

## RELAZIONE GEOLOGICA

### Comune di San Giuliano Terme

Progetto di ristrutturazione e demolizione  
con ricostruzione di fabbricati per civile abitazione

Proprietà: Edilmema di Mema Floris

Ubicazione: via Di Campolungo - fraz. Gello-

Febbraio 2021



---

**Luca Benedetti Geologo**

via Garibaldi 63, 56124 Pisa

Tel/fax 0505200693 - cell. 3939419294 - email [lucabenedetti22@gmail.com](mailto:lucabenedetti22@gmail.com)

# **COMUNE DI SAN GIULIANO TERME**

**Progetto di ristrutturazione e demolizione con ricostruzione di fabbricati per civile abitazione**

**Via Di Campolungo**

**Frazione d Gello**

**Committenza: EdilMema di Mema Flori**

## **RELAZIONE GEOLOGICA**

(ai sensi del D.M. 14/01/2008 e succ. mod. del D.M. 17/01/2018, del DPGR n. 36/R del 9/07/2009, della D.P.C.M. 5/11/1999, del Progetto Piano di gestione dell'Appennino settentrionale (PGRA) – Variante PAI Serchio e del PS comunale)

### **1 – PREMESSA**

Il presente rapporto, redatto su incarico della Committenza, espone i risultati di un'indagine geologica eseguita su un lotto di terreno posto nel comune di San Giuliano Terme in corrispondenza di via Di Campolungo nella frazione di Gello, laddove è previsto il progetto di ristrutturazione e demolizione di due fabbricati per civile abitazione.

Per ulteriori specifiche caratteristiche si rimanda agli elaborati tecnici redatti dal Progettista studio tecnico Salani.

Scopo dell'indagine è stato quello di analizzare le caratteristiche morfologiche, idrogeologiche e litologiche della zona al fine di valutare, ai sensi della normativa nazionale e regionale vigente per la realizzazione dei supporti geologici e geotecnici alle realizzazioni edilizie, la fattibilità generale dell'opera in progetto.

L'indagine si è sviluppata pertanto mediante un preliminare rilievo di superficie e l'acquisizione di informazioni geologico-tecniche di siti limitrofi ed adiacenti; in particolare si è eseguita una campagna di indagini geognostiche consistita nella realizzazione di due prove penetrometriche statiche in adiacenza dei fabbricati oggetto di studio.

La definizione della *categoria di suolo di fondazione* è stata ricavata attraverso la realizzazione di un'indagine sismica con metodologia MASW.

## **2 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Il presente lavoro è stato effettuato ai sensi della normativa vigente ed in particolare :

- **PRG comunale** approvato;
- **Piano Strutturale comunale** approvato;
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003** – *Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica*. Il comune di San Giuliano Terme risulta attualmente inserito fra i comuni sismici in zona 3 (nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Deliberazione della Giunta Regionale Toscana n. 421 del 26 maggio 2014), con accelerazione convenzionale massima  $0,05 \leq a_g < 0,15g$ .
- **D.M. 14 gennaio 2008 in G.U n. 29 nuove norme tecniche per le costruzioni e succ. mod. del D.M. del 17 gennaio 20018;**
- **DPGR n. 36/R del 9/07/2009**

## **3 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO**

L'area oggetto di indagine si colloca nel territorio comunale di San Giuliano Terme nella frazione di Gello in via Di Campolungo,( vedi allegata COROGRAFIA GENERALE SCALA 1 : 10.000).

Il terreno che comprende l'area di intervento, è individuabile catastalmente al foglio n. **55** particella n. **624** dell'NCT del comune.

L'area di indagine, situata ad una quota di circa 2,4 m s.l.m., si colloca nella pianura alluvionale del fiume Serchio e del fiume Arno, e in particolare, l'area di studio è interessata, in parte, da paleoalvei e paleomeandri caratterizzati da sedimenti fini prevalentemente nei primi metri di substrato essendo costituiti da argille, sabbie, torbe e limi e da depositi alluvionali di area di fondovalle. Per l'area in oggetto, non si rilevano né fenomeni significativi di erosione del suolo e né fenomeni di dissesto o processi geomorfologici in atto. Tra l'altro il fabbricato oggetto di ristrutturazione non presenta segni e/o lesioni imputabili a cedimenti delle fondazioni.

La carta della pericolosità geologica a supporto della Variante al Regolamento Urbanistico vigente, classifica l'area in parte a **pericolosità geologica elevata (G.3)** e in parte a **pericolosità geologica media (G.2)**.

Nella classe a pericolosità geologica elevata rientrano anche le aree caratterizzate da terreni alluvionali soffici, tra cui i sedimenti golenali, i paleoalvei i sedimenti di retroduna e i terreni argillosi organici.

Per la specifica area oggetto di studio, la litologia dei terreni affioranti risulta essere costituita, al di sotto della coltre di terreno vegetale e di riporto, da depositi fini prevalentemente *limo argilloso sabbioso*, dotato di caratteristiche geomeccaniche di media-medio/bassa compattezza.

## **4 - IDROGRAFIA SUPERFICIALE E RISCHIO IDRAULICO**

### 4.1 - Circolazione idrica superficiale

L'idrografia superficiale della più ampia area in esame risulta caratterizzata dal corso del fiume Arno il quale scorre in direzione Ovest-Est.

Le regimazione delle acque di prima circolazione è affidata ad un reticolo idrografico secondario costituito da una serie di fossette, ubicate lungo i margini stradali e campestri, le quali convogliano le acque nei collettori principali.

#### 4.2 - Condizioni di rischio idraulico

Da un'analisi delle carte tematiche disponibili risulta che:

- la **CARTA GUIDA DELLE AREE ALLAGATE** ( D.P.C.M. 5/11/1999 ) indica che l'area risulta essere stata interessata eccezionalmente ( 1966 ) da fenomeni di alluvionamento e/o di ristagno negli ultimi trenta anni;
- la carta delle **PERIMETRAZIONI DELLE AREE CON PERICOLOSITA' E RISCHIO IDRAULICO** ( Delibera n. **139/1999** modificata con Decreto del Segretario Generale n. **3498** del **29/12/1999** ) redatta nel novembre 1999 a cura del *Comitato Istituzionale del Bacino dell'Arno* nell'ambito delle misure di salvaguardia tendenti a rimuovere le situazioni a rischio idrogeologico più alto nell'area del bacino, indica che la zona di interesse non rientra in aree definite a pericolosità e/o rischio idraulico elevato.
- per quanto attiene il **PIANO DI GESTIONE DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE (PGRA)-Variante PAI Serchio** adottato dalla *Conferenza Istituzionale Permanente dell'Autorità di bacino dell'Appennino Settentrionale* con deliberazione n.14 del 18 novembre 2019, l'area d'intervento rientra in zone classificate a pericolosità idraulica bassa (**P1**) caratterizzata da eventi alluvionali con tempi di ritorno compreso tra 200 e 500 anni
- per quanto concerne la pericolosità idraulica a corredo del Piano Operativo Comunale l'area ricade in pericolosità idraulica I.2 (ai sensi dell'all.1 della DPGR n. 53/2011 con  $200 \leq Tr \leq 500$ ). Lo studio idraulico condotto dall'Ing. Jacopo Taccini (2017) a supporto del POC di San Giuliano Terme, nel cui stralcio, si osserva che l'area d'intervento non è interessata da battenti idraulici per eventi alluvionali con tempi di ritorno  $Tr \leq 200$  anni.

#### 5 – IDROGEOLOGIA

La circolazione idrica sotterranea è legata alla presenza di più falde acquifere sovrapposte, di cui la prima, freatica a quote più superficiali. La struttura idrogeologica del territorio comunale comprende:

- complesso sistema acquifero di tipo freatico, presente in modo più o meno continuo sull'intero territorio comunale, che ha sede nei sedimenti limoso sabbiosi, possiede uno spessore di qualche metro e comprende alcune limitate falde sospese spesso semifreatiche;

- orizzonte acquifero profondo, contenuto in sedimenti prevalentemente sabbiosi e/o ghiaiosi, esteso per gran parte del territorio comunale.

## 6 - ASPETTI SISMICI

Il comune di San Giuliano Terme risulta classificato sismico secondo l'ordinanza PCM n° 3274 del 20.03.2003, aggiornata con la Deliberazione della Giunta Regionale Toscana n. 421 del 26 maggio 2014, ed inserito in **zona sismica 3**: “ *Zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti*”. I criteri per l'aggiornamento della mappa di pericolosità sismica sono stati definiti nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima ( $a_g$ ) su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni.

Zona sismica	Fenomeni riscontrati	Accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni
<b>1</b>	Zona con pericolosità sismica <b>alta</b> . Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti.	$a_g \geq 0,25g$
<b>2</b>	Zona con pericolosità sismica <b>media</b> , dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti.	$0,15 \leq a_g < 0,25g$
<b>3</b>	Zona con pericolosità sismica <b>bassa</b> , che può essere soggetta a scuotimenti modesti.	$0,05 \leq a_g < 0,15g$
<b>4</b>	Zona con pericolosità sismica <b>molto bassa</b> . E' la zona meno pericolosa, dove le possibilità di danni sismici sono basse.	$a_g < 0,05g$

### 6.1 Liquefazione

I fenomeni di liquefazione, tendono a ripetersi negli stessi siti ove ci sono notizie storiche che tali fenomeni si sono già verificati, e per il sito oggetto di studio non ci sono eventi riscontrati.

Tali fenomeni dovuti a sforzi di taglio ciclici sono da escludere in quanto anche gli eventi sismici attesi sono di magnitudo  $M$  inferiore a 5, come risulta dalla mappa storica dei terremoti, (INGV terremoti). Pertanto, siamo in presenza di terreni non suscettibili al fenomeno della liquefazione.

Viene comunque eseguita la verifica alla liquefazione. Il calcolo della resistenza a liquefazione del terreno in condizioni dinamiche viene eseguito partendo dai valori della CPT e utilizzando la procedura di Robertson & wride, 1997:

Dati della CPT			INPUT DATI
Prof. m	RP K <sub>a</sub> /cm <sup>2</sup>	RL K <sub>a</sub> /cm <sup>2</sup>	Introdurre tutti i valori !! (scritte rosse nei campi in giallo)
0,2	2	1,07	<p><b>Dati di progetto</b></p> <p>Località: via di Campolungo SGT (PI) CPT n.: ott-20</p> <p>acceleraz. MAX= 0,2 g Magnitudo di progetto= 7</p> <p>Prof. FALDA (m)= 2</p> <p>Quota inizio PROVA (m)= 0,2 Quota fine PROVA (m) = 9,6</p>
0,4	4	1,07	
0,6	16	2,00	
0,8	15	1,13	
1	17	1,27	
1,2	25	2,27	
1,4	21	1,60	
1,6	26	1,60	
1,8	21	1,33	
2	20	1,53	
2,2	10	0,73	
2,4	9	0,60	
2,6	8	0,53	
2,8	9	0,53	
3	13	0,40	
3,2	13	0,47	
3,4	12	0,40	
3,6	7	0,27	
3,8	8	0,33	
4	13	0,53	
4,2	13	0,60	
4,4	13	0,33	
4,6	11	0,47	
4,8	6	0,27	
5	6	0,27	
5,2	6	0,27	
5,4	6	0,20	
5,6	8	0,40	
5,8	10	0,47	
6	7	0,40	
6,2	11	0,53	
6,4	7	0,33	
6,6	6	0,33	
6,8	6	0,33	
7	8	0,40	
7,2	7	0,33	
7,4	7	0,33	
7,6	9	0,53	
7,8	7	0,40	
8	8	0,33	
8,2	13	0,60	
8,4	9	0,40	
8,6	8	0,40	
8,8	7	0,47	
9	8	0,47	
9,2	7	0,40	
9,4	6	0,40	
9,6	7	0,47	

**LIQUEFcpt** (giugno 2003)

Verifica della liquefazione  
con le CPT

Autore: Guido Galeotti (0573-31410)

**VERIFICA DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE - Procedura di Robertson & Wride, 1997** GGsoft

**Luogo:** via di Campolungo SGT (PI)  
**CPT n.** 44113

**Magnitudo** = 7,0  
**a<sub>max</sub>** = 0,20

**MWF** = 0,937  
**H<sub>2</sub>O (m)** = 2

<b>z</b> (m)	<b>qc</b> (Kg/cm <sup>2</sup> )	<b>fs</b> (Kg/cm <sup>2</sup> )	<b>qc/fs</b>	<b>FC</b> %	<b>Ic</b>	<b>Tipo</b> <b>terreno</b>	<b>CRR<sub>7,5</sub></b>	<b>CSR</b>	<b>FSL</b>	<b>PL(z)</b>	<b>ΣPL</b>
0,2	15	0,7	21	15	2,1	5	0,208	0,130	1,71	0,00	0,0 rischio molto basso
0,4	4	1,1	4	70	3,2	3	0,098	0,130	-	-	
0,6	16	2,0	8	38	2,7	4	0,405	0,129	-	-	
0,8	15	1,1	13	39	2,7	4	0,106	0,129	-	-	
1	17	1,3	13	40	2,7	4	0,102	0,129	-	-	
1,2	25	2,3	11	40	2,7	4	0,126	0,129	-	-	
1,4	21	1,6	13	36	2,6	4	0,131	0,129	-	-	
1,6	26	1,6	16	36	2,6	4	0,106	0,128	-	-	
1,8	21	1,3	16	37	2,6	4	0,103	0,128	-	-	
2	20	1,5	13	42	2,7	4	0,097	0,135	-	-	
2,2	10	0,7	14	54	2,9	4	0,072	0,142	-	-	0,0 rischio molto basso
2,4	9	0,6	15	55	3,0	3	0,069	0,148	-	-	
2,6	8	0,5	15	59	3,0	3	0,066	0,154	-	-	
2,8	9	0,5	17	55	2,9	4	0,068	0,159	-	-	
3	13	0,4	33	37	2,6	4	0,075	0,163	-	-	
3,2	13	0,5	28	41	2,7	4	0,074	0,167	-	-	
3,4	12	0,4	30	42	2,7	4	0,071	0,171	-	-	
3,6	7	0,3	26	57	3,0	3	0,061	0,175	-	-	
3,8	8	0,3	24	56	3,0	3	0,063	0,179	-	-	
4	13	0,5	25	45	2,8	4	0,071	0,182	-	-	
4,2	13	0,6	22	48	2,8	4	0,070	0,185	-	-	0,0 rischio molto basso
4,4	13	0,3	39	39	2,7	4	0,069	0,187	-	-	
4,6	11	0,5	23	52	2,9	4	0,066	0,190	-	-	
4,8	6	0,3	22	71	3,2	3	0,058	0,193	-	-	
5	6	0,3	22	72	3,2	3	0,057	0,195	-	-	
5,2	6	0,3	22	72	3,2	3	0,057	0,197	-	-	
5,4	6	0,2	30	67	3,1	3	0,057	0,200	-	-	
5,6	8	0,4	20	67	3,1	3	0,060	0,202	-	-	
5,8	10	0,5	21	60	3,0	3	0,062	0,203	-	-	
6	7	0,4	18	76	3,2	3	0,058	0,205	-	-	
6,2	11	0,5	21	59	3,0	3	0,063	0,207	-	-	0,0 rischio molto basso
6,4	7	0,3	21	73	3,2	3	0,057	0,208	-	-	
6,6	6	0,3	18	84	3,3	3	0,056	0,210	-	-	
6,8	6	0,3	18	85	3,3	3	0,056	0,211	-	-	
7	8	0,4	20	72	3,2	3	0,058	0,213	-	-	
7,2	7	0,3	21	77	3,2	3	0,057	0,214	-	-	
7,4	7	0,3	21	78	3,3	3	0,056	0,215	-	-	
7,6	9	0,5	17	74	3,2	3	0,058	0,216	-	-	
7,8	7	0,4	18	83	3,3	3	0,056	0,218	-	-	
8	8	0,3	24	72	3,2	3	0,057	0,219	-	-	
8,2	13	0,6	22	59	3,0	3	0,062	0,219	-	-	0,0 rischio molto basso
8,4	9	0,4	23	71	3,2	3	0,058	0,220	-	-	
8,6	8	0,4	20	78	3,3	3	0,057	0,221	-	-	
8,8	7	0,5	15	92	3,4	3	0,055	0,222	-	-	
9	8	0,5	17	83	3,3	3	0,056	0,223	-	-	
9,2	7	0,4	18	90	3,4	3	0,055	0,223	-	-	
9,4	6	0,4	15	100	3,5	3	0,054	0,223	-	-	
9,6	7	0,5	15	95	3,5	3	0,055	0,223	-	-	



VERIFICA DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE - Procedura di Robertson & Wride, 1997

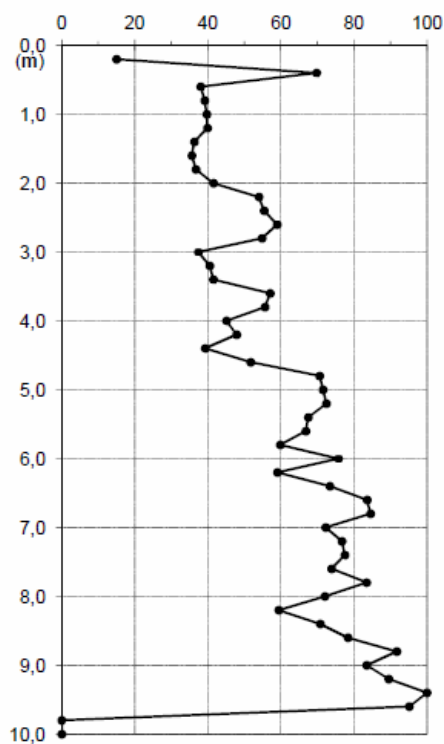
GGsoft

**Luogo:** via di Campolungo SGT (PI)  
**CPT n.** 44113

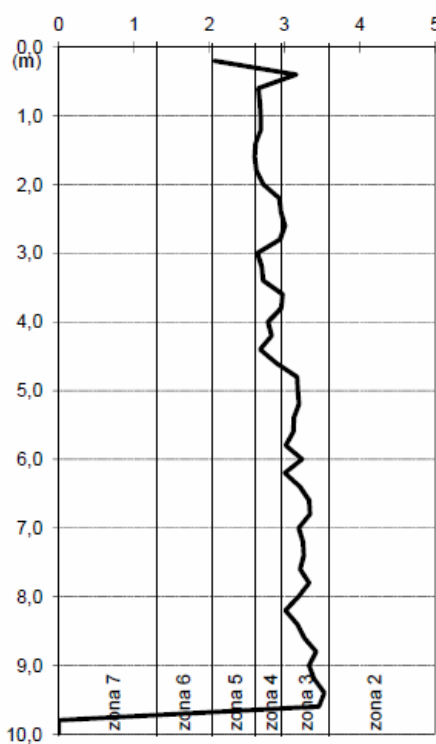
**Magnitudo** = 7,0  
**a<sub>max</sub>** = 0,2

**MWF** = 0,937  
**H<sub>2</sub>O (m)** = 2,0

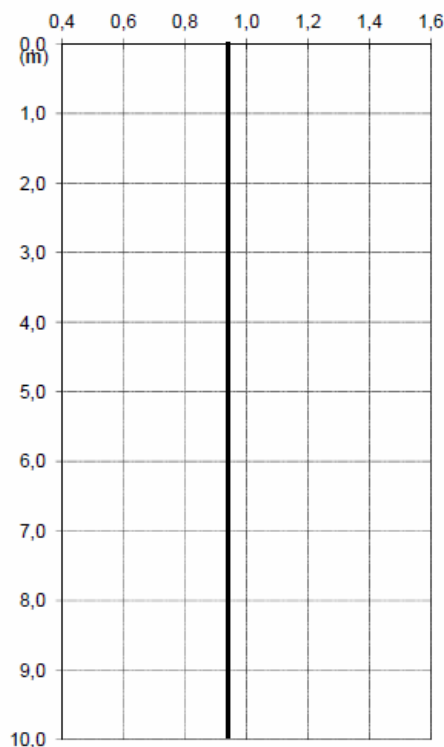
**FC** = contenuto mat. fini % (Robertson & Fear, 1990)



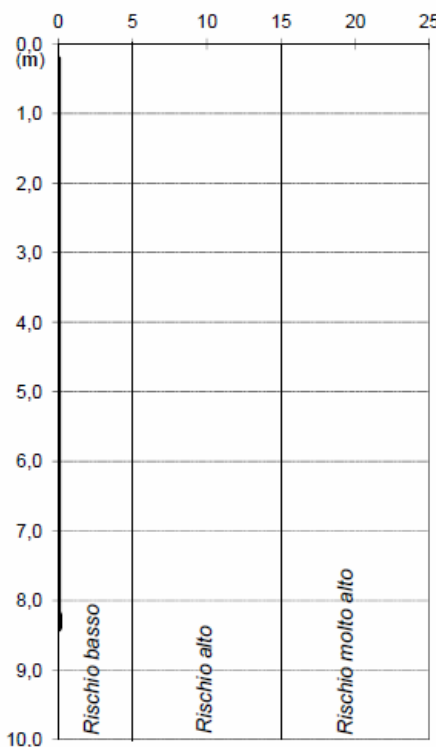
**Ic** = indice del tipo di terreno (Robertson, 1990)



**FSL** = fattore di sicurezza (Seed & Idriss, 1971)



**PL** = potenziale di liquefazione (Iwasaki et al., 1978)



**Potenziale di liquefazione  $PL = \sum F(z) w(z) \Delta(z) = 0,0$**

(rischio molto basso)

## 7 - CARATTERIZZAZIONE GEOGNOSTICO-GEOTECNICA DEL TERRENO DI INTERVENTO (D.M. 14/01/2008 E SUCCESSIVE MODIFICHE DEL D.M. 17/01/2018 )

### 7.1 - Indagini geognostiche

E' stata utilizzata, per la caratterizzazione geotecnica, una campagna geognostica che si è articolata mediante l'esecuzione di n. 2 prove penetrometriche statiche ( *CPT* ) spinte a 10,00 m dal piano di campagna ed ubicate, in adiacenza del fabbricato oggetto di demolizione e ricostruzione ( vedi PLANIMETRIA GENERALE ).

### 7.2 - Stratigrafia

Sulla base dei dati derivanti dalla campagna di indagini geognostiche effettuate si sono distinti i seguenti orizzonti litologici:

In particolare si osserva quanto segue:

➤ *LIVELLO A*

*Terreno di copertura vegetale spesso circa 0.50m*

➤ *LIVELLO B*

*Limo argilloso sabbioso dotato di bassa/media compattezza ( $Q_{cm} = 8-15$ ) presente fino alla profondità di circa 1.80 m*

➤ *LIVELLO C*

*Argilla plastica dotata di bassa compattezza con rare intercalazioni di lenti sabbiose ( $Q_{cm} = 4-10$ ) presente fino alla profondità di circa 10.00 m*

L'interpretazione sopra riportata risente della naturale approssimazione caratteristica delle prove indirette, per cui la definizione litologica, derivando da correlazioni empiriche, può talvolta non rispondere alla realtà; la stratigrafia dedotta dalle indagini è stata correlata, per quanto possibile, con l'osservazione diretta del terreno rimasto sulle aste penetrometriche e con le stratigrafie ricavate dall'escavazione di alcuni pozzi terebrati nelle vicinanze della zona di studio.

#### 7.4 - Parametri geotecnici caratteristici

La normativa vigente impone la definizione dei parametri caratteristici del terreno (***f<sub>k</sub>***) dai valori medi (***f<sub>m</sub>***) ricavati dalle indagini geognostiche. Le istruzioni del *Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici* indicano che nelle valutazioni che il tecnico deve svolgere per pervenire ad una corretta scelta dei valori caratteristici appare giustificato il riferimento a **valori prossimi ai valori medi** quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno ( come nel caso di fondazioni superficiali )con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità tale a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti.

Le stesse istruzioni indicano invece di fare riferimento ai **valori minimi** quando siano coinvolti modesti volumi di terreno ( fondazioni su pali, verifica a scorrimento di un muro di sostegno) con concentrazione del volume significativo o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dagli strati meno resistenti a quelli più resistenti a causa dell'insufficiente rigidità della struttura.

In considerazione della tipologia di intervento prevista ed ai fini della progettazione geotecnica di cui ai seguenti paragrafi riteniamo corretta la definizione dei seguenti **parametri caratteristici**:

LIVELLO	$\Phi$	$c_u$ (Kg/cmq)	$\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )	$E$ (Kg/cmq)
<b>A-B</b>	-	0.40-0.65	1.85	35-50
<b>C</b>	-	0,20-0,35	1.95	15-40

Per quanto attiene gli spessori e le geometrie di sovrapposizione dei livelli nel sottosuolo si rimanda alla *sezione litologia e litotecnica* allegata.

## **8 - ASPETTI SISMICI ED AZIONI SISMICHE**

### **8.1 - Zonizzazione sismica dell'area**

Nella classificazione sismica della Regione Toscana (**Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Deliberazione della Giunta Regionale**

Toscana n. 421 del 26 maggio 2014) il comune di San Giuliano Terme in cui si inquadra l'intervento in oggetto si colloca in **zona 3**.

In relazione ai disposti delle **norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14.01.2008 e succ. mod. del D.M. 17.01.2018)**, la stima della pericolosità sismica è effettuata con approccio “sito dipendente”. L'azione sismica di progetto viene definita in funzione della pericolosità di base del sito.

I caratteri del moto sismico (su sito di riferimento rigido orizzontale) sono descritti dalla distribuzione su territorio nazionale delle seguenti grandezze, sulla base delle quali sono definite le forme spettrali per la generica probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento PVR:

**ag** = *accelerazione massima al sito*

**Fo** = *valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale*

**TC\*** = *periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale*

Il valore di **ag** è desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento, mentre **Fo** e **TC\*** sono calcolati in modo che gli spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento forniti

dalle NTC approssimino al meglio i corrispondenti spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento derivanti dalla pericolosità di riferimento.

Lo scuotimento del suolo così individuato deve essere corretto per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali del sottosuolo del sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Vengono pertanto determinati categoria di suolo di fondazione e coefficienti di amplificazione topografica e stratigrafica.

La definizione della *categoria di suolo di fondazione* è stata ricavata attraverso la consultazione delle indagini di supporto alla pianificazione territoriale del comune di San Giuliano Terme.

Con i dati ottenuti, per la zona di indagine si ha una “Vs30” intorno a 207 m/s al piano campagna ; a questo corrisponde a una possibile categoria di suolo di fondazione “C”: *depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*.

## 8.2 - Azioni sismiche

Alle azioni sismiche contribuiscono i **parametri statici**, che dipendono essenzialmente dalla sorgente del terremoto (accelerazione di picco orizzontale al suolo **ao**, intensità macrosismica **I**) ed i **parametri dinamici**, che dipendono dalla posizione e dalle caratteristiche geologiche del sito (fattori di amplificazione **S** e **Fo**) e dal periodo dello spettro di risposta (periodi di oscillazione

massima del suolo). Entrambi i parametri definiscono la pericolosità sismica dell'area.

Come già accennato, la pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa **ag** in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (a prescindere quindi dalle caratteristiche litologiche e litotecniche dell'area) con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente **Se(T)**,

con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza **PVR**, come definite, nel periodo di riferimento

**V<sub>R</sub>** (in alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito).

### 8.2.1 Vita di riferimento

Il primo aspetto da considerare riguarda la definizione della *vita di riferimento* **V<sub>R</sub>** che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale **V<sub>N</sub>** per il coefficiente d'uso **C<sub>U</sub>**.

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

La vita nominale di un'opera strutturale è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo alla quale è stata destinata. La vita nominale **V<sub>N</sub>** è data dalla tab. 2.4.I delle NTC:

**Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale **V<sub>N</sub>** di progetto per i diversi tipi di costruzioni**

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di <b>V<sub>N</sub></b> (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

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

- Classe I:* Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- 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.
- Classe III:* Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso *IV*. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
- Classe IV:* Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso  $C_U$

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0,7	1,0	1,5	2,0

Nel caso specifico, in base a quanto comunicato dal Progettista, si ha:

$$V_r = V_n * C_U = 50 * 1,0 = \mathbf{50 \text{ anni}}$$

### 8.2.2 Stati limite e relative probabilità di superamento

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso.

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli

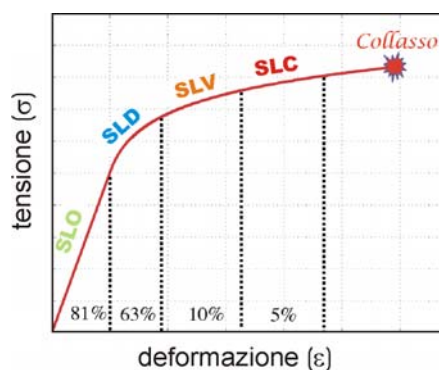
*elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi*

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

Gli stati limite ultimi sono:

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

- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** *a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.*



Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella Tab. 3.2.I. :

**Tabella 3.2.I – Probabilità di superamento  $P_{V_R}$  al variare dello stato limite considerato**

Stati Limite		$P_{V_R}$ : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Il rispetto dei vari stati limite viene considerato conseguito dalla NTC nei confronti degli stati limite ultimi se sono soddisfatte le verifiche al solo SLV e nei confronti di tutti gli stati limite di esercizio se sono soddisfatte le verifiche relative al solo SLD.

### 8.2.3 Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

L'accelerazione spettrale orizzontale  $S_e(T)$  è data dalla seguente relazione:

$$S_e(T) = a_g * S * \eta * F_o$$

dove:

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima al sito;

$\eta$  = fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali  $\xi$  diversi dal 5%, mediante la relazione

$$\eta = 10 / (5 + \xi) \geq 0,55$$

dove  $\xi$  (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;

$F_o$  = fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2;

$S$  = coefficiente che tiene conto della categoria di suolo di fondazione ( $S_s$ ) e delle condizioni topografiche ( $S_T$ ) attraverso la relazione :

$$S = S_s * S_T$$

Il coefficiente  $S_s$  deriva dalla tab 3.2 V delle NTC:



**Tabella 3.2.V – Espressioni di  $S_s$  e di  $C_c$**

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_c$
<b>A</b>	1,00	1,00
<b>B</b>	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
<b>C</b>	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
<b>D</b>	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
<b>E</b>	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Il coefficiente  $S_T$  deriva dalle tabelle 3.2.IV e 3.2.VI delle NTC:

**Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche**

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

**Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$**

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base dove  $S_T$  assume valore unitario.

#### 8.2.4 - Azioni sismiche : dati di riferimento di base

Con l'ausilio del programma fornito gratuitamente on line dalla ditta *GEOSTRU*, sono stati calcolati i parametri sismici riferiti al sito in esame per il due stati limite SLV e SLD ( vedi tabelle allegate ).

Riassumendo avremo:

<i>Comune</i>	<b><i>San Giuliano Terme (PI)</i></b>
<i>Zona sismica</i> (Del. G.R.T. 421 del 26.05.2014)	<b><i>3</i></b>
<i>Ag/g</i>	<b><i><math>0,05 \leq ag &lt; 0,15g</math></i></b>
<i>Tipo di costruzione</i>	<b><i>2 (opera ordinaria)</i></b>
<i>Vita nominale (<math>V_N</math>)</i>	<b><i><math>\geq 50</math> anni</i></b>
<i>Classe d'uso</i>	<b><i>II</i></b>
<i>Coefficiente d'uso (<math>C_U</math>)</i>	<b><i>1</i></b>
<i>Periodo di riferimento (<math>V_R</math>)</i>	<b><i>50 anni</i></b>
<i>Media ponderata <math>V_{S30}</math></i>	<b><i>207 m/sec</i></b>
<i>Categoria di sottosuolo</i>	<b><i>C</i></b>
<i>Categoria topografica</i>	<b><i>T1</i></b>
<i>Latitudine sito</i>	<b><i>43.74827°</i></b>
<i>Longitudine sito</i>	<b><i>10.426618°</i></b>

Stato limite SLV (fondazioni)

<i>Coefficiente di amplificazione topografica (<math>S_T</math>)</i>	<b>1.0</b>
<i>Amplificazione stratigrafica (<math>S_s</math>)</i>	<b>1.50</b>
<i>Fattore S</i>	<b>1.50</b>
<i>Accelerazione massima (<math>a_{max}</math>)</i>	<b>1,776 m/sec<sup>2</sup></b>
<i>Fattore di amplificazione (<math>F_o</math>)</i>	<b>2,360</b>
<i>Periodo <math>T_c^*</math></i>	<b>0,282 sec</b>
<i>Coefficiente di riduzione accelerazione massima attesa al sito (<math>\beta_s</math>)</i>	<b>0,240</b>
<i>Coefficiente sismico orizzontale (<math>k_h</math>)</i>	<b>0,043</b>
<i>Coefficiente sismico verticale (<math>k_v</math>)</i>	<b>0,022</b>

Stato limite SLD (fondazioni)

<i>Coefficiente di amplificazione topografica (<math>S_T</math>)</i>	<b>1.0</b>
<i>Amplificazione stratigrafica (<math>S_s</math>)</i>	<b>1.5</b>
<i>Fattore S</i>	<b>1.5</b>
<i>Accelerazione massima (<math>a_{max}</math>)</i>	<b>0,711 m/sec<sup>2</sup></b>
<i>Fattore di amplificazione (<math>F_o</math>)</i>	<b>2,556</b>
<i>Periodo <math>T_c^*</math></i>	<b>0,249 sec</b>
<i>Coefficiente di riduzione accelerazione massima attesa al sito (<math>\beta_s</math>)</i>	<b>0,200</b>
<i>Coefficiente sismico orizzontale (<math>k_h</math>)</i>	<b>0,014</b>
<i>Coefficiente sismico verticale (<math>k_v</math>)</i>	<b>0,007</b>

con  $\beta_s$  uguale a ( secondo NTC 7.11.3.5.2):

**Tabella 7.11.I** – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

Gli spettri di risposta elastici orizzontale e verticale possono essere definiti attraverso l'utilizzo del programma *Spettri di Risposta NTC – ver. 1.0.3* fornito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

## **9 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

E' stato eseguito, su incarico della Committenza, uno studio geologico ai sensi delle **NTC 14/01/2008** e successive modifiche del **D.M. 17/01/2018**, a corredo del progetto di *ristrutturazione e demolizione con ricostruzione di fabbricati per civile abitazione*.

Le elaborazioni delle indagini eseguite ed il rilievo di campagna effettuato in un significativo intorno della zona di intervento hanno permesso di verificare la fattibilità geologica e geotecnica delle opere in progetto; la zona risulta infatti posta in un contesto geologicamente e geomorfologicamente piuttosto stabile, così come si evince anche dalla cartografia di base disponibile.

Le caratteristiche stratigrafiche e geomeccaniche del terreno presente nel sottosuolo sono state dedotte dall'interpretazione di n. 2 prove penetrometriche statiche, effettuate in adiacenza del fabbricato oggetto di demolizione. L'assetto stratigrafico è caratterizzato da una significativa variabilità laterale in termini litotecnici, con terreni più compressibili dove lo spessore delle alluvioni soffici descrive il tracciato del paleoalveo.

Pertanto, consigliamo fondazioni rigide e ben collegate, oltre ad una distribuzione uniforme dei carichi sul terreno.

La definizione della *categoria di suolo di fondazione* è stata ricavata attraverso la realizzazione di un'indagine sismica con metodologia MASW.

Dall'insieme dei rilievi e dei dati di base di riferimento si deduce che l'intervento in oggetto risulta compatibile con l'assetto geologico-morfologico e con le caratteristiche litotecniche del terreno, con le caratteristiche idrogeologiche, idrauliche e sismiche dell'area, nei limiti delle prescrizioni espresse nel presente relazionamento.

Rimaniamo a disposizione del Progettista per chiarimenti in merito al presente relazionamento e/o per problematiche da valutarsi in fase esecutiva.

Pisa, 01/02/2021

Geol. Luca BENEDETTI



**Allegati :**

- Corografia generale scala 1 : 10.000
- Estratto catastale scala 1 : 2.000
- Carta geomorfologica scala 1 : 10.000
- Carta della Pericolosità geologica scala 1 : 10.000
- Carta della Pericolosità idraulica scala 1 : 10.000
- Carta della Pericolosità sismica scala 1 : 10.000
- Piano di gestione del rischio idraulico
- Indagine geofisica
- Parametri sismici di fondazione
- Spettri di risposta
- Ubicazioni delle indagini
- Tabulati e grafici prova penetrometrica statica
- Sezione litostratigrafica e litotecnica interpretativa

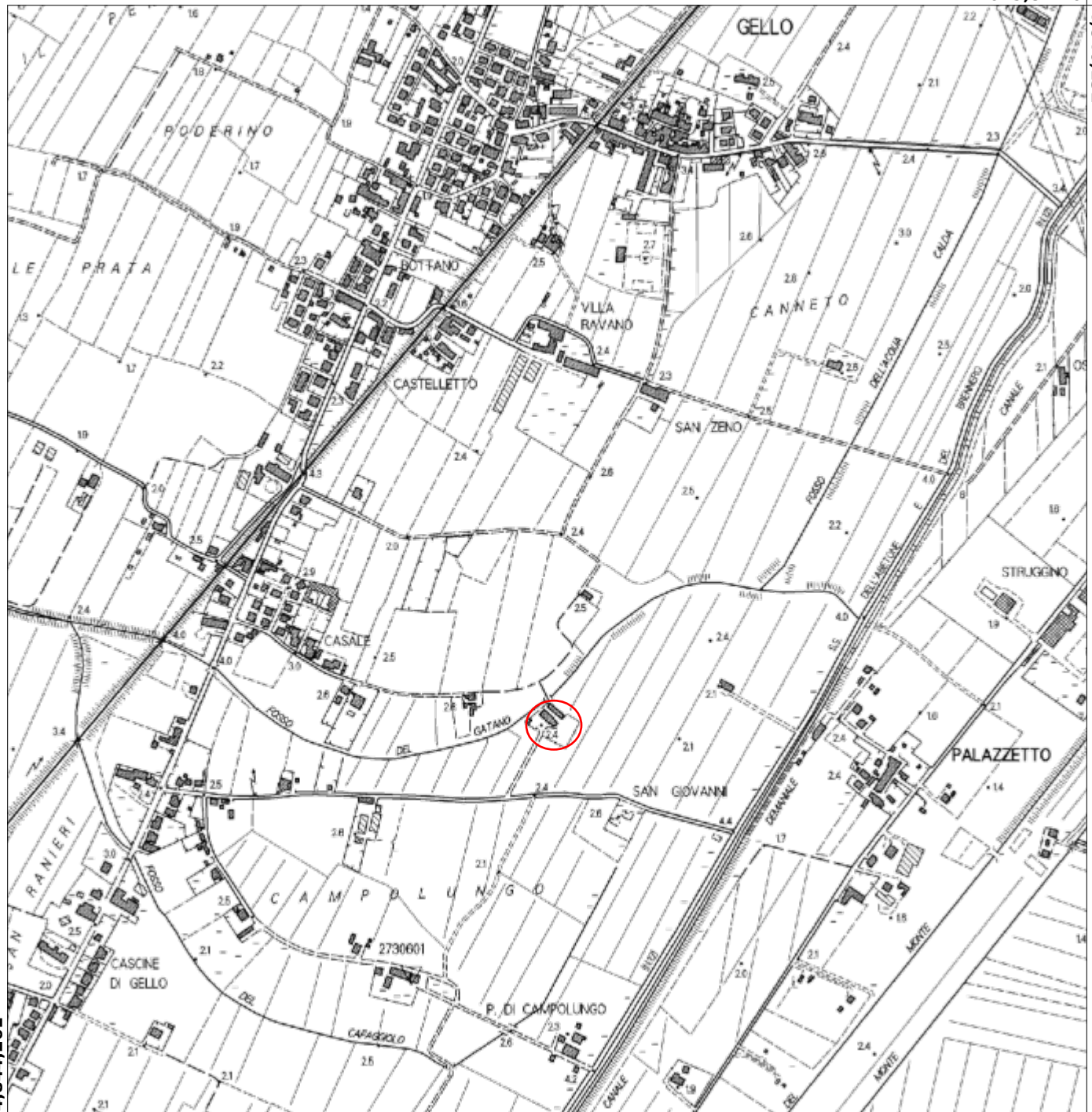


## Regione Toscana - SITA: Cartoteca

Scala 1 : 10,000

615,847.6

4,846,132



4,844,261

614,029.9

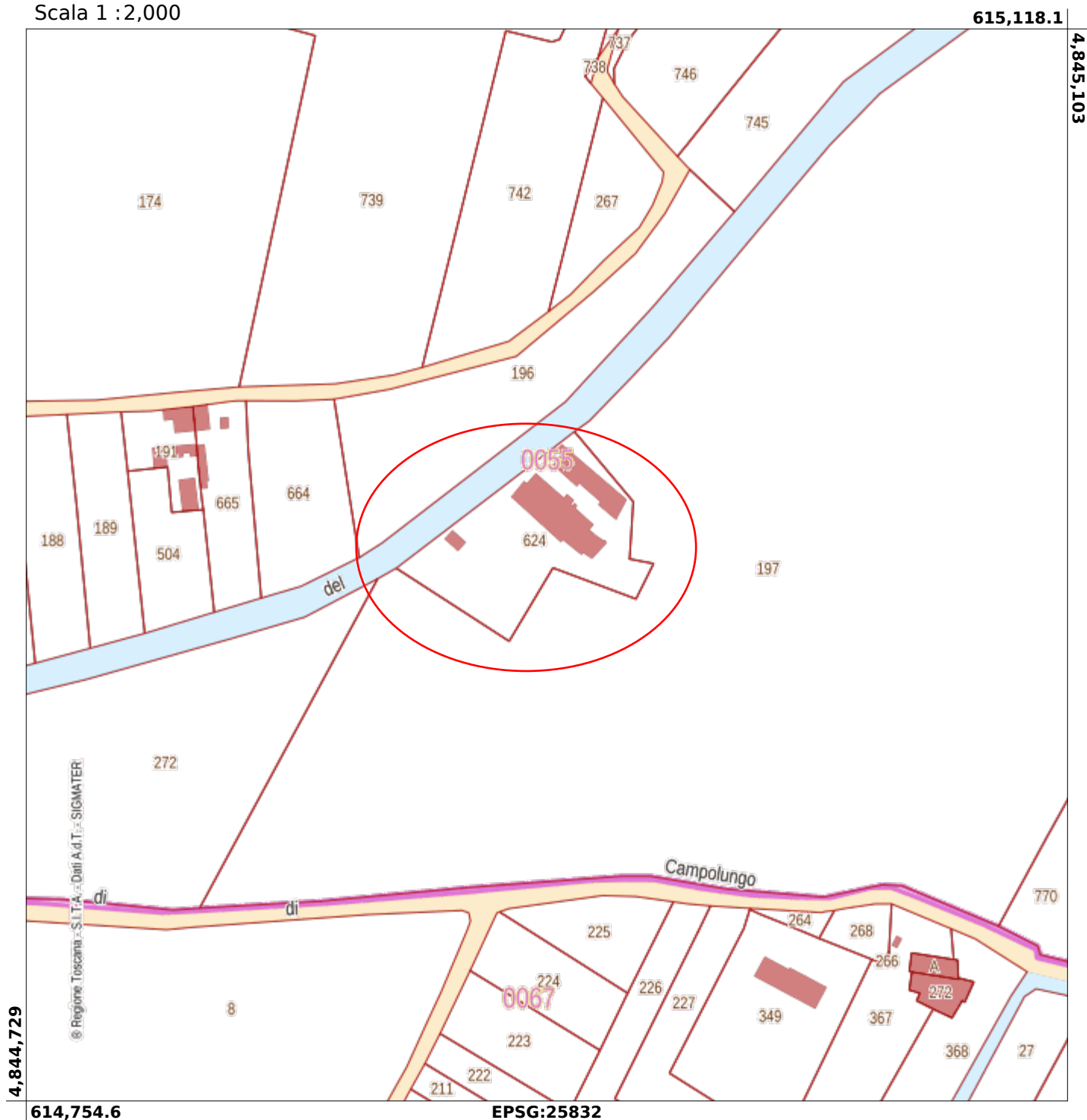
EPSG:25832



## Regione Toscana - SITA: Cartoteca

foglio 55 particella 624

Scala 1 : 2,000





## CARTA GEOMORFOLOGICA SCALA 1 : 10.000

(Estratta dalla Carta geomorfologica del Piano Operativo Comunale)



## LEGENDA

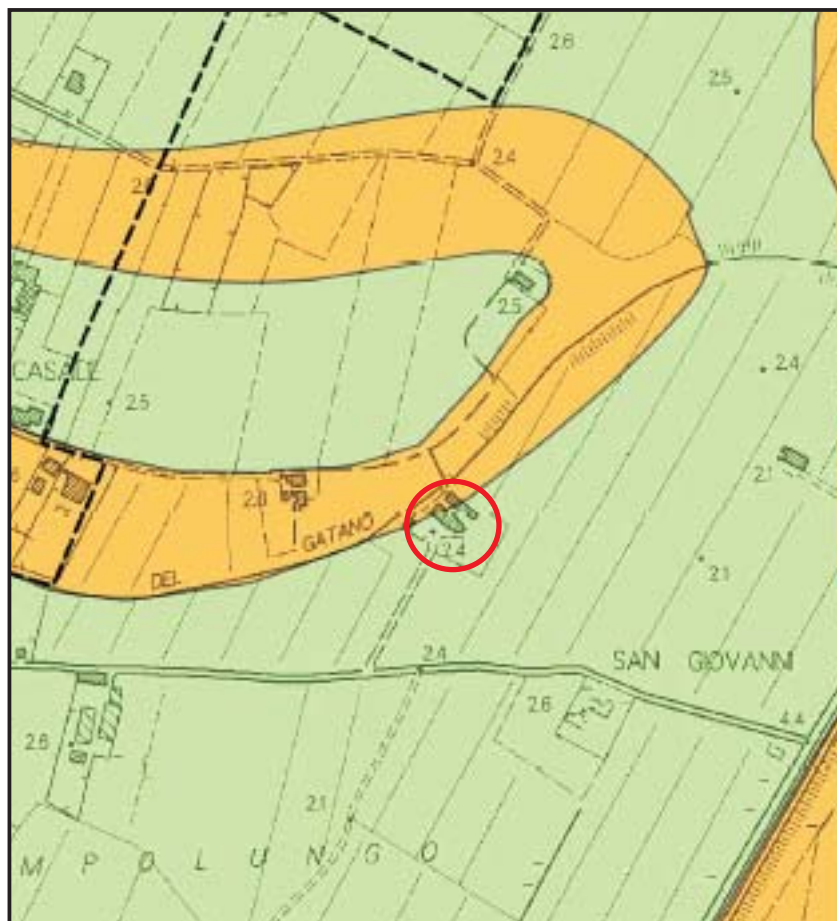
Limite comunale	<b>Forme, processi e depositi fluviali</b>	<b>Aree di fondovalle</b>
Corpi d'acqua	Corpo d'acqua	<b>Sedimenti alluvionali attuali e recenti</b>
<b>Aree molto acclivi/scarpate</b>	Cono detritico	Terreni prevalentemente sabbioso-limosi
Scarpata di ex cava	Cono di deiezione	Terreni prevalentemente argillosi
Scarpata di ex cava ripristinata	Aree golenali	Terreni argillosi organici
Scarpata morfologica	Impluvio in erosione	<b>Sedimenti del Pleistocene superiore</b>
<b>Forme e processi antropici</b>	Paleoalvei	Sabbie e limi di Vicarello
Aree di cava	<b>Forme, processi e depositi costieri</b>	Alluvioni terrazzate
Principali rilevati arginali e stradali	Morfologia costiera. Aree con evidenze di erosione e trasporto di origine marina ed eolica.	<b>Aree di versante</b>
<b>Forme, processi e depositi di versante</b>	Terreni prevalentemente limoso-argillosi di depressione retrodunare	Copertura pedologica
Frana attiva	Sabbie pulite di duna	Formazioni silicoclastiche non metamorfiche
Frana quiescente		Formazioni metamorfiche con foliazione
Sassaia		Formazioni calcaree
Detrito di versante		Formazioni metamorfiche quarzitiche
Falda detritica		Formazioni metamorfiche conglomeratiche



Area di interesse



# CARTA DELLA PERICOLOSITÀ' GEOLOGICA SCALA 1 : 10.000 (Estratta dal Piano Operativo Comunale )



## LEGENDA

### PERICOLOSITA' GEOLOGICA D.P.G.R. 53/R/2011

- G1 - Pericolosità geologica bassa
- G2 - Pericolosità geologica media
- G3 - Pericolosità geologica elevata
- G4 - Pericolosità geologica molto elevata

### Processi particolari

- Aree vulnerabili da fenomeni detritici torrentizi
- Aree vulnerabili da fenomeni di dinamica costiera



UBICAZIONE AREA DI STUDIO

# CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA SCALA 1 : 10.000

(Estratta dal Piano Operativo Comunale )



## LEGENDA

PERICOLOSITA' IDRAULICA D.P.G.R. 53/R/2011

### I.1 - Pericolosità idraulica bassa

Aree interessate da allagamenti con  $Tr > 500$  anni



### I.2 - Pericolosità idraulica media

Aree interessate da allagamenti con  $200 < Tr \leq 500$  anni



Da studio idraulico eseguito nella presente indagine



Da strumenti sovraordinati (PGRA - PAI Serchio)

### I.3 - Pericolosità idraulica elevata

Aree interessate da allagamenti con  $30 < Tr \leq 200$  anni



Da studio idraulico eseguito nella presente indagine



Da strumenti sovraordinati (PGRA - PAI Serchio)

### I.4 - Pericolosità idraulica molto elevata

Aree interessate da allagamenti con  $0 < Tr \leq 30$  anni



Da studio idraulico eseguito nella presente indagine

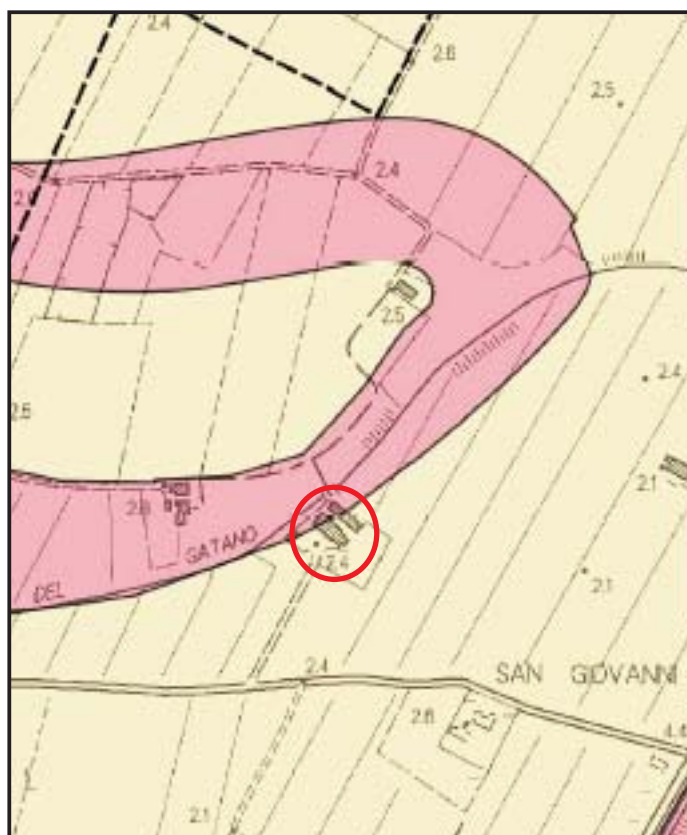


Da strumenti sovraordinati (PGRA - PAI Serchio)



UBICAZIONE AREA DI STUDIO

CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA SCALA 1 : 10.000  
(Estratta dal Piano Operativo Comunale)

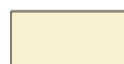


LEGENDA

PERICOLOSITÀ SISMICA D.P.G.R. 53/R/2011



S.1 - Pericolosità sismica locale bassa



S.2 - Pericolosità sismica locale media



S.3 - Pericolosità sismica locale elevata

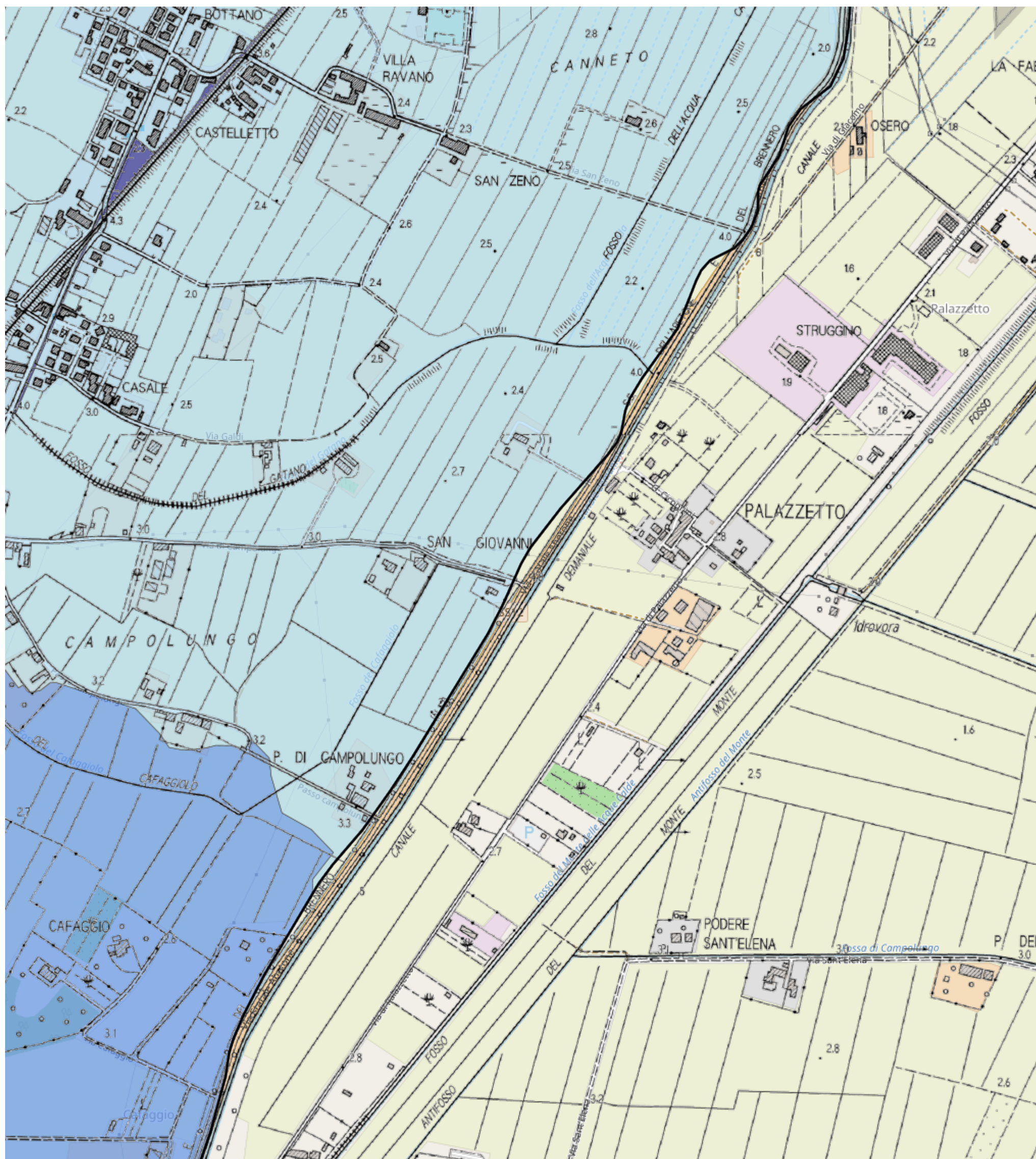


S.4 - Pericolosità sismica locale molto elevata



UBICAZIONE AREA DI STUDIO





Pericolosità Idraulica fluviale

 P1

 P2

 P3

Limite di Bacino UoM Serchio



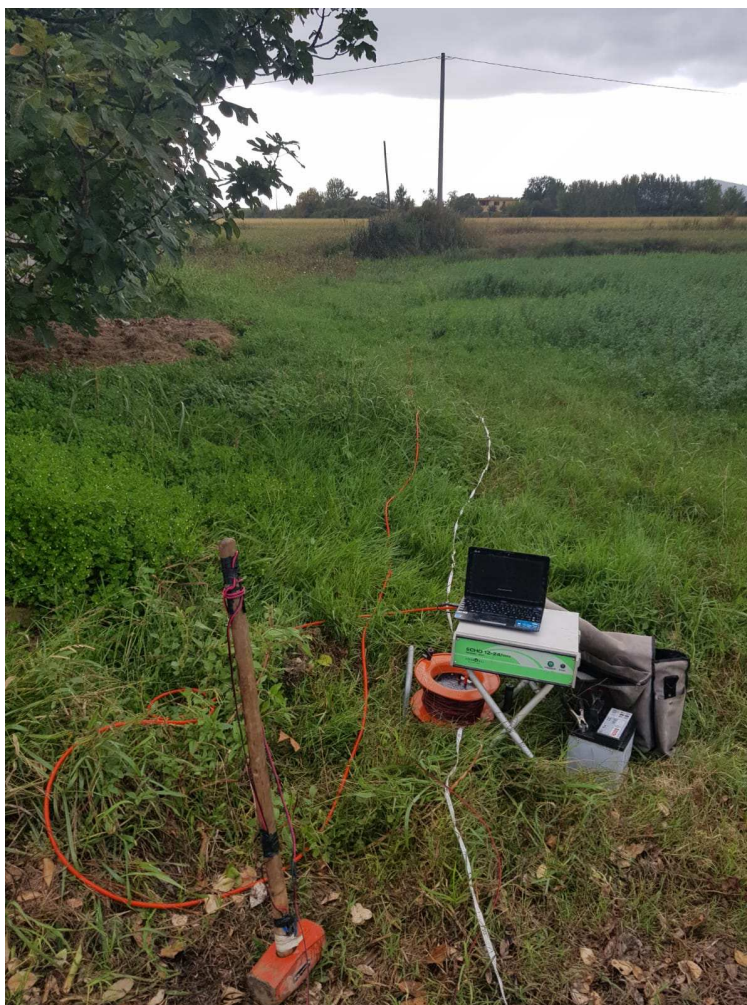
Pericolosita idraulica costiera



CTR10K. Dataset coordinato



**ESECUZIONE DI N. 1 INDAGINI GEOFISICA MASW ESEGUITA IN  
VIA DI CAMPOLUNGO NEL COMUNE DI S. GIULIANO TERME**



Comm.te:

**EDIL MEMA di Mema Floris**

**Ottobre 2020**

**Mappo Geognostica Srl**

Loc. Biagioni, 60

55010 Spianate (LU)

Tel. 0583.20799 Fax 0572.930069

P.IVA 02019570460

[www.mappogeognostica.it](http://www.mappogeognostica.it)

## PREMESSE

La presente relazione sintetizza e illustra i risultati di n. 1 indagine sismica effettuata, mediante il metodo MASW, in un lotto di terreno posto in via di Campolungo nel comune di San Giuliano Terme.

Le indagini MASW sono state effettuate per la caratterizzazione della velocità delle onde Sh dei terreni presenti, per determinare il parametro VS30, necessario al fine della classificazione dei suoli per la definizione dell'azione sismica di progetto, come richiesto dalle "Norme Tecniche per le Costruzioni" (D.M. 2018).

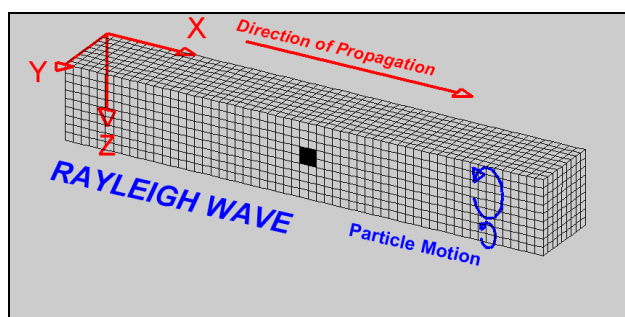
L'interpretazione dei dati acquisiti in campagna ha consentito di ricavare una sequenza sismo-stratigrafica relativamente all'area di indagine, con suddivisione in strati aventi analoghe caratteristiche delle velocità di propagazione delle onde sismiche trasversali.

E' stato possibile, per ottimizzare l'interpretazione, riferirsi al locale assetto geolitologico e geotecnica derivante da un sondaggio geognostico eseguito all'interno del suddetto lotto.

## GENERALITÀ SUL METODO MASW

Le onde sismiche che si propagano in un mezzo si dividono, principalmente, in Onde di corpo e onde di superficie. Fra queste ultime si hanno le onde di Rayleigh, le onde di Love e le onde di Lamb.

Le onde di Rayleigh, in particolare, sono originate dall'interazione fra le onde di pressione e le onde di taglio verticali quando esista una superficie libera in un mezzo omogeneo e isotropo.

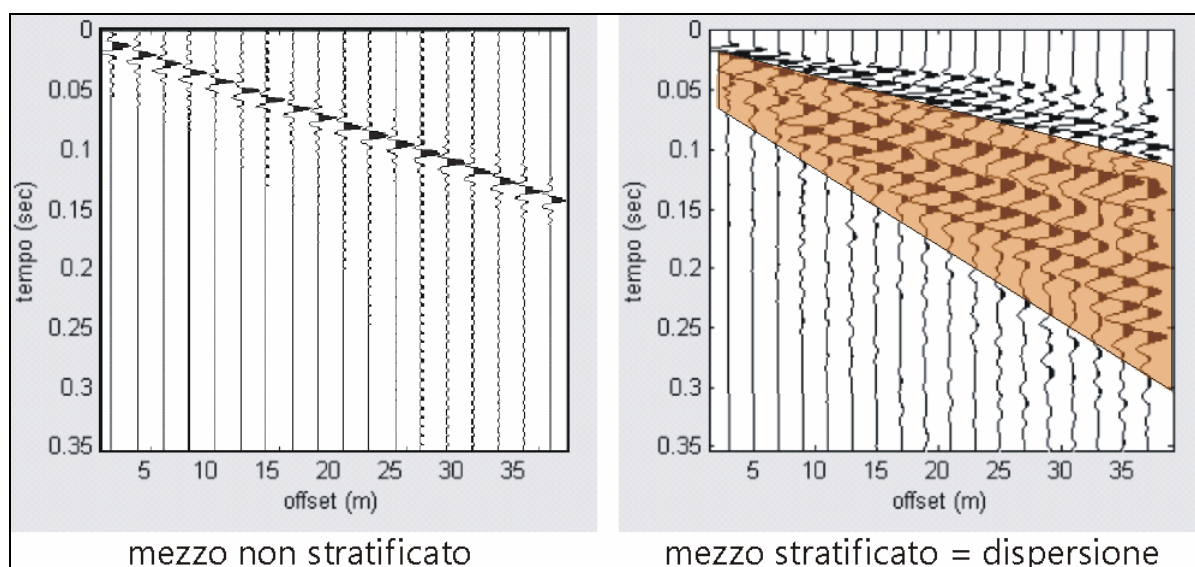


Il moto delle particelle è di tipo ellittico retrogrado, il quale si inverte a una profondità di  $\lambda/2\pi$ . L'ampiezza dello spostamento decresce secondo una legge esponenziale.

L'energia convertita in onde di Rayleigh è, in percentuale, molto maggiore rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P ed S. Inoltre l'ampiezza delle onde di superficie

varia con la radice quadrata di  $r$ , e non con  $r$  come avviene per le onde di corpo. Le onde di Rayleigh presentano una velocità del 90% circa rispetto a quella delle onde di taglio.

In presenza di un semispazio omogeneo, la velocità di tali onde non varia in funzione della frequenza, non si ha cioè *dispersione*, la deformazione di un treno di onde dovuta alla variazione della velocità di propagazione in funzione della frequenza. Questa deformazione si manifesta invece quando il terreno presenti una stratificazione; la velocità di propagazione per una certa lunghezza d'onda viene influenzata dalle proprietà che il mezzo possiede fino a una profondità dell'ordine di  $\lambda/2$  circa.



Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Quindi una metodologia che utilizzi le onde superficiali è in grado di rilevare variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità.

Nel caso che l'obiettivo sia di verificare le caratteristiche delle velocità delle onde S nel terreno, questo tipo di indagine è molto utile, in quanto la  $V_s$  è il fattore che governa le caratteristiche della dispersione.

Inoltre il metodo non è limitato dalla presenza di inversioni di velocità, e presenta una buona risoluzione.



L'indagine secondo la tecnica MASW (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*) prevede l'energizzazione mediante sorgente attiva, con registrazione simultanea su 12 o più canali. Vengono utilizzati geofoni a componente verticale sensibili alle basse frequenze (un valore tipico sono 4,5 Hz).

La distanza dalla sorgente di energizzazione e il primo ricevitore condiziona  $\lambda_{max}$ , e quindi la profondità di indagine; anche la lunghezza dello stendimento geofonico è in relazione alla profondità di indagine, mentre la distanza intergeofonica condiziona lo spessore dello strato più sottile rilevabile.

E' importante osservare che nel sismogramma possono comparire diversi tipi di onde: onde di corpo, onde superficiali non piane, onde riverberate dalle disomogeneità superficiali, oltre al rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane. Questo comporta una difficoltà aggiuntiva nella "lettura" dello spettro di velocità e quindi nella successiva individuazione della curva di dispersione.

Le onde di corpo sono di solito riconoscibili; le onde superficiali riverberate (back scattered) possono risultare prevalenti in un sismogramma quando siano presenti discontinuità orizzontali. Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente. Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno.

In sintesi l'indagine comporta:

- l'acquisizione delle onde superficiali (*ground roll*);
- la determinazione di uno spettro di velocità, con velocità di fase in funzione della frequenza;
- l'identificazione della curva di dispersione, cioè la determinazione dei punti che, sullo spettro di velocità, appartengono a un certo modo di propagazione dell'onda superficiale di Rayleigh;
- l'inversione della curva di dispersione, al fine di ottenere il profilo verticale delle Vs.

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando come riferimento la curva di dispersione precedentemente ottenuta. Per ottenere il profilo verticale Vs dalla curva di dispersione è necessaria l'assunzione di valori approssimati per il rapporto di Poisson e per la densità.

La procedura di inversione utilizzata dal software *minMASW* è legata agli “algoritmi genetici”, il quale approccio consente di ottenere risultati più affidabili rispetto ai metodi di inversione basati sulla matrice Jacobiana.

E’ estremamente utile, per una interpretazione affidabile, poter disporre di dati di riferimento, sia per fornire uno spazio di ricerca iniziale al processo di inversione, sia per effettuare una “modellazione diretta” di ausilio a un corretto “picking” della curva di dispersione.

### ATTREZZATURA E METODOLOGIE IMPIEGATE

Per l’indagine in oggetto si è impiegata un’attrezzatura *AMBROGEO “ECHO 12-24/2002 Sismic Unit”*, avente le seguenti caratteristiche:

- . numero di canali: 24
- . sampler interval: 0,296 msec
- . A/D conversion: 16 bit
- . input impedance: 1KOhm
- . Gain: 10 dB – 100 dB (step 1 dB)
- . saturation tension: +/- 2,3 V
- . saturation level: 100 dB
- . distorsion: 0,01%
- . sampler:
  - 25 msec (191 punti)
  - 50 msec (383 punti)
  - 100 msec (756 punti)
  - 200 msec (1530 punti)
  - 400 msec (3060 punti)
  - 1000 msec (7560 punti)
- . sampling: 130 microsec
- . filter low pass: 50/950 Hz, step 1 Hz
- . digital filter low pass: 1000-50
- . digital filter high pass: 0-250
- . frequency response: 7-950 Hz, filter at 950 Hz
- . dynamic range: 93 dB
- . noise: 0,66 uV RMS, gain = 55 dB
- . crosstalk: 52 dB, gain = 55 dB
- . power: 12 V.

Il software di acquisizione dati è “ECHO 12-24” vers. 7.00. L’attrezzatura è completata da 1 cavo sismico a 24 takes out spazati a 3 m, con connettori *cannon*, montati su rullo, geofoni “Geospace” a 4,5 Hz, cannoncino per cartucce industriali, mazza di battuta da 8 Kg con interruttore starter, geofono starter, cavo trigger da 200 m montato su rullo.

Lo stendimento impiegato per i profili MASW in oggetto ha le seguenti caratteristiche, in particolare:

- n. geofoni: 12
- spaziatura fra i geofoni: 2 m
- n. shots: sono state effettuate 2 rilevazioni, impiegando esclusivamente la mazza di battuta, a distanze di 4.0, 5.0 e 6.0 metri dalla linea geofonica.
- tempo di acquisizione: 1.000 msec.

I profili sono da considerare orizzontali, in quanto i dislivelli massimi lungo lo stendimento sono modesti (nell'ordine dei centimetri).

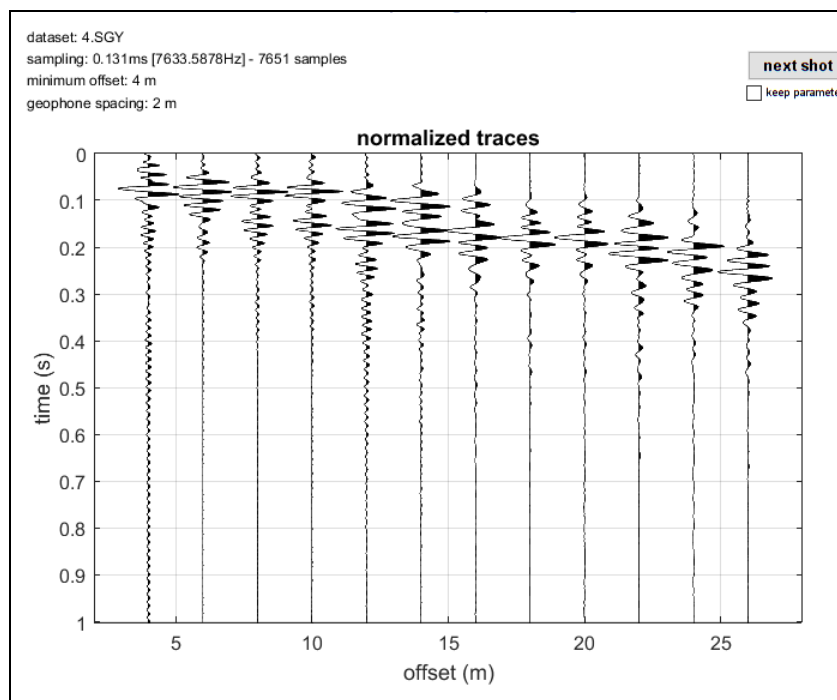
#### INTERPRETAZIONE DEI DATI

Per il processo di interpretazione è stato utilizzata la curva di dispersione relativa allo "shot" posto a un offset di 4,0 m dalla linea geofonica.

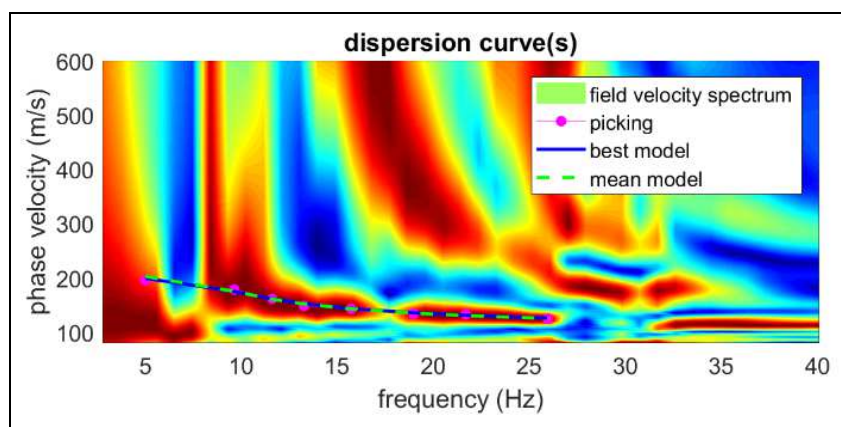
Per l'interpretazione dei dati è stato impiegato il software winMASW, il quale consente la determinazione di profili verticali della velocità delle onde di taglio Vs tramite l'inversione delle curve di dispersione ottenute, effettuata con algoritmi "genetici". Tale programma è in grado di operare sui records in formato SGY prodotti dalla strumentazione Ambrogeo secondo la procedura specifica descritta nel capitolo introduttivo.

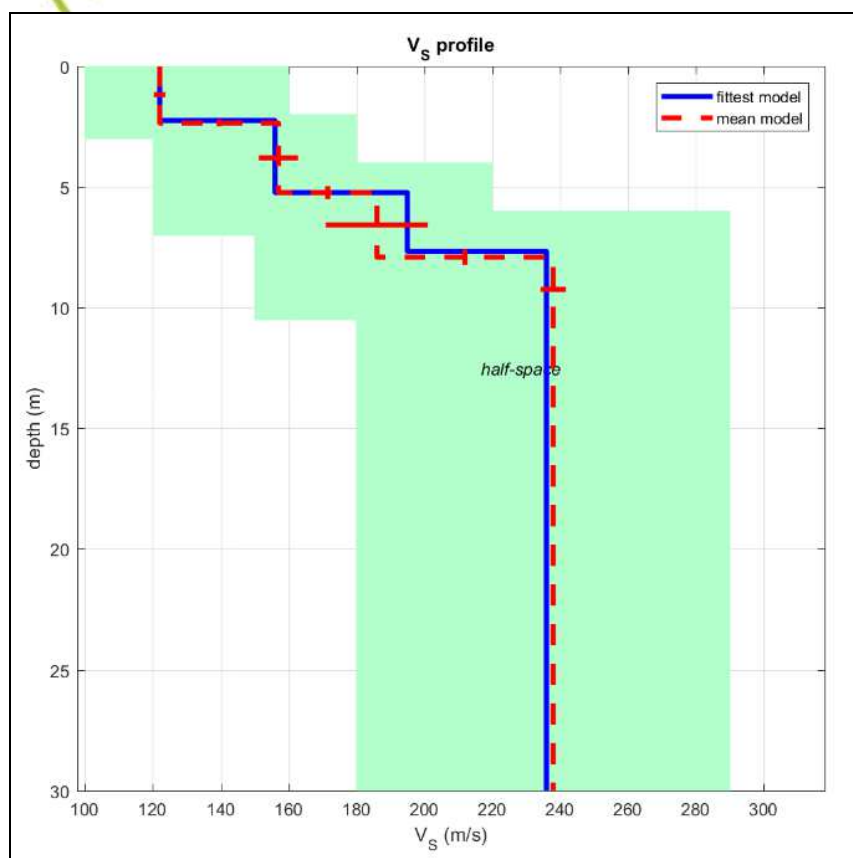
Come già accennato, per dare uno spazio di ricerca significativo al processo di inversione, e per avere un ausilio tramite modellazione diretta, ci si è basati anche su dati del contesto geolitologico locale.

La rappresentazione del file dei dati acquisiti (“common-shot gather” – segnale per i vari geofoni nel tempo di acquisizione di 1000 msec) è la seguente:



Quello che segue è lo *spettro di velocità* (velocità di fase in funzione della frequenza), con relativo picking della curva di dispersione delle onde di superficie, cioè la determinazione dei punti che si ritengono appartenere, in questo caso, al *modo fondamentale* di propagazione dell’onda superficiale di Rayleigh:





Sono stati perciò individuati 4 strati a diversa velocità V<sub>sh</sub>, e precisamente:

- secondo il MODELLO MEDIO:

strato	1	2	3	4
V <sub>Sh</sub> (m/sec)	122	157	186	238
Spessore(m)	2.3	2.9	2.7	

Si rimanda alla valutazione del progettista circa la definizione della categoria di suolo di fondazione in funzione della tipologia e delle caratteristiche dell'opera prevista.



*Allegati:*

- Risultato elaborazione masw

*Altopascio, ottobre 2020*

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.  
Loc. Biagioni, 60 - 55010 SPIANATE (LU)  
Tel. 0583.20799  
C.F. e P. IVA 02019570460  
Reg. Imprese di Lucca 02019570460  
Capitale versato € 12.000,00

**Mappo Geognostica**

**Mappo Geognostica Srl**

Loc. Biagioni, 60

55010 Spianate (LU)

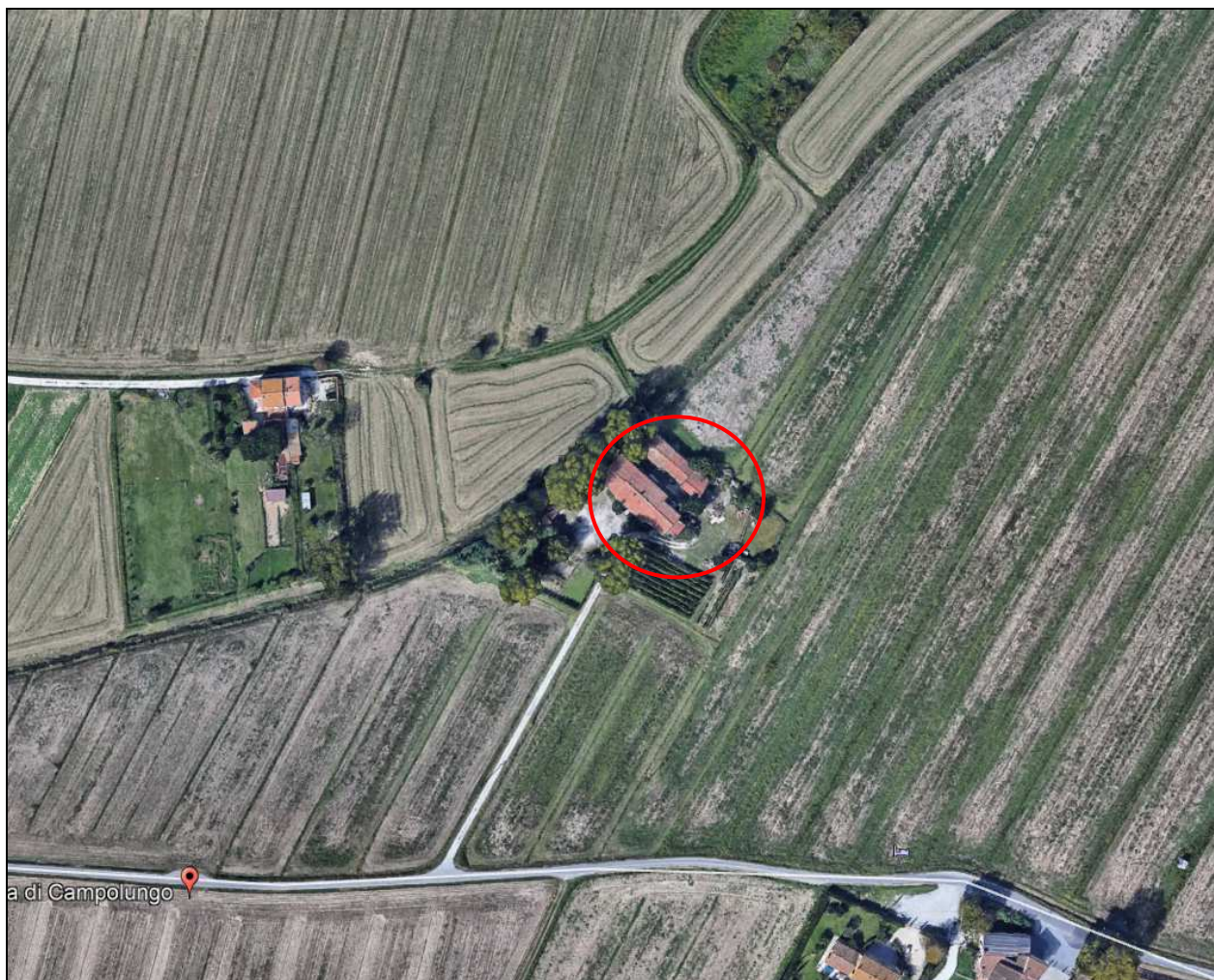
Tel. 0583.20799 Fax 0572.930069

P.IVA 02019570460

[www.mappogeognostica.it](http://www.mappogeognostica.it)



# ESECUZIONE DI N. 1 INDAGINI GEOFISICA MASW ESEGUITA IN VIA DI CAMPOLUNGO NEL COMUNE DI S. GIULIANO TERME



Dispersion curve: number of frequency-velocity points=10

===== SECTION#1

dataset: 4.SGY

sampling (ms): 0.131

minimum offset (m): 4

geophone spacing (m): 2

Dispersion curve: 4pick.cdp

Number of individuals: 32

Number of generations: 33

## Rayleigh-wave dispersion analysis

Adopted search space (minimum Vs): 100 120 150 180

Adopted search space (maximum Vs): 160 180 220 290

Adopted search space (minimum Poisson): 0.2 0.2 0.2 0.2

Adopted search space (maximum Poisson): 0.499 0.499 0.499 0.499

## Rayleigh-wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -4.8492 -0.78359

Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -4.1758 -0.78359

Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -4.2304 -0.78359

Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -4.4367 -0.78359

Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -4.3816 -0.78359

Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -3.1886 -0.78359

Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -2.8573 -0.78359

Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -2.9676 -0.78359

Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -2.9833 -0.78359

Model after the Vs & Thickness optimization (fixed Poisson values):

Vs (m/s): 122 156 195 236

Thickness (m): 2.2 3 2.4

Number of models considered to calculate the average model: 69

#####  
RESULTS winMASW Pro  
#####

Dataset: 4.SGY

Analyzed curve/spectrum: 4pick.cdp

## MEAN MODEL

Vs (m/s): 122 157 186 238

Standard deviations (m/s): 2 6 15 4

Thickness (m): 2.3 2.9 2.7

Standard deviations (m): 0.1 0.3 0.3

Approximate values for Vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s): 390 281 499 419

Density (gr/cm3): 1.83 1.75 1.89 1.84

Vp/Vs ratio: 3.20 1.79 2.68 1.76

Poisson: 0.45 0.27 0.42 0.26

Shear modulus (MPa): 27 43 65 104



Fundamental mode

Mean model

f(Hz)	VR(m/s)
5.00967	202.1308
9.64998	174.4677
11.6234	160.1314
13.2769	151.3123
15.7304	142.3064
18.9839	134.4318
21.7041	129.7587
25.9711	124.6252

BEST MODEL

Vs (m/s): 122 156 195 236

thickness (m): 2.2426 2.9855 2.4316

Approximate values for Vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s): 446 255 524 387

Density (gr/cm3): 1.86 1.72 1.90 1.82

Vp/Vs ratio: 3.66 1.63 2.69 1.64

Poisson: 0.46 0.20 0.42 0.20

Shear modulus (MPa): 28 42 72 102

dispersion curve (frequency - Rayleigh phase velocity)

Fundamental mode)

best model

F(Hz)	VR(m/s)
5.00967	198.651
9.64998	174.3383
11.6234	160.7522
13.2769	151.878
15.7304	142.7404
18.9839	134.9607
21.7041	130.4463
25.9711	125.4437

Maximum penetration depth according to the "Steady State Rayleigh Method": 30 m

winMASW Pro

Surface Wave Analysis

[www.eliosoft.it](http://www.eliosoft.it)

## Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii  
Muro rigido: 0

### Sito in esame.

latitudine: 43,74827  
longitudine: 10,426618  
Classe: 2  
Vita nominale: 50

### Siti di riferimento

Sito 1 ID: 20046	Lat: 43,7435	Lon: 10,3757	Distanza: 4123,200
Sito 2 ID: 20047	Lat: 43,7453	Lon: 10,4450	Distanza: 1508,959
Sito 3 ID: 19825	Lat: 43,7953	Lon: 10,4425	Distanza: 5383,057
Sito 4 ID: 19824	Lat: 43,7935	Lon: 10,3732	Distanza: 6610,485

## Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C  
Categoria topografica: T1  
Periodo di riferimento: 50anni  
Coefficiente cu: 1

### Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
Tr: 30 [anni]  
ag: 0,039 g  
Fo: 2,579  
Tc\*: 0,226 [s]

### Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
Tr: 50 [anni]  
ag: 0,048 g  
Fo: 2,556  
Tc\*: 0,249 [s]

### Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
Tr: 475 [anni]  
ag: 0,121 g  
Fo: 2,360  
Tc\*: 0,282 [s]

### Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %  
Tr: 975 [anni]  
ag: 0,154 g  
Fo: 2,385  
Tc\*: 0,285 [s]

## Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:  
Ss: 1,500  
Cc: 1,710  
St: 1,000  
Kh: 0,012  
Kv: 0,006  
Amax: 0,573  
Beta: 0,200

SLD:  
Ss: 1,500  
Cc: 1,660  
St: 1,000  
Kh: 0,014  
Kv: 0,007  
Amax: 0,711  
Beta: 0,200

SLV:  
Ss: 1,500  
Cc: 1,590  
St: 1,000  
Kh: 0,043  
Kv: 0,022  
Amax: 1,776  
Beta: 0,240

SLC:  
Ss: 1,480  
Cc: 1,590  
St: 1,000  
Kh: 0,055  
Kv: 0,027  
Amax: 2,240  
Beta: 0,240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50  
Geostru

Coordinate WGS84  
latitudine: 43.747305  
longitudine: 10.425617

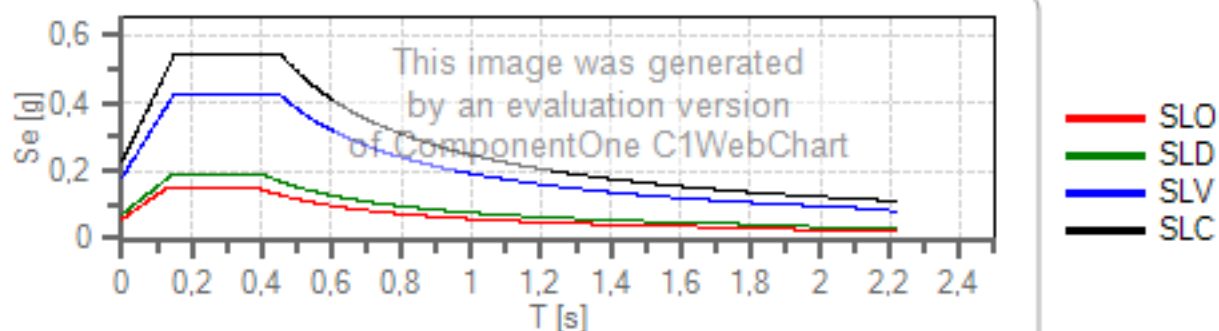
## Spettri di risposta

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali e verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso = 5 %

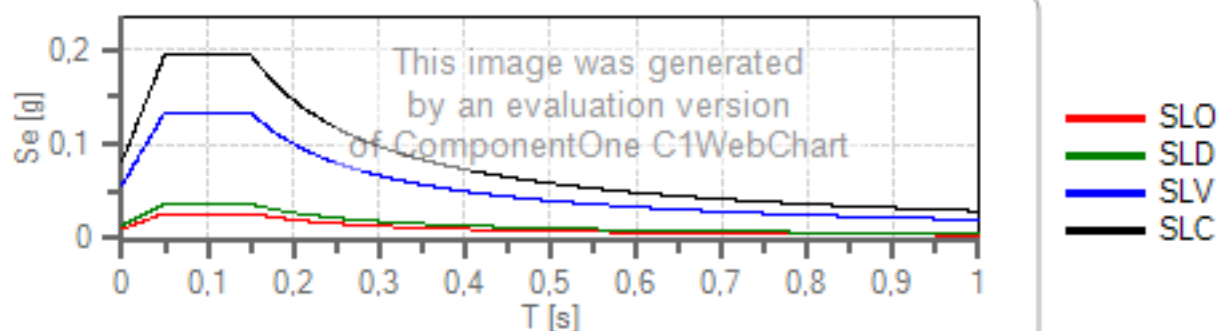
Fattore che altera lo spettro elastico = 1,000

#### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1	0,039	2,579	0,226	1,500	1,710	1,000	1,500	1,000	0,129	0,387	1,756
SLD	1	0,048	2,556	0,249	1,500	1,660	1,000	1,500	1,000	0,138	0,413	1,793
SLV	1	0,121	2,360	0,282	1,500	1,590	1,000	1,500	1,000	0,150	0,449	2,083
SLC	1	0,154	2,385	0,285	1,480	1,590	1,000	1,480	1,000	0,151	0,453	2,217

#### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1	0,039	2,579	0,226	1,000	1,710	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLD	1	0,048	2,556	0,249	1,000	1,660	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLV	1	0,121	2,360	0,282	1,000	1,590	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLC	1	0,154	2,385	0,285	1,000	1,590	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000

### Spettro di progetto

Coefficiente di struttura q per lo spettro orizzontale = 1.5

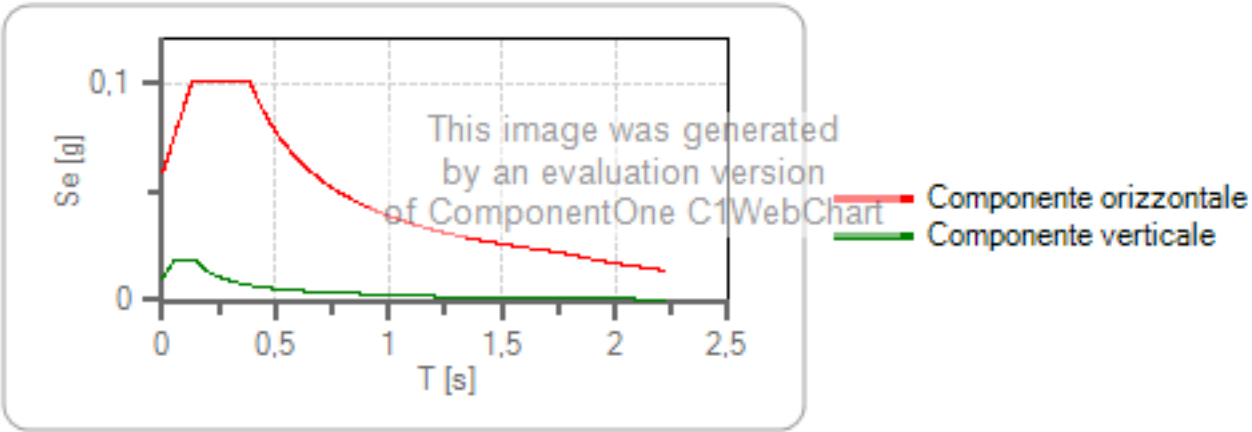
per lo spettro orizzontale = 0,667

Coefficiente di struttura q per lo spettro verticale = 1.5

per lo spettro verticale = 0,667

Stato limite: SLO

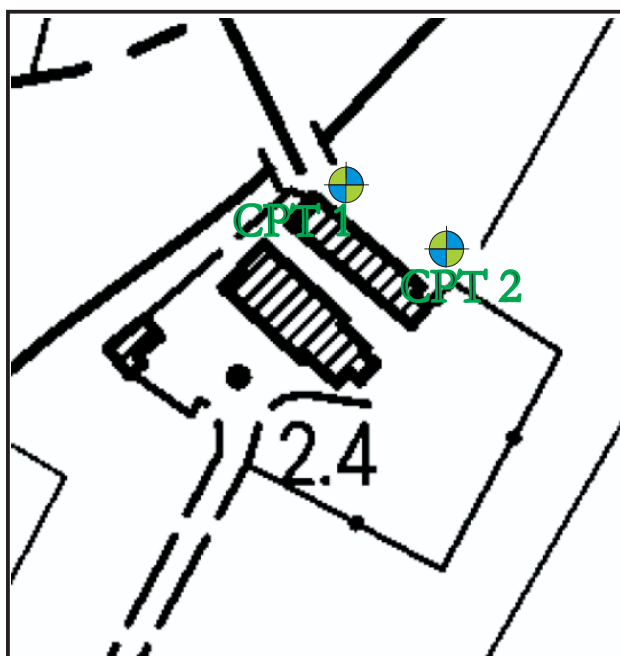
Spettri di progetto per lo stato limite: SLO



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO orizzontale	1	0,039	2,579	0,226	1,500	1,710	1,000	1,500	1,500	0,129	0,387	1,756
SLO verticale	1	0,039	2,579	0,226	1,500	1,710	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000

## UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

**CPT**  prove penetrometriche statiche





55010 loc. Biagioni, 60 Spianate (LU)  
tel-fax 0583 20799 cell. 335 7215712  
P.IVA 02019570460

## INDAGINI GEOGNOSTICHE

prove in situ

Autorizzazione Ministero  
delle Infrastrutture e dei  
Trasporti ad effettuare e  
certificare prove  
geotecniche sui terreni n.  
5021 del 24/05/2011

### PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT

*Il presente certificato è composto da n. 5 pagine*

*norma di riferimento:* Raccomandazioni AGI 1977  
*deviazioni dalla norma:*

verbale di accettazione n. **133/2020**

del **09/10/2020**

certificato di prova n. **258/2020**

del **09/10/2020**

Comm.te:

**Edil Mema di Mema Flori**

Località:

**Via di Campolungo, San Giuliano Terme (PI)**

prova n.

**1**

### CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

*penetrometro:* Pagani TG 63-100/200 n. matricola P 001138  
*sistema di ancoraggio  $\phi$ :* 100 x 1000  
*sistema di misura:* selettore con cella di carico e scheda elettronica acquisizione dati manuale  
*punta:* conica meccanica

<i>diametro</i>	3.57	cm
<i>area punta</i>	10	cm <sup>2</sup>
<i>angolo di apertura</i>	60	°
<i>area manicotto</i>	150	cm <sup>2</sup>

### DATI DI PROVA

*data inizio lavori:* 09/10/2020

*prof. inizio prova (m):* - 0.00 da p.c.

*data fine lavori:* 09/10/2020

*prof. fine prova (m):* - 10.00 da p.c.

**Prescavo profondità** metri 0.00

*totale metri prova:* 10.00 m

**Installato piezometro** metri 0.00

*livello di falda (m):* - 0.00 da p.c.

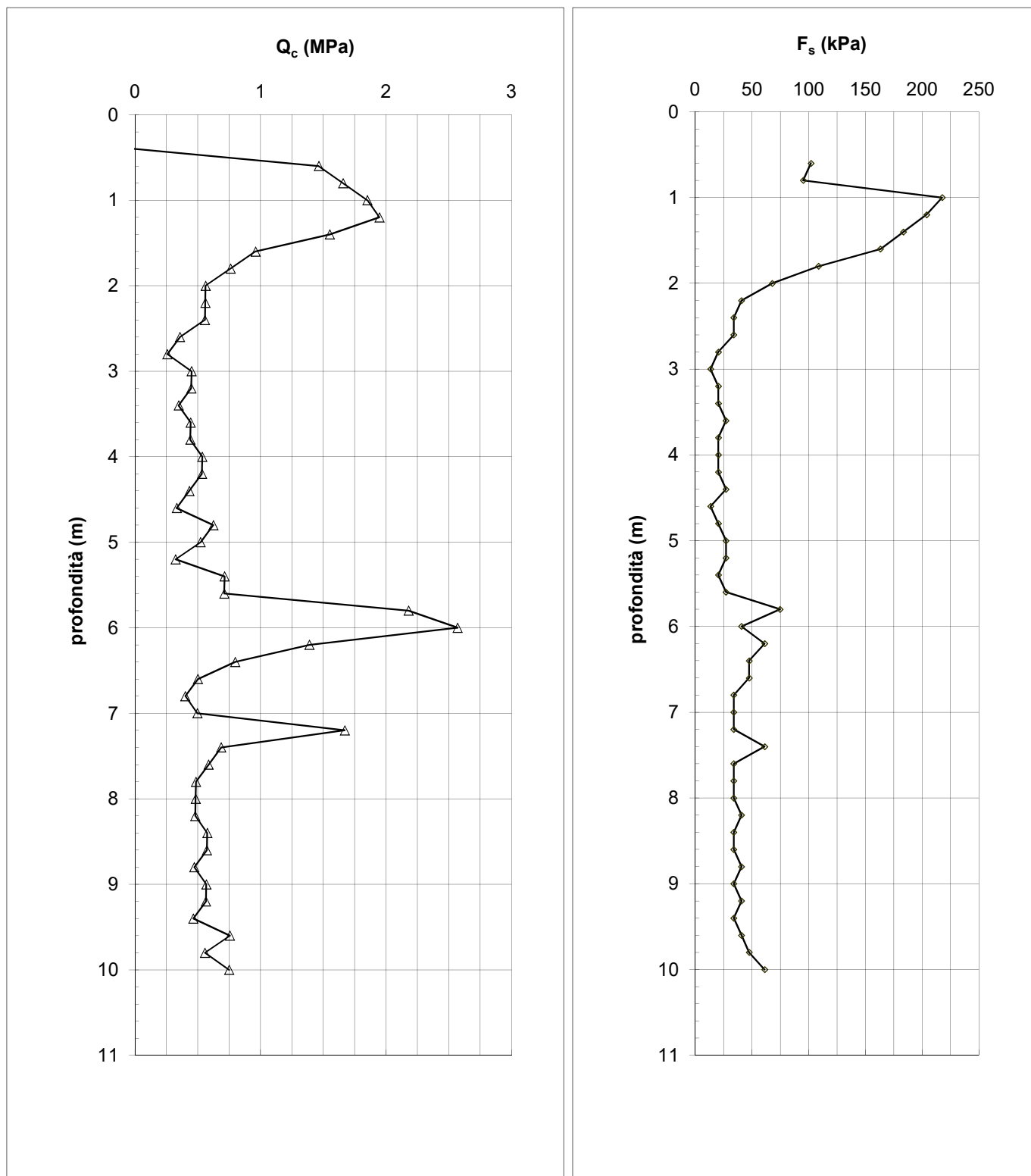
profondità base strato da p.c. (m)	Letture di campagna (kg/cm <sup>2</sup> )		Forza assiale (kN)		Resistenza alla punta - $q_c$ (MPa)	Attrito laterale unitario - $f_s$ (kPa)	$q_c/f_s$	note
	punta	punta + manicotto	punta	punta + manicotto				
0.20								
0.40								
0.60	15.00	30.00	1.46	2.94	1.46	95.17	15.39	
0.80	17.00	31.00	1.66	3.03	1.66	217.54	7.62	
1.00	19.00	51.00	1.85	4.99	1.85	203.94	9.08	
1.20	20.00	50.00	1.95	4.89	1.95	183.55	10.61	

profondità da p.c. (m)	Lecture (kg/cm <sup>2</sup> )		Forza assiale (kN)		Resistenza alla punta - $q_c$ (MPa)	Attrito laterale unitario - $f_s$ (kPa)	$q_c/f_s$	note
	punta	punta + manicotto	punta	punta + manicotto				
1.40	16.00	43.00	1.55	4.20	1.55	163.15	9.51	
1.60	10.00	34.00	0.96	3.31	0.96	108.77	8.83	
1.80	8.00	24.00	0.76	2.33	0.76	67.98	11.21	
2.00	6.00	16.00	0.56	1.54	0.56	40.79	13.81	
2.20	6.00	12.00	0.56	1.15	0.56	33.99	16.49	
2.40	6.00	11.00	0.56	1.05	0.56	33.99	16.41	
2.60	4.00	9.00	0.36	0.85	0.36	20.39	17.61	
2.80	3.00	6.00	0.26	0.55	0.26	13.60	19.01	
3.00	5.00	7.00	0.45	0.65	0.45	20.39	22.16	
3.20	5.00	8.00	0.45	0.74	0.45	20.39	22.03	
3.40	4.00	7.00	0.35	0.64	0.35	27.19	12.82	
3.60	5.00	9.00	0.44	0.84	0.44	20.39	21.77	
3.80	5.00	8.00	0.44	0.74	0.44	20.39	21.64	
4.00	6.00	9.00	0.54	0.83	0.54	20.39	26.32	
4.20	6.00	9.00	0.53	0.83	0.53	27.19	19.64	
4.40	5.00	9.00	0.43	0.83	0.43	13.60	31.88	
4.60	4.00	6.00	0.33	0.53	0.33	20.39	16.31	
4.80	7.00	10.00	0.62	0.92	0.62	27.19	22.96	
5.00	6.00	10.00	0.52	0.92	0.52	27.19	19.25	
5.20	4.00	8.00	0.32	0.72	0.32	20.39	15.92	
5.40	8.00	11.00	0.71	1.01	0.71	27.19	26.27	
5.60	8.00	12.00	0.71	1.10	0.71	74.78	9.52	
5.80	23.00	34.00	2.18	3.26	2.18	40.79	53.45	
6.00	27.00	33.00	2.57	3.16	2.57	61.18	42.00	
6.20	15.00	24.00	1.39	2.27	1.39	47.59	29.21	
6.40	9.00	16.00	0.80	1.49	0.80	47.59	16.79	
6.60	6.00	13.00	0.50	1.19	0.50	33.99	14.78	
6.80	5.00	10.00	0.40	0.89	0.40	33.99	11.82	
7.00	6.00	11.00	0.50	0.99	0.50	33.99	14.62	
7.20	18.00	23.00	1.67	2.16	1.67	61.18	27.31	
7.40	8.00	17.00	0.69	1.57	0.69	33.99	20.24	
7.60	7.00	12.00	0.59	1.08	0.59	33.99	17.27	
7.80	6.00	11.00	0.49	0.98	0.49	33.99	14.31	
8.00	6.00	11.00	0.48	0.97	0.48	40.79	11.86	
8.20	6.00	12.00	0.48	1.07	0.48	33.99	14.16	
8.40	7.00	12.00	0.58	1.07	0.58	33.99	16.96	
8.60	7.00	12.00	0.57	1.06	0.57	40.79	14.07	
8.80	6.00	12.00	0.47	1.06	0.47	33.99	13.92	
9.00	7.00	12.00	0.57	1.06	0.57	40.79	13.94	



profondità da p.c. (m)	Lecture (kg/cm <sup>2</sup> )		Forza assiale (kN)		Resistenza alla punta - $q_c$ (MPa)	Attrito laterale unitario - $f_s$ (kPa)	$q_c/f_s$	note
	punta	punta + manicotto	punta	punta + manicotto				
9.20	7.00	13.00	0.57	1.15	0.57	33.99	16.65	
9.40	6.00	11.00	0.47	0.96	0.47	40.79	11.41	
9.60	9.00	15.00	0.76	1.35	0.76	47.59	15.90	
9.80	7.00	14.00	0.56	1.24	0.56	61.18	9.12	
10.00	9.00	18.00	0.75	1.63	0.75			
10.20								
10.40								
10.60								
10.80								
11.00								
11.20								
11.40								
11.60								
11.80								
12.00								
12.20								
12.40								
12.60								
12.80								
13.00								
13.20								
13.40								
13.60								
13.80								
14.00								
14.20								
14.40								
14.60								
14.80								
15.00								
15.20								
15.40								
15.60								
15.80								
16.00								
16.20								
16.40								
16.60								
16.80								
17.00								

## DIAGRAMMI



## UBICAZIONE DELLA PROVA





55010 loc. Biagioni, 60 Spianate (LU)  
tel-fax 0583 20799 cell. 335 7215712  
P.IVA 02019570460

## INDAGINI GEOGNOSTICHE

prove in situ

Autorizzazione Ministero  
delle Infrastrutture e dei  
Trasporti ad effettuare e  
certificare prove  
geotecniche sui terreni n.  
5021 del 24/05/2011

### PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT

*Il presente certificato è composto da n. 5 pagine*

*norma di riferimento:* Raccomandazioni AGI 1977  
*deviazioni dalla norma:*

verbale di accettazione n. **133/2020**  
certificato di prova n. **259/2020**

del **09/10/2020**  
del **09/10/2020**

Comm.te: **Edil Mema di Mema Flori**  
Località: **Via di Campolungo, San Giuliano Terme (PI)**  
prova n. **2**

### CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

*penetrometro:* Pagani TG 63-100/200 n. matricola P 001138  
*sistema di ancoraggio  $\phi$ :* 100 x 1000  
*sistema di misura:* selettore con cella di carico e scheda elettronica acquisizione dati manuale  
*punta:* conica meccanica

<i>diametro</i>	3.57	cm
<i>area punta</i>	10	cm <sup>2</sup>
<i>angolo di apertura</i>	60	°
<i>area manicotto</i>	150	cm <sup>2</sup>

### DATI DI PROVA

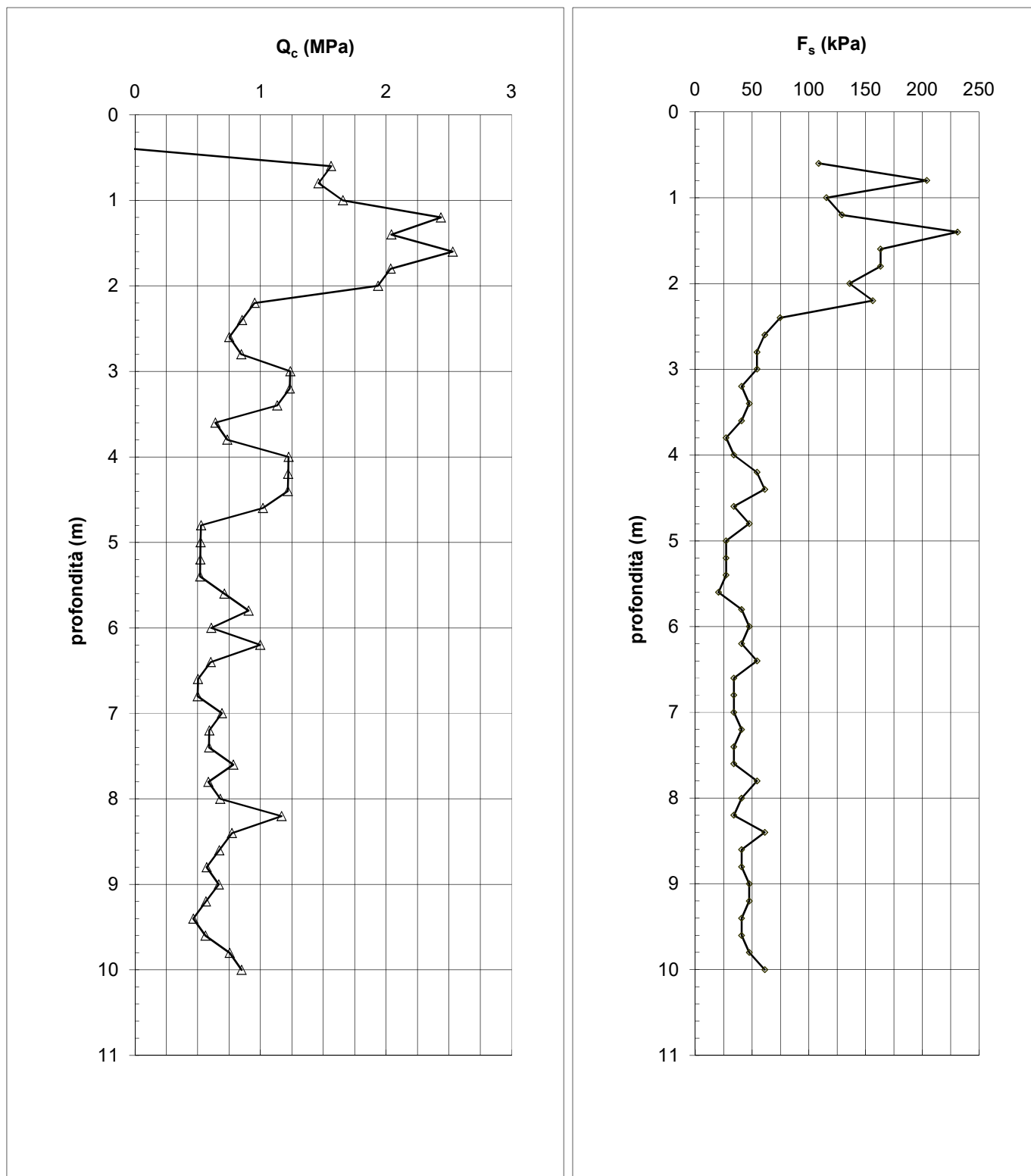
<i>data inizio lavori:</i> 09/10/2020	<i>prof. inizio prova (m):</i> -	0.00	da p.c.
<i>data fine lavori:</i> 09/10/2020	<i>prof. fine prova (m):</i> -	10.00	da p.c.
<b>Prescavo profondità</b> metri 0.00	<i>totale metri prova:</i>	10.00	m
<b>Installato piezometro</b> metri 0.00	<i>livello di falda (m):</i> -	0.00	da p.c.

profondità base strato da p.c. (m)	Letture di campagna (kg/cm <sup>2</sup> )		Forza assiale (kN)		Resistenza alla punta - $q_c$ (MPa)	Attrito laterale unitario - $f_s$ (kPa)	$q_c/f_s$	note
	punta	punta + manicotto	punta	punta + manicotto				
0.20								
0.40								
0.60	16.00	32.00	1.56	3.13	1.56	203.94	7.66	
0.80	15.00	45.00	1.46	4.40	1.46	115.57	12.65	
1.00	17.00	34.00	1.66	3.32	1.66	129.16	12.81	
1.20	25.00	44.00	2.44	4.30	2.44	231.14	10.54	

profondità da p.c. (m)	Lecture (kg/cm <sup>2</sup> )		Forza assiale (kN)		Resistenza alla punta - $q_c$ (MPa)	Attrito laterale unitario - $f_s$ (kPa)	$q_c/f_s$	note
	punta	punta + manicotto	punta	punta + manicotto				
1.40	21.00	55.00	2.04	5.38	2.04	163.15	12.52	
1.60	26.00	50.00	2.53	4.88	2.53	163.15	15.51	
1.80	21.00	45.00	2.04	4.39	2.04	135.96	14.98	
2.00	20.00	40.00	1.94	3.90	1.94	156.36	12.38	
2.20	10.00	33.00	0.95	3.21	0.95	74.78	12.74	
2.40	9.00	20.00	0.85	1.93	0.85	61.18	13.93	
2.60	8.00	17.00	0.75	1.63	0.75	54.38	13.82	
2.80	9.00	17.00	0.85	1.63	0.85	54.38	15.57	
3.00	13.00	21.00	1.24	2.02	1.24	40.79	30.31	
3.20	13.00	19.00	1.23	1.82	1.23	47.59	25.93	
3.40	12.00	19.00	1.13	1.82	1.13	40.79	27.78	
3.60	7.00	13.00	0.64	1.23	0.64	27.19	23.54	
3.80	8.00	12.00	0.74	1.13	0.74	33.99	21.64	
4.00	13.00	18.00	1.22	1.71	1.22	54.38	22.49	
4.20	13.00	21.00	1.22	2.01	1.22	61.18	19.95	
4.40	13.00	22.00	1.22	2.10	1.22	33.99	35.83	
4.60	11.00	16.00	1.02	1.51	1.02	47.59	21.42	
4.80	6.00	13.00	0.53	1.21	0.53	27.19	19.35	
5.00	6.00	10.00	0.52	0.92	0.52	27.19	19.25	
5.20	6.00	10.00	0.52	0.91	0.52	27.19	19.16	
5.40	6.00	10.00	0.52	0.91	0.52	20.39	25.41	
5.60	8.00	11.00	0.71	1.01	0.71	40.79	17.45	
5.80	10.00	16.00	0.91	1.49	0.91	47.59	19.02	
6.00	7.00	14.00	0.61	1.29	0.61	40.79	14.91	
6.20	11.00	17.00	1.00	1.59	1.00	54.38	18.35	
6.40	7.00	15.00	0.60	1.39	0.60	33.99	17.74	
6.60	6.00	11.00	0.50	0.99	0.50	33.99	14.78	
6.80	6.00	11.00	0.50	0.99	0.50	33.99	14.70	
7.00	8.00	13.00	0.69	1.18	0.69	40.79	16.99	
7.20	7.00	13.00	0.59	1.18	0.59	33.99	17.43	
7.40	7.00	12.00	0.59	1.08	0.59	33.99	17.35	
7.60	9.00	14.00	0.78	1.27	0.78	54.38	14.40	
7.80	7.00	15.00	0.58	1.37	0.58	40.79	14.33	
8.00	8.00	14.00	0.68	1.27	0.68	33.99	20.00	
8.20	13.00	18.00	1.17	1.66	1.17	61.18	19.08	
8.40	9.00	18.00	0.77	1.66	0.77	40.79	18.94	
8.60	8.00	14.00	0.67	1.26	0.67	40.79	16.48	
8.80	7.00	13.00	0.57	1.16	0.57	47.59	12.01	
9.00	8.00	15.00	0.67	1.35	0.67	47.59	14.01	

profondità da p.c. (m)	Lecture (kg/cm <sup>2</sup> )		Forza assiale (kN)		Resistenza alla punta - $q_c$ (MPa)	Attrito laterale unitario - $f_s$ (kPa)	$q_c/f_s$	note
	punta	punta + manicotto	punta	punta + manicotto				
9.20	7.00	14.00	0.57	1.25	0.57	40.79	13.88	
9.40	6.00	12.00	0.47	1.05	0.47	40.79	11.41	
9.60	7.00	13.00	0.56	1.15	0.56	47.59	11.78	
9.80	9.00	16.00	0.75	1.44	0.75	61.18	12.33	
10.00	10.00	19.00	0.85	1.73	0.85			
10.20								
10.40								
10.60								
10.80								
11.00								
11.20								
11.40								
11.60								
11.80								
12.00								
12.20								
12.40								
12.60								
12.80								
13.00								
13.20								
13.40								
13.60								
13.80								
14.00								
14.20								
14.40								
14.60								
14.80								
15.00								
15.20								
15.40								
15.60								
15.80								
16.00								
16.20								
16.40								
16.60								
16.80								
17.00								

## DIAGRAMMI





## UBICAZIONE DELLA PROVA



# PROVA PENETROMETRICA STATICA

## LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-077

- committente : Geol. Benedetti Luca  
 - lavoro :  
 - località : Via Campolungo, San Giuliano Terme (PI)  
 - note :

- data : 09/10/2020  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm <sup>2</sup>	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm <sup>2</sup>	fs	qc/fs
	punta	laterale					punta	laterale			
0,20	----	----	--	-----	----	5,20	4,0	8,0	4,0	0,20	20,0
0,40	----	----	--	1,00	----	5,40	8,0	11,0	8,0	0,27	30,0
0,60	15,0	30,0	15,0	0,93	16,0	5,60	8,0	12,0	8,0	0,73	11,0
0,80	17,0	31,0	17,0	2,13	8,0	5,80	23,0	34,0	23,0	0,40	57,0
<b>1,00</b>	19,0	51,0	19,0	2,00	10,0	<b>6,00</b>	27,0	33,0	27,0	0,60	45,0
1,20	20,0	50,0	20,0	1,80	11,0	6,20	15,0	24,0	15,0	0,47	32,0
1,40	16,0	43,0	16,0	1,60	10,0	6,40	9,0	16,0	9,0	0,47	19,0
1,60	10,0	34,0	10,0	1,07	9,0	6,60	6,0	13,0	6,0	0,33	18,0
1,80	8,0	24,0	8,0	0,67	12,0	6,80	5,0	10,0	5,0	0,33	15,0
<b>2,00</b>	6,0	16,0	6,0	0,40	15,0	<b>7,00</b>	6,0	11,0	6,0	0,33	18,0
2,20	6,0	12,0	6,0	0,33	18,0	7,20	18,0	23,0	18,0	0,60	30,0
2,40	6,0	11,0	6,0	0,33	18,0	7,40	8,0	17,0	8,0	0,33	24,0
2,60	4,0	9,0	4,0	0,20	20,0	7,60	7,0	12,0	7,0	0,33	21,0
2,80	3,0	6,0	3,0	0,13	22,0	7,80	6,0	11,0	6,0	0,33	18,0
<b>3,00</b>	5,0	7,0	5,0	0,20	25,0	<b>8,00</b>	6,0	11,0	6,0	0,40	15,0
3,20	5,0	8,0	5,0	0,20	25,0	8,20	6,0	12,0	6,0	0,33	18,0
3,40	4,0	7,0	4,0	0,27	15,0	8,40	7,0	12,0	7,0	0,33	21,0
3,60	5,0	9,0	5,0	0,20	25,0	8,60	7,0	12,0	7,0	0,40	17,0
3,80	5,0	8,0	5,0	0,20	25,0	8,80	6,0	12,0	6,0	0,33	18,0
<b>4,00</b>	6,0	9,0	6,0	0,20	30,0	<b>9,00</b>	7,0	12,0	7,0	0,40	17,0
4,20	6,0	9,0	6,0	0,27	22,0	9,20	7,0	13,0	7,0	0,33	21,0
4,40	5,0	9,0	5,0	0,13	37,0	9,40	6,0	11,0	6,0	0,40	15,0
4,60	4,0	6,0	4,0	0,20	20,0	9,60	9,0	15,0	9,0	0,47	19,0
4,80	7,0	10,0	7,0	0,27	26,0	9,80	7,0	14,0	7,0	0,60	12,0
<b>5,00</b>	6,0	10,0	6,0	0,27	22,0	<b>10,00</b>	9,0	18,0	9,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t  
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
 - punta meccanica tipo Begemann  $\varnothing = 35.7$  mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
 - manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

# PROVA PENETROMETRICA STATICA

## LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

2.01PG05-077

- committente : Geol. Benedetti Luca  
 - lavoro :  
 - località : Via Campolungo, San Giuliano Terme (PI)  
 - note :

- data : 09/10/2020  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm <sup>2</sup>	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm <sup>2</sup>	fs	qc/fs
	punta	laterale					punta	laterale			
0,20	----	----	--	-----	----	5,20	6,0	10,0	6,0	0,27	22,0
0,40	----	----	--	1,07	----	5,40	6,0	10,0	6,0	0,20	30,0
0,60	16,0	32,0	16,0	2,00	8,0	5,60	8,0	11,0	8,0	0,40	20,0
0,80	15,0	45,0	15,0	1,13	13,0	5,80	10,0	16,0	10,0	0,47	21,0
<b>1,00</b>	17,0	34,0	17,0	1,27	13,0	<b>6,00</b>	7,0	14,0	7,0	0,40	17,0
1,20	25,0	44,0	25,0	2,27	11,0	6,20	11,0	17,0	11,0	0,53	21,0
1,40	21,0	55,0	21,0	1,60	13,0	6,40	7,0	15,0	7,0	0,33	21,0
1,60	26,0	50,0	26,0	1,60	16,0	6,60	6,0	11,0	6,0	0,33	18,0
1,80	21,0	45,0	21,0	1,33	16,0	6,80	6,0	11,0	6,0	0,33	18,0
<b>2,00</b>	20,0	40,0	20,0	1,53	13,0	<b>7,00</b>	8,0	13,0	8,0	0,40	20,0
2,20	10,0	33,0	10,0	0,73	14,0	7,20	7,0	13,0	7,0	0,33	21,0
2,40	9,0	20,0	9,0	0,60	15,0	7,40	7,0	12,0	7,0	0,33	21,0
2,60	8,0	17,0	8,0	0,53	15,0	7,60	9,0	14,0	9,0	0,53	17,0
2,80	9,0	17,0	9,0	0,53	17,0	7,80	7,0	15,0	7,0	0,40	17,0
<b>3,00</b>	13,0	21,0	13,0	0,40	32,0	<b>8,00</b>	8,0	14,0	8,0	0,33	24,0
3,20	13,0	19,0	13,0	0,47	28,0	8,20	13,0	18,0	13,0	0,60	22,0
3,40	12,0	19,0	12,0	0,40	30,0	8,40	9,0	18,0	9,0	0,40	22,0
3,60	7,0	13,0	7,0	0,27	26,0	8,60	8,0	14,0	8,0	0,40	20,0
3,80	8,0	12,0	8,0	0,33	24,0	8,80	7,0	13,0	7,0	0,47	15,0
<b>4,00</b>	13,0	18,0	13,0	0,53	24,0	<b>9,00</b>	8,0	15,0	8,0	0,47	17,0
4,20	13,0	21,0	13,0	0,60	22,0	9,20	7,0	14,0	7,0	0,40	17,0
4,40	13,0	22,0	13,0	0,33	39,0	9,40	6,0	12,0	6,0	0,40	15,0
4,60	11,0	16,0	11,0	0,47	24,0	9,60	7,0	13,0	7,0	0,47	15,0
4,80	6,0	13,0	6,0	0,27	22,0	9,80	9,0	16,0	9,0	0,60	15,0
<b>5,00</b>	6,0	10,0	6,0	0,27	22,0	<b>10,00</b>	10,0	19,0	10,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t  
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
 - punta meccanica tipo Begemann  $\varnothing = 35.7$  mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
 - manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

# PROVA PENETROMETRICA STATICA

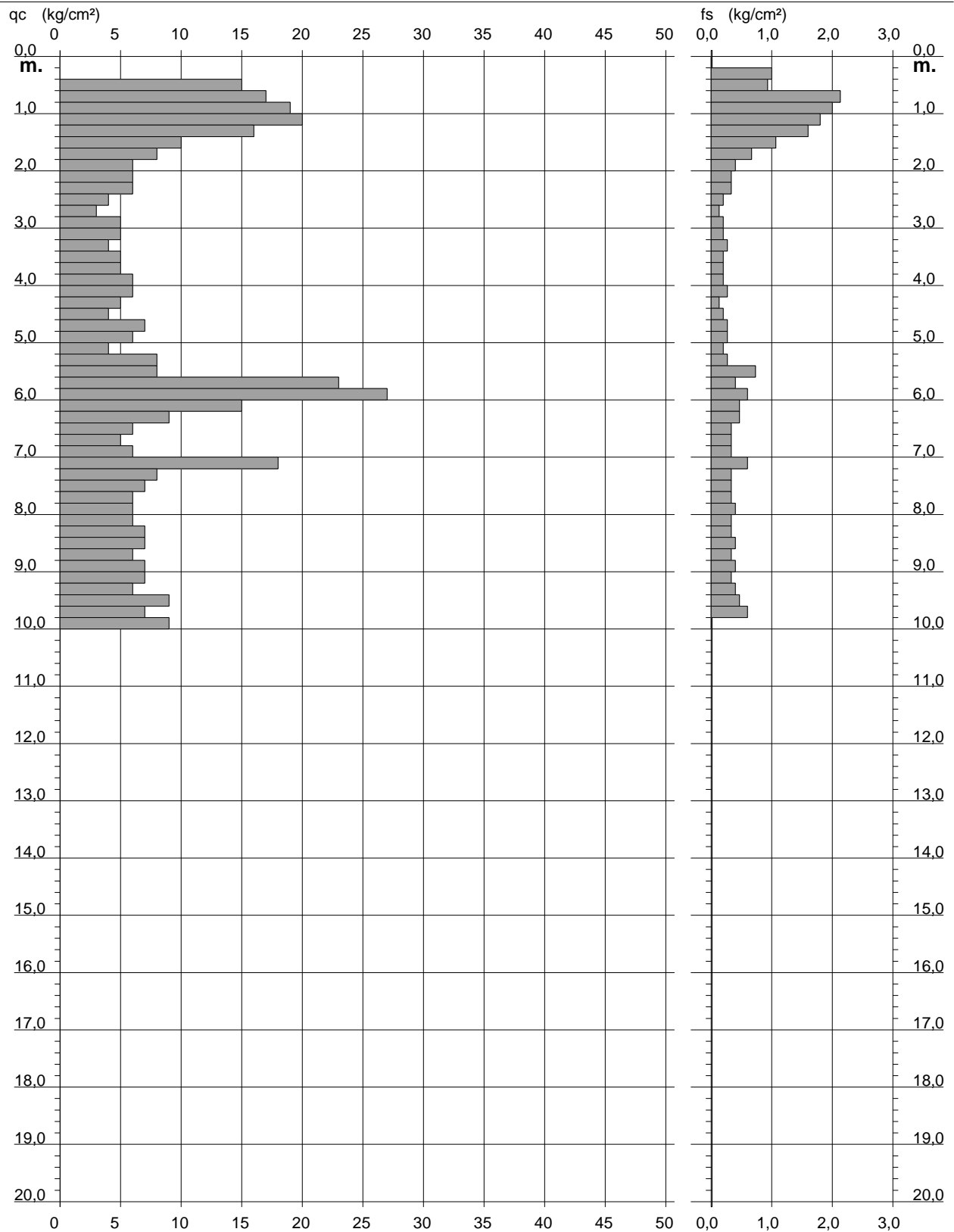
## DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-077

- committente : Geol. Benedetti Luca  
 - lavoro :  
 - località : Via Campolungo, San Giuliano Terme (PI)

- data : 09/10/2020  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 100



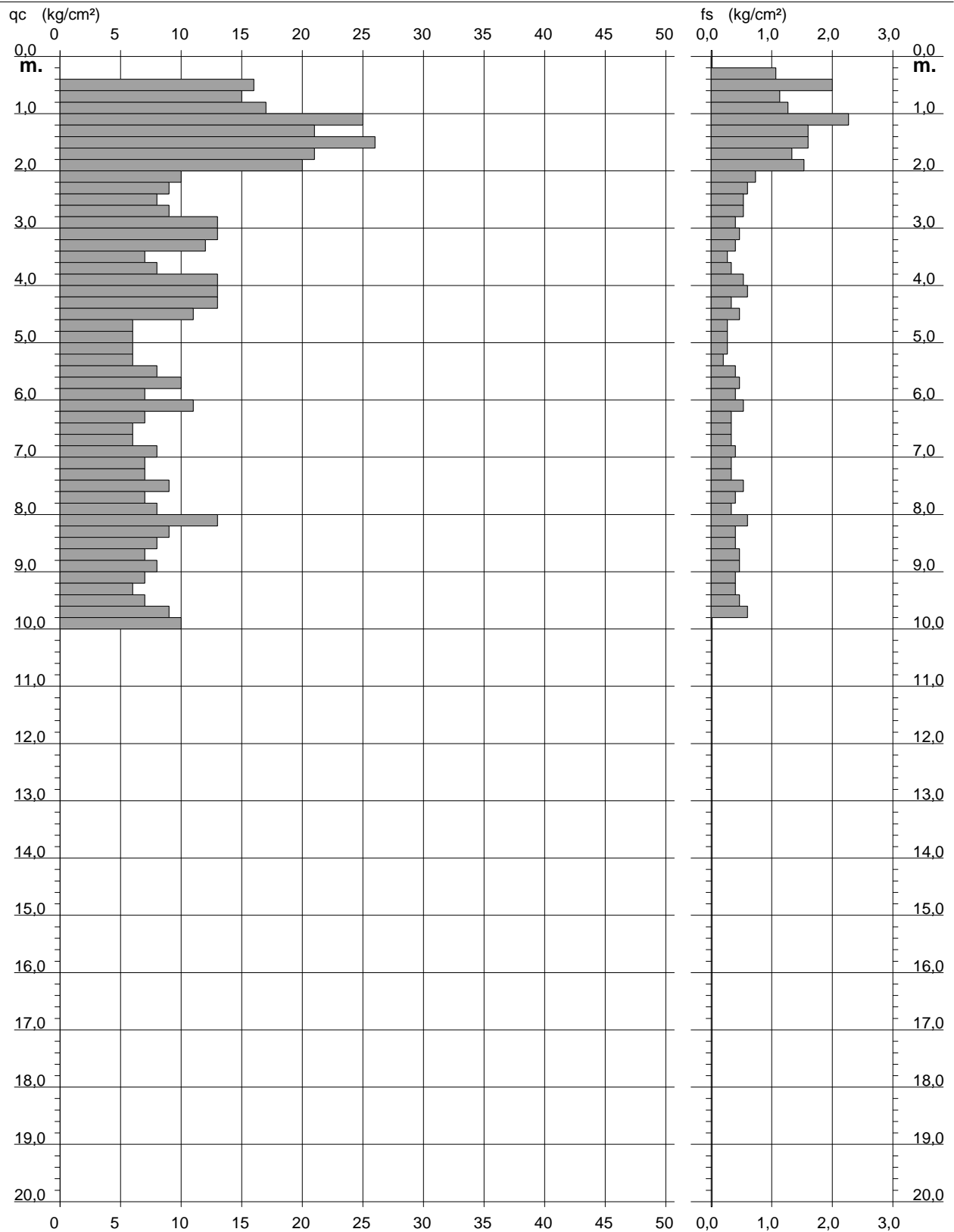
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

## CPT 2

2.01PG05-077

- committente : Geol. Benedetti Luca  
- lavoro :  
- località : Via Campolungo, San Giuliano Terme (PI)

- data : 09/10/2020  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 100



# PROVA PENETROMETRICA STATICA

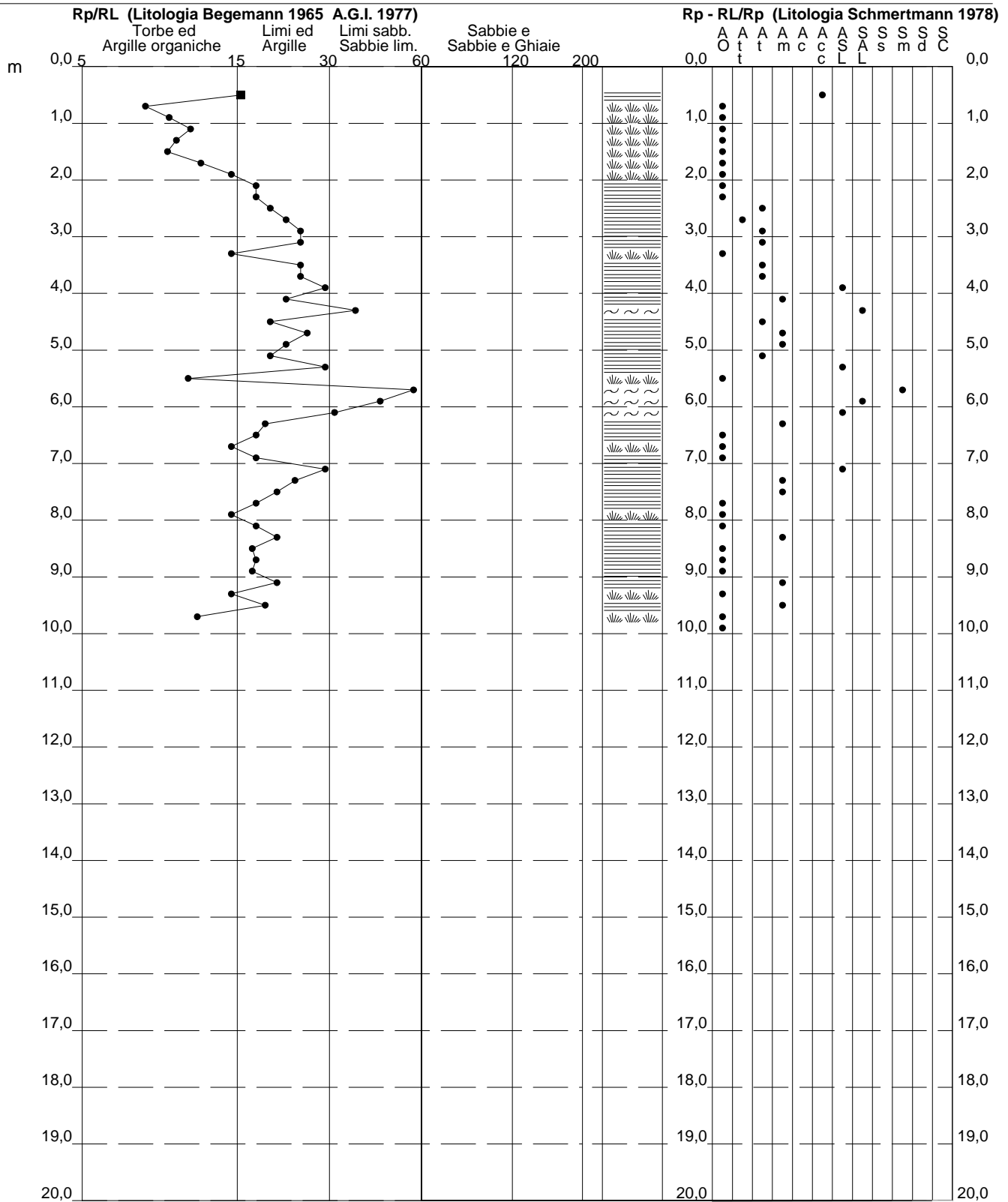
## VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

2.01PG05-077

- committente : Geol. Benedetti Luca  
 - lavoro :  
 - località : Via Campolungo, San Giuliano Terme (PI)  
 - note :

- data : 09/10/2020  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 100



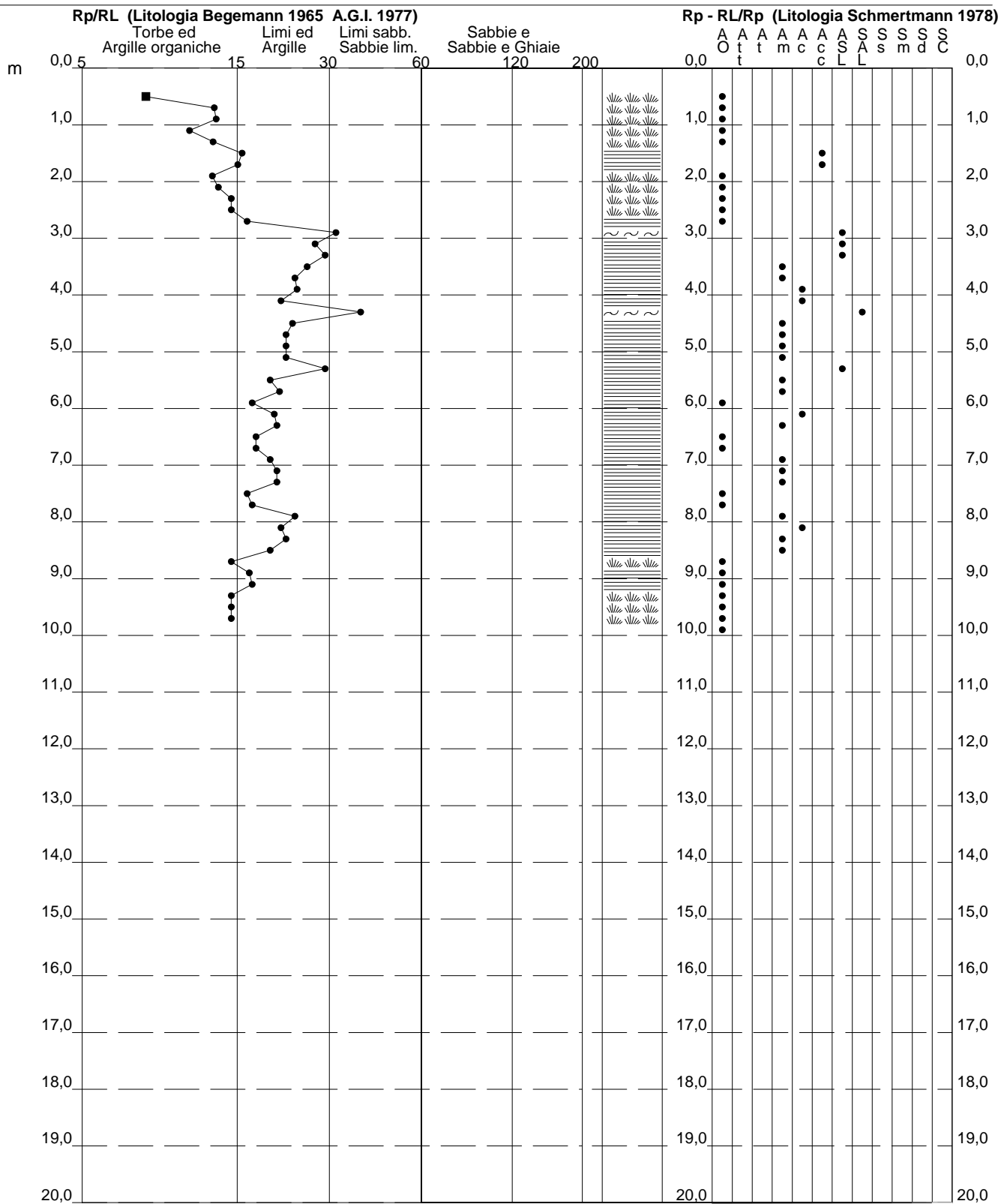
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

## CPT 2

2.01PG05-077

- committente : Geol. Benedetti Luca  
- lavoro :  
- località : Via Campolungo, San Giuliano Terme (PI)  
- note :

- data : 09/10/2020  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 100





# PROVA PENETROMETRICA STATICA

## TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.01PG05-077

- committente : Geol. Benedetti Luca  
 - lavoro :  
 - località : Via Campolungo, San Giuliano Terme (PI)  
 - note :

- data : 09/10/2020  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

NATURA COESIVA												NATURA GRANULARE											
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²		
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
0,60	15	16	2////	1,85	0,11	0,67	59,0	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
0,80	17	8	2////	1,85	0,15	0,72	45,6	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
1,00	19	10	2////	1,85	0,19	0,78	37,7	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
1,20	20	11	4:/:	1,85	0,22	0,80	31,2	136	204	60	53	35	38	40	42	36	27	0,113	33	50	60		
1,40	16	10	2////	1,85	0,26	0,70	21,6	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
1,60	10	9	2////	1,85	0,30	0,50	12,1	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
1,80	8	12	2////	1,85	0,33	0,40	7,9	80	120	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
2,00	6	15	1***	1,85	0,37	0,30	4,8	19	29	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
2,20	6	18	2////	1,85	0,41	0,30	4,3	114	171	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
2,40	6	18	2////	1,85	0,44	0,30	3,8	125	187	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
2,60	4	20	2////	1,85	0,48	0,20	2,1	111	166	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
2,80	3	22	2////	1,85	0,52	0,15	1,3	88	133	15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
3,00	5	25	2////	1,85	0,55	0,25	2,3	135	203	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
3,20	5	25	2////	1,85	0,59	0,25	2,1	138	207	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
3,40	4	15	1***	1,85	0,63	0,20	1,5	25	38	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
3,60	5	25	2////	1,85	0,67	0,25	1,8	142	213	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
3,80	5	25	2////	1,85	0,70	0,25	1,7	143	215	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
4,00	6	30	4:/:	1,85	0,74	0,30	2,0	168	251	29	--	28	31	35	38	25	26	--	10	15	18		
4,20	6	22	2////	1,85	0,78	0,30	1,9	169	254	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
4,40	5	37	4:/:	1,85	0,81	0,25	1,4	146	220	25	--	28	31	35	38	25	25	--	8	13	15		
4,60	4	20	2////	1,85	0,85	0,20	1,0	120	180	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
4,80	7	26	2////	1,85	0,89	0,35	2,0	197	295	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
5,00	6	22	2////	1,85	0,93	0,30	1,5	175	262	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
5,20	4	20	2////	1,85	0,96	0,20	0,9	120	180	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
5,40	8	30	4:/:	1,85	1,00	0,40	2,0	224	336	35	--	28	31	35	38	25	26	--	13	20	24		
5,60	8	11	2////	1,85	1,04	0,40	1,9	226	339	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
5,80	23	57	3:::	1,85	1,07	--	--	--	--	--	20	31	34	36	40	28	28	0,038	38	58	69		
6,00	27	45	3:::	1,85	1,11	--	--	--	--	--	24	31	34	37	40	29	28	0,047	45	68	81		
6,20	15	32	4:/:	1,85	1,15	0,67	3,2	319	478	50	3	28	32	35	38	26	27	0,009	25	38	45		
6,40	9	19	2////	1,85	1,18	0,45	1,9	255	382	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
6,60	6	18	2////	1,85	1,22	0,30	1,1	179	269	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
6,80	5	15	1***	1,85	1,26	0,25	0,8	33	49	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
7,00	6	18	2////	1,85	1,30	0,30	1,0	180	270	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
7,20	18	30	4:/:	1,85	1,33	0,75	3,1	366	549	56	6	29	32	35	38	26	27	0,014	30	45	54		
7,40	8	24	2////	1,85	1,37	0,40	1,3	236	353	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
7,60	7	21	2////	1,85	1,41	0,35	1,1	209	313	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
7,80	6	18	2////	1,85	1,44	0,30	0,9	180	270	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
8,00	6	15	1***	1,85	1,48	0,30	0,9	39	59	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
8,20	6	18	2////	1,85	1,52	0,30	0,8	180	270	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
8,40	7	21	2////	1,85	1,55	0,35	1,0	210	315	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
8,60	7	17	2////	1,85	1,59	0,35	0,9	210	315	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
8,80	6	18	2////	1,85	1,63	0,30	0,8	180	270	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
9,00	7	17	2////	1,85	1,66	0,35	0,9	210	315	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
9,20	7	21	2////	1,85	1,70	0,35	0,9	210	315	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
9,40	6	15	1***	1,85	1,74	0,30	0,7	39	59	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
9,60	9	19	2////	1,85	1,78	0,45	1,1	268	403	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
9,80	7	12	1***	1,85	1,81	0,35	0,8	46	68	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
10,00	9	--	2////	1,85	1,85	0,45	1,1	269	404	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		

# PROVA PENETROMETRICA STATICA

## TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

2.01PG05-077

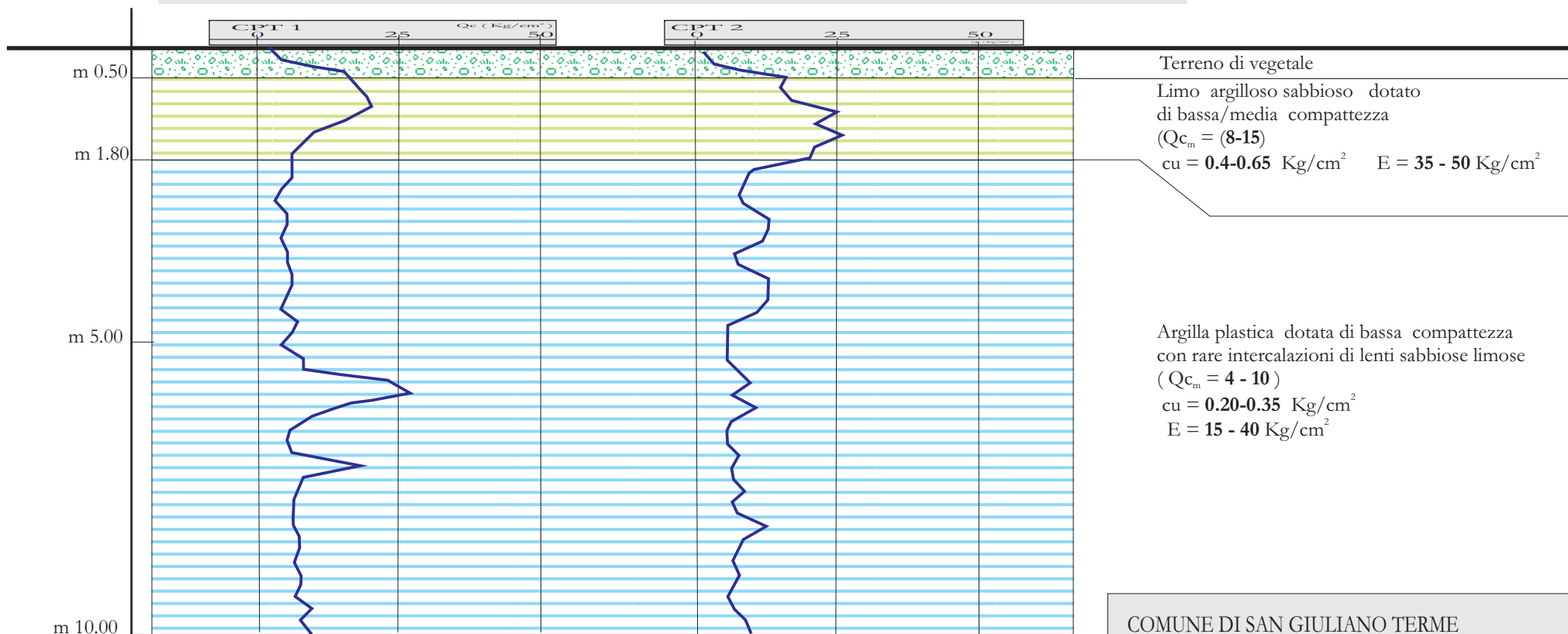
- committente : Geol. Benedetti Luca  
 - lavoro :  
 - località : Via Campolungo, San Giuliano Terme (PI)  
 - note :

- data : 09/10/2020  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

NATURA COESIVA												NATURA GRANULARE											
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²		
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
0,60	16	8	2////	1,85	0,11	0,70	62,3	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
0,80	15	13	2////	1,85	0,15	0,67	41,2	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
1,00	17	13	2////	1,85	0,19	0,72	34,5	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
1,20	25	11	4/-	1,85	0,22	0,91	36,6	155	232	75	61	37	39	41	43	38	28	0,133	42	63	75		
1,40	21	13	4/-	1,85	0,26	0,82	26,7	140	210	63	51	35	37	40	42	36	27	0,107	35	53	63		
1,60	26	16	4/-	1,85	0,30	0,93	26,2	158	237	78	55	36	38	40	42	36	28	0,118	43	65	78		
1,80	21	16	4/-	1,85	0,33	0,82	19,5	140	210	63	45	34	37	39	42	34	27	0,092	35	53	63		
2,00	20	13	4/-	1,85	0,37	0,80	16,5	136	204	60	41	34	36	39	41	34	27	0,082	33	50	60		
2,20	10	14	2////	1,85	0,41	0,50	8,1	97	146	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
2,40	9	15	2////	1,85	0,44	0,45	6,4	115	173	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
2,60	8	15	2////	1,85	0,48	0,40	5,0	133	199	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
2,80	9	17	2////	1,85	0,52	0,45	5,3	142	213	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
3,00	13	32	4/-	1,85	0,55	0,60	7,0	139	209	47	16	30	33	36	39	29	26	0,031	22	33	39		
3,20	13	28	2////	1,85	0,59	0,60	6,4	153	230	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
3,40	12	30	4/-	1,85	0,63	0,57	5,6	170	255	45	10	29	33	36	39	28	26	0,021	20	30	36		
3,60	7	26	2////	1,85	0,67	0,35	2,8	178	267	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
3,80	8	24	2////	1,85	0,70	0,40	3,1	194	291	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
4,00	13	24	2////	1,85	0,74	0,60	4,9	205	307	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
4,20	13	22	2////	1,85	0,78	0,60	4,6	216	325	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
4,40	13	39	4/-	1,85	0,81	0,60	4,3	227	341	47	7	29	32	35	39	27	26	0,015	22	33	39		
4,60	11	24	2////	1,85	0,85	0,54	3,5	240	360	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
4,80	6	22	2////	1,85	0,89	0,30	1,6	174	260	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
5,00	6	22	2////	1,85	0,93	0,30	1,5	175	262	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
5,20	6	22	2////	1,85	0,96	0,30	1,5	175	263	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
5,40	6	30	4/-	1,85	1,00	0,30	1,4	176	264	29	--	28	31	35	38	25	26	--	10	15	18		
5,60	8	20	2////	1,85	1,04	0,40	1,9	226	339	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
5,80	10	21	2////	1,85	1,07	0,50	2,4	268	402	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
6,00	7	17	2////	1,85	1,11	0,35	1,5	204	307	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
6,20	11	21	2////	1,85	1,15	0,54	2,4	287	430	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
6,40	7	21	2////	1,85	1,18	0,35	1,4	206	309	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
6,60	6	18	2////	1,85	1,22	0,30	1,1	179	269	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
6,80	6	18	2////	1,85	1,26	0,30	1,0	180	269	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
7,00	8	20	2////	1,85	1,30	0,40	1,4	234	351	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
7,20	7	21	2////	1,85	1,33	0,35	1,2	208	312	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
7,40	7	21	2////	1,85	1,37	0,35	1,1	209	313	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
7,60	9	17	2////	1,85	1,41	0,45	1,5	262	393	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
7,80	7	17	2////	1,85	1,44	0,35	1,1	209	314	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
8,00	8	24	2////	1,85	1,48	0,40	1,2	237	356	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
8,20	13	22	2////	1,85	1,52	0,60	2,0	339	508	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
8,40	9	22	2////	1,85	1,55	0,45	1,3	265	398	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
8,60	8	20	2////	1,85	1,59	0,40	1,1	239	358	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
8,80	7	15	1***	1,85	1,63	0,35	0,9	46	68	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
9,00	8	17	2////	1,85	1,66	0,40	1,1	239	359	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
9,20	7	17	2////	1,85	1,70	0,35	0,9	210	315	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
9,40	6	15	1***	1,85	1,74	0,30	0,7	39	59	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
9,60	7	15	1***	1,85	1,78	0,35	0,8	46	68	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
9,80	9	15	2////	1,85	1,81	0,45	1,1	269	403	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
10,00	10	--	2////	1,85	1,85	0,50	1,2	297	445	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		

# SEZIONI LITOSTRATIGRAFICHE INTERPRETATIVE DI CORRELAZIONE TRA LE INDAGINI EFFETTUATE

Scala verticale 1 : 100



## COMUNE DI SAN GIULIANO TERME

Ristrutturazione di due fabbricati  
per civile abitazione

via Di Campolungo  
-loc. Gello -San Giuliano Terme-

Proprietà: Mema Flori

Progettista : studio tecnico Salani