è prevalentemente ascrivibile al costipamento dei sedimenti più recenti non ancora litificati. Il condizionamento del substrato è rappresentato dal suo stesso carattere di orogene recente, capace di dar luogo a movimenti verticali residui, nonché alla sua forma corrugata che determina variazioni locali dei tassi di costipamento dei terreni sovrapposti, producendo una loro attenuazione nelle zone corrispondenti agli alti strutturali sepolti.

I fenomeni di subsidenza registrati con metodi strumentali sono però principalmente di carattere artificiale, denotano variabilità sia nello spazio che nel tempo e sono attribuibili alla sottrazione di idrocarburi e di acqua dagli acquiferi (superficiali e profondi). Sono causa di subsidenza anche forti escursioni del livello della falda freatica dovuto a variazioni climatiche (periodi siccitosi prolungati) e a sistemazioni idrauliche del territorio (il territorio del Mezzano è stato in passato interessato da importati bonifiche).

Anche variazioni del chimismo delle acque sono considerate capaci di determinare abbassamenti del suolo, sia pur limitati, quando sono in grado di indurre per fenomeni elettrochimici riduzione di volume dei minerali argillosi molto abbondanti nel territorio ferrarese.



4 PROGETTO DI INTERVENTO

Il progetto di ripristino prevede di recuperare le capacità di invaso e di portata del canale e al contempo recuperare le sue funzioni di accumulo di soccorso, con finalità di stabilizzazione ed efficientamento dell'alimentazione irrigua.

L'intervento previsto consiste nel ripristino totale della impermeabilizzazione, nel miglioramento della resistenza meccanica, il recupero delle geometrie e la regolarizzazione delle quote sommitali dei corpi arginali.

L'intervento di ripristino sarà analogo alla scelta progettuale d'origine, ossia l'utilizzo di un rivestimento impermeabile a base di guaina bituminosa con funzione di creare un bacino di accumulo.

Avendo avuto modo di monitorare l'opera negli ultimi 40 anni, è stato scelto di riconferma la stessa scelta progettuale d'origine sia per una questione tecnica funzionale, viste le problematiche specifiche del sito con gravi problemi di permeabilità, scarsa qualità delle terre, bassi valori di portanza, ecc, sia in termini di costi.

Tale rivestimento verrà ancorato con elementi prefabbricati posti in sommità delle arginature e sul fondo del canale. La sezione trapezia verrà risagomata e ripristinata alle condizioni di progetto iniziali con azioni di riporto e costipamento del terreno al fine di riportare il livello idrometrico di progetto.

Gli interventi previsti da progetto sono riassunti nelle sezioni tipo di seguito riportate.

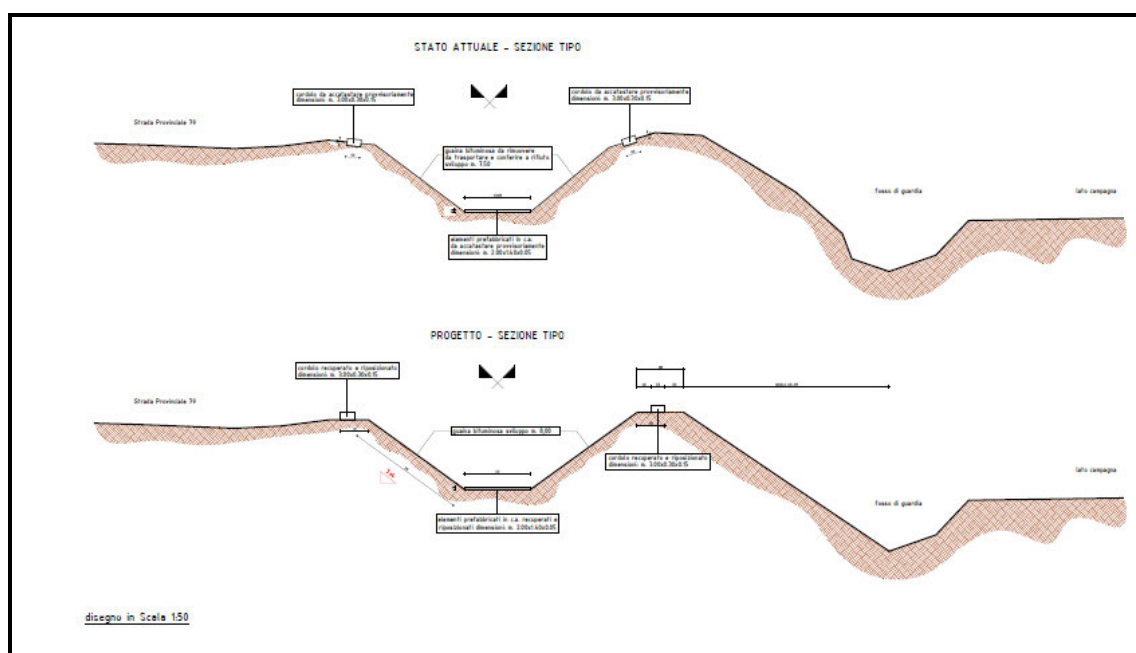


FIGURA -Stralcio TAV.3.3 -ARCHITETTONICO PARTICOLARE ESECUTIVO

5 PIANO INDAGINI GEOGNOSTICHE

Data la lunghezza di circa 9 km della Canaletta Mantello Uno in questa fase di progetto si è deciso di individuare tre tratti campione (a inizio, metà e fine canaletta) all'interno dei quali sono state eseguite tre prove penetrometriche statiche CPTU spinte alla profondità di 20m. I tre tratti campione sono stati selezionati inoltre in tre aree in cui era possibile individuare tre sezioni tipo della Canaletta Mantello Uno (in modo da effettuare successivamente le verifiche di stabilità delle sponde della canaletta considerando situazioni tipo).

Complessivamente sono state eseguite quindi n.9 prove CPTU spinte alla profondità di 20 m raggruppante in tre sezione denominate rispettivamente SEZIONE GEOLOGICA N.1, SEZIONE GEOLOGICA N.2 e SEZIONE GEOLOGICA N.3 ubicate come di seguito raffigurato:



FIGURA – Ubicazione delle tre sezioni geologiche



FIGURA – Ubicazione indagini geognostiche CPTU1, CPTU2, CPTU3



FIGURA – Ubicazione indagini geognostiche CPTU4, CPTU5, CPTU6



FIGURA – Ubicazione indagini geognostiche CPTU7, CPTU8, CPTU9



FIGURA – Posizionamento CPTU1



FIGURA – Posizionamento CPTU2



FIGURA – Posizionamento CPTU3



FIGURA – Posizionamento CPTU4



FIGURA – Posizionamento CPTU5



FIGURA – Posizionamento CPTU6



FIGURA – Posizionamento CPTU7



FIGURA – Posizionamento CPTU8



FIGURA – Posizionamento CPTU9

I rapporti di prova relativi alle prove penetrometriche statiche CPTU sono riportati nell' **ALLEGATO 1** alla presente relazione.

Sono state infine eseguite complessivamente N.3 indagini tromografiche in prossimità della Canaletta Mantello Uno in corrispondenza delle tre sezioni geologiche individuate per la determinazione delle onde Vs.

Di seguito si riportano l'ubicazione delle prove effettuate e in tabella i valori di V_{s30} ottenuti:



FIGURA - Planimetria area ubicazione Tromini

Le elaborazioni delle prove tromografiche sono riportate all'**ALLEGATO 2** della presente relazione.

6 MODELLAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

Per la ricostruzione litostratigrafica/geotecnica delle tre sezioni geologiche individuate, sono state create n° 3 tavole contenenti le sezioni stratigrafiche ottenute dall'elaborazione delle prove penetrometriche CPTU di seguito raffigurate.

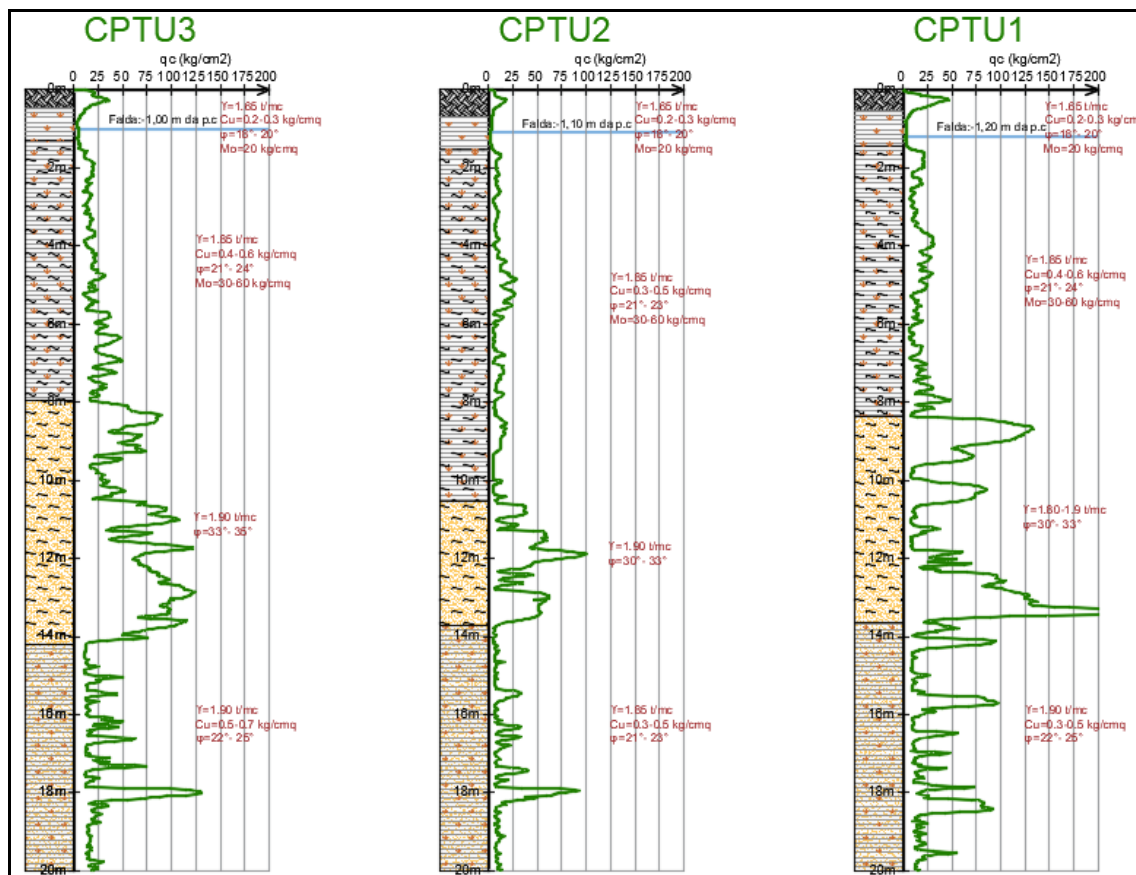


FIGURA – SEZIONE GEOLOGICA N.1

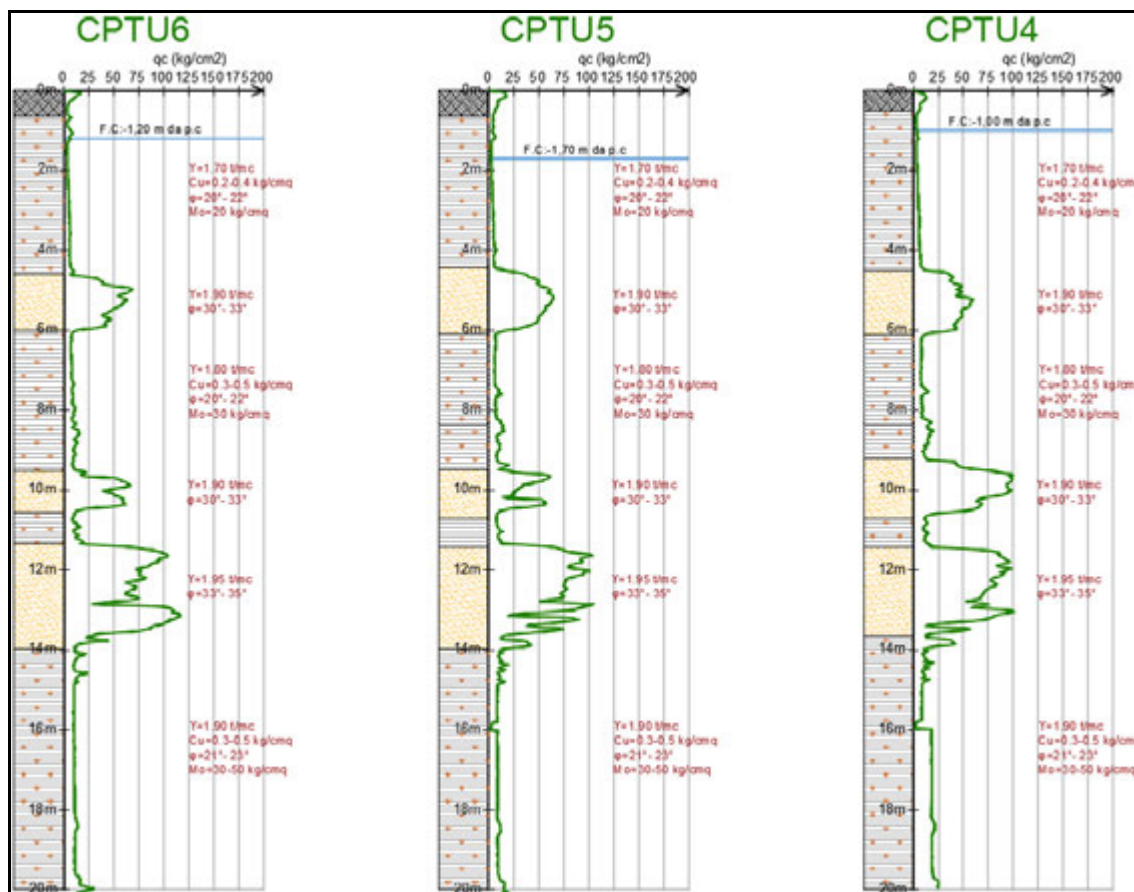


FIGURA – SEZIONE GEOLOGICA N.2

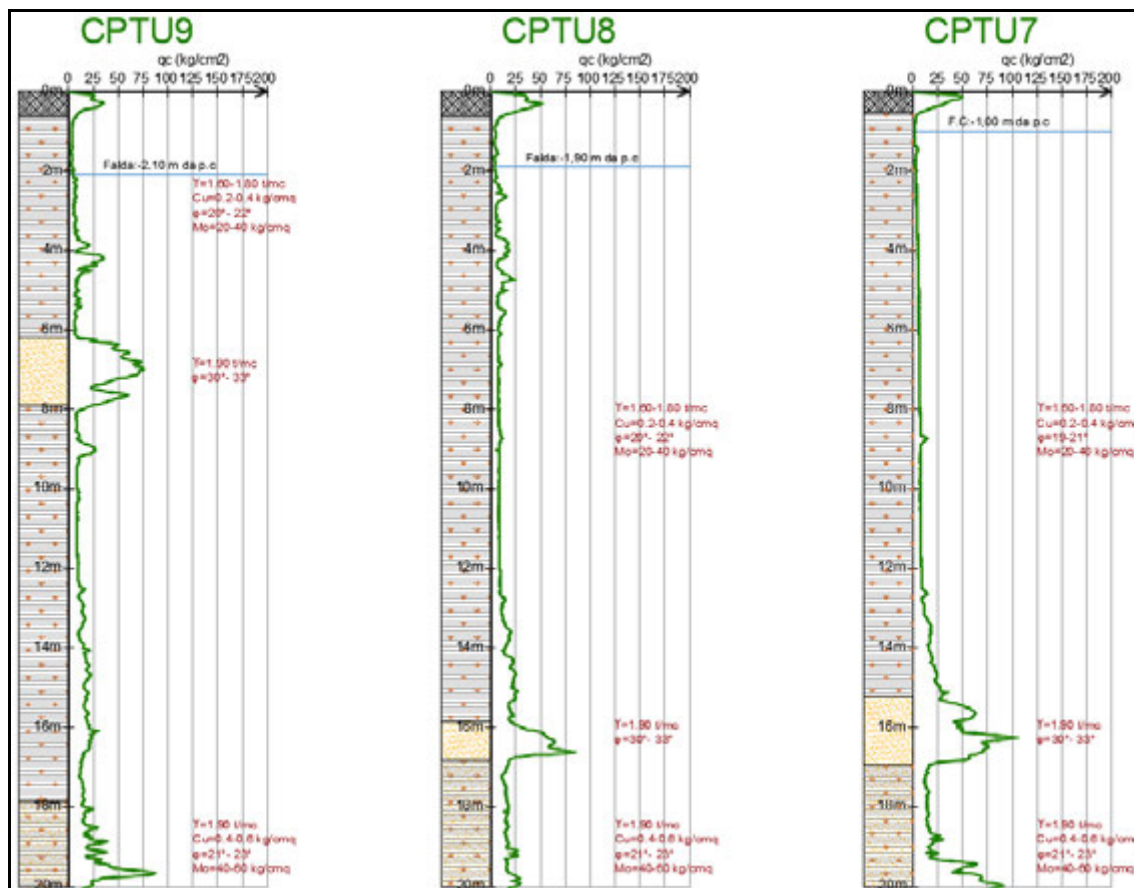


FIGURA – SEZIONE GEOLOGICA N.3

Per un'analisi di dettaglio si rimanda alle tavole contenenti le stratigrafie riportate nell' ALLEGATO 3 alla presente relazione (ALLEGATO 3 – Stratigrafie sezioni geologiche).

Dalle sezioni stratigrafiche sopra riportate emerge che i terreni più superficiali riferibili al modello geotecnico sono prevalentemente deposizioni sedimentarie di valle/palude. I terreni coesivi di natura argillo limosa, argillo organica e torbosa si riscontrano prevalentemente su quasi tutta l'area interessata dal progetto in oggetto.

Le maggiori penalizzazioni derivano dalla presenza di argille organiche e torbose. È possibile affermare che, poichè i corpi sabbiosi si dispongono in lenti festonate sospese, che normalmente denotano spessori inferiori ai terreni coesivi, saranno le attitudini di questi ultimi a regolare l'interazione di qualsiasi tipo di intervento con i terreni di fondazione.

Dal punto di visto geotecnico, le maggiori penalizzazioni derivano dalla presenza di argille e argille organiche.

Nella fattispecie i terreni fini/coesivi sono caratterizzati dalle seguenti caratteristiche:

- scarsa portanza/alta compressibilità.
- maturazione di cedimenti di grande entità e prolungata durata nel tempo della loro maturazione. Ciò è dovuto anche al fatto che tali terreni sono, in larghissima misura, in condizioni sature/non drenate che non consentono la dispersione delle sovra pressioni (causate dall'immissione di carichi superficiali, derivanti dalla realizzazione delle opere) data la natura argillosa dei terreni stessi. La dispersione delle sovra pressioni può avere durate temporali che si protraggono anche per anni.
- i terreni coesivi sono poi sensibili alle variazioni di umidità naturale in essa contenuti, la variazione del livello della falda freatica può far variare in maniera anche notevole le loro caratteristiche geotecniche ed il loro volume. Il medesimo suolo argilloso può passare dalla condizione sovraconsolidata per essiccazione in assenza di umidità/acqua di falda, alla condizione plastica (o peggio) in condizioni sature/non drenate.
- tutte queste caratteristiche portano a penalizzazioni edificatorie/di intervento che dovranno essere tenute in attenta considerazione,

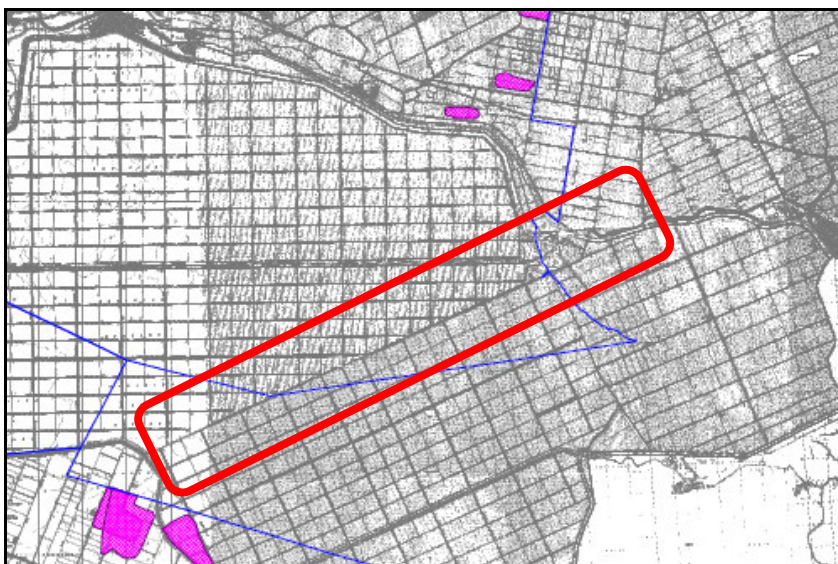
soprattutto per le argille organiche/torbose dove le caratteristiche geotecniche sono ulteriormente penalizzanti. I terreni a forte componente organica hanno la spiacevole caratteristica di esser fortemente anisotropi sia in senso spaziale che temporale. Ovvero la maturazione dei cedimenti non segue uno schema prevedibile e può essere fortemente influenzato (maggiormente che nelle “semplici” argille) dalla presenza della componente acqua e dai suoi meccanismi e tempi di variazione.

Per quanto riguarda i terreni sabbiosi le caratteristiche geomeccaniche sono sicuramente migliori dei terreni coesivi sopra descritti.

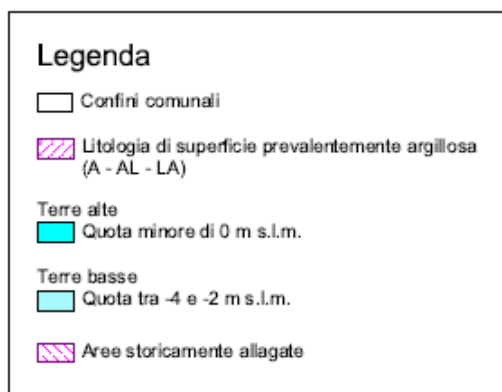
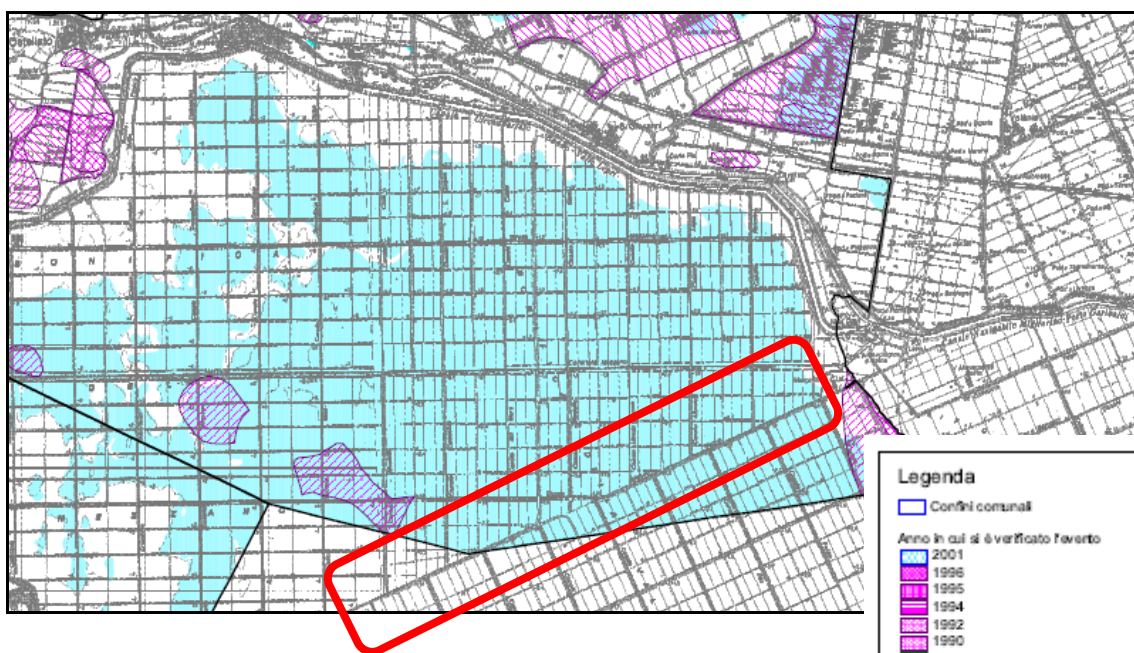
7 CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE

Data la natura antropica dell'area del Mezzano e della Valle Pega adiacente, derivante da un'estesa opera di bonifica meccanizzata, ove le acque sono sollevate per essere immesse a mare essendo le quote del piano di campagna ampiamente sotto il livello del medio mare, la profondità della prima falda freatica sospesa è molto prossima al piano campagna ed è mantenuta appunto artificialmente ad un livello minimo (una distanza minima dal p.c.) chiamata franco di bonifica per consentire lavorabilità agricola dei terreni. Il mantenimento del franco di bonifica avviene tramite una fittissima rete di corpi idraulici gerarchizzati quali scoline e fossi, che convogliano le acque in corpi idraulici maggiori, canali, dai quali poi le idrovore possono innalzare le acque e mandarle a mare attraverso i corpi idrici maggiori. il franco minimo di bonifica è di solito dovrebbe normalmente essere, pari a un metro.

Dalla carta delle aree storiche allagata del PSC Comune di Ostellato emerge che l'area oggetto di indagine non ha subito allagamenti.



Da non trascurare comunque un rischio idraulico derivante da un eventuale malfunzionamento della rete di bonifica, che potrebbe originare allagamenti in connessione alle quote altimetriche e caratteristiche locali dei terreni.



Occorre ricordare che la fitta presenza di fossi di scolo e di rilevati stradali può localmente alterare le direzioni di deflusso della falda. In periodi molto piovosi la falda può risalire a quote prossime al p.c. e in periodi particolarmente siccitosi il livello della falda può deprimersi.

Si è già parlato di come le argille e argille organiche siano sensibili a tali variazioni di umidità dando origine a fenomeni di ritiro/rigonfiamento con conseguente aumento/riduzione delle loro caratteristiche geomeccaniche.

I terreni granulari, per loro natura, non presentano tale comportamento. Per le argille organiche/torbe invece il rigonfiamento/ritiro può avvenire in termini anche maggiori e soprattutto anisotropi (nello spazio e nel tempo) e può anche dar origine ad una sorta di fenomeno di isteresi per cui non si ha ritorno o avvicinamento a volumi “medi” ma bensì “cedimenti”.

8 INDAGINE SISMICA

8.1 METODOLOGIA TROMOGRAFICA

La metodologia tromografica si basa sulla misura diretta delle frequenze di naturale vibrazione dei suoli (e/o di altri oggetti poggianti direttamente o indirettamente sul suolo), sfruttando in pratica l'effetto pendolo. Nel dominio della frequenza vengono coinvolti quattro spettri rappresentati dalle componenti orizzontali e verticali del moto in superficie (HS e VS) e alla base dello strato (HB e VB). La tecnica di Nakamura si basa sulle seguenti ipotesi: le sorgenti dei microtremori sono locali, trascurando qualsiasi contributo dovuto a sorgenti profonde; le sorgenti dei microtremori in superficie non influenzano i microtremori alla base; la componente verticale del moto non risente di effetti di amplificazione locale. Sotto queste ipotesi, il rapporto fra le componenti verticali del moto in superficie ed alla base contiene solo termini delle sorgenti locali $AS(f)$ e delle sorgenti alla base $AB(f)$, ed è pari a: $R_v(f) = Vs(f)/V_B(f_\omega) = As(f)/A_B(f)$. mentre il rapporto fra l'ampiezza dello spettro della componente orizzontale del moto in superficie (HS) e alla base dello strato (HB), contiene oltre che il termine di sorgente anche il termine di amplificazione di sito in superficie $S(f)$ e può essere espresso nel seguente modo: $R_h(f) = Hs(f)/H_B(f) = [As(f) * Ss(f)] / A_b(f)$. Per rimuovere l'effetto di sorgente dai segnali, Nakamura divide i due rapporti R fra loro ottenendo così la seguente espressione per la funzione trasferimento di sito: $R_h(f)/R_v(f) = Ss(\omega) = Hs(f)/H_B(f) * V_B(f)/Vs(f)$. Ipotizzando infine che alla base dei sedimenti l'ampiezza spettrale della componente verticale e di quella orizzontale siano uguali e cioè: $V_B(f)/H_B(f) = 1$. il fattore di amplificazione del moto orizzontale in superficie potrà essere valutato direttamente nel seguente modo: $S(f) = Hs(f)/Vs(f)$. Le varie ipotesi sono state verificate dallo stesso Nakamura (1989) con misure di microtremori in superficie e in pozzo. Le stesse assunzioni sono state verificate anche da altri autori confrontando i risultati ottenuti con modelli di propagazione di onde di Rayleigh, modelli di propagazione 1-D di onde S e con modelli di generazione sintetica di rumore. Le conclusioni a cui sono giunti gli studi suddetti sono che il picco visibile nei rapporti H/V ottenuti con il rumore simulato è indipendente dalle caratteristiche della sorgente del rumore e che dipende invece fortemente dalla stratigrafia del terreno. Tale picco è inoltre ben correlato con la frequenza

fondamentale di risonanza del terreno soggetto alla propagazione di onde S verticali e con il picco fondamentale delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh. La misura è stata eseguita con un apparecchio portatile compatto (TROMINO MICROMED) che alloggia in un unico contenitore rigido metallico tre sensori sismometrici, un digitalizzatore a 24 bit ed il sistema di archiviazione su *flash memory*. Per il punto di misura si è acquisita una registrazione della durata di 20 minuti, campionata ad una frequenza di 128 Hz. Il segnale acquisito è stato quindi: corretto per la linea di base (sottraendo a ciascun punto la media effettuata sull'intera traccia); corretto da andamenti (trend) anomali (sottraendo la retta della regressione lineare effettuata su tutti i punti della traccia); filtrato con un passa banda tra 0.1 e 64 Hz. Per ogni segnale si è calcolata quindi la trasformata di Fourier e successivamente si è effettuato il rapporto spettrale fra le componenti orizzontale e verticale. Tale rapporto è stato smussato con una finestra triangolare al 10% ed il risultato di tale operazione è stato assunto come stima delle funzioni di amplificazione locale di Nakamura. Tutte le operazioni descritte sono state fatte prevalentemente in campagna, mediante un programma applicativo appositamente implementato. Questo ha permesso di avere già al sito la possibilità di verificare le misure effettuate ed eventualmente ripeterle. La misura di microtremori è infatti soggetta ad influenze ambientali (vento, pioggia, copertura artificiale dei terreni, ecc.): per una descrizione dettagliata dei problemi legati alla corretta effettuazione delle misure si veda Mucciarelli (1998). Di seguito si riporta una succinta bibliografia di riferimento circa metodologia, utilizzo e restituzione della metodologia tromografica: Mucciarelli, M. (1998). Reliability and applicability range of Nakamura's technique using microtremors: an experimental approach, *J. Earthquake Engin.*, Vol. 2, n. 4, 1-14. Nakamura, Y. (1989). A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface. *QR Railway Tech. Res. Inst.* 30, 1.

La restituzione dell'indagine tromografica si è appoggiata alle conoscenze stratigrafiche locali derivanti dalle indagini geognostiche condotte sull'area in esame e da ulteriori conoscenze stratigrafiche (anche ben più profonde) locali e derivanti da indagini di bibliografia. Ciò è indispensabile data la natura della strumentazione utilizzata e date le possibilità offerte dalle esperienze di Nakamura (et Alii), di cui si è sopra già ampiamente riportato. È importante far

osservare come uno strumento tromografico sia l'unica strumentazione in grado di misurare la frequenza propria di oscillazione dei terreni. Da tali dati si possono poi ricostruire tutte le altre componenti caratterizzanti dal punto di vista sismico i terreni di un'area (e sopra indicati). La possibilità di risalire ai dati di Vs30 conoscendo le frequenze tipiche di un suolo e gli spessori (profondità) dei suoi riflettori sismici, discende dalle esperienze di Nakamura e del derivato metodo HSVR precedentemente descritto. Il metodo di indagine utilizzato presuppone alcune approssimazioni legate ad esempio al fatto che le velocità di propagazione delle onde sismiche provocate aumentano dall'alto verso il basso (per questo il metodo consente la determinazione delle velocità intese come medie del volume di terra indagato non avendo un grado di definizione elevato); le velocità Vs così misurate sono comunque significative, trattandosi pur sempre di una misura diretta. Nei grafici H/V – f, che verranno in seguito riportati, si individuano le varie frequenze tipiche dei terreni di fondazione, dato di notevole importanza per una accurata progettazione delle strutture da realizzarsi sull'area in esame. Soprattutto in considerazione della tipologia strutturale da realizzarsi, si dovranno evitare accoppiamenti fra le modalità di vibrazione delle strutture (prevedibili in fase di progettazione) e le modalità di vibrazione dei terreni di fondazione, di cui sopra.

La misura geofisica sismica passiva locale del tipo H/V (tromografica), ha indagato profondità ampiamente maggiori di 30 metri.

8.2 RESTITUZIONE DELLA MISURA H/V LOCALMENTE ESEGUITA

Sono state eseguite complessivamente N.3 indagini tromografiche in prossimità della Canaletta Mantello Uno. Di seguito si riportano l'ubicazione delle prove effettuate e in tabella i valori di V_{s30} ottenuti:



FIGURA - Planimetria area ubicazione Tromini

TROMINO N.	V onde di taglio [m/s]	Categoria suolo
1	175	D
2	172	D
3	146	D

TABELLA – Riepilogo V_{s30} indagini tromografiche

Le elaborazioni delle prove tromografiche sono riportate all'**ALLEGATO 2** della presente relazione.

8.3 CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE

Ai fini della definizione della azione sismica di progetto si è proceduto alla determinazione della categoria di suolo di fondazione secondo quanto previsto nelle NTC/2018 (Capitolo 3 - Azioni Sulle Costruzioni).

Prendendo come riferimento i parametri di V_{s30} ricavati con le tre prove H/V il sito in esame risulta complessivamente rispondere alle caratteristiche di Suolo tipo D.

A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio $V_{s30} > 800$ m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine di media consistenza, con profondità del substrato superiore a 30 m., caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalenti V compresi tra 180 m/s e 360 m/s
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m., caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi fra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

8.4 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Premessa

Per valutare se un'opera strutturale è sicura bisogna far riferimento a degli stati limite, che possono verificarsi durante un determinato periodo di riferimento della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica che dovrà essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione, bisognerà stabilire:

- in primo luogo la vita nominale dell'opera, che congiuntamente alla classe d'uso, permette di determinare il periodo di riferimento;
- una volta definito il periodo di riferimento e i diversi stati limite da considerare, dopo aver definito le relative probabilità di superamento è possibile stabilire il periodo di ritorno associato a ciascun stato limite;
- a questo punto è possibile definire la pericolosità sismica di base per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.

Vita Nominale, Classi D'uso e Periodo Di Riferimento

Nel DM 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» il periodo di riferimento, che non può essere inferiore a 35 anni, è dato dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad (2.1)$$

dove:

V_R = periodo di riferimento

V_N = vita nominale

C_U = coefficiente d'uso

La vita nominale di un'opera strutturale V_N , secondo le NTC 2018, è definita come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è

destinata e viene definita attraverso tre diversi valori, a seconda dell'importanza dell'opera e perciò delle esigenze di durabilità. I valori minimi di VN da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. di seguito. Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di VN (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Tabella - Valori minimi della Vita nominale VN di progetto per i diversi tipi di costruzioni

Nel caso specifico VN = 50 anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso.

Le NTC 2018 prevedono quattro classi d'uso a ciascuna delle quali è associato un valore del coefficiente d'uso:

- **Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. CU = 0.7;**
- **Classe II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti. CU = 1.0;
- **Classe III:** Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso. CU = 1.5;
- **Classe IV:** Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di

calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica. $CU = 2.0$.

Nel caso in esame viene presa in considerazione la classe d'uso I a cui è associato il coefficiente d'uso $CU = 0.7$.

Ricavati i valori di VN e CU, è possibile calcolare il periodo di riferimento VR, che qui vale:

$$VR = 50 * 0.7 = 35 \text{ anni.}$$

Stati Limite, Probabilità di Superamento e Periodo Di Ritorno

Le NTC 2018 prendono in considerazione 4 possibili stati limite (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono stati limite di esercizio (SLE) e due sono stati limite ultimi (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU). Gli stati limite di esercizio sono:

- Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

- Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Ad ogni stato limite è associata una probabilità di superamento PVR (Tabella di seguito), ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento VR, si verifichi almeno un evento sismico ($n \geq 1$) di a_g prefissata (a_g = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza $\lambda = 1/TR$ (TR = periodo di ritorno).

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	PVR = 81%
Stato limite di esercizio: danno	SLD	PVR = 63%
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	PVR = 10%
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	PVR = 5%

Tabella - Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento VR

Fissati VR e PVR associata ad ogni stato limite, è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica TR, espresso in anni, mediante l'espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})} \quad (3.1)$$

Tale relazione tra PVR (probabilità) e TR (statistica) risulta biunivoca poiché utilizza la distribuzione discreta Poissoniana.

Poiché è VR = 50 anni, il tempo di ritorno TR sarà:

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	TR = 30
Stato limite di esercizio: danno	SLD	TR = 50
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	TR = 475
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	TR = 975

Tabella - Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento VR

Definizione della Pericolosità Sismica di Base

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse, nelle NTC 2018, per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima (ag) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale. Per poter definire la pericolosità sismica di base le NTC 2018 si rifanno ad una procedura basata sui risultati disponibili anche sul sito web dell'INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>, nella sezione "Mappe interattive della pericolosità sismica". Secondo le NTC 2018 le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno TR (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'Allegato A alle NTC/18:

- ag = accelerazione orizzontale massima;
- Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

ag, il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

Fo e TC* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC18 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati). I valori di questi parametri vengono forniti in tabella, contenuta nell'Allegato B delle NTC08 (a cui le NTC 2018 fanno riferimento), per i 10751 punti di un reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine e latitudine.

Qualora la pericolosità sismica del sito sul reticolo di riferimento non consideri il periodo di ritorno TR corrispondente alla VR e PVR fissate, il valore del generico parametro p ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione a partire dai dati relativi ai tempi di ritorno previsti nella pericolosità di base, utilizzando la seguente espressione dell'Allegato A alle NTC18:

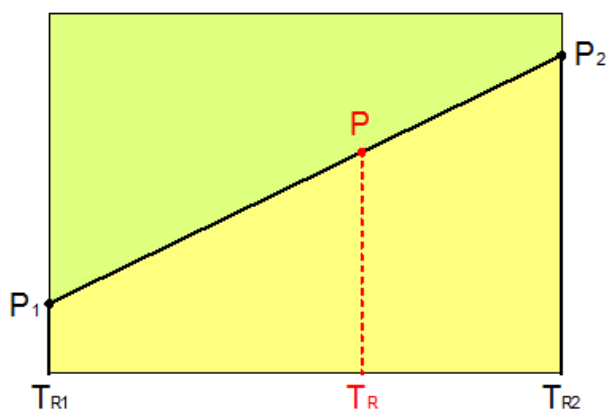
$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1} \quad (4.1)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (ag, Fo, TC*) corrispondente al periodo di ritorno TR desiderato, mentre p1, 2 è il valore di tale parametro corrispondente al periodo di ritorno TR1, 2.

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri p possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando l'espressione dell'Allegato A alle NTC18:

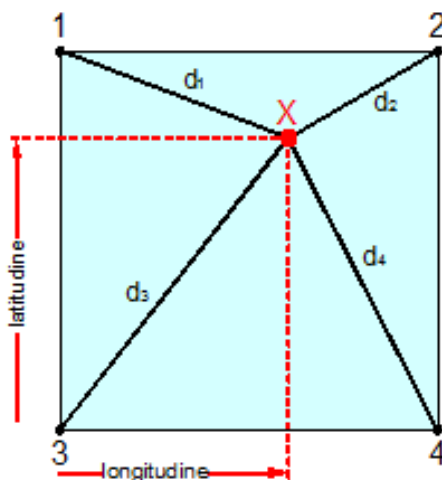
$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}} \quad (4.2)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (ag, Fo, TC*) corrispondente al punto considerato, pi è il valore di tale parametro nell'i-esimo vertice della maglia elementare contenente il punto in esame e di è la distanza del punto in esame dall'i-esimo vertice della suddetta maglia.



Interpolazione dei periodi di ritorno, per ottenere i parametri di pericolosità sismica in accordo alla procedura delle NTC18.

La procedura per interpolare le coordinate geografiche è schematizzata nella Figura di seguito:

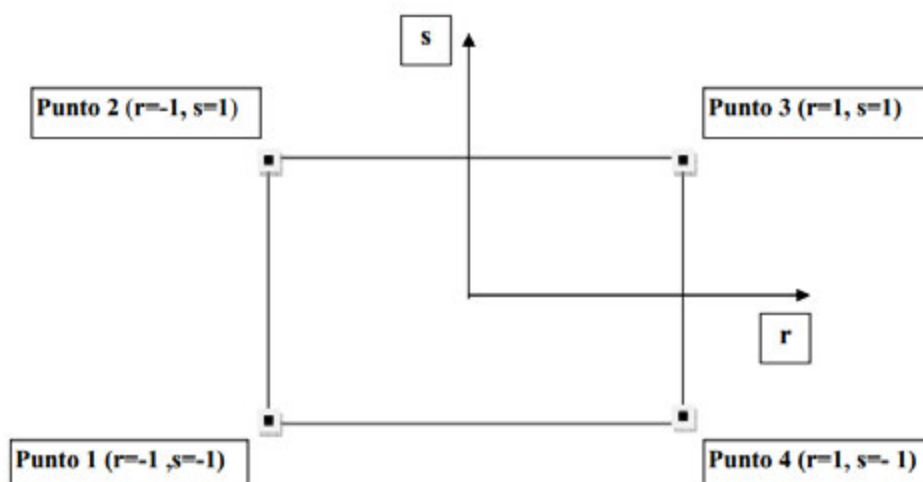


Interpolazione delle coordinate geografiche, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC18.

Pertanto per poter procedere all'interpolazione delle coordinate geografiche, in accordo alla procedura delle NTC18, bisogna calcolare le distanze che intercorrono tra i 4 punti del reticolo e il punto di interesse. Questo calcolo può essere eseguito approssimativamente utilizzando le formule della trigonometria sferica, che danno la distanza geodetica tra due punti, di cui siano note le coordinate geografiche. Utilizzando quindi il teorema di Eulero, la distanza d tra due punti, di cui siano note latitudine e longitudine, espresse però in radianti, si ottiene dall'espressione seguente:

$$d = R \cdot \arccos[\sin(\text{lat}\beta) \cdot \sin(\text{lat}\alpha) + \cos(\text{lat}\beta) \cdot \cos(\text{lat}\alpha) \cdot \cos(\text{lon}\alpha - \text{lon}\beta)] \quad (4.3)$$

dove $R = 6371$ è il raggio medio terrestre in km, mentre lat_A , lon_A , lat_B e lon_B sono la latitudine e la longitudine, espresse in radianti, di due punti A e B di cui si vuole calcolare la distanza. La formula di interpolazione sopra proposta, semplice da usare, presenta però l'inconveniente di condurre a valori di pericolosità lievemente diversi per punti affacciati ma appartenenti a maglie contigue. La modestia delle differenze (scostamenti in termini di PGA dell'ordine di $\pm 0,01g$ ossia della precisione dei dati) a fronte della semplicità d'uso, rende tale stato di cose assolutamente accettabile. Qualora si vogliano rappresentazioni continue della funzione interpolata, si dovrà ricorrere a metodi di interpolazione più complessi, ad esempio i polinomi di Lagrange.



Applicazione dell'interpolazione bilineare.

Definiti i 4 vertici di una generica maglia i polinomi di Lagrange sono così determinati:

$$h_1 = (1-r) \cdot (1-s)/4 \quad (4.4)$$

$$h_2 = (1-r) \cdot (1+s)/4 \quad (4.5)$$

$$h_3 = (1+r) \cdot (1+s)/4 \quad (4.6)$$

$$h_4 = (1+r) \cdot (1-s)/4 \quad (4.7)$$

Tra le coordinate x, y di un punto generico e le coordinate r, s dello stesso punto valgono le seguenti relazioni:

$$4x = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot x_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot x_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot x_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot x_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot x_4] \quad (4.8)$$

$$4y = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot y_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot y_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot y_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot y_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot y_4] \quad (4.9)$$

La soluzione del sistema di equazioni non lineari è ottenuta iterativamente e, tramite i valori di r ed s , si determinano i parametri ag , $F0$, Tc^* dall'equazione:

$$4p = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot p_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot p_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot p_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot p_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot p_4] \quad (4.10)$$

Dove p rappresenta il parametro cercato.

Pericolosità sismica di sito

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Per la singola opera o per il singolo sistema geotecnico la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

Coefficienti sismici

I coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v dipendono del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi e del tipo di opera da calcolare. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno (T_R) dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})} \quad (5.1)$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e P_{VR} probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R non può essere inferiore a 35 anni.

8.5 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Di seguito vengono riportati i parametri e punti degli spettri di risposta per lo stato limite SLV ottenuti attraverso le seguenti fasi di studio:

Fase 1 – Individuazione della pericolosità del sito

Fase 2 - Scelta della strategia di progettazione

Fase 3 – Determinazione dell'azione di progetto

Attraverso l'utilizzo del software "Spettri di risposta NTC-08 versione 1.0.3" si è proceduto alla determinazione della pericolosità sismica di base e di sito dell'area oggetto di studio:



FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

☒ Ricerca per coordinate
 LONGITUDINE: 12.03999
 LATITUDINE: 44.67315

☐ Ricerca per comune
 REGIONE: Emilia-Romagna
 PROVINCIA: Ferrara
 COMUNE: Ostellato

Elaborazioni grafiche
 Grafici spettri di risposta
 Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche
 Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

km 7.5
 -7.5 7.5 km
 16074 16075
 16296 16297

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo
☐ Sito esterno al reticolo
☒ Interpolazione su 3 nodi
☐ Interpolazione corretta

Interpolazione
 superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le ... coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che ... all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

Per la definizione degli spettri di risposta si è fatto riferimento a una classe di uso 1 (coeff. d'uso 0.7) e vita nominale delle costruzioni 50 anni.

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE {

Stati limite ultimi - SLU {

SLO - $P_{VR} = 81\%$

SLD - $P_{VR} = 63\%$

SLV - $P_{VR} = 10\%$

SLC - $P_{VR} = 5\%$

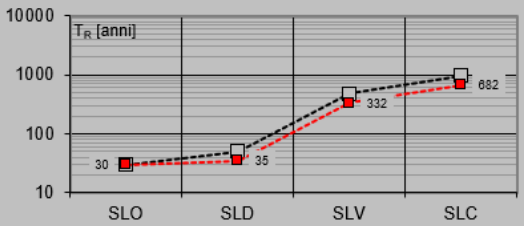
Elaborazioni

Grafici parametri azione ||

Grafici spettri di risposta ||

Tabella parametri azione ||

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

--□-- Strategia per costruzioni ordinarie

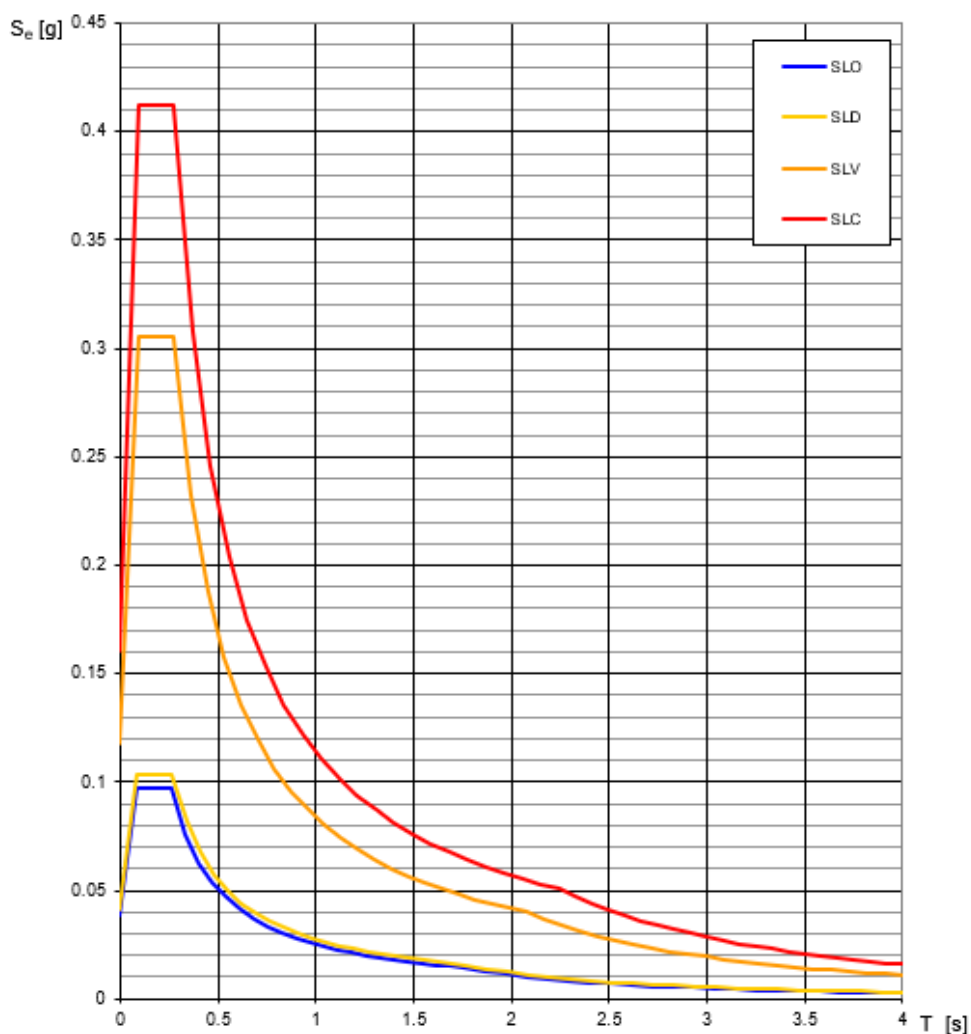
---■--- Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0.038	2.539	0.258
SLD	35	0.041	2.525	0.264
SLV	332	0.118	2.588	0.273
SLC	682	0.161	2.564	0.276

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



Per la definizione della pericolosità sismica di sito si è inoltre tenuto conto di:

- Coefficiente di smorzamento viscoso ξ 5%
- Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=1.000$
- Categoria sottosuolo D
- Categoria topografica T1

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato: SLV [info](#)

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo: D [info](#)

Categoria topografica: T1 [info](#)

$S_s =$ 1.800 [info](#)

$C_c =$ 2.391 [info](#)

$h/H =$ 0.000 [info](#)

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

$S_T =$ 1.000 [info](#)

Compon. orizzontale

☒ Spettro di progetto elastico (SLE)

☐ Spettro di progetto inelastico (SLU)

Smorzamento ξ (%): 5 [info](#)

Fattore q_0 : 3 [info](#)

$\eta =$ 1.000 [info](#)

Regol. in altezza: sì [info](#)

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore q : 1.5 [info](#)

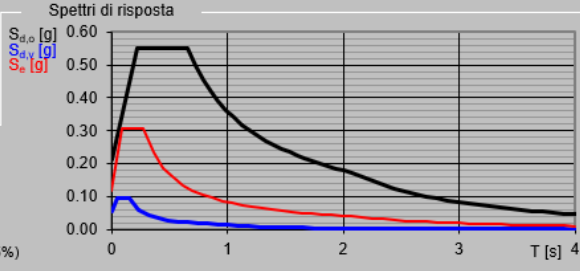
$\eta = 1/q =$ 0.667 [info](#)

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta [▶](#)

Parametri e punti spettri di risposta [▶](#)

Spettri di risposta

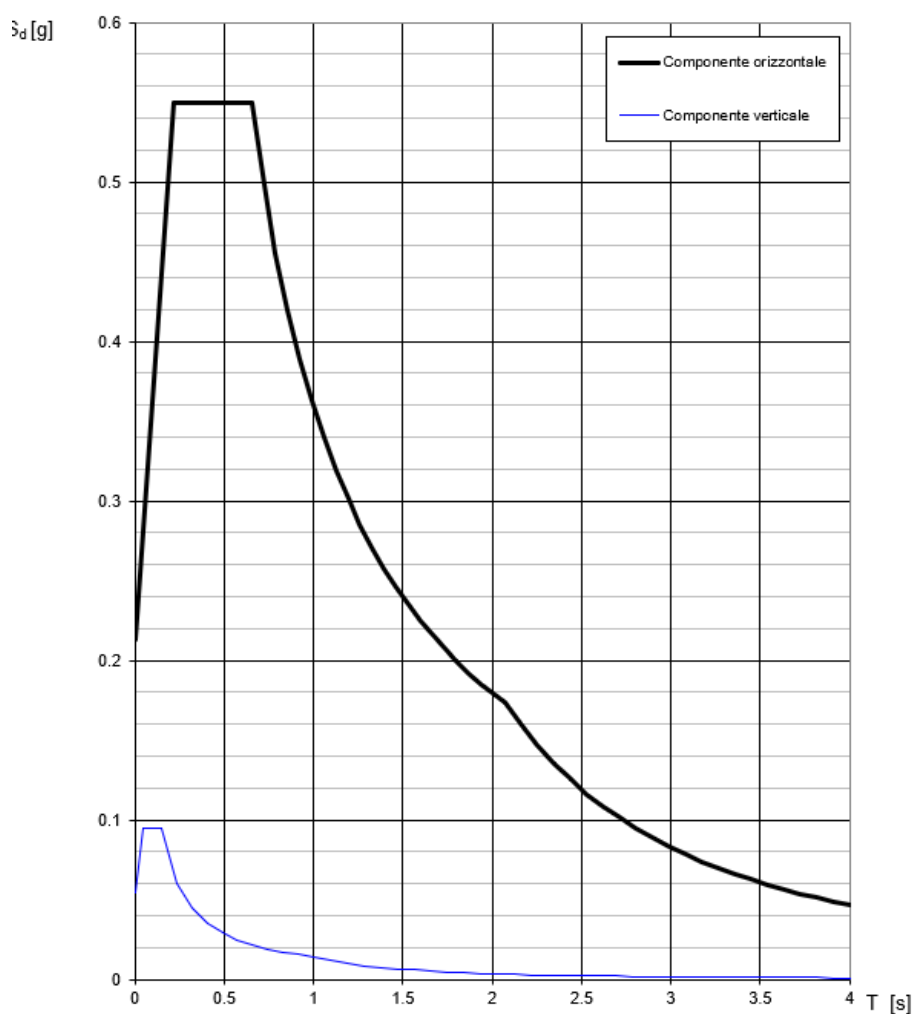


— Spettro di progetto - componente orizzontale
— Spettro di progetto - componente verticale
— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Da cui derivano i seguenti spettri di risposta elastici in accelerazione delle componenti orizzontali e verticale:

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



In particolare si riportano di seguito i parametri e i punti dello spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali:

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.118 g
F_0	2.588
T_C	0.273 s
S_S	1.800
C_C	2.391
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.800
η	1.000
T_B	0.218 s
T_C	0.653 s
T_D	2.072 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.213
T_B	0.218	0.550
T_C	0.653	0.550
	0.721	0.498
	0.789	0.456
	0.856	0.420
	0.924	0.389
	0.991	0.363
	1.059	0.339
	1.126	0.319
	1.194	0.301
	1.262	0.285
	1.329	0.270
	1.397	0.257
	1.464	0.245
	1.532	0.235
	1.599	0.225
	1.667	0.216
	1.734	0.207
	1.802	0.199
	1.870	0.192
	1.937	0.186
	2.005	0.179
T_D	2.072	0.173
	2.164	0.159
	2.256	0.146
	2.348	0.135
	2.439	0.125
	2.531	0.116
	2.623	0.108
	2.715	0.101
	2.807	0.095
	2.898	0.089
	2.990	0.083
	3.082	0.078
	3.174	0.074
	3.266	0.070
	3.357	0.066
	3.449	0.063
	3.541	0.059
	3.633	0.056
	3.725	0.054
	3.816	0.051
	3.908	0.049
	4.000	0.047

L'accelerazione massima al suolo attesa sarà uguale a:

- $a_{max} = S \cdot a_g = 0.212 \text{ g}$
- S = coeff. di amplificazione (azione orizzontale) = 1.8
- a_g = accelerazione al suolo = 0.118 g
- F_0 = fattore di amplificazione spettrale massima = 2.588
- $T_C^* = 0.273 \text{ s}$

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	
a_{ov}	0.055 g
S_s	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.200
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.055
$T_B \leftarrow$	0.050	0.094
$T_C \leftarrow$	0.150	0.094
	0.235	0.060
	0.320	0.044
	0.405	0.035
	0.490	0.029
	0.575	0.025
	0.660	0.021
	0.745	0.019
	0.830	0.017
	0.915	0.015
$T_D \leftarrow$	1.000	0.014
	1.094	0.012
	1.188	0.010
	1.281	0.009
	1.375	0.007
	1.469	0.007
	1.563	0.006
	1.656	0.005
	1.750	0.005
	1.844	0.004
	1.938	0.004
	2.031	0.003
	2.125	0.003
	2.219	0.003
	2.313	0.003
	2.406	0.002
	2.500	0.002
	2.594	0.002
	2.688	0.002
	2.781	0.002
	2.875	0.002
	2.969	0.002
	3.063	0.002
	3.156	0.001
	3.250	0.001
	3.344	0.001
	3.438	0.001
	3.531	0.001
	3.625	0.001
	3.719	0.001
	3.813	0.001
	3.906	0.001
	4.000	0.001

9 SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE DEGLI ORIZZONTI GRANULARI SATURI

Il fenomeno della liquefazione determina una diminuzione della resistenza al taglio e/o della rigidezza, nei litotipi granulari, causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico e tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

Le Norme Tecniche annesse alla vigente Normativa Sismica (l'Ordinanza 3274, 3316 e ss.,) impongono detta verifica quando “la falda freatica si trovi in prossimità della superficie (p.c.) ed il terreno di fondazione comprenda strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limo- argillosa”

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

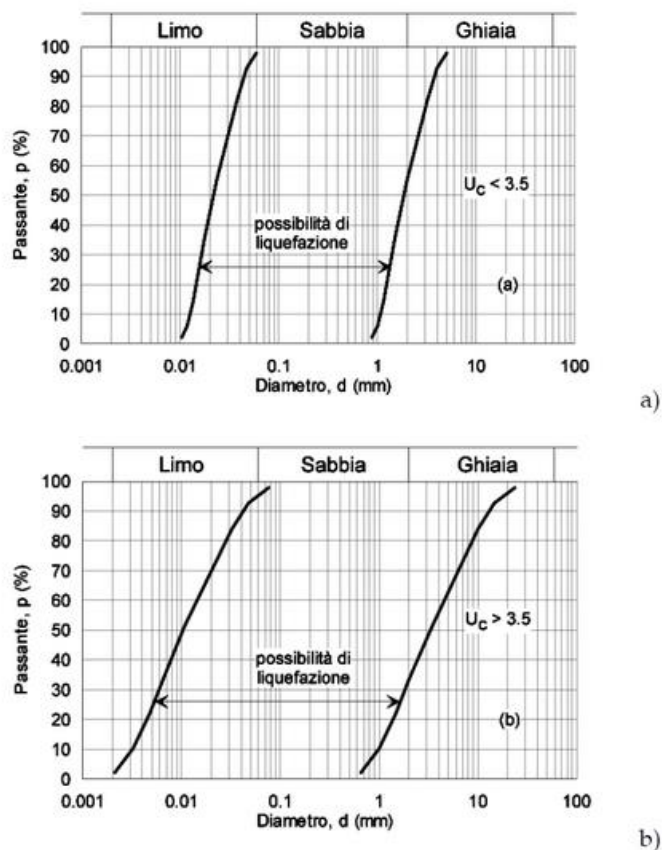


Fig. 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

Considerato che nel caso in esame nessuna delle condizioni sopra descritte è soddisfatta si è proceduto alla verifica alla liquefazione dei livelli sabbiosi saturi presenti nei primi 20.0 metri.

Canaletta Mantello Uno ricade prevalentemente nel Comune di Ostellato (circa 2/3 del suo sviluppo) e per minima parte nell'area Comunale di Comacchio:

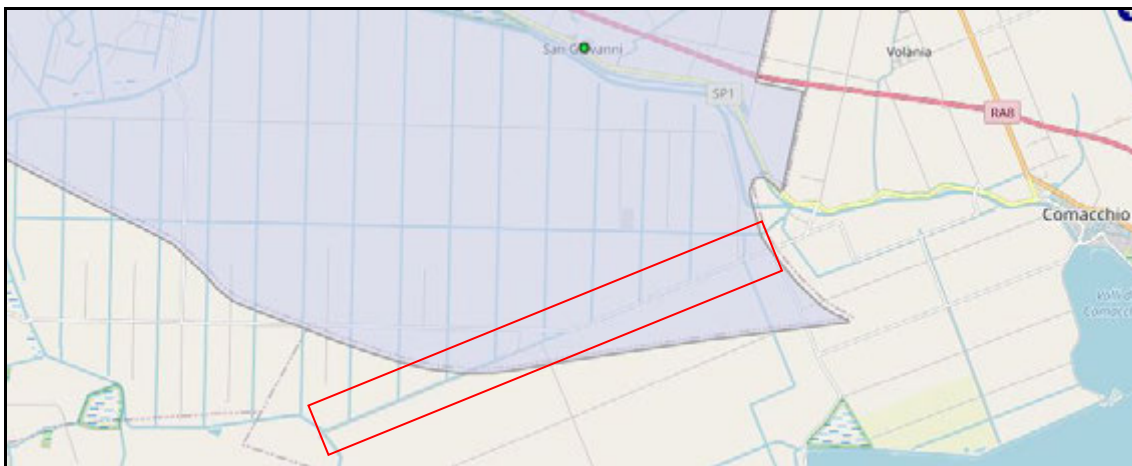


FIGURA - Planimetria ubicazione Canaletta Mantello 1 –Area Comune di Ostellato in lilla

Si fa notare che nel Documento inerente lo studio di Microzonazione sismica “Relazione illustrativa – LIVELLO 3” relativo ai Comuni di Argenta, Ostellato e Portomaggiore datato Luglio 2017 e approvato dalla Regione Emilia Romagna, il metodo di Robertson è stato ritenuto più aderente alla realtà locale, motivo per il quale è stata condotta la verifica a liquefazione degli orizzonti saturi sabbiosi mediante l'utilizzo di quest'ultimo metodo.

Si riporta di seguito un estratto del documento sopra citato:

“[...]”

Nelle verifiche effettuate nel presente studio, per il calcolo del CRR sono stati utilizzati sia il metodo NCEER (modificato da *Roberson* 2010) che il metodo di Boulanger & Idriss (2014) entrambi implementati dal programma CLIQ della *Geologimiki*. In Fig. 56 viene presentata, in forma di *flow-chart*, la procedura di calcolo di CRR utilizzata dal programma per la verifica con il metodo NCEER, in Fig. 57 la procedura di Boulanger & Idriss.

In tali verifiche, come valori di CSR, sono stati utilizzati quelli calcolati mediante la RSL, come descritto nel paragrafo 3.3.6.

I report delle verifiche effettuate sono stati prodotti esclusivamente per il metodo di Robertson che, come verrà illustrato successivamente (§ 3.5.1), è apparso più aderente alla realtà locale. Anche le cartografie di 3° livello sono state redatte tenendo conto di risultati di tale metodo.

Il sito in esame è ubicato al confine della zona sismogenetica 912 individuata dalle coordinate riportate nel Rapporto Conclusivo INGV– Aprile 2004 come evidenziato dalla figura di seguito:

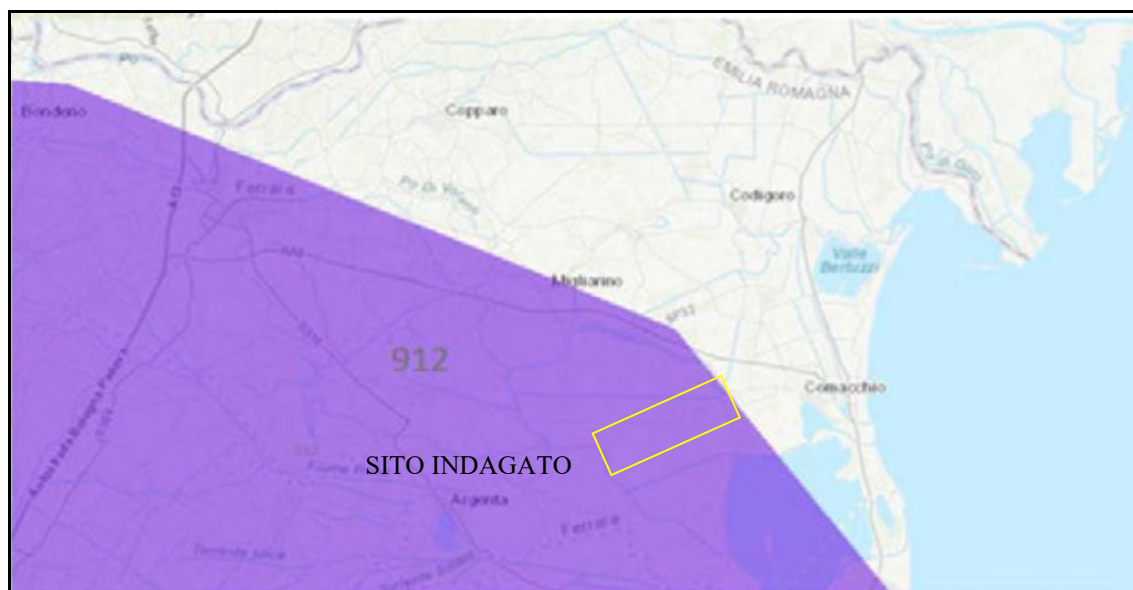


FIGURA - Planimetria ubicazione sito – Area zona sismogenetica n.912

Si è deciso quindi di assumere il valore di magnitudo $M_w = 6,14$.

La magnitudo M_{wmax} attesa all'interno della zona sismogenetica 912 è pari a $M_w = 6,14$, valore indicato nel Rapporto conclusivo dell'INGV (Aprile 2004) per la dorsale ferrarese:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
nome ZS	N ZS	DISS2 MwMax	CPTI2 MwMax	CPTI2 MwMax (classe)	CPTI2 completo 04.2	Az1	Mw Max1	Az2	Mw Max2
Savoia	901		5.79	5.68	5.68	+1(a)	5.91	+2(d)	6.14
Vallese	902		6.10	6.14	6.14		6.14		6.14
Grigioni-Valtellina	903		5.79	5.68	5.22	+3(b)	5.91	+4(d)	6.14
Trieste -Monte Nevoso	904		5.71	5.68	5.68		5.68	+2(d)	6.14
Friuli -Veneto Orientale	905	6.4	6.66	6.60	6.60		6.60		6.60
Garda-Veronese	906	6.2	6.49	6.60	6.60		6.60		6.60
Bergamasco	907	5.9	5.67	5.68	5.68	G	5.91	+2(d)	6.14
Piemonte	908		5.67	5.68	5.68		5.68	+2(d)	6.14
Alpi Occidentali	909		5.54	5.45	5.45	+1(a)	5.68	+3(d)	6.14
Nizza-Sanremo	910	6.3	6.29	6.37	6.37		6.37		6.37
Tortona-Bobbio	911		5.67	5.68	5.68		5.68	+2(d)	6.14
Dorsale Ferrarese	912	6.2	5.88	5.91	5.91	G	6.14	G	6.14
Appennino Emiliano-Romagn.	913		5.85	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Forlivese	914		5.97	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Garfagnana-Mugello	915	6.4	6.49	6.60	6.60		6.60		6.60
Versilia-Chianti	916		5.52	5.45	5.45	+1(c)	5.68	+3(d)	6.14
Rimini-Ancona	917	6.1	5.94	5.91	5.91	G	6.14	G	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzz.	918		6.23	6.14	6.14	+1(a)	6.37	+1(a)	6.37
Appennino Umbro	919	6.0	6.33	6.37	6.37		6.37		6.37
Val di Chiana-Ciociaria	920		5.57	5.68	5.45	+1(b)	5.68	+3(d)	6.14
Etruria	921		5.91	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Colli Albani	922		5.53	5.45	5.45		5.45		5.45
Appennino Abruzzese	923	6.7	6.99	7.06	7.06		7.06		7.06
Molise-Gargano	924	6.7	6.73	6.83	6.83		6.83		6.83
Ofanto	925		6.72	6.83	6.83		6.83		6.83
Basento	926	5.8	5.84	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Sannio-Irpinia -Basilicata	927	6.8	6.96	7.06	7.06		7.06		7.06
Ischia-Vesuvio	928		5.78	5.68	5.68	+1(a)	5.91	+1(a)	5.91
Calabria Tirrenica	929	7.0	7.24	7.29	7.29		7.29		7.29
Calabria Ionica	930	6.0	6.60	6.60	6.60		6.60		6.60
Canale d'Otranto	931		6.90	6.83	6.83		6.83		6.83
Eolie-Patti	932	6.1	6.06	6.14	6.14		6.14		6.14
Sicilia settentrionale	933		5.89	5.91	5.91	+1(c)	6.14	+1(c)	6.14
Belice	934		6.12	6.14	6.14		6.14		6.14
Iblei	935		7.41	7.29	7.29		7.29		7.29
Etna	936		5.30	5.22	5.22	+1(a)	5.45	+1(a)	5.45

Tabella 6. Valori di M_{wmax} da DISS2 e CPTI2 (col.3, 4, 5); valori di M_{wmax} dopo l'applicazione degli intervalli di completezza CO-04.2 (col.6); azioni e valore finale di M_{wmax1} (col.7, 8); azioni e valori finali di M_{wmax2} (col.9, 10). Le azioni indicano l'aumento (in numero di classi) rispetto ai valori della colonna 6 determinato da:

Per l'area in esame quindi la verifica a liquefazione degli orizzonti sabbiosi saturi è stata condotta considerando:

- metodo semplificato Robertson (NCEER R&W, 1998,2009);
- $P.G.A = a_{max} = S \cdot a_g = 0.212 g$
- $M_w = 6.14$

Di seguito sono riportati i grafici relativi alla verifica a liquefazione degli orizzonti saturi lungo le verticali indagate:

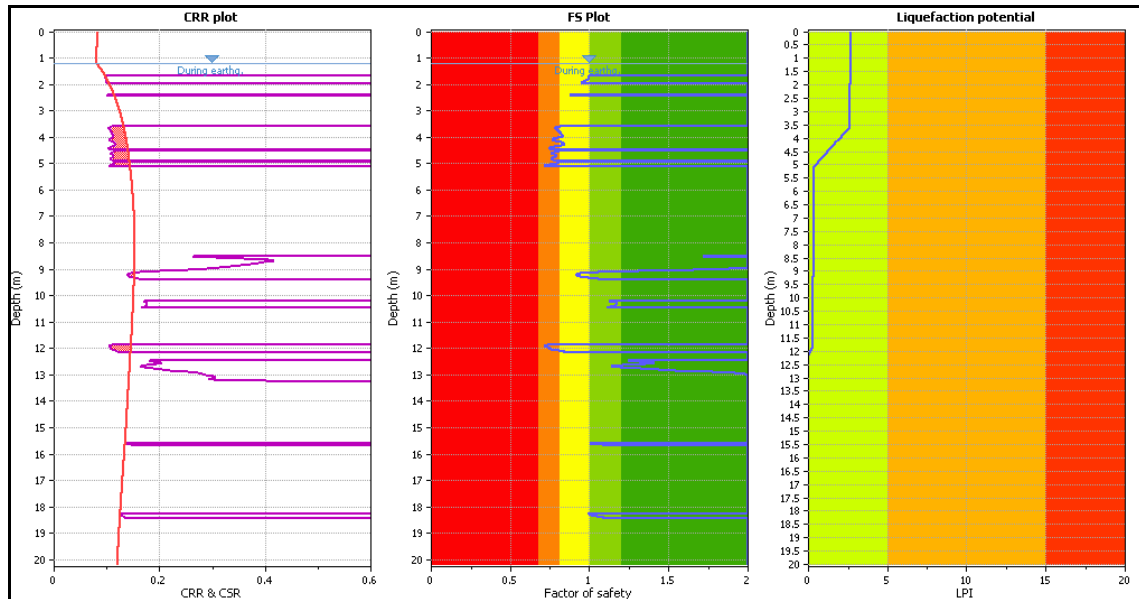


FIGURA – CPTU1 – Metodo semplificato Robertson (NCEER R&W, 1998,2009) - Mw=6,14

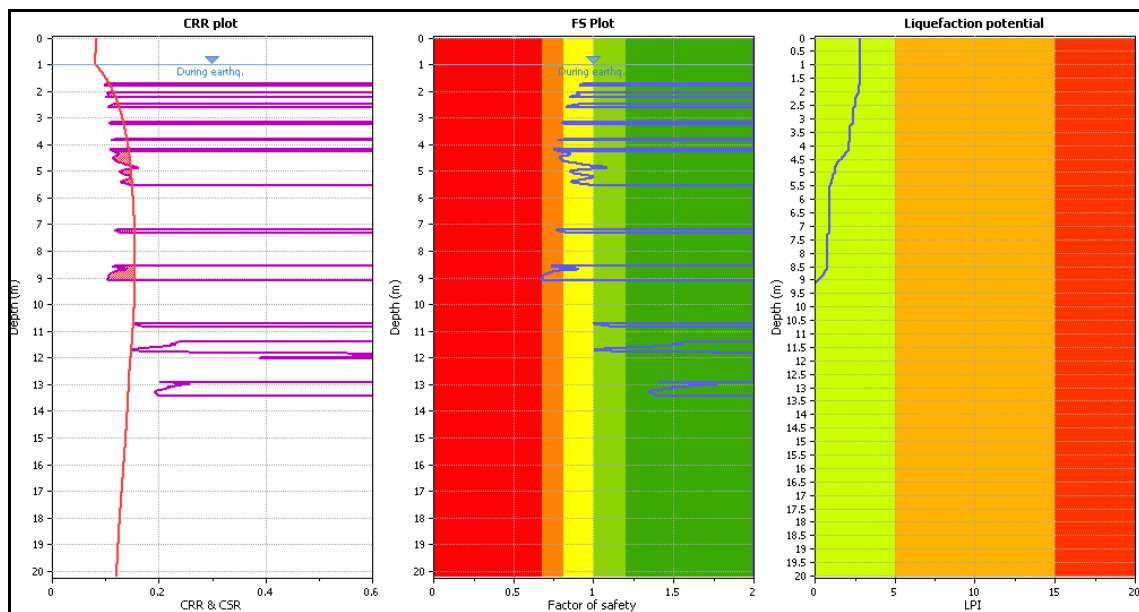


FIGURA – CPTU2 – Metodo semplificato Robertson (NCEER R&W, 1998,2009) - Mw=6,14

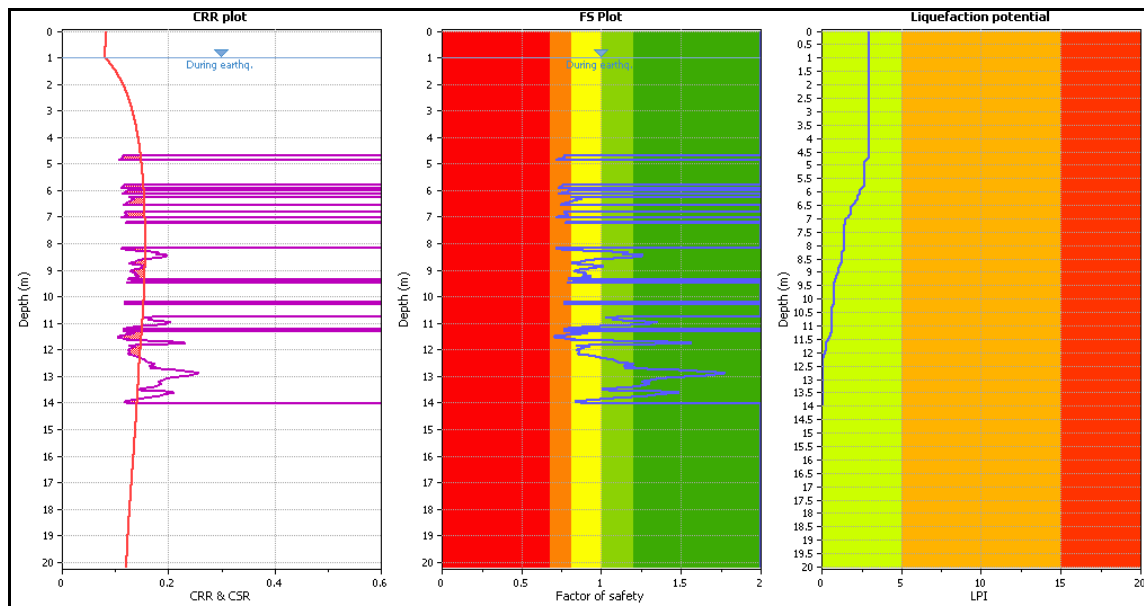


FIGURA – CPTU3 – Metodo semplificato Robertson (NCEER R&W, 1998,2009) - Mw=6,14

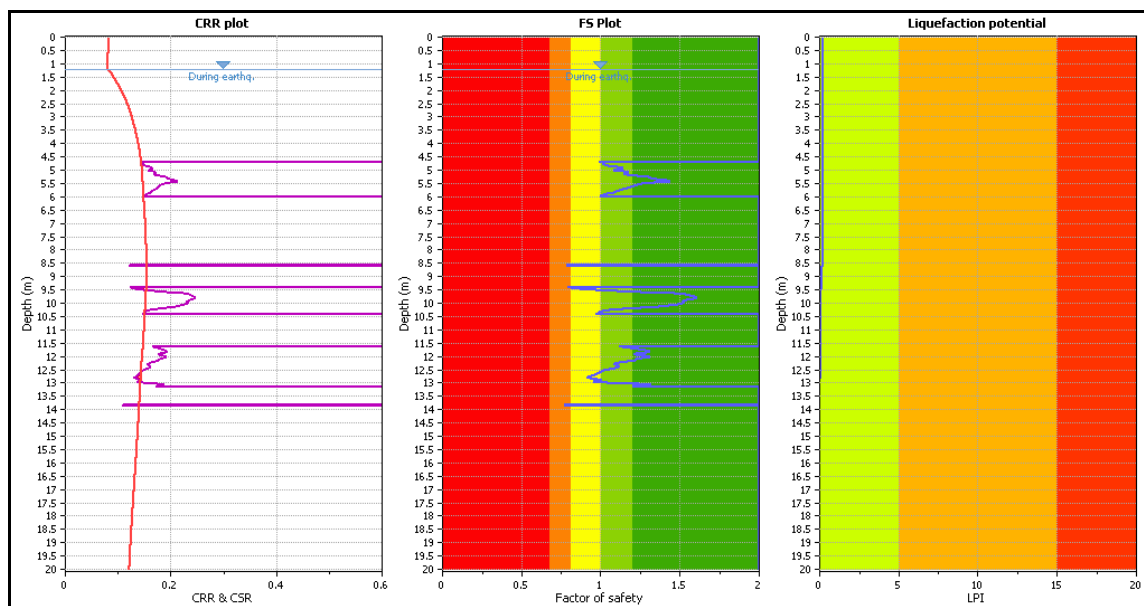


FIGURA – CPTU4 – Metodo semplificato Robertson (NCEER R&W, 1998,2009) - Mw=6,14

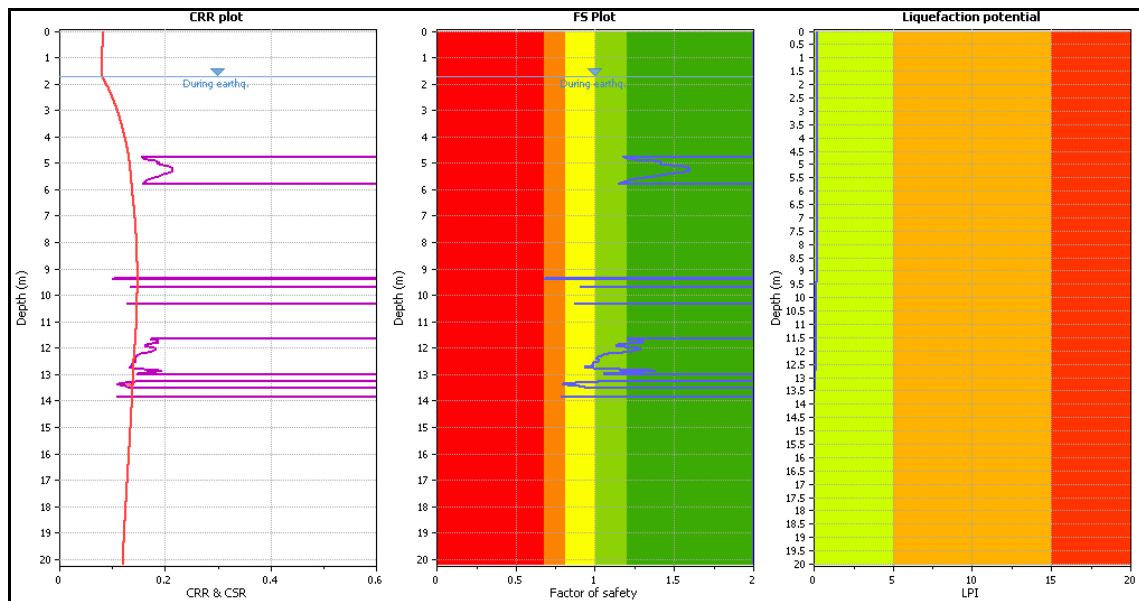


FIGURA – CPTU5 – Metodo semplificato Robertson (NCEER R&W, 1998,2009) - $M_w=6.14$

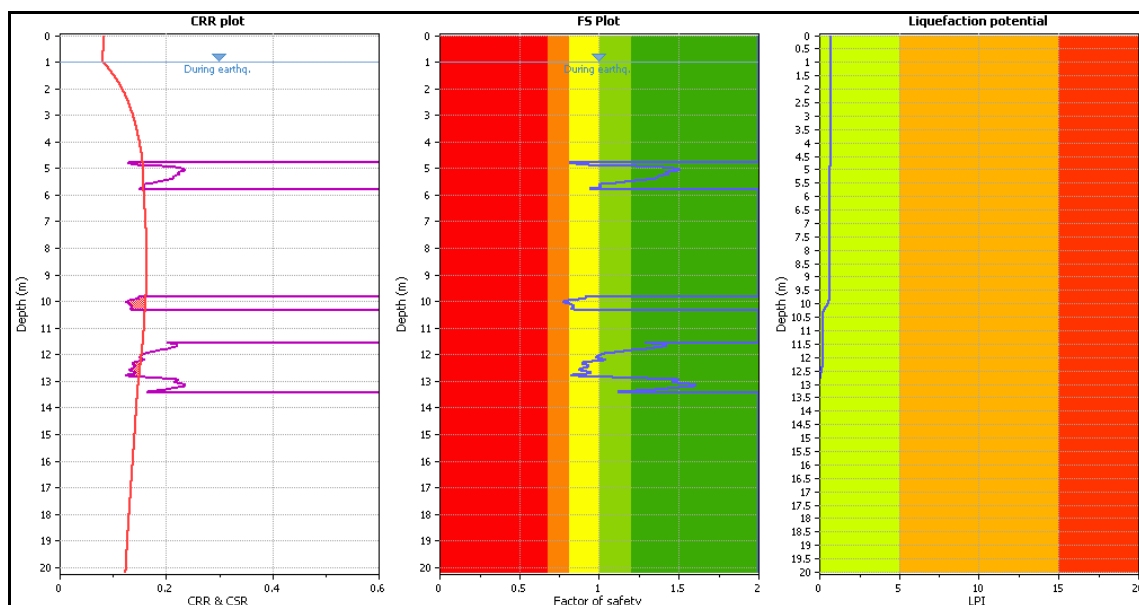


FIGURA – CPTU6 – Metodo semplificato Robertson (NCEER R&W, 1998,2009) - $M_w=6.14$

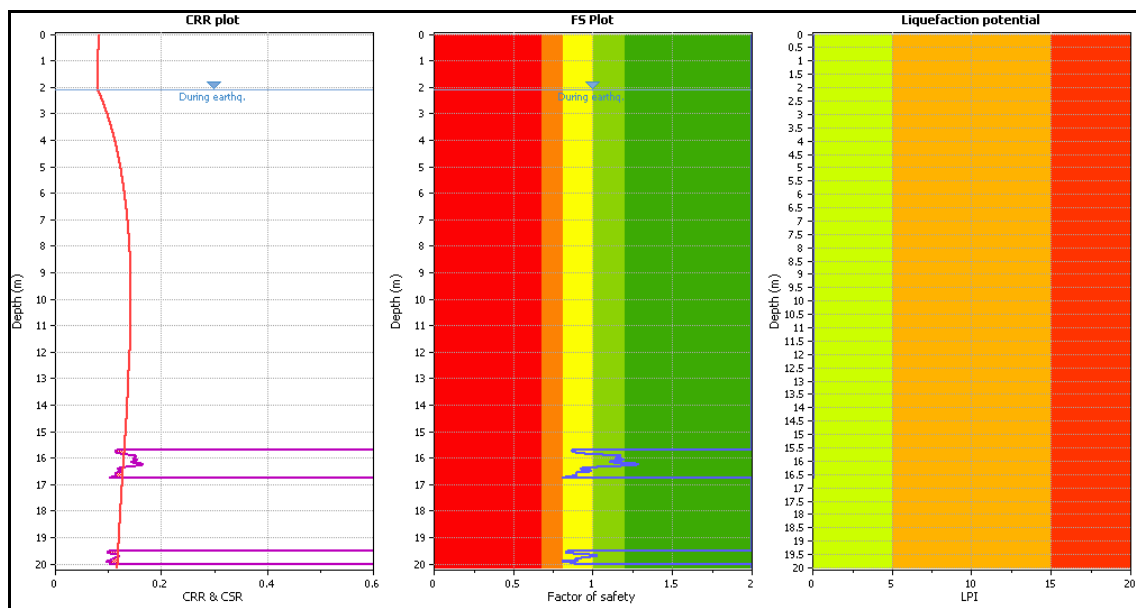


FIGURA – CPTU7 – Metodo semplificato Robertson (NCEER R&W, 1998,2009) - $M_w=6,14$

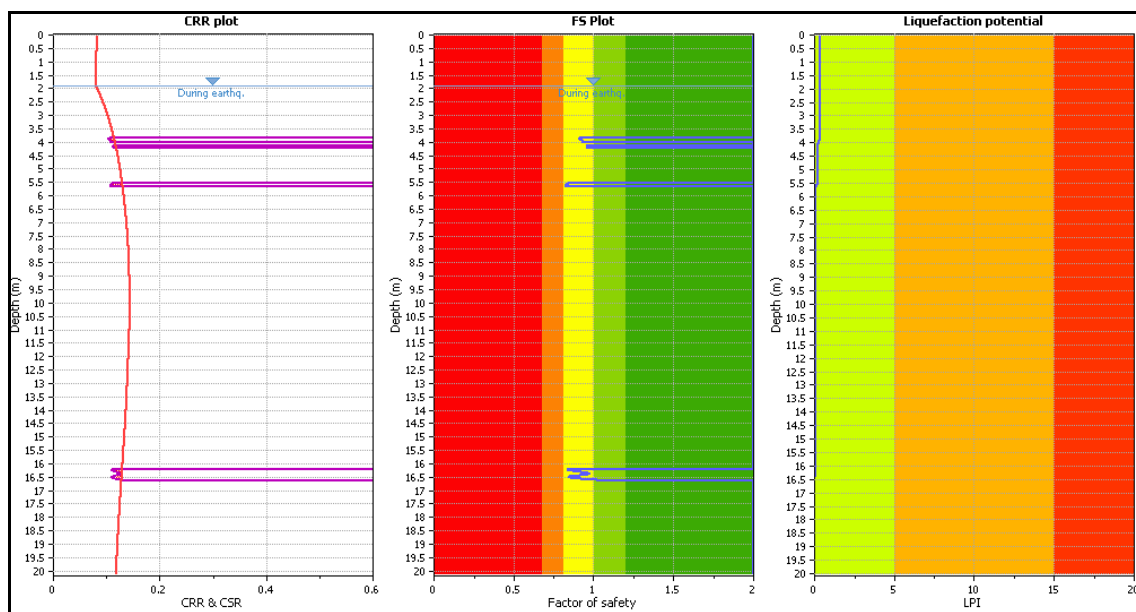


FIGURA – CPTU8 – Metodo semplificato Robertson (NCEER R&W, 1998,2009) - $M_w=6,14$

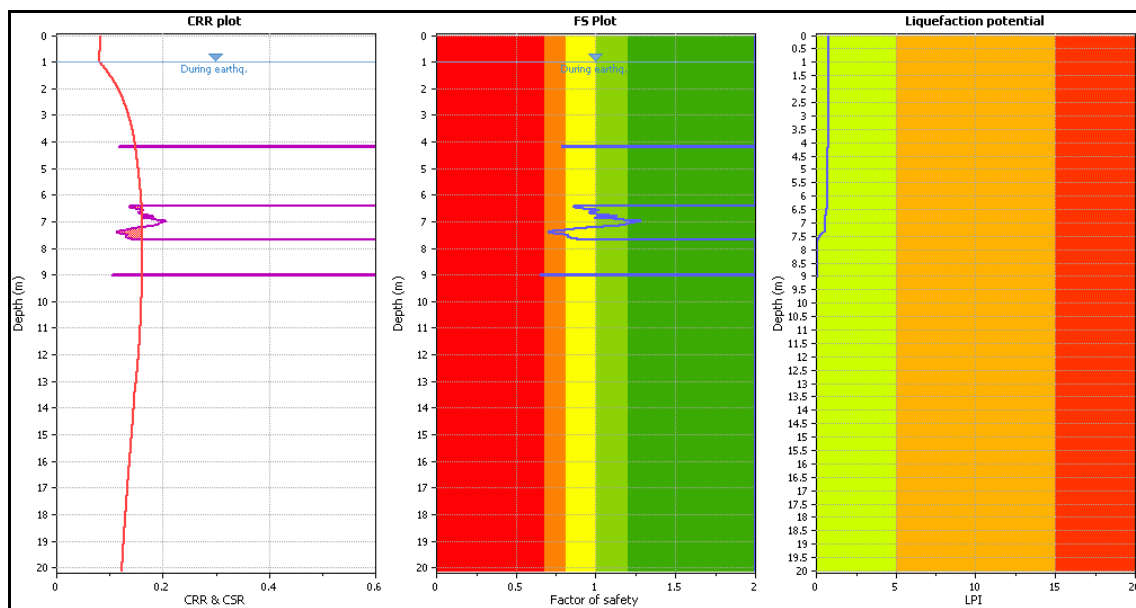


FIGURA – CPTU9 – Metodo semplificato Robertson (NCEER R&W, 1998,2009) - Mw=6,14

La verifica a liquefazione calcolata per un singolo evento sismico ha portato ad avere coefficiente di sicurezza IF < 1 in corrispondenza di lenti sabbiose superficiali per le verticali indagate dalle prove CPTU1, CPTU2 e CPTU3.

Si ricorda inoltre che all'ALLEGATO 3 della D.G.R N.630/2019 Regione Emilia Romagna, in base al valore stimato dell'indice di potenziale liquefazione IL si definiscono le seguenti classi di pericolosità:

- IL = 0 Non liquefacibile ($FL \geq 1.2$)
- $0 < IL \leq 2$ Potenziale basso
- $2 < IL \leq 5$ Potenziale moderato
- $5 < IL \leq 15$ Potenziale alto
- $IL > 15$ Potenziale molto alto

Si riportano di seguito i valori di IL calcolati per le varie verticali indagate:

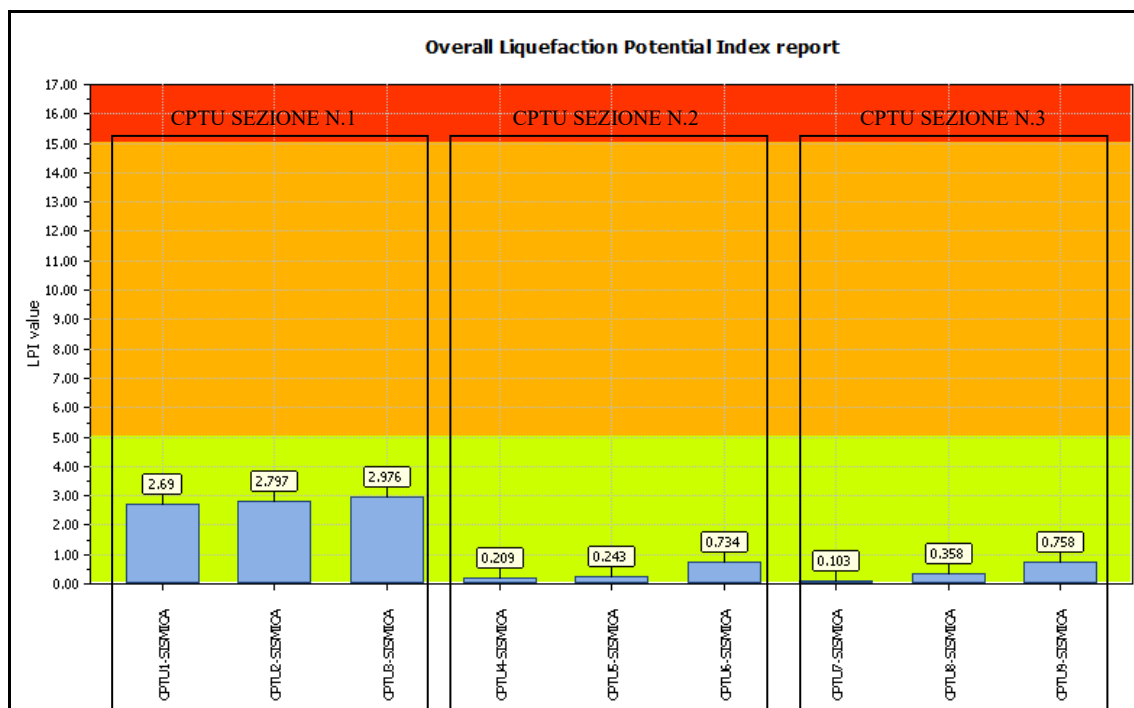


FIGURA – IL – Metodo Robertson (NCEER R&W, 1998,2009) - Mw=6,14

Complessivamente si ha:

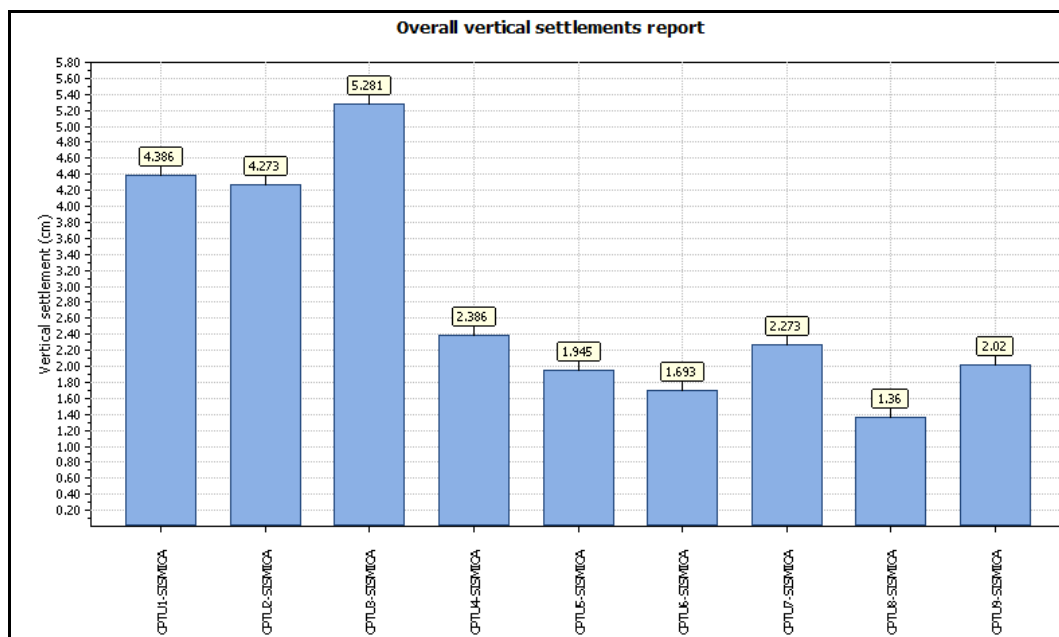
- RISCHIO MODERATO per le verticali indagate da CPTU1, CPTU2 e CPTU3 (di poco superiore limite 2 indicativo di basso rischio)
- RISCHIO BASSO, per le restanti verticali (CPTU n°4,5,6,7,8,9)

Si rende necessario evidenziare che le lenti potenzialmente liquefacibili riscontrate sono di modesto spessore e spesso intercalate a livelli limoso argillosi o argillo organici sempre di modesto spessore. Non si esclude possa trattarsi di sabbie fini limose con presenza di materiali fini elevati talvolta coesivi, condizione questa che ridurrebbe l'eventuale rischio di liquefazione. Sarebbe opportuno eseguire sondaggi geognostici con prelievo di questi litotipi sabbiosi apparentemente incoerenti presenti nei primi 5-6 metri di profondità per accertarne l'esatta composizione granulometrica.

Per la fascia di terreno superficiale (primi 5-6 metri dal p.c.) pur esistendo rischio di potenziale liquefazione basso, non è invece da escludere un pericolo di perdita di carico dei terreni di sottofondazione, per la loro compressibilità e poca consistenza, a seguito di eventi sismici di forte entità.

I cedimenti teorici post sismici che possono verificarsi a seguito di un terremoto di magnitudo Mw=6.14 calcolati nei 9 punti di indagine sono compresi fra circa 1 e 6 cm., si ritiene non tali da impattare negativamente sulla stabilità dell'opera.

Si riportano di seguito i cedimenti post sismici calcolati in corrispondenza delle verticali indagate:



FIGURA– Metodo Robertson (NCEER R&W, 1998,2009) – Cedimenti post sismici

Per quanto riguarda i cedimenti statici indotti dall'intervento di progetto si pensa possano essere insignificanti in quanto i rilevati arginali originari sono stati costruiti circa 40 anni fa permettendo in questo intervallo prolungato di tempo la dissipazione delle pressioni neutre e il contestuale assestamento del terreno. L'intervento di progetto non modifica sostanzialmente la geometria e volumetria degli attuali argini in maniera tale da innescare significativi incrementi delle tensioni indotte sui terreni di sottofondazione che dalla costruzione degli argini sino ad oggi hanno subito una variazione delle condizioni iniziali da non drenate a condizioni drenate con conseguente miglioramento delle caratteristiche geomeccaniche

10 VERIFICA DI STABILITA' SPONDE CANALETTA

10.1 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

Sulla base delle informazioni ottenute ed in relazione al contesto geologico e geotecnico in cui è realizzata Canaletta Mantello Uno, sono state condotte le verifiche di alcune sezioni dell'argine maggiormente significative per il consolidamento del movimento gravitativo.

Si ricorda che in base alle NTC 2018 l'opera di contenimento dovrà essere verificata nei confronti degli stati limiti ultimi (SLU) e pertanto deve essere verificata la disequazione:

$$Ed \leq Rd$$

Con:

- Ed = valore di progetto degli effetti delle azioni;
- Rd = valore di progetto degli effetti delle resistenze.

In entrambi i termini:

- le azioni si moltiplicano per il coefficiente γ_f ;
- i parametri geotecnici si dividono per i coefficienti γ_m ;
- in più la resistenza globale si divide per i coefficienti γ_r (che sono in pratica coefficienti di sicurezza globale: $R/E > \gamma_r$).

Si procederà nei paragrafi a seguire alla verifica della stabilità globale delle sezioni individuate.

10.2 METODO DI MORGESTERN & PRICE (1965)

Lo studio dell'analisi di stabilità del versante viene condotto secondo il metodo all'equilibrio limite (LEM) di Morgenstern & Price. In allegato ed in testo (come valori di FS) sono stati riportati gli elaborati per quanto riguarda l'analisi delle sezioni tipo arginali individuate sia in condizioni statiche che dinamiche. L'analisi di stabilità (effettuata mediante programma di calcolo automatico, SSAP2010) ha fornito elementi utili sulle potenziali superfici di rottura e sullo stato tensionale delle porzioni di argine della Canaletta Mantello Uno, al fine di valutare attentamente le condizioni del versante allo

stato attuale; come indicato dalla normativa geotecnica vigente il fattore di sicurezza (FS), ottenuto dal rapporto fra le forze stabilizzanti e le forze mobilitanti, viene avvalorato in base al numero e qualità delle informazioni in possesso per affinare le analisi e pertanto giustificato dal progettista e comunque con $R2 = 1.1$. In base ai valori della coesione (c') e dell'angolo d'attrito (ϕ'), che sono stati ottenuti dalle prove in sito eseguite, è stato pertanto possibile valutare le condizioni del versante.

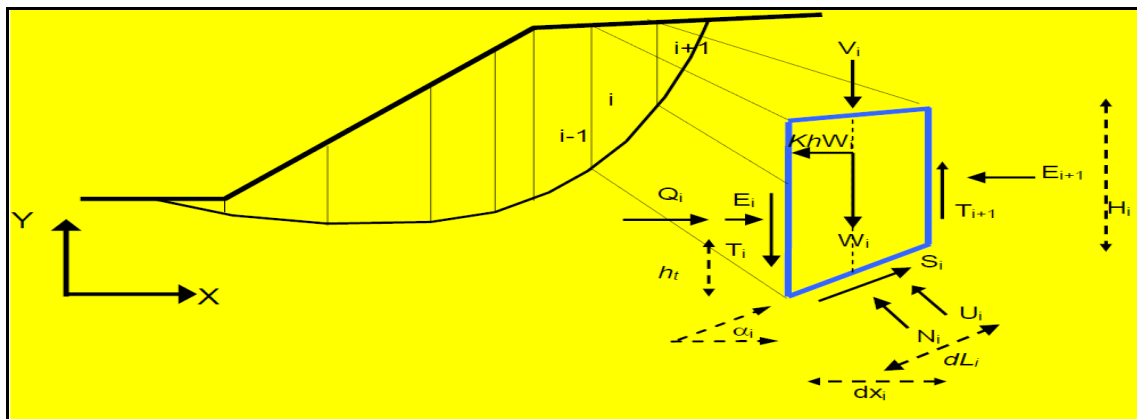


FIGURA- Sistema di forze che agiscono in un concio i -esimo

Le varie procedure di calcolo nell'ambito del metodo dell'equilibrio limite si diversificano proprio per il tipo di assunzioni finalizzate ad eliminare alcune incognite nel sistema di equazioni che permette di ottenere Fs. Tale sistema di due equazioni non lineari (riportata a seguire) è piuttosto complesso e deve essere risolto sempre in modo iterativo, risultando le incognite (F_s e λ) espresse in forma implicita (ovvero in entrambi i membri delle equazioni). λ è una variabile ausiliaria che è utilizzata nella relazione funzionale delle forze interconco $T(x)$, $E(x)$ inizialmente incognite (Zhu et al. ,2005).

Si noti che per ogni concio sono definite le seguenti forze e grandezze:

- i = indice numerico del concio;
- α_i = angolo di inclinazione della base del concio;
- dL = lunghezza della base del concio;
- dX = larghezza del concio;
- H = altezza verticale del concio;
- h_t = altezza punto di applicazione delle forze interconco;
- c' = coesione del terreno sulla base del concio;
- ϕ' = angolo di attrito del terreno sulla base del concio;
- W = forza peso agente sulla base del concio;

- K_h = Coefficiente sismico orizzontale;
- U = pressione interstiziale alla base del concio;
- T = forza tangenziale verticale interconcio;
- E = forza orizzontale interconcio;
- Q = risultante delle forze orizzontali esterne ad ogni concio (es azioni sismiche, o opere di sostegno);
- V = risultante delle forze verticali esterne ad ogni concio (es azioni sismiche o sovraccarichi verticali o opere di sostegno).

Utilizzando la notazione dell'algoritmo di Zhu et al. (2005) avremo che F_s e λ sono legati da:

$$\begin{cases} F_s = \frac{f(N_{(x)}, U_{(x)}, \alpha_{(x)}, T_{(x)}, V_{(x)}, dx_{(x)}, Q_{(x)}, F_s)}{f(\alpha_{(x)}, W_{(x)}, V_{(x)}, dx_{(x)}, T_{(x)}, \lambda)} \\ \lambda = \frac{f(dx_{(x)}, E_{(x)}, \alpha_{(x)}, W_{(x)}, V_{(x)}, Q_{(x)})}{f(dx_{(x)}, T_{(x)}, \lambda)} \end{cases}$$

Il sistema sopra riportato viene risolto iterativamente, assumendo un valore di tentativo iniziale, sia per F_s che per λ , nel membro di destra di ogni equazione del sistema e ripetendo i calcoli fino a convergenza quando la differenza tra i due F_s e λ calcolati in iterazioni successive diventa minore di un certo valore assunto (generalmente 0.001).

Il metodo di Morgestern & Price, come i metodi di Sarma II (1979), Chen & Morgestern (1983) e Borselli (2016) si differenzia dagli altri metodi per cui $T(x)$ è sempre espressione sia di λ che di $f(x)$ e di $E(x)$:

$$T(x) = \lambda f(x) E(x)$$

10.3 VERIFICHE IN CONDIZIONI STATICHE

Questa verifica deve essere effettuata secondo **Approccio 1**:

- **Combinazione 2: (A2+M2+R2)**

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(2)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

TABELLA - Tab. 6.2.I - Norme Tecniche 2018

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

TABELLA - Tab. 6.2.II - Norme Tecniche 2018

COEFFICIENTE	R2
γ_R	1,1

TABELLA - Tab. 6.8.I - Norme Tecniche 2018

10.4 VERIFICHE IN CONDIZIONI SISMICHE

Nelle verifiche di sicurezza si deve controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni impiegando lo stesso approccio previsto al paragrafo 6.8.2 delle NTC 2018 per le opere di materiali sciolti e fronti di scavo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e impiegando le resistenze di progetto calcolate con coefficiente parziale pari a $\gamma_r=1,2$

In condizioni sismiche la norma prescrive le stesse verifiche da realizzarsi in condizioni statiche con l'introduzione dei coefficienti sismici k_h e k_v che devono essere calcolati mediante le espressioni:

- $k_h = \beta_m (a_{max} / g)$;
- $k_v = \pm 0.5 k_h$;
- β_m = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

Il coefficiente di riduzione nel caso specifico dei fronti di scavo e rilevati è posto uguale a 0.38 (SLV - Paragrafo 7.11.4 NTC2018), da cui

- $\beta_s = 0,38$
- $k_h = 0,08$
- $\pm k_v = 0,04$

10.5 RIEPILOGO VERIFICHE

Riepilogando la procedura da seguire è la creazione di una Serie di VERIFICHE, con le rispettive combinazioni:

Verifiche statiche

Stabilità Globale $FS > 1,1$

- Approccio 1: Combinazione 2 (**M2+A2+R2**)

Verifiche sismiche

Stabilità Globale $FS > 1.2$;

- Approccio 1: Combinazione 2 (**M2+R2 + k_h / $+k_v$**)
- Approccio 1: Combinazione 2 (**M2+R2 + k_h / $-k_v$**)

10.6 GEOMETRIA DELLE SEZIONI RAPPRESENTATIVE STUDIATE

Di seguito vengono riportate le geometrie delle sezioni rappresentative che verranno verificate in ambiente di calcolo SSAP2010. Le sezioni sono state individuate lungo il percorso della Canaletta Mantello Uno in corrispondenza dei tre tratti analizzati tramite prove in sito.

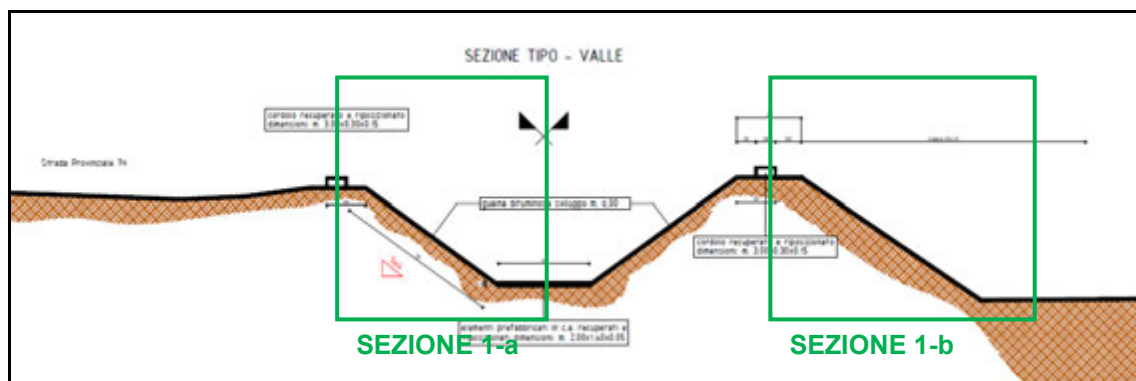


FIGURA – Geometria tratto argine individuato dalla sezione geologica N.1

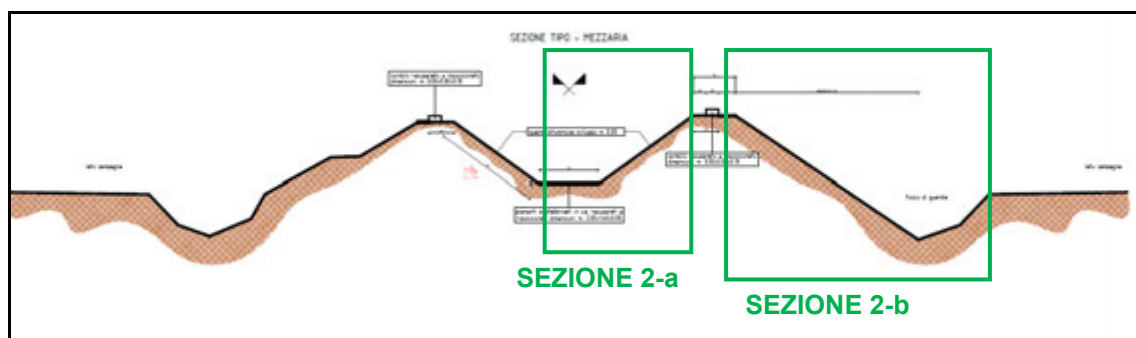


FIGURA – Geometria tratto argine individuato dalla sezione geologica N.2



FIGURA – Geometria tratto argine individuato dalla sezione geologica N.3

Le verifiche sono state condotte considerando la situazione più sfavorevole legata al bacino svuotato. Si ricorda che per convenzione il programma di calcolo SSAP2010 effettua le verifiche di calcolo dei pendii orientati verso l'origine del sistema di coordinate (x,y) per cui alcune sezioni sono state

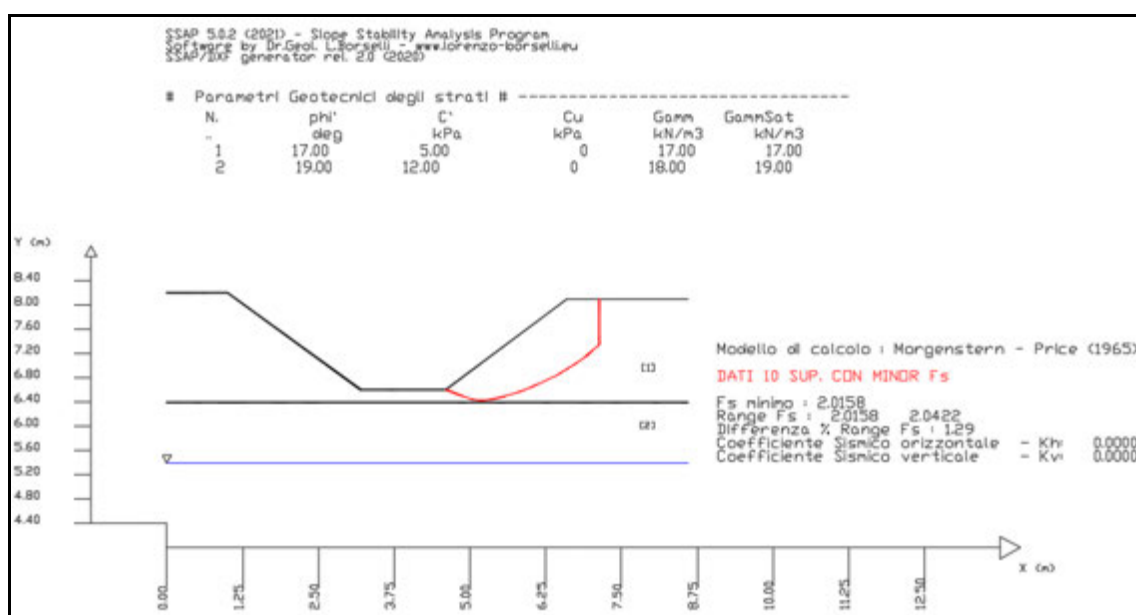
specchiate rispetto alle raffigurazioni sopra riportate. Si evidenzia inoltre che il tratto relativo alla sezione N.2 e sezione N.3 presentano degli argini aventi le stesse geometrie e stessi terreni rilevati in sito.

10.7 RISULTATI DELLE VERIFICHE IN AMBIENTE SSAP2010

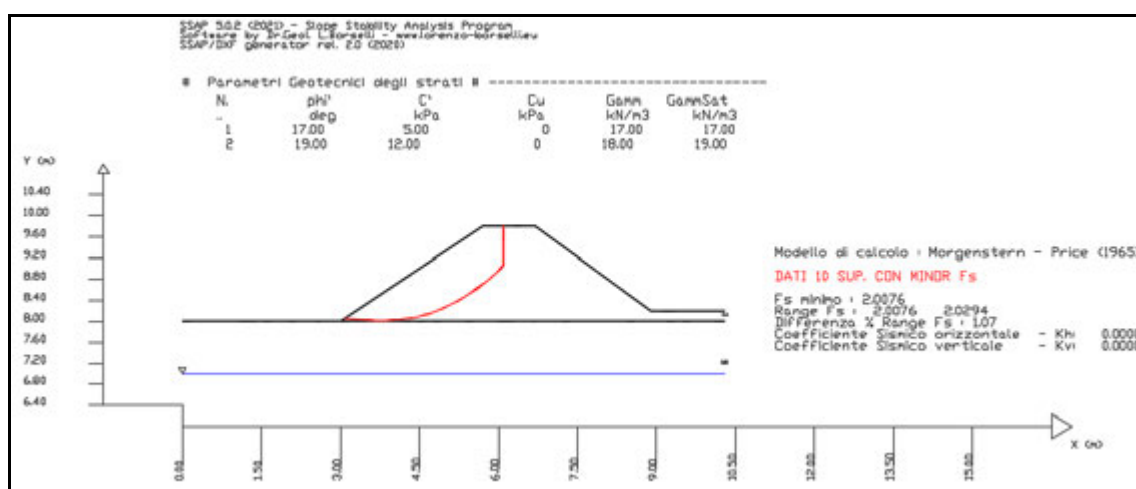
I report delle verifiche di stabilità in condizioni statiche e dinamiche sono riportati nell'**ALLEGATO 4** alla presente relazione. Nei report sono riportati i valori di FS relativi alle 10 superfici di scivolamento più critiche.

10.7.1 VERIFICHE IN CONDIZIONI STATICHE

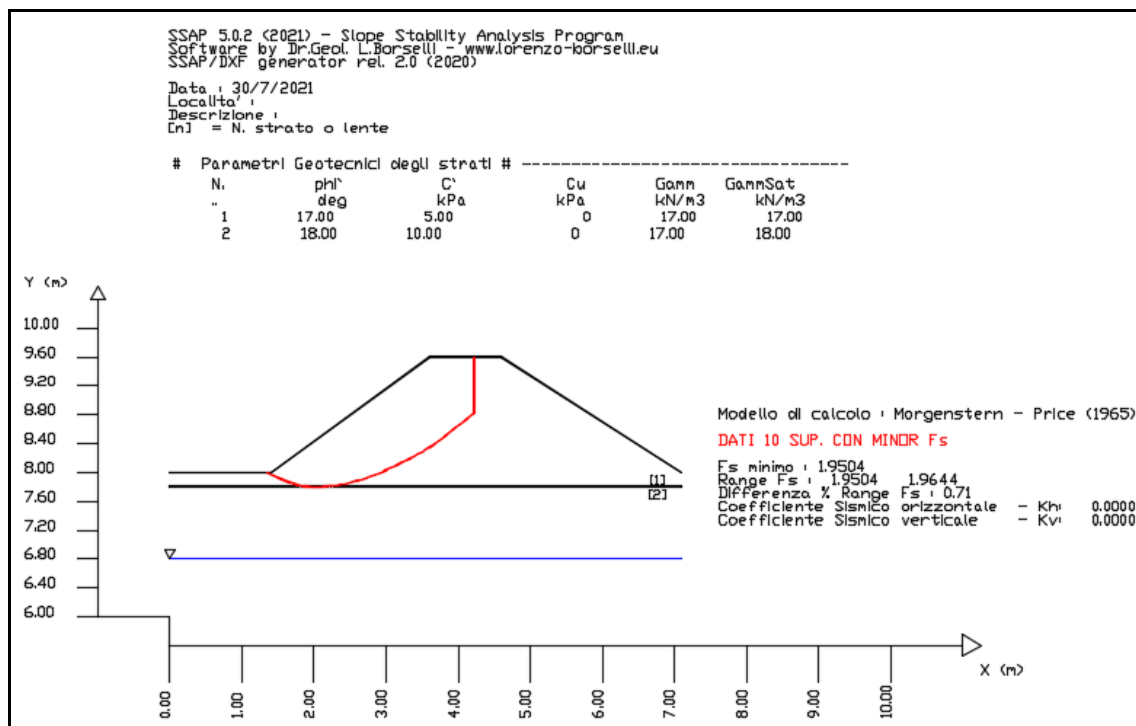
SEZIONE N.1-a



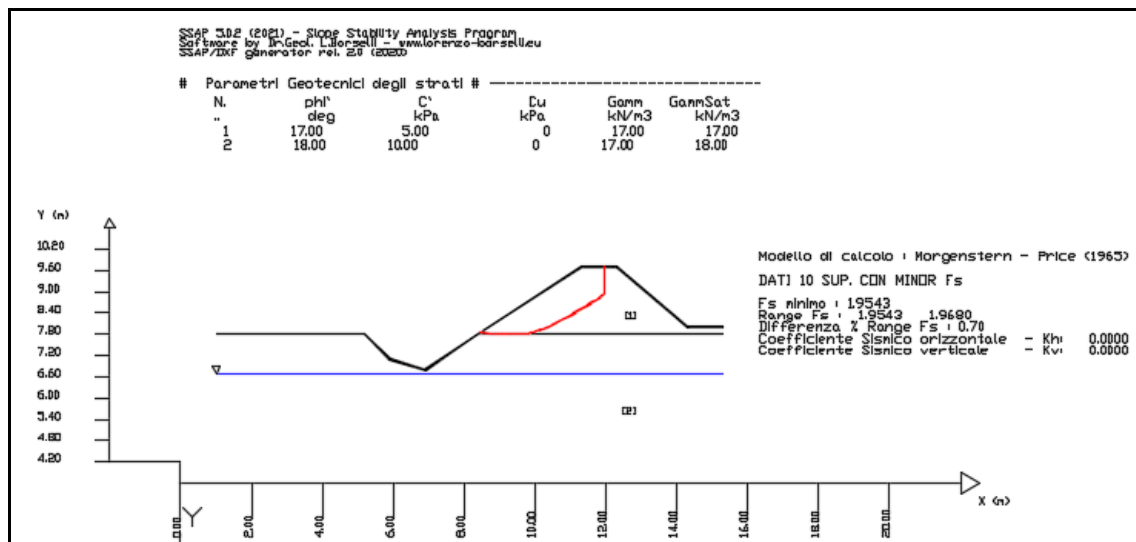
SEZIONE N.1-b



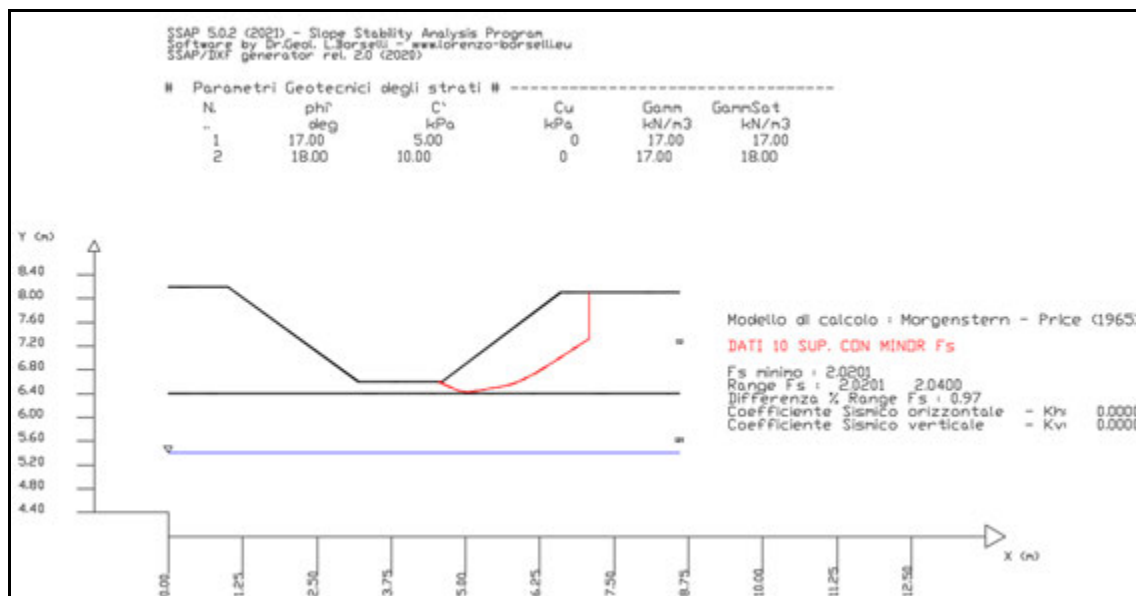
SEZIONE N.2-a



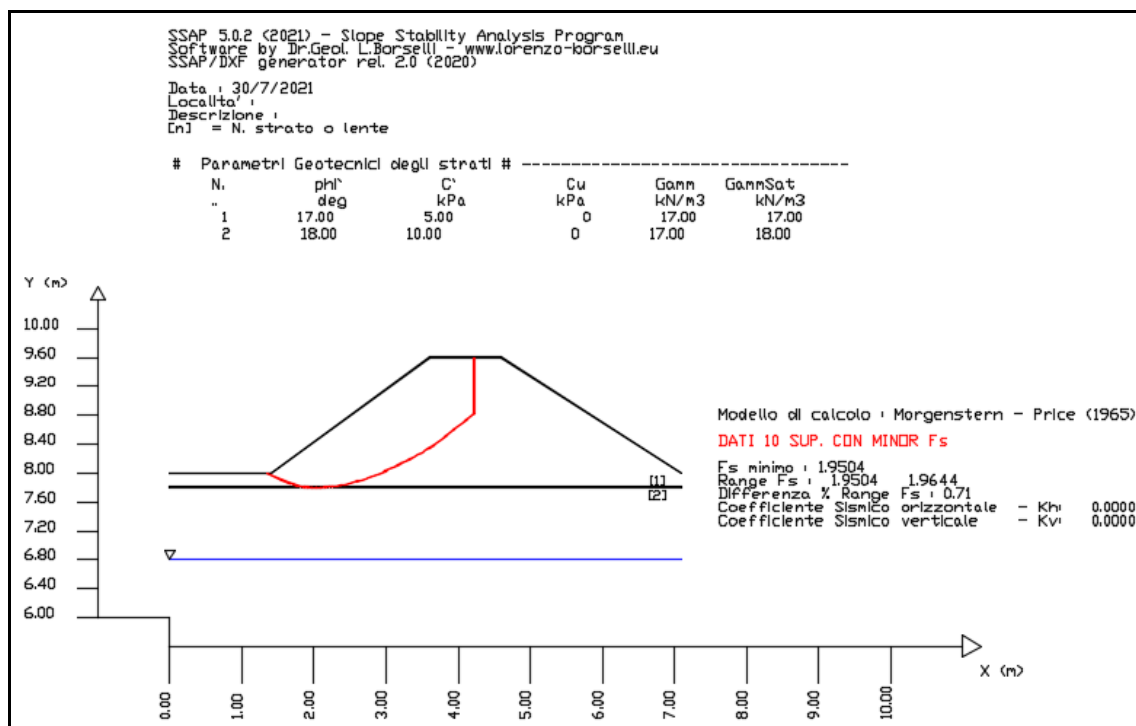
SEZIONE N.2-b



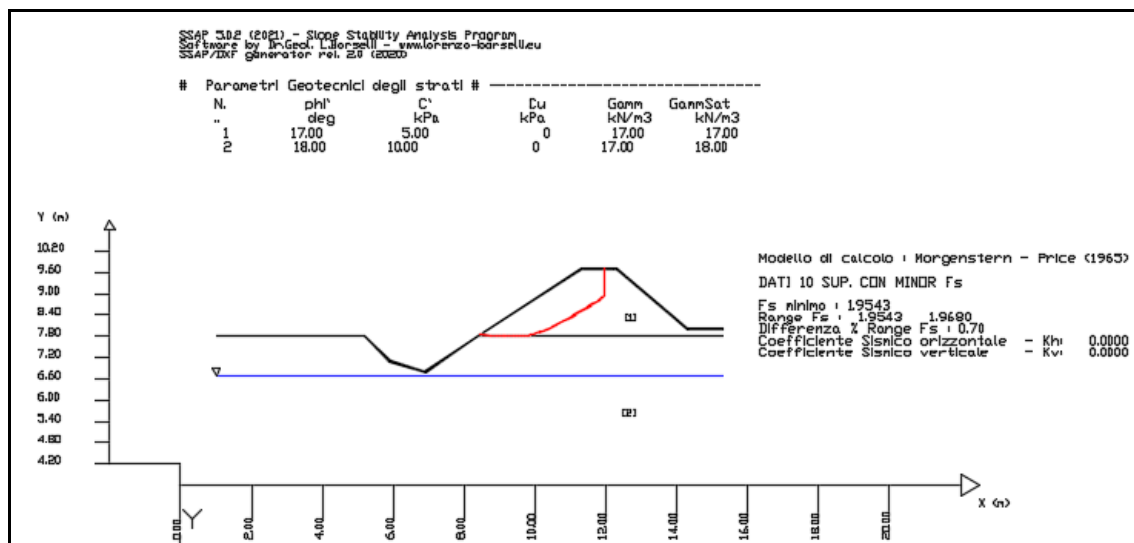
SEZIONE N.3-a



SEZIONE N.3-b

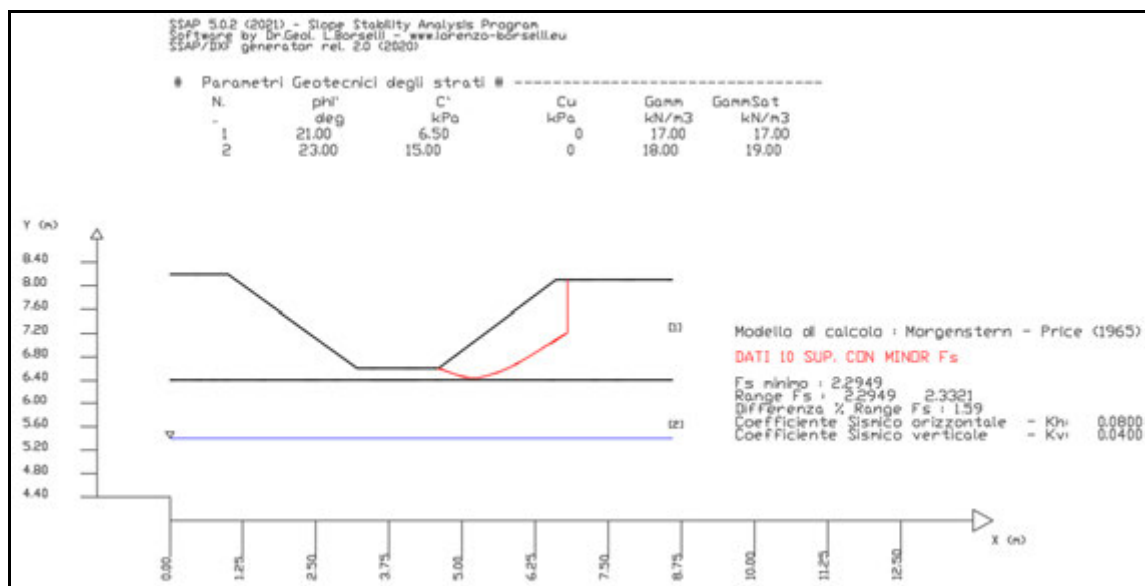


SEZIONE N.3-c

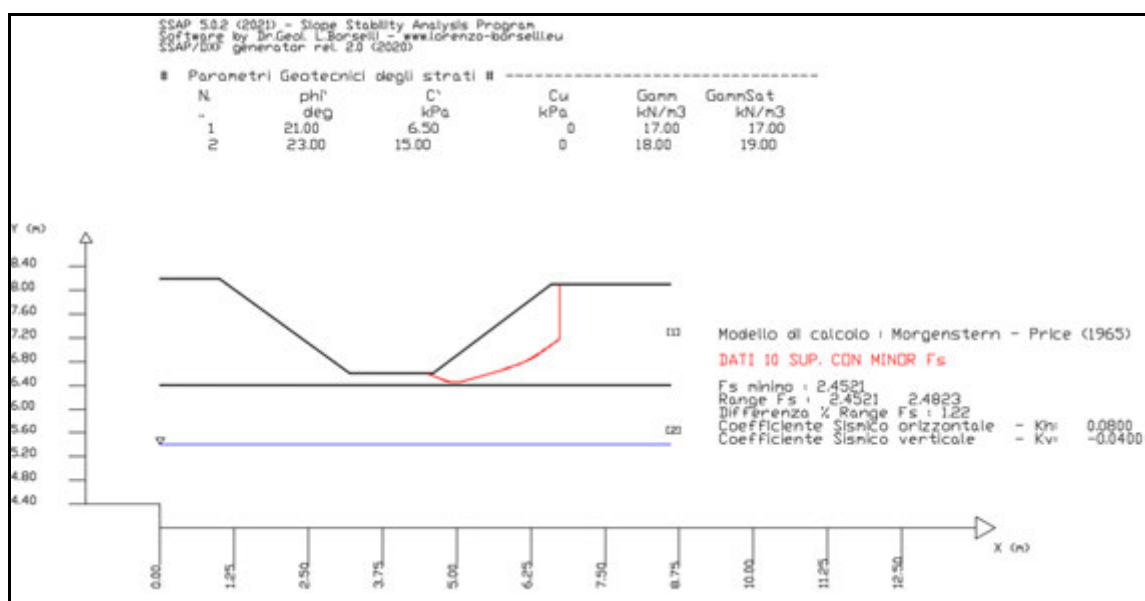


10.7.2 VERIFICHE IN CONDIZIONI SISMICHE

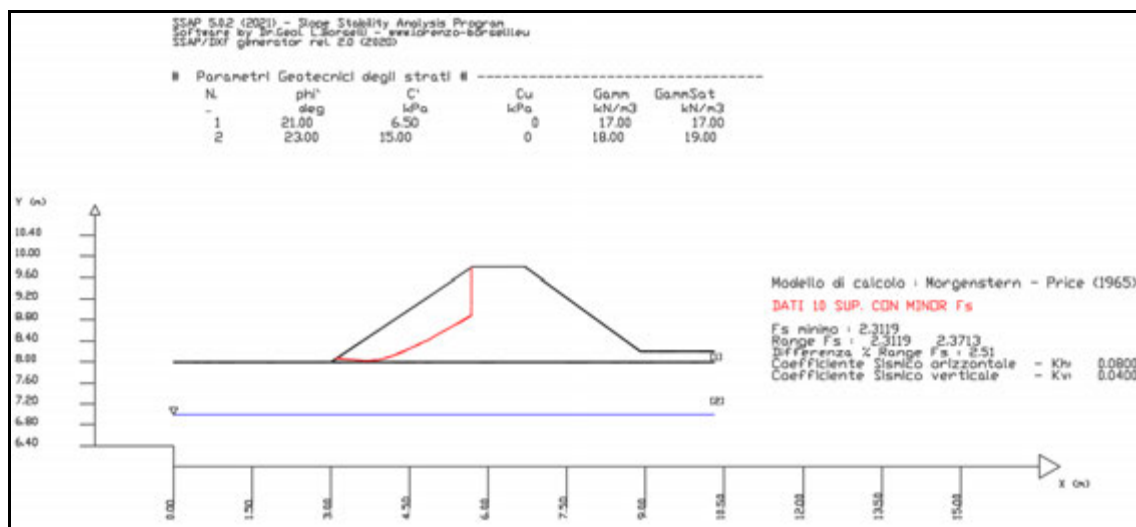
SEZIONE N.1-a (+Kv)



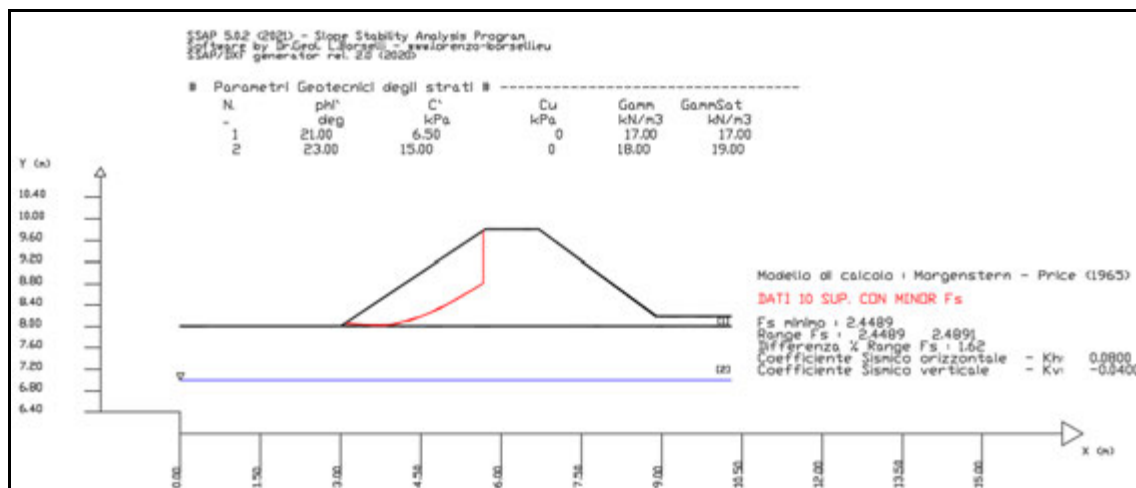
SEZIONE N.1-a (-Kv)



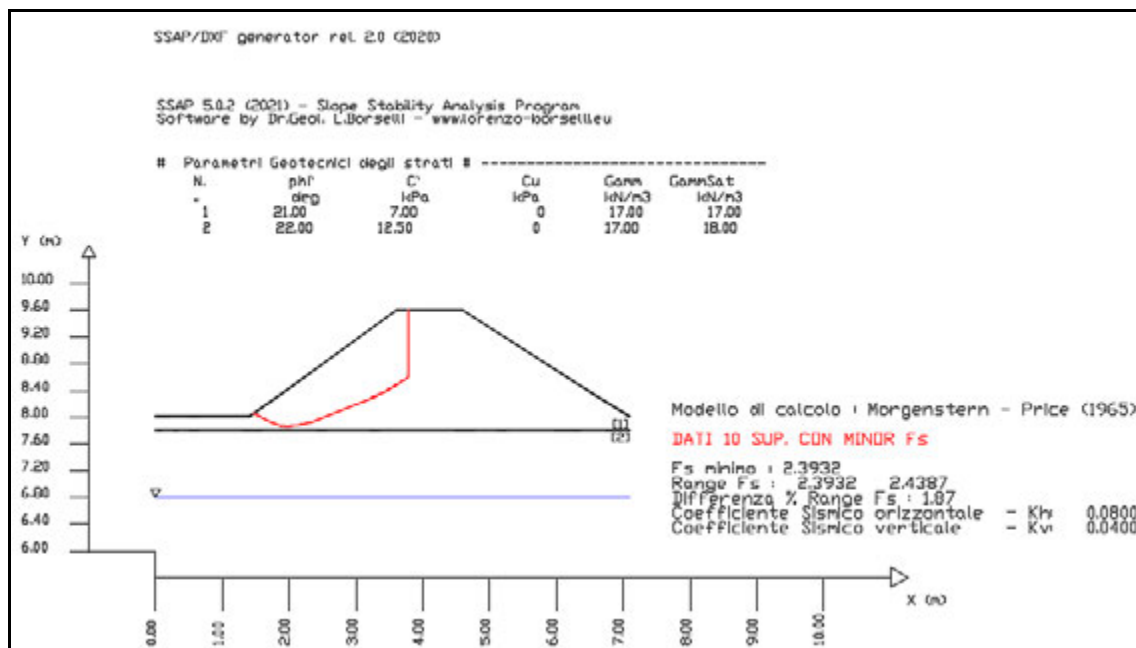
SEZIONE N.1-b (+Kv)



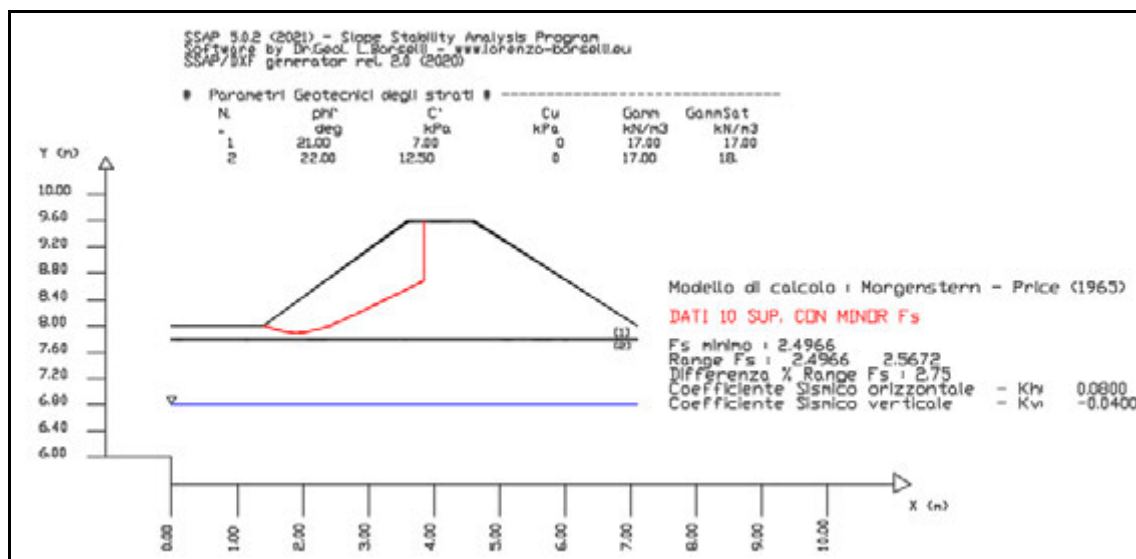
SEZIONE N.1-b (-Kv)



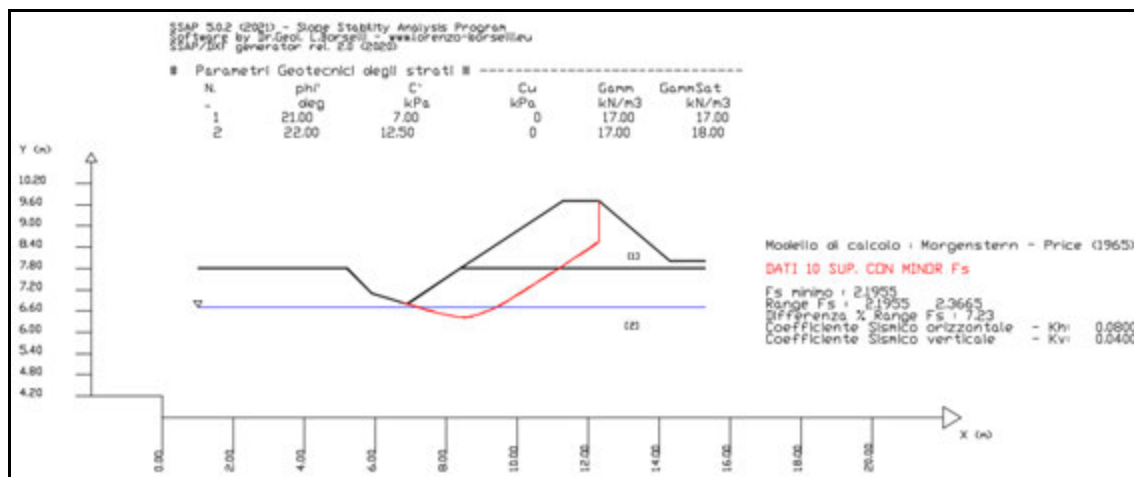
SEZIONE N.2-a (+Kv)



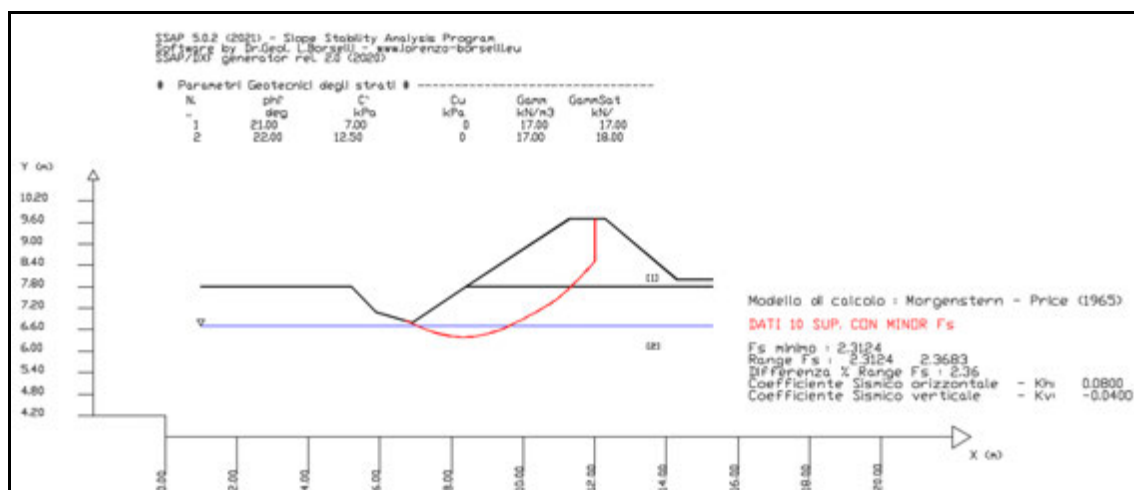
SEZIONE N.2-a (-Kv)



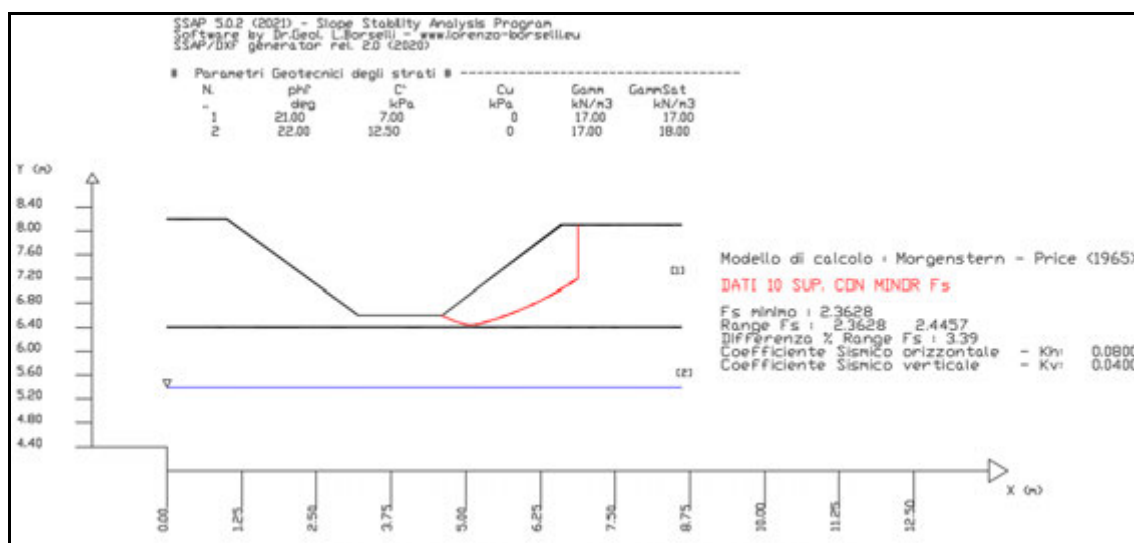
SEZIONE N.2-b (+Kv)



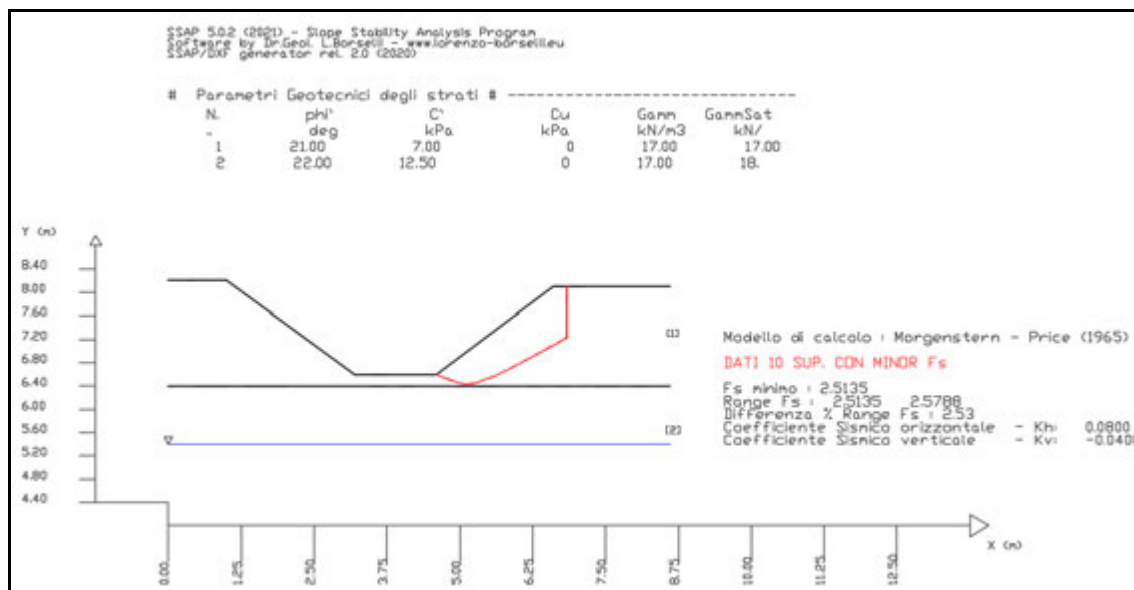
SEZIONE N.2-b (-Kv)



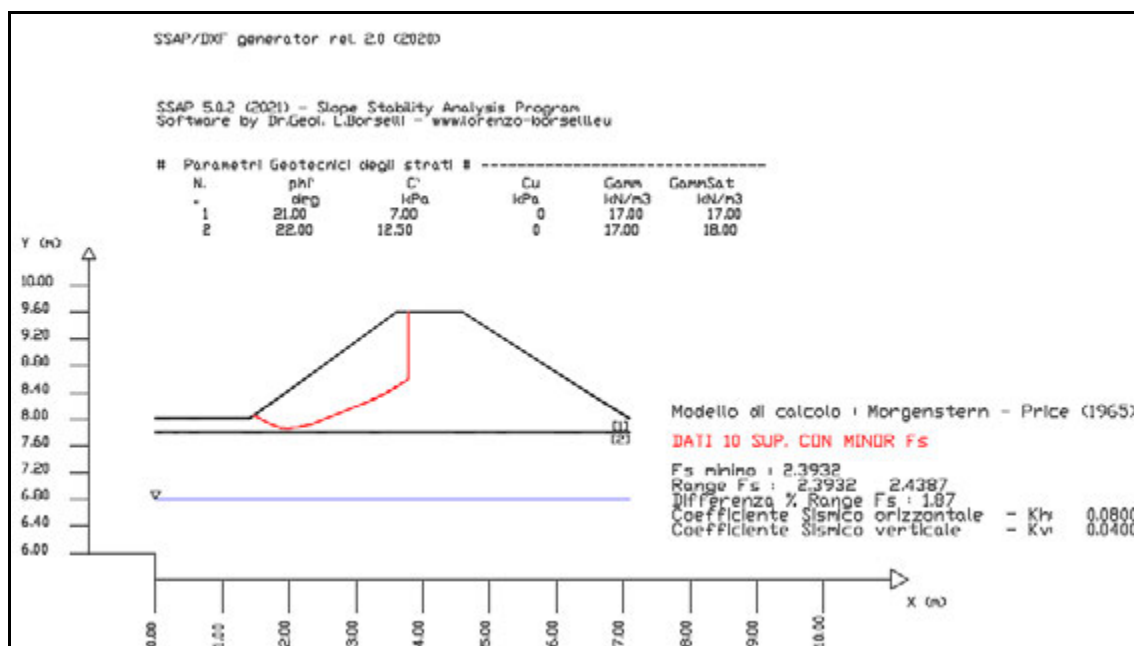
SEZIONE N.3-a (+Kv)



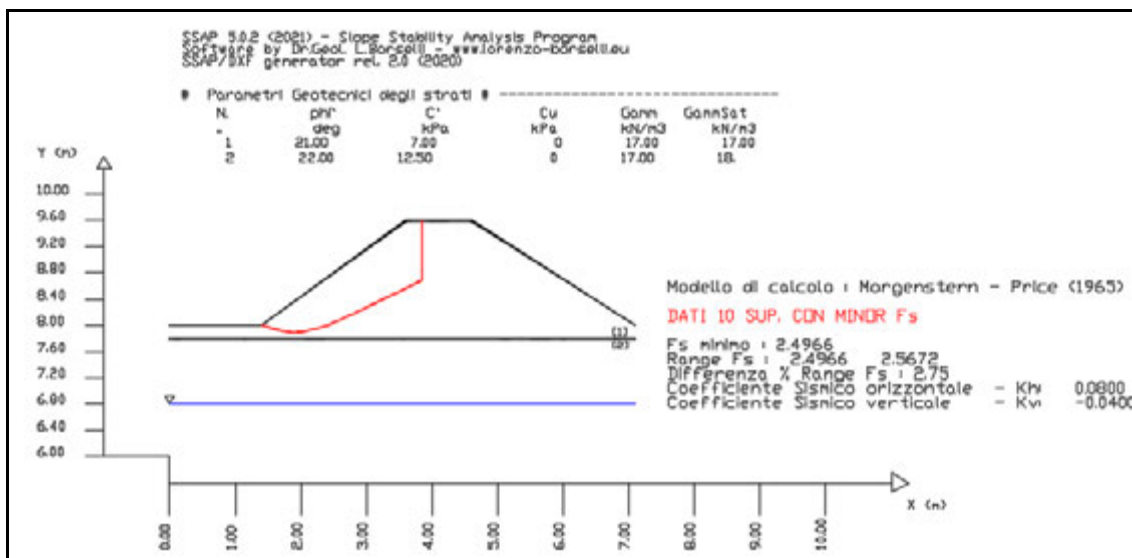
SEZIONE N.3-a (-Kv)



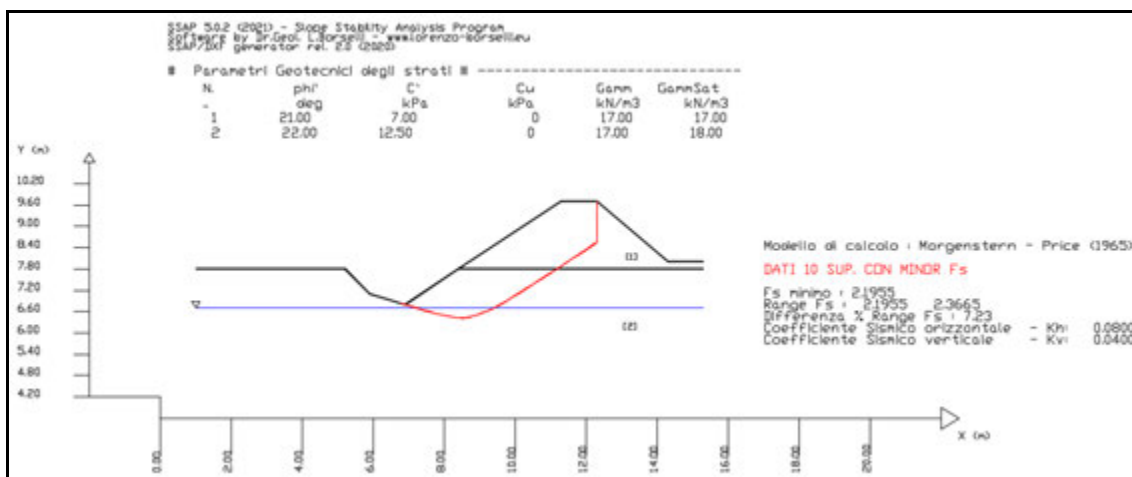
SEZIONE N.3-b (+Kv)



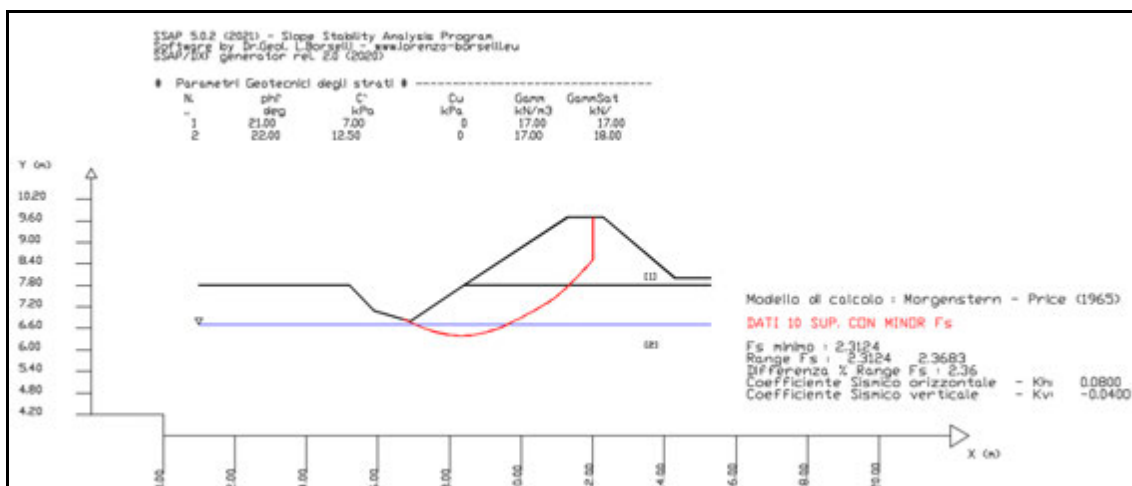
SEZIONE N.3-b (-Kv)



SEZIONE N.3-c (+Kv)



SEZIONE N.3-c (-Kv)



10.8 RISULTANZE DELLE VERIFICHE

Le verifiche condotte sulle Sezioni hanno portato ai seguenti risultati

N. sezione	FS Verifica statica	FS Verifica sismica (+kv)	FS Verifica sismica (-kv)
SEZ1-a	2.0158	2.2949	2.4521
SEZ1-b	2.0076	2.3119	2.4489
SEZ2-a	1.9504	2.3932	2.4966
SEZ2-b	1.9543	2.1955	2.3124
SEZ3-a	2.0201	2.3628	2.5135
SEZ3-b	1.9504	2.3932	2.4966
SEZ3-c	1.9543	2.1955	2.3124

I valori ottenuti sono tutti al di sopra dell'unità indicando pertanto stabilità del fronte di scavo verificato ($F.S > 1.1$ verifiche statiche, $F.S > 1.2$ verifiche sismiche).

Dr. Ing. Valentina Mucchi
Dott. Ing.
Valentina Mucchi
N. 2253
Anno Iscr. 2019
Settore Civile Ambientale
SEZIONE 4

Dr. Geol. Antonio Mucchi

ALLEGATO 1

Rapporti di prova CPTU

Via Della Paglia, 26 /C 44121 Ferrara
Tel: 0532/472702
Cell.: 335314457-3356559327
P.IVA - C.F. 01353780388

Committente: Dr. Geol. Mucchi

Cantiere: Valle Lepri

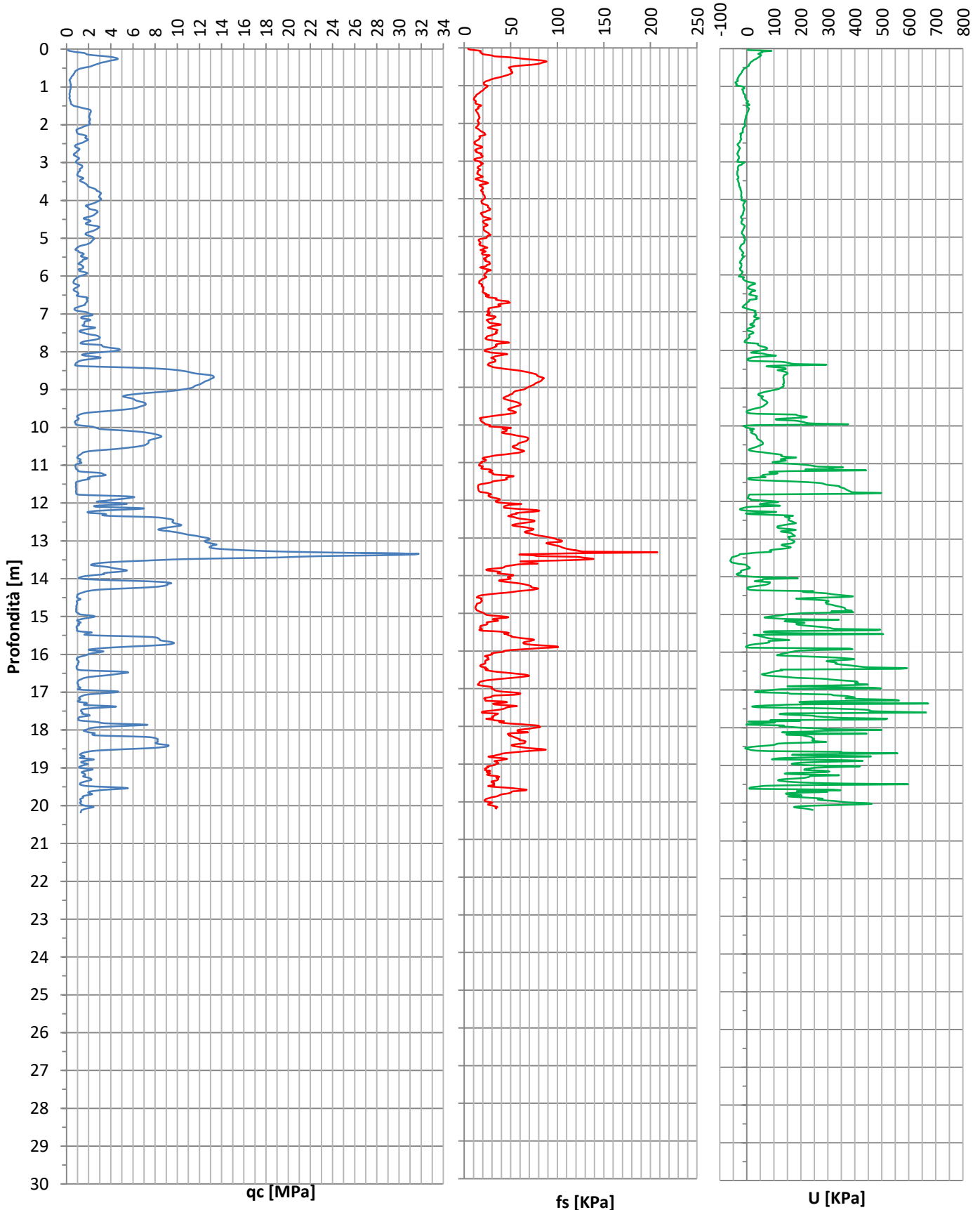
Profondità
(m): 20.00

CPTU 1

Q. inizio (m) : p.c.

Preforo (m): 0.00

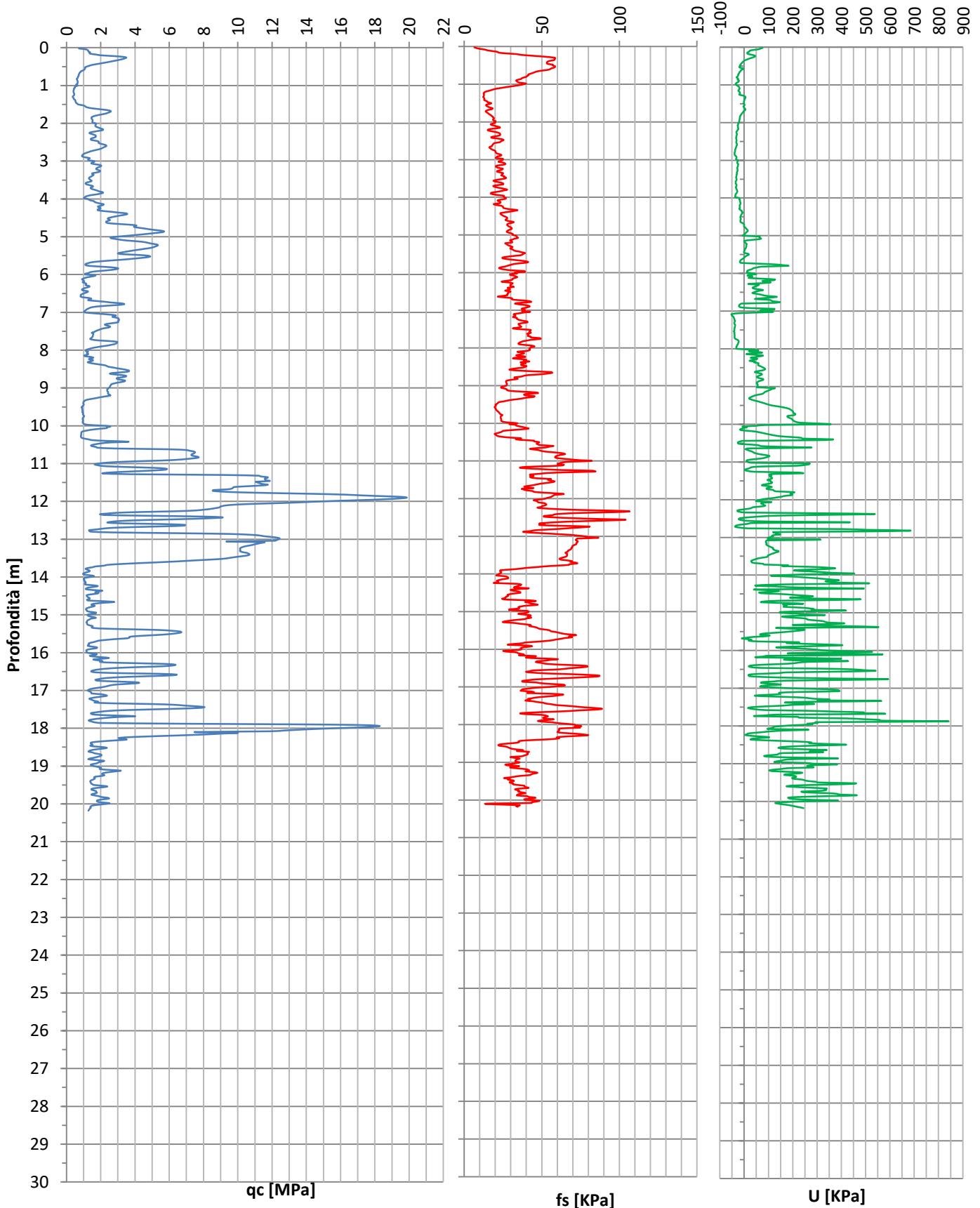
Q. falda (m): -1.20

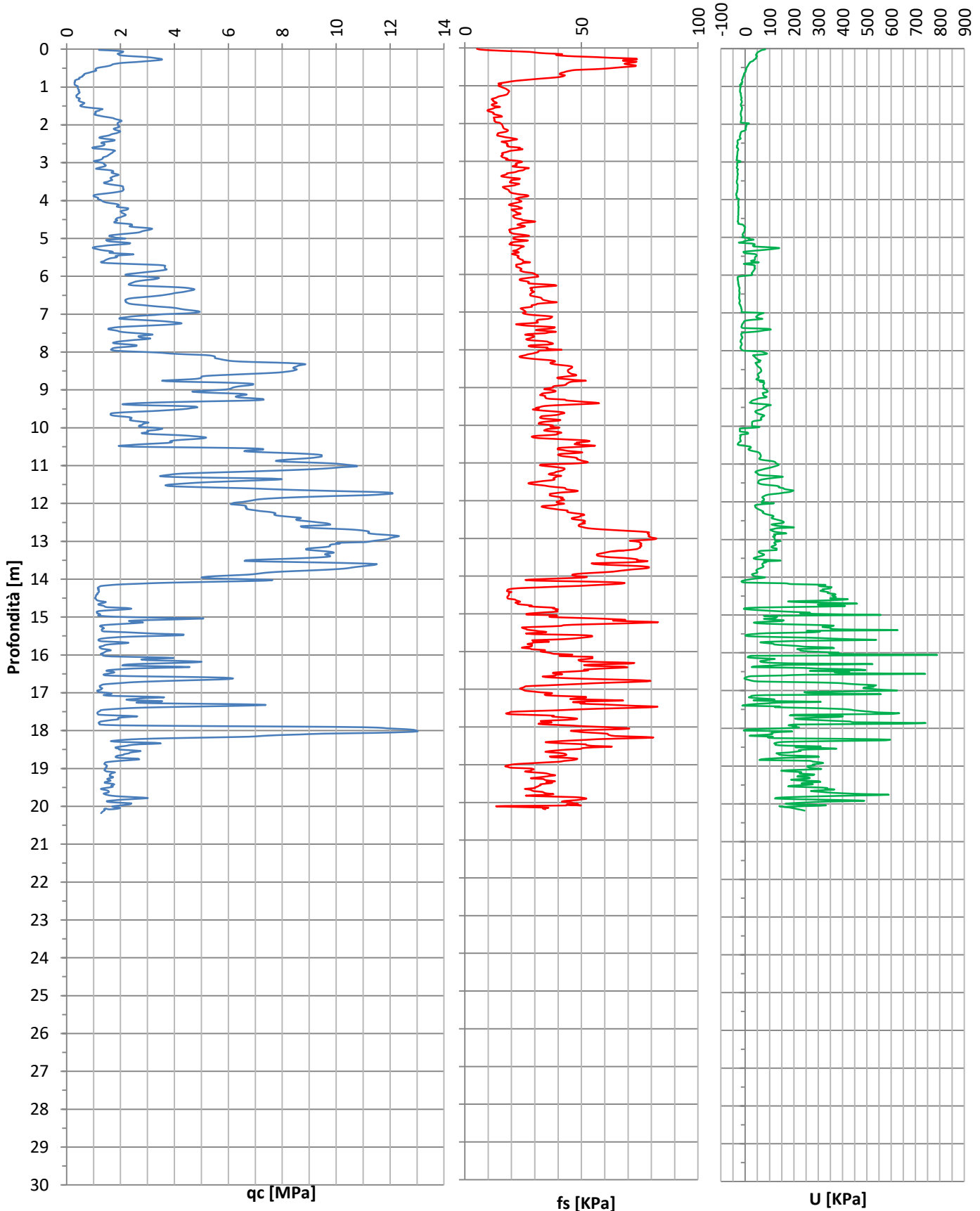


Q. inizio (m) : p.c.

Preforo (m): 0.00

Q. falda (m): -1.10





Via Della Paglia, 26 /C 44121 Ferrara
Tel: 0532/472702
Cell.: 335314457-3356559327
P.IVA - C.F. 01353780388

Committente: Dr. Geol. Mucchi

Cantiere: Valle Lepri

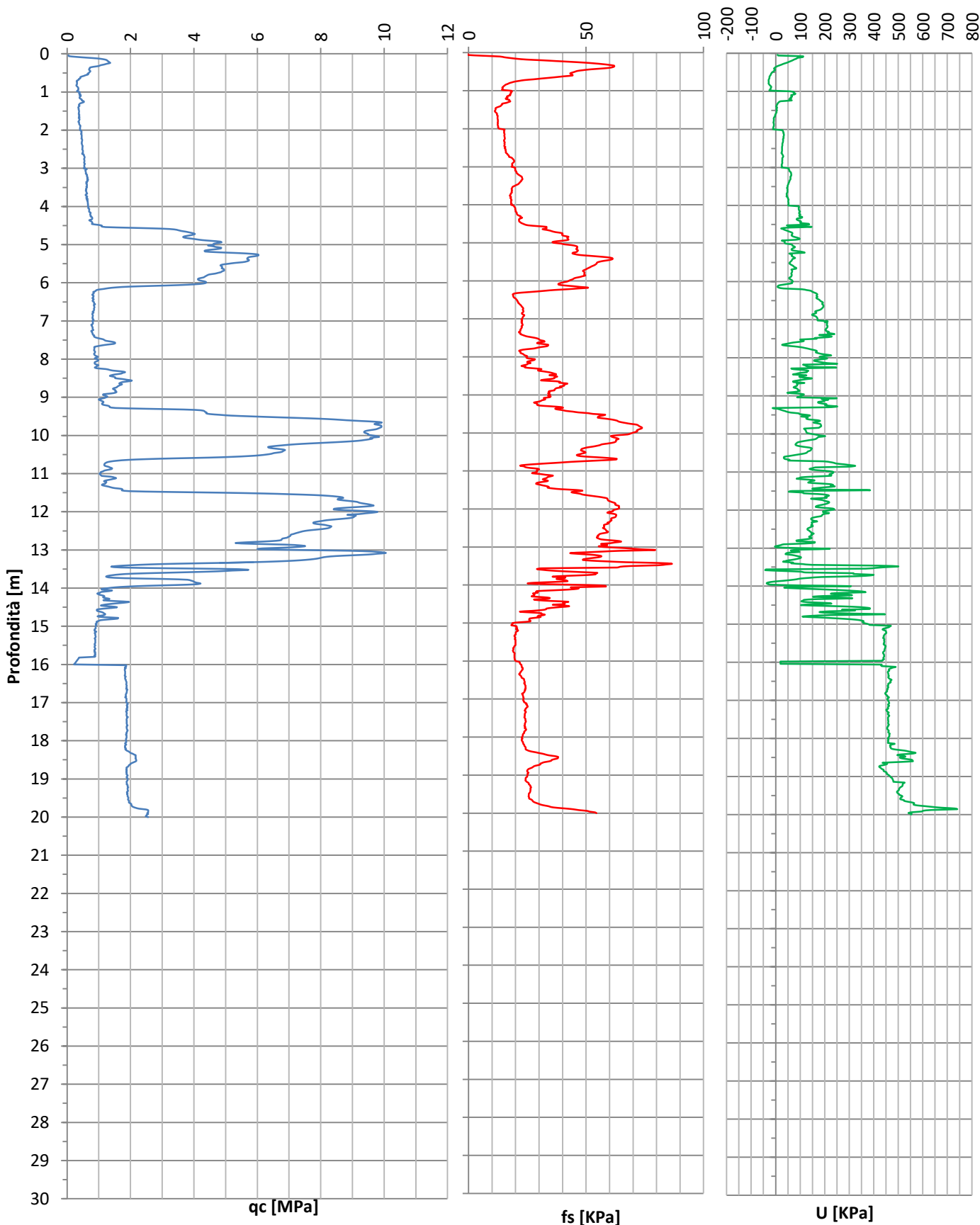
Profondità (m): 20.00

CPTU 4

Q. inizio (m) : p.c.

Preforo (m): 0.00

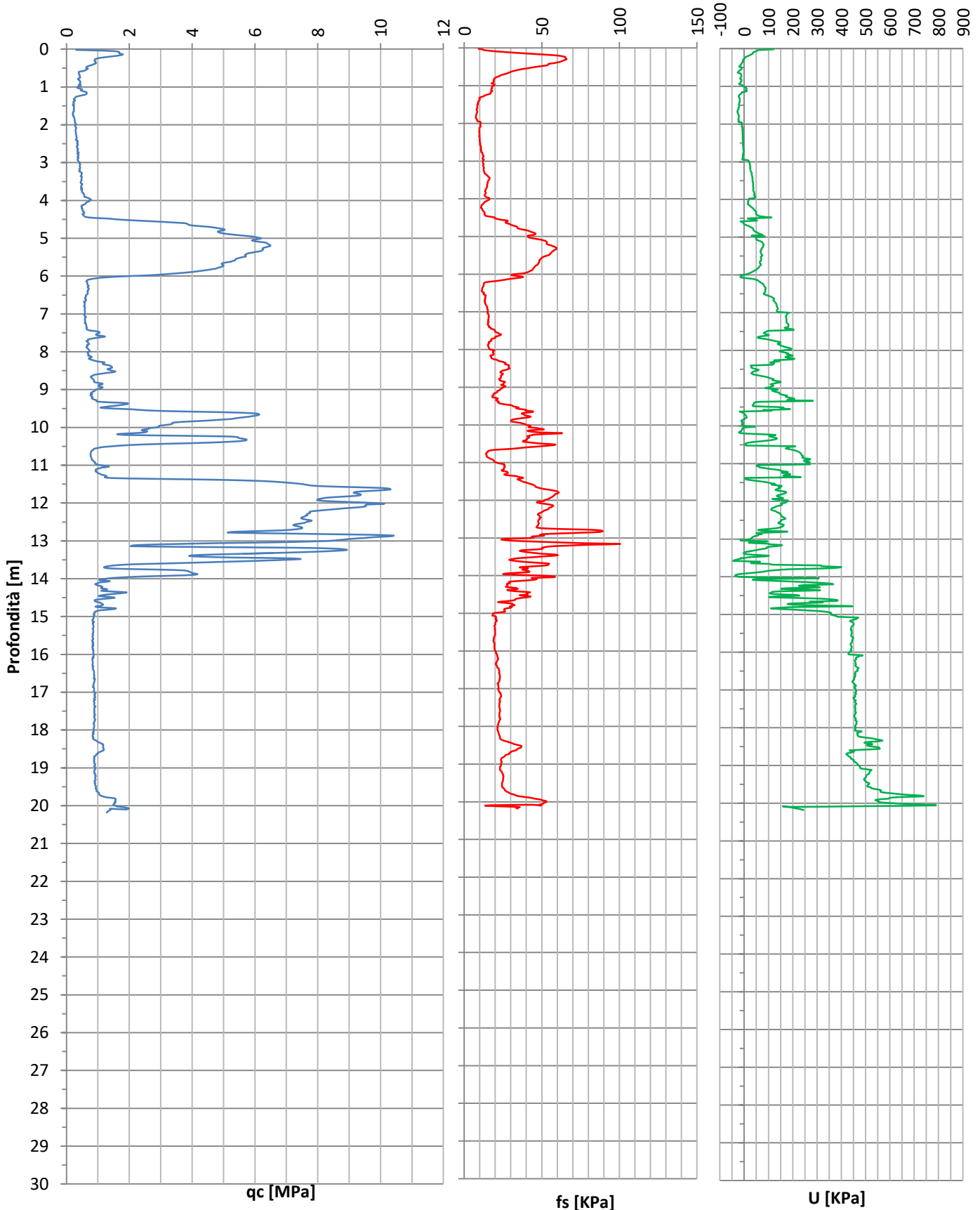
Q. falda (m): f.c. a -1.20 m

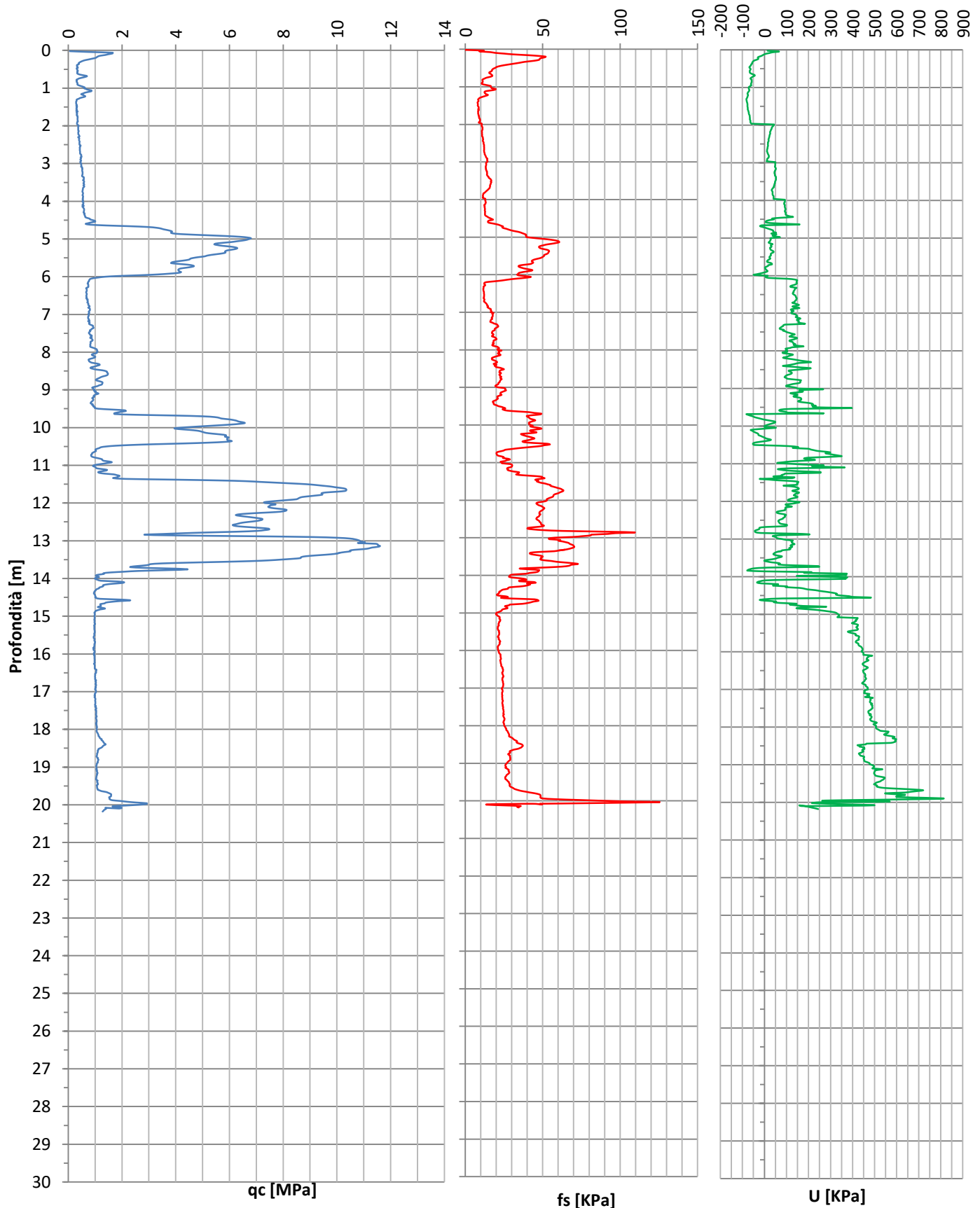


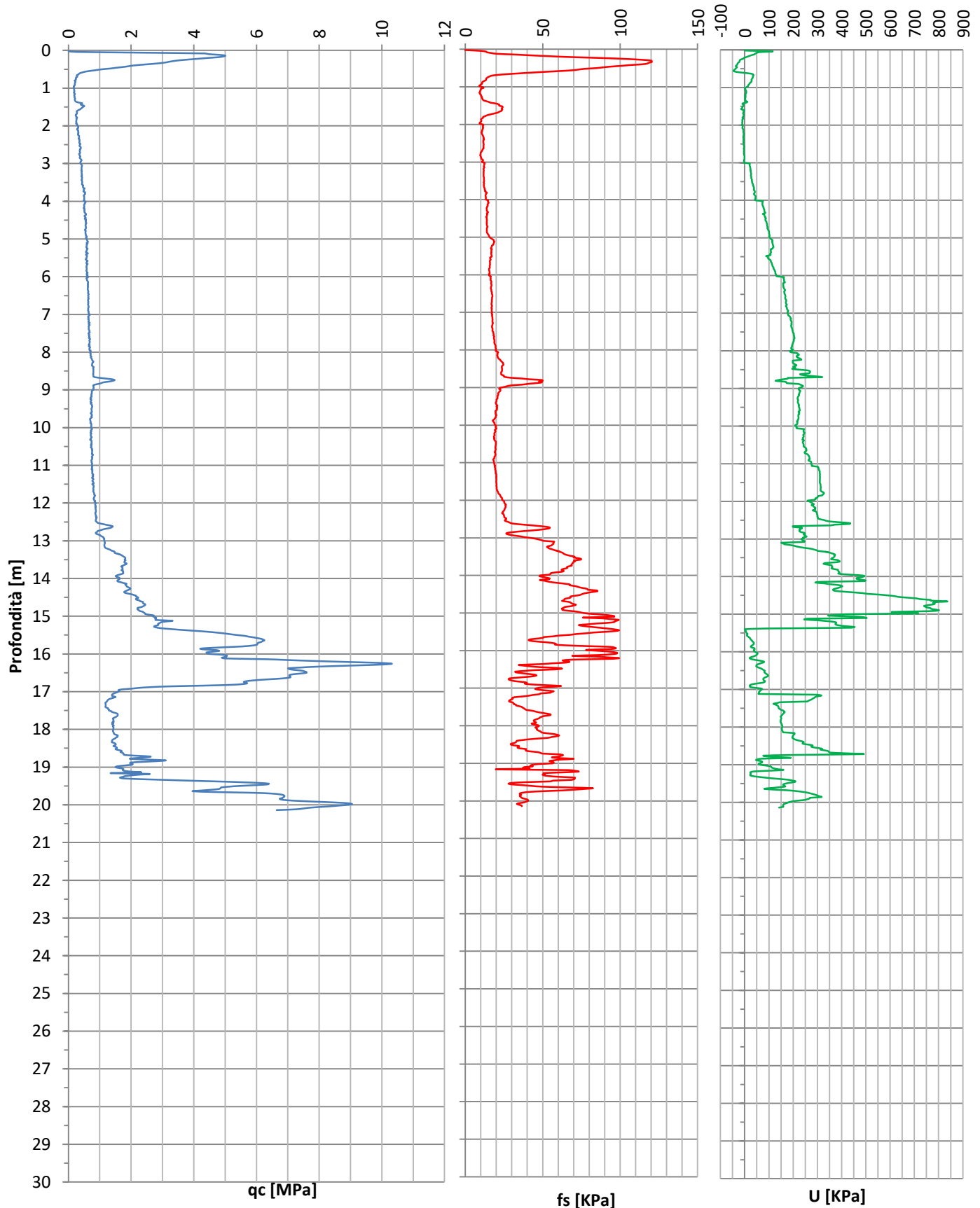
Q. inizio (m) : p.c.

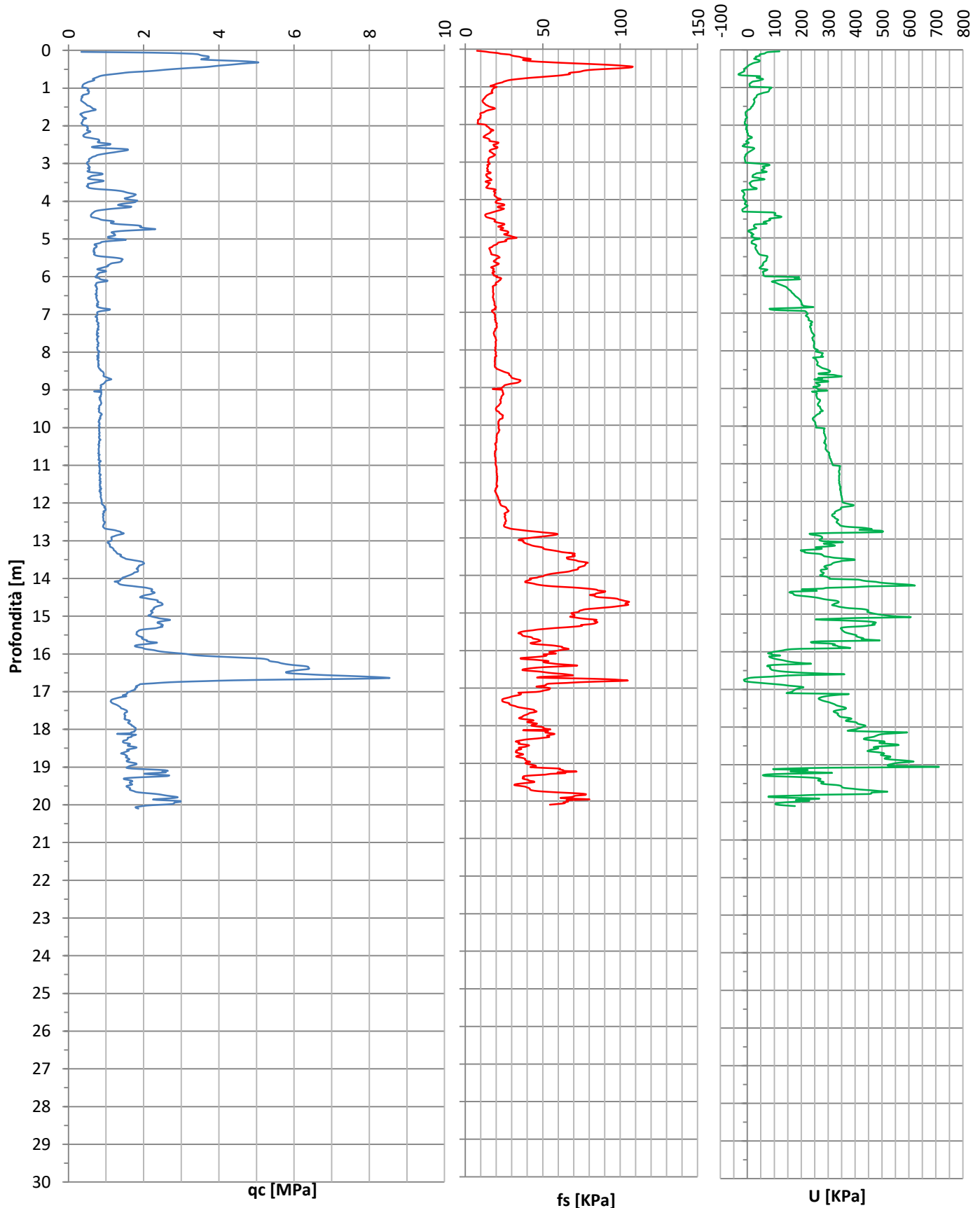
Preforo (m): 0.00

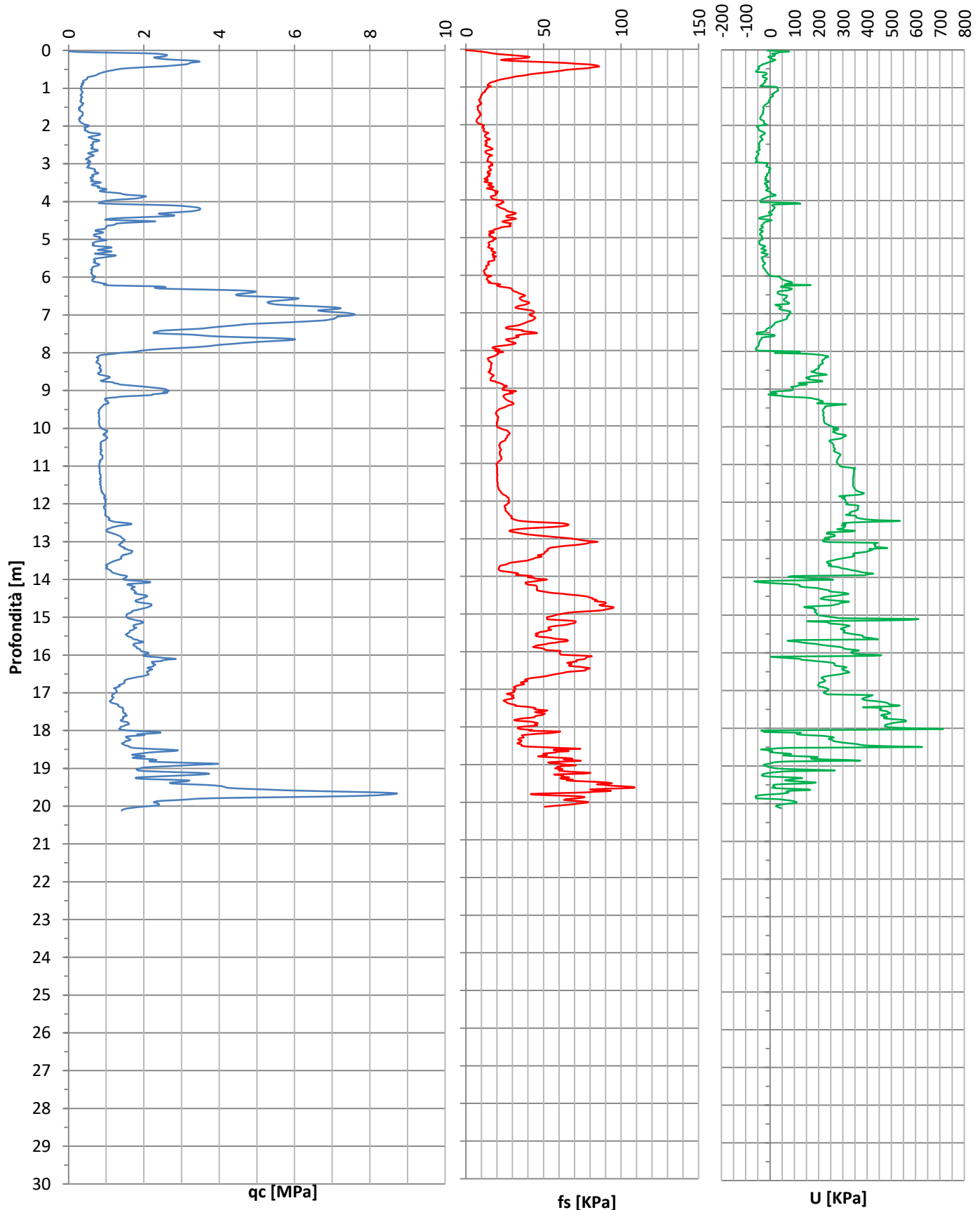
Q. falda (m): f.c. a -1.70m











ALLEGATO 2

Rapporti di prova indagini H/V

MEZZANO MUCCHI 21, MEZZANO SP79 CPTU1-3

Instrument: TRZ-0009/01-09

Start recording: 23/07/21 17:12:30 End recording: 23/07/21 17:32:30

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Trace length: 0h20'00". Analyzed 85% trace (manual window selection)

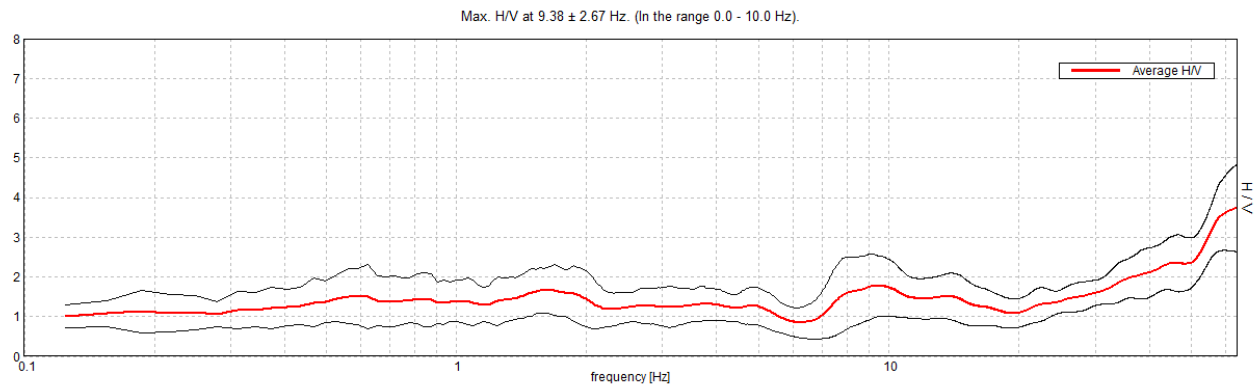
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

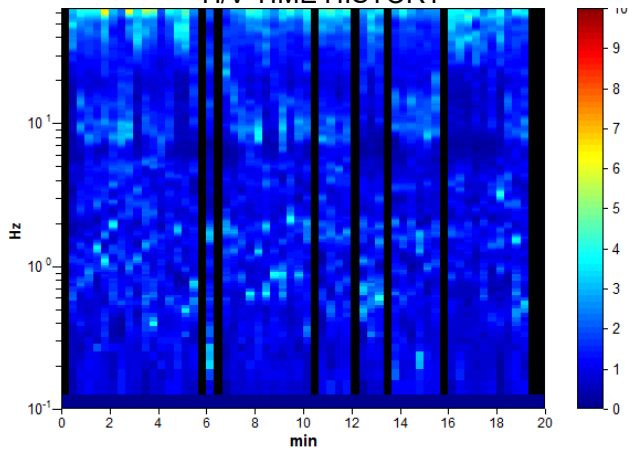
Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

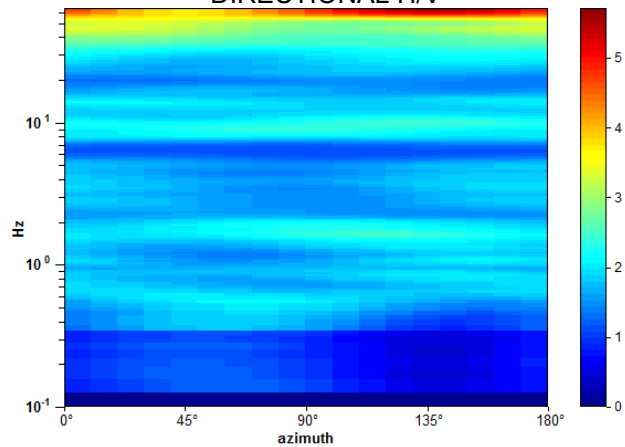
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



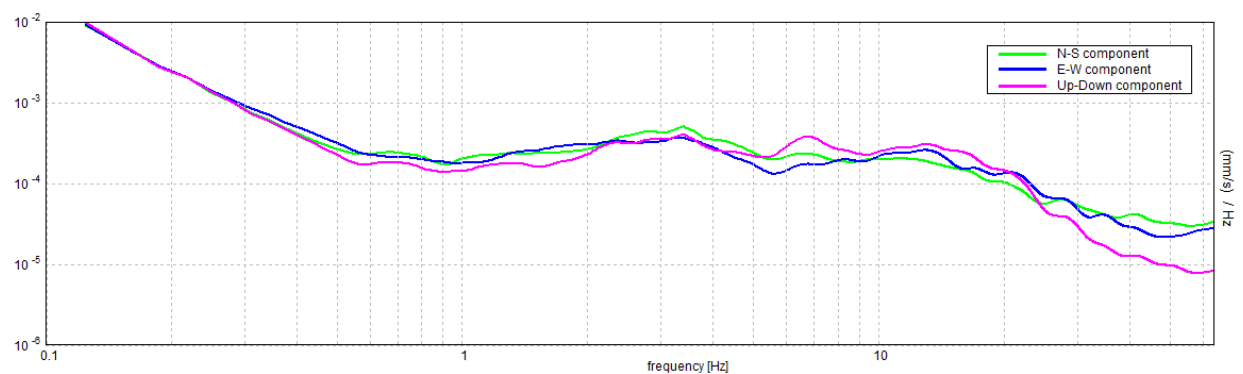
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

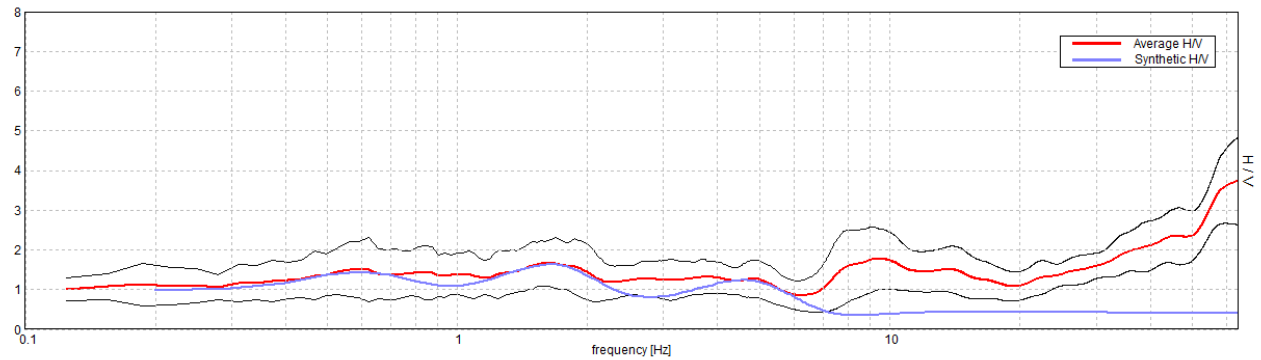


SINGLE COMPONENT SPECTRA



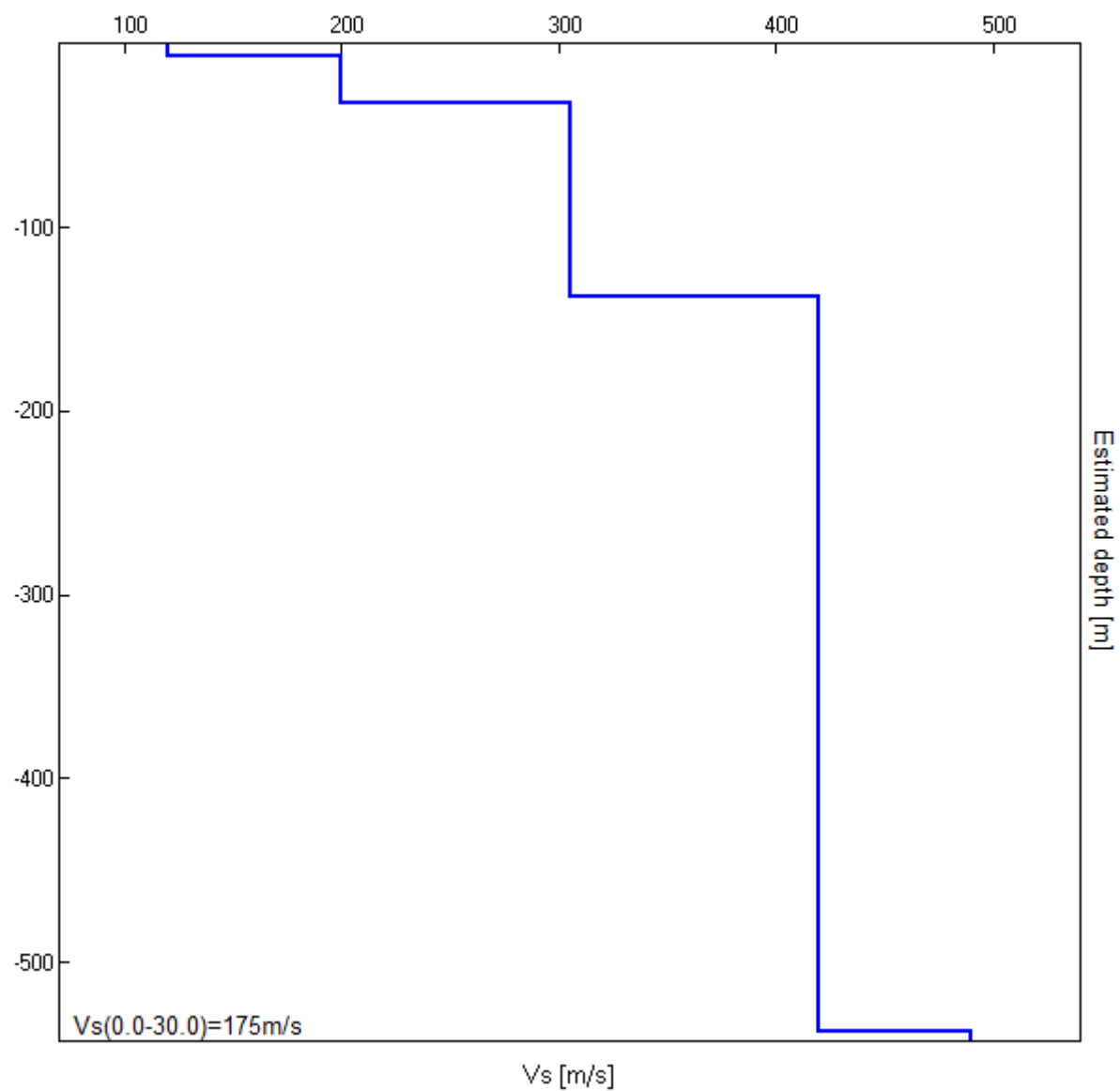
EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 9.38 ± 2.67 Hz. (In the range 0.0 - 10.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
6.50	6.50	120	0.49
32.50	26.00	200	0.48
137.50	105.00	305	0.46
537.50	400.00	420	0.44
inf.	inf.	490	0.42

Vs(0.0-30.0)=175m/s



Max. H/V at 9.38 ± 2.67 Hz (in the range 0.0 - 10.0 Hz).

MEZZANO MUCCHI 21, MEZZANO SP79 CPTU4-6

Instrument: TRZ-0009/01-09

Start recording: 23/07/21 17:46:02 End recording: 23/07/21 18:06:02

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Trace length: 0h20'00". Analyzed 82% trace (manual window selection)

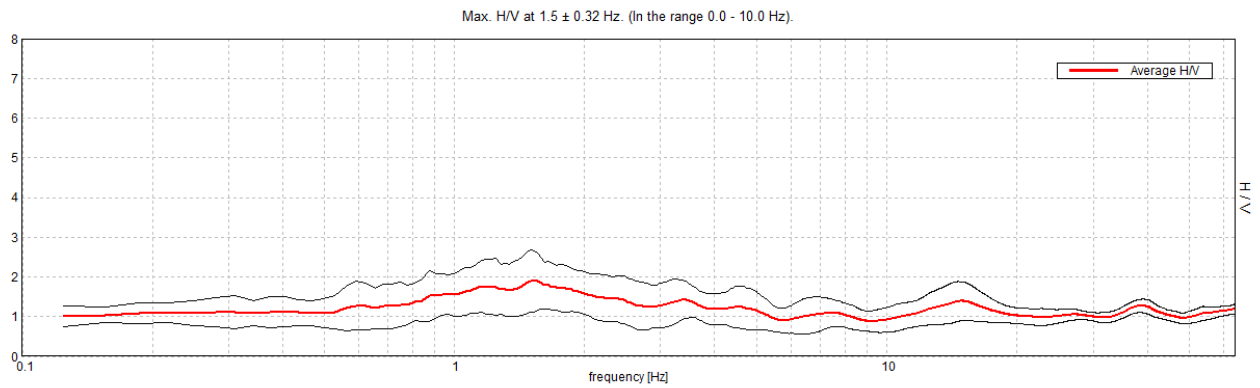
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

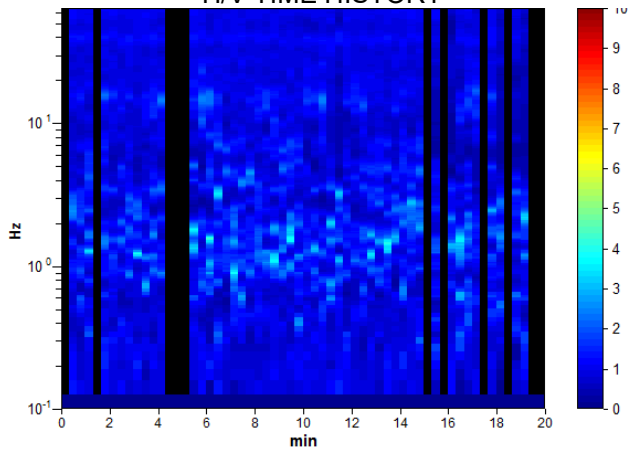
Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

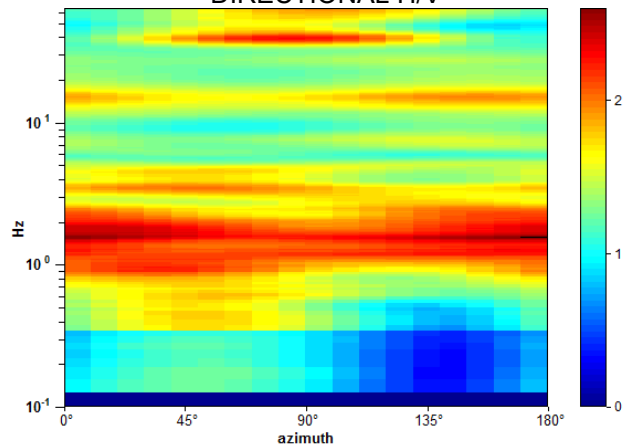
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



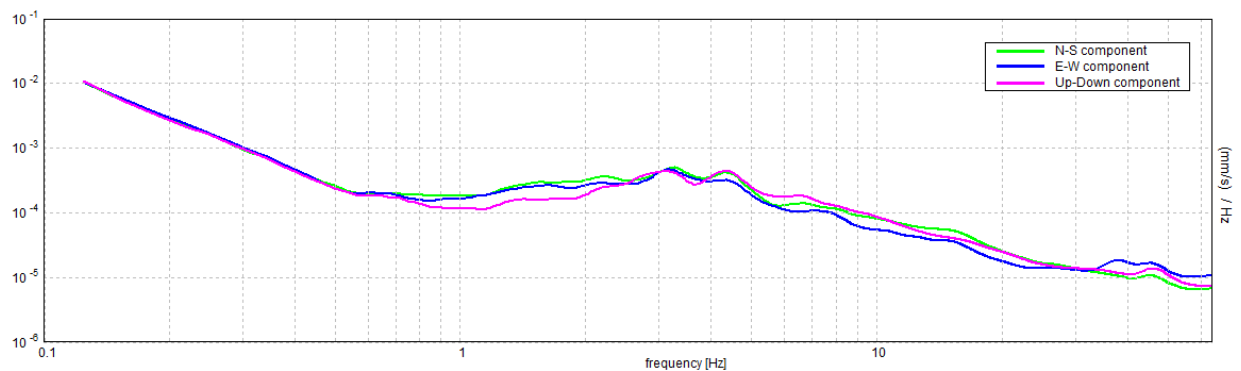
H/V TIME HISTORY



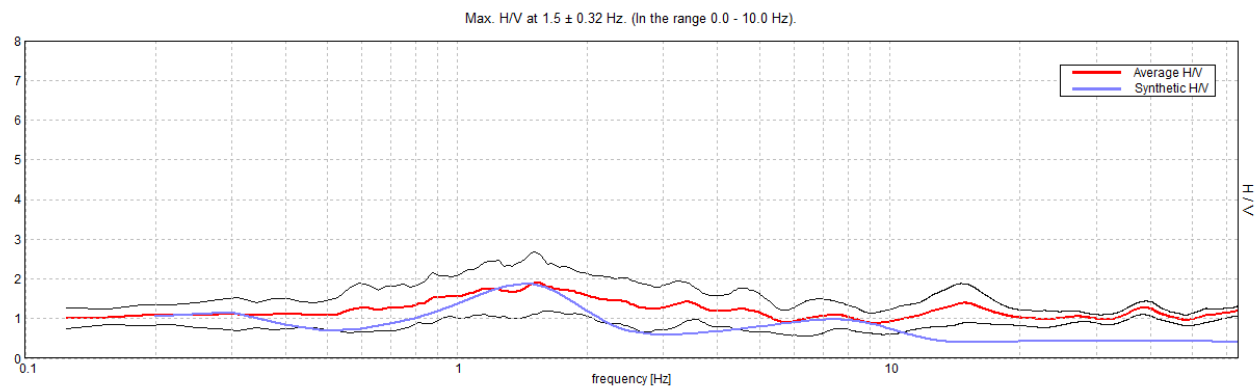
DIRECTIONAL H/V



INGLE COMPONENT SPECTRA

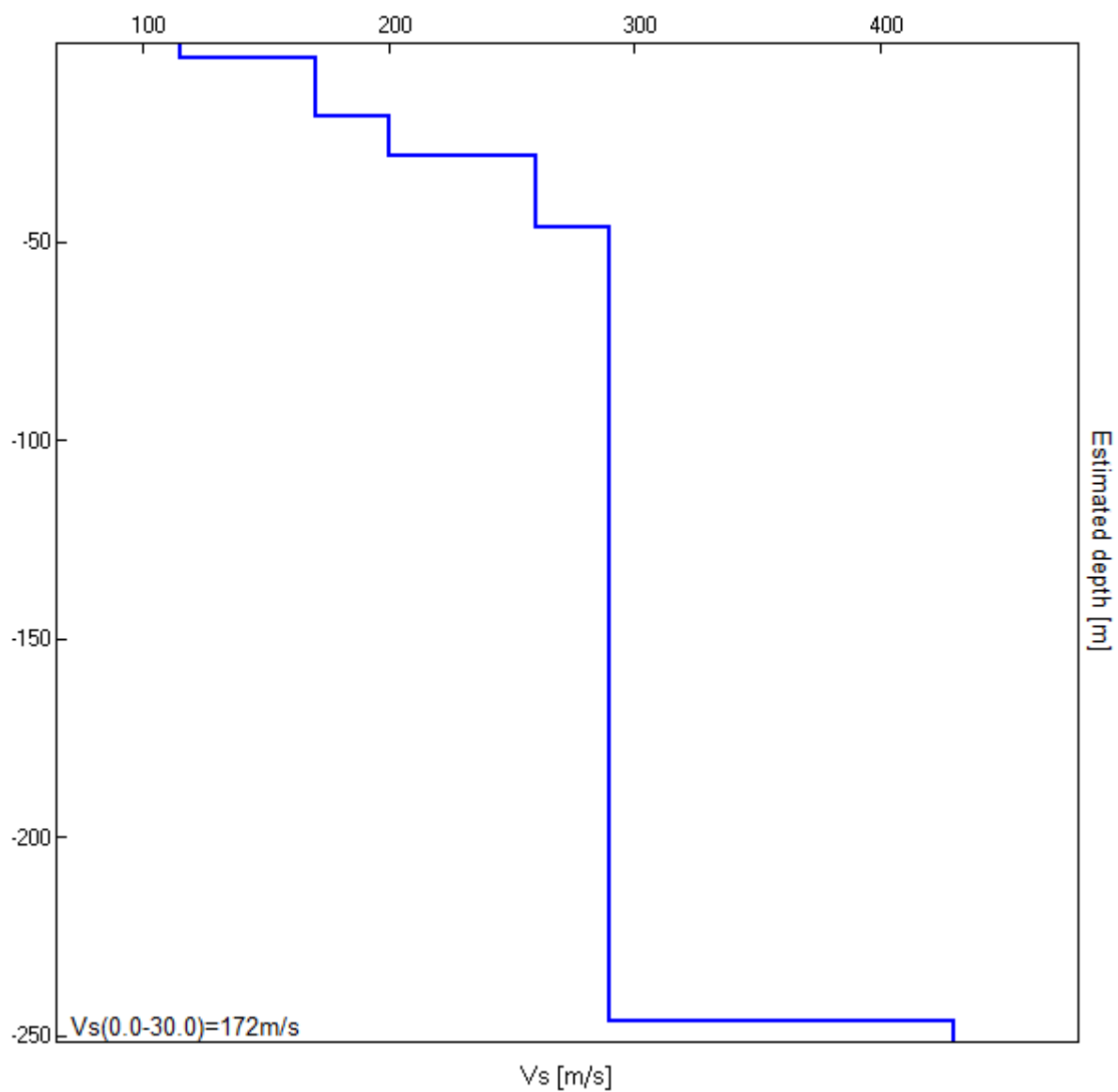


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
3.50	3.50	115	0.49
18.50	15.00	170	0.48
28.50	10.00	200	0.46
46.50	18.00	260	0.44
246.50	200.00	290	0.42
inf.	inf.	430	0.42

Vs(0.0-30.0)=172m/s



Max. H/V at 1.5 ± 0.32 Hz (in the range 0.0 - 10.0 Hz).

GRILLA FOLDER, MEZZANO MUCCHI CPTU7

Instrument: TRZ-0009/01-09

Start recording: 23/07/21 18:15:29 End recording: 23/07/21 18:35:30

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Trace length: 0h20'00". Analyzed 72% trace (manual window selection)

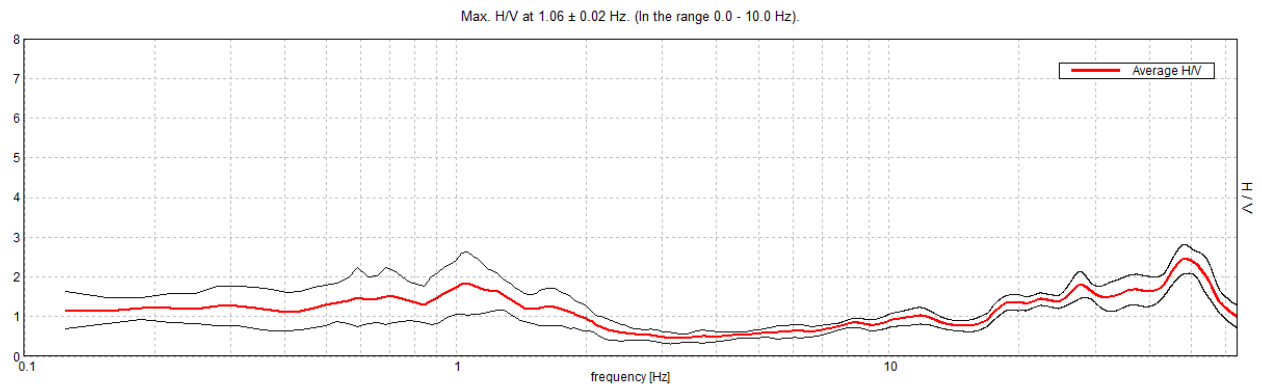
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

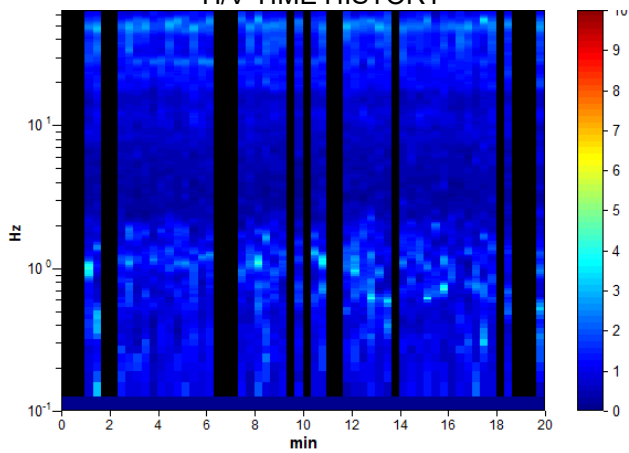
Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

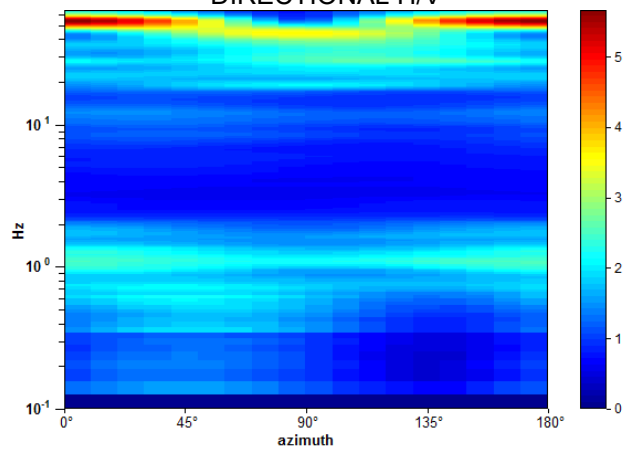
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



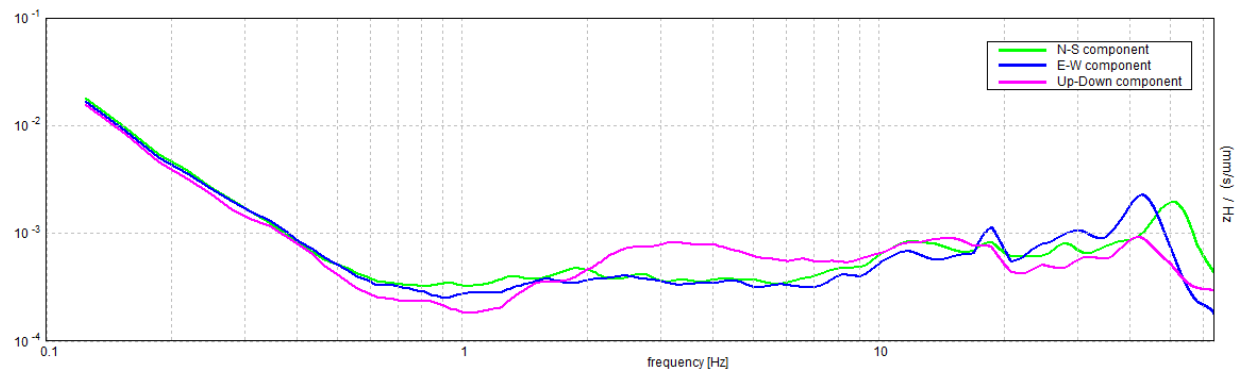
H/V TIME HISTORY



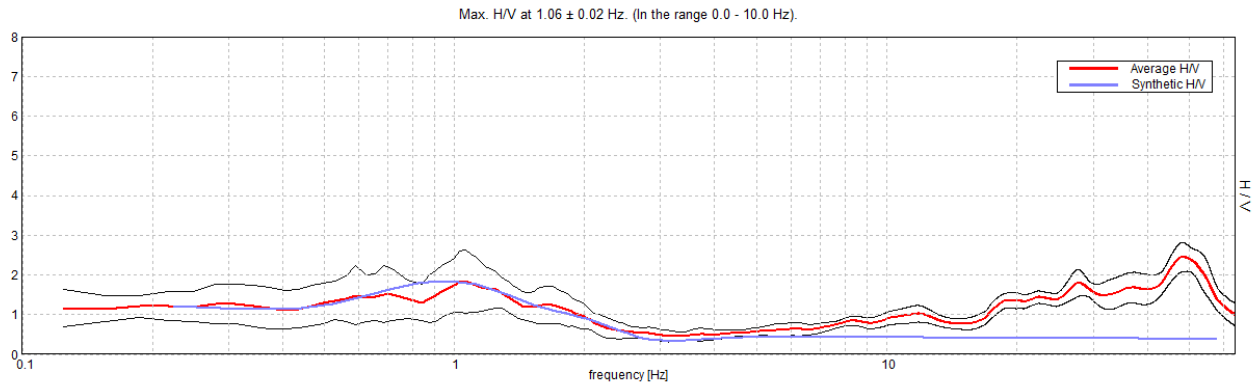
DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA

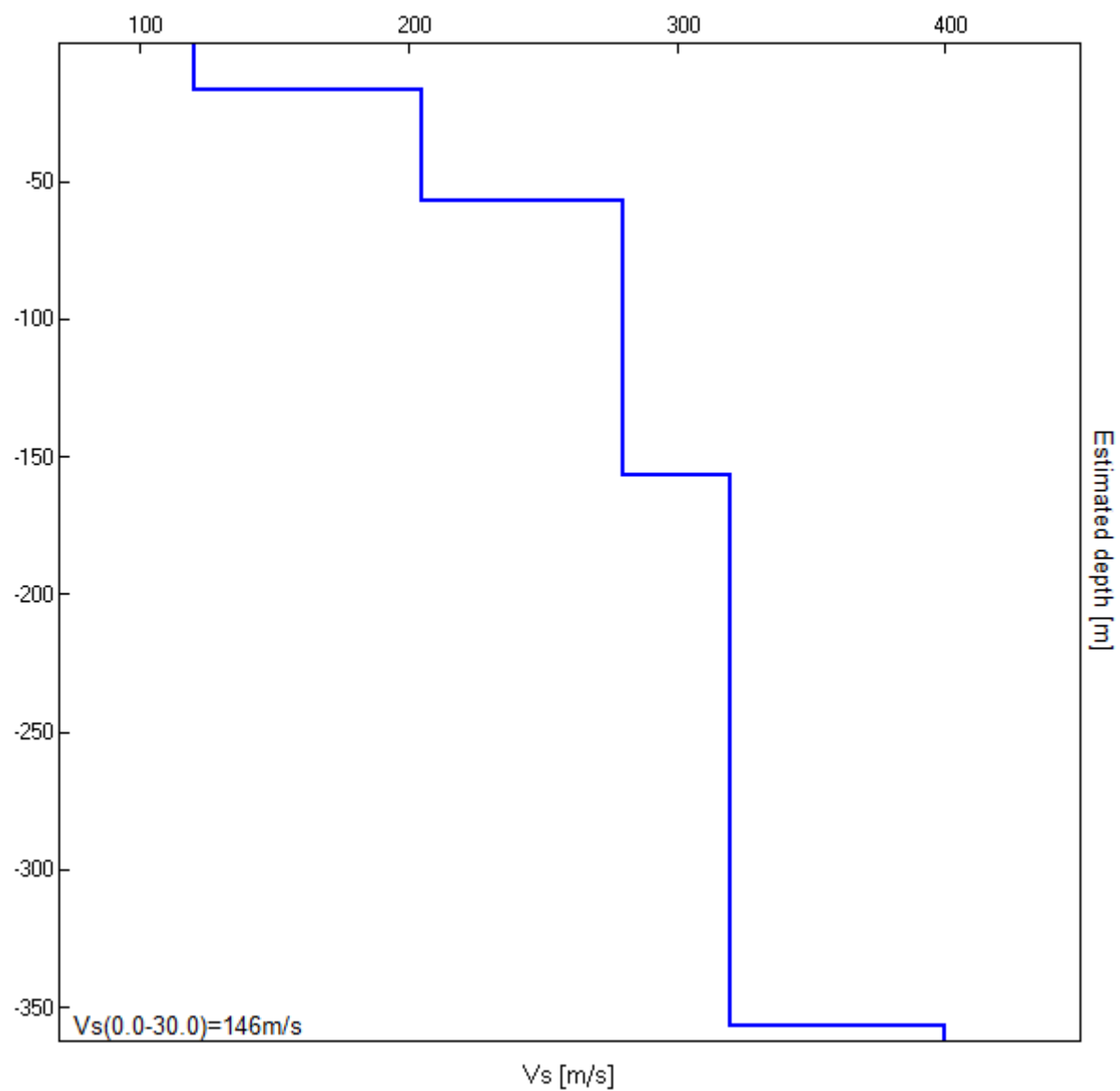


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
17.00	17.00	120	0.49
57.00	40.00	205	0.48
157.00	100.00	280	0.46
357.00	200.00	320	0.42
inf.	inf.	400	0.40

Vs(0.0-30.0)=146m/s



Max. H/V at 1.06 ± 0.02 Hz (in the range 0.0 - 10.0 Hz).

ALLEGATO 3

Stratigrafie sezioni geologiche



LABORATORIO GEOTECNICO Dr. Geol. Antonio Mucchi
Via Alberto Ascari, 8 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE) - Tel-fax 0532/815681 -
www.mucchilab.it - e-mail mucchilab@tin.it
Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e
certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n°380/01

STUDIO INGEGNERIA CIVILE Dr. Ing. Valentina Mucchi
Via Alberto Ascari, 8 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE) - Tel-fax 0532/815681

COMMITTENTE: CONSORZIO DI BONIFICA DELLA PIANURA DI FERRARA
CANTIERE: Canaletta Mantello Uno - Comune di Ostellato
SEZIONE GEOLOGICA/GEOTECNICA : N°1
INDAGINI: CPTU1 - CPTU2 - CPTU3



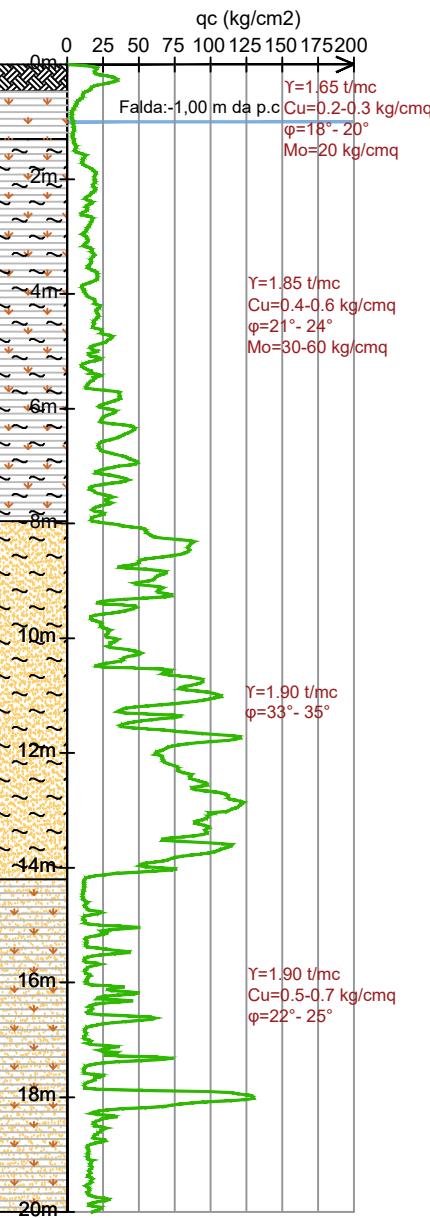
LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

Cu: coesione non drenata (k/cm^q) **γ:** peso di volume naturale (t/mc)
φ: angolo d'attrito (°sess) **Mo:** modulo (kg/cm^q)

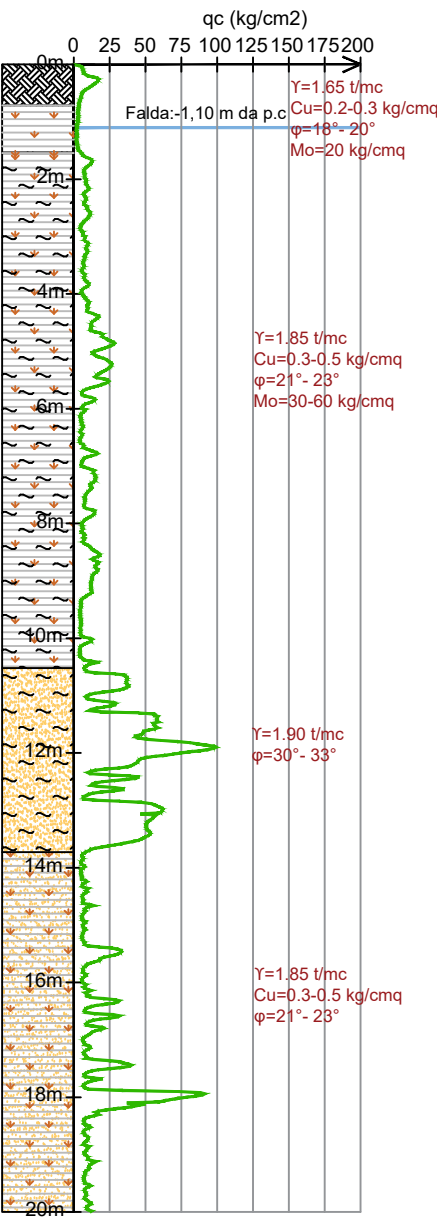
LEGENDA SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA

	Terreno vegetale/agrario		Alternanza di argilla organica a tratti torbosa con frequenti livelli limosi poco addensati		Alternanza di sabbia e limi sabbiosi		Sabbia
	Argilla organica con episodi torbosi		Alternanza di argilla organica a tratti torbosa con frequenti livelli limosi sabbiosi		Alternanza di argilla e limi sabbiosi		

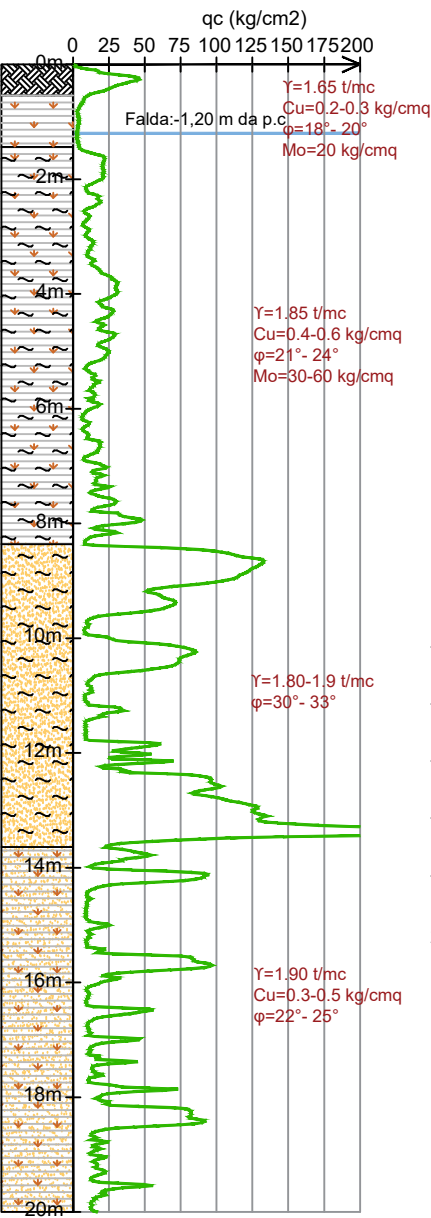
CPTU3



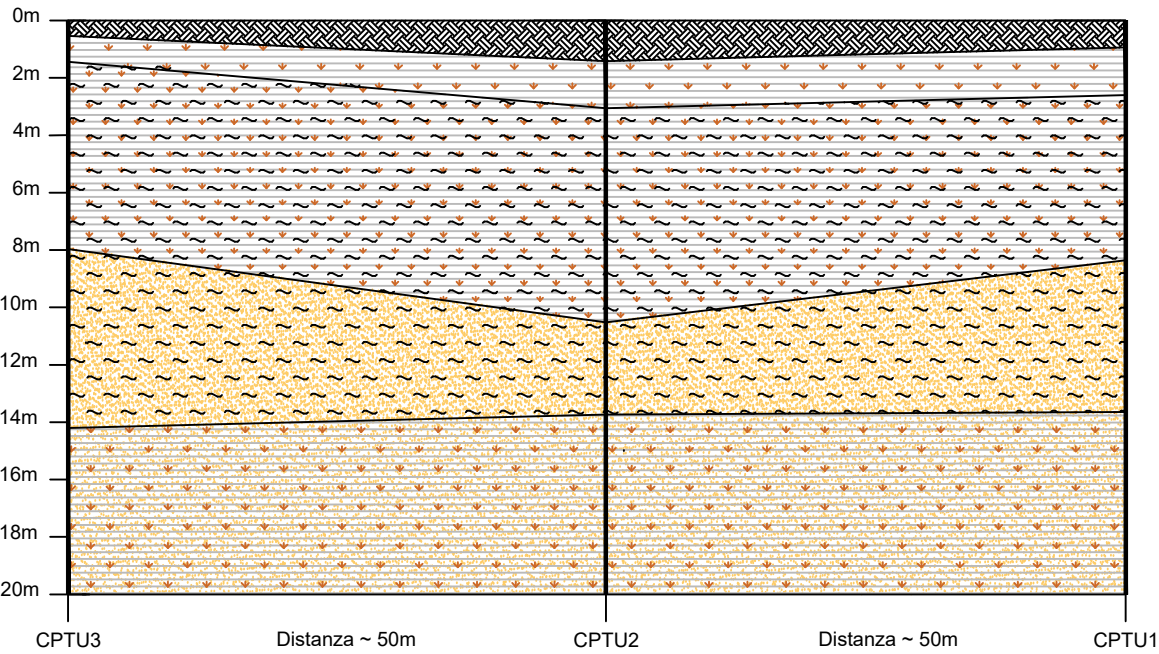
CPTU2



CPTU1



SEZIONE GEOLOGICA N.1 - Andamento altimetrico strati





LABORATORIO GEOTECNICO Dr. Geol. Antonio Mucchi
Via Alberto Ascari, 8 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE) - Tel-fax 0532/815681 -
www.mucchilab.it - e-mail mucchilab@tin.it
Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e
certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n°380/01

STUDIO INGEGNERIA CIVILE Dr. Ing. Valentina Mucchi
Via Alberto Ascari, 8 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE) - Tel-fax 0532/815681

COMMITTENTE: CONSORZIO DI BONIFICA DELLA PIANURA DI FERRARA
CANTIERE: Canaletta Mantello Uno - Comune di Ostellato
SEZIONE GEOLOGICA/GEOTECNICA : N°2
INDAGINI: CPTU4 - CPTU5 - CPTU6

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

Cu: coesione non drenata (k/cm^q) γ: peso di volume naturale (t/mc)
φ: angolo d'attrito (°sess) Mo: modulo (kg/cm^q)

LEGENDA SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA

 Terreno vegetale/agrario

 Argilla organica con episodi torbosi

 Alternanza di argilla organica a tratti torbosa con frequenti livelli limosi poco addensati

 Alternanza di argilla organica a tratti torbosa con frequenti livelli limosi sabbiosi

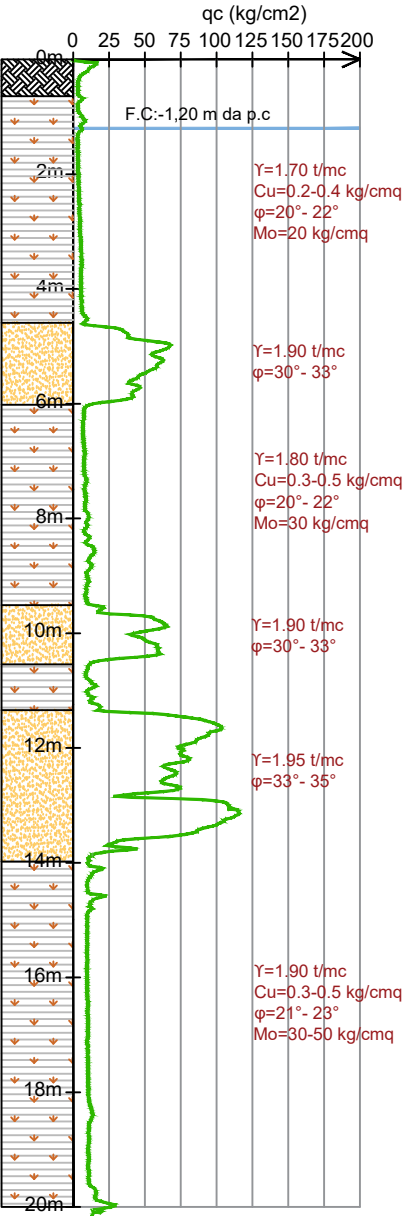
 Alternanza di sabbia e limi sabbiosi

 Sabbia

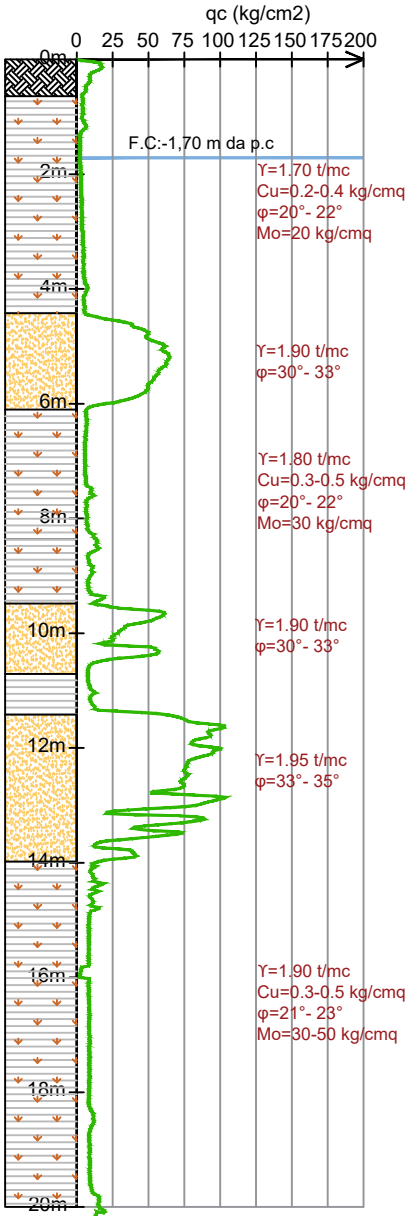
 Alternanza di argilla e limi sabbiosi



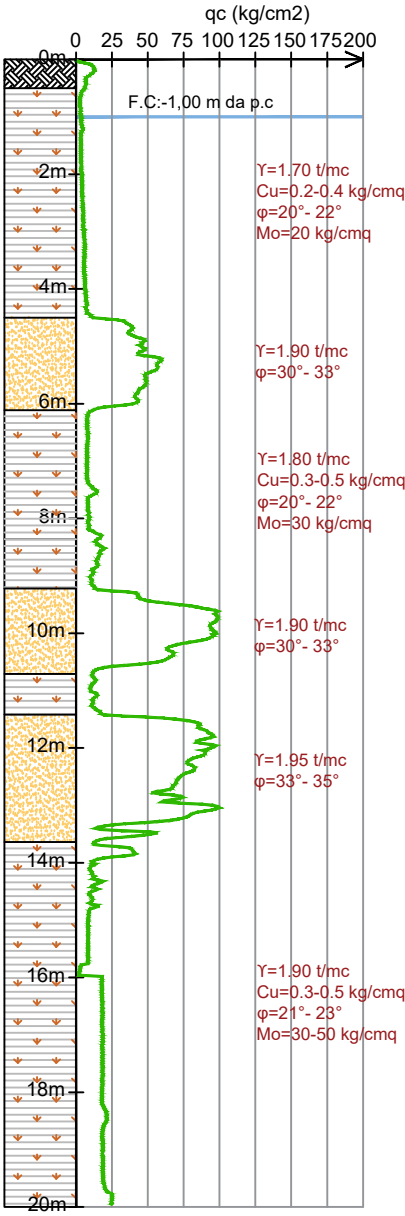
CPTU6



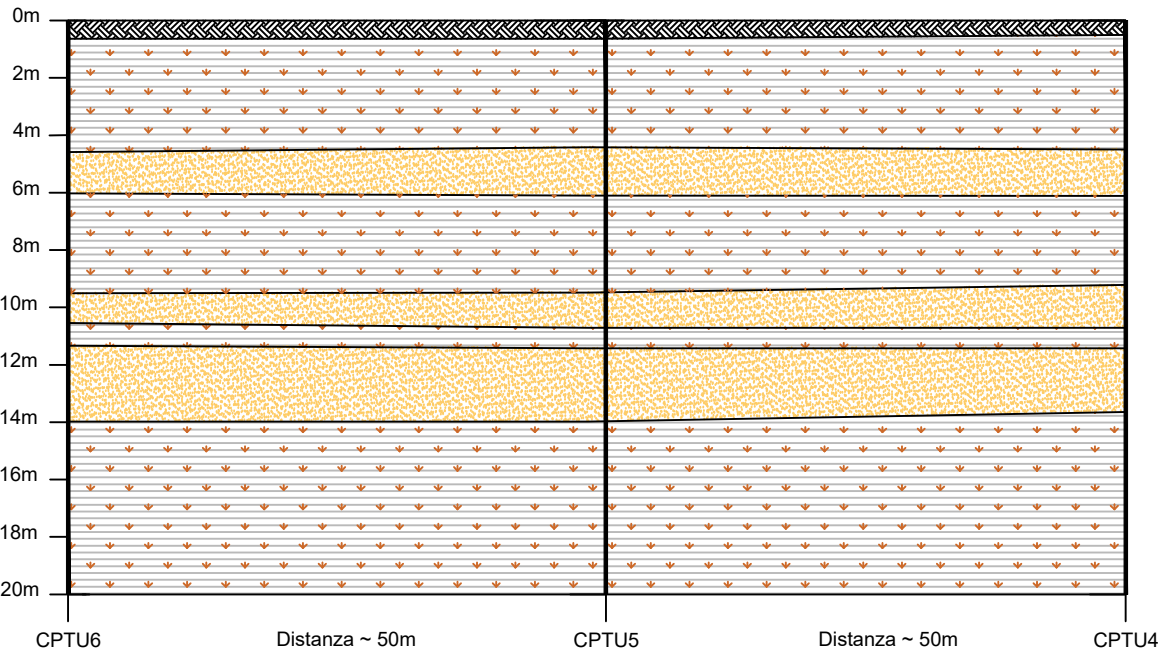
CPTU5



CPTU4



SEZIONE GEOLOGICA N.2 - Andamento altimetrico strati





LABORATORIO GEOTECNICO Dr. Geol. Antonio Mucchi
Via Alberto Ascarelli, 8 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE) - Tel-fax 0532/815681 -
www.mucchilab.it - e-mail mucchilab@tin.it
Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e
certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n°380/01

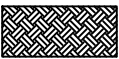
STUDIO INGEGNERIA CIVILE Dr. Ing. Valentina Mucchi
Via Alberto Ascarelli, 8 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE) - Tel-fax 0532/815681

COMMITTENTE: CONSORZIO DI BONIFICA DELLA PIANURA DI FERRARA
CANTIERE: Canaletta Mantello Uno - Comune di Ostellato
SEZIONE GEOLOGICA/GEOTECNICA : N°3
INDAGINI: CPTU7 - CPTU8 - CPTU9

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

Cu: coesione non drenata (k/cm²) γ: peso di volume naturale (t/mc)
φ: angolo d'attrito (°sess) Mo: modulo (kg/cm²)

LEGENDA SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA

 Terreno vegetale/agrario

 Argilla organica con episodi torbosi

 Alternanza di argilla organica a tratti torbosa con frequenti livelli limosi poco addensati

 Alternanza di argilla organica a tratti torbosa con frequenti livelli limosi sabbiosi

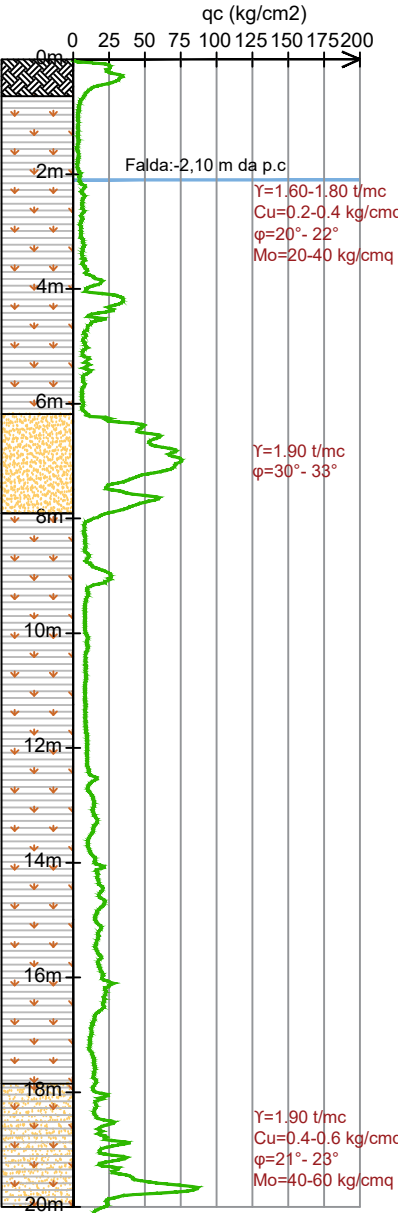
 Alternanza di sabbia e limi sabbiosi

 Alternanza di argilla e limi sabbiosi

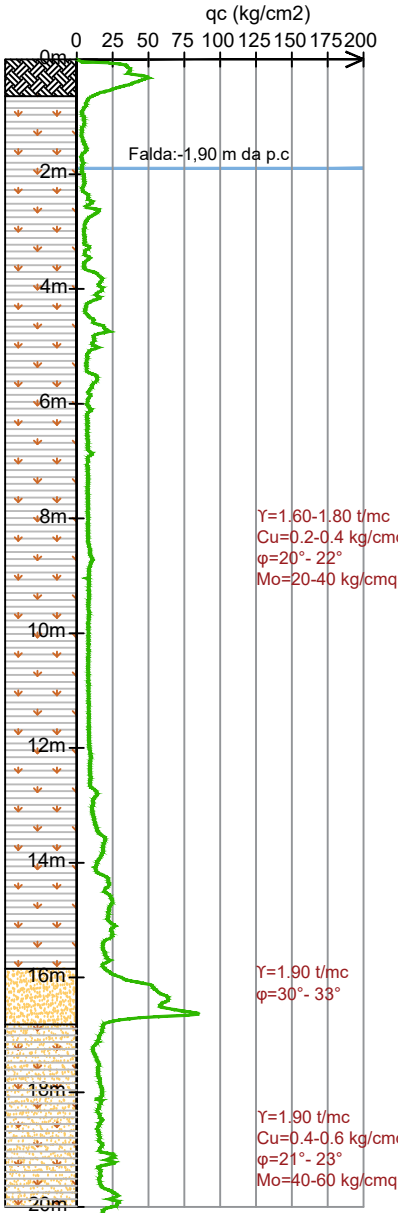
 Sabbia



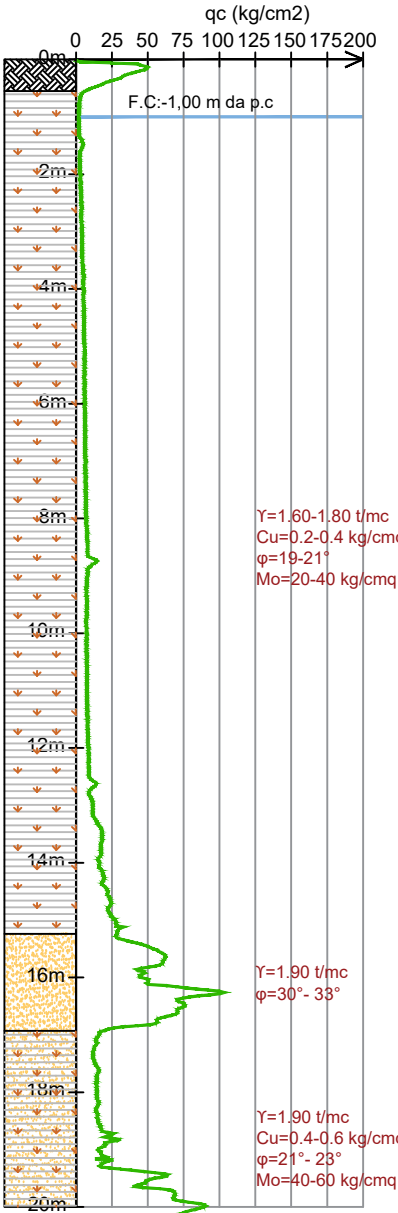
CPTU9



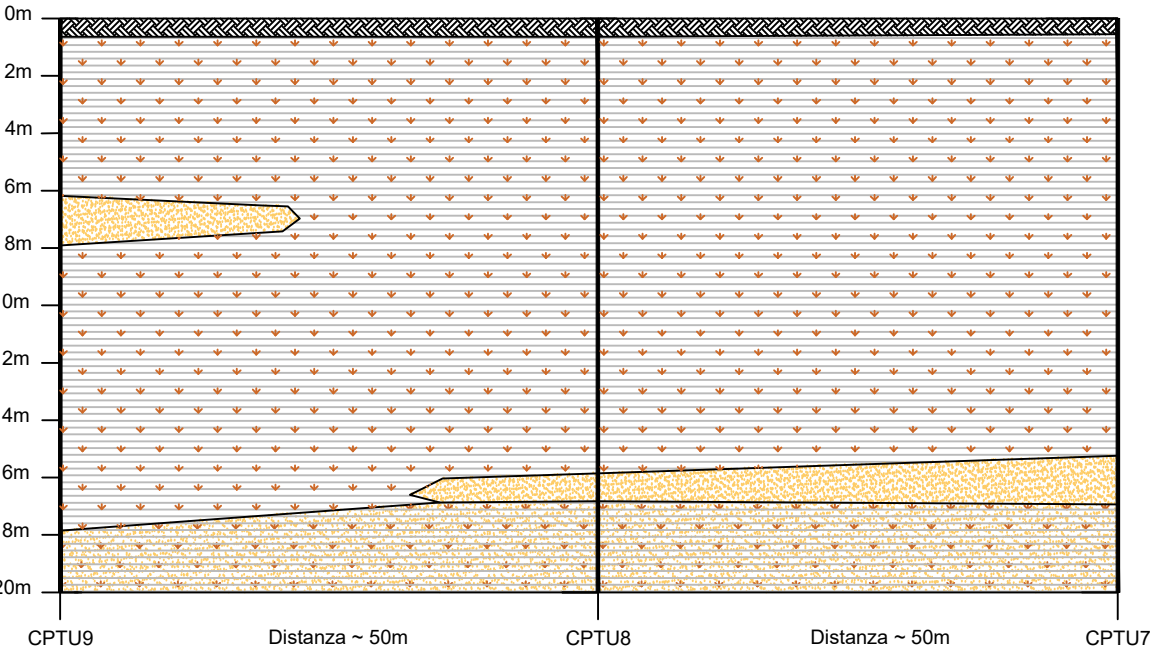
CPTU8



CPTU7



SEZIONE GEOLOGICA N.3 - Andamento altimetrico strati



ALLEGATO 4

Report verifiche liquefazione

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

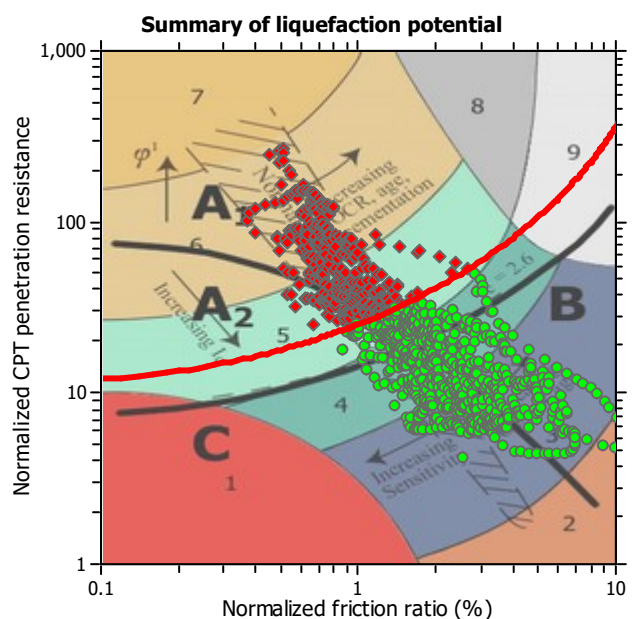
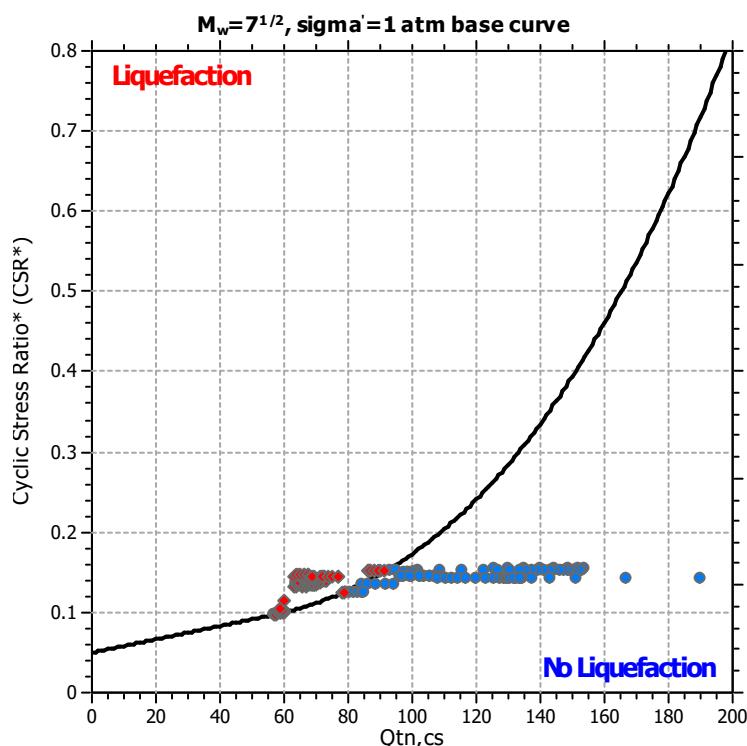
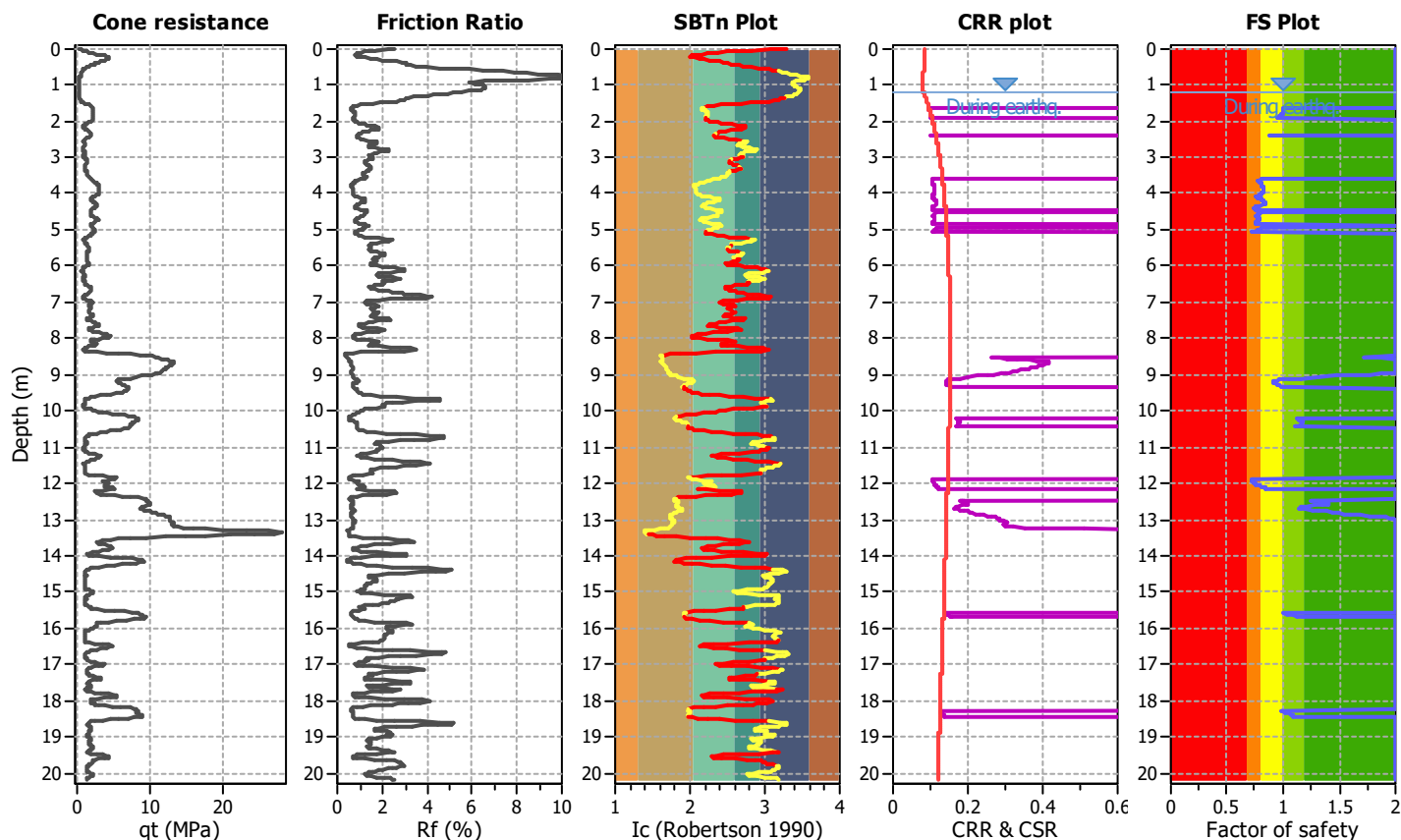
Project title :

Location :

CPT file : CPTU1-SISMICA

Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	1.20 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	1.20 m	Fill height:	N/A	applied:	Sands only
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	5	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.40	Trans. detect. applied:	Yes	Limit depth:	20.00 m
Peak ground acceleration:	0.21	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_o applied:	Yes	MSF method:	Method based



Zone A₁: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
 Zone A₂: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
 Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
 Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

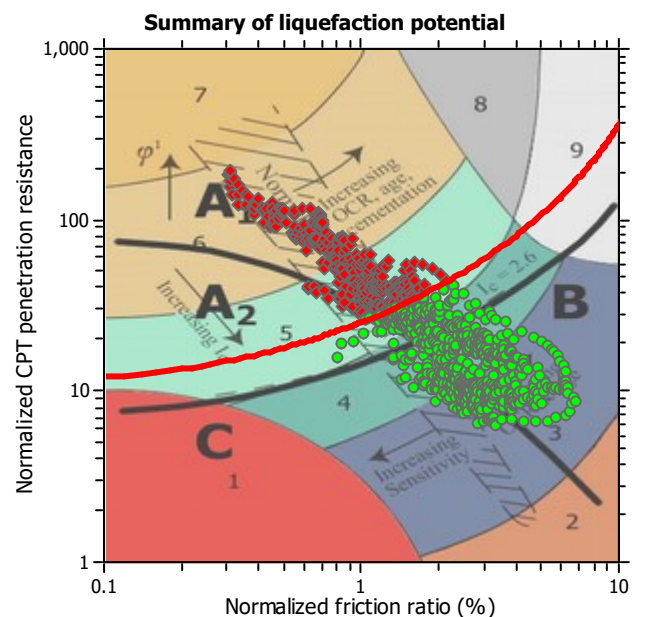
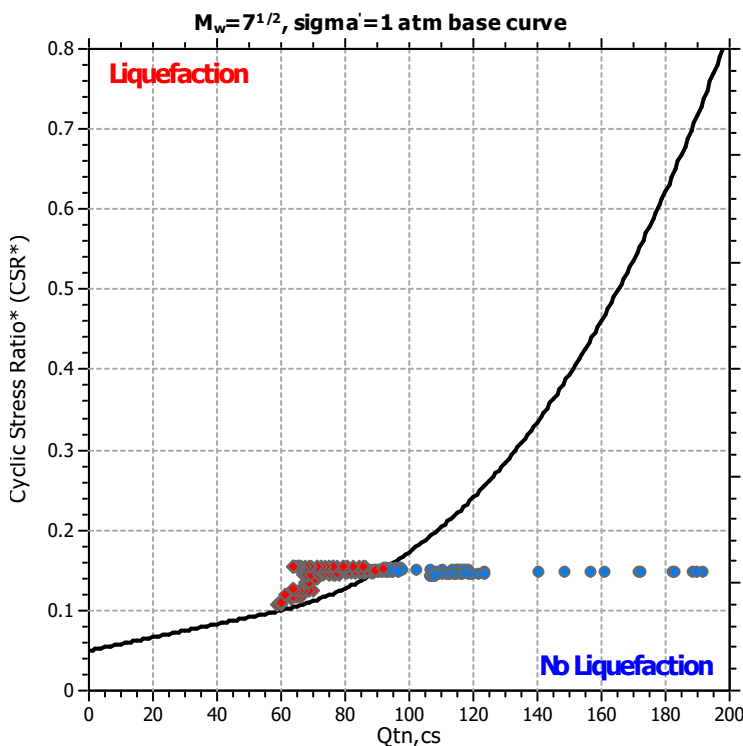
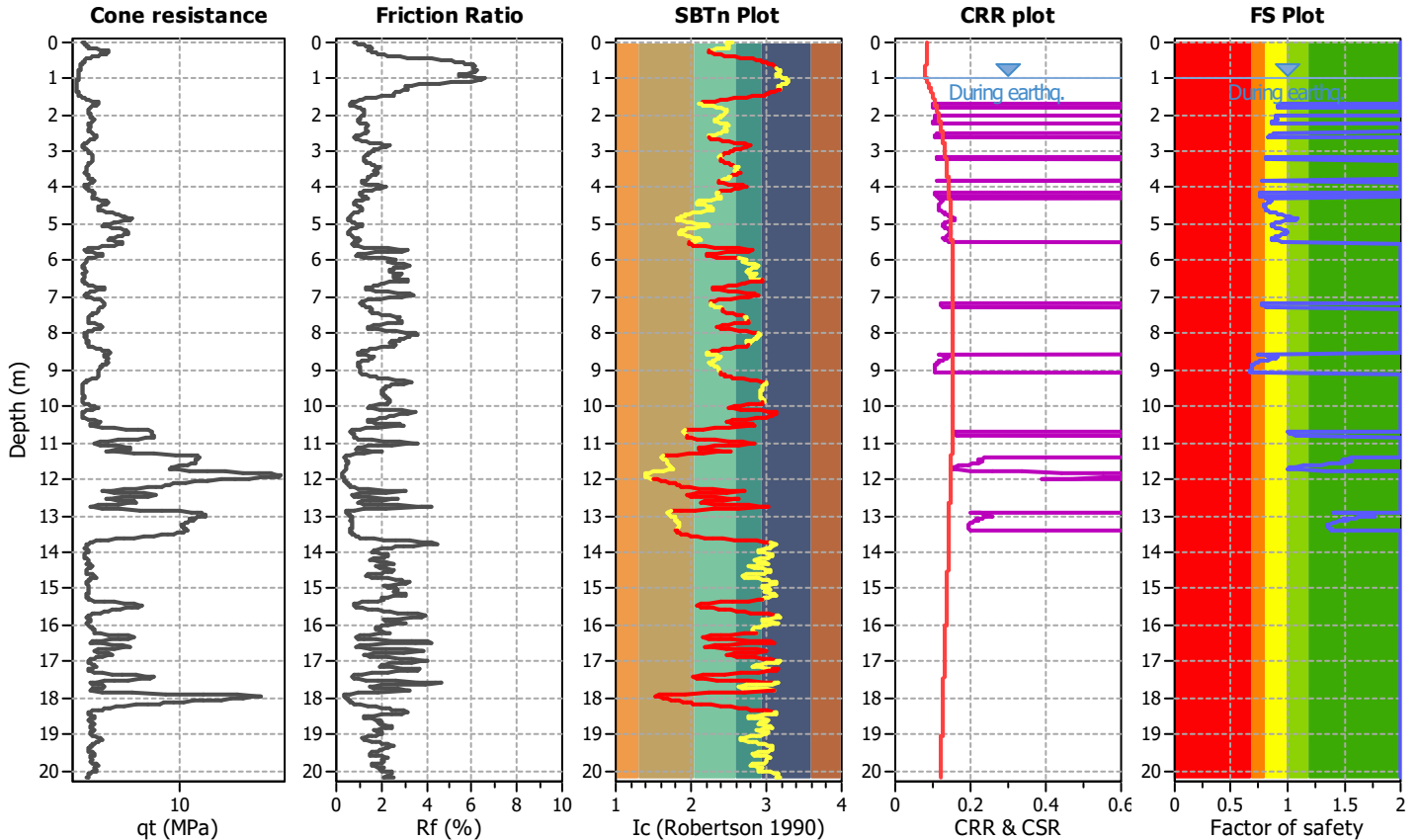
Project title :

Location :

CPT file : CPTU2-SISMICA

Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	1.00 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	1.00 m	Fill height:	N/A	applied:	Sands only
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	5	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.40	Trans. detect. applied:	Yes	Limit depth:	20.00 m
Peak ground acceleration:	0.21	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_o applied:	Yes	MSF method:	Method based



Zone A₁: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
 Zone A₂: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
 Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
 Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

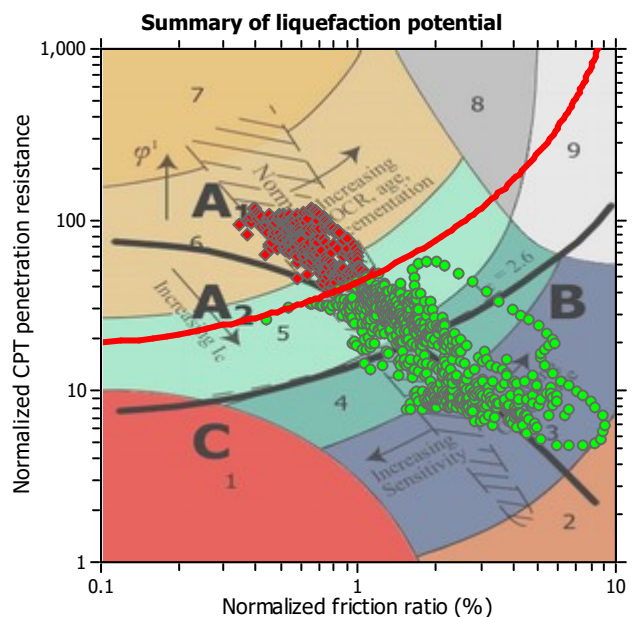
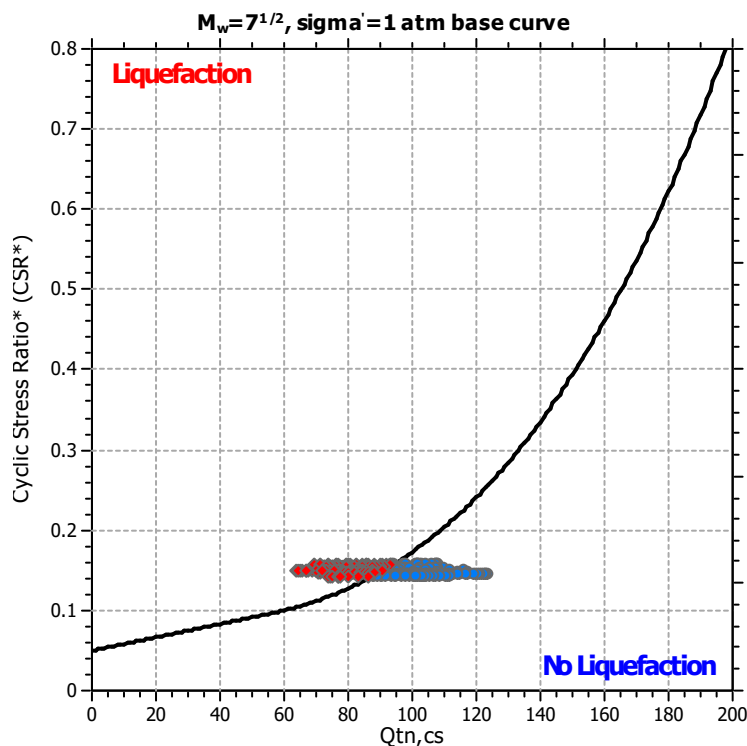
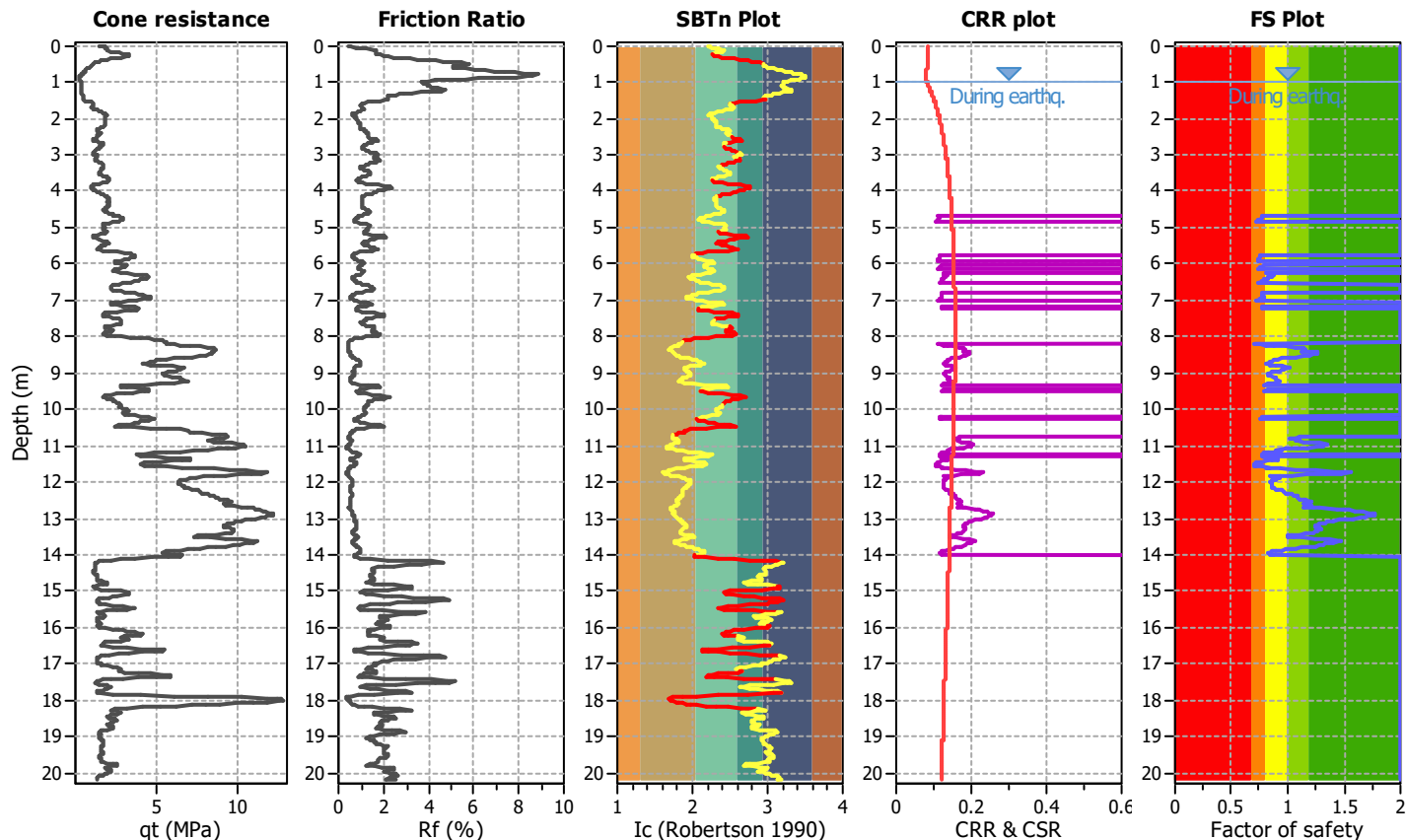
Project title :

Location :

CPT file : CPTU3-SISMICA

Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	1.00 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	1.00 m	Fill height:	N/A	applied:	Sands only
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	5	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.20	Trans. detect. applied:	Yes	Limit depth:	20.00 m
Peak ground acceleration:	0.21	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_o applied:	Yes	MSF method:	Method based



Zone A₁: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
 Zone A₂: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
 Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
 Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

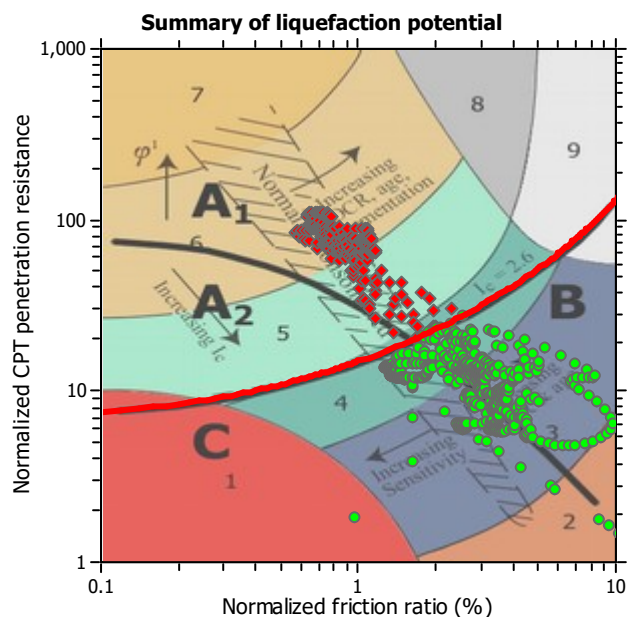
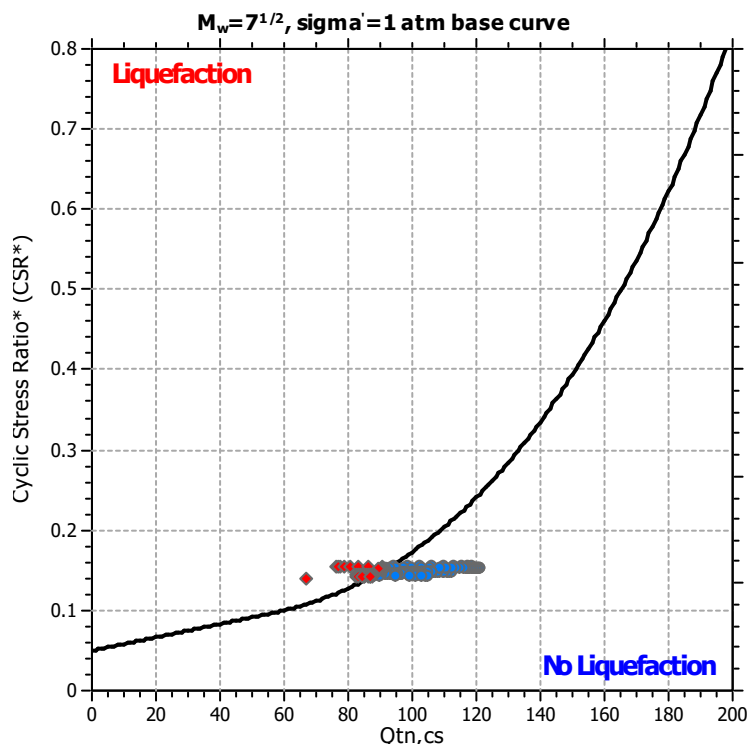
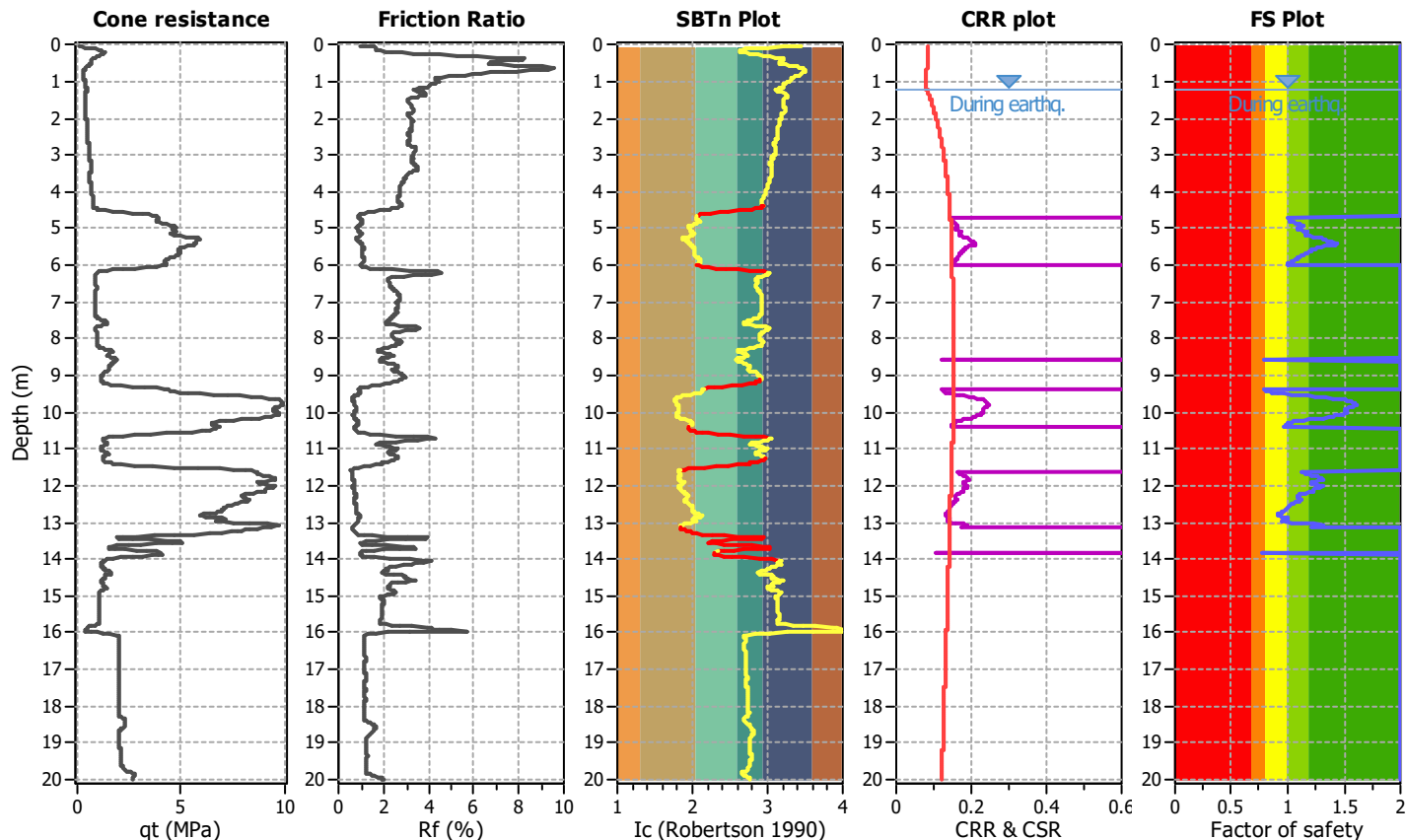
Project title :

Location :

CPT file : CPTU4-SISMICA

Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	1.20 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	1.20 m	Fill height:	N/A	applied:	Sands only
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	5	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	Yes	Limit depth:	20.00 m
Peak ground acceleration:	0.21	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_g applied:	Yes	MSF method:	Method based



Zone A₁: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
 Zone A₂: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
 Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
 Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

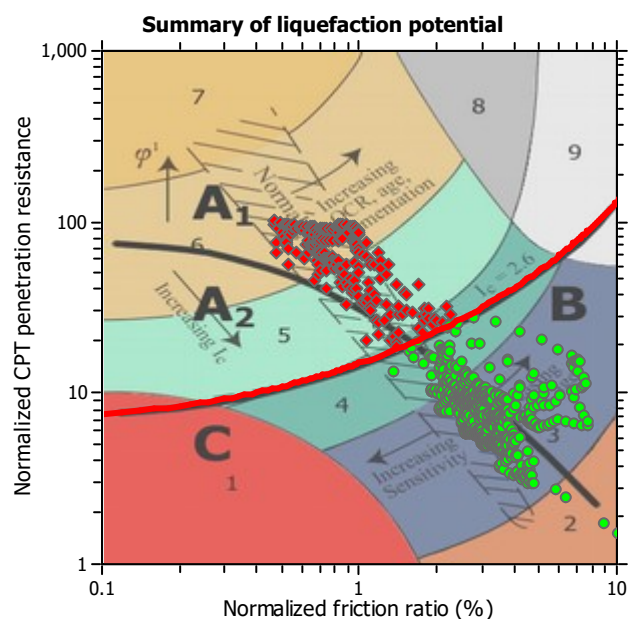
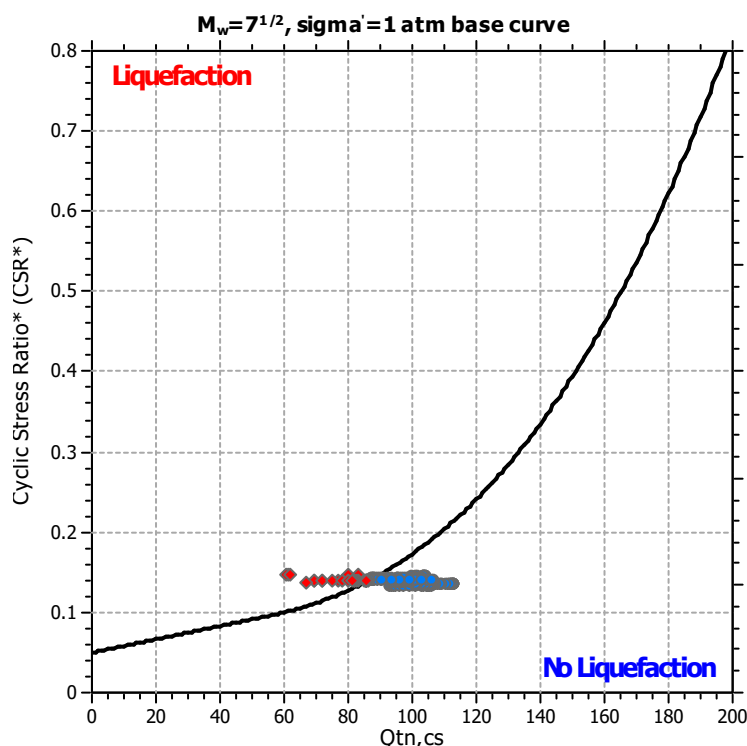
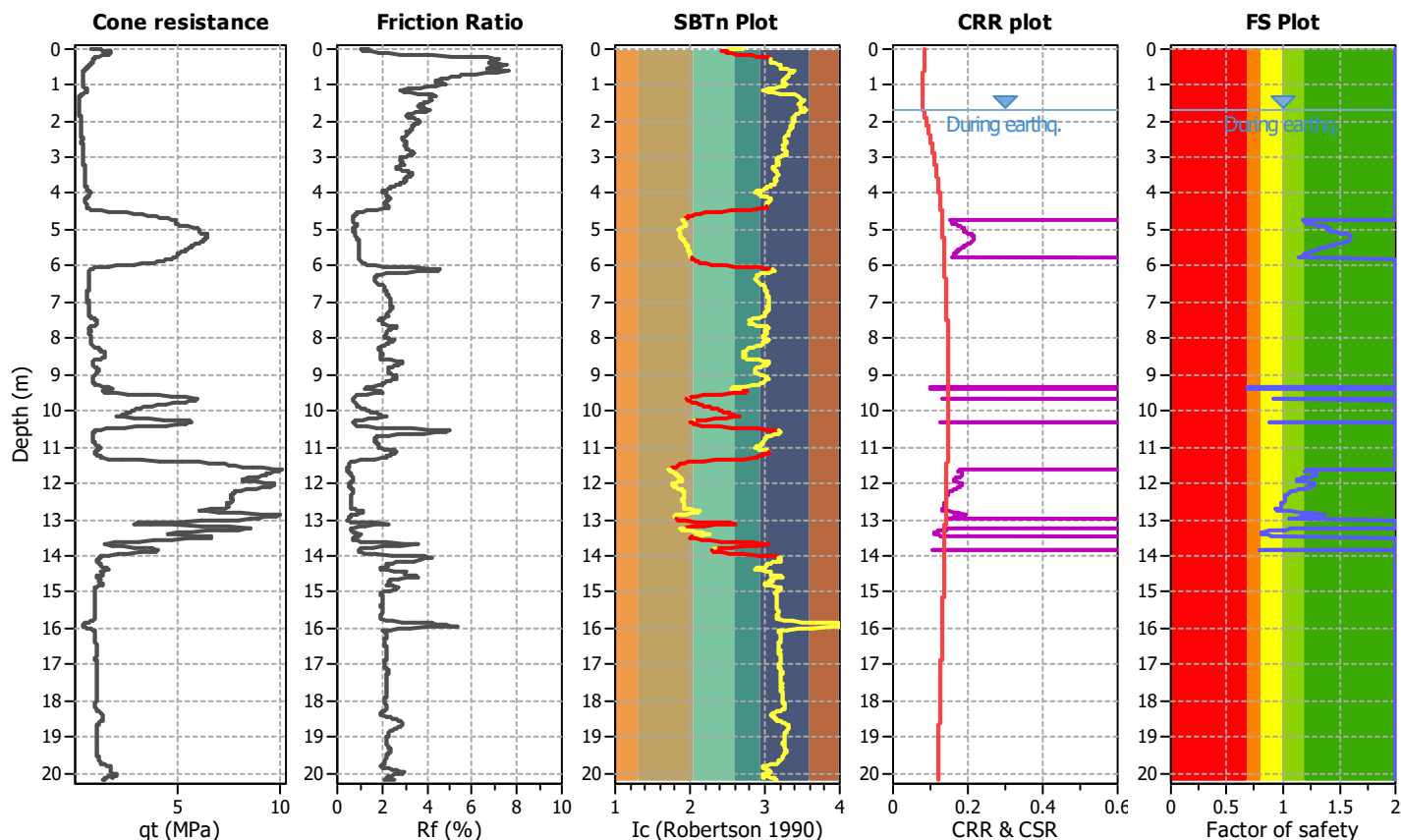
Project title :

Location :

CPT file : CPTU5-SISMICA

Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	1.70 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	1.70 m	Fill height:	N/A	applied:	Sands only
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	5	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	Yes	Limit depth:	20.00 m
Peak ground acceleration:	0.21	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_o applied:	Yes	MSF method:	Method based



Zone A1: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
 Zone A2: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
 Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
 Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

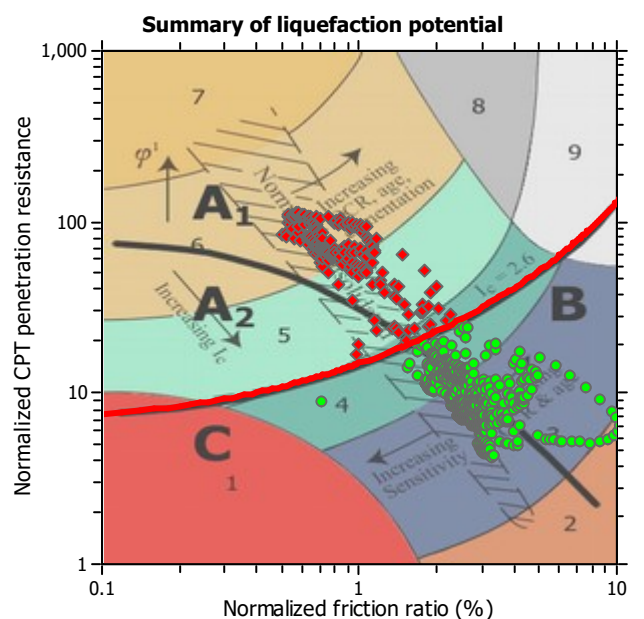
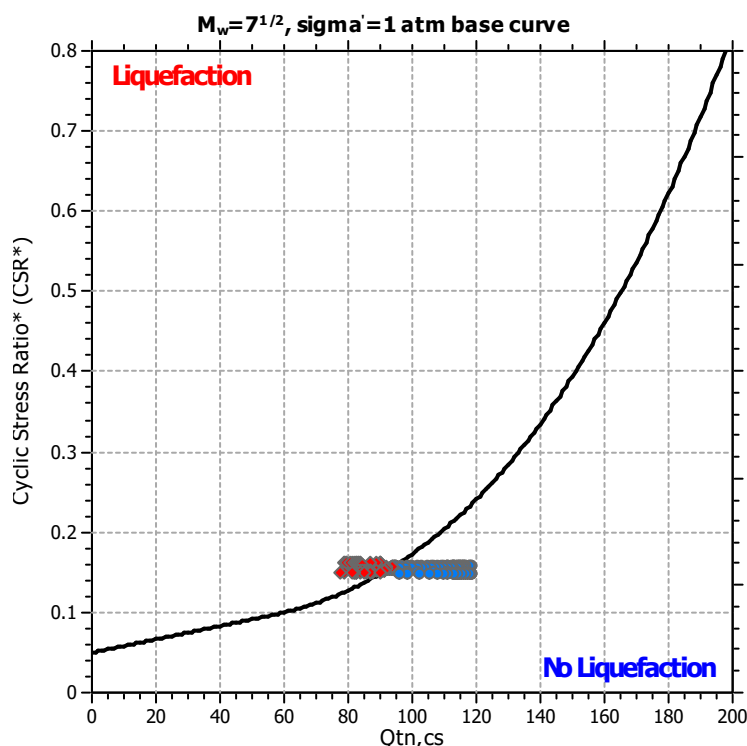
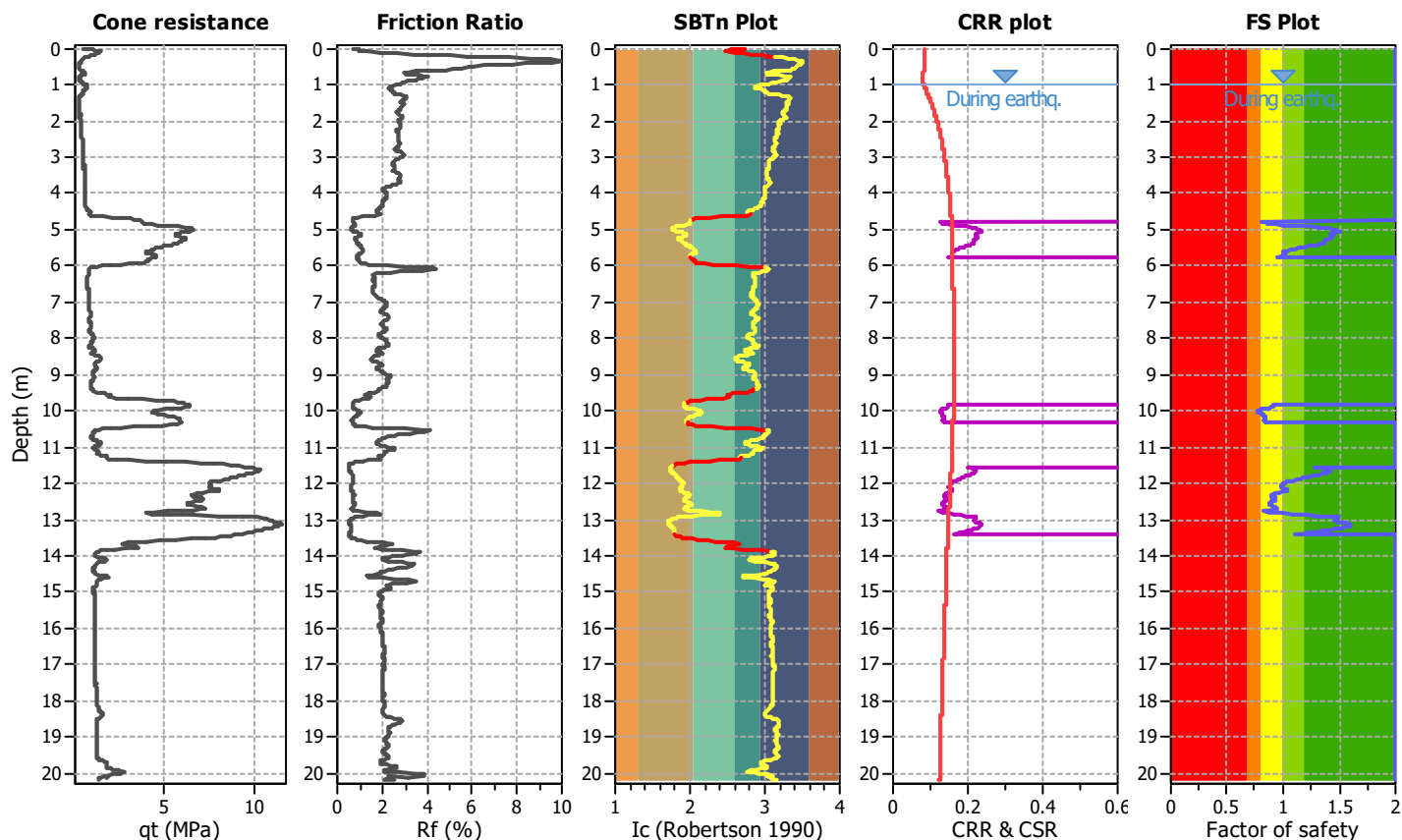
Project title :

Location :

CPT file : CPTU6-SISMICA

Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	1.00 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	1.00 m	Fill height:	N/A	applied:	Sands only
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	5	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	Yes	Limit depth:	20.00 m
Peak ground acceleration:	0.21	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_o applied:	Yes	MSF method:	Method based



LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

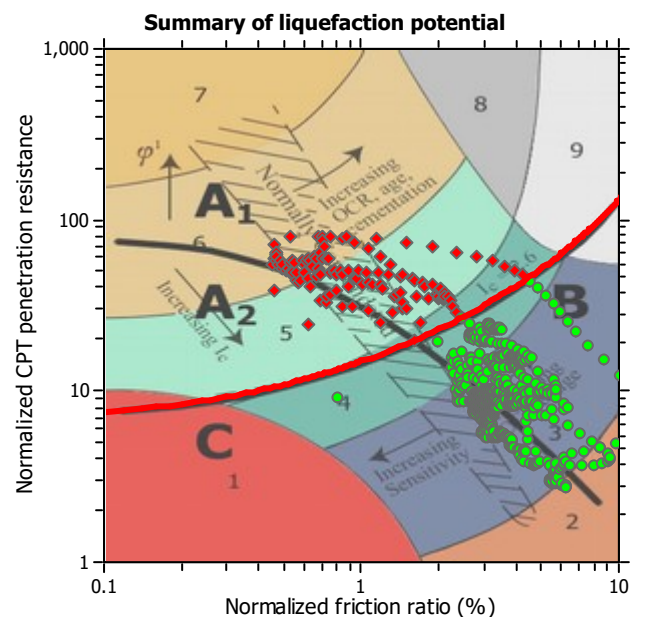
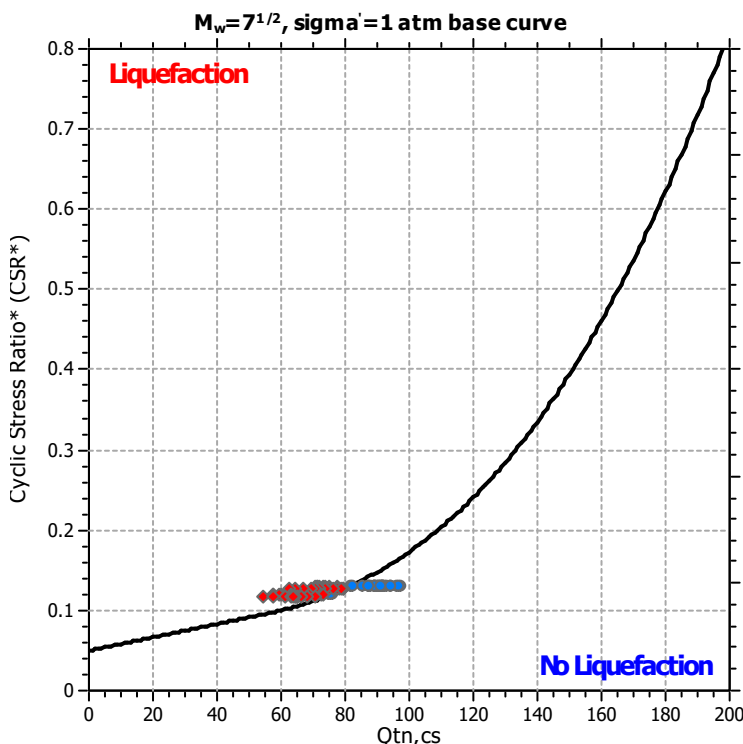
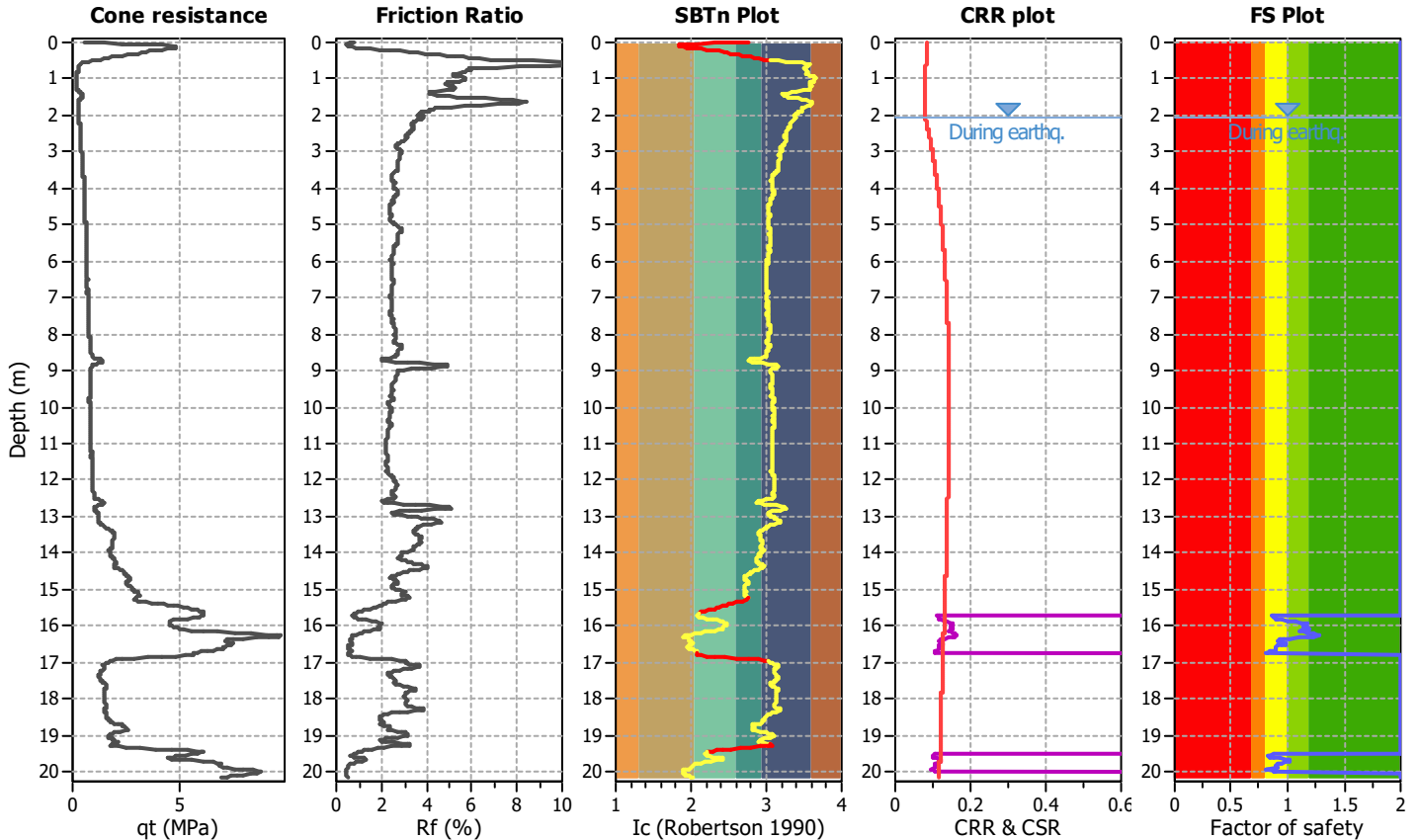
Project title :

Location :

CPT file : CPTU7-SISMICA

Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	2.10 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	2.10 m	Fill height:	N/A	applied:	Sands only
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	5	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	Yes	Limit depth:	20.00 m
Peak ground acceleration:	0.21	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_o applied:	Yes	MSF method:	Method based



Zone A₁: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
 Zone A₂: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
 Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
 Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

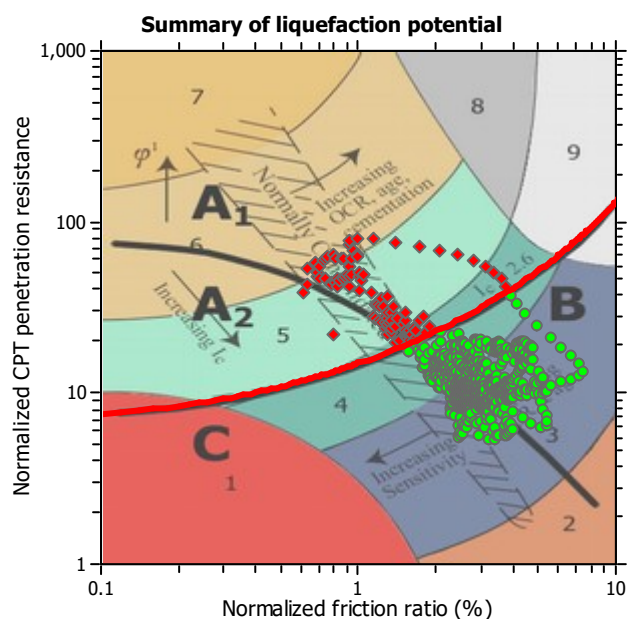
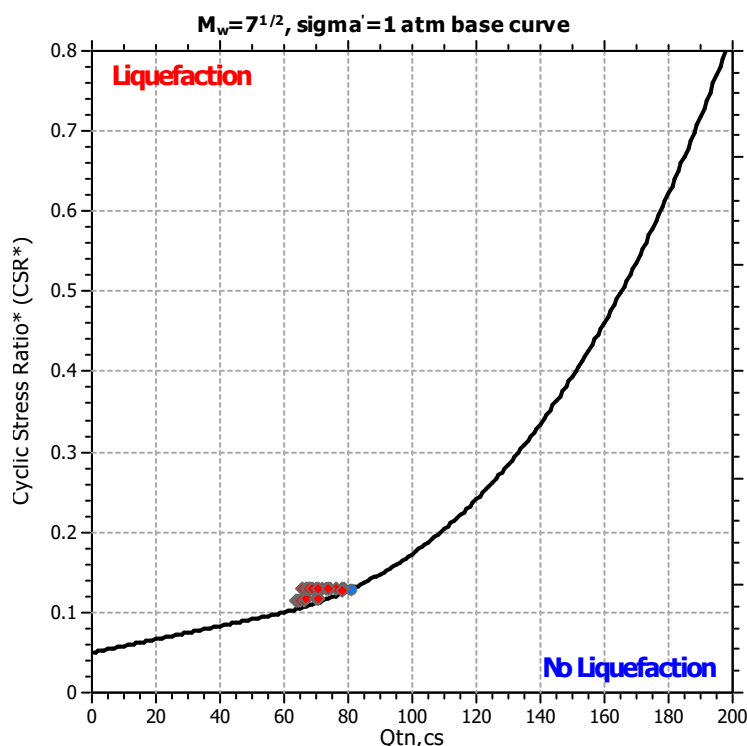
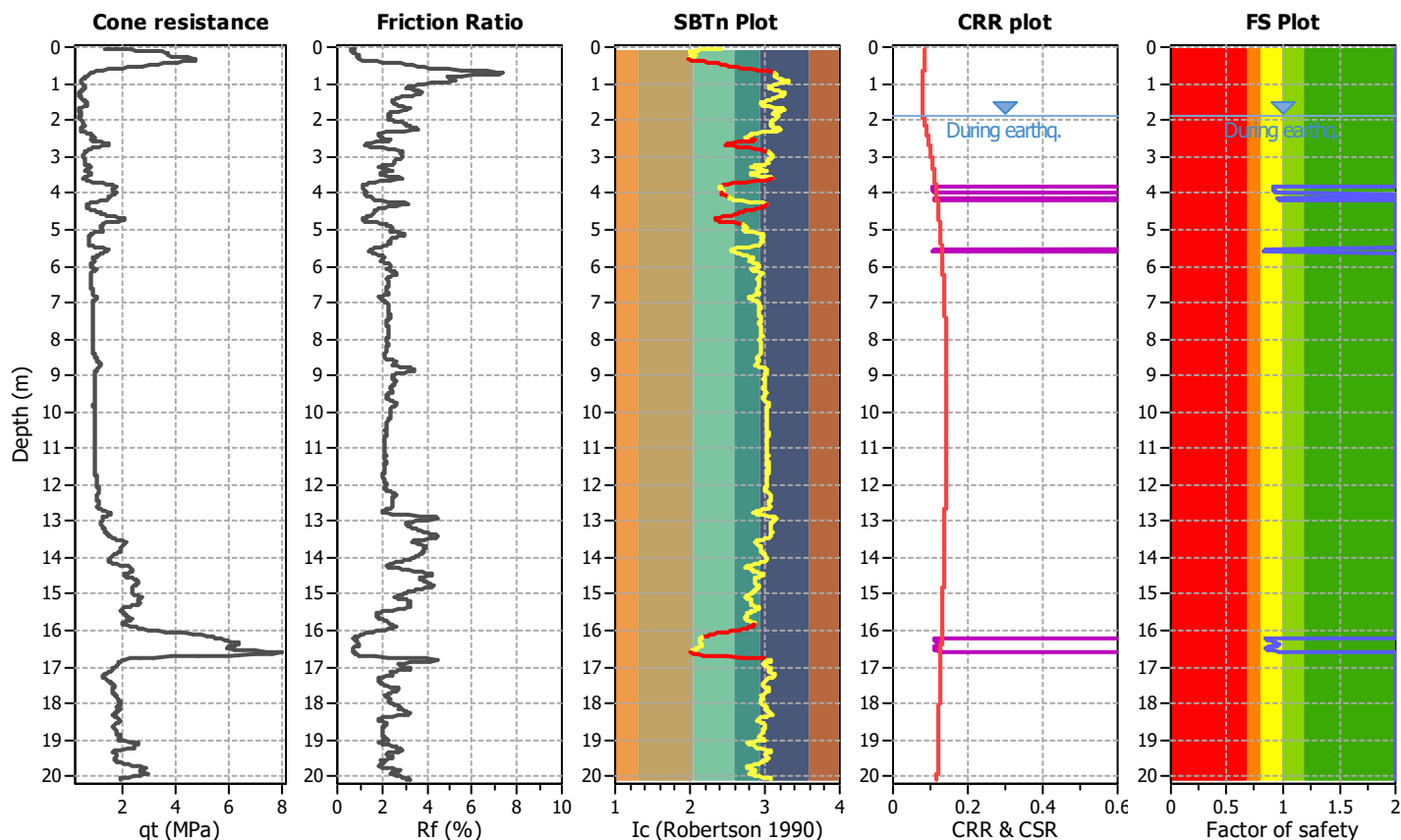
Project title :

Location :

CPT file : CPTU8-SISMICA

Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	1.90 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	1.90 m	Fill height:	N/A	applied:	Sands only
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	5	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	Yes	Limit depth:	20.00 m
Peak ground acceleration:	0.21	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_0 applied:	Yes	MSF method:	Method based



Zone A1: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
 Zone A2: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
 Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
 Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

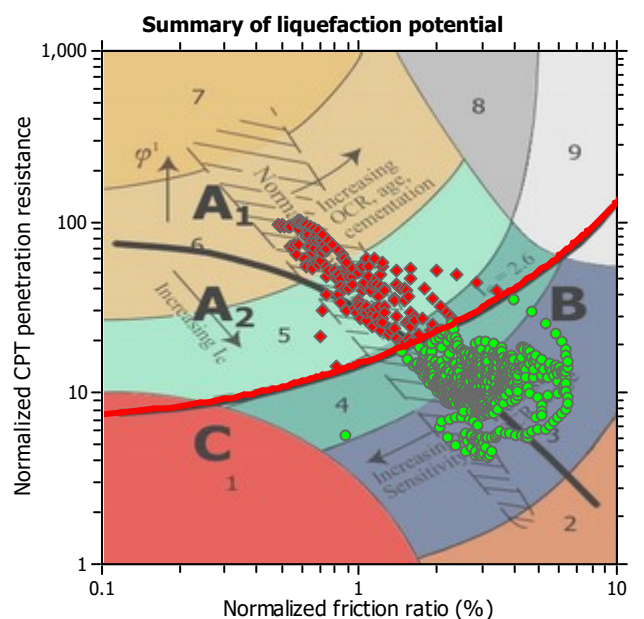
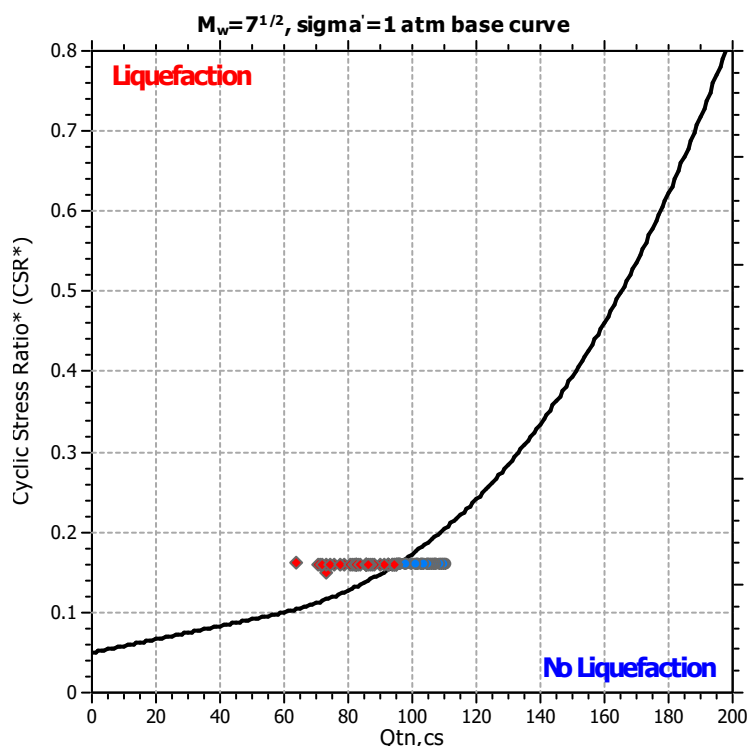
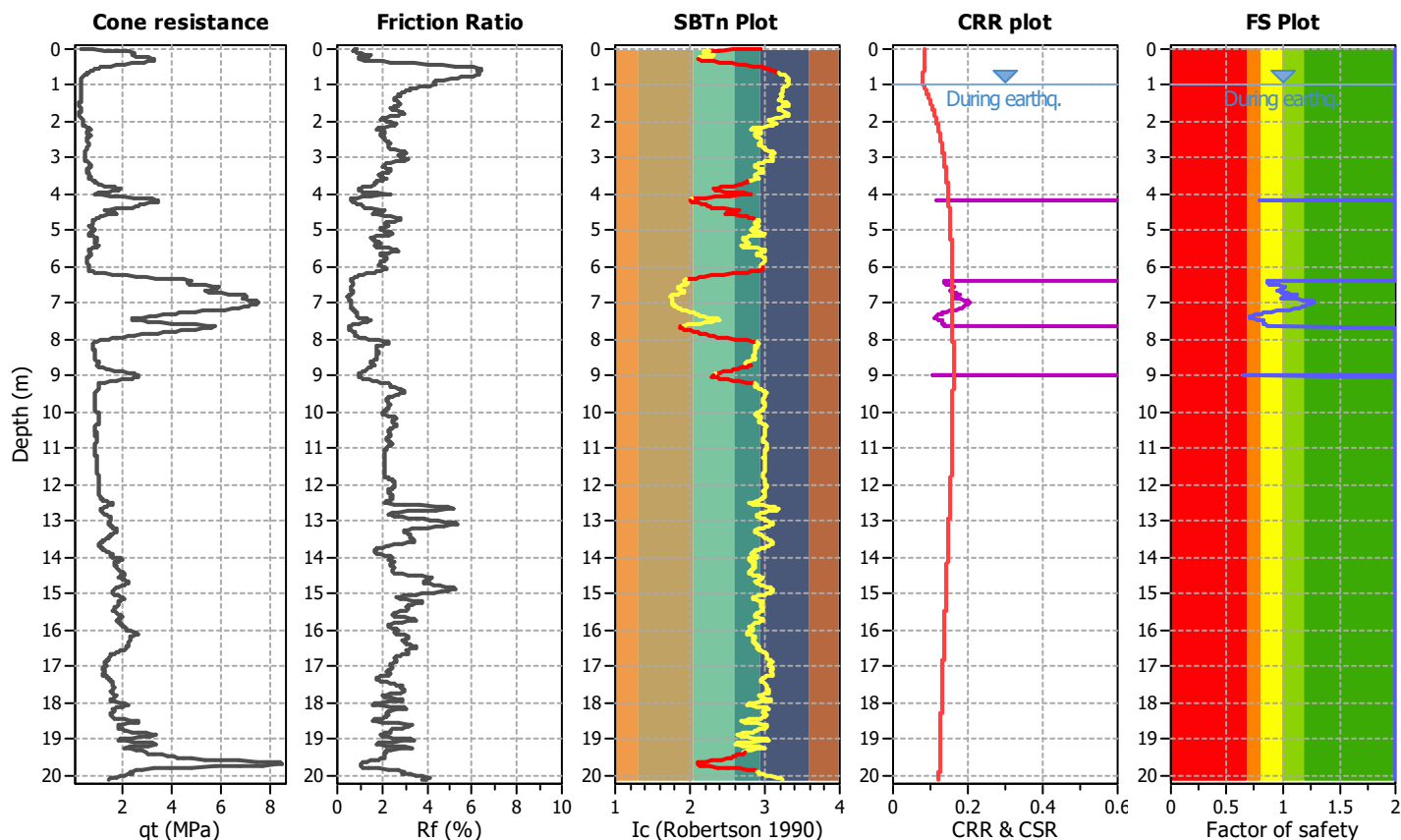
Project title :

Location :

CPT file : CPTU9-SISMICA

Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	1.00 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	1.00 m	Fill height:	N/A	applied:	Sands only
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	5	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	Yes	Limit depth:	20.00 m
Peak ground acceleration:	0.21	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_0 applied:	Yes	MSF method:	Method based



Zone A₁: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
 Zone A₂: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
 Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
 Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

ALLEGATO 5

Report verifiche di stabilità delle sezioni arginali

SSAP 5.0.2 - Slope Stability Analysis Program (1991,2021)

WWW.SSAP.EU

Build No. 11987

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI *,**

*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU

** Gia' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 21 Febbraio 2021

File report: C:\Users\HP\Desktop\ING017_BONIFICA_FERRARA_Mezzano\MODELLO
ssap2010\SEZ1a\RISULTATI\REPORT.txt

Data: 30/7/2021

Localita' :

Descrizione:

Modello pendio: [SEZIONE N.1a - ANALISI STATICA](#)

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

___ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m) ___

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0.00	8.20	0.00	6.40	-	-	-	-
1.00	8.20	8.60	6.40	-	-	-	-
3.20	6.60	-	-	-	-	-	-
4.60	6.60	-	-	-	-	-	-
6.60	8.10	-	-	-	-	-	-
8.60	8.10	-	-	-	-	-	-

---- SUP FALDA -----

X Y (in m)

0.00	5.40
8.60	5.40

----- GESTIONE ACQUIFERI -----

Strati esclusi da acquifero:

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

EFFETTO TENSION CRACK IN TESTA RIEMPITO DI ACQUA: ----> DISATTIVATO

In caso di superfici con tension crack in testa, la frattura di tensione

puo' venir viene considerata completamente riempita di acqua per la sua intera profondita'.

Viene quindi considerato una forza in testa, prodotta dalla pressione idrostatica.

La forza applicata ha un effetto destabilizzante aggiuntivo alle altre forze destabilizzanti agenti.

Peso unitario fluido (kN/m³): 9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A 0

Coefficiente K 0.000800

Pressione minima fluidi Uo_Min (kPa) 0.01

Coefficiente di soprapressione oltre pressione idrostatica 1.00

Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica = ATTIVA

STABILITE CONDIZIONI PER LA VERIFICA CON SOVRAPPRESSIONE ACQUIFERI CON DISSIPAZIONE IN DIREZIONE DELLA SUPERFICIE

CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE NON ATTIVATO

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

	fi'	C'	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	17.00	5.00	0.00	17.00	17.00	0.975	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	19.00	12.00	0.00	18.00	19.00	1.378	0.00	0.00	0.00	0.00

LEGENDA: fi' _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)

C' _____ Coesione efficace (in Kpa)

Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m³)

Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m³)

STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH') (adimensionale)

---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-

sgci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)

GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)

mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)

D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

Fattore di riduzione NTC2018: gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

MOTORE DI RICERCA: SNIFF RANDOM SEARCH - Borselli (1997,2020)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)*: 0.1 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 0.17 7.91

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 4.78

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 1.03 8.43

TOTALE SUPERFICI GENERATE : 5000

*NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene considerata nel caso di uso del motore di ricerca NEW RANOM SEARCH

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)

METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (lambda0,Fs0) ADOTTATO : B (piu' accurato)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0000

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0000

COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0 durante le tutte le verifiche globali.

I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR F_s *

Fattore di sicurezza (FS)	2.0158	- Min. -	X	Y	Lambda= 0.4090
	4.61	6.61			
	4.86	6.51			
	4.97	6.47			
	5.04	6.45			
	5.10	6.43			
	5.16	6.43			
	5.22	6.43			
	5.28	6.43			
	5.34	6.44			
	5.42	6.46			
	5.50	6.48			
	5.56	6.50			
	5.63	6.51			
	5.69	6.53			
	5.76	6.55			
	5.82	6.58			
	5.89	6.60			
	5.96	6.63			
	6.03	6.66			
	6.09	6.68			
	6.15	6.71			
	6.22	6.74			
	6.28	6.77			
	6.35	6.81			
	6.42	6.84			
	6.49	6.88			
	6.56	6.92			
	6.62	6.95			
	6.68	6.99			
	6.75	7.04			
	6.81	7.08			
	6.87	7.13			
	6.94	7.18			
	7.02	7.24			
	7.08	7.30			
	7.13	7.35			
	7.13	8.10			

Fattore di sicurezza (FS)	2.0203	- N.2 --	X	Y	Lambda= 0.4199
	4.52	6.60			
	4.77	6.51			
	4.89	6.47			
	4.96	6.45			
	5.02	6.43			
	5.09	6.43			
	5.14	6.42			
	5.21	6.43			
	5.28	6.43			

5.36	6.45
5.43	6.46
5.50	6.48
5.56	6.49
5.63	6.51
5.69	6.53
5.75	6.56
5.82	6.59
5.90	6.63
5.97	6.66
6.04	6.70
6.10	6.73
6.17	6.77
6.23	6.81
6.30	6.85
6.36	6.89
6.44	6.94
6.51	6.99
6.57	7.04
6.64	7.09
6.71	7.14
6.77	7.19
6.84	7.24
6.91	7.30
6.96	7.34
6.96	8.10

Fattore di sicurezza (FS)	2.0324	- N.3 --	X	Y	Lambda= 0.4463
	4.65	6.64			
	4.88	6.52			
	4.98	6.48			
	5.04	6.45			
	5.09	6.44			
	5.14	6.43			
	5.18	6.43			
	5.23	6.44			
	5.29	6.45			
	5.37	6.47			
	5.43	6.49			
	5.49	6.51			
	5.55	6.53			
	5.60	6.55			
	5.66	6.57			
	5.71	6.60			
	5.77	6.63			
	5.83	6.66			
	5.89	6.69			
	5.95	6.72			
	6.01	6.75			
	6.07	6.78			
	6.12	6.81			
	6.18	6.84			
	6.24	6.87			
	6.30	6.90			
	6.36	6.93			
	6.41	6.96			

6.47	6.99
6.53	7.02
6.58	7.06
6.64	7.09
6.71	7.13
6.78	7.17
6.83	7.21
6.88	7.26
6.93	7.30
6.98	7.36
6.98	8.10

Fattore di sicurezza (FS)	2.0354	- N.4 --	X	Y	Lambda= 0.4555
---------------------------	--------	----------	---	---	----------------

4.57	6.60
4.79	6.51
4.89	6.47
4.95	6.45
5.01	6.44
5.06	6.43
5.11	6.43
5.16	6.43
5.22	6.44
5.30	6.45
5.36	6.46
5.41	6.47
5.47	6.49
5.52	6.51
5.57	6.53
5.63	6.55
5.68	6.58
5.75	6.61
5.81	6.65
5.87	6.68
5.93	6.71
5.98	6.74
6.04	6.78
6.10	6.81
6.16	6.84
6.23	6.87
6.28	6.91
6.34	6.94
6.39	6.98
6.44	7.02
6.50	7.07
6.55	7.12
6.61	7.17
6.68	7.24
6.74	7.30
6.78	7.35
6.78	8.10

Fattore di sicurezza (FS)	2.0364	- N.5 --	X	Y	Lambda= 0.4232
---------------------------	--------	----------	---	---	----------------

4.59	6.60
4.87	6.51
5.00	6.47

5.09	6.45
5.15	6.44
5.22	6.43
5.28	6.44
5.35	6.44
5.43	6.46
5.52	6.48
5.61	6.51
5.68	6.53
5.75	6.56
5.82	6.59
5.89	6.62
5.96	6.66
6.03	6.70
6.12	6.75
6.19	6.79
6.27	6.84
6.34	6.89
6.42	6.94
6.49	6.99
6.56	7.04
6.64	7.10
6.73	7.16
6.80	7.22
6.87	7.28
6.92	7.33
6.92	8.10

Fattore di sicurezza (FS)	2.0370	- N.6 --	X	Y	Lambda= 0.4230
---------------------------	--------	----------	---	---	----------------

4.52	6.60
4.77	6.51
4.89	6.47
4.96	6.45
5.03	6.43
5.09	6.43
5.15	6.43
5.21	6.43
5.28	6.44
5.37	6.45
5.44	6.47
5.51	6.49
5.57	6.50
5.63	6.53
5.70	6.55
5.76	6.58
5.83	6.61
5.90	6.64
5.97	6.68
6.04	6.72
6.11	6.75
6.18	6.79
6.25	6.82
6.32	6.86
6.39	6.89
6.46	6.93
6.53	6.96

6.59	7.00
6.66	7.04
6.72	7.08
6.79	7.13
6.85	7.17
6.92	7.23
7.00	7.29
7.05	7.33
7.05	8.10

Fattore di sicurezza (FS)	2.0372	- N.7 --	X	Y	Lambda= 0.3937
	4.58	6.60			
	4.84	6.51			
	4.96	6.47			
	5.04	6.45			
	5.11	6.43			
	5.17	6.43			
	5.23	6.42			
	5.30	6.43			
	5.37	6.43			
	5.46	6.44			
	5.53	6.46			
	5.60	6.47			
	5.67	6.49			
	5.73	6.51			
	5.80	6.53			
	5.86	6.56			
	5.93	6.59			
	6.01	6.63			
	6.08	6.67			
	6.15	6.71			
	6.22	6.74			
	6.29	6.78			
	6.36	6.82			
	6.43	6.86			
	6.50	6.90			
	6.58	6.95			
	6.65	6.99			
	6.71	7.04			
	6.78	7.08			
	6.85	7.13			
	6.92	7.17			
	6.99	7.23			
	7.06	7.28			
	7.12	7.32			
	7.12	8.10			

Fattore di sicurezza (FS)	2.0375	- N.8 --	X	Y	Lambda= 0.4443
	4.57	6.60			
	4.82	6.50			
	4.94	6.46			
	5.01	6.44			
	5.07	6.43			
	5.13	6.43			
	5.18	6.43			

5.24	6.44
5.30	6.46
5.38	6.48
5.46	6.50
5.52	6.52
5.59	6.55
5.65	6.57
5.71	6.60
5.77	6.62
5.84	6.66
5.91	6.69
5.98	6.73
6.04	6.76
6.11	6.79
6.17	6.83
6.24	6.86
6.31	6.89
6.38	6.93
6.45	6.96
6.51	7.00
6.57	7.03
6.63	7.07
6.70	7.11
6.76	7.16
6.82	7.20
6.89	7.25
6.96	7.31
6.96	8.10

Fattore di sicurezza (FS) 2.0389 - N.9 -- X Y Lambda= 0.4173

4.58	6.60
4.89	6.51
5.03	6.47
5.12	6.45
5.19	6.44
5.27	6.44
5.33	6.45
5.40	6.46
5.49	6.48
5.59	6.51
5.68	6.54
5.76	6.57
5.84	6.60
5.91	6.64
5.99	6.67
6.07	6.71
6.15	6.76
6.23	6.82
6.32	6.87
6.40	6.92
6.48	6.97
6.56	7.02
6.64	7.07
6.73	7.13
6.81	7.18
6.90	7.24

6.98 7.30
7.03 7.34
7.03 8.10

Fattore di sicurezza (FS) 2.0422 - N.10 -- X Y Lambda= 0.3973

4.58 6.60
4.89 6.50
5.03 6.45
5.13 6.43
5.20 6.42
5.28 6.42
5.35 6.42
5.42 6.43
5.50 6.45
5.61 6.48
5.70 6.50
5.78 6.53
5.87 6.56
5.95 6.58
6.03 6.61
6.11 6.65
6.20 6.68
6.29 6.72
6.38 6.76
6.46 6.80
6.53 6.85
6.61 6.90
6.69 6.95
6.77 7.01
6.85 7.08
6.95 7.15
7.03 7.23
7.12 7.30
7.17 7.35
7.17 8.10

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR F_s *

Analisi Deficit in riferimento a $F_s(\text{progetto}) = 1.100$

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	2.016	25.2	12.5	11.4	Surplus
2	2.020	23.9	11.8	10.9	Surplus
3	2.032	22.8	11.2	10.5	Surplus
4	2.035	21.8	10.7	10.0	Surplus
5	2.036	23.1	11.3	10.6	Surplus
6	2.037	24.4	12.0	11.2	Surplus
7	2.037	25.3	12.4	11.6	Surplus
8	2.037	22.8	11.2	10.5	Surplus
9	2.039	23.9	11.7	11.0	Surplus
10	2.042	26.4	12.9	12.2	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 10.0

Note: FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie
di scivolamento

FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie
di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN
per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

SSAP 5.0.2 - Slope Stability Analysis Program (1991,2021)

WWW.SSAP.EU

Build No. 11987

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI *,**

*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU

** Gia' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 21 Febbraio 2021

File report: C:\Users\HP\Desktop\ING017_BONIFICA_FERRARA_Mezzano\MODELLO
ssap2010\SEZ1a\DINAMICA-5000-+kv\RISULTATO\REPORT.txt

Data: 30/7/2021

Localita' :

Descrizione:

Modello pendio: SEZIONE N.1a - ANALISI SISMICA (+kv)

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

___ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m) ___

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0.00	8.20	0.00	6.40	-	-	-	-
1.00	8.20	8.60	6.40	-	-	-	-
3.20	6.60	-	-	-	-	-	-
4.60	6.60	-	-	-	-	-	-
6.60	8.10	-	-	-	-	-	-
8.60	8.10	-	-	-	-	-	-

---- SUP FALDA -----

X Y (in m)

0.00	5.40
8.60	5.40

----- GESTIONE ACQUIFERI -----

Strati esclusi da acquifero:

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

EFFETTO TENSION CRACK IN TESTA RIEMPITO DI ACQUA: ----> DISATTIVATO

In caso di superfici con tension crack in testa, la frattura di tensione

puo' venir viene considerata completamente riempita di acqua per la sua intera profondita'.

Viene quindi considerato una forza in testa, prodotta dalla pressione idrostatica.

La forza applicata ha un effetto destabilizzante aggiuntivo alle altre forze destabilizzanti agenti.

Peso unitario fluido (kN/m³): 9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A 0

Coefficiente K 0.000800

Pressione minima fluidi Uo_Min (kPa) 0.01

Coefficiente di soprapressione oltre pressione idrostatica 1.00

Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica = ATTIVA

STABILITE CONDIZIONI PER LA VERIFICA CON SOVRAPPRESSIONE ACQUIFERI CON DISSIPAZIONE IN DIREZIONE DELLA SUPERFICIE

CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE NON ATTIVATO

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	21.00	6.50	0.00	17.00	17.00	1.301	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	23.00	15.00	0.00	18.00	19.00	1.805	0.00	0.00	0.00	0.00

LEGENDA: fi` _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)

C` _____ Coesione efficace (in Kpa)

Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m³)

Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m³)

STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH') (adimensionale)

---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-

sgci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)

GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)

mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)

D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

Fattore di riduzione NTC2018: gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

MOTORE DI RICERCA: SNIFF RANDOM SEARCH - Borselli (1997,2020)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)*: 0.1 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 0.17 7.91

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 4.78

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 1.03 8.43

TOTALE SUPERFICI GENERATE : 5000

*NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene considerata nel caso di uso del motore di ricerca NEW RANOM SEARCH

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)

METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (lambda0,Fs0) ADOTTATO : B (piu' accurato)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0800

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0400

COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0 durante le tutte le verifiche globali.

I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR F_s *

Fattore di sicurezza (FS)	2.2949	- Min. -	X	Y	Lambda= 0.6436
	4.59	6.60			
	4.87	6.51			
	5.00	6.47			
	5.08	6.45			
	5.14	6.44			
	5.21	6.44			
	5.27	6.44			
	5.33	6.45			
	5.41	6.47			
	5.50	6.50			
	5.58	6.52			
	5.66	6.55			
	5.72	6.58			
	5.80	6.61			
	5.86	6.64			
	5.93	6.68			
	6.00	6.72			
	6.08	6.77			
	6.16	6.81			
	6.23	6.86			
	6.31	6.90			
	6.38	6.95			
	6.45	6.99			
	6.52	7.04			
	6.60	7.08			
	6.67	7.13			
	6.74	7.17			
	6.80	7.21			
	6.80	8.10			

Fattore di sicurezza (FS)	2.2978	- N.2 --	X	Y	Lambda= 0.7421
	4.59	6.60			
	4.77	6.51			
	4.84	6.47			
	4.89	6.45			
	4.93	6.44			
	4.97	6.43			
	5.01	6.43			
	5.05	6.44			
	5.09	6.44			
	5.15	6.46			
	5.20	6.48			
	5.25	6.49			
	5.30	6.51			
	5.34	6.52			
	5.38	6.54			
	5.43	6.56			
	5.47	6.57			

5.52	6.60
5.57	6.62
5.62	6.64
5.66	6.66
5.71	6.68
5.75	6.70
5.80	6.72
5.84	6.74
5.89	6.76
5.94	6.79
5.98	6.81
6.03	6.83
6.07	6.86
6.12	6.88
6.16	6.90
6.21	6.93
6.25	6.96
6.30	6.98
6.35	7.01
6.39	7.03
6.44	7.06
6.48	7.08
6.53	7.11
6.58	7.14
6.62	7.16
6.67	7.19
6.71	7.21
6.71	8.10

Fattore di sicurezza (FS)	2.3020	- N.3 --	X	Y	Lambda= 0.6875
---------------------------	--------	----------	---	---	----------------

4.59	6.60
4.79	6.52
4.88	6.49
4.94	6.47
4.99	6.46
5.04	6.45
5.08	6.45
5.13	6.45
5.18	6.46
5.25	6.47
5.31	6.48
5.36	6.49
5.40	6.50
5.45	6.52
5.50	6.54
5.55	6.56
5.60	6.58
5.66	6.61
5.72	6.64
5.77	6.67
5.82	6.70
5.87	6.73
5.93	6.76
5.98	6.79
6.03	6.82
6.08	6.85

6.14	6.88
6.19	6.91
6.24	6.94
6.29	6.97
6.34	7.00
6.40	7.03
6.45	7.06
6.50	7.10
6.55	7.13
6.61	7.16
6.66	7.19
6.71	7.23
6.71	8.10

Fattore di sicurezza (FS)	2.3055	- N.4 --	X	Y	Lambda= 0.7383
---------------------------	--------	----------	---	---	----------------

4.47	6.60
4.68	6.50
4.78	6.47
4.84	6.44
4.88	6.43
4.93	6.43
4.97	6.43
5.02	6.44
5.08	6.45
5.15	6.47
5.21	6.49
5.27	6.50
5.32	6.52
5.38	6.54
5.43	6.56
5.48	6.58
5.54	6.60
5.60	6.62
5.65	6.64
5.71	6.67
5.76	6.69
5.82	6.72
5.87	6.74
5.92	6.77
5.98	6.80
6.03	6.83
6.09	6.86
6.15	6.88
6.20	6.91
6.26	6.94
6.31	6.97
6.37	7.00
6.42	7.03
6.48	7.06
6.53	7.09
6.59	7.12
6.64	7.15
6.70	7.17
6.75	7.20
6.81	7.23
6.81	8.10

Fattore di sicurezza (FS)	2.3124	- N.5 --	X	Y	Lambda= 0.6798
	4.58	6.60			
	4.86	6.50			
	4.98	6.46			
	5.05	6.45			
	5.11	6.44			
	5.17	6.44			
	5.23	6.45			
	5.29	6.47			
	5.35	6.49			
	5.44	6.53			
	5.52	6.56			
	5.60	6.60			
	5.67	6.63			
	5.74	6.66			
	5.81	6.69			
	5.88	6.72			
	5.95	6.76			
	6.03	6.80			
	6.09	6.83			
	6.16	6.87			
	6.23	6.90			
	6.30	6.95			
	6.36	6.99			
	6.43	7.03			
	6.50	7.08			
	6.57	7.13			
	6.65	7.18			
	6.70	7.22			
	6.70	8.10			

Fattore di sicurezza (FS)	2.3135	- N.6 --	X	Y	Lambda= 0.7041
	4.57	6.60			
	4.84	6.56			
	4.96	6.55			
	5.05	6.54			
	5.12	6.54			
	5.19	6.54			
	5.25	6.55			
	5.32	6.56			
	5.39	6.58			
	5.48	6.60			
	5.56	6.63			
	5.63	6.65			
	5.70	6.68			
	5.77	6.70			
	5.84	6.73			
	5.91	6.77			
	5.98	6.80			
	6.06	6.84			
	6.13	6.89			
	6.21	6.93			
	6.28	6.97			
	6.35	7.01			
	6.42	7.05			

6.49	7.10
6.56	7.14
6.64	7.19
6.71	7.24
6.77	7.27
6.77	8.10

Fattore di sicurezza (FS)	2.3145	- N.7 --	X	Y	Lambda= 0.7112
	4.56	6.60			
	4.86	6.50			
	4.99	6.46			
	5.08	6.45			
	5.14	6.44			
	5.21	6.45			
	5.26	6.46			
	5.33	6.48			
	5.40	6.52			
	5.50	6.56			
	5.59	6.61			
	5.67	6.65			
	5.75	6.69			
	5.83	6.73			
	5.91	6.77			
	5.98	6.81			
	6.06	6.85			
	6.14	6.89			
	6.22	6.93			
	6.29	6.97			
	6.37	7.01			
	6.45	7.05			
	6.52	7.09			
	6.60	7.14			
	6.68	7.18			
	6.75	7.23			
	6.81	7.26			
	6.81	8.10			

Fattore di sicurezza (FS)	2.3296	- N.8 --	X	Y	Lambda= 0.6767
	4.55	6.60			
	4.85	6.51			
	4.99	6.47			
	5.07	6.45			
	5.14	6.44			
	5.22	6.44			
	5.28	6.44			
	5.35	6.46			
	5.43	6.48			
	5.53	6.51			
	5.62	6.54			
	5.70	6.56			
	5.78	6.59			
	5.85	6.62			
	5.93	6.66			
	6.00	6.69			
	6.08	6.73			

6.17	6.77
6.25	6.81
6.33	6.85
6.41	6.89
6.49	6.93
6.57	6.97
6.65	7.01
6.73	7.05
6.81	7.09
6.88	7.13
6.95	7.17
6.95	8.10

Fattore di sicurezza (FS)	2.3297	- N.9 --	X	Y	Lambda= 0.6552
---------------------------	--------	----------	---	---	----------------

4.45	6.60
4.74	6.51
4.87	6.47
4.95	6.45
5.02	6.44
5.09	6.44
5.15	6.45
5.22	6.46
5.29	6.48
5.39	6.51
5.47	6.54
5.55	6.56
5.62	6.59
5.69	6.63
5.76	6.66
5.83	6.70
5.91	6.74
5.99	6.79
6.07	6.84
6.14	6.89
6.22	6.93
6.30	6.98
6.37	7.03
6.45	7.07
6.52	7.12
6.60	7.16
6.67	7.21
6.73	7.25
6.73	8.10

Fattore di sicurezza (FS)	2.3321	- N.10 --	X	Y	Lambda= 0.6648
---------------------------	--------	-----------	---	---	----------------

4.48	6.60
4.85	6.50
5.01	6.47
5.12	6.45
5.20	6.45
5.28	6.45
5.36	6.47
5.44	6.49
5.53	6.52
5.65	6.58

5.76	6.62
5.86	6.67
5.95	6.71
6.05	6.76
6.14	6.80
6.23	6.85
6.33	6.90
6.43	6.96
6.52	7.01
6.62	7.06
6.71	7.12
6.81	7.17
6.87	7.21
6.87	8.10

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR F_s *

Analisi Deficit in riferimento a $F_s(\text{progetto}) = 1.200$

Sup N.	F_s	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	2.295	28.3	12.3	13.5	Surplus
2	2.298	25.7	11.2	12.3	Surplus
3	2.302	26.2	11.4	12.6	Surplus
4	2.306	27.6	12.0	13.2	Surplus
5	2.312	26.4	11.4	12.7	Surplus
6	2.313	25.6	11.1	12.3	Surplus
7	2.315	27.6	11.9	13.3	Surplus
8	2.330	30.2	13.0	14.7	Surplus
9	2.330	27.4	11.8	13.3	Surplus
10	2.332	29.4	12.6	14.3	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 12.3

Note: FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie di scivolamento

FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

SSAP 5.0.2 - Slope Stability Analysis Program (1991,2021)

WWW.SSAP.EU

Build No. 11987

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI *,**

*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU

** Gia' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 21 Febbraio 2021

File report: C:\Users\HP\Desktop\ING017_BONIFICA_FERRARA_Mezzano\MODELLO
ssap2010\SEZ1a\DINAMICA-5000_-kv\RISULTATO\REPORT.txt

Data: 30/7/2021

Localita' :

Descrizione:

Modello pendio: SEZIONE N.1a - ANALISI SISMICA (-kv)

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

___ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m) ___

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0.00	8.20	0.00	6.40	-	-	-	-
1.00	8.20	8.60	6.40	-	-	-	-
3.20	6.60	-	-	-	-	-	-
4.60	6.60	-	-	-	-	-	-
6.60	8.10	-	-	-	-	-	-
8.60	8.10	-	-	-	-	-	-

---- SUP FALDA -----

X Y (in m)

0.00	5.40
8.60	5.40

----- GESTIONE ACQUIFERI -----

Strati esclusi da acquifero:

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

EFFETTO TENSION CRACK IN TESTA RIEMPITO DI ACQUA: ----> DISATTIVATO

In caso di superfici con tension crack in testa, la frattura di tensione

puo' venir viene considerata completamente riempita di acqua per la sua intera profondita'.

Viene quindi considerato una forza in testa, prodotta dalla pressione idrostatica.

La forza applicta ha un effetto destabilizzante aggiuntivo alle altre forze destabilizzanti agenti.

Peso unitario fluido (kN/m³): 9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A 0

Coefficiente K 0.000800

Pressione minima fluidi Uo_Min (kPa) 0.01

Coefficiente di soprapressione oltre pressione idrostatica 1.00

Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica = ATTIVA

STABILITE CONDIZIONI PER LA VERIFICA CON SOVRAPPRESSIONE ACQUIFERI CON DISSIPAZIONE IN DIREZIONE DELLA SUPERFICIE

CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE NON ATTIVATO

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	21.00	6.50	0.00	17.00	17.00	1.301	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	23.00	15.00	0.00	18.00	19.00	1.805	0.00	0.00	0.00	0.00

LEGENDA: fi` _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)

C` _____ Coesione efficace (in Kpa)

Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m³)

Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m³)

STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH') (adimensionale)

---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-

sgci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)

GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)

mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)

D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

Fattore di riduzione NTC2018: gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

MOTORE DI RICERCA: SNIFF RANDOM SEARCH - Borselli (1997,2020)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)*: 0.1 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 0.17 7.91

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 4.78

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 1.03 8.43

TOTALE SUPERFICI GENERATE : 5000

*NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene considerata nel caso di uso del motore di ricerca NEW RANOM SEARCH

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)

METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (lambda0,Fs0) ADOTTATO : B (piu' accurato)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0800

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Negativo): -0.0400

COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0 durante le tutte le verifiche globali.

I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR F_s *

Fattore di sicurezza (FS)	2.4521	- Min. -	X	Y	Lambda= 0.7022
	4.51	6.60			
	4.72	6.52			
	4.81	6.48			
	4.87	6.47			
	4.91	6.46			
	4.96	6.45			
	5.01	6.46			
	5.05	6.46			
	5.10	6.47			
	5.17	6.49			
	5.23	6.51			
	5.29	6.52			
	5.34	6.54			
	5.40	6.55			
	5.45	6.57			
	5.50	6.58			
	5.56	6.60			
	5.61	6.61			
	5.67	6.63			
	5.72	6.64			
	5.77	6.66			
	5.82	6.68			
	5.88	6.70			
	5.93	6.72			
	5.99	6.74			
	6.05	6.76			
	6.10	6.78			
	6.15	6.80			
	6.20	6.83			
	6.25	6.85			
	6.30	6.88			
	6.35	6.91			
	6.41	6.95			
	6.46	6.99			
	6.52	7.03			
	6.58	7.07			
	6.63	7.11			
	6.68	7.15			
	6.74	7.18			
	6.74	8.10			

Fattore di sicurezza (FS)	2.4577	- N.2 --	X	Y	Lambda= 0.6627
	4.47	6.60			
	4.76	6.51			
	4.89	6.47			
	4.97	6.46			
	5.04	6.45			
	5.11	6.45			

5.17	6.45
5.24	6.47
5.31	6.49
5.41	6.52
5.49	6.54
5.57	6.57
5.64	6.60
5.72	6.63
5.79	6.66
5.87	6.69
5.94	6.73
6.02	6.77
6.10	6.81
6.18	6.85
6.25	6.89
6.32	6.93
6.40	6.97
6.47	7.01
6.55	7.06
6.63	7.11
6.70	7.16
6.76	7.20
6.76	8.10

Fattore di sicurezza (FS)	2.4608	-	N.3 --	X	Y	Lambda= 0.6303
---------------------------	--------	---	--------	---	---	----------------

4.56	6.60
4.79	6.55
4.91	6.53
4.99	6.52
5.06	6.51
5.12	6.51
5.18	6.50
5.25	6.50
5.32	6.51
5.40	6.51
5.47	6.52
5.53	6.53
5.59	6.54
5.65	6.55
5.71	6.57
5.77	6.60
5.84	6.62
5.92	6.66
5.99	6.70
6.06	6.73
6.12	6.76
6.19	6.80
6.25	6.84
6.32	6.87
6.38	6.91
6.45	6.96
6.52	7.00
6.59	7.04
6.65	7.08
6.72	7.12
6.79	7.16

6.85 7.20
6.85 8.10

Fattore di sicurezza (FS)	2.4619	- N.4 --	X	Y	Lambda= 0.6876
	4.53	6.60			
	4.89	6.52			
	5.05	6.49			
	5.15	6.48			
	5.23	6.48			
	5.32	6.49			
	5.39	6.51			
	5.48	6.53			
	5.57	6.57			
	5.68	6.63			
	5.79	6.68			
	5.89	6.72			
	5.98	6.77			
	6.07	6.82			
	6.17	6.86			
	6.26	6.91			
	6.35	6.96			
	6.45	7.01			
	6.54	7.06			
	6.64	7.11			
	6.73	7.16			
	6.82	7.21			
	6.89	7.24			
	6.89	8.10			

Fattore di sicurezza (FS)	2.4687	- N.5 --	X	Y	Lambda= 0.7248
	4.65	6.63			
	4.96	6.61			
	5.11	6.60			
	5.21	6.60			
	5.29	6.60			
	5.37	6.62			
	5.45	6.63			
	5.53	6.65			
	5.61	6.68			
	5.72	6.72			
	5.81	6.76			
	5.89	6.80			
	5.98	6.84			
	6.06	6.88			
	6.14	6.92			
	6.22	6.97			
	6.31	7.02			
	6.40	7.07			
	6.49	7.13			
	6.58	7.18			
	6.66	7.23			
	6.75	7.29			
	6.80	7.32			
	6.80	8.10			

Fattore di sicurezza (FS)	2.4699	- N.6 --	X	Y	Lambda= 0.6335
	4.58	6.60			
	4.94	6.50			
	5.10	6.47			
	5.21	6.45			
	5.29	6.44			
	5.37	6.45			
	5.45	6.46			
	5.53	6.48			
	5.62	6.51			
	5.74	6.56			
	5.85	6.60			
	5.94	6.64			
	6.03	6.69			
	6.12	6.73			
	6.21	6.77			
	6.30	6.82			
	6.40	6.88			
	6.49	6.93			
	6.59	6.99			
	6.69	7.04			
	6.78	7.10			
	6.87	7.15			
	6.87	8.10			

Fattore di sicurezza (FS)	2.4743	- N.7 --	X	Y	Lambda= 0.6604
	4.50	6.60			
	4.84	6.54			
	4.99	6.51			
	5.09	6.50			
	5.18	6.50			
	5.26	6.51			
	5.34	6.52			
	5.42	6.54			
	5.51	6.57			
	5.62	6.61			
	5.72	6.64			
	5.81	6.68			
	5.90	6.72			
	5.98	6.76			
	6.07	6.80			
	6.15	6.85			
	6.24	6.90			
	6.34	6.97			
	6.43	7.03			
	6.52	7.09			
	6.61	7.14			
	6.70	7.20			
	6.76	7.24			
	6.76	8.10			

Fattore di sicurezza (FS)	2.4744	- N.8 --	X	Y	Lambda= 0.7123
	4.53	6.60			
	4.77	6.51			
	4.88	6.47			

4.95	6.46
5.00	6.45
5.06	6.44
5.11	6.44
5.16	6.45
5.22	6.46
5.30	6.48
5.37	6.50
5.43	6.52
5.49	6.54
5.55	6.57
5.61	6.59
5.67	6.62
5.73	6.64
5.80	6.68
5.86	6.71
5.92	6.74
5.99	6.77
6.05	6.80
6.11	6.83
6.17	6.86
6.23	6.89
6.30	6.92
6.36	6.95
6.42	6.98
6.48	7.01
6.54	7.04
6.60	7.08
6.67	7.11
6.73	7.14
6.79	7.17
6.79	8.10

Fattore di sicurezza (FS)	2.4814	- N.9 --	X	Y	Lambda= 0.6760
---------------------------	--------	----------	---	---	----------------

4.58	6.60
4.83	6.55
4.94	6.54
5.02	6.53
5.09	6.53
5.15	6.53
5.21	6.53
5.28	6.54
5.35	6.56
5.43	6.58
5.50	6.60
5.57	6.62
5.63	6.64
5.70	6.67
5.76	6.70
5.82	6.73
5.89	6.77
5.97	6.82
6.04	6.86
6.11	6.91
6.17	6.95
6.24	6.99

6.31	7.04
6.38	7.08
6.44	7.13
6.51	7.18
6.58	7.22
6.65	7.27
6.65	8.10

Fattore di sicurezza (FS)	2.4823	- N.10 --	X	Y	Lambda= 0.6474
---------------------------	--------	-----------	---	---	----------------

4.45	6.60
4.80	6.51
4.96	6.47
5.06	6.45
5.15	6.44
5.23	6.45
5.30	6.46
5.39	6.47
5.48	6.50
5.59	6.54
5.69	6.58
5.79	6.61
5.88	6.65
5.97	6.69
6.05	6.73
6.14	6.77
6.23	6.82
6.33	6.88
6.42	6.93
6.52	6.98
6.61	7.03
6.70	7.09
6.79	7.14
6.85	7.17
6.85	8.10

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR F_s *

Analisi Deficit in riferimento a $F_s(\text{progetto}) = 1.200$

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	2.452	26.1	10.7	13.3	Surplus
2	2.458	26.9	10.9	13.8	Surplus
3	2.461	27.7	11.3	14.2	Surplus
4	2.462	27.7	11.3	14.2	Surplus
5	2.469	24.2	9.8	12.4	Surplus
6	2.470	28.7	11.6	14.7	Surplus
7	2.474	26.3	10.6	13.6	Surplus
8	2.474	26.5	10.7	13.6	Surplus
9	2.481	23.8	9.6	12.3	Surplus
10	2.482	28.7	11.6	14.8	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 12.3

Note: FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie
di scivolamento

FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie
di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN
per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

SSAP 5.0.2 - Slope Stability Analysis Program (1991,2021)

WWW.SSAP.EU

Build No. 11987

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI *,**

*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU

** Gia' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 21 Febbraio 2021

File report: C:\Users\HP\Desktop\ING017_BONIFICA_FERRARA_Mezzano\MODELLO
ssap2010\SEZ1b\RISULTATI\REPORT.txt

Data: 30/7/2021

Localita' :

Descrizione:

Modello pendio: [SEZIONE N.1b - ANALISI STATICA](#)

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

___ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m) ___

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0.00	8.00	3.00	8.00	-	-	-	-
3.00	8.00	10.30	8.00	-	-	-	-
5.70	9.80	-	-	-	-	-	-
6.70	9.80	-	-	-	-	-	-
8.90	8.20	-	-	-	-	-	-
10.30	8.20	-	-	-	-	-	-

---- SUP FALDA -----

X Y (in m)

0.00	7.00
10.30	7.00

----- GESTIONE ACQUIFERI -----

Strati esclusi da acquifero:

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

EFFETTO TENSION CRACK IN TESTA RIEMPITO DI ACQUA: ----> DISATTIVATO

In caso di superfici con tension crack in testa, la frattura di tensione

puo' venir viene considerata completamente riempita di acqua per la sua intera profondita'.

Viene quindi considerato una forza in testa, prodotta dalla pressione idrostatica.

La forza applicata ha un effetto destabilizzante aggiuntivo alle altre forze destabilizzanti agenti.

Peso unitario fluido (kN/m³): 9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A 0

Coefficiente K 0.000800

Pressione minima fluidi Uo_Min (kPa) 0.01

Coefficiente di soprapressione oltre pressione idrostatica 1.00

Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica = ATTIVA

STABILITE CONDIZIONI PER LA VERIFICA CON SOVRAPPRESSIONE ACQUIFERI CON DISSIPAZIONE IN DIREZIONE DELLA SUPERFICIE

CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE NON ATTIVATO

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	17.00	5.00	0.00	17.00	17.00	0.975	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	19.00	12.00	0.00	18.00	19.00	1.378	0.00	0.00	0.00	0.00

LEGENDA: fi` _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)

C` _____ Coesione efficace (in Kpa)

Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m³)

Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m³)

STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH') (adimensionale)

---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-

sigci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)

GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)

mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)

D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

Fattore di riduzione NTC2018: gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

MOTORE DI RICERCA: SNIFF RANDOM SEARCH - Borselli (1997,2020)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)*: 0.1 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 0.21 9.48

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 6.38

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 1.24 10.09

TOTALE SUPERFICI GENERATE : 5000

*NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene considerata nel caso di uso del motore di ricerca NEW RANOM SEARCH

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)

METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (lambda0,Fs0) ADOTTATO : B (piu' accurato)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0000

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0000

COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0 durante le tutte le verifiche globali.

I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR F_s *

Fattore di sicurezza (FS)	2.0076	- Min. -	X	Y	Lambda= 0.4206
	3.08	8.06			
	3.40	8.03			
	3.56	8.02			
	3.67	8.02			
	3.77	8.02			
	3.86	8.02			
	3.94	8.02			
	4.03	8.03			
	4.13	8.03			
	4.23	8.05			
	4.33	8.06			
	4.41	8.07			
	4.50	8.09			
	4.58	8.11			
	4.67	8.14			
	4.75	8.17			
	4.85	8.21			
	4.95	8.25			
	5.05	8.30			
	5.14	8.34			
	5.22	8.38			
	5.31	8.44			
	5.40	8.49			
	5.48	8.55			
	5.58	8.61			
	5.68	8.69			
	5.78	8.76			
	5.86	8.84			
	5.95	8.91			
	6.04	9.00			
	6.10	9.06			
	6.10	9.80			

Fattore di sicurezza (FS)	2.0078	- N.2 --	X	Y	Lambda= 0.4215
	3.04	8.03			
	3.36	8.02			
	3.52	8.01			
	3.63	8.01			
	3.73	8.01			
	3.82	8.01			
	3.91	8.01			
	4.01	8.02			
	4.10	8.02			
	4.21	8.03			
	4.30	8.04			
	4.39	8.06			
	4.47	8.07			
	4.56	8.10			

4.64	8.12
4.73	8.15
4.82	8.19
4.93	8.24
5.03	8.29
5.12	8.33
5.21	8.38
5.30	8.43
5.38	8.49
5.48	8.55
5.57	8.61
5.68	8.68
5.77	8.75
5.86	8.82
5.94	8.90
6.03	8.98
6.09	9.05
6.09	9.80

Fattore di sicurezza (FS)	2.0139	- N.3 --	X	Y	Lambda= 0.4324
	3.09	8.06			
	3.42	8.04			
	3.57	8.02			
	3.68	8.02			
	3.77	8.02			
	3.86	8.03			
	3.94	8.03			
	4.03	8.04			
	4.12	8.06			
	4.22	8.08			
	4.31	8.10			
	4.40	8.12			
	4.49	8.14			
	4.58	8.16			
	4.66	8.19			
	4.75	8.22			
	4.85	8.25			
	4.95	8.29			
	5.04	8.33			
	5.13	8.37			
	5.21	8.41			
	5.30	8.45			
	5.38	8.50			
	5.47	8.56			
	5.56	8.62			
	5.67	8.69			
	5.76	8.76			
	5.85	8.83			
	5.93	8.90			
	6.02	8.99			
	6.07	9.05			
	6.07	9.80			

Fattore di sicurezza (FS)	2.0185	- N.4 --	X	Y	Lambda= 0.4049
	3.10	8.07			

3.38	8.04
3.52	8.03
3.61	8.02
3.70	8.01
3.78	8.01
3.86	8.01
3.94	8.01
4.02	8.01
4.11	8.01
4.19	8.02
4.27	8.03
4.34	8.04
4.41	8.06
4.48	8.08
4.56	8.10
4.64	8.13
4.73	8.17
4.81	8.21
4.89	8.24
4.97	8.28
5.05	8.32
5.13	8.35
5.21	8.39
5.29	8.43
5.37	8.48
5.45	8.52
5.53	8.57
5.61	8.61
5.69	8.66
5.77	8.70
5.85	8.75
5.93	8.81
6.01	8.86
6.09	8.92
6.17	8.97
6.23	9.02
6.23	9.80

Fattore di sicurezza (FS)	2.0205	- N.5 --	X	Y	Lambda= 0.4166
---------------------------	--------	----------	---	---	----------------

3.13	8.09
3.48	8.05
3.64	8.04
3.75	8.03
3.85	8.03
3.94	8.03
4.03	8.04
4.12	8.05
4.22	8.07
4.33	8.09
4.43	8.11
4.52	8.13
4.61	8.16
4.70	8.19
4.79	8.22
4.88	8.26
4.98	8.30

5.09	8.35
5.19	8.40
5.28	8.44
5.37	8.49
5.47	8.55
5.56	8.60
5.65	8.66
5.74	8.72
5.85	8.79
5.94	8.86
6.04	8.93
6.13	9.00
6.20	9.04
6.20	9.80

Fattore di sicurezza (FS)	2.0223	- N.6 --	X	Y	Lambda= 0.4599
	3.05	8.03			
	3.31	8.02			
	3.44	8.01			
	3.53	8.01			
	3.61	8.01			
	3.68	8.01			
	3.76	8.01			
	3.83	8.02			
	3.91	8.02			
	4.00	8.03			
	4.07	8.04			
	4.14	8.05			
	4.21	8.07			
	4.28	8.08			
	4.35	8.11			
	4.42	8.13			
	4.49	8.17			
	4.58	8.21			
	4.66	8.24			
	4.73	8.28			
	4.81	8.32			
	4.88	8.36			
	4.95	8.40			
	5.03	8.45			
	5.10	8.49			
	5.19	8.55			
	5.26	8.60			
	5.33	8.65			
	5.41	8.70			
	5.48	8.75			
	5.55	8.81			
	5.63	8.87			
	5.70	8.93			
	5.78	9.00			
	5.84	9.05			
	5.84	9.80			

Fattore di sicurezza (FS)	2.0235	- N.7 --	X	Y	Lambda= 0.4033
	3.06	8.04			

3.39	8.02
3.56	8.02
3.68	8.01
3.78	8.01
3.88	8.01
3.97	8.02
4.07	8.02
4.17	8.03
4.28	8.04
4.38	8.05
4.47	8.07
4.56	8.09
4.65	8.11
4.74	8.14
4.83	8.17
4.93	8.21
5.04	8.26
5.14	8.30
5.24	8.35
5.33	8.39
5.43	8.44
5.52	8.49
5.62	8.54
5.72	8.60
5.83	8.66
5.93	8.71
6.02	8.77
6.11	8.84
6.20	8.91
6.30	9.00
6.36	9.06
6.36	9.80

Fattore di sicurezza (FS)	2.0276	- N.8 --	X	Y	Lambda= 0.4139
---------------------------	--------	----------	---	---	----------------

3.10	8.07
3.42	8.04
3.58	8.03
3.69	8.02
3.78	8.02
3.87	8.02
3.96	8.02
4.05	8.02
4.14	8.03
4.25	8.04
4.34	8.05
4.42	8.07
4.50	8.09
4.59	8.11
4.67	8.14
4.76	8.17
4.85	8.21
4.96	8.25
5.05	8.30
5.14	8.35
5.23	8.39
5.31	8.45

5.40	8.50
5.49	8.56
5.58	8.63
5.68	8.71
5.78	8.79
5.86	8.86
5.95	8.94
6.04	9.02
6.04	9.80

Fattore di sicurezza (FS) 2.0288 - N.9 -- X Y Lambda= 0.4169

3.07	8.05
3.38	8.03
3.54	8.02
3.65	8.01
3.75	8.01
3.84	8.01
3.93	8.01
4.03	8.01
4.13	8.02
4.24	8.02
4.33	8.03
4.41	8.05
4.49	8.06
4.57	8.09
4.65	8.12
4.73	8.16
4.83	8.21
4.93	8.27
5.03	8.33
5.13	8.38
5.22	8.44
5.31	8.50
5.40	8.56
5.49	8.62
5.58	8.69
5.68	8.76
5.77	8.83
5.86	8.90
5.95	8.98
6.01	9.03
6.01	9.80

Fattore di sicurezza (FS) 2.0294 - N.10 -- X Y Lambda= 0.4098

3.13	8.09
3.47	8.05
3.63	8.03
3.74	8.03
3.84	8.02
3.93	8.03
4.01	8.03
4.10	8.04
4.20	8.05
4.31	8.07
4.41	8.09

4.50	8.11
4.58	8.13
4.67	8.16
4.76	8.19
4.85	8.23
4.94	8.27
5.04	8.32
5.14	8.37
5.24	8.41
5.33	8.46
5.42	8.51
5.52	8.56
5.61	8.61
5.71	8.67
5.81	8.73
5.91	8.78
5.99	8.84
6.08	8.91
6.17	8.98
6.23	9.03
6.23	9.80

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR F_s *

Analisi Deficit in riferimento a $F_s(\text{progetto}) = 1.100$

Sup N.	F_s	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	2.008	29.5	14.7	13.3	Surplus
2	2.008	29.7	14.8	13.4	Surplus
3	2.014	28.5	14.2	12.9	Surplus
4	2.019	30.3	15.0	13.8	Surplus
5	2.021	29.3	14.5	13.3	Surplus
6	2.022	25.8	12.8	11.8	Surplus
7	2.023	32.3	16.0	14.7	Surplus
8	2.028	28.8	14.2	13.2	Surplus
9	2.029	28.7	14.1	13.1	Surplus
10	2.029	29.8	14.7	13.6	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 11.8

Note: FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie
di scivolamento

FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie
di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN
per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

SSAP 5.0.2 - Slope Stability Analysis Program (1991,2021)

WWW.SSAP.EU

Build No. 11987

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI *,**

*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU

** Gia' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 21 Febbraio 2021

File report: C:\Users\HP\Desktop\ING017_BONIFICA_FERRARA_Mezzano\MODELLO
ssap2010\SEZ1b\DINAMICA_5000_+kv\RISULTATI\REPORT.txt

Data: 30/7/2021

Localita' :

Descrizione:

Modello pendio: [SEZIONE N.1b - ANALISI SISMICA \(+kv\)](#)

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

___ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m) ___

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0.00	8.00	3.00	8.00	-	-	-	-
3.00	8.00	10.30	8.00	-	-	-	-
5.70	9.80	-	-	-	-	-	-
6.70	9.80	-	-	-	-	-	-
8.90	8.20	-	-	-	-	-	-
10.30	8.20	-	-	-	-	-	-

---- SUP FALDA -----

X Y (in m)

0.00	7.00
10.30	7.00

----- GESTIONE ACQUIFERI -----

Strati esclusi da acquifero:

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

EFFETTO TENSION CRACK IN TESTA RIEMPITO DI ACQUA: ----> DISATTIVATO

In caso di superfici con tension crack in testa, la frattura di tensione

puo' venir viene considerata completamente riempita di acqua per la sua intera profondita'.

Viene quindi considerato una forza in testa, prodotta dalla pressione idrostatica.

La forza applicata ha un effetto destabilizzante aggiuntivo alle altre forze destabilizzanti agenti.

Peso unitario fluido (kN/m³): 9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A 0

Coefficiente K 0.000800

Pressione minima fluidi Uo_Min (kPa) 0.01

Coefficiente di soprapressione oltre pressione idrostatica 1.00

Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica = ATTIVA

STABILITE CONDIZIONI PER LA VERIFICA CON SOVRAPPRESSIONE ACQUIFERI CON
DISSIPAZIONE IN DIREZIONE DELLA SUPERFICIE

CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE NON ATTIVATO

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	21.00	6.50	0.00	17.00	17.00	1.301	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	23.00	15.00	0.00	18.00	19.00	1.805	0.00	0.00	0.00	0.00

LEGENDA: fi` _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)

C` _____ Coesione efficace (in Kpa)

Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m³)

Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m³)

STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH') (adimensionale)

---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-

sgci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)

GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)

mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)

D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

Fattore di riduzione NTC2018: gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

MOTORE DI RICERCA: SNIFF RANDOM SEARCH - Borselli (1997,2020)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)*: 0.1 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 0.21 9.48

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 6.38

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 1.24 10.09

TOTALE SUPERFICI GENERATE : 5000

*NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene considerata nel caso
di uso del motore di ricerca NEW RANOM SEARCH

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)

METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (lambda0,Fs0) ADOTTATO : B (piu' accurato)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0800

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0400

COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0
durante le tutte le verifiche globali.

I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR F_s *

Fattore di sicurezza (FS)	2.3119	- Min. -	X	Y	Lambda= 0.6819
	3.10	8.07			
	3.46	8.04			
	3.62	8.03			
	3.73	8.03			
	3.82	8.03			
	3.91	8.04			
	3.99	8.06			
	4.08	8.09			
	4.17	8.12			
	4.29	8.16			
	4.39	8.20			
	4.48	8.24			
	4.58	8.28			
	4.67	8.33			
	4.76	8.37			
	4.85	8.42			
	4.95	8.47			
	5.05	8.53			
	5.14	8.58			
	5.24	8.64			
	5.34	8.69			
	5.43	8.74			
	5.52	8.80			
	5.62	8.86			
	5.68	8.89			
	5.68	9.79			

Fattore di sicurezza (FS)	2.3234	- N.2 --	X	Y	Lambda= 0.6399
	3.04	8.03			
	3.39	8.02			
	3.57	8.01			
	3.69	8.01			
	3.79	8.02			
	3.89	8.02			
	3.98	8.03			
	4.08	8.04			
	4.19	8.06			
	4.31	8.08			
	4.41	8.10			
	4.50	8.13			
	4.59	8.15			
	4.69	8.19			
	4.78	8.22			
	4.87	8.27			
	4.97	8.32			
	5.08	8.38			
	5.19	8.44			
	5.29	8.49			

5.39	8.55
5.49	8.61
5.59	8.67
5.68	8.73
5.77	8.77
5.77	9.80

Fattore di sicurezza (FS)	2.3329	- N.3 --	X	Y	Lambda= 0.6483
	3.12	8.08			
	3.47	8.04			
	3.63	8.03			
	3.74	8.03			
	3.83	8.03			
	3.92	8.04			
	4.00	8.05			
	4.09	8.07			
	4.19	8.09			
	4.30	8.12			
	4.40	8.15			
	4.50	8.19			
	4.58	8.22			
	4.68	8.26			
	4.76	8.30			
	4.85	8.35			
	4.95	8.40			
	5.05	8.46			
	5.15	8.52			
	5.24	8.57			
	5.34	8.63			
	5.43	8.68			
	5.53	8.74			
	5.62	8.79			
	5.68	8.83			
	5.68	9.79			

Fattore di sicurezza (FS)	2.3613	- N.4 --	X	Y	Lambda= 0.7229
	3.05	8.03			
	3.41	8.03			
	3.58	8.03			
	3.70	8.04			
	3.80	8.05			
	3.90	8.06			
	3.99	8.08			
	4.09	8.10			
	4.19	8.13			
	4.31	8.16			
	4.41	8.19			
	4.51	8.23			
	4.61	8.26			
	4.71	8.30			
	4.81	8.33			
	4.91	8.37			
	5.01	8.42			
	5.11	8.46			
	5.22	8.51			

5.32	8.56
5.42	8.60
5.52	8.65
5.62	8.70
5.72	8.75
5.82	8.80
5.82	9.80

Fattore di sicurezza (FS)	2.3652	- N.5 --	X	Y	Lambda= 0.6969
---------------------------	--------	----------	---	---	----------------

3.15	8.10
3.43	8.09
3.57	8.08
3.66	8.08
3.74	8.09
3.82	8.10
3.89	8.11
3.97	8.12
4.05	8.14
4.14	8.17
4.22	8.19
4.30	8.22
4.37	8.24
4.45	8.28
4.52	8.31
4.60	8.34
4.67	8.38
4.76	8.43
4.84	8.48
4.92	8.52
5.00	8.56
5.08	8.61
5.16	8.65
5.24	8.69
5.32	8.74
5.39	8.78
5.47	8.82
5.55	8.87
5.63	8.91
5.69	8.95
5.69	9.80

Fattore di sicurezza (FS)	2.3659	- N.6 --	X	Y	Lambda= 0.7404
---------------------------	--------	----------	---	---	----------------

3.05	8.03
3.40	8.02
3.57	8.02
3.68	8.03
3.77	8.04
3.86	8.06
3.95	8.08
4.03	8.11
4.13	8.15
4.24	8.19
4.34	8.23
4.44	8.28
4.54	8.32

4.64	8.36
4.73	8.40
4.83	8.45
4.93	8.49
5.03	8.54
5.12	8.58
5.22	8.63
5.31	8.68
5.41	8.73
5.50	8.78
5.59	8.83
5.66	8.87
5.66	9.77

Fattore di sicurezza (FS)	2.3662	- N.7 --	X	Y	Lambda= 0.7241
---------------------------	--------	----------	---	---	----------------

3.04	8.03
3.33	8.03
3.47	8.04
3.56	8.04
3.65	8.05
3.73	8.06
3.80	8.07
3.88	8.09
3.96	8.11
4.05	8.13
4.14	8.16
4.21	8.18
4.29	8.21
4.37	8.24
4.45	8.27
4.52	8.30
4.60	8.34
4.69	8.38
4.77	8.42
4.85	8.46
4.93	8.50
5.01	8.54
5.09	8.58
5.17	8.63
5.26	8.67
5.34	8.71
5.42	8.76
5.50	8.80
5.58	8.85
5.66	8.89
5.66	9.77

Fattore di sicurezza (FS)	2.3671	- N.8 --	X	Y	Lambda= 0.7386
---------------------------	--------	----------	---	---	----------------

3.03	8.02
3.38	8.04
3.55	8.05
3.67	8.06
3.77	8.07
3.87	8.09
3.96	8.11

4.05	8.13
4.15	8.16
4.27	8.19
4.37	8.23
4.47	8.26
4.56	8.29
4.66	8.33
4.76	8.37
4.85	8.41
4.95	8.45
5.06	8.50
5.16	8.54
5.26	8.59
5.36	8.64
5.45	8.69
5.55	8.74
5.65	8.80
5.74	8.85
5.74	9.80

Fattore di sicurezza (FS)	2.3683	- N.9 --	X	Y	Lambda= 0.5898
	3.09	8.06			
	3.42	8.04			
	3.59	8.03			
	3.71	8.02			
	3.81	8.02			
	3.91	8.01			
	4.00	8.01			
	4.10	8.01			
	4.20	8.01			
	4.31	8.01			
	4.41	8.02			
	4.50	8.03			
	4.58	8.04			
	4.67	8.06			
	4.76	8.08			
	4.85	8.11			
	4.95	8.14			
	5.06	8.18			
	5.16	8.23			
	5.26	8.27			
	5.35	8.31			
	5.45	8.35			
	5.54	8.40			
	5.64	8.44			
	5.74	8.50			
	5.85	8.56			
	5.95	8.61			
	6.04	8.67			
	6.10	8.72			
	6.10	9.80			

Fattore di sicurezza (FS)	2.3713	- N.10 --	X	Y	Lambda= 0.7064
	3.10	8.07			
	3.45	8.04			

3.61	8.03
3.72	8.03
3.80	8.03
3.89	8.05
3.97	8.07
4.05	8.09
4.14	8.13
4.25	8.17
4.35	8.21
4.45	8.25
4.55	8.30
4.64	8.34
4.73	8.38
4.83	8.42
4.92	8.46
5.02	8.51
5.11	8.55
5.20	8.60
5.29	8.65
5.38	8.70
5.47	8.75
5.56	8.80
5.63	8.84
5.63	9.75

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR F_s *

Analisi Deficit in riferimento a F_s (progetto) = 1.200

Sup N.	F_s	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	2.312	29.6	12.8	14.2	Surplus
2	2.323	32.9	14.2	15.9	Surplus
3	2.333	30.3	13.0	14.7	Surplus
4	2.361	31.9	13.5	15.7	Surplus
5	2.365	28.2	11.9	13.9	Surplus
6	2.366	28.8	12.2	14.2	Surplus
7	2.366	28.6	12.1	14.1	Surplus
8	2.367	30.2	12.7	14.9	Surplus
9	2.368	39.7	16.8	19.6	Surplus
10	2.371	28.5	12.0	14.1	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 13.9

Note: FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie di scivolamento

FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

SSAP 5.0.2 - Slope Stability Analysis Program (1991,2021)

WWW.SSAP.EU

Build No. 11987

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI *,**

*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU

** Gia' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 21 Febbraio 2021

File report: C:\Users\HP\Desktop\ING017_BONIFICA_FERRARA_Mezzano\MODELLO
ssap2010\SEZ1b\DINAMICA_5000_-kv\RISULTATI\REPORT.txt

Data: 30/7/2021

Localita' :

Descrizione:

Modello pendio: **SEIONE N.1b - ANALISI SISMICA (-kv)**

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

___ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m) ___

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0.00	8.00	3.00	8.00	-	-	-	-
3.00	8.00	10.30	8.00	-	-	-	-
5.70	9.80	-	-	-	-	-	-
6.70	9.80	-	-	-	-	-	-
8.90	8.20	-	-	-	-	-	-
10.30	8.20	-	-	-	-	-	-

---- SUP FALDA -----

X Y (in m)

0.00	7.00
10.30	7.00

----- GESTIONE ACQUIFERI -----

Strati esclusi da acquifero:

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

EFFETTO TENSION CRACK IN TESTA RIEMPITO DI ACQUA: ----> DISATTIVATO

In caso di superfici con tension crack in testa, la frattura di tensione

puo' venir viene considerata completamente riempita di acqua per la sua intera profondita'.

Viene quindi considerato una forza in testa, prodotta dalla pressione idrostatica.

La forza applicta ha un effetto destabilizzante aggiuntivo alle altre forze destabilizzanti agenti.

Peso unitario fluido (kN/m³): 9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A 0

Coefficiente K 0.000800

Pressione minima fluidi Uo_Min (kPa) 0.01

Coefficiente di soprapressione oltre pressione idrostatica 1.00

Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica = ATTIVA

STABILITE CONDIZIONI PER LA VERIFICA CON SOVRAPPRESSIONE ACQUIFERI CON DISSIPAZIONE IN DIREZIONE DELLA SUPERFICIE

CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE NON ATTIVATO

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	21.00	6.50	0.00	17.00	17.00	1.301	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	23.00	15.00	0.00	18.00	19.00	1.805	0.00	0.00	0.00	0.00

LEGENDA: fi` _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)

C` _____ Coesione efficace (in Kpa)

Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m³)

Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m³)

STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH') (adimensionale)

---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-

sigci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)

GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)

mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)

D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

Fattore di riduzione NTC2018: gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

MOTORE DI RICERCA: SNIFF RANDOM SEARCH - Borselli (1997,2020)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)*: 0.1 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 0.21 9.48

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 6.38

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 1.24 10.09

TOTALE SUPERFICI GENERATE : 5000

*NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene considerata nel caso di uso del motore di ricerca NEW RANOM SEARCH

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)

METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (lambda0,Fs0) ADOTTATO : B (piu' accurato)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0800

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Negativo): -0.0400

COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0 durante le tutte le verifiche globali.

I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR F_s *

Fattore di sicurezza (FS)	2.4489	- Min. -	X	Y	Lambda= 0.6541
	3.10	8.07			
	3.44	8.04			
	3.61	8.03			
	3.72	8.02			
	3.81	8.03			
	3.90	8.04			
	3.98	8.05			
	4.07	8.07			
	4.17	8.09			
	4.28	8.12			
	4.38	8.15			
	4.48	8.18			
	4.57	8.22			
	4.66	8.26			
	4.75	8.29			
	4.84	8.34			
	4.93	8.39			
	5.04	8.44			
	5.14	8.50			
	5.23	8.55			
	5.32	8.61			
	5.42	8.66			
	5.51	8.72			
	5.60	8.78			
	5.66	8.82			
	5.66	9.78			

Fattore di sicurezza (FS)	2.4490	- N.2 --	X	Y	Lambda= 0.6053
	3.25	8.17			
	3.54	8.09			
	3.68	8.06			
	3.78	8.04			
	3.85	8.03			
	3.93	8.03			
	4.00	8.03			
	4.07	8.04			
	4.16	8.05			
	4.26	8.07			
	4.34	8.09			
	4.42	8.11			
	4.49	8.13			
	4.57	8.16			
	4.64	8.19			
	4.72	8.22			
	4.79	8.26			
	4.88	8.31			
	4.97	8.36			
	5.05	8.40			

5.13	8.45
5.21	8.49
5.29	8.53
5.37	8.58
5.45	8.62
5.53	8.66
5.61	8.71
5.69	8.75
5.77	8.80
5.83	8.83
5.83	9.80

Fattore di sicurezza (FS)	2.4571	- N.3 --	X	Y	Lambda= 0.5796
---------------------------	--------	----------	---	---	----------------

3.11	8.07
3.39	8.04
3.53	8.03
3.63	8.02
3.72	8.01
3.80	8.01
3.88	8.00
3.96	8.00
4.05	8.00
4.14	8.00
4.22	8.00
4.30	8.01
4.38	8.02
4.45	8.03
4.53	8.04
4.61	8.06
4.69	8.09
4.78	8.11
4.87	8.14
4.95	8.17
5.03	8.20
5.11	8.23
5.19	8.26
5.27	8.30
5.35	8.34
5.44	8.38
5.53	8.42
5.61	8.47
5.68	8.51
5.76	8.56
5.84	8.61
5.91	8.67
5.98	8.72
5.98	9.80

Fattore di sicurezza (FS)	2.4605	- N.4 --	X	Y	Lambda= 0.6203
---------------------------	--------	----------	---	---	----------------

3.14	8.09
3.50	8.05
3.67	8.03
3.78	8.03
3.88	8.03
3.98	8.03

4.07	8.04
4.17	8.05
4.27	8.07
4.39	8.09
4.49	8.12
4.59	8.14
4.68	8.17
4.78	8.21
4.87	8.24
4.96	8.29
5.06	8.34
5.17	8.39
5.27	8.45
5.37	8.51
5.47	8.56
5.57	8.62
5.67	8.67
5.77	8.73
5.83	8.76
5.83	9.80

Fattore di sicurezza (FS)	2.4621	- N.5 --	X	Y	Lambda= 0.6750
	3.18	8.12			
	3.53	8.06			
	3.70	8.04			
	3.80	8.04			
	3.89	8.04			
	3.98	8.05			
	4.05	8.06			
	4.14	8.09			
	4.23	8.12			
	4.35	8.17			
	4.45	8.21			
	4.55	8.26			
	4.64	8.30			
	4.73	8.34			
	4.83	8.39			
	4.92	8.43			
	5.01	8.48			
	5.11	8.53			
	5.21	8.58			
	5.30	8.63			
	5.40	8.68			
	5.49	8.73			
	5.58	8.78			
	5.68	8.83			
	5.76	8.87			
	5.76	9.80			

Fattore di sicurezza (FS)	2.4708	- N.6 --	X	Y	Lambda= 0.6068
	3.22	8.15			
	3.50	8.10			
	3.64	8.08			
	3.73	8.07			
	3.82	8.07			

3.89	8.06
3.96	8.06
4.04	8.07
4.13	8.08
4.22	8.09
4.30	8.10
4.38	8.12
4.45	8.14
4.52	8.16
4.59	8.19
4.67	8.22
4.75	8.26
4.84	8.30
4.92	8.35
5.00	8.39
5.08	8.43
5.16	8.48
5.24	8.52
5.31	8.57
5.39	8.61
5.47	8.66
5.55	8.71
5.63	8.75
5.71	8.80
5.77	8.84
5.77	9.80

Fattore di sicurezza (FS)	2.4761	- N.7 --	X	Y	Lambda= 0.5617
---------------------------	--------	----------	---	---	----------------

3.14	8.09
3.47	8.05
3.64	8.03
3.76	8.02
3.86	8.01
3.96	8.01
4.06	8.00
4.15	8.00
4.26	8.00
4.37	8.00
4.47	8.00
4.56	8.01
4.64	8.02
4.73	8.04
4.82	8.06
4.91	8.09
5.01	8.12
5.12	8.17
5.22	8.21
5.32	8.25
5.41	8.30
5.51	8.34
5.60	8.39
5.70	8.44
5.80	8.50
5.91	8.56
6.01	8.62
6.10	8.69

6.17 8.73
6.17 9.80

Fattore di sicurezza (FS)	2.4789	- N.8 --	X	Y	Lambda= 0.6248
	3.18	8.12			
	3.54	8.07			
	3.70	8.04			
	3.82	8.04			
	3.91	8.03			
	4.00	8.04			
	4.09	8.05			
	4.18	8.06			
	4.28	8.08			
	4.39	8.11			
	4.50	8.14			
	4.59	8.17			
	4.68	8.20			
	4.78	8.23			
	4.87	8.27			
	4.96	8.31			
	5.06	8.36			
	5.17	8.41			
	5.27	8.46			
	5.36	8.51			
	5.46	8.56			
	5.55	8.61			
	5.65	8.67			
	5.74	8.72			
	5.81	8.76			
	5.81	9.80			

Fattore di sicurezza (FS)	2.4796	- N.9 --	X	Y	Lambda= 0.6055
	3.25	8.16			
	3.53	8.10			
	3.67	8.08			
	3.76	8.06			
	3.84	8.06			
	3.92	8.05			
	3.99	8.05			
	4.07	8.06			
	4.15	8.07			
	4.25	8.08			
	4.33	8.10			
	4.41	8.11			
	4.48	8.13			
	4.55	8.16			
	4.62	8.19			
	4.70	8.22			
	4.78	8.26			
	4.87	8.30			
	4.95	8.35			
	5.03	8.39			
	5.11	8.43			
	5.19	8.48			
	5.27	8.52			

5.35	8.56
5.43	8.61
5.51	8.65
5.59	8.69
5.67	8.74
5.75	8.78
5.81	8.82
5.81	9.80

Fattore di sicurezza (FS)	2.4891	- N.10 --	X	Y	Lambda= 0.6256
---------------------------	--------	-----------	---	---	----------------

3.11	8.08
3.45	8.07
3.62	8.07
3.74	8.08
3.84	8.08
3.94	8.09
4.03	8.09
4.13	8.10
4.24	8.12
4.35	8.13
4.45	8.15
4.54	8.17
4.62	8.20
4.71	8.23
4.80	8.27
4.89	8.31
4.98	8.36
5.09	8.43
5.20	8.49
5.30	8.55
5.40	8.61
5.49	8.67
5.59	8.73
5.69	8.79
5.76	8.84
5.76	9.80

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs *

Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.200

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	2.449	29.3	12.0	14.9	Surplus
2	2.449	31.4	12.8	16.0	Surplus
3	2.457	36.3	14.8	18.6	Surplus
4	2.461	32.4	13.2	16.6	Surplus
5	2.462	29.5	12.0	15.1	Surplus
6	2.471	30.4	12.3	15.6	Surplus
7	2.476	39.7	16.1	20.5	Surplus
8	2.479	31.4	12.7	16.2	Surplus
9	2.480	30.9	12.4	15.9	Surplus
10	2.489	30.8	12.4	16.0	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 14.9

Note: FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie
di scivolamento

FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie
di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN
per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

SSAP 5.0.2 - Slope Stability Analysis Program (1991,2021)

WWW.SSAP.EU

Build No. 11987

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI *,**

*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU

** Gia' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 21 Febbraio 2021

File report: C:\Users\HP\Desktop\ING017_BONIFICA_FERRARA_Mezzano\MODELLO
ssap2010\SEZ3a\STATICA-5000\RISULTATI\REPORT.txt

Data: 30/7/2021

Localita' :

Descrizione:

Modello pendio: [SEZIONE N.3a - ANALISI STATICA](#)

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

___ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m) ___

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0.00	8.20	0.00	6.40	-	-	-	-
1.00	8.20	8.60	6.40	-	-	-	-
3.20	6.60	-	-	-	-	-	-
4.60	6.60	-	-	-	-	-	-
6.60	8.10	-	-	-	-	-	-
8.60	8.10	-	-	-	-	-	-

---- SUP FALDA -----

X Y (in m)

0.00	5.40
8.60	5.40

----- GESTIONE ACQUIFERI -----

Strati esclusi da acquifero:

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

EFFETTO TENSION CRACK IN TESTA RIEMPITO DI ACQUA: ----> DISATTIVATO

In caso di superfici con tension crack in testa, la frattura di tensione

puo' venir viene considerata completamente riempita di acqua per la sua intera profondita'.

Viene quindi considerato una forza in testa, prodotta dalla pressione idrostatica.

La forza applicata ha un effetto destabilizzante aggiuntivo alle altre forze destabilizzanti agenti.

Peso unitario fluido (kN/m³): 9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A 0

Coefficiente K 0.000800

Pressione minima fluidi Uo_Min (kPa) 0.01

Coefficiente di soprapressione oltre pressione idrostatica 1.00

Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica = ATTIVA

STABILITE CONDIZIONI PER LA VERIFICA CON SOVRAPPRESSIONE ACQUIFERI CON DISSIPAZIONE IN DIREZIONE DELLA SUPERFICIE

CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE NON ATTIVATO

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	17.00	5.00	0.00	17.00	17.00	0.975	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	18.00	10.00	0.00	17.00	18.00	1.227	0.00	0.00	0.00	0.00

LEGENDA: fi` _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)

C` _____ Coesione efficace (in Kpa)

Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m³)

Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m³)

STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH') (adimensionale)

---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-

sigci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)

GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)

mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)

D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

Fattore di riduzione NTC2018: gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

MOTORE DI RICERCA: SNIFF RANDOM SEARCH - Borselli (1997,2020)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)*: 0.1 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 0.17 7.91

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 4.78

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 1.03 8.43

TOTALE SUPERFICI GENERATE : 5000

*NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene considerata nel caso di uso del motore di ricerca NEW RANOM SEARCH

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)

METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (lambda0,Fs0) ADOTTATO : B (piu' accurato)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0000

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0000

COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0 durante le tutte le verifiche globali.

I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR F_s *

Fattore di sicurezza (FS)	2.0201	- Min. -	X	Y	Lambda= 0.4219
	4.55	6.60			
	4.75	6.51			
	4.83	6.47			
	4.89	6.45			
	4.94	6.44			
	4.98	6.43			
	5.02	6.43			
	5.07	6.43			
	5.12	6.44			
	5.18	6.45			
	5.24	6.46			
	5.29	6.46			
	5.34	6.47			
	5.40	6.48			
	5.45	6.49			
	5.50	6.50			
	5.55	6.51			
	5.61	6.52			
	5.66	6.53			
	5.71	6.54			
	5.75	6.55			
	5.80	6.57			
	5.85	6.59			
	5.90	6.61			
	5.95	6.63			
	6.01	6.66			
	6.06	6.68			
	6.11	6.71			
	6.16	6.74			
	6.21	6.77			
	6.26	6.79			
	6.31	6.83			
	6.36	6.86			
	6.42	6.89			
	6.47	6.93			
	6.52	6.96			
	6.57	6.99			
	6.62	7.03			
	6.67	7.06			
	6.73	7.09			
	6.78	7.13			
	6.83	7.16			
	6.88	7.19			
	6.93	7.23			
	6.98	7.26			
	7.03	7.29			
	7.08	7.33			
	7.08	8.10			

Fattore di sicurezza (FS)	2.0264	- N.2 --	X	Y	Lambda= 0.3900
	4.62	6.62			
	4.85	6.52			
	4.95	6.47			
	5.02	6.45			
	5.08	6.43			
	5.13	6.42			
	5.18	6.41			
	5.24	6.41			
	5.30	6.41			
	5.38	6.42			
	5.44	6.42			
	5.50	6.43			
	5.56	6.44			
	5.62	6.45			
	5.67	6.47			
	5.73	6.49			
	5.79	6.51			
	5.85	6.54			
	5.92	6.57			
	5.98	6.60			
	6.04	6.63			
	6.10	6.66			
	6.16	6.69			
	6.22	6.72			
	6.28	6.75			
	6.34	6.78			
	6.40	6.81			
	6.46	6.85			
	6.52	6.88			
	6.58	6.91			
	6.64	6.94			
	6.70	6.98			
	6.77	7.01			
	6.83	7.05			
	6.89	7.09			
	6.95	7.12			
	7.00	7.16			
	7.06	7.21			
	7.12	7.25			
	7.18	7.30			
	7.23	7.35			
	7.23	8.10			

Fattore di sicurezza (FS)	2.0267	- N.3 --	X	Y	Lambda= 0.4324
	4.54	6.60			
	4.78	6.51			
	4.88	6.47			
	4.95	6.44			
	5.01	6.43			
	5.07	6.43			
	5.12	6.43			
	5.17	6.43			
	5.23	6.44			
	5.31	6.46			
	5.38	6.47			

5.44	6.49
5.50	6.51
5.56	6.53
5.62	6.54
5.69	6.56
5.75	6.59
5.82	6.61
5.88	6.64
5.94	6.67
6.00	6.69
6.06	6.73
6.12	6.76
6.18	6.80
6.24	6.84
6.31	6.89
6.37	6.93
6.43	6.98
6.50	7.02
6.56	7.07
6.62	7.12
6.68	7.17
6.74	7.23
6.81	7.28
6.86	7.33
6.86	8.10

Fattore di sicurezza (FS)	2.0281	- N.4 --	X	Y	Lambda= 0.4337
---------------------------	--------	----------	---	---	----------------

4.59	6.60
4.87	6.51
5.00	6.47
5.08	6.45
5.14	6.44
5.21	6.44
5.27	6.44
5.34	6.45
5.41	6.47
5.50	6.50
5.59	6.52
5.66	6.55
5.73	6.58
5.81	6.60
5.88	6.63
5.95	6.67
6.03	6.70
6.11	6.74
6.19	6.78
6.26	6.82
6.33	6.86
6.40	6.91
6.47	6.96
6.54	7.02
6.61	7.08
6.70	7.16
6.77	7.23
6.85	7.30
6.90	7.35

6.90 8.10

Fattore di sicurezza (FS)	2.0336	- N.5 --	X	Y	Lambda= 0.4122
	4.58	6.60			
	4.89	6.51			
	5.03	6.47			
	5.12	6.45			
	5.19	6.44			
	5.26	6.44			
	5.33	6.44			
	5.40	6.45			
	5.48	6.47			
	5.58	6.50			
	5.67	6.53			
	5.75	6.56			
	5.83	6.59			
	5.91	6.62			
	5.98	6.65			
	6.06	6.68			
	6.14	6.72			
	6.23	6.76			
	6.32	6.80			
	6.39	6.84			
	6.47	6.88			
	6.55	6.93			
	6.62	6.98			
	6.70	7.03			
	6.78	7.09			
	6.87	7.16			
	6.96	7.22			
	7.03	7.29			
	7.09	7.34			
	7.09	8.10			

Fattore di sicurezza (FS)	2.0355	- N.6 --	X	Y	Lambda= 0.4339
	4.56	6.60			
	4.83	6.51			
	4.94	6.47			
	5.02	6.45			
	5.08	6.44			
	5.15	6.44			
	5.20	6.44			
	5.26	6.45			
	5.33	6.46			
	5.42	6.48			
	5.49	6.51			
	5.56	6.53			
	5.63	6.55			
	5.70	6.58			
	5.76	6.60			
	5.83	6.63			
	5.90	6.67			
	5.97	6.71			
	6.04	6.74			
	6.11	6.78			

6.18	6.82
6.25	6.86
6.32	6.89
6.39	6.94
6.46	6.98
6.53	7.02
6.60	7.07
6.67	7.12
6.73	7.16
6.80	7.21
6.87	7.26
6.93	7.31
6.93	8.10

Fattore di sicurezza (FS)	2.0357	- N.7 --	X	Y	Lambda= 0.4327
	4.60	6.60			
	4.85	6.51			
	4.97	6.47			
	5.04	6.45			
	5.10	6.44			
	5.16	6.44			
	5.21	6.44			
	5.27	6.45			
	5.34	6.46			
	5.43	6.48			
	5.50	6.50			
	5.57	6.52			
	5.63	6.54			
	5.69	6.57			
	5.75	6.60			
	5.82	6.63			
	5.88	6.66			
	5.96	6.70			
	6.03	6.74			
	6.09	6.78			
	6.16	6.82			
	6.23	6.86			
	6.29	6.90			
	6.36	6.94			
	6.42	6.99			
	6.49	7.03			
	6.56	7.08			
	6.63	7.13			
	6.69	7.17			
	6.76	7.22			
	6.82	7.27			
	6.87	7.31			
	6.87	8.10			

Fattore di sicurezza (FS)	2.0360	- N.8 --	X	Y	Lambda= 0.4079
	4.54	6.60			
	4.84	6.51			
	4.98	6.47			
	5.08	6.45			
	5.15	6.44			

5.23	6.43
5.29	6.44
5.37	6.45
5.45	6.46
5.55	6.49
5.64	6.51
5.72	6.53
5.80	6.56
5.88	6.59
5.95	6.62
6.03	6.66
6.11	6.70
6.20	6.74
6.29	6.79
6.37	6.83
6.44	6.88
6.52	6.93
6.60	6.98
6.68	7.04
6.77	7.10
6.86	7.16
6.94	7.23
7.02	7.29
7.07	7.34
7.07	8.10

Fattore di sicurezza (FS)	2.0393	- N.9 --	X	Y	Lambda= 0.3994
---------------------------	--------	----------	---	---	----------------

4.60	6.60
4.90	6.51
5.04	6.47
5.12	6.45
5.20	6.44
5.27	6.43
5.33	6.44
5.41	6.45
5.48	6.46
5.58	6.48
5.67	6.51
5.75	6.53
5.82	6.55
5.90	6.58
5.97	6.61
6.05	6.64
6.13	6.68
6.22	6.72
6.30	6.76
6.38	6.80
6.45	6.84
6.53	6.88
6.60	6.93
6.68	6.98
6.76	7.04
6.86	7.10
6.94	7.16
7.01	7.22
7.08	7.29

7.13 7.34
7.13 8.10

Fattore di sicurezza (FS)	2.0400	- N.10 --	X	Y	Lambda= 0.4340
	4.53	6.60			
	4.79	6.52			
	4.91	6.48			
	4.98	6.46			
	5.05	6.45			
	5.11	6.45			
	5.17	6.45			
	5.23	6.45			
	5.30	6.46			
	5.39	6.48			
	5.46	6.50			
	5.53	6.52			
	5.59	6.54			
	5.66	6.56			
	5.72	6.58			
	5.79	6.61			
	5.85	6.65			
	5.93	6.69			
	6.00	6.73			
	6.07	6.76			
	6.14	6.80			
	6.21	6.84			
	6.28	6.88			
	6.35	6.91			
	6.42	6.95			
	6.49	6.99			
	6.56	7.03			
	6.62	7.07			
	6.69	7.11			
	6.76	7.15			
	6.82	7.20			
	6.89	7.25			
	6.96	7.30			
	7.01	7.34			
	7.01	8.10			

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs *

Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.100

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	2.020	24.6	12.2	11.2	Surplus
2	2.026	26.6	13.1	12.1	Surplus
3	2.027	22.6	11.1	10.3	Surplus
4	2.028	22.9	11.3	10.5	Surplus
5	2.034	24.7	12.2	11.4	Surplus
6	2.036	22.8	11.2	10.5	Surplus
7	2.036	22.1	10.9	10.2	Surplus
8	2.036	24.9	12.2	11.5	Surplus
9	2.039	25.5	12.5	11.7	Surplus
10	2.040	23.5	11.5	10.8	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 10.2

Note: FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie
di scivolamento

FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie
di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN
per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

SSAP 5.0.2 - Slope Stability Analysis Program (1991,2021)

WWW.SSAP.EU

Build No. 11987

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI *,**

*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU

** Gia' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 21 Febbraio 2021

File report: C:\Users\HP\Desktop\ING017_BONIFICA_FERRARA_Mezzano\MODELLO
ssap2010\SEZ3a\DINAMICA_5000_+kv\RISULTATI\REPORT.txt

Data: 30/7/2021

Localita' :

Descrizione:

Modello pendio: SEZIONE N.3a - ANALISI SISMICA (+kv)

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

___ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m) ___

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0.00	8.20	0.00	6.40	-	-	-	-
1.00	8.20	8.60	6.40	-	-	-	-
3.20	6.60	-	-	-	-	-	-
4.60	6.60	-	-	-	-	-	-
6.60	8.10	-	-	-	-	-	-
8.60	8.10	-	-	-	-	-	-

---- SUP FALDA -----

X Y (in m)

0.00	5.40
8.60	5.40

----- GESTIONE ACQUIFERI -----

Strati esclusi da acquifero:

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

EFFETTO TENSION CRACK IN TESTA RIEMPITO DI ACQUA: ----> DISATTIVATO

In caso di superfici con tension crack in testa, la frattura di tensione

puo' venir viene considerata completamente riempita di acqua per la sua intera profondita'.

Viene quindi considerato una forza in testa, prodotta dalla pressione idrostatica.

La forza applicta ha un effetto destabilizzante aggiuntivo alle altre forze destabilizzanti agenti.

Peso unitario fluido (kN/m³): 9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A 0

Coefficiente K 0.000800

Pressione minima fluidi Uo_Min (kPa) 0.01

Coefficiente di soprapressione oltre pressione idrostatica 1.00

Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica = ATTIVA

STABILITE CONDIZIONI PER LA VERIFICA CON SOVRAPPRESSIONE ACQUIFERI CON DISSIPAZIONE IN DIREZIONE DELLA SUPERFICIE

CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE NON ATTIVATO

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	21.00	7.00	0.00	17.00	17.00	1.319	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	22.00	12.50	0.00	17.00	18.00	1.615	0.00	0.00	0.00	0.00

LEGENDA: fi` _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)

C` _____ Coesione efficace (in Kpa)

Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m³)

Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m³)

STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH') (adimensionale)

---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-

sigci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)

GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)

mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)

D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

Fattore di riduzione NTC2018: gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

MOTORE DI RICERCA: SNIFF RANDOM SEARCH - Borselli (1997,2020)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)*: 0.1 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 0.17 7.91

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 4.78

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 1.03 8.43

TOTALE SUPERFICI GENERATE : 5000

*NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene considerata nel caso di uso del motore di ricerca NEW RANOM SEARCH

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)

METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (lambda0,Fs0) ADOTTATO : B (piu' accurato)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0800

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0400

COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0 durante le tutte le verifiche globali.

I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR F_s *

Fattore di sicurezza (FS)	2.3628	- Min. -	X	Y	Lambda= 0.7160
	4.59	6.60			
	4.82	6.51			
	4.92	6.47			
	4.98	6.45			
	5.03	6.44			
	5.08	6.44			
	5.13	6.44			
	5.18	6.45			
	5.23	6.46			
	5.31	6.48			
	5.37	6.50			
	5.43	6.52			
	5.49	6.54			
	5.55	6.55			
	5.60	6.57			
	5.66	6.59			
	5.72	6.62			
	5.78	6.64			
	5.84	6.66			
	5.89	6.68			
	5.95	6.71			
	6.01	6.73			
	6.06	6.76			
	6.12	6.78			
	6.18	6.81			
	6.24	6.84			
	6.30	6.87			
	6.36	6.90			
	6.41	6.93			
	6.47	6.96			
	6.52	6.99			
	6.58	7.02			
	6.64	7.06			
	6.70	7.09			
	6.76	7.13			
	6.81	7.17			
	6.87	7.20			
	6.87	8.10			

Fattore di sicurezza (FS)	2.3961	- N.2 --	X	Y	Lambda= 0.6697
	4.64	6.63			
	4.81	6.54			
	4.89	6.50			
	4.95	6.47			
	4.99	6.46			
	5.03	6.45			
	5.07	6.45			
	5.11	6.44			

5.15	6.45
5.21	6.45
5.26	6.46
5.31	6.46
5.35	6.47
5.40	6.48
5.44	6.49
5.49	6.50
5.53	6.51
5.58	6.52
5.63	6.53
5.68	6.55
5.72	6.56
5.76	6.58
5.81	6.59
5.85	6.61
5.90	6.63
5.95	6.65
6.00	6.67
6.04	6.69
6.09	6.72
6.13	6.74
6.18	6.76
6.22	6.78
6.27	6.81
6.31	6.83
6.36	6.86
6.41	6.88
6.45	6.91
6.50	6.94
6.55	6.96
6.59	6.99
6.64	7.01
6.68	7.04
6.73	7.06
6.77	7.09
6.82	7.11
6.87	7.14
6.91	7.16
6.91	8.10

Fattore di sicurezza (FS)	2.4083	- N.3 --	X	Y	Lambda= 0.7521
	4.54	6.60			
	4.74	6.53			
	4.82	6.50			
	4.88	6.49			
	4.93	6.48			
	4.97	6.48			
	5.01	6.48			
	5.06	6.48			
	5.11	6.49			
	5.17	6.51			
	5.23	6.52			
	5.28	6.54			
	5.33	6.55			
	5.38	6.57			

5.43	6.58
5.48	6.60
5.53	6.62
5.59	6.63
5.64	6.65
5.69	6.67
5.74	6.69
5.79	6.71
5.84	6.73
5.89	6.76
5.94	6.78
5.99	6.81
6.04	6.83
6.09	6.85
6.14	6.88
6.19	6.91
6.24	6.93
6.29	6.96
6.34	6.98
6.40	7.01
6.45	7.04
6.50	7.07
6.55	7.10
6.60	7.12
6.65	7.15
6.70	7.18
6.75	7.21
6.80	7.24
6.80	8.10

Fattore di sicurezza (FS)	2.4121	- N.4 --	X	Y	Lambda= 0.6806
	4.55	6.60			
	4.76	6.52			
	4.85	6.49			
	4.91	6.47			
	4.96	6.46			
	5.02	6.46			
	5.06	6.46			
	5.11	6.46			
	5.17	6.46			
	5.23	6.47			
	5.29	6.49			
	5.35	6.50			
	5.40	6.51			
	5.45	6.52			
	5.51	6.53			
	5.56	6.55			
	5.62	6.57			
	5.68	6.59			
	5.73	6.60			
	5.79	6.62			
	5.84	6.65			
	5.89	6.67			
	5.94	6.69			
	6.00	6.72			
	6.05	6.74			

6.11	6.78
6.17	6.81
6.22	6.84
6.28	6.87
6.33	6.90
6.38	6.93
6.44	6.96
6.49	7.00
6.55	7.03
6.61	7.07
6.66	7.10
6.71	7.14
6.77	7.17
6.77	8.10

Fattore di sicurezza (FS)	2.4201	- N.5 --	X	Y	Lambda= 0.7405
	4.59	6.60			
	4.83	6.55			
	4.94	6.53			
	5.01	6.52			
	5.07	6.52			
	5.13	6.52			
	5.18	6.53			
	5.24	6.54			
	5.30	6.56			
	5.38	6.58			
	5.45	6.61			
	5.52	6.63			
	5.58	6.65			
	5.64	6.68			
	5.71	6.70			
	5.77	6.72			
	5.83	6.75			
	5.90	6.78			
	5.97	6.81			
	6.03	6.84			
	6.09	6.87			
	6.16	6.90			
	6.22	6.93			
	6.28	6.96			
	6.34	7.00			
	6.41	7.04			
	6.48	7.07			
	6.54	7.11			
	6.61	7.15			
	6.67	7.18			
	6.73	7.22			
	6.80	7.26			
	6.80	8.10			

Fattore di sicurezza (FS)	2.4245	- N.6 --	X	Y	Lambda= 0.6586
	4.56	6.60			
	4.76	6.52			
	4.86	6.48			
	4.92	6.47			

4.97	6.45
5.02	6.44
5.07	6.44
5.12	6.44
5.18	6.44
5.25	6.45
5.31	6.45
5.36	6.46
5.41	6.47
5.46	6.49
5.51	6.50
5.56	6.52
5.61	6.55
5.68	6.57
5.73	6.60
5.79	6.63
5.84	6.66
5.90	6.68
5.95	6.71
6.01	6.74
6.06	6.77
6.12	6.80
6.17	6.83
6.23	6.87
6.28	6.90
6.34	6.93
6.39	6.96
6.44	7.00
6.50	7.04
6.55	7.07
6.61	7.11
6.66	7.15
6.72	7.19
6.72	8.10

Fattore di sicurezza (FS)	2.4380	- N.7 --	X	Y	Lambda= 0.6599
---------------------------	--------	----------	---	---	----------------

4.58	6.60
4.85	6.52
4.98	6.48
5.06	6.47
5.12	6.46
5.19	6.46
5.25	6.47
5.31	6.48
5.38	6.50
5.47	6.52
5.55	6.55
5.63	6.57
5.70	6.60
5.77	6.63
5.84	6.65
5.91	6.68
5.99	6.71
6.07	6.74
6.14	6.78
6.21	6.81

6.28	6.85
6.35	6.89
6.41	6.93
6.48	6.97
6.55	7.02
6.63	7.07
6.71	7.13
6.76	7.17
6.76	8.10

Fattore di sicurezza (FS)	2.4386	- N.8 --	X	Y	Lambda= 0.7346
	4.57	6.60			
	4.91	6.58			
	5.06	6.57			
	5.16	6.57			
	5.25	6.58			
	5.33	6.59			
	5.41	6.61			
	5.49	6.63			
	5.58	6.66			
	5.69	6.70			
	5.79	6.74			
	5.88	6.78			
	5.97	6.82			
	6.05	6.87			
	6.14	6.91			
	6.23	6.96			
	6.32	7.01			
	6.41	7.06			
	6.50	7.12			
	6.59	7.17			
	6.68	7.22			
	6.77	7.28			
	6.83	7.31			
	6.83	8.10			

Fattore di sicurezza (FS)	2.4401	- N.9 --	X	Y	Lambda= 0.6610
	4.58	6.60			
	4.87	6.51			
	5.01	6.47			
	5.10	6.45			
	5.16	6.45			
	5.24	6.45			
	5.30	6.45			
	5.37	6.47			
	5.45	6.49			
	5.54	6.52			
	5.63	6.55			
	5.71	6.58			
	5.79	6.61			
	5.86	6.64			
	5.94	6.67			
	6.01	6.71			
	6.09	6.75			
	6.17	6.79			

6.25	6.83
6.33	6.88
6.41	6.92
6.49	6.96
6.56	7.00
6.64	7.04
6.72	7.09
6.80	7.13
6.86	7.16
6.86	8.10

Fattore di sicurezza (FS) 2.4457 - N.10 -- X Y Lambda= 0.6210

4.52	6.60
4.80	6.52
4.92	6.48
5.00	6.46
5.07	6.45
5.14	6.45
5.20	6.45
5.27	6.46
5.34	6.47
5.44	6.49
5.52	6.51
5.59	6.53
5.65	6.55
5.72	6.58
5.79	6.61
5.85	6.65
5.92	6.69
6.01	6.74
6.08	6.79
6.16	6.84
6.23	6.89
6.30	6.94
6.38	6.99
6.45	7.04
6.52	7.08
6.59	7.13
6.67	7.18
6.73	7.22
6.73	8.10

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs *

Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.200

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	2.363	29.8	12.6	14.7	Surplus
2	2.396	30.7	12.8	15.3	Surplus
3	2.408	27.7	11.5	13.9	Surplus
4	2.412	28.7	11.9	14.4	Surplus
5	2.420	26.9	11.1	13.6	Surplus
6	2.424	28.6	11.8	14.4	Surplus
7	2.438	28.6	11.7	14.5	Surplus
8	2.439	27.1	11.1	13.8	Surplus

9	2.440	30.2	12.4	15.3	Surplus
10	2.446	29.0	11.9	14.8	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 13.6

Note: FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie
di scivolamento

FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie
di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN
per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

SSAP 5.0.2 - Slope Stability Analysis Program (1991,2021)

WWW.SSAP.EU

Build No. 11987

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI *,**

*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU

** Gia' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 21 Febbraio 2021

File report: C:\Users\HP\Desktop\ING017_BONIFICA_FERRARA_Mezzano\MODELLO
ssap2010\SEZ3a\DINAMICA_5000_-kv\RISULTATI\REPORT.txt

Data: 30/7/2021

Localita' :

Descrizione:

Modello pendio: SEZIONE N.3a - ANALISI SISMICA (-kv)

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

___ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m) ___

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0.00	8.20	0.00	6.40	-	-	-	-
1.00	8.20	8.60	6.40	-	-	-	-
3.20	6.60	-	-	-	-	-	-
4.60	6.60	-	-	-	-	-	-
6.60	8.10	-	-	-	-	-	-
8.60	8.10	-	-	-	-	-	-

---- SUP FALDA -----

X Y (in m)

0.00	5.40
8.60	5.40

----- GESTIONE ACQUIFERI -----

Strati esclusi da acquifero:

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

EFFETTO TENSION CRACK IN TESTA RIEMPITO DI ACQUA: ----> DISATTIVATO

In caso di superfici con tension crack in testa, la frattura di tensione

puo' venir viene considerata completamente riempita di acqua per la sua intera profondita'.

Viene quindi considerato una forza in testa, prodotta dalla pressione idrostatica.

La forza applicata ha un effetto destabilizzante aggiuntivo alle altre forze destabilizzanti agenti.

Peso unitario fluido (kN/m³): 9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A 0

Coefficiente K 0.000800

Pressione minima fluidi Uo_Min (kPa) 0.01

Coefficiente di soprapressione oltre pressione idrostatica 1.00

Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica = ATTIVA

STABILITE CONDIZIONI PER LA VERIFICA CON SOVRAPPRESSIONE ACQUIFERI CON DISSIPAZIONE IN DIREZIONE DELLA SUPERFICIE

CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE NON ATTIVATO

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	21.00	7.00	0.00	17.00	17.00	1.319	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	22.00	12.50	0.00	17.00	18.00	1.615	0.00	0.00	0.00	0.00

LEGENDA: fi` _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)

C` _____ Coesione efficace (in Kpa)

Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m³)

Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m³)

STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH') (adimensionale)

---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-

sigci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)

GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)

mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)

D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

Fattore di riduzione NTC2018: gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

MOTORE DI RICERCA: SNIFF RANDOM SEARCH - Borselli (1997,2020)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)*: 0.1 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 0.17 7.91

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 4.78

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 1.03 8.43

TOTALE SUPERFICI GENERATE : 5000

*NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene considerata nel caso di uso del motore di ricerca NEW RANOM SEARCH

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)

METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (lambda0,Fs0) ADOTTATO : B (piu' accurato)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0800

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Negativo): -0.0400

COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0 durante le tutte le verifiche globali.

I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR F_s *

Fattore di sicurezza (FS)	2.5135	- Min. -	X	Y	Lambda= 0.6925
	4.58	6.60			
	4.84	6.50			
	4.95	6.47			
	5.02	6.45			
	5.08	6.44			
	5.14	6.44			
	5.19	6.44			
	5.24	6.45			
	5.31	6.47			
	5.39	6.50			
	5.47	6.52			
	5.53	6.55			
	5.60	6.57			
	5.66	6.60			
	5.72	6.63			
	5.79	6.66			
	5.85	6.69			
	5.92	6.73			
	5.99	6.77			
	6.05	6.80			
	6.12	6.84			
	6.18	6.87			
	6.25	6.91			
	6.32	6.94			
	6.38	6.98			
	6.45	7.01			
	6.51	7.05			
	6.58	7.09			
	6.64	7.12			
	6.71	7.16			
	6.77	7.20			
	6.83	7.23			
	6.83	8.10			

Fattore di sicurezza (FS)	2.5494	- N.2 --	X	Y	Lambda= 0.6655
	4.52	6.60			
	4.75	6.52			
	4.85	6.49			
	4.92	6.48			
	4.98	6.47			
	5.04	6.46			
	5.09	6.47			
	5.14	6.47			
	5.20	6.48			
	5.28	6.50			
	5.35	6.52			
	5.41	6.53			
	5.47	6.55			

5.53	6.57
5.59	6.59
5.65	6.61
5.71	6.63
5.78	6.65
5.85	6.68
5.91	6.71
5.96	6.73
6.02	6.76
6.08	6.79
6.14	6.83
6.20	6.86
6.27	6.90
6.33	6.94
6.39	6.98
6.46	7.02
6.52	7.06
6.58	7.09
6.64	7.13
6.70	7.17
6.76	7.21
6.76	8.10

Fattore di sicurezza (FS)	2.5573	- N.3 --	X	Y	Lambda= 0.6856
	4.52	6.60			
	4.75	6.52			
	4.85	6.48			
	4.92	6.46			
	4.98	6.45			
	5.03	6.45			
	5.08	6.45			
	5.13	6.46			
	5.19	6.47			
	5.27	6.49			
	5.34	6.51			
	5.40	6.53			
	5.46	6.55			
	5.52	6.57			
	5.58	6.59			
	5.64	6.61			
	5.70	6.64			
	5.76	6.67			
	5.83	6.70			
	5.89	6.72			
	5.95	6.75			
	6.01	6.78			
	6.07	6.81			
	6.13	6.84			
	6.19	6.87			
	6.26	6.91			
	6.32	6.94			
	6.38	6.97			
	6.44	7.01			
	6.50	7.05			
	6.55	7.08			
	6.61	7.12			

6.67	7.16
6.73	7.20
6.73	8.10

Fattore di sicurezza (FS)	2.5582	- N.4 --	X	Y	Lambda= 0.7039
	4.56	6.60			
	4.84	6.53			
	4.97	6.51			
	5.06	6.50			
	5.12	6.49			
	5.19	6.50			
	5.25	6.50			
	5.32	6.52			
	5.40	6.54			
	5.49	6.57			
	5.57	6.60			
	5.65	6.63			
	5.72	6.66			
	5.79	6.69			
	5.87	6.72			
	5.94	6.76			
	6.01	6.79			
	6.09	6.83			
	6.17	6.87			
	6.24	6.91			
	6.32	6.95			
	6.39	6.99			
	6.47	7.03			
	6.54	7.07			
	6.61	7.11			
	6.69	7.16			
	6.77	7.20			
	6.82	7.23			
	6.82	8.10			

Fattore di sicurezza (FS)	2.5692	- N.5 --	X	Y	Lambda= 0.6205
	4.58	6.60			
	4.86	6.51			
	4.99	6.48			
	5.08	6.46			
	5.15	6.45			
	5.22	6.45			
	5.28	6.45			
	5.35	6.46			
	5.43	6.47			
	5.53	6.50			
	5.61	6.52			
	5.69	6.54			
	5.76	6.56			
	5.83	6.59			
	5.90	6.63			
	5.97	6.66			
	6.04	6.71			
	6.13	6.76			
	6.21	6.80			

6.28	6.85
6.36	6.90
6.44	6.95
6.51	6.99
6.59	7.04
6.66	7.09
6.74	7.14
6.80	7.17
6.80	8.10

Fattore di sicurezza (FS)	2.5697	- N.6 --	X	Y	Lambda= 0.6449
	4.51	6.60			
	4.87	6.51			
	5.03	6.47			
	5.14	6.45			
	5.22	6.45			
	5.30	6.46			
	5.38	6.47			
	5.46	6.49			
	5.56	6.52			
	5.68	6.56			
	5.78	6.61			
	5.88	6.65			
	5.97	6.69			
	6.06	6.73			
	6.15	6.78			
	6.24	6.83			
	6.34	6.88			
	6.44	6.94			
	6.53	6.99			
	6.63	7.05			
	6.72	7.10			
	6.82	7.16			
	6.88	7.19			
	6.88	8.10			

Fattore di sicurezza (FS)	2.5720	- N.7 --	X	Y	Lambda= 0.7245
	4.57	6.60			
	4.75	6.53			
	4.83	6.51			
	4.89	6.49			
	4.93	6.48			
	4.97	6.48			
	5.01	6.48			
	5.06	6.48			
	5.10	6.49			
	5.16	6.50			
	5.21	6.50			
	5.26	6.51			
	5.31	6.52			
	5.36	6.53			
	5.41	6.54			
	5.45	6.55			
	5.50	6.57			
	5.56	6.58			

5.60	6.59
5.65	6.60
5.69	6.62
5.74	6.64
5.78	6.65
5.83	6.67
5.88	6.70
5.93	6.72
5.98	6.75
6.03	6.77
6.07	6.80
6.12	6.82
6.17	6.84
6.22	6.87
6.26	6.89
6.31	6.92
6.36	6.94
6.41	6.96
6.46	6.99
6.50	7.01
6.55	7.04
6.60	7.06
6.65	7.08
6.69	7.11
6.74	7.13
6.79	7.16
6.84	7.18
6.84	8.10

Fattore di sicurezza (FS)	2.5725	- N.8 --	X	Y	Lambda= 0.7181
	4.57	6.60			
	4.81	6.55			
	4.92	6.52			
	4.99	6.51			
	5.05	6.50			
	5.11	6.50			
	5.17	6.51			
	5.23	6.51			
	5.30	6.52			
	5.37	6.54			
	5.44	6.55			
	5.51	6.57			
	5.57	6.59			
	5.63	6.61			
	5.69	6.63			
	5.75	6.65			
	5.81	6.68			
	5.88	6.71			
	5.95	6.75			
	6.01	6.78			
	6.08	6.81			
	6.14	6.84			
	6.21	6.87			
	6.27	6.90			
	6.33	6.93			
	6.40	6.96			

6.46	7.00
6.53	7.03
6.59	7.06
6.65	7.09
6.72	7.12
6.78	7.15
6.85	7.19
6.91	7.22
6.91	8.10

Fattore di sicurezza (FS)	2.5780	- N.9 --	X	Y	Lambda= 0.6429
	4.51	6.60			
	4.79	6.52			
	4.91	6.48			
	5.00	6.46			
	5.06	6.46			
	5.13	6.45			
	5.19	6.46			
	5.25	6.47			
	5.33	6.49			
	5.42	6.51			
	5.50	6.54			
	5.58	6.56			
	5.64	6.59			
	5.71	6.62			
	5.78	6.66			
	5.85	6.69			
	5.92	6.74			
	6.00	6.79			
	6.08	6.84			
	6.15	6.88			
	6.23	6.93			
	6.30	6.98			
	6.37	7.02			
	6.44	7.07			
	6.52	7.11			
	6.59	7.16			
	6.66	7.21			
	6.72	7.24			
	6.72	8.10			

Fattore di sicurezza (FS)	2.5788	- N.10 --	X	Y	Lambda= 0.7176
	4.58	6.60			
	4.93	6.56			
	5.09	6.54			
	5.20	6.54			
	5.28	6.54			
	5.37	6.56			
	5.44	6.57			
	5.53	6.60			
	5.62	6.64			
	5.73	6.69			
	5.83	6.74			
	5.93	6.78			
	6.02	6.83			

6.12	6.87
6.21	6.92
6.30	6.97
6.39	7.02
6.49	7.07
6.58	7.12
6.68	7.17
6.77	7.22
6.86	7.27
6.86	8.10

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR F_s *

Analisi Deficit in riferimento a $F_s(\text{progetto}) = 1.200$

Sup N.	F_s	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	2.513	28.5	11.3	14.9	Surplus
2	2.549	27.6	10.8	14.6	Surplus
3	2.557	27.2	10.6	14.4	Surplus
4	2.558	27.6	10.8	14.6	Surplus
5	2.569	29.0	11.3	15.5	Surplus
6	2.570	30.2	11.8	16.1	Surplus
7	2.572	27.8	10.8	14.8	Surplus
8	2.573	28.4	11.0	15.1	Surplus
9	2.578	27.6	10.7	14.7	Surplus
10	2.579	27.3	10.6	14.6	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 14.4

Note: FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie di scivolamento

FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

SSAP 5.0.2 - Slope Stability Analysis Program (1991,2021)

WWW.SSAP.EU

Build No. 11987

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI *,**

*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU

** Gia' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 21 Febbraio 2021

File report: C:\Users\HP\Desktop\ING017_BONIFICA_FERRARA_Mezzano\MODELLO
ssap2010\SEZ3b\STATICA-5000\RISULTATI\REPORT.txt

Data: 30/7/2021

Localita' :

Descrizione:

Modello pendio: [SEZIONE N.3b - ANALISI STATICA](#)

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

___ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m) ___

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0.00	8.00	0.00	7.80	-	-	-	-
1.40	8.00	7.10	7.80	-	-	-	-
3.60	9.60	7.10	7.80	-	-	-	-
4.60	9.60	-	-	-	-	-	-
7.10	8.00	-	-	-	-	-	-

---- SUP FALDA -----

X Y (in m)

0.00 6.80
7.10 6.80

----- GESTIONE ACQUIFERI -----

Strati esclusi da acquifero:

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

EFFETTO TENSION CRACK IN TESTA RIEMPITO DI ACQUA: ----> DISATTIVATO

In caso di superfici con tension crack in testa, la frattura di tensione

puo' venir viene considerata completamente riempita di acqua per la sua intera profondita'.

Viene quindi considerato una forza in testa, prodotta dalla pressione idrostatica.

La forza applicata ha un effetto destabilizzante aggiuntivo alle altre forze destabilizzanti agenti.

Peso unitario fluido (kN/m³): 9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A 0

Coefficiente K 0.000800

Pressione minima fluidi Uo_Min (kPa) 0.01

Coefficiente di soprapressione oltre pressione idrostatica 1.00

Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica = ATTIVA

STABILITE CONDIZIONI PER LA VERIFICA CON SOVRAPPRESSIONE ACQUIFERI CON
DISSIPAZIONE IN DIREZIONE DELLA SUPERFICIE

CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE NON ATTIVATO

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	17.00	5.00	0.00	17.00	17.00	0.975	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	18.00	10.00	0.00	17.00	18.00	1.227	0.00	0.00	0.00	0.00

LEGENDA: fi` _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)

C` _____ Coesione efficace (in Kpa)

Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m^3)

Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m^3)

STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH') (adimensionale)

---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-

sgci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Rocca Intatta (in MPa)

GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)

mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)

D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

Fattore di riduzione NTC2018: gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

MOTORE DI RICERCA: SNIFF RANDOM SEARCH - Borselli (1997,2020)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)*: 0.1 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 0.14 6.53

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 6.18

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 0.85 6.96

TOTALE SUPERFICI GENERATE : 5000

*NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene considerata nel caso
di uso del motore di ricerca NEW RANOM SEARCH

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)

METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (lambda0,Fs0) ADOTTATO : B (piu' accurato)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0000

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0000

COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0
durante le tutte le verifiche globali.

I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR F_s *

Fattore di sicurezza (FS)	1.9504	- Min. -	X	Y	Lambda= 0.4001
	1.34	8.00			
	1.55	7.91			
	1.64	7.87			
	1.71	7.84			
	1.76	7.83			
	1.82	7.82			
	1.86	7.81			
	1.92	7.80			
	1.97	7.80			
	2.04	7.80			
	2.10	7.80			
	2.16	7.81			
	2.21	7.81			
	2.26	7.82			
	2.32	7.82			
	2.37	7.83			
	2.43	7.84			
	2.49	7.86			
	2.55	7.87			
	2.60	7.88			
	2.66	7.90			
	2.71	7.92			
	2.76	7.94			
	2.82	7.96			
	2.87	7.98			
	2.93	8.00			
	2.99	8.03			
	3.05	8.05			
	3.10	8.08			
	3.16	8.11			
	3.21	8.13			
	3.27	8.16			
	3.33	8.19			
	3.39	8.22			
	3.44	8.25			
	3.50	8.28			
	3.55	8.32			
	3.60	8.35			
	3.66	8.39			
	3.71	8.43			
	3.77	8.47			
	3.82	8.51			
	3.88	8.56			
	3.94	8.60			
	4.00	8.65			
	4.05	8.69			
	4.11	8.74			
	4.16	8.78			
	4.22	8.82			
	4.22	9.60			

Fattore di sicurezza (FS)	1.9521	- N.2 --	X	Y	Lambda= 0.4387
	1.35	8.00			
	1.61	7.91			
	1.73	7.87			
	1.81	7.85			
	1.87	7.84			
	1.93	7.83			
	1.99	7.83			
	2.05	7.84			
	2.12	7.85			
	2.21	7.87			
	2.28	7.88			
	2.35	7.90			
	2.42	7.92			
	2.48	7.94			
	2.55	7.96			
	2.62	7.99			
	2.69	8.02			
	2.76	8.05			
	2.83	8.08			
	2.90	8.11			
	2.97	8.15			
	3.03	8.18			
	3.10	8.22			
	3.17	8.26			
	3.23	8.31			
	3.31	8.36			
	3.38	8.41			
	3.45	8.45			
	3.52	8.50			
	3.58	8.55			
	3.65	8.61			
	3.72	8.66			
	3.79	8.72			
	3.86	8.78			
	3.91	8.83			
	3.91	9.60			

Fattore di sicurezza (FS)	1.9579	- N.3 --	X	Y	Lambda= 0.4245
	1.35	8.00			
	1.67	7.91			
	1.81	7.87			
	1.90	7.85			
	1.98	7.84			
	2.06	7.84			
	2.12	7.84			
	2.20	7.85			
	2.28	7.87			
	2.38	7.90			
	2.47	7.92			
	2.56	7.95			
	2.64	7.97			
	2.72	8.00			
	2.80	8.03			
	2.88	8.06			
	2.97	8.10			

3.06	8.13
3.14	8.17
3.22	8.21
3.30	8.25
3.38	8.30
3.46	8.35
3.54	8.40
3.63	8.46
3.73	8.53
3.81	8.59
3.89	8.66
3.96	8.72
4.04	8.80
4.10	8.86
4.10	9.60

Fattore di sicurezza (FS)	1.9584	- N.4 --	X	Y	Lambda= 0.4263
	1.32	8.00			
	1.64	7.91			
	1.79	7.87			
	1.89	7.85			
	1.97	7.84			
	2.05	7.84			
	2.12	7.84			
	2.19	7.85			
	2.28	7.87			
	2.39	7.90			
	2.48	7.92			
	2.57	7.95			
	2.65	7.98			
	2.73	8.01			
	2.81	8.04			
	2.90	8.08			
	2.98	8.12			
	3.08	8.17			
	3.17	8.22			
	3.25	8.26			
	3.33	8.31			
	3.42	8.36			
	3.50	8.42			
	3.58	8.47			
	3.67	8.53			
	3.76	8.60			
	3.85	8.67			
	3.94	8.74			
	4.02	8.80			
	4.07	8.85			
	4.07	9.60			

Fattore di sicurezza (FS)	1.9588	- N.5 --	X	Y	Lambda= 0.4485
	1.34	8.00			
	1.53	7.91			
	1.62	7.87			
	1.68	7.85			
	1.73	7.84			

1.77	7.83
1.81	7.83
1.86	7.83
1.91	7.83
1.97	7.84
2.03	7.85
2.08	7.86
2.13	7.87
2.18	7.88
2.23	7.89
2.28	7.90
2.33	7.91
2.39	7.92
2.44	7.93
2.49	7.95
2.54	7.96
2.58	7.98
2.63	7.99
2.68	8.01
2.74	8.03
2.79	8.06
2.84	8.08
2.89	8.10
2.94	8.13
2.99	8.15
3.04	8.18
3.09	8.21
3.14	8.24
3.19	8.28
3.25	8.31
3.30	8.35
3.35	8.38
3.40	8.42
3.45	8.46
3.49	8.50
3.55	8.54
3.60	8.59
3.65	8.63
3.70	8.68
3.75	8.72
3.80	8.77
3.85	8.81
3.85	9.60

Fattore di sicurezza (FS)	1.9594	- N.6 --	X	Y	Lambda= 0.4428
	1.37	8.00			
	1.63	7.92			
	1.75	7.88			
	1.83	7.86			
	1.89	7.85			
	1.96	7.85			
	2.02	7.85			
	2.08	7.85			
	2.15	7.86			
	2.24	7.87			
	2.31	7.89			

2.38	7.90
2.44	7.92
2.51	7.94
2.57	7.97
2.64	8.00
2.71	8.03
2.78	8.07
2.86	8.11
2.93	8.15
3.00	8.19
3.07	8.22
3.13	8.26
3.21	8.30
3.28	8.34
3.35	8.38
3.42	8.42
3.49	8.46
3.55	8.51
3.62	8.56
3.68	8.61
3.75	8.66
3.81	8.72
3.89	8.79
3.94	8.84
3.94	9.60

Fattore di sicurezza (FS)	1.9597	- N.7 --	X	Y	Lambda= 0.4439
---------------------------	--------	----------	---	---	----------------

1.29	8.00
1.53	7.91
1.64	7.87
1.71	7.85
1.76	7.84
1.82	7.83
1.87	7.83
1.93	7.83
1.99	7.84
2.07	7.86
2.14	7.87
2.20	7.89
2.26	7.90
2.32	7.92
2.38	7.94
2.44	7.96
2.50	7.98
2.57	8.00
2.63	8.03
2.70	8.05
2.76	8.08
2.82	8.10
2.88	8.13
2.95	8.15
3.01	8.18
3.08	8.21
3.14	8.23
3.20	8.26
3.26	8.29

3.32	8.32
3.38	8.36
3.44	8.39
3.50	8.43
3.57	8.47
3.64	8.51
3.70	8.56
3.76	8.60
3.82	8.64
3.88	8.69
3.94	8.74
4.00	8.79
4.06	8.84
4.06	9.60

Fattore di sicurezza (FS)	1.9620	- N.8 --	X	Y	Lambda= 0.4434
	1.34	8.00			
	1.60	7.91			
	1.72	7.87			
	1.80	7.85			
	1.86	7.84			
	1.93	7.83			
	1.98	7.83			
	2.05	7.84			
	2.12	7.85			
	2.21	7.87			
	2.28	7.88			
	2.35	7.90			
	2.41	7.92			
	2.48	7.95			
	2.55	7.97			
	2.61	8.00			
	2.68	8.03			
	2.76	8.07			
	2.83	8.11			
	2.90	8.15			
	2.97	8.19			
	3.04	8.23			
	3.10	8.27			
	3.17	8.31			
	3.24	8.36			
	3.32	8.41			
	3.39	8.46			
	3.46	8.51			
	3.52	8.57			
	3.59	8.62			
	3.66	8.67			
	3.73	8.73			
	3.79	8.79			
	3.85	8.84			
	3.85	9.60			

Fattore di sicurezza (FS)	1.9634	- N.9 --	X	Y	Lambda= 0.4004
	1.43	8.02			
	1.69	7.92			

1.82	7.88
1.90	7.86
1.96	7.85
2.03	7.84
2.09	7.84
2.15	7.84
2.22	7.85
2.31	7.87
2.38	7.88
2.46	7.89
2.52	7.91
2.59	7.93
2.66	7.95
2.73	7.97
2.80	8.00
2.88	8.03
2.96	8.05
3.02	8.08
3.09	8.12
3.16	8.15
3.22	8.19
3.29	8.23
3.36	8.28
3.44	8.33
3.51	8.38
3.58	8.43
3.65	8.48
3.72	8.53
3.79	8.58
3.86	8.63
3.94	8.69
4.01	8.74
4.08	8.79
4.14	8.84
4.14	9.60

Fattore di sicurezza (FS) 1.9644 - N.10 -- X Y Lambda= 0.4349

1.40	8.00
1.71	7.92
1.86	7.88
1.95	7.87
2.02	7.86
2.10	7.86
2.17	7.87
2.24	7.88
2.32	7.90
2.42	7.94
2.51	7.96
2.60	7.99
2.68	8.02
2.76	8.05
2.84	8.09
2.92	8.12
3.01	8.16
3.10	8.20
3.18	8.24

3.26	8.28
3.34	8.32
3.42	8.37
3.50	8.42
3.58	8.47
3.66	8.53
3.76	8.60
3.84	8.66
3.92	8.73
4.00	8.79
4.05	8.84
4.05	9.60

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR F_s *

Analisi Deficit in riferimento a $F_s(\text{progetto}) = 1.100$

Sup N.	F_s	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	1.950	29.7	15.2	12.9	Surplus
2	1.952	25.2	12.9	11.0	Surplus
3	1.958	27.4	14.0	12.0	Surplus
4	1.958	27.1	13.8	11.9	Surplus
5	1.959	24.7	12.6	10.8	Surplus
6	1.959	25.3	12.9	11.1	Surplus
7	1.960	26.5	13.5	11.6	Surplus
8	1.962	24.5	12.5	10.7	Surplus
9	1.963	27.5	14.0	12.1	Surplus
10	1.964	26.1	13.3	11.5	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 10.7

Note: FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie di scivolamento

FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

SSAP 5.0.2 - Slope Stability Analysis Program (1991,2021)

WWW.SSAP.EU

Build No. 11987

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI *,**

*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU

** Gia' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 21 Febbraio 2021

File report: C:\Users\HP\Desktop\ING017_BONIFICA_FERRARA_Mezzano\MODELLO
ssap2010\SEZ3b\DINAMICA-5000-+kV\RISULTATI\REPORT.txt

Data: 30/7/2021

Localita' :

Descrizione:

Modello pendio: SEZIONE N.3b - ANALISI SISMICA (+kv)

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

___ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m) ___

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0.00	8.00	0.00	7.80	-	-	-	-
1.40	8.00	7.10	7.80	-	-	-	-
3.60	9.60	7.10	7.80	-	-	-	-
4.60	9.60	-	-	-	-	-	-
7.10	8.00	-	-	-	-	-	-

---- SUP FALDA -----

X Y (in m)

0.00 6.80
7.10 6.80

----- GESTIONE ACQUIFERI -----

Strati esclusi da acquifero:

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

EFFETTO TENSION CRACK IN TESTA RIEMPITO DI ACQUA: ----> DISATTIVATO

In caso di superfici con tension crack in testa, la frattura di tensione

puo' venir viene considerata completamente riempita di acqua per la sua intera profondita'.

Viene quindi considerato una forza in testa, prodotta dalla pressione idrostatica.

La forza applicata ha un effetto destabilizzante aggiuntivo alle altre forze destabilizzanti agenti.

Peso unitario fluido (kN/m^3): 9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A 0

Coefficiente K 0.000800

Pressione minima fluidi Uo_Min (kPa) 0.01

Coefficiente di soprapressione oltre pressione idrostatica 1.00

Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica = ATTIVA

STABILITE CONDIZIONI PER LA VERIFICA CON SOVRAPPRESSIONE ACQUIFERI CON
DISSIPAZIONE IN DIREZIONE DELLA SUPERFICIE

CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE NON ATTIVATO

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	21.00	7.00	0.00	17.00	17.00	1.319	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	22.00	12.50	0.00	17.00	18.00	1.615	0.00	0.00	0.00	0.00

LEGENDA: fi` _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)

C` _____ Coesione efficace (in Kpa)

Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m^3)

Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m^3)

STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH') (adimensionale)

---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-

sgci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)

GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)

mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)

D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

Fattore di riduzione NTC2018: gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

MOTORE DI RICERCA: SNIFF RANDOM SEARCH - Borselli (1997,2020)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)*: 0.1 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 0.14 6.53

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 6.18

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 0.85 6.96

TOTALE SUPERFICI GENERATE : 5000

*NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene considerata nel caso
di uso del motore di ricerca NEW RANOM SEARCH

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)

METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (lambda0,Fs0) ADOTTATO : B (piu' accurato)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0800

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0400

COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0
durante le tutte le verifiche globali.

I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR F_s *

Fattore di sicurezza (F_s)	2.3932	- Min. -	X	Y	Lambda= 0.6903
	1.47	8.05			
	1.65	7.96			
	1.74	7.91			
	1.79	7.89			
	1.84	7.88			
	1.88	7.87			
	1.92	7.86			
	1.97	7.86			
	2.01	7.87			
	2.08	7.87			
	2.13	7.88			
	2.18	7.89			
	2.23	7.90			
	2.27	7.91			
	2.32	7.92			
	2.36	7.94			
	2.41	7.95			
	2.46	7.98			
	2.52	8.00			
	2.57	8.02			
	2.62	8.03			
	2.66	8.05			
	2.71	8.07			
	2.76	8.09			
	2.81	8.11			
	2.86	8.13			
	2.91	8.15			
	2.96	8.17			
	3.01	8.19			
	3.05	8.21			
	3.10	8.23			
	3.15	8.25			
	3.20	8.28			
	3.25	8.30			
	3.30	8.32			
	3.35	8.35			
	3.40	8.37			
	3.44	8.40			
	3.49	8.42			
	3.54	8.45			
	3.59	8.48			
	3.64	8.51			
	3.69	8.54			
	3.74	8.57			
	3.78	8.61			
	3.78	9.60			

Fattore di sicurezza (F_s)	2.4034	- N.2 --	X	Y	Lambda= 0.6483
	1.39	8.00			
	1.67	7.91			

1.80	7.87
1.89	7.85
1.96	7.84
2.03	7.84
2.09	7.84
2.16	7.85
2.23	7.87
2.33	7.89
2.41	7.91
2.49	7.94
2.56	7.96
2.63	7.99
2.70	8.02
2.77	8.06
2.85	8.09
2.93	8.14
3.01	8.18
3.08	8.22
3.16	8.26
3.24	8.30
3.31	8.34
3.39	8.38
3.46	8.42
3.54	8.46
3.62	8.50
3.69	8.54
3.76	8.58
3.76	9.60

Fattore di sicurezza (FS)	2.4102	- N.3 --	X	Y	Lambda= 0.6623
	1.38	8.00			
	1.66	7.91			
	1.79	7.87			
	1.87	7.85			
	1.94	7.84			
	2.00	7.84			
	2.06	7.84			
	2.13	7.86			
	2.20	7.88			
	2.30	7.91			
	2.38	7.93			
	2.45	7.96			
	2.53	7.99			
	2.60	8.02			
	2.67	8.05			
	2.74	8.09			
	2.81	8.12			
	2.89	8.17			
	2.97	8.21			
	3.04	8.25			
	3.12	8.29			
	3.19	8.33			
	3.26	8.36			
	3.34	8.40			
	3.41	8.44			
	3.49	8.49			

3.56	8.53
3.64	8.57
3.71	8.61
3.71	9.60

Fattore di sicurezza (FS)	2.4128	- N.4 --	X	Y	Lambda= 0.7806
	1.41	8.01			
	1.69	7.97			
	1.82	7.96			
	1.91	7.96			
	1.98	7.96			
	2.05	7.97			
	2.11	7.98			
	2.18	8.00			
	2.26	8.02			
	2.35	8.05			
	2.43	8.08			
	2.51	8.11			
	2.58	8.14			
	2.66	8.17			
	2.73	8.20			
	2.80	8.24			
	2.88	8.27			
	2.96	8.31			
	3.03	8.34			
	3.11	8.38			
	3.19	8.41			
	3.26	8.45			
	3.34	8.48			
	3.41	8.52			
	3.49	8.56			
	3.56	8.59			
	3.64	8.63			
	3.72	8.67			
	3.79	8.70			
	3.85	8.73			
	3.85	9.60			

Fattore di sicurezza (FS)	2.4178	- N.5 --	X	Y	Lambda= 0.7252
	1.38	8.00			
	1.58	7.96			
	1.67	7.94			
	1.73	7.94			
	1.79	7.93			
	1.84	7.93			
	1.88	7.94			
	1.93	7.94			
	1.98	7.95			
	2.04	7.97			
	2.10	7.98			
	2.16	8.00			
	2.21	8.01			
	2.27	8.02			
	2.32	8.04			
	2.37	8.05			

2.43	8.06
2.48	8.07
2.54	8.09
2.59	8.10
2.64	8.12
2.69	8.13
2.75	8.15
2.80	8.17
2.85	8.19
2.91	8.21
2.97	8.23
3.02	8.26
3.07	8.28
3.12	8.31
3.17	8.33
3.22	8.36
3.28	8.39
3.33	8.43
3.39	8.46
3.44	8.50
3.50	8.53
3.55	8.57
3.60	8.60
3.66	8.64
3.71	8.67
3.71	9.60

Fattore di sicurezza (FS)	2.4256	- N.6 --	X	Y	Lambda= 0.6370
	1.37	8.00			
	1.71	7.91			
	1.86	7.87			
	1.95	7.85			
	2.03	7.85			
	2.11	7.85			
	2.18	7.86			
	2.26	7.88			
	2.34	7.91			
	2.45	7.95			
	2.55	7.99			
	2.64	8.03			
	2.72	8.07			
	2.81	8.11			
	2.89	8.15			
	2.98	8.20			
	3.06	8.25			
	3.16	8.30			
	3.25	8.35			
	3.33	8.41			
	3.42	8.46			
	3.51	8.52			
	3.59	8.57			
	3.66	8.61			
	3.66	9.60			

Fattore di sicurezza (FS)	2.4302	- N.7 --	X	Y	Lambda= 0.6441
---------------------------	--------	----------	---	---	----------------

1.29	8.00
1.64	7.92
1.80	7.89
1.91	7.87
1.99	7.87
2.08	7.87
2.16	7.88
2.25	7.89
2.34	7.91
2.46	7.94
2.56	7.97
2.65	8.00
2.74	8.04
2.83	8.07
2.92	8.11
3.01	8.15
3.10	8.20
3.20	8.25
3.30	8.31
3.39	8.36
3.49	8.41
3.58	8.46
3.67	8.51
3.77	8.56
3.83	8.60
3.83	9.60

Fattore di sicurezza (FS)	2.4349	- N.8 --	X	Y	Lambda= 0.6286
---------------------------	--------	----------	---	---	----------------

1.34	8.00
1.69	7.91
1.85	7.87
1.96	7.85
2.04	7.84
2.13	7.84
2.20	7.85
2.29	7.87
2.38	7.89
2.50	7.93
2.60	7.96
2.69	8.00
2.78	8.04
2.87	8.08
2.96	8.12
3.05	8.16
3.14	8.21
3.24	8.27
3.33	8.32
3.43	8.38
3.52	8.43
3.62	8.49
3.71	8.54
3.77	8.57
3.77	9.60

Fattore di sicurezza (FS)	2.4380	- N.9 --	X	Y	Lambda= 0.6531
---------------------------	--------	----------	---	---	----------------

1.31	8.00
1.60	7.89
1.73	7.85
1.81	7.83
1.87	7.82
1.94	7.82
1.99	7.82
2.06	7.84
2.13	7.86
2.22	7.89
2.31	7.92
2.38	7.94
2.46	7.97
2.53	8.00
2.60	8.03
2.67	8.06
2.75	8.09
2.83	8.13
2.90	8.17
2.97	8.20
3.05	8.24
3.12	8.28
3.19	8.32
3.26	8.36
3.34	8.40
3.42	8.44
3.49	8.49
3.56	8.53
3.64	8.58
3.64	9.60

Fattore di sicurezza (FS) 2.4387 - N.10 -- X Y Lambda= 0.6053

1.29	8.00
1.63	7.91
1.79	7.87
1.89	7.85
1.97	7.84
2.06	7.84
2.14	7.84
2.22	7.85
2.31	7.87
2.43	7.89
2.53	7.92
2.62	7.95
2.70	7.98
2.79	8.01
2.87	8.05
2.95	8.09
3.04	8.14
3.15	8.20
3.24	8.25
3.33	8.31
3.42	8.36
3.51	8.42
3.60	8.48
3.69	8.53

3.75 8.57
3.75 9.60

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR F_s *

Analisi Deficit in riferimento a $F_s(\text{progetto}) = 1.200$

Sup N.	F_s	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	2.393	31.0	12.9	15.4	Surplus
2	2.403	31.8	13.2	15.9	Surplus
3	2.410	30.6	12.7	15.3	Surplus
4	2.413	29.3	12.2	14.7	Surplus
5	2.418	28.7	11.9	14.4	Surplus
6	2.426	30.3	12.5	15.3	Surplus
7	2.430	33.1	13.6	16.7	Surplus
8	2.435	32.5	13.4	16.5	Surplus
9	2.438	30.2	12.4	15.3	Surplus
10	2.439	33.1	13.6	16.8	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 14.4

Note: FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie
di scivolamento

FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie
di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN
per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

SSAP 5.0.2 - Slope Stability Analysis Program (1991,2021)

WWW.SSAP.EU

Build No. 11987

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI *,**

*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU

** Gia' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 21 Febbraio 2021

File report: C:\Users\HP\Desktop\ING017_BONIFICA_FERRARA_Mezzano\MODELLO
ssap2010\SEZ3b\DINAMICA-5000_-kv\RISULTATI\REPORT.txt

Data: 30/7/2021

Localita' :

Descrizione:

Modello pendio: SEZIONE N.3b - ANALI SISISMICA (-kv)

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

___ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m) ___

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0.00	8.00	0.00	7.80	-	-	-	-
1.40	8.00	7.10	7.80	-	-	-	-
3.60	9.60	7.10	7.80	-	-	-	-
4.60	9.60	-	-	-	-	-	-
7.10	8.00	-	-	-	-	-	-

---- SUP FALDA -----

X Y (in m)

0.00	6.80
7.10	6.80

----- GESTIONE ACQUIFERI -----

Strati esclusi da acquifero:

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

EFFETTO TENSION CRACK IN TESTA RIEMPITO DI ACQUA: ----> DISATTIVATO

In caso di superfici con tension crack in testa, la frattura di tensione

puo' venir viene considerata completamente riempita di acqua per la sua intera profondita'.

Viene quindi considerato una forza in testa, prodotta dalla pressione idrostatica.

La forza applicata ha un effetto destabilizzante aggiuntivo alle altre forze destabilizzanti agenti.

Peso unitario fluido (kN/m^3): 9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A 0

Coefficiente K 0.000800

Pressione minima fluidi Uo_Min (kPa) 0.01

Coefficiente di soprapressione oltre pressione idrostatica 1.00

Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica = ATTIVA

STABILITE CONDIZIONI PER LA VERIFICA CON SOVRAPPRESSIONE ACQUIFERI CON
DISSIPAZIONE IN DIREZIONE DELLA SUPERFICIE

CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE NON ATTIVATO

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	21.00	7.00	0.00	17.00	17.00	1.319	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	22.00	12.50	0.00	17.00	18.00	1.615	0.00	0.00	0.00	0.00

LEGENDA: fi` _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)

C` _____ Coesione efficace (in Kpa)

Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m^3)

Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m^3)

STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH') (adimensionale)

---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-

sgci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Rocca Intatta (in MPa)

GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)

mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)

D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

Fattore di riduzione NTC2018: gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

MOTORE DI RICERCA: SNIFF RANDOM SEARCH - Borselli (1997,2020)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)*: 0.1 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 0.14 6.53

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 6.18

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 0.85 6.96

TOTALE SUPERFICI GENERATE : 5000

*NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene considerata nel caso
di uso del motore di ricerca NEW RANOM SEARCH

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)

METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (lambda0,Fs0) ADOTTATO : B (piu' accurato)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0800

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Negativo): -0.0400

COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0
durante le tutte le verifiche globali.

I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR F_s *

Fattore di sicurezza (F_s)	2.4966	- Min. -	X	Y	Lambda= 0.7359
	1.40	8.00			
	1.64	7.94			
	1.76	7.91			
	1.83	7.90			
	1.89	7.89			
	1.95	7.89			
	2.00	7.90			
	2.06	7.91			
	2.13	7.92			
	2.21	7.94			
	2.28	7.97			
	2.35	7.99			
	2.41	8.01			
	2.48	8.03			
	2.54	8.06			
	2.60	8.09			
	2.67	8.12			
	2.74	8.15			
	2.80	8.18			
	2.87	8.21			
	2.94	8.24			
	3.00	8.27			
	3.07	8.31			
	3.13	8.34			
	3.20	8.37			
	3.26	8.40			
	3.33	8.43			
	3.39	8.47			
	3.46	8.50			
	3.52	8.53			
	3.59	8.56			
	3.66	8.59			
	3.72	8.63			
	3.79	8.66			
	3.85	8.69			
	3.85	9.60			

Fattore di sicurezza (F_s)	2.5220	- N.2 --	X	Y	Lambda= 0.6572
	1.29	8.00			
	1.58	7.93			
	1.71	7.90			
	1.80	7.88			
	1.88	7.87			
	1.95	7.87			
	2.02	7.87			
	2.09	7.88			
	2.17	7.90			
	2.27	7.92			
	2.36	7.93			
	2.43	7.96			

2.50	7.98
2.58	8.01
2.65	8.04
2.73	8.07
2.80	8.11
2.89	8.15
2.97	8.20
3.05	8.24
3.13	8.28
3.21	8.33
3.29	8.37
3.37	8.41
3.44	8.45
3.52	8.49
3.60	8.54
3.68	8.58
3.76	8.62
3.82	8.65
3.82	9.60

Fattore di sicurezza (FS)	2.5345	- N.3 --	X	Y	Lambda= 0.6447
	1.38	8.00			
	1.66	7.91			
	1.78	7.87			
	1.87	7.85			
	1.93	7.84			
	2.00	7.84			
	2.06	7.84			
	2.12	7.86			
	2.20	7.87			
	2.29	7.90			
	2.37	7.93			
	2.45	7.95			
	2.52	7.98			
	2.59	8.01			
	2.66	8.03			
	2.73	8.06			
	2.81	8.10			
	2.89	8.13			
	2.96	8.17			
	3.04	8.21			
	3.11	8.24			
	3.18	8.28			
	3.25	8.32			
	3.32	8.37			
	3.40	8.41			
	3.47	8.46			
	3.55	8.51			
	3.62	8.55			
	3.68	8.59			
	3.68	9.60			

Fattore di sicurezza (FS)	2.5376	- N.4 --	X	Y	Lambda= 0.6647
	1.33	8.00			
	1.54	7.92			

1.63	7.88
1.70	7.86
1.75	7.85
1.80	7.84
1.84	7.84
1.89	7.84
1.95	7.85
2.02	7.86
2.08	7.86
2.13	7.87
2.19	7.89
2.24	7.90
2.29	7.91
2.34	7.93
2.40	7.95
2.46	7.97
2.51	7.99
2.57	8.01
2.62	8.03
2.68	8.05
2.73	8.07
2.79	8.10
2.85	8.12
2.90	8.14
2.96	8.16
3.01	8.19
3.06	8.21
3.12	8.24
3.17	8.26
3.22	8.29
3.28	8.32
3.34	8.36
3.39	8.39
3.45	8.43
3.50	8.46
3.56	8.50
3.61	8.54
3.66	8.57
3.66	9.60

Fattore di sicurezza (FS)	2.5422	-	N.5 --	X	Y	Lambda= 0.6639
	1.43		8.02			
	1.60		7.94			
	1.69		7.91			
	1.74		7.89			
	1.78		7.88			
	1.82		7.87			
	1.86		7.87			
	1.90		7.87			
	1.95		7.88			
	2.01		7.89			
	2.06		7.89			
	2.11		7.90			
	2.15		7.91			
	2.20		7.92			
	2.25		7.93			

2.29	7.94
2.34	7.96
2.39	7.97
2.44	7.98
2.49	8.00
2.53	8.01
2.57	8.03
2.61	8.05
2.66	8.08
2.70	8.10
2.76	8.13
2.81	8.16
2.85	8.19
2.90	8.22
2.95	8.25
2.99	8.28
3.04	8.31
3.09	8.34
3.13	8.37
3.18	8.40
3.23	8.42
3.27	8.45
3.32	8.48
3.37	8.51
3.42	8.54
3.46	8.57
3.51	8.60
3.56	8.63
3.60	8.66
3.60	9.60

Fattore di sicurezza (FS)	2.5454	- N.6 --	X	Y	Lambda= 0.6509
	1.20	8.00			
	1.50	7.91			
	1.64	7.87			
	1.73	7.85			
	1.80	7.84			
	1.88	7.84			
	1.95	7.84			
	2.02	7.85			
	2.10	7.86			
	2.20	7.89			
	2.29	7.91			
	2.37	7.94			
	2.44	7.96			
	2.52	7.99			
	2.59	8.02			
	2.67	8.06			
	2.75	8.10			
	2.83	8.14			
	2.92	8.18			
	3.00	8.23			
	3.08	8.27			
	3.16	8.31			
	3.24	8.36			
	3.32	8.40			

3.40	8.44
3.48	8.48
3.56	8.52
3.64	8.57
3.72	8.61
3.78	8.64
3.78	9.60

Fattore di sicurezza (FS)	2.5513	- N.7 --	X	Y	Lambda= 0.6466
	1.38	8.00			
	1.65	7.92			
	1.77	7.89			
	1.85	7.87			
	1.92	7.87			
	1.98	7.86			
	2.04	7.87			
	2.11	7.87			
	2.18	7.89			
	2.27	7.91			
	2.35	7.93			
	2.42	7.95			
	2.49	7.97			
	2.56	7.99			
	2.62	8.02			
	2.69	8.05			
	2.76	8.08			
	2.84	8.12			
	2.91	8.16			
	2.99	8.20			
	3.06	8.24			
	3.13	8.27			
	3.20	8.31			
	3.27	8.35			
	3.34	8.39			
	3.41	8.44			
	3.49	8.48			
	3.56	8.52			
	3.63	8.56			
	3.69	8.60			
	3.69	9.60			

Fattore di sicurezza (FS)	2.5531	- N.8 --	X	Y	Lambda= 0.7746
	1.35	8.00			
	1.56	7.95			
	1.66	7.93			
	1.72	7.92			
	1.78	7.92			
	1.83	7.92			
	1.87	7.93			
	1.92	7.94			
	1.98	7.95			
	2.04	7.97			
	2.11	7.99			
	2.16	8.01			
	2.22	8.02			

2.28	8.04
2.33	8.06
2.39	8.07
2.45	8.09
2.51	8.11
2.56	8.12
2.62	8.14
2.67	8.16
2.73	8.18
2.78	8.20
2.84	8.22
2.89	8.25
2.95	8.27
3.01	8.29
3.06	8.32
3.12	8.34
3.17	8.37
3.23	8.40
3.28	8.42
3.34	8.45
3.40	8.48
3.46	8.51
3.51	8.54
3.57	8.57
3.62	8.60
3.68	8.63
3.73	8.66
3.79	8.69
3.79	9.60

Fattore di sicurezza (FS)	2.5557	- N.9 --	X	Y	Lambda= 0.6925
---------------------------	--------	----------	---	---	----------------

1.39	8.00
1.68	7.93
1.81	7.90
1.90	7.88
1.97	7.88
2.05	7.88
2.11	7.88
2.18	7.89
2.26	7.91
2.36	7.93
2.44	7.96
2.52	7.98
2.60	8.00
2.67	8.03
2.75	8.06
2.82	8.09
2.90	8.12
2.98	8.16
3.06	8.20
3.14	8.23
3.22	8.27
3.30	8.31
3.37	8.34
3.45	8.38
3.53	8.41

3.61	8.45
3.69	8.49
3.76	8.52
3.84	8.56
3.90	8.59
3.90	9.60

Fattore di sicurezza (FS)	2.5672	- N.10 --	X	Y	Lambda= 0.7393
	1.40	8.00			
	1.68	7.93			
	1.81	7.90			
	1.89	7.89			
	1.95	7.88			
	2.02	7.89			
	2.07	7.90			
	2.14	7.92			
	2.21	7.94			
	2.30	7.98			
	2.38	8.01			
	2.46	8.05			
	2.53	8.08			
	2.60	8.11			
	2.67	8.14			
	2.74	8.17			
	2.82	8.21			
	2.89	8.24			
	2.96	8.28			
	3.04	8.31			
	3.11	8.35			
	3.18	8.38			
	3.25	8.41			
	3.33	8.45			
	3.40	8.48			
	3.48	8.52			
	3.55	8.55			
	3.62	8.59			
	3.69	8.62			
	3.75	8.65			
	3.75	9.60			

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs *

Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.200

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	2.497	29.9	12.0	15.5	Surplus
2	2.522	31.4	12.5	16.5	Surplus
3	2.535	29.6	11.7	15.6	Surplus
4	2.538	29.4	11.6	15.5	Surplus
5	2.542	27.5	10.8	14.5	Surplus
6	2.545	31.8	12.5	16.8	Surplus
7	2.551	29.2	11.5	15.5	Surplus
8	2.553	28.5	11.2	15.1	Surplus
9	2.556	31.8	12.5	16.9	Surplus
10	2.567	28.5	11.1	15.2	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 14.5

Note: FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie
di scivolamento

FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie
di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN
per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

SSAP 5.0.2 - Slope Stability Analysis Program (1991,2021)

WWW.SSAP.EU

Build No. 11987

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI *,**

*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU

** Gia' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 21 Febbraio 2021

File report: C:\Users\HP\Desktop\ING017_BONIFICA_FERRARA_Mezzano\MODELLO
ssap2010\SEZ3c\RISULTATI\REPORT.txt

Data: 30/7/2021

Localita' :

Descrizione:

Modello pendio: [SEZIONE N.3c - ANALISI STATICA](#)

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

___ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m) ___

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1.00	7.80	8.40	7.80	-	-	-	-
5.20	7.80	15.30	7.80	-	-	-	-
5.90	7.10	-	-	-	-	-	-
6.90	6.80	-	-	-	-	-	-
8.40	7.80	-	-	-	-	-	-
11.30	9.70	-	-	-	-	-	-
12.30	9.70	-	-	-	-	-	-
14.30	8.00	-	-	-	-	-	-
15.30	8.00	-	-	-	-	-	-

---- SUP FALDA -----

X Y (in m)

1.00 6.70

15.30 6.70

----- GESTIONE ACQUIFERI -----

Strati esclusi da acquifero:

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

EFFETTO TENSION CRACK IN TESTA RIEMPITO DI ACQUA: ----> DISATTIVATO

In caso di superfici con tension crack in testa, la frattura di tensione

puo' venir viene considerata completamente riempita di acqua per la sua intera profondita'.

Viene quindi considerato una forza in testa, prodotta dalla pressione idrostatica.

La forza applicata ha un effetto destabilizzante aggiuntivo alle altre forze

destabilizzanti agenti.

Peso unitario fluido (kN/m³): 9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A 0

Coefficiente K 0.000800

Pressione minima fluidi Uo_Min (kPa) 0.01

Coefficiente di soprapressione oltre pressione idrostatica 1.00

Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica = ATTIVA

STABILITE CONDIZIONI PER LA VERIFICA CON SOVRAPPRESSIONE ACQUIFERI CON
DISSIPAZIONE IN DIREZIONE DELLA SUPERFICIE

CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE NON ATTIVATO

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	17.00	5.00	0.00	17.00	17.00	0.975	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	18.00	10.00	0.00	17.00	18.00	1.227	0.00	0.00	0.00	0.00

LEGENDA: fi` _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)

C` _____ Coesione efficace (in Kpa)

Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m³)

Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m³)

STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH') (adimensionale)

---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-

sgci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Rocca Intatta (in MPa)

GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)

mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)

D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

Fattore di riduzione NTC2018: gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

MOTORE DI RICERCA: SNIFF RANDOM SEARCH - Borselli (1997,2020)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)*: 0.1 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 1.29 14.16

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 4.19

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 2.72 15.01

TOTALE SUPERFICI GENERATE : 5000

*NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene considerata nel caso
di uso del motore di ricerca NEW RANOM SEARCH

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)

METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (lambda0,Fs0) ADOTTATO : B (piu' accurato)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0000

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0000

COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0 durante le tutte le verifiche globali.
I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR F_s *

Fattore di sicurezza (FS)	1.9543	- Min. -	X	Y	Lambda= 0.4002
	8.46	7.84			
	8.76	7.82			
	8.91	7.81			
	9.02	7.81			
	9.11	7.81			
	9.20	7.80			
	9.29	7.80			
	9.37	7.80			
	9.47	7.80			
	9.57	7.80			
	9.65	7.80			
	9.73	7.81			
	9.81	7.82			
	9.89	7.84			
	9.97	7.86			
	10.05	7.88			
	10.14	7.91			
	10.24	7.95			
	10.33	7.99			
	10.42	8.03			
	10.50	8.07			
	10.59	8.11			
	10.67	8.15			
	10.75	8.19			
	10.84	8.24			
	10.93	8.29			
	11.02	8.34			
	11.11	8.39			
	11.19	8.44			
	11.28	8.49			
	11.37	8.55			
	11.45	8.60			
	11.54	8.65			
	11.63	8.71			
	11.72	8.77			
	11.80	8.82			
	11.89	8.88			
	11.96	8.93			
	11.96	9.70			

Fattore di sicurezza (FS)	1.9546	- N.2 --	X	Y	Lambda= 0.4481
	8.50	7.87			
	8.86	7.84			
	9.03	7.83			
	9.14	7.82			
	9.24	7.83			

9.33	7.83
9.42	7.84
9.51	7.86
9.61	7.88
9.73	7.91
9.83	7.94
9.93	7.96
10.02	7.99
10.12	8.03
10.21	8.06
10.31	8.10
10.41	8.14
10.51	8.19
10.61	8.23
10.71	8.28
10.80	8.33
10.90	8.38
11.00	8.43
11.09	8.49
11.20	8.54
11.31	8.61
11.40	8.67
11.50	8.74
11.59	8.81
11.68	8.88
11.75	8.94
11.75	9.70

Fattore di sicurezza (FS)	1.9551	- N.3 --	X	Y	Lambda= 0.4119
---------------------------	--------	----------	---	---	----------------

8.54	7.89
8.88	7.85
9.05	7.84
9.17	7.83
9.27	7.83
9.36	7.83
9.45	7.83
9.55	7.84
9.65	7.85
9.76	7.86
9.86	7.88
9.95	7.89
10.04	7.91
10.14	7.94
10.23	7.97
10.32	8.00
10.42	8.03
10.53	8.08
10.63	8.12
10.73	8.17
10.82	8.21
10.91	8.26
11.01	8.31
11.10	8.37
11.20	8.43
11.32	8.50
11.41	8.57

11.51	8.64
11.60	8.72
11.69	8.80
11.79	8.90
11.85	8.97
11.85	9.70

Fattore di sicurezza (FS)	1.9563	- N.4 --	X	Y	Lambda= 0.4666
	8.49	7.86			
	8.81	7.83			
	8.97	7.82			
	9.08	7.82			
	9.17	7.82			
	9.26	7.83			
	9.34	7.84			
	9.43	7.85			
	9.52	7.86			
	9.63	7.89			
	9.72	7.91			
	9.81	7.93			
	9.90	7.96			
	9.99	7.98			
	10.07	8.01			
	10.16	8.05			
	10.26	8.08			
	10.36	8.13			
	10.45	8.17			
	10.54	8.21			
	10.63	8.26			
	10.72	8.31			
	10.80	8.36			
	10.89	8.42			
	10.98	8.49			
	11.09	8.57			
	11.18	8.65			
	11.27	8.72			
	11.36	8.80			
	11.44	8.89			
	11.50	8.95			
	11.50	9.70			

Fattore di sicurezza (FS)	1.9589	- N.5 --	X	Y	Lambda= 0.4327
	8.54	7.89			
	8.87	7.85			
	9.04	7.83			
	9.15	7.83			
	9.25	7.82			
	9.34	7.83			
	9.43	7.83			
	9.52	7.84			
	9.62	7.85			
	9.73	7.87			
	9.83	7.89			
	9.92	7.91			
	10.00	7.93			

10.09	7.97
10.18	8.00
10.27	8.04
10.36	8.09
10.46	8.15
10.56	8.21
10.66	8.26
10.76	8.32
10.85	8.37
10.95	8.42
11.05	8.48
11.15	8.54
11.25	8.60
11.34	8.66
11.43	8.72
11.52	8.79
11.61	8.87
11.67	8.93
11.67	9.70

Fattore di sicurezza (FS)	1.9602	- N.6 --	X	Y	Lambda= 0.4363
	8.49	7.86			
	8.84	7.83			
	9.01	7.82			
	9.13	7.82			
	9.23	7.82			
	9.33	7.83			
	9.42	7.83			
	9.52	7.85			
	9.62	7.86			
	9.74	7.89			
	9.84	7.91			
	9.94	7.94			
	10.03	7.96			
	10.12	8.00			
	10.21	8.04			
	10.31	8.08			
	10.41	8.13			
	10.52	8.20			
	10.62	8.26			
	10.72	8.32			
	10.82	8.38			
	10.92	8.44			
	11.02	8.50			
	11.11	8.57			
	11.21	8.63			
	11.32	8.71			
	11.42	8.78			
	11.52	8.85			
	11.62	8.92			
	11.62	9.70			

Fattore di sicurezza (FS)	1.9630	- N.7 --	X	Y	Lambda= 0.4297
	8.61	7.94			
	8.94	7.87			

9.09	7.85
9.20	7.84
9.28	7.83
9.37	7.83
9.45	7.83
9.53	7.84
9.63	7.86
9.73	7.88
9.83	7.90
9.92	7.92
10.00	7.94
10.09	7.97
10.17	8.00
10.26	8.04
10.35	8.07
10.46	8.12
10.55	8.17
10.64	8.21
10.72	8.26
10.81	8.31
10.89	8.37
10.98	8.43
11.07	8.49
11.18	8.57
11.27	8.65
11.36	8.72
11.44	8.80
11.53	8.89
11.59	8.95
11.59	9.70

Fattore di sicurezza (FS)	1.9646	- N.8 --	X	Y	Lambda= 0.4087
	8.45	7.83			
	8.81	7.82			
	8.99	7.81			
	9.12	7.81			
	9.23	7.81			
	9.33	7.81			
	9.43	7.82			
	9.54	7.82			
	9.65	7.83			
	9.77	7.84			
	9.87	7.85			
	9.97	7.87			
	10.05	7.89			
	10.15	7.92			
	10.24	7.95			
	10.34	8.00			
	10.44	8.05			
	10.56	8.12			
	10.67	8.18			
	10.78	8.24			
	10.88	8.30			
	10.98	8.36			
	11.08	8.43			
	11.18	8.49			

11.29	8.56
11.39	8.63
11.50	8.70
11.60	8.77
11.70	8.85
11.81	8.92
11.81	9.70

Fattore di sicurezza (FS)	1.9672	- N.9 --	X	Y	Lambda= 0.4412
	8.56	7.91			
	8.92	7.86			
	9.09	7.84			
	9.20	7.83			
	9.30	7.83			
	9.39	7.84			
	9.48	7.85			
	9.57	7.87			
	9.67	7.89			
	9.79	7.92			
	9.90	7.95			
	9.99	7.98			
	10.08	8.02			
	10.18	8.06			
	10.27	8.10			
	10.36	8.15			
	10.46	8.20			
	10.57	8.26			
	10.67	8.32			
	10.77	8.38			
	10.87	8.44			
	10.96	8.51			
	11.06	8.57			
	11.16	8.63			
	11.25	8.70			
	11.35	8.77			
	11.45	8.84			
	11.55	8.90			
	11.62	8.95			
	11.62	9.70			

Fattore di sicurezza (FS)	1.9680	- N.10 --	X	Y	Lambda= 0.4101
	8.60	7.93			
	8.88	7.88			
	9.02	7.86			
	9.12	7.85			
	9.20	7.84			
	9.27	7.84			
	9.35	7.84			
	9.43	7.84			
	9.51	7.84			
	9.60	7.85			
	9.68	7.87			
	9.76	7.88			
	9.84	7.89			
	9.91	7.91			

9.99	7.93
10.06	7.96
10.14	7.98
10.24	8.02
10.32	8.05
10.40	8.09
10.47	8.12
10.55	8.16
10.63	8.20
10.70	8.24
10.78	8.28
10.87	8.33
10.95	8.38
11.03	8.43
11.11	8.48
11.19	8.53
11.27	8.58
11.35	8.63
11.43	8.69
11.52	8.75
11.60	8.80
11.67	8.86
11.74	8.91
11.74	9.70

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR F_s *

Analisi Deficit in riferimento a F_s (progetto) = 1.100

Sup N.	F_s	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	1.954	34.5	17.7	15.1	Surplus
2	1.955	30.6	15.7	13.4	Surplus
3	1.955	33.2	17.0	14.5	Surplus
4	1.956	28.6	14.6	12.5	Surplus
5	1.959	30.3	15.5	13.3	Surplus
6	1.960	29.6	15.1	13.0	Surplus
7	1.963	29.5	15.0	13.0	Surplus
8	1.965	33.0	16.8	14.5	Surplus
9	1.967	28.8	14.6	12.7	Surplus
10	1.968	30.6	15.6	13.5	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 12.5

Note: FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie di scivolamento

FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

SSAP 5.0.2 - Slope Stability Analysis Program (1991,2021)

WWW.SSAP.EU

Build No. 11987

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI *,**

*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU

** Gia' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 21 Febbraio 2021

File report: C:\Users\HP\Desktop\ING017_BONIFICA_FERRARA_Mezzano\MODELLO
ssap2010\SEZ3c\DINAMICA_5000\RISULTATI Kv+\REPORT.txt

Data: 30/7/2021

Localita' :

Descrizione:

Modello pendio: SEZIONE N.3c - ANALISI SISMICA (+kv)

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

___ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m) ___

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1.00	7.80	8.40	7.80	-	-	-	-
5.20	7.80	15.30	7.80	-	-	-	-
5.90	7.10	-	-	-	-	-	-
6.90	6.80	-	-	-	-	-	-
8.40	7.80	-	-	-	-	-	-
11.30	9.70	-	-	-	-	-	-
12.30	9.70	-	-	-	-	-	-
14.30	8.00	-	-	-	-	-	-
15.30	8.00	-	-	-	-	-	-

---- SUP FALDA -----

X Y (in m)

1.00 6.70
15.30 6.70

----- GESTIONE ACQUIFERI -----

Strati esclusi da acquifero:

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

EFFETTO TENSION CRACK IN TESTA RIEMPITO DI ACQUA: ----> DISATTIVATO

In caso di superfici con tension crack in testa, la frattura di tensione

puo' venir viene considerata completamente riempita di acqua per la sua intera profondita'.

Viene quindi considerato una forza in testa, prodotta dalla pressione idrostatica.

La forza applicata ha un effetto destabilizzante aggiuntivo alle altre forze

destabilizzanti agenti.

Peso unitario fluido (kN/m³): 9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A 0

Coefficiente K 0.000800

Pressione minima fluidi Uo_Min (kPa) 0.01

Coefficiente di soprapressione oltre pressione idrostatica 1.00

Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica = ATTIVA

STABILITE CONDIZIONI PER LA VERIFICA CON SOVRAPPRESSIONE ACQUIFERI CON
DISSIPAZIONE IN DIREZIONE DELLA SUPERFICIE

CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE NON ATTIVATO

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	21.00	7.00	0.00	17.00	17.00	1.319	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	22.00	12.50	0.00	17.00	18.00	1.615	0.00	0.00	0.00	0.00

LEGENDA: fi` _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)

C` _____ Coesione efficace (in Kpa)

Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m³)

Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m³)

STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH') (adimensionale)

---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-

sgci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)

GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)

mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)

D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

Fattore di riduzione NTC2018: gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

MOTORE DI RICERCA: SNIFF RANDOM SEARCH - Borselli (1997,2020)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)*: 0.1 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 1.29 14.16

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 4.19

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 2.72 15.01

TOTALE SUPERFICI GENERATE : 5000

*NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene considerata nel caso
di uso del motore di ricerca NEW RANOM SEARCH

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)

METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (lambda0,Fs0) ADOTTATO : B (piu' accurato)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0800

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0400

COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0 durante le tutte le verifiche globali.
I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR F_s *

Fattore di sicurezza (FS)	2.1955	- Min. -	X	Y	Lambda= 0.5475
	6.78	6.84			
	7.16	6.72			
	7.36	6.66			
	7.49	6.62			
	7.62	6.59			
	7.73	6.56			
	7.84	6.53			
	7.96	6.51			
	8.08	6.48			
	8.22	6.45			
	8.33	6.43			
	8.43	6.42			
	8.52	6.42			
	8.62	6.43			
	8.71	6.45			
	8.81	6.47			
	8.93	6.51			
	9.07	6.56			
	9.19	6.61			
	9.31	6.66			
	9.41	6.71			
	9.52	6.77			
	9.63	6.82			
	9.74	6.89			
	9.85	6.95			
	9.97	7.03			
	10.08	7.10			
	10.20	7.18			
	10.31	7.25			
	10.42	7.32			
	10.53	7.39			
	10.65	7.46			
	10.76	7.53			
	10.87	7.61			
	10.98	7.68			
	11.10	7.75			
	11.21	7.82			
	11.32	7.90			
	11.43	7.97			
	11.54	8.04			
	11.66	8.12			
	11.77	8.19			
	11.88	8.27			
	11.99	8.34			
	12.11	8.42			
	12.22	8.49			
	12.30	8.55			

12.30 9.70

Fattore di sicurezza (FS)	2.2070	- N.2 --	X	Y	Lambda= 0.5511
	6.97	6.85			
	7.41	6.67			
	7.62	6.59			
	7.76	6.55			
	7.88	6.51			
	8.00	6.49			
	8.11	6.47			
	8.22	6.46			
	8.35	6.45			
	8.50	6.45			
	8.62	6.45			
	8.74	6.46			
	8.85	6.47			
	8.96	6.49			
	9.07	6.51			
	9.19	6.54			
	9.31	6.58			
	9.44	6.63			
	9.57	6.67			
	9.70	6.72			
	9.81	6.77			
	9.93	6.82			
	10.05	6.87			
	10.17	6.92			
	10.30	6.97			
	10.43	7.03			
	10.55	7.09			
	10.67	7.15			
	10.78	7.22			
	10.90	7.29			
	11.02	7.36			
	11.14	7.44			
	11.27	7.52			
	11.41	7.63			
	11.53	7.72			
	11.64	7.82			
	11.75	7.92			
	11.87	8.05			
	11.99	8.19			
	12.13	8.38			
	12.22	8.51			
	12.22	9.70			

Fattore di sicurezza (FS)	2.2682	- N.3 --	X	Y	Lambda= 0.5157
	6.43	6.94			
	7.01	6.71			
	7.29	6.60			
	7.48	6.54			
	7.64	6.49			
	7.80	6.46			
	7.94	6.43			
	8.10	6.41			

8.27	6.40
8.47	6.39
8.64	6.39
8.79	6.40
8.93	6.41
9.08	6.44
9.21	6.48
9.36	6.52
9.52	6.59
9.71	6.67
9.89	6.74
10.05	6.82
10.21	6.89
10.37	6.97
10.52	7.05
10.69	7.14
10.86	7.24
11.04	7.34
11.20	7.45
11.35	7.55
11.49	7.67
11.65	7.81
11.81	7.97
12.00	8.18
12.28	8.51
12.28	9.70

Fattore di sicurezza (FS)	2.2873	- N.4 --	X	Y	Lambda= 0.4877
---------------------------	--------	----------	---	---	----------------

6.84	6.82
7.42	6.52
7.70	6.39
7.89	6.31
8.04	6.26
8.19	6.21
8.33	6.19
8.49	6.16
8.66	6.15
8.87	6.14
9.03	6.14
9.19	6.15
9.32	6.17
9.47	6.20
9.61	6.23
9.76	6.28
9.92	6.34
10.11	6.43
10.28	6.50
10.44	6.58
10.60	6.65
10.76	6.73
10.92	6.81
11.08	6.90
11.25	6.99
11.44	7.09
11.60	7.19
11.75	7.29

11.88	7.40
12.04	7.53
12.20	7.69
12.39	7.89
12.66	8.21
12.66	9.39

Fattore di sicurezza (FS)	2.3075	- N.5 --	X	Y	Lambda= 0.6533
---------------------------	--------	----------	---	---	----------------

6.85	6.82
7.16	6.68
7.30	6.62
7.39	6.58
7.47	6.57
7.54	6.55
7.61	6.55
7.68	6.55
7.76	6.56
7.86	6.58
7.96	6.59
8.04	6.61
8.13	6.62
8.21	6.64
8.29	6.65
8.37	6.67
8.45	6.69
8.54	6.70
8.62	6.72
8.70	6.74
8.79	6.76
8.87	6.77
8.95	6.79
9.03	6.81
9.12	6.83
9.20	6.85
9.29	6.86
9.37	6.88
9.45	6.90
9.53	6.93
9.61	6.95
9.69	6.97
9.77	7.00
9.86	7.03
9.94	7.06
10.02	7.08
10.11	7.11
10.19	7.14
10.27	7.17
10.35	7.19
10.44	7.22
10.52	7.25
10.60	7.28
10.68	7.30
10.77	7.33
10.85	7.36
10.94	7.39
11.02	7.42

11.11	7.45
11.21	7.48
11.29	7.51
11.36	7.55
11.43	7.59
11.51	7.65
11.57	7.71
11.65	7.78
11.73	7.87
11.83	7.99
11.92	8.09
12.01	8.20
12.09	8.30
12.17	8.41
12.26	8.53
12.26	9.70

Fattore di sicurezza (FS)	2.3146	- N.6 --	X	Y	Lambda= 0.4740
---------------------------	--------	----------	---	---	----------------

6.07	7.05
6.67	6.78
6.97	6.65
7.17	6.56
7.35	6.50
7.52	6.44
7.68	6.39
7.85	6.35
8.04	6.31
8.26	6.26
8.43	6.24
8.58	6.22
8.72	6.23
8.88	6.24
9.01	6.27
9.17	6.31
9.34	6.37
9.55	6.46
9.74	6.54
9.91	6.62
10.08	6.71
10.25	6.79
10.41	6.88
10.58	6.98
10.76	7.08
10.96	7.20
11.13	7.32
11.29	7.44
11.45	7.56
11.61	7.71
11.78	7.88
11.98	8.11
12.28	8.45
12.41	8.60
12.41	9.61

Fattore di sicurezza (FS)	2.3326	- N.7 --	X	Y	Lambda= 0.5074
---------------------------	--------	----------	---	---	----------------

6.45	6.94
7.03	6.70
7.32	6.59
7.51	6.52
7.67	6.47
7.83	6.43
7.98	6.41
8.13	6.38
8.30	6.37
8.50	6.36
8.67	6.35
8.83	6.35
8.97	6.36
9.13	6.37
9.28	6.39
9.44	6.42
9.62	6.45
9.83	6.51
10.00	6.55
10.14	6.61
10.28	6.68
10.43	6.77
10.56	6.86
10.71	6.98
10.87	7.12
11.06	7.30
11.24	7.47
11.41	7.64
11.58	7.80
11.74	7.95
11.92	8.13
12.13	8.33
12.40	8.59
12.40	9.61

Fattore di sicurezza (FS)	2.3373	- N.8 --	X	Y	Lambda= 0.4587
---------------------------	--------	----------	---	---	----------------

6.04	7.06
6.71	6.71
7.03	6.55
7.25	6.45
7.44	6.37
7.62	6.31
7.79	6.26
7.97	6.22
8.17	6.18
8.42	6.15
8.61	6.13
8.78	6.12
8.93	6.13
9.10	6.15
9.26	6.19
9.42	6.24
9.61	6.31
9.83	6.41
10.04	6.50
10.23	6.59

10.42	6.67
10.60	6.77
10.78	6.86
10.97	6.96
11.16	7.06
11.36	7.17
11.55	7.28
11.73	7.40
11.91	7.51
12.09	7.63
12.29	7.77
12.52	7.94
12.84	8.19
12.84	9.24

Fattore di sicurezza (FS)	2.3590	- N.9 --	X	Y	Lambda= 0.5926
	6.95	6.83			
	7.47	6.76			
	7.72	6.73			
	7.90	6.71			
	8.05	6.70			
	8.19	6.70			
	8.33	6.70			
	8.47	6.70			
	8.62	6.72			
	8.79	6.73			
	8.94	6.75			
	9.08	6.77			
	9.22	6.80			
	9.37	6.82			
	9.51	6.86			
	9.65	6.89			
	9.80	6.93			
	9.96	6.98			
	10.11	7.02			
	10.25	7.07			
	10.40	7.12			
	10.54	7.17			
	10.69	7.22			
	10.84	7.28			
	11.00	7.35			
	11.18	7.42			
	11.32	7.50			
	11.45	7.58			
	11.57	7.67			
	11.71	7.79			
	11.84	7.94			
	12.01	8.15			
	12.27	8.50			
	12.30	8.54			
	12.30	9.70			

Fattore di sicurezza (FS)	2.3665	- N.10 --	X	Y	Lambda= 0.5542
	6.02	7.06			
	6.52	6.80			

6.76	6.68
6.91	6.61
7.04	6.56
7.17	6.53
7.28	6.50
7.41	6.49
7.55	6.48
7.73	6.48
7.87	6.48
8.00	6.49
8.12	6.50
8.25	6.53
8.37	6.56
8.50	6.60
8.63	6.64
8.78	6.70
8.93	6.76
9.07	6.82
9.21	6.88
9.34	6.93
9.48	6.99
9.61	7.04
9.75	7.10
9.89	7.16
10.03	7.21
10.16	7.27
10.29	7.33
10.42	7.40
10.56	7.46
10.70	7.54
10.84	7.62
11.01	7.71
11.14	7.80
11.26	7.89
11.38	7.99
11.50	8.12
11.64	8.27
11.79	8.47
11.90	8.61
11.90	9.70

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR F_s *

Analisi Deficit in riferimento a $F_s(\text{progetto}) = 1.200$

Sup N.	F_s	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	2.195	130.7	59.6	59.3	Surplus
2	2.207	135.4	61.4	61.8	Surplus
3	2.268	146.5	64.6	69.0	Surplus
4	2.287	167.5	73.2	79.6	Surplus
5	2.307	129.1	56.0	62.0	Surplus
6	2.315	162.7	70.3	78.3	Surplus
7	2.333	156.8	67.2	76.1	Surplus
8	2.337	176.7	75.6	86.0	Surplus
9	2.359	130.4	55.3	64.1	Surplus
10	2.367	129.1	54.6	63.7	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 59.3

Note: FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie
di scivolamento

FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie
di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN
per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

SSAP 5.0.2 - Slope Stability Analysis Program (1991,2021)

WWW.SSAP.EU

Build No. 11987

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI *,**

*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU

** Gia' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 21 Febbraio 2021

File report: C:\Users\HP\Desktop\ING017_BONIFICA_FERRARA_Mezzano\MODELLO
ssap2010\SEZ3c\DINAMICA_5000\RISULTATI Kv+\REPORT.txt

Data: 30/7/2021

Localita' :

Descrizione:

Modello pendio: SEZIONE N.3c - ANALISI SISMICA (-kv)

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

___ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m) ___

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1.00	7.80	8.40	7.80	-	-	-	-
5.20	7.80	15.30	7.80	-	-	-	-
5.90	7.10	-	-	-	-	-	-
6.90	6.80	-	-	-	-	-	-
8.40	7.80	-	-	-	-	-	-
11.30	9.70	-	-	-	-	-	-
12.30	9.70	-	-	-	-	-	-
14.30	8.00	-	-	-	-	-	-
15.30	8.00	-	-	-	-	-	-

---- SUP FALDA -----

X Y (in m)

1.00 6.70
15.30 6.70

----- GESTIONE ACQUIFERI -----

Strati esclusi da acquifero:

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

EFFETTO TENSION CRACK IN TESTA RIEMPITO DI ACQUA: ----> DISATTIVATO

In caso di superfici con tension crack in testa, la frattura di tensione

puo' venir viene considerata completamente riempita di acqua per la sua intera profondita'.

Viene quindi considerato una forza in testa, prodotta dalla pressione idrostatica.

La forza applicata ha un effetto destabilizzante aggiuntivo alle altre forze

destabilizzanti agenti.

Peso unitario fluido (kN/m³): 9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A 0

Coefficiente K 0.000800

Pressione minima fluidi Uo_Min (kPa) 0.01

Coefficiente di soprapressione oltre pressione idrostatica 1.00

Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica = ATTIVA

STABILITE CONDIZIONI PER LA VERIFICA CON SOVRAPPRESSIONE ACQUIFERI CON
DISSIPAZIONE IN DIREZIONE DELLA SUPERFICIE

CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE NON ATTIVATO

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	21.00	7.00	0.00	17.00	17.00	1.319	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	22.00	12.50	0.00	17.00	18.00	1.615	0.00	0.00	0.00	0.00

LEGENDA: fi` _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)

C` _____ Coesione efficace (in Kpa)

Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m³)

Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m³)

STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH') (adimensionale)

---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-

sgci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Rocca Intatta (in MPa)

GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)

mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)

D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

Fattore di riduzione NTC2018: gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

MOTORE DI RICERCA: SNIFF RANDOM SEARCH - Borselli (1997,2020)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)*: 0.1 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 1.29 14.16

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 4.19

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 2.72 15.01

TOTALE SUPERFICI GENERATE : 5000

*NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene considerata nel caso
di uso del motore di ricerca NEW RANOM SEARCH

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)

METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (lambda0,Fs0) ADOTTATO : B (piu' accurato)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0800

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0400

COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0 durante le tutte le verifiche globali.
I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR F_s *

Fattore di sicurezza (FS)	2.1955	- Min. -	X	Y	Lambda= 0.5475
	6.78	6.84			
	7.16	6.72			
	7.36	6.66			
	7.49	6.62			
	7.62	6.59			
	7.73	6.56			
	7.84	6.53			
	7.96	6.51			
	8.08	6.48			
	8.22	6.45			
	8.33	6.43			
	8.43	6.42			
	8.52	6.42			
	8.62	6.43			
	8.71	6.45			
	8.81	6.47			
	8.93	6.51			
	9.07	6.56			
	9.19	6.61			
	9.31	6.66			
	9.41	6.71			
	9.52	6.77			
	9.63	6.82			
	9.74	6.89			
	9.85	6.95			
	9.97	7.03			
	10.08	7.10			
	10.20	7.18			
	10.31	7.25			
	10.42	7.32			
	10.53	7.39			
	10.65	7.46			
	10.76	7.53			
	10.87	7.61			
	10.98	7.68			
	11.10	7.75			
	11.21	7.82			
	11.32	7.90			
	11.43	7.97			
	11.54	8.04			
	11.66	8.12			
	11.77	8.19			
	11.88	8.27			
	11.99	8.34			
	12.11	8.42			
	12.22	8.49			
	12.30	8.55			

12.30 9.70

Fattore di sicurezza (FS)	2.2070	- N.2 --	X	Y	Lambda= 0.5511
	6.97	6.85			
	7.41	6.67			
	7.62	6.59			
	7.76	6.55			
	7.88	6.51			
	8.00	6.49			
	8.11	6.47			
	8.22	6.46			
	8.35	6.45			
	8.50	6.45			
	8.62	6.45			
	8.74	6.46			
	8.85	6.47			
	8.96	6.49			
	9.07	6.51			
	9.19	6.54			
	9.31	6.58			
	9.44	6.63			
	9.57	6.67			
	9.70	6.72			
	9.81	6.77			
	9.93	6.82			
	10.05	6.87			
	10.17	6.92			
	10.30	6.97			
	10.43	7.03			
	10.55	7.09			
	10.67	7.15			
	10.78	7.22			
	10.90	7.29			
	11.02	7.36			
	11.14	7.44			
	11.27	7.52			
	11.41	7.63			
	11.53	7.72			
	11.64	7.82			
	11.75	7.92			
	11.87	8.05			
	11.99	8.19			
	12.13	8.38			
	12.22	8.51			
	12.22	9.70			

Fattore di sicurezza (FS)	2.2682	- N.3 --	X	Y	Lambda= 0.5157
	6.43	6.94			
	7.01	6.71			
	7.29	6.60			
	7.48	6.54			
	7.64	6.49			
	7.80	6.46			
	7.94	6.43			
	8.10	6.41			

8.27	6.40
8.47	6.39
8.64	6.39
8.79	6.40
8.93	6.41
9.08	6.44
9.21	6.48
9.36	6.52
9.52	6.59
9.71	6.67
9.89	6.74
10.05	6.82
10.21	6.89
10.37	6.97
10.52	7.05
10.69	7.14
10.86	7.24
11.04	7.34
11.20	7.45
11.35	7.55
11.49	7.67
11.65	7.81
11.81	7.97
12.00	8.18
12.28	8.51
12.28	9.70

Fattore di sicurezza (FS)	2.2873	-	N.4	--	X	Y	Lambda=	0.4877
---------------------------	--------	---	-----	----	---	---	---------	--------

6.84	6.82
7.42	6.52
7.70	6.39
7.89	6.31
8.04	6.26
8.19	6.21
8.33	6.19
8.49	6.16
8.66	6.15
8.87	6.14
9.03	6.14
9.19	6.15
9.32	6.17
9.47	6.20
9.61	6.23
9.76	6.28
9.92	6.34
10.11	6.43
10.28	6.50
10.44	6.58
10.60	6.65
10.76	6.73
10.92	6.81
11.08	6.90
11.25	6.99
11.44	7.09
11.60	7.19
11.75	7.29

11.88	7.40
12.04	7.53
12.20	7.69
12.39	7.89
12.66	8.21
12.66	9.39

Fattore di sicurezza (FS)	2.3075	- N.5 --	X	Y	Lambda= 0.6533
---------------------------	--------	----------	---	---	----------------

6.85	6.82
7.16	6.68
7.30	6.62
7.39	6.58
7.47	6.57
7.54	6.55
7.61	6.55
7.68	6.55
7.76	6.56
7.86	6.58
7.96	6.59
8.04	6.61
8.13	6.62
8.21	6.64
8.29	6.65
8.37	6.67
8.45	6.69
8.54	6.70
8.62	6.72
8.70	6.74
8.79	6.76
8.87	6.77
8.95	6.79
9.03	6.81
9.12	6.83
9.20	6.85
9.29	6.86
9.37	6.88
9.45	6.90
9.53	6.93
9.61	6.95
9.69	6.97
9.77	7.00
9.86	7.03
9.94	7.06
10.02	7.08
10.11	7.11
10.19	7.14
10.27	7.17
10.35	7.19
10.44	7.22
10.52	7.25
10.60	7.28
10.68	7.30
10.77	7.33
10.85	7.36
10.94	7.39
11.02	7.42

11.11	7.45
11.21	7.48
11.29	7.51
11.36	7.55
11.43	7.59
11.51	7.65
11.57	7.71
11.65	7.78
11.73	7.87
11.83	7.99
11.92	8.09
12.01	8.20
12.09	8.30
12.17	8.41
12.26	8.53
12.26	9.70

Fattore di sicurezza (FS) 2.3146 - N.6 -- X Y Lambda= 0.4740

6.07	7.05
6.67	6.78
6.97	6.65
7.17	6.56
7.35	6.50
7.52	6.44
7.68	6.39
7.85	6.35
8.04	6.31
8.26	6.26
8.43	6.24
8.58	6.22
8.72	6.23
8.88	6.24
9.01	6.27
9.17	6.31
9.34	6.37
9.55	6.46
9.74	6.54
9.91	6.62
10.08	6.71
10.25	6.79
10.41	6.88
10.58	6.98
10.76	7.08
10.96	7.20
11.13	7.32
11.29	7.44
11.45	7.56
11.61	7.71
11.78	7.88
11.98	8.11
12.28	8.45
12.41	8.60
12.41	9.61

Fattore di sicurezza (FS) 2.3326 - N.7 -- X Y Lambda= 0.5074

6.45	6.94
7.03	6.70
7.32	6.59
7.51	6.52
7.67	6.47
7.83	6.43
7.98	6.41
8.13	6.38
8.30	6.37
8.50	6.36
8.67	6.35
8.83	6.35
8.97	6.36
9.13	6.37
9.28	6.39
9.44	6.42
9.62	6.45
9.83	6.51
10.00	6.55
10.14	6.61
10.28	6.68
10.43	6.77
10.56	6.86
10.71	6.98
10.87	7.12
11.06	7.30
11.24	7.47
11.41	7.64
11.58	7.80
11.74	7.95
11.92	8.13
12.13	8.33
12.40	8.59
12.40	9.61

Fattore di sicurezza (FS) 2.3373 - N.8 -- X Y Lambda= 0.4587

6.04	7.06
6.71	6.71
7.03	6.55
7.25	6.45
7.44	6.37
7.62	6.31
7.79	6.26
7.97	6.22
8.17	6.18
8.42	6.15
8.61	6.13
8.78	6.12
8.93	6.13
9.10	6.15
9.26	6.19
9.42	6.24
9.61	6.31
9.83	6.41
10.04	6.50
10.23	6.59

10.42	6.67
10.60	6.77
10.78	6.86
10.97	6.96
11.16	7.06
11.36	7.17
11.55	7.28
11.73	7.40
11.91	7.51
12.09	7.63
12.29	7.77
12.52	7.94
12.84	8.19
12.84	9.24

Fattore di sicurezza (FS)	2.3590	- N.9 --	X	Y	Lambda= 0.5926
	6.95	6.83			
	7.47	6.76			
	7.72	6.73			
	7.90	6.71			
	8.05	6.70			
	8.19	6.70			
	8.33	6.70			
	8.47	6.70			
	8.62	6.72			
	8.79	6.73			
	8.94	6.75			
	9.08	6.77			
	9.22	6.80			
	9.37	6.82			
	9.51	6.86			
	9.65	6.89			
	9.80	6.93			
	9.96	6.98			
	10.11	7.02			
	10.25	7.07			
	10.40	7.12			
	10.54	7.17			
	10.69	7.22			
	10.84	7.28			
	11.00	7.35			
	11.18	7.42			
	11.32	7.50			
	11.45	7.58			
	11.57	7.67			
	11.71	7.79			
	11.84	7.94			
	12.01	8.15			
	12.27	8.50			
	12.30	8.54			
	12.30	9.70			

Fattore di sicurezza (FS)	2.3665	- N.10 --	X	Y	Lambda= 0.5542
	6.02	7.06			
	6.52	6.80			

6.76	6.68
6.91	6.61
7.04	6.56
7.17	6.53
7.28	6.50
7.41	6.49
7.55	6.48
7.73	6.48
7.87	6.48
8.00	6.49
8.12	6.50
8.25	6.53
8.37	6.56
8.50	6.60
8.63	6.64
8.78	6.70
8.93	6.76
9.07	6.82
9.21	6.88
9.34	6.93
9.48	6.99
9.61	7.04
9.75	7.10
9.89	7.16
10.03	7.21
10.16	7.27
10.29	7.33
10.42	7.40
10.56	7.46
10.70	7.54
10.84	7.62
11.01	7.71
11.14	7.80
11.26	7.89
11.38	7.99
11.50	8.12
11.64	8.27
11.79	8.47
11.90	8.61
11.90	9.70

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR F_s *

Analisi Deficit in riferimento a $F_s(\text{progetto}) = 1.200$

Sup N.	F_s	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	2.195	130.7	59.6	59.3	Surplus
2	2.207	135.4	61.4	61.8	Surplus
3	2.268	146.5	64.6	69.0	Surplus
4	2.287	167.5	73.2	79.6	Surplus
5	2.307	129.1	56.0	62.0	Surplus
6	2.315	162.7	70.3	78.3	Surplus
7	2.333	156.8	67.2	76.1	Surplus
8	2.337	176.7	75.6	86.0	Surplus
9	2.359	130.4	55.3	64.1	Surplus
10	2.367	129.1	54.6	63.7	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 59.3

Note: FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie
di scivolamento

FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie
di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN
per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata
