



# **CITTA' DI LUCCA**

Settore Dipartimentale 5 – Lavori Pubblici, Urbanistica e Traffico

## Lavori pubblici partecipati area Nord Realizzazione di un'area a parcheggio in prossimità dell'abitato di Aquilea

### **RELAZIONE GEOLOGICA E CONTESTUALE VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO**

*PROGETTO DEFINITIVO*

<p><b>GRUPPO DI PROGETTAZIONE</b></p> <p>Ing. Francesca GUIDOTTI Geom. Antonino LINO Geom. Paolo PAOLI</p>	<p><b>IL R.U.P.</b></p> <p>Ing. Francesca GUIDOTTI</p>
<p><b>COLLABORATORI</b></p>	<p><b>Il Dirigente</b></p> <p>Ing. Antonella GIANNINI</p>

*Dott. Geol. Alessandro PAOLI*

## **SOMMARIO**

<b>1PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2INQUADRAMENTO DELL'AREA.....</b>	<b>4</b>
<b>3VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO VIGENTE (AI SENSI DPGR 5R/2020 E DELLA DELIBERA DI GRT N. 31/2020).....</b>	<b>6</b>
<b>3.1CARTA GEOLOGICA, GEOTECNICA E DEI DATI DI BASE.....</b>	<b>6</b>
<b>3.2CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA.....</b>	<b>6</b>
<b>3.3CARTA DELLA PERICOLOSITÀ E DELLA MAGNITUDO IDRAULICA.....</b>	<b>6</b>
<b>3.4CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA.....</b>	<b>7</b>
<b>3.5CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ PER GLI ASPETTI GEOLOGICI.....</b>	<b>7</b>
<b>3.6CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ PER GLI ASPETTI IDRAULICI.....</b>	<b>7</b>
<b>3.7CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ PER GLI ASPETTI SISMICI.....</b>	<b>7</b>
<b>4INDAGINI GEOGNOSTICHE PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL SITO E MODELLO GEOTECNICO.....</b>	<b>8</b>
<b>4.1PROVE PENETROMETRICHE.....</b>	<b>9</b>
4.1.1PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPER-PESANTE (DPSH).....	9
4.1.2INDAGINE MASW.....	10
<b>5LOCALIZZAZIONE SISMICA E CALCOLO AZIONE SISMICA.....</b>	<b>10</b>
<b>6MODELLO GEOLOGICO - GEOTECNICO.....</b>	<b>11</b>
<b>7VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE.....</b>	<b>12</b>
<b>7.1STATO ATTUALE.....</b>	<b>13</b>
<b>7.2STATO ESECUTIVO.....</b>	<b>13</b>
<b>7.3STATO DI PROGETTO.....</b>	<b>13</b>
<b>8CONCLUSIONI.....</b>	<b>14</b>

## **FIGURE**

FIG 1 – Sezione stratigrafico-geotecnica

## **TAVOLA**

TAV G01 – Carta Geologica, Geotecnica e dei Dati di Base

TAV G02 – Carta della Pericolosità Geologica

TAV G03 – Carta della Pericolosità sismica

## **ALLEGATI**

All.1 – Indagini geognostiche e sismiche

All.2 – Tabulati di calcolo dei parametri e coefficienti sismici (azione sismica)

All.3 – Verifiche di stabilità

## **1 PREMESSA**

---

La presente relazione geologica è redatta a supporto del progetto per la realizzazione di un'area a parcheggio da realizzazione lungo la via comunale di Aquilea, in loc. Aquilea nel Comune di Lucca (Figura 1). Contestualmente, la presente, ha come obiettivo anche quello di supportare la variante al vigente Regolamento Urbanistico ai sensi del DPGR 5R/2020 e della Delibera di GRT n. 31/2020.

Oltre alla ricostruzione dell'andamento stratigrafico e geotecnico dell'area, di seguito vengono quindi descritte le cartografie relative al Quadro Conoscitivo dell'area, prodotte sulla base dei dati e delle conoscenze esistenti e certificate, ricavate dal Piano Strutturale definitivamente approvato con Delibera del Consiglio Comunale di Lucca n. 39 del 24 aprile 2017, dai sopralluoghi eseguiti in situ e dalle indagini specificatamente realizzate nell'area in oggetto. Vengono inoltre determinate, sempre ai sensi della predetta normativa regionale, le nuove fattibilità all'intervento.

A sostegno della richiesta di Variante al Regolamento Urbanistico comunale in oggetto, oltre alla presente relazione, sono state prodotte le seguenti cartografie, descritte nei capitoli successivi:

- Carta Geologica, Geotecnica e dei Dati di Base (TAV G01)
- Carta della Pericolosità Geologica (TAV G02)
- Carta della Pericolosità sismica (TAV G03)

## 2 INQUADRAMETNO DELL'AREA

L'area in oggetto è ubicata all'ingresso dell'abitato di Aquilea sul lato di monte dell'omonima strada comunale "Via Aquilea" ad una quota compresa tra 168 e 164 m slm.

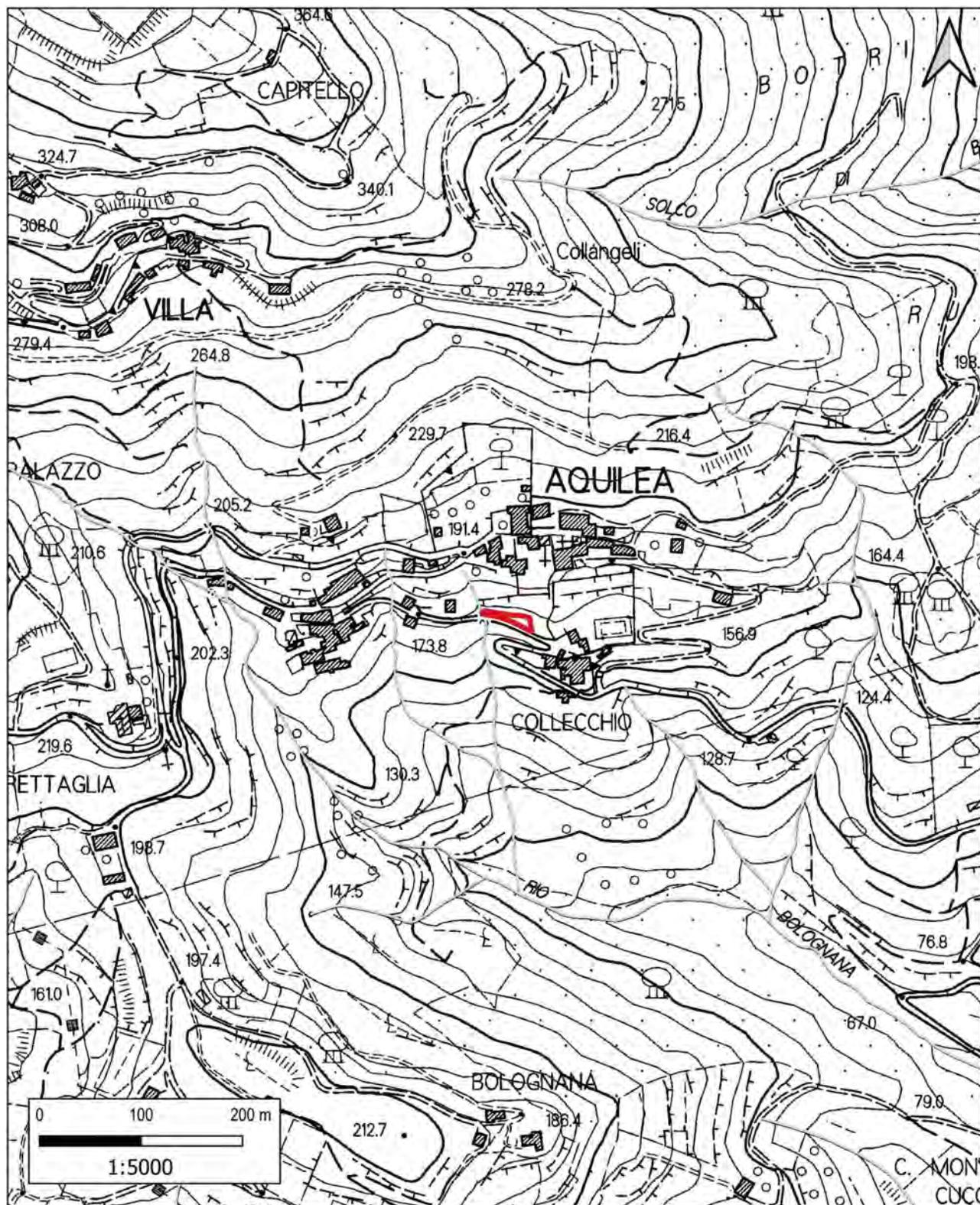


Figura 1 Corografia (1:5.000). In rosso l'area oggetto di intervento e variante.



### **3 VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO VIGENTE (ai sensi DPGR 5r/2020 e della Delibera di GRT n. 31/2020)**

---

#### **3.1 Carta geologica, geotecnica e dei dati di base**

L'area in oggetto è caratterizzata, al di sotto di una sottile coltre superficiale, dall'affioramento del *Flysch ad Elmintoidi* (OTO) appartenente al Dominio Ligure Esterno, costituito da torbiditi calcareo-marnose grigio scure in strati da medi a molto spessi (talvolta a base calcarenitica), a cui si intercalano marne siltose, argilliti e argilliti calcaree, arenarie fini e siltiti (Campaniano inf. – Maastrichtiano inf.).

Tali terreni, dal punto di vista litologico e geotecnico sono associabili, ai sensi di quanto indicato nelle specifiche regionali per l'elaborazione di indagini e studi di microzonazione sismica [...] di cui alla Del. GRT n. 1162/2018, alla seguente classe geotecnica:

**LPS**    Lapideo stratificato

Su tale cartografia sono state riportate anche le indagini specificatamente realizzate nell'area e costituite da:

- n° 2 Prova penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH);
- n° 1 Analisi Multicanale delle Onde Superficiali (MASW);

Le informazioni descritte sono riassunte nella TAV G01 – Carta geologica-geotecnica e dei dati di base.

#### **3.2 Carta della pericolosità geologica**

Considerando la presenza subaffiorante della roccia litoide e l'assenza di forme geomorfologiche rilevate direttamente sul posto, ai sensi del paragrafo C.1 delle Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche, ai terreni affioranti nell'area può essere attribuita la seguente classe di pericolosità geologica:

**Pericolosità geologica media (G.2):** aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici inattivi; aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulti una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori a 15 gradi.

Le informazioni descritte sono riassunte nella TAV G02 – Carta della Pericolosità geologica

#### **3.3 Carta della pericolosità e della magnitudo idraulica**

Considerando che l'area si trova in posizione collinare, ed in accordo con i dati reperibili nella pianificazione di bacino (Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale – Fiume Serchio) al lotto in oggetto non è stata attribuita alcuna classe di pericolosità idraulica (area esterna alle definizioni di P1, P2 e P3 della Delibera di GRT n. 31/2020) e pertanto non è stata realizzata alcuna cartografia specifica.

### 3.4 Carta della pericolosità sismica

Considerando il quadro geologico e geotecnico dell'area e i dati ricavabili dalle indagini sismiche realizzate, ai sensi delle definizioni riportate nel ai sensi del paragrafo C.3 delle Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche, il lotto in oggetto è stato inserito in:

**Pericolosità sismica locale media (S.2)** zone stabili suscettibili di amplificazioni locali connessi con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore a 1hz.

Le informazioni descritte sono riassunte nella TAV G03 – Carta della Pericolosità Sismica.

### 3.5 Criteri generali di fattibilità per gli aspetti geologici

Ai sensi del paragrafo 3.2 (*Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti geologici*) delle Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche, per le pericolosità geologiche attribuite all'area, sono individuate le seguenti prescrizioni:

Pericolosità	Condizioni di attuazione	Approfondimenti geologici
G.2	Specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio, al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area	Sono richieste indagini geologiche e geotecniche da condursi ai sensi della normativa tecnica vigente (regolamento 36R/2009 e s.s.m.m.i.i.) sia nel caso di intervento diretto che di Piano Attuativo e di Piano Complesso di intervento, al fine di ricostruire il modello geotecnico del terreno, necessario alle verifiche richieste ai sensi del D.M.11.03.1988 e delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M.17.01.2018 e s.s.m.m.i.i.).

### 3.6 Criteri generali di fattibilità per gli aspetti idraulici

Ai sensi del paragrafo 3.3 (*Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti idraulici*) delle Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche, l'attribuzione della fattibilità degli interventi è data ai sensi della L.R. 41/2018. Considerando che nell'area non è stata individuata alcuna pericolosità idraulica, tutti gli interventi previsti risultano fattibili dal punto di vista idraulico.

### 3.7 Criteri generali di fattibilità per gli aspetti sismici

Ai sensi del paragrafo 3.6 (*Criteri generali di fattibilità in relazione al rischio di alluvioni*) delle Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche, per la pericolosità sismica attribuita all'area, sono individuate le seguenti prescrizioni:

<b>Pericolosità</b>	<b>Condizioni di attuazione</b>	<b>Approfondimenti geologici</b>
<b>S.2</b>	Devono essere definiti gli spessori, le geometrie e le velocità sismiche dei litotipi sepolti per valutare l'entità del (o dei) contrasti di rigidità sismica tra coperture e bedrock sismico o entro le coperture stesse.	Deve essere effettuata una specifica campagna di indagini geofisiche (quali, ad esempio, profili sismici a riflessione o rifrazione, prove sismiche in foro e, ove risultino significative, profili MASW) in accordo con il DPGR 36R/2009, opportunamente tarate attraverso indagini dirette (prove penetrometriche o sondaggi da scegliere in base all'importanza dell'intervento da realizzare).

#### **4 INDAGINI GEOGNOSTICHE PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL SITO E MODELLO GEOTECNICO**

---

Considerando che nell'area è prevista la realizzazione di un parcheggio, per rispettare le prescrizioni di fattibilità e contemporaneamente caratterizzare i terreni oggetto d'intervento da un punto di vista stratigrafico, geotecnico e sismico è stata eseguita una specifica campagna geognostica composta da:

- n° 2 Prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH);
- n° 1 Analisi Multicanale delle Onde Superficiali (MASW - Onde di Love);

Tutte le indagini geognostiche sono state realizzate dalla Ditta Bierregi s.r.l. di Lucca in possesso dell'attestazione SOA categoria OS 20-B - Indagini geognostiche, ed operante in regime di qualità UNI ISO 9001-2008.

L'ubicazione delle indagini è riportata nella figura seguente.

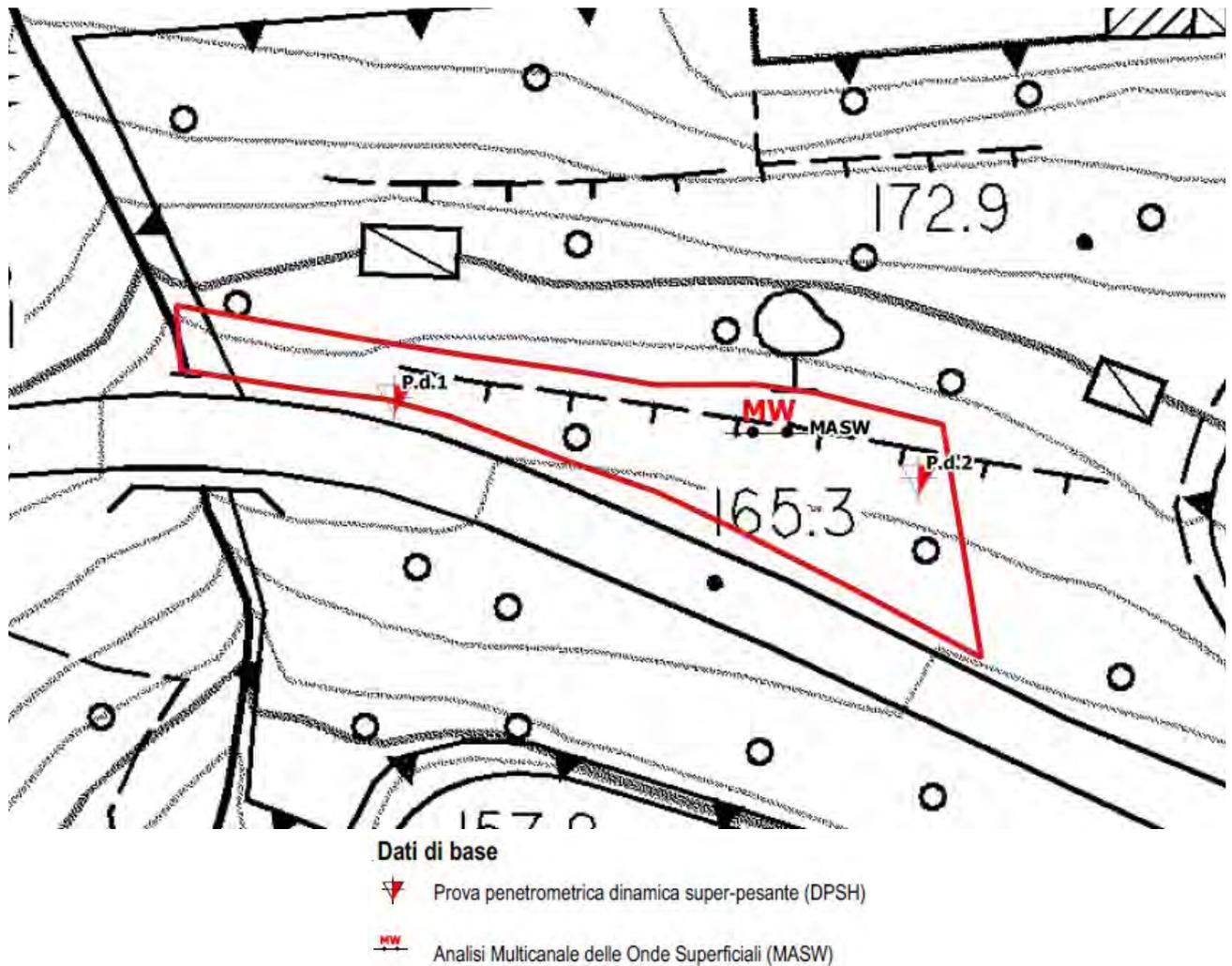


Figura 3 – Ubicazione dati di base nel lotto in oggetto

## 4.1 Prove penetrometriche

### 4.1.1 Prova penetrometrica dinamica super-pesante (DPSH)

La prova penetrometrica di tipo dinamico super pesante (DPSH) consiste nell'infiggere a percussione una punta troncoconica standardizzata nel terreno, valutando ogni 20 cm il numero dei colpi (N20) necessari all'avanzamento; successivamente, in base al numero di colpi N20 equiparati al valore standardizzato  $N_{SPT}$  (mediante un coefficiente correttivo che nel caso specifico risulta pari a  $\beta t=1.521$ ), viene calcolato il valore dei principali parametri geomeccanici ( $\varphi$ =angolo di attrito;  $E$ =modulo edometrico;  $\gamma$ =peso in volume del terreno).

I risultati delle due prove dinamica sono riportati di seguito:

**Prova penetrometrica Pd1**

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**

DIN PD.1

n°	H1	H2	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA					Q	Litologia			
			Nspt	Vs	G	Dr	ø'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ed			Ysat	W	e
1	0,00	0,80	3	69	30	11	27	214	1,86	1,38	0,19	18	1,78	44,2	1,194	0,75	
2	0,80	1,60	15	113	98	42	31	307	1,96	1,54	0,94	90	1,96	28,6	0,773	3,46	
3	1,60	2,40	43	150	213	78	39	523	2,11	1,79	2,69	258	2,30	11,5	0,309	9,16	

**Prova penetrometrica Pd2**

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**

DIN PD.2

n°	H1	H2	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA					Q	Litologia			
			Nspt	Vs	G	Dr	ø'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ed			Ysat	W	e
1	0,00	0,80	3	69	30	11	27	214	1,86	1,38	0,19	18	1,78	44,2	1,194	0,75	
2	0,80	1,60	15	113	98	42	31	307	1,96	1,54	0,94	90	1,96	28,6	0,773	3,46	
3	1,60	2,40	41	149	206	76	38	507	2,10	1,77	2,56	246	2,27	12,4	0,334	8,82	
4	2,40	2,60	76	173	325	94	44	777	2,21	1,94	4,75	456	2,70	---	0,001	16,09	

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa    ø' (°) = angolo di attrito efficace    E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato    W% = contenuto d'acqua  
 e (-) = indice dei vuoti    Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata    Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno  
 Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio    G (kg/cm<sup>2</sup>) = Modulo di taglio dinamico    Q (kg/cm<sup>2</sup>) = [Rpd/Chi] [15>=Chi>=20] capacità portante Sanglerat 1972

**4.1.2 Indagine MASW**

Al fine di fornire una precisa definizione della categoria di suolo di fondazione è stata eseguita, nell'area in oggetto, una prospezione sismica con metodologia MASW. Questo tipo di indagine consente di caratterizzare le proprietà elastiche dei materiali ottenendo quindi la classificazione del terreno di fondazione in base alle nuove norme antisismiche (NTC 2018).

Il bedrock sismico ( $V_s > 800$  m/s) non è stato individuato fino alla profondità di 30 m da p.c. e pertanto la  $V_s$  equivalente corrisponde alla  $V_{s30}$ , che è risultata pari a **567 m/s**. Ai sensi del D.M. 17.01.2018 i terreni oggetto di intervento ricadono quindi in **Categoria di Suolo B**: “*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m*”.

Per le caratteristiche tecniche dettagliate della strumentazione utilizzata e per la visione dei diagrammi e dei tabulati delle indagini eseguite, si rimanda al relativo allegato (All.1).

**5 LOCALIZZAZIONE SISMICA E CALCOLO AZIONE SISMICA**

L'aggiornamento della classificazione sismica della Toscana, approvato con Deliberazione GRT n. 421 del 26/05/2014 e pubblicata sul BURT Parte Seconda n. 22 del 04.06.2014, inserisce il territorio comunale di Lucca, in “Zona 3”.

Per il calcolo dell'azione sismica ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M.17.01.2018) è necessario attribuire, oltre alla categoria di suolo, che nel nostro caso è risultata essere la **B**, anche la categoria topografica; per condizioni topografiche complesse è necessario

predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale; per configurazioni superficiali semplici si può adottare la classificazione secondo la Tab. 3.2.IV delle NTC, che, nel caso del sito in esame (versante con inclinazione di circa 16°) prevede l'attribuzione ad una "categoria topografica T2", avente fattore St 1.2.

E' necessario inoltre stabilire la "classe d'uso" dell'infrastruttura di progetto ai sensi delle NTC (e di conseguenza del coefficiente d'uso Cu, da Tab. 2.4.II NTC), e la "vita nominale" (Tab. 2.4.I NTC). Per la struttura in progetto è possibile attribuire, cautelativamente, una "classe d'uso" II (Coefficiente d'uso Cu=1) e una vita nominale Vn≥50 anni.

Inserendo questi parametri nel software "Geostru PS – parametri sismici" ([http://www.geostru.com/geoapp/Parametri\\_Sismici.aspx](http://www.geostru.com/geoapp/Parametri_Sismici.aspx)), è stato possibile calcolare l'azione sismica di progetto, ricavando i coefficienti sismici per i vari Stati Limite, dei quali sono da prendere in considerazione quelli dello Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV):

Amax (accelerazione massima):	2,045 m/s <sup>2</sup> ;
Kh (coefficiente sismico orizzontale):	0,050;
Kv (coefficiente sismico verticale):	0,025.

Per i dettagli si veda il relativo allegato (All.2).

## **6 MODELLO GEOLOGICO - GEOTECNICO**

Le indagini hanno messo in evidenza la presenza, al di sotto del terreno vegetale di circa un metro (U.Lit.0), di un orizzonte costituito da trovanti in matrice limoso sabbiosa e argillosa (U.Lit.A) fino alla profondità di ca. 1.5 m, oltre il quale si individua il cappello alterato e fratturato del substrato (U.Lit.B), fino alla profondità di ca. 4.0 m, seguito dal substrato vero e proprio che tuttavia non raggiunge gli 800 m/s e quindi risulta, plausibilmente, ancora parzialmente fratturato (U.Lit. C).

Nella tabella seguente vengono riportate le unità litologiche riconosciute sulla base della totalità delle indagini svolte e di riferimento, con i rispettivi parametri geotecnici attribuiti secondo una stima ragionata e cautelativa in accordo a quanto richiesto dal D.M. 17.01.2018.

Unità litologiche	Profondità Descrizione	Parametri			
		$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	Cu (kg/cm <sup>2</sup> )	c <sup>**</sup> (kg/cm <sup>2</sup> )
U.Lit.0 0.0-0.8 m	Terreno di riporto e/o vegetale	1.85	27	0.15	0.015
U.Lit.A 0.8-1.5 m	Trovanti litoidi in matrice limoso sabbiosa argillosa	1.90	30	0.5	0.05
U.Lit.B 1.5-4.0 m	Substrato molto alterato e fratturato	2.10	35	1.0	0.10
U.Lit. C** Oltre 4.0 m	Substrato fratturato (Flysh ad Elmintoidi)	>2.10	>35	>1.0	>0.10

$\gamma$  è il peso di volume del terreno (tonn/m<sup>3</sup>),

$\phi$  è l'angolo di attrito interno (°);

$C_u$  è la coesione non drenata (Kg/cm<sup>2</sup>),

$M_o$  è il Modulo di compressibilità (Kg/cm<sup>2</sup>).

\*non avendo dati diretti la coesione drenata è stata considerata pari ad 1/10 di della  $C_u$  individuata con la prova penetrometrica:

\*\*non ci sono dati diretti sull'U.Lit. C e quindi i parametri geotecnici sono stati indicati genericamente maggiori di quelli dell'U.Lit. B.

Nella figura seguente si riporta un estratto della sezione stratigrafico-geotecnica di Figura 1 in cui è stato schematizzato l'andamento del sottosuolo nell'area di intervento.

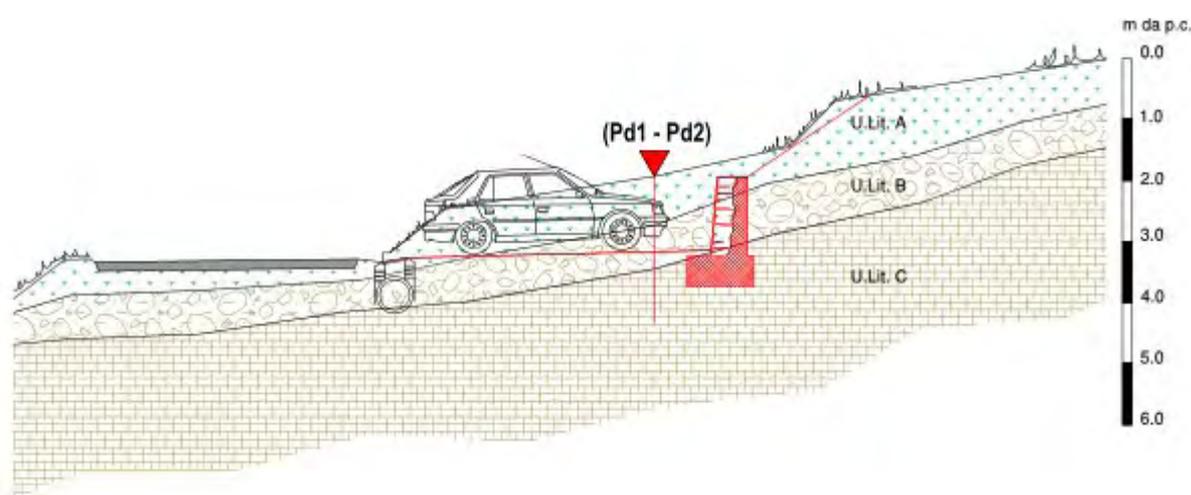


Figura 4 – Sezione schematica dell'andamento stratigrafico dell'area (riportata per esteso nella Figura 1 allegata alla relazione)

## 7 VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE

Considerando che l'area è inserita nel Vincolo Idrogeologico e che l'intervento prevede, seppur in maniera minimale, opere sul versante, sono state eseguite verifiche di stabilità globali dell'area per dimostrare che l'intervento, così come progettato, non va ad incidere in alcun modo sulle condizioni di sostanziale stabilità dell'area.

Le verifiche sono state portate a termine con il metodo dell'equilibrio limite utilizzando il modello di calcolo di Janbu Rigoroso (1973). In questo metodo la sezione del pendio, delimitata dalla potenziale superficie di scivolamento (che può assumere qualsiasi forma), è suddivisa in una serie di conci verticali; il peso di ogni concio è applicato al suo baricentro e questo genera, in corrispondenza della superficie di scivolamento, una componente normale e una tangenziale che tendono a destabilizzare il pendio. Tali forze dovranno quindi essere bilanciate dalla resistenza al taglio del terreno. Il calcolo è stato realizzato utilizzando il Software **SSAP2010 – Slope Stability Analysis Program release 5.0.2**.

La metodologia, teorizzata partendo da una parametrizzazione geomeccanica dei terreni costituenti l'area in esame, porta all'individuazione di varie superfici di scorrimento, tra cui la superficie di scorrimento critica e il relativo fattore di sicurezza  $F_s$  (ai sensi delle NTC 2018  $F_s > 1.1$ ); per quanto

concerne maggiori informazioni riguardanti la metodologia di calcolo, le relative tabelle e le sezioni schematiche prodotte, si rimanda all'All.3.

In condizioni statiche i parametri sono stati ridotti secondo i coefficienti M2 riportati in Tabella 6.2.II delle NTC mentre, in condizioni sismiche, gli M2 sono stati considerati unitari (§ 7.11.1 delle NTC18). Pertanto riassumendo le verifiche hanno riguardato lo stato attuale, esecutivo e quello finale di progetto.

**Tab. 6.2.II** – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

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

### 7.1 Stato attuale

Nello stato attuale la verifiche eseguite hanno fatto riferimento al pendio naturale nelle condizioni topografiche attuali, per condizioni drenate del terreno (lungo termine), considerando la presenza della falda acquifera ed in presenza di azioni sismiche. Il software ha analizzato tutte le potenziali superfici di scivolamento e tra queste è stata evidenziata quella che presenta il fattore di sicurezza minimo pari a  $F_s=1,3813$ , che quindi soddisfa i requisiti imposti dalla normativa vigente (NTC 2018).

### 7.2 Stato esecutivo

La verifica è stata eseguita considerando il profilo topografico durante la fase di realizzazione dei lavori (sbancamento), per condizioni non drenate del terreno (breve termine), assenza di azione sismica e terreni asciutti.

Tra tutte le superfici calcolate è stata evidenziata la superficie con fattore di sicurezza minimo risultato pari a 3,9787, che quindi soddisfa i requisiti imposti dalla normativa vigente (NTC18).

### 7.3 Stato di progetto

La verifica è stata eseguita per condizioni drenate del terreno (lungo termine) considerando il profilo topografico finale di progetto, in presenza dell'azione sismica, per terreni superficiali parzialmente saturi, nonché considerando la presenza del muretto di contenimento previsto, senza considerare il carico indotto dalle autovetture in sosta.

Relativamente al muretto previsto dal progetto si evidenzia che questo risulta avere le seguenti caratteristiche geometriche:

	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (Kg/m <sup>3</sup> )
Muro	0.65	0.1	1.3	0.48	0.6	2500

Tra tutte le superfici calcolate l'analisi ha evidenziato la superficie con fattore di sicurezza minimo risultato pari a 1,2370. Allo stato di progetto quindi sono soddisfatti i requisiti imposti dalla normativa (NTC18) e pertanto è possibile dire che l'intervento non modificherà le attuali condizioni di stabilità dell'area.

## **8 CONCLUSIONI**

Sulla base delle indagini svolte e dei dati raccolti si ritiene l'intervento fattibile dal punto di vista geologico, idraulico e sismico, ai sensi degli Strumenti Urbanistici vigenti (P.S e R.U.), del P.A.I. Autorità di Bacino del Fiume Serchio e del PGRA dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

Le indagini svolte (penetrometrie e sismica) hanno permesso di ricostruire l'andamento stratigrafico e geotecnico dell'area in esame (modello geologico e geotecnico del sottosuolo), al fine fornire al progettista gli elementi necessari alla progettazione dell'opera, nonché queste sono state di supporto alla variante al vigente Regolamento Urbanistico ai sensi del del DPGR 5R/2020 e della Delibera di GRT n. 31/2020.

Le verifiche sulla stabilità eseguite per lo stato attuale, stato esecutivo (scavo di sbancamento aperto) e per quello finale di progetto, non hanno evidenziato criticità e pertanto è possibile dichiarare che l'intervento in progetto non modificherà le attuali condizioni di stabilità dell'area.

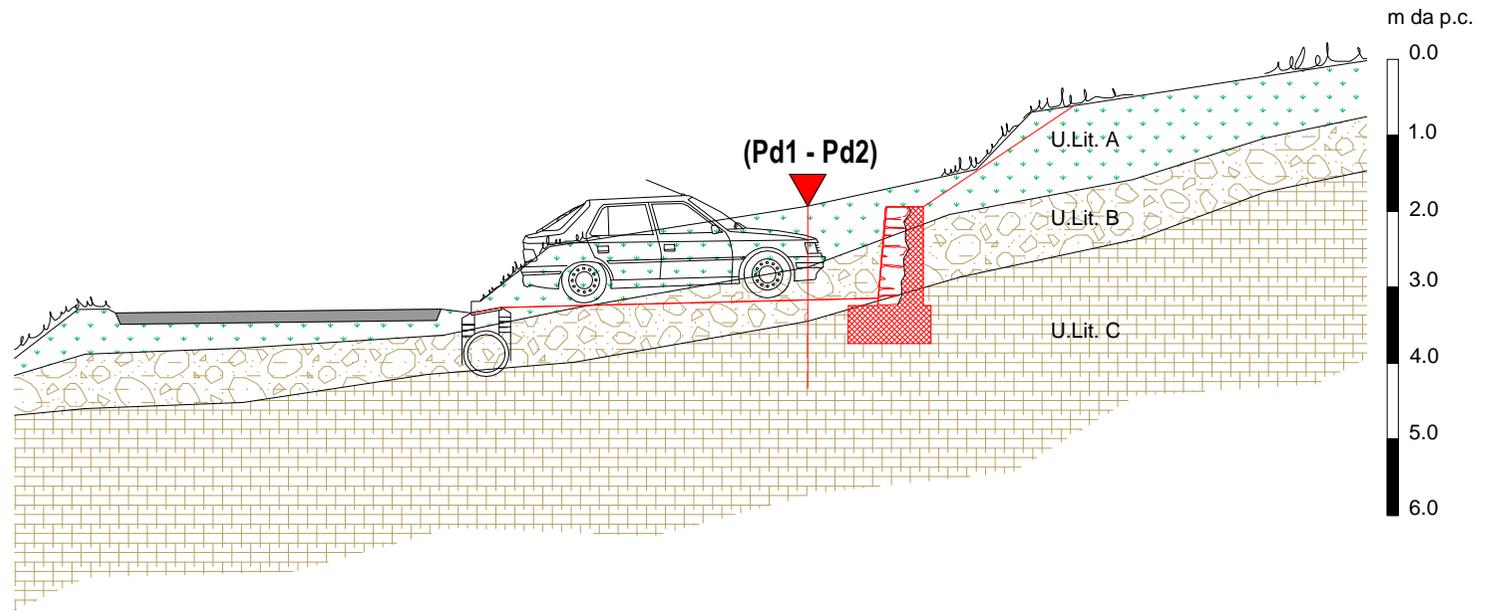
La ricostruzione geologica dell'area in esame, con roccia sub-affiorante e assenza della falda permette di poter escludere la possibilità di liquefazione dei terreni ai sensi del punto 1 del paragrafo 7.11.3.4.2 delle NTC18.

In fase esecutiva dei lavori si consiglia comunque l'assistenza geologica di cantiere da parte di Tecnico abilitato al fine di verificare le ipotesi stratigrafiche, geologiche, idrogeologiche e progettuali fatte ed apporre se necessario le eventuali modifiche.

Lucca, 15 settembre 2021

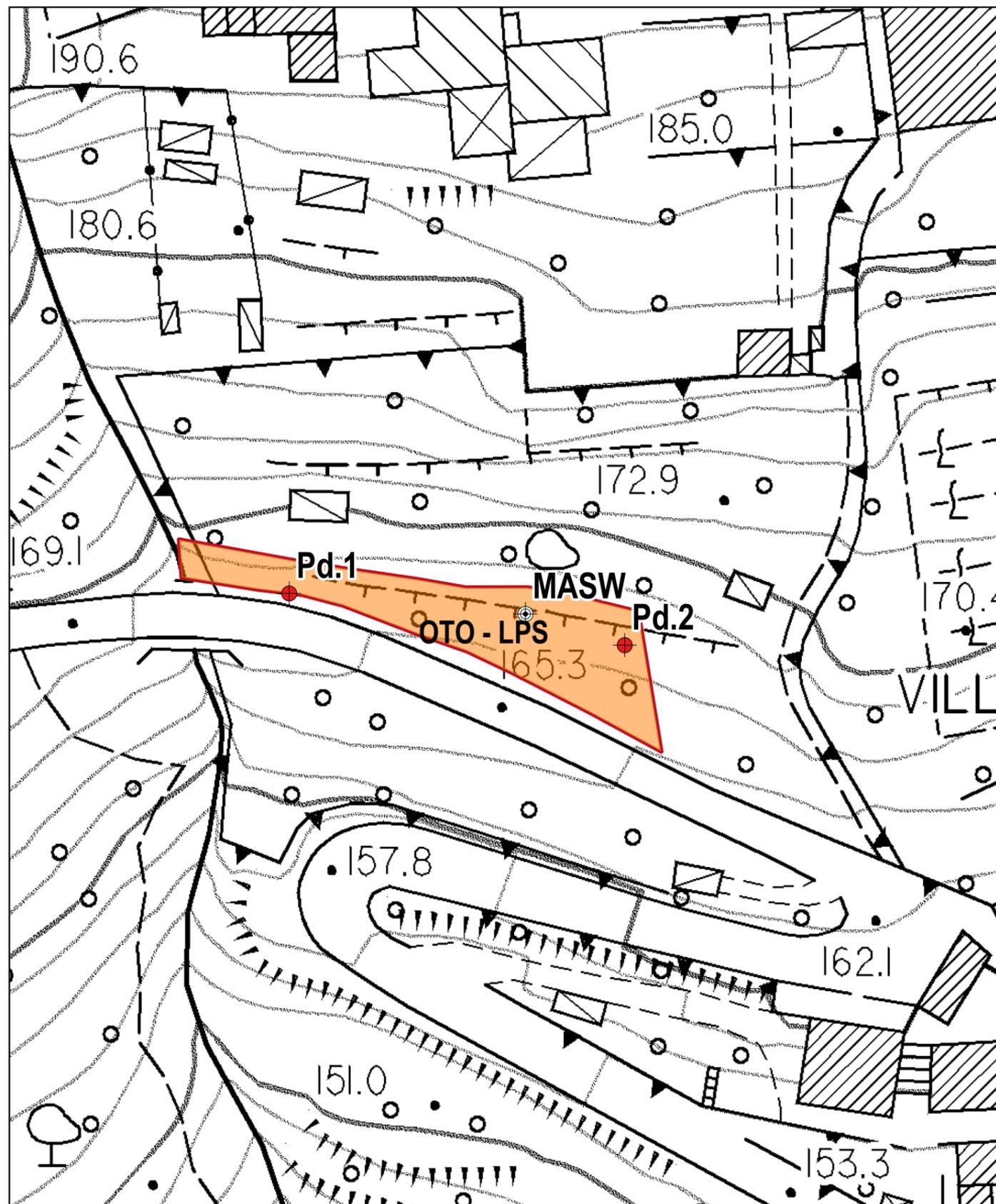
Dott. Geol. Alessandro Paoli

SEZIONE STRATIGRAFICO- GEOTECNICA  
(Scala 1:100)



Unità litologiche	Profondità Descrizione	Parametri				
		$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	$C_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$c^{**}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$M_o$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
U.Lit.0 0.0-0.8 m	Terreno di riporto e/o vegetale	1.85	27	0.15	0.015	30
U.Lit.A 0.8-1.5 m	Trovanti litoidi in matrice limoso sabbiosa argillosa	1.90	30	0.5	0.05	100
U.Lit.B 1.5-4.0 m	Substrato molto alterato e fratturato	2.10	35	1.0	0.10	300
U.Lit.C** Oltre 4.0 m	Substrato fratturato (Flysh ad Elmitoidi)	>2.10	>35	>1.0	>0.10	>300

$\gamma$  è il peso di volume del terreno (tonn/m<sup>3</sup>),  $\phi$  è l'angolo di attrito interno (°);  $C_u$  è la coesione non drenata (Kg/cm<sup>2</sup>),  $M_o$  è il Modulo di compressibilità (Kg/cm<sup>2</sup>). \*non avendo dati diretti la coesione drenata è stata considerata pari ad  $\frac{1}{10}$  di della  $C_u$  individuata con la prova penetrometrica:  
\*\*non ci sono dati diretti sull'U.Lit.C e quindi i parametri geotecnici sono stati indicati genericamente maggiori di quelli dell'U.Lit. B.



**Geologia e geotecnica**

- OTO** Flysch ad Elmintoidi  
torbiditi calcareo-marnose grigio scure in strati da medi a molto spessi (talvolta a base calcarenitica), a cui si intercalano marni siltose, argilliti e argilliti calcaree, arenarie fini e siltiti (Campaniano inf. - Maastrichtiano inf.).
- LPS** Formazione Lapideo stratificato

**Dati di base**

- Prova penetrometrica dinamica super-pesante (DPSH)
- Analisi Multicanale delle Onde Superficiali (MASW)



# COMUNE DI LUCCA

Settore Dipartimentale 5 – Lavori Pubblici, Urbanistica e Traffico

**Lavori pubblici partecipati area Nord  
Realizzazione di un'area a parcheggio in  
prossimità dell'abitato di Aquilea**

PROGETTO DEFINITIVO

CARTA GEOLOGICA-GEOTECNICA E DEI DATI DI BASE

TAVOLA  
**G 01**

SCALA 1:500

DATA Settembre 2021

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE**

Ing. Francesca GUIDOTTI  
Geom. Antonino LINO  
Geom. Paolo PAOLI

**IL R.U.P.**

Ing. Francesca GUIDOTTI

**COLLABORATORE**

**Il Dirigente**

Ing. Antonella GIANNINI

*Dott. Geol. Alessandro PAOLI*

*Via S. Giustina, 32 – Palazzo Paresi - 55100 Lucca  
tel. 0583 4422 - fax: 0583 442414*



**G2** Pericolosità geologica media  
 aree con elementi geomorfologici, litologici e giacitureali dalla cui  
 valutazione risulta una bassa propensione al dissesto



# COMUNE DI LUCCA

Settore Dipartimentale 5 – Lavori Pubblici, Urbanistica e Traffico

**Lavori pubblici partecipati area Nord  
 Realizzazione di un'area a parcheggio in  
 prossimità dell'abitato di Aquilea**

PROGETTO DEFINITIVO

CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA

TAVOLA  
**G 02**

SCALA 1:500

DATA Settembre 2021

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE**

Ing. Francesca GUIDOTTI  
 Geom. Antonino LINO  
 Geom. Paolo PAOLI

**IL R.U.P.**

Ing. Francesca GUIDOTTI

**COLLABORATORE**

**Il Dirigente**

Ing. Antonella GIANNINI

*Dott. Geol. Alessandro PAOLI*

Via S. Giustina, 32 – Palazzo Paresi - 55100 Lucca  
 tel. 0583 4422 - fax: 0583 442414



**S2** Pericolosità sismica media

zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, connesse con un alto contrasto di impedenza sismica atteso entro alcune decine di metri dal piano di campagna.



# COMUNE DI LUCCA

Settore Dipartimentale 5 – Lavori Pubblici, Urbanistica e Traffico

**Lavori pubblici partecipati area Nord  
Realizzazione di un'area a parcheggio in  
prossimità dell'abitato di Aquilea**

PROGETTO DEFINITIVO

CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

TAVOLA  
**G 03**

SCALA 1:500

DATA Settembre 2021

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE**

Ing. Francesca GUIDOTTI  
Geom. Antonino LINO  
Geom. Paolo PAOLI

**IL R.U.P.**

Ing. Francesca GUIDOTTI

**COLLABORATORE**

**Il Dirigente**

Ing. Antonella GIANNINI

*Dott. Geol. Alessandro PAOLI*

*Via S. Giustina, 32 – Palazzo Paresi - 55100 Lucca  
tel. 0583 4422 - fax: 0583 442414*

INDAGINI GEOGNOSTICHE E SISMICHE

## PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **DPSH (S. Heavy)**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla Certificato	Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

## CARATTERISTICHE TECNICHE : **DPSH (S. Heavy)**

MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
MASSA SISTEMA BATTUTA	Ms = 30,00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 50,50 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,0000 cm <sup>2</sup>
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 90^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
MASSA ASTE PER METRO	Ma = 8,00 kg
PROF. GIUNZIONE 1 <sup>a</sup> ASTA	P1 = 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO

RENDIMENTO SPECIFICO x COLPOQ =  $(MH)/(A\delta) = 11,91$  kg/cm<sup>2</sup> ( prova SPT : Qspt = 7,83 kg/cm<sup>2</sup> )  
 COEFF.TEORICO RENDIMENTO  $\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,521$  ( teoricamente : Nspt =  $\beta_t N$  )

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

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

Rpd = resistenza dinamica punta [ area A]  
 e = infissione per colpo =  $\delta / N$

M = massa battente (altezza caduta H)  
 P = massa totale aste e sistema battuta

### UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm<sup>2</sup> = 0.098067 MPa  $\approx$  0,1 MPa  
 1 MPa = 1 MN/m<sup>2</sup> = 10.197 kg/cm<sup>2</sup>  
 1 bar = 1.0197 kg/cm<sup>2</sup> = 0.1 MPa  
 1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

**DIN PD.1**

- committente : Comune di Lucca  
- lavoro : Indagini geognostiche Nuovo Parcheggio  
- località : Aquilea - Lucca (LU)

- data prova : 01/06/2021  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata

- note : Falda assente

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta
0,00 - 0,20	1	7,4	1	1,20 - 1,40	11	75,9	2
0,20 - 0,40	2	14,9	1	1,40 - 1,60	10	69,0	2
0,40 - 0,60	1	7,4	1	1,60 - 1,80	25	172,6	2
0,60 - 0,80	2	14,9	1	1,80 - 2,00	27	173,7	3
0,80 - 1,00	8	55,2	2	2,00 - 2,20	28	180,2	3
1,00 - 1,20	9	62,1	2	2,20 - 2,40	30	193,0	3

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,0000** cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= **50,50** mm

- Numero Colpi Punta N = **N(20)** [  $\delta = 20$  cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN PD.2

- committente : Comune di Lucca  
- lavoro : Indagini geognostiche Nuovo Parcheggio  
- località : Aquilea - Lucca (LU)

- data prova : 01/06/2021  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata

- note : Falda assente

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta
0,00 - 0,20	1	7,4	1	1,40 - 1,60	11	75,9	2
0,20 - 0,40	1	7,4	1	1,60 - 1,80	25	172,6	2
0,40 - 0,60	2	14,9	1	1,80 - 2,00	27	173,7	3
0,60 - 0,80	2	14,9	1	2,00 - 2,20	27	173,7	3
0,80 - 1,00	10	69,0	2	2,20 - 2,40	30	193,0	3
1,00 - 1,20	11	75,9	2	2,40 - 2,60	50	321,7	3
1,20 - 1,40	10	69,0	2				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,0000** cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= **50,50** mm

- Numero Colpi Punta N = **N(20)** [  $\delta$  = 20 cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD.1

Scala 1: 50

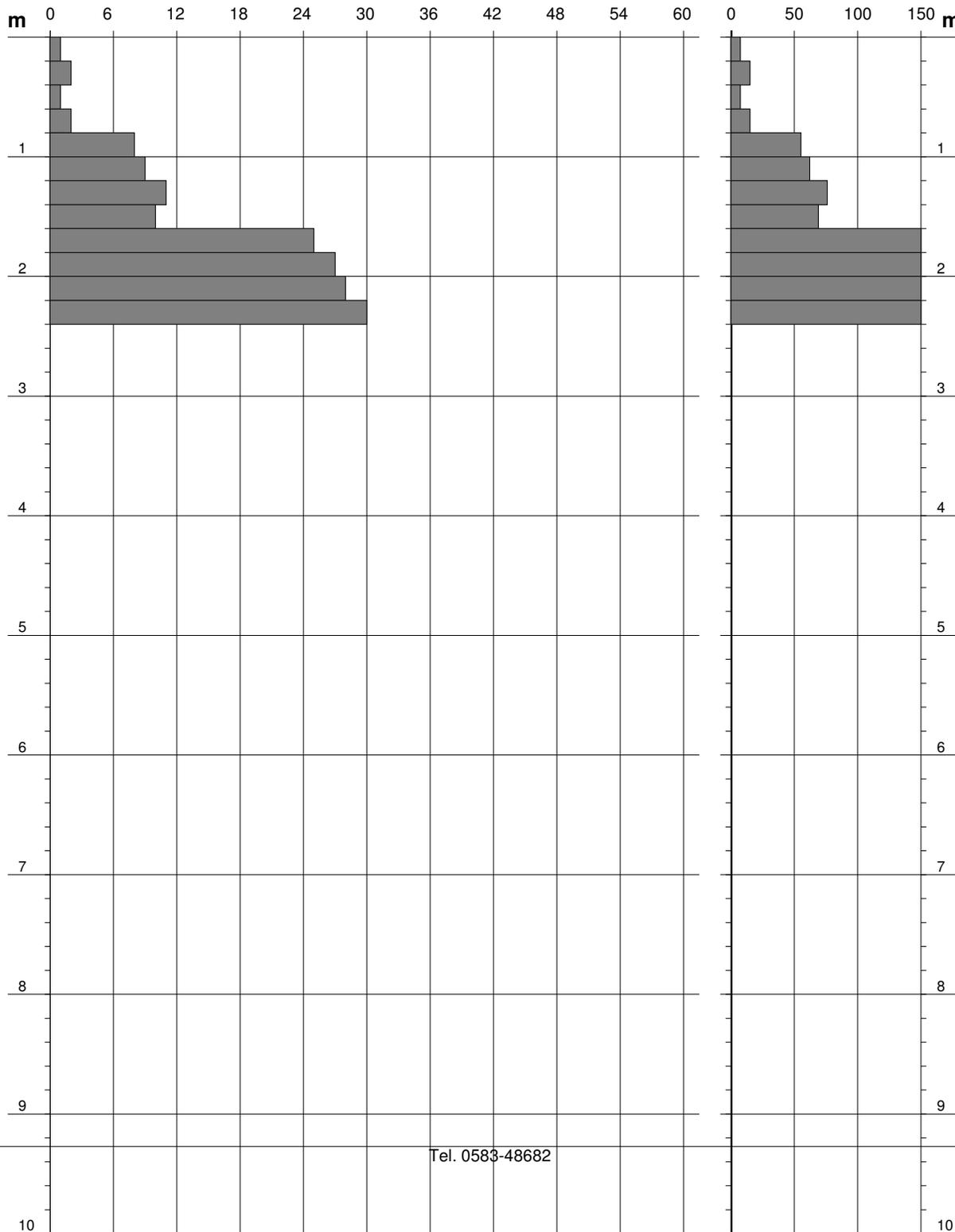
- committente : Comune di Lucca  
- lavoro : Indagini geognostiche Nuovo Parcheggio  
- località : Aquilea - Lucca (LU)

- data prova : 01/06/2021  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata

- note : Falda assente

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 20,00$  cm

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PD.2

Scala 1: 50

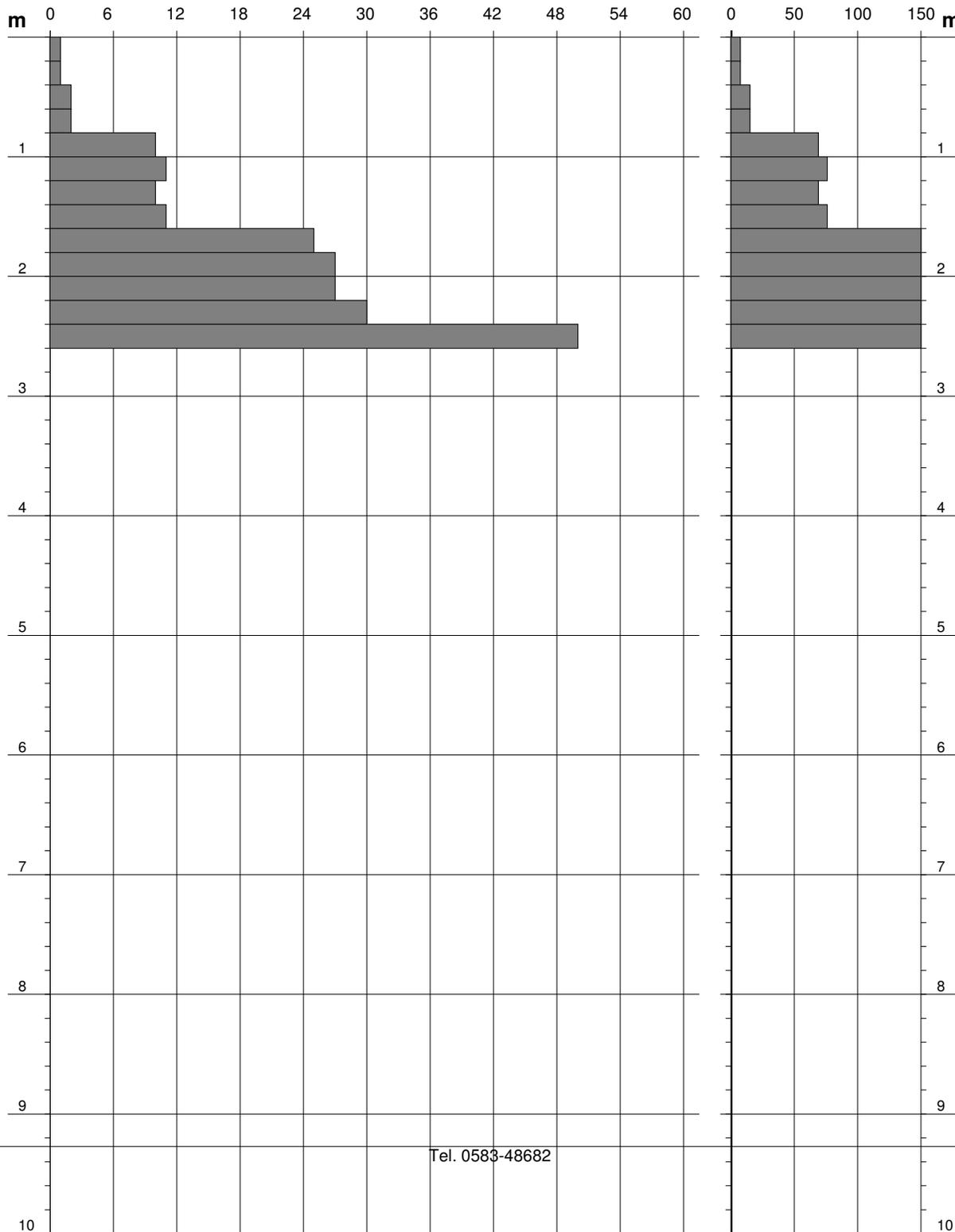
- committente : Comune di Lucca  
- lavoro : Indagini geognostiche Nuovo Parcheggio  
- località : Aquilea - Lucca (LU)

- data prova : 01/06/2021  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata

- note : Falda assente

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 20,00$  cm

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

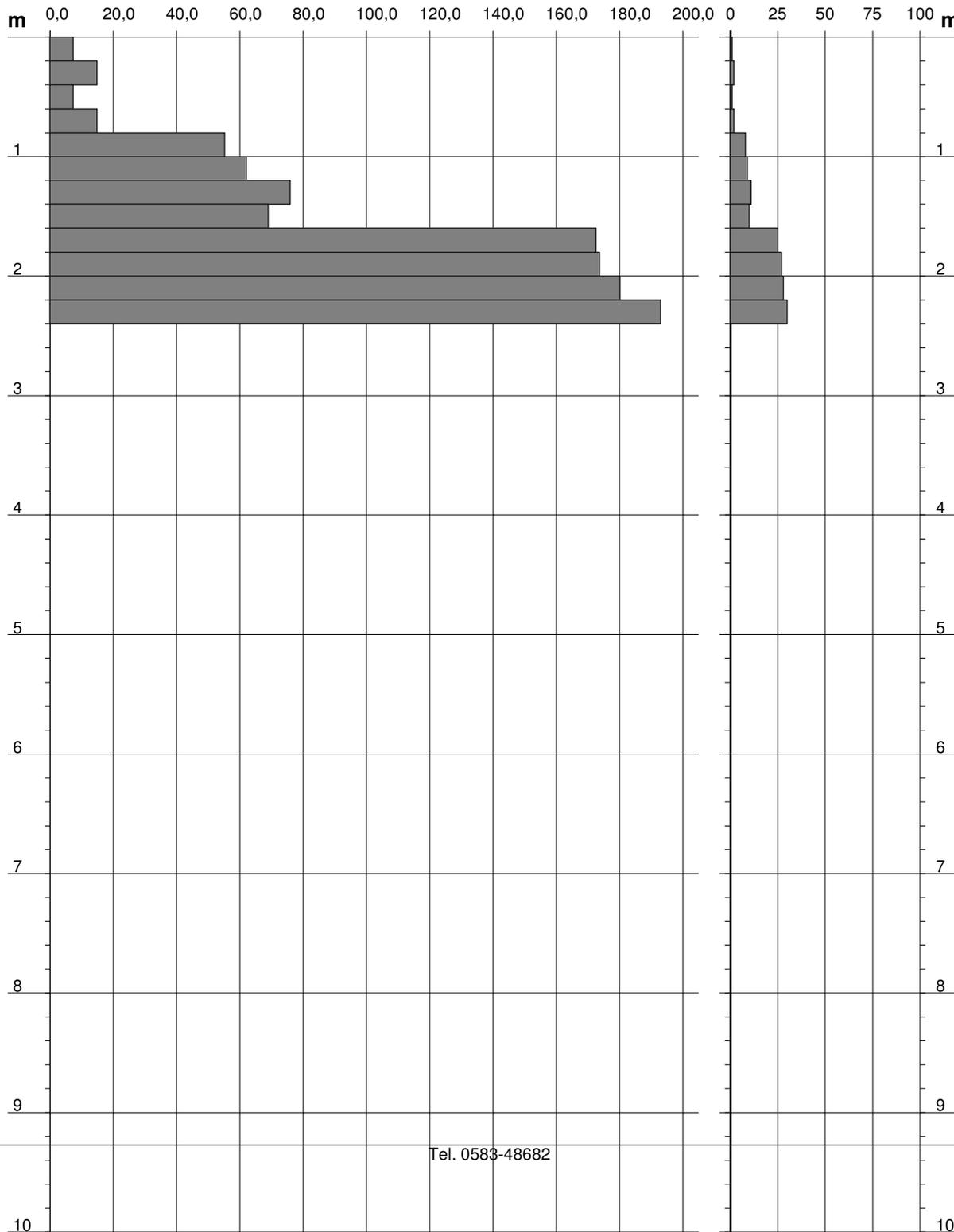
DIN PD.1

Scala 1: 50

- committente : Comune di Lucca  
- lavoro : Indagini geognostiche Nuovo Parcheggio  
- località : Aquilea - Lucca (LU)

- data prova : 01/06/2021  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese" N = N(20) n° colpi  $\delta = 20,00$  cm



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

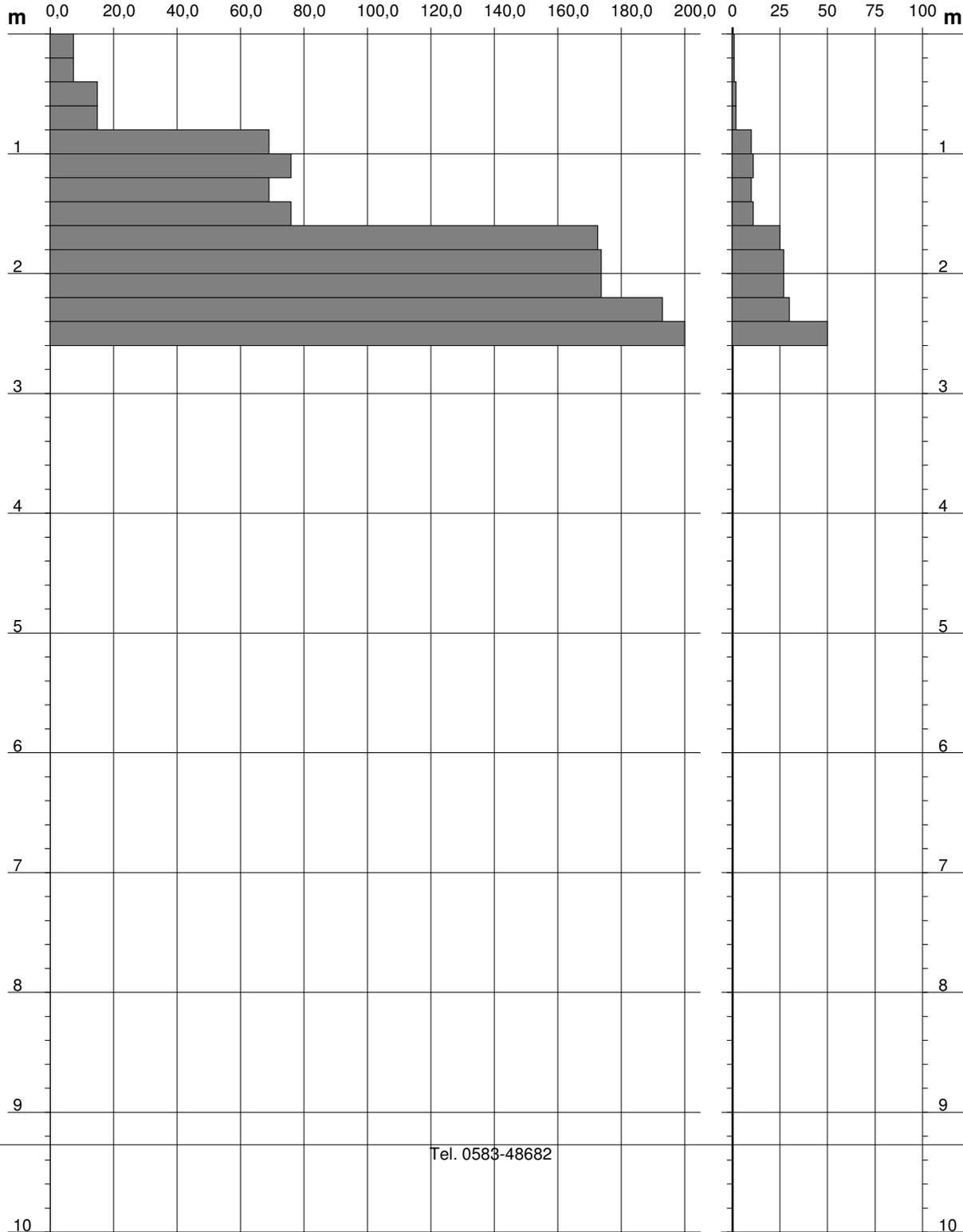
DIN PD.2

Scala 1: 50

- committente : Comune di Lucca  
- lavoro : Indagini geognostiche Nuovo Parcheggio  
- località : Aquilea - Lucca (LU)

- data prova : 01/06/2021  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese" N = N(20) n° colpi  $\delta = 20,00$  cm



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA**

**DIN PD.1**

- committente : Comune di Lucca  
- lavoro : Indagini geognostiche Nuovo Parcheggio  
- località : Aquilea - Lucca (LU)

- data prova : 01/06/2021  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata

- note : Falda assente

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	$\beta$	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	0,80	N	1,5	1	2	1,3	----	----	----	2	1,52	3
			Rpd	11,2	7	15	9,3	----	----	----			
2	0,80	1,60	N	9,5	8	11	8,8	----	----	----	10	1,52	15
			Rpd	65,6	55	76	60,4	----	----	----			
3	1,60	2,40	N	27,5	25	30	26,3	----	----	----	28	1,52	43
			Rpd	179,9	173	193	176,2	----	----	----			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto  
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 20$  cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 1,52$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**

**DIN PD.1**

n°	H1 H2		NATURA GRANULARE							NATURA COESIVA					Q Litologia		
			Nspt	Vs	G	Dr	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ed	Ysat	W			e
1	0,00	0,80	3	69	30	11	27	214	1,86	1,38	0,19	18	1,78	44,2	1,194	0,75	
2	0,80	1,60	15	113	98	42	31	307	1,96	1,54	0,94	90	1,96	28,6	0,773	3,46	
3	1,60	2,40	43	150	213	78	39	523	2,11	1,79	2,69	258	2,30	11,5	0,309	9,16	

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno  
Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm<sup>2</sup>) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm<sup>2</sup>) = [Rpd/Chi] [15>=Chi>=20] capacità portante Sanglerat 1972

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA**

**DIN PD.2**

- committente : Comune di Lucca  
- lavoro : Indagini geognostiche Nuovo Parcheggio  
- località : Aquilea - Lucca (LU)

- data prova : 01/06/2021  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata

- note : Falda assente

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	$\beta$	Nspt
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00	0,80	N	1,5	1	2	1,3	----	----	----	2	1,52	3
			Rpd	11,2	7	15	9,3	----	----	----			
2	0,80	1,60	N	10,5	10	11	10,3	----	----	----	10	1,52	15
			Rpd	72,5	69	76	70,8	----	----	----			
3	1,60	2,40	N	27,3	25	30	26,1	----	----	----	27	1,52	41
			Rpd	178,3	173	193	175,4	----	----	----			
4	2,40	2,60	N	50,0	50	50	50,0	----	----	----	50	1,52	76
			Rpd	321,7	322	322	321,7	----	----	----			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto  
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 20$  cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 1,52$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**

**DIN PD.2**

n°	H1 H2		NATURA GRANULARE							NATURA COESIVA					Q Litologia		
			Nspt	Vs	G	Dr	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ed	Ysat	W			e
1	0,00	0,80	3	69	30	11	27	214	1,86	1,38	0,19	18	1,78	44,2	1,194	0,75	
2	0,80	1,60	15	113	98	42	31	307	1,96	1,54	0,94	90	1,96	28,6	0,773	3,45	
3	1,60	2,40	41	149	206	76	38	507	2,10	1,77	2,56	246	2,27	12,4	0,334	8,82	
4	2,40	2,60	76	173	325	94	44	777	2,21	1,94	4,75	456	2,70	---	0,001	16,09	

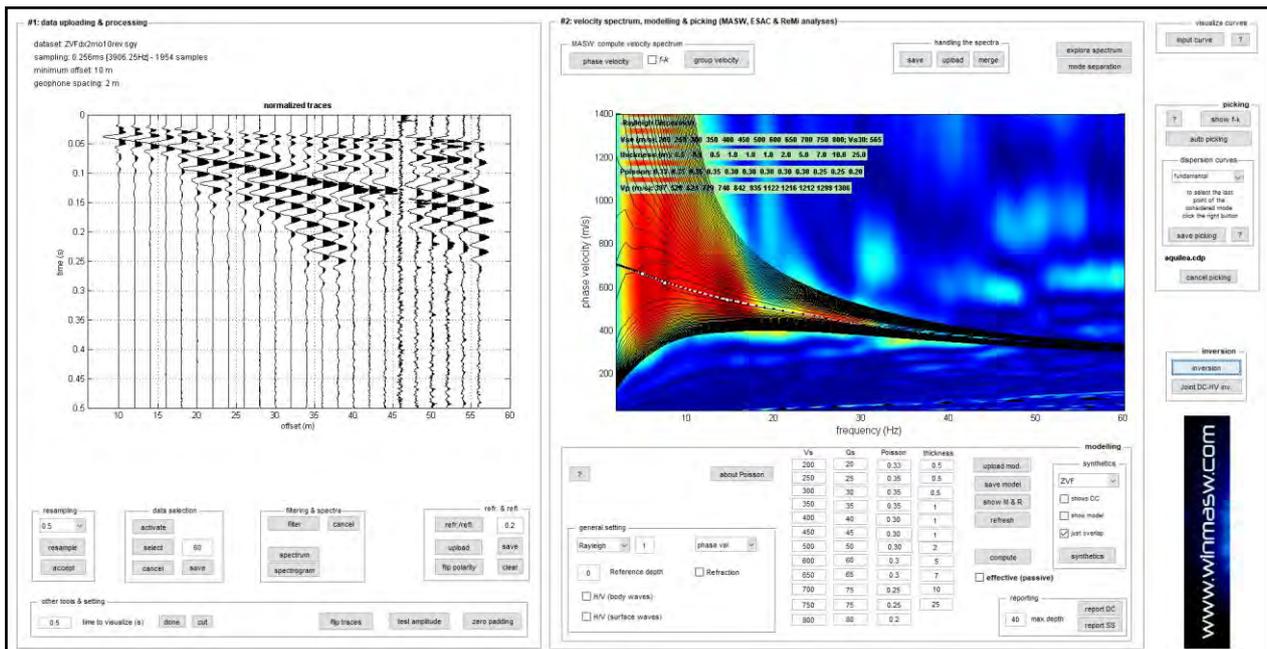
Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno  
Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm<sup>2</sup>) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm<sup>2</sup>) = [Rpd/Chi] [15>=Chi>=20] capacità portante Sanglerat 1972

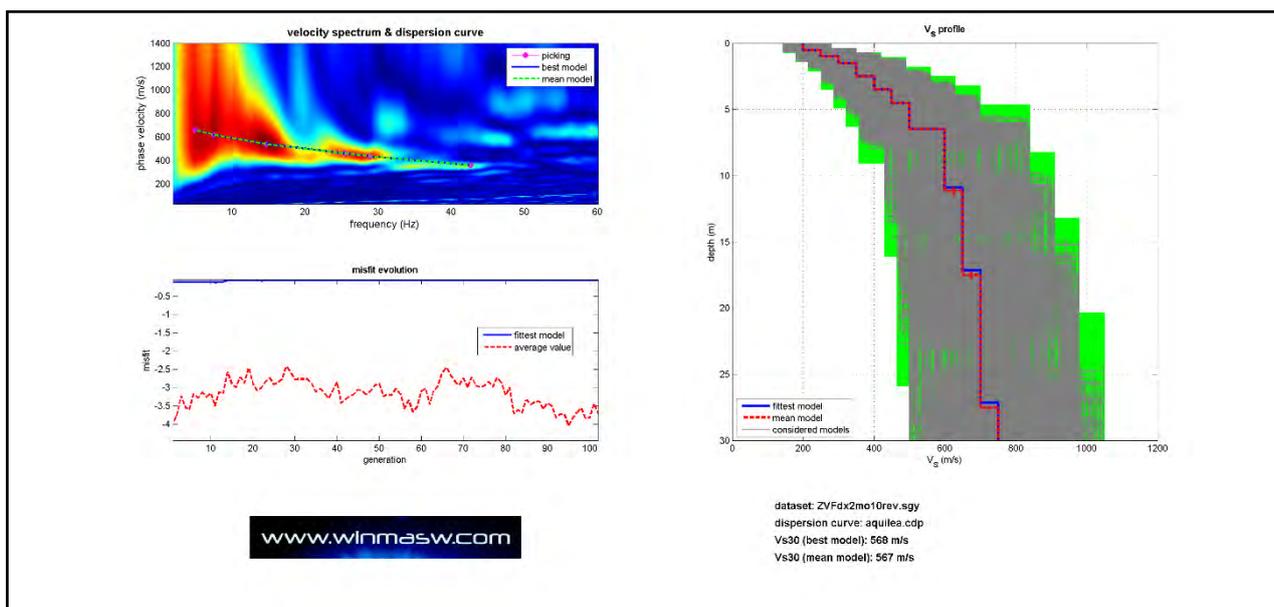
**MASW - (Onde di Rayleigh)  
COMUNE DI LUCCA  
AQUILEA - LUCCA (LU)**

Numero di canali 24  
Distanza intergeofonica 2,0 metri  
Lunghezza 46,0 metri  
Azimuth N097° (W-E)

Coordinate Gauss-Boaga Geofono G1:  
X = 1621682.1439 Y = 4863894.4063  
Coordinate Gauss-Boaga Geofono G24:  
X = 1621636.1999 Y = 4863899.6737



**Fig.1:** Sismogramma (Shot1 ZVfDx2mo10rev) e spettro delle velocità con "picking"



**Fig.2:** Grafico Misfit - Profilo verticale delle Onde S

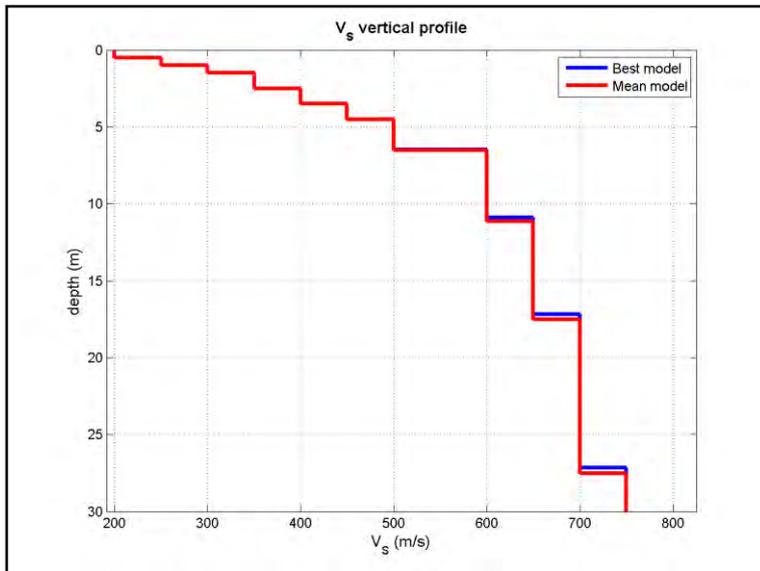


Fig.3: Profilo verticale Vs (Modello medio/Modello migliore)

MASW AQUILEA (modello medio)	Profondità		Spessore (h <sub>i</sub> ) (metri)	Veocità (V <sub>s,i</sub> ) (m/s)	h <sub>i</sub> /V <sub>s,i</sub> (-)
	da (m)	a (m)			
Sismostrato 1	0.00	0.50	0.50	200	0.0025
Sismostrato 2	0.50	1.00	0.50	250	0.0020
Sismostrato 3	1.00	1.50	0.50	300	0.0017
Sismostrato 4	1.50	2.50	1.00	350	0.0029
Sismostrato 5	2.50	3.50	1.00	400	0.0025
Sismostrato 6	3.50	4.50	1.00	450	0.0022
Sismostrato 7	4.50	6.50	2.00	500	0.0040
Sismostrato 8	6.50	11.20	4.70	600	0.0078
Sismostrato 9	11.20	17.60	6.40	650	0.0098
Sismostrato 10	17.60	27.60	10.00	700	0.0143
Sismostrato 11	27.60	30.00	2.40	750	0.0032

H = 30 metri

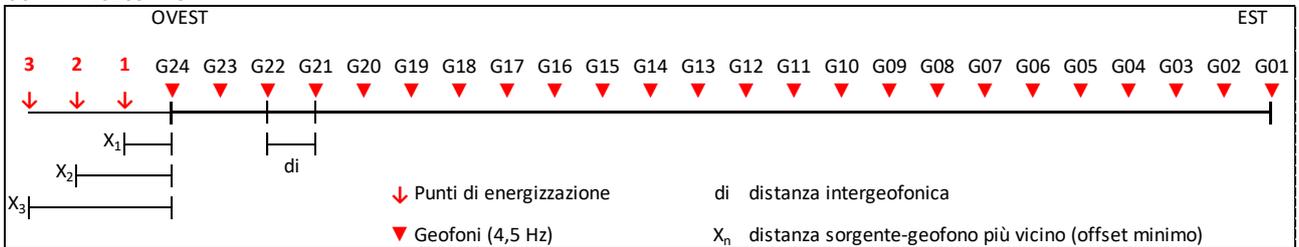
$\sum h_i/V_{s,i} = 0.0529$

$V_{s,eq} = 30.0/0.0529 = 567 \text{ m/s}$

**Categoria di Sottosuolo B**  
(a partire dal piano campagna)

"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s".

SCHEMA ESECUTIVO



↓ Punti di energizzazione

d<sub>i</sub> distanza intergeofonica

▼ Geofoni (4,5 Hz)

X<sub>n</sub> distanza sorgente-geofono più vicino (offset minimo)

TABULATI DI CALCOLO DEI PARAMETRI E COEFFICIENTI SISMICI  
(azione sismica)

## Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii  
Muro rigido: 0

### Sito in esame.

latitudine: 43,918911  
longitudine: 10,51593  
Classe: 2  
Vita nominale: 50

### Siti di riferimento

Sito 1	ID: 19382	Lat: 43,8970	Lon: 10,5068	Distanza:
2542,142				
Sito 2	ID: 19383	Lat: 43,8988	Lon: 10,5761	Distanza:
5314,821				
Sito 3	ID: 19161	Lat: 43,9487	Lon: 10,5737	Distanza:
5690,909				
Sito 4	ID: 19160	Lat: 43,9470	Lon: 10,5043	Distanza:
3257,719				

## Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B  
Categoria topografica: T2  
Periodo di riferimento: 50anni  
Coefficiente cu: 1

### Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
Tr: 30 [anni]  
ag: 0,048 g  
Fo: 2,495  
Tc\*: 0,241 [s]

### Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
Tr: 50 [anni]  
ag: 0,059 g  
Fo: 2,519  
Tc\*: 0,257 [s]

### Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
Tr: 475 [anni]  
ag: 0,145 g  
Fo: 2,412  
Tc\*: 0,291 [s]

### Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %  
Tr: 975 [anni]  
ag: 0,186 g  
Fo: 2,372  
Tc\*: 0,299 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,200  
Cc: 1,460  
St: 1,200  
Kh: 0,014  
Kv: 0,007  
Amax: 0,675  
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,200  
Cc: 1,440  
St: 1,200  
Kh: 0,017  
Kv: 0,009  
Amax: 0,834  
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,200  
Cc: 1,410  
St: 1,200  
Kh: 0,050  
Kv: 0,025  
Amax: 2,045  
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,200  
Cc: 1,400  
St: 1,200  
Kh: 0,064  
Kv: 0,032  
Amax: 2,631  
Beta: 0,240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50  
Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 43.917951  
longitudine: 10.514928

VERIFICHE DI STABILITA'

# STATO ATTUALE

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

WWW.SSAPEU

Build No. 11987

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI \*,\*\*

\*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

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

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

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 21 Febbraio 2021  
-----

File report: C:\SSAP2010\stabilita\attuale\attuale.txt

Data: 22/6/2021

Localita' :

Descrizione:

Modello pendio: attuale.mod

----- 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	0.75	0.00	0.53	0.00	0.00	-	-
0.84	1.40	0.93	0.81	0.93	0.09	-	-
1.24	1.40	3.03	0.89	3.03	0.17	-	-
1.34	1.35	5.69	1.06	5.47	0.54	-	-
5.66	1.40	7.42	1.41	7.42	0.70	-	-
6.06	1.35	10.52	1.95	10.52	1.24	-	-
6.06	1.50	12.40	2.65	12.55	1.82	-	-
6.18	1.50	14.83	3.10	14.94	2.33	-	-
7.10	2.22	16.58	3.65	16.58	2.94	-	-
10.53	2.76	17.94	3.93	17.94	3.22	-	-
12.76	3.24	-	-	-	-	-	-
13.49	3.99	-	-	-	-	-	-
17.94	4.67	-	-	-	-	-	-

---- SUP FALDA -----

X Y (in m)

0.00	0.70
1.67	0.79
6.58	1.16
9.99	2.01
11.52	2.48
13.18	3.18
15.51	3.98
17.94	4.58

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

Strati esclusi da acquifero:

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

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

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

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

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

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

Peso unitario fluido (kN/m<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 sovrappressione oltre pressione idrostatica 1.00  
Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica = ATTIVA

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

#### CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE NON ATTIVATO

##### ----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	27.00	1.47	0.00	18.50	19.50	1.618	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	30.00	4.90	0.00	19.00	20.00	2.016	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 3	35.00	9.81	0.00	21.00	22.00	2.746	0.00	0.00	0.00	0.00

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

C` \_\_\_\_\_ Coesione efficace (in Kpa)

Cu \_\_\_\_\_ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm \_\_\_\_\_ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m<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 Strenght Index ammasso(adimensionale)

mi \_\_\_\_\_ Indice litologico ammasso(adimensionale)

D \_\_\_\_\_ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

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

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

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

\*\*\* PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

MOTORE DI RICERCA: RANDOM SEARCH - Siegel (1981)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)\*: 0.7 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 0.36 16.50

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 0.00

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 2.15 17.58

TOTALE SUPERFICI GENERATE : 10000

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

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

METODO DI CALCOLO : JANBU RIGOROSO (Janbu, 1973)

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

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0500

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0250

COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000

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

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

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

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

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

\* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs \*

Fattore di sicurezza (FS)	1.3813 - Min. -	X	Y	Lambda= 1.0000
	12.75	3.24		
	12.84	3.24		
	12.88	3.24		
	12.90	3.24		
	12.93	3.25		
	12.95	3.25		
	12.97	3.26		
	12.99	3.27		
	13.01	3.28		
	13.04	3.29		
	13.07	3.30		
	13.09	3.31		
	13.11	3.32		
	13.14	3.34		
	13.16	3.35		
	13.18	3.36		
	13.21	3.38		
	13.23	3.39		
	13.25	3.41		
	13.28	3.42		
	13.30	3.44		
	13.33	3.45		
	13.35	3.47		
	13.37	3.48		
	13.40	3.50		
	13.42	3.51		
	13.45	3.53		
	13.47	3.55		
	13.49	3.56		
	13.51	3.58		
	13.54	3.60		
	13.56	3.62		
	13.58	3.65		
	13.61	3.67		
	13.63	3.70		
	13.66	3.72		
	13.68	3.75		
	13.70	3.78		
	13.70	4.02		

Fattore di sicurezza (FS)	1.3854 - N.2 --	X	Y	Lambda= 1.0000
	12.75	3.24		
	12.86	3.25		
	12.91	3.26		
	12.95	3.26		
	12.98	3.27		
	13.01	3.28		
	13.04	3.29		
	13.06	3.30		
	13.10	3.31		
	13.13	3.33		
	13.16	3.34		
	13.19	3.36		
	13.22	3.37		
	13.25	3.39		
	13.28	3.41		
	13.31	3.43		
	13.34	3.45		
	13.38	3.47		
	13.41	3.49		
	13.44	3.51		

13.47 3.53  
13.50 3.56  
13.53 3.58  
13.56 3.61  
13.59 3.64  
13.62 3.67  
13.65 3.70  
13.68 3.73  
13.71 3.76  
13.74 3.79  
13.74 4.03

Fattore di sicurezza (FS) 1.3861 - N.3 -- X Y Lambda= 1.0000

12.76 3.24  
12.86 3.26  
12.91 3.27  
12.94 3.28  
12.97 3.28  
13.00 3.29  
13.02 3.30  
13.05 3.31  
13.08 3.32  
13.11 3.34  
13.14 3.35  
13.16 3.36  
13.19 3.37  
13.22 3.39  
13.25 3.40  
13.27 3.42  
13.30 3.44  
13.33 3.45  
13.36 3.47  
13.39 3.49  
13.41 3.51  
13.44 3.53  
13.47 3.55  
13.49 3.58  
13.52 3.61  
13.55 3.64  
13.58 3.67  
13.61 3.70  
13.64 3.73  
13.66 3.76  
13.68 3.79  
13.68 4.02

Fattore di sicurezza (FS) 1.3872 - N.4 -- X Y Lambda= 1.0000

12.76 3.24  
12.88 3.25  
12.93 3.26  
12.97 3.27  
13.00 3.27  
13.03 3.28  
13.06 3.29  
13.09 3.31  
13.12 3.32  
13.15 3.34  
13.19 3.36  
13.22 3.38  
13.25 3.40  
13.28 3.42  
13.31 3.44  
13.35 3.46

13.38 3.48  
13.41 3.50  
13.44 3.52  
13.48 3.55  
13.51 3.57  
13.54 3.59  
13.57 3.62  
13.60 3.64  
13.63 3.67  
13.66 3.70  
13.70 3.73  
13.73 3.76  
13.75 3.78  
13.75 4.03

Fattore di sicurezza (FS) 1.3888 - N.5 -- X Y Lambda= 1.0000

12.74 3.24  
12.85 3.25  
12.90 3.25  
12.93 3.26  
12.96 3.26  
12.99 3.27  
13.02 3.28  
13.04 3.30  
13.07 3.31  
13.10 3.33  
13.14 3.35  
13.17 3.37  
13.20 3.38  
13.23 3.40  
13.26 3.42  
13.28 3.44  
13.32 3.46  
13.35 3.47  
13.38 3.49  
13.40 3.51  
13.43 3.53  
13.46 3.55  
13.49 3.58  
13.52 3.60  
13.55 3.63  
13.58 3.66  
13.61 3.69  
13.64 3.72  
13.67 3.75  
13.69 3.78  
13.69 4.02

Fattore di sicurezza (FS) 1.3891 - N.6 -- X Y Lambda= 1.0000

12.76 3.24  
12.86 3.24  
12.91 3.24  
12.94 3.24  
12.96 3.25  
12.99 3.25  
13.01 3.26  
13.03 3.27  
13.06 3.28  
13.09 3.30  
13.12 3.31  
13.15 3.33  
13.18 3.34  
13.20 3.36

13.23	3.37
13.25	3.39
13.28	3.41
13.31	3.42
13.34	3.44
13.36	3.46
13.39	3.48
13.42	3.50
13.44	3.52
13.47	3.54
13.50	3.56
13.52	3.57
13.55	3.59
13.58	3.61
13.60	3.63
13.63	3.66
13.66	3.68
13.68	3.70
13.71	3.72
13.74	3.75
13.76	3.77
13.79	3.79
13.79	4.04

Fattore di sicurezza (FS) 1.3896 - N.7 -- X Y Lambda= 1.0000

12.75	3.24
12.85	3.25
12.90	3.25
12.94	3.26
12.97	3.26
12.99	3.27
13.02	3.28
13.05	3.29
13.07	3.30
13.11	3.32
13.14	3.33
13.17	3.35
13.20	3.36
13.23	3.38
13.25	3.39
13.28	3.41
13.31	3.43
13.34	3.45
13.37	3.46
13.40	3.48
13.43	3.50
13.46	3.52
13.48	3.54
13.51	3.57
13.54	3.59
13.58	3.62
13.60	3.65
13.63	3.68
13.66	3.71
13.69	3.75
13.72	3.79
13.72	4.02

Fattore di sicurezza (FS) 1.3899 - N.8 -- X Y Lambda= 1.0000

12.76	3.24
12.89	3.26
12.95	3.27
12.99	3.28

13.02 3.29  
13.06 3.30  
13.09 3.31  
13.12 3.33  
13.16 3.34  
13.20 3.36  
13.23 3.38  
13.27 3.40  
13.30 3.42  
13.33 3.45  
13.37 3.47  
13.40 3.50  
13.44 3.52  
13.47 3.55  
13.51 3.58  
13.54 3.61  
13.58 3.64  
13.61 3.67  
13.65 3.70  
13.68 3.73  
13.72 3.76  
13.76 3.79  
13.76 4.03

Fattore di sicurezza (FS) 1.3917 - N.9 -- X Y Lambda= 1.0000

12.72 3.23  
12.82 3.23  
12.87 3.23  
12.90 3.23  
12.93 3.23  
12.95 3.24  
12.98 3.24  
13.00 3.25  
13.03 3.27  
13.06 3.28  
13.10 3.30  
13.12 3.31  
13.15 3.33  
13.18 3.34  
13.21 3.36  
13.24 3.37  
13.27 3.39  
13.30 3.41  
13.32 3.43  
13.35 3.44  
13.38 3.46  
13.41 3.48  
13.43 3.50  
13.46 3.52  
13.49 3.54  
13.52 3.57  
13.55 3.59  
13.57 3.62  
13.60 3.64  
13.63 3.67  
13.66 3.69  
13.69 3.72  
13.72 3.74  
13.74 3.77  
13.77 3.79  
13.77 4.03

Fattore di sicurezza (FS)	1.3920	- N.10	--	X	Y	Lambda= 1.0000
	12.75	3.24				
	12.85	3.24				
	12.90	3.24				
	12.94	3.24				
	12.96	3.25				
	12.99	3.26				
	13.02	3.26				
	13.04	3.27				
	13.07	3.29				
	13.11	3.30				
	13.14	3.32				
	13.17	3.34				
	13.19	3.35				
	13.22	3.37				
	13.25	3.39				
	13.28	3.41				
	13.31	3.43				
	13.34	3.46				
	13.37	3.48				
	13.40	3.51				
	13.42	3.53				
	13.45	3.56				
	13.48	3.59				
	13.51	3.61				
	13.54	3.64				
	13.57	3.67				
	13.60	3.71				
	13.62	3.74				
	13.65	3.77				
	13.67	3.79				
	13.67	4.02				

# STATO ATTUALE

# Parametri Geotecnici degli strati #

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D
1	27.00	1.47	0	18.50	19.50	0	0	0	0
2	30.00	4.90	0	19.00	20.00	0	0	0	0
3	35.00	9.81	0	21.00	22.00	0	0	0	0

Modello di calcolo : Janbu Rigoroso (1973)

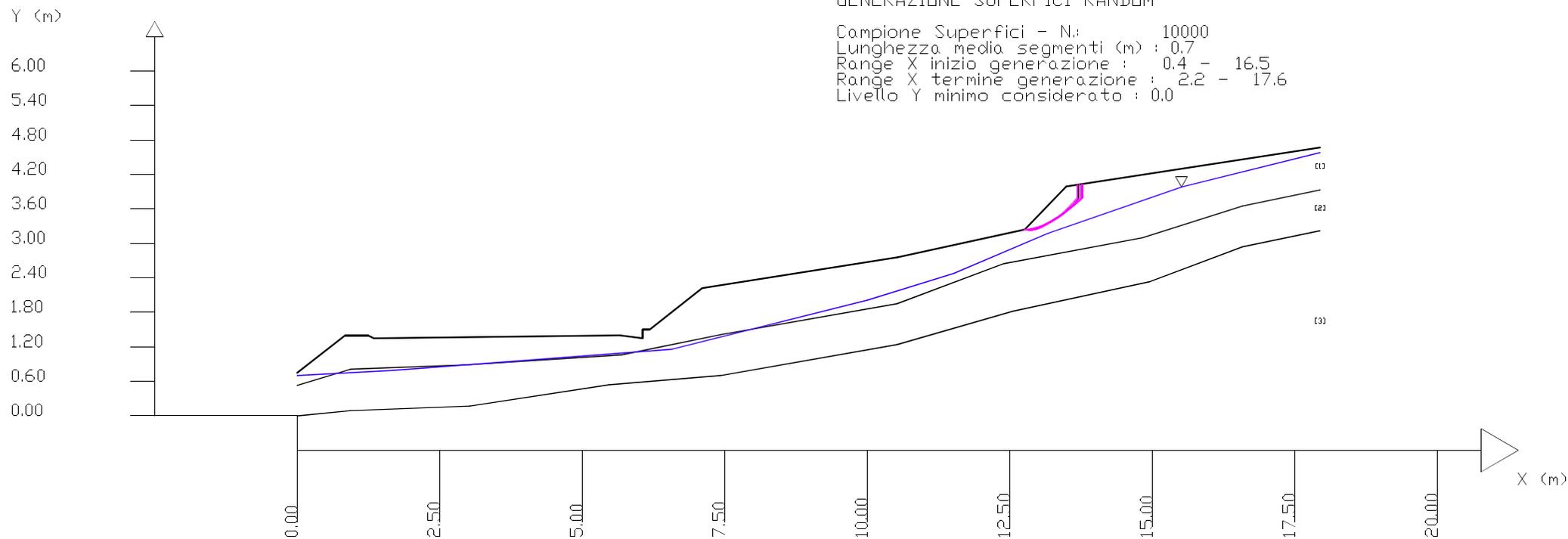
DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

SSAP 5.0.2 (2021) - Slope Stability Analysis Program  
Software by Dr.Geol. L.Borselli - [www.lorenzo-borselli.eu](http://www.lorenzo-borselli.eu)  
SSAP/DXF generator rel. 2.0 (2020)

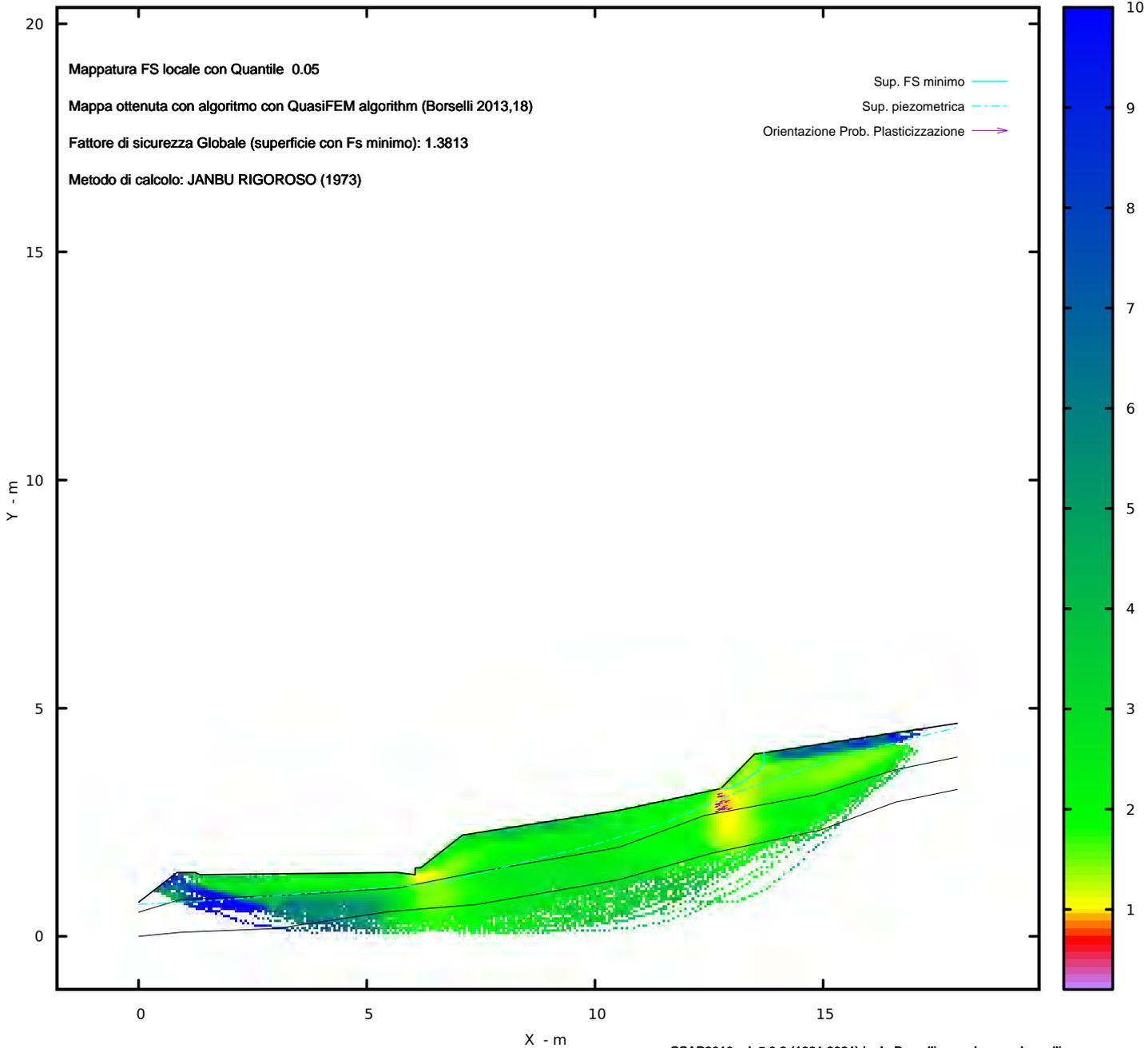
Fs minimo : 1.3813  
Range Fs : 1.3813 - 1.3920  
Differenza % Range Fs : 0.77  
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0500  
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0250

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N: 10000  
Lunghezza media segmenti (m) : 0.7  
Range X inizio generazione : 0.4 - 16.5  
Range X termine generazione : 2.2 - 17.6  
Livello Y minimo considerato : 0.0



MAPPA FS LOCALE (Con algoritmo geostatistico non-parametrico- By L.B 2013-16)



# STATO ESECUTIVO

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

WWW.SSAP.EU  
 Build No. 12007

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI \*,\*\*

\*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

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

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

-----  
 Ultima Revisione struttura tabelle del report: 21 Febbraio 2021  
 -----

File report: C:\SSAP2010\2\_esecutivo\1\_Esecutivo\_2.txt

Data: 2/9/2021

Localita' :

Descrizione:

Modello pendio: in\_corso.mod

----- 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	0.75	0.00	0.00	0.00	0.75	11.76	2.68
0.84	1.40	0.93	0.09	0.84	1.40	13.05	3.01
1.24	1.40	3.03	0.17	1.24	1.40	14.06	4.08
1.34	1.35	5.47	0.54	1.34	1.35	17.94	4.67
5.66	1.40	7.42	0.70	5.66	1.40	17.94	3.93
6.06	1.35	10.52	1.24	6.06	1.35	16.58	3.65
6.46	1.42	12.55	1.82	6.46	1.42	14.83	3.10
7.63	1.45	14.94	2.33	7.63	1.45	12.40	2.65
11.46	1.55	16.58	2.94	7.42	1.41	11.52	2.32
11.52	2.32	17.94	3.22	5.69	1.06	11.76	2.68
11.76	2.68	-	-	3.03	0.89	-	-
13.05	3.01	-	-	0.93	0.81	-	-
14.06	4.08	-	-	0.00	0.53	-	-
17.94	4.67	-	-	0.00	0.75	-	-

## ASSENZA DI FALDA ##

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

STR_IDX	sgci	fi` GSI	mi	C` D	Cu	Gamm	Gamm_sat
3.353	1	0.00	0.00	0.00	49.03	19.00	20.00
17.956	2	0.00	0.00	0.00	98.07	21.00	22.00
0.555	3	0.00	0.00	0.00	14.71	18.50	19.50
0.555	4	0.00	0.00	0.00	14.71	18.50	19.50

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

C` \_\_\_\_\_ Coesione efficace (in Kpa)

Cu \_\_\_\_\_ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm \_\_\_\_\_ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m^3)

Gamm\_sat \_\_\_\_\_ Peso di volume terreno immerso (in KN/m^3)

STR\_IDX \_\_\_\_\_ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF

SEARCH) (adimensionale)

---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri

Criterio di Rottura di Hoek (2002)-

sigci \_\_\_\_\_ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta

(in MPa)

GSI \_\_\_\_\_ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)

mi \_\_\_\_\_ Indice litologico ammasso(adimensionale)

D \_\_\_\_\_ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

Fattore di riduzione NTC2018: gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 -

DISATTIVATO (solo per ROCCE)

USO CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare -

Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

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

\*\*\* PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

MOTORE DI RICERCA: RANDOM SEARCH - Siegel (1981)  
 FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO  
 COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00  
 LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)\*: 0.7 (+/-) 50%  
 INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 0.36  
 16.50  
 LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 0.00  
 INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax):  
 2.15 17.58  
 TOTALE SUPERFICI GENERATE : 10000

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

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

METODO DI CALCOLO : JANBU RIGOROSO (Janbu, 1973)  
 METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (lambda0,Fs0) ADOTTATO : B (piu' accurato)  
 COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0000  
 COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0000  
 COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000  
 FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kn/m): 0.00  
 FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kn/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0 durante le tutte le verifiche globali.  
 I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

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

\* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs \*

Fattore di sicurezza (FS)	3.9787	- Min. -	X	Y	Lambda=
1.0000			12.81	2.95	
			13.03	2.89	
			13.14	2.86	
			13.21	2.85	
			13.27	2.84	
			13.33	2.84	
			13.38	2.84	
			13.44	2.85	
			13.50	2.86	
			13.57	2.88	
			13.64	2.89	
			13.70	2.91	
			13.76	2.92	
			13.82	2.94	
			13.88	2.96	
			13.93	2.98	
			14.00	3.01	
			14.06	3.04	
			14.13	3.06	
			14.19	3.09	
			14.25	3.12	
			14.31	3.15	
			14.37	3.18	
			14.43	3.21	
			14.49	3.24	
			14.56	3.28	
			14.62	3.31	
			14.68	3.35	
			14.74	3.38	
			14.80	3.42	
			14.86	3.46	
			14.92	3.50	
			14.98	3.54	
			15.05	3.59	
			15.05	4.23	

Fattore di sicurezza (FS)	4.0085	- N.2 --	X	Y	Lambda=
1.0000			12.94	2.98	
			13.20	2.91	
			13.31	2.88	
			13.38	2.87	
			13.44	2.86	
			13.50	2.87	
			13.54	2.88	
			13.60	2.89	
			13.66	2.92	
			13.75	2.95	
			13.82	2.98	
			13.89	3.01	
			13.96	3.04	
			14.02	3.07	
			14.09	3.10	
			14.16	3.13	
			14.22	3.16	
			14.29	3.19	
			14.36	3.22	
			14.42	3.25	
			14.48	3.28	
			14.55	3.32	
			14.61	3.36	
			14.67	3.40	
			14.74	3.44	
			14.82	3.50	
			14.88	3.54	
			14.95	3.58	
			15.01	3.62	
			15.07	3.65	
			15.07	4.23	

Fattore di sicurezza (FS)	4.0533	- N.3 --	X	Y	Lambda=
1.0000			12.69	2.92	
			12.97	2.86	
			13.10	2.83	
			13.18	2.82	
			13.25	2.82	
			13.32	2.82	
			13.38	2.83	
			13.45	2.85	
			13.53	2.87	
			13.62	2.90	
			13.70	2.93	
			13.78	2.95	
			13.85	2.98	
			13.92	3.01	
			14.00	3.04	
			14.07	3.07	
			14.14	3.11	
			14.22	3.14	
			14.30	3.18	
			14.37	3.22	
			14.45	3.25	
			14.52	3.29	
			14.60	3.33	
			14.67	3.36	
			14.75	3.40	
			14.82	3.44	
			14.90	3.48	
			14.97	3.52	
			15.05	3.56	
			15.12	3.59	
			15.12	4.24	

Fattore di sicurezza (FS)	4.0584	- N.4 --	X	Y	Lambda=
1.0000			13.01	3.00	

13.18	2.96
13.25	2.94
13.31	2.93
13.35	2.93
13.40	2.92
13.44	2.92
13.48	2.93
13.53	2.93
13.58	2.94
13.63	2.94
13.67	2.95
13.71	2.96
13.76	2.98
13.80	2.99
13.84	3.01
13.89	3.03
13.94	3.06
13.98	3.08
14.03	3.10
14.08	3.12
14.12	3.14
14.16	3.16
14.21	3.18
14.26	3.20
14.31	3.22
14.35	3.24
14.40	3.26
14.44	3.28
14.48	3.30
14.52	3.33
14.57	3.35
14.61	3.38
14.66	3.42
14.71	3.45
14.75	3.48
14.80	3.51
14.84	3.54
14.89	3.57
14.93	3.60
14.98	3.62
15.03	3.65
15.03	4.23

Fattore di sicurezza (FS)      4.0660    - N.5    --      X      Y      Lambda=  
1.0000

13.00	3.00
13.27	2.98
13.39	2.97
13.48	2.97
13.54	2.98
13.61	2.99
13.67	3.01
13.74	3.03
13.81	3.06
13.89	3.10
13.97	3.14
14.05	3.18
14.12	3.21
14.19	3.25
14.26	3.29
14.33	3.33
14.40	3.37
14.48	3.41
14.55	3.45
14.62	3.49
14.70	3.53
14.77	3.57
14.84	3.61
14.91	3.65
14.99	3.69
15.06	3.74
15.06	4.23

Fattore di sicurezza (FS)	4.0717	- N.6 --	X	Y	Lambda=
1.0000			13.05	3.01	
			13.29	2.98	
			13.40	2.97	
			13.47	2.97	
			13.53	2.97	
			13.59	2.98	
			13.64	2.99	
			13.70	3.01	
			13.76	3.03	
			13.84	3.06	
			13.91	3.09	
			13.97	3.12	
			14.03	3.15	
			14.09	3.18	
			14.15	3.21	
			14.21	3.25	
			14.28	3.28	
			14.34	3.33	
			14.41	3.36	
			14.47	3.40	
			14.54	3.44	
			14.60	3.47	
			14.66	3.51	
			14.72	3.54	
			14.79	3.58	
			14.85	3.61	
			14.92	3.64	
			14.98	3.68	
			14.98	4.22	

Fattore di sicurezza (FS)	4.0765	- N.7 --	X	Y	Lambda=
1.0000			13.05	3.01	
			13.21	2.97	
			13.28	2.96	
			13.33	2.95	
			13.37	2.95	
			13.41	2.95	
			13.45	2.95	
			13.49	2.96	
			13.53	2.97	
			13.59	2.98	
			13.63	2.99	
			13.68	3.00	
			13.72	3.02	
			13.76	3.03	
			13.80	3.05	
			13.84	3.06	
			13.89	3.08	
			13.94	3.11	
			13.98	3.13	
			14.02	3.15	
			14.06	3.17	
			14.11	3.20	
			14.15	3.22	
			14.19	3.25	
			14.24	3.28	
			14.28	3.31	
			14.33	3.34	
			14.37	3.37	
			14.41	3.40	
			14.45	3.43	
			14.50	3.46	
			14.54	3.50	
			14.58	3.53	
			14.63	3.57	
			14.67	3.61	
			14.72	3.64	
			14.72	4.18	

Fattore di sicurezza (FS)	4.0823	- N.8 --	X	Y	Lambda=
---------------------------	--------	----------	---	---	---------

1.0000

12.70	2.92
13.03	2.87
13.18	2.85
13.29	2.84
13.37	2.84
13.45	2.85
13.52	2.86
13.61	2.88
13.70	2.91
13.81	2.95
13.91	2.99
13.99	3.03
14.08	3.07
14.16	3.12
14.25	3.17
14.33	3.22
14.42	3.28
14.53	3.35
14.62	3.42
14.71	3.47
14.79	3.52
14.88	3.57
14.96	3.61
15.03	3.64
15.03	4.23

Fattore di sicurezza (FS) 4.0829 - N.9 -- X Y Lambda=  
1.0000

12.67	2.91
12.94	2.88
13.06	2.87
13.15	2.86
13.22	2.86
13.29	2.86
13.36	2.87
13.43	2.88
13.50	2.89
13.58	2.91
13.66	2.93
13.74	2.95
13.81	2.97
13.88	2.99
13.95	3.01
14.02	3.04
14.10	3.06
14.18	3.09
14.25	3.12
14.32	3.14
14.39	3.17
14.47	3.20
14.54	3.23
14.61	3.27
14.68	3.30
14.76	3.34
14.83	3.38
14.91	3.42
14.98	3.46
15.05	3.49
15.13	3.53
15.20	3.57
15.27	3.61
15.35	3.65
15.35	4.28

Fattore di sicurezza (FS) 4.0886 - N.10 -- X Y Lambda=  
1.0000

12.79	2.94
13.04	2.89
13.16	2.88
13.24	2.87
13.31	2.87
13.37	2.87

13.43	2.88
13.49	2.90
13.56	2.92
13.65	2.95
13.72	2.97
13.79	3.00
13.86	3.03
13.92	3.07
13.98	3.10
14.05	3.14
14.12	3.19
14.19	3.24
14.27	3.30
14.34	3.35
14.41	3.40
14.47	3.44
14.54	3.49
14.61	3.54
14.68	3.59
14.75	3.63
14.82	3.68
14.89	3.72
14.89	4.21

# STATO ESECUTIVO

# Parametri Geotecnici degli strati #													
N.	phi' deg	C' kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D				
1	0	0	49.03	19.00	20.00	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	98.07	21.00	22.00	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	14.71	18.50	19.50	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	14.71	18.50	19.50	0	0	0	0	0	0	0	0

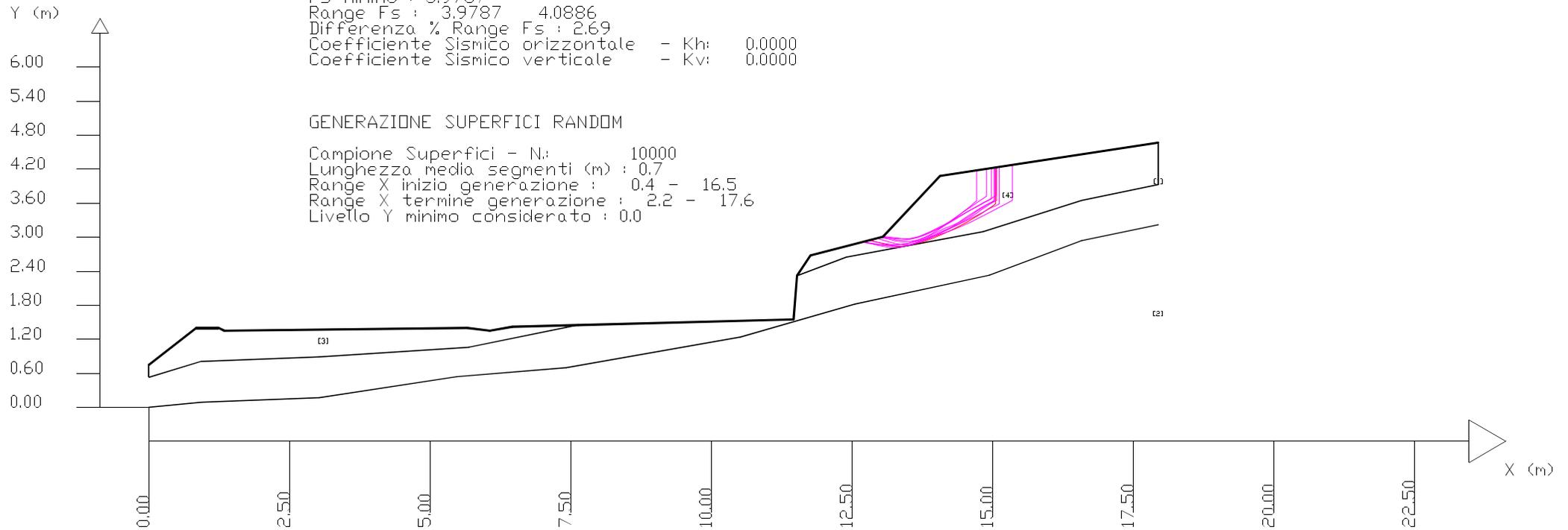
Modello di calcolo : Janbu Rigoroso (1973)

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

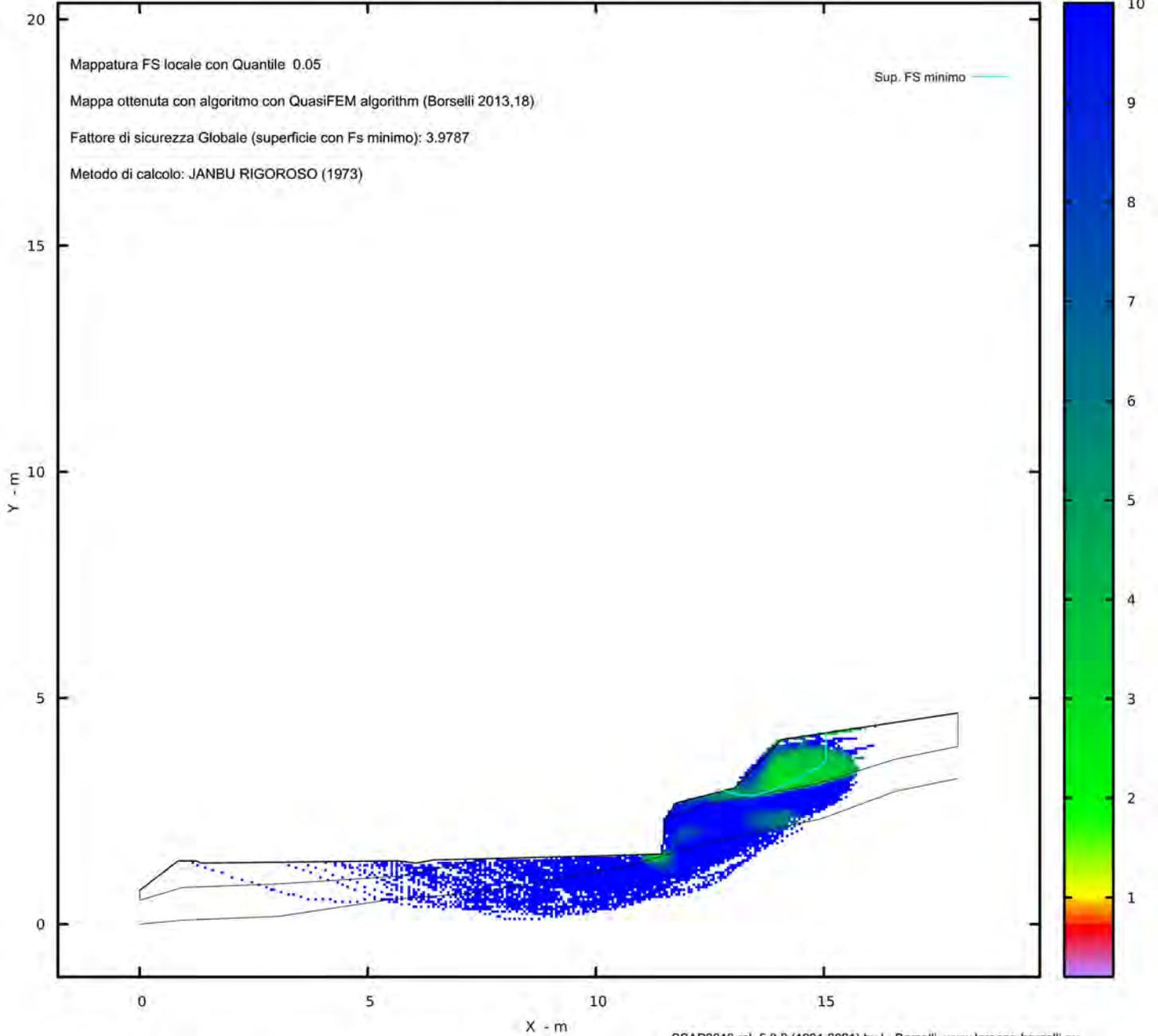
Fs minimo : 3.9787  
 Range Fs : 3.9787 - 4.0886  
 Differenza % Range Fs : 2.69  
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0000  
 Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0000

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N: 10000  
 Lunghezza media segmenti (m) : 0.7  
 Range X inizio generazione : 0.4 - 16.5  
 Range X termine generazione : 2.2 - 17.6  
 Livello Y minimo considerato : 0.0



MAPPA FS LOCALE (Con algoritmo geostatistico non-parametrico- By L.B 2013-16)



## STATO DI PROGETTO

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

WWW.SSAP.EU

Build No. 11987

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI \*,\*\*

\*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

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

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

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 21 Febbraio 2021

File report: C:\SSAP2010\stabilita\muro\muro.txt

Data: 22/6/2021

Localita' :

Descrizione:

Modello pendio: muro.mod

----- 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	0.75	0.00	0.00	0.00	0.75	11.56	2.74
0.84	1.40	0.93	0.09	0.84	1.40	12.06	2.74
1.24	1.40	3.03	0.17	1.24	1.40	14.06	4.08
1.34	1.35	5.47	0.54	1.34	1.35	17.94	4.67
5.66	1.40	7.42	0.70	5.66	1.40	17.94	3.93
6.06	1.35	10.52	1.24	6.06	1.35	16.58	3.65
6.46	1.42	12.55	1.82	6.46	1.42	14.83	3.10
7.63	1.45	14.94	2.33	7.63	1.45	12.40	2.65
11.46	1.55	16.58	2.94	7.42	1.41	11.52	2.32
11.52	2.32	17.94	3.22	5.69	1.06	11.56	2.74
11.56	2.74	-	-	3.03	0.89	-	-
12.06	2.74	-	-	0.93	0.81	-	-
14.06	4.08	-	-	0.00	0.53	-	-
17.94	4.67	-	-	0.00	0.75	-	-

SUP 5		SUP 6		SUP 7		SUP 8	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
11.56	2.74	-	-	-	-	-	-
12.06	2.74	-	-	-	-	-	-
12.06	1.45	-	-	-	-	-	-
12.16	1.45	-	-	-	-	-	-
12.16	0.95	-	-	-	-	-	-
11.06	0.95	-	-	-	-	-	-
11.06	1.45	-	-	-	-	-	-
11.45	1.45	-	-	-	-	-	-
11.56	2.74	-	-	-	-	-	-

---- SUP FALDA -----

X Y (in m)

0.00 0.70  
1.67 0.79

6.58 1.16  
 10.34 1.45  
 12.25 1.60  
 13.18 3.18  
 15.51 3.98  
 17.94 4.58

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

Strati esclusi da acquifero:

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

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

In caso di superfici con tension crack in testa, la frattura di tensione puo' venir viene considerata completamente riempita di acqua per la sua intera profondita'.

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

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

Peso unitario fluido (kN/m<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 sovrappressione oltre pressione idrostatica 1.00

Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica = ATTIVA

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

CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE NON ATTIVATO

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

	fi'	C'	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	30.00	4.90	0.00	19.00	20.00	2.016	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	35.00	9.81	0.00	21.00	22.00	2.746	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 3	27.00	1.47	0.00	18.50	19.50	1.618	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 4	27.00	1.47	0.00	18.50	18.50	1.618	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 5	0.00	500.00	0.00	25.00	25.00	1000.000	0.00	0.00	0.00	0.00

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

C' \_\_\_\_\_ Coesione efficace (in Kpa)

Cu \_\_\_\_\_ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm \_\_\_\_\_ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m<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 Strenght Index ammasso(adimensionale)

mi \_\_\_\_\_ Indice litologico ammasso(adimensionale)

D \_\_\_\_\_ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

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

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

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

\*\*\* PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

MOTORE DI RICERCA: RANDOM SEARCH - Siegel (1981)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)\*: 0.7 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 0.36 16.50

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 0.00

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 2.15 17.58

TOTALE SUPERFICI GENERATE : 10000

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

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

METODO DI CALCOLO : JANBU RIGOROSO (Janbu, 1973)

METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI ( $\lambda$ ,Fs0) ADOTTATO : B (piu' accurato)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0500

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0250

COEFFICIENTE  $c=Kv/Kh$  UTILIZZATO : 0.5000

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

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

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

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

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

\* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs \*

Fattore di sicurezza (FS)	1.2370	- Min.	- X	Y	Lambda= 1.0000
	12.08				2.75
	12.22				2.73
	12.29				2.71
	12.34				2.71
	12.37				2.71
	12.41				2.71
	12.45				2.71
	12.48				2.71
	12.52				2.72
	12.57				2.73
	12.61				2.74
	12.65				2.74
	12.69				2.75
	12.73				2.76
	12.77				2.77
	12.81				2.77
	12.85				2.78
	12.89				2.79
	12.93				2.80
	12.97				2.81
	13.01				2.82
	13.05				2.83
	13.09				2.84
	13.13				2.85
	13.17				2.87
	13.21				2.88
	13.25				2.89
	13.29				2.91
	13.33				2.92
	13.37				2.94
	13.41				2.95
	13.45				2.97
	13.49				2.99
	13.53				3.01
	13.57				3.02
	13.61				3.04
	13.65				3.06
	13.68				3.08
	13.72				3.10
	13.76				3.12

13.80 3.15  
 13.84 3.17  
 13.88 3.20  
 13.92 3.23  
 13.96 3.25  
 14.00 3.28  
 14.04 3.31  
 14.08 3.34  
 14.12 3.37  
 14.17 3.40  
 14.21 3.43  
 14.24 3.47  
 14.28 3.50  
 14.32 3.54  
 14.36 3.58  
 14.40 3.62  
 14.43 3.66  
 14.48 3.71  
 14.52 3.76  
 14.56 3.81  
 14.60 3.85  
 14.64 3.89  
 14.68 3.94  
 14.68 4.17

Fattore di sicurezza (FS) 1.2476 - N.2 -- X Y Lambda= 1.0000

12.07 2.75  
 12.32 2.73  
 12.44 2.72  
 12.52 2.72  
 12.60 2.72  
 12.66 2.72  
 12.73 2.72  
 12.80 2.73  
 12.87 2.74  
 12.95 2.76  
 13.02 2.77  
 13.09 2.79  
 13.16 2.80  
 13.22 2.83  
 13.29 2.85  
 13.36 2.88  
 13.43 2.91  
 13.51 2.95  
 13.58 2.98  
 13.65 3.02  
 13.72 3.06  
 13.78 3.11  
 13.85 3.15  
 13.92 3.20  
 13.99 3.26  
 14.07 3.33  
 14.14 3.40  
 14.21 3.46  
 14.28 3.53  
 14.35 3.60  
 14.42 3.68  
 14.51 3.77  
 14.63 3.92  
 14.63 4.17

Fattore di sicurezza (FS) 1.2478 - N.3 -- X Y Lambda= 1.0000

12.08 2.75

12.35	2.73
12.49	2.73
12.58	2.73
12.66	2.73
12.73	2.73
12.80	2.74
12.88	2.75
12.96	2.77
13.05	2.79
13.13	2.81
13.21	2.83
13.28	2.85
13.35	2.88
13.42	2.91
13.50	2.94
13.58	2.98
13.67	3.03
13.75	3.07
13.82	3.12
13.90	3.16
13.97	3.21
14.04	3.26
14.12	3.32
14.20	3.38
14.28	3.45
14.36	3.52
14.44	3.58
14.51	3.65
14.59	3.71
14.68	3.79
14.77	3.88
14.88	3.98
14.88	4.20

Fattore di sicurezza (FS) 1.2489 - N.4 -- X Y Lambda= 1.0000

12.07	2.75
12.35	2.72
12.49	2.72
12.58	2.71
12.66	2.72
12.73	2.72
12.80	2.73
12.87	2.74
12.95	2.76
13.04	2.78
13.12	2.80
13.20	2.82
13.28	2.84
13.35	2.86
13.43	2.88
13.51	2.90
13.59	2.93
13.68	2.96
13.76	2.99
13.83	3.02
13.90	3.06
13.97	3.10
14.04	3.14
14.12	3.20
14.20	3.26
14.29	3.33
14.37	3.40
14.45	3.47

14.52 3.54  
14.60 3.61  
14.68 3.70  
14.78 3.80  
14.91 3.95  
14.94 3.98  
14.94 4.21

Fattore di sicurezza (FS) 1.2492 - N.5 -- X Y Lambda= 1.0000

12.07 2.74  
12.35 2.73  
12.49 2.73  
12.59 2.73  
12.67 2.74  
12.75 2.74  
12.83 2.75  
12.90 2.76  
12.99 2.77  
13.08 2.79  
13.16 2.81  
13.24 2.83  
13.32 2.85  
13.39 2.87  
13.47 2.90  
13.55 2.93  
13.63 2.97  
13.72 3.01  
13.81 3.05  
13.88 3.10  
13.96 3.14  
14.04 3.19  
14.12 3.23  
14.20 3.29  
14.28 3.34  
14.37 3.41  
14.45 3.47  
14.53 3.53  
14.61 3.60  
14.69 3.66  
14.77 3.74  
14.87 3.84  
15.01 3.98  
15.01 4.22

Fattore di sicurezza (FS) 1.2508 - N.6 -- X Y Lambda= 1.0000

12.07 2.75  
12.32 2.75  
12.44 2.75  
12.53 2.75  
12.61 2.75  
12.68 2.76  
12.75 2.76  
12.82 2.77  
12.90 2.78  
12.98 2.79  
13.05 2.80  
13.12 2.82  
13.18 2.84  
13.25 2.86  
13.31 2.89  
13.38 2.92  
13.46 2.95  
13.54 3.00

13.61	3.04
13.69	3.08
13.75	3.12
13.82	3.17
13.89	3.22
13.96	3.27
14.03	3.32
14.11	3.39
14.19	3.45
14.26	3.51
14.33	3.57
14.40	3.64
14.47	3.71
14.56	3.81
14.69	3.94
14.69	4.18

Fattore di sicurezza (FS) 1.2514 - N.7 -- X Y Lambda= 1.0000

12.09	2.76
12.34	2.73
12.46	2.72
12.54	2.71
12.60	2.71
12.67	2.72
12.72	2.72
12.79	2.73
12.86	2.75
12.94	2.77
13.01	2.79
13.08	2.82
13.14	2.84
13.21	2.86
13.27	2.89
13.34	2.92
13.41	2.95
13.48	2.98
13.55	3.02
13.62	3.05
13.68	3.09
13.75	3.13
13.81	3.17
13.88	3.21
13.95	3.26
14.03	3.32
14.10	3.37
14.16	3.43
14.22	3.49
14.29	3.55
14.36	3.63
14.44	3.73
14.56	3.88
14.60	3.94
14.60	4.16

Fattore di sicurezza (FS) 1.2523 - N.8 -- X Y Lambda= 1.0000

12.08	2.75
12.34	2.73
12.47	2.72
12.56	2.72
12.63	2.72
12.70	2.72
12.77	2.73

12.84	2.74
12.92	2.75
13.01	2.77
13.08	2.78
13.16	2.80
13.22	2.82
13.29	2.85
13.36	2.88
13.43	2.92
13.50	2.96
13.59	3.01
13.67	3.05
13.74	3.10
13.81	3.15
13.88	3.20
13.96	3.25
14.03	3.30
14.10	3.36
14.18	3.42
14.26	3.48
14.33	3.54
14.40	3.61
14.48	3.67
14.56	3.75
14.65	3.84
14.74	3.93
14.74	4.18

Fattore di sicurezza (FS) 1.2527 - N.9 -- X Y Lambda= 1.0000

12.08	2.75
12.37	2.73
12.51	2.72
12.61	2.72
12.69	2.72
12.77	2.73
12.84	2.74
12.91	2.76
13.00	2.78
13.09	2.80
13.17	2.83
13.26	2.85
13.34	2.88
13.42	2.90
13.50	2.93
13.58	2.96
13.67	2.99
13.76	3.02
13.84	3.05
13.92	3.09
13.99	3.13
14.07	3.17
14.14	3.22
14.22	3.27
14.30	3.34
14.39	3.41
14.47	3.48
14.56	3.55
14.64	3.62
14.72	3.69
14.81	3.78
14.91	3.87
15.05	4.00
15.05	4.23

Fattore di sicurezza (FS)	1.2527	-	N.10	--	X	Y	Lambda= 1.0000
	12.07		2.74				
	12.31		2.74				
	12.42		2.74				
	12.50		2.75				
	12.57		2.75				
	12.64		2.76				
	12.70		2.77				
	12.77		2.78				
	12.83		2.79				
	12.91		2.81				
	12.98		2.83				
	13.05		2.85				
	13.11		2.87				
	13.18		2.89				
	13.24		2.91				
	13.31		2.94				
	13.38		2.96				
	13.45		3.00				
	13.52		3.03				
	13.59		3.06				
	13.65		3.09				
	13.71		3.13				
	13.78		3.17				
	13.84		3.21				
	13.91		3.26				
	13.99		3.32				
	14.06		3.37				
	14.13		3.43				
	14.19		3.48				
	14.25		3.55				
	14.32		3.63				
	14.40		3.72				
	14.52		3.87				
	14.56		3.93				
	14.56		4.16				

# STATO DI PROGETTO

# Parametri Geotecnici degli strati #											
N.	phi' deg	C' kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D		
1	30,00	4,90	0	19,00	20,00	0	"	"	0	0	
2	35,00	9,81	0	21,00	22,00	0	"	"	0	0	
3	27,00	1,47	0	18,50	19,50	0	"	"	0	0	
4	27,00	1,47	0	18,50	18,50	0	"	"	0	0	
5	0	500,00	0	25,00	25,00	0	"	"	0	0	

Modello di calcolo : Janbu Rigoroso (1973)

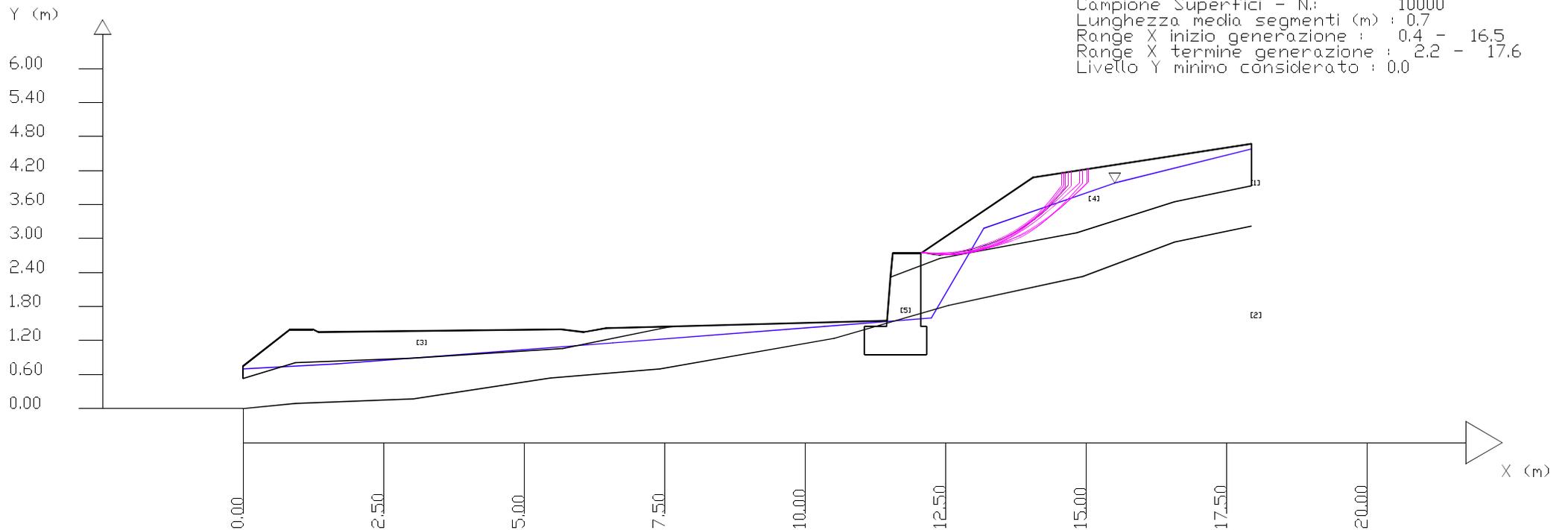
DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1,2370  
 Range Fs : 1,2370 1,2527  
 Differenza % Range Fs : 1,26  
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0,0500  
 Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0,0250

SSAP 5.0.2 (2021) - Slope Stability Analysis Program  
 Software by Dr.Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu  
 SSAP/DXF generator rel. 2.0 (2020)

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N: 10000  
 Lunghezza media segmenti (m) : 0,7  
 Range X inizio generazione : 0,4 - 16,5  
 Range X termine generazione : 2,2 - 17,6  
 Livello Y minimo considerato : 0,0



MAPPA FS LOCALE (Con algoritmo geostatistico non-parametrico- By L.B 2013-16)

