



REGIONE DEL  
VENETO



PROVINCIA DI  
VENEZIA



COMUNE DI  
CAMPAGNA LUPIA

# VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE E CONTESTUALE APPROVAZIONE DEL PROGETTO DI “NUOVO IMPIANTO DI TRATTAMENTO E RECUPERO DI RIFIUTI SPECIALI E AUTODEMOLIZIONE”

da insediare in  
**Comune di Campagna Lupia**

Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi dell'art. 23 del D.lgs. n. 152/2006 e s.m.i.

ELABORATO	A3	DESCRIZIONE ELABORATO	DATA	Febbraio 2014
		<b>RELAZIONE GEOLOGICA E DI CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA</b>		

**PROPONENTE:**

**MANIERO LUIGI SRL**  
**Commercio Rottami & Servizi Ecologici**

Via Volta, 5 - 30030 Fossò (VE) – Loc. Sandon  
Tel. & Fax: 041 466890  
C.F. e P.IVA: 04207180276 - REA: VE - 375102  
manieroluigisrl@pec.it

TIMBRO e FIRMA

**STUDIO INCARICATO:**



**GE Ground Engineering s.a.s.**

Sede legale: Via Villa, 5/c – 30010 Campolongo Maggiore (VE)  
Sede operativa: Via Spagna 6 – 35010 Vigonza (PD)  
Tel: +39.049.9703506 – Fax: +39.049.7388463  
Cell.: +39.349.1792764  
e-mail: [basilio.zanninello@ground-eng.com](mailto:basilio.zanninello@ground-eng.com)  
pec: [info@pec.ground-eng.com](mailto:info@pec.ground-eng.com)

GRUPPO DI  
LAVORO

Dott. Geol. Matteo Vian  
Albo dei Geologi della Regione Veneto n. 689

Dott. Geol. Basilio Zanninello  
Albo dei Geologi della Regione Veneto n. 608

EMISSIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	NOTE
0.0	Maggio 2013	MV – BZ	MV – BZ	MV – BZ	

Dott. Geol. Matteo Vian



*Matteo Vian*

Dott. Geol. Basilio Zanninello



*Basilio Zanninello*







**GE Ground Engineering s.a.s.**

Sede legale: Via Villa, 5/C – 30010 Campolongo Maggiore (VE)

Sede operativa: Via Padana 73/a – S. Angelo di Piove di Sacco (PD)

Tel/Fax +39.049.9703506

P.IVA.: 03666520279

e-mail: [info@ground-eng.com](mailto:info@ground-eng.com)

## COMUNE DI CAMPAGNA LUPIA



<p>Data: Maggio 2013</p>	<p><b>COSTRUZIONE DI UN FABBRICATO IDONEO AD OSPITARE UN IMPIANTO RECUPERO METALLI CON RELATIVI UFFICI E ABITAZIONE DEL CUSTODE</b></p> <p><b>RELAZIONE GEOLOGICA E DI CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA</b></p>	<p>Elaborato: <b>unico</b></p> <p>Dott. Geol. <b>Matteo Vian</b> Albo dei Geologi della Regione Veneto N. 689.</p>  <p><i>Matteo Vian</i></p>
<p>Revisione V00</p>	<p><b>Committente:</b></p> <p>Sig. Maniero Gianni Via A. Volta - Fossò (VE)</p>	<p>Dott. Geol. <b>Basilio Zanninello</b> Albo dei Geologi della Regione Veneto N. 608.</p>  <p><i>Basilio Zanninello</i></p>

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE</b>	<b>4</b>
	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE	6
<b>4</b>	<b>PLANIMETRIA CON UBICAZIONE INDAGINI IN SITO</b>	<b>7</b>
	4.1 PROVA PENETROMETRICA STATICA (CPT)	8
	4.1.1 Interpretazione dei dati	8
	4.2 INDAGINE SISMICA CON TECNICA (HVSR)	9
<b>5</b>	<b>RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA E GEOTECNICA</b>	<b>11</b>
	5.1 INDAGINE PENETROMETRICA	11
	5.2 INDAGINE SISMICA CON TECNICA (HVSR)	11
	5.3 IDROGEOLOGIA	13
<b>6</b>	<b>ANALISI SISMICA</b>	<b>14</b>
	6.1 CLASSIFICAZIONE SISMICA	14
	6.2 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	16
	6.3 VERIFICA DELLA SUSCETTIBILITÀ A LIQUEFAZIONE	17
	6.3.1 Rapporto tensionale ciclico CSR	17
	6.3.2 Rapporto di resistenza ciclica CRR	18
	RISULTATI OTTENUTI	19
<b>7</b>	<b>CONSIDERAZIONI SULLA PROGETTAZIONE GEOTECNICA</b>	<b>20</b>
	7.1 FONDAZIONI SUPERFICIALI	20
	7.1.1 Riferimenti normativi	20
	7.1.2 Approccio NTC 2008	21
	7.1.3 Approccio D.M. 11/03/1988	21
	7.1.4 Metodo di Brinch - Hansen	22
	7.1.5 Verifica agli stati limite di esercizio (SLE) – Cedimenti	23
	7.1.5.1 Stima dei cedimenti assoluti	23
	7.1.6 Metodo edometrico (terreni coesivi)	24
	7.1.7 Metodo di Schmertmann (terreni granulari)	25
<b>8</b>	<b>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</b>	<b>25</b>

## 1 PREMESSA

Per incarico della committenza è stata eseguita un'indagine per la caratterizzazione di un terreno interessato dal progetto di costruzione di un fabbricato idoneo ad ospitare un impianto di recupero metalli con relativi uffici e abitazione del custode, situato in via dell'Industria a Campagna Lupia (VE) (Figura 1).



**Figura 1 – Estratto di Mappa – Foglio 9 – Particella 1473**

Per la caratterizzazione del sottosuolo sono state eseguite 3 prove penetrometriche statiche (CPT), spinte fino alla profondità massima di -20 m dal p.c. attuale, secondo le modalità descritte in seguito, e disposte come evidenzia la planimetria riportata nelle pagine seguenti.

È stata inoltre eseguita una misura di microtremori con metodo passivo a stazione singola.

Alla fine dell'esecuzione delle prove penetrometriche è stato rilevato il livello dell'acqua in foro.

Per l'esecuzione della prova è stato utilizzato un penetrometro statico (PAGANI modello TG 63-200 cingolato).

Per la misura di microtremori è stato utilizzato un tromografo digitale della MICROMED, modello Tromino Zero.

In allegato alla presente relazione si riportano i seguenti elaborati:

- Tabelle dati e diagrammi della prova penetrometrica statica;
- Report misura di microtremori;
- Documentazione fotografica.

## **2** **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La normativa di interesse specifico per la presente relazione è la seguente:

- D.M. 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni" (NTC 2008).
- Circ. Min. 02/02/2009 "Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche";
- O.P.C.M. 3274/2003 e succ. modd.;
- O.P.C.M. 3519/2006;
- "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" - *D.M. 11/03/1988*;
- Istruzioni applicative al D.M. 11.03.88 - *Circ. Min. LL.PP. 24.09.88 n° 30483*;
- "Raccomandazioni A.G.I. riguardanti l'esecuzione e programmazione delle indagini geotecniche" - A.G.I. 1977.

### 3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Le forme che caratterizzano questa parte di pianura sono i numerosi dossi fluviali che convergono verso il margine interno della laguna.



**Figura 2** - Principali direttrici di deflusso tardo-pleistoceniche del Brenta, nell'area compresa tra Sile e Naviglio Brenta - Tratto dalla carta geomorfologia della provincia di Venezia. Edizione digitale alla scala 1:20.000, a cura di Bondesan A., Meneghel M., Rosselli R. e Vitturi A. (2004) Magistrato alle acque di Venezia.

Legenda: 1) direttrici di deflusso; 2) Confine della provincia di Venezia; 3) Dossi del Piave; 4) dosso del Sile; 5) Dossi del Brenta (Pleistocene); 6) Dossi del Brenta (Olocene).

Queste strutture hanno estensioni variabili da poche centinaia di m ad 1 Km, mentre presentano un rilievo rispetto al piano campagna di 2 – 3 m. I dossi fluviali corrispondono ad antichi decorsi fluviali, pensili rispetto alla pianura e che sono riconducibili alle principali direttrici di deflusso del Brenta. Strutturalmente un dosso fluviale evidenzia nella maggior parte dei casi, una parte centrale caratterizzata da depositi sabbiosi propri di alveo attivo e, lateralmente, da depositi di tipo argilloso – limoso. Spesso le ultime fasi di attività dei dossi hanno compor-



tato la deposizione di sedimenti limosi, che quindi ricoprono completamente le sabbie. Le frequenti biforcazioni e diramazioni indicano che la variazione dei tracciati fluviali avvenivano attraverso meccanismi avulsivi. Questo processo può essere schematizzato in cinque fasi: a) rottura degli argini naturali; b) riversarsi del flusso principale attraverso la breccia arginale; c) disattivazione del tratto d'alveo pensile a valle della rotta; d) instaurarsi di un nuovo tracciato che tipicamente forma un angolo acuto con l'asse del precedente dosso; e) ristabilirsi della pensilità lungo il nuovo corso a causa della tendenza all'aggradazione verticale del sistema argini-naturali alveo.

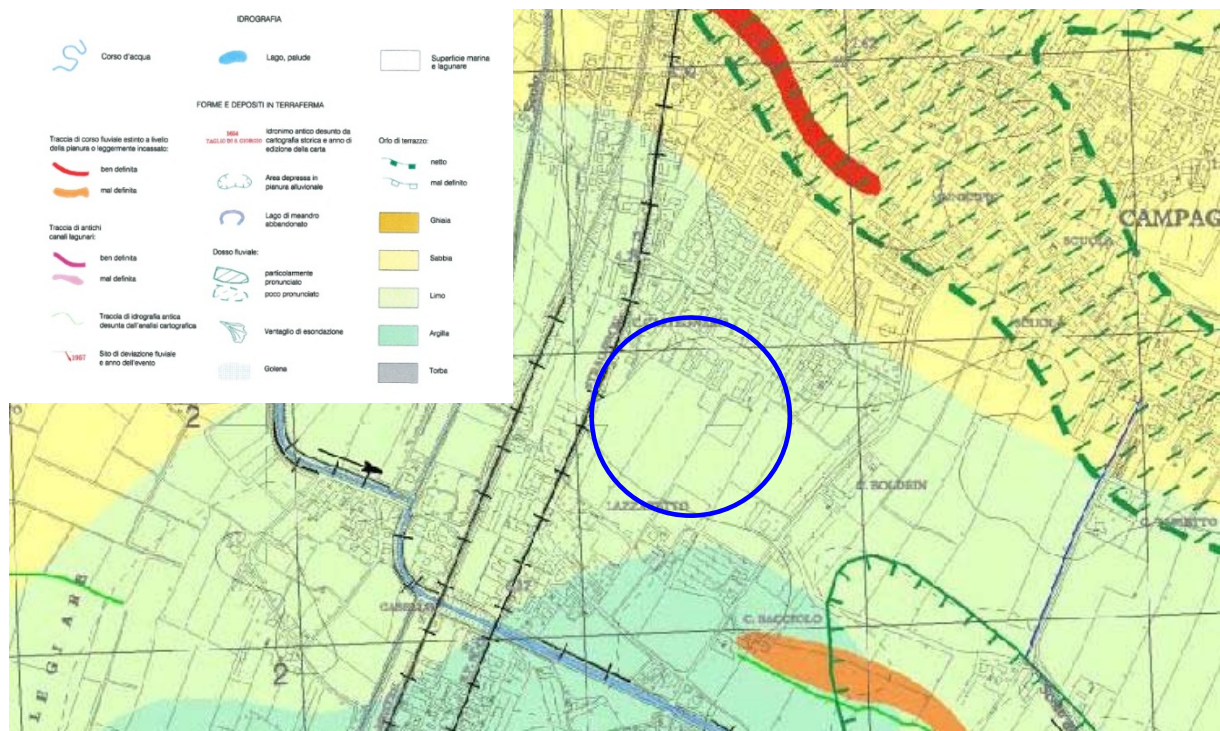


Figura 3 - Tratto dalla carta geomorfologia della provincia di Venezia. Edizione digitale alla scala 1:20.000, a cura di Bondesan A., Meneghel M., Rosselli R. e Vitturi A. (2004) Magistrato alle acque di Venezia.

Il dosso fluviale che interessa il territorio comunale di Campagna Lupia presenta un'evidenza morfologica a se stante a partire da Tombelle, proseguendo per Fossò, Camponogara, e terminare a Campagna Lupia. La distribuzione geometrica di quest'ultimi rispetto ai dossi di Strà e Noventa Padovana fa supporre che siano più antichi. In contrapposizione ai dossi vi sono le aree depresse che rappresentano porzioni di territorio altimetricamente più basse di forma concava e denominate aree di interdosso. Lo sviluppo altimetrico di queste porzioni di territorio vede un sostanziale abbassamento delle quote procedendo da monte, in prossimità dei

dossi fluviali, verso valle dove vengono tagliate dall'arginatura del Taglio Nuovissimo. Questa struttura va ad intersecare zone depresse che in origine proseguivano nella laguna.

L'intervento dell'uomo su questi territori si concretizza anche con lavori di bonifica idraulica che iniziano a partire dal 1488 quando la Repubblica di Venezia iniziò i lavori di salvaguardia della laguna decretando lo scavo del canale Taglio Brenta Nuova o "Brentone", una deviazione che, partendo da Dolo, portava il Brenta a sfociare a Brondolo a sud della laguna. Più di un secolo dopo fu aperto il "Taglio Novissimo". Il territorio di Campagna Lupia, compreso tra questi due canali, subì numerose inondazioni ed un generale degrado dovuto alle acque stagnanti che non potevano più defluire nella laguna. Dal 1866 entrarono in funzione le prime macchine idrovore che prosciugando le acque stagnanti permisero un generale miglioramento delle condizioni ambientali e un aumento della subsidenza a causa della costipazione dei sedimenti fini e della distruzione della sostanza organica.

Dall'esame della Carta Geomorfologica della Provincia di Venezia (Figura 3) si può notare come l'area di interesse sia contraddistinta dalla presenza di tracce di corsi fluviali e dalla vicinanza con aree di dosso fluviale, inseriti in un contesto geologico locale in cui prevalgono i terreni sabbiosi. Si tratta pertanto di un'area contraddistinta da una certa variabilità potenziale, dovuta a queste disomogeneità di natura geomorfologica.

### **Inquadramento idrogeologico generale**

La falda freatica è posta appena sotto al piano campagna, molto spesso più che di una singola falda freatica è corretto riferirsi ad un sistema di piccole falde superficiali in comunicazione idraulica tra loro e talora dotate di debole pressione, in ragione di possibili disomogeneità stratigrafiche laterali e verticali.

La Carta delle isofreatiche della Regione Veneto pone la zona in oggetto immediatamente a monte dell'isofreatica 0; la falda presenta gradienti ridotti e direzione generale verso SE. In particolare la falda freatica presente nel territorio in esame è posta a debole profondità (mediamente da 0 a 2 metri dal piano campagna) e presenta oscillazioni stagionali contenute. Il regime della falda superficiale è regolato principalmente dalle precipitazioni e dall'attività della rete di bonifica dato che alcune porzioni del comune giacciono al di sotto del livello medio del mare.

## 4 PLANIMETRIA CON UBICAZIONE INDAGINI IN SITO

Nella successiva Figura 4 si riporta l'ubicazione planimetrica delle prove penetrometriche eseguite (indicate con la sigla CPT) e della misura di microtremori (indicata con la sigla TR).

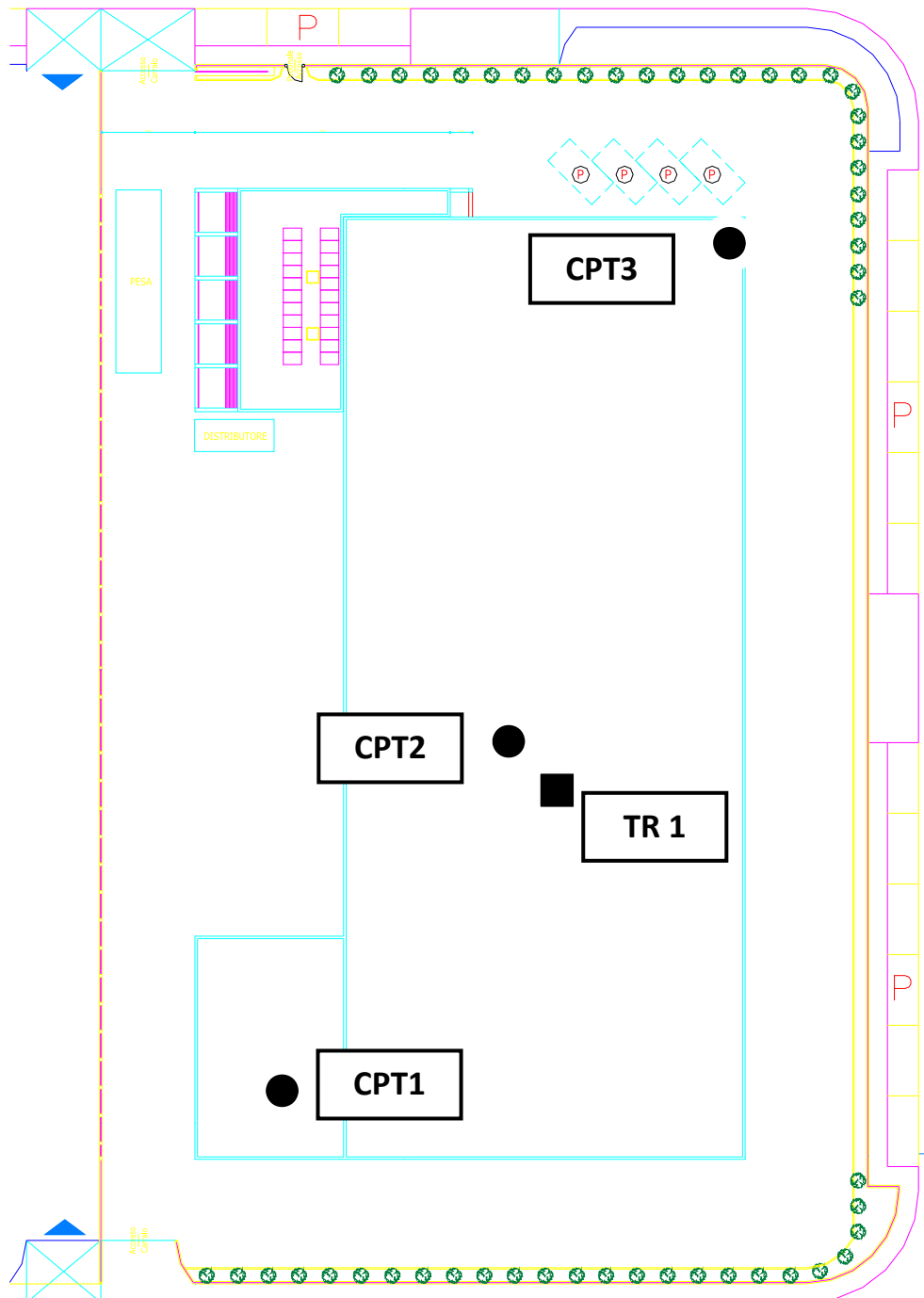


Figura 4- Planimetria con ubicazione dell'indagine eseguita

#### **4.1 Prova penetrometrica statica (CPT)**

Le prove penetrometriche sono state eseguite in conformità alle “Raccomandazioni A.G.I. riguardanti l’esecuzione e programmazione delle indagini geotecniche” (A.G.I. 1977).

La prova C.P.T. consiste nell’infiggere nel terreno, ad una velocità costante pari a 2 cm/sec, una punta conica standard (Tipo Begemann) sormontata da un manicotto che misura l’attrito laterale. La spinta necessaria viene trasmessa alla punta mediante una batteria di tubi ed aste da un gruppo a pistoni idraulici che sviluppa, in questo caso, una spinta massima di 20 t. Ogni 20 cm di avanzamento vengono misurati, mediante cella di carico, i seguenti valori:

- $R_p$  = resistenza di punta espressa in  $\text{kg/cm}^2$
- $R_t$  = resistenza totale (resistenza di punta + resistenza laterale) espressa in  $\text{kg/cm}^2$

I dati rilevati in campagna vengono restituiti graficamente rappresentando l’andamento in funzione della profondità delle seguenti grandezze:

- resistenza di punta ( $R_p$  in  $\text{kg/cm}^2$ )
- resistenza laterale ( $R_l$  in  $\text{kg/cm}^2$ )
- rapporto di Begemann ( $R_p/R_l$ )

Al termine dell’esecuzione di ciascuna prova, è stato misurato il livello della falda freatica all’interno del foro di prova (indicato nelle tabelle dati CPT).

##### **4.1.1 Interpretazione dei dati**

Con la prova CPT, attraverso opportune correlazioni tra i valori di  $q_c$  (resistenza alla punta) e  $f_s$  (resistenza di attrito laterale) è possibile ottenere una classificazione dei terreni attraversati e determinare la resistenza al taglio non drenata ( $c_u$ ) dei terreni coesivi (argille) e l’angolo di attrito ( $\phi$ ) dei terreni granulari (sabbie).

## 4.2 Indagine sismica con tecnica (HVSR)

La caratterizzazione sismica dei terreni tramite la tecnica di indagine sismica passiva HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio – Metodo di Nakamura) è finalizzata all'individuazione delle frequenze caratteristiche di risonanza di sito. Esse sono correlabili ai cambi litologici presenti sia all'interno della copertura che nell'eventuale ammasso roccioso.

Il metodo si basa sulla misura del rumore sismico ambientale, che risulta prodotto sia da fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) che dall'attività antropica. Viene chiamato generalmente microtremore perchè riguarda oscillazioni molto piccole, inferiori di diversi ordini di grandezza rispetto a quelle indotte dai terremoti.

I metodi che si basano sull'acquisizione dei microtremori si dicono passivi in quanto il “rumore” non viene appositamente generato, come avviene invece nel caso della sismica attiva, ma si utilizza appunto il rumore sismico ambientale, sempre presente naturalmente ovunque. Lo spettro in frequenza del rumore di fondo in un terreno roccioso pianeggiante presenta dei picchi a 0.14 e 0.07 Hz, comunemente interpretati come originati dalle onde oceaniche (vedi figura sottostante).

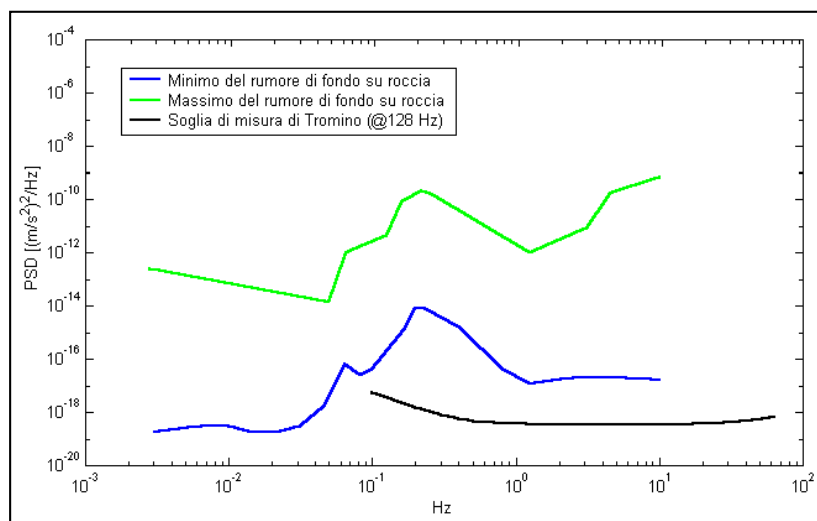


Figura 5- Modelli standard del rumore sismico massimo (in verde) e minimo (in blu) per la Terra. La linea nera indica la sensibilità strumentale. Gli spettri di potenza sono espressi in termini di accelerazione e sono relativi alla componente verticale del moto.

Tali componenti spettrali vengono attenuate molto poco anche dopo tragitti di migliaia di chilometri per effetto di guida d'onda. A tale andamento generale, che è sempre presente, si sovrappongono le sorgenti locali, antropiche (traffico, industrie ma anche il semplice passeg-

giare di una persona) e naturali che però si attenuano fortemente a frequenze superiori a 20 Hz, a causa dell'assorbimento anelastico originato dall'attrito interno delle rocce.

Il rumore di fondo agisce da funzione di eccitazione per le risonanze specifiche sia degli edifici che del sottosuolo. Dunque, anche il debole rumore sismico, che tradizionalmente costituisce la parte di segnale scartata dalla sismologia classica, contiene informazione. Questa informazione è però sepolta all'interno del rumore casuale e può essere estratta attraverso tecniche opportune. L'utilizzo di algoritmi di calcolo finalizzati ad una modellizzazione sintetica dello spettro H/V, permette di correlare ogni picco spettrale con le discontinuità presenti nel sottosuolo (per esempio i cambi litologici). I dati che si possono ricavare sono spessori e velocità di propagazione delle onde di taglio all'interno del sismostrato individuato. Tramite l'elaborazione e l'analisi dell'andamento delle tre componenti del moto, è possibile distinguere i picchi di origine naturale da quelli di altra natura.

La tecnica dei permette di ottenere informazioni sulla velocità media delle onde  $V_s$  calcolata tramite la creazione di un modello, che simuli il più possibile quello effettivamente ottenuto, partendo dalla profondità nota di almeno un riflettore (di norma quello più superficiale), inoltre è possibile ottenere una stratigrafia sismica del sottosuolo basata sul contrasto d'impedenza (rapporto tra velocità delle onde sismiche e densità del mezzo attraversato) che un'unità geologica ha rispetto quella soprastante e quella sottostante. La stratigrafia diviene litologica qualora si possieda un'indagine geognostica diretta di taratura (carotaggio, prova penetrometrica, ecc.).

#### PRINCIPALI CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA STRUMENTAZIONE

<b>Numero di canali</b>	3+1 analogici	<b>Orologio</b>	interno, permanente con datario e allarme, può essere visualizzato anche durante l'acquisizione
<b>Amplificatori</b>	tutti canali con input differenziali	<b>Livella</b>	a bolla d'aria, elevata precisione orizzontale, sensibilità 5' d'arco (0.083°)
<b>Rumore</b>	< 0.5 $\mu$ V r.m.s. @128 Hz sampling	<b>Connessioni</b>	porta USB, tipo B
<b>Impedenza dell'input</b>	10 <sup>6</sup> Ohm	<b>Registrazione dati</b>	memoria interna, standard 512 Mb, opzionale fino a 2 Gb
<b>Range di frequenze</b>	DC - 360 Hz	<b>Dimensione e peso</b>	10 x 14 x 7.7 (altezza) cm, 1.1 kg, contenitore di alluminio
<b>Frequenza di campionamento</b>	16384 Hz per canale	<b>Accoppiamento col terreno</b>	su punte e cuscinetto reologico
<b>Frequenze di sovracampionamento</b>	32x, 64x, 128x	<b>Display grafico</b>	grafico, 128 x 64 pixel, retroilluminato

## 5 RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA E GEOTECNICA

### 5.1 Indagine penetrometrica

Dai dati delle prove penetrometriche eseguite è stato ricostruito il modello geotecnico di seguito riportato. I parametri geomeccanici espressi rappresentano valori medi, ricavati da una stima ragionata e cautelativa all'interno di ciascuno strato considerato.

Va sottolineato che, come richiesto dalle NTC 2008, i parametri geotecnici riportati nella presente relazione ed in allegato ad essa, in fase progettuale, dovranno essere eventualmente corretti in ragione delle specifiche verifiche e degli approcci metodologici adottati.

Profondità da p.c. [m]	Litologia	Angolo d'attrito ( $\phi'$ ) [°]	Coesione non drenata ( $C_u$ ) [kPa]
0,0 – 2,4	Limi argillosi e sabbiosi*	28,0	95
2,4 – 3,4	Argille ed argille limose	–	60
3,4 – 6,4	Limi sabbiosi e sabbie limose	31,2	–
6,4 – 8,2	Argille e limi argillosi	–	80
8,2 – 9,4	Sabbie e sabbie limose	33,8	–
9,4 – 14,6	Argille e limi argillosi con livelli sabbiosi*	30,3	90
14,6 – 17,2	Sabbie e sabbie limose	33,7	–
17,2 – 20,0	Limi argillosi e sabbiosi*	28,9	120

**Tabella 1 – Parametri geotecnici medi**

\* i valori di coesione non drenata si riferiscono ai livelli coesivi, mentre l'angolo di attrito ai termini granulari presenti all'interno della stessa unità stratigrafica

### 5.2 Indagine sismica con tecnica (HVSr)

Nel caso specifico del sito in esame si è cercato di correlare il valore di picco dello spettro di risposta HVSr con la profondità dell'unità litologica più rigida (*bedrock geofisico*) e di individuare una corrispondenza tra i valori di frequenza relativi alle discontinuità sismiche e i cam-

bi litologici presenti nel sottosuolo, sulla base del confronto con la stratigrafia ottenuta dalle indagini CPT. Interpretando i minimi della componente verticale, come risonanza del modo fondamentale dell'onda di Rayleigh, e i picchi delle componenti orizzontali, come contributo delle onde  $S_H$ , sono stati ottenuti i picchi di H/V a varie frequenze. Sapendo che ad ogni picco in frequenza corrisponde una discontinuità litologica, che genera il contrasto d'impedenza, si è estrapolato una stratigrafia geofisica del sottosuolo.

Di seguito si riporta l'interpretazione della misura, in allegato si riporta il report di dettaglio.

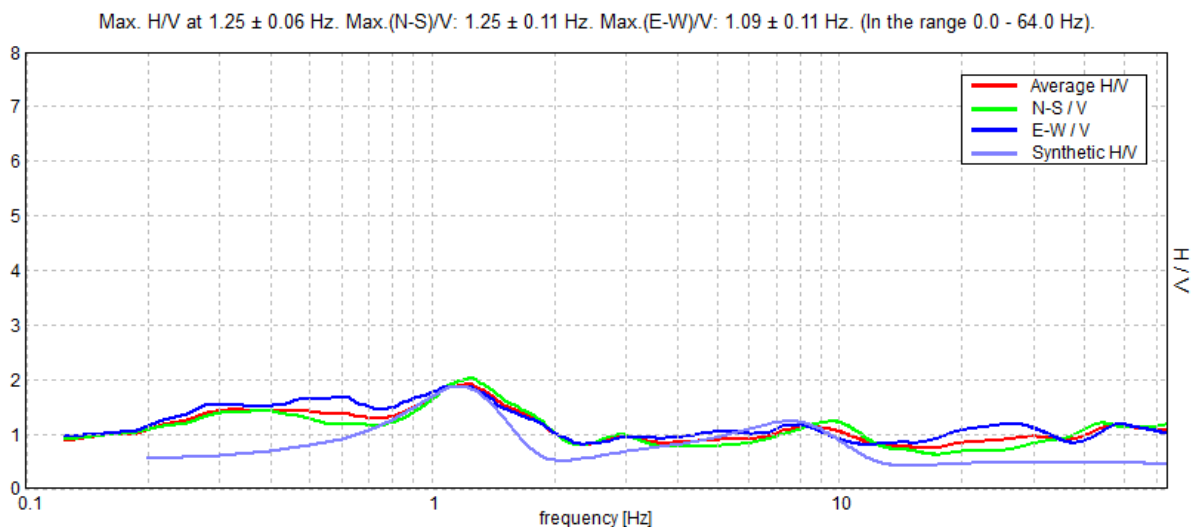


Figura 6- Curva H/V registrata in sito (linea rossa) e curva sintetica generata dal modello (linea blu).

La verifica della presenza di frequenze di risonanza e dell'amplificazione del sottosuolo oggetto di intervento risulta molto importante.

Infatti, nel caso che la risonanza del suolo di fondazione coincida o sia prossima a quella della struttura si ha una situazione cui porre attenzione dal punto di vista della vulnerabilità sismica, ovvero sostanzialmente un'amplificazione delle sollecitazioni per "doppia risonanza".

La condizione ideale corrisponde ad un edificio dotato di frequenza di risonanza minore di quella del sottosuolo.

Dall'esame delle misure eseguite si può affermare che il sito presenta le seguenti frequenze di amplificazione (vedi Figura 6 e Tabella 4).



Frequenza [Hz]	Amplificazione [H/V]
1,25	1,96
1,89	1,22

**Tabella 2 – Frequenze di risonanza principali**

Per quanto riguarda la ricostruzione stratigrafica, a partire dalle indicazioni delle prove penetrometriche statiche è stato possibile ottenere il modello d'inversione, la cui curva di sintesi è riportata in Figura 6.

Nella successiva tabella si riportano gli spessori dei principali sismostrati riconosciuti con le relative velocità delle onde S e le litologie ad essi associabili.

Profondità da p.c. [m]	Spessore [m]	Litologia	Vs [m/s]
0,0 – 2,7	2,7	Limi e argille	90
2,7 – 32,7	30,0	Limi e sabbie	160
32,7 – inf.	Inf.	Sabbie e sabbie limose	320

**Tabella 3 – Stratigrafia desunta dall'inversione della curva sperimentale**

### 5.3 Idrogeologia

Al termine dell'esecuzione delle prove penetrometriche si è misurato, per mezzo di una sonda freaticometrica, il livello dell'acqua in foro di indagine; esso è indicato nella successiva Tabella 4.

Prova penetrometrica	Profondità acqua in foro [m dal p.c.]
CPT 1	-2,85
CPT 2	-2,10
CPT 3	-1,80

**Tabella 4 – Livelli acqua in foro rilevati**

## 6 ANALISI SISMICA

### 6.1 Classificazione sismica

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A) ed in termini di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$ , come definite nella successiva tabella, nel periodo di riferimento  $V_R$ .

Il periodo di riferimento  $V_R$  si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$  definito, al variare della classe d'uso.

La vita nominale  $V_N$  relativa al presente intervento di progetto è di 50 anni (tipo di costruzione 2 “Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale”).

La classe d'uso utilizzata è:

**Classe II:** “Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.”

A tale classe corrisponde un coefficiente d'uso  $C_U$  pari a 1,0.

In questo modo si ottiene un periodo di riferimento  $V_R$  di 50 anni.

Le forme degli spettri di risposta ai sensi delle NTC 2008 sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nella vita di riferimento  $P_{VR}$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

$a_g$ : accelerazione orizzontale massima al sito;

$F_0$ : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_c^*$ : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nota la vita di riferimento della costruzione  $V_R$  e la probabilità di superamento nella vita di

riferimento  $P_{VR}$  associate a ciascuno degli stati limite considerati, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili è possibile ricavare le corrispondenti azioni sismiche.

Il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$ , espresso in anni rappresenta il parametro caratterizzante la pericolosità sismica.

Esso è legato a  $P_{VR}$  e  $V_R$  dalla:

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

Sulla base dell'O.P.C.M. del 28 aprile 2006 n. 3519 (*Criteria generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*) il comune di Campagna Lupia (VE), risulta caratterizzato da valori di accelerazione massima al suolo  $a_g$ , (con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi caratterizzati da valori di  $V_{S30} > 800$  m/s) pari a 0,068 g. I valori di accelerazione corrispondenti agli stati limite di verifica imposti dalle NTC 2008, sono evidenziati nella Tabella 5 (**avendo ipotizzato una vita nominale della struttura di 50 anni e classe d'uso II**).

Pertanto, come riportato nella Deliberazione della Giunta della Regione Veneto n. 96/CR del 7 agosto 2006, "per quanto riguarda la calcolo di progetti da realizzare in ambito regionale...le accelerazioni al suolo andranno assunte con riferimento ai valori di fascia individuati nell' O.P.C.M. 3519/06...".

STATO LIMITE	$T_r$ (anni)	$a_g$ (g)	$F_0$ (-)	$T_c^*$ (s)
SLO	30	0,028	2,474	0,205
SLD	50	0,033	2,496	0,234
SLV	475	0,068	2,630	0,362
SLC	975	0,086	2,661	0,381

Tabella 5 – Valori di  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c$  associati agli stati limite da verificare

Si afferma, inoltre, che "per gli aspetti amministrativi, con particolare riguardo agli oneri di deposito e di verifica degli elaborati di calcolo, è confermata la classificazione sismica dei Comuni del Veneto di cui all'elenco (allegati I) della Delibera di Consiglio Regionale n. 67/03".

Dal punto di vista amministrativo, quindi, il comune di Campagna Lupia (VE), rientra nella **zona sismica 4**.

## 6.2 Categoria di sottosuolo

Secondo il punto 3.2.2 delle NTC 2008 ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente  $V_{s,30}$  di propagazione delle onde di taglio. In questo caso si è utilizzata l'elaborazione delle curve sperimentali di misura dei microtremori, eseguita con la tecnica passiva a stazione singola, eseguita nelle vicinanze del sito oggetto di indagine. Di seguito si riassume graficamente il risultato della ricostruzione dei sismostrati elaborati dall'indagine eseguita, che evidenzia l'andamento delle  $V_{s,30}$  in profondità.

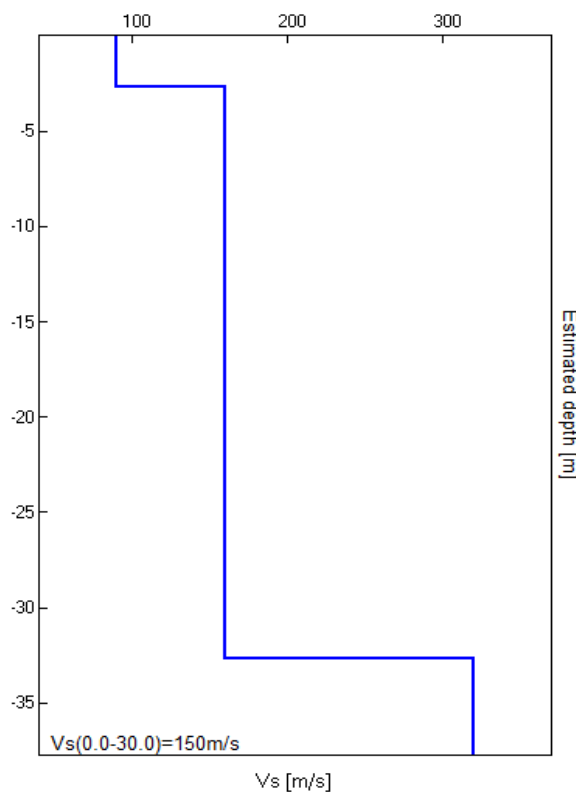


Figura 7- Grafico dell'ipotetico andamento delle Vs in profondità.

In base alla sommatoria delle velocità sui 30 m di profondità  $V_s(0,0-30,0) = 150$  m/s, vedi Figura 7] si è assunta la **CATEGORIA D**, ovvero: “*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  inferiori a 180 m/s (ovvero  $N_{SPT,30} < 15$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u,30} < 70$  kPa nei terreni a grana fina)*”.

### 6.3 Verifica della suscettibilità a liquefazione

Nel caso in esame, si è verificata la suscettibilità a liquefazione mediante metodi semplificati basati su correlazioni tra le misure in sito derivanti da prove penetrometriche di tipo statico (CPT).

Si è fatto riferimento all'analisi semplificata proposta da Seed e Idriss (1971), in base alla quale è richiesta la stima o il calcolo di due variabili:

- il carico sismico, espresso attraverso il rapporto tensionale ciclico CSR;
- la capacità del terreno di resistere alla liquefazione, espressa attraverso il rapporto di resistenza ciclica CRR.

#### 6.3.1 Rapporto tensionale ciclico CSR

Il carico sismico, ad una determinata profondità, può essere valutato attraverso la seguente espressione:

$$CSR = 0.65 \frac{a_{\max,s}}{g} \frac{\sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}} r_d \frac{1}{MSF}$$

dove:

$a_{\max,s}$ : accelerazione sismica di picco al piano campagna;

$g$ : accelerazione di gravità

$\sigma_{v0}$ : tensione verticale totale alla profondità  $z$  dal p.c.;

$\sigma'_{v0}$ : tensione verticale efficace alla profondità  $z$  dal p.c.;

$r_d$ : coefficiente funzione della profondità  $z$  dal p.c. che tiene conto della deformabilità del sottosuolo;

$MSF$ : coefficiente correttivo funzione della magnitudo del sisma poiché la procedura è stata elaborata sulla base di eventi sismici con magnitudo di momento  $M=7,5$ . Per gli altri casi occorre ricondurre il carico sismico a quello equivalente ad un terremoto di magnitudo  $M=7,5$  attraverso il coefficiente  $MSF$ .

Il valore di  $a_{\max,s}$  è stato ricavato per il sito in esame secondo la:

$$a_{\max,s} = a_g \cdot S$$

dove:

$a_g$ : accelerazione orizzontale massima al sito pari a 0,068 g

$S$ : coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente:  $S = S_s S_T$ , essendo:

$S_s$ : coefficiente di amplificazione stratigrafica pari a 1,800 per suoli di tipo D e per il sito considerato (punto 3.2.3.2.1 - NTC 2008 – tab. 3.2.V);

$S_T$ : coefficiente di amplificazione topografica (pari a 1,0 avendo considerato una categoria topografica T1 "superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ").

In tal modo si ottiene  $a_{\max,s} = 0,1224 \text{ g}$ .

Il coefficiente di riduzione sismica  $r_d$  si può ricavare, per profondità dal piano campagna minore di 20 m, dalla seguente espressione:

$$r_d = \exp \left[ \left( -1,012 - 1,126 \operatorname{sen} \left( \frac{z}{11,73} + 5,133 \right) \right) + \left( 0,106 + 0,118 \operatorname{sen} \left( \frac{z}{11,28} + 5,142 \right) \right) M \right]$$

con:

$z$  (in metri): profondità dal p.c.;

$M$ : magnitudo di riferimento dell'evento sismico (assunta, a favore della sicurezza, pari a  $M=5,0$  -cfr. Rapporto conclusivo "Redazione della mappa di pericolosità sismica" redatto dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia).

Il valore di MSF può ricavarsi da:

$$MSF = 6,9 \exp \left( -\frac{M}{4} \right) - 0,058$$

$$MSF \leq 1,80$$

Si ottiene in tal caso:  $MSF = 1,80$ .

### 6.3.2 Rapporto di resistenza ciclica CRR

Il rapporto di resistenza ciclica CRR è tipicamente ottenuto attraverso un abaco nel quale:

- in ordinata è riportato il carico sismico (rapporto tensionale ciclico, CSR);
- in ascissa la resistenza del terreno, stimata attraverso prove penetrometriche CPT. Si è fatto riferimento, in particolare, ai valori di resistenza penetrometrica alla punta normalizzata  $(q_{c1N})_{CS}$  relativa a sabbie pulite (Boulanger e Idriss, 2004 – Robertson e Wride, 1998).

Le curve limite per eventi sismici di magnitudo di momento  $M=7,5$  sono date da:

$$CRR = \exp \left[ \frac{q_{c1N}}{540} + \left( \frac{q_{c1N}}{67} \right)^2 - \left( \frac{q_{c1N}}{80} \right)^3 + \left( \frac{q_{c1N}}{114} \right)^4 - 3 \right].$$

Ogni curva separa i punti rappresentativi di case-histories per le quali si è osservato il fenomeno della liquefazione (sopra la curva limite) da quelli dove la liquefazione non è avvenuta (sotto alla curva limite). La curva limite rappresenta il luogo dei minimi rapporti tensionali ciclici, CSR, necessari affinché uno strato di terreno vada soggetto a liquefazione, e quindi rappresenta il luogo dei valori corrispondenti alla resistenza ciclica, CRR.

## Risultati ottenuti

In base ai valori ricavati di resistenza penetrometrica normalizzata (Tabella 6) si è ottenuto il grafico di Figura 8.

Prof. Da (m)	Prof. A (m)	Prof. Media (m)	$\sigma_v$ (kPa)	$\sigma'_v$ (kPa)	$q_c$ media (daN/cm <sup>2</sup> )	$f_s$ media (daN/cm <sup>2</sup> )	$(q_{c1N})_{CS}$
3,40	6,40	4,90	93,10	64,10	45,16	1,21	120,98
8,20	9,40	8,80	167,20	99,20	99,06	1,66	161,10
14,60	17,20	15,90	302,10	163,10	92,90	1,93	95,76

Tabella 6 – Valori di resistenza ricavati dalle prove CPT

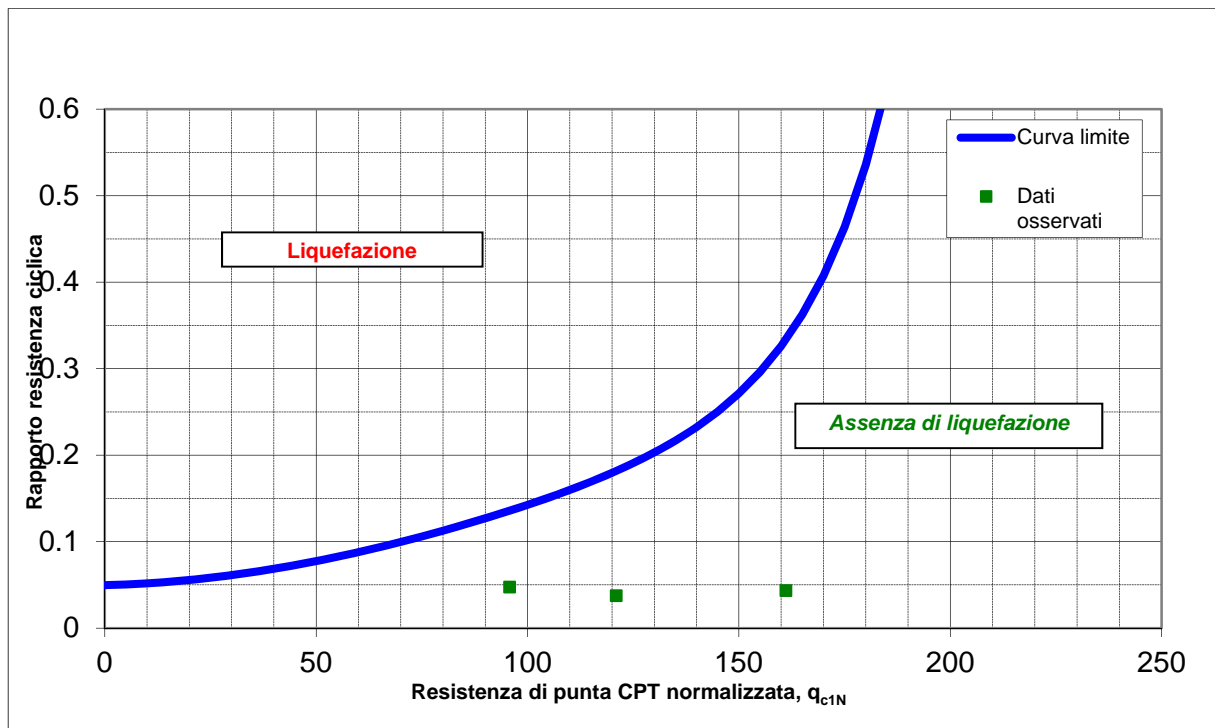


Figura 8 - Verifica a liquefazione

Si conclude che in base ai risultati ottenuti il deposito risulta **NON** liquefacibile.

## **7 CONSIDERAZIONI SULLA PROGETTAZIONE GEOTECNICA**

Si premette che la presente relazione, non ha lo scopo di fornire i risultati delle analisi per la verifica delle condizioni di sicurezza e la valutazione delle prestazioni nelle condizioni di esercizio del sistema costruzione-terreno (capacità portante, cedimenti, ecc.) ma solo quello di valutare i parametri geotecnici da utilizzare per il dimensionamento delle fondazioni.

Il calcolo della capacità portante e dei cedimenti dipende, infatti, da vari fattori, quali:

- dimensioni geometriche della fondazione;
- quota del piano di posa della fondazione;
- entità parametri della sollecitazione agenti (sforzo normale, taglio e momento);
- posizione planimetrica dei carichi applicati.

In mancanza di tali dati, si sottolinea, quindi, come le verifiche di seguito riportate in termini di capacità portante del terreno e di cedimenti siano a puro titolo esemplificativo.

A titolo di esempio, si considerano le seguenti tipologie di fondazione:

- fondazione a trave rovescia di larghezza  $B=1,0$  con piano di posa posto approssimativamente alla quota di  $-1,0$  m dal p.c. attuale;
- Plinto quadrato di lato  $=3,0$  m, con piano di posa posto approssimativamente alla quota di  $-1,5$  m dal p.c. attuale.

### **7.1 Fondazioni superficiali**

#### **7.1.1 Riferimenti normativi**

Nelle successive verifiche si è operato secondo quanto indicato dalle:

- “Norme tecniche per le Costruzioni”, D.M. 14/01/2008 (NTC 2008). In particolare si è fatto riferimento al capitolo 6 “Progettazione geotecnica” e al paragrafo 6.4.2 “Fondazioni superficiali”;
- D.M. 11/03/1988 (punto C.4.2) ricavando la capacità portante ammissibile utilizzando un coefficiente di sicurezza pari a 3,00.

In entrambi i casi si è impiegato il metodo di Brinch-Hansen, ricavando la capacità portante del terreno per la tipologia di fondazione superficiale descritta nel precedente paragrafo.

La verifica è stata eseguita i termini di tensioni totali (condizioni non drenate), in **condizioni statiche**.



### 7.1.2 Approccio NTC 2008

Secondo quanto riportato al punto 6.4.2.1 del suddetto paragrafo le verifiche per il calcolo limite dell'insieme fondazione terreno vanno effettuate tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle successive tabelle, seguendo almeno uno dei due approcci:

#### Approccio 1:

- Combinazione 1: (A1+M1+R1)
- Combinazione 2: (A2+M2+R2)

#### Approccio 2:

- (A1+M1+R3)

dovrà risultare che:  $E_d \leq Q_d$

dove  $E_d$  rappresenta il valore di progetto delle azioni.

Nelle successive tabelle si riporta il valore di capacità portante ottenuto, mediante l'utilizzo del codice di calcolo Loadcap prodotto da Geostru s.a.s., seguendo l'approccio 2.

Approccio	Combin.	B (m)	L (m)	Q (kPa)	$\gamma_r$	$Q_d$ (kPa)
2	A1+M1+R3	1,0	–	441,2	2,3	191,8

Tabella 7 - Capacità portante fondazione ipotizzata – platea superficiale (NTC 2008 – cond. statiche)

Approccio	Combin.	B (m)	L (m)	Q (kPa)	$\gamma_r$	$Q_d$ (kPa)
2	A1+M1+R3	3,0	3,0	470,6	2,3	204,6

Tabella 8 - Capacità portante fondazione ipotizzata – plinto quadrato 2,5 m (NTC 2008 – cond. statiche)

*La verifica allo stato limite ultimo andrà eseguita confrontando i valori di capacità portante ottenuti con le azioni di progetto, opportunamente amplificate secondo i coefficienti (A1 e A2).*

### 7.1.3 Approccio D.M. 11/03/1988

Per completezza si è ricavata la capacità portante ammissibile del terreno (utilizzando un coefficiente di sicurezza pari a 3), per la tipologia di fondazione superficiale descritta nel precedente paragrafo, anche secondo il D.M. 11/03/1988.

Tipologia	B (m)	L (m)	Q <sub>lim</sub> (kPa)	FS	Q <sub>adm</sub> (kPa)
Trave rovescia	1,0	–	441,2	3,0	147,1

**Tabella 9 - Capacità portante fondazione ipotizzata – platea superficiale (D.M. 11/03/1988)**

Tipologia	B (m)	L (m)	Q <sub>lim</sub> (kPa)	FS	Q <sub>adm</sub> (kPa)
Plinto quadro	3,0	3,0	470,6	3,0	156,9

**Tabella 10 - Capacità portante fondazione ipotizzata – trave rovescia (D.M. 11/03/1988)**

#### 7.1.4 Metodo di Brinch - Hansen

Il calcolo della capacità portante limite viene eseguito tramite la relazione proposta da Brinch-Hansen (1970), che costituisce un'estensione dell'equazione di Buisman (1935) e Terzaghi (1935), ottenuta dalla sovrapposizione di soluzioni relative a casi particolari:

$$Q_{LIM} = \frac{1}{2} \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot r_{\gamma} \cdot g_{\gamma} + c_u \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q$$

Nel caso di fondazioni su terreni coesivi, in condizioni non drenate conduce alla:

$$Q_{LIM} = c_u \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot g_q$$

dove:

N<sub>c</sub>: (2+π)

N<sub>q</sub>: 1

c<sub>u</sub>: coesione non drenata;

Nel caso di fondazioni su terreni incoerenti, si ha:

$$Q_{LIM} = \frac{1}{2} \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot r_{\gamma} \cdot g_{\gamma} + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q$$

dove:

N<sub>q</sub>:  $e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right)$

N<sub>γ</sub>:  $1.5(N_q - 1) \cdot \tan \phi$

- $\gamma'$ : peso di volume del terreno al di sotto del piano di fondazione ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ );  
 $q$ : sovraccarico dovuto alla profondità del piano di posa della fondazione ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ );  
 $r_\gamma$ :  $1 - 0.25 \log\left(\frac{B}{2}\right)$ .

Per i rimanenti parametri si rimanda alla bibliografia specifica sull'argomento.

### 7.1.5 Verifica agli stati limite di esercizio (SLE) – Cedimenti

Per la tipologia di fondazione analizzata è stata eseguita una preliminare verifica dei cedimenti. Come precedentemente affermato, tale verifica è stata condotta a titolo esemplificativo, dato che per una più rigorosa analisi è necessario conoscere l'esatta entità e distribuzione dei carichi agenti in fondazione, oltre che disporre di parametri geotecnici quali il modulo edometrico ottenibili in forma più accurata mediante l'esecuzione di prove edometriche su campioni indisturbati di terreno.

#### 7.1.5.1 Stima dei cedimenti assoluti

I cedimenti edometrici assoluti sono stati valutati per le tipologie di fondazione precedentemente analizzate soggette alle pressioni medie riportate in didascalia.

Strato	Z (m)	$\sigma'_v$ ( $\text{kN}/\text{m}^2$ )	$\Delta\sigma'$ ( $\text{kN}/\text{m}^2$ )	Metodo	Wt (cm)
1	1,7	30,0	57,3	Edometrico	1,46
2	2,9	44,2	26,4	Edometrico	0,59
3	4,9	0	0	Schmertmann	0,04
4	7,3	86,7	8,1	Edometrico	0,32
5	8,8	0	0	Schmertmann	0
6	12	139,6	4,1	Edometrico	0,24
7	15,9	0	0	Schmertmann	0
8	18,6	208,0	2,0	Edometrico	0,07
					<b>2,72</b>

**Tabella 11 – Valutazione cedimenti – fondazione a trave rovescia 1,0m  
 Pressione applicata 100 kPa**

Strato	Z (m)	$\sigma'_v$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma'$ (kN/m <sup>2</sup> )	Metodo	Wt (cm)
1	1,95	34,4	72,2	Edometrico	1,18
2	2,9	44,2	53,9	Edometrico	1,2
3	4,9	0	0	Schmertmann	0,48
4	7,3	86,7	8,4	Edometrico	0,34
5	8,8	0	0	Schmertmann	0
6	12	139,6	2,8	Edometrico	0,16
7	15,9	0	0	Schmertmann	0
8	18,6	208,0	1,1	Edometrico	0,03
					<b>3,39</b>

**Tabella 12 – Valutazione cedimenti – Plinto quadrato lato 3,0 – Pressione applicata 100 kPa**

dove:

z: profondità media dello strato coesivo rispetto al piano di posa della fondazione;

$\sigma'_v$ : tensione efficace sulla mezzeria dello strato;

$\Delta\sigma'_v$ : incremento di tensione dovuta al sovraccarico applicato nella mezzeria dello strato considerato;

W<sub>t</sub>: cedimento totale.

I cedimenti sono stati valutati secondo i metodi descritti nei successivi paragrafi 7.1.6 e 7.1.7..

#### **7.1.6 Metodo edometrico (terreni coesivi)**

L' espressione del cedimento edometrico è dato da:

$$w_{ed} = \sum_i \frac{\Delta\sigma'_{v,i}}{E_{ed,i}} \cdot \Delta Z_i ,$$

dove:

$\Delta\sigma'_v$ : incremento della tensione dovuta al sovraccarico;

$E_{ed}$ : modulo edometrico dello strato argilloso i-esimo considerato;

$\Delta Z$ : spessore dello strato argilloso i-esimo considerato.

L'incremento della tensione è stata valutata secondo la teoria di Boussinesq.

### 7.1.7 Metodo di Schmertmann (terreni granulari)

Il cedimento si esprime attraverso la seguente espressione:

$$w = C_1 \cdot C_2 \cdot \Delta q \cdot \sum \frac{I_z \cdot \Delta z}{E}$$

nella quale:

$\Delta q$ : rappresenta il carico netto applicato alla fondazione;

$I_z$ : è un fattore di deformazione il cui valore massimo vale:

$$I_{z\max} = 0,5 + 0,1 \cdot \left( \frac{\Delta q}{\sigma_{vi}} \right)^{0,5}$$

dove  $\sigma'_{vi}$  rappresenta la tensione verticale efficace.

$E_i$ : rappresenta il modulo di deformabilità del terreno;

$\Delta z_i$ : rappresenta lo spessore dello strato i-esimo;

$C_1$  e  $C_2$ : sono due coefficienti correttivi.

## 8 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'indagine geologica eseguita ha evidenziato i seguenti aspetti:

- La presenza di strati argillosi dotati di elevata compressibilità indica che, nel caso di elevate pressioni applicate, l'entità dei cedimenti risulta non trascurabile (circa 3,4 cm nel caso di fondazione a plinto). I valori dei cedimenti riportati devono ritenersi, peraltro, indicativi poiché le caratteristiche di compressibilità dei terreni non sono state determinate con specifiche prove di laboratorio.
- Si raccomanda pertanto di valutare in dettaglio l'entità dei cedimenti massimi previsti, sulla base di indicazioni progettuali più dettagliate. In ogni caso è opportuno considerare la possibilità di utilizzo di **fondazioni di tipo profondo (pali)**. Le caratteristiche dei pali (tecnologia, lunghezza, diametri, ecc.) dovranno essere oggetto di specifica progettazione da parte di professionisti competenti in materia.

DOTT. GEOL. MATTEO VIAN



GE Ground Engineering s.a.s.

DOTT. GEOL. BASILIO ZANNINELLO



25 di 28

## **DIAGRAMMI DELLE PROVE PENETROMETRICHE**



**GE Ground Engineering s.a.s.**

Via Villa, 5/c - 30010 Campolongo Maggiore (VE)

Tel./Fax: 049.9703506 - e-mail: info@ground-eng.com

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**

**DIAGRAMMI VALORI DI RESISTENZA  $q_c$ ,  $f_s$ ,  $R_f$**

**CPT01**

**Committente:** Sig. Maniero Gianni

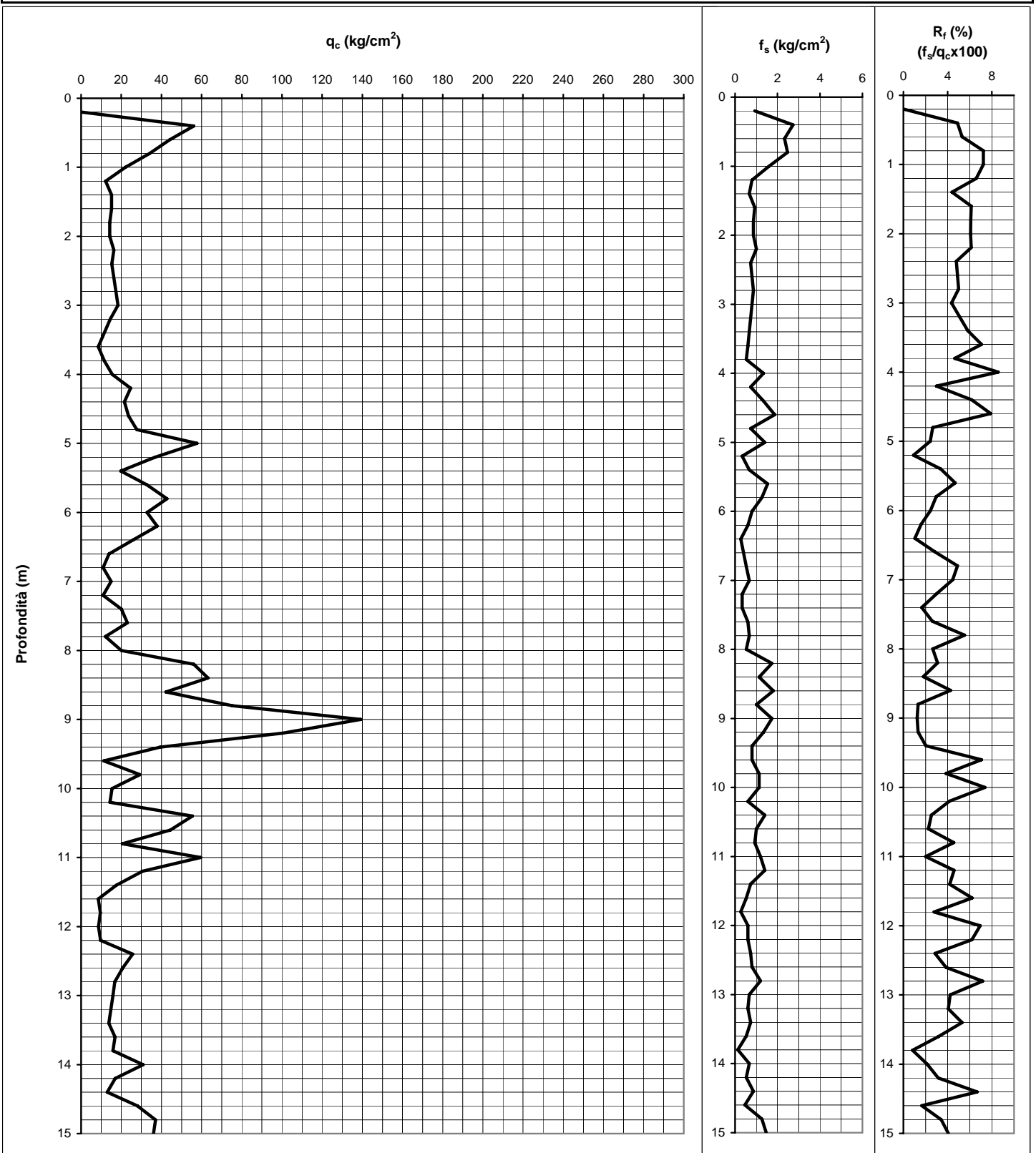
1/2

**Località:** via dell'Industria - Campagna Lupia (VE)

**Data:** 13/05/2013

**Prof. acqua in foro (m):** -2,85      **Quota inizio:** p.c.

Penetrometro statico PAGANI TG 63-200  
da 20 t (con anello allargatore).  
Punta meccanica tipo Begemann  
Diametro = 35,7 mm  
Angolo di apertura = 60°  
Ap = 10 cm<sup>2</sup>, At = 20cm<sup>2</sup>, Am = 150cm<sup>2</sup>  
Velocità di avanzamento = 2cm/s





**GE Ground Engineering s.a.s.**

Via Villa, 5/c - 30010 Campolongo Maggiore (VE)

Tel./Fax: 049.9703506 - e-mail: info@ground-eng.com

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**

**DIAGRAMMI VALORI DI RESISTENZA  $q_c$ ,  $f_s$ ,  $R_f$**

**CPT01**

**Committente:** Sig. Maniero Gianni

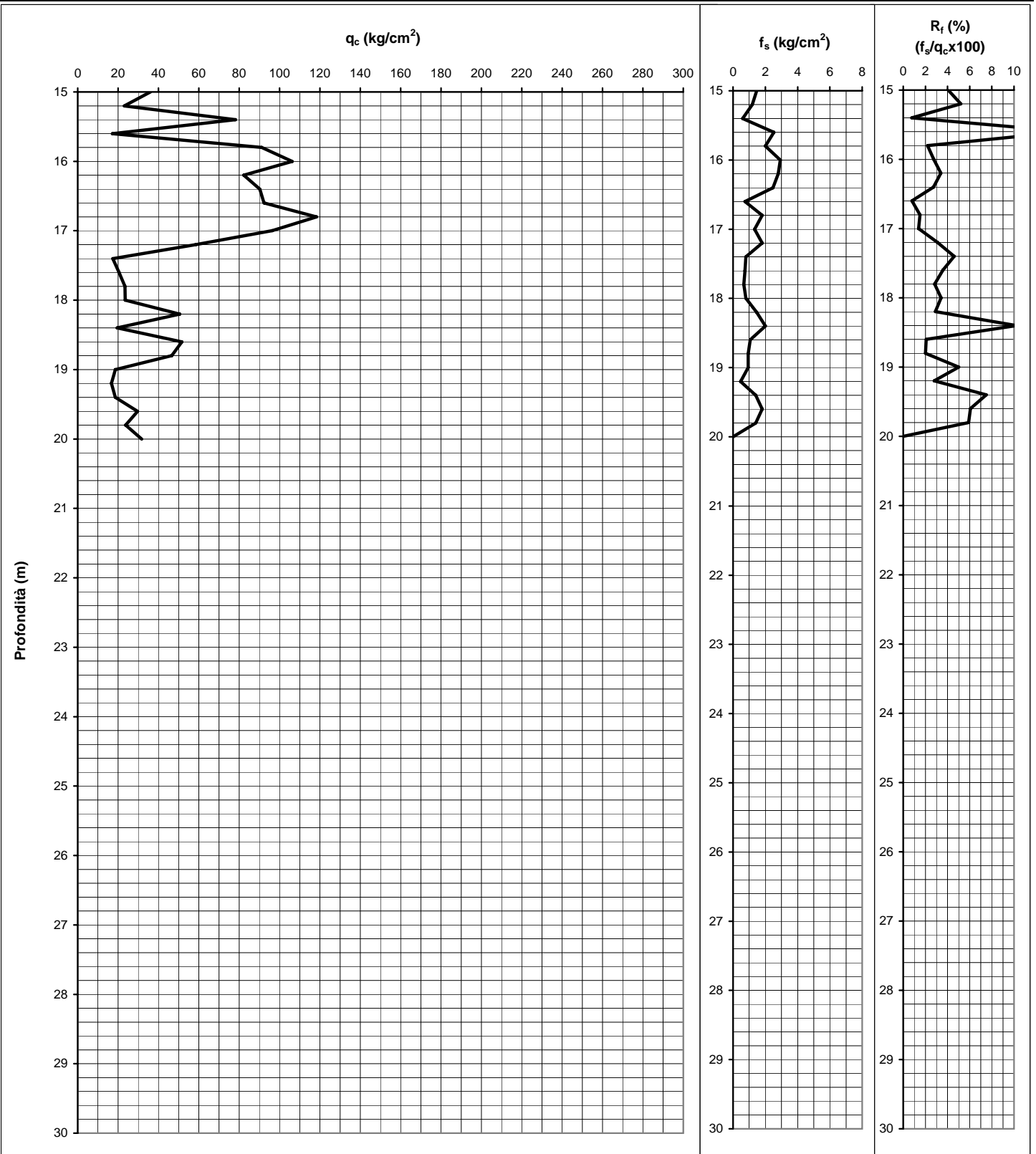
2/2

**Località:** via dell'Industria - Campagna Lupia (VE)

**Data:** 13/05/2013

**Prof. acqua in foro (m):** -2,85      **Quota inizio:** p.c.

Penetrometro statico PAGANI TG 63-200  
da 20 t (con anello allargatore).  
Punta meccanica tipo Begemann  
Diametro = 35,7 mm  
Angolo di apertura = 60°  
Ap = 10 cm<sup>2</sup>, At = 20cm<sup>2</sup>, Am = 150cm<sup>2</sup>  
Velocità di avanzamento = 2cm/s







**GE Ground Engineering s.a.s.**

Via Villa, 5/c - 30010 Campolongo Maggiore (VE)

Tel./Fax: 049.9703506 - e-mail:info@ground-eng.com

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**

**DATI VALORI DI RESISTENZA - LITOLOGIA (Begemann)**

**CPT01**

**Committente:** Sig. Maniero Gianni

1/2

**Località:** via dell'Industria - Campagna Lupia (VE)

**Data:** 13/05/2013

**Prof. acqua in foro (m):** -2,85 **Quota inizio:** p.c.

Penetrometro statico PAGANI TG 63-200 da 20 t (con anello allargatore).  
Punta meccanica tipo Begemann  
Diametro = 35,7 mm  
Angolo di apertura = 60°  
Ap = 10 cm<sup>2</sup>, At = 20cm<sup>2</sup>, Am = 150cm<sup>2</sup>  
Velocità di avanzamento = 2cm/s

Prof (m)	Letture di punta	Letture tot.	q <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>s</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	q <sub>c</sub> /f <sub>s</sub>	Rf (%)	Litologia (Begemann) Raccomandazioni AGI, 1977	Interpretazione stratigrafica
0.20	0	0	-	0.93	-	-	-	
0.40	56	70	56.06	2.73	20.51	4.88	Argilla limosa	
0.60	44	85	44.08	2.33	18.89	5.29	Argilla limosa	
0.80	34	69	34.11	2.47	13.83	7.23	Argilla organica e torba	
1.00	22	59	22.14	1.60	13.84	7.23	Argilla organica e torba	
1.20	12	36	12.17	0.80	15.21	6.58	Argilla limosa	
1.40	15	27	15.19	0.67	22.79	4.39	Argilla limosa	
1.60	15	25	15.22	0.93	16.31	6.13	Argilla limosa	
1.80	14	28	14.25	0.87	16.44	6.08	Argilla limosa	
2.00	14	27	14.28	0.87	16.47	6.07	Argilla limosa	
2.20	16	29	16.30	1.00	16.30	6.13	Argilla limosa	
2.40	15	30	15.33	0.73	20.91	4.78	Argilla limosa	
2.60	16	27	16.36	0.80	20.45	4.89	Argilla limosa	
2.80	17	29	17.39	0.87	20.06	4.98	Argilla limosa	
3.00	18	31	18.41	0.80	23.02	4.34	Argilla limosa	
3.20	14	26	14.44	0.73	19.69	5.08	Argilla limosa	
3.40	11	22	11.47	0.67	17.20	5.81	Argilla limosa	
3.60	8	18	8.50	0.60	14.16	7.06	Argilla limosa	
3.80	11	20	11.52	0.53	21.61	4.63	Argilla limosa	
4.00	15	23	15.55	1.33	11.66	8.57	Argilla organica e torba	
4.20	24	44	24.58	0.73	33.52	2.98	Limo sabbioso	
4.40	21	32	21.61	1.33	16.21	6.17	Argilla limosa	
4.60	23	43	23.63	1.87	12.66	7.90	Argilla organica e torba	
4.80	27	55	27.66	0.73	37.72	2.65	Limo sabbioso	
5.00	57	68	57.69	1.40	41.21	2.43	Limo sabbioso	
5.20	36	57	36.72	0.33	110.15	0.91	Sabbia e sabbia densa	
5.40	19	24	19.75	0.67	29.62	3.38	Limo sabbioso	
5.60	32	42	32.77	1.53	21.37	4.68	Argilla limosa	
5.80	42	65	42.80	1.27	33.79	2.96	Limo sabbioso	
6.00	32	51	32.83	0.80	41.04	2.44	Limo sabbioso	
6.20	37	49	37.86	0.60	63.09	1.58	Sabbia e sabbia densa	
6.40	25	34	25.88	0.27	97.06	1.03	Sabbia e sabbia densa	
6.60	13	17	13.91	0.40	34.78	2.88	Limo sabbioso	
6.80	10	16	10.94	0.53	20.51	4.88	Argilla limosa	
7.00	14	22	14.97	0.67	22.45	4.45	Argilla limosa	
7.20	10	20	10.99	0.33	32.98	3.03	Limo sabbioso	
7.40	19	24	20.02	0.33	60.06	1.66	Sabbia limosa	
7.60	22	27	23.05	0.60	38.41	2.60	Limo sabbioso	
7.80	11	20	12.08	0.67	18.11	5.52	Argilla limosa	
8.00	19	29	20.10	0.53	37.70	2.65	Limo sabbioso	
8.20	55	63	56.13	1.73	32.38	3.09	Limo sabbioso	
8.40	62	88	63.16	1.13	55.73	1.79	Sabbia limosa	
8.60	41	58	42.19	1.80	23.44	4.27	Argilla limosa	
8.80	74	101	75.21	1.00	75.21	1.33	Sabbia e sabbia densa	
9.00	138	153	139.24	1.73	80.33	1.24	Sabbia e sabbia densa	
9.20	99	125	100.27	1.33	75.20	1.33	Sabbia e sabbia densa	
9.40	38	58	39.30	0.80	49.12	2.04	Sabbia limosa	
9.60	10	22	11.32	0.80	14.16	7.06	Argilla limosa	
9.80	28	40	29.35	1.13	25.90	3.86	Limo sabbioso	
10.00	14	31	15.38	1.13	13.57	7.37	Argilla organica e torba	



**GE Ground Engineering s.a.s.**

Via Villa, 5/c - 30010 Campolongo Maggiore (VE)

Tel./Fax: 049.9703506 - e-mail:info@ground-eng.com

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**

**DATI VALORI DI RESISTENZA - LITOLOGIA (Begemann)**

**CPT01**

**Committente:** Sig. Maniero Gianni

**2/2**

**Località:** via dell'Industria - Campagna Lupia (VE)

**Data:** 13/05/2013

**Prof. acqua in foro (m):** -2,85 **Quota inizio:** p.c.

Penetrometro statico PAGANI TG 63-200  
da 20 t (con anello allargatore).  
Punta meccanica tipo Begemann  
Diametro = 35,7 mm  
Angolo di apertura = 60°  
Ap = 10 cm<sup>2</sup>, At = 20cm<sup>2</sup>, Am = 150cm<sup>2</sup>  
Velocità di avanzamento = 2cm/s

Prof (m)	Letture di punta	Letture tot.	q <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>s</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	q <sub>c</sub> /f <sub>s</sub>	Rf (%)	Litologia (Begemann) Raccomandazioni AGI, 1977	Interpretazione stratigrafica
10.20	13	30	14.41	0.60	24.01	4.16	Argilla limosa	
10.40	54	63	55.44	1.40	39.60	2.53	Limo sabbioso	
10.60	43	64	44.46	1.00	44.46	2.25	Limo sabbioso	
10.80	19	34	20.49	0.93	21.95	4.55	Argilla limosa	
11.00	58	72	59.52	1.20	49.60	2.02	Sabbia limosa	
11.20	29	47	30.55	1.40	21.82	4.58	Argilla limosa	
11.40	16	37	17.57	0.73	23.96	4.17	Argilla limosa	
11.60	7	18	8.60	0.53	16.13	6.20	Argilla limosa	
11.80	8	16	9.63	0.27	36.11	2.77	Limo sabbioso	
12.00	7	11	8.66	0.60	14.43	6.93	Argilla limosa	
12.20	8	17	9.68	0.60	16.14	6.20	Argilla limosa	
12.40	24	33	25.71	0.73	35.06	2.85	Limo sabbioso	
12.60	19	30	20.74	0.80	25.92	3.86	Limo sabbioso	
12.80	15	27	16.77	1.20	13.97	7.16	Argilla organica e torba	
13.00	14	32	15.79	0.67	23.69	4.22	Argilla limosa	
13.20	13	23	14.82	0.60	24.70	4.05	Argilla limosa	
13.40	12	21	13.85	0.73	18.89	5.30	Argilla limosa	
13.60	15	26	16.88	0.53	31.64	3.16	Limo sabbioso	
13.80	14	22	15.90	0.13	119.28	0.84	Sabbia e sabbia densa	
14.00	29	31	30.93	0.67	46.40	2.16	Sabbia limosa	
14.20	15	25	16.96	0.53	31.80	3.14	Limo sabbioso	
14.40	11	19	12.99	0.87	14.99	6.67	Argilla limosa	
14.60	26	39	28.01	0.47	60.03	1.67	Sabbia limosa	
14.80	35	42	37.04	1.27	29.24	3.42	Limo sabbioso	
15.00	34	53	36.07	1.47	24.59	4.07	Argilla limosa	
15.20	21.00	1.20	23.10	1.20	19.25	5.20	Argilla limosa	
15.40	76.00	0.60	78.13	0.60	130.21	0.77	Sabbia e sabbia densa	
15.60	15.00	2.53	17.15	2.53	6.77	14.77	Argilla organica e torba	
15.80	89.00	2.00	91.18	2.00	45.59	2.19	Sabbia limosa	
16.00	104.00	2.93	106.21	2.93	36.21	2.76	Limo sabbioso	
16.20	80.00	2.80	82.24	2.80	29.37	3.40	Limo sabbioso	
16.40	88.00	2.47	90.26	2.47	36.59	2.73	Limo sabbioso	
16.60	90.00	0.73	92.29	0.73	125.85	0.79	Sabbia e sabbia densa	
16.80	116.00	1.80	118.32	1.80	65.73	1.52	Sabbia e sabbia densa	
17.00	94.00	1.33	96.35	1.33	72.26	1.38	Sabbia e sabbia densa	
17.20	56.00	1.80	58.37	1.80	32.43	3.08	Limo sabbioso	
17.40	15.00	0.80	17.40	0.80	21.75	4.60	Argilla limosa	
17.60	18.00	0.73	20.43	0.73	27.86	3.59	Limo sabbioso	
17.80	21.00	0.67	23.46	0.67	35.18	2.84	Limo sabbioso	
18.00	21.00	0.80	23.48	0.80	29.36	3.41	Limo sabbioso	
18.20	48.00	1.47	50.51	1.47	34.44	2.90	Limo sabbioso	
18.40	17.00	2.00	19.54	2.00	9.77	10.24	Argilla organica e torba	
18.60	49.00	1.07	51.57	1.07	48.34	2.07	Sabbia limosa	
18.80	44.00	0.93	46.59	0.93	49.92	2.00	Sabbia limosa	
19.00	16.00	0.93	18.62	0.93	19.95	5.01	Argilla limosa	
19.20	14.00	0.47	16.65	0.47	35.68	2.80	Limo sabbioso	
19.40	16.00	1.40	18.68	1.40	13.34	7.50	Argilla organica e torba	
19.60	27.00	1.80	29.70	1.80	16.50	6.06	Argilla limosa	
19.80	21.00	1.40	23.73	1.40	16.95	5.90	Argilla limosa	
20.00	29.00	-	31.76	-	-	-	-	

**GE Ground Engineering s.a.s.**

Via Villa, 5/c - 30010 Campolongo Maggiore (VE)

Tel./Fax: 049.9703506 - e-mail:info@ground-eng.com

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA****PARAMETRI GEOTECNICI - LITOLOGIA (Schmertmann)****CPT01****Committente:** Sig. Maniero Gianni

1/2

**Località:** via dell'Industria - Campagna Lupia (VE)**Data:** 13/05/2013**Prof. acqua in foro (m):** -2,85 **Quota inizio:** p.c.

Penetrometro statico PAGANI TG 63-200  
da 20 t (con anello allargatore).  
Punta meccanica tipo Begemann  
Diametro = 35,7 mm  
Angolo di apertura = 60°  
Ap = 10 cm<sup>2</sup>, At = 20cm<sup>2</sup>, Am = 150cm<sup>2</sup>  
Velocità di avanzamento = 2cm/s

Prof (m)	q <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>s</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Natura	C <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	φ (°)	E <sub>ed</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Litologia (Schmertmann)	Interpretazione stratigrafica
0.20	-	0.93	-	-	-	-	-	
0.40	56.06	2.73	Coesiva	2.34	-	168	Argille sabbiose e limose	
0.60	44.08	2.33	Coesiva	1.84	-	132	Argille sabbiose e limose	
0.80	34.11	2.47	Coesiva	1.42	-	102	Argille organiche e terreni misti	
1.00	22.14	1.60	Coesiva	1.12	-	66	Argille organiche e terreni misti	
1.20	12.17	0.80	Coesiva	0.72	-	47	Argille organiche e terreni misti	
1.40	15.19	0.67	Coesiva	0.88	-	48	Argilla inorganica media	
1.60	15.22	0.93	Coesiva	0.88	-	48	Argilla inorganica molto compatta	
1.80	14.25	0.87	Coesiva	0.83	-	55	Argilla inorganica compatta	
2.00	14.28	0.87	Coesiva	0.83	-	55	Argilla inorganica compatta	
2.20	16.30	1.00	Coesiva	0.93	-	51	Argilla inorganica molto compatta	
2.40	15.33	0.73	Coesiva	0.89	-	48	Argilla inorganica media	
2.60	16.36	0.80	Coesiva	0.94	-	52	Argilla inorganica media	
2.80	17.39	0.87	Coesiva	0.99	-	55	Argilla inorganica media	
3.00	18.41	0.80	Coesiva	1.04	-	58	Argille sabbiose e limose	
3.20	14.44	0.73	Coesiva	0.84	-	56	Argilla inorganica media	
3.40	11.47	0.67	Coesiva	0.69	-	44	Argilla inorganica compatta	
3.60	8.50	0.60	Coesiva	0.52	-	38	Argille organiche e terreni misti	
3.80	11.52	0.53	Coesiva	0.69	-	44	Argilla inorganica media	
4.00	15.55	1.33	Coesiva	0.90	-	49	Argille organiche e terreni misti	
4.20	24.58	0.73	Granulare	-	28	74	Sabbia argillosa e limi	
4.40	21.61	1.33	Coesiva	1.12	-	65	Argilla inorganica molto compatta	
4.60	23.63	1.87	Coesiva	1.13	-	71	Argille organiche e terreni misti	
4.80	27.66	0.73	Granulare	-	28	83	Sabbia argillosa e limi	
5.00	57.69	1.40	Granulare	-	31	173	Sabbia argillosa e limi	
5.20	36.72	0.33	Granulare	-	29	110	Sabbia	
5.40	19.75	0.67	Coesiva	1.10	-	62	Argille sabbiose e limose	
5.60	32.77	1.53	Coesiva	1.37	-	98	Argille sabbiose e limose	
5.80	42.80	1.27	Granulare	-	30	128	Sabbia argillosa e limi	
6.00	32.83	0.80	Granulare	-	29	98	Sabbia argillosa e limi	
6.20	37.86	0.60	Granulare	-	30	114	Sabbia	
6.40	25.88	0.27	Granulare	-	28	78	Sabbia	
6.60	13.91	0.40	Granulare	-	28	42	Sabbia argillosa e limi	
6.80	10.94	0.53	Coesiva	0.66	-	42	Argilla inorganica media	
7.00	14.97	0.67	Coesiva	0.87	-	58	Argilla inorganica media	
7.20	10.99	0.33	Coesiva	0.66	-	42	Argille sabbiose e limose	
7.40	20.02	0.33	Granulare	-	28	60	Sabbia	
7.60	23.05	0.60	Granulare	-	28	69	Sabbia argillosa e limi	
7.80	12.08	0.67	Coesiva	0.72	-	46	Argilla inorganica compatta	
8.00	20.10	0.53	Granulare	-	28	60	Sabbia argillosa e limi	
8.20	56.13	1.73	Granulare	-	31	168	Sabbia argillosa e limi	
8.40	63.16	1.13	Granulare	-	32	189	Sabbia	
8.60	42.19	1.80	Coesiva	1.76	-	127	Argille sabbiose e limose	
8.80	75.21	1.00	Granulare	-	32	226	Sabbia	
9.00	139.24	1.73	Granulare	-	36	418	Sabbia densa o cementata	
9.20	100.27	1.33	Granulare	-	34	301	Sabbia densa o cementata	
9.40	39.30	0.80	Granulare	-	30	118	Sabbia	
9.60	11.32	0.80	Coesiva	0.68	-	44	Argille organiche e terreni misti	
9.80	29.35	1.13	Coesiva	1.24	-	88	Argille sabbiose e limose	
10.00	15.38	1.13	Coesiva	0.89	-	48	Argille organiche e terreni misti	

**GE Ground Engineering s.a.s.**

Via Villa, 5/c - 30010 Campolongo Maggiore (VE)

Tel./Fax: 049.9703506 - e-mail:info@ground-eng.com

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA****PARAMETRI GEOTECNICI - LITOLOGIA (Schmertmann)****CPT01****Committente:** Sig. Maniero Gianni**2/2****Località:** via dell'Industria - Campagna Lupia (VE)**Data:** 13/05/2013**Prof. acqua in foro (m):** -2,85 **Quota inizio:** p.c.

Penetrometro statico PAGANI TG 63-200  
 da 20 t (con anello allargatore).  
 Punta meccanica tipo Begemann  
 Diametro = 35,7 mm  
 Angolo di apertura = 60°  
 Ap = 10 cm<sup>2</sup>, At = 20cm<sup>2</sup>, Am = 150cm<sup>2</sup>  
 Velocità di avanzamento = 2cm/s

Prof (m)	q <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>s</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Natura	C <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	φ (°)	E <sub>ed</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Litologia (Schmertmann)	Interpretazione stratigrafica
10.20	14.41	0.60	Coesiva	0.84	-	55	Argilla inorganica media	
10.40	55.44	1.40	Granulare	-	31	166	Sabbia argillosa e limi	
10.60	44.46	1.00	Granulare	-	30	133	Sabbia argillosa e limi	
10.80	20.49	0.93	Coesiva	1.11	-	61	Argilla inorganica molto compatta	
11.00	59.52	1.20	Granulare	-	31	179	Sabbia	
11.20	30.55	1.40	Coesiva	1.27	-	92	Argille sabbiose e limose	
11.40	17.57	0.73	Coesiva	1.00	-	55	Argille sabbiose e limose	
11.60	8.60	0.53	Coesiva	0.53	-	39	Argille organiche e terreni misti	
11.80	9.63	0.27	Coesiva	0.59	-	43	Argille sabbiose e limose	
12.00	8.66	0.60	Coesiva	0.53	-	39	Argille organiche e terreni misti	
12.20	9.68	0.60	Coesiva	0.59	-	44	Argille organiche e terreni misti	
12.40	25.71	0.73	Granulare	-	28	77	Sabbia argillosa e limi	
12.60	20.74	0.80	Coesiva	1.12	-	62	Argille sabbiose e limose	
12.80	16.77	1.20	Coesiva	0.96	-	53	Argille organiche e terreni misti	
13.00	15.79	0.67	Coesiva	0.91	-	50	Argilla inorganica media	
13.20	14.82	0.60	Coesiva	0.86	-	57	Argille sabbiose e limose	
13.40	13.85	0.73	Coesiva	0.81	-	53	Argilla inorganica compatta	
13.60	16.88	0.53	Coesiva	0.96	-	53	Argille sabbiose e limose	
13.80	15.90	0.13	Granulare	-	28	48	Sabbia sciolta	
14.00	30.93	0.67	Granulare	-	29	93	Sabbia argillosa e limi	
14.20	16.96	0.53	Coesiva	0.97	-	53	Argille sabbiose e limose	
14.40	12.99	0.87	Coesiva	0.77	-	50	Argille organiche e terreni misti	
14.60	28.01	0.47	Granulare	-	28	84	Sabbia	
14.80	37.04	1.27	Coesiva	1.54	-	111	Argille sabbiose e limose	
15.00	36.07	1.47	Coesiva	1.50	-	108	Argille sabbiose e limose	
15.20	23.10	1.20	Coesiva	1.13	-	69	Argilla inorganica molto compatta	
15.40	78.13	0.60	Granulare	-	32	234	Sabbia	
15.60	17.15	2.53	Coesiva	0.98	-	54	Argille organiche e terreni misti	
15.80	91.18	2.00	Granulare	-	33	274	Sabbia argillosa e limi	
16.00	106.21	2.93	Granulare	-	34	319	Sabbia argillosa e limi	
16.20	82.24	2.80	Granulare	-	33	247	Sabbia argillosa e limi	
16.40	90.26	2.47	Granulare	-	33	271	Sabbia argillosa e limi	
16.60	92.29	0.73	Granulare	-	33	277	Sabbia	
16.80	118.32	1.80	Granulare	-	35	355	Sabbia densa o cementata	
17.00	96.35	1.33	Granulare	-	34	289	Sabbia	
17.20	58.37	1.80	Granulare	-	31	175	Sabbia argillosa e limi	
17.40	17.40	0.80	Coesiva	0.99	-	55	Argilla inorganica media	
17.60	20.43	0.73	Coesiva	1.11	-	61	Argille sabbiose e limose	
17.80	23.46	0.67	Granulare	-	28	70	Sabbia argillosa e limi	
18.00	23.48	0.80	Coesiva	1.13	-	70	Argille sabbiose e limose	
18.20	50.51	1.47	Granulare	-	31	152	Sabbia argillosa e limi	
18.40	19.54	2.00	Coesiva	1.09	-	62	Argille organiche e terreni misti	
18.60	51.57	1.07	Granulare	-	31	155	Sabbia	
18.80	46.59	0.93	Granulare	-	31	140	Sabbia	
19.00	18.62	0.93	Coesiva	1.05	-	59	Argilla inorganica media	
19.20	16.65	0.47	Granulare	-	28	50	Sabbia argillosa e limi	
19.40	18.68	1.40	Coesiva	1.05	-	59	Argille organiche e terreni misti	
19.60	29.70	1.80	Coesiva	1.24	-	89	Argilla inorganica molto compatta	
19.80	23.73	1.40	Coesiva	1.13	-	71	Argilla inorganica molto compatta	
20.00	31.76	-	Granulare	-	29	95	Sabbia	



**GE Ground Engineering s.a.s.**

Via Villa, 5/c - 30010 Campolongo Maggiore (VE)

Tel./Fax: 049.9703506 - e-mail: info@ground-eng.com

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**

**DIAGRAMMI VALORI DI RESISTENZA  $q_c$ ,  $f_s$ ,  $R_f$**

**CPT02**

**Committente:** Sig. Maniero Gianni

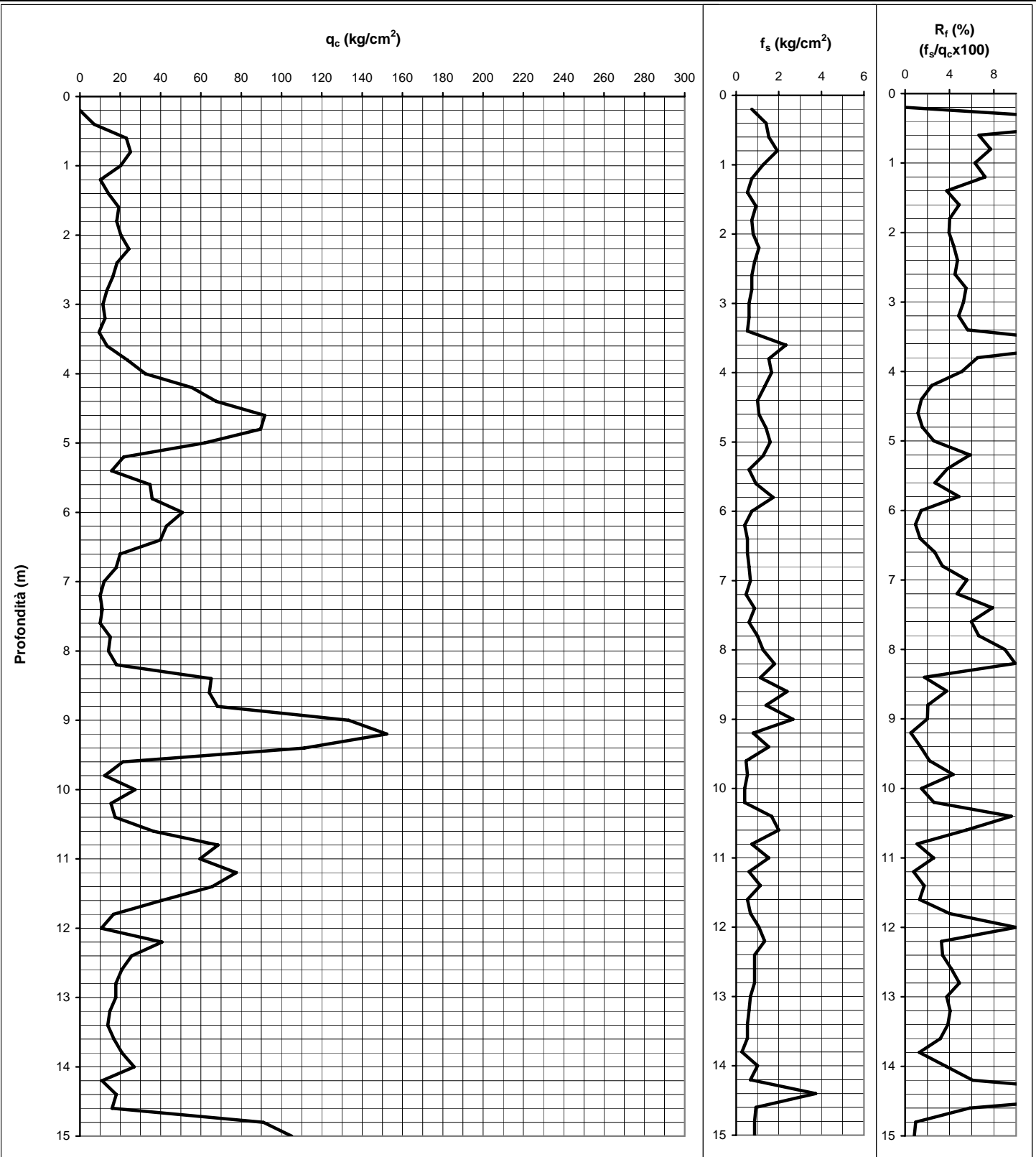
1/2

**Località:** via dell'Industria - Campagna Lupia (VE)

**Data:** 13/05/2013

**Prof. acqua in foro (m):** -2,1      **Quota inizio:** p.c.

Penetrometro statico PAGANI TG 63-200  
da 20 t (con anello allargatore).  
Punta meccanica tipo Begemann  
Diametro = 35,7 mm  
Angolo di apertura = 60°  
Ap = 10 cm<sup>2</sup>, At = 20cm<sup>2</sup>, Am = 150cm<sup>2</sup>  
Velocità di avanzamento = 2cm/s





**GE Ground Engineering s.a.s.**

Via Villa, 5/c - 30010 Campolongo Maggiore (VE)

Tel./Fax: 049.9703506 - e-mail: info@ground-eng.com

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**

**DIAGRAMMI VALORI DI RESISTENZA  $q_c$ ,  $f_s$ ,  $R_f$**

**CPT02**

**Committente:** Sig. Maniero Gianni

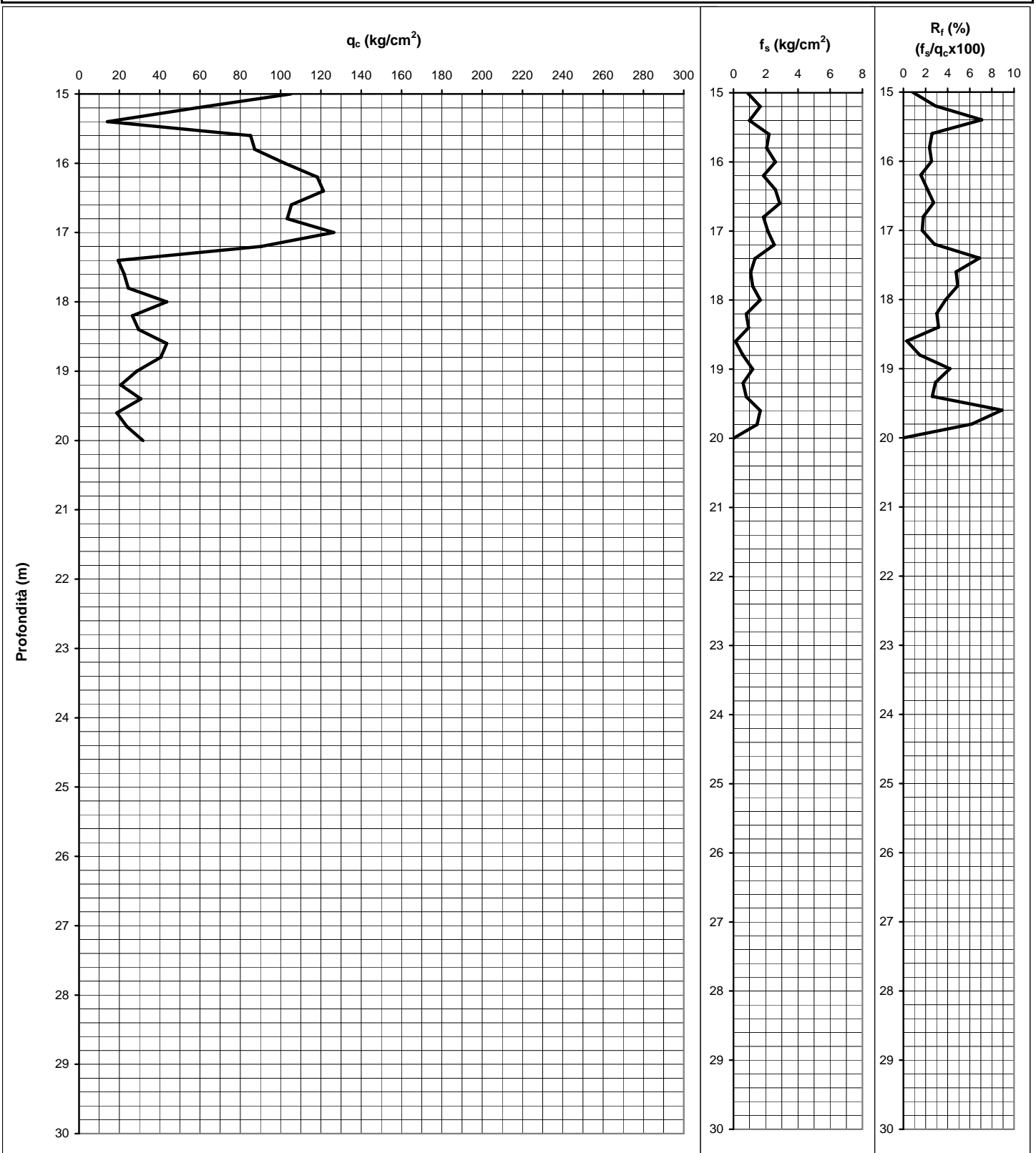
2/2

**Località:** via dell'Industria - Campagna Lupia (VE)

**Data:** 13/05/2013

**Prof. acqua in foro (m):** -2,1      **Quota inizio:** p.c.

Penetrometro statico PAGANI TG 63-200  
da 20 t (con anello allargatore).  
Punta meccanica tipo Begemann  
Diametro = 35,7 mm  
Angolo di apertura = 60°  
Ap = 10 cm<sup>2</sup>, At = 20cm<sup>2</sup>, Am = 150cm<sup>2</sup>  
Velocità di avanzamento = 2cm/s





**GE Ground Engineering s.a.s.**

Via Villa, 5/c - 30010 Campolongo Maggiore (VE)

Tel./Fax: 049.9703506 - e-mail:info@ground-eng.com

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**

**DATI VALORI DI RESISTENZA - LITOLOGIA (Begemann)**

**CPT02**

**Committente:** Sig. Maniero Gianni

1/2

**Località:** via dell'Industria - Campagna Lupia (VE)

**Data:** 13/05/2013

**Prof. acqua in foro (m):** -2,1      **Quota inizio:** p.c.

Penetrometro statico PAGANI TG 63-200 da 20 t (con anello allargatore).  
Punta meccanica tipo Begemann  
Diametro = 35,7 mm  
Angolo di apertura = 60°  
Ap = 10 cm<sup>2</sup>, At = 20cm<sup>2</sup>, Am = 150cm<sup>2</sup>  
Velocità di avanzamento = 2cm/s

Prof (m)	Letture di punta	Letture tot.	q <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>s</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	q <sub>c</sub> /f <sub>s</sub>	Rf (%)	Litologia (Begemann) Raccomandazioni AGI, 1977	Interpretazione stratigrafica
0.20	0	0	-	0.73	-	-	-	
0.40	7	18	7.06	1.40	5.04	19.84	Argilla organica e torba	
0.60	23	44	23.08	1.53	15.05	6.64	Argilla limosa	
0.80	25	48	25.11	1.93	12.99	7.70	Argilla organica e torba	
1.00	20	49	20.14	1.27	15.90	6.29	Argilla limosa	
1.20	10	29	10.17	0.73	13.86	7.21	Argilla organica e torba	
1.40	14	25	14.19	0.53	26.61	3.76	Limo sabbioso	
1.60	19	27	19.22	0.93	20.59	4.86	Argilla limosa	
1.80	18	32	18.25	0.73	24.88	4.02	Argilla limosa	
2.00	20	31	20.28	0.80	25.35	3.95	Limo sabbioso	
2.20	24	36	24.30	1.07	22.78	4.39	Argilla limosa	
2.40	18	34	18.33	0.87	21.15	4.73	Argilla limosa	
2.60	16	29	16.36	0.73	22.31	4.48	Argilla limosa	
2.80	13	24	13.39	0.73	18.25	5.48	Argilla limosa	
3.00	11	22	11.41	0.60	19.02	5.26	Argilla limosa	
3.20	12	21	12.44	0.60	20.74	4.82	Argilla limosa	
3.40	9	18	9.47	0.53	17.75	5.63	Argilla limosa	
3.60	13	21	13.50	2.33	5.78	17.29	Argilla organica e torba	
3.80	23	58	23.52	1.53	15.34	6.52	Argilla limosa	
4.00	32	55	32.55	1.67	19.53	5.12	Argilla limosa	
4.20	55	80	55.58	1.33	41.68	2.40	Limo sabbioso	
4.40	67	87	67.61	1.00	67.61	1.48	Sabbia e sabbia densa	
4.60	91	106	91.63	1.07	85.91	1.16	Sabbia e sabbia densa	
4.80	89	105	89.66	1.40	64.04	1.56	Sabbia e sabbia densa	
5.00	61	82	61.69	1.60	38.56	2.59	Limo sabbioso	
5.20	21	45	21.72	1.27	17.15	5.83	Argilla limosa	
5.40	15	34	15.75	0.60	26.24	3.81	Limo sabbioso	
5.60	34	43	34.77	0.93	37.26	2.68	Limo sabbioso	
5.80	35	49	35.80	1.73	20.65	4.84	Argilla limosa	
6.00	50	76	50.83	0.73	69.31	1.44	Sabbia e sabbia densa	
6.20	42	53	42.86	0.40	107.14	0.93	Sabbia e sabbia densa	
6.40	39	45	39.88	0.53	74.78	1.34	Sabbia e sabbia densa	
6.60	19	27	19.91	0.53	37.33	2.68	Limo sabbioso	
6.80	17	25	17.94	0.60	29.90	3.34	Limo sabbioso	
7.00	11	20	11.97	0.67	17.95	5.57	Argilla limosa	
7.20	9	19	9.99	0.47	21.41	4.67	Argilla limosa	
7.40	10	17	11.02	0.87	12.72	7.86	Argilla organica e torba	
7.60	9	22	10.05	0.60	16.75	5.97	Argilla limosa	
7.80	14	23	15.08	1.00	15.08	6.63	Argilla limosa	
8.00	13	28	14.10	1.27	11.13	8.98	Argilla organica e torba	
8.20	17	36	18.13	1.80	10.07	9.93	Argilla organica e torba	
8.40	64	91	65.16	1.13	57.49	1.74	Sabbia limosa	
8.60	63	80	64.19	2.40	26.74	3.74	Limo sabbioso	
8.80	67	103	68.21	1.40	48.72	2.05	Sabbia limosa	
9.00	132	153	133.24	2.67	49.97	2.00	Sabbia limosa	
9.20	151	191	152.27	0.80	190.34	0.53	Sabbia e sabbia densa	
9.40	110	122	111.30	1.53	72.59	1.38	Sabbia e sabbia densa	
9.60	20	43	21.32	0.47	45.70	2.19	Sabbia limosa	
9.80	11	18	12.35	0.53	23.16	4.32	Argilla limosa	
10.00	26	34	27.38	0.40	68.45	1.46	Sabbia e sabbia densa	

**GE Ground Engineering s.a.s.**

Via Villa, 5/c - 30010 Campolongo Maggiore (VE)

Tel./Fax: 049.9703506 - e-mail:info@ground-eng.com

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA****DATI VALORI DI RESISTENZA - LITOLOGIA (Begemann)****CPT02****Committente:** Sig. Maniero Gianni**2/2****Località:** via dell'Industria - Campagna Lupia (VE)**Data:** 13/05/2013**Prof. acqua in foro (m):** -2,1 **Quota inizio:** p.c.

Penetrometro statico PAGANI TG 63-200  
 da 20 t (con anello allargatore).  
 Punta meccanica tipo Begemann  
 Diametro = 35,7 mm  
 Angolo di apertura = 60°  
 Ap = 10 cm<sup>2</sup>, At = 20cm<sup>2</sup>, Am = 150cm<sup>2</sup>  
 Velocità di avanzamento = 2cm/s

Prof (m)	Letture di punta	Letture tot.	q <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>s</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	q <sub>c</sub> /f <sub>s</sub>	Rf (%)	Litologia (Begemann) Raccomandazioni AGI, 1977	Interpretazione stratigrafica
10.20	14	20	15.41	0.40	38.52	2.60	Limo sabbioso	
10.40	16	22	17.44	1.67	10.46	9.56	Argilla organica e torba	
10.60	35	60	36.46	2.00	18.23	5.49	Argilla limosa	
10.80	67	97	68.49	0.73	93.40	1.07	Sabbia e sabbia densa	
11.00	58	69	59.52	1.53	38.82	2.58	Limo sabbioso	
11.20	76	99	77.55	0.60	129.24	0.77	Sabbia e sabbia densa	
11.40	64	73	65.57	1.13	57.86	1.73	Sabbia limosa	
11.60	39	56	40.60	0.53	76.13	1.31	Sabbia e sabbia densa	
11.80	15	23	16.63	0.67	24.94	4.01	Argilla limosa	
12.00	9	19	10.66	1.07	9.99	10.01	Argilla organica e torba	
12.20	39	55	40.68	1.33	30.51	3.28	Limo sabbioso	
12.40	24	44	25.71	0.87	29.67	3.37	Limo sabbioso	
12.60	19	32	20.74	0.87	23.93	4.18	Argilla limosa	
12.80	16	29	17.77	0.87	20.50	4.88	Argilla limosa	
13.00	16	29	17.79	0.67	26.69	3.75	Limo sabbioso	
13.20	13	23	14.82	0.60	24.70	4.05	Argilla limosa	
13.40	12	21	13.85	0.53	25.97	3.85	Limo sabbioso	
13.60	15	23	16.88	0.53	31.64	3.16	Limo sabbioso	
13.80	19	27	20.90	0.27	78.39	1.28	Sabbia e sabbia densa	
14.00	25	29	26.93	1.00	26.93	3.71	Limo sabbioso	
14.20	9	24	10.96	0.67	16.44	6.08	Argilla limosa	
14.40	16	26	17.99	3.73	4.82	20.76	Argilla organica e torba	
14.60	14	70	16.01	0.93	17.16	5.83	Argilla limosa	
14.80	89	103	91.04	0.87	105.05	0.95	Sabbia e sabbia densa	
15.00	103	116	105.07	0.87	121.23	0.82	Sabbia e sabbia densa	
15.20	56.00	1.67	58.10	1.67	34.86	2.87	Limo sabbioso	
15.40	12.00	1.00	14.13	1.00	14.13	7.08	Argilla limosa	
15.60	83.00	2.20	85.15	2.20	38.71	2.58	Limo sabbioso	
15.80	85.00	2.07	87.18	2.07	42.18	2.37	Limo sabbioso	
16.00	100.00	2.60	102.21	2.60	39.31	2.54	Limo sabbioso	
16.20	116.00	1.87	118.24	1.87	63.34	1.58	Sabbia e sabbia densa	
16.40	119.00	2.60	121.26	2.60	46.64	2.14	Sabbia limosa	
16.60	103.00	2.87	105.29	2.87	36.73	2.72	Limo sabbioso	
16.80	101.00	1.87	103.32	1.87	55.35	1.81	Sabbia limosa	
17.00	124.00	2.13	126.35	2.13	59.22	1.69	Sabbia limosa	
17.20	88.00	2.53	90.37	2.53	35.67	2.80	Limo sabbioso	
17.40	17.00	1.33	19.40	1.33	14.55	6.87	Argilla limosa	
17.60	20.00	1.07	22.43	1.07	21.03	4.76	Argilla limosa	
17.80	22.00	1.20	24.46	1.20	20.38	4.91	Argilla limosa	
18.00	41.00	1.67	43.48	1.67	26.09	3.83	Limo sabbioso	
18.20	24.00	0.80	26.51	0.80	33.14	3.02	Limo sabbioso	
18.40	27.00	0.93	29.54	0.93	31.65	3.16	Limo sabbioso	
18.60	41.00	0.13	43.57	0.13	326.75	0.31	Sabbia e sabbia densa	
18.80	38.00	0.60	40.59	0.60	67.66	1.48	Sabbia e sabbia densa	
19.00	26.00	1.20	28.62	1.20	23.85	4.19	Argilla limosa	
19.20	18.00	0.60	20.65	0.60	34.42	2.91	Limo sabbioso	
19.40	28.00	0.80	30.68	0.80	38.35	2.61	Limo sabbioso	
19.60	16.00	1.67	18.70	1.67	11.22	8.91	Argilla organica e torba	
19.80	21.00	1.47	23.73	1.47	16.18	6.18	Argilla limosa	
20.00	29.00	-	31.76	-	-	-	-	



**GE Ground Engineering s.a.s.**

Via Villa, 5/c - 30010 Campolongo Maggiore (VE)

Tel./Fax: 049.9703506 - e-mail:info@ground-eng.com

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA****PARAMETRI GEOTECNICI - LITOLOGIA (Schmertmann)****CPT02****Committente:** Sig. Maniero Gianni

1/2

**Località:** via dell'Industria - Campagna Lupia (VE)**Data:** 13/05/2013**Prof. acqua in foro (m):** -2,1 **Quota inizio:** p.c.

Penetrometro statico PAGANI TG 63-200  
da 20 t (con anello allargatore).  
Punta meccanica tipo Begemann  
Diametro = 35,7 mm  
Angolo di apertura = 60°  
Ap = 10 cm<sup>2</sup>, At = 20cm<sup>2</sup>, Am = 150cm<sup>2</sup>  
Velocità di avanzamento = 2cm/s

Prof (m)	q <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>s</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Natura	C <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	φ (°)	E <sub>ed</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Litologia (Schmertmann)	Interpretazione stratigrafica
0.20	-	0.73	-	-	-	-	-	
0.40	7.06	1.40	Coesiva	0.44	-	32	Argille organiche e terreni misti	
0.60	23.08	1.53	Coesiva	1.13	-	69	Argilla inorganica molto compatta	
0.80	25.11	1.93	Coesiva	1.14	-	75	Argille organiche e terreni misti	
1.00	20.14	1.27	Coesiva	1.11	-	60	Argilla inorganica molto compatta	
1.20	10.17	0.73	Coesiva	0.62	-	39	Argille organiche e terreni misti	
1.40	14.19	0.53	Coesiva	0.83	-	55	Argille sabbiose e limose	
1.60	19.22	0.93	Coesiva	1.07	-	61	Argilla inorganica molto compatta	
1.80	18.25	0.73	Coesiva	1.03	-	57	Argille sabbiose e limose	
2.00	20.28	0.80	Coesiva	1.11	-	61	Argille sabbiose e limose	
2.20	24.30	1.07	Coesiva	1.13	-	73	Argille sabbiose e limose	
2.40	18.33	0.87	Coesiva	1.03	-	58	Argilla inorganica media	
2.60	16.36	0.73	Coesiva	0.94	-	52	Argilla inorganica media	
2.80	13.39	0.73	Coesiva	0.79	-	52	Argilla inorganica compatta	
3.00	11.41	0.60	Coesiva	0.68	-	44	Argilla inorganica compatta	
3.20	12.44	0.60	Coesiva	0.74	-	48	Argilla inorganica media	
3.40	9.47	0.53	Coesiva	0.58	-	43	Argilla inorganica compatta	
3.60	13.50	2.33	Coesiva	0.79	-	52	Argille organiche e terreni misti	
3.80	23.52	1.53	Coesiva	1.13	-	71	Argilla inorganica molto compatta	
4.00	32.55	1.67	Coesiva	1.36	-	98	Argille sabbiose e limose	
4.20	55.58	1.33	Granulare	-	31	167	Sabbia argillosa e limi	
4.40	67.61	1.00	Granulare	-	32	203	Sabbia	
4.60	91.63	1.07	Granulare	-	33	275	Sabbia	
4.80	89.66	1.40	Granulare	-	33	269	Sabbia	
5.00	61.69	1.60	Granulare	-	31	185	Sabbia argillosa e limi	
5.20	21.72	1.27	Coesiva	1.12	-	65	Argilla inorganica molto compatta	
5.40	15.75	0.60	Coesiva	0.91	-	50	Argille sabbiose e limose	
5.60	34.77	0.93	Granulare	-	29	104	Sabbia argillosa e limi	
5.80	35.80	1.73	Coesiva	1.49	-	107	Argille sabbiose e limose	
6.00	50.83	0.73	Granulare	-	31	152	Sabbia	
6.20	42.86	0.40	Granulare	-	30	129	Sabbia	
6.40	39.88	0.53	Granulare	-	30	120	Sabbia	
6.60	19.91	0.53	Granulare	-	28	60	Sabbia argillosa e limi	
6.80	17.94	0.60	Coesiva	1.01	-	57	Argille sabbiose e limose	
7.00	11.97	0.67	Coesiva	0.71	-	46	Argilla inorganica compatta	
7.20	9.99	0.47	Coesiva	0.61	-	45	Argilla inorganica media	
7.40	11.02	0.87	Coesiva	0.66	-	42	Argille organiche e terreni misti	
7.60	10.05	0.60	Coesiva	0.61	-	39	Argille organiche e terreni misti	
7.80	15.08	1.00	Coesiva	0.87	-	47	Argilla inorganica molto compatta	
8.00	14.10	1.27	Coesiva	0.82	-	54	Argille organiche e terreni misti	
8.20	18.13	1.80	Coesiva	1.02	-	57	Argille organiche e terreni misti	
8.40	65.16	1.13	Granulare	-	32	195	Sabbia	
8.60	64.19	2.40	Coesiva	2.67	-	193	Argille sabbiose e limose	
8.80	68.21	1.40	Granulare	-	32	205	Sabbia	
9.00	133.24	2.67	Granulare	-	35	400	Sabbia densa o cementata	
9.20	152.27	0.80	Granulare	-	36	457	Sabbia	
9.40	111.30	1.53	Granulare	-	34	334	Sabbia densa o cementata	
9.60	21.32	0.47	Granulare	-	28	64	Sabbia argillosa e limi	
9.80	12.35	0.53	Coesiva	0.73	-	48	Argilla inorganica media	
10.00	27.38	0.40	Granulare	-	28	82	Sabbia	

**PARAMETRI GEOTECNICI - LITOLOGIA (Schmertmann)****CPT02****Committente:** Sig. Maniero Gianni

2/2

**Località:** via dell'Industria - Campagna Lupia (VE)**Data:** 13/05/2013**Prof. acqua in foro (m):** -2,1 **Quota inizio:** p.c.

Penetrometro statico PAGANI TG 63-200  
 da 20 t (con anello allargatore).  
 Punta meccanica tipo Begemann  
 Diametro = 35,7 mm  
 Angolo di apertura = 60°  
 Ap = 10 cm<sup>2</sup>, At = 20cm<sup>2</sup>, Am = 150cm<sup>2</sup>  
 Velocità di avanzamento = 2cm/s

Prof (m)	q <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>s</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Natura	C <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	φ (°)	E <sub>ed</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Litologia (Schmertmann)	Interpretazione stratigrafica
10.20	15.41	0.40	Granulare	-	28	46	Sabbia argillosa e limi	
10.40	17.44	1.67	Coesiva	0.99	-	55	Argille organiche e terreni misti	
10.60	36.46	2.00	Coesiva	1.52	-	109	Argilla inorganica molto compatta	
10.80	68.49	0.73	Granulare	-	32	205	Sabbia	
11.00	59.52	1.53	Granulare	-	31	179	Sabbia argillosa e limi	
11.20	77.55	0.60	Granulare	-	32	233	Sabbia	
11.40	65.57	1.13	Granulare	-	32	197	Sabbia	
11.60	40.60	0.53	Granulare	-	30	122	Sabbia	
11.80	16.63	0.67	Coesiva	0.95	-	52	Argille sabbiose e limose	
12.00	10.66	1.07	Coesiva	0.64	-	41	Argille organiche e terreni misti	
12.20	40.68	1.33	Granulare	-	30	122	Sabbia argillosa e limi	
12.40	25.71	0.87	Coesiva	1.15	-	77	Argille sabbiose e limose	
12.60	20.74	0.87	Coesiva	1.12	-	62	Argille sabbiose e limose	
12.80	17.77	0.87	Coesiva	1.01	-	56	Argilla inorganica media	
13.00	17.79	0.67	Coesiva	1.01	-	56	Argille sabbiose e limose	
13.20	14.82	0.60	Coesiva	0.86	-	57	Argille sabbiose e limose	
13.40	13.85	0.53	Coesiva	0.81	-	53	Argille sabbiose e limose	
13.60	16.88	0.53	Coesiva	0.96	-	53	Argille sabbiose e limose	
13.80	20.90	0.27	Granulare	-	28	63	Sabbia	
14.00	26.93	1.00	Coesiva	1.18	-	81	Argille sabbiose e limose	
14.20	10.96	0.67	Coesiva	0.66	-	42	Argille organiche e terreni misti	
14.40	17.99	3.73	Coesiva	1.02	-	57	Argille organiche e terreni misti	
14.60	16.01	0.93	Coesiva	0.92	-	50	Argilla inorganica molto compatta	
14.80	91.04	0.87	Granulare	-	33	273	Sabbia	
15.00	105.07	0.87	Granulare	-	34	315	Sabbia densa o cementata	
15.20	58.10	1.67	Granulare	-	31	174	Sabbia argillosa e limi	
15.40	14.13	1.00	Coesiva	0.83	-	54	Argille organiche e terreni misti	
15.60	85.15	2.20	Granulare	-	33	255	Sabbia argillosa e limi	
15.80	87.18	2.07	Granulare	-	33	262	Sabbia argillosa e limi	
16.00	102.21	2.60	Granulare	-	34	307	Sabbia argillosa e limi	
16.20	118.24	1.87	Granulare	-	35	355	Sabbia densa o cementata	
16.40	121.26	2.60	Granulare	-	35	364	Sabbia argillosa e limi	
16.60	105.29	2.87	Granulare	-	34	316	Sabbia argillosa e limi	
16.80	103.32	1.87	Granulare	-	34	310	Sabbia densa o cementata	
17.00	126.35	2.13	Granulare	-	35	379	Sabbia densa o cementata	
17.20	90.37	2.53	Granulare	-	33	271	Sabbia argillosa e limi	
17.40	19.40	1.33	Coesiva	1.08	-	61	Argilla inorganica molto compatta	
17.60	22.43	1.07	Coesiva	1.12	-	67	Argilla inorganica molto compatta	
17.80	24.46	1.20	Coesiva	1.13	-	73	Argilla inorganica molto compatta	
18.00	43.48	1.67	Coesiva	1.81	-	130	Argille sabbiose e limose	
18.20	26.51	0.80	Granulare	-	28	80	Sabbia argillosa e limi	
18.40	29.54	0.93	Granulare	-	29	89	Sabbia argillosa e limi	
18.60	43.57	0.13	Granulare	-	30	131	Sabbia	
18.80	40.59	0.60	Granulare	-	30	122	Sabbia	
19.00	28.62	1.20	Coesiva	1.22	-	86	Argille sabbiose e limose	
19.20	20.65	0.60	Granulare	-	28	62	Sabbia argillosa e limi	
19.40	30.68	0.80	Granulare	-	29	92	Sabbia argillosa e limi	
19.60	18.70	1.67	Coesiva	1.05	-	59	Argille organiche e terreni misti	
19.80	23.73	1.47	Coesiva	1.13	-	71	Argilla inorganica molto compatta	
20.00	31.76	-	Granulare	-	29	95	Sabbia	



**GE Ground Engineering s.a.s.**

Via Villa, 5/c - 30010 Campolongo Maggiore (VE)

Tel./Fax: 049.9703506 - e-mail: info@ground-eng.com

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**

**DIAGRAMMI VALORI DI RESISTENZA  $q_c$ ,  $f_s$ ,  $R_f$**

**CPT03**

1/2

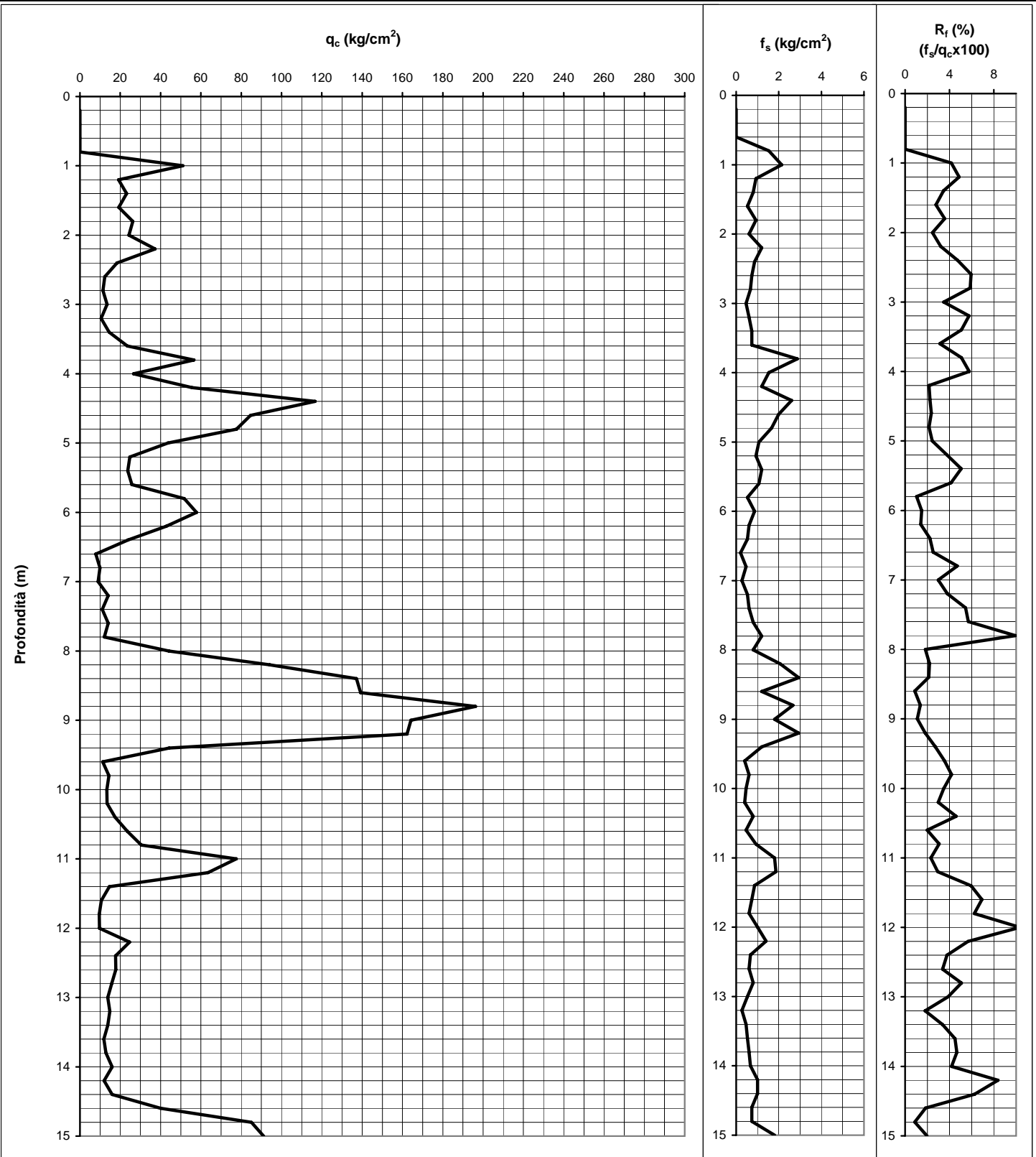
**Committente:** Sig. Maniero Gianni

**Località:** via dell'Industria - Campagna Lupia (VE)

**Data:** 13/05/2013

**Prof. acqua in foro (m):** -1,80      **Quota inizio:** p.c.

Penetrometro statico PAGANI TG 63-200  
da 20 t (con anello allargatore).  
Punta meccanica tipo Begemann  
Diametro = 35,7 mm  
Angolo di apertura = 60°  
Ap = 10 cm<sup>2</sup>, At = 20cm<sup>2</sup>, Am = 150cm<sup>2</sup>  
Velocità di avanzamento = 2cm/s





**GE Ground Engineering s.a.s.**

Via Villa, 5/c - 30010 Campolongo Maggiore (VE)

Tel./Fax: 049.9703506 - e-mail: info@ground-eng.com

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**

**DIAGRAMMI VALORI DI RESISTENZA  $q_c$ ,  $f_s$ ,  $R_f$**

**CPT03**

**Committente:** Sig. Maniero Gianni

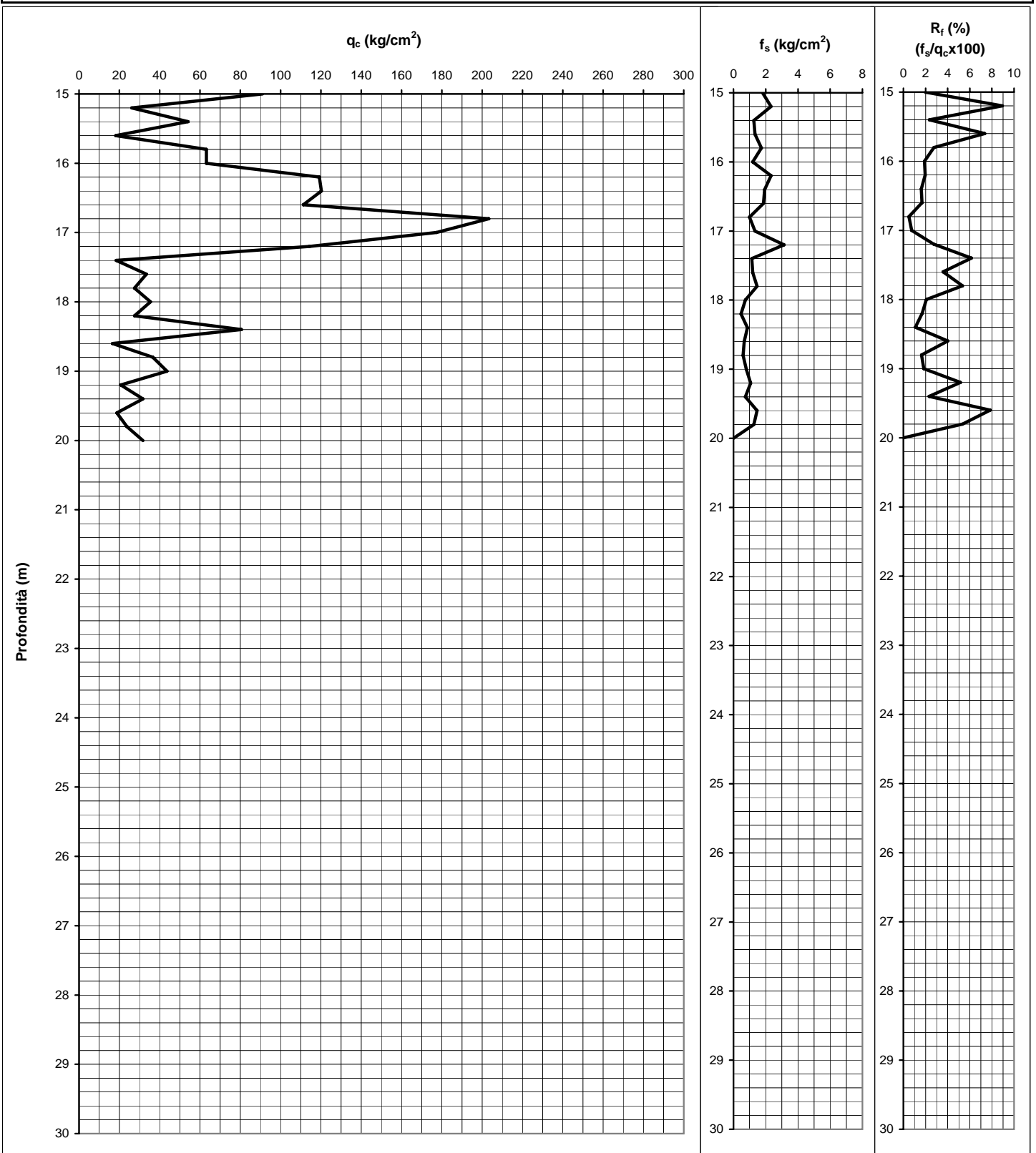
2/2

**Località:** via dell'Industria - Campagna Lupia (VE)

**Data:** 13/05/2013

**Prof. acqua in foro (m):** -1,80      **Quota inizio:** p.c.

Penetrometro statico PAGANI TG 63-200  
da 20 t (con anello allargatore).  
Punta meccanica tipo Begemann  
Diametro = 35,7 mm  
Angolo di apertura = 60°  
Ap = 10 cm<sup>2</sup>, At = 20cm<sup>2</sup>, Am = 150cm<sup>2</sup>  
Velocità di avanzamento = 2cm/s





**GE Ground Engineering s.a.s.**

Via Villa, 5/c - 30010 Campolongo Maggiore (VE)

Tel./Fax: 049.9703506 - e-mail:info@ground-eng.com

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**

**DATI VALORI DI RESISTENZA - LITOLOGIA (Begemann)**

**CPT03**

**Committente:** Sig. Maniero Gianni

1/2

**Località:** via dell'Industria - Campagna Lupia (VE)

**Data:** 13/05/2013

**Prof. acqua in foro (m):** -1,80 **Quota inizio:** p.c.

Penetrometro statico PAGANI TG 63-200 da 20 t (con anello allargatore).  
Punta meccanica tipo Begemann  
Diametro = 35,7 mm  
Angolo di apertura = 60°  
Ap = 10 cm<sup>2</sup>, At = 20cm<sup>2</sup>, Am = 150cm<sup>2</sup>  
Velocità di avanzamento = 2cm/s

Prof (m)	Letture di punta	Letture tot.	q <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>s</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	q <sub>c</sub> /f <sub>s</sub>	Rf (%)	Litologia (Begemann) Raccomandazioni AGI, 1977	Interpretazione stratigrafica
0.20	0	0	-	-	-	-	-	
0.40	0	0	-	-	-	-	-	
0.60	0	0	-	-	-	-	-	
0.80	0	0	-	1.53	-	-	-	
1.00	51	74	51.14	2.13	23.97	4.17	Argilla limosa	
1.20	19	51	19.17	0.93	20.53	4.87	Argilla limosa	
1.40	23	37	23.19	0.80	28.99	3.45	Limo sabbioso	
1.60	19	31	19.22	0.53	36.04	2.77	Limo sabbioso	
1.80	26	34	26.25	0.93	28.12	3.56	Limo sabbioso	
2.00	24	38	24.28	0.60	40.46	2.47	Limo sabbioso	
2.20	37	46	37.30	1.20	31.09	3.22	Limo sabbioso	
2.40	18	36	18.33	0.87	21.15	4.73	Argilla limosa	
2.60	12	25	12.36	0.73	16.85	5.93	Argilla limosa	
2.80	11	22	11.39	0.67	17.08	5.85	Argilla limosa	
3.00	13	23	13.41	0.47	28.74	3.48	Limo sabbioso	
3.20	10	17	10.44	0.60	17.40	5.75	Argilla limosa	
3.40	14	23	14.47	0.73	19.73	5.07	Argilla limosa	
3.60	23	34	23.50	0.73	32.04	3.12	Limo sabbioso	
3.80	56	67	56.52	2.87	19.72	5.07	Argilla limosa	
4.00	26	69	26.55	1.53	17.32	5.77	Argilla limosa	
4.20	55	78	55.58	1.20	46.32	2.16	Sabbia limosa	
4.40	116	134	116.61	2.60	44.85	2.23	Limo sabbioso	
4.60	84	123	84.63	2.00	42.32	2.36	Limo sabbioso	
4.80	77	107	77.66	1.67	46.60	2.15	Sabbia limosa	
5.00	43	68	43.69	1.07	40.96	2.44	Limo sabbioso	
5.20	24	40	24.72	0.93	26.48	3.78	Limo sabbioso	
5.40	23	37	23.75	1.20	19.79	5.05	Argilla limosa	
5.60	25	43	25.77	1.07	24.16	4.14	Argilla limosa	
5.80	51	67	51.80	0.53	97.13	1.03	Sabbia e sabbia densa	
6.00	57	65	57.83	0.87	66.72	1.50	Sabbia e sabbia densa	
6.20	42	55	42.86	0.60	71.43	1.40	Sabbia e sabbia densa	
6.40	23	32	23.88	0.53	44.78	2.23	Limo sabbioso	
6.60	7	15	7.91	0.20	39.55	2.53	Limo sabbioso	
6.80	9	12	9.94	0.47	21.30	4.70	Argilla limosa	
7.00	8	15	8.97	0.27	33.62	2.97	Limo sabbioso	
7.20	13	17	13.99	0.53	26.24	3.81	Limo sabbioso	
7.40	10	18	11.02	0.60	18.37	5.44	Argilla limosa	
7.60	13	22	14.05	0.80	17.56	5.69	Argilla limosa	
7.80	11	23	12.08	1.20	10.06	9.94	Argilla organica e torba	
8.00	43	61	44.10	0.80	55.13	1.81	Sabbia limosa	
8.20	93	105	94.13	2.07	45.55	2.20	Sabbia limosa	
8.40	136	167	137.16	2.93	46.76	2.14	Sabbia limosa	
8.60	138	182	139.19	1.20	115.99	0.86	Sabbia e sabbia densa	
8.80	195	213	196.21	2.67	73.58	1.36	Sabbia e sabbia densa	
9.00	163	203	164.24	1.80	91.25	1.10	Sabbia e sabbia densa	
9.20	161	188	162.27	2.93	55.32	1.81	Sabbia limosa	
9.40	43	87	44.30	1.20	36.91	2.71	Limo sabbioso	
9.60	10	28	11.32	0.40	28.31	3.53	Limo sabbioso	
9.80	13	19	14.35	0.60	23.92	4.18	Argilla limosa	
10.00	12	21	13.38	0.47	28.67	3.49	Limo sabbioso	

**GE Ground Engineering s.a.s.**

Via Villa, 5/c - 30010 Campolongo Maggiore (VE)

Tel./Fax: 049.9703506 - e-mail:info@ground-eng.com

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA****DATI VALORI DI RESISTENZA - LITOLOGIA (Begemann)****CPT03****Committente:** Sig. Maniero Gianni**2/2****Località:** via dell'Industria - Campagna Lupia (VE)**Data:** 13/05/2013**Prof. acqua in foro (m):** -1,80 **Quota inizio:** p.c.

Penetrometro statico PAGANI TG 63-200  
da 20 t (con anello allargatore).  
Punta meccanica tipo Begemann  
Diametro = 35,7 mm  
Angolo di apertura = 60°  
 $A_p = 10 \text{ cm}^2$ ,  $A_t = 20 \text{ cm}^2$ ,  $A_m = 150 \text{ cm}^2$   
Velocità di avanzamento = 2cm/s

Prof (m)	Letture di punta	Letture tot.	$q_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_s$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$q_c/f_s$	Rf (%)	Litologia (Begemann) Raccomandazioni AGI, 1977	Interpretazione stratigrafica
10.20	12	19	13.41	0.40	33.52	2.98	Limo sabbioso	
10.40	16	22	17.44	0.80	21.79	4.59	Argilla limosa	
10.60	22	34	23.46	0.47	50.28	1.99	Sabbia limosa	
10.80	29	36	30.49	0.93	32.67	3.06	Limo sabbioso	
11.00	76	90	77.52	1.80	43.07	2.32	Limo sabbioso	
11.20	62	89	63.55	1.87	34.04	2.94	Limo sabbioso	
11.40	13	41	14.57	0.87	16.82	5.95	Argilla limosa	
11.60	9	22	10.60	0.73	14.46	6.92	Argilla limosa	
11.80	8	19	9.63	0.60	16.05	6.23	Argilla limosa	
12.00	8	17	9.66	1.00	9.66	10.36	Argilla organica e torba	
12.20	23	38	24.68	1.40	17.63	5.67	Argilla limosa	
12.40	16	37	17.71	0.67	26.57	3.76	Limo sabbioso	
12.60	16	26	17.74	0.60	29.56	3.38	Limo sabbioso	
12.80	14	23	15.77	0.80	19.71	5.07	Argilla limosa	
13.00	12	24	13.79	0.53	25.86	3.87	Limo sabbioso	
13.20	13	21	14.82	0.27	55.58	1.80	Sabbia limosa	
13.40	12	10	13.85	0.47	29.68	3.37	Limo sabbioso	
13.60	10	19	11.88	0.53	22.27	4.49	Argilla limosa	
13.80	11	18	12.90	0.60	21.51	4.65	Argilla limosa	
14.00	14	20	15.93	0.67	23.90	4.18	Argilla limosa	
14.20	10	24	11.96	1.00	11.96	8.36	Argilla organica e torba	
14.40	14	25	15.99	1.00	15.99	6.26	Argilla limosa	
14.60	38	29	40.01	0.73	54.57	1.83	Sabbia limosa	
14.80	83	49	85.04	0.73	115.97	0.86	Sabbia e sabbia densa	
15.00	#RIF!	94	91.07	1.80	50.59	1.98	Sabbia limosa	
15.20	24.00	2.33	26.10	2.33	11.18	8.94	Argilla organica e torba	
15.40	52.00	1.27	54.13	1.27	42.73	2.34	Limo sabbioso	
15.60	16.00	1.33	18.15	1.33	13.61	7.35	Argilla organica e torba	
15.80	61.00	1.73	63.18	1.73	36.45	2.74	Limo sabbioso	
16.00	61.00	1.20	63.21	1.20	52.67	1.90	Sabbia limosa	
16.20	117.00	2.33	119.24	2.33	51.10	1.96	Sabbia limosa	
16.40	118.00	1.93	120.26	1.93	62.21	1.61	Sabbia e sabbia densa	
16.60	109.00	1.87	111.29	1.87	59.62	1.68	Sabbia limosa	
16.80	201.00	1.00	203.32	1.00	203.32	0.49	Sabbia e sabbia densa	
17.00	175.00	1.33	177.35	1.33	133.01	0.75	Sabbia e sabbia densa	
17.20	112.00	3.13	114.37	3.13	36.50	2.74	Limo sabbioso	
17.40	16.00	1.13	18.40	1.13	16.24	6.16	Argilla limosa	
17.60	31.00	1.20	33.43	1.20	27.86	3.59	Limo sabbioso	
17.80	25.00	1.47	27.46	1.47	18.72	5.34	Argilla limosa	
18.00	33.00	0.73	35.48	0.73	48.39	2.07	Sabbia limosa	
18.20	25.00	0.47	27.51	0.47	58.95	1.70	Sabbia limosa	
18.40	78.00	0.87	80.54	0.87	92.93	1.08	Sabbia e sabbia densa	
18.60	14.00	0.67	16.57	0.67	24.85	4.02	Argilla limosa	
18.80	34.00	0.60	36.59	0.60	60.99	1.64	Sabbia limosa	
19.00	41.00	0.80	43.62	0.80	54.53	1.83	Sabbia limosa	
19.20	18.00	1.07	20.65	1.07	19.36	5.17	Argilla limosa	
19.40	29.00	0.73	31.68	0.73	43.20	2.32	Limo sabbioso	
19.60	16.00	1.47	18.70	1.47	12.75	7.84	Argilla organica e torba	
19.80	21.00	1.27	23.73	1.27	18.74	5.34	Argilla limosa	
20.00	29.00	-	31.76	-	-	-	-	

**GE Ground Engineering s.a.s.**

Via Villa, 5/c - 30010 Campolongo Maggiore (VE)

Tel./Fax: 049.9703506 - e-mail:info@ground-eng.com

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA****PARAMETRI GEOTECNICI - LITOLOGIA (Schmertmann)****CPT03****Committente:** Sig. Maniero Gianni

1/2

**Località:** via dell'Industria - Campagna Lupia (VE)**Data:** 13/05/2013**Prof. acqua in foro (m):** -1,80 **Quota inizio:** p.c.

Penetrometro statico PAGANI TG 63-200  
da 20 t (con anello allargatore).  
Punta meccanica tipo Begemann  
Diametro = 35,7 mm  
Angolo di apertura = 60°  
Ap = 10 cm<sup>2</sup>, At = 20cm<sup>2</sup>, Am = 150cm<sup>2</sup>  
Velocità di avanzamento = 2cm/s

Prof (m)	q <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>s</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Natura	C <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	φ (°)	E <sub>ed</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Litologia (Schmertmann)	Interpretazione stratigrafica
0.20	-	-	-	-	-	-	-	
0.40	-	-	-	-	-	-	-	
0.60	-	-	-	-	-	-	-	
0.80	-	1.53	-	-	-	-	-	
1.00	51.14	2.13	Coesiva	2.13	-	153	Argille sabbiose e limose	
1.20	19.17	0.93	Coesiva	1.07	-	60	Argilla inorganica media	
1.40	23.19	0.80	Coesiva	1.13	-	70	Argille sabbiose e limose	
1.60	19.22	0.53	Granulare	-	28	58	Sabbia argillosa e limi	
1.80	26.25	0.93	Coesiva	1.17	-	79	Argille sabbiose e limose	
2.00	24.28	0.60	Granulare	-	28	73	Sabbia argillosa e limi	
2.20	37.30	1.20	Granulare	-	29	112	Sabbia argillosa e limi	
2.40	18.33	0.87	Coesiva	1.03	-	58	Argilla inorganica media	
2.60	12.36	0.73	Coesiva	0.73	-	48	Argilla inorganica compatta	
2.80	11.39	0.67	Coesiva	0.68	-	44	Argilla inorganica compatta	
3.00	13.41	0.47	Coesiva	0.79	-	52	Argille sabbiose e limose	
3.20	10.44	0.60	Coesiva	0.63	-	40	Argilla inorganica compatta	
3.40	14.47	0.73	Coesiva	0.84	-	56	Argilla inorganica media	
3.60	23.50	0.73	Coesiva	1.13	-	70	Argille sabbiose e limose	
3.80	56.52	2.87	Coesiva	2.36	-	170	Argille sabbiose e limose	
4.00	26.55	1.53	Coesiva	1.17	-	80	Argilla inorganica molto compatta	
4.20	55.58	1.20	Granulare	-	31	167	Sabbia argillosa e limi	
4.40	116.61	2.60	Granulare	-	35	350	Sabbia argillosa e limi	
4.60	84.63	2.00	Granulare	-	33	254	Sabbia argillosa e limi	
4.80	77.66	1.67	Granulare	-	32	233	Sabbia argillosa e limi	
5.00	43.69	1.07	Granulare	-	30	131	Sabbia argillosa e limi	
5.20	24.72	0.93	Coesiva	1.14	-	74	Argille sabbiose e limose	
5.40	23.75	1.20	Coesiva	1.13	-	71	Argilla inorganica molto compatta	
5.60	25.77	1.07	Coesiva	1.16	-	77	Argille sabbiose e limose	
5.80	51.80	0.53	Granulare	-	31	155	Sabbia	
6.00	57.83	0.87	Granulare	-	31	173	Sabbia	
6.20	42.86	0.60	Granulare	-	30	129	Sabbia	
6.40	23.88	0.53	Granulare	-	28	72	Sabbia argillosa e limi	
6.60	7.91	0.20	Granulare	-	28	24	Sabbia argillosa e limi	
6.80	9.94	0.47	Coesiva	0.60	-	45	Argilla inorganica media	
7.00	8.97	0.27	Coesiva	0.55	-	40	Argille sabbiose e limose	
7.20	13.99	0.53	Coesiva	0.82	-	54	Argille sabbiose e limose	
7.40	11.02	0.60	Coesiva	0.66	-	42	Argilla inorganica compatta	
7.60	14.05	0.80	Coesiva	0.82	-	54	Argilla inorganica compatta	
7.80	12.08	1.20	Coesiva	0.72	-	46	Argille organiche e terreni misti	
8.00	44.10	0.80	Granulare	-	30	132	Sabbia	
8.20	94.13	2.07	Granulare	-	34	282	Sabbia argillosa e limi	
8.40	137.16	2.93	Granulare	-	35	411	Sabbia argillosa e limi	
8.60	139.19	1.20	Granulare	-	36	418	Sabbia densa o cementata	
8.80	196.21	2.67	Granulare	-	38	589	Sabbia densa o cementata	
9.00	164.24	1.80	Granulare	-	37	493	Sabbia densa o cementata	
9.20	162.27	2.93	Granulare	-	36	487	Sabbia densa o cementata	
9.40	44.30	1.20	Granulare	-	30	133	Sabbia argillosa e limi	
9.60	11.32	0.40	Coesiva	0.68	-	44	Argille sabbiose e limose	
9.80	14.35	0.60	Coesiva	0.84	-	55	Argilla inorganica media	
10.00	13.38	0.47	Coesiva	0.79	-	52	Argille sabbiose e limose	

**GE Ground Engineering s.a.s.**

Via Villa, 5/c - 30010 Campolongo Maggiore (VE)

Tel./Fax: 049.9703506 - e-mail:info@ground-eng.com

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA****PARAMETRI GEOTECNICI - LITOLOGIA (Schmertmann)****CPT03****Committente:** Sig. Maniero Gianni**2/2****Località:** via dell'Industria - Campagna Lupia (VE)**Data:** 13/05/2013**Prof. acqua in foro (m):** -1,80 **Quota inizio:** p.c.

Penetrometro statico PAGANI TG 63-200  
da 20 t (con anello allargatore).  
Punta meccanica tipo Begemann  
Diametro = 35,7 mm  
Angolo di apertura = 60°  
Ap = 10 cm<sup>2</sup>, At = 20cm<sup>2</sup>, Am = 150cm<sup>2</sup>  
Velocità di avanzamento = 2cm/s

Prof (m)	q <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>s</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Natura	C <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	φ (°)	E <sub>ed</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Litologia (Schmertmann)	Interpretazione stratigrafica
10.20	13.41	0.40	Coesiva	0.79	-	52	Argille sabbiose e limose	
10.40	17.44	0.80	Coesiva	0.99	-	55	Argilla inorganica media	
10.60	23.46	0.47	Granulare	-	28	70	Sabbia	
10.80	30.49	0.93	Granulare	-	29	91	Sabbia argillosa e limi	
11.00	77.52	1.80	Granulare	-	32	233	Sabbia argillosa e limi	
11.20	63.55	1.87	Granulare	-	32	191	Sabbia argillosa e limi	
11.40	14.57	0.87	Coesiva	0.85	-	56	Argilla inorganica compatta	
11.60	10.60	0.73	Coesiva	0.64	-	41	Argille organiche e terreni misti	
11.80	9.63	0.60	Coesiva	0.59	-	43	Argille organiche e terreni misti	
12.00	9.66	1.00	Coesiva	0.59	-	43	Argille organiche e terreni misti	
12.20	24.68	1.40	Coesiva	1.14	-	74	Argilla inorganica molto compatta	
12.40	17.71	0.67	Coesiva	1.00	-	56	Argille sabbiose e limose	
12.60	17.74	0.60	Coesiva	1.00	-	56	Argille sabbiose e limose	
12.80	15.77	0.80	Coesiva	0.91	-	50	Argilla inorganica media	
13.00	13.79	0.53	Coesiva	0.81	-	53	Argille sabbiose e limose	
13.20	14.82	0.27	Granulare	-	28	44	Sabbia sciolta	
13.40	13.85	0.47	Coesiva	0.81	-	53	Argille sabbiose e limose	
13.60	11.88	0.53	Coesiva	0.71	-	46	Argilla inorganica media	
13.80	12.90	0.60	Coesiva	0.76	-	50	Argilla inorganica media	
14.00	15.93	0.67	Coesiva	0.92	-	50	Argilla inorganica media	
14.20	11.96	1.00	Coesiva	0.71	-	46	Argille organiche e terreni misti	
14.40	15.99	1.00	Coesiva	0.92	-	50	Argilla inorganica molto compatta	
14.60	40.01	0.73	Granulare	-	30	120	Sabbia	
14.80	85.04	0.73	Granulare	-	33	255	Sabbia	
15.00	91.07	1.80	Granulare	-	33	273	Sabbia	
15.20	26.10	2.33	Coesiva	1.16	-	78	Argille organiche e terreni misti	
15.40	54.13	1.27	Granulare	-	31	162	Sabbia argillosa e limi	
15.60	18.15	1.33	Coesiva	1.02	-	57	Argille organiche e terreni misti	
15.80	63.18	1.73	Granulare	-	32	190	Sabbia argillosa e limi	
16.00	63.21	1.20	Granulare	-	32	190	Sabbia	
16.20	119.24	2.33	Granulare	-	35	358	Sabbia densa o cementata	
16.40	120.26	1.93	Granulare	-	35	361	Sabbia densa o cementata	
16.60	111.29	1.87	Granulare	-	34	334	Sabbia densa o cementata	
16.80	203.32	1.00	Granulare	-	38	610	Sabbia	
17.00	177.35	1.33	Granulare	-	37	532	Sabbia densa o cementata	
17.20	114.37	3.13	Granulare	-	35	343	Sabbia argillosa e limi	
17.40	18.40	1.13	Coesiva	1.04	-	58	Argilla inorganica molto compatta	
17.60	33.43	1.20	Coesiva	1.39	-	100	Argille sabbiose e limose	
17.80	27.46	1.47	Coesiva	1.19	-	82	Argilla inorganica molto compatta	
18.00	35.48	0.73	Granulare	-	29	106	Sabbia	
18.20	27.51	0.47	Granulare	-	28	83	Sabbia	
18.40	80.54	0.87	Granulare	-	32	242	Sabbia	
18.60	16.57	0.67	Coesiva	0.95	-	52	Argille sabbiose e limose	
18.80	36.59	0.60	Granulare	-	29	110	Sabbia	
19.00	43.62	0.80	Granulare	-	30	131	Sabbia	
19.20	20.65	1.07	Coesiva	1.12	-	62	Argilla inorganica molto compatta	
19.40	31.68	0.73	Granulare	-	29	95	Sabbia argillosa e limi	
19.60	18.70	1.47	Coesiva	1.05	-	59	Argille organiche e terreni misti	
19.80	23.73	1.27	Coesiva	1.13	-	71	Argilla inorganica molto compatta	
20.00	31.76	-	Granulare	-	29	95	Sabbia	



## **REPORT MISURA DI MICROTREMORI**

## Campagna Lupia, via dell'Industria

Strumento: TRZ-0084/01-10

Inizio registrazione: 13/05/13 10:32:49 Fine registrazione: 13/05/13 10:52:50

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 80% tracciato (selezione manuale)

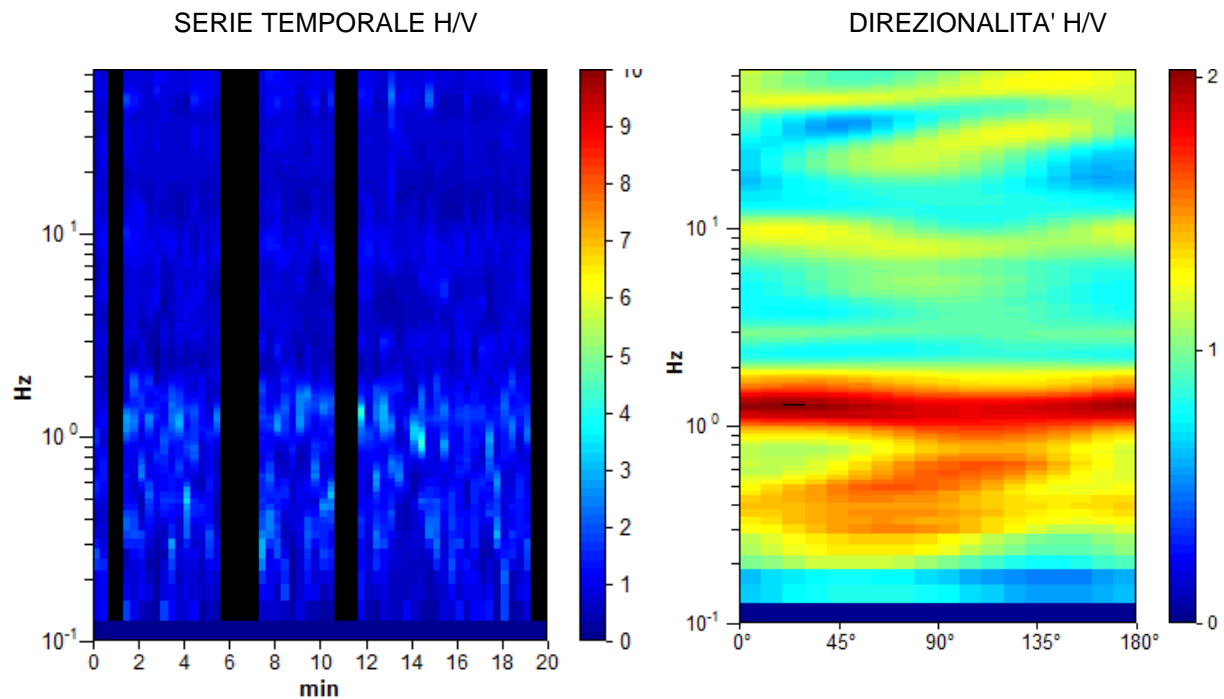
Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

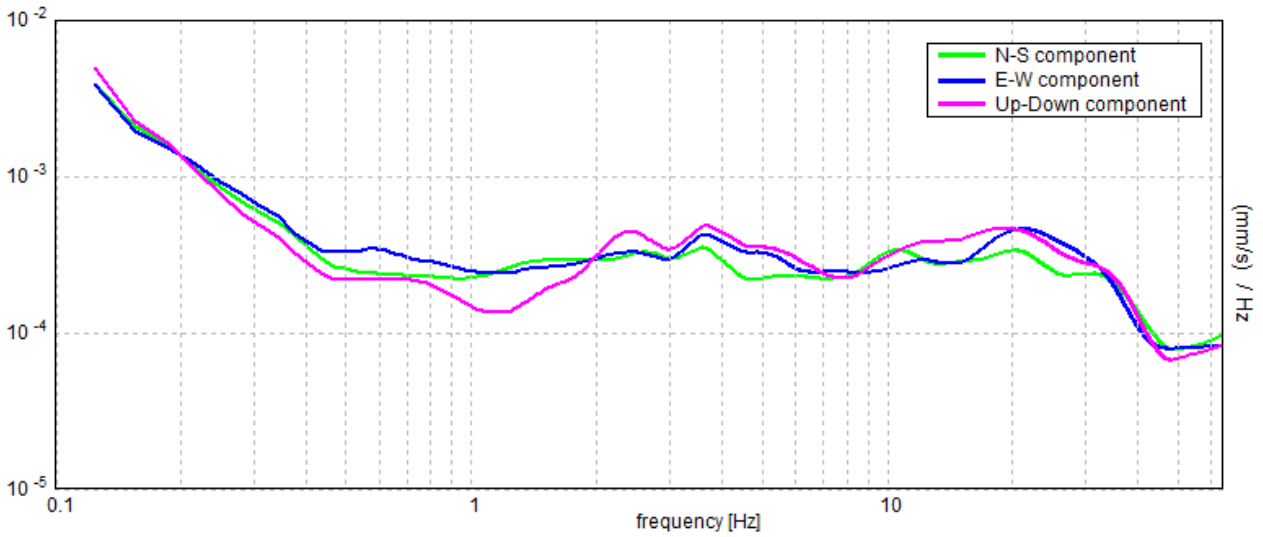
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 20%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

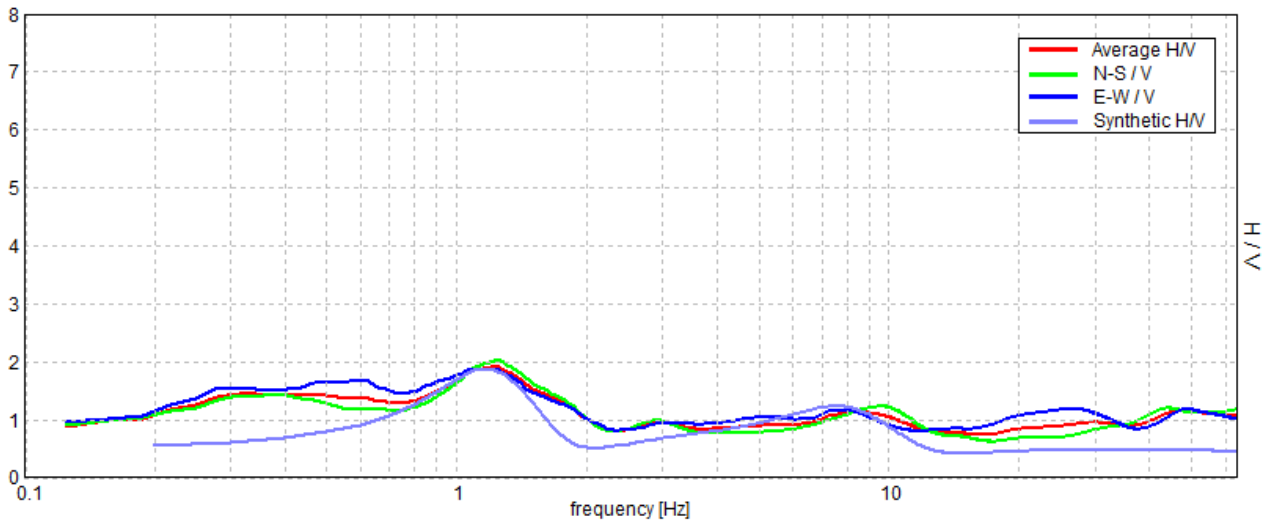


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Max. H/V at  $1.25 \pm 0.06$  Hz. Max.(N-S)/V:  $1.25 \pm 0.11$  Hz. Max.(E-W)/V:  $1.09 \pm 0.11$  Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Profondità alla base  
dello strato [m]

2.70  
32.70  
inf.

Spessore [m]

2.70  
30.00  
inf.

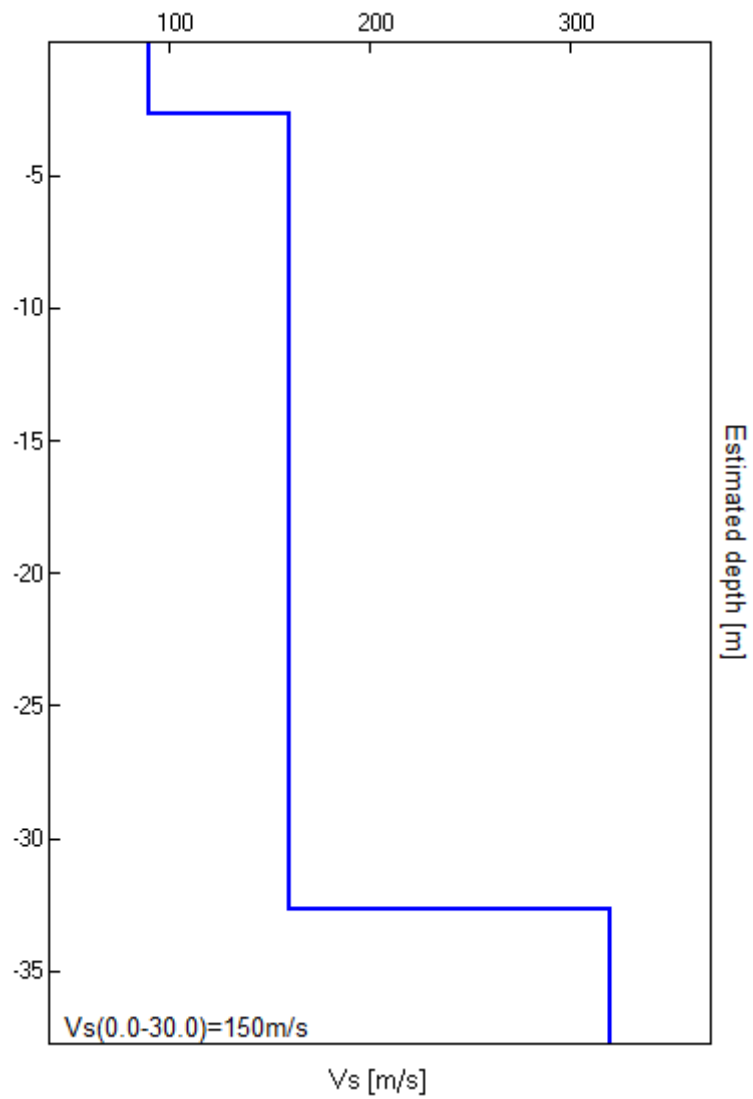
Vs [m/s]

90  
160  
320

Rapporto di Poisson

0.35  
0.35  
0.35

**Vs (0.0-30.0) = 150 m/s**



**Picco H/V a  $1.25 \pm 0.06$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.25 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1200.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 61	OK	

**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$		OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.063 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.92 > 2$		NO
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02443  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.03054 < 0.125$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2958 < 1.78$	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



FOTO 1: PUNTO DI ESECUZIONE CPT 1



FOTO 2: PUNTO DI ESECUZIONE CPT 2



FOTO 3: PUNTO DI ESECUZIONE CPT 3