

ALLEGATI

Indagine geognostica

GEO-PROBE S.r.l.
Indagini Geognostiche

40033 Casalecchio di Reno (BO)
Via Cimarosa, 119 - Tel. 051/61.33.072

C P T U (piezo cone penetration test) N. 1

Committente : immobiliare Rigone ss

Località : San Pietro in Casale (BO)

Cantiere: via San Benedetto

Attrezzatura: Punta Pagani Mod. MH261 - Penetrometro da 200 kN

Note: ---

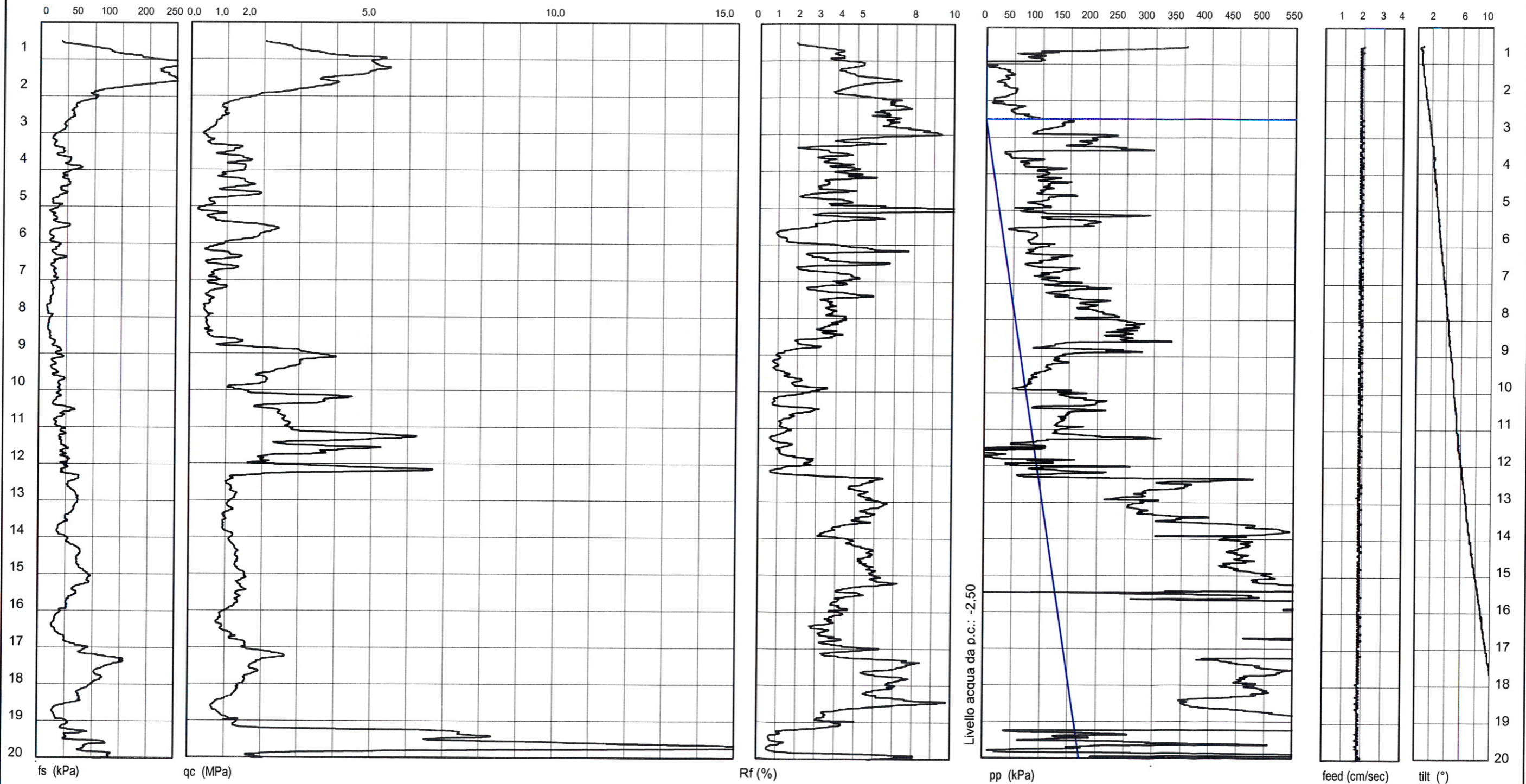
Rapporto di Prova N. 12.0219/RSP

Quota : ---

Preforo : 0,50 m

Data Prova : 02/05/2012

Codice Lavoro : 2012.058



Procedura di Prova	Normativa di riferimento	Rapporto di Prova N°	Rev.	Data emissione	Sperimentatore	Il Direttore di Laboratorio
IO_005	ASTM D5578-95	12.0219/RSP	0	02/05/2012	Dr. Tabarroni	Dr. Luca Conti

GEO-PROBE S.r.l.
Indagini Geognostiche

40033 Casalecchio di Reno (BO)
Via Cimarosa, 119 - Tel. 051/61.33.072

C P T U (piezo cone penetration test)

N. 2

Rapporto di Prova N. 12.0220/RSP

Committente : immobiliare Rigone ss

Località : San Pietro in Casale (BO)

Cantiere: via San Benedetto

Attrezzatura: Punta Pagani Mod. MH261 - Penetrometro da 200 kN

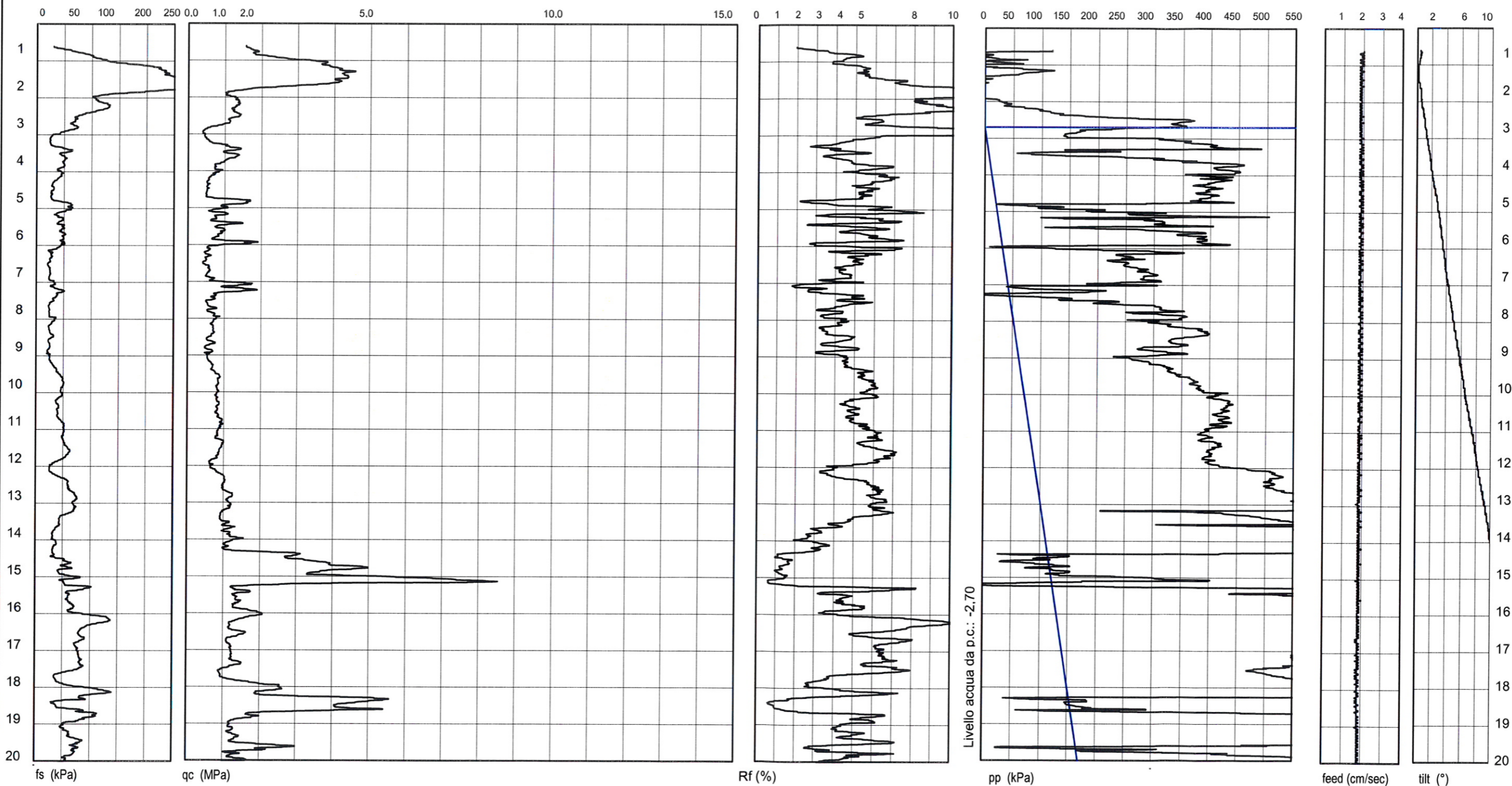
Note: ---

Quota : ---

Preforo : 0,60 m

Data Prova : 02/05/2012

Codice Lavoro : 2012.058



Procedura di Prova	Normativa di riferimento	Rapporto di Prova N°	Rev.	Data emissione	Sperimentatore	Il Direttore di Laboratorio
IO_005	ASTM D5578-95	12.0220/RSP	0	02/05/2012	Dr. Tabarroni	Dr. Luca Conti

GEO-PROBE S.r.l.
Indagini Geognostiche

40033 Casalecchio di Reno (BO)
Via Cimarosa, 119 - Tel. 051/61.33.072

C P T U (piezo cone penetration test)

N. 3

Committente : immobiliare Rigone ss

Località : San Pietro in Casale (BO)

Cantiere: via San Benedetto

Attrezzatura: Punta Pagani Mod. MH261 - Penetrometro da 200 kN

Note: ---

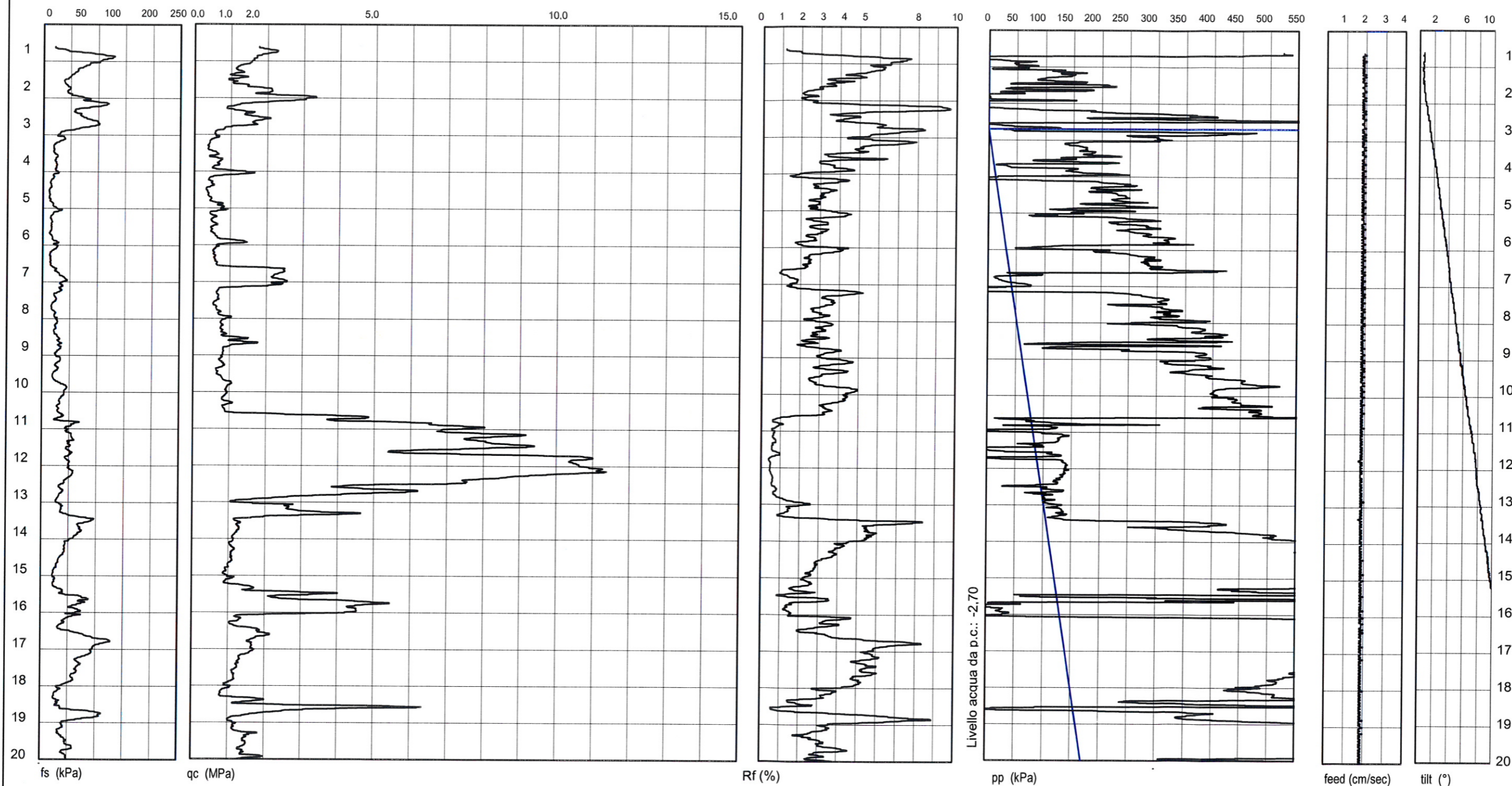
Rapporto di Prova N. 12.0221/RSP

Quota : ---

Preforo : 0,60 m

Data Prova : 02/05/2012

Codice Lavoro : 2012.058



Procedura di Prova	Normativa di riferimento	Rapporto di Prova N°	Rev.	Data emissione	Sperimentatore	Il Direttore di Laboratorio
IO_005	ASTM D5578-95	12.0221/RSP	0	02/05/2012	Dr. Tabarroni	Dr. Luca Conti

GEO-PROBE s.r.l. <i>Indagini Geognostiche</i> 40033 CASALECCHIO DI RENO (BO) Via Cimarosa, 119 - Tel. 051/61.33.072		Committente: <u>Immobiliare Rigone s.s.</u>		Quota: <u>--</u>	Rap. Pr. N°12.0222/RSP	
		Località: <u>San Pietro in Casale (BO)</u>		Profondità: <u>8.00 m</u>	Codice Lavoro 2012.058	
		Cantiere: <u>via San Bendetto</u>		Data Inizio: <u>02/05/2012</u>		
		Perforazione: <u>Trivellazione a secco d 100 mm</u>		Data Fine: <u>02/05/2012</u>		
		Attrezzatura: <u>Unimog U416</u>		Il geologo: <u>Dr. Conti</u>	SONDAGGIO 1	FOGLIO 1/1
Procedura di Prova --	Rapporto di Prova N° 12.0222/RSP	Rev. 0	Data di emissione 02/05/2012	Lo Sperimentatore Dr. Chelli	Il Direttore di Laboratorio Dr. L. Conti	

Profondità [m]	Scala 1:50	Stratigrafia	Descrizione stratigrafica	Campioni	Falda	Piezometro Norton
0.20			Terreno agrario.			
	1		Limo sabbioso di colore nocciola; terreno a consistenza plastico tenera ed umidità da media a medio elevata dalla profondità di 1.20 m.			
2.10	2		Limo sabbioso alternato a limo argilloso di colore nocciola con screziature; terreno a consistenza plastico tenera ed umidità medio elevata ad elevata.			
2.70	3		Limo sabbioso di colore grigiastro, livelli con frazione argillosa rilevante; terreno a consistenza plastico tenera, in totale saturazione idrica.		2.70	
	4					
	5					
	6					
	7					
8.00	8					
	9					
	10					
	11					
	12					
	13					
	14					
	15					

Indagine sismica

Comune di San Pietro in Casale

RELAZIONE GEOFISICA

Committente: Geo-Probe S.r.l.

Indagine sismica con metodologia MASW per la valutazione del parametro V_{S30} e la determinazione della categoria del suolo di fondazione in un'area situata in Via San Benedetto a San Pietro in Casale (BO)

Maggio 2012

Geologo Mirko Sita

Via Leonardo da Vinci, 17 – 40069 Zola Predosa
Tel. 051.757378 Cell. 349.4515174
C.F. STIMRK74B15A944T – P.I. 02344551201

INDICE

1. INTRODUZIONE	1
2. METODOLOGIA MASW	3
2.1 DESCRIZIONE	3
2.2 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA E PARAMETRI DI ACQUISIZIONE DATI	3
2.3 ELABORAZIONE DATI	5
2.4 INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI	6
3. INDICAZIONE DEL SUBSTRATO SISMICO	8
4. VALUTAZIONE DEL PARAMETRO V_{S30} E DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE	9
5. CONCLUSIONI	10

Geologo Mirko Sita

Via Leonardo da Vinci, 17 – 40069 Zola Predosa
Tel. 051-757378 Cell. 349-4515174
C.F. STIMRK74B15A944T – P.I. 02344551201

1. INTRODUZIONE

Su incarico della ditta Geo-Probe S.r.l. è stata redatta la presente relazione riportante i risultati ottenuti da un profilo sismico con metodologia MASW e da una registrazione del rumore sismico ambientale (microtremori) eseguiti dallo scrivente in data 3 Maggio 2012 in un'area situata in Via San Benedetto a San Pietro in Casale (BO).

Lo scopo dell'indagine, su richiesta della stessa Geo-Probe S.r.l., è consistito nella ricostruzione delle velocità delle onde di taglio V_S in profondità e nella conseguente determinazione del parametro V_{S30} al fine di classificare il suolo di fondazione del sito in accordo con la normativa vigente:

- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (14/01/2008): *Norme tecniche per le costruzioni* (G.U. n. 29 del 04/02/2008) – Suppl. Ordinario n° 30

L'area di intervento è ubicata nell'Elemento *S. Pietro in Casale* n° 203091 della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:5.000.

L'ubicazione dello stendimento e del punto di registrazione dei microtremori è indicata in Tavola 1 di seguito riportata.

Geologo Mirko Sita

Via Leonardo da Vinci, 17 – 40069 Zola Predosa

Tel. 051-757378 Cell. 349-4515174

C.F. STIMRK74B15A944T – P.I. 02344551201

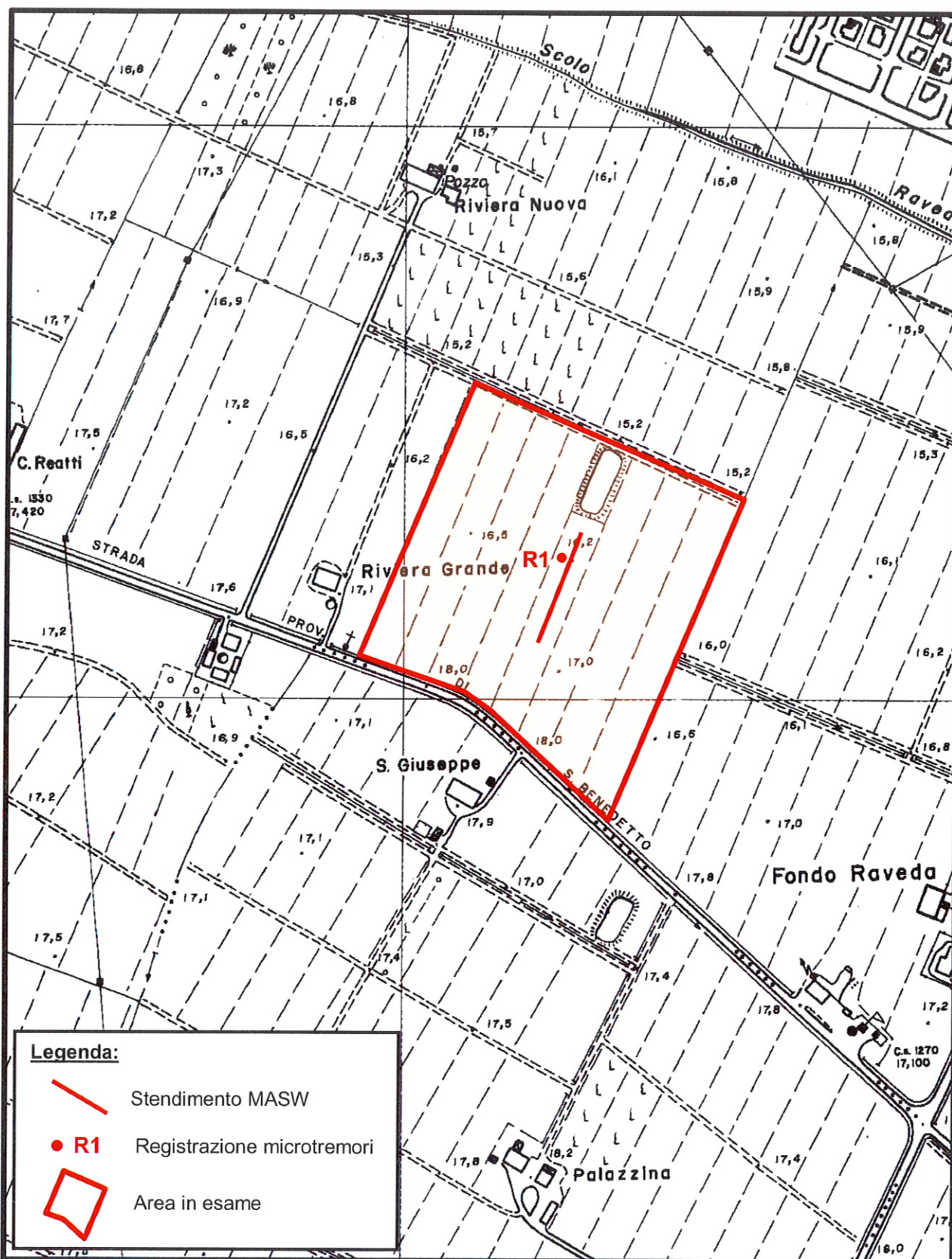


TAVOLA 1: Estratto dalla Carta Tecnica Regionale, Elemento S. Pietro in Casale n° 203091
 Scala 1:5.000

Geologo Mirko Sita

Via Leonardo da Vinci, 17 – 40069 Zola Predosa
 Tel. 051-757378 Cell. 349-4515174
 C.F. STIMRK74B15A944T – P.I. 02344551201

2. METODOLOGIA MASW

2.1 DESCRIZIONE

L'indagine sismica di tipo MASW (*multichannel analysis of surface waves*) è una tecnica di analisi del sottosuolo che sfrutta la propagazione delle onde superficiali nel terreno per determinare l'andamento della velocità delle onde S.

La registrazione avviene utilizzando la strumentazione classica per le indagini sismiche a rifrazione, ovvero tramite uno stendimento lineare composto da geofoni posti a distanza fissa tra loro. Per il seguente lavoro è stato effettuato il metodo attivo, ovvero le onde superficiali sono state prodotte da una sorgente impulsiva sul piano campagna.

Per migliorare la qualità dei dati si è aumentato il rapporto segnale/rumore producendo più energizzazioni e sommandole tra loro in quel processo che viene comunemente chiamato *stacking*.

2.2 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA E PARAMETRI DI ACQUISIZIONE DATI

La strumentazione ed i parametri utilizzati per l'acquisizione dei dati in campagna vengono sinteticamente indicati di seguito:

- Sorgente: massa da 20 kg
- Numero di battute: 2
- Distanza sorgente dal primo geofono: 10 m
- Geofoni: verticali con frequenza propria di 4.5 Hz
- Numero di geofoni: 22
- Distanza intergeofonica: 5 m
- Lunghezza dello stendimento: 105 m
- Unità di acquisizione: notebook + sistema sismico digitale multicanale SoilSpy Rosina (caratteristiche tecniche nella pagina seguente)
- Software di acquisizione: SoilSpy Rosina Software
- Frequenza di campionamento: 512 Hz
- Tempo di registrazione: 2 sec

Geologo Mirko Sita

Via Leonardo da Vinci, 17 – 40069 Zola Predosa

Tel. 051-757378 Cell. 349-4515174

C.F. STIMRK74B15A944T – P.I. 02344551201

Caratteristiche tecniche di SoilSpy Rosina

Array-PC connection: via USB interface

Geophone-Array connection: bipolar, one for each module

Input impedance: 20 k Ω (12 k Ω attenuated mode)

Dynamic range: from ± 3.2 mV to ± 665 mV (8 options)

Resolution/Gain: from 0.1 μ V/digit to 20 μ V/digit (8 options)

Sampling rate: 89 kHz on each channel, sub-sampling through averaging

Data output: 256, 512, 1024 or 2048 Hz on each channel

Conversion: synchronized on each channel

Maximum continuous recording time: limited only by PC memory storage capability

Data transmission: asynchronous bidirectional serial, 1MBaud

Status indicators: LED

Average consumption: 120 mA @256Hz. 130 mA @512Hz. 150 mA @1024Hz

Power supply: 5V. Powered directly from the PC via USB. No external additional batteries

Internal Voltage: +3.3V

Number of channels: 1 for each module, analog band DC-360 Hz

Number of modules: 16 or 32 (16+16). Other combinations on demand

System Size: Single module: 0.053L x 0.063W x 0.022H meters.

Cable winder (external rim): 0.370L x 0.30W x 0.220H meters

Weight: ~5 kg included cable winder for the 24 module – 5 m interspace system

Operating environmental conditions: temperature 0-50°C, humidity 0-100%

Storage and transport conditions: temperature -20-60°C, humidity 0-95% without condensation

Impermeability: IP protection index 65 (dust proof, splash proof)

Manufacturer: Micromed S.p.A. - Via Giotto 2 - 31021 - Mogliano Veneto (TV) – Italy

Geologo Mirko Sita

Via Leonardo da Vinci, 17 – 40069 Zola Predosa
 Tel. 051-757378 Cell. 349-4515174
 C.F. STIMRK74B15A944T – P.I. 02344551201

2.3 ELABORAZIONE DATI

Lo *stacking* delle onde, effettuato con il software *SoilSpy Rosina*, ha permesso di ottenere il pacchetto dati mostrato in figura 1, in cui in ogni riga è visibile l'arrivo a ciascun geofono.

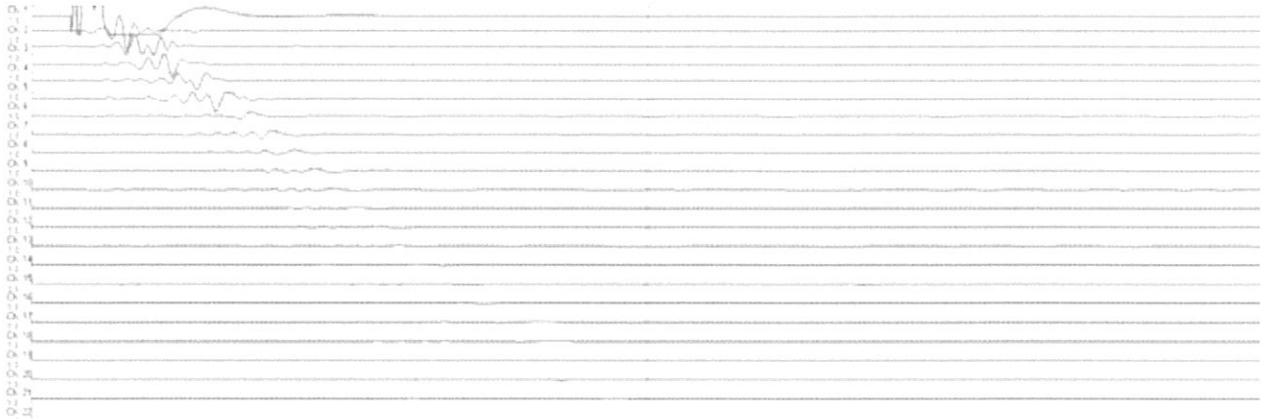


Figura 1: Arrivo delle onde ai vari geofoni a seguito del processo di *stacking*

L'elaborazione di questi dati prevede i seguenti passaggi ed è stata effettuata tramite software *Grilla*, in dotazione allo strumento, con cui è possibile effettuare analisi spettrali e analisi HVSR (in funzione del tempo ed in funzione della direzione):

1. Creazione degli spettri della velocità di fase: dell'intero arrivo delle onde viene scelta una finestra contenente le onde superficiali;
2. Determinazione dello spettro di velocità di fase della finestra scelta;
3. Individuazione della curva di dispersione;
4. Creazione del modello di inversione per la determinazione delle velocità delle onde S.

Geologo Mirko Sita

Via Leonardo da Vinci, 17 – 40069 Zola Predosa
 Tel. 051-757378 Cell. 349-4515174
 C.F. STIMRK74B15A944T – P.I. 02344551201

2.4 INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

La figura 2 mostra lo spettro delle velocità di fase registrato nell'area in oggetto.

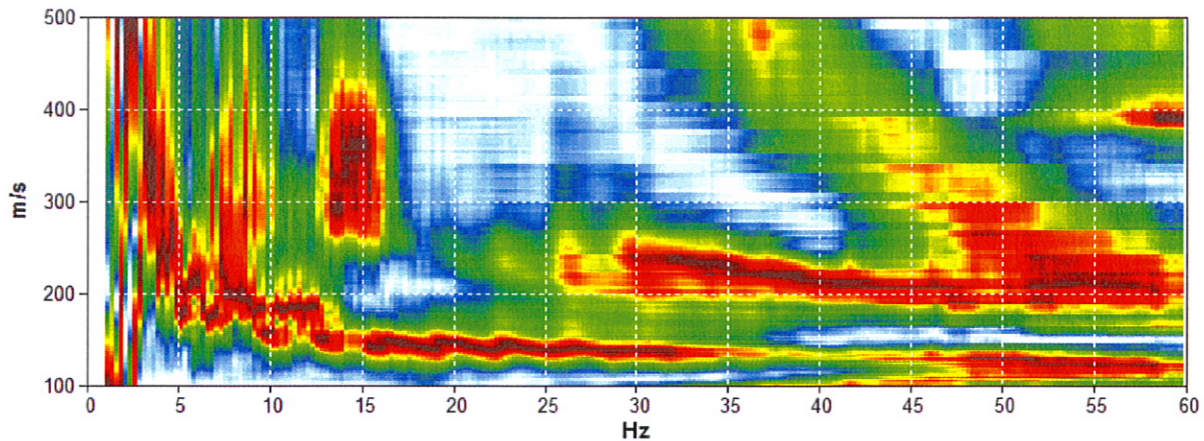


Figura 2: Spettro della velocità di fase rilevato dall'indagine MASW

Dallo spettro di velocità è possibile notare la netta presenza del modo fondamentale per frequenze superiori a 10 Hz, mentre per frequenze superiori a 30 Hz è visibile un modo superiore.

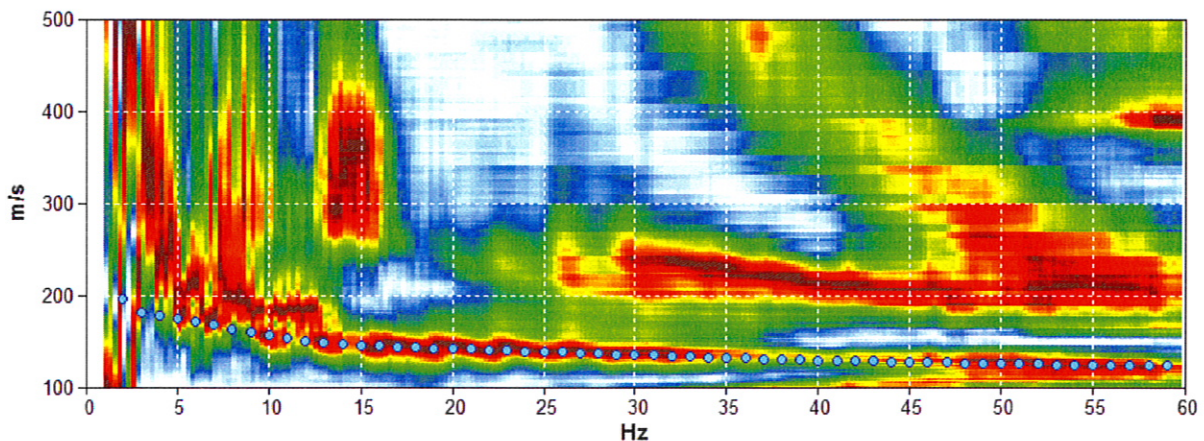


Figura 3: Spettro della velocità di fase rilevato dall'indagine MASW e curva del modello di inversione

Il processo di inversione effettuato per stimare la velocità delle onde S porta al tracciamento della curva a pallini azzurri sopra esposta, la quale deve risultare il più possibile sovrapposta alla zona di massima intensità dello spettro riferita al modo fondamentale, ovvero alla curva di dispersione.

Geologo Mirko Sita

Via Leonardo da Vinci, 17 – 40069 Zola Predosa
 Tel. 051-757378 Cell. 349-4515174
 C.F. STIMRK74B15A944T – P.I. 02344551201

Da tale modello di inversione sono state ricavate le velocità delle onde S nei primi strati di seguito esposti.

	Profondità (m)	V_S (m/sec)
Strato sismico 1	0.0 – 1.5	130
Strato sismico 2	1.5 – 7.5	160
Strato sismico 3	7.5 – 57.5	180
Strato sismico 4	57.5 – 257.5	350
Strato sismico 5	257.5 – 487.5	450
Strato sismico 6	a 487.5	600

L'individuazione delle velocità degli strati sismici 4, 5 e 6 è stata determinata dalla registrazione con il sismografo digitale Tromino in coppia alla tecnica MASW.

È stato così possibile registrare la seguente curva H/V che, grazie al codice del software *Grilla* di elaborazione dati, ha permesso di creare una curva H/V sintetica e conseguentemente di stimare l'andamento della velocità nella verticale di indagine degli strati sismici 4, 5 e 6.

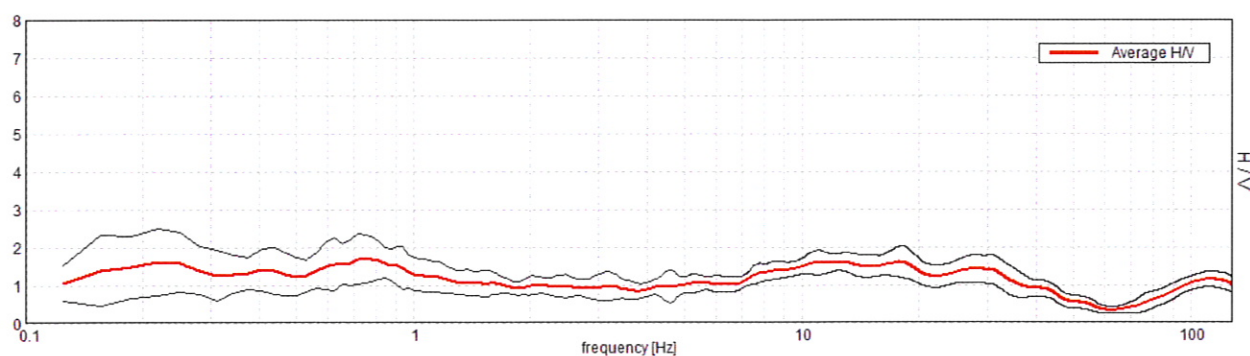


Grafico 1: Diagramma HVSR indicante lo spettro del moto del suolo rilevato nella registrazione R1.

Geologo Mirko Sita

Via Leonardo da Vinci, 17 – 40069 Zola Predosa
 Tel. 051-757378 Cell. 349-4515174
 C.F. STIMRK74B15A944T – P.I. 02344551201

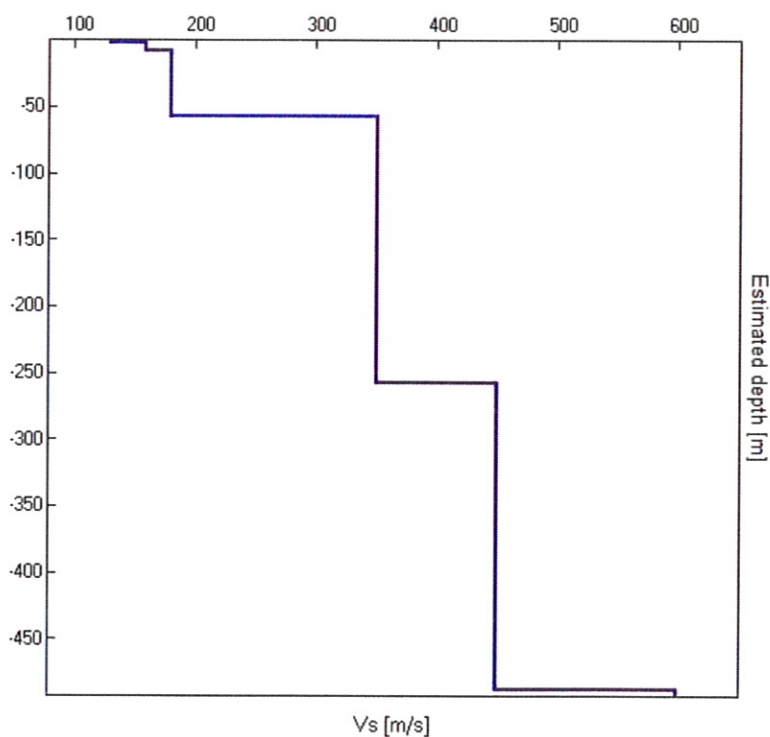
3. INDICAZIONE DEL SUBSTRATO SISMICO

Il *substrato sismico* viene definito come lo strato sismico in cui V_S risulta maggiore o uguale ad 800 m/s.

Il software di elaborazione dei dati registrati con il tromografo digitale Tromino comprende un codice che simula le onde di superficie (Rayleigh e Love). Ciò permette di creare una curva H/V sintetica e conseguentemente stimare l'andamento della velocità nella verticale di indagine.

Ovviamente questo approccio può essere basato solo su una buona conoscenza della stratigrafia, per lo meno superficiale, ed in particolare sulla profondità di almeno un riflettore sismico utile ad ancorare le frequenze della curva HVSr.

Nel caso in esame si è ottenuto il seguente profilo di velocità:



Dati i contenuti contrasti sismici la prova non è stata in grado di poter definire la profondità del bedrock sismico. Nel caso questa dovesse servire per studi approfonditi si dovrà dunque procedere per interpolazione a partire dal presente modello di velocità.

Geologo Mirko Sita

Via Leonardo da Vinci, 17 – 40069 Zola Predosa
 Tel. 051-757378 Cell. 349-4515174
 C.F. STIMRK74B15A944T – P.I. 02344551201

4. VALUTAZIONE DEL PARAMETRO V_{S30} E DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE

Sulla base dei risultati ricavati nel paragrafo 2.4, ed in accordo con l'attuale normativa, viene calcolato il valore del parametro V_{S30} tramite la formula:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{si}}}$$

Da cui, a seconda della profondità dal piano campagna dell'intervento che verrà effettuato nell'area in esame, si ottiene:

$$\begin{aligned} V_{S30} (0.0 \div 30.0) &= 172 \text{ m/sec} \\ V_{S30} (1.0 \div 31.0) &= 175 \text{ m/sec} \\ V_{S30} (2.0 \div 32.0) &= 176 \text{ m/sec} \\ V_{S30} (3.0 \div 33.0) &= 177 \text{ m/sec} \\ V_{S30} (4.0 \div 34.0) &= 177 \text{ m/sec} \end{aligned}$$

Per le velocità sopra elencate, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, viene associata una categoria di suolo di fondazione di tipo *D* definita:

D - Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).

Il presente studio è stato svolto solo per la valutazione del valore del parametro V_{S30} . Pertanto si rimanda alla committenza l'eventuale analisi per determinare le caratteristiche per le quali il terreno possa ricadere nelle categorie aggiuntive di sottosuolo S1 e S2.

Geologo Mirko Sita

Via Leonardo da Vinci, 17 – 40069 Zola Predosa
 Tel. 051-757378 Cell. 349-4515174
 C.F. STIMRK74B15A944T – P.I. 02344551201

5. CONCLUSIONI

I risultati dell'indagine sismica MASW e della registrazione dei microtremori vengono sinteticamente esposti di seguito:

1. A seconda della profondità dal piano campagna dell'intervento che verrà effettuato nell'area in esame si ottiene:

$$V_{S30} (0.0+30.0) = 172 \text{ m/sec}$$

$$V_{S30} (1.0+31.0) = 175 \text{ m/sec}$$

$$V_{S30} (2.0+32.0) = 176 \text{ m/sec}$$

$$V_{S30} (3.0+33.0) = 177 \text{ m/sec}$$

$$V_{S30} (4.0+34.0) = 177 \text{ m/sec}$$

2. La categoria del suolo di fondazione per le velocità sopra elencate è pertanto di tipo D;

Lo scrivente resta a disposizione per qualsiasi ulteriore chiarimento o caso dubbio.

Zola Predosa, 4 Maggio 2012

Geologo Mirko Sita



Geologo Mirko Sita

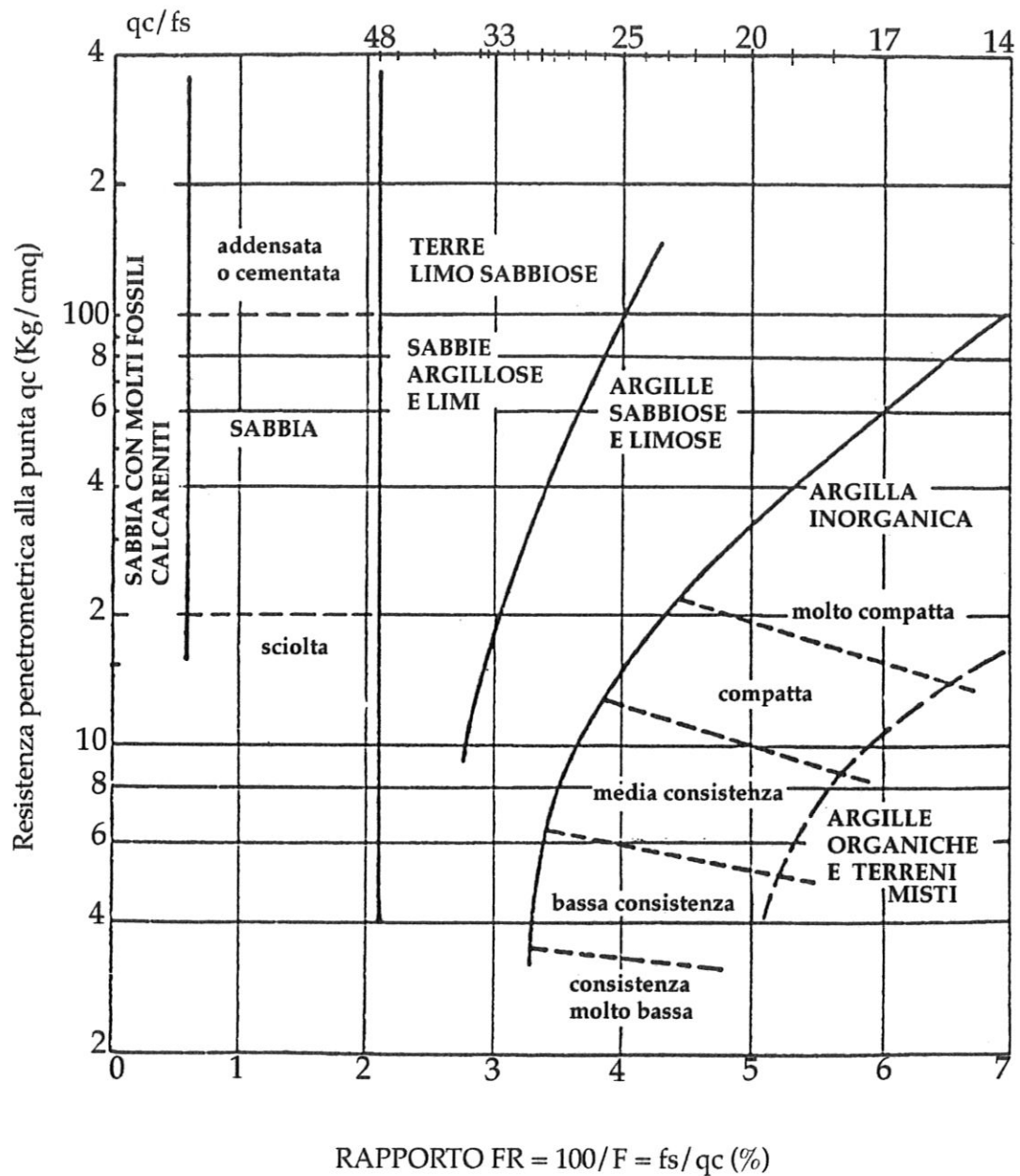
Via Leonardo da Vinci, 17 – 40069 Zola Predosa
Tel. 051-757378 Cell. 349-4515174
C.F. STIMRK74B15A944T – P.I. 02344551201

Classificazione orientativa dei terreni

(Schmertmann, 1978)

CLASSIFICAZIONE ORIENTATIVA DEI TERRENI IN BASE AI DATI PENETROMETRICI STATICI q_c E f_s

(Schmertmann, 1978)



Immobiliare Figone ss
via San Benedetto - San Pietro in Casale (BO)
CPTU1

2012058001

Prof mt	Strati	Tipologia	Gamma kg/m ³	Gamma' kg/m ³	Sigma'V kg/cm ²	CU kg/cm ²	FI	DR %	Mv cm ² /Kg	K _{oriz} Kg/cm ³	Perm cm/sec
0.60		Limo argilloso	1936	1936	0.116	1.300	0	0	0.012821	1.7333	1.13e-002
0.80		Argilla limosa	1947	1947	0.155	1.750	0	0	0.005714	3.5000	1.33e-003
		Argilla sabbiosa e limosa	1959	1959	0.312	2.400	0	0	0.004167	3.2000	1.22e-004
1.60		Argilla limosa	1942	1942	0.351	1.500	0	0	0.006667	3.0000	8.25e-004
1.80		Argilla compatta	1922	1922	0.389	0.900	0	0	0.021368	1.8000	5.12e-005
2.00		Argilla organica/t. misti	1896	1896	0.503	0.450	0	0	0.018519	1.8000	9.28e-006
2.60		FALDA									
2.80		Argilla organica/t. misti	1887	887	0.521	0.350	0	0	0.020408	1.4000	1.10e-005
3.00		Argilla organica/t. misti	1866	866	0.538	0.200	0	0	0.029412	0.8000	5.09e-007
3.20		Argilla tenera	1881	881	0.556	0.300	0	0	0.022222	1.2000	5.19e-004
		Argilla media	1909	909	0.628	0.625	0	0	0.016000	1.2500	2.17e-003
4.00		Argilla media	1896	896	0.646	0.450	0	0	0.018519	0.9000	4.57e-004
4.20		Argilla limosa	1919	919	0.683	0.825	0	0	0.012121	1.6500	5.69e-003
4.60		Argilla tenera	1883	883	0.754	0.313	0	0	0.021695	1.2500	6.16e-004
5.40		Sabbia sciolta	1800	800	0.786	0.000	31	18	0.023256	1.0750	1.04e-001
5.80		Argilla tenera	1887	887	0.821	0.350	0	0	0.020408	1.4000	7.47e-004
6.20		Argilla limosa	1907	907	0.857	0.600	0	0	0.016667	1.2000	1.11e-002
6.60		Argilla tenera	1887	887	0.893	0.350	0	0	0.020408	1.4000	8.47e-004
7.00		Limo argilloso	1900	900	0.911	0.500	0	0	0.015385	0.6667	1.58e-002
7.20		Argilla tenera	1874	874	1.016	0.250	0	0	0.025000	1.0000	1.25e-003
8.40		Sabbia sciolta	1800	800	1.048	0.000	27	15	0.038462	0.6500	3.23e-002
8.80		Sabbia	1850	850	1.082	0.000	31	27	0.020513	1.6250	2.41e-001
9.20		Sabbia sciolta	1800	800	1.098	0.000	30	19	0.019231	1.3000	2.18e-001
9.40		Sabbia sciolta	1800	800	1.130	0.000	29	15	0.026316	0.9500	6.46e-002
9.80		Limo argilloso	1916	916	1.148	0.750	0	0	0.014035	1.0000	1.19e-002
10.00		Sabbia	1850	850	1.165	0.000	32	36	0.015152	2.2000	2.90e-001
10.20		Sabbia sciolta	1800	800	1.197	0.000	29	15	0.022727	1.1000	6.21e-002
10.60		Sabbia sciolta	1800	800	1.213	0.000	30	17	0.019231	1.3000	1.69e-001
10.80		Sabbia sciolta	1800	800	1.229	0.000	30	18	0.018519	1.3500	8.13e-002
11.00		Sabbia	1850	850	1.246	0.000	32	41	0.012821	2.6000	2.25e-001
11.20		Sabbia sciolta	1800	800	1.262	0.000	30	17	0.018519	1.3500	8.13e-002
11.40		Sabbia	1850	850	1.279	0.000	31	33	0.015504	2.1500	1.52e-001
11.60		Limo argilloso	1926	926	1.316	1.000	0	0	0.016667	1.3333	1.65e-002
12.00		Ghiaia	1850	850	1.333	0.000	32	42	0.017857	2.8000	2.99e-001
12.20		Argilla media	1906	906	1.424	0.580	0	0	0.017241	1.1600	5.39e-005
13.20		Argilla media	1896	896	1.478	0.450	0	0	0.018519	0.9000	3.28e-004
13.80		Argilla compatta	1910	910	1.678	0.650	0	0	0.038462	1.3000	1.80e-004
16.00											

Immobiliare Rigone ss
via San Benedetto - San Pietro in Casale (BO)
CPTU1

2012058001

Prof mt	Strati	Tipologia	Gamma kg/m ³	Gamma' kg/m ³	Siema'V kg/cm ²	CU kg/cm ²	FI	DR %	Mv cm ² /Kg	K _{oriz} Kg/cm ³	Perm cm/sec
16.00											
16.40		Argilla limosa	1894	894	1.714	0.425	0	0	0.018824	0.8500	3.37e-003
		Argilla media									
17.00			1912	912	1.768	0.683	0	0	0.014634	1.3667	6.43e-004
17.20		Argilla limosa	1936	936	1.787	1.300	0	0	0.007692	2.6000	7.24e-004
		Argilla organica t. misti									
			1916	916	1.897	0.750	0	0	0.013333	3.0000	4.03e-006
18.40											
18.80		Argilla tenera	1890	890	1.932	0.375	0	0	0.019753	1.5000	6.84e-004
		Argilla limosa									
19.20			1920	920	1.969	0.850	0	0	0.011765	1.7000	8.56e-003
19.40		Ghiaia	1850	850	1.986	0.000	32	48	0.012048	4.1500	3.63e-001
19.60		Sabbia	1850	850	2.003	0.000	34	59	0.005797	5.7500	1.63e-001
19.80		Sabbia	1850	850	2.020	0.000	32	45	0.008658	3.8500	2.00e-001
20.00		Argilla compatta	1928	928	2.039	1.050	0	0	0.014881	2.1000	5.46e-005

Immobiliare Rigone ss
via San Benedetto - San Pietro in Casale (BO)
CPTU2

2012058002

Prof mt	Strati	Tipologia	Gamma kg/m3	Gamma' kg/m3	Sigma' kg/cm2	CU kg/cm2	FI	DR %	Mv cm2/Kg	K _{oriz} Kg/cm3	Perm cm/sec
0.80		Argilla compatta	1922	1922	0.154	0.900	0	0	0.021368	1.8000	2.86e-004
		Argilla molto compatta	1952	1952	0.310	1.975	0	0	0.005063	3.9500	2.22e-005
1.60		Argilla organica/t. misti	1910	1910	0.501	0.650	0	0	0.015385	2.6000	7.03e-009
2.60		Argilla organica/t. misti	1881	1881	0.539	0.300	0	0	0.022222	1.2000	7.65e-012
2.90	FALDA	Argilla tenera	1878	878	0.574	0.275	0	0	0.023460	1.1000	2.98e-004
3.20		Argilla media	1912	912	0.610	0.675	0	0	0.014815	1.3500	1.35e-003
3.60		Argilla organica/t. misti	1886	886	0.639	0.340	0	0	0.020713	1.3600	8.02e-005
4.60		Limo argilloso	1920	920	0.717	0.850	0	0	0.014524	1.1333	2.02e-002
4.80		Argilla media	1904	904	0.735	0.550	0	0	0.018182	1.1000	7.46e-005
5.20		Argilla media	1892	892	0.753	0.400	0	0	0.019231	0.8000	2.07e-004
5.60		Argilla limosa	1907	907	0.789	0.600	0	0	0.016667	1.2000	3.83e-003
		Argilla organica/t. misti	1881	881	0.895	0.300	0	0	0.022222	1.2000	9.57e-005
6.80		Argilla limosa	1912	912	0.932	0.675	0	0	0.014815	1.3500	8.14e-003
7.20		Argilla media									
			1888	888	1.287	0.355	0	0	0.020265	0.7100	1.97e-004
11.20		Argilla media	1900	900	1.305	0.500	0	0	0.018182	1.0000	1.18e-004
11.40		Argilla media	1892	892	1.376	0.400	0	0	0.019231	0.8000	1.47e-004
12.20		Argilla organica/t. misti	1903	903	1.466	0.530	0	0	0.018142	2.1200	2.18e-005
13.20		Argilla media	1896	896	1.484	0.450	0	0	0.018519	0.9000	2.51e-004
13.40		Argilla limosa	1905	905	1.556	0.563	0	0	0.017778	1.1250	4.48e-003
14.20		Sabbia sciolta	1800	800	1.572	0.000	29	18	0.016129	1.5500	1.55e-001
14.40		Sabbia	1850	850	1.589	0.000	30	23	0.018519	1.8000	6.36e-002
14.60		Sabbia	1850	850	1.606	0.000	31	31	0.014815	2.2500	1.99e-001
14.80		Sabbia	1850	850	1.623	0.000	31	38	0.01905	2.8000	8.62e-002
15.00		Sabbia sciolta	1800	800	1.639	0.000	29	15	0.017241	1.4500	4.34e-002

Immobiliare Rigone ss
via San Benedetto - San Pietro in Casale (BO)
CPTU2

2012058002

Prof mt	Strati	Tipologia	Gamma kg/m3	Gamma kg/m3	Sioma V kg/cm2	CU kg/cm2	FI	DR %	Mv cm2/Kg	K oriz Kg/cm3	Perm cm/sec
15.20		Sabbia sciolta	1800	800	1.639	0.000	29	15	0.017241	1.4500	4.34e-002
		Argilla media	1914	914	1.694	0.717	0	0	0.013953	1.4333	6.55e-004
15.80		Argilla compatta	1928	928	1.713	1.050	0	0	0.014881	2.1000	9.20e-004
16.00		Argilla organica/t. misti	1908	908	1.840	0.621	0	0	0.016092	2.4857	3.22e-006
17.40		Argilla media	1896	896	1.858	0.450	0	0	0.018519	0.9000	7.37e-005
17.60		Argilla limosa	1907	907	1.876	0.600	0	0	0.016667	1.2000	4.42e-003
18.00		Argilla limosa	1935	935	1.895	1.250	0	0	0.008000	2.5000	2.20e-003
18.20		Argilla compatta	1924	924	1.913	0.950	0	0	0.018797	1.9000	1.05e-004
18.40		Ghiaia	1850	850	1.930	0.000	30	30	0.020833	2.4000	3.57e-001
18.60		Sabbia	1850	850	1.947	0.000	31	33	0.012346	2.7000	7.87e-002
18.80		Argilla compatta	1926	926	1.966	1.000	0	0	0.016667	2.0000	9.50e-005
		Argilla compatta	1908	908	2.020	0.617	0	0	0.040541	1.2333	1.61e-004
19.40		Limo argilloso	1940	940	2.039	1.450	0	0	0.011494	1.9333	1.35e-002
19.60		Argilla compatta	1913	913	2.076	0.700	0	0	0.035714	1.4000	2.04e-004
20.00											

Immobiliare Rigone ss
Via San Benedetto - San Pietro in Casale (BO)
CPTU3

2012058003

Prof mt	Strati	Tipologia	Gamma kg/m ³	Gamma kg/m ³	Sigma V kg/cm ²	CU kg/cm ²	FI	DR %	Mv cm ² /Kg	K oriz Kg/cm ³	Perm cm/sec
1.00		Argilla compatta	1925	1925	0.192	0.960	0	0	0.018339	1.9200	2.25e-004
		Argilla media	1906	1906	0.307	0.583	0	0	0.017143	1.1667	5.66e-004
1.60		Limo argilloso	1936	1936	0.384	1.300	0	0	0.012821	1.7333	1.84e-002
2.00		Argilla compatta	1916	1916	0.499	0.767	0	0	0.031557	1.5333	7.74e-005
2.60		Argilla organica/t. misti	1887	1887	0.575	0.350	0	0	0.020408	1.4000	6.29e-006
3.00	FALDA	Argilla organica/t. misti	1866	866	0.627	0.200	0	0	0.029412	0.8000	4.38e-005
3.60		Argilla tenera	1887	887	0.644	0.350	0	0	0.020408	1.4000	2.58e-003
4.00		Sabbia sciolta	1800	800	0.660	0.000	30	15	0.035714	0.7000	4.13e-002
		Argilla molto tenera	1868	868	0.730	0.212	0	0	0.028095	0.4250	3.80e-003
4.80		Argilla limosa	1881	881	0.871	0.300	0	0	0.022222	0.6000	6.85e-003
6.40		Sabbia sciolta	1800	800	0.887	0.000	30	15	0.026316	0.9500	1.61e-001
6.60		Sabbia sciolta	1800	800	0.903	0.000	30	17	0.022727	1.1000	9.76e-002
6.80		Sabbia sciolta	1800	800	0.919	0.000	31	21	0.020000	1.2500	8.67e-002
7.00		Argilla limosa	1889	889	1.043	0.371	0	0	0.019838	0.7429	4.76e-003
8.40		Argilla limosa	1900	900	1.061	0.500	0	0	0.018182	1.0000	9.54e-003
8.60		Argilla tenera	1890	890	1.150	0.380	0	0	0.019639	1.5200	3.04e-003
9.60		Argilla media	1900	900	1.168	0.500	0	0	0.018182	1.0000	1.22e-003
9.80		Argilla media	1894	894	1.222	0.417	0	0	0.018947	0.8333	1.22e-003
10.40		Sabbia sciolta	1800	800	1.238	0.000	29	15	0.020000	1.2500	8.11e-002
10.60		Sabbia	1850	850	1.272	0.000	33	46	0.010753	3.1000	2.34e-001
11.00		Ghiaia	1850	850	1.306	0.000	34	57	0.011834	4.2250	3.69e-001
11.40		Sabbia	1850	850	1.323	0.000	32	41	0.012346	2.7000	2.10e-001
11.60		Ghiaia	1850	850	1.374	0.000	35	63	0.009524	5.2500	4.53e-001
12.20		Ghiaia	1850	850	1.391	0.000	33	51	0.013514	3.7000	4.01e-001
12.40		Sabbia	1850	850	1.408	0.000	31	31	0.015873	2.1000	2.63e-001
12.60		Sabbia	1850	850	1.425	0.000	30	25	0.018519	1.8000	2.31e-001
12.80		Sabbia	1904	904	1.443	0.550	0	0	0.014782	0.7333	1.70e-002
13.00		Limo argilloso	1800	800	1.459	0.000	29	15	0.018519	1.3500	1.11e-001
13.20		Argilla limosa	1926	926	1.478	1.000	0	0	0.010000	2.0000	2.98e-003
13.40		Argilla media	1905	905	1.586	0.567	0	0	0.017647	1.1333	5.56e-004
14.60		Argilla limosa	1896	896	1.604	0.450	0	0	0.018519	0.9000	9.91e-003
14.80		Limo argilloso	1900	900	1.622	0.500	0	0	0.015385	0.6667	3.08e-002
15.00											

Immobiliare Rigone ss
Via San Benedetto - San Pietro in Casale (BO)
CPTU3

2012058003

Prof mt	Strati	Tipologia	Gamma kg/m3	Gamma' kg/m3	Sigma'v kg/cm2	CU kg/cm2	FI	DR %	Mv cm2/Kg	Koriz Kg/cm3	Perm cm/sec
15.00		Limo argilloso	1900	900	1.622	0.500	0	0	0.015385	0.6667	3.08e-002
15.20		Limo argilloso	1896	896	1.640	0.450	0	0	0.016221	0.6000	1.73e-002
15.40		Limo argilloso	1916	916	1.658	0.750	0	0	0.014035	1.0000	1.33e-002
15.60		Argilla limosa	1933	933	1.677	1.200	0	0	0.008333	2.4000	2.66e-003
16.00		Sabbia	1850	850	1.711	0.000	30	28	0.015326	2.1750	9.67e-002
16.40		Limo argilloso	1913	913	1.748	0.700	0	0	0.014006	0.9333	1.39e-002
16.60		Argilla limosa	1928	928	1.766	1.050	0	0	0.009524	2.1000	1.55e-003
		Argilla compatta	1911	911	1.894	0.657	0	0	0.038043	1.3143	7.29e-005
18.00		Argilla limosa	1892	892	1.911	0.400	0	0	0.019231	0.8000	4.45e-003
18.20		Sabbia sciolta	1800	800	1.927	0.000	26	15	0.027778	0.9000	4.41e-002
18.40		Sabbia	1850	850	1.944	0.000	30	26	0.015152	2.2000	2.59e-001
18.60		Argilla limosa									
			1913	913	2.072	0.700	0	0	0.014286	1.4000	2.64e-003
20.00											

Schema verifica rischio liquefazione

C P T U (piezo cone penetration test) 1

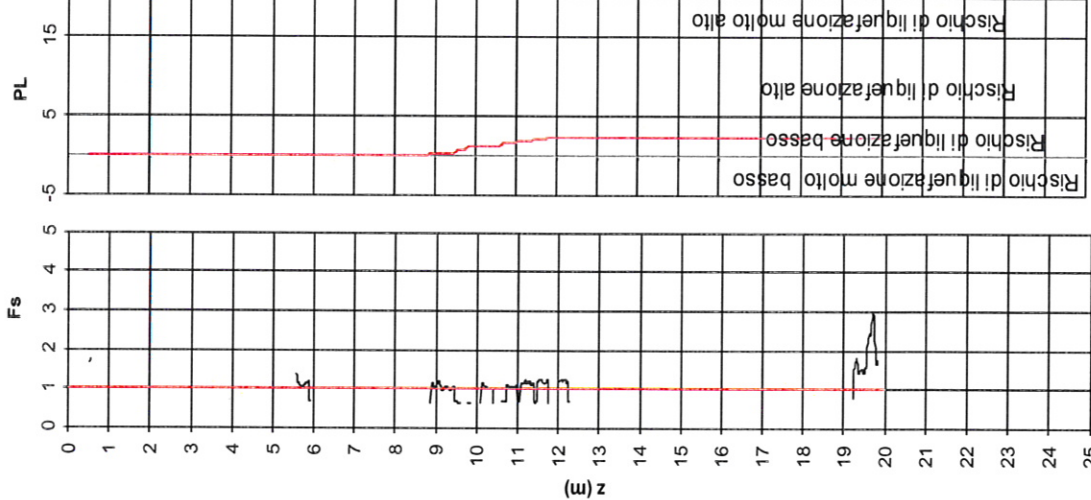
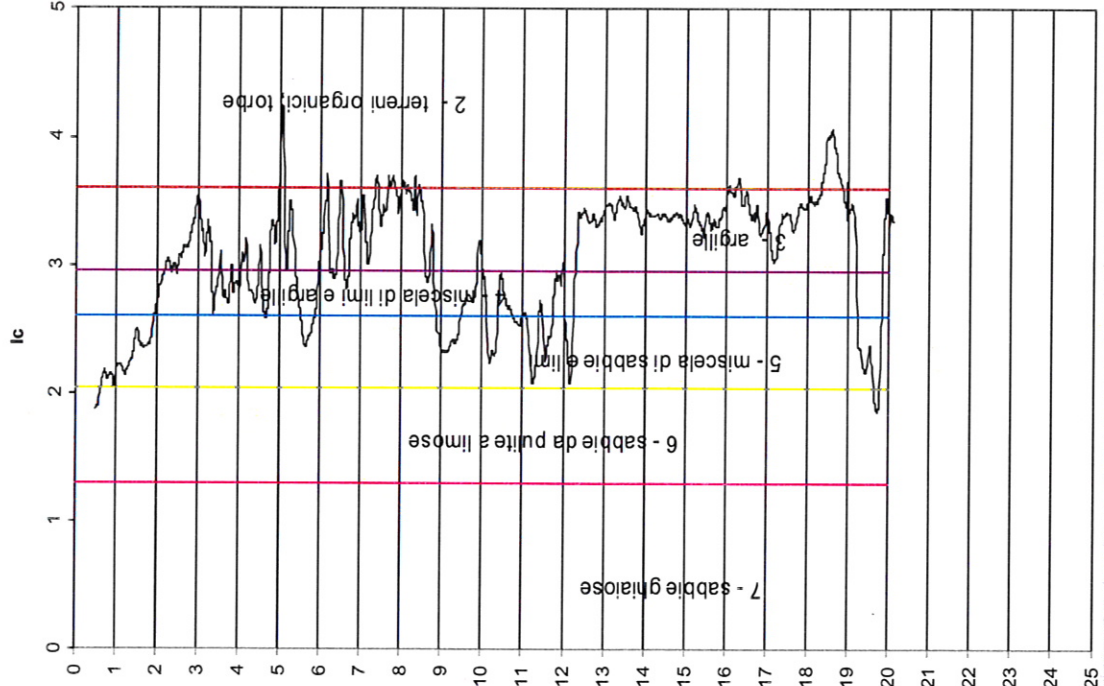
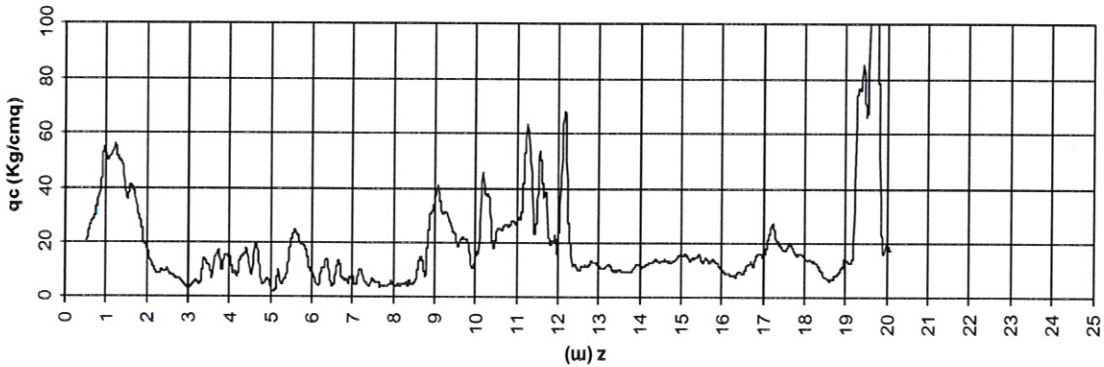
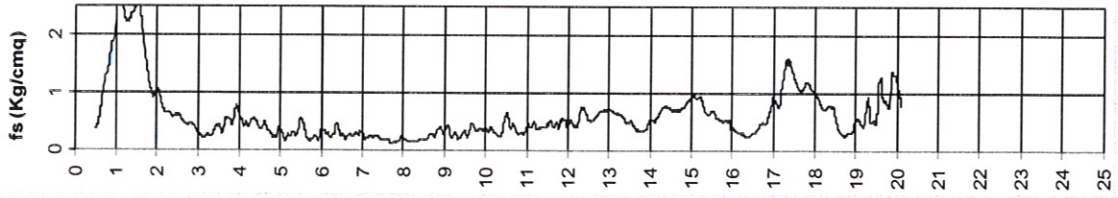
Committente : Imm. Rigone

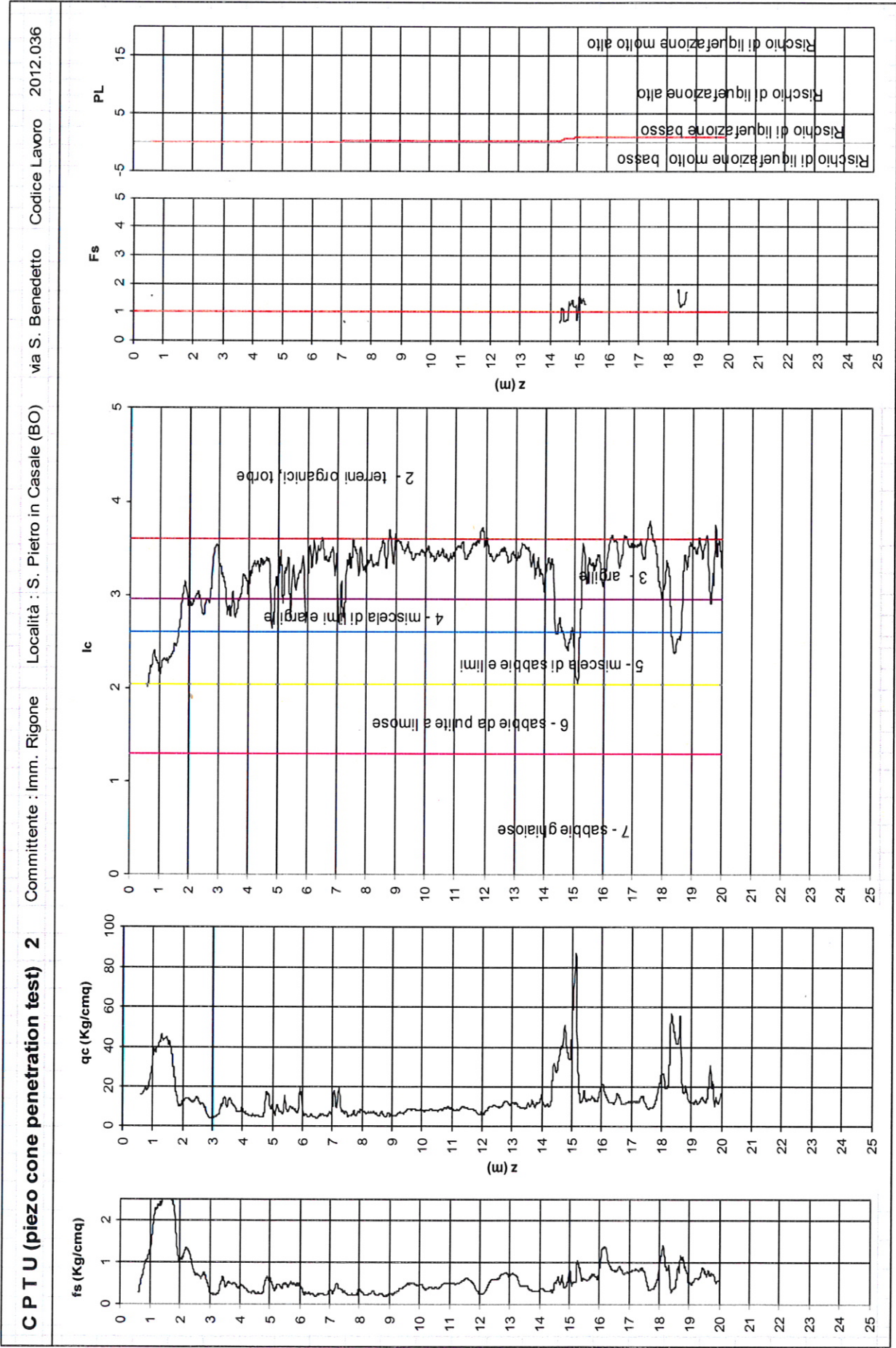
Località : S. Pietro in Casale (BO)

via S. Benedetto

Codice Lavoro

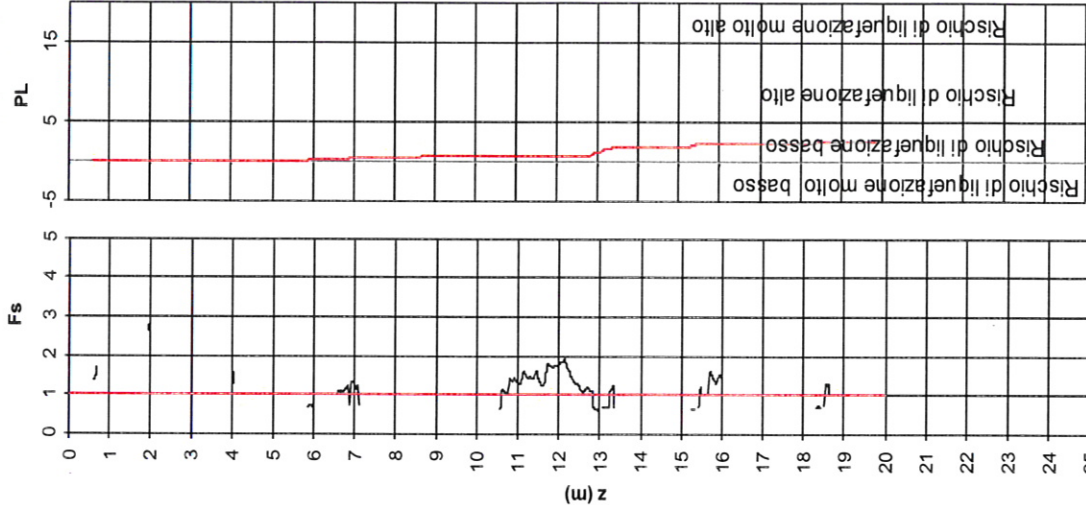
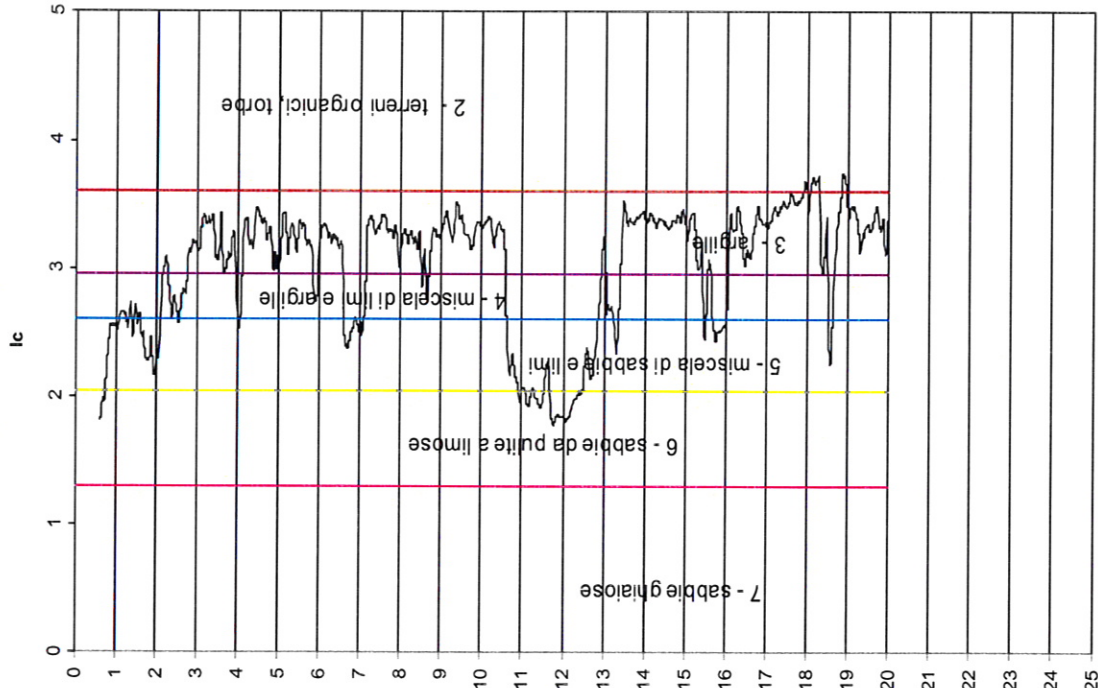
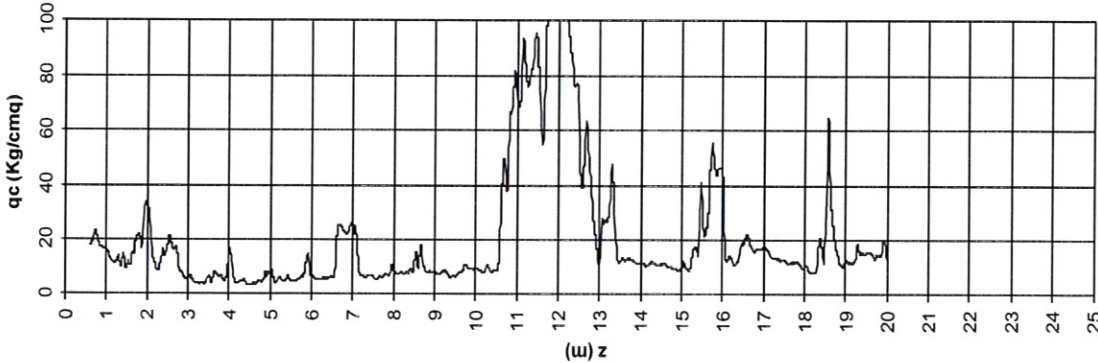
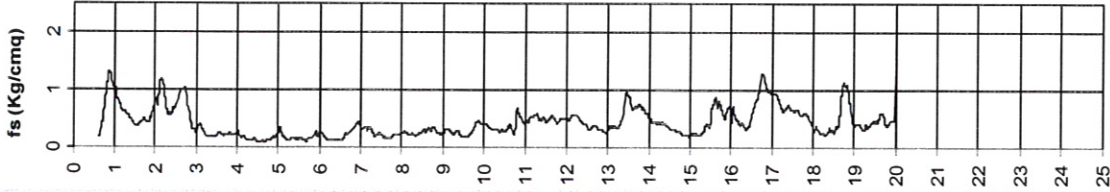
2012.036





C P T U (piezo cone penetration test) 3

Committente : Imm. Rigone Località : S. Pietro in Casale (BO) via S. Benedetto Codice Lavoro 2012.036



Rischio di liquefazione molto basso
Rischio di liquefazione basso
Rischio di liquefazione alto
Rischio di liquefazione molto alto