

**GEOSTUDIO Geologi Associati**

**di Merlini - Monelli - Mattioli**

42035 CASTELNOVO NE' MONTI (RE) Via Franceschini n.26

Tel. / Fax 0522 - 81 19 48

e-mail: [gstdmmm@libero.it](mailto:gstdmmm@libero.it)

## RELAZIONE GEOLOGICA

Comune di Ventasso (RE)

Località: Giarola di Ligonchio

OGGETTO: Realizzazione di svincolo e parcheggio

Committente: Amministrazione Comunale di Ventasso (RE)

dicembre 2017



# GEOSTUDIO Geologi Associati di Merlini - Monelli - Mattioli

Sede legale: 42035 CASTELNOVO NE' MONTI (RE) Via Franceschini n.26 Tel. / Fax 0522 - 81 19 48  
e-mail: [gstdmmm@libero.it](mailto:gstdmmm@libero.it)

Comune di Ventasso (RE)

Località: Giarola di Ligonchio

Committente: Amministrazione Comunale di Ventasso (RE)

Oggetto: Realizzazione di svincolo e parcheggio

## STUDIO GEOLOGICO

dicembre 2017



## INDICE

1. Riferimenti cartografici e bibliografici .....	pag. 1
2. Premessa .....	pag. 1
3. Geologia, geomorfologia ed idrogeologia dell'area .....	pag. 2
4. Indagine geognostica .....	pag. 4
4.1 Saggi esplorativi .....	pag. 5
4.1.1 Analisi di laboratorio sul campione di terreno prelevato .....	pag. 6
4.2 Prove penetrometriche .....	pag. 7
5. Elaborazione dei dati .....	pag. 8
5.1 Sismicità dell'area, categoria di sottosuolo ed azione sismica .....	pag. 9
5.2 Parametri dei terreni e considerazioni sulla sicurezza del complesso fondazioni-terreno .....	pag. 12
5.3 Costante di Winkler .....	pag. 13
6. Verifica di stabilità globale .....	pag. 13
7. Sbancamento e movimento terra .....	pag. 16
8. Note conclusive .....	pag. 18

## TAVOLE

Tavola 1a	Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) e Piano Territoriale di Coordinamento (P.T.C.P.) – Carta del Dissesto Vigente (1:10.000)
Tavola 1b	Carta inventario delle frane dell'Emilia-Romagna (1:12.500)
Tavola 1c	Carta geologica e geomorfologica (1:5.000)
Tavola 2	Ubicazione prove geognostiche su planimetria di progetto
Tavola 3	Stratigrafie saggi esplorativi
Tavole 4, ..., 6	Grafici penetrometrici e relativo allegato
Tavole 7a, ..., 7c	Verifiche di stabilità e relativi tabulati

## ALLEGATI

- Prove di laboratorio (*contenuto in acqua ed altre proprietà, prova di taglio diretto c.d.*)

## 1. RIFERIMENTI CARTOGRAFICI E BIBLIOGRAFICI

- Elaborati di progetto (a cura dello studio di architettura AU)
- Carta Tecnica Regionale C.T.R. - scala 1:5.000  
Elemento n. 234 042 Busana
- Carta geologica d'Italia - scala 1:100.000  
Foglio n. 86 Modena
- Carta geologica della Regione Emilia-Romagna - Servizio geologico, sismico e dei suoli - cartografia interattiva - scala 1:10.000 – Sezione n. 234 040 Busana
- Carta del dissesto del PTCP 2010 della Provincia di Reggio Emilia - parte integrante del Piano per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Po (PAI) - scala 1:10.000 – Sezioni n. 234 040 Busana
- Banca dati della Regione Emilia-Romagna – Servizio geologico, sismico e dei suoli, Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.) di Reggio Emilia, Piano Strutturale Comunale (P.S.C.), Regolamento Urbanistico Edilizio (RUE) e microzonazione sismica del Comune di Ventasso (RE)

## 2. PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Ventasso (RE) è stata eseguita un'indagine geologica su di un'area situata in località Giarola di Ligonchio, la cui precisa ubicazione è visibile alle Tavole in allegato. Nell'area si prevede la realizzazione di uno svincolo d'innesto alla Strada Provinciale n.18 e di un parcheggio per gli autobus e le auto all'entrata dell'abitato di Giarola. In particolare, lo svincolo verrà realizzato tramite lo sbancamento (dell'ordine massimo di un paio di metri) di un'area di circa 300-350 m<sup>2</sup> lungo la strada provinciale. Con i terreni di risulta dello sbancamento verrà realizzato il parcheggio ad un centinaio di metri a Nord-Ovest dello svincolo che avrà un'estensione di circa 400-500 m<sup>2</sup>. L'altezza massima del rilevato del parcheggio sarà sempre dell'ordine massimo di un paio di metri. Lo sbancamento dello svincolo sarà in buona parte sostenuto con un muretto di sostegno, mentre il rilevato del parcheggio sarà realizzato senza opere di sostegno.

Scopo dello studio è verificare l'idoneità geologica del sito ad ospitare le opere in progetto e definire le caratteristiche stratigrafiche, litomeccaniche e sismiche generali dei terreni costituenti il sedime d'intervento, ai sensi del D.M. 11/03/1988 e del D.M. 14/01/2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni), utili per le verifiche previste ed il corretto dimensionamento delle nuove opere fondali (muretti, ecc.). Sulla base delle evidenze così riscontrate, verranno inoltre forniti indicazioni di carattere tecnico per la progettazione ed esecuzione dei movimenti terra previsti nell'area.

Essendo il sito in esame segnalato come area in *frana quiescente a2* nella Carta del Dissesto del P.T.C.P. 2010 della Provincia di Reggio Emilia, parte integrante del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Po (P.A.I.), si è

proceduto alle verifiche di cui al paragrafo 1.4 della Deliberazione della Giunta Regionale n.126 del 4 febbraio 2002 (Legge 18 maggio 1989, n.183, art.17, comma 6) e di cui all'art. 57 delle Norme d'Attuazione del P.T.C.P. 2010. A tal fine, si sono raccolte informazioni geologico-idrologiche di carattere generale sull'area ed i dati di indagini effettuate in zona. Si è quindi proceduto ad un dettagliato rilievo geologico, idrogeologico e geomorfologico della zona, verificando lo stato attuale dei terreni e dei manufatti esistenti. Si è poi proceduto alla ricerca storico-documentale dei fenomeni franosi avvenuti in zona, all'analisi dei fattori antropici interessanti l'area in oggetto, alla descrizione degli interventi di sistemazione e consolidamento eventualmente realizzati, alla caratterizzazione geometrica dell'ammasso considerato instabile. Sulla base di tali elementi, si è predisposta una campagna geognostica consistente nell'esecuzione di due saggi esplorativi e tre prove penetrometriche per la definizione delle caratteristiche litostratigrafiche e geomeccaniche dei terreni costituenti il sedime d'intervento. Lungo il saggio esplorativo effettuato nella zona di sbancamento è stato inoltre prelevato un campione indisturbato di terreno inviato successivamente ad un laboratorio terra per la determinazione di alcuni parametri fisici e geotecnici utili per realizzare correttamente gli sterri ed i riporti previsti e per verificare la stabilità dell'area prima e dopo l'intervento.

### **3. GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA ED IDROGEOLOGIA DELL'AREA**

Le due aree d'intervento (svincolo e parcheggio) sono poste all'entrata dell'abitato di Giarola, lungo la Strada Provinciale n.18 che collega Busana a Ligonchio. Esse e l'abitato di Giarola si trovano lungo l'alta valle del Fiume Secchia (destra idrografica) lungo la parte terminale di un versante esposto a Nord/Nord-Est, tra le quote di 610 m e 620 m sul livello del mare (vedi Tavole 1a, 1b ed 1c).

Il panorama geologico della zona è caratterizzato da un'estesa paleofrana ( $a_2$ ), su cui sono costruiti interamente l'abitato di Giarola ed il piccolo nucleo abitativo de Il Giardino posto alcune centinaia di metri a monte. Tale paleofrana è riportata come *frana quiescente*  $a_2$  sia nella Carta del Dissesto del P.T.C.P. 2010 della Provincia di Reggio Emilia (vedi Tavola 1a), parte integrante del Piano per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Po (P.A.I.), che nella carta geologica ed in quella dell'inventario delle frane della regione Emilia-Romagna (vedi Tavole 1b e 1c). La sua genesi è imputabile principalmente al periodo post glaciale wurmiano (circa 10.000 anni fa), in cui persistevano condizioni climatiche ben più estreme di quelle attuali. Le condizioni climatiche periglaciali, allora insistenti su quest'area, permettevano la messa in movimento di enormi lingue detritiche, ora in gran parte in equilibrio con le attuali condizioni climatiche. A tali condizioni sono da imputarsi anche i principali corpi gravitativi che si sono originati successivamente, anche se la dinamica di questi (o di parte di questi) si è protratta fino ai giorni nostri. Nell'area d'intervento ed in quelle circostanti, dette masse detritiche appaiono oggi per la maggior parte prive di dinamica attiva, non denotando sintomi di incipienti movimenti gravitativi, ne' tantomeno porzioni in fase di riattivazione.

La pendenza media del versante lungo il corpo franoso è dell'ordine dei 10°-11°. L'estensione longitudinale (da monte a valle) della paleofrana nel suo complesso è di circa 1,7 Km con direzione da circa Sud a Nord, lungo le pendici del Monte Ca di

Vellaneto; la sua principale nicchia di distacco si trova alla quota di circa 900 m s.l.m. presso la cima del monte, mentre la zona di accumulo (dove è localizzato anche l'abitato di Giarola) arriva fino all'alveo del Fiume Secchia (quota di circa 580 m s.l.m.), per cui il dislivello complessivo è di circa 320 m. Il suo fronte trasversale è variabile da circa 100-200 m nella zona di monte a circa 300-450 m nella zona di accumulo di valle. Lo spessore del corpo franoso può essere ragionevolmente stimato, da considerazioni geomorfologiche e geologiche locali, sia cartografiche che di campagna, tra i 10 m lungo la zona di distacco a monte ed i 15-20 m nella zona di accumulo a valle. La sua estensione complessiva è di circa 40 ha. Questo corpo franoso è classificato come *deposito di frana complessa (a<sub>2g</sub>)*, vale a dire un deposito messo in posto in seguito alla combinazione nello spazio e nel tempo di più tipi di movimento e di singoli episodi che si sono accavallati gli uni agli altri amalgamandosi nell'apparenza in un unico corpo.

Nell'Archivio Storico dei Movimenti Franosi allegato alla Cartografia del Dissesto Idrogeologico del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna (vedi estratto in Tavola 1b) questo corpo franoso è identificato con la scheda ID 60262. Nella scheda sono riportate tre riattivazioni parziali recenti, due nel 1948 e l'ultima nel 1972. Quest'ultima, di piccola entità, è avvenuta presso il ponte sul Secchia (a Sud-Ovest dell'abitato di Giarola) a seguito delle precipitazioni del 10-11 settembre 1972 e non ha causato danni significativi. Le riattivazioni del 1948 (febbraio e marzo), causate dalle precipitazioni dell'inverno 1947-1948 e dalla fusione del manto nevoso, possono essere considerare due fasi dello stesso fenomeno, che inizialmente ha interessato il versante a monte della località Il Giardino e poi ha coinvolto l'abitato stesso (lesioni ad una decina di edifici) andando in seguito a minacciare anche la borgata di Giarola, senza coinvolgerla direttamente. Tale fenomeno di una certa importanza ha in parte sconvolto l'assetto morfologico del versante, con alterazione del deflusso superficiale e della circolazione idrica sotterranea, con la formazione di zone di ristagno idrico nei settori in contropendenza. I successivi lavori di consolidamento del corpo di frana, ammontati a £. 6.000.000, consistettero nella costruzione di una fitta rete di drenaggio, al fine di allontanare le acque dal corpo di frana e convogliarle nel sottostante Fiume Secchia, e nella sistemazione del versante mediante vimate. A parte il piccolo evento del 1972, non si sono registrati successivamente altri episodi degni di nota e comunque nessuno di quelli citati ha coinvolto le aree d'intervento poste all'entrata dell'abitato di Giarola. Ciò fa supporre che gli interventi di consolidazione effettuati dopo gli episodi del 1948 siano stati ben eseguiti ed abbiano sortito un effetto positivo complessivo di stabilizzazione che perdura fino ai nostri giorni. Occorre comunque segnalare la presenza nel tempo di locali episodi di risorgive d'acqua legate ad intensi periodi piovosi lungo sbancamenti esistenti o di nuova esecuzione effettuati nel corpo franoso. L'indagine effettuata nelle due aree d'intervento (vedi Capitoli successivi) non ha però evidenziato la presenza di acqua nei primi 3-4 metri di sottosuolo nonostante le abbondanti precipitazioni, anche nevose, avvenute alcune settimane prima, denotando così un buon funzionamento complessivo della rete drenante di presidio dell'abitato di Giarola effettuata a suo tempo.

Al di sotto del corpo franoso ed in tutto il versante, il substrato in posto è formato dalla formazione delle *Argilliti variegata con calcari AVC*, un tempo indicata dagli Autori come *Complesso di Ponte Biola BIO*. Questa formazione, nell'ambito più vasto della

tettonica regionale, fa parte dell' "unità toscane", costituite principalmente da sedimenti marini depositatisi nell'era mesozoica sul margine africano che contornava l'antico oceano Ligure (o bacino Ligure-Piemontese). Questi sedimenti mesozoici, durante la formazione ed il sollevamento della catena appenninica, nell'era terziaria, sono stati coinvolti nei movimenti verso Nord-Est della neo-catena in formazione (in particolare, oltre ad essere state spinte verso Nord-Est, sono state sovrascorse dalle unità liguri e dalla successione epiligure), finendo per affiorare attualmente soprattutto nella parte alta dell'appennino emiliano. Le *Argilliti variegata con calcari AVC* (fine cretaceo superiore) sono costituite da argilliti brune e verdine più raramente varicolori con strati calcarei grigio-scuro a patina rossastra, siltiti gradate e strati marnosi; possono essere costituite anche da brecce argillitico-calcaree a prevalenti clasti di calcari tipo "palombini" o da argilliti grigio-piombo con strati calcarei grigio-bluastri sottili e medi.

Dal punto di vista geomorfologico, le aree in esame non presentano sintomi di instabilità attuale o segni di degrado idrogeologico in atto. Gli edifici dell'abitato di Giarola ad esse adiacenti ed in simile contesto geodinamico, che hanno anche più di uno o due secoli di vita, non presentano fenomeni di dissesto attribuibili a traslazione dei piani di fondazione od a cattiva qualità degli stessi. Le aree di studio appaiono naturalmente ben drenate dalle acque meteoriche e non si sono osservati fenomeni erosivi da ruscellamento concentrato, né zone soggette a ristagno e infiltrazione. Il grosso movimento attivo rilevato ad Est che interessa l'abitato di Campo è in una zona assolutamente ininfluenza da un punto di vista geomorfologico ai siti d'intervento.

Gli interventi previsti, date le modeste modifiche morfologiche e gli irrisonanti incrementi di carico previsti, non possono in alcun modo determinare un peggioramento della situazione globale di stabilità dell'abitato di Giarola, né determinare situazioni che prefigurino un qualsiasi nocuo elemento alle cose ed alle persone. Una corretta regimazione delle acque di scolo superficiali e la continua presenza umana nell'area, se ispirata a sani ed elementari principi di gestione del territorio, può altresì comportare un miglioramento di eventuali situazioni di degrado idrogeologico locale, favorendo processi di stabilizzazione dell'ammasso considerato in fase di quiescenza. A tal proposito, si ritiene indispensabile la continua manutenzione delle opere di regimazione idrica effettuate dopo il 1948 per mantenere l'attuale assetto di stabilità dell'intera area.

In conclusione, non esistono elementi geomorfologici o strutturali che lascino presupporre una riattivazione locale del corpo quiescente nei siti d'intervento qui considerati, o un loro coinvolgimento in possibili riattivazioni limitrofe. Ai sensi del comma 4 e 6 lettera d dell'art. 57 delle N.T.A. del P.T.C.P. 2010 vigente della Provincia di Reggio Emilia, si può pertanto affermare la compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente; gli interventi previsti, se eseguiti a regola d'arte e nel rispetto delle indicazioni prescritte nella presente relazione, non influenzeranno negativamente le condizioni di stabilità del versante e non produrranno un aggravio di rischio idrogeologico nell'area, né tantomeno arrecheranno rischio per la pubblica incolumità. Al Capitolo 6 verrà comunque effettuata una verifica delle condizioni di stabilità teorica del tratto del versante in frana influenzato e influente l'area parcheggio (quella più delicata dal punto di vista geostatico), mediante modello matematico bidimensionale, che permetterà ulteriori approfondimenti in merito.

## 4. PROVE GEOGNOSTICHE

Per raccogliere informazioni sulle caratteristiche dei terreni presenti nel sottosuolo dell'area in oggetto, si sono utilizzati dapprima i risultati di vari studi ed indagini geognostiche e sismiche effettuate in zona dallo scrivente o da altri tecnici ed i dati del P.S.C. / R.U.E. e della microzonazione sismica del Comune di Ventasso (RE), del P.T.C.P. 2010 della Provincia di Reggio Emilia e della banca dati della Regione Emilia-Romagna – Servizio geologico, sismico e dei suoli. Ad integrazione dei dati così raccolti si è predisposta, nel mese di dicembre 2017, una campagna di indagini consistente nell'esecuzione di due saggi esplorativi e tre sondaggi penetrometrici. Lungo un saggio esplorativo (quello effettuato nell'area dello svincolo) è stato inoltre prelevato un campione indisturbato di terreno inviato successivamente ad un laboratorio terra per la determinazione di alcuni parametri fisici e geotecnici utili per realizzare correttamente gli sterri ed i riporti previsti e per verificare la stabilità dell'area prima e dopo l'intervento. Per l'esecuzione delle penetrometrie si è utilizzato un penetrometro dinamico leggero tipo DPL-ISSNFE le cui caratteristiche salienti sono riportate in allegato ai grafici delle prove, mentre i saggi esplorativi sono stati eseguiti con escavatore meccanico.

L'indagine geognostica così effettuata ha permesso di valutare le caratteristiche stratigrafiche, litomeccaniche e sismiche generali dei terreni costituenti il sottosuolo dell'area in oggetto ed appare più che adeguata ed approfondita in relazione all'intervento previsto e alle caratteristiche dei terreni incontrati (volume significativo).

L'ubicazione dei saggi esplorativi e delle prove penetrometriche sono indicate alla Tavola 2. Le stratigrafie ottenute dai saggi esplorativi sono riportate alla Tavola 3, mentre i risultati penetrometrici sono riportati alle Tavola 4, ..., 6 e relativo allegato. In allegato alla relazione è riportato il certificato dell'analisi di laboratorio effettuato sul campione di terreno prelevato.

### 4.1 SAGGI ESPLORATIVI

I saggi esplorativi hanno avuto la finalità primaria di ottenere una visione diretta della stratigrafia del sottosuolo dell'area e, mediante la raccolta di campioni, una caratterizzazione geomeccanica e geotecnica di massima in sito ed analitica in laboratorio. Infatti, sono state eseguite direttamente sui campioni prelevati, ove possibile (nei livelli coesivi), le determinazioni di prassi della *resistenza alla compressione semplice*  $q_u$  mediante penetrometro tascabile (pocket penetrometer), da cui si può ottenere la *coesione non drenata*  $c_u$  tramite la semplice relazione  $c_u = q_u / 2$ . Sul campione portato in laboratorio è stata invece eseguita una prova di taglio c.d. (consolidata e drenata) che ha permesso di ricavare i valori di resistenza al taglio efficaci in condizioni drenate (angolo di attrito e coesione efficaci).

La stratigrafia dei terreni desunta dai saggi esplorativi è riportata alla Tavola 3, cui si deve far riferimento per ogni dettaglio. In sintesi essa è comunque data dalla successione di due soli livelli, che, partendo dalla superficie (p.c.) ed andando in profondità, sono:

- terreno agrario – è presente per uno spessore di circa 20-40 cm;

- argilla caoticizzata con inclusi calcareo-arenacei (frana quiescente) – si è rinvenuto in tutti e due i saggi fino a fondo scavi (3,0-4,0 m dal p.c.); tale livello è costituito da argille caoticizzate asciutte da compatte a dure, di colore grigio scuro, con patine di ossidazione giallo-ocra e resti organici (radici, frammenti lignei, ecc.); presenta abbondanti inclusi calcareo-arenacei a spigoli vivi di varia pezzatura (da centimetrici a metrici) nel saggio S1 (meno abbondanti nel saggio S2); le misurazioni della *resistenza alla compressione semplice*  $q_u$ , effettuate con penetrometro tascabile (pocket penetrometer) sulla compagine argillosa, hanno restituito valori compresi tra 2,5-4,0 Kg/cm<sup>2</sup> nel saggio S1 e 1,5-2,5 Kg/cm<sup>2</sup> nel saggio S2; questo livello è ascrivibile ai terreni in frana quiescente che caratterizzano l'area e che, da considerazioni di carattere geologico e geomorfologico, si estende in profondità per una ventina di metri nella zona d'intervento (zona di accumulo);
- lungo tutti i saggi esplorativi non è stata riscontrata la falda idrica o venute d'acqua.

#### 4.1.1 ANALISI DI LABORATORIO SUL CAMPIONE DI TERRENO

Lungo il saggio esplorativo S1 è stato prelevato un campione indisturbato di terreno (C1) tra le profondità di 1,5 m e 2,0 m dal piano campagna, in corrispondenza di un livello prettamente argillosa. I valori ottenuti sono pertanto cautelativi in quanto relativi alla solo componente fine, senza considerare l'effetto positivo dell'elevata percentuale di inclusi litoidi presenti nell'ammasso detritico. Esso è stato successivamente inviato ad un laboratorio terre per la determinazione dei principali parametri fisici e di alcuni parametri geotecnici fondamentali in condizioni drenate. L'ubicazione del saggio esplorativo in cui è stato prelevato il campione di terreno è visibile in Tavola 2. Le prove di laboratorio sono state eseguite nel Laboratorio Terre Studio MM S.r.l. del Dr. Geol. Michele Mazzoni a Mamiano di Traversetolo (PR), cui è stato indirizzato in giornata il campione di terreno. Nella seguente tabella (Tabella 1) sono riportate sinteticamente l'ubicazione del campione prelevato (saggio e profondità di prelievo) e le determinazioni di laboratorio eseguite su di esso.

*Tabella 1* - Campioni e tipi di analisi eseguiti

Saggio	Campione	Profondità (m)	Contenuto in acqua e altre caratteristiche	Prova di taglio diretto c.d.
S1	C1	1,50-2,00	x	x

Le determinazioni del *contenuto d'acqua e delle altre proprietà fisiche* servono per ottenere utili parametri fisici delle terre, quali la densità naturale, il contenuto di acqua, ecc., fondamentali in molte prove-analisi per il riconoscimento e/o la determinazione delle caratteristiche meccaniche di un terreno. In particolare, il *peso di volume del terreno*  $\gamma$  è risultato uguale a 1,95 daN/dm<sup>3</sup> (= 19,5 kN/m<sup>3</sup>  $\cong$  1,99 ton/m<sup>3</sup>).

Dalla *prova di taglio diretto consolidata e drenata* sul campione prelevato si sono ottenuti i valori di picco e residuali in condizione drenata della *coesione*  $c'$  e dell'*angolo*

di attrito interno  $\Phi'$  efficace (vedi certificato dell'analisi di laboratorio in allegato alla presente relazione)<sup>1</sup>. I valori di picco ottenuti sono:

$$c' = 0,18 \text{ daN/cm}^2 (= 18 \text{ kN/m}^2 \text{ o kPa}) \quad \Phi' = 26,1^\circ$$

I valori di picco sono stati riportati a quelli residuali reiterando il ciclo di prova per 24 ore:

$$c'_{\text{res}} = 0,16 \text{ daN/cm}^2 (= 16 \text{ kN/m}^2 \text{ o kPa}) \quad \Phi'_{\text{res}} = 23,3^\circ$$

I valori di *coesione*  $c'$  e dell'*angolo di attrito interno*  $\Phi'$  efficace sono significativi da un punto di vista geotecnico per quel che riguarda la previsione delle condizioni di stabilità dei fronti di scavo a lungo termine, la stabilità globale dell'area e per le verifiche agli Stati Limiti Ultimi delle fondazioni dei manufatti previsti (muretti, ecc.) in condizioni drenate, così come prevede il D.M. 14/01/2008. Dato che i terreni analizzati sono in frana quiescente, i parametri che verranno utilizzati nelle verifiche di stabilità dell'area (vedi Capitolo 6) sono quelli residuali più cautelativi.

## 4.2 PROVE PENETROMETRICHE

Considerate la natura dei terreni del primo sottosuolo (argille compatte con inclusi litoidi), si è scelto di effettuare le penetrometrie in modalità dinamica.

Le *prove penetrometriche dinamiche (DP)* consistono nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica posta all'estremità di un'asta d'acciaio, prolungabile con l'aggiunta di successive aste. L'infissione avviene per battitura, facendo cadere da un'altezza costante un maglio di dato peso. Si contano i colpi necessari per la penetrazione di ciascun tratto di lunghezza stabilita (10 cm). Solitamente si utilizzano i risultati penetrometrici in termini di *resistenza dinamica unitaria alla penetrazione*  $r_d$ , utilizzando la relazione detta "degli olandesi". Essa è del tipo:

$$r_d = K \times N$$

dove N è il numero di colpi per 10 cm di infissione e K è una costante dipendente dalle caratteristiche dello strumento utilizzato e dalla profondità di prova.

I valori di *resistenza dinamica*  $r_d$  (quelli ridotti per la perdita di energia da "svergolamento delle aste durante l'infissione") sono restituiti sotto forma di istogramma penetrometrico, in base alla profondità, alle Tavole 4, ..., 6; in tali tavole sono anche riportati il diagramma del numero di colpi/profondità ed un'interpretazione stratigrafica dei terreni dai risultati delle singole prove. Per le elaborazioni dei risultati penetrometrici si è utilizzato il software *Dynamic Probing* della Geostru Software. In allegato ai grafici delle prove sono riportati i valori numerici del numero di colpi e relativa resistenza dinamica (normale e ridotta) per ogni singola lettura (10 cm).

Il parametro geotecnico più significativo che si ottiene dalle prove penetrometriche dinamiche ed in particolar modo dalla *resistenza dinamica*  $r_d$  è la resistenza alla rottura del terreno. E' possibile, inoltre, correlare i dati delle prove penetrometriche dinamiche (numero di colpi  $N_{10}$ ) con quelli delle prove SPT ( $N_{\text{spt}}$ ), utilizzati tradizionalmente per determinare una vasta gamma di parametri geotecnici dei terreni ed attualmente adottati anche dalla nuova normativa sismica per classificare i terreni di fondazione; i valori di  $N_{\text{spt}}$  per ogni singola lettura (10 cm), ottenuti utilizzando la correlazione fornita dal software *Dynamic Probing* della Geostru, sono riportati in allegato ai grafici delle prove. Altri parametri geotecnici ottenibili direttamente dai risultati delle prove penetrometriche dinamiche, in modo più o meno approssimato, sono:

- la *coesione non drenata*  $c_u$  (nei soli livelli di terreno coesivo); essa permette di ottenere, tramite la relazione di Terzaghi o equivalente, la resistenza alla rottura del terreno; inoltre permette una valutazione di massima della stabilità a breve termine degli sbancamenti e dei fronti di scavo;
- il *grado di preconsolidazione OCR* (nei soli livelli di terreno coesivo); esso restituisce una descrizione di massima della storia tensionale cui è stato sottoposto il terreno sondato;
- l'*angolo di attrito*  $\Phi$  (nei soli livelli di terreno incoerente); esso permette di ottenere, tramite la relazione di Terzaghi o equivalente, la resistenza alla rottura del terreno; inoltre permette di valutare la stabilità degli sbancamenti e dei fronti di scavo;
- la *densità relativa*  $D_r$  (nei soli livelli di terreno incoerente); essa indica lo stato di addensamento delle particelle che costituiscono il terreno;

<sup>1</sup> I valori drenati, soprattutto la *coesione*  $c$ , sono comunque da considerarsi solo a titolo qualitativo, sia per la modalità di prova adottata (che impone una superficie di taglio predeterminata, tempi molto più ristretti che in condizioni naturali e non consente un adeguato controllo del drenaggio), che per l'esiguo numero di prove eseguite.

- il *modulo edometrico*  $E_{ed}$ ; esso viene utilizzato per la stima dei cedimenti cui sarà soggetto il sottosuolo a seguito della realizzazione dell'opera.

Le altre finalità delle prove penetrometriche, oltre alla caratterizzazione geotecnica dei terreni, sono state quelle di definire lo spessore dei materiali superficiali alterati e rilevare le eventuali forti disomogeneità litomeccaniche dei terreni costituenti il sottosuolo. Questi dati sono elementi importanti per valutare il piano di posa ottimale dei manufatti previsti e per la verifica e/o il dimensionamento delle strutture fondali in relazione alle eventuali problematiche legate ai cedimenti differenziali dei terreni di fondazione.

L'osservazione dei grafici penetrometrici permette alcune considerazioni:

- le tre prove penetrometriche eseguite nell'area dove verrà realizzato il parcheggio sono state interrotte nell'intervallo di profondità 1,5-3,1 m circa dal piano campagna attuale, per l'intercettazione di trovanti rocciosi estremamente consistenti, invalicabili dalle strumentazioni adottate;
- se si escludono i terreni superficiali fortemente alterati (dello spessore di 60-100 cm), lungo le prove non si sono intercettati livelli a scadenti caratteristiche geotecniche, passibili di forte consolidazione sotto carico; i valori di *resistenza dinamica*  $r_d$  desunti dalle prove indicano discrete o buone caratteristiche dei terreni di fondazione;
- l'indagine ha evidenziato un'architettura stratigrafica abbastanza omogenea, per cui è possibile, con le dovute semplificazioni, una ricostruzione geometrica del sottosuolo dell'area indagata (volume significativo); esso può essere così descritto (partendo dall'alto; p.c. = piano campagna attuale):
  - suolo vegetale e/o terreni fortemente alterati presenti nei primi 60-100 cm del sottosuolo; non sono idonei ad ospitare impianti fondali di manufatti previsti per le intrinseche caratteristiche litostratigrafiche e geomeccaniche;
  - argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi (frana quiescente) presente dalla profondità di 0,6-1,0 m dal p.c. fino a ben oltre i 3,0 m dal p.c. raggiunti nelle prove penetrometriche (indicativamente una ventina di metri nella zona d'intervento); la compagine fine presenta valori minimi di *resistenza dinamica*  $r_d$  sempre maggiori di 15-20 Kg/cm<sup>2</sup>;
- nei fori delle prove non si è riscontrata la presenza della prima falda idrica o di venute d'acqua.

## 5. ELABORAZIONE DEI DATI

Come si può notare dall'esame dei risultati dell'indagine effettuata (vedi Capitoli precedenti), i terreni dell'area d'intervento sono costituiti da compagine detritica da frana (frana quiescente) per uno spessore di una ventina di metri (zona d'intervento), prevalentemente di natura argillosa con inclusi litoidi. Dal punto di vista geotecnico, si è riscontrata la presenza di terreni con caratteristiche geomeccaniche da discrete ad ottime. L'altro elemento fondamentale emerso dall'indagine è l'assenza di acquiferi o venute d'acqua significative nel corpo franoso, in particolar modo almeno nei primi 3-4 m del sottosuolo. Di seguito verranno elaborati e commentati i dati raccolti nell'indagine geognostica in relazione alle opere in progetto nell'area (realizzazione di svincolo e parcheggio tramite sterri e riporti) ed alle problematiche sismiche, geologiche, geomeccaniche ed idrogeologiche emerse, come previsto nella nuova Normativa Tecnica per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008).

## **5.1 SISMICITÀ DELL'AREA, CATEGORIA DI SOTTOSUOLO ED AZIONE SISMICA**

Il Comune di Ventasso (RE) nella nuova normativa sismica, è classificato in **Zona 2** (vedi Ordinanza del P.C.M. n.3274 del 20/03/2003 e succ. mod. ed int.). Di seguito viene definita la categoria di sottosuolo così come prevede il D.M. 14/01/2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni) ai soli fini della verifica di stabilità dell'area (vedi Capitolo 6). Le norme prevedono che per la definizione dell'azione sismica di progetto, in assenza di specifiche analisi per valutare l'effetto della risposta sismica locale, occorre che il sottosuolo esaminato sia assimilato ad una delle sette categorie (A, B, C, D, E, S1 e S2) di sottosuolo di riferimento in esse definite, in base alle sue proprietà geofisiche o geomeccaniche. In particolare, detta classificazione del suolo deve essere effettuata sulla scorta dei valori di  $V_{s30}$  (*velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità*), ovvero dei valori di *resistenza penetrometrica*  $N_{spt}$  o dei valori di *coesione non drenata*  $c_u$  dei terreni di fondazione.

In base alle caratteristiche geologiche dell'area, a quelle litostratigrafiche riscontrate ed ai valori ottenuti in zona della  $V_{s30}$  (*velocità di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità*) da misure dirette su terreni analoghi, nonché ai valori ottenibili di *resistenza penetrometrica*  $N_{spt}$  e *coesione non drenata*  $c_u$  (da penetrometrie, pocket, ecc.), i terreni dell'area in oggetto possono essere assimilati, in via cautelativa ed ai fini delle verifiche di stabilità di seguito effettuate, alla categoria C di sottosuolo (*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m*). Infatti, le misure della *velocità di propagazione delle onde di taglio*  $V_{s30}$  disponibili per l'area di Ligonchio-Busana (microzonazione sismica e P.S.C. del Comune di Ventasso, indagini geofisiche effettuate dal sottoscritto o da colleghi) nelle stesse condizioni geologiche, restituiscono valori dell'ordine di 300 m/sec con bedrock sismico ( $V_s > 800$  m/sec) a profondità generalmente maggiori di 20-30 m, da cui si ottiene una categoria di sottosuolo C. Nel caso si ritenga necessario ottenere la categoria di sottosuolo da misure dirette nel sito d'intervento per la progettazione dell'opera, si consiglia l'esecuzione di una prospezione sismica (tipo MASW) per la determinazione della  $V_{s30}$ .

In base alla morfologia, l'area in oggetto può essere classificata nella categoria topografica T1 (*superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$* ).

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, le nuove norme prevedono l'applicazione del catalogo parametrico CPTI04, database realizzato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, introducendo i valori di *dell'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido*  $a_g$  in corrispondenza dei punti di un reticolo, i cui nodi non distano fra loro più di 4 km. Se il sito in esame non ricade nei nodi del reticolo di riferimento, il valore del parametro  $a_g$  può essere ricavato come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici. Pertanto, i primi elementi da considerare per il calcolo dell'accelerazione sismica, sono le coordinate geografiche del sito (nel sistema Geodetico di riferimento ED50 – European Datum 1950):

Longitudine = 10.3144°      Latitudine = 44.3544°  
(Punti della maglia:    17381      17382      17159      17160)

Inoltre, occorre definire la *vita nominale*  $V_N$ , la *classe d'uso* (quattro classi, I, II, III e IV, che determinano il *coefficiente d'uso*  $C_U$ ) ed il *periodo di riferimento*  $V_R$  (sempre maggiore od uguale a 35 anni) della struttura in progetto. Questi concorrono, insieme alla *probabilità di superamento*  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$  (associato a ciascuno degli stati limite previsti), a definire il *tempo di ritorno*  $T_R$  dell'azione sismica e perciò le forme spettrali dell'azione sismica di progetto. Queste sono definite in funzione dell'*accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido*  $a_g$  (*pericolosità sismica*), del *valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale*  $F_0$  e del *periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale*  $T^*_c$ .

Utilizzando una *vita nominale*  $V_N = 50$  anni (opere ordinarie), *classe d'uso* = II (costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti), da cui un *periodo di riferimento*  $V_R = 50$  anni, *probabilità di superamento*  $P_{VR}$  di  $V_R = 10\%$  (*Stato Limite di salvaguardia della Vita SLV*), si ottiene un *tempo di ritorno*  $T_R = 475$  anni ed i seguenti valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T^*_c$  (sono riportati tutti i valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T^*_c$  per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascun Stato Limite):

STATO LIMITE	$P_{VR}$	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g/10]	$F_0$	$T^*_c$ [s]
SLO	81%	30	0.611	2.448	0.250
SLD	63%	50	0.778	2.434	0.260
<b>SLV</b>	<b>10%</b>	<b>475</b>	<b>1.910</b>	<b>2.405</b>	<b>0.290</b>
SLC	5,0%	975	2.410	2.418	0.297

In rosso sono evidenziati i valori corrispondenti allo *Stato Limite di salvaguardia della Vita SLV*, in quanto essi sono i principali parametri di riferimento per l'opera in progetto. I valori dell'*accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido*  $a_g$  (*pericolosità sismica*) sono espressi in g/10, per cui si avrà, per lo *Stato Limite di salvaguardia della Vita SLV*, un'*accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido*  $a_g$  pari a circa **0.191 g** ( $\cong 1.87 \text{ m/sec}^2$  con  $g = 9,80665 \text{ m/sec}^2$ ).

In assenza di analisi specifica della risposta sismica locale, l'*accelerazione orizzontale massima attesa al sito*  $a_{g \text{ max}}$  può essere valutata con la relazione:

$$a_{g \text{ max}} = S \times a_g$$

dove:

$S$  è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione  $S = S_S \times S_T$ , in cui:

$S_S$  = *coefficiente di amplificazione stratigrafica*, variabile da 0,9 a 1,8 in base alla categoria di sottosuolo, al valore di  $a_g$  ed al valore di  $F_0$  ( $F_{0 \text{ minimo}} = 2,2$ )

$S_T$  = *coefficiente di amplificazione topografica*, variabile da 1,0 a 1,4 in base all'inclinazione del versante ed alla posizione dell'edificio su di esso

$a_g$  = *accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido*

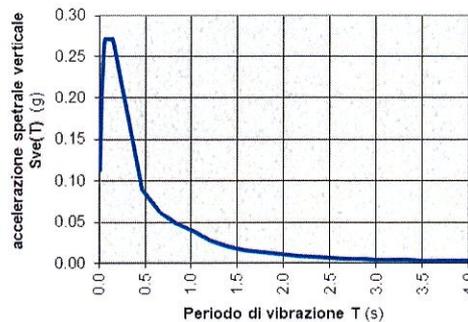
Nel caso in oggetto si avrà:

$S_S = 1.424$  (categoria **C** di sottosuolo)  
 $S_T = 1.0$  (categoria topografica **T1**)  
 $S = S_S \times S_T = 1.424$   
 $a_{g \max} = 1.424 \times 0.191 \text{ g} \cong 0.272 \text{ g} (\cong 2.67 \text{ m/sec}^2)$

Assumendo come *coefficiente viscoso di smorzamento convenzionale*  $\zeta$  il valore percentuale del 5% (per cui il fattore  $\eta = 1$ ), si ottengono i seguenti spettri di risposta elastica delle componenti orizzontale e verticale per *Stato Limite di salvaguardia della Vita SLV*.



Spettro di risposta elastico della componente orizzontale per lo SLV



Spettro di risposta elastico della componente verticale per lo SLV

Dagli spettri di risposta elastici, in base alle caratteristiche dell'opera, si ottengono quelli di progetto e da questi si determina il *fattore d'inerzia della struttura*  $K_{hi}$  che si utilizza nella verifica allo Stato Limite Ultimo delle fondazioni in condizioni sismiche (vedi Cap. 3.2.3.5, Cap. 7.3.1 e Cap. 7.3.3.2 del D.M.14/01/2008).

Per le verifiche di stabilità globale e delle fondazioni in condizioni sismiche, occorre definire i coefficienti dell'azione sismica. Nelle verifiche allo stato limite ultimo, in mancanza di studi specifici ed utilizzando metodi pseudostatici, si ha:

$$K_h = \beta_s a_{g \max} / g$$

$$K_v = \pm 0.5 K_h$$

dove:

$K_H$  = *coefficiente dell'azione sismica orizzontale*

$K_V$  = *coefficiente dell'azione sismica verticale*

$\beta_s$  = *coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito*, variabile da 0,2 a 0,3 in base alla categoria di sottosuolo ed al valore di  $a_g$

$a_{g \max}$  = *accelerazione orizzontale massima attesa al sito*

$g$  = *accelerazione di gravità*

Nel caso in oggetto, con un'accelerazione orizzontale massima attesa al sito  $a_{g \max}$  pari a **0.272 g** ed un coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito  $\beta_s$  pari a **0,24** (vedi Tabella 7.11.I D.M.14/01/2008), si ottiene:

*coefficiente dell'azione sismica orizzontale*  $K_h \cong 0,065$

*coefficiente dell'azione sismica verticale*  $K_v \cong \pm 0,033$

Questi coefficienti sono da adottare nelle verifiche di stabilità globali. Inoltre il valore di *coefficiente dell'azione sismica orizzontale*  $K_h$  corrisponde al valore del *fattore d'inerzia del suolo*  $K_{hk}$  da utilizzare nelle eventuali verifica allo Stato Limite Ultimo delle fondazioni dei manufatti previsti in condizioni sismiche (vedi Capitolo C7.11.5.3.1 della circolare 2/2/2009 n.617 C.S.LL.PP.).

## **5.2 PARAMETRI DEI TERRENI E CONSIDERAZIONI SULLA SICUREZZA DEL COMPLESSO FONDAZIONI-TERRENO**

I dati raccolti in situ e le considerazioni svolte nei Capitoli precedenti rendono idonea l'ipotesi di adottare, per la realizzazione dei manufatti in cemento armato o in muratura a corredo della zona di svincolo o del parcheggio (muretti, ecc.), fondazioni di tipo superficiale (nastriformi, a platea e/o a plinti). Le nuove opere fondali dovranno essere alloggiate al di sotto dello strato superficiale alterato (suolo agrario e primi terreni fortemente alterati), all'interno dei terreni prevalentemente argillosi compatti. In particolare, dovranno essere alloggiate ad una profondità minima indicativa di 0,6-1,0 m dal piano campagna attuale. In tal modo si escluderanno anche i terreni superficiali soggetti all'escursione termica stagionale, causa di fenomeni di ritiro e dilatazione. La precisa profondità di posa delle nuove fondazioni dei manufatti previsti andrà comunque valutata in fase esecutiva; a tal proposito è consigliabile la presenza, nelle fasi di scavo, dello scrivente o di altro tecnico abilitato al fine di acquisire ulteriori elementi di conoscenza e per avere conferma delle ipotesi fatte.

Dai risultati delle dell'indagini geognostiche effettuate, nonché dall'esperienza professionale maturata in anni di attività, come parametri geotecnici di riferimento, in *condizioni non drenate*, dei terreni prevalentemente argillosi compatti presenti nel primo sottosuolo dell'area d'intervento (dalla profondità indicativa di circa 0,6-1,0 m dal piano campagna attuale), si suggeriscono in prima approssimazione i seguenti valori cautelativi<sup>2</sup>:

*coesione non drenata*  $c_u \cong 0,50 \text{ Kg/cm}^2 (\cong 49 \text{ kPa})$

*angolo d'attrito*  $\Phi = 0^\circ$

*peso di volume del terreno*  $\gamma \cong 1,99 \text{ ton/m}^3 (\cong 19,5 \text{ kN/m}^3)$

*modulo edometrico*  $E_d \cong 45 \text{ Kg/cm}^2 (\cong 4,4 \text{ MPa})$

*capacità portante ultima del terreno*  $q_d$  dell'ordine di **2,5-3,0  $\text{Kg/cm}^2$**  ( $\cong 245-295 \text{ kPa}$ )  
(dalla profondità di 0,6-1,0 m dal piano campagna attuale)

Per i parametri geotecnici di riferimento, *in condizioni drenate*, degli stessi terreni argillosi, si rimanda ai risultati dell'analisi di laboratorio sul campione prelevato nell'area (vedi Capitolo 4.1 e certificato dell'analisi di laboratorio in allegato alla presente relazione)<sup>3</sup>; per le verifiche delle fondazioni si utilizzano di prassi i valori di picco dei parametri drenati. Generalmente, in presenza di terreni coesivi normalconsolidati o

<sup>2</sup> La scelta dei valori caratteristici dei parametri geotecnici del terreno deve essere effettuata dal progettista che elaborerà la specifica relazione geotecnica, in base ad una stima ragionata e cautelativa dei valori dei parametri nello stato limite considerato ed in base ai diversi tipi di verifica ed alle caratteristiche della struttura. (vedi Cap. C6.2.2 della Circolare 2/2/2009 n.617 C.S.LL.PP.). Egli è responsabile del piano d'indagine, della modellazione e della caratterizzazione geotecnica del sottosuolo dell'area d'intervento (vedi Capitolo 6.2.2 del D.M. 14/01/2008).

<sup>3</sup> Vedi nota 2.

leggermente sovraconsolidati, come quelli in oggetto, i parametri drenati portano a valori di portanza dei terreni meno cautelativi di quelli non drenati.

I dati disaggregati ottenuti dall'indagine geognostica, utilizzabili per ricavare i relativi parametri nominali dei terreni ed elaborare i parametri geotecnici caratteristici e di progetto, sono comunque riportati nelle stratigrafie dei saggi esplorativi e nei grafici penetrometrici e relativo allegato<sup>4</sup>.

In base alle caratteristiche strutturali dell'intervento, il tecnico progettista incaricato di elaborare e redigere l'eventuale relazione geotecnica dei manufatti previsti potrà affinare il modello stratigrafico-geotecnico del sottosuolo, elaborando i dati raccolti nella presente indagine e quelli di eventuali indagini integrative, al fine di determinare i valori caratteristici e di progetto dei parametri geotecnici dei terreni di sua competenza e che riterrà più idonei da adottare per le verifiche previste dal D.M. 14/01/2008 sulla sicurezza del complesso fondazioni-terreno di tipo geotecnico (GEO).

### 5.3 COSTANTE DI WINKLER

Il modulo di reazione del terreno o *costante di Winkler K* può essere valutato in prima approssimazione, con la seguente espressione (Bowles, 1991):

$$\text{Costante di Winkler } K = 0,4 \times q_d \quad (\text{in Kg/cm}^3)$$

dove:

$$q_d = \text{Capacità portante ultima del terreno (in Kg/cm}^2)$$

Pertanto, considerando un valore di *capacità portante ultima*  $q_d$  dei terreni di fondazione dell'ordine di 2,5-3,0 Kg/cm<sup>2</sup> (vedi Capitolo precedente), si avrà:

$$\text{Costante di Winkler } K = 0,4 \times 2,5-3,0 \cong 1,0-1,2 \text{ Kg/cm}^3$$

## 6. VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE

Per valutare le condizioni teoriche d'equilibrio del sito di progetto, si è eseguita una verifica globale di stabilità sul tratto di versante in frana quiescente influenzato dalla realizzazione dell'area parcheggio (la zona dove si prevede lo svincolo verrà leggermente sbancata e "scaricata di peso" ed i fronti di scavo verranno sostenuti tramite la realizzazione di muretti di sostegno, per cui sicuramente verrà migliorata la stabilità complessiva di tale tratto di versante). A questo scopo è stato utilizzato il programma SSAP 2010 (Slope Stability Analysis Program) del Dr. Geol. Lorenzo Borselli dell'Università Autonoma de San Luis Potosì (Messico), nella sua versione 4.9.0 aggiornata al settembre del 2017.

Le seguenti elaborazioni sono comunque da considerarsi in modo prevalentemente qualitativo, dato che la stabilità attuale dell'area è stata desunta dal sottoscritto principalmente tramite ricerche storiche e bibliografiche, osservazioni di carattere geologico, geomorfologico ed idrogeologico generali e di campagna (vedi Capitolo 3).

<sup>4</sup> Vedi nota 2.

La verifica di stabilità del versante è stata eseguita lungo la traccia A-B, disegnata nella Tavole 1a, 1b e 1c allegate. La sezione A-B, che attraversa l'area d'intervento ed il versante nella direzione a maggior pendenza, è quella più significativa a tale scopo, in quanto rappresentativa delle possibili linee di evoluzione gravitative ipotizzabili in loco. Essa è stata ottenuta incrociando i dati del rilievo topografico effettuato nell'intorno dell'area parcheggio e quelli della Carta Tecnica Regionale a scala 1:5.000.

La stratigrafia del sottosuolo e la geometria del corpo franoso sono state ricostruite incrociando tutti i dati raccolti nell'indagine (dati bibliografici, saggi esplorativi, penetrometrie, prospezione sismica), dal rilievo geomorfologico di superficie e da considerazioni geologiche di carattere generale sull'area (vedi Capitolo 3). Il modello geometrico risultante è quanto di più verosimile si possa ottenere rispetto alla situazione reale. In modo schematico si è pertanto assimilata la stratigrafia del sottosuolo a due soli strati di terreno, il substrato inalterato (Argilliti variegata con calcari) ed il corpo franoso in fase quiescente, oltre al piccolo strato di riporto previsto per realizzare il parcheggio. Per tutto il corpo franoso si sono utilizzati, in via cautelativa, i parametri geotecnici desunti dall'analisi di laboratorio effettuate sul campione prelevato alla profondità di 1,5-2,0 m, in particolare i valori residuali più restrittivi, senza considerare l'influenza positiva della componente grossolana presente. Per il substrato inalterato si sono adottati parametri prudenziali ricavati in altri siti sulla stessa formazione. Per il rilevato del parcheggio, che verrà realizzato con i terreni di risulta dello sbancamento dell'area svincolo, si sono ulteriormente diminuiti i valori residuali ottenuti per i terreni "in posto", sempre a favore di una maggior sicurezza. Lo schema stratigrafico e geotecnico utilizzato è visibile alla Tabella 1 seguente (vedi anche Capitolo 4.1.1):

	spessori (m)	$\phi'_{pic}$ (gradi)	$C'_{pic}$ (kPa)	$\phi'_{res}$ (gradi)	$C'_{res}$ (kPa)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )
Strato 1 (frana quies.)	da 0 a 10-20 m	26,1°	18	23,3°	16	19,5	20,00
Strato 2 (substrato inal.)	> 30 m	28°	30	28°	30	21,5	22,0
Strato 3 (rilevato parch.)	1-2 m	(residuali strato 1 diminuiti)		22,5°	15	18,0	18,5

Tabella 1 - parametri geotecnici nominali (di picco e residui) per ogni strato.

Si sono considerate le modifiche morfologiche apportate dal progetto e l'influenza del sovraccarico imposto dai mezzi che sosterranno e transiteranno nel parcheggio sulla stabilità del versante (carico uniformemente distribuito pari a 0,5 ton/m<sup>2</sup>, equivalente a 5 kN/m<sup>2</sup>, per la lunghezza del parcheggio). Si è tenuto conto delle azioni sismiche così come prevede il D.M.14/01/2008. In particolare si è adottato un *coefficiente dell'azione sismica orizzontale*  $K_h$  pari a **0,065** ed un *coefficiente dell'azione sismica verticale*  $K_v$  pari a circa **0,033** calcolati, in via cautelativa, utilizzando la *classe d'uso II* e non la *classe d'uso I* per le zone agricole (vedi Capitolo 5.1). Infine, si è considerata la presenza di una falda idrica continua confinata nel corpo franoso, con quota a -5,0 / -10 m dal piano campagna (nell'indagine effettuata fino ad almeno 4,0 m dal piano campagna non si è rilevata la presenza di acqua). Questa è sicuramente una situazione idrologica non favorevole, in quanto l'estensione della frana e l'acclività del versante congiuntamente alla scarsa permeabilità dei depositi superficiali, difficilmente

permettono l'instaurarsi di una vera falda idrica continua all'interno di tutto il corpo franoso.

Sono state effettuate due verifiche di stabilità, una prima dell'intervento e l'altra dopo l'esecuzione del rilevato del parcheggio (post-intervento). Inoltre, lungo il profilo attuale è stata effettuata una verifica senza l'azione sismica per valutare la sola influenza della falda sulla stabilità dell'area.

Le verifiche di stabilità sono state effettuate secondo la metodologia indicata dalle N.T.C. (D.M. 14/01/2008), utilizzando l'Approccio 1 – Combinazione 2 (A2+M2+R2) e tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I della normativa. Coerentemente con le indicazioni contenute nelle norme, i valori dell'angolo d'attrito efficace e della coesione efficace sono stati ridotti (vedi Tabella 6.2.II del D.M.14/01/2008). I valori diminuiti (solo quelli residuali utilizzati,  $\phi'_{res (dim)}$  e  $c'_{res (dim)}$ ) sono riportati nella seguente Tabella 2. Il grado minimo di sicurezza che garantisca la stabilità teorica del versante (rapporto tra resistenza al taglio e sforzo di taglio, solitamente denominato *coefficiente di sicurezza*  $f_s$ ) deve essere rapportato a R2, in altre parole essere eguale o maggiore a **1,1** (vedi Tabella 6.8.I. del D.M.14/01/2008).

	spessori (m)	$\phi'_{res (dim)}$ (gradi)	$c'_{res (dim)}$ (kPa)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )
Strato 1 (frana quies.)	da 0 a 10-20 m	<b>19,01°</b>	<b>12,8</b>	<b>19,5</b>	<b>20,00</b>
Strato 2 (substrato inal.)	> 30 m	<b>23,04°</b>	<b>24</b>	<b>21,5</b>	<b>22,0</b>
Strato 3 (rilevato parch.)	1-2 m	<b>18.33°</b>	<b>12</b>	<b>18,0</b>	<b>18,5</b>

Tabella 2 - parametri geotecnici diminuiti (dim) per ogni strato, come prevedono le N.T.C..

Le verifiche sono state effettuate utilizzando l'algoritmo di calcolo creato da Morgenstern e Price nel 1965 ed il motore di ricerca innovativo delle superfici critiche Sniff Random Search (SRS), esclusivo del programma SSAP. I particolari geometrici, geotecnici e sismici di dettaglio delle verifiche, così come i parametri di ricerca adottati, sono riportati nei tabulati al seguito delle Tavole 7a, ..., 7c. Nelle stessa Tavola sono disegnate le 10 superfici critiche, cioè quelle che presentano i valori minimi del *coefficiente di sicurezza*  $f_s$ . Per ognuna di esse viene definito il surplus di resistenza nel tabulato al seguito.

Il *coefficiente di sicurezza*  $f_s$  minimo riscontrato è risultato pari a circa **1,126** nelle condizioni attuali, prima dell'intervento (Verifica 1 in Tavola 7a) e pari a circa **1,105** (Verifica 2 in Tavola 7b) dopo la realizzazione del parcheggio su rilevato (post-intervento). Come si vede dai risultati, l'esecuzione del parcheggio comporterà un peggioramento irrilevante della stabilità complessiva del tratto di versante influenzato dall'intervento, di neanche il **2%** (differenza dei coefficienti di sicurezza pari a circa **0,021**). Inoltre, nella verifica effettuata senza sisma si vede come la quota della falda influenza la stabilità del sito: con la falda ad appena un metro dal piano campagna il versante è ancora nelle condizioni minime di stabilità richieste dalle norme ( $f_s = 1,112$  maggiore di 1,1; vedi Verifica 3 in Tavola 7c), che comunque richiedono l'adozione di parametri geotecnici ridotti rispetto a quelli reali, per cui cautelativi.

Tali risultati, ottenuti operando in base a ipotesi cautelative, confermano quanto osservato in campagna, cioè un pendio che localmente è in discrete condizioni d'equilibrio generali. Considerando quindi che, operando in base a pessimistiche ipotesi, si è ottenuto un coefficiente di sicurezza accettabile in base alla normativa vigente, che richiede un *coefficiente di sicurezza*  $f_s$  minimo di 1,1, si può dichiarare che il versante considerato è, nei pressi del sito in oggetto, attualmente stabile e che l'intervento prospettato (svincolo e soprattutto il parcheggio su rilevato) non modificherà sostanzialmente l'assetto geostatico della zona e non inciderà negativamente sulla stabilità complessiva del versante. Ovviamente, date le delicate condizioni generali dei luoghi, andranno scrupolosamente seguite le prescrizioni dettate dalla presente relazione

## **7. SBANCAMENTO E MOVIMENTO TERRA**

Il progetto prevede un piccolo sbancamento, lungo un fronte complessivo di 30-40 m circa e di altezza massima di circa 2,0 m, dove verrà realizzato lo svincolo con rotonda di innesto alla Strada Provinciale n.18, che verrà in parte sostenuto da un muretto dell'altezza massima fuori terra di circa 1,5 m. I terreni di risulta dalle operazioni di sbancamento verranno riportati nella zona in cui verrà realizzato il parcheggio per gli autobus e le auto (all'entrata dell'abitato di Giarola, un centinaio di metri a Nord-Ovest dello svincolo, verso valle) che avrà un'estensione di circa 400-500 mq. L'altezza massima del rilevato sarà dell'ordine massimo di circa 2,0 m.

Tutto il terreno di risulta dello sbancamento verrà utilizzato per la realizzazione del parcheggio. Si prescrive che le scarpate finali degli sbancamenti (non sostenute dal muro di sostegno) abbiano inclinazioni massime di 25°-30° rispetto all'orizzontale, mentre le scarpate del rilevato su cui verrà realizzato il parcheggio con i terreni di riporto sia inclinata al massimo di 25°.

Nelle zone in cui verranno riportati i terreni di risulta dello sbancamento (parcheggio), occorrerà dapprima asportare lo strato superficiale sia vegetale che fortemente alterato che ricopre attualmente il primo sottosuolo, sino ad intercettare terreni adeguatamente compatti (indicativamente per uno spessore di 0,6-1,0 m, da verificare in fase esecutiva). Si dovranno poi operare alcune gradonature sul fondo che avranno la funzione di favorire la necessaria compenetrazione tra terreno in posto e materiale di riporto, fornendo a quest'ultimo una trincea di ancoraggio. Il fondo dovrà avere una pendenza verso valle di almeno 3° per favorire il deflusso dell'eventuali acque piovane d'infiltrazione. La larghezza dei gradoni dipenderà dalle caratteristiche dei mezzi meccanici che verranno utilizzati per realizzare gli sterri e riporti.

Il terreno che verrà utilizzato per la sistemazione dell'area sarà quello di risulta dalle operazioni di sbancamento. Nella fase di scavo si dovrà aver cura di separare il primo strato agrario, da utilizzare nelle operazioni finali, dal resto dei terreni di scavo. Quest'ultimi, dovranno essere stesi a piccoli strati successivi, mai di spessore maggiore di 30 cm, compattati con ripetuti passaggi di mezzi meccanici idonei. La pratica ha comunque dimostrato che l'addensamento ottimale si ottiene dopo almeno 20-30 passaggi di un mezzo pesante, aumentando il loro numero con l'aumentare dello spessore da costipare. Solo con la perfetta esecuzione di questa delicata operazione si

ottiene un efficace appiattamento dei successivi strati sovrapposti e compattati, formando così un corpo substrato-terreni di riporto il più possibile unico ed omogeneo. Oltre a queste monotone operazioni occorre preoccuparsi di raccogliere eventuali venute d'acqua, sia sorgive che di scolo e di allontanarle, nel caso realizzando fossi di guardia, drenaggi ed i manufatti di volta in volta necessari.

A tal proposito, data la possibile presenza di venute d'acqua nel primo sottosuolo dopo intensi periodi piovosi, si prescrive di realizzare adeguate opere di scolo e di drenaggio sia a coronamento degli sbancamenti e dei riporti (rete di scolo superficiale) che sotto al rilevato per il parcheggio (rete drenante sotterranea). Quest'ultima dovrà essere realizzata sul fondo del rilevato, al contatto tra terreni di riporto e quelli in posto (ad almeno 1,0-1,5 dal piano campagna attuale).

Ad opere ultimate si avrà cura di ricoprire le scarpate artificiali (sia di sbancamento che di riporto) con il terreno agrario recuperato dalle operazioni di scorticamento preliminari; il manto vegetale che si verrà a creare costituirà un'efficiente protezione da indesiderati effetti erosivi. Si dovranno realizzare fossi di guardia e scoline a monte e a valle dello sbancamento e delle scarpate di riporto tali da assicurare il colto delle acque piovane. Le acque così raccolte, come quelle raccolte dalla rete drenante sotterranea, dal parcheggio e dalle aree di accesso, dovranno essere canalizzate e recapitate in fossi naturali, impluvi, ecc. e non essere disperse casualmente al suolo, dato anche il delicato assetto geomorfologico e geologico dell'area.

Il risultato finale deve essere un'opera di aspetto gradevole, pulita ed intonata al paesaggio e che non mostri bruschi passaggi dagli elementi naturali a quelli artificiali creati dall'uomo.

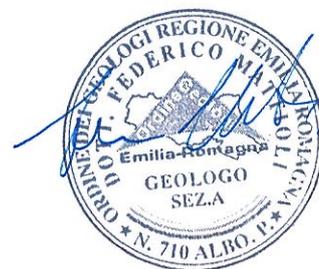
## 8. NOTE CONCLUSIVE

Dalle considerazioni svolte nei Capitoli precedenti, si conclude che l'area è idonea dal punto di vista geologico, geomorfologico ed idrogeologico ad ospitare l'intervento previsto (realizzazione di svincolo e parcheggio tramite sterri e riporti). Il presente rapporto ha valutato gli effetti dell'intervento sulla stabilità del corpo detritico da frana quiescente in cui esso si viene ad inserire. Il rilievo geomorfologico di campagna, l'indagine geognostica e le verifiche di stabilità globale effettuate lungo tutto il tratto del pendio in frana quiescente, hanno permesso di accertare le discrete condizioni d'equilibrio attuali del versante e la compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente (per i dettagli si vedano i contenuti dei vari Capitoli). In ogni caso, qualsiasi ipotesi di progetto sostanzialmente difforme da quelle considerate in questa relazione andrà attentamente riverificata. Per mantenere nel tempo le condizioni di equilibrio attuali dell'intero corpo franoso è auspicabile la continua manutenzione ed il potenziamento delle opere di regimazione idrica effettuate dopo gli eventi franosi 1948 (che hanno coinvolto la località Il Giardino, ma non l'abitato di Giarola) e che hanno sicuramente sortito un effetto positivo di stabilizzazione di tutta l'area, protrattasi fin nei nostri giorni.

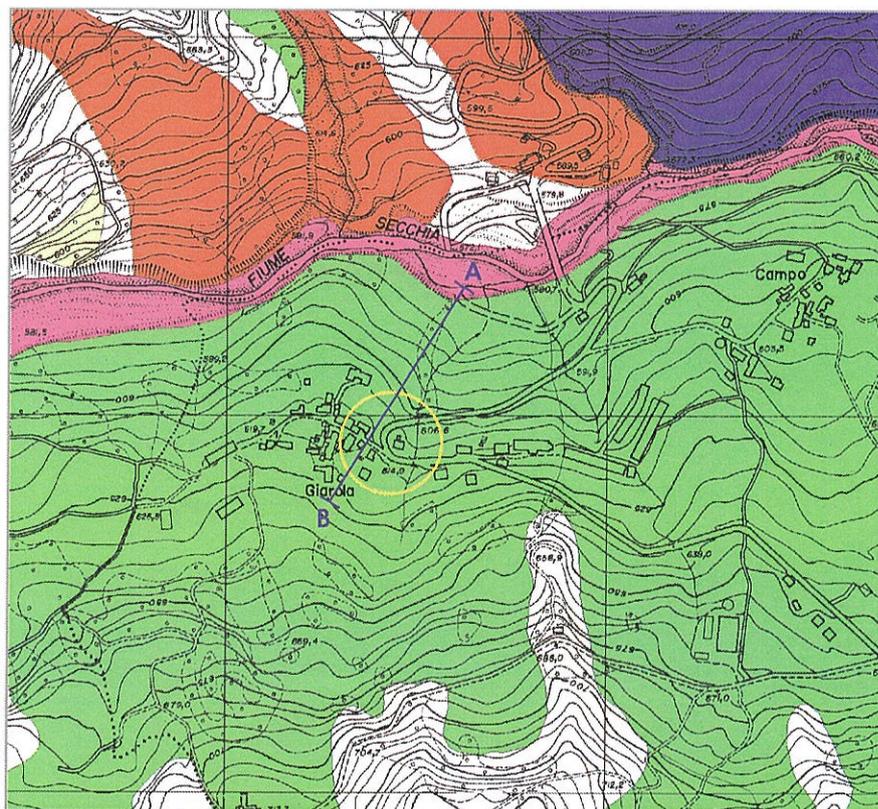
Si raccomanda comunque grande precauzione nell'effettuare i movimenti terra necessari dato il fragile contesto in cui si opererà, attenendosi a quanto prescritto al Capitolo 7. Altrettanta cura andrà rivolta alla raccolta delle acque superficiali di scolo ed all'efficienza delle opere drenanti che verranno realizzate a presidio dei manufatti previsti. A tal proposito, come prescritto al Capitolo 7, si dovrà realizzare una rete drenante sul fondo del rilevato da destinare a parcheggio, al contatto tra terreni di riporto e quelli in posto (ad almeno 1,0-1,5 dal piano campagna attuale). Tutte le acque così raccolte e quelle meteoriche ricadenti sui manufatti previsti (svincolo e parcheggio) e nelle aree limitrofe dovranno essere canalizzate e recapitate in fossi, rii o canali e non essere disperse casualmente al suolo per non pregiudicare il delicato assetto geostatico del sito.

Per la presenza di litotipi prevalentemente argillosi ed, in sub-ordine, calcareo-arenacei detritici, si può escludere che i terreni dell'area d'intervento siano suscettibili di liquefazione (vedi Capitolo 7.11.3.4.2 del D.M. 14/01/2008). Si è pertanto ritenuto superfluo effettuare la relativa verifica a liquefazione.

La presente relazione è stata elaborata in ottemperanza alle disposizioni contenute nella Legge n.64 del 02/02/1974 e succ. mod. ed int., alla Circ. Regionale n.1288 del 11/02/1983, in conformità al D.M. LL.PP. 11/03/1988, alla Circ. LL.PP. 24/09/1988 n.30483, alla Circ. LL.PP. 09/01/1996 n.218/24/3, alla L.R. 20/2000 e succ. mod. ed int., alla Delibera di Giunta Regionale della Regione Emilia-Romagna n.2193 del 21/12/2015, al D.M. 14/01/2008 ed alla Circolare 2/2/2009 n.617 C.S.LL.PP..



Estratto Carta del Dissesto  
Sezione n. 234 040 BUSANA



Scala 1:10.000



Area in oggetto



Traccia della sezione  
di verifica di stabilità



Frane attive (a1)



Frane quiescenti (a2)



Frane stabilizzate



Depositi alluvionali in evoluzione (b1)

**PIANO PER L'ASSETTO  
IDROGEOLOGICO (P.A.I.)  
E PIANO TERRITORIALE DI  
COORDINAMENTO (P.T.C.P.)**

data: dicembre 2017

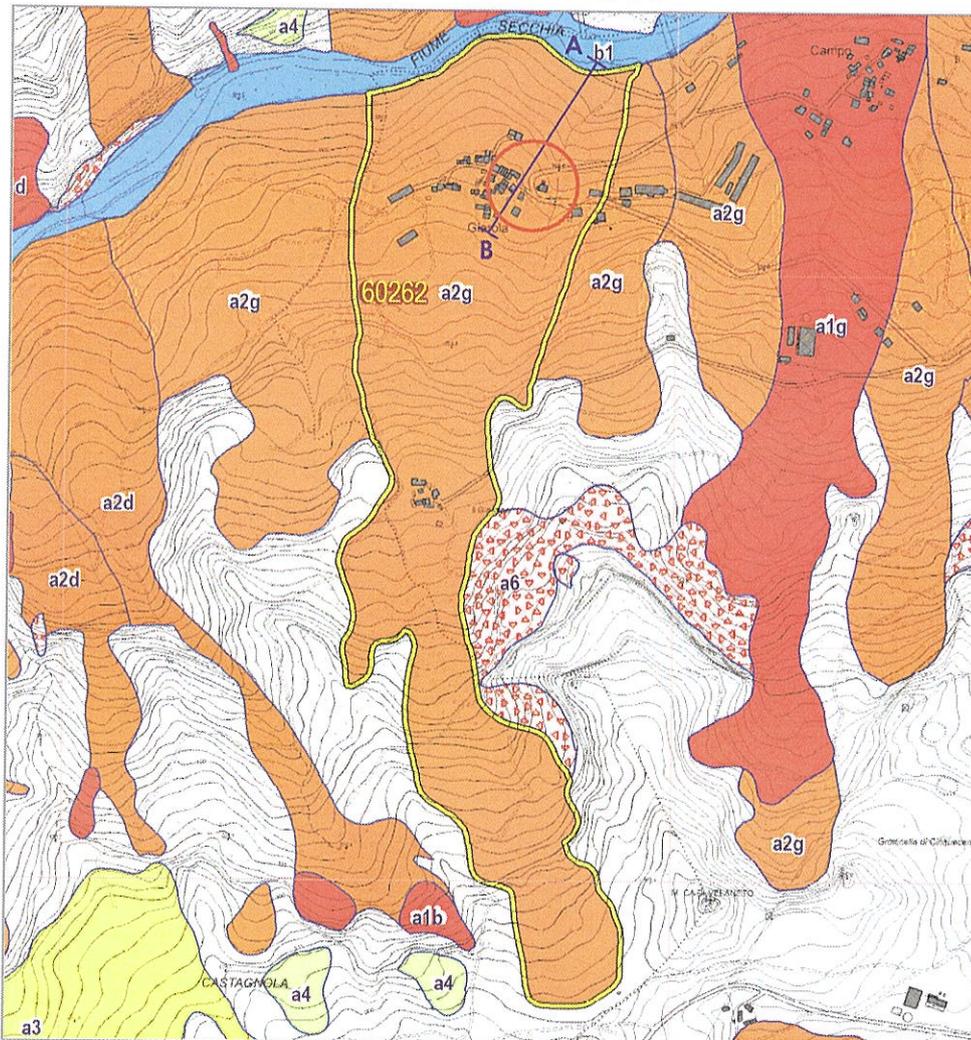
comm: Comune di Ventasso

dis:

**TAVOLA  
1a**



Estratto carta inventario delle frane dell'Emilia-Romagna  
**TAVOLA 9 - VENTASSO**



scala 1:12.500

-  Area d'intervento
  -  Frana storicamente documentata
  -  a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento
  -  a1g - Deposito di frana attiva complessa
  -  a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango
  -  a2g - Deposito di frana quiescente complessa
  -  a6 - Detrito di falda
  -  a3 - Deposito di versante s.l.
  -  a4 - Deposito eluvio-colluviale;
  -  b1 - Depositi alluvionali attualmente in evoluzione
-  Traccia della sezione di verifica di stabilità

**CARTA INVENTARIO DELLE  
 FRANE E DEL DISSESTO  
 DELL'EMILIA-ROMAGNA**

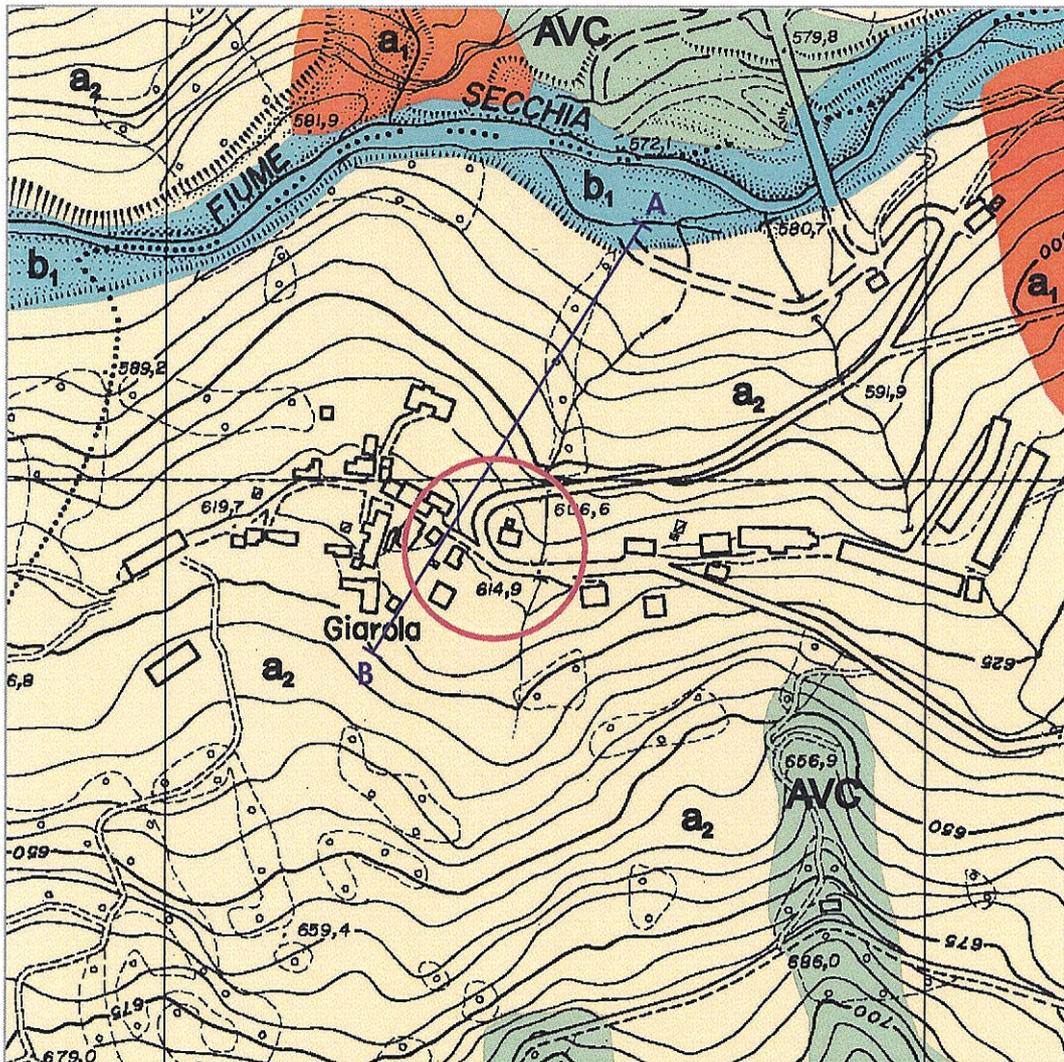
data: dicembre 2017  
 comm: Comune di Ventasso  
 dis:

**TAVOLA  
 1b**





Estratto C.T.R.  
Elemento 234 042 Busana



Scala 1:5.000



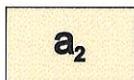
Area d'intervento



Traccia della sezione  
di verifica di stabilità



**a<sub>1</sub>** DEPOSITI DI FRANA ATTIVA



**a<sub>2</sub>** DEPOSITI DI FRANA QUIESCENTE



**b<sub>1</sub>** DEPOSITI ALLUVIONALI IN EVOLUZIONE



**AVC** ARGILLITI VARIEGATE CON CALCARI

**CARTA GEOLOGICA  
E GEOMORFOLOGICA**

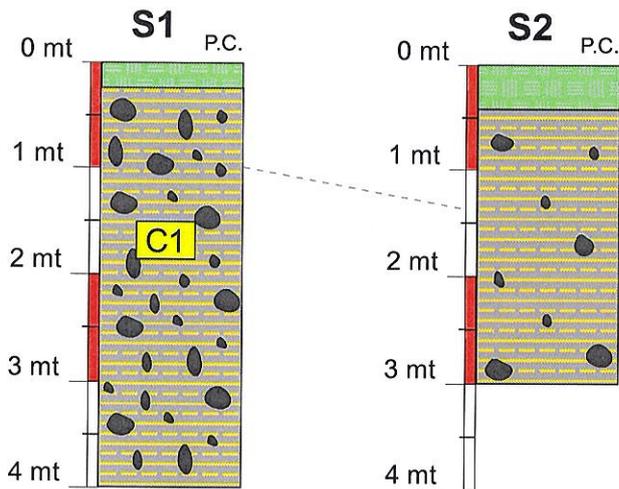
data: dicembre 2017

comm: Comune di Ventasso

dis:

**TAVOLA  
1c**





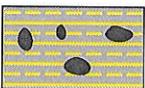
P.C. = piano campagna

qu = resistenza alla compressione semplice  
misurata con il pocket penetrometer

**C1** Campione indisturbato (consegnato a  
laboratorio terre per analisi geotecniche)



Terreno agrario



Argilla caoticizzata da compatta a dura ( $qu = 1,5-4,5 \text{ Kg/cm}^2$ ), asciutta, di colore grigio scuro con patine di ossidazione giallo-ocra, resti organici (radici, frammenti lignei, ecc.) e con inclusi calcareo-arenacei (diametro 2-100 cm). Nel saggio S2 gli inclusi litoidi sono molto meno abbondanti, che nel saggio S1, così come le patine d'ossidazione ed i resti organici. La compagine argillosa nel saggio S2 è meno compatta e più friabile (valori di  $qu = 1,5-2,5 \text{ Kg/cm}^2$  mentre nel saggio S1  $qu = 2,5-4,5 \text{ Kg/cm}^2$ ).

**STRATIGRAFIA  
SAGGI ESPLORATIVI**

data: dicembre 2017

comm: Comune di Ventasso

dis:

**TAVOLA  
3**

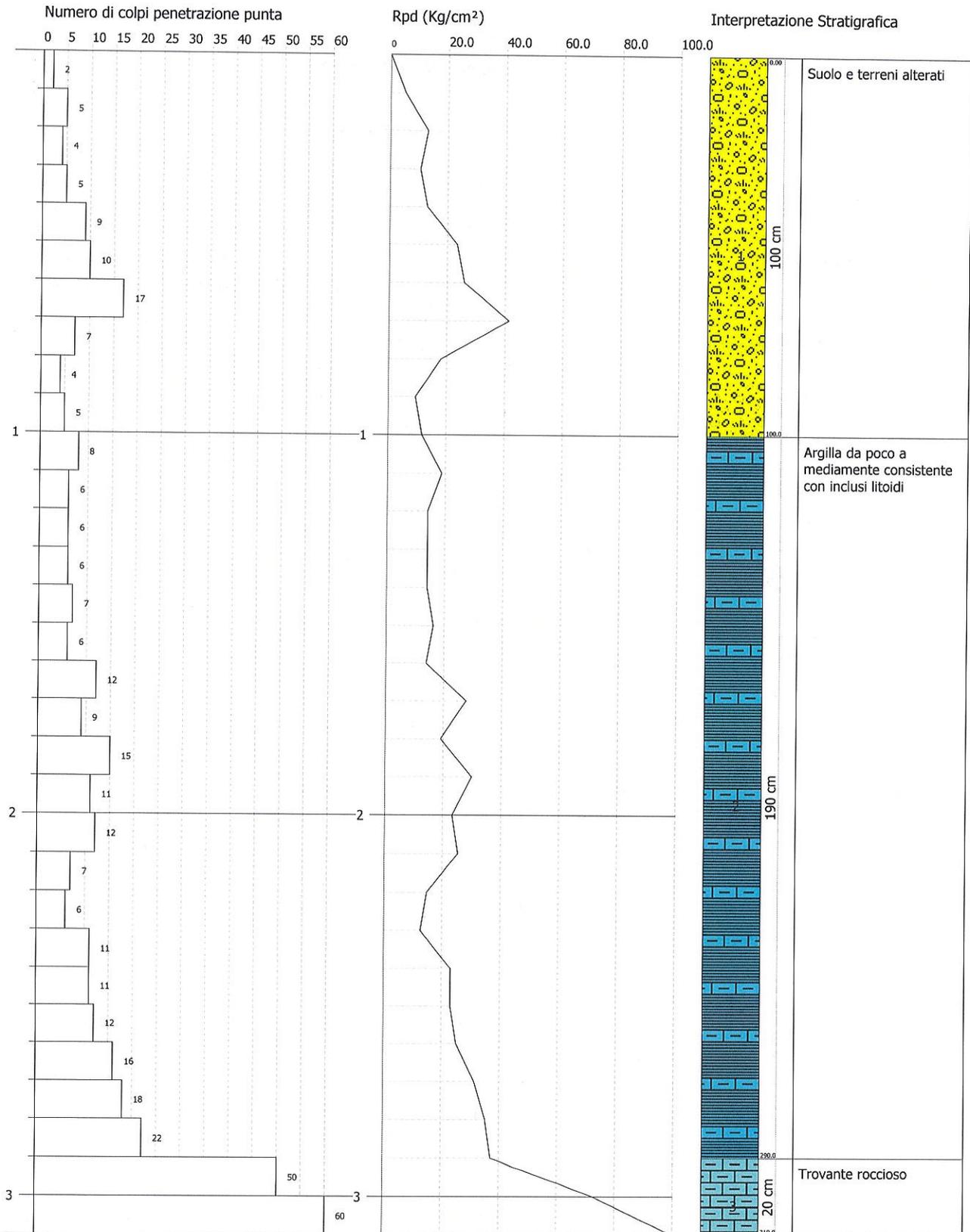


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1**  
**Strumento utilizzato... DL-20 (60°) Man**

Committente: Comune di Ventasso  
 Cantiere: Giarola  
 Località: LIGONCHIO - VENTASSO (RE)

Data: 01/12/2017

Scala 1:15



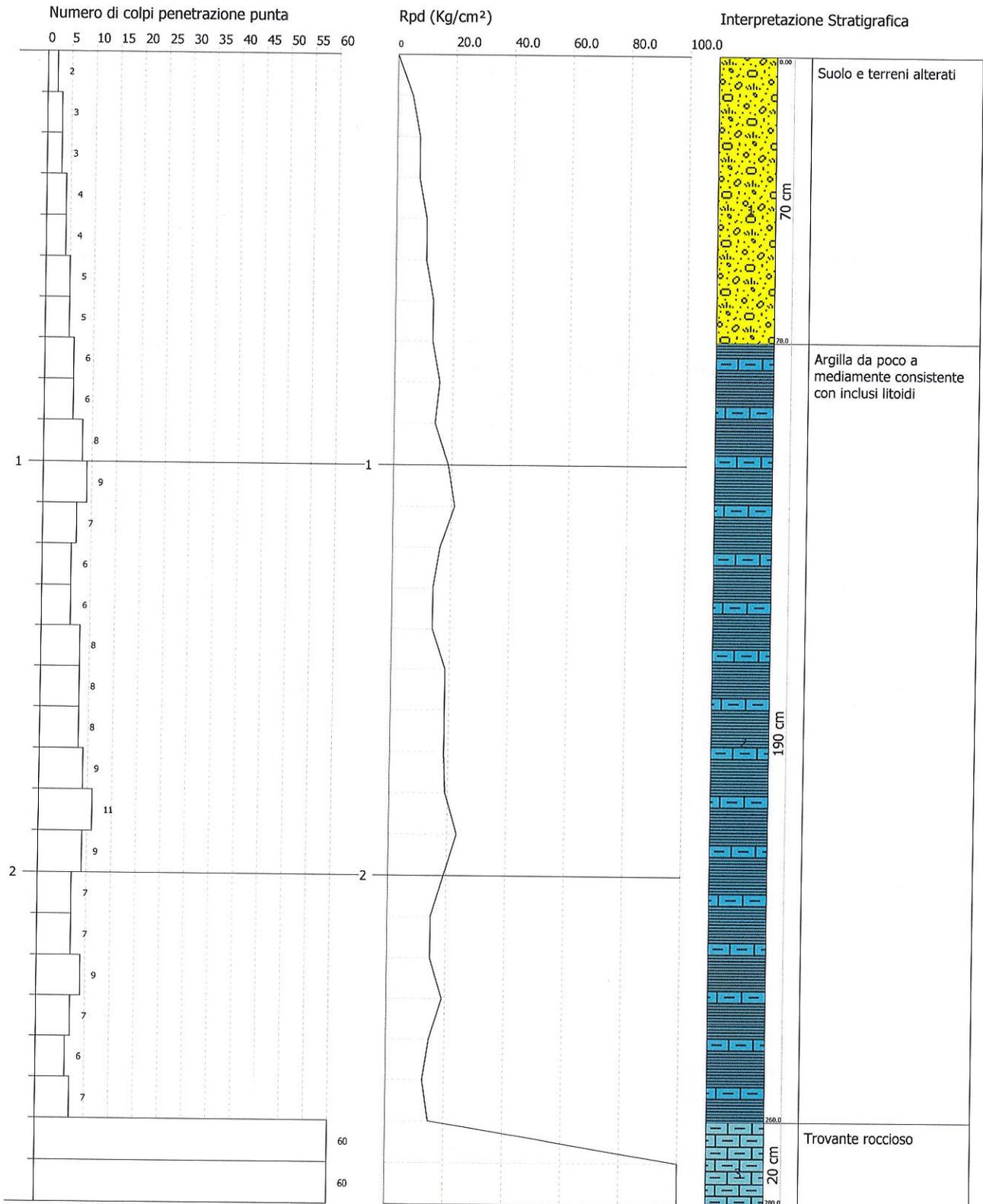


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2**  
**Strumento utilizzato... DL-20 (60°) Man**

Committente: Comune di Ventasso  
Cantiere: Giarola  
Località: LIGONCHIO - VENTASSO (RE)

Data: 01/12/2017

Scala 1:14



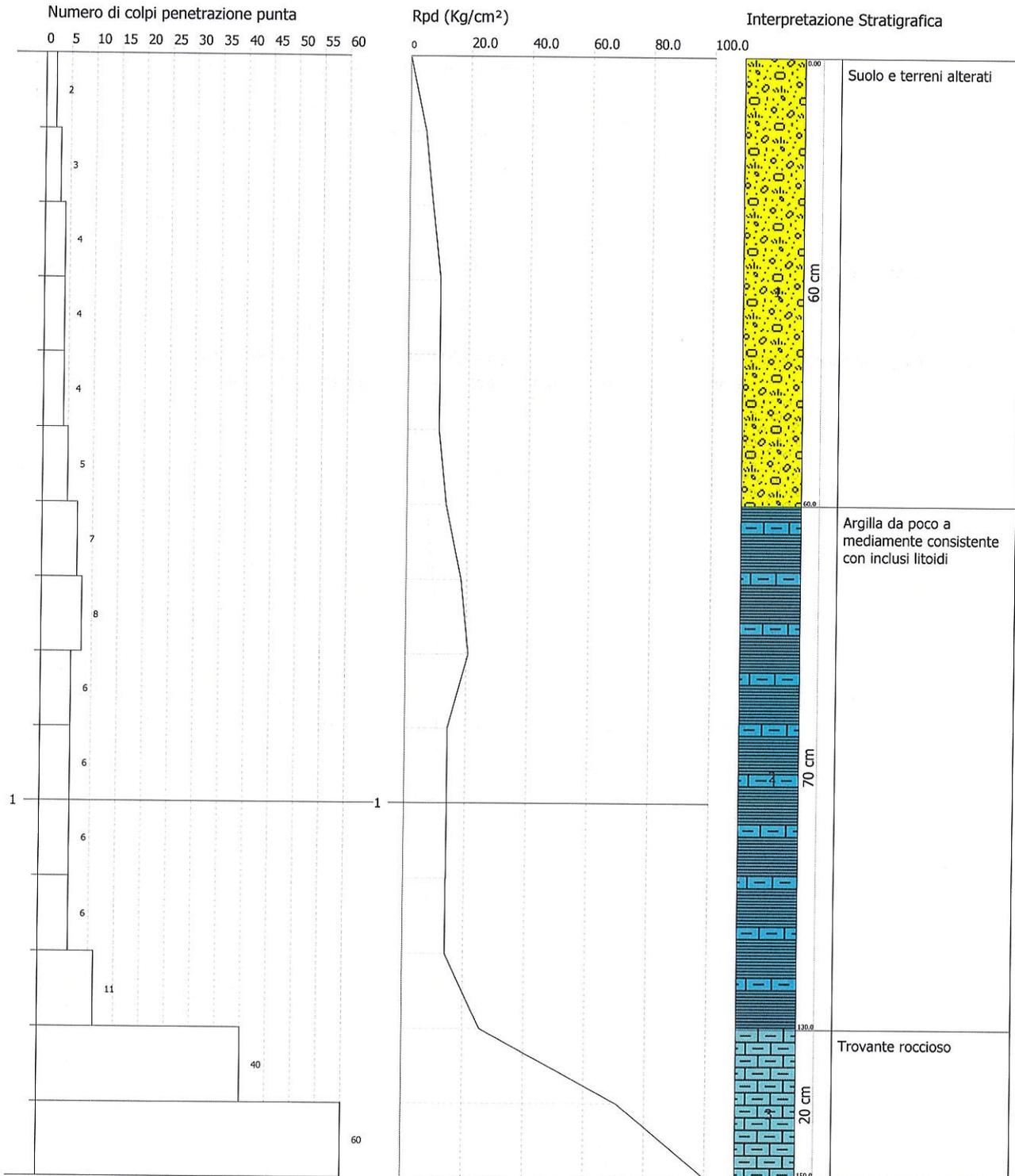


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3**  
**Strumento utilizzato... DL-20 (60°) Man**

Committente: Comune di Ventasso  
Cantiere: Giarola  
Località: LIGONCHIO - VENTASSO (RE)

Data: 01/12/2017

Scala 1:8



## PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Committente: **Comune di Ventasso**

Cantiere: Giarola

Località: LIGONCHIO - VENTASSO (RE)

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: **DL-20 Man – punta fissa (60°)**

Rif. Norme	DIN 4094	Peso aste a metro	2.5 Kg/m
Peso Massa battente	20 Kg	Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Altezza di caduta libera	0.20 m	Avanzamento punta	0.10 m
Peso sistema di battuta	3.6 Kg	Numero colpi per punta	N(10)
Diametro punta conica	35.68 mm	Coeff. Correlazione	0.48-0.49
Area di base punta	10 cm <sup>2</sup>	Rivestimento/fanghi	No
Lunghezza delle aste	1 m	Angolo di apertura punta	60°

**OPERATORE**  
dr. Federico Mattioli

**RESPONSABILE**  
dr. Federico Mattioli

### Correlazione con N<sub>spt</sub>

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N<sub>spt</sub> ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di riportare il numero di colpi di una prova dinamica con N<sub>spt</sub>. Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q<sub>spt</sub> è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

- M = peso massa battente;
- M' = peso aste;
- H = altezza di caduta;
- A = area base punta conica;
- δ = passo di avanzamento.

### Valutazione resistenza dinamica alla punta R<sub>pd</sub>

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

- R<sub>pd</sub> = resistenza dinamica punta (area A);
- e = infissione media per colpo (δ/N);
- M = peso massa battente (altezza caduta H);
- P = peso totale aste e sistema battuta.

### Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*. Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981. Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

**PROVA ... Nr.1**

Strumento utilizzato: DL-20 Man – punta fissa (60°)  
 Profondità prova: 3,1 m

Prova eseguita in data 01/12/2017  
 Falda idrica non rilevata

**TERRENI COESIVI ED INCOERENTI**

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calc. coeff. riduzione sonda Chi	Res. Dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. Dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Nspt	Classificaz. A.G.I. (1977)	Litologia
0.10	2	0.857	5.25	6.13	1	privo di consistenza	[1] - Suolo e terreni alterati
0.20	5	0.855	13.10	15.33	2	poco consistente	[1] - Suolo e terreni alterati
0.30	4	0.853	10.45	12.26	2	privo di consistenza	[1] - Suolo e terreni alterati
0.40	5	0.851	13.04	15.33	2	poco consistente	[1] - Suolo e terreni alterati
0.50	9	0.849	23.42	27.59	4	moderat. consistente	[1] - Suolo e terreni alterati
0.60	10	0.847	25.96	30.65	5	moderat. consistente	[1] - Suolo e terreni alterati
0.70	17	0.795	41.43	52.11	8	consistente	[1] - Suolo e terreni alterati
0.80	7	0.843	18.09	21.46	3	poco consistente	[1] - Suolo e terreni alterati
0.90	4	0.842	9.42	11.19	2	privo di consistenza	[1] - Suolo e terreni alterati
1.00	5	0.840	11.74	13.99	2	poco consistente	[1] - Suolo e terreni alterati
1.10	8	0.838	18.75	22.38	4	poco consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
1.20	6	0.836	14.04	16.78	3	poco consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
1.30	6	0.835	14.01	16.78	3	poco consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
1.40	6	0.833	13.98	16.78	3	poco consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
1.50	7	0.831	16.28	19.58	3	poco consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
1.60	6	0.830	13.92	16.78	3	poco consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
1.70	12	0.828	27.79	33.57	6	moderat. consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
1.80	9	0.826	20.80	25.17	4	moderat. consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
1.90	15	0.775	29.89	38.59	7	moderat. consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
2.00	11	0.823	23.29	28.30	5	moderat. consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
2.10	12	0.822	25.36	30.87	6	moderat. consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
2.20	7	0.820	14.77	18.01	3	poco consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
2.30	6	0.819	12.63	15.43	3	poco consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
2.40	11	0.817	23.12	28.30	5	moderat. consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
2.50	11	0.816	23.08	28.30	5	moderat. consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
2.60	12	0.814	25.13	30.87	6	moderat. consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
2.70	16	0.763	31.40	41.16	8	moderat. consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
2.80	18	0.761	35.26	46.30	9	consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
2.90	22	0.710	37.19	52.38	11	consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
3.00	50	0.609	72.46	119.05	24	molto consistente	[3] - Trovante roccioso
3.10	100	0.607	144.60	238.10	48	estrem. consistente	[3] - Trovante roccioso

**SUDDIVISIONE IN STRATI (elaborazione con valori medi)**

Prof. Strato (m)	NPDM (Media)	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> ) (Media)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt (Media)	Descrizione
1.0	7	20.6	Coesivo	0	1.95	2.14	0.10	0.49	3	Suolo e terreni alterati
2.9	11	27.7	Coesivo	0	2.03	2.23	0.39	0.48	5	Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
3.1	75	178.57	Coe. - Inc.	0	2.50	2.50	0.61	0.48	36	Trovante roccioso

NPDM = Nr. Colpi

Rd = Resistenza dinamica

Nspt = Nr. Colpi prova SPT (Standard Penetration Test)

**PROVA ... Nr.2**

Strumento utilizzato: DL-20 Man – punta fissa (60°)  
 Profondità prova: 2,8 m

Prova eseguita in data 01/12/2017  
 Falda idrica non rilevata

**TERRENI COESIVI ED INCOERENTI**

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calc. coeff. riduzione sonda Chi	Res. Dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. Dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Nspt	Classificaz. A.G.I. (1977)	Litologia
0.10	2	0.857	5.25	6.13	1	privo di consistenza	[1] - Suolo e terreni alterati
0.20	3	0.855	7.86	9.20	1	privo di consistenza	[1] - Suolo e terreni alterati
0.30	3	0.853	7.84	9.20	1	privo di consistenza	[1] - Suolo e terreni alterati
0.40	4	0.851	10.43	12.26	2	privo di consistenza	[1] - Suolo e terreni alterati
0.50	4	0.849	10.41	12.26	2	privo di consistenza	[1] - Suolo e terreni alterati
0.60	5	0.847	12.98	15.33	2	poco consistente	[1] - Suolo e terreni alterati
0.70	5	0.845	12.95	15.33	2	poco consistente	[1] - Suolo e terreni alterati
0.80	6	0.843	15.51	18.39	3	poco consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
0.90	6	0.842	14.12	16.78	3	poco consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
1.00	8	0.840	18.79	22.38	4	poco consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
1.10	9	0.838	21.10	25.17	4	moderat. consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
1.20	7	0.836	16.37	19.58	3	poco consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
1.30	6	0.835	14.01	16.78	3	poco consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
1.40	6	0.833	13.98	16.78	3	poco consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
1.50	8	0.831	18.60	22.38	4	poco consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
1.60	8	0.830	18.56	22.38	4	poco consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
1.70	8	0.828	18.53	22.38	4	poco consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
1.80	9	0.826	20.80	25.17	4	moderat. consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
1.90	11	0.825	23.34	28.30	5	moderat. consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
2.00	9	0.823	19.06	23.15	4	moderat. consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
2.10	7	0.822	14.79	18.01	3	poco consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
2.20	7	0.820	14.77	18.01	3	poco consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
2.30	9	0.819	18.95	23.15	4	moderat. consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
2.40	7	0.817	14.71	18.01	3	poco consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
2.50	6	0.816	12.59	15.43	3	poco consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
2.60	7	0.814	14.66	18.01	3	poco consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
2.70	80	0.613	126.11	205.79	38	estrem. consistente	[3] - Trovante roccioso
2.80	100	0.611	157.28	257.23	48	estrem. consistente	[3] - Trovante roccioso

**SUDDIVISIONE IN STRATI (elaborazione con valori medi)**

Prof. Strato (m)	NPDM (Media)	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> ) (Media)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt (Media)	Descrizione
0.7	4	11.39	Coesivo	0	1.72	1.87	0.06	0.49	2	Suolo e terreni alterati
2.6	8	20.54	Coesivo	0	1.96	2.16	0.31	0.48	4	Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
2.8	90	231.51	Coe. - Inc.	0	2.50	2.50	0.52	0.48	43	Trovante roccioso

NPDM = Nr. Colpi

Rd = Resistenza dinamica

Nspt = Nr. Colpi prova SPT (Standard Penetration Test)

**PROVA ... Nr.3**

Strumento utilizzato: DL-20 Man – punta fissa (60°)  
 Profondità prova: 1,5 m

Prova eseguita in data 01/12/2017  
 Falda idrica non rilevata

**TERRENI COESIVI ED INCOERENTI**

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calc. coeff. riduzione sonda Chi	Res. Dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. Dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Nspt	Classificaz. A.G.I. (1977)	Litologia
0.10	2	0.857	5.25	6.13	1	privo di consistenza	[1] - Suolo e terreni alterati
0.20	3	0.855	7.86	9.20	1	privo di consistenza	[1] - Suolo e terreni alterati
0.30	4	0.853	10.45	12.26	2	privo di consistenza	[1] - Suolo e terreni alterati
0.40	4	0.851	10.43	12.26	2	privo di consistenza	[1] - Suolo e terreni alterati
0.50	4	0.849	10.41	12.26	2	privo di consistenza	[1] - Suolo e terreni alterati
0.60	5	0.847	12.98	15.33	2	poco consistente	[1] - Suolo e terreni alterati
0.70	7	0.845	18.13	21.46	3	poco consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
0.80	8	0.843	20.68	24.52	4	poco consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
0.90	6	0.842	14.12	16.78	3	poco consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
1.00	6	0.840	14.09	16.78	3	poco consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
1.10	6	0.838	14.06	16.78	3	poco consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
1.20	6	0.836	14.04	16.78	3	poco consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
1.30	11	0.835	25.68	30.77	5	moderat. consistente	[2] - Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
1.40	40	0.633	70.81	111.89	19	molto consistente	[3] - Trovante roccioso
1.50	100	0.631	176.56	279.72	48	estrem. consistente	[3] - Trovante roccioso

**SUDDIVISIONE IN STRATI (elaborazione con valori medi)**

Prof. Strato (m)	NPDM (Media)	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> ) (Media)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt (Media)	Descrizione
0.6	4	11.24	Coesivo	0	1.72	1.87	0.05	0.49	2	Suolo e terreni alterati
1.3	7	20.55	Coesivo	0	1.93	2.12	0.19	0.49	3	Argilla da poco a mediamente consistente con inclusi litoidi
1.5	70	195.8	Coe. - Inc.	0	2.50	2.50	0.26	0.48	34	Trovante roccioso

NPDM = Nr. Colpi

Rd = Resistenza dinamica

Nspt = Nr. Colpi prova SPT (Standard Penetration Test)

# Parametri Geotecnici degli strati #

N	phi deg	C kPa	Cu kPa	Gamm KN/m3	GammSat KN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D
1	19.01	12.80	0	19.50	20.00	0	0	0	0
2	23.04	24.00	0	21.50	22.00	0	0	0	0
3	0	0	1000.00	25.00	25.00	0	0	0	0

SSAP 4.9.0 (2017) - Slope Stability Analysis Program  
 Scritto by Dr. Geol. L. Borselli [www.orenzo-borselli.eu](http://www.orenzo-borselli.eu)  
 SSAP/BN generator rel. 1.5.0 (2017)

Date: 15/12/2017  
 Localita': Garofa di Ligornetto  
 Progetto: Verifica stabilità attuale  
 [n] = N strato o lerite

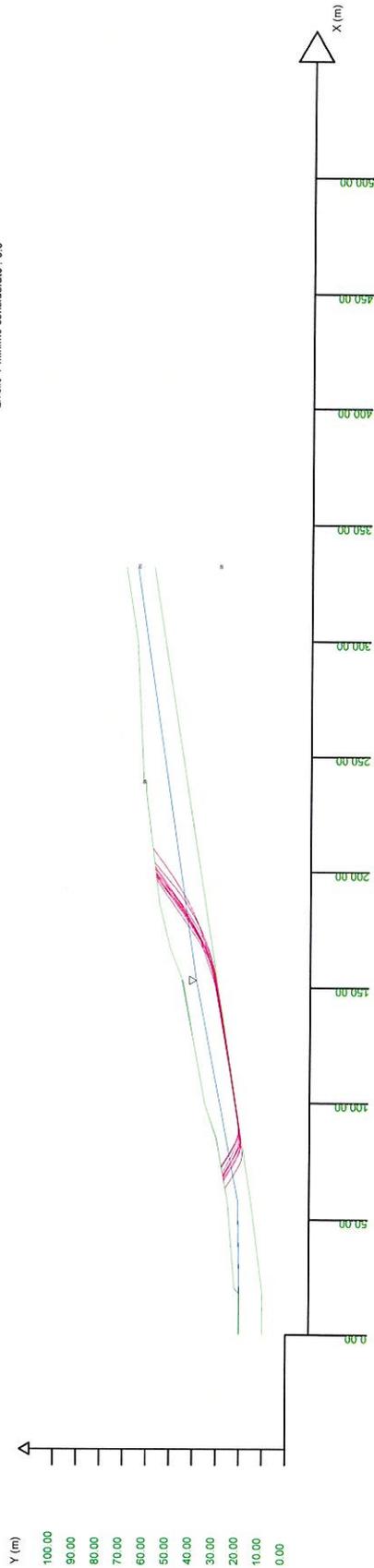
DATI 10 SUP CON MINOR Fs

Fs minimo: 1,1257  
 Range Fs: 1,1257 - 1,1345  
 Range X: 0,0000 - 0,0000  
 Range Y: 0,0000 - 0,0000  
 Coefficiente Sismico orizzontale - Khr: 0,0650

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N: 10000  
 Lunghezza media segmenti (m): 13,3  
 Range X (inizio generazione): 0 - 1,288.9  
 Range Y (inizio generazione): 0 - 325,4  
 Livello Y minimo considerato: 0,0

Modello di calcolo: Morgenstern - Price (1965)



# VERIFICA DI STABILITA' 1 - stato attuale

data: dicembre 2017  
 comm: Comune di Ventasso (RE)  
 dis:



# TAVOLA 7a

# Report elaborazioni #

SSAP 4.9.0 - Slope Stability Analysis Program (1991,2017)

Build No. 9990

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: 19 settembre 2017

Data: 15/12/2017

Localita': Giarola di Ligonchio - Comune di Ventasso (RE)

Descrizione: Verifica di stabilità 1 - stato attuale

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	20.00	0.00	10.00	239.50	62.00	-	-
18.00	20.00	18.00	10.00	239.00	62.00	-	-
20.00	22.00	57.00	15.00	239.00	61.00	-	-
57.00	25.00	332.00	58.00	239.50	61.00	-	-
85.00	30.00	-	-	239.50	62.00	-	-
99.00	35.00	-	-	-	-	-	-
126.00	40.00	-	-	-	-	-	-
153.00	45.00	-	-	-	-	-	-
166.00	50.00	-	-	-	-	-	-
186.00	55.00	-	-	-	-	-	-
227.00	60.00	-	-	-	-	-	-
235.00	61.00	-	-	-	-	-	-
239.00	61.00	-	-	-	-	-	-
239.00	62.00	-	-	-	-	-	-
239.50	62.00	-	-	-	-	-	-
300.00	65.00	-	-	-	-	-	-
332.00	70.00	-	-	-	-	-	-

SUP FALDA

X	Y (in m)
0.00	20.00
18.00	20.00
20.00	20.00
57.00	20.50
153.00	39.00
332.00	65.00

GESTIONE ACQUIFERI

Strati esclusi da acquifero:  
STRATO 2  
Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA  
Peso unitario fluido (kN/m<sup>3</sup>): 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 soprappressione 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

PARAMETRI GEOMECCANICI

STRATO	fi	C	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	19.01	12.80	0.00	19.50	20.00	1.413	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	23.04	24.00	0.00	21.50	22.00	2.294	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 3	0.00	0.00	1000.00	25.00	25.00	1000.000	0.00	0.00	0.00	0.00

Note: 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<sup>3</sup>)  
Gamm\_sat Peso di volume terreno immerso (in KN/m<sup>3</sup>)  
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 Uniaassiale Roccia Intatta (in MPa)  
GSI Geological Strength Index ammasso(adimensionale)  
mi Indice litologico ammasso(adimensionale)  
D Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)  
Fattore di riduzione NTC2008 gammaFI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)  
Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2007) - Classico

INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICIE RANDOM

PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICIE  
METODO DI RICERCA: SNIFF RANDOM SEARCH - Borselli (1997)  
FILTRAGGIO SUPERFICIE: ATTIVATO  
COORDINATE X1, X2, Y OSTACOLO: 0.00 0.00 0.00  
LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m): 13.3 (+/-) 50%  
INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 0.10 298.90  
LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 0.00  
INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 33.30 325.36  
TOTALE SUPERFICIE GENERATE: 10000

INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO

METODO DI CALCOLO: MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)  
COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh: 0.0650  
COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0325  
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 ELABORAZIONE

Fattore di sicurezza (FS)		X		Y		Lambda	
1.1257	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
72.84	27.82	79.84	24.04	81.55	22.44	83.28	21.55
84.63	21.02	86.04	20.66	87.22	20.49	88.57	20.45
90.07	20.53	92.02	20.76	92.79	20.98	95.44	21.19
97.03	21.10	97.59	21.61	100.13	21.73	102.67	22.66
103.31	22.30	104.80	22.55	106.37	22.80	107.94	23.04
109.51	23.29	111.07	23.54	112.63	23.79	114.19	24.03
115.76	24.28	117.30	24.53	118.87	24.79	120.43	25.02
123.99	25.27	125.55	25.52	128.11	25.76	129.79	25.90
131.35	26.75	132.91	27.00	134.47	27.26	136.03	27.49
137.40	27.74						

129.16	27.99	82.52	16.47
140.72	28.24	84.04	19.48
142.27	28.48	85.42	19.64
143.83	28.73	87.48	19.97
145.39	29.99	89.57	20.27
146.96	29.22	91.34	20.55
148.51	29.47	93.06	20.82
150.10	29.72	94.72	21.09
151.71	29.98	96.39	21.35
153.27	30.24	98.04	21.61
155.09	30.51	99.70	21.87
156.61	30.81	101.25	22.13
158.07	31.16	103.01	22.40
159.44	31.56	104.67	22.66
160.96	32.07	106.34	22.92
162.37	32.61	107.99	23.18
163.85	33.25	109.65	23.45
165.40	34.00	111.31	23.72
167.17	34.91	112.97	23.97
168.81	35.78	114.62	24.23
170.28	36.65	116.28	24.50
171.93	37.61	117.94	24.74
173.47	38.41	119.61	25.02
175.09	39.32	121.26	25.29
176.55	40.27	122.93	25.55
178.14	41.27	124.59	25.81
179.81	42.35	126.25	26.08
181.38	43.40	127.90	26.34
183.01	44.66	129.56	26.60
184.41	45.54	131.22	26.86
185.95	46.69	132.82	27.13
187.63	48.01	134.51	27.39
189.54	49.55	136.21	27.64
192.26	51.83	137.89	27.93
197.44	56.42	139.61	28.20
		141.35	28.49
		142.98	28.77
		144.59	29.10
		146.16	29.45
		147.79	29.85
		149.36	30.27
		150.97	30.74
		152.43	31.25
		154.35	31.83
		156.06	32.40
		157.74	32.96
		159.42	33.53
		161.09	34.07
		162.76	34.63
		164.46	35.19
		166.20	35.77
		167.90	36.37
		169.62	36.96
		171.19	37.60
		172.71	38.28
		174.32	39.06
		175.85	39.87
		177.44	40.70
		179.10	41.80
		180.92	42.27
		182.65	44.11
		184.33	45.23
		185.97	46.34
		187.41	47.50
		189.44	48.81
		191.49	50.33
		194.19	52.45
		200.06	56.72

Fattore di sicurezza (FS) 1.1279 - H.2 -- X Y Lambda= 0.3324

64.56	24.73
73.00	22.87
75.85	21.23
77.65	20.24
79.04	19.82
80.54	19.48
81.77	19.24
83.19	19.34
84.74	19.48
86.78	19.79
88.45	20.07
90.40	20.34
92.10	20.60
93.74	20.85
95.38	21.11
97.02	21.36
98.46	21.42
100.29	21.68
101.94	22.14
103.59	22.40
105.23	22.66
106.46	22.92
108.51	23.18
110.15	23.44
111.80	23.70
113.42	23.96
115.07	24.22
116.71	24.48
118.36	24.74
119.99	25.00
121.64	25.25
123.28	25.52
124.92	25.78
126.55	25.04
128.20	26.20
129.84	26.56
131.48	26.82
133.12	27.08
134.77	27.34
136.41	27.60
138.05	27.86
139.68	28.12
141.32	28.38
142.96	28.64
144.61	28.90
146.25	29.16
147.92	29.42
149.61	29.69
151.36	29.97
153.16	30.25
154.76	30.56
156.30	30.93
157.76	31.35
159.34	31.88
160.82	32.44
162.39	33.11
164.03	33.89
165.89	34.84
167.42	35.75
169.27	36.45
170.88	37.55
172.49	38.50
174.08	39.46
175.70	40.47
177.35	41.53
179.08	42.68
180.74	43.80
182.38	44.92
184.00	46.05
185.63	47.21
187.44	48.53
189.47	50.03
192.94	52.20
197.94	56.44

Fattore di sicurezza (FS) 1.1312 - H.3 -- X Y Lambda= 0.3302

69.85	27.29
74.97	23.57
80.20	21.99
82.29	21.13
83.91	20.62
85.42	20.21
87.06	20.19
88.49	20.21
89.47	20.30
92.74	20.74
94.84	21.04
96.82	21.37
98.74	21.67
100.60	21.96
102.47	22.25
104.33	22.55
106.20	22.84
108.05	23.13
109.82	23.43
111.78	23.73
113.65	24.02
115.51	24.32
117.39	24.61
119.25	24.91
121.11	25.20
122.97	25.50
124.83	25.79
126.70	26.09
128.57	26.38
130.43	26.68
132.30	26.97
134.16	27.27
136.03	27.57
137.89	27.86
139.74	28.15
141.61	28.45
143.49	28.75
145.34	29.04
147.23	29.34
149.12	29.64
151.04	29.94
152.99	30.25
154.89	30.59
156.64	30.94
158.41	31.33
160.23	31.78
162.02	32.24
163.86	32.79
165.77	33.39
167.65	34.07
169.74	34.75
171.56	35.45
173.32	36.18
175.14	37.00
176.90	37.85
178.73	38.78
180.63	39.82
182.73	41.01
184.63	42.14
186.46	43.30
188.23	44.48
190.06	45.77
192.03	47.25
194.29	49.04
197.84	51.72
204.05	57.20

Fattore di sicurezza (FS) 1.1318 - H.4 -- X Y Lambda= 0.3129

67.38	24.85
73.76	22.98
76.64	21.35
78.48	20.44
79.88	19.94
81.39	19.61

Fattore di sicurezza (FS) 1.1326 - H.5 -- X Y Lambda= 0.3124

47.93	24.95
74.83	23.41
77.98	21.89
80.02	21.06
81.64	20.55
83.33	20.23
84.74	20.09
86.14	20.09
88.08	20.23
90.39	20.93
92.32	20.79
94.24	21.05
96.10	21.31
97.93	21.57
99.73	21.83
101.54	22.09
103.36	22.36
105.27	22.64
107.00	22.91
108.82	23.19
110.64	23.46
112.46	23.74
114.28	24.02
116.10	24.29
117.93	24.57
119.74	24.85
121.56	25.13
123.37	25.41
125.19	25.71
127.00	26.00
128.81	26.30
130.63	26.60
132.45	26.91
134.27	27.22
136.10	27.54
137.92	27.86
139.73	28.18
141.54	28.50
143.37	28.83
145.21	29.17
147.08	29.52
148.89	29.87
150.79	30.24
152.55	30.64
154.28	31.07
156.06	31.56
157.81	32.07
159.61	32.64
161.49	33.27
163.53	34.00
165.17	34.71
167.13	35.45
168.87	36.22
170.59	37.10
172.29	38.01
174.04	39.01
175.84	40.12
177.66	41.39
179.74	42.81
181.57	43.81
183.36	45.06
185.16	46.22
187.15	47.76
189.39	49.41
192.07	51.81
198.80	56.56

Fattore di sicurezza (FS) 1.1333 - H.6 -- X Y Lambda= 0.3267

72.34	27.74
78.60	23.96
81.42	23.35
83.22	23.47
84.60	20.94
86.20	20.59
87.33	20.44
88.74	20.42
90.29	20.53
92.32	20.80
94.34	21.05
95.88	21.29
97.55	21.52
99.17	21.76
100.78	22.01
102.40	22.26
104.03	22.52
105.66	22.79
107.30	23.06
108.93	23.33
110.56	23.60
112.19	23.88
113.80	24.15
115.42	24.43
117.05	24.71
118.67	25.00
120.30	25.28
121.93	25.67
123.56	25.85
125.18	26.14
126.82	26.42
128.44	26.71
130.07	26.99
131.69	27.27
133.31	27.56
134.94	27.84
136.57	28.13
138.19	28.41
139.82	28.70
141.45	28.98
143.08	29.27
144.70	29.55
146.33	29.84
147.95	30.13
149.58	30.42
151.20	30.72
152.84	31.02
154.51	31.32
156.23	31.64
158.01	31.98

159.60 32.33  
161.14 32.73  
162.60 33.18  
164.17 33.73  
165.65 34.33  
167.20 34.99  
168.82 35.76  
170.43 36.68  
172.14 37.59  
173.88 38.45  
175.60 39.34  
177.21 40.24  
178.80 41.15  
180.42 42.10  
182.06 43.08  
183.76 44.11  
185.40 45.13  
187.01 46.16  
188.60 47.20  
190.21 48.27  
192.00 49.50  
194.00 50.91  
196.85 52.95  
202.42 57.00

82.34 19.39  
84.01 19.58  
85.66 19.86  
87.24 20.20  
88.80 20.34  
90.35 20.69  
91.90 20.83  
93.44 21.07  
94.99 21.32  
96.52 21.57  
98.06 21.81  
99.61 22.06  
101.15 22.30  
102.70 22.55  
104.25 22.79  
105.79 23.04  
107.33 23.28  
108.87 23.50  
110.42 23.77  
111.96 24.02  
113.50 24.26  
115.05 24.51  
116.60 24.75  
118.14 25.00  
119.68 25.24  
121.22 25.48  
122.77 25.73  
124.32 25.97  
125.86 26.22  
127.40 26.46  
128.95 26.71  
130.49 26.95  
132.03 27.20  
133.57 27.44  
135.12 27.69  
136.67 27.93  
138.21 28.18  
139.76 28.42  
141.30 28.67  
142.84 28.91  
144.39 29.16  
145.92 29.40  
147.47 29.65  
149.02 29.89  
150.56 30.14  
152.12 30.38  
153.67 30.64  
155.22 30.89  
156.77 31.14  
158.32 31.39  
159.87 31.64  
161.42 31.89  
162.97 32.14  
164.51 32.39  
166.06 32.64  
167.60 32.89  
169.15 33.14  
170.70 33.39  
172.25 33.64  
173.79 33.89  
175.34 34.14  
176.89 34.39  
178.43 34.64  
179.98 34.89  
181.52 35.14  
183.07 35.39  
184.60 35.64  
186.15 35.89  
187.69 36.14  
189.24 36.39  
190.78 36.64  
192.32 36.89  
193.87 37.14  
195.41 37.39  
196.95 37.64  
198.49 37.89  
200.03 38.14  
201.57 38.39  
203.11 38.64  
204.65 38.89  
206.19 39.14  
207.73 39.39  
209.27 39.64  
210.81 39.89  
212.35 40.14  
213.89 40.39  
215.43 40.64  
216.97 40.89  
218.51 41.14  
220.05 41.39  
221.59 41.64  
223.13 41.89  
224.67 42.14  
226.21 42.39  
227.75 42.64  
229.29 42.89  
230.83 43.14  
232.37 43.39  
233.91 43.64  
235.45 43.89  
236.99 44.14  
238.53 44.39  
240.07 44.64  
241.61 44.89  
243.15 45.14  
244.69 45.39  
246.23 45.64  
247.77 45.89  
249.31 46.14  
250.85 46.39  
252.39 46.64  
253.93 46.89  
255.47 47.14  
257.01 47.39  
258.55 47.64  
260.09 47.89  
261.63 48.14  
263.17 48.39  
264.71 48.64  
266.25 48.89  
267.79 49.14  
269.33 49.39  
270.87 49.64  
272.41 49.89  
273.95 50.14  
275.49 50.39  
277.03 50.64  
278.57 50.89  
280.11 51.14  
281.65 51.39  
283.19 51.64  
284.73 51.89  
286.27 52.14  
287.81 52.39  
289.35 52.64  
290.89 52.89  
292.43 53.14  
293.97 53.39  
295.51 53.64  
297.05 53.89  
298.59 54.14  
300.13 54.39  
301.67 54.64  
303.21 54.89  
304.75 55.14  
306.29 55.39  
307.83 55.64  
309.37 55.89  
310.91 56.14  
312.45 56.39  
313.99 56.64  
315.53 56.89  
317.07 57.14  
318.61 57.39  
320.15 57.64  
321.69 57.89  
323.23 58.14  
324.77 58.39  
326.31 58.64  
327.85 58.89  
329.39 59.14  
330.93 59.39  
332.47 59.64  
334.01 59.89  
335.55 60.14  
337.09 60.39  
338.63 60.64  
340.17 60.89  
341.71 61.14  
343.25 61.39  
344.79 61.64  
346.33 61.89  
347.87 62.14  
349.41 62.39  
350.95 62.64  
352.49 62.89  
354.03 63.14  
355.57 63.39  
357.11 63.64  
358.65 63.89  
360.19 64.14  
361.73 64.39  
363.27 64.64  
364.81 64.89  
366.35 65.14  
367.89 65.39  
369.43 65.64  
370.97 65.89  
372.51 66.14  
374.05 66.39  
375.59 66.64  
377.13 66.89  
378.67 67.14  
380.21 67.39  
381.75 67.64  
383.29 67.89  
384.83 68.14  
386.37 68.39  
387.91 68.64  
389.45 68.89  
390.99 69.14  
392.53 69.39  
394.07 69.64  
395.61 69.89  
397.15 70.14  
398.69 70.39  
400.23 70.64  
401.77 70.89  
403.31 71.14  
404.85 71.39  
406.39 71.64  
407.93 71.89  
409.47 72.14  
411.01 72.39  
412.55 72.64  
414.09 72.89  
415.63 73.14  
417.17 73.39  
418.71 73.64  
420.25 73.89  
421.79 74.14  
423.33 74.39  
424.87 74.64  
426.41 74.89  
427.95 75.14  
429.49 75.39  
431.03 75.64  
432.57 75.89  
434.11 76.14  
435.65 76.39  
437.19 76.64  
438.73 76.89  
440.27 77.14  
441.81 77.39  
443.35 77.64  
444.89 77.89  
446.43 78.14  
447.97 78.39  
449.51 78.64  
451.05 78.89  
452.59 79.14  
454.13 79.39  
455.67 79.64  
457.21 79.89  
458.75 80.14  
460.29 80.39  
461.83 80.64  
463.37 80.89  
464.91 81.14  
466.45 81.39  
467.99 81.64  
469.53 81.89  
471.07 82.14  
472.61 82.39  
474.15 82.64  
475.69 82.89  
477.23 83.14  
478.77 83.39  
480.31 83.64  
481.85 83.89  
483.39 84.14  
484.93 84.39  
486.47 84.64  
488.01 84.89  
489.55 85.14  
491.09 85.39  
492.63 85.64  
494.17 85.89  
495.71 86.14  
497.25 86.39  
498.79 86.64  
500.33 86.89  
501.87 87.14  
503.41 87.39  
504.95 87.64  
506.49 87.89  
508.03 88.14  
509.57 88.39  
511.11 88.64  
512.65 88.89  
514.19 89.14  
515.73 89.39  
517.27 89.64  
518.81 89.89  
520.35 90.14  
521.89 90.39  
523.43 90.64  
524.97 90.89  
526.51 91.14  
528.05 91.39  
529.59 91.64  
531.13 91.89  
532.67 92.14  
534.21 92.39  
535.75 92.64  
537.29 92.89  
538.83 93.14  
540.37 93.39  
541.91 93.64  
543.45 93.89  
544.99 94.14  
546.53 94.39  
548.07 94.64  
549.61 94.89  
551.15 95.14  
552.69 95.39  
554.23 95.64  
555.77 95.89  
557.31 96.14  
558.85 96.39  
560.39 96.64  
561.93 96.89  
563.47 97.14  
565.01 97.39  
566.55 97.64  
568.09 97.89  
569.63 98.14  
571.17 98.39  
572.71 98.64  
574.25 98.89  
575.79 99.14  
577.33 99.39  
578.87 99.64  
580.41 99.89  
581.95 100.14  
583.49 100.39  
585.03 100.64  
586.57 100.89  
588.11 101.14  
589.65 101.39  
591.19 101.64  
592.73 101.89  
594.27 102.14  
595.81 102.39  
597.35 102.64  
598.89 102.89  
600.43 103.14  
601.97 103.39  
603.51 103.64  
605.05 103.89  
606.59 104.14  
608.13 104.39  
609.67 104.64  
611.21 104.89  
612.75 105.14  
614.29 105.39  
615.83 105.64  
617.37 105.89  
618.91 106.14  
620.45 106.39  
621.99 106.64  
623.53 106.89  
625.07 107.14  
626.61 107.39  
628.15 107.64  
629.69 107.89  
631.23 108.14  
632.77 108.39  
634.31 108.64  
635.85 108.89  
637.39 109.14  
638.93 109.39  
640.47 109.64  
642.01 109.89  
643.55 110.14  
645.09 110.39  
646.63 110.64  
648.17 110.89  
649.71 111.14  
651.25 111.39  
652.79 111.64  
654.33 111.89  
655.87 112.14  
657.41 112.39  
658.95 112.64  
660.49 112.89  
662.03 113.14  
663.57 113.39  
665.11 113.64  
666.65 113.89  
668.19 114.14  
669.73 114.39  
671.27 114.64  
672.81 114.89  
674.35 115.14  
675.89 115.39  
677.43 115.64  
678.97 115.89  
680.51 116.14  
682.05 116.39  
683.59 116.64  
685.13 116.89  
686.67 117.14  
688.21 117.39  
689.75 117.64  
691.29 117.89  
692.83 118.14  
694.37 118.39  
695.91 118.64  
697.45 118.89  
698.99 119.14  
700.53 119.39  
702.07 119.64  
703.61 119.89  
705.15 120.14  
706.69 120.39  
708.23 120.64  
709.77 120.89  
711.31 121.14  
712.85 121.39  
714.39 121.64  
715.93 121.89  
717.47 122.14  
719.01 122.39  
720.55 122.64  
722.09 122.89  
723.63 123.14  
725.17 123.39  
726.71 123.64  
728.25 123.89  
729.79 124.14  
731.33 124.39  
732.87 124.64  
734.41 124.89  
735.95 125.14  
737.49 125.39  
739.03 125.64  
740.57 125.89  
742.11 126.14  
743.65 126.39  
745.19 126.64  
746.73 126.89  
748.27 127.14  
749.81 127.39  
751.35 127.64  
752.89 127.89  
754.43 128.14  
755.97 128.39  
757.51 128.64  
759.05 128.89  
760.59 129.14  
762.13 129.39  
763.67 129.64  
765.21 129.89  
766.75 130.14  
768.29 130.39  
769.83 130.64  
771.37 130.89  
772.91 131.14  
774.45 131.39  
775.99 131.64  
777.53 131.89  
779.07 132.14  
780.61 132.39  
782.15 132.64  
783.69 132.89  
785.23 133.14  
786.77 133.39  
788.31 133.64  
789.85 133.89  
791.39 134.14  
792.93 134.39  
794.47 134.64  
796.01 134.89  
797.55 135.14  
799.09 135.39  
800.63 135.64  
802.17 135.89  
803.71 136.14  
805.25 136.39  
806.79 136.64  
808.33 136.89  
809.87 137.14  
811.41 137.39  
812.95 137.64  
814.49 137.89  
816.03 138.14  
817.57 138.39  
819.11 138.64  
820.65 138.89  
822.19 139.14  
823.73 139.39  
825.27 139.64  
826.81 139.89  
828.35 140.14  
829.89 140.39  
831.43 140.64  
832.97 140.89  
834.51 141.14  
836.05 141.39  
837.59 141.64  
839.13 141.89  
840.67 142.14  
842.21 142.39  
843.75 142.64  
845.29 142.89  
846.83 143.14  
848.37 143.39  
849.91 143.64  
851.45 143.89  
852.99 144.14  
854.53 144.39  
856.07 144.64  
857.61 144.89  
859.15 145.14  
860.69 145.39  
862.23 145.64  
863.77 145.89  
865.31 146.14  
866.85 146.39  
868.39 146.64  
869.93 146.89  
871.47 147.14  
873.01 147.39  
874.55 147.64  
876.09 147.89  
877.63 148.14  
879.17 148.39  
880.71 148.64  
882.25 148.89  
883.79 149.14  
885.33 149.39  
886.87 149.64  
888.41 149.89  
889.95 150.14  
891.49 150.39  
893.03 150.64  
894.57 150.89  
896.11 151.14  
897.65 151.39  
899.19 151.64  
900.73 151.89  
902.27 152.14  
903.81 152.39  
905.35 152.64  
906.89 152.89  
908.43 153.14  
909.97 153.39  
911.51 153.64  
913.05 153.89  
914.59 154.14  
916.13 154.39  
917.67 154.64  
919.21 154.89  
920.75 155.14  
922.29 155.39  
923.83 155.64  
925.37 155.89  
926.91 156.14  
928.45 156.39  
929.99 156.64  
931.53 156.89  
933.07 157.14  
934.61 157.39  
936.15 157.64  
937.69 157.89  
939.23 158.14  
940.77 158.39  
942.31 158.64  
943.85 158.89  
945.39 159.14  
946.93 159.39  
948.47 159.64  
950.01 159.89  
951.55 160.14  
953.09 160.39  
954.63 160.64  
956.17 160.89  
957.71 161.14  
959.25 161.39  
960.79 161.64  
962.33 161.89  
963.87 162.14  
965.41 162.39  
966.95 162.64  
968.49 162.89  
970.03 163.14  
971.57 163.39  
973.11 163.64  
974.65 163.89  
976.19 164.14  
977.73 164.39  
979.27 164.64  
980.81 164.89  
982.35 165.14  
983.89 165.39  
985.43 165.64  
986.97 165.89  
988.51 166.14  
990.05 166.39  
991.59 166.64  
993.13 166.89  
994.67 167.14  
996.21 167.39  
997.75 167.64  
999.29 167.89  
1000.83 168.14  
1002.37 168.39  
1003.91 168.64  
1005.45 168.89  
1006.99 169.14  
1008.53 169.39  
1010.07 169.64  
1011.61 169.89  
1013.15 170.14  
1014.69 170.39  
1016.23 170.64  
1017.77 170.89  
1019.31 171.14  
1020.85 171.39  
1022.39 171.64  
1023.93 171.89  
1025.47 172.14  
1027.01 172.39  
1028.55 172.64  
1030.09 172.89  
1031.63 173.14  
1033.17 173.39  
1034.71 173.64  
1036.25 173.89  
1037.79 174.14  
1039.33 174.39  
1040.87 174.64  
1042.41 174.89  
1043.95 175.14  
1045.49 175.39  
1047.03 175.64  
1048.57 175.89  
1050.11 176.14  
1051.65 176.39  
1053.19 176.64  
1054.73 176.89  
1056.27 177.14  
1057.81 177.39  
1059.35 177.64  
1060.89 177.89  
1062.43 178.14  
1063.97 178.39  
1065.51 178.64  
1067.05 178.89  
1068.59 179.14  
1070.13 179.39  
1071.67 179.64  
1073.21 179.89  
1074.75 180.14  
1076.29 180.39  
1077.83 180.64  
1079.37 180.89  
1080.91 181.14  
1082.45 181.39  
1083.99 181.64  
1085.53 181.89  
1087.07 182.14  
1088.61 182.39  
1090.15 182.64  
1091.69 182.89  
1093.23 183.14  
1094.77 183.39  
1096.31 183.64  
1097.85 183.89  
1099.39 184.14  
1100.93 184.39  
1102.47 184.64  
1104.01 184.89  
1105.55 185.14  
1107.09 185.39  
1108.63 185.64  
1110.17 185.89  
1111.71 186.14  
1113.25 186.39  
1114.79 186.64  
1116.33 186.89  
1117.87 187.14  
1119.41 187.39  
1120.95 187.64  
1122.49 187.89  
1124.03 188.14  
1125.57 188.39  
1127.11 188.64  
1128.65 188.89  
1130.19 189.14  
1131.73 189.39  
1133.27 189.64  
1134.81 189.89  
1136.35 190.14  
1137.89 190.39  
1139.43 190.64  
1140.97 190.89  
1142.51 191.14  
1144.05 191.39  
1145.59 191.64  
1147.13 191.89  
1148.67 192.14  
1150.21 192.39  
1151.75 192.64  
1153.29 192.89  
1154.83 193.14  
1156.37 193.39  
1157.91 193.64  
1159.45 193.89  
1160.99 194.14  
1162.53 194.39  
1164.07 194.64  
1165.61 194.89  
1167.15 195.14  
1168.69 195.39  
1170.23 195.64  
1171.77 195.89  
1173.31 196.14  
1174.85 196.39  
1176.39 196.64  
1177.93 196.89  
1179.47 197.14  
1181.01 197.39  
1182.55 197.64  
1184.09 197.89  
1185.63 198.14  
1187.17 198.39  
1188.71 198.64  
1190.25 198.89  
1191.79 199.14  
1193.33 199.39  
1194.87 199.64  
1196.41 199.89  
1197.95 200.14  
1199.49 200.39  
1201.03 200.64  
1202.57 200.89  
1204.11 201.14  
1205.65 201.39  
1207.19 201.64  
1208.73 201.89  
1210.27 202.14  
1211.81 202.39  
1213.35 202.64  
1214.89 202.89  
1216.43 203.14  
1217.97 203.39  
1219.51 203.64  
1221.05 203.89  
1222.59 204.14  
1224.13 204.39  
1225.67 204.64  
1227.21 204.89  
1228.75 205.14  
1230.29 205.39  
1231.83 205.64  
1233.37 205.89  
1234.91 206.14  
1236.45 206.39  
1237.99 206.64  
1239.53 206.89  
1241.07 207.14  
1242.61 207.39  
1244.15 207.64  
1245.69 207.89  
1247.23 208.14  
1248.77 208.39  
1250.31 208.64  
1251.85 208.89  
1253.39 209.14  
1254.93 209.39  
1256.47 209.64  
1258.01 209.89  
1259.55 210.14  
1261.09 210.39  
1262.63 210.64  
1264.17 210.89  
1265.71 211.14  
1267.25 211.39  
1268.79 211.64  
1270.33 211.89  
1271.87 212.14  
1273.41 212.39  
1274.95 212.64  
1276.49 212.89  
1278.03 213.14  
1279.57 213.39  
1281.11 213.64  
1282.65 213.89  
1284.19 214.14  
1285.73 214.39  
1287.27 214.64  
1288.81 214.89  
1290.35 215.14  
1291.89 215.39  
1293.43 215.64  
1294.97 215.89  
1296.51 216.14  
1298.05 216.39  
1299.59 216.64  
1301.13 216.89  
1302.67 217.14  
1304.21 217.39  
1305.75 217.64  
1307.29 217.89  
1308.83 218.14  
1310.37 218.39  
1311.91 218.64  
1313.45 218.89  
1314.99 219.14  
1316.53 219.39  
1318.07 219.64  
1319.61 219.89  
1321.15 220.14  
1322.69 220.39  
1324.23 220.64  
13

TABELLA ESAMENI DI SCIENZE DELLA TERRA (ESAMENI DI SCIENZE DELLA TERRA)

Table with columns: Anno, Mese, Giorno, Ore, Località, Tipo di Esame, Note. Lists exam dates and locations for various subjects.

LEZIONE ESAMENI DI SCIENZE DELLA TERRA (ESAMENI DI SCIENZE DELLA TERRA)
ESAMENI DI SCIENZE DELLA TERRA (ESAMENI DI SCIENZE DELLA TERRA)

TABELLA ESAMENI DI SCIENZE DELLA TERRA (ESAMENI DI SCIENZE DELLA TERRA)

Table with columns: Anno, Mese, Giorno, Ore, Località, Tipo di Esame, Note. Lists exam dates and locations for various subjects.

Table with columns: Anno, Mese, Giorno, Ore, Località, Tipo di Esame, Note. Lists exam dates and locations for various subjects.

LEZIONE ESAMENI DI SCIENZE DELLA TERRA (ESAMENI DI SCIENZE DELLA TERRA)
ESAMENI DI SCIENZE DELLA TERRA (ESAMENI DI SCIENZE DELLA TERRA)

TABELLA ESAMENI DI SCIENZE DELLA TERRA (ESAMENI DI SCIENZE DELLA TERRA)

Table with columns: Anno, Mese, Giorno, Ore, Località, Tipo di Esame, Note. Lists exam dates and locations for various subjects.

# Parametri Geotecnicid degli strati #

N.	phi deg	C kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D
1	19.01	12.80	0	19.50	20.00	0	0	0	0
2	23.04	24.00	0	71.50	22.00	0	0	0	0
3	0	0	1000.00	25.00	25.00	0	0	0	0
4	18.33	12.00	0	18.00	18.50	0	0	0	0

SSAP 4.9.0 (2017) - Slope Stability Analysis Program  
 Software by Dr. Geol. L. Borselli - www.lorenzo-borselli.eu  
 SSAP/DXF generator rel. 1.5.0 (2017)

Data : 15/12/2017  
 Localita' : Girola di Ligonchio  
 Operazione : Verifica di stabilita 2 - post-intervento  
 [n] = N, strato o lente

Sn -> Sovraccarico

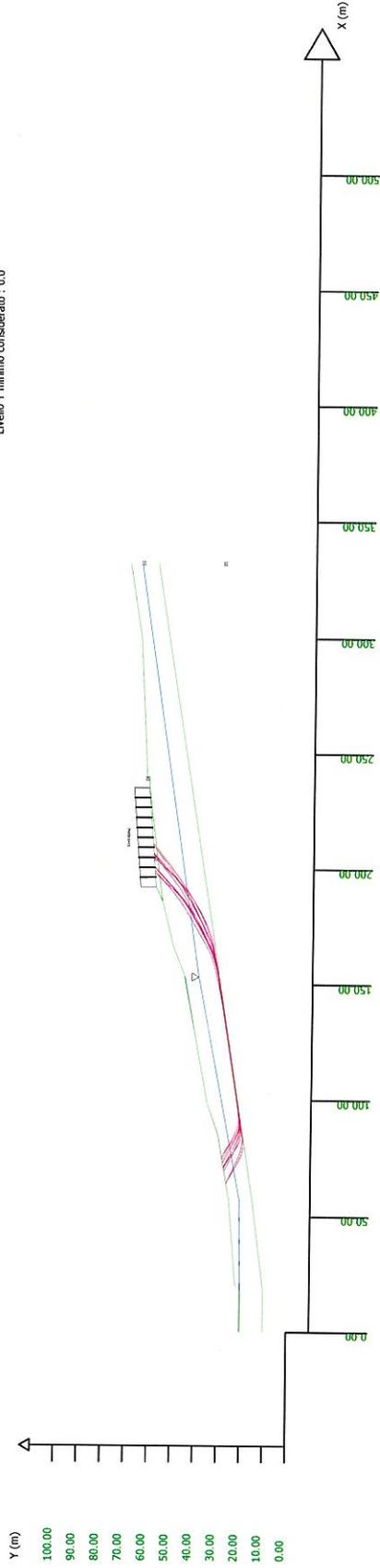
Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.1053  
 Range Fs : 1.1053 - 1.1099  
 Differenza % Range Fs : 0.42  
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0650

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici : N : 10000  
 Range X inizio generazione : 0.1  
 Range X fine generazione : 0.1 - 298.9  
 Range X termine generazione : 33.3 - 325.4  
 Livello Y minimo considerato : 0.0



# VERIFICA DI STABILITA' 1 - post-intervento

data: dicembre 2017

comm: Comune di Ventasso (RE)

dis:

# TAVOLA 7b



# Report elaborazioni #

SSAP 4.9.0 - Slope Stability Analysis Program (1991,2017)

Build No. 9990

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: 19 settembre 2017

Data: 15/12/2017

Localita': Giarola di Ligonchio - Comune di Ventasso (RE)

Descrizione: Verifica di stabilità 2 - post-intervento

PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO

PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m)							
SUP 1		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0.00	20.00	0.00	10.00	239.50	62.00	186.00	55.00
18.00	20.00	18.00	10.00	239.00	62.00	227.00	60.00
20.00	22.00	57.00	15.00	239.00	61.00	235.00	61.00
57.00	25.00	332.00	58.00	239.50	61.00	192.00	57.00
85.00	30.00	-	-	239.50	62.00	186.00	55.00
99.00	35.00	-	-	-	-	-	-
126.00	40.00	-	-	-	-	-	-
153.00	45.00	-	-	-	-	-	-
166.00	50.00	-	-	-	-	-	-
186.00	55.00	-	-	-	-	-	-
192.00	57.80	-	-	-	-	-	-
235.00	61.00	-	-	-	-	-	-
239.00	61.00	-	-	-	-	-	-
239.00	62.00	-	-	-	-	-	-
239.50	62.00	-	-	-	-	-	-
300.00	65.00	-	-	-	-	-	-
332.00	70.00	-	-	-	-	-	-

SUP FALDA

X	Y
0.00	20.00
18.00	20.00
20.00	20.00
57.00	20.50
153.00	39.00
332.00	65.00

GESTIONE ACQUIFERI

Strati esclusi da acquifero:  
STRATO 2  
Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA  
Peso unitario fluido (kN/m<sup>3</sup>): 9.81  
Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:  
Coefficiente A 0  
Coefficiente K 0.008800  
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

PARAMETRI GEOMECCANICI

STRATO	fi'	C'	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	19.01	12.80	0.00	19.50	20.00	1.413	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	23.04	24.00	0.00	21.50	22.00	2.294	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 3	0.00	0.00	1000.00	25.00	25.00	1000.000	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 4	18.33	12.00	0.00	18.00	18.50	1.333	0.00	0.00	0.00	0.00

Note: 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<sup>3</sup>)  
Gamm\_sat Peso di volume terreno immerso (in KN/m<sup>3</sup>)  
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 Strength Index ammasso (adimensionale)  
mi Indice litologico ammasso (adimensionale)  
D Fattore di disturbo ammasso (adimensionale)  
Fattore di riduzione NTC2008 gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)  
Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al. (2002,2007) - Classico

SOVRACCARICHI PRESENTI

SOVRACCARICO N.1  
carico in X1 (Kpa): 5.00  
carico in X2 (Kpa): 5.00  
posizione carico da X1 m.: 192.00  
a X2 m.: 235.00  
inclinazione carico (gradi): 90.00

INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICIE RANDOM

\*\*\* PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICIE  
METODO DI RICERCA: SNIFF RANDOM SEARCH - Borselli (1997)  
FILTRAGGIO SUPERFICIE : ATTIVATO  
COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00  
LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m): 13.3 (+/-) 50%  
INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 0.10 298.90  
LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 0.00  
INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 33.30 325.36

\*\*\* TOTALE SUPERFICIE GENERATE : 10000

INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)  
COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0650  
COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0325  
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

----- RESULTATO FINALE ELABORAZIONI -----  
 \* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GERANATE CON MINOR Pn \*

Fattore di sicurezza (FS) 1.1053 - Min. - X Y Lambda= 0.3410

79.17	27.49
79.70	24.03
82.76	22.38
84.66	21.49
86.14	20.56
87.49	20.62
88.09	20.48
90.47	20.48
92.11	20.63
94.23	20.95
96.19	21.25
98.01	21.52
99.78	21.79
101.50	22.06
103.22	22.32
104.93	22.59
106.65	22.86
108.36	23.13
110.08	23.41
111.80	23.68
113.52	23.95
115.23	24.22
116.96	24.50
118.67	24.77
120.39	25.04
122.10	25.31
123.82	25.58
125.53	25.85
127.26	26.13
128.97	26.40
130.69	26.67
132.41	26.94
134.13	27.22
135.83	27.49
137.55	27.76
139.27	28.03
140.99	28.30
142.71	28.57
144.44	28.85
146.17	29.12
147.91	29.40
149.64	29.68
151.37	29.96
153.10	30.26
154.84	30.56
156.58	30.81
158.31	31.27
159.87	31.45
161.67	32.05
163.88	32.51
165.28	32.97
166.92	33.48
168.49	34.03
170.15	34.48
171.72	35.26
173.35	35.34
175.03	37.00
176.89	38.02
178.70	39.00
180.46	39.96
182.20	40.92
183.92	41.85
185.62	42.80
187.39	43.75
189.14	44.72
190.95	45.70
192.64	46.66
194.31	47.66
195.95	48.69
197.64	49.77
199.48	51.03
201.58	52.52
204.58	54.72
210.53	59.18

Fattore di sicurezza (FS) 1.1065 - N.2 -- X Y Lambda= 0.3417

70.59	27.43
78.04	23.71
81.42	22.12
82.60	21.26
85.33	20.75
87.12	20.45
88.64	20.33
90.35	20.38
92.22	20.57
94.58	20.94
96.78	21.29
98.85	21.62
100.87	21.94
102.82	22.25
104.78	22.54
106.73	22.87
108.69	23.18
110.63	23.48
112.59	23.79
114.54	24.11
116.45	24.72
118.41	25.03
120.36	25.34
124.32	25.65
126.28	25.96
128.23	26.27
130.17	26.58
132.13	26.89
134.08	27.20
136.04	27.51
137.99	27.82
139.95	28.13
141.89	28.44
143.84	28.75
145.80	29.05
147.76	29.37
149.71	29.67
151.69	29.99
153.68	30.30
155.70	30.62
157.77	30.95
159.69	31.30
161.57	31.69
163.41	32.10
165.31	32.61
167.17	33.15
169.08	33.75
171.08	34.43
173.28	35.20
175.27	35.99
177.18	36.79
179.01	37.62
180.94	38.53
182.79	39.47
184.76	40.51
186.67	41.63
188.82	42.91
190.83	44.15
192.77	45.39
194.66	46.64
196.58	47.97
198.67	49.50
201.09	51.29
204.49	53.92
211.26	59.23

Fattore di sicurezza (FS) 1.1075 - N.3 -- X Y Lambda= 0.3287

71.31	27.54
77.67	23.91
80.59	22.34
82.47	21.01
81.95	20.39
85.49	20.66
84.79	20.52
88.26	20.80
89.88	20.62
91.95	20.90
93.85	21.15
95.64	21.39
97.38	21.63
98.06	21.86
100.75	22.10
102.45	22.34
104.12	22.59
105.81	22.83
107.50	23.08
109.19	23.33
110.88	23.59
112.57	23.84
114.26	24.09
115.94	24.35
117.63	24.60
119.31	24.86
121.01	25.12
122.69	25.38
124.39	25.64
126.07	25.90
127.77	26.16
129.46	26.42
131.15	26.69
132.83	26.95
134.52	27.19
136.21	27.44
137.90	27.72
139.58	27.99
141.28	28.26

142.98	28.54
144.70	28.82
146.44	29.10
148.12	29.40
149.77	29.71
151.41	30.05
153.08	30.41
154.73	30.79
156.42	31.21
158.16	31.66
160.02	32.17
161.71	32.49
163.35	33.21
164.92	33.79
166.57	34.44
168.14	35.11
169.74	35.86
171.42	36.67
173.22	37.60
174.88	38.52
176.70	39.43
178.43	40.10
180.10	41.17
181.81	42.06
183.53	42.95
185.29	43.86
187.09	44.80
188.76	45.71
190.36	46.67
191.93	47.66
193.58	48.76
195.35	50.05
197.19	51.61
199.13	53.97
205.27	58.86

Fattore di sicurezza (FS) 1.1079 - N.4 -- X Y Lambda= 0.3379

71.11	27.52
76.75	23.98
79.27	21.92
80.86	21.02
82.06	20.49
83.25	20.13
84.40	19.97
85.62	19.96
86.99	20.07
88.83	20.34
90.50	20.59
92.05	20.82
93.54	21.04
94.99	21.26
96.43	21.49
97.88	21.71
99.32	21.94
100.77	22.17
102.22	22.40
103.67	22.63
105.12	22.86
106.56	23.08
108.02	23.31
109.46	23.54
110.91	23.77
112.35	24.00
113.80	24.23
115.25	24.46
116.70	24.69
118.14	24.92
119.59	25.15
121.04	25.38
122.49	25.61
123.93	25.83
125.38	26.05
126.82	26.29
128.28	26.52
129.72	26.75
131.17	26.98
132.62	27.21
134.07	27.44
135.50	27.67
136.95	27.90
138.40	28.13
139.85	28.36
141.30	28.58
142.75	28.82
144.20	29.05
145.67	29.28
147.12	29.51
148.57	29.74
150.00	29.99
151.43	30.24
152.87	30.50
154.32	30.77
155.80	31.05
157.33	31.36
158.85	31.68
160.37	32.01
161.73	32.40
163.03	32.83
164.42	33.36
165.72	33.92
167.08	34.67
168.60	35.31
170.09	36.19
171.42	37.05
173.11	37.89
174.59	38.71
176.03	39.52
177.50	40.34
178.90	41.18
180.54	42.04
182.14	42.94
183.54	43.80
184.89	44.72
186.18	45.69
187.57	46.64
189.01	47.19
190.76	48.21
192.27	50.59
193.46	58.28

Fattore di sicurezza (FS) 1.1085 - N.5 -- X Y Lambda= 0.3412

75.29	28.26
81.56	24.59
84.61	23.02
86.25	22.15
87.69	21.63
89.17	21.28
90.49	21.12
91.86	21.08
93.42	21.18
95.46	21.42
97.11	21.65
99.04	21.87
100.72	22.09
102.36	22.12
103.98	22.85
105.60	23.60
107.24	24.05
108.89	23.31
110.55	23.57
112.19	23.83
113.84	24.09
115.48	24.35
117.12	24.61
118.77	24.87
120.41	25.13
122.04	25.39
123.49	25.65
125.23	25.91
126.97	26.17
128.61	26.43
130.24	26.69
131.90	26.95
133.54	27.21
135.17	27.47
136.81	27.73
138.45	27.99
140.10	28.25
141.74	28.51
143.39	28.77
145.01	29.03
146.69	29.30
148.34	29.56
149.98	29.82
151.61	30.10
153.23	30.38
154.86	30.67
156.51	30.97
158.16	31.28
159.91	31.62
161.71	31.97
163.53	32.34
164.88	32.74
166.38	33.22
167.97	33.77
169.46	34.36
171.02	35.03
172.63	35.78
174.41	36.67
176.13	37.54
177.82	38.39
179.49	39.22
181.12	40.05
182.79	40.88
184.48	41.73
186.22	42.61
188.03	43.51
189.82	44.39

191.14 45.22  
192.41 46.31  
194.22 47.47  
195.48 48.43  
197.03 50.65  
200.44 53.22  
205.56 58.88

Fattore di sicurezza (FS) 1.1017 - N.4 -- X Y Lambda= 0.3264

69.45 27.22  
75.43 29.59  
79.60 22.03  
81.44 21.19  
81.24 20.47  
84.94 10.35  
86.34 20.22  
87.96 20.24  
89.71 10.30  
91.94 20.71  
94.00 21.01  
95.93 21.29  
97.82 21.57  
99.64 21.94  
101.47 22.11  
103.30 22.39  
105.13 22.66  
106.96 22.94  
108.79 23.22  
110.62 23.51  
112.44 23.79  
114.29 24.07  
116.11 24.36  
117.94 24.63  
119.79 24.92  
121.62 25.19  
123.45 25.47  
125.27 25.76  
127.11 26.04  
128.93 26.31  
130.76 26.62  
132.59 26.92  
134.42 27.22  
136.25 27.52  
138.09 27.82  
139.92 28.12  
141.75 28.42  
143.57 28.74  
145.42 29.05  
147.27 29.37  
149.12 29.70  
151.00 30.04  
152.91 30.39  
154.84 30.78  
156.81 31.20  
158.80 31.48  
159.84 32.19  
161.75 32.76  
163.62 33.45  
165.47 34.15  
167.33 34.87  
169.22 35.61  
171.05 36.39  
172.84 37.25  
174.57 38.13  
176.37 39.11  
178.25 40.19  
180.11 41.42  
182.10 42.59  
183.97 43.79  
185.69 45.02  
187.40 46.37  
189.41 47.93  
191.62 49.81  
194.81 52.65  
201.23 58.49

Fattore di sicurezza (FS) 1.1090 - N.7 -- X Y Lambda= 0.3311

44.34 26.11  
70.92 22.48  
73.49 20.86  
75.77 19.98  
77.24 19.44  
78.78 19.13  
80.07 19.00  
81.54 19.02  
81.27 19.19  
85.27 19.52  
87.22 19.82  
89.04 20.11  
90.81 20.39  
92.51 20.64  
94.22 20.93  
95.93 21.21  
97.44 21.48  
99.34 21.74  
101.05 22.02  
102.76 22.29  
104.47 22.56  
106.17 22.83  
107.89 23.10  
109.60 23.37  
111.30 23.64  
113.00 23.91  
114.71 24.18  
116.42 24.45  
118.13 24.72  
119.83 24.99  
121.55 25.26  
123.26 25.53  
124.97 25.80  
126.66 26.07  
128.37 26.34  
130.08 26.61  
131.79 26.88  
133.50 27.15  
135.21 27.43  
136.92 27.70  
138.63 27.97  
140.33 28.24  
142.03 28.51  
143.74 28.78  
145.45 29.05  
147.16 29.32  
148.87 29.59  
150.58 29.87  
152.27 30.16  
154.05 30.46  
155.81 30.78  
157.62 31.16  
159.46 31.60  
161.28 32.15  
163.02 32.74  
164.93 33.44  
166.82 34.24  
168.73 35.23  
169.33 36.35  
171.07 37.04  
172.78 37.98  
174.47 38.99  
176.18 39.64  
177.90 40.81  
179.67 41.82  
181.52 43.89  
183.21 41.93  
184.86 45.00  
186.45 46.11  
188.13 47.34  
189.91 46.76  
191.97 50.48  
194.95 53.09  
200.95 58.47

Fattore di sicurezza (FS) 1.1091 - N.8 -- X Y Lambda= 0.3333

74.37 28.10  
80.42 24.20  
83.14 22.88  
84.86 21.65  
86.20 21.11  
87.64 20.76  
88.77 20.59  
90.11 20.67  
91.60 20.69  
93.56 20.96  
95.34 21.21  
97.05 21.44  
98.62 21.67  
100.18 21.90  
101.75 22.13  
103.31 22.36  
104.87 22.60  
106.43 22.84  
108.00 23.08  
109.57 23.32  
111.14 23.56  
112.70 23.80  
114.27 24.04  
115.84 24.28  
117.41 24.52  
118.97 24.76  
120.54 25.00  
122.10 25.26  
123.66 25.50  
125.23 25.76  
126.79 26.01  
128.34 26.27  
129.91 26.54  
131.48 26.81

133.05 27.08  
134.61 27.36  
136.17 27.64  
137.73 27.93  
139.29 28.22  
140.85 28.52  
142.42 28.82  
144.01 29.13  
145.57 29.45  
147.13 29.76  
148.69 30.09  
150.24 30.42  
151.82 30.76  
153.42 31.12  
155.07 31.49  
156.81 31.89  
158.34 32.29  
159.81 32.75  
161.32 33.25  
162.73 33.86  
164.14 34.50  
165.62 35.24  
167.16 36.07  
168.66 37.06  
170.13 38.02  
171.52 39.95  
172.72 39.87  
173.78 40.78  
174.86 41.70  
175.95 42.62  
177.05 43.64  
178.13 44.52  
179.27 45.46  
180.37 46.43  
181.47 47.44  
182.57 48.54  
183.67 49.81  
184.75 51.38  
185.82 53.65  
186.87 58.34

Fattore di sicurezza (FS) 1.1094 - N.9 -- X Y Lambda= 0.3304

64.13 26.27  
71.67 22.68  
75.10 23.14  
77.35 20.31  
79.29 19.62  
80.92 19.53  
82.49 19.43  
84.22 19.48  
86.12 19.47  
88.51 20.05  
90.74 20.40  
92.84 20.74  
94.99 21.06  
96.84 21.38  
98.45 21.69  
100.84 22.00  
102.83 22.32  
104.80 22.63  
106.79 22.95  
108.77 23.26  
110.76 23.58  
112.74 23.89  
114.73 24.20  
116.71 24.52  
118.70 24.83  
120.69 25.15  
122.66 25.46  
124.64 25.77  
126.63 26.09  
128.61 26.40  
130.60 26.72  
132.59 27.03  
134.57 27.35  
136.54 27.66  
138.52 27.97  
140.51 28.29  
142.51 28.60  
144.49 28.92  
146.50 29.24  
148.52 29.56  
150.59 29.88  
152.49 30.22  
154.63 30.87  
156.54 30.96  
159.40 31.40  
160.24 31.91  
162.21 32.45  
164.14 33.06  
166.13 33.24  
168.29 34.52  
170.24 35.29  
172.32 36.07  
174.26 36.86  
176.22 37.68  
178.18 38.63  
180.18 39.44  
182.26 40.40  
184.50 41.47  
186.47 42.80  
188.35 43.58  
190.15 44.71  
192.07 46.03  
194.09 47.58  
196.48 49.62  
199.91 52.54  
206.99 58.92

Fattore di sicurezza (FS) 1.1099 - N.10 -- X Y Lambda= 0.3322

76.42 28.29  
81.14 24.44  
83.70 22.80  
85.12 21.91  
86.57 21.37  
87.89 21.01  
89.28 20.85  
90.24 20.82  
91.64 20.91  
93.50 21.14  
95.19 21.38  
96.76 21.40  
98.28 21.81  
99.76 22.22  
101.21 22.14  
102.68 22.46  
104.15 22.69  
105.63 22.92  
107.11 23.16  
108.59 23.39  
110.07 23.63  
111.54 23.86  
113.02 24.10  
114.49 24.33  
115.97 24.56  
117.43 24.80  
118.91 25.03  
120.38 25.26  
121.86 25.50  
123.33 25.73  
124.81 25.94  
126.29 26.20  
127.76 26.43  
129.23 26.66  
130.70 26.90  
132.18 27.13  
133.66 27.36  
135.13 27.60  
136.61 27.83  
138.08 28.07  
139.56 28.30  
141.02 28.53  
142.50 28.76  
143.97 29.00  
145.45 29.23  
146.93 29.47  
148.40 29.70  
149.88 29.93  
151.35 30.17  
152.82 30.40  
154.29 30.63  
155.77 30.87  
157.25 31.10  
158.72 31.33  
160.21 31.57  
161.73 31.83  
163.28 32.06  
164.87 32.31  
166.31 32.58  
167.71 32.89  
169.06 33.25  
170.49 33.58  
171.85 34.14  
173.27 34.68  
174.74 35.20  
176.44 35.04  
177.96 36.76  
179.43 37.44  
180.84 38.23  
182.29 39.00  
183.71 39.82  
185.17 40.70  
186.70 41.66  
188.18 42.75  
189.86 43.79  
191.28 44.84  
192.44 45.94  
194.07 47.19



SSAP 4.9.0 (2017) - Slope Stability Analysis Program  
 SSAPDXF generator rel. 1.5.0 (2017)  
 Data: 15/12/2017  
 Località: Giraglia di Ligonchio  
 Descrizione: Verifica di stabilità 3 - stato attuale senza azione sismica e falda a -1 m p.c.  
 [C] = N, strato o lente

DATI 10 SUP. CON MINOR F<sub>s</sub>  
 F<sub>s</sub> minimo: 1,1120  
 Range F<sub>s</sub>: 1,1120 - 1,1276  
 Range F<sub>s</sub>: 1,1120 - 1,1276  
 % F<sub>s</sub> min: 1,0000  
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0,0000

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N: 10000  
 Lunghezza media segmenti (m): 13,3  
 Range X inizio generazione: 0,1 - 286,9  
 Range X fine generazione: 0,3 - 323,4  
 Livello Y minimo considerato: 0,0

Modello di calcolo: Morgenstern - Price (1965)

# Parametri Geotecnici degli strati #

N	phi' deg	C kPa	Cu kPa	Gamm KN/m3	GammSat KN/m3	sici MPa	GSI	mi	D
1	19,01	12,80	0	19,50	20,00	0	0	0	0
2	23,04	24,00	0	21,50	22,00	0	0	0	0
3	0	0	1000,00	25,00	25,00	0	0	0	0



**VERIFICA DI STABILITA' 3 - stato attuale**  
**Senza azione sismica e falda a -1 m p.c.**

data: dicembre 2017  
 comm: Comune di Ventasso (RE)  
 dis.:

**TAVOLA**  
**7c**

# Report elaborazioni #

SSAP 4.9.0 - Slope Stability Analysis Program (1991,2017)

Build No. 9990

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: 19 settembre 2017

Data: 15/12/2017

Localita': Giarola di Ligonchio - Comune di Ventasso (RE)

Descrizione: Verifica di stabilità 3 - stato attuale senza azione sismica e con falda a -1 m p.c.

PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO

PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m)

SUP 1		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0.00	20.00	0.00	10.00	239.50	62.00	-	-
18.00	20.00	18.00	10.00	239.00	62.00	-	-
20.00	22.00	57.00	15.00	239.00	61.00	-	-
57.00	25.00	332.00	58.00	239.50	61.00	-	-
85.00	30.00	-	-	239.50	62.00	-	-
99.00	35.00	-	-	-	-	-	-
126.00	40.00	-	-	-	-	-	-
153.00	45.00	-	-	-	-	-	-
166.00	50.00	-	-	-	-	-	-
186.00	55.00	-	-	-	-	-	-
227.00	60.00	-	-	-	-	-	-
235.00	61.00	-	-	-	-	-	-
239.00	61.00	-	-	-	-	-	-
239.00	62.00	-	-	-	-	-	-
239.50	62.00	-	-	-	-	-	-
300.00	65.00	-	-	-	-	-	-
332.00	70.00	-	-	-	-	-	-

SUP FALDA

X	Y (in m)
0.00	20.00
18.00	20.00
20.00	20.00
57.00	24.00
153.00	44.00
186.00	54.00
235.00	59.00
300.00	64.00
332.00	68.00

GESTIONE ACQUIFERI

Strati esclusi da acquifero:

STRATO 2

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

Peso unitario fluido (kN/m<sup>3</sup>): 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

PARAMETRI GEOMECCANICI

	fi^	C^	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	19.01	12.80	0.00	19.50	20.00	1.413	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	23.04	24.00	0.00	21.50	22.00	2.294	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 3	0.00	0.00	1000.00	25.00	25.00	1000.000	0.00	0.00	0.00	0.00

Note: 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<sup>3</sup>)  
 Gamm\_sat Peso di volume terreno immerso (in KN/m<sup>3</sup>)  
 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 Strength Index ammasso(adimensionale)  
 mi Indice litologico ammasso(adimensionale)  
 D Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)  
 Fattore di riduzione NIC2008 gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al. (2002,2007) - Classico

INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICIE RANDOM

PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICIE

METODO DI RICERCA: SNIFF RANDOM SEARCH - Borselli (1997)

FILTRAGGIO SUPERFICIE : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m): 13.3 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 0.10 298.90

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 0.00

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 33.30 325.36

TOTALE SUPERFICIE GENERATE : 10000

INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO

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

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 SUPERFICIE GENERATE CON MINOR Fc

Fattore di sicurezza (FS)	1.1320	Min.	X	Y	Lambda= 0.3479
			72.44	27.80	
			78.81	21.19	
			81.32	22.64	
			83.05	21.78	
			84.42	21.25	
			85.84	20.89	
			87.04	20.70	
			88.41	20.64	
			89.51	20.70	
			91.84	20.89	
			93.60	21.05	
			95.23	21.24	
			94.81	21.43	

92.35	21.63
99.88	21.83
101.42	22.05
102.97	22.29
104.55	22.54
106.13	22.79
107.65	23.04
109.26	23.28
110.82	23.52
112.38	23.76
113.94	24.02
115.50	24.27
117.04	24.52
118.60	24.76
120.16	25.01
121.72	25.24
123.28	25.50
124.84	25.75

126.40	26.00	92.25	20.63
127.94	26.35	94.15	20.93
129.51	26.49	96.05	21.24
131.06	26.74	97.94	21.53
132.63	26.93	99.84	21.84
134.14	27.24	101.74	22.14
135.73	27.48	103.65	22.44
137.31	27.74	105.54	22.74
138.91	28.00	107.45	23.04
140.55	28.26	109.35	23.34
142.23	28.53	111.25	23.64
143.76	28.83	113.14	23.94
145.24	29.14	115.04	24.24
146.64	29.54	116.94	24.54
148.11	30.00	118.85	24.85
149.50	30.48	120.74	25.15
151.00	31.04	122.65	25.45
152.41	31.67	124.55	25.76
154.29	32.42	126.45	26.05
155.92	33.14	128.34	26.35
157.52	33.85	130.24	26.65
159.10	34.55	132.14	26.95
160.55	35.24	134.04	27.25
162.22	35.93	135.94	27.56
163.79	36.62	137.85	27.86
165.20	37.31	139.76	28.16
166.88	37.99	141.67	28.46
168.44	38.69	143.57	28.77
170.00	39.38	145.47	29.07
171.56	40.07	147.36	29.37
173.11	40.76	149.24	29.71
174.70	41.46	151.13	30.04
176.10	42.17	153.04	30.39
177.94	42.89	154.95	30.74
179.44	43.65	156.91	31.11
181.18	44.38	158.93	31.48
182.63	45.17	160.82	31.89
184.04	45.99	162.86	32.33
185.54	46.96	164.66	32.80
187.14	48.09	166.32	33.33
188.95	49.51	168.13	33.89
191.70	51.72	169.99	34.51
192.25	56.37	171.92	35.20
		174.01	35.99
		176.35	36.76
		177.82	37.54
		179.45	38.35
		181.16	39.22
		183.14	40.11
		185.21	41.07
		187.14	42.10
		189.20	43.25
		191.13	44.26
		193.01	45.48
		194.85	46.62
		196.72	47.93
		198.77	49.21
		201.10	50.84
		204.41	53.23
		210.98	58.05

Fattore di sicurezza (FS) 1.1142 - N.2 -- X Y Lambda= 0.2364

88.55	27.06
76.29	23.53
79.84	22.02
82.14	21.20
81.98	20.71
85.88	20.43
87.51	20.32
89.32	20.37
91.29	20.57
91.76	20.94
94.04	21.29
98.10	21.63
100.29	21.97
102.12	22.30
104.36	22.64
106.40	22.98
108.45	23.34
110.49	23.70
112.55	24.06
114.60	24.41
116.66	24.77
118.70	25.13
120.76	25.49
122.80	25.85
124.85	26.21
126.89	26.56
128.94	26.92
130.98	27.28
133.04	27.64
135.08	28.00
137.15	28.36
139.22	28.72
141.32	29.09
143.43	29.45
145.46	29.84
147.46	30.26
149.43	30.70
151.45	31.18
153.43	31.69
155.45	32.24
157.51	32.84
159.70	33.51
161.78	34.17
163.81	34.84
165.81	35.55
167.83	36.27
169.84	37.03
171.91	37.84
174.07	38.72
176.40	39.70
178.43	40.65
180.16	41.65
182.20	42.72
184.17	43.98
186.24	45.47
188.67	47.37
192.23	50.56
199.87	66.44

Fattore di sicurezza (FS) 1.1189 - N.3 -- X Y Lambda= 0.2341

76.66	28.51
83.76	24.80
86.98	23.22
89.05	22.37
90.68	21.86
92.38	21.54
93.83	21.42
95.44	21.45
97.22	21.63
99.49	21.98
102.69	22.30
103.55	22.61
105.46	23.00
107.32	23.19
109.18	23.49
111.08	23.78
113.00	24.07
114.74	24.36
116.61	24.66
118.46	24.95
120.33	25.25
122.18	25.64
124.05	26.04
125.91	26.13
127.77	26.43
129.61	26.72
131.47	27.01
133.33	27.31
135.19	27.60
137.05	27.90
138.93	28.20
140.82	28.49
142.74	28.80
144.70	29.11
146.63	29.44
148.33	29.80
150.08	30.20
151.80	30.64
153.46	31.15
155.47	31.70
157.14	32.31
159.35	33.02
161.28	33.70
163.12	34.40
164.94	35.11
166.77	35.85
168.58	36.60
170.40	37.39
172.25	38.21
174.15	39.09
176.04	39.96
177.92	40.82
179.79	41.68
181.65	42.53
183.53	43.39
185.40	44.26
187.30	45.13
189.22	46.01
191.06	46.89
192.88	47.79
194.67	48.71
196.50	49.69
198.52	50.82
200.79	52.14
204.04	54.08
210.45	57.98

Fattore di sicurezza (FS) 1.1207 - N.4 -- X Y Lambda= 0.2459

69.00	25.36
66.24	21.74
69.63	20.21
71.44	19.37
73.14	18.88
75.08	19.58
76.56	18.47
78.22	16.51
80.04	16.70
82.34	19.06
84.47	19.40
86.48	19.72
88.45	20.03
90.35	20.33

Fattore di sicurezza (FS) 1.1209 - N.5 -- X Y Lambda= 0.2392

68.93	27.13
76.60	23.09
80.16	22.62
82.51	23.87
84.43	23.40
86.35	23.32
88.06	20.99
89.92	20.99
91.92	23.17
94.37	23.39
96.82	23.46
98.76	23.93
100.82	22.21
102.86	22.60
104.88	22.80
106.93	23.12
108.97	23.46
111.05	23.82
113.13	24.18
115.20	24.54
117.26	24.89
119.32	25.25
121.39	25.61
123.44	25.96
125.50	26.32
127.55	26.68
129.61	27.03
131.66	27.39
133.73	27.75
135.78	28.11
137.85	28.47
139.93	28.83
142.03	29.19
144.14	29.56
146.18	29.94
148.20	30.34
150.19	30.76
152.22	31.22
154.24	31.70
156.20	32.22
158.43	32.78
160.70	33.43
162.76	34.03
164.74	34.70
166.66	35.41
168.66	36.22
170.59	37.07
172.59	38.02
174.48	39.08
177.00	40.32
179.11	41.50
181.14	42.70
183.11	43.82
185.13	45.24
187.32	46.75
189.62	48.56
192.41	51.27
200.59	64.78

Fattore di sicurezza (FS) 1.1214 - N.6 -- X Y Lambda= 0.2414

70.88	27.50
79.31	24.32
83.18	22.76
85.69	21.97
87.75	21.50
89.84	21.23
91.66	21.10
93.67	21.19
95.81	21.37
98.44	21.73
100.89	22.07
103.22	22.40
105.50	22.73
107.72	23.05
109.94	23.38
112.16	23.71
114.39	24.05
116.62	24.39
118.86	24.74
121.08	25.09
123.31	25.47
125.53	25.78
127.76	26.14
129.99	26.50
132.22	26.86
134.44	27.23
136.68	27.59
139.90	27.94
141.33	28.34
143.35	28.71
145.59	29.09
147.84	29.49
150.13	29.88
152.46	30.28
154.64	30.74
156.83	31.17
158.96	31.64
161.15	32.21
163.10	32.78
165.51	33.43
167.80	34.14
170.29	34.89
172.64	35.75
174.70	36.59
176.78	37.46
178.95	38.45
181.02	39.47
183.15	40.60
185.35	41.82
187.72	43.21
190.04	44.88
192.32	45.91
194.57	47.24
196.80	48.84
199.31	50.02
202.10	51.66
205.00	53.85
212.50	58.35

Fattore di sicurezza (FS) 1.1240 - N.7 -- X Y Lambda= 0.2365

77.74	28.78
84.45	25.15
80.45	23.63
85.07	22.81
85.18	22.33



