

## Modello idrogeologico definitivo

### Oggetto

Relazione idrogeologica definitiva a supporto del progetto di potenziamento dell'impianto esistente di stoccaggio e trattamento rifiuti"

### Ubicazione

Via Francesca 180  
Comune di Santa Maria a Monte (PI)

### Committente e richiedente

ECOVIP S.r.l.

Il tecnico  
Geol. Luca Bocini

Giugno 2021

## 1. Premessa

Si è avuto incarico dalla **ECOVIP S.r.l.** di redigere la relazione idrogeologica definitiva a supporto del PAUR per il "Progetto di potenziamento dell'impianto esistente di stoccaggio e trattamento rifiuti" posto in Via Francesca n°180 nel Comune di Santa Maria a Monte (PI). Per le considerazioni generali sull'assetto idrogeologico dell'area si dovrà fare riferimento alla relazione idrogeologica preliminare presentata con la richiesta generale.

Per la stesura della relazione idrogeologica definitiva contenente il modello idrogeologico definitivo, sono state effettuate le seguenti operazioni e valutazioni:

- ✓ è stato realizzato un nuovo piezometro (Pz3) che aggiunto ai due esistenti andrà a costituire il sistema di monitoraggio della falda superficiale;
- ✓ sono state effettuate delle prove di portata su tutti i piezometri per definire le caratteristiche idrauliche dell'acquifero;
- ✓ durante l'esecuzione del Pz3 sono stati prelevati due campioni che sono stati sottoposti ad analisi geotecniche di laboratorio.
- ✓ in data 24/03/2021 è stato effettuato il campionamento dell'acqua dai piezometri e dal pozzo ad uso industriale presente nell'impianto;

Inoltre si è provveduto a reperire i dati geologici in possesso della committenza relativamente a dei sondaggi a carotaggio continuo effettuati nell'area e la relazione a firma del Dr. Geologo Eraldo Santarnecchi sulla realizzazione del pozzo industriale. L'ubicazione dei piezometri, dei sondaggi e i dati del pozzo industriale utilizzati per la definizione del modello idrogeologico sono ubicati nella tavola 1 allegata al presente elaborato.

## 2. Logs stratigrafico e di completamento dei pozzi di monitoraggio installati

I piezometri Pz1 e Pz2 sono stati realizzati il 26/09/2011 con la direzione lavori geologica del Dr. Geol. Eraldo Santarnecchi. I suddetti piezometri sono stati realizzati con la metodologia a distruzione di nucleo, realizzando un perforo del  $\phi$  219 mm, fino alla profondità di 15 m dal p.c.. Il perforo è stato poi completato installando una tubazione in PVC atossico del  $\phi$  125 mm, spessore 6 mm, con filtri slot 0.5 mm. I filtri sono stati installati a partire da -3,00 m di profondità fino al fondo foro. L'intercapedine tubazione definitiva e terreno è stata condizionata con ghiaietto calibrato drenante in corrispondenza dei filtri, mentre da 0,00 a -3,00 è stata condizionata con boiacca cementizia. Il Pz3 è stato realizzato in data 09/03/2021, con la direzione lavori geologica dello scrivente, utilizzando la metodologia a carotaggio continuo. Le caratteristiche tecniche del Pz3 sono analoghe a quella degli altri due piezometri così da ottenere la massima uniformità degli elementi del sistema di monitoraggio della falda. Purtroppo, vista la metodologia di perforazione, non è stata stilata la sequenza dei terreni incontrati durante

l'esecuzione dei Pz1 e Pz2, pertanto è stato necessario effettuare la ricostruzione del log stratigrafico utilizzando i dati geologici forniti dalla committenza (vedi Tav1 e Allegato1). In Allegato 2 sono riportati i logs stratigrafici e di completamento ricostruiti e rilevati. Il diametro definitivo e la profondità di Pz1 e Pz2, sono state verificate in cantiere.

Al fine di eseguire una corretta ricostruzione della piezometrica dell'acquifero superficiale, è stato effettuato un rilievo topografico con strumentazione ottica per definire le differenze di quota tra il piano di campagna dei singoli piezometri. Tale rilievo è stato poi riferito ad una quota assoluta sul livello del mare prendendo come base di riferimento la CTR in scala 1:2000 stralcio 18H50 volo del 2002. Dal rilievo effettuato la quota assoluta in m s.l.m. dei piezometri è : Pz1 – 15,23 m; Pz2 – 15,37 m; Pz3 – 14,27 m. In quell'occasione è stato rilevato anche il pelo libero dell'acqua che scorre nell'adiacente collettore Usciana che è risultato pari a 11,05 m s.l.m..

### **3. Ubicazione dei piezometri in relazione ai principali centri di pericolo**

Dal rilievo delle soggiacente dalla falda, è stato possibile ricostruire l'andamento della superficie piezometrica (vedi Tav.1). La ricostruzione ha evidenziato la direzione di deflusso della falda da Nord/Est verso Sud/Ovest, con una inclinazione più accentuata verso Sud in corrispondenza del Collettore Usciana. Questa ricostruzione è relativa ai livelli misurati in data 23/03/2021. In questo scenario Pz1 rappresenta il piezometro di monte, mentre il Pz2 ed il Pz3 sono posizionati a monte di tutta l'area interessata dalle operazioni di recupero dei rifiuti.

### **4. Dati di permeabilità dell'acquifero superficiale e della copertura**

Sulla base della relazione idrogeologica preliminare, dei dati di base in possesso della committenza e da quelli emersi in questa fase d'indagine, l'area è caratterizzata dalla presenza di un acquifero superficiale artesianico ubicato a partire dalla profondità di c.a -7,00 m dal p.c. attuale, confinato verso l'alto da uno strato di argille limose e limi argillosi. Durante la realizzazione del Pz3 è stato prelevato un campione indisturbato alla profondità di -3,00/-3,50 m sul quale è stata effettuata la determinazione della permeabilità in laboratorio geotecnico (vedi allegato 3) che ha fornito il seguente valore:

**$K=7,481E-09$  cm/sec - Impermeabile**

Per definire le caratteristiche idrauliche dell'acquifero sono state effettuate delle prove di portata di pozzo sui piezometri; vista la loro buona produttività, sono state effettuati test differenziati tra i singoli elementi. In particolare sul Pz1 sono state effettuate la prova di portata a gradini crescenti e quella di risalita e sul Pz2 anche la lunga durata. Sul Pz3 è stata realizzata la prova a lunga durata. Questi test ci hanno consentito di definire le caratteristiche idrauliche dell'acquifero superficiale ed in particolare

trasmissività (T), permeabilità (k) e coefficiente di immagazzinamento. Di seguito si riporta il quadro riassuntivo dei valori rilevati. In Allegato 3 si riporta l'elaborazione delle misurazioni effettuate.

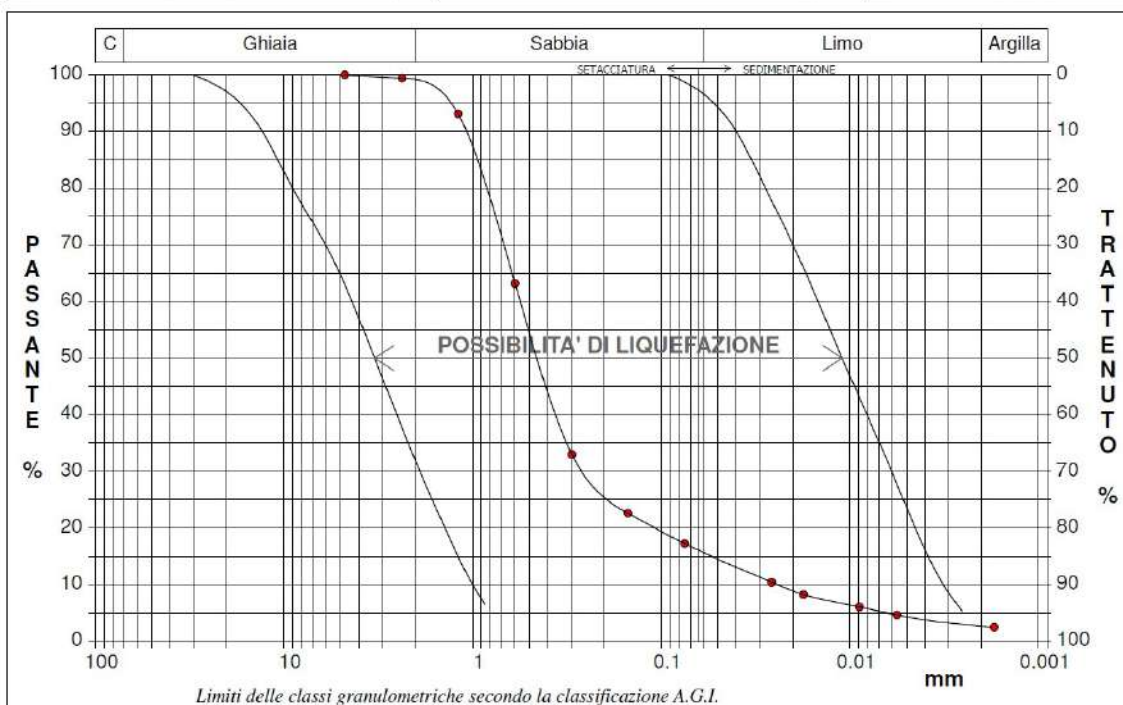
	LIVELLO STATICO (M DA P.C.)	QC	T (M <sup>2</sup> /SEC)			K (M/SEC)			S
			DA PROVA A GRADINI	DA PROVA DI RISALITA	DA PROVE DI LUNGA DURATA	DA PROVA A GRADINI	DA PROVA DI RISALITA	DA PROVE DI LUNGA DURATA	
PZ.1	-2,36	23,3 L/MIN	$7,79 \cdot 10^{-5}$	$2,38 \cdot 10^{-5}$	--	$1,11 \cdot 10^{-5}$	$3,40 \cdot 10^{-6}$	--	2,5%
PZ.2	-4,41	NON RAG- GIUNTA	$1,29 \cdot 10^{-4}$	$1,09 \cdot 10^{-4}$	$4,08 \cdot 10^{-4}$	$1,61 \cdot 10^{-5}$	$1,36 \cdot 10^{-5}$	$5,09 \cdot 10^{-5}$	27%
PZ.3	-4,13	NON MISU- RATA	--	--	$9,15 \cdot 10^{-4}$	--	--	$1,27 \cdot 10^{-4}$	2%

Dai dati sopra riportati si rileva che:

- ✓ l'elaborazione di misurazioni effettuate durante prove diverse portano a valori confrontabili (stesso ordine di grandezza) dello stesso parametro;
- ✓ il primo acquifero, in corrispondenza di Pz1, presenta una permeabilità inferiore rispetto a quanto rilevato negli altri punti di misura, probabilmente per la presenza di una % di limo e argilla superiori.
- ✓ è possibile attribuire all'acquifero la permeabilità da **bassa a discreta**.

Queste conclusioni sono in accordo con quanto misurato con l'analisi granulometrica di un campione disturbato prelevato da -10,00/-10,50 durante la realizzazione di Pz3, che ha fornito la seguente distribuzione.

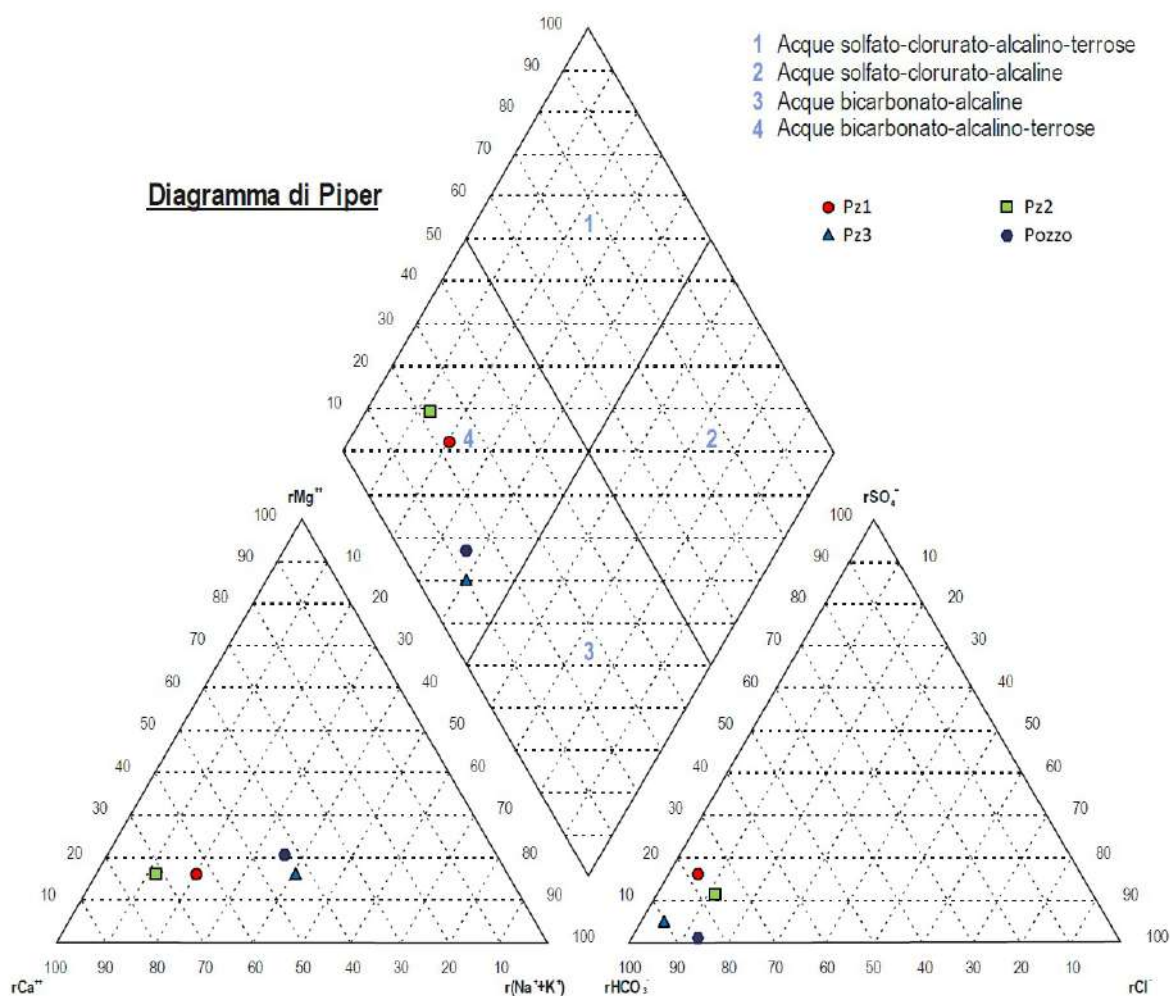
Ghiaia	2,1 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	97,9 %	D <sub>10</sub>	0,02411 mm
Sabbia	82,1 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	48,0 %	D <sub>30</sub>	0,24412 mm
Limo	13,1 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	17,2 %	D <sub>50</sub>	0,43954 mm
Argilla	2,7 %			D <sub>60</sub>	0,55334 mm
Coefficiente di uniformità		22,95	Coefficiente di curvatura		4,47
				D <sub>90</sub>	1,10735 mm



L'analisi granulometrica evidenzia che si tratta di un acquifero costituito da sabbia, da grossolana a fine, con limo e quindi litologie compatibili con un grado di permeabilità da basso a discreto.

## 5. Caratterizzazione chimica degli elementi maggiori

In data 24/03/2021 è stato eseguito lo spurgo ed il campionamento dei piezometri e del pozzo ad uso industriale. Sulla base degli esiti delle analisi, attraverso l'utilizzo dei diagrammi di Piper, ricavando i valori di concentrazione equivalenti degli elementi maggiori, con il bilanciamento delle cariche (anioni e cationi), è stato possibile definire la caratteristiche chimiche dell'acqua. Si premette che il pozzo industriale è profondo 60,5 m, e risulta che attinga solo dalla falda profonda ubicata tra -43 e -53 m (vedi documentazione del pozzo in allegato1), mentre i piezometri dalla prima falda posta a partire da -7,00 m c.a dal p.c...



Il diagramma di Piper consente di classificare le acque come **bicarbonato alcalino terrose** e di evidenziare una certa affinità chimica tra l'acqua dei piezometri (in particolare del Pz3) e quella del pozzo industriale. Questa evidenza e la confrontabilità tra i parametri di temperatura, pH, conducibilità e

redox misurati in fase di campionamento, potrebbero suggerire che l'acquifero superficiale e quello profondo potrebbero essere in comunicazione.

## **6. Modello idrogeologico definitivo**

L'idrogeologia dell'area è caratterizzata dalla presenza di un acquifero superficiale posto a partire dalla profondità di -7,00 m dal p.c. e si estende fino a -25 m dal p.c.. Tale acquifero è costituito da sabbie da fini a grossolane con % variabile di limo e argilla, con permeabilità da bassa a discreta. La % di limo ed argilla tende ad aumentare con la profondità e molto probabilmente anche da valle verso monte (vedi caso Pz1). Questo acquifero è di natura artesianica ed è confinato verso l'alto da uno stato di limo argilloso ed argilla limosa impermeabile. Nell'area è presente anche un pozzo ad uso industriale profondo c.a 60,5 m che intercetta la falda in ghiaia posta tra -43 m e 53,0 m. Dal rilievo piezometrico effettuato il 23/03/2021 risulta che la direzione di deflusso della falda superficiale è da Nord/Est verso Sud/Ovest con una moderata tendenza ad alimentare il collettore Usciana. Dallo studio degli elementi maggiori delle acque dei piezometri e del pozzo industriale (vedi diagramma di Pier) le acque risultano di tipo bicarbonato alcalino terrose e si evidenzia una certa affinità chimica tra l'acqua della falda superficiale e di quella profonda. Questa caratteristica, associata alla omogeneità dei parametri fisici misurati in fase di campionamento fanno ipotizzare che le due falde siano in comunicazione.

## **7. Indicazioni per l'esecuzione dello spurgo ed il campionamento dei piezometri**

Per i piezometri della Ecovip S.r.l. è certamente consigliato il campionamento di tipo dinamico a bassa portata. Questo dovrà essere condotto da personale qualificato attenendosi alla seguente sequenza di operazioni.

- 1) misurazione del livello piezometrico statico mediante sonda freaticometrica, prima dell'installazione della pompa;
- 2) introduzione della pompa nel pozzo di monitoraggio fino a raggiungere il fondo foro, verificandone la profondità, quindi, sollevarla di circa 1 metro;
- 3) mettere in funzione la pompa ad una portata costante e misurarla periodicamente; nel caso dei piezometri in oggetto, viste la buona produttività degli stessi, si ritiene opportuno utilizzare la portata di spurgo di 8 l/min;
- 4) misurare periodicamente i parametri di campo (pH, T, Cond, Redox) senza mai innalzare o abbassare la pompa all'interno del pozzo;
- 5) controllare periodicamente la soggiacenza dinamica della falda;

- 6) una volta raggiunti i volumi di spurgo previsti o in alternativa la stabilizzazione dei parametri di campo, diminuire la portata della pompa a c.a 3 l/min e procedere al prelievo delle diverse aliquote d'acqua previste dal protocollo di campionamento; si ritiene comunque opportuno prolungare lo spurgo alla portata di 8 l/min per almeno 60 min;
- 7) utilizzare parte dell'acqua prelevata per la determinazione dei parametri chimico-fisici completi (pH, T, Cond, Redox);
- 8) normalizzare i recipienti raccogliendo un'aliquota d'acqua ed eliminandola ripetendo almeno due volte l'operazione. I contenitori delle aliquote filtrate dovranno essere normalizzati con l'acqua filtrata. Normalizzare anche l'attrezzatura per il filtraggio ed i tappi dei contenitori;
- 9) effettuare le operazioni di etichettatura e stabilizzazione se previste dal protocollo;
- 10) riporre il contenitore etichettato nelle apposite borse termiche per la conservazione ed il trasporto dei campioni;
- 11) l'aliquota dei metalli deve essere sempre filtrata e stabilizzata direttamente in campo.
- 12) compilare il verbale con tutti i dati relativi a cui allegare la scheda di campionamento compilata (Vedi allegato 4);

Vista la carenza dei dati sulla soggiacenza della falda si ritiene opportuno monitorare i livelli piezometrici semestralmente (Marzo e Ottobre) per almeno due anni, al fine di evidenziare eventuali inversioni o modifiche della direzione di deflusso della falda.

Per praticità di utilizzo, sono state redatti i logs stratigrafici e di completamento dei piezometri, integrando anche le indicazioni per lo spurgo, oltre che la documentazione fotografica.

Empoli, 15/06/2021

Geol. Luca Bocini





Tav.1  
Ubicazione dei piezometri del sistema di monitoraggio della falda e di tutti gli elementi utilizzati per la ricostruzione del modello idrogeologico.  
 Carta della piezometrica al 23/03/2021

## Allegato 1

### Oggetto

Dati di archivio

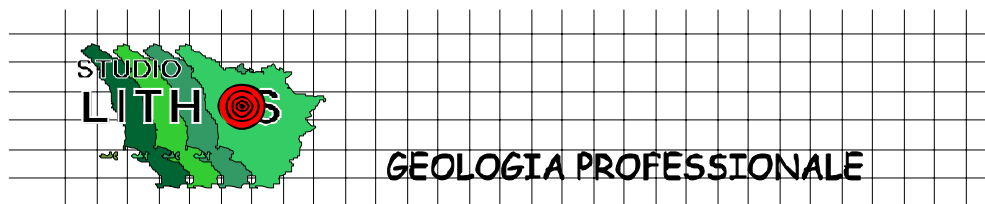
### Ubicazione

Via Francesca 180

Comune di Santa Maria a Monte (PI)

### Committente e richiedente

ECOVIP S.r.l.



## COMUNE DI SANTA MARIA A MONTE - (Pisa)

### INSTALLAZIONE DI N. 2 PIEZOMETRI PER IL MONITORAGGIO DELLA FALDA FREATICA SUPERFICIALE

LOC. POZZOLUNGO

### RELAZIONE TECNICA

COMMITTENTE:	ECO-VIP S.R.L.
GEOLOGO:	DR. GEOL. ERALDO SANTARNECCHI
DATA:	OTTOBRE 2011

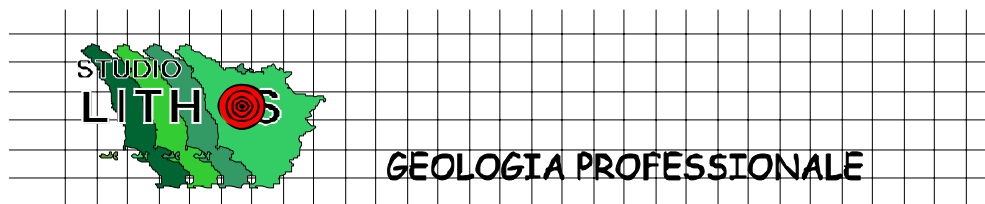
IL GEOLOGO

Dr. Geol. Eraldo Santarnekchi  
Iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione  
Toscana con numero di riferimento 240

**Dr. ERALDO SANTARNECCHI - Geologo**

Via della Costituente, 17 - 56024 PONTE A EGOLA (PI)

Tel: 0571/485277- Fax: 0571/1600929 e-mail: [info@studiolithos.net](mailto:info@studiolithos.net)



San Miniato, 05/10/2011

**OGGETTO:** Relazione tecnica inerente l'installazione di n. 2 piezometri per il monitoraggio della falda freatica superficiale presso l'impianto di trattamento rifiuti ubicato nel Comune di Santa Maria a Monte e gestito dalla Eco-Vip s.r.l.

Nella presente relazione tecnica si riportano le caratteristiche tecnico-costruttive dei n. 2 piezometri installati, in data 26/09/2011, uno a "monte" (Pz 1) e l'altro a "valle" (Pz 2) rispetto alla direzione della falda superficiale.

L'ubicazione effettiva dei piezometri installati è riportata nella planimetria di figura 1 allegata.

Il monitoraggio delle acque sotterranee rappresenta una delle prescrizioni richieste dalla Provincia di Pisa per l'approvazione del progetto di installazione di nuovi sistemi di trattamento presso l'impianto di trattamento rifiuti in esame (vedi Determinazione n. 5972 del 29/12/2010).

I piezometri sono stati realizzati, tramite sondaggio a distruzione di nucleo spinto a 15 m di profondità, con un diametro iniziale e finale del perforo di  $\phi = 219$  mm e messa in opera di un tubazione definitiva del diametro di  $\phi = 125$  mm, in modo da permettere il campionamento delle acque.

La tubazione definitiva, in PVC spessorato 6 mm, risulta cieca nei primi tre metri di profondità, e microfessurata per tutto il resto della sua lunghezza, con luce pari a 0.5 mm. Il fondo delle tubazioni in PVC è stato chiuso.

Nell'intercapedine tra il perforo ed il tubo in PVC è stato collocato del ghiaietto siliceo calibrato del Ticino, mentre il tratto cieco sommitale (primi 3 m) sigillato tramite cementazione per impedire infiltrazioni nel dreno esterno di acque di ruscellamento superficiali (in conformità alle vigenti disposizioni legislative in materia di inquinamento - D.lg. 152/99 e succ. modifiche).

La terminazione superiore della tubazione in PVC è stata attrezzata con tappo di chiusura, e posizionata in un pozzetto di chiusura in cemento a tenuta stagna per impedire qualsiasi infiltrazione di fluidi dalla superficie (vedi allegato fotografico).

Al termine dell'installazione di entrambi i piezometri, è stato effettuato un pompaggio tramite compressore, in modo da disporre il dreno intorno al tratto finestrato in modo ottimale, verificare il suo corretto funzionamento ed eliminare i residui dovuti alla perforazione, fino all'ottenimento di acqua pulita.

Il piezometro di monte, Pz 1, è stato realizzato nel settore Nord, come mostrato nella planimetria di figura 2, previo taglio della pavimentazione esistente; si precisa che allo stato attuale, le acque piovane ricadenti sulla pavimentazione confluiscono all'interno di griglie grazie alla leggera inclinazione della stessa. L'intercapedine tra il "taglio" realizzato nella pavimentazione ed il pozzetto, nonché lo spazio tra lo stesso pezzetto e la tubazione in PVC collocata al suo interno, è stata riempita con cemento. Il piezometro risulta, come già detto, tappato e protetto da un pozzetto di chiusura in modo da impedire qualunque passaggio di acqua meteorica all'interno della tubazione in PVC.

Il piezometro di valle, Pz 2, è stato installato al di fuori del piazzale in cls (vedi allegato fotografico). Allo stato attuale le acque superficiali vengono indirizzate all'interno di accumuli interrati ubicati a Nord della Proprietà, e l'impedimento di infiltrazione di acqua verso la falda freatica viene garantito grazie alla presenza di un tappo terminale di chiusura, del pozzetto di protezione (anche in questo caso l'intercapedine tra il pozzetto e la tubazione in PVC interna, nonché la superficie limitrofa esterna allo stesso pozzetto, è stata riempita con cemento) e della cementazione dei primi 3 metri di profondità.

Dopo aver avuto disposizioni dalle Autorità competenti (Provincia di Pisa - Arpat) sul campionamento da effettuare durante l'anno e sulla tipologia di analiti da ricercare, avrà inizio il monitoraggio della falda freatica, con letture del livello piezometrico e campionamento di acqua, previo spurgo dei piezometri. Entrambi i piezometri sono collocati ad una quota sul l.m.m. di + 16.10 m; pertanto, le letture del livello piezometrico saranno riferite a tale quota.

Le date di ogni campionamento saranno indicate alle Autorità competenti con giusto preavviso ed, annualmente, si provvederà a comunicare i risultati.

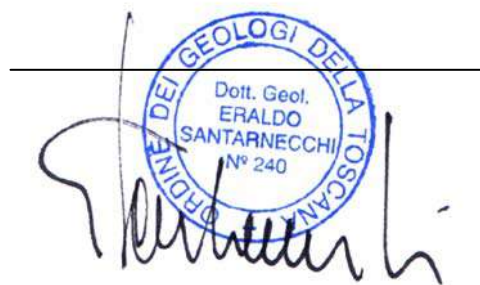
In data 3 Ottobre 2011, a scopo puramente indicativo, è stata effettuata una misurazione del livello piezometrico dalla bocca piezometro, di seguito riportata:

- PZ 1: - 5.60 m
- PZ 2: - 6.47 m

Tali misurazioni indicano una direzione di falda NE – SW (vedi planimetria di figura 2 allegata).

Ponte a Egola, Ottobre 2011

Dott. Geol. Eraldo Santarnecki



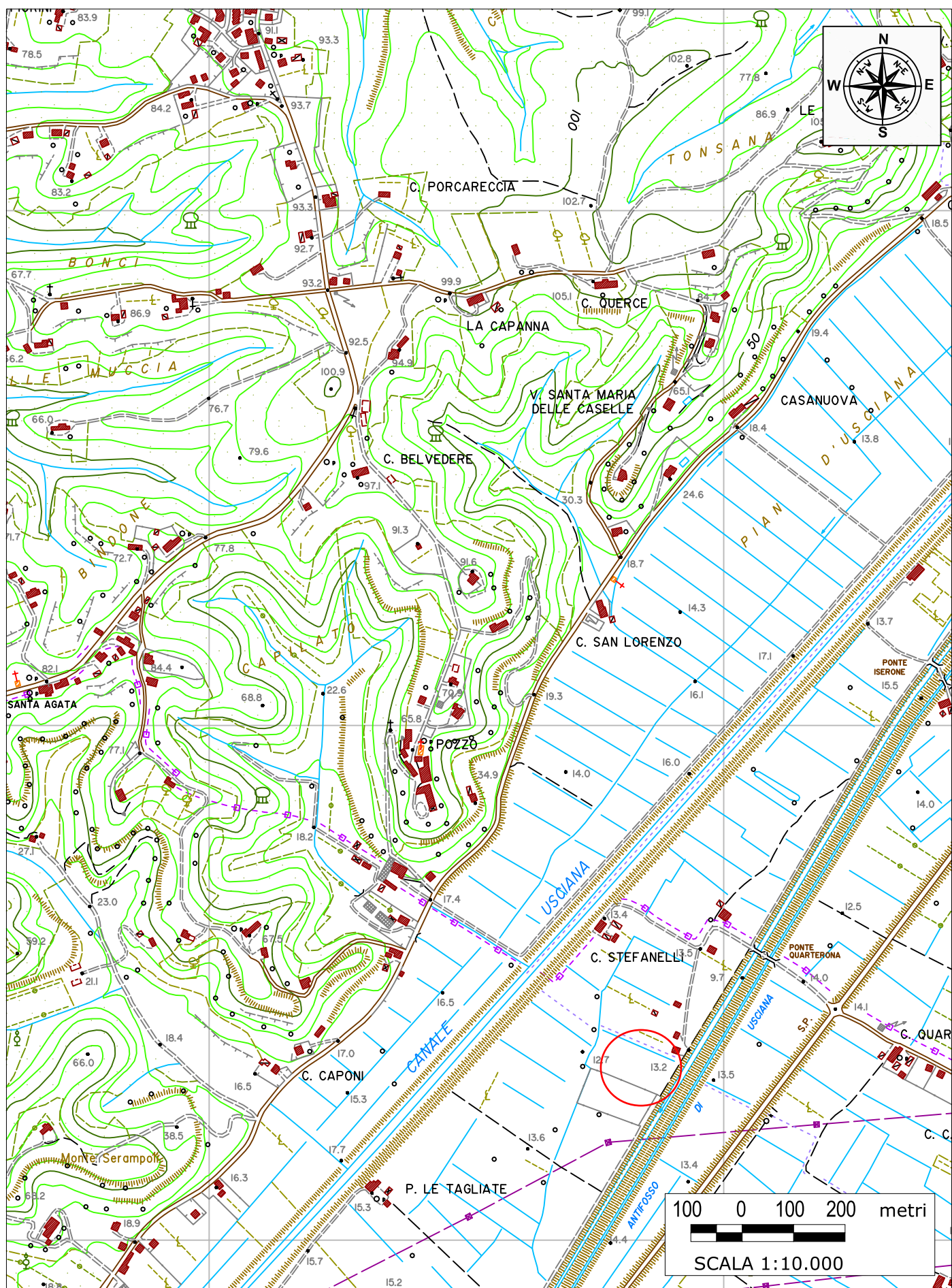
A blue circular stamp from the 'ORDINE DEI GEOLOGI DELLA TOSCANA' is visible. The text inside the stamp reads: 'Dott. Geol. ERALDO SANTARNECCHI N° 240'. A handwritten signature in black ink is written over the stamp.

ALLEGATI

**Fig. 1:** Corografia (scala 1:10.000).

**Fig. 2:** Planimetria generale con ubicazione dei piezometri installati (scala 1:1.500).

**Allegato fotografico.**



**Figura 1 - COROGRAFIA**



**Area interessata  
dall'intervento di  
progetto**



LEGENDA	
	Direzione di falda
<b>Pz 1</b> 	Ubicazione piezometro di monte
<b>Pz 2</b> 	Ubicazione piezometro di valle

FIGURA 2: Planimetria generale con ubicazione piezometri installati (scala 1:1500)

## ALLEGATO FOTOGRAFICO



Foto 1 – Realizzazione piezometro Pz 1.

**Dr. ERALDO SANTARNECCHI - Geologo**

Via della Costituente, 17 - 56024 PONTE A EGOLA (PI)

Tel: 0571/485277- Fax: 0571/1600929 e-mail: [info@studiolithos.net](mailto:info@studiolithos.net)



Foto 2 – Realizzazione piezometro Pz 2.



Foto 3 – Tubazione in PVC microfessurata ( $\phi = 125$  mm).

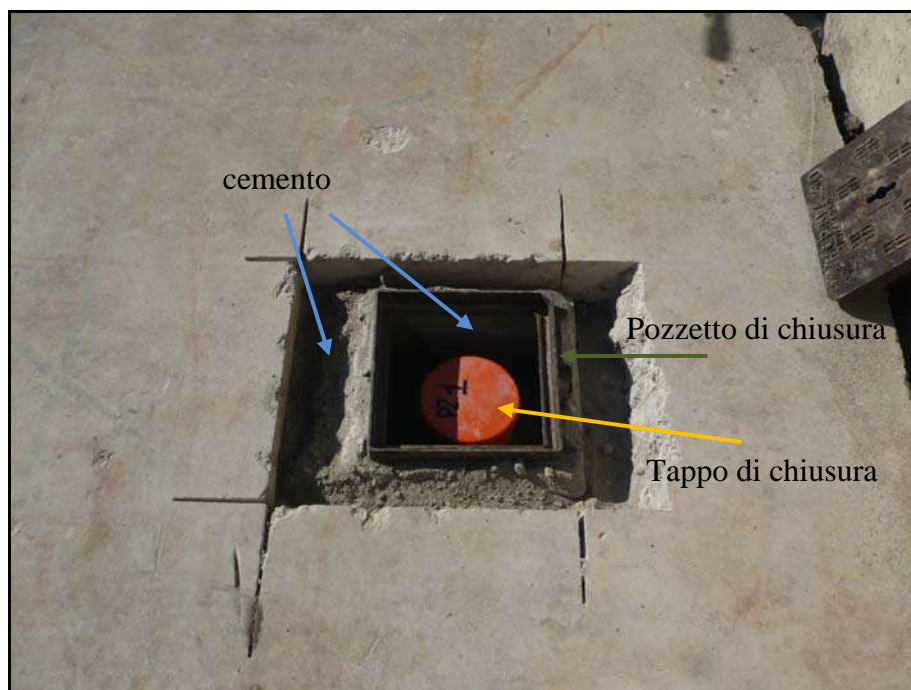
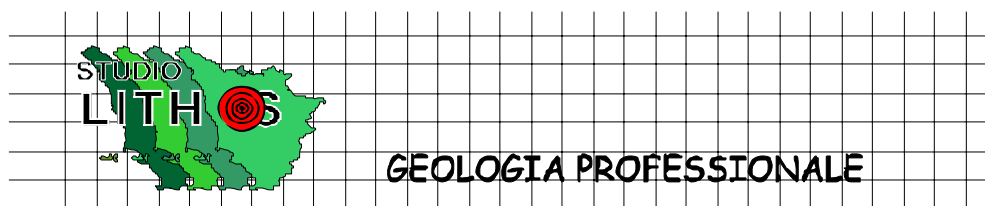


Foto 4 – Piezometro Pz 1.



Foto 5 – Piezometro Pz 2.



**ECO VIP. S.r.l.**

**OGGETTO: Autorizzazione alla installazione e gestione nuovi impianti, in  
Loc. Pozzolungo, Comune di Santa Maria a Monte (PI)**

Come richiesto dalla Provincia di Pisa, nella presente si forniscono specifiche tecniche sul pozzo artesiano esistente ad uso antincendio ed industriale, nonché il suo posizionamento rispetto alla direzione della falda, al fine di verificarne la possibilità di utilizzo per il monitoraggio delle acque sotterranee in sostituzione del piezometro da realizzare.

Il pozzo artesiano risulta ubicato sulla particella n° 8 del Foglio di Mappa n° 26 del Comune di S. Maria a Monte (Prot. n. 14345). Detto terreno ricade in un'area di pianura alluvionale totalmente pianeggiante, livellata a circa +16 metri s.l.m., degradante con pendenza molto lieve verso sud-ovest. Esso ha uso industriale e antincendio.

**SPECIFICHE TECNICHE POZZO**

Il pozzo in oggetto è stato eseguito attraverso la perforazione a ROTAZIONE CON CIRCOLAZIONE INVERSA DEI FANGHI raggiungendo la profondità di 60.50 m dal piano di campagna.

La trivellazione del terreno è stata effettuata con un diametro iniziale del perforo  $\phi = 406$  mm e un diametro finale  $\phi = 311$  mm. Durante la perforazione sono stati raccolti i sedimenti più significativi e conservati in appositi contenitori in modo tale da ricostruire la stratigrafia continua fino a fondo pozzo.

**Dr. ERALDO SANTARNECCHI - Geologo**  
Via della Costituente, 17 - 56024 PONTE A EGOLA (PI)  
Tel: 0571/485277- Fax: 0571/1600929 e-mail: [info@studiolithos.net](mailto:info@studiolithos.net)

Una volta eseguito il perforo si è provveduto alla messa in opera della tubazione definitiva in PVC atossico del diametro di 160 mm e spessore di 7,7 mm microfessurato in corrispondenza dell'acquifero (**tra 43 m e 53 m**). La tubazione componente la colonna è stata collegata a regola d'arte in modo da garantire una perfetta tenuta stagna.

Una volta collocata la tubatura si è provveduto alla saturazione per risalita dell'intercapedine tra il tubo definitivo e la parete del perforo con ghiaietto siliceo calibrato del Ticino in corrispondenza dell'acquifero filtrato e ghiaietto selezionato di provenienza dall'Arno per il resto dello sviluppo non interessante la falda filtrata. Sono state inoltre eseguite n. 3 tamponature con bentonite realizzate al di sopra e al di sotto dei filtri ed al di sotto del tratto cementato sommitale in modo da evitare possibili interazioni con acque esterne (vedi schema costruttivo del pozzo di figura 1).

Successivamente sono state eseguite le operazioni di spurgo con il sistema air - lift mediante motocompressore ed iniettore, al fine di asportare le sostanze in sospensione, assestare il dreno artificiale ed avviare il flusso idrico dall'acquifero all'interno del tubo - pozzo.

A conclusione dello spurgo è stata realizzata una cementazione tra il tubo ed il perforo da 15 m fino al boccapozzo in modo da isolare totalmente l'acquifero superficiale in conformità alle vigenti disposizioni legislative in materia di inquinamento (D.lg. 152/99 e succ. modifiche).

Al termine delle operazioni suddette è stata immessa nel tubo - pozzo un'elettropompa sommersa attraverso la quale sono state eseguite le prove di emungimento atte a stabilire la portata di regime del pozzo, calata alla profondità di 30 m e dotata di 5 cv per un prelievo di 220 l/min.

La portata di regime è stata stabilita in modo da non abbassare eccessivamente il livello della falda emunta, infatti con questo valore è stato misurato un livello dinamico di circa -15,60 m dal boccapozzo. Il livello statico è stato rilevato alla profondità indicativa di -12,3 m dal boccapozzo dopo la fase di spurgo.

A completamento dell'opera è stata installata all'estremità superiore della tubazione una testa a tenuta stagna, formata da flangia e controflangia, munita degli appositi passaggi per il cavo elettrico e la tubazione di mandata dell'elettropompa.

## STRATIGRAFIA DEL POZZO

La stratigrafia, ricostruita analizzando i sedimenti durante la fase di perforazione del pozzo, risulta essere la seguente:

- p.c. – 2.00 m: Terreno di riporto
- 2.00 – 5.00 m: Argilla gialla
- 5.00 – 14.00 m: Argilla azzurra
- 14.00 – 22.00 m: Sabbie con inclusi organici
- 22.00 – 37.00 m: Argilla azzurra
- 37.00 – 43.00 m: Argilla sabbiosa
- **43.00 – 53.00 m: Ghiaie (acquifero)**
- 53.00 – 60.50 m: Argilla azzurra

**Dr. ERALDO SANTARNECCHI - Geologo**

Via della Costituente, 17 - 56024 PONTE A EGOLA (PI)

Tel: 0571/485277- Fax: 0571/1600929 e-mail: [info@studiolithos.net](mailto:info@studiolithos.net)

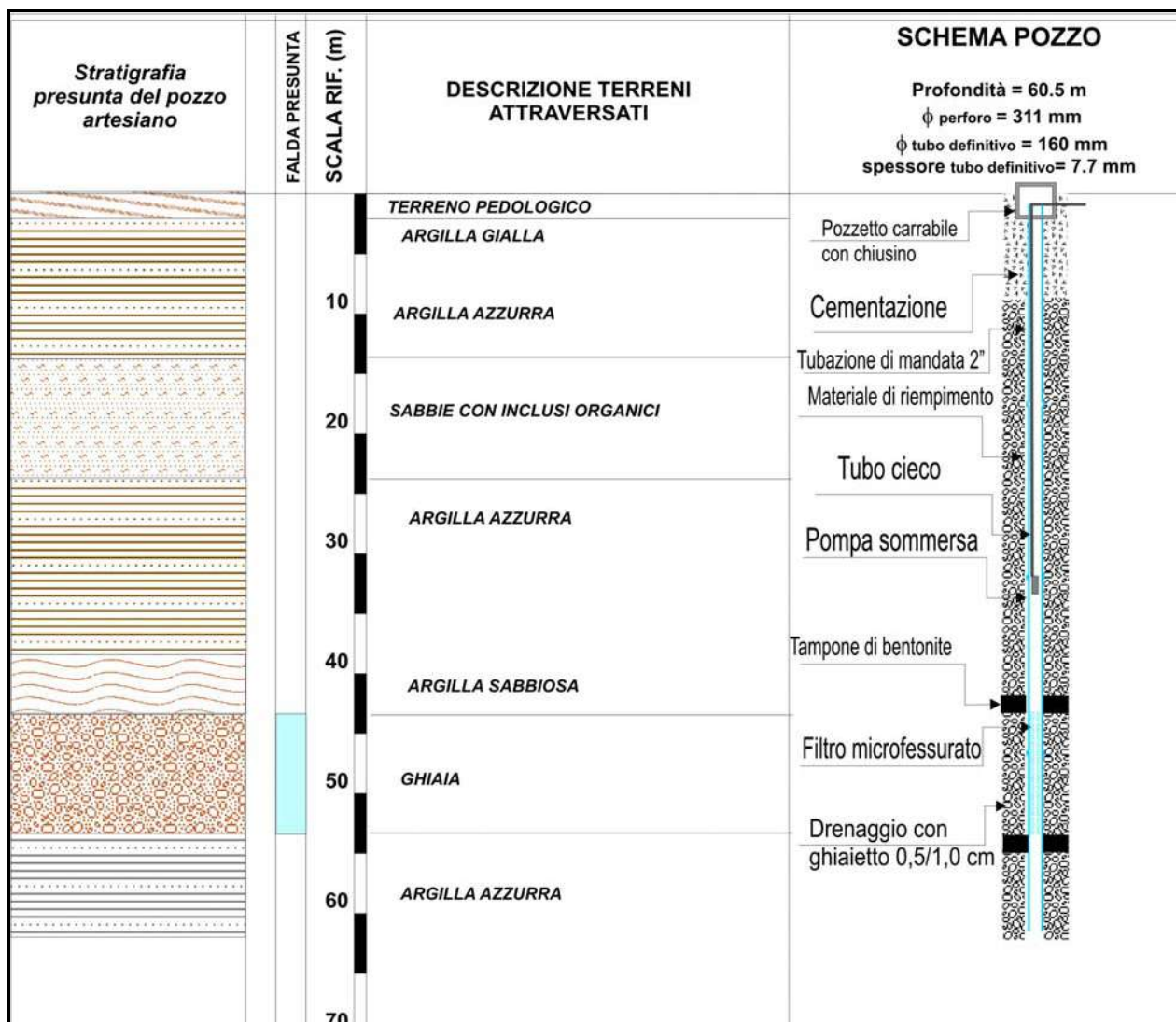


FIGURA 1: Stratigrafia e schema costruttivo pozzo artesiano esistente.

In seguito alla richiesta di integrazioni da parte della Provincia di Pisa (prot. n. 155624 30/12/2002), è stata eseguita una prova di portata in data 17/07/2008 e stabilita una portata ottimale di esercizio con la quale sfruttare il pozzo pari a **50 l/min**.

Inoltre, è stato dichiarato che i consumi di acqua per l'uso antincendio ed industriale sono di circa 1.0 mc giornalieri, per un **totale annuo di circa 260 mc**, e che le acque, una volta prelevate dal pozzo, vengono trasferite a n. 2 cisterne da 32 mc ciascuna e, tramite tubazione interrata, trasferite al fabbricato.

Come osservabile nella Carta Idrogeologica di figura 2, l'area interessa l'isopieza + 13.0 m riferita al l.m.m. (periodo Maggio – Giugno 1996). Il livello piezometrico della falda freatica superficiale riferito al p.c. è di circa – 3.30 m.

La falda ha direzione NW – SE in base alle isopieze tracciate.

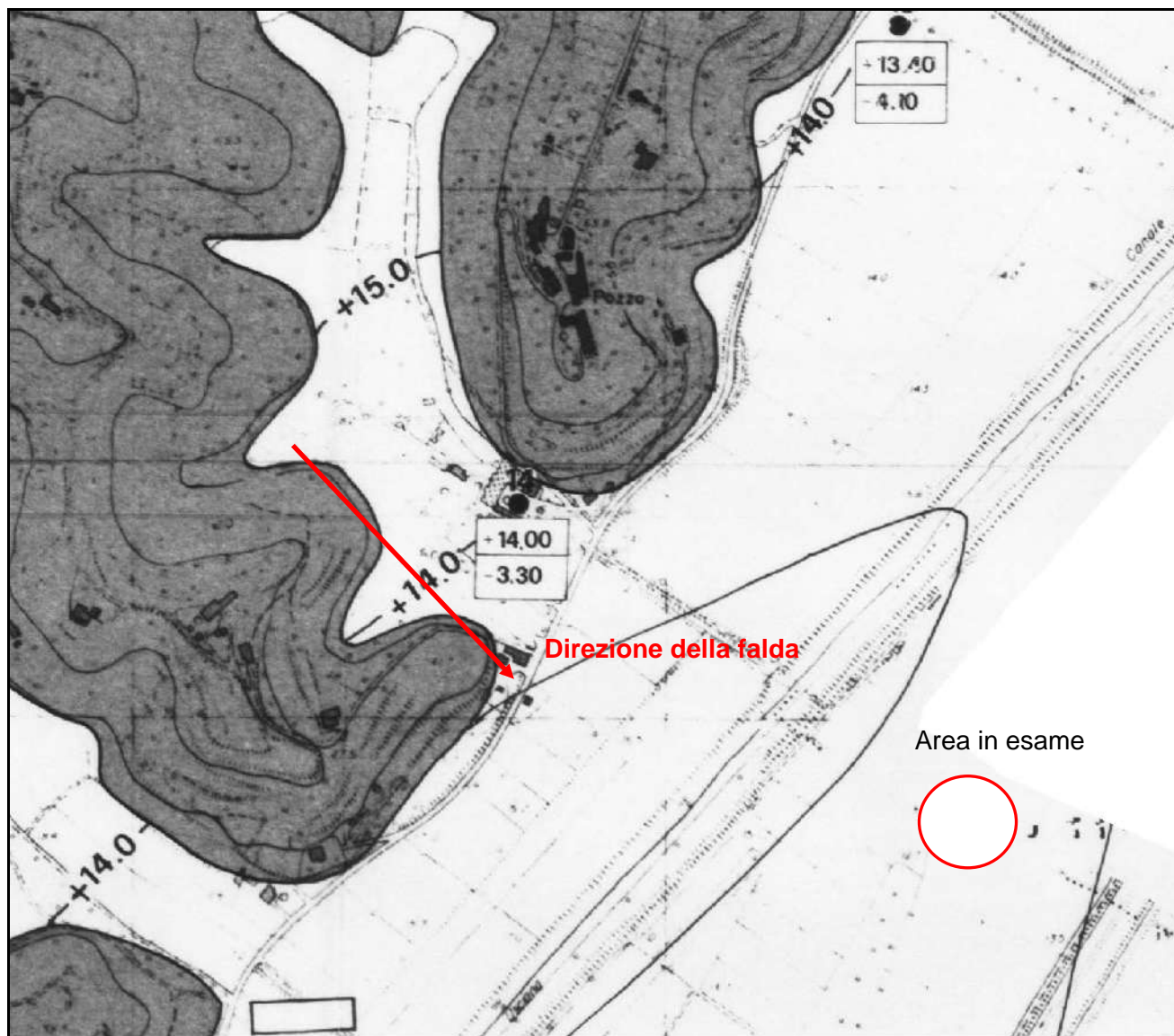


FIGURA 2: Carta idrogeologica – tratta dal P.S. comunale.

**Dr. ERALDO SANTARNECCHI - Geologo**

Via della Costituente, 17 - 56024 PONTE A EGOLA (PI)

Tel: 0571/485277- Fax: 0571/1600929 e-mail: [info@studiolithos.net](mailto:info@studiolithos.net)

In base a quanto sopra riportato, ***si dichiara che il pozzo artesiano*** presente nell'area in esame (il quale capta l'acqua proveniente dalla falda in pressione collocata tra 43 m e 53 m di profondità dal p.c.), ***può essere utilizzato per il monitoraggio delle acque sotterranee in sostituzione del piezometro da realizzare.***

Data: 19 Ottobre 2010

Dott. Geologo Santarnecki Eraldo



The image shows a handwritten signature in black ink over a circular blue stamp. The stamp contains the text: "ORDINE DEI GEOLOGI DELLA TOSCANA", "Dott. Geol.", "ERALDO", "SANTARNECCHI", and "N° 240".

**Dr. ERALDO SANTARNECCHI - Geologo**

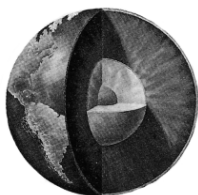
Via della Costituente, 17 - 56024 PONTE A EGOLA (PI)

Tel: 0571/485277- Fax: 0571/1600929 e-mail: [info@studiolithos.net](mailto:info@studiolithos.net)

STRATIGRAFIA SONDAGGIO ECO VIP s.r.l.

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pockel Test kg/cmq	Ure Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cass. Ciallog.	Falda	Altre prove	Altre prove	Rezometro (P) o Inclino metro (I)
1		Terreno pedogenizzato	0.30												
2		Sequenze argilloso-limose con minima percentuale di sabbia. Il deposito è di colore	4.70												
3		giallo-ocraceo e presenta rari inclusi eterometrici													
4		quarzitici e noduli di ferro ossidati. la sequenza si mostra omogenea fino alla profondità indicata, tuttavia,	1.10									1			
5		specialmente verso il basso, aumenta la % di argilla.										5.00			
6															
7		limi e sabbie fini di origine alluvionale, di colore marrone.	9.40												
8		Sabbie fini di colore grigio. Il deposito, di origine alluvionale, presenta sottili intercalazioni argilloso-limose che, verso il basso, aumentano nella frazione argillosa.													
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															
26															
27															
28															
29															
30															

**STUDIO ASSOCIATO**



**GEOLOGIA APPLICATA**

**di Benedetti & Carmignani**

## **COMUNE DI SANTA MARIA A MONTE**

### **RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA**

(ai sensi del D.M. 14/01/2008, della Circ. Min. Infr. e Trasp. 02/02/2009 n. 167, del DPGRT n. 36/R del 9/07/2009 e del PS-RU comunale)

**Progetto definitivo ed esecutivo delle opere di urbanizzazione primaria con  
la realizzazione di tratto stradale e del ponte sul Collettore e sull'Antifosso**

**Loc.: Pozzolungo**

**Committente:  
Immobiliare SAN ZIO s.r.l.**

**Marzo 2017**

**Geol. Andrea Carmignani**



Studio Associato di Geologia Applicata di BENEDETTI & CARMIGNANI

Sede legale : via F. Turati, 15/1 - Altopascio ( LU ) P. IVA 01664030465

Uffici: via Savomiana, 3 – 51019 PONTE BUGGIANESE ( PT )

tel. e fax 0572-635589 cell. 335-5652208 e-mail [andreacarmignani@interfree.it](mailto:andreacarmignani@interfree.it)

## **COMUNE DI SANTA MARIA A MONTE**

**Progetto definitivo ed esecutivo delle opere di urbanizzazione primaria con la realizzazione di tratto stradale e del ponte sul Collettore e sull'Antifosso**

Loc.: **Pozzolungo**

Committente: **Immobiliare SAN ZIO s.r.l.**

### **RELAZIONE GEOLOGICA**

(ai sensi del D.M. 14/01/2008, della Circ. Min. Infr. e Trasp. 02/02/2009 n. 167, del DPGRT n. 36/R del 9/07/2009 e del PS-RU comunale)

---

#### **1 - PREMESSA**

Il presente rapporto, redatto su incarico della Committenza, espone i risultati di un'indagine geologica, geognostica e geofisica eseguita nella parte nord orientale del territorio comunale, all'interno della pianura nei pressi della loc. Pozzolungo sul fondovalle dell'Usciana, di supporto alla progettazione definitiva ed esecutiva della urbanizzazione primaria del Piano Attuativo di Iniziativa Privata approvato riferito alle attività produttive esistenti in loc. Pozzolungo, comprendente la realizzazione del ponte di attraversamento del Collettore e dell'Antifosso, per collegare la suddetta area produttiva con la Nuova via Francesca ad oriente.

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 e fornire il supporto geologico alla progettazione strutturale dell'opera di urbanizzazione, con particolare riferimento al ponte sui suddetti collettori di acque basse.

Quale primo approccio è stata presa visione degli elaborati del PS del luglio 2014 e del R.U. del dicembre 2016, oltre che di quanto contenuto nel Piano Attuativo approvato, con riferimento alle relazioni geologiche e di fattibilità dell'agosto 2011 e successiva integrazione del dicembre 2012, traendone spunto

per la definizione dei condizionamenti e delle metodiche con cui condurre lo studio in rapporto alle problematiche emerse da tali strumenti pianificatori.

In ragione della tipologia, dimensione e importanza dell'opera di attraversamento dei corsi di acqua con il nuovo ponte, la tipologia di indagini geognostiche e geofisiche risultanti dalla applicazione delle norme di cui al DPGR n. 36/R del 9/07/2009, risultano riferite alla classe di indagine n. 4 dell'art. 7, classe questa che richiede la effettuazione di sondaggio geognostico e caratterizzazione geotecnica dei terreni da prove di laboratorio, oltre che indagine geofisica in foro down hole.

Sulla scorta di tale considerazione, si sono effettuate perforazioni geognostiche a carotaggio continuo, prelievi ed analisi geotecniche di laboratorio su campioni prelevati a varie profondità nel sottosuolo, prove SPT in foro, prove penetrometriche statiche CPT, ed infine una prova geofisica Down Hole in sondaggio appositamente attrezzato spinto sino alla profondità di 35 m dal p.c..

Quanto sopra si integra ad una preliminare conoscenza del sottosuolo della zona che poteva fare riferimento ad alcune perforazioni e prove CPT eseguite in anni precedenti, permettendo congiuntamente una completa caratterizzazione del sito di intervento.

## **2 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- **PS e RU comunale;**
- **D.C.P. n. 317 del 19/12/2002**, Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Pistoia
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003, O.P.C.M. n. 3519 del 28/04/06, Del.G.R.T. Del.G.R.T. 878 del 08/10/2012 – D.P.G.R.T. 58/R del 22/10/2012 classificazione sismica del territorio nazionale e regionale.** Il comune di Santa Maria a Monte risulta attualmente inserito fra i Comuni sismici in zona 3.
- **D.M. 14 gennaio 2008 in G.U n. 29 nuove norme tecniche per le costruzioni ;**
- **Circ. Min. Infr. e Trasp. 02/02/2009 n. 167** circolare esplicativa delle nuove Norme Tecniche
- **DPGR n. 36/R del 9/07/2009** (*Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza delle opere e delle costruzioni nelle zone soggette a rischio sismico - Pubblicato sul BURT n. 25 del 17/07/2009*).

## **3 - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E DEL RISCHIO IDRAULICO**

L'area oggetto di indagine si colloca nella parte NE del territorio comunale nell'ambito del fondovalle dell'Usciana, caratterizzato dai corsi di acqua arginati ed artificiali del Fosso Usciana a ridosso delle propaggini collinari ad Ovest, del Collettore posto in asse al fondovalle e del limitrofo Antifosso posto ad oriente. La valle risulta infine connessa ad Est con il fondovalle del Fiume Arno che proviene dalla zona di Santa Croce – Castelfranco di Sotto (vedi allegata **Corografia Generale** in scala 1:25.000).

Nel dettaglio, il sito di intervento è costituito dai terreni pianeggianti posti a quota di 14.3 – 14.9 m s.l.m. posti tra la nuova via Francesca ad oriente e la zona produttiva di Pozzolungo ad Ovest, solcati dagli argini del Collettore ed Antifosso, come rappresentato dalla CARTA DI UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE DI RIFERIMENTO TERRITORIALE in scala 1:500.

I terreni si presentano liberi da strutture, agricoli e caratterizzati da una serie di scoline campestri che drenano le acque verso SW, concordemente all'andamento della serie dei canali e collettori di bassa pianura esistenti.

La geomorfologia della zona, confermata dalla **Carta Geomorfologica** del PS comunale, è quindi priva in sé di particolare rilievo non essendo presenti fenomeni di dissesto e/ o fenomeni significativi di erosione del suolo. La zona è infatti classificabile, dal punto di vista morfologico, come pianura alluvionale di bonifica per colmata con pendenza media di prima classe ( $p = 0\% - 2\%$ ).

Sotto il profilo evolutivo, la genesi Messiniano – Pleistocenica del territorio, ha portato nella sua fase finale a delinearsi una ampia valle fluviale caratterizzata dal F. Arno ad oriente ed una zona di fondo padule con collettore di bonifica costituito dal Canale Usciana e dai Collettori-Antifosso di attuale intervento, ad Ovest sino al limitare orientale del rilievo di Santa Maria a Monte e dei Monti Pisani s.l.

Facendo riferimento alla **Carta Geologica** del PS comunale, le formazioni geologiche che affiorano nell'ambito della parte di collina ad Ovest sono le litologie fluviali e lacustri villafranchiane del bacino di Lucca – Montecarlo – Vinci (*argille e sabbie di Marginone –Mastromarco*) mentre la pianura è caratterizzata da Depositi alluvionali attuali e recenti e di bonifica per colmata: si tratta di sedimenti a prevalenza limosa e sabbiosa, alternati ad orizzonti argilloso – limosi, il tutto secondo i tracciati dei paleoalvei fluviali e palustri di fine evoluzione morfologica, oltre che per operazioni di bonifica per colmata delle aree residuali di palude.

Nello specifico del sito di intervento, sono presenti Depositi alluvionali recenti Olocenici prevalentemente argilloso – limosi, confermati dalla attribuzione da parte della **Carta Litotecnica** del PS della Unità litologico tecnica di tipologia “b+aa”.

In linea con tali caratterizzazioni sono anche le informazioni che si possono trarre dalle **Carte di MOPS** del PS comunale, che indicano per il sito di intervento la ZONA 6: costituita da una successione che vede la presenza di limi argillosi e argille limose per alcune decine di metri, seguite da ghiaie e ciottolami prima delle argille di base.

Le **sezioni geolitologiche** di affinamento ricostruttivo del sottosuolo redatte in sede di RU, evidenziano per l'area di Ponticelli, una condizione stratigrafica in cui prevalgono i terreni misti limoso argillosi e sabbiosi per i primi 40-45 m, seguiti da un orizzonte produttivo di 8-10 m di ghiaie ed infine argille limose sino alla profondità di 90-100 m, alla quale viene rilevata la presenza del tetto dei depositi marino-costieri Pliocenici del bacino dell'Elsa-Pesa-Cerreto Guidi.

La **carta delle MOPS** del RU, mantenendo nelle linee generali la suddetta successione stratigrafica, differenzia nella zona del Collettore – Antifosso una duplice caratterizzazione del terreno, di tipo “zona 4” e quindi *stabile suscettibile di amplificazione locale* nel caso dei terreni di pianura ad oriente dei canali suddetti, mentre la zona ad Ovest di essi e la loro stessa struttura, sono identificati quali *zone suscettibili di instabilità per amplificazione stratigrafica*.

In ogni caso non viene identificata per la zona la condizione di instabilità per potenzialità alla liquefazione (LI) o per cedimenti differenziali (CD).

Relativamente all'assetto idrogeologico, la Carta idrogeologica del PS comunale ricostruirebbe la falda di fondovalle alluvionale alla quota di 14 m s.l.m., ravvenata da Ovest e dai rilievi contigui alla pianura. La misurazione del livello freatico in piezometri installati nell'area ECO VIP in anni passati per monitorarne le oscillazioni, avevano fatto registrare, secondo quanto riportato nella relazione geologica di supporto alle fasi di P.A., una variazione di livello tra 9,50 e 10,30 m s.l.m., corrispondente ad una soggiacenza di ca. 5 m dal p.c. di piazzale, in buona coerenza con l'assetto idrografico limitrofo che vede la presenza dei fondo fossi ad alcuni metri di profondità rispetto alla quota dell'edificio.

La **Carta delle aree con problematiche idrogeologiche** del PS attribuisce alla zona una classe di vulnerabilità media 3B per la pianura ed di vulnerabilità elevata 4B per le strutture arginali.

#### **4. PERICOLOSITA' TERRITORIALE – FATTIBILITA'**

##### **4.1. Piano Attuativo approvato**

Facendo riferimento alle documentazioni di P.A. (agosto 2011 e dicembre 2012) risulta che il sito di intervento è classificato a pericolosità geologia bassa G.1 (DCRT 26/R/2007) con classe di fattibilità Fg2 (DCRT 26/R), mentre per le problematiche idrauliche veniva attribuita una pericolosità media I.3 ed una conseguente classe di fattibilità F.I.3 ai sensi della DCRT 26/R, successivamente modificata in F.I.4 riferendosi alla DCRT 53/R.

Una specifica analisi idraulica con identificazione della vasca di accumulo e compensazione delle volumetrie esondabili nell'area in ragione dell'intervento previsto nel P.A., aveva identificato la condizione da rispettare per rendere l'intera operazione edilizia, comprensiva delle opere di urbanizzazione primaria ed il ponte, compatibile con la condizione di rischio idraulico esistente nell'area.

La vulnerabilità idrogeologica veniva identificata “bassa” e la classificazione sismica riferita alle ZMPSL attribuiva al sito la classe S1

##### **4.2. Piano Strutturale – Regolamento Urbanistico**

L'insieme della carte di riferimento rileva per il territorio le seguenti condizioni:

- pericolosità geologica elevata G.3 - PS 2014 (26/R)
- pericolosità sismica locale elevata S.3 - PS 2014 (26/R)
- pericolosità idraulica elevata I.3 – PS 2014 (26/R)
- pericolosità sismica locale media ed elevata S.2 ed S.3 - RU 2016 (53/R)
- pericolosità idraulica elevata I.3 – RU 2016 (53/R)

##### **4.3. Piani e norme sovraordinate**

- Carta della pericolosità per frana – P.A.I. Autorità di bacino del F. Arno: non classificata
- Carta della pericolosità da alluvionamento - P.G.R.A. Distretto Idrografico Appennino Settentrionale: classe media P.2
- L.R.T. 21/2012: non sussistono le condizioni di pericolosità idraulica “molto elevata” per i terreni di intervento e la realizzazione dell'opera di attraversamento viario è compatibile con le prescrizioni della norma regionale

**Quanto eseguito in questa sede in ordine alle indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche specifiche per l'area di intervento, costituisce l'espletamento del condizionamento**

insito nel grado di pericolosità geologica e sismica attribuito al sito dell'intervento di urbanizzazione primaria preso in esame

## **6 - CARATTERIZZAZIONE GEOGNOSTICO-GEOTECNICA DEL TERRENO DI INTERVENTO (D.M. 14/01/2008)**

### **6.1 - Indagini geognostiche**

Così come evidenziato nella **Ubicazione delle indagini geognostiche e geofisiche** in scala 1:200 in Appendice, la caratterizzazione dell'area di intervento è costituita da n. 2 prove penetrometriche statiche CPT e da n. 2 sondaggi a carotaggio continuo con analisi geotecniche di laboratorio; tutte le verticali di perforazione si sono spinte sino alla profondità di 35 m dal p.c., mentre le prove penetrometriche sono state realizzate sino alla profondità di 24,5 m dal p.c..

In Appendice si allegano i risultati delle prove eseguite, mentre la ricostruzione dell'assetto del sottosuolo è stata effettuata sulla base anche dei risultati di precedenti indagini eseguite nella zona e correlabili a quanto effettuato in questa sede di campagna geognostica.

L'insieme delle informazioni stratigrafiche e di indagine acquisite nelle varie sedi geognostiche, sono compendiate nelle sezioni di ricostruzione del sottosuolo denominate Indagini geognostiche e geotecniche nel sottosuolo di intervento in scala 1:100, mentre la definizione dei valori dei parametri geotecnici attribuiti sulla base delle indagini effettuate viene riportata nella tavola **Caratterizzazione geotecnica del sottosuolo di intervento** redatta in scala 1:100.

Relativamente alle prove penetrometriche C.P.T., queste sono state eseguite utilizzando un penetrometro abilitato ad eseguire sia prove statiche che dinamiche, modello TG 63-200 prodotto dalla ditta PAGANI GEOTHECNICAL EQUIPMENT.

Le caratteristiche del mezzo consentono 20 t. di spinta, l'utilizzazione di punta conica meccanica tipo *Begemann*, cella di carico di sommità *Hottinger* classe 0.2 e centralina elettronica di rilevamento dei dati. La prova consiste nella misurazione, per successivi tratti di infissione di 20 cm, delle seguenti grandezze:

- Resistenza alla punta      **Qc**
- Resistenza laterale      **fs**

Dai dati ricavati è così possibile ottenere una ricostruzione delle caratteristiche di resistenza meccanica del terreno e, tramite il rapporto *Begemann* ( $Qc/fs$ ), risalire al tipo litologico.

I sondaggi geognostici sono stati effettuati con una sonda cingolata semovente DRILL 650 della ditta IPC, operante a carotaggio continuo a rotazione ed avanzamento idraulico, carotiere doppio e diametro dei tubi di rivestimento 112 mm; la perforazione è avvenuta di tipo geotecnico per tutto lo sviluppo di 35 m nel caso della verticale S1, mentre nel caso della prospezione Sdh2, questa è avvenuta a distruzione di nucleo per i primi 15 m dove vi erano i risultati di una precedente perforazione a carotaggio continuo eseguita in quel punto e di cui erano disponibili i dati stratigrafici e di laboratorio geotecnico sui campioni, profondità a partire dalla quale la perforazione Sdh2 è proseguita a carotaggio continuo sino a fine foro a - 35 m dal p.c., perforo poi attrezzato per la esecuzione di prova sismica in foro Down Hole.

Nel corso della perforazione sono state allestite cassette catalogatrici in plastica, per la realizzazione della certificazione stratigrafica e relativa documentazione fotografica della perforazione eseguita a carotaggio continuo per scopi geotecnici ( vedi allegati ).

In corrispondenza di alcuni livelli sabbioso-limosi sono state eseguite n. 2 prove di penetrazione in foro Standard Penetration Test utilizzando la classica metodica di infissione con maglio di 63,5 kg, volata di battuta 76 cm e campionatore standard (tipo Raymond), costituito da un tubo carotiere avente diametro esterno di 51 mm, spessore 16 mm e lunghezza complessiva comprendente scarpa e raccordo alle aste di 813 mm; il materiale recuperato è stato successivamente sottoposto a determinazione della granulometria in laboratorio geotecnico, risultando costituito da sabbie limose debolmente argillose.

In fase di avanzamento sono stati inoltre prelevati 8 campioni di terreno di cui n. 4 indisturbati in fustelle *Shelby*, e n. 4 prelevati dalla cassetta catalogatrice e posti in tubo-fustella; dall'insieme di campioni prelevati, sono stati scelti i 5 più rappresentativi per collocazione stratigrafica e qualità di campionamento, su cui sono state effettuate prove di caratterizzazione, compressibilità e resistenza a taglio in laboratorio geotecnico certificato.

Prove di laboratorio geotecnico: sui campioni prelevati sono state eseguite prove geotecniche da parte del laboratorio LABOTER di Pistoia, laboratorio certificato ai sensi delle normative vigenti, consistenti in:

- determinazione della umidità, porosità, indice dei vuoti e grado di saturazione
- determinazione del peso di volume naturale, secco e saturo
- determinazione della resistenza a taglio “drenato” con prova diretta C.D.
- determinazione della compressibilità da prova edometrica
- determinazione della granulometria

I risultati conseguiti sono riportati nell'Allegato documento di analisi rilasciato dal laboratorio.

## 6.2 - Stratigrafia

Sulla base dei dati derivanti dalle indagini geognostiche eseguite in corrispondenza del sito di intervento e di quelle reperite nei pressi di esso dalla banca dati di supporto al RU e da precedenti indagini nell'area ECO VIP, si sono distinti i seguenti orizzonti litologici che costituiscono il modello geologico del sottosuolo nell'area studiata:

- **A: materiali in parte antropizzati, massicciate, argini, terreni di coltivo, terreni addensati:** costituisce il primo orizzonte di materiali che hanno subito una profonda alterazione da parte delle attività antropiche, sia relativamente alla sua stessa natura in quanto del tutto artificiale come le arginature e le massicciate, che per quanto concerne le modifiche del suo stato di consistenza e natura da parte delle operazioni agricole pregresse e/o dallo stato di maggior addensamento per il passaggio di mezzi, essiccazione stagionale, ecc.; il suo spessore è dell'ordine di 2 m con minore sviluppo nell'ambito dei terreni agricolo relativamente naturali in cui si evidenzia la natura argilloso sabbiosa del sedimento. Trattandosi di materiali che sono preferenzialmente al di sopra dello stato di saturazione dell'acqua di sottosuolo, il suo stato di consistenza risulta incrementato dal basso tasso di umidità con valori di **Qc = 15-20 kg/cmq**.
- **B: limo argilloso e sabbioso marrone di media consistenza ed addensamento:** presente sino alla profondità di ca. 6-7 m dal piano inizio prove, è costituito da sedimenti coesivi fini argilloso-limosi a tratti sabbiosi di colore marrone che lo differenzia per la restante parte di successione stratigrafica caratterizzata dal colore di ambiente sedimentario riducente grigio, con valori di resistenza alla penetrazione della punta di **Qc = 5 - 10 Kg/cmq** che ne indica la significativa compressibilità e plasticità.
- **C: alternanza di argilla limosa grigia di mediocre-scarso consistenza e livelli limoso sabbiosi grigi di medio- mediocre addensamento:** presente sono alla profondità di 18,5-19,0 m dal p.c. rappresenta un "pacchetto" stratigrafico al cui interno si nota una alternanza di livelli più coesivi limoso argillosi di scarsa consistenza con valori prevalenti di **Qc = 5- 8 Kg/cmq** e livelli di tipo più granulare sabbioso-limosi in cui si hanno valori di resistenza penetrometrica più elevati dell'ordine di **Qc = 12- 20 Kg/cmq**, con picchi relativi a livelletti decimetrici sino a **40 – 50 kg/cmq**
- **D: limo argilloso grigio di media consistenza con livelli centimetrici di sabbia argillosa con ghiaietto incluso:** rilevata uniformemente da tutte le verticali di indagine sino alla profondità di 32,5 m dal p.c., si tratta di materiali francamente argillosi con sporadici livelli di sabbie limose con ghiaietto associato, di colore grigio in cui lo stato di consistenza tende ad aumentare rispetto ai materiali sovrastanti ed andando progressivamente in profondità, in cui le prove CPT (che hanno raggiunto

la profondità di 24-25 m) hanno registrato valori di  $Q_c = 10 - 15 \text{ Kg/cm}^2$  sino a 23 m di profondità e di  $Q_c = 18 - 24 \text{ Kg/cm}^2$  oltre

- E: **sabbie limose grigie addensate e argille limose con ghiaietto consistenti** si tratta di livelli alternati tra loro in andamento discontinuo, pur sempre in ogni caso nell'ambito di terreni compatti, caratterizzati o da sabbie limose grigie addensate o da argille limose consistenti, come appare sia dalle determinazioni speditive di cantiere sulle carote del perforato, che dalle prove geotecniche su di un campione prelevato al loro interno, stante la assenza di determinazioni da prove CPT che non hanno raggiunto tali profondità

### 6.3 - Caratterizzazione geotecnica

Sulla base dei risultati delle analisi geotecniche di laboratorio sui campioni prelevati da sondaggi e delle correlazioni empiriche e semi empiriche proposte dalla letteratura specializzata per interpretare le prove C.P.T. ed S.P.T., si sono attribuiti i seguenti parametri geotecnici medio-minimi di ciascun livello individuato, caratteristici della risposta alle sollecitazioni indotte dalle strutture sul sottosuolo; in particolare, oltre al **peso di volume**, è stata definita la **resistenza a taglio** e la **compressibilità** dei materiali. I valori determinati sono rappresentati in rapporto ai livelli di terreno nella SEZIONE DI CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO in scala 1:100 longitudinale al ponte di progetto.

Relativamente alla resistenza a taglio, la caratterizzazione ha differenziato la condizione a “breve termine” in termini quindi di tensioni totali da quella a “lungo termine” in condizioni di sforzi efficaci, operando come segue:

- è stato individuato il valore della coesione “non drenata” ( $c_u$ ) dei sedimenti generalmente di tipo coesivo od a comportamento assimilabile a tale, ricavandoli dalle prove C.P.T..
- sulla base dei valori di taglio lento C.D. eseguiti sui campioni rappresentativi dei livelli stratigrafici (correlandone interpretativamente anche le prove S.P.T.), si sono definite le caratteristiche di resistenza a taglio a lungo termine “drenata” rappresentata dai valori di  $c'$  e  $\varphi'$ .

Nel caso della parametrizzazione della compressibilità dei terreni, nella sezione geotecnica sono stati rappresentati i valori del modulo di compressibilità edometrica  $E$  di ciascun orizzonte geotecnico riconosciuto nel sottosuolo, mediante la individuazione del range caratteristico per ciascuno di essi della risposta a compressione del terreno, desumendolo dai risultati della interpretazione delle prove CPT, integrati e tarati sui dati ricavati dalle prove di compressibilità edometrica (espansione laterale impedita) eseguite su alcuni campioni analizzati in tal senso in laboratorio.

In particolare, richiamando la sezione di correlazione tra le indagini che costituisce la **Caratterizzazione stratigrafico-geotecnica del sottosuolo dell'intervento** riportata in Appendice, si ha la seguente parametrizzazione, che costituisce il modello geotecnico del sottosuolo, da cui si nota che gli orizzonti stratigrafici C e D sono stati suddivisi in due distinti livelli geotecnici C1-C2 e D1-D2:

PROFONDITA'		PESO DI VOLUME	RESISTENZA A TAGLIO NON DRENATA <i>parametri di resistenza da utilizzarsi in alternativa tra loro</i>	RESISTENZA A TAGLIO DRENATA	MODULO DI COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA
0.0 - 2.5 m dal p.c.	<b>A</b>	$\gamma = 19.0 \text{ kN/mc}$	$C_u = 70 - 80 \text{ kPa}$		$E = 50 - 60 \text{ kg/cm}^2$
2.5 - 6.5 m dal p.c.	<b>B</b>	$\gamma = 19.8 \text{ kN/mc}$	$C_u = 30 - 50 \text{ kPa}$	$\varphi' = 27^\circ \quad C' = 10 \text{ kPa}$	$E = 15 - 40 \text{ kg/cm}^2$
6.5 - 10.0 m dal p.c.	<b>C1</b>	$\gamma = 19.0 \text{ kN/mc}$	$C_u = 20 - 30 \text{ kPa}$	$\varphi' = 23.5^\circ \quad C' = 12 \text{ kPa}$	$E = 6 - 10 \text{ kg/cm}^2$
10.0 - 18.5 m dal p.c.	<b>C2</b>	$\gamma = 20.0 \text{ kN/mc}$	$C_u = 35 - 45 \text{ kPa}$ (85 - 100)	$\varphi' = 26.0^\circ \quad C' = 2 \text{ kPa}$	$E = 15 - 40 \text{ kg/cm}^2$ (70-100)
18.5 - 23.0 m dal p.c.	<b>D1</b>	$\gamma = 18.7 \text{ kN/mc}$	$C_u = 50 - 60 \text{ kPa}$	$\varphi' = 18.6^\circ \quad C' = 10 \text{ kPa}$	$E = 40 - 50 \text{ kg/cm}^2$
23.0 - 32.5 m dal p.c.	<b>D2</b>	$\gamma = 18.9 \text{ kN/mc}$	$C_u = 80 - 90 \text{ kPa}$	$\varphi' = 18.0^\circ \quad C' = 14.5 \text{ kPa}$	$E = 60 - 70 \text{ kg/cm}^2$
> 32.5 m dal p.c.	<b>E</b>	$\gamma = 19.2 \text{ kN/mc}$		$\varphi' = 25.9^\circ \quad C' = 25 \text{ kPa}$	

con:

$c_u$  = coesione non drenata relativa alla assunzione di comportamento non drenato del materiale caratterizzato

$\varphi'$  = angolo di attrito interno relativo alla assunzione di comportamento drenato del materiale caratterizzato

$c'$  = coesione drenata relativa alla assunzione di comportamento drenato del materiale caratterizzato

$\gamma$  = peso di volume del terreno asciutto

$E$  = modulo di compressibilità edometrica, inverso del coefficiente di compressibilità  $m_v$

## 7 - PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI

La normativa vigente impone la definizione dei parametri caratteristici del terreno ( $f_k$ ) dai valori medi ( $f_m$ ) 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.

Nel caso specifico, sono stati definiti i seguenti **parametri caratteristici**, individuati per cautela tra i valori prossimi ai valori medio/minimi:

<b><u>CONDIZIONE NON DRENATA</u></b>	$c_{u\kappa}$ (kPa)	$\gamma_{\kappa}$ (kN/mc)	$E_{\kappa}$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
A: materiali antropizzati, massicciate, argini, terreni di coltivo, terreni addensati	70.0	19.00	55.0
B: limo argilloso e sabbioso marrone di media consistenza ed addensamento	30.0	19.80	25.0
C1: argilla limosa grigia di mediocre-scarso consistenza	20.0	19.00	8.0
C2: limo sabbioso grigio di medio-mediocre addensamento	45.0	20.00	40.0
D1: limo argilloso grigio di media consistenza	50.0	18.70	45.0
D2: limo argilloso grigio e sabbia argillosa con ghiaietto incluso	80.0	18.9	65.0
E: sabbie limose grigie addensate e argille limose con ghiaietto consistenti	---	19.20	---

<b><u>CONDIZIONE DRENATA</u></b>	$c'_{\kappa}$ (kPa)	$\varphi'_{\kappa}$ (°)	$\gamma_{\kappa}$ (kN/mc)	$E_{\kappa}$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
A: materiali antropizzati, massicciate, argini, terreni di coltivo, terreni addensati	---	---	19.00	55.0
B: limo argilloso e sabbioso marrone di media consistenza ed addensamento	10.0	27.0	19.80	25.0
C1: argilla limosa grigia di mediocre-scarso consistenza	12.0	23.5	19.00	8.0
C2: limo sabbioso grigio di medio-mediocre addensamento	2.0	26.0	20.00	40.0
D1: limo argilloso grigio di media consistenza	10.0	18.6	18.70	45.0
D2: limo argilloso grigio e sabbia argillosa con ghiaietto incluso	14.5	18.0	18.9	65.0
E: sabbie limose grigie addensate e argille limose con ghiaietto consistenti	25.0	25.9	19.20	---

Per quanto attiene gli spessori dei livelli nel sottosuolo, rimandando per i dettagli alla Sezione Stratigrafica - Geotecnica della tavola di caratterizzazione del sottosuolo di intervento allegata in Appendice, il modello sintetico del sottosuolo risulta differenziato come segue

A: materiali antropizzati, massicciate, argini, terreni di coltivo, terreni addensati	da 0.0 a 2.5 m dal p.c.
B: limo argilloso e sabbioso marrone di media consistenza ed addensamento	da 2.5 a 6.5 m dal p.c.
C1: argilla limosa grigia di mediocre-scarso consistenza	da 6.5 a 10.0 m dal p.c.
C2: limo sabbioso grigio di medio-mediocre addensamento	da 10.0 a 18.5 m dal p.c.
D1: limo argilloso grigio di media consistenza	da 18.5 a 23.0 m dal p.c.
D2: limo argilloso grigio e sabbia argillosa con ghiaietto incluso	da 23.0 a 32.5 m dal p.c.
E: sabbie limose grigie addensate e argille limose con ghiaietto consistenti	oltre 32.5 m dal p.c.

Il livello freatico della falda superficiale viene cautelativamente indicato alla profondità di 3 m dal p.c. del piazzale in destra idrografica del Collettore, corrispondente indicativamente al fondo canale.

## 8 - ASPETTI SISMICI ED AZIONI SISMICHE

### 8.1 - Zonizzazione sismica dell'area

Nella classificazione sismica della Regione Toscana (*O.P.C.M. n. 3519 del 28.04.06, Del.G.R.T. n. 431 del 19.06.06, Del.G.R.T. 878 del 08.10.2012*) il Comune di Santa Maria a Monte in cui si inquadra l'intervento in oggetto si colloca in zona **3**; in funzione delle specifiche contenute nell'art. 2 del *Regolamento D.P.G.R.T. 58/R del 22.10.2012*, la fascia di pericolosità attribuibile al sito è la **fascia C** corrispondente a:  $a_g \leq 0,125g$ , come emerge dallo stralcio di analisi di accelerazione sismica specifica su suolo rigido e pianeggiante per  $V_n = 50$  anni e  $C_u = 1,0$  come richiesto dalla norma, in quanto vale  $a_g = 0,118g$



In relazione ai disposti delle **norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14.01.2008)**, 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:

<b>ag</b>	=	<i>accelerazione massima al sito</i>
<b>Fo</b>	=	<i>valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale</i>
<b>TC*</b>	=	<i>periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale</i>

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 la “categoria di sottosuolo” e la “categoria topografica” del sito di fondazione, da cui derivano i *coefficienti di amplificazione topografica e stratigrafica*.

Per la determinazione della categoria di suolo di fondazione è stato effettuato un accertamento in situ tramite indagine sismica DOWN HOLE in foro di sondaggio appositamente attrezzato.

Si rimanda alla relazione sismica sulla metodica utilizzata e sui risultati conseguiti.

Il parametro  $V_{S30}$  viene calcolato utilizzando una media ponderata dei valori di velocità delle onde di taglio dei primi 30 m di profondità mediante la seguente espressione:

$$\frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

Con i dati ottenuti, per la zona di indagine (da p. campagna) si ha :

$$- V_{S30}: \quad \mathbf{201 \text{ m/sec}}$$

a cui corrisponde, seguendo i criteri di definizione dettati dalla seguente tabella delle NTC/2008, una **categoria di suolo di fondazione “C”**.

**Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo**

Categoria	Descrizione
<b>A</b>	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
<b>B</b>	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>C</b>	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>D</b>	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>E</b>	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Dato che il sito di intervento si presenta pianeggiante per esso si assume:

**categoria topografica “T1”.**

## 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 **VR** (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* **VR** che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale **VN** per il coefficiente d'uso **CU**.

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

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.

Sulla base delle indicazioni fornite dal Progettista relativamente alla funzione della struttura da realizzare, è stato fatto riferimento alla tab. 2.4.1 delle NTC che individua, per “OPERE ORDINARIE, PONTI; OPERE STRUTTURALI,...”, la vita nominale  $V_N \geq 50$  anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in quattro classi d'uso; nel caso di “AFFOLLAMENTI SIGNIFICATIVI, ecc....”, la classe attribuita dalle norme è la **Classe di uso III**, a cui corrisponde un valore di Coefficiente di uso  $C_u = 1,5$ .

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

$$V_r = V_n * C_u = 50 * 1,5 = \mathbf{75 \text{ anni}}$$

### 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 (SLE) 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 (SLU) 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  $P_{VR}$  al variare dello stato limite considerato**

Stati Limite		$P_{VR}$ : 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:

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

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima al sito;

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

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

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 ( $S_T$ )

$$S = S_s * S_T$$

I coefficienti  $S_s$  e  $S_T$  derivano dalle tabb 3.2 IV, 3.2.V e 3.2.VI 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>	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

**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

In riferimento alla classificazione sismica e collocazione dell'area in esame, di seguito si riportano i parametri caratteristici del sito di intervento ed i i parametri sismici per i due stati limite SLV e SLD:

Comune	Castelfranco di Sotto (PI)
Zona sismica (Del. G.R.T. 878/2012)	3 – fascia “C”
$a_g$ (SLV) – D.P.G.R.T. 58/R/2012	0.118 g
Tipo di costruzione	2 (opera ordinaria)
Vita nominale ( $V_N$ )	$\geq 50$ anni
Classe d'uso	III
Coefficiente d'uso ( $C_U$ )	1.5
Periodo di riferimento ( $V_R$ )	75 anni
$V_{S30}$	201 m/sec
Categoria di sottosuolo	C
Categoria topografica	T1
Latitudine sito	43,701469°
Longitudine sito	10,710100°

#### Stato limite SLV (fondazioni)

Coefficiente di amplificazione topografica ( $S_T$ )	1.00
Amplificazione stratigrafica ( $S_s$ )	1.50
Fattore S	1.50
Accelerazione massima ( $a_{max}$ )	2,029 m/sec <sup>2</sup>

<i>Fattore di amplificazione (<math>F_o</math>)</i>	<b>2,464</b>
<i>Periodo <math>T_c^*</math></i>	<b>0,288 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>0,050</b>
<i>Coefficiente sismico verticale (<math>k_v</math>)</i>	<b>0,025</b>

**Stato limite SLD (fondazioni)**

<i>Coefficiente di amplificazione topografica (<math>S_T</math>)</i>	<b>1.00</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>0,884 m/sec<sup>2</sup></b>
<i>Fattore di amplificazione (<math>F_o</math>)</i>	<b>2,585</b>
<i>Periodo <math>T_c^*</math></i>	<b>0,263 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>0,018</b>
<i>Coefficiente sismico verticale (<math>k_v</math>)</i>	<b>0,009</b>

## **9 - VALUTAZIONE DELLA POTENZIALITA' DI LIQUEFAZIONE**

Il potenziale di liquefazione prodotto per tensioni cicliche derivate da un evento tellurico nasce dall'istantaneo incremento di pressioni neutre sottoposte all'accelerazione sismica, che possono comportare il totale annullamento delle pressioni effettive intergranulari, determinando il completo decadimento della resistenza tangenziale di un terreno a comportamento esclusivamente granulare.

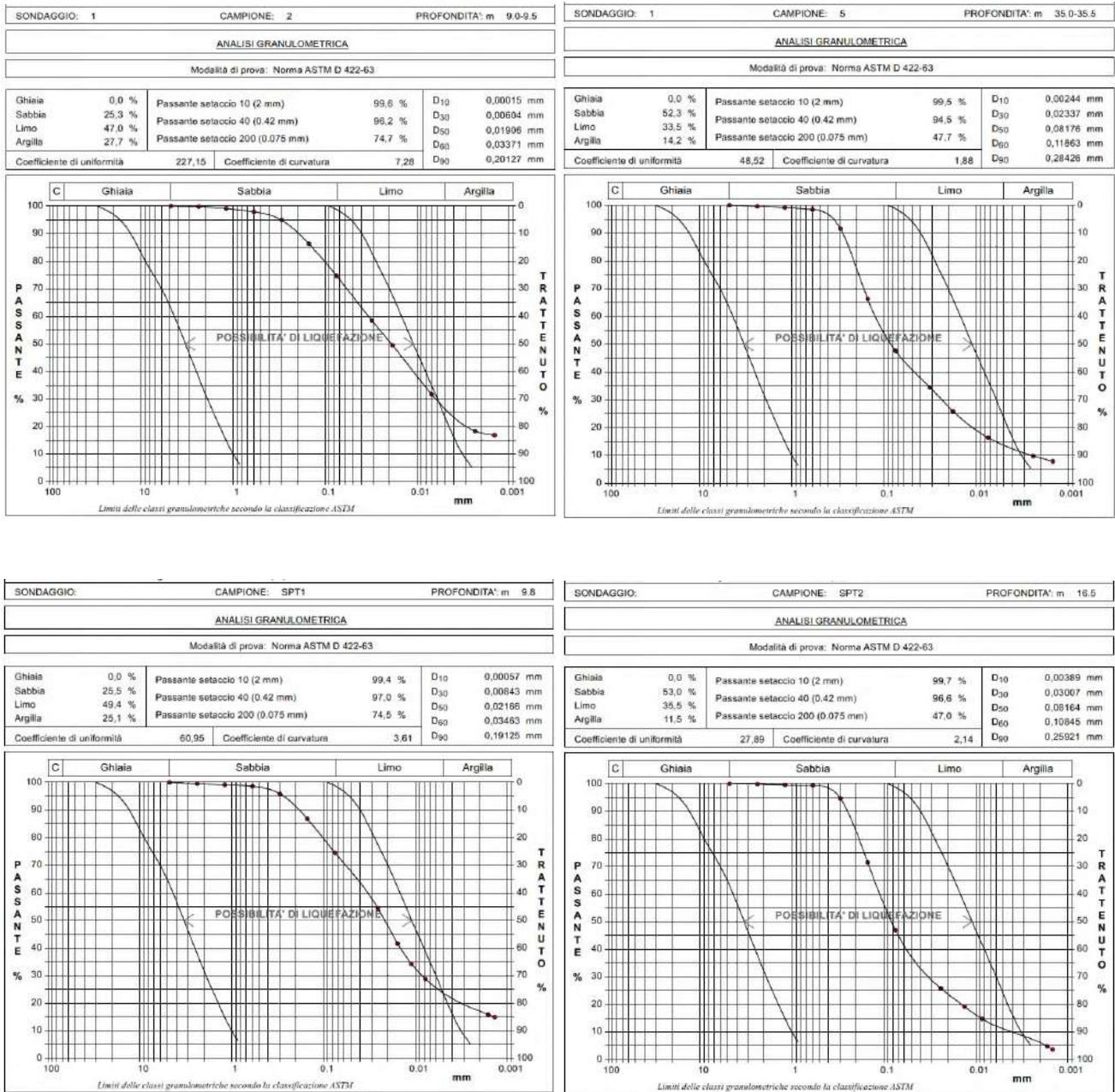
Perché ciò possa accadere occorre che il sedimento non sia dotato di coesione e che il drenaggio non sia talmente rapido da avvenire istantaneamente.

Per tali motivazioni, soltanto i depositi sabbiosi fini monogranulari, saturi e non addensati risultano soggetti a tale tipo di rischio.

Nel caso in oggetto siamo in presenza di sedimenti con significativo comportamento coesivo e pertanto di principio non liquefacibili; pur essendo presenti intercalazioni contenenti sedimenti sabbiosi, a questi è sempre associata una frazione fine compatta ed in ogni caso si presentano mediamente consolidati e pertanto anche in questi casi non suscettibili di liquefazione.

In sede di analisi geotecnica di laboratorio, sono stati eseguiti n. 4 accertamenti della granulometria su campioni prelevati a diversa profondità nel sottosuolo indagato, che hanno fornito i seguenti fusi al di fuori della possibilità di liquefazione e che quindi **consentono di ritenere il sito di intervento scevro**

dal rischio di liquefazione.



## 10 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

E' stata eseguita un'indagine geologica, geognostica e geofisica nella parte nord orientale del territorio comunale, all'interno della pianura nei pressi della loc. Pozzolungo sul fondovalle dell'Usciana, di supporto alla progettazione definitiva ed esecutiva della urbanizzazione primaria del Piano Attuativo di Iniziativa Privata approvato riferito alle attività produttive esistenti in loc. Pozzolungo, comprendente la

realizzazione del ponte di attraversamento del Collettore e dell'Antifosso, per collegare la suddetta area produttiva con la Nuova via Francesca ad oriente.

In ragione della tipologia, dimensione e importanza dell'opera di attraversamento dei corsi di acqua con il nuovo ponte, la tipologia di indagini geognostiche e geofisiche risultante dalla applicazione delle norme di cui al DPGR n. 36/R del 9/07/2009, risulta riferita alla classe di indagine n. 4 dell'art. 7.

Sulla scorta di tale considerazione, si sono effettuate perforazioni geognostiche a carotaggio continuo, prelievi ed analisi geotecniche di laboratorio su campioni prelevati a varie profondità nel sottosuolo, prove SPT in foro, prove penetrometriche statiche CPT, ed infine una prova geofisica Down Hole in sondaggio appositamente attrezzato spinto sino alla profondità di 35 m dal p.c..

Quanto sopra si integra ad una preliminare conoscenza del sottosuolo della zona che poteva fare riferimento ad alcune perforazioni e prove CPT eseguite in anni precedenti, permettendo congiuntamente una completa caratterizzazione del sito di intervento.

Il Piano Attuativo approvato identificava le condizioni di rapporto tra l'intervento e le problematiche idrauliche, individuando le volumetrie e la collocazione di una vasca di compensazione a servizio della fattibilità dell'intero intervento proposto in sede pianificatoria.

L'indagine geofisica Down Hole ha identificato una categoria di sottosuolo "C"; per la natura pianeggiante dell'area, la classe topografica è "T1".

Lo studio effettuato in questa sede ha permesso la completa caratterizzazione stratigrafica e geotecnica del sottosuolo di intervento con le strutture del ponte, fornendo i valori di resistenza a taglio e compressibilità del sottosuolo su cui dimensionare le strutture portanti che, alla luce della importanza della struttura edilizia e delle caratteristiche scadenti dei terreni di imposta, non potrà essere che su pali.

Riguardo alle altre parti di cui si compone l'intervento di urbanizzazione (rilevati ed opere minori), la caratterizzazione effettuata fornisce sufficienti valori geotecnici sul comportamento di resistenza e di compressibilità anche della parte più superficiale di sottosuolo, in base ai quali valutare la portanza ed i cedimenti relativi alle sollecitazioni dei carichi dei rilevati e delle opere minori che prevedano una imposta superficiale.

Il livello freatico, stagionalmente oscillante, viene assunto alla profondità di 3,0 m dal piano piazzale in destra idrografica del Collettore, corrispondente in estrama sintesi con il fondo alveo dello stesso.

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, stratigrafico-geotecnico e sismico e con le caratteristiche litotecniche del terreno, nei limiti delle prescrizioni espresse nel presente relazione mento.

Altopascio, 30/03/2017

Geol. Andrea CARMIGNANI



TAVOLE:

COROGRAFIA GENERALE (scala 1:25.000)

AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA – P.G.R.A. Distretto Appennino Settentrionale – D.C.I. 3/3/2016 n. 235

STRALCI TRATTI DALLA CARTOGRAFIA DEL P.S. COMUNALE (luglio 2014)

Carta Geologica

Carta geomorfologica

Carta litotecnica

Carta idrogeologica

Carta della pericolosità da P.A.I.

Carta della pericolosità geologica

Carta della pericolosità sismica

Carta della pericolosità idraulica

Carta delle problematiche idrogeologiche

Carta delle frequenze

STRALCI TRATTI DALLA CARTOGRAFIA DEL R.U. COMUNALE (dicembre 2016)

Carta dei dati di base

Sezioni geolitologiche

Carta delle MOPS e delle frequenze

Carta della pericolosità sismica 53/R

Carta di fattibilità geologica 53/R

UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE (scala 1:500 e 200)

INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE NEL SOTTOSUOLO DI INTERVENTO – ( sez. scala 1:100 )

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO DELL'INTERVENTO – ( sez. scala 1:100 )

AZIONI SISMICHE: DATI DI RIFERIMENTO DI BASE DI SITO ( fondazioni )

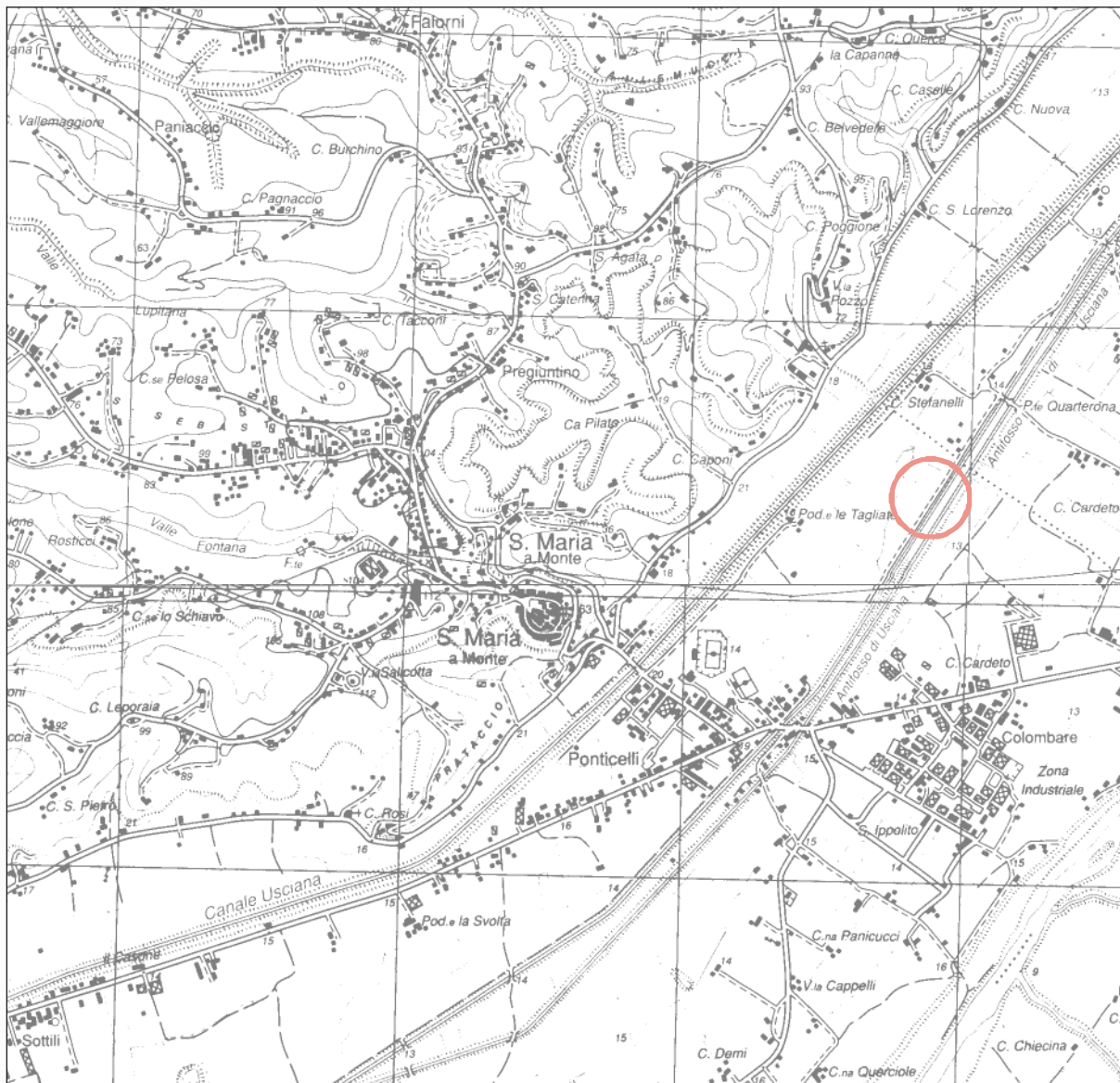
ALLEGATI:

-Log stratigrafico – documentazione fotografica di sondaggio a carotaggio continuo (MAPPOGEOGNOSTICA)

-Analisi geotecniche di laboratorio (LABOTER)

-Tabulati e grafici prove penetrometriche statiche CPT

-Relazione indagine DOWN HOLE

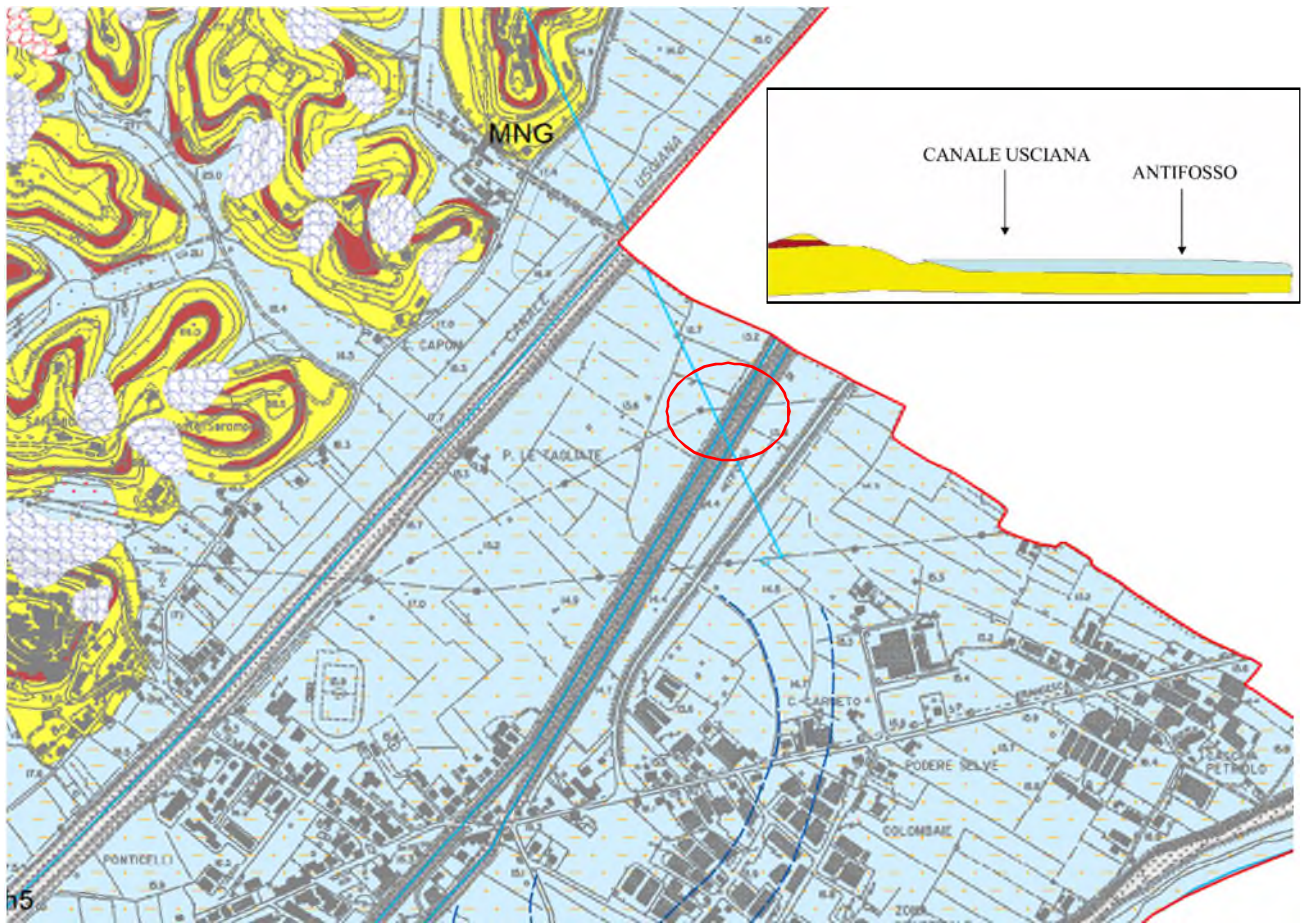


COROGRAFIA GENERALE - SCALA 1:25.000  
(dalla carta IGMI - Foglio 274, Sezz. III e IV)



Ubicazione area in studio

# CARTA GEOLOGICA (Piano Strutturale luglio 2014)



— Aste Fluviali

## SEGNI CONVENZIONALI

— Orlo di terrazzo

— Traccia di alveo abbandonato

— Faglia diretta presunta

— Lago di cava

— Traccia di sezione geologica

## DEPOSITI QUATERNARI

— Terreni di riporto, bonifiche per colmata (h5)

— Corpi di frana senza indizi di evoluzione (a1q)

— Corpi di frana in evoluzione (a1a)

— Depositi di versante (aa)

— Depositi alluvionali attuali e recenti (b)

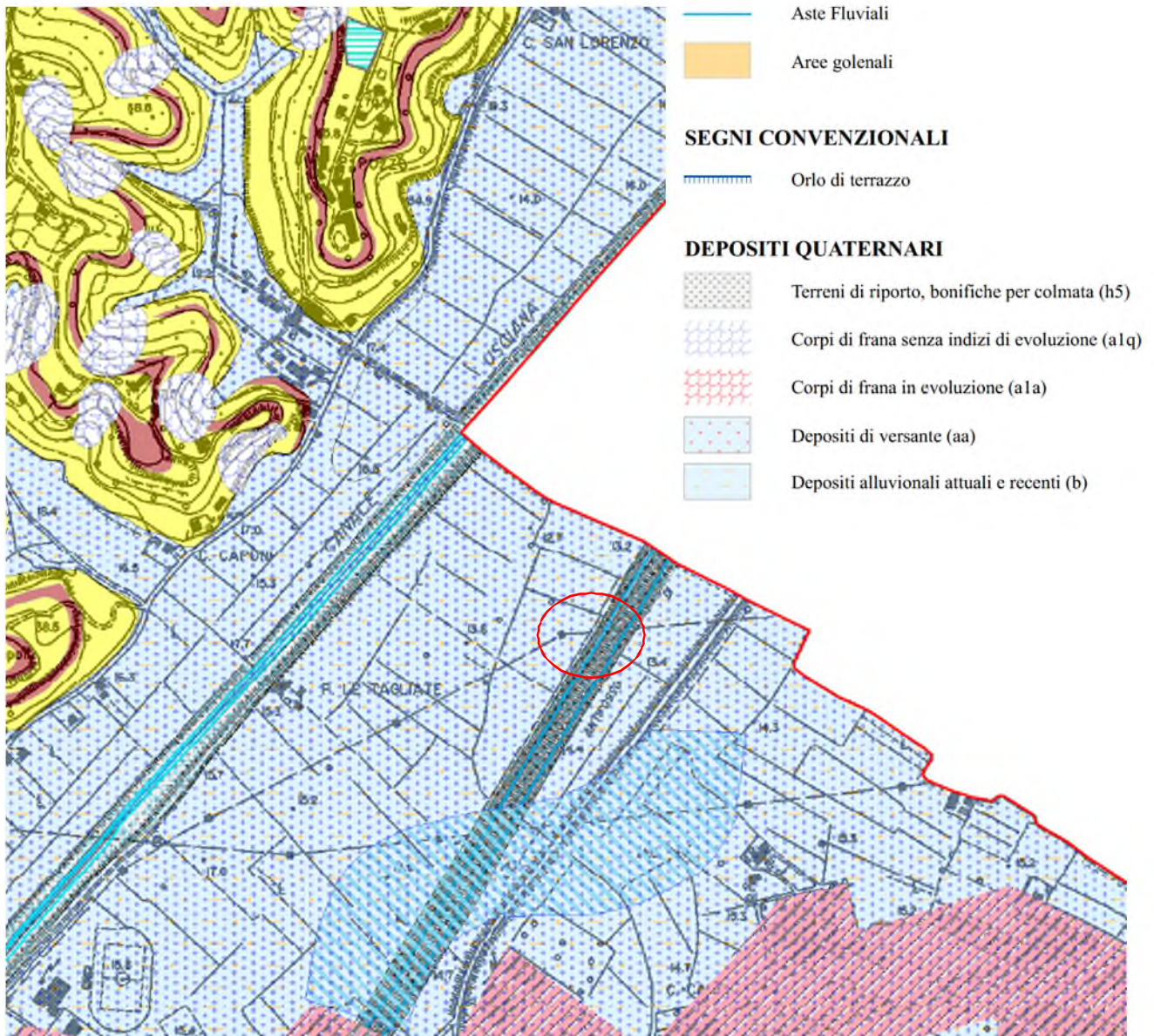
## DEPOSITI FLUVIALI DELLE CERBAIE - ALTOPASCIO

— Formazione delle Cerbaie (Pleistocene Medio) - BCE

## DEPOSITI FLUVIALI E LACUSTRI DEL BACINO DI LUCCA - MONTECARLO - VINCI

— Argille e sabbie di Marginone - Mastromarco - MNG, con presenza della litofacies conglomeratica - cg (RUSCIANO SUP.? - VILLAFRANCHIANO SUP.)

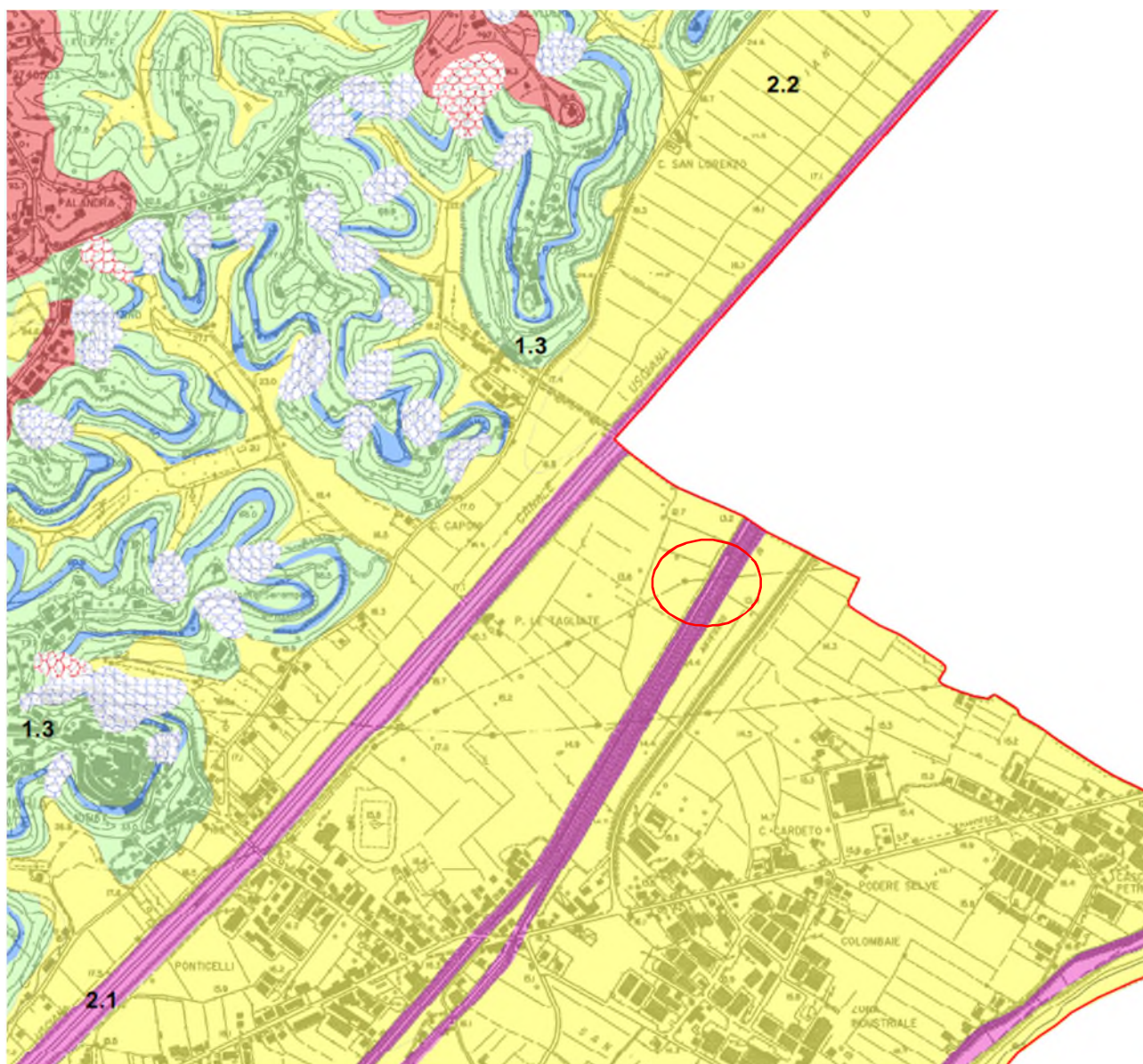
# CARTA GEOMORFOLOGICA (Piano Strutturale luglio 2014)



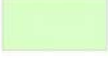




## PROCESSI GEOMORFOLOGICI

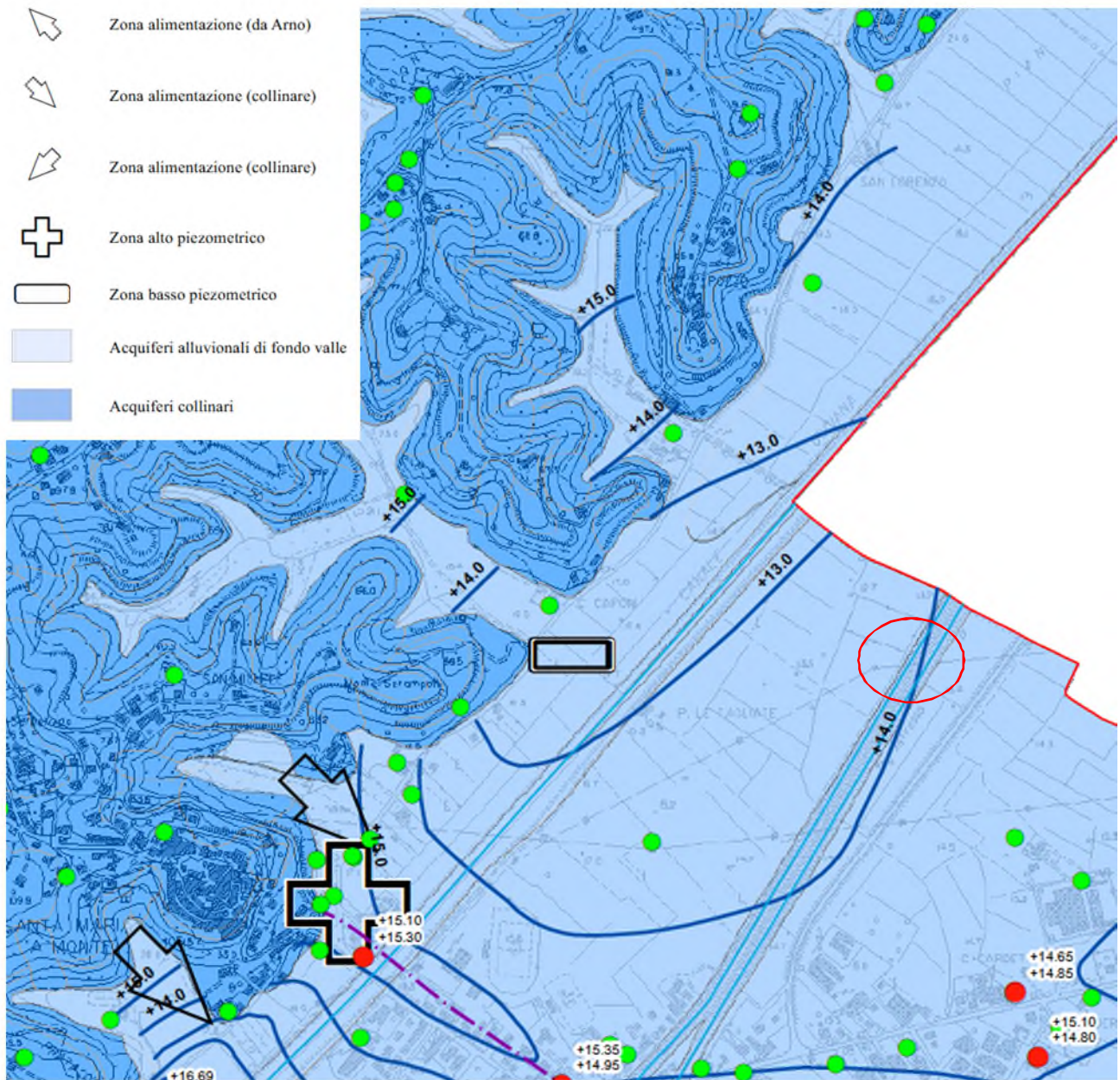
- Area depressa della pianura alluvionale
- Area di escavazione nella pianura
- Corpo d'acqua
- Depositi alluvionali, palustri e di colmata prevalentemente argillosi
- Dosso fluviale
- Principali aree urbanizzate
- Ruscellamento diffuso
- Sedimenti alluvionali (sabbia)
- Sedimenti alluvionali (silt, sinonimo di limo)
- Sedimenti delle aree golenali dei corsi d'acqua maggiori
- Traccia di alveo fluviale abbandonato







**CARTA LITOTECNICA**  
(Piano Strutturale luglio 2014)



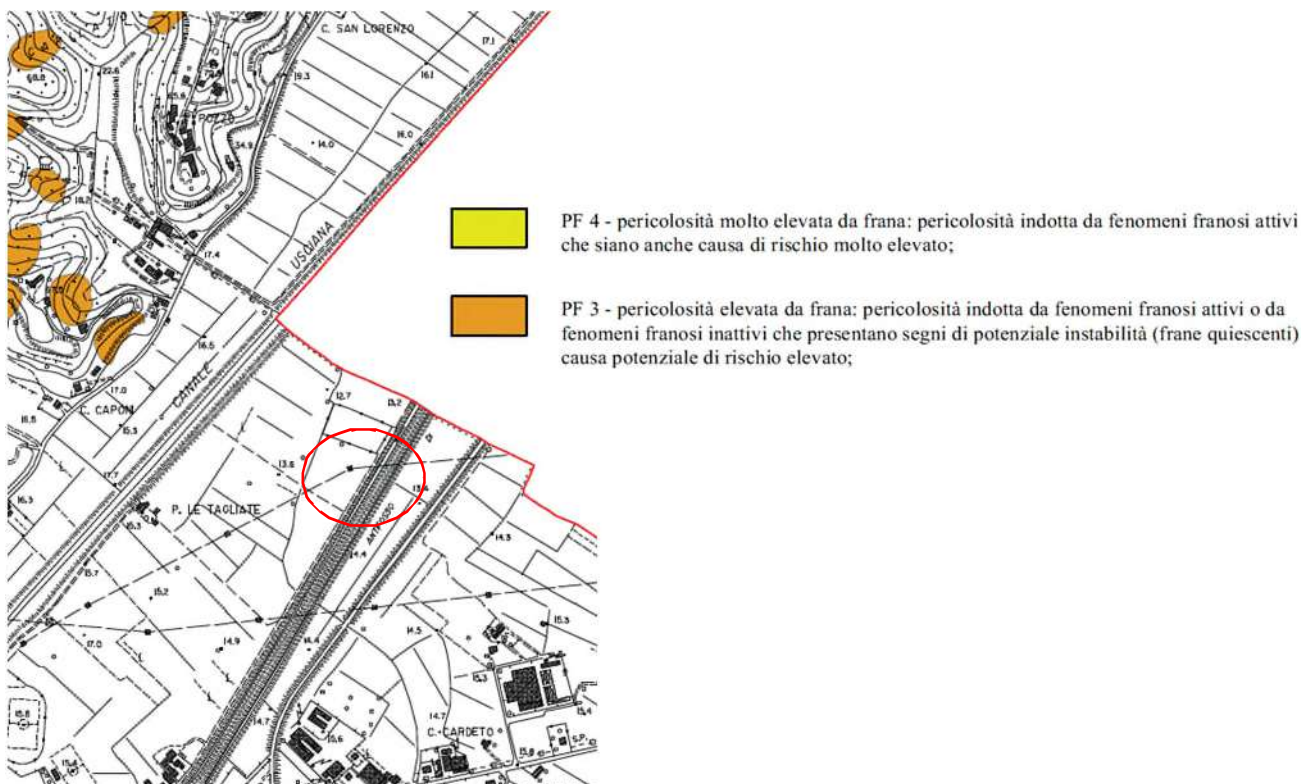
- |   |   |
|---|---|
|  | 1.1 Successioni conglomeratiche (cg)                      |
|  | 1.2 Successioni sabbioso ghiaiose (BCE)                   |
|  | 1.3 Sabbie e argille (MNG)                                |
|  | 2.1 Successioni di depositi palustri e di colmata (h5)    |
|  | 2.2 Successioni di depositi a prevalenze argillosa (b+aa) |

# CARTA IDROGEOLOGICA (Piano Strutturale luglio 2014)

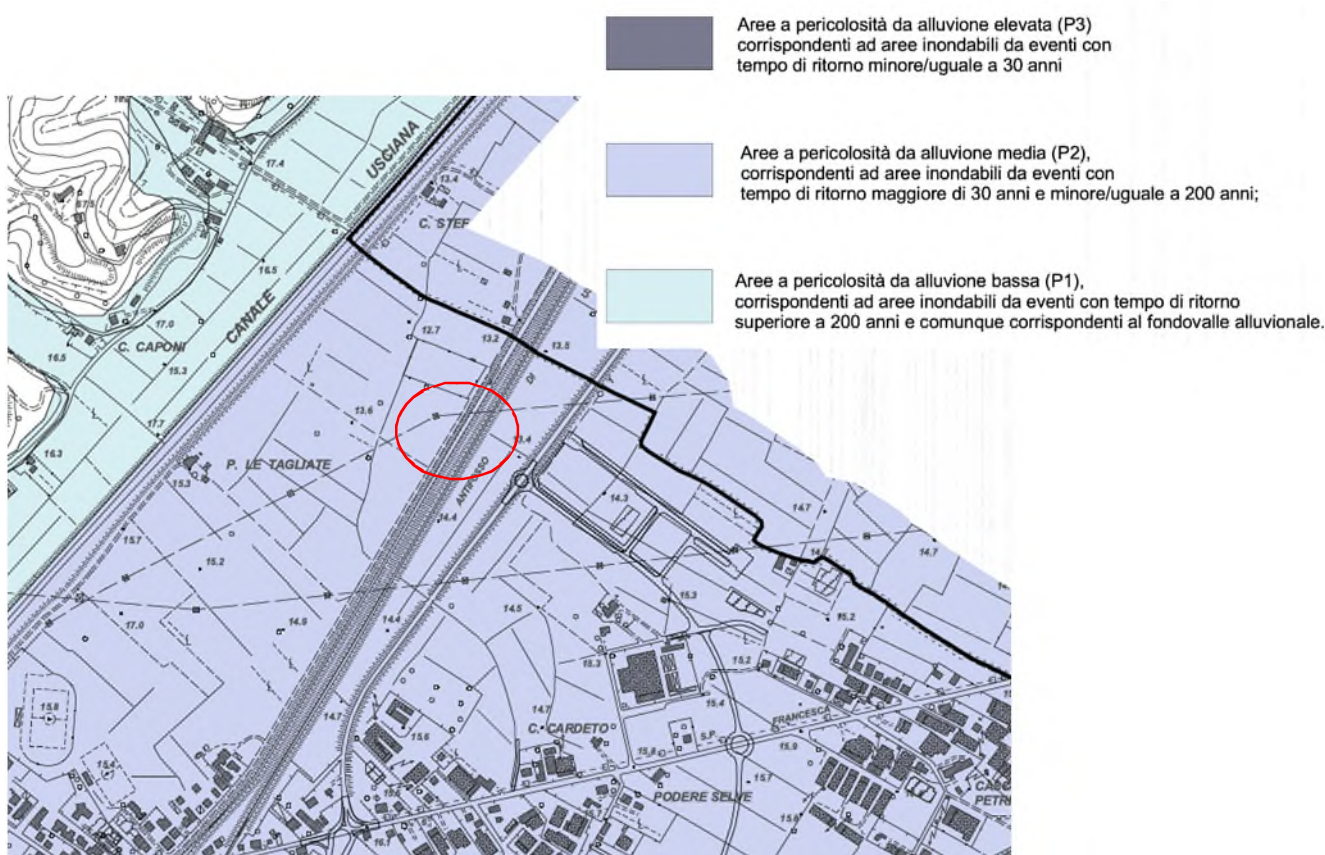


-  Pozzi (da archivi regionali e nazionali. Aggiornamento 2013)  
 s.l.m. 2014  
 s.l.m. 1996
-  Pozzi (ivello piezometrico negli anni 2014 e 1996)
-  Opere idrauliche (al 1996)
-  Spartiacque sotterraneo
-  Isopiezometriche del 1° acquifero confinato - Rilievo Luglio 1996
-  Corsi d'acqua

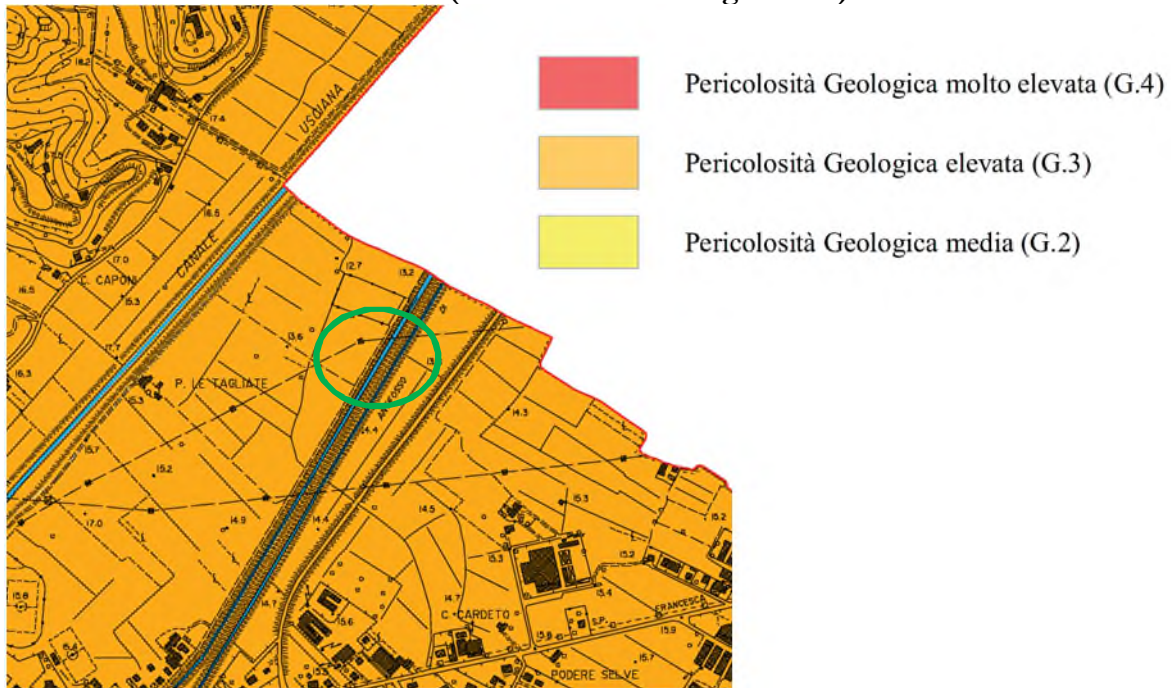
# **CARTA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA DA P.A.I. (Autorità Bacino F. Arno)** **(Piano Strutturale luglio 2014)**



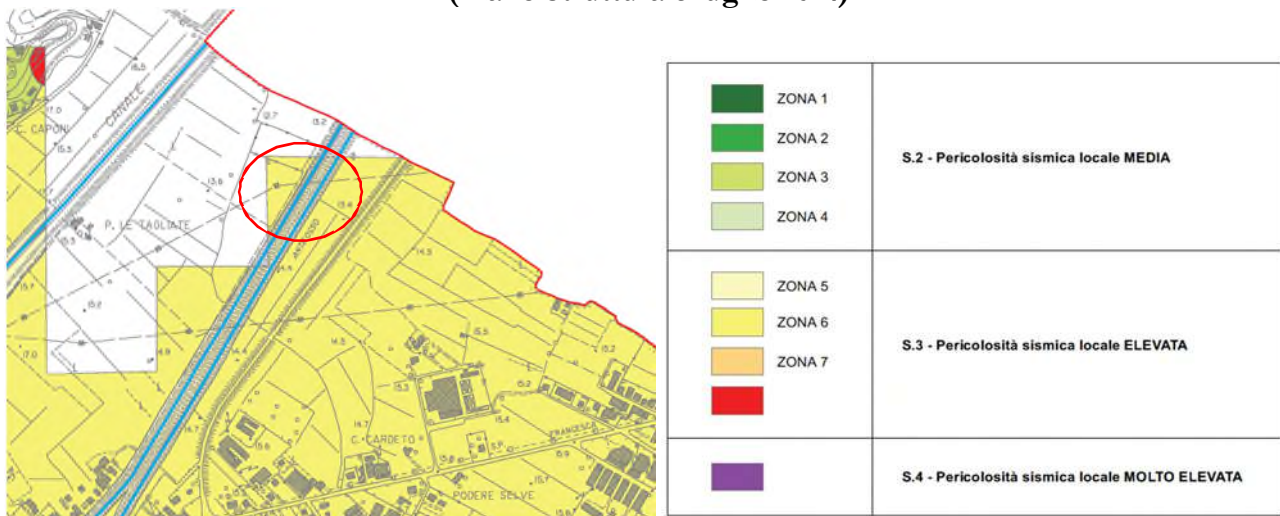
# **CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA DA P.G.R.A. (Distretto Idrografico)** **(Regolamento urbanistico dicembre 2016)**



## CARTA PERICOLOSITA' GEOLOGICA (Piano Strutturale luglio 2014)

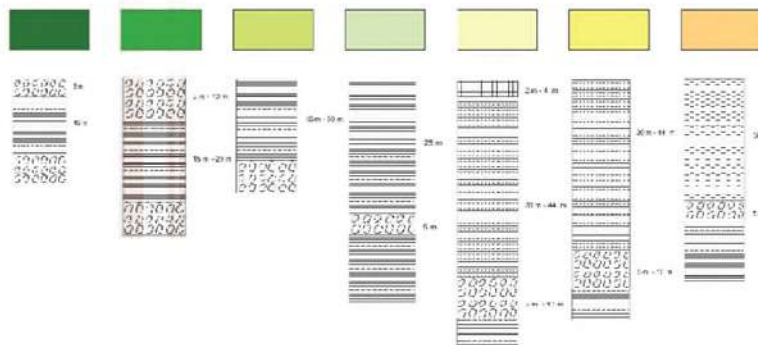


## CARTA PERICOLOSITA' SISMICA (Piano Strutturale luglio 2014)



### ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

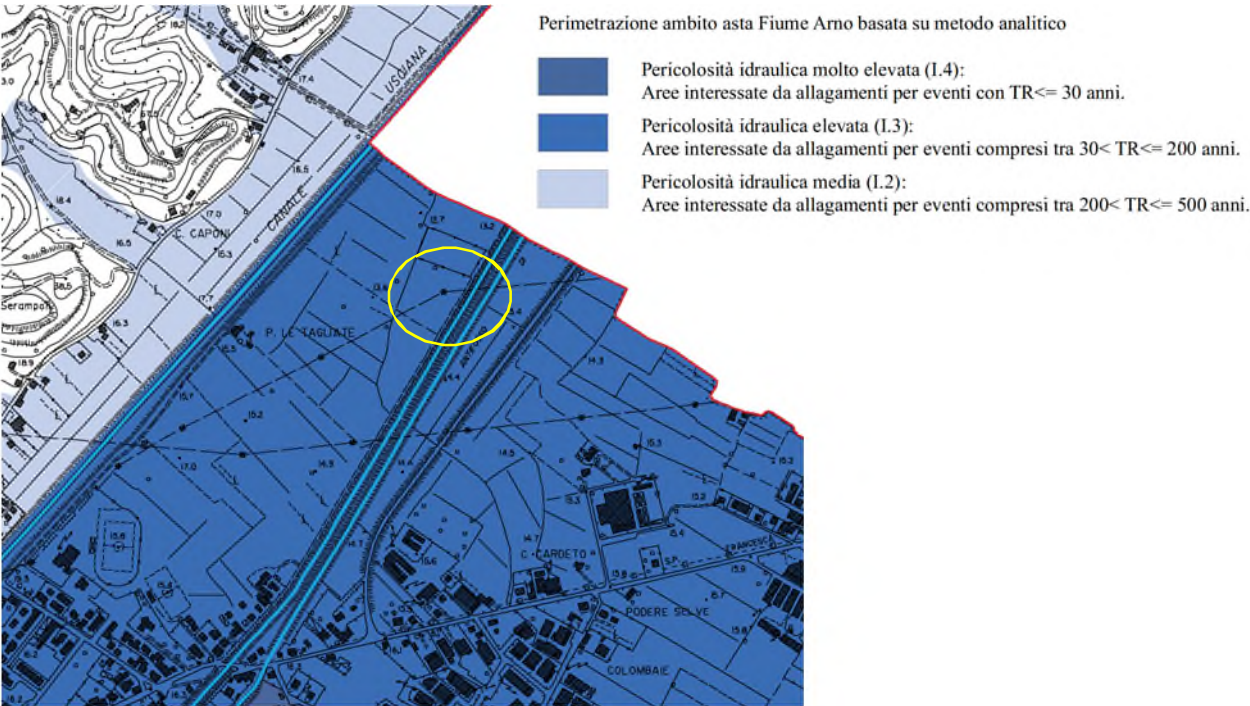
#### Zona 1 Zona 2 Zona 3 Zona 4 Zona 5 Zona 6 Zona 7



#### Litologie dei terreni di copertura



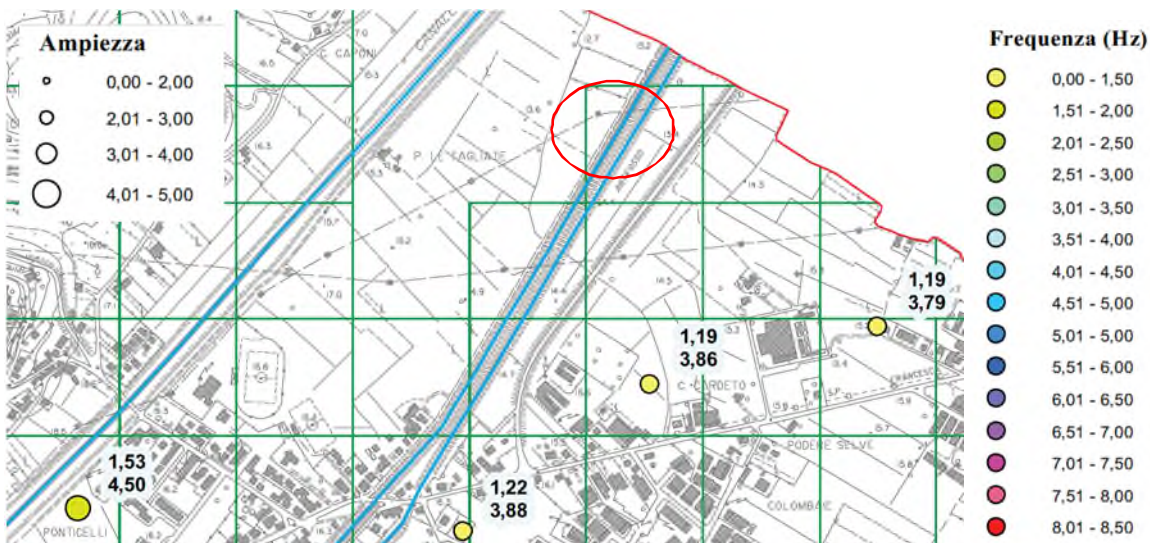
**CARTA PERICOLOSITA' IDRAULICA**  
(Piano Strutturale luglio 2014)



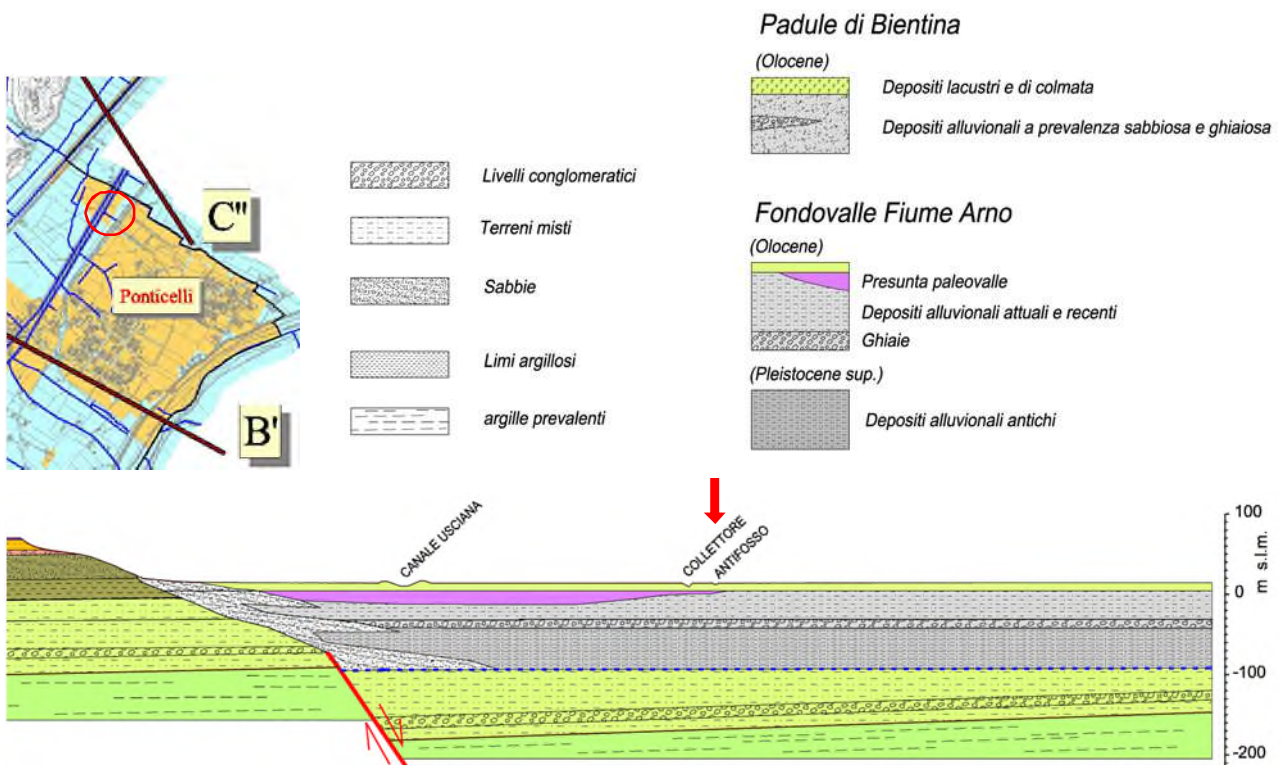
**CARTA DELLE AREE CON PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE**  
(Piano Strutturale luglio 2014)



# CARTA DELLE FREQUENZE (Piano Strutturale luglio 2014)



## SEZIONI GEOLITOLOGICHE (Regolamento urbanistico dicembre 2016)



### Formazione di Casa Poggio ai Lecci (Pleistocene med.)

Sabbie e conglomerati debolmente cementati a cui si intercalano sottili e discontinui intervalli di argille grigie. Ambiente fluvio-lacustre.

### Formazione di Montecalvoli (?Rusciniano-Villafranchiano superiore)

Sabbie gialle, limi sabbiosi ed argille limose con strutture sedimentarie ed associazione fossilifera di ambiente deposizionale fluviale e palustre.

Livelli conglomeratici

### Formazione di Monte Serampoli (Villafranchiano inferiore)

Sabbie gialle e limi sabbiosi con ghiaie e conglomerati granulo sostenuti

### Formazione di Massarella-Torre (Villafranchiano inferiore)

Principalmente Sabbie clinostratificate di ambiente fluviale ed in subordine argille.

### Depositi marino-costieri del bacino dell'Elsa-Pesa-Cerreto Guidi (non affioranti nel territorio comunale)

(Pliocene inferiore-medio)

Alternanza di argille e sabbie con lenti ghiaiose

(Pliocene inferiore)

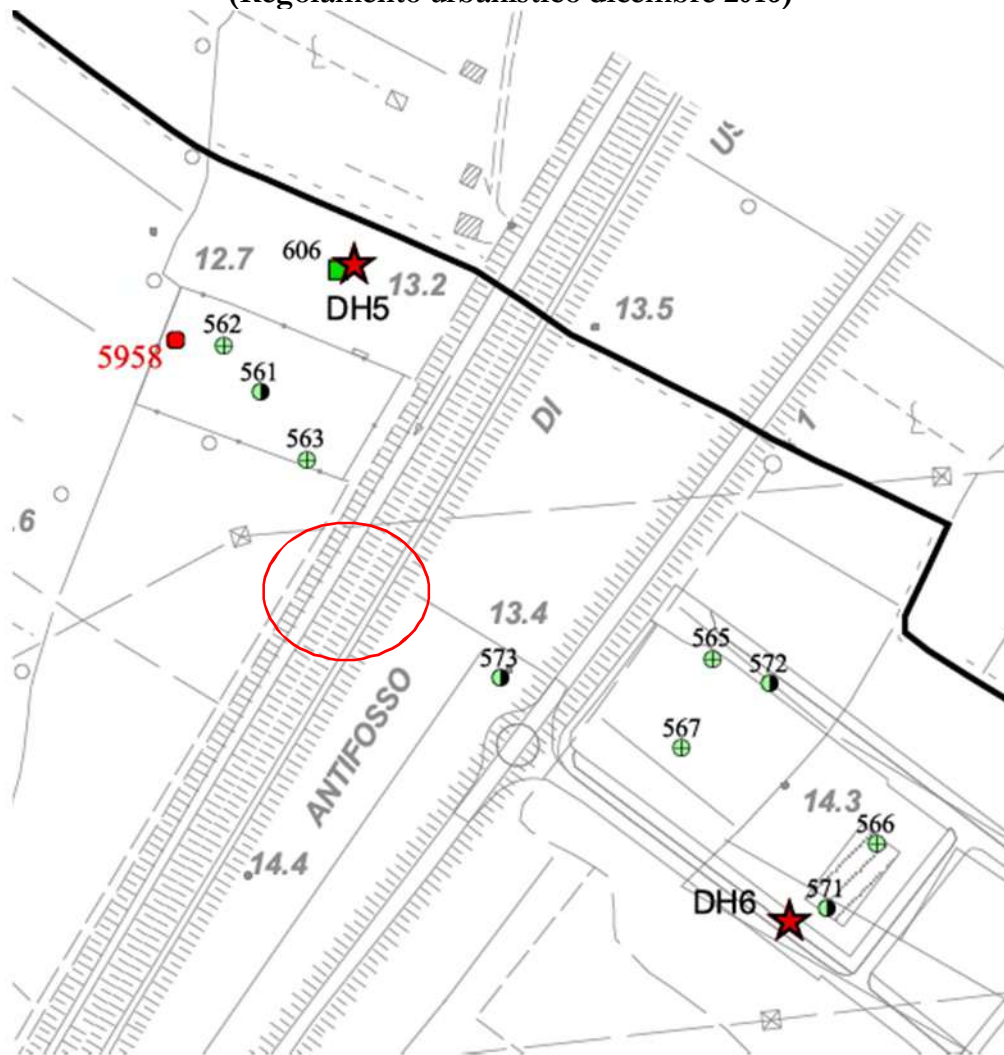
Terreni a prevalenza argillosa con lenti ghiaiose molto rare

Sabbie ed argille  
Marginone Mastromarco  
cartografia CARG

--- Limite inf. presunto alluvioni terrazzate

--- Limite inf. formazione Cerbale

**CARTA DEI DATI DI BASE**  
(Regolamento urbanistico dicembre 2016)



**Allegato 1**

**Indagini geognostiche reperite presso l'archivio comunale**

num da 1 a 606

- |                                 |                                   |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| ▲ Prova penetrometrica dinamica | ● Sondaggio a carotaggio continuo |
| ⊕ Prova penetrometrica statica  | ■ Saggio geognostico              |

**Allegato 2**

**Indagini geognostiche estratte dal database del P.T.C. della Provincia di Pisa**

num compresi tra 1277 e 9633

- |                                 |                                   |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| ⊕ Prova penetrometrica statica  | ● Sondaggio a carotaggio continuo |
| ▲ Prova penetrometrica dinamica | ● Stratigrafia Pozzo              |

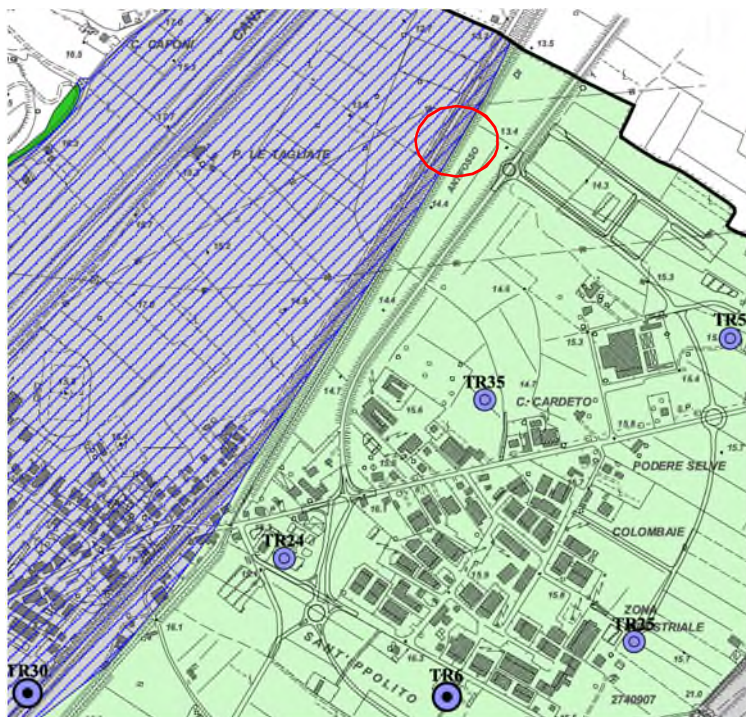
**Allegato 4**

**4a - Indagini sismiche puntuali eseguite a supporto del Piano Strutturale**

Tr1/Tr35  
● Sismica passiva (tromometrie)

Dh1/Dh6  
★ Down hole

# CARTA DELLE M.O.P.S. E DELLE FREQUENZE (Regolamento urbanistico dicembre 2016)



## ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

- Zona 1** ALTOPIANO DELLE CERBAIE  
CONTESTO COLLINARE PLEISTOCENICO  
BCE - Formazione delle Cerbaie -
- Zona 2** ALTOPIANO DELLE CERBAIE  
CONTESTO COLLINARE PLEISTOCENICO  
MNG - Argille e Sabbie di Margine - Mastromarco
- Zona 3** FONDOVALLE CORSI MINORI  
Depositi alluvionali su porzione basale  
della formazione di Margine-Mastromarco
- Zona 4** FONDOVALLE FIUME ARNO  
Depositi alluvionali a componente  
mista

## ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'

### Instabilità di versante (FR)

- a) attiva
- b) quiescente

### Liquefazione (LI)

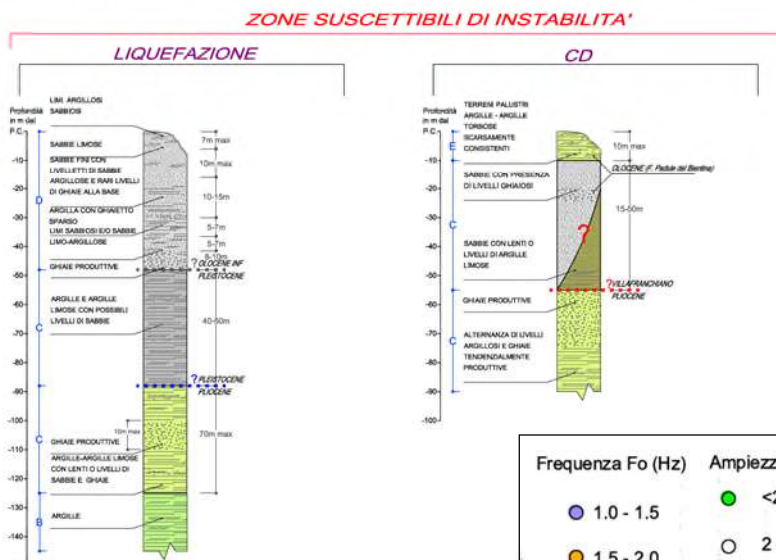
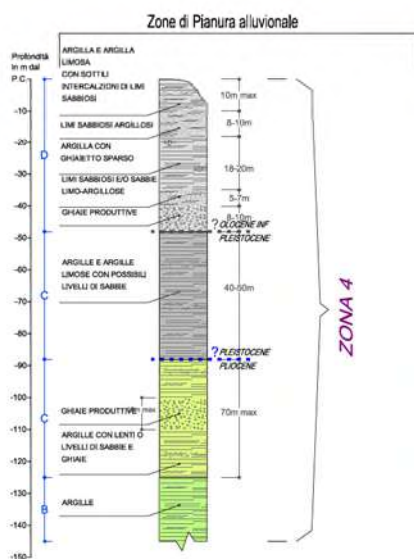
- FONDOVALLE FIUME ARNO  
Depositi alluvionali attuali e recenti del Fiume Arno a componente  
prevalentemente sabbiosa potenzialmente liquefacibili

### Cedimenti differenziali (CD)

- PADULE DI BIENTINA  
Terreni argillosi ed argilloso-torbose poco consistenti, soggetti a cedimenti diffusi

### Amplificazione stratigrafica

- Aree nelle quali le misure tromometriche hanno fatto registrare  
valori di amplificazione mediamente superiori a 4



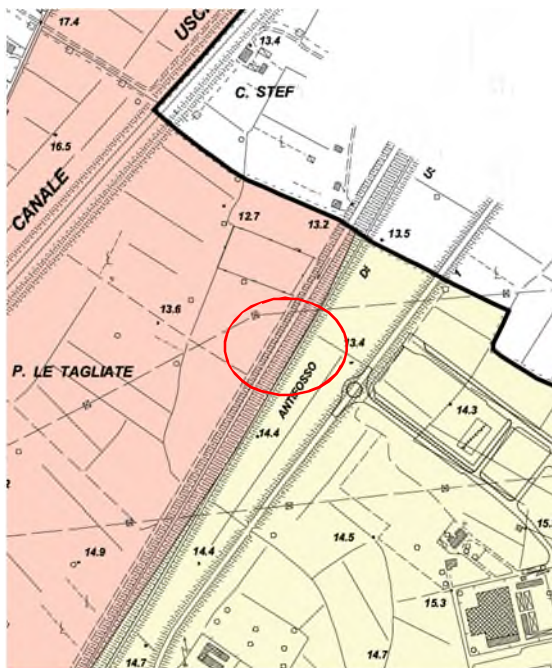
## LEGENDA LITOLOGICA

- Argille - argille limose talvolta sabbiose
- Argille e argille limose  
con lenti di sabbie e ghiaie non produttive
- Argille con lenti o livelli di sabbie e ghiaie
- Argille e argille limose  
con possibili livelli di sabbia
- Argille con ghiaietto sparso
- Argille
- Argille - argille torbose
- Sabbie e ghiaie con sottili livelli di argille
- Sabbie limose e limi sabbiosi
- Sabbie
- Conglomerati cementati
- Ghiaie / Ghiaie produttive

Frequenza Fo (Hz)	Ampiezza Ao
1.0 - 1.5	<2
1.5 - 2.0	2 - 3
2.0 - 4.0	3 - 4
>4	>4



## CARTA DI PERICOLOSITA' SISMICA – D.P.G.R.T. 53/R (Regolamento urbanistico dicembre 2016)



### S.4 - Pericolosità sismica locale molto elevata



Zone suscettibili di instabilità di versante attiva che potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici.

### S.3 - Pericolosità sismica locale elevata



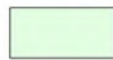
Zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; alle zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; ai terreni suscettibili di liquefazione dinamica; alle zone in cui gli spessori dei depositi alluvionali attuali che giacciono al di sopra dei depositi del terrazzo delle Cerbaie sono compresi entro 20 metri ed alle zone di versante con pendenze maggiori di 15°.

### S.2 - Pericolosità sismica locale media



Zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; alle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali che non rientrano tra quelle previste per la classe di pericolosità sismica S3.

### S.1 - Pericolosità sismica locale bassa



Non rappresentata

## CARTA DI FATTIBILITA' GEOLOGICA – D.P.G.R.T. 53/R (Regolamento urbanistico dicembre 2016)



In grigio le quote della C.T.R. in scala 1:10.000  
In rosso le quote della C.T.R. in scala 1:2.000

VI\_013

VI\_029

Celle di esondazione (PAI/PGRA) e battenti attesi per piene con tempo di ritorno 200 anni



Pericolosità da frana elevata PF3 (PAI BAcino Fiume Arno)



Pericolosità da frana molto elevata PF4 (PAI BAcino Fiume Arno)



Pericolosità idraulica elevata I3 ai sensi del D.P.G.R. 53/r



Pericolosità idraulica molto elevata I4 ai sensi del D.P.G.R. 53/r

(F1) Fattibilità senza particolari limitazioni :  
si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

(F2) Fattibilità con normali vincoli :  
si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

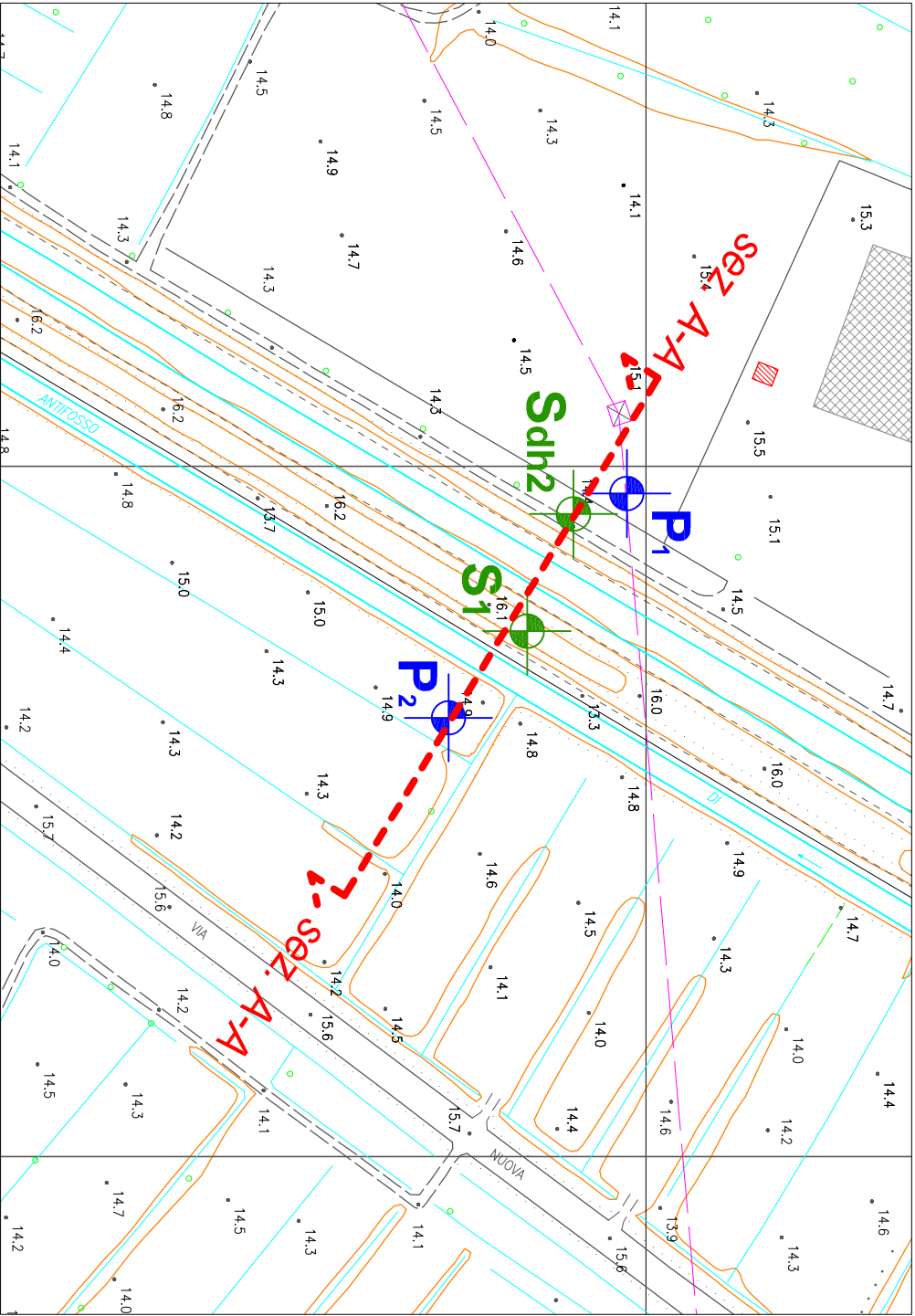
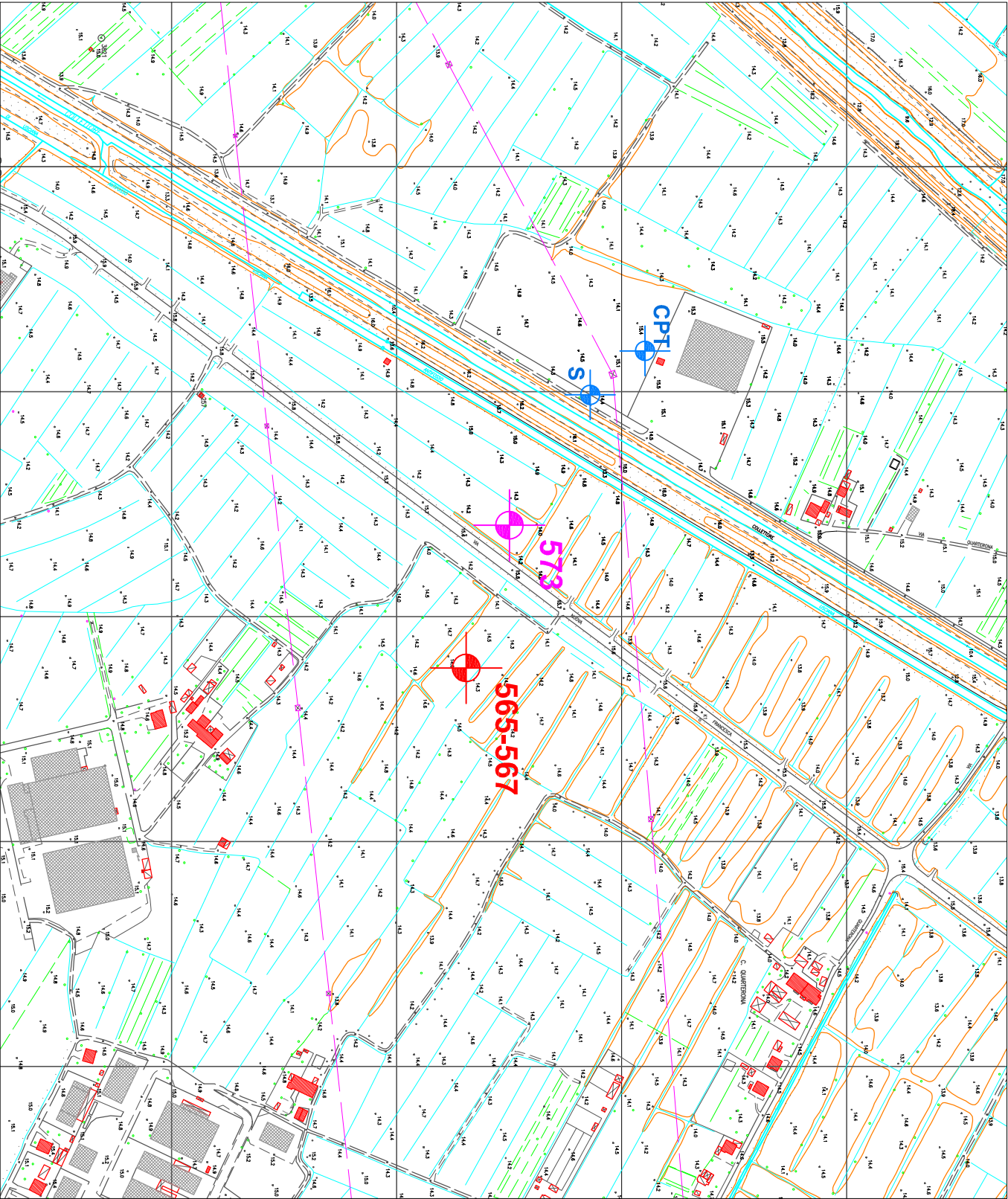
(F3) Fattibilità condizionata :  
si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

(F4) Fattibilità limitata :  
si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico, sulla base di studi, dati da attività di monitoraggio e verifiche atti a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE  
DI RIFERIMENTO TERRITORIALE  
scala 1:500

020107141 • Studio Associato di Geologia Applicata di BENEDETTI & CARMIGNANI • AOOGR.T / VD Prot. 0532873 Data 09/10/2024 ore 15:08 Classifica P.14:00

UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE E  
GEOFISICHE DI SUPPORTO AL PROGETTO  
scala 1:200



**573**  
Sondaggio a carotaggio continuo  
di cui è stata acquisita conoscenza  
da banca dati R.U. comunale

**565-567**  
Prova penetrometrica statica C.P.T.  
di cui è stata acquisita conoscenza  
da banca dati R.U.

**S - CPT**  
Sondaggio a carotaggio continuo  
sino alla profondità di -15 m dal p.c.  
e prova statica CPT  
da studio ECO VIP

**Sch2**  
Perforazione a distruzione (0-15 m dal p.c.)  
proseguita a carotaggio continuo sino a -35 m  
attrezzato per prova sismica down hole  
eseguita in questa sede

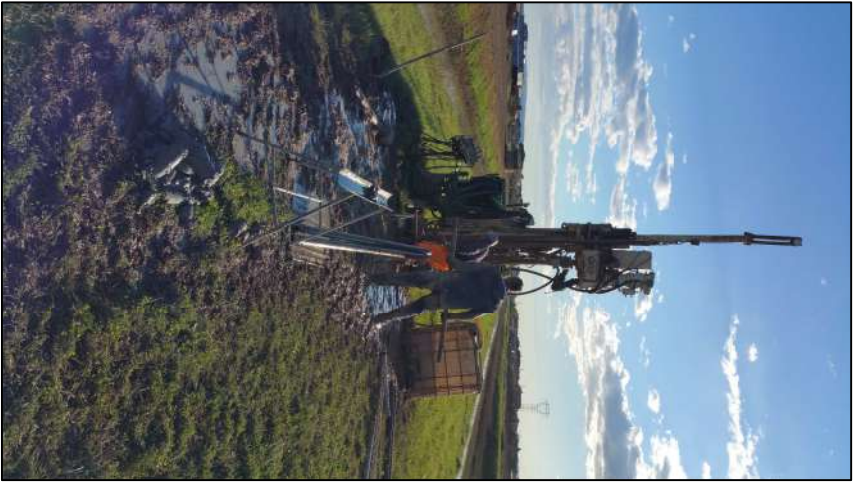
**S1**  
Perforazione a carotaggio continuo  
sino a -35 m dal p.c.  
eseguita in questa sede

**P<sub>1-2</sub>**  
Prova penetrometrica statica C.P.T.  
eseguita in questa sede

**sez. A-A**  
Sezione di correlazione stratigrafica  
e geotecnica riferita al ponte di progetto

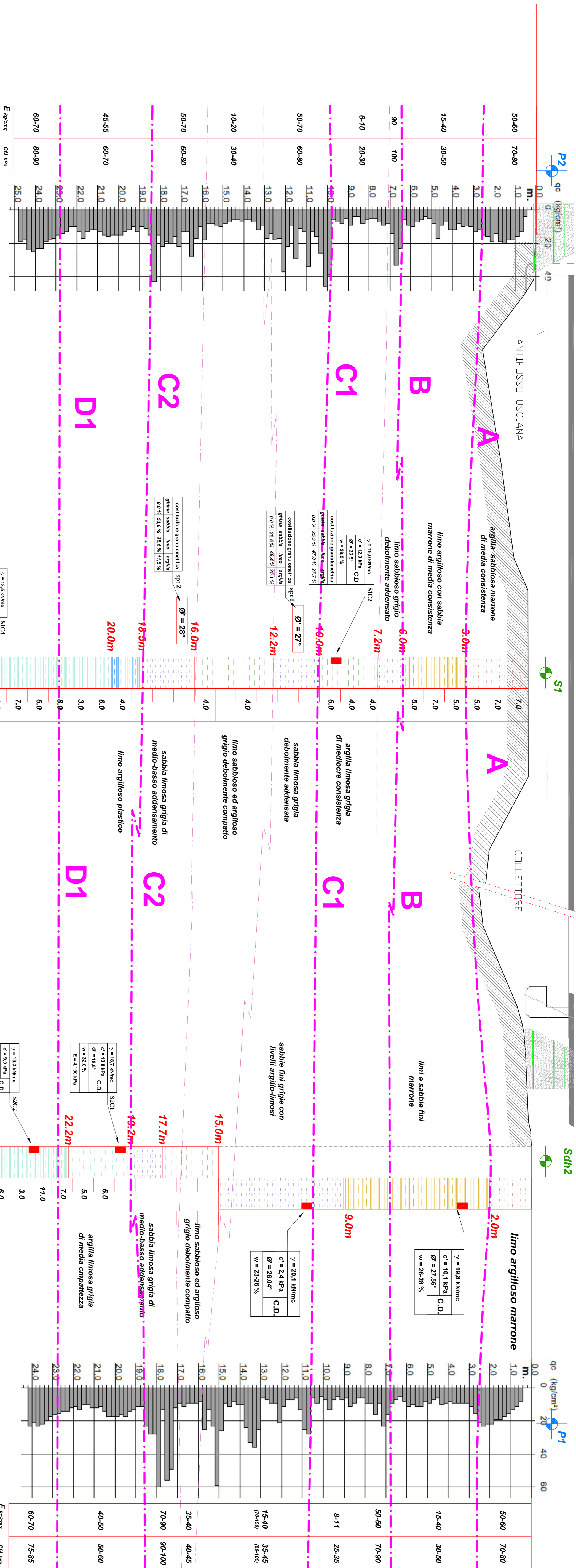


**S1**



**P<sub>2</sub>**





## PARAMETRI GEOTECNICI

determinazioni di laboratorio su campioni $\gamma = 20,1 \text{ kN/m}$ 

**w = 34.0 %**

**c' = 2,4 kPa**

**coesione "drenata" da prova C.D.**

 $\theta' = 26.04^\circ$ 

**modulo di compressibilità da prova edometrica**

determinazioni da prove in situ statiche e dinamiche

**$\vartheta' = 26.04^\circ$**   
**angolo di attrito "drenato" da prova S.P.T.**

***E*** kg/cmq  
**modulo di compressione da C.P.T.**

**cu kPa**

**coesione "non drenata" da C.P.T.**

**determinazioni speditive di cantiere sul perforato**

V.T. Cu Um

**scissometro tascabile**

costituzione granulometrica			
<i>ghiaia</i>	<i>sabbia</i>	<i>limo</i>	<i>argilla</i>
0 %	6 %	34 %	60 %

percentuale in peso della  
frazione granulometrica

costituzione granulometrica			
ghiaia	sabbia	limo	argilla
0,0 %	52,3 %	33,5 %	14,2 %

$\gamma = 18.5 \text{ kN/mc}$	C.D
$c' = 20.0 \text{ kPa}$	
$\phi' = 15.0^\circ$	
$w = 29.4 \%$	
$E = 6.400 \text{ kPa}$	

costituzione granulometrica			
ghiaia	sabbia	limo	argilla
0,0 %	53,0 %	35,5 %	11,5 %

costituzione granulometrica			
ghiaia	sabbia	limo	argilla
0,0 %	25,5 %	49,4 %	25,1 %

costituzione granulometrica			
ghiaia	sabbia	limo	argilla
0,0 %	25,3 %	47,0 %	27,7 %

$\gamma = 19,0 \text{ kN/mc}$	
$c' = 12,0 \text{ kPa}$	C.D.
$\phi' = 23,5^\circ$	

MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO			
PROFONDITA'	PESO DI VOLUME	RESISTENZA A TAGLIO NON DRENATA <i>parametri di resistenza da utilizzare in alternativa tra loro</i>	MODULO DI COMPRESSIVITA' EDONOMETRICA
0,0 - 2,5 m dal p.c.	A	$\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$ $C_u = 70 - 80 \text{ kPa}$	$E = 80 - 90 \text{ kg/cm}^2$
2,5 - 6,5 m dal p.c.	B	$\gamma = 19,8 \text{ kN/m}^3$ $C_u = 30 - 50 \text{ kPa}$	$E = 15 - 40 \text{ kg/cm}^2$
6,5 - 10,0 m dal p.c.	C1	$\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$ $C_u = 20 - 30 \text{ kPa}$	$E = 6 - 10 \text{ kg/cm}^2$
10,0 - 18,5 m dal p.c.	C2	$\gamma = 20,0 \text{ kN/m}^3$ $C_u = 35 - 45 \text{ kPa}$ (85 - 100)	$E = 15 - 40 \text{ kg/cm}^2$ (70-100)
18,5 - 23,0 m dal p.c.	D1	$\gamma = 18,7 \text{ kN/m}^3$ $C_u = 50 - 60 \text{ kPa}$	$E = 40 - 50 \text{ kg/cm}^2$
23,0 - 32,5 m dal p.c.	D2	$\gamma = 18,9 \text{ kN/m}^3$ $C_u = 80 - 90 \text{ kPa}$	$E = 80 - 70 \text{ kg/cm}^2$
> 32,5 m dal p.c.	E	$\gamma = 19,2 \text{ kN/m}^3$ $\varphi' = 26^\circ \quad C' = 25 \text{ kPa}$	

PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI (NTC 2008)			
PESO DI VOLUME	RESISTENZA A NON PRESSIONE <i>parametri di resistenza da utilizzarsi in alternativa tra loro</i>	RESISTENZA A TAGLIO DRENATA	MODULO DI COMPRESSIONE EDOMETRICA
$\gamma_s = 18,0 \text{ kN/m}^3$	$c_{du} = 70 \text{ kPa}$	-----	$E_s = 65 \text{ kg/cm}^2$
$\gamma_s = 19,8 \text{ kN/m}^3$	$c_{du} = 30 \text{ kPa}$	$\varphi_s^1 = 27^\circ$ $c_s = 10 \text{ kPa}$	$E_s = 25 \text{ kg/cm}^2$
$\gamma_s = 19,0 \text{ kN/m}^3$	$c_{du} = 20 \text{ kPa}$	$\varphi_s^1 = 22,5^\circ$ $c_s = 12 \text{ kPa}$	$E_s = 8 \text{ kg/cm}^2$
$\gamma_s = 20,0 \text{ kN/m}^3$	$c_{du} = 45 \text{ kPa}$	$\varphi_s^1 = 26,0^\circ$ $c_s = 2 \text{ kPa}$	$E_s = 40 \text{ kg/cm}^2$
$\gamma_s = 18,7 \text{ kN/m}^3$	$c_{du} = 50 \text{ kPa}$	$\varphi_s^1 = 18,6^\circ$ $c_s = 10 \text{ kPa}$	$E_s = 45 \text{ kg/cm}^2$
$\gamma_s = 18,9 \text{ kN/m}^3$	$c_{du} = 80 \text{ kPa}$	$\varphi_s^1 = 18,0^\circ$ $c_s = 14,5 \text{ kPa}$	$E_s = 60 \text{ kg/cm}^2$
$\gamma_s = 19,2 \text{ kN/m}^3$	-----	$\varphi_s^1 = 25,0^\circ$ $c_s = 25 \text{ kPa}$	-----

## PARAMETRI E COEFFICIENTI SISMICI DI SITO

Isole -- Seleziona --

Visualizza vertici della maglia di appartenenza

(1)\* Il software converte i dati dal sistema WGS84 al sistema ED50, prima di elaborare i risultati è comunque possibile inserire direttamente le coordinate nel sistema ED50. I punti sulla mappa sono da considerarsi esclusivamente in coordinate WGS84.  
 (2)\* Il file creato con "Salva file" può essere importato automaticamente negli applicativi GeoStru.

III. Affollamento significativo...

**$\alpha_u = 1.5$**

Vita nominale (Opere provvisorie  $\leq 10$ , Opere ordinarie  $\geq 50$ , Grandi opere  $\geq 100$ ) 50

Interpolazione Media ponderata

Calcola

Stato Limite	Tr [anni]	$a_u$ [g]	$F_o$	$T_c$ [s]
Operatività (SLO)	45	0.050	2.565	0.250
Danno (SLD)	75	0.060	2.585	0.263
Salvaguardia vita (SLV)	712	0.138	2.464	0.288
Prevenzione collasso (SLC)	1462	0.176	2.418	0.295
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	75			

**CALCOLO COEFFICIENTI SISMICI (av)Label**

☐ Muri di sostegno
 ☐ Stabilità dei pendii e fondazioni
 ☐ Paratie

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) 1

us (m) 0.1

Categoria sottosuolo C

Categoria topografica T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
<b>Ss *</b>				
Amplificazione stratigrafica	1.50	1.50	1.50	1.44
<b>Cc *</b>				
Coeff. funz categoria	1.66	1.63	1.58	1.57
<b>St *</b>				
Amplificazione topografica	1.00	1.00	1.00	1.00
<input type="checkbox"/> Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]				0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.015	0.018	0.050	0.061
kv	0.007	0.009	0.025	0.030
Amax [m/s²]	0.734	0.884	2.029	2.484
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Coordinate WGS84

latitudine: 43.701469

longitudine: 10.710100

Sito in esame.

latitudine: 43.702433

longitudine: 10.711094

Classe: 3

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 20272 Lat: 43.7006Lon: 10.6547 Distanza: 4537.343

Sito 2 ID: 20273 Lat: 43.7022Lon: 10.7238 Distanza: 1022.477

Sito 3 ID: 20051 Lat: 43.7522Lon: 10.7215 Distanza: 5597.014

Sito 4 ID: 20050 Lat: 43.7505Lon: 10.6524 Distanza: 7131.507

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C  
Categoria topografica: T1  
Periodo di riferimento: 75 anni  
Coefficiente cu: 1.5

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
Tr: 45 [anni]  
ag: 0.050 g  
Fo: 2.565  
Tc\*: 0.250 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
Tr: 75 [anni]  
ag: 0.060 g  
Fo: 2.585  
Tc\*: 0.263 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
Tr: 712 [anni]  
ag: 0.138 g  
Fo: 2.464  
Tc\*: 0.288 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %  
Tr: 1462 [anni]  
ag: 0.176 g  
Fo: 2.418  
Tc\*: 0.295 [s]

Coefficienti Sismici

<b>SLO:</b> Ss: 1.500 Cc: 1.660 St: 1.000 Kh: 0.015 Kv: 0.007 Amax: 0.734 Beta: 0.200	<b>SLV:</b> Ss: 1.500 Cc: 1.580 St: 1.000 Kh: 0.050 Kv: 0.025 Amax: 2.029 Beta: 0.240
<b>SLD:</b> Ss: 1.500 Cc: 1.630 St: 1.000 Kh: 0.018 Kv: 0.009 Amax: 0.884 Beta: 0.200	<b>SLC:</b> Ss: 1.440 Cc: 1.570 St: 1.000 Kh: 0.061 Kv: 0.030 Amax: 2.484 Beta: 0.240

Cantiere: Via Quarterona Località: Pozzo Lungo, Santa Maria a Monte Data inizio: 07/03/2017 Data fine: 07/03/2017  
Sondaggio n.: 1 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126

Il presente certificato è composto da n. 6 pagine

## SONDAGGIO GEOGNOSTICO



Norma di riferimento: raccomandazioni AGI 1977.

Deviazione dalla norma: Nessuna

Verbale di accettazione n. 030/2017 Del. 07/03/2017

Certificato di prova n. 025/2017 del. 22/03/2017

## CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

Perforatrice: Sonda IPC DRILL 650

Caratteristiche tecniche della perforatrice: Il gruppo rotary è costituito da un motore di 315 cm<sup>3</sup> che consente una coppia massima di 745 daNm e un numero di giri massimi di 289 r.p.m. Il gruppo morsa-svitatore, una forza di serraggio di 15904 daN e una coppia di sviamento pari a 3000 daNm

Diametro perforazione  $\phi$ : 101

Diametro rivestimento  $\phi$ : 126

Sistema di perforazione:

Carotaggio continuo



Distruzione di nucleo



Cantiere: Via Quarterona Località: Pozzo Lungo, Santa Maria a Monte Data inizio: 07/03/2017 Data fine: 07/03/2017  
 Sondaggio n.: 1 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126  
 Liv. falda (m da p.c.):  Quota p.c. (m s.l.m.):  Redattore stratigrafia Dott. Geol. Massimo Benedetti

e	R	A	Pz	metri	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. %	SPT	RQD %	prof	DESCRIZIONE
mm	U	f	s	tagli					0 - 100	S.P.T.	0 - 100	m	
													Terreno di copertura vegetale.
				1									Argilla sabbiosa di colore marrone di media consistenza.
				2									
				3								3.0	
				4									Limo argilloso con sabbia di colore marrone di media consistenza.
				5									
				6									
				7		1) Qhe < 6,00 6,50						6.0	Limo sabbioso di colore grigio debolmente addensato.
				8								7.2	Argilla limosa di colore grigio di mediocre consistenza.
				9		2) Qhe < 6,00 6,50							
				10								10.0	Sabbia limosa di colore grigio debolmente addensata.
				11					2-2-3	s			
				12								12.2	
				13									Limo sabbioso ed argilloso di colore grigio debolmente compatto.
				14									
				15									
				16					1-3-4	7		16.0	Sabbia limosa di colore grigio di medio basso addensamento.
				17									
				18								18.5	Limo argilloso di colore grigio, plastico.
				19									
				20								20.0	Limo argilloso di colore grigio di media consistenza, con livelli centimetrici con associata sabbia e inclusi litici-ghiaietto.
				21		3) Qhe < 20,50 21,00							
				22									
				23									
				24									

She = Shelby Den = Denison Osl = Osterberg  
 Ar = Livello acqua rinvenuta  
 As = Livello acqua stabilizzata  
 Pz = Piezometro  
 Rp = Penetrometro tascabile  
 V.T. = Vane Test (kg/cm<sup>2</sup>) max-residuo  
 S.P.T. = Standard Penetration Test  
 N = Nppt  
 R.Q.D. = Rock Quality Designation



Riporto  
 Terreno vegetale  
 Argilla



Limo  
 Sabbia  
 Ghiaia, ciottoli

NOTE:

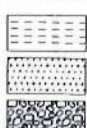
Cantiere: Via Quarterona Località: Pozzo Lungo, Santa Maria a Monte Data inizio: 07/03/2017 Data fine: 07/03/2017  
 Sondaggio n.: 1 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126  
 Liv. falda (m da p.c.):  Quota p.c. (m s.l.m.):  Redattore stratigrafia Dott. Geol. Massimo Benedetti

o	R	A	Pz	mem	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel % 0 --- 100	SPT S.P.T.	N	R.Q.D. % 0 --- 100	prof m	DESCRIZIONE
				25										Limo argilloso di colore grigio di media consistenza, con livelli centimetrici con associata sabbia e inclusi litici-ghiaietto.
				26										
				27		4) She < 29,50 27,50								
				28										
				29										
				30										
				31										
				32										
				33								32,5		Sabbia limosa di colore grigio.
				34								34,0		
				35		5) She < 35,00 35,50						35,5		Limo argilloso debolmente sabbioso di colore grigio, consistente.

She = Shelby Den = Denison Osl = Osterberg  
 Ar = Livello acqua rinvenuta  
 As = Livello acqua stabilizzata  
 Pz = Piezometro  
 Rp = Piezometro tascabile  
 V.T. = Vane Test (kg/cmq) max-residuo  
 S.P.T. = Standard Penetration Test  
 N = Napt  
 R.Q.D. = Rock Quality Designation



Riporto  
 Terreno vegetale  
 Argilla



Limo  
 Sabbia  
 Ghiaia, ciottoli

NOTE:

Cantiere: Via Quarterona Località: Pozzo Lungo, Santa Maria a Monte Data inizio: 07/03/2017 Data fine: 07/03/2017  
Sondaggio n.: 1 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CAROTE DI SONDAGGIO



Cassetta n. 1: da 0,0 m a - 5,0 m



Cassetta n. 2: da - 5,0 m a - 10,0 m



Cassetta n. 3: da - 10,0 m a - 15,0 m



Cassetta n. 4: da - 15,0 m a - 20,0 m

Cantiere: Via Quarterona Località: Pozzo Lungo, Santa Maria a Monte Data inizio: 07/03/2017 Data fine: 07/03/2017  
Sondaggio n.: 1 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CAROTE DI SONDAGGIO



Cassetta n. 5: da -20,0 m a -25,0 m



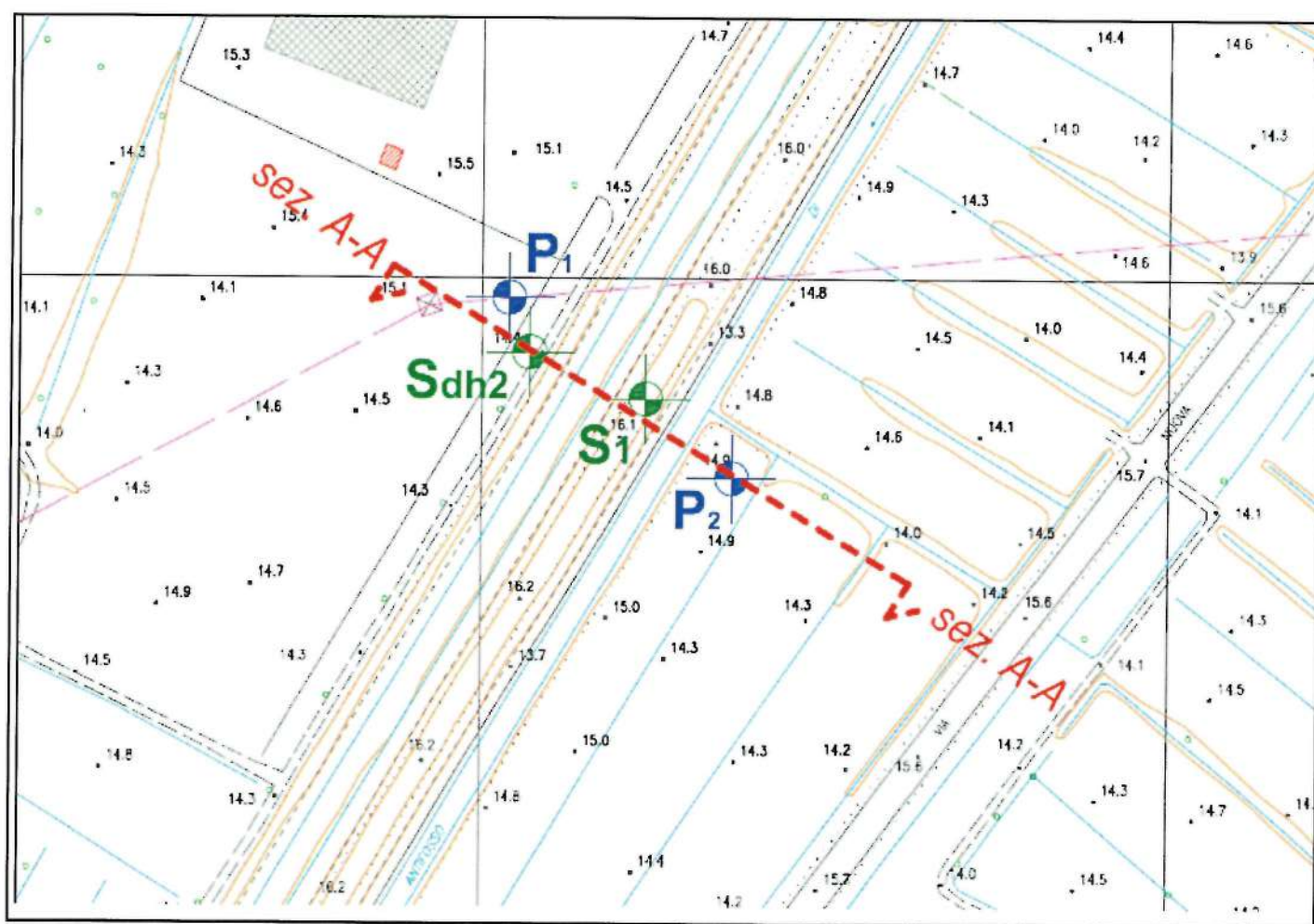
Cassetta n. 6: da -25,0 m a -30,0 m



Cassetta n. 7: da -30,0 m a -35,0 m

Cantiere: Via Quarterona Località: Pozzo Lungo, Santa Maria a Monte Data inizio: 07/03/2017 Data fine: 07/03/2017  
Sondaggio n.: 1 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126

## UBICAZIONE INDAGINE



AOGRT / AD Prot. 0532873 Data 09/10/2024 ore 15:08 Classifica P.140.020.

Cantiere: Via Quarterona Località: Pozzo Lungo, Santa Maria a Monte Data inizio: 10/03/2017 Data fine: 10/03/2017  
Sondaggio n.: 2 Metodo perfor.: Sondaggio a distruzione fino a 15,0 m, a carotaggio continuo fino a 35,0 m Diamm. (mm): 101/126

Il presente certificato è composto da n. 5 pagine

## SONDAGGIO GEOGNOSTICO



Norma di riferimento: raccomandazioni AGI 1977.

Deviazione dalla norma: Nessuna

Verbale di accettazione n. 030/2017 Del. 07/03/2017

Certificato di prova n. 026/2017 del. 22/03/2017

## CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

Perforatrice: Sonda IPC DRILL 650

Caratteristiche tecniche della perforatrice: Il gruppo rotary è costituito da un motore di 315 cm<sup>3</sup> che consente una coppia massima di 745 daNm e un numero di giri massimi di 289 r.p.m. Il gruppo morsa-svitatore, una forza di serraggio di 15904 daN e una coppia di sviamiento pari a 3000 daNm.

Diametro perforazione  $\phi$ : 101

Diametro rivestimento  $\phi$ : 126

Sistema di perforazione:

Carotaggio continuo ☒

Distruzione di nucleo ☒

Cantiere: Via Quarterona Località: Pozzo Lungo, Santa Maria a Monte Data inizio: 10/03/2017 Data fine: 10/03/2017  
 Sondaggio n.: 2 Metodo perfor.: Sondaggio a distruzione fino a 15,0 m, a carotaggio continuo fino a 35,0 m Diamm. (mm): 101/126  
 Liv. falda (m da p.c.):  Quota p.c. (m s.l.m.):  Redattore stratigrafia Dott. Geol. Massimo Benedetti

o mm	R V	A I	Pz	metri	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel % 0 --- 100	SPT S.P.T.	RQD % 0 --- 100	prof m	DESCRIZIONE
				1									Perforazione eseguita a distruzione di nucleo.
				2									
				3									
				4									
				5									
				6									
				7									
				8									
				9									
				10									
				11									
				12									
				13									
				14									
				15								15,0	Limo sabbioso ed argilloso di colore grigio debolmente compatto.
				16									
				17									
				18								17,7	Sabbia limosa di colore grigio di medio basso addensamento.
				19									
				20								19,2	Argilla limosa di colore grigio di media compatezza.
				21									
				22									
				23								22,2	Argilla limosa di colore grigio di media buona compatezza, con inclusi litici-ghiaietto.
				24									

She = Shelby Den = Denison Ost = Osterberg  
 Ar = Livello acqua rinvenuta  
 As = Livello acqua stabilizzata  
 Pz = Piezometro  
 Rp = Penetrometro tascabile  
 V.T. = Vane Test (kg/cmq) max-residuo  
 S.P.T. = Standard Penetration Test  
 N = Napt  
 R.Q.D. = Rock Quality Designation



Riporto

Terreno vegetale

Argilla

Limo

Sabbia

Ghiaia, ciottoli

NOTE:

Cantiere: Via Quarterona Località: Pozzo Lungo, Santa Maria a Monte Data inizio: 10/03/2017 Data fine: 10/03/2017  
 Sondaggio n.: 2 Metodo perfor.: Sondaggio a distruzione fino a 15,0 m, a carotaggio continuo fino a 35,0 m Diamm. (mm): 101/126  
 Liv. falda (m da p.c.):  Quota p.c. (m s.l.m.):  Redattore stratigrafia Dott. Geol. Massimo Benedetti

o mm	R v	A r	Pz	metri	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	SPT S.P.T.	N	R.Q.D. % 0 --- 100	prof m	DESCRIZIONE
				25										Argilla limosa di colore grigio di media buona compatezza, con inclusi litici-ghiaietto.
				26										
				27										
				28										
				29										
				30		3) Gne < 30,00 30,50								
				31										
				32										
				33								32,5		Sabbia limosa di colore grigio.
				34								34,2		
				35								35,0		Limo argilloso debolmente sabbioso di colore grigio, di media consistenza.

Installato tubo in PVC, diametro 80 mm, per prova sismica in foro di tipo down hole.

Sho = Shelby Dec = Denison Osl = Osterberg  
 Ar = Livello acqua rinvenuta  
 As = Livello acqua stabilizzata  
 Pz = Piezometro  
 Rp = Penetrometro tascabile  
 V.T. = Vane Test (kg/cm²) max-residuo  
 S.P.T. = Standard Penetration Test  
 N = Nspt  
 R.Q.D. = Rock Quality Designation



Riporto

Terreno vegetale

Argilla

Limo

Sabbia

Ghiaia, ciottoli

NOTE:

Cantiere: Via Quarterona Località: Pozzo Lungo, Santa Maria a Monte Data inizio: 10/03/2017 Data fine: 10/03/2017  
Sondaggio n.: 2 Metodo perfor.: Sondaggio a distruzione fino a 15,0 m, a carotaggio continuo fino a 35,0 m Diamm. (mm): 101/126

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CAROTE DI SONDAGGIO



Cassetta n. 1: da - 15,0 m a - 20,0 m



Cassetta n. 2: da - 20,0 m a - 25,0 m



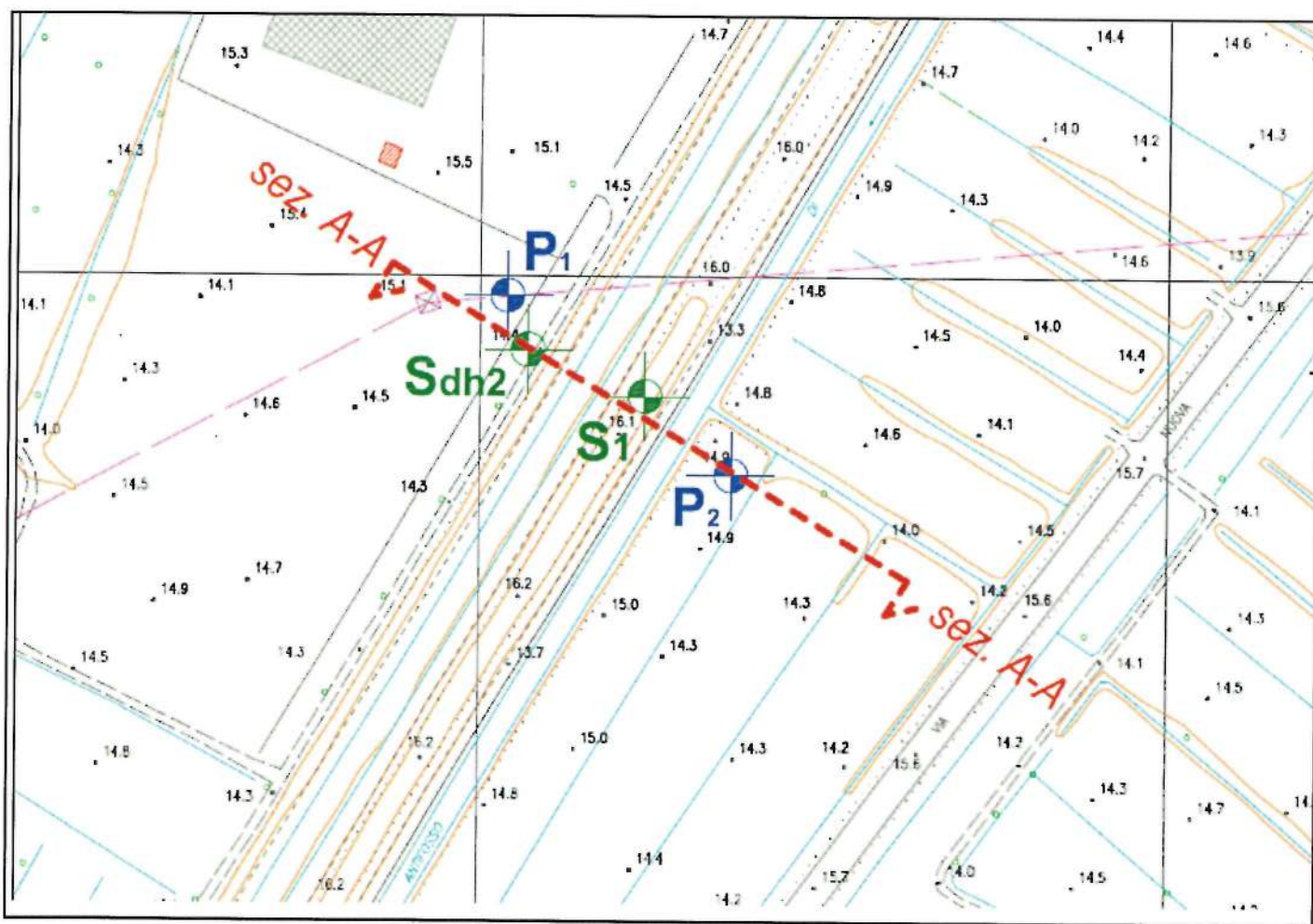
Cassetta n. 3: da - 25,0 m a - 30,0 m



Cassetta n. 4: da - 30,0 m a - 35,0 m

Cantiere: Via Quarterona Località: Pozzo Lungo, Santa Maria a Monte Data inizio: 10/03/2017 Data fine: 10/03/2017  
Sondaggio n.: 2 Metodo perfor.: Sondaggio a distruzione fino a 15,0 m, a carotaggio continuo fino a 35,0 m Diamm. (mm): 101/126

## UBICAZIONE INDAGINE



AOGRT / AD Prot. 0532873 Data 09/10/2024 ore 15:08 Classifica P.140.020.



**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI**  
Certificazione settore "A" - Prove di laboratorio su terre  
**Decreto 2436 del 14/03/2013 - ART. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010**

# LABOTER s.n.c. di Paolo Tognelli e C. Lab. Geotecnico - C.S.LL.PP. Decr.2436/13

<b>Committente :</b>	<b>Studio Ass. Benedetti &amp; Carmignani</b>
<b>Cantiere :</b>	<b>Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)</b>
<b>Verbale Accettazione n° :</b>	<b>91 del 07/03/2017</b>
<b>Data Certificazione :</b>	<b>27/03/2017</b>
<b>Campioni n°:</b>	<b>7</b>
<b>Certificati da n° a n° :</b>	<b>00973 a 00995</b>

**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566

Riferimento			Caratteristiche fisiche							Granulometria				Taglio diretto		Edometrica				
Sond. n°	Camp. n°	Profondità m	W %	$\gamma$ kN/m³	$\gamma_{\text{sec}}$ kN/m³	$\gamma_{\text{sat}}$ kN/m³	Indice vuoti	Poros. %	Sat. %	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	$\phi$ °	c kPa	24,6 kPa	49,2 kPa	98,4 kPa	196,8 kPa	393,6 kPa
1	2	9.0-9.5	29,9	19,0	14,6	19,0	0,81	44,8	99,7		25,3	47,0	27,7	23,5	12					
1	4	26.5-27.0	29,4	18,5	14,3	18,8	0,85	45,8	93,7					15,0	20	7149	5108	4929	5804	7648
1	5	35.0-35.5	22,6	19,2	15,7	19,7	0,69	40,7	88,9		52,3	33,5	14,2	25,9	25					
2	1	19.5-20.0	32,0	18,7	14,1	18,7	0,87	46,6	99,1					18,6	10	1650	1603	2595	3985	6031
2	2	23.6-24.2	25,6	19,3	15,4	19,5	0,72	42,0	95,6					21,2	9					
	SPT1	9.8	27,9								25,5	49,4	25,1							
	SPT2	16.5	23,0								53,0	35,5	11,5							





**LABOTER snc**  
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566

DNV Business Assurance  
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)  
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA: 35)

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre  
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 00973</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 27/03/17	Inizio analisi: 17/03/17
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 91 del 07/03/17		Apertura campione: 17/03/17	Fine analisi: 18/03/17

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti & Carmignani			
RIFERIMENTO: Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	9.0-9.5

<u>CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE</u>
--

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216
--------------------------------------

<b>Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 29,9 %</b>
---

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo  
☐ Stratificato  
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

--

SGEO - Laboratorio 4.5 - 2016

Lo sperimentatore  
Dott. Geologo Paolo Tognelli

Il direttore del laboratorio  
Dott. Geologo Paolo Tognelli

AOOGRT / AD Prot. 0532873 Data 09/10/2024 ore 15:08 Classifica P.140.020.

**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566DNV Business Assurance  
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)  
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA : 35)MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre  
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 00974</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 27/03/17	Inizio analisi: 17/03/17
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 91 del 07/03/17		Apertura campione: 17/03/17	Fine analisi: 17/03/17

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti & Carmignani			
RIFERIMENTO: Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	9.0-9.5

<u>PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE</u>
---

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E
---

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

<b>Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 19,0 kN/m<sup>3</sup></b>
--

A00GRT / AD Prot. 0532873 Data 09/10/2024 ore 15:08 Classifica P.140.020.

--

SGEO - Laboratorio 4.5 - 2016

Lo sperimentatore  
Dott. Geologo Paolo TognelliIl direttore del laboratorio  
Dott. Geologo Paolo Tognelli



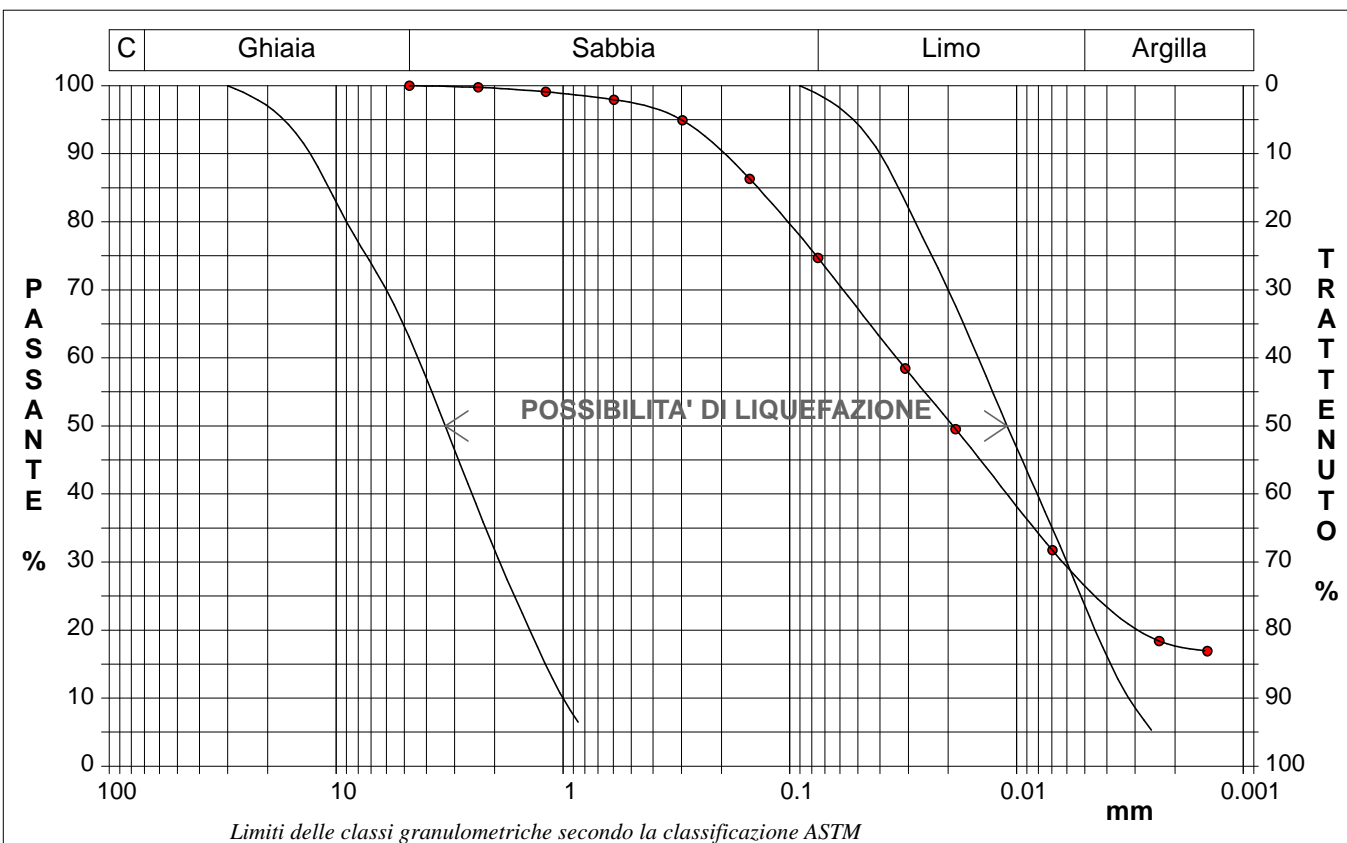
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°:</b> 00975	Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 27/03/17	Inizio analisi: 21/03/17
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 91 del 07/03/17		<b>Apertura campione:</b> 17/03/17	Fine analisi: 24/03/17

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti & Carmignani			
RIFERIMENTO: Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	9.0-9.5

### ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422-63

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99,6 %	D10	0,00015 mm	
Sabbia	25,3 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	96,2 %	D30	0,00604 mm	
Limo	47,0 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	74,7 %	D50	0,01906 mm	
Argilla	27,7 %			D60	0,03371 mm	
Coefficiente di uniformità		227,15	Coefficiente di curvatura	7,28	D90	0,20127 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
4,7500	100,00	0,1500	86,30	0,0023	18,39				
2,3600	99,75	0,0750	74,67	0,0014	16,90				
1,1900	99,10	0,0309	58,42						
0,5950	97,93	0,0186	49,53						
0,2970	94,90	0,0069	31,73						

**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566DNV Business Assurance  
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)  
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA : 35)MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre  
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00976** Pagina 1/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 91 del 07/03/17

DATA DI EMISSIONE: 27/03/17

Inizio analisi: 18/03/17

Apertura campione: 17/03/17

Fine analisi: 22/03/17

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti &amp; Carmignani

RIFERIMENTO: Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 9.0-9.5

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

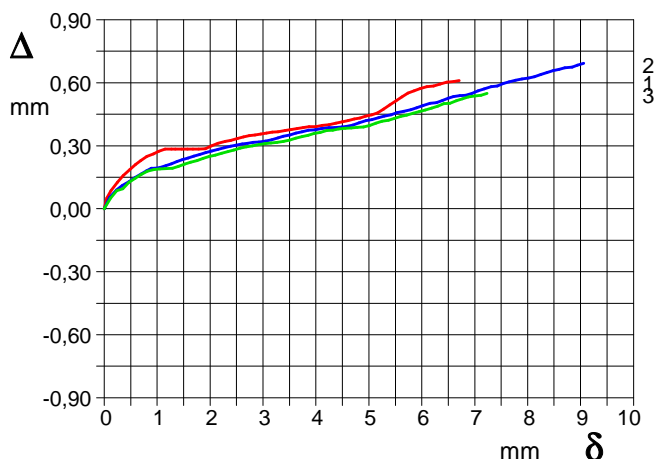
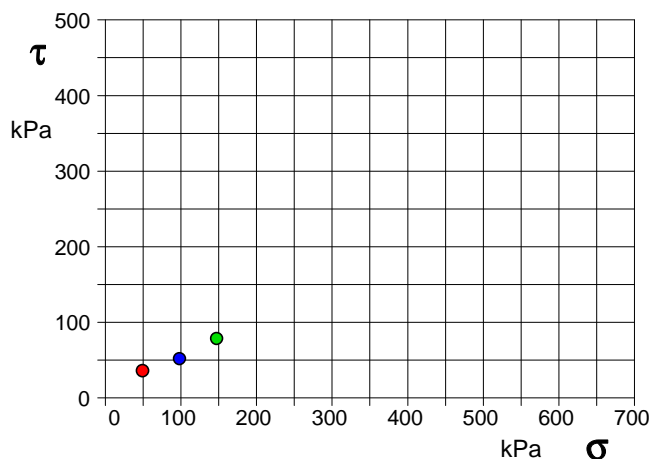
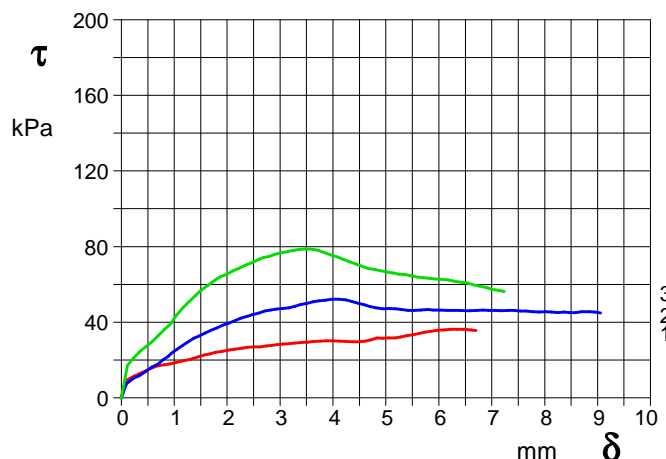
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	49	98	147
Tensione a rottura (kPa):	36	52	79
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	6,22	3,98	3,50
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,59	0,38	0,33
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 21,7	--- 23,8	--- 26,1
Peso di volume (kN/m³):	18,7	19,2	19,1

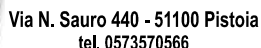
**DIAGRAMMA**Tensione - Pressione verticale

Tipo di prova: Consolidata - lenta

Velocità di deformazione: 0,010 mm / min

Tempo di consolidazione (ore): 24

DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.



Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72
---

SGEO - Laboratorio 4.5 - 2016

Lo sperimentatore  
Dott. ~~Georgio~~ Paolo Tognelli

Il direttore del laboratorio  
Dott. ~~Georgio~~ Paolo Tognelli

**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566DNV Business Assurance  
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA  
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)  
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA: 35)MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre  
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00976** Pagina 3/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 91 del 07/03/17

DATA DI EMISSIONE: 27/03/17

Inizio analisi: 18/03/17

Apertura campione: 17/03/17

Fine analisi: 22/03/17

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti &amp; Carmignani

RIFERIMENTO: Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 9.0-9.5

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE**

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

**PROVINO 1**

Pressione (kPa)	49
Altezza iniziale (cm)	2,00
Altezza finale (cm)	1,84
Sezione (cm <sup>2</sup> )	36,00
T <sub>50</sub> (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

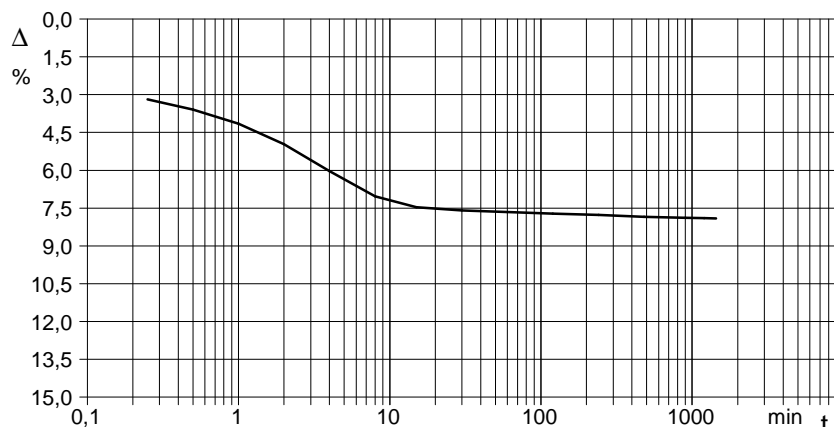


Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

**PROVINO 2**

Pressione (kPa)	98
Altezza iniziale (cm)	1,97
Altezza finale (cm)	1,92
Sezione (cm <sup>2</sup> )	36,24
T <sub>50</sub> (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

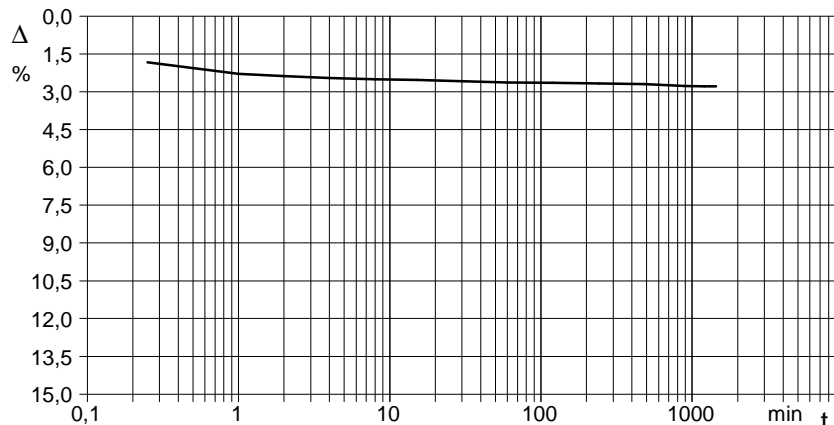
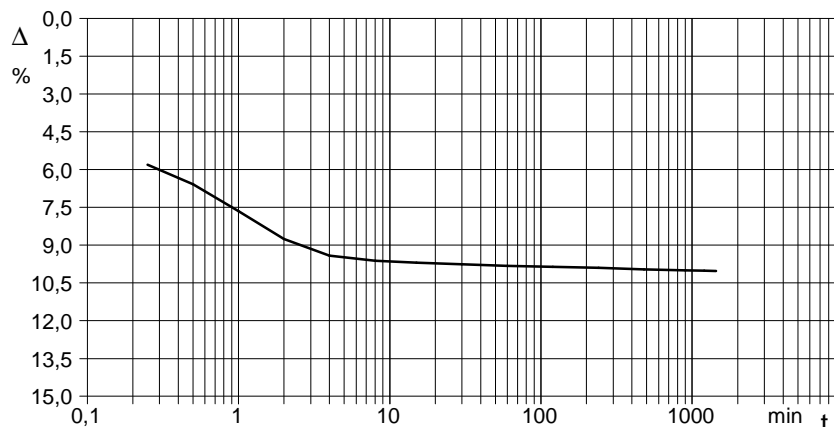


Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

**PROVINO 3**

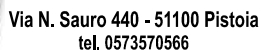
Pressione (kPa)	147
Altezza iniziale (cm)	2,00
Altezza finale (cm)	1,80
Sezione (cm <sup>2</sup> )	36,00
T <sub>50</sub> (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 50 x T<sub>50</sub>

Vs = Df / tf



Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72
---

SGEO - Laboratorio 4.5 - 2016

Il direttore del laboratorio  
Dott. ~~Georgio~~ Paolo Tognelli

COMMITTENTE:	Studio Ass. Benedetti & Carmignani		
RIFERIMENTO:	Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)		
SONDAGGIO:	1	CAMPIONE:	2
		PROFONDITA': m	9.0-9.5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	49	98	147
Tensione a rottura (kPa):	36	52	79
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	6,22	3,98	3,50
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,59	0,38	0,33
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 21,7	--- 23,8	--- 26,1
Peso di volume (kN/m³):	18,7	19,2	19,1

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: 12,1 kPa  
Angolo di attrito interno: 23,5 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta  
Velocità di deformazione: 0,010 mm / min  
Tempo di consolidazione (ore): 24

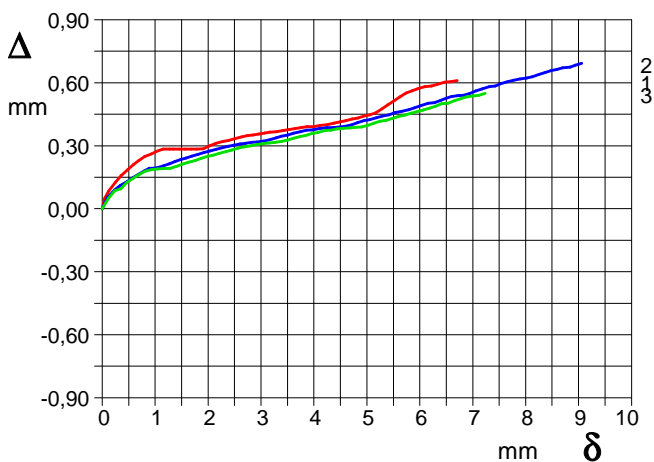
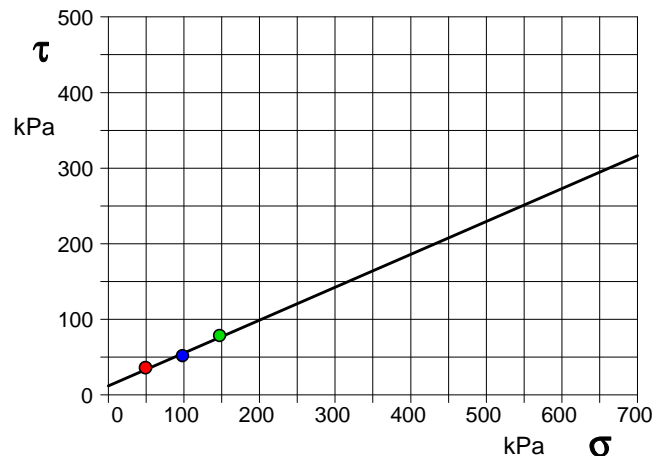


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

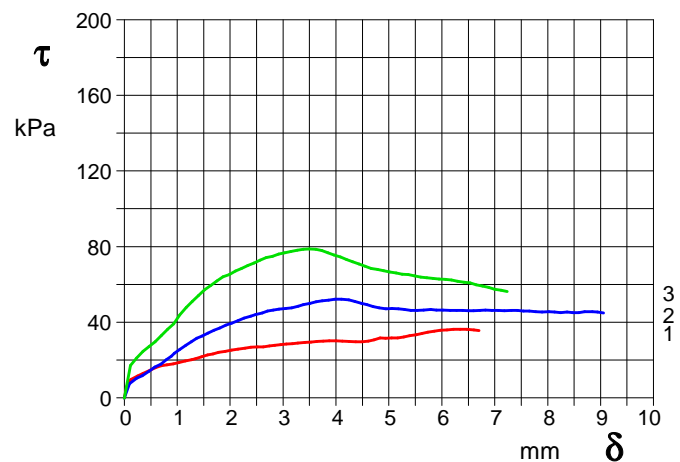


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566DNV Business Assurance  
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)  
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA : 35)MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre  
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

COMMITTENTE:	Studio Ass. Benedetti & Carmignani		
RIFERIMENTO:	Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)		
SONDAGGIO:	1	CAMPIONE:	4
		PROFONDITA': m	26.5-27.0

**CARATTERISTICHE FISICHE**

Umidità naturale	29,4	%
Peso di volume	18,5	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume secco	14,3	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume saturo	18,8	kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico	26,5	kN/m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti	0,846	
Porosità	45,8	%
Grado di saturazione	93,7	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		%
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

**ANALISI GRANULOMETRICA**

Ghiaia	%
Sabbia	%
Limo	%
Argilla	%
D 10	mm
D 50	mm
D 60	mm
D 90	mm
Passante set. 10	%
Passante set. 42	%
Passante set. 200	%

**PERMEABILITA'**

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

**COMPRESSIONE**

$\sigma$	kPa
$c_u$	kPa
$\sigma_{Rim}$	kPa
$c_u Rim$	kPa

**TAGLIO DIRETTO**

Prova consolidata-lenta			
C	19,5	kPa	
$\phi$	15,0	°	
$C_{Res}$		kPa	
$\phi_{Res}$		°	

**COMPRESSIONE TRIASSIALE**

C.D.	C <sub>d</sub>	kPa	$\phi_d$	°
C.U.	C' <sub>cu</sub>	kPa	$\phi'_{cu}$	°
	C <sub>cu</sub>	kPa	$\phi_{cu}$	°
U.U.	C <sub>u</sub>	kPa	$\phi_u$	°

**PROVA EDOMETRICA**

$\sigma$ kPa	E kPa	C <sub>v</sub> cm <sup>2</sup> /sec	k cm/sec
12,3 ÷ 24,5	7149	0,000336	4,61E-09
24,5 ÷ 49,0	5108	0,000140	2,69E-09
49,0 ÷ 98,1	4929	0,000238	4,74E-09
98,1 ÷ 196,2	5804	0,000263	4,45E-09
196,2 ÷ 392,3	7648	0,000239	3,07E-09
392,3 ÷ 784,6	11036	0,000182	1,61E-09
784,6 ÷ 1569,3	17672	0,000195	1,08E-09

**FOTOGRAFIA****OSSERVAZIONI**

Tipo di campione: Cilindrico		Qualità del campione: Q 5
------------------------------	--	---------------------------

Posizione delle prove		cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
CF	ED	TD				
						Argilla con tracce torbose, consistente Munsell Soil Color Charts : GLEY1 4/1 grigio verdastro scuro
			150			Classificazione del terreno in base alla resistenza al pocket penetrometer e vane test < 24.5 kPa molto molle 24.5 - 49.1 kPa molle 49.1 - 98.1 kPa plastico 98.1 - 196.2 kPa consistente 196.2 - 392.4 kPa molto consistente >392,4 kPa duro
			200			
			160			
			200			
					44	

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 00977</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 27/03/17	Inizio analisi: 15/03/17
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 91 del 07/03/17		Apertura campione: 15/03/17	Fine analisi: 16/03/17

COMMITTENTE:	Studio Ass. Benedetti & Carmignani			
RIFERIMENTO:	Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)			
SONDAGGIO:	1	CAMPIONE:	4	PROFONDITA': m 26.5-27.0

## CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

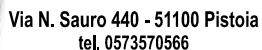
Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

**Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 29,4 %**

### Struttura del materiale:

☒ Omogeneo☐ Stratificato☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C



**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI**  
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre  
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 00978</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 27/03/17	Inizio analisi: 15/03/17
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 91 del 07/03/17		Apertura campione: 15/03/17	Fine analisi: 15/03/17

COMMITTENTE:	Studio Ass. Benedetti & Carmignani			
RIFERIMENTO:	Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)			
SONDAGGIO:	1	CAMPIONE:	4	PROFONDITA': m 26.5-27.0

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 18,5 kN/m<sup>3</sup>**

AOOGRT / AD Prot. 0532873 Data 09/10/2024 ore 15:08 Classifica P.140.020.

SGEO - Laboratorio 4.5 - 2016

Lo sperimentatore  
Dott. Geol. Paolo Tognelli

Il direttore del laboratorio  
Dott. ~~Georgio~~ Paolo Tognelli

**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566DNV Business Assurance  
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)  
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA: 35)MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre  
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00979** Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 91 del 07/03/17

DATA DI EMISSIONE: 27/03/17

Inizio analisi: 15/03/17

Apertura campione: 15/03/17

Fine analisi: 26/03/17

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti &amp; Carmignani

RIFERIMENTO: Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)

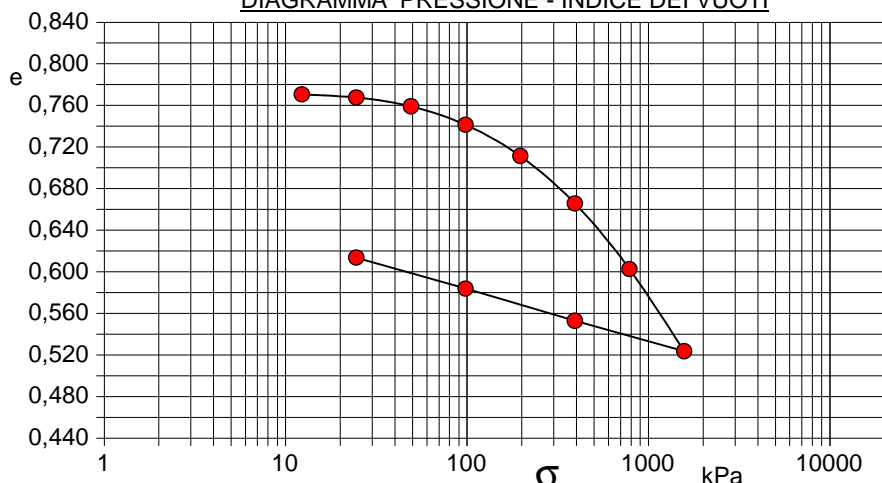
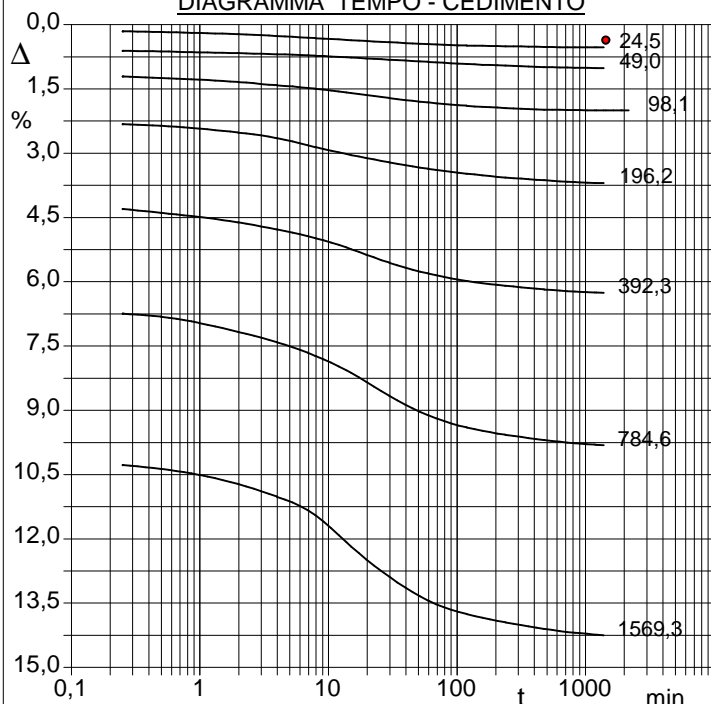
SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 4

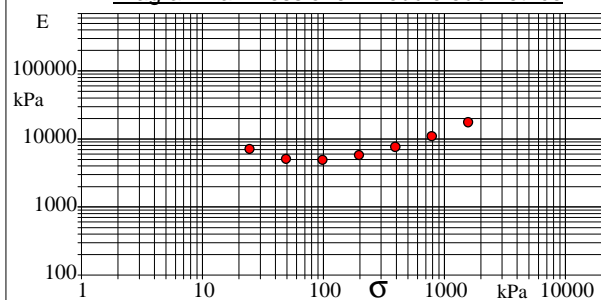
PROFONDITA': m 26.5-27.0

**PROVA EDOMETRICA**

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

**Caratteristiche del campione**Peso di volume (kN/m³) 19,25  
Umidità (%) 29,2  
Peso specifico (kN/m³) 26,47Altezza provino cm 2,00  
Diametro provino cm 5,00  
Sezione provino (cm²) 19,63  
Volume provino (cm³) 39,27Volume dei vuoti (cm³) 17,17  
Indice dei vuoti 0,78  
Porosità (%) 43,73  
Saturazione (%) 100,0**DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI****DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO**

Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm²/sec	k cm/sec
12,3	7,2	0,771				
24,5	10,6	0,768	0,010	7149	0,000336	4,61E-09
49,0	20,2	0,759	0,028	5108	0,000140	2,69E-09
98,1	40,1	0,741	0,059	4929	0,000238	4,74E-09
196,2	73,9	0,711	0,100	5804	0,000263	4,45E-09
392,3	125,2	0,666	0,151	7648	0,000239	3,07E-09
784,6	196,3	0,603	0,210	11036	0,000182	1,61E-09
1569,3	285,1	0,524	0,262	17672	0,000195	1,08E-09
392,3	252,2	0,553				
98,1	217,4	0,584				
24,5	183,8	0,614				

**Diagramma Pressione - Modulo edometrico**

**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566DNV Business Assurance  
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)  
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA: 35)MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre  
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00979** Pagina 2/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 91 del 07/03/17

DATA DI EMISSIONE: 27/03/17

Inizio analisi: 15/03/17

Apertura campione: 15/03/17

Fine analisi: 26/03/17

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti &amp; Carmignani

RIFERIMENTO: Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 4

PROFONDITA': m 26.5-27.0

**PROVA EDOMETRICA**

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

**LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE**

Pressione 24,5 kPa				Pressione 49,0 kPa				Pressione 98,1 kPa				Pressione 196,2 kPa			
Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100
0,02	7,2			0,02	10,6			0,02	20,2	2160,00	40,1	0,02	40,1		
0,25	3,1			0,25	12,2			0,25	24,1	2400,00	40,1	0,25	46,4		
0,50	3,4			0,50	12,5			0,50	24,9			0,50	47,2		
1,00	3,9			1,00	12,9			1,00	25,7			1,00	48,5		
2,00	4,5			2,00	13,3			2,00	26,8			2,00	50,4		
4,00	5,3			4,00	13,8			4,00	28,3			4,00	53,0		
8,00	6,3			8,00	14,5			8,00	29,9			8,00	57,2		
15,00	7,2			15,00	15,3			15,00	31,9			15,00	60,9		
30,00	8,2			30,00	16,3			30,00	34,3			30,00	64,3		
60,00	9,1			60,00	17,4			60,00	36,3			60,00	67,3		
120,00	9,7			120,00	18,4			120,00	37,9			120,00	69,5		
240,00	10,1			240,00	19,1			240,00	38,9			240,00	71,3		
480,00	10,4			480,00	19,8			480,00	39,6			480,00	72,6		
899,98	10,5			900,00	20,1			900,00	39,9			900,00	73,6		
1209,98	10,6			1210,00	20,2			1210,00	40,0			1210,00	73,9		
1439,98	10,6			1439,98	20,2			1440,00	40,0			1440,00	73,9		
								1920,00	40,1						

Pressione 392,3 kPa				Pressione 784,6 kPa				Pressione 1569,3 kPa				Pressione -- kPa			
Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100
0,02	73,9			0,02	125,2			0,02	196,3						
0,25	86,0			0,25	134,9			0,25	205,5						
0,50	87,8			0,50	136,3			0,50	207,4						
1,00	89,8			1,00	139,3			1,00	210,2						
2,00	92,3			2,00	143,5			2,00	214,5						
4,00	95,6			4,00	148,3			4,00	220,4						
8,00	99,7			8,00	154,7			8,00	229,2						
15,00	104,8			15,00	162,6			15,00	243,6						
30,00	111,2			30,00	173,4			30,00	257,9						
60,00	116,2			60,00	182,4			60,00	268,9						
120,00	119,7			120,00	188,1			120,00	275,2						
240,00	121,9			240,00	191,4			240,00	279,0						
480,00	123,6			480,00	193,9			480,00	282,1						
900,00	124,7			900,00	195,6			900,00	284,1						
1210,00	125,0			1210,00	196,1			1210,00	284,7						
1400,90	125,2			1392,17	196,3			1385,92	285,1						

**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566DNV Business Assurance  
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)  
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA: 35)MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre  
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00980** Pagina 1/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 91 del 07/03/17

DATA DI EMISSIONE: 27/03/17

Inizio analisi: 15/03/17

Apertura campione: 15/03/17

Fine analisi: 19/03/17

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti &amp; Carmignani

RIFERIMENTO: Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 4

PROFONDITA': m 26.5-27.0

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

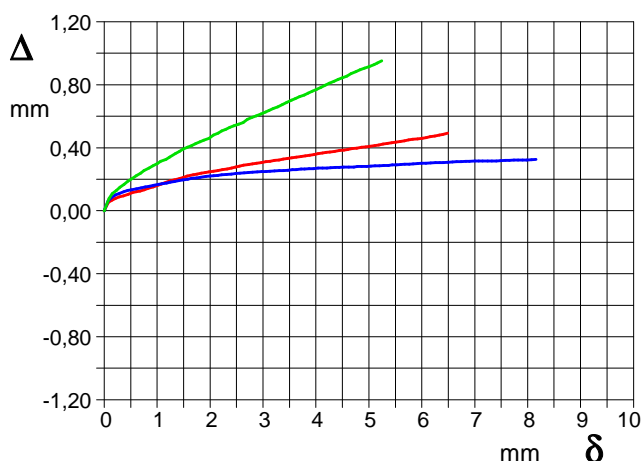
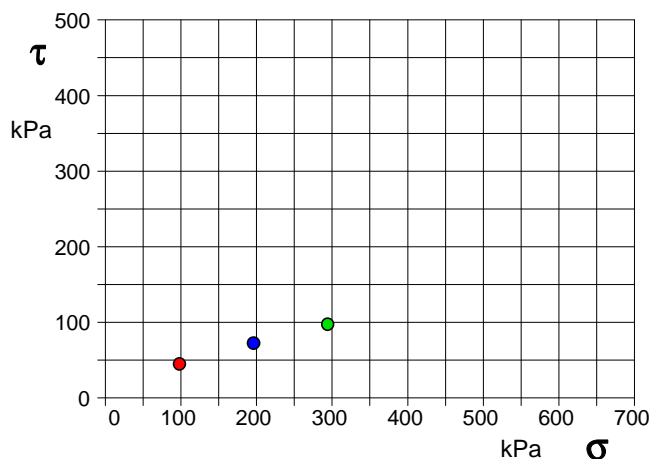
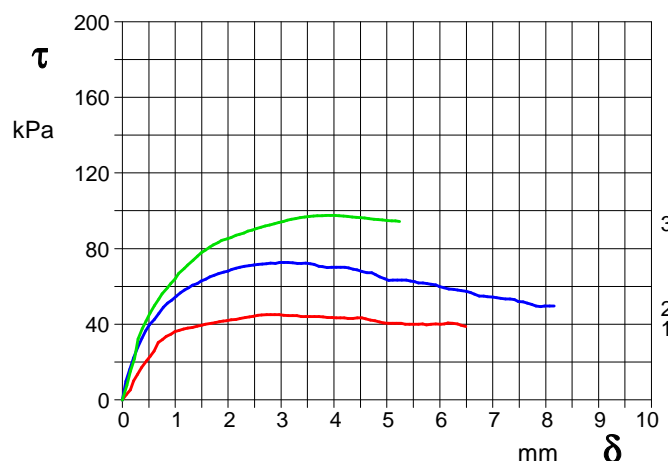
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	45	73	98
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	2,80	2,97	3,93
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,30	0,25	0,76
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 33,2	--- 31,5	--- 29,0
Peso di volume (kN/m³):	18,2	19,0	18,5

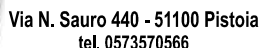
**DIAGRAMMA**Tensione - Pressione verticale

Tipo di prova: Consolidata - lenta

Velocità di deformazione: 0,007 mm / min

Tempo di consolidazione (ore): 24

DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.



Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72
---

SGEO - Laboratorio 4.5 - 2016

Lo sperimentatore  
Dott. ~~Georgio~~ Paolo Tognelli

Il direttore del laboratorio  
Dott. ~~Giuseppe~~ Paolo Tognelli

**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566DNV Business Assurance  
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)  
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA: 35)MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre  
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00980** Pagina 3/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 91 del 07/03/17

DATA DI EMISSIONE: 27/03/17

Inizio analisi: 15/03/17

Apertura campione: 15/03/17

Fine analisi: 19/03/17

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti &amp; Carmignani

RIFERIMENTO: Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 4

PROFONDITA': m 26.5-27.0

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE**

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

**PROVINO 1**

Pressione (kPa)	98
Altezza iniziale (cm)	2,00
Altezza finale (cm)	1,97
Sezione (cm <sup>2</sup> )	31,67
T <sub>50</sub> (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

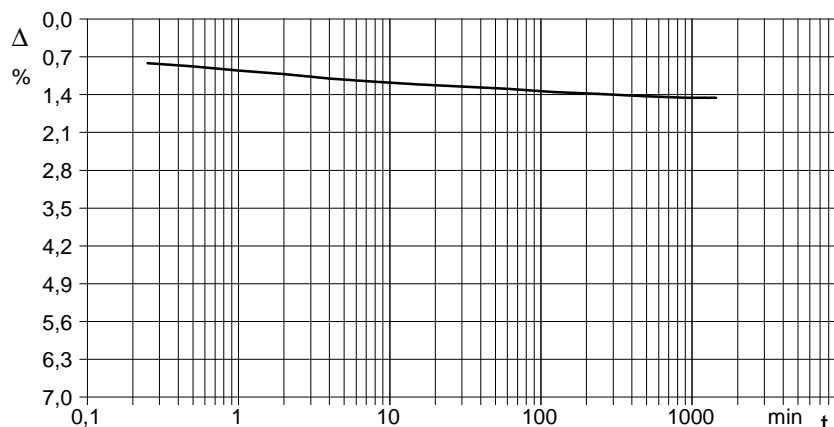


Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

**PROVINO 2**

Pressione (kPa)	196
Altezza iniziale (cm)	2,00
Altezza finale (cm)	1,91
Sezione (cm <sup>2</sup> )	31,64
T <sub>50</sub> (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

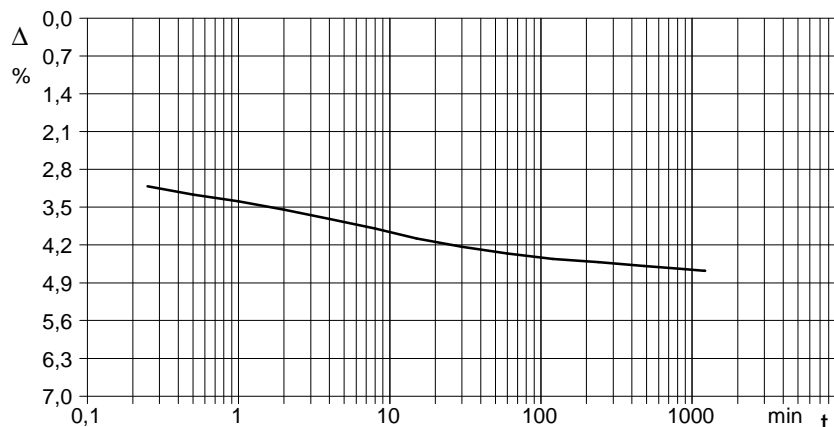
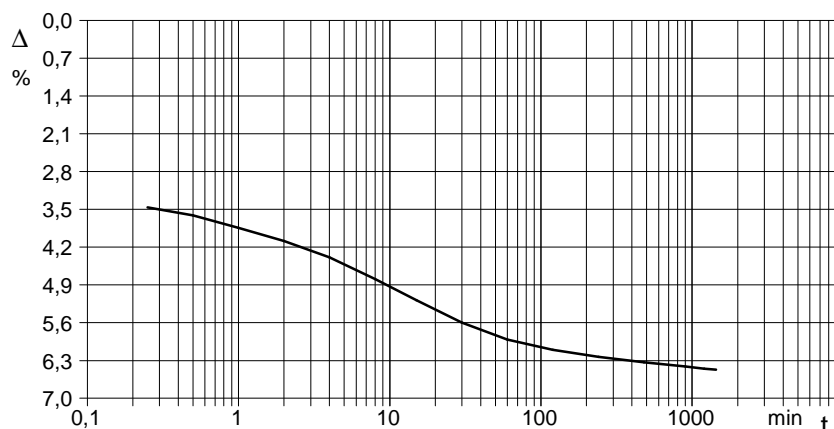


Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

**PROVINO 3**

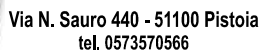
Pressione (kPa)	294
Altezza iniziale (cm)	2,03
Altezza finale (cm)	1,90
Sezione (cm <sup>2</sup> )	31,57
T <sub>50</sub> (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 50 x T<sub>50</sub>

Vs = Df / tf



COMMITTENTE:	Studio Ass. Benedetti & Carmignani		
RIFERIMENTO:	Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)		
SONDAGGIO:	1	CAMPIONE:	4
		PROFONDITA': m	26.5-27.0

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	45	73	98
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	2,80	2,97	3,93
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,30	0,25	0,76
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 33,2	--- 31,5	--- 29,0
Peso di volume (kN/m³):	18,2	19,0	18,5

DIAGRAMMA  
Tensione - Pressione verticale

Coesione:	19,5 kPa
Angolo di attrito interno:	15,0 °

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,007 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

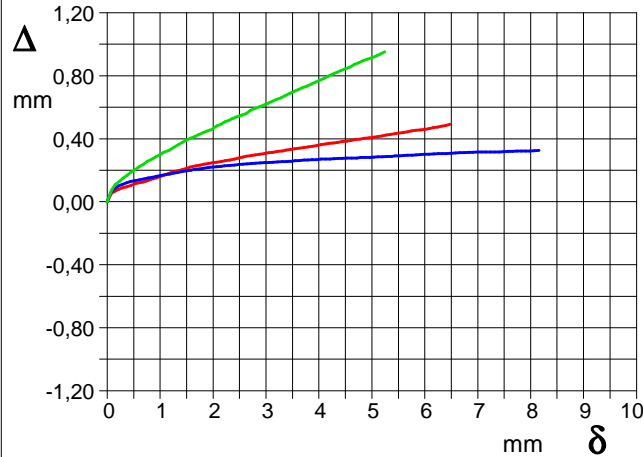
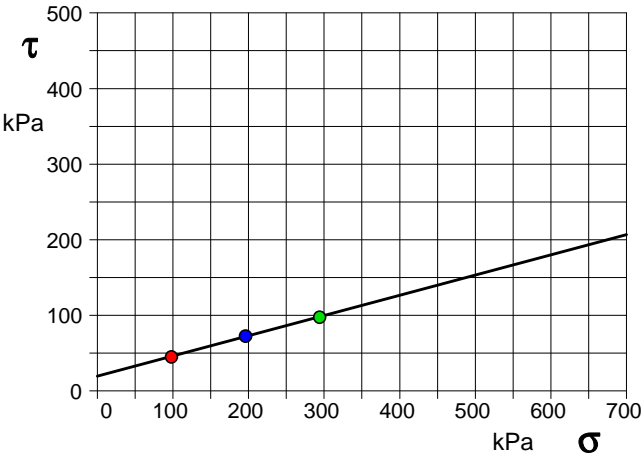


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

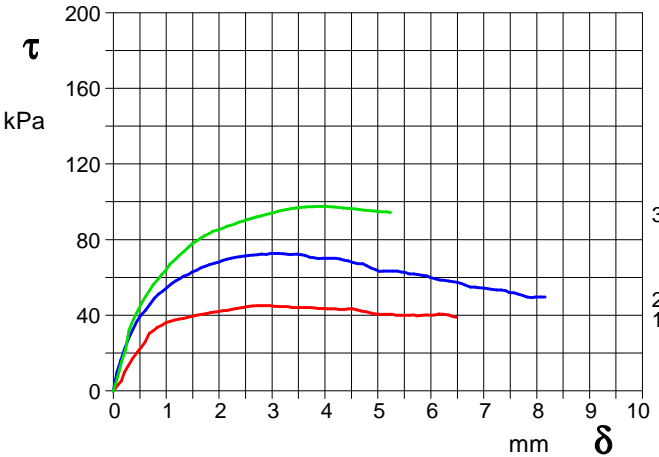
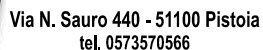


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.



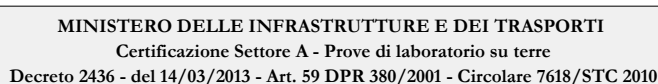
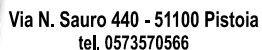


**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI**  
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre  
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216
--------------------------------------

Il direttore del laboratorio  
Dott. ~~Georgio~~ Paolo Tognelli

**AOOGR7 / AD Prot. 0532873 Data 09/10/2024 ore 15:08 Classifica P.140.020.**



Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E



**LABOTER snc**  
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566

DNV Business Assurance  
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)  
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA: 35)

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre  
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

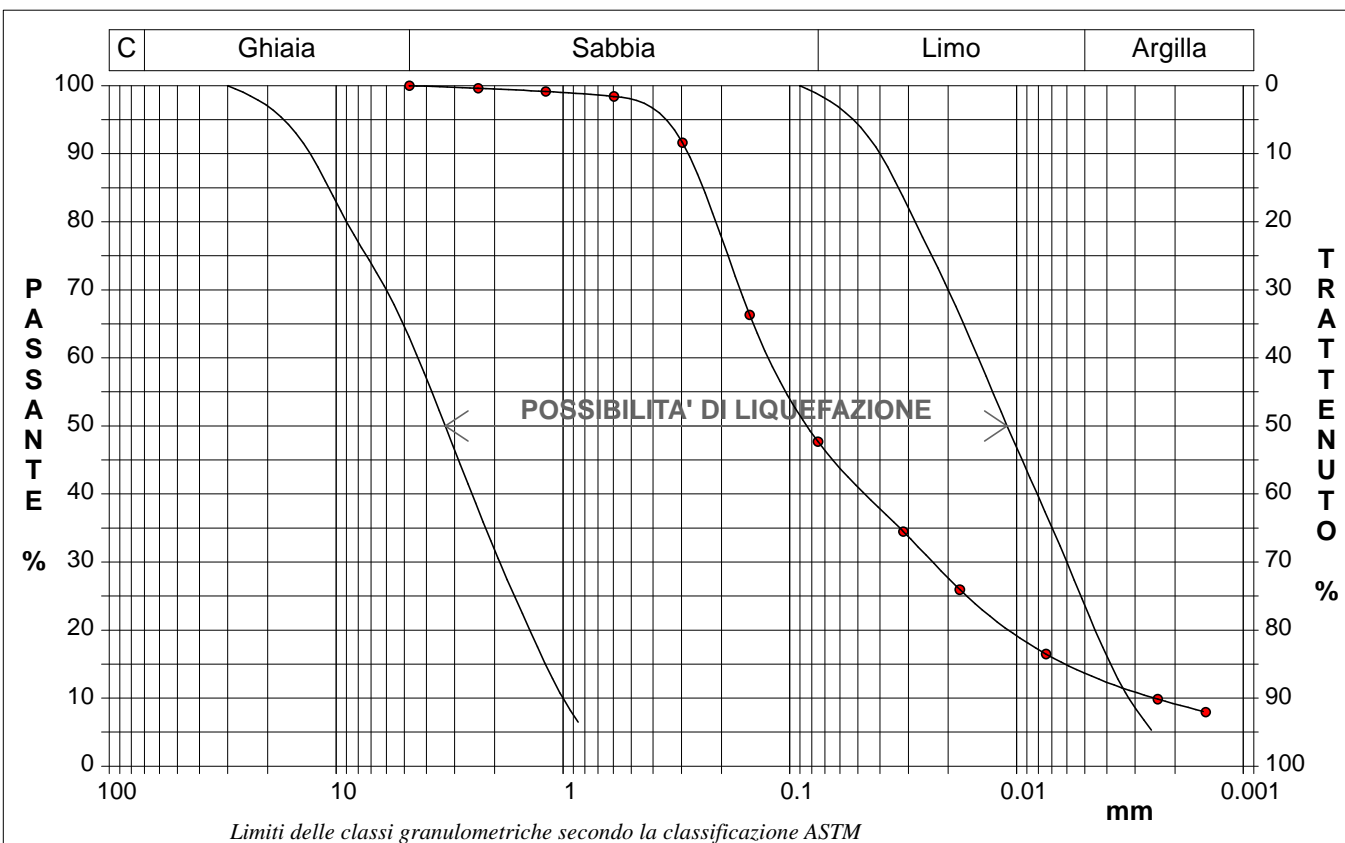
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°:</b> 00983	Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 27/03/17	Inizio analisi: 21/03/17
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 91 del 07/03/17		<b>Apertura campione:</b> 17/03/17	Fine analisi: 24/03/17

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti & Carmignani			
RIFERIMENTO: Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 5	PROFONDITA': m	35.0-35.5

### ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422-63

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99,5 %	D10	0,00244 mm
Sabbia	52,3 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	94,5 %	D30	0,02337 mm
Limo	33,5 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	47,7 %	D50	0,08176 mm
Argilla	14,2 %			D60	0,11863 mm
				D90	0,28426 mm
Coefficiente di uniformità		48,52	Coefficiente di curvatura		1,88



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
4,7500	100,00	0,1500	66,31	0,0024	9,85				
2,3600	99,62	0,0750	47,68	0,0015	7,95				
1,1900	99,15	0,0315	34,46						
0,5950	98,42	0,0178	25,94						
0,2970	91,63	0,0074	16,47						

**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566DNV Business Assurance  
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)  
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA : 35)MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre  
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00984** Pagina 1/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 91 del 07/03/17

DATA DI EMISSIONE: 27/03/17

Inizio analisi: 18/03/17

Apertura campione: 17/03/17

Fine analisi: 22/03/17

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti &amp; Carmignani

RIFERIMENTO: Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 5

PROFONDITA': m 35.0-35.5

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

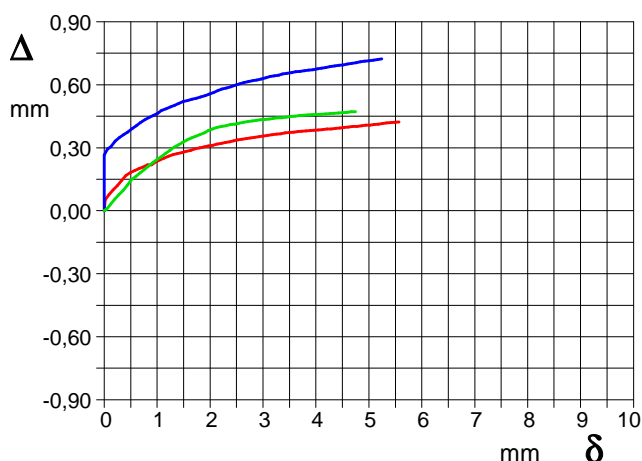
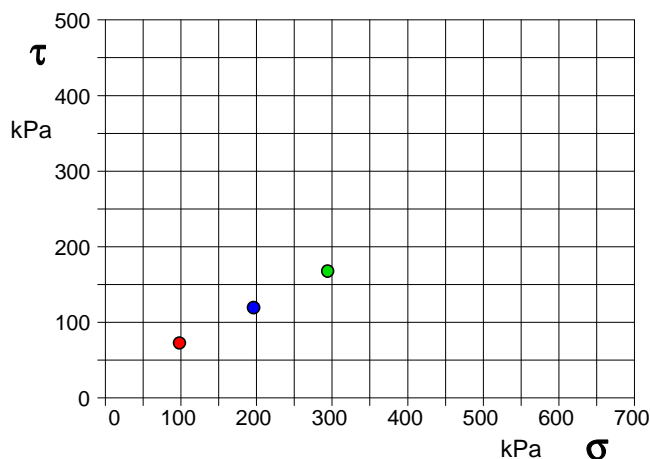
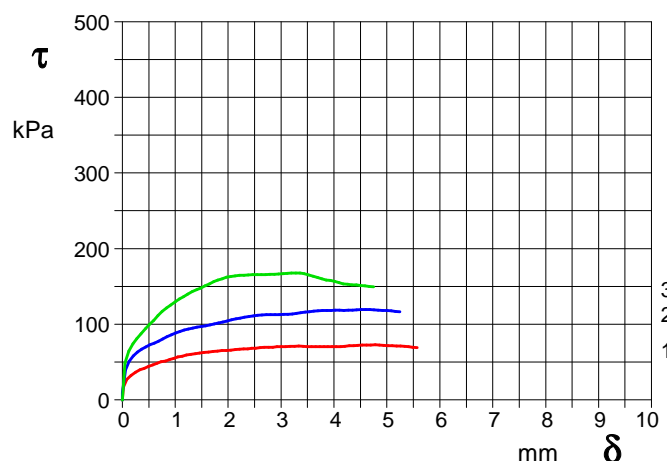
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	73	120	168
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	4,78	4,67	3,36
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,40	0,70	0,44
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 27,5	--- 27,4	--- 26,2
Peso di volume (kN/m³):	19,1	19,4	19,2

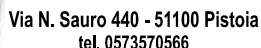
**DIAGRAMMA**Tensione - Pressione verticale

Tipo di prova: Consolidata - lenta

Velocità di deformazione: 0,007 mm / min

Tempo di consolidazione (ore): 24

DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.



Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72
---

SGEO - Laboratorio 4.5 - 2016

Il direttore del laboratorio  
Dott. ~~Georgio~~ Paolo Tognelli

**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566DNV Business Assurance  
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA  
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)  
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA: 35)MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre  
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00984** Pagina 3/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 91 del 07/03/17

DATA DI EMISSIONE: 27/03/17

Inizio analisi: 18/03/17

Apertura campione: 17/03/17

Fine analisi: 22/03/17

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti &amp; Carmignani

RIFERIMENTO: Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 5

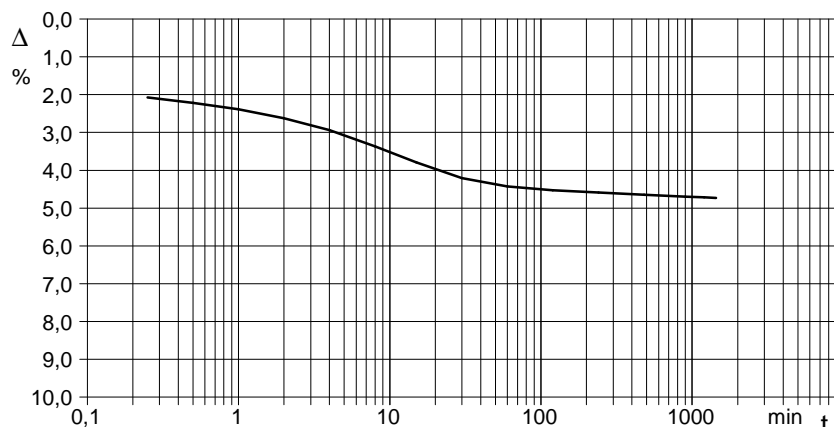
PROFONDITA': m 35.0-35.5

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE**

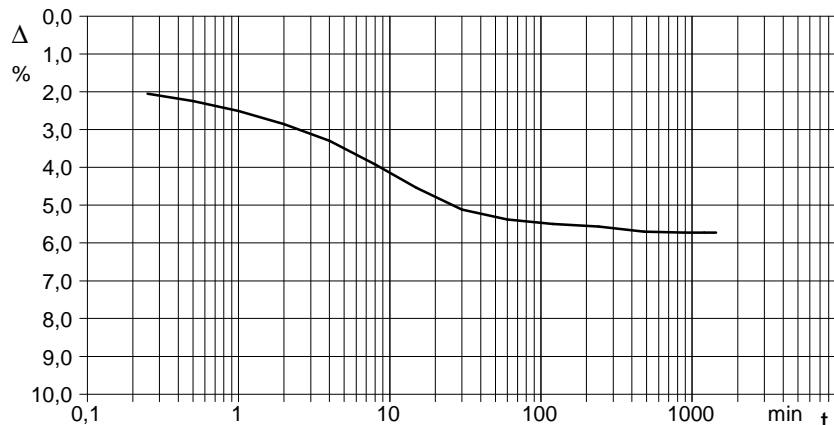
Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO**PROVINO 1**

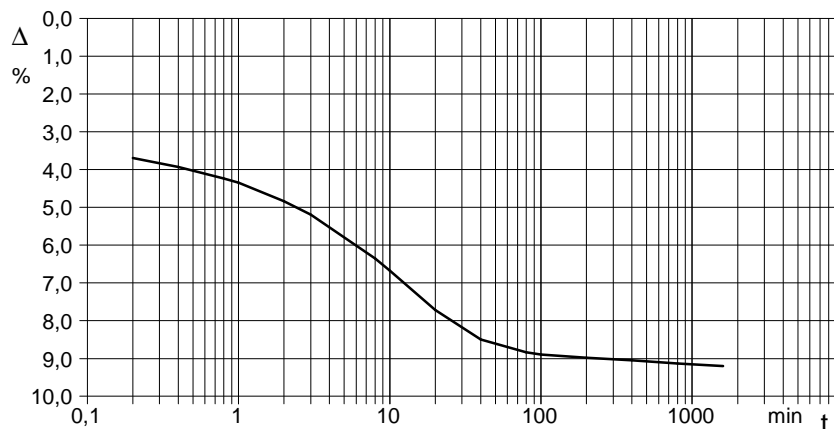
Pressione (kPa)	98
Altezza iniziale (cm)	2,00
Altezza finale (cm)	1,91
Sezione (cm <sup>2</sup> )	28,27
T <sub>50</sub> (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO**PROVINO 2**

Pressione (kPa)	196
Altezza iniziale (cm)	2,00
Altezza finale (cm)	1,89
Sezione (cm <sup>2</sup> )	28,27
T <sub>50</sub> (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO**PROVINO 3**

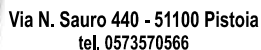
Pressione (kPa)	294
Altezza iniziale (cm)	2,00
Altezza finale (cm)	1,82
Sezione (cm <sup>2</sup> )	28,27
T <sub>50</sub> (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000



Vs = Velocità stimata di prova    Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 50 x T<sub>50</sub>

Vs = Df / tf



Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72
---

SGEO - Laboratorio 4.5 - 2016

Lo sperimentatore  
Dott. ~~Georgio~~ Paolo Tognelli

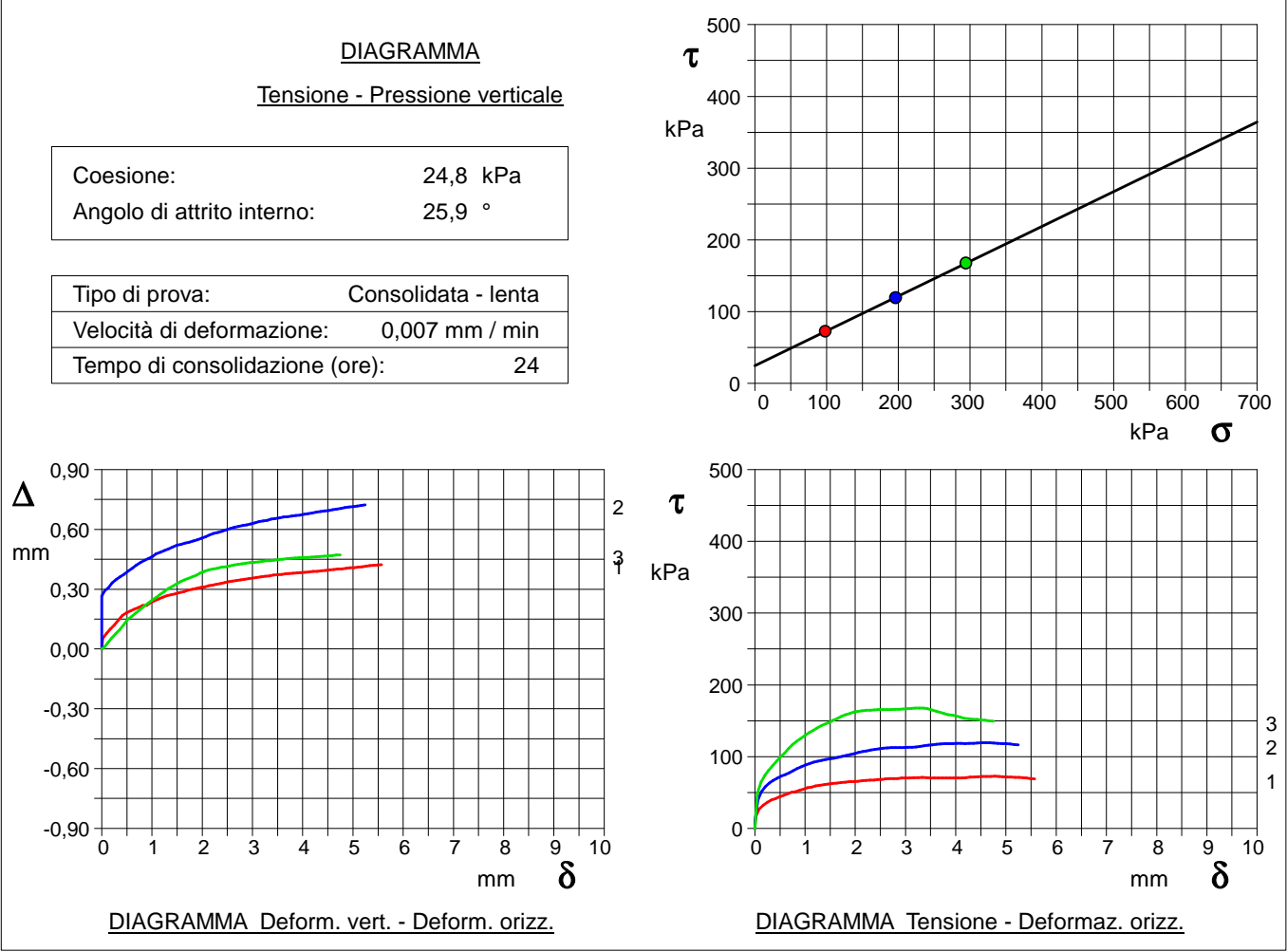
Il direttore del laboratorio  
Dott. ~~Georgio~~ Paolo Tognelli

COMMITTENTE:	Studio Ass. Benedetti & Carmignani		
RIFERIMENTO:	Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)		
SONDAGGIO:	1	CAMPIONE:	5
		PROFONDITA': m	35.0-35.5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	73	120	168
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	4,78	4,67	3,36
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,40	0,70	0,44
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 27,5	--- 27,4	--- 26,2
Peso di volume (kN/m³):	19,1	19,4	19,2



**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566DNV Business Assurance  
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)  
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA : 35)MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre  
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

COMMITTENTE:	Studio Ass. Benedetti & Carmignani		
RIFERIMENTO:	Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)		
SONDAGGIO:	2	CAMPIONE:	1
		PROFONDITA': m	19.5-20.0

**CARATTERISTICHE FISICHE**

Umidità naturale	32,0	%
Peso di volume	18,7	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume secco	14,1	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume saturo	18,7	kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico	26,5	kN/m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti	0,871	
Porosità	46,6	%
Grado di saturazione	99,1	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		%
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

**ANALISI GRANULOMETRICA**

Ghiaia	%
Sabbia	%
Limo	%
Argilla	%
D 10	mm
D 50	mm
D 60	mm
D 90	mm
Passante set. 10	%
Passante set. 42	%
Passante set. 200	%

**PERMEABILITA'**

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

**COMPRESSIONE**

$\sigma$	kPa
$c_u$	kPa
$\sigma_{Rim}$	kPa
$c_u Rim$	kPa

**TAGLIO DIRETTO**

Prova consolidata-lenta			
C	10,3	kPa	
$\phi$	18,6	°	
$C_{Res}$		kPa	
$\phi_{Res}$		°	

**COMPRESSIONE TRIASSIALE**

C.D.	C <sub>d</sub>	kPa	$\phi_d$	°
C.U.	C' <sub>cu</sub>	kPa	$\phi'_{cu}$	°
	C <sub>cu</sub>	kPa	$\phi_{cu}$	°
U.U.	C <sub>u</sub>	kPa	$\phi_u$	°

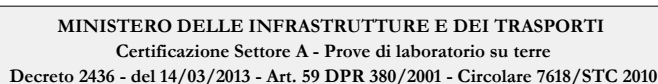
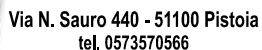
**PROVA EDOMETRICA**

$\sigma$ kPa	E kPa	C <sub>v</sub> cm <sup>2</sup> /sec	k cm/sec
12,3 ÷ 24,5	1650	0,000231	1,37E-08
24,5 ÷ 49,0	1603	0,000199	1,22E-08
49,0 ÷ 98,1	2595	0,000200	7,56E-09
98,1 ÷ 196,2	3985	0,000253	6,23E-09
196,2 ÷ 392,3	6031	0,000280	4,55E-09
392,3 ÷ 784,6	9111	0,001223	1,32E-08
784,6 ÷ 1569,3	13058	0,000358	2,69E-09

**FOTOGRAFIA****OSSERVAZIONI**

Tipo di campione: Cilindrico		Qualità del campione: Q 5
------------------------------	--	---------------------------

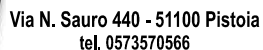
Posizione delle prove		cm	R <sub>p</sub> kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
CF	TD	ED				
					0	Argilla limosa con torba, plastica Munsell Soil Color Charts : GLEY1 4/1 grigio verdastro scuro  Classificazione del terreno in base alla resistenza al pocket penetrometer e vane test < 24.5 kPa molto molle 24.5 - 49.1 kPa molle 49.1 - 98.1 kPa plastico 98.1 - 196.2 kPa consistente 196.2 - 392.4 kPa molto consistente >392,4 kPa duro
			90		10	
			80		20	
			70		30	
			70		40	
					42	



Modalità di prova: Norma ASTM D 2216
--------------------------------------

Il direttore del laboratorio  
Dott. Geol. Paolo Tognelli

AOOGRT / AD Prot. 0532873 Data 09/10/2024 ore 15:08 Classifica P.140.020.



**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI**  
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre  
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

AOOGRT / AD Prot. 0532873 Data 09/10/2024 ore 15:08 Classifica P.140.020.

Il direttore del laboratorio  
Dott. Geol. Paolo Tognelli

**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566DNV Business Assurance  
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)  
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA: 35)MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre  
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00987** Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 91 del 07/03/17

DATA DI EMISSIONE: 27/03/17

Inizio analisi: 15/03/17

Apertura campione: 15/03/17

Fine analisi: 26/03/17

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti &amp; Carmignani

RIFERIMENTO: Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)

SONDAGGIO: 2

CAMPIONE: 1

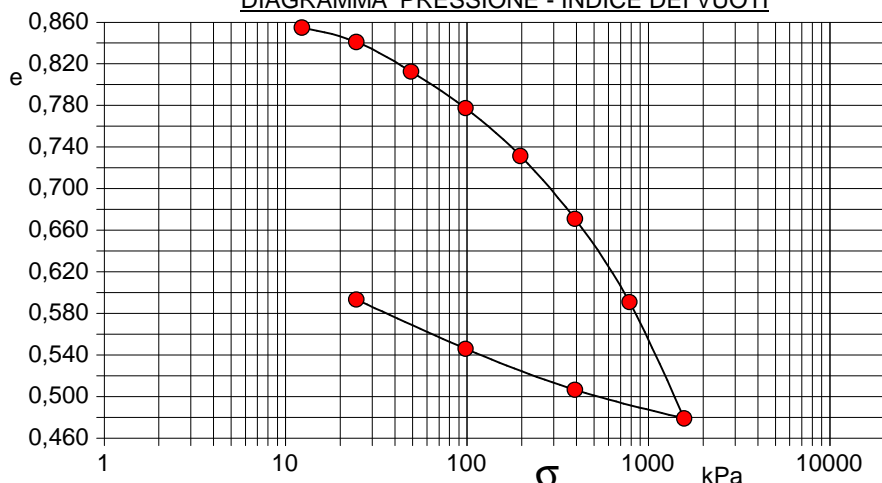
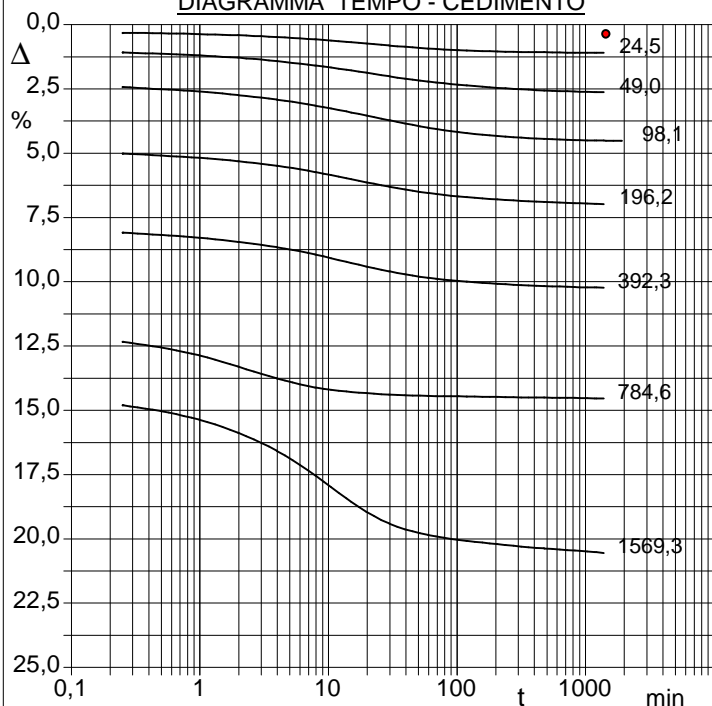
PROFONDITA': m 19.5-20.0

**PROVA EDOMETRICA**

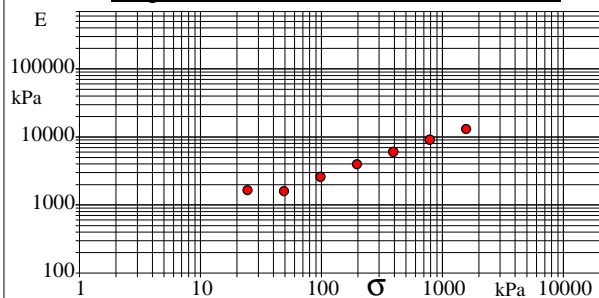
Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

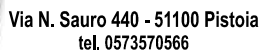
**Caratteristiche del campione**

Peso di volume (kN/m³)	18,83
Umidità (%)	32,4
Peso specifico (kN/m³)	26,47
Altezza provino cm	2,00
Diametro provino cm	5,00
Sezione provino (cm²)	19,63
Volume provino (cm³)	39,27
Volume dei vuoti (cm³)	18,17
Indice dei vuoti	0,86
Porosità (%)	46,28
Saturazione (%)	100,0

**DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI****DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO**

Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm²/sec	k cm/sec
12,3	7,1	0,855				
24,5	21,9	0,841	0,046	1650	0,000231	1,37E-08
49,0	52,5	0,813	0,095	1603	0,000199	1,22E-08
98,1	90,3	0,777	0,117	2595	0,000200	7,56E-09
196,2	139,6	0,732	0,152	3985	0,000253	6,23E-09
392,3	204,6	0,671	0,201	6031	0,000280	4,55E-09
784,6	290,7	0,591	0,266	9111	0,001223	1,32E-08
1569,3	410,9	0,479	0,372	13058	0,000358	2,69E-09
392,3	381,3	0,507				
98,1	338,9	0,546				
24,5	288,1	0,593				

**Diagramma Pressione - Modulo edometrico**



Modalità di prova: Norma ASTM D 3080
--------------------------------------

**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566DNV Business Assurance  
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)  
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA: 35)MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre  
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00988** Pagina 1/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 91 del 07/03/17

DATA DI EMISSIONE: 27/03/17

Inizio analisi: 15/03/17

Apertura campione: 15/03/17

Fine analisi: 20/03/17

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti &amp; Carmignani

RIFERIMENTO: Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)

SONDAGGIO: 2

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 19.5-20.0

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

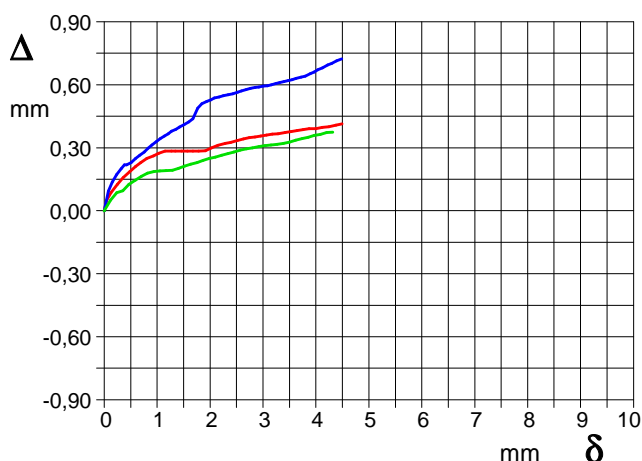
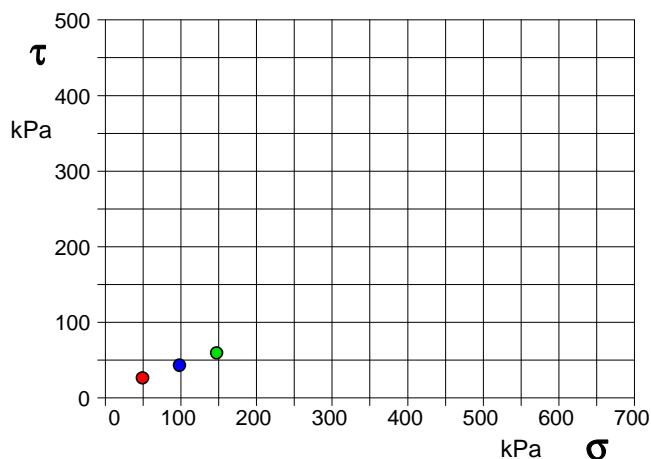
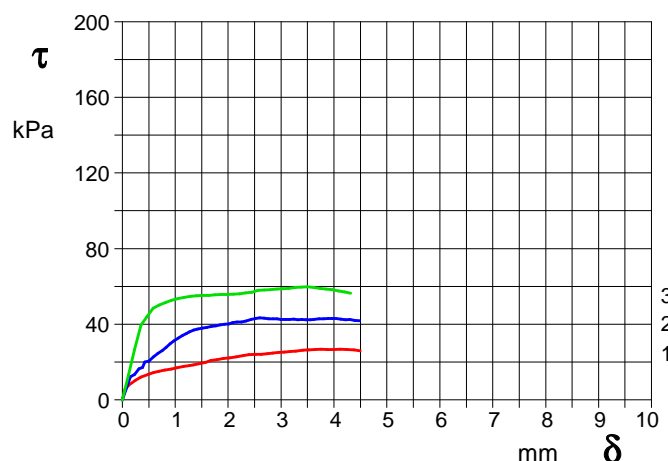
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	49	98	147
Tensione a rottura (kPa):	27	43	60
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	3,76	2,59	3,50
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,39	0,57	0,33
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 30,8	--- 29,7	--- 28,0
Peso di volume (kN/m³):	19,6	18,1	18,3

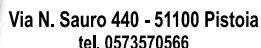
**DIAGRAMMA**Tensione - Pressione verticale

Tipo di prova: Consolidata - lenta

Velocità di deformazione: 0,007 mm / min

Tempo di consolidazione (ore): 24

DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.



Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72
---

SGEO - Laboratorio 4.5 - 2016

Lo sperimentatore  
Dott. ~~Georgio~~ Paolo Tognelli

Il direttore del laboratorio  
Dott. ~~Georgio~~ Paolo Tognelli

**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566DNV Business Assurance  
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA  
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)  
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA: 35)MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre  
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00988 Pagina 3/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 91 del 07/03/17

DATA DI EMISSIONE: 27/03/17

Inizio analisi: 15/03/17

Apertura campione: 15/03/17

Fine analisi: 20/03/17

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti &amp; Carmignani

RIFERIMENTO: Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)

SONDAGGIO: 2

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 19.5-20.0

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE**

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

**PROVINO 1**

Pressione (kPa)	49
Altezza iniziale (cm)	2,00
Altezza finale (cm)	1,84
Sezione (cm <sup>2</sup> )	36,00
T <sub>50</sub> (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

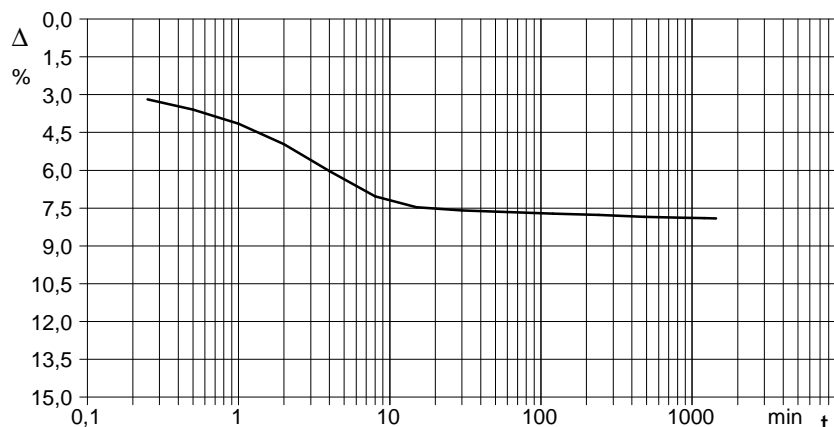


Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

**PROVINO 2**

Pressione (kPa)	98
Altezza iniziale (cm)	2,00
Altezza finale (cm)	1,95
Sezione (cm <sup>2</sup> )	36,00
T <sub>50</sub> (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

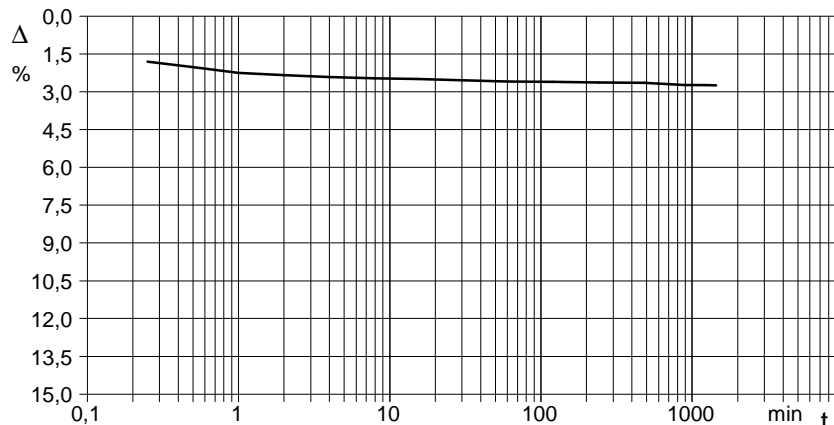
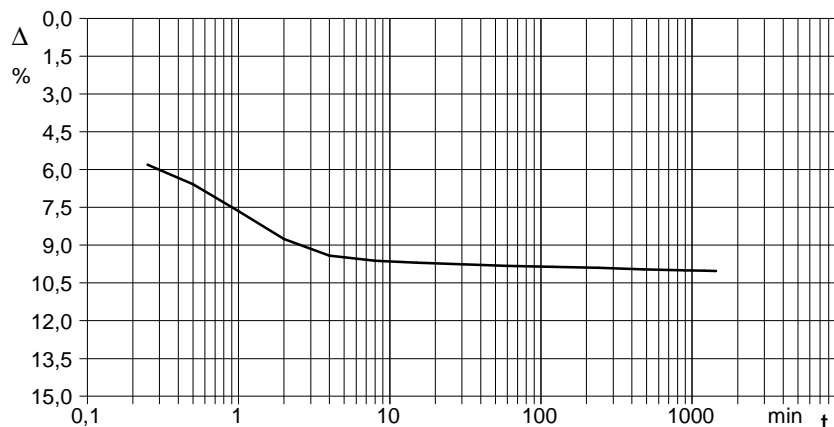


Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

**PROVINO 3**

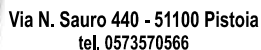
Pressione (kPa)	147
Altezza iniziale (cm)	2,00
Altezza finale (cm)	1,80
Sezione (cm <sup>2</sup> )	36,00
T <sub>50</sub> (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 50 x T<sub>50</sub>

Vs = Df / tf



Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72
---

SGEO - Laboratorio 4.5 - 2016

Lo sperimentatore  
Dott. ~~Georgio~~ Paolo Tognelli

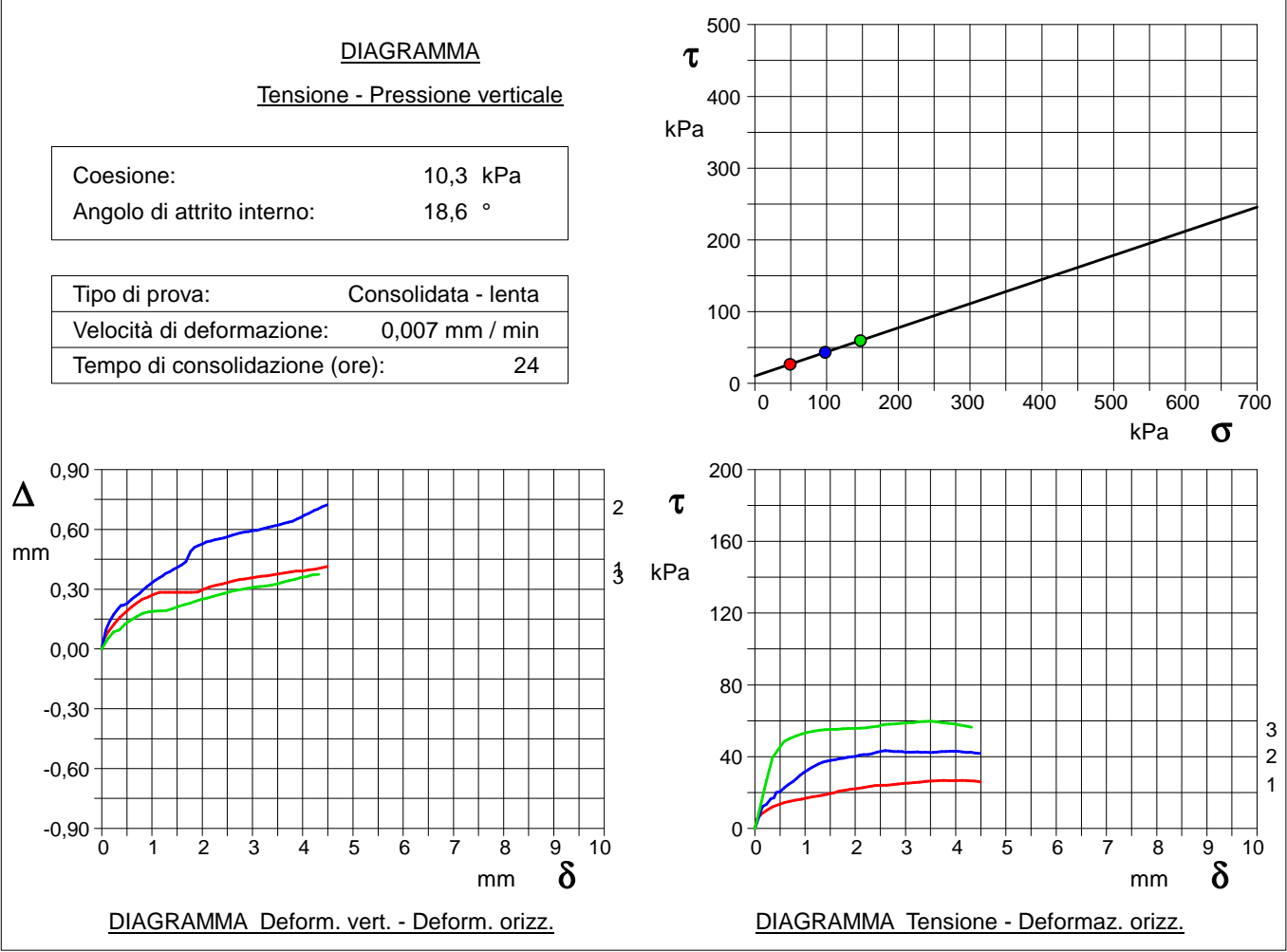
Il direttore del laboratorio  
Dott. ~~Georgio~~ Paolo Tognelli

COMMITTENTE:	Studio Ass. Benedetti & Carmignani		
RIFERIMENTO:	Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)		
SONDAGGIO:	2	CAMPIONE:	1
		PROFONDITA': m	19.5-20.0

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	49	98	147
Tensione a rottura (kPa):	27	43	60
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	3,76	2,59	3,50
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,39	0,57	0,33
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 30,8	--- 29,7	--- 28,0
Peso di volume (kN/m³):	19,6	18,1	18,3



**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566DNV Business Assurance  
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)  
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA : 35)MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre  
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

COMMITTENTE:	Studio Ass. Benedetti & Carmignani		
RIFERIMENTO:	Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)		
SONDAGGIO:	2	CAMPIONE:	2
		PROFONDITA': m	23.6-24.2

**CARATTERISTICHE FISICHE**

Umidità naturale	25,6	%
Peso di volume	19,3	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume secco	15,4	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume saturo	19,5	kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico	26,5	kN/m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti	0,724	
Porosità	42,0	%
Grado di saturazione	95,6	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		%
Passante al set. n° 40		%
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

**ANALISI GRANULOMETRICA**

Ghiaia	%
Sabbia	%
Limo	%
Argilla	%
D 10	mm
D 50	mm
D 60	mm
D 90	mm
Passante set. 10	%
Passante set. 42	%
Passante set. 200	%

**PERMEABILITA'**

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

**COMPRESSIONE**

$\sigma$	kPa
$c_u$	kPa
$\sigma_{Rim}$	kPa
$c_{u Rim}$	kPa

**TAGLIO DIRETTO**

Prova consolidata-lenta			
C	9,2	kPa	
$\phi$	21,2	°	
$C_{Res}$		kPa	
$\phi_{Res}$		°	

**COMPRESSIONE TRIASSIALE**

C.D.	C <sub>d</sub>	kPa	$\phi_d$	°
C.U.	C' <sub>cu</sub>	kPa	$\phi'_{cu}$	°
	C <sub>cu</sub>	kPa	$\phi_{cu}$	°
U.U.	C <sub>u</sub>	kPa	$\phi_u$	°

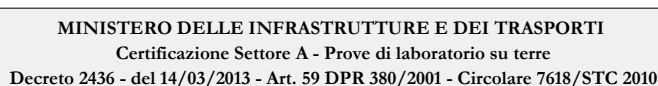
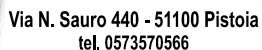
**PROVA EDOMETRICA**

$\sigma$ kPa	E kPa	C <sub>v</sub> cm <sup>2</sup> /sec	k cm/sec

**FOTOGRAFIA****OSSERVAZIONI**

Tipo di campione: Cilindrico		Qualità del campione: Q 5
------------------------------	--	---------------------------

Posizione delle prove		cm	R <sub>p</sub> kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
CF	TD	0				Limo debolmente sabbioso, plastico Munsell Soil Color Charts : GLEY1 4/1 grigio verdastro scuro
		10	70			Classificazione del terreno in base alla resistenza al pocket penetrometer e vane test
		20	100			< 24.5 kPa molto molle
						24.5 - 49.1 kPa molle
						49.1 - 98.1 kPa plastico
						98.1 - 196.2 kPa consistente
						196.2 - 392.4 kPa molto consistente
						>392,4 kPa duro
		30	130			
					33	



Modalità di prova: Norma ASTM D 2216
--------------------------------------

Il direttore del laboratorio  
Dott. Geol. Paolo Tognelli

**AOOGR7 / AD Prot. 0532873 Data 09/10/2024 ore 15:08 Classifica P.140.020.**



**LABOTER snc**  
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566

DNV Business Assurance  
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)  
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA : 35)

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre  
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 00990</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 27/03/17	Inizio analisi: 17/03/17
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 91 del 07/03/17		Apertura campione: 17/03/17	Fine analisi: 17/03/17

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti & Carmignani				
RIFERIMENTO: Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)				
SONDAGGIO:	2	CAMPIONE:	2	PROFONDITA': m 23.6-24.2

<u>PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE</u>
---

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E
---

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

<b>Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 19,3 kN/m<sup>3</sup></b>
--

AOOGRT / AD Prot. 0532873 Data 09/10/2024 ore 15:08 Classifica P.140.020.

--

SGEO - Laboratorio 4.5 - 2016

Lo sperimentatore  
Dott.  Paolo Tognelli

Il direttore del laboratorio  
Dott.  Paolo Tognelli

**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566DNV Business Assurance  
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)  
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA: 35)MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre  
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00991** Pagina 1/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 91 del 07/03/17

DATA DI EMISSIONE: 27/03/17

Inizio analisi: 18/03/17

Apertura campione: 17/03/17

Fine analisi: 22/03/17

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti &amp; Carmignani

RIFERIMENTO: Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)

SONDAGGIO: 2

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 23.6-24.2

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

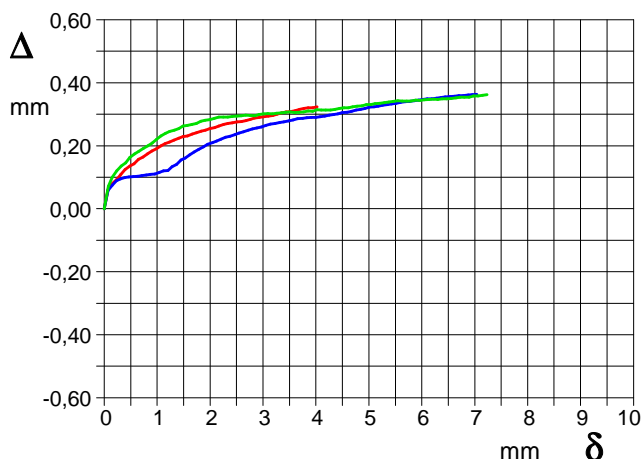
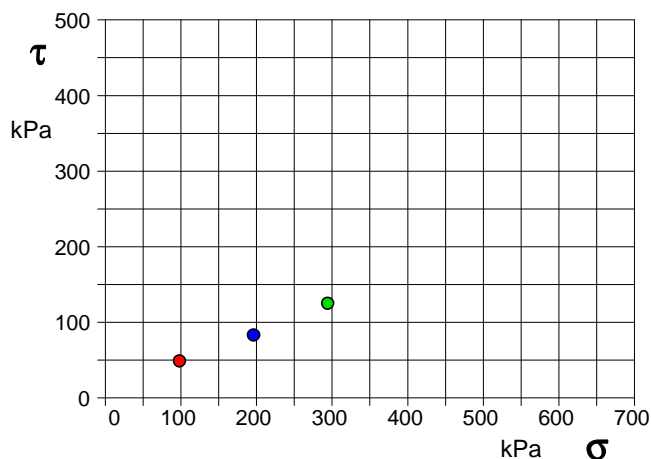
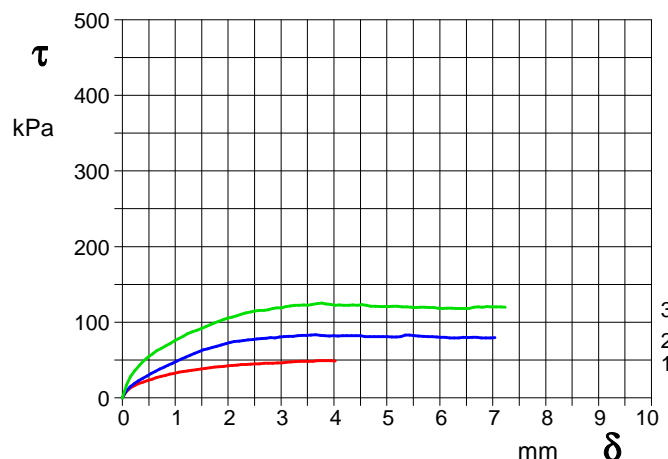
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	49	83	125
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	3,77	3,65	3,77
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,32	0,29	0,31
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 25,4	--- 27,0	--- 26,5
Peso di volume (kN/m³):	19,5	19,5	18,9

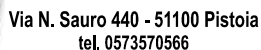
**DIAGRAMMA**Tensione - Pressione verticale

Tipo di prova: Consolidata - lenta

Velocità di deformazione: 0,007 mm / min

Tempo di consolidazione (ore): 24

DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.



Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72
---

Il direttore del laboratorio  
Dott. ~~Georgio~~ Paolo Tognelli

**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566DNV Business Assurance  
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)  
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA: 35)MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre  
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00991** Pagina 3/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 91 del 07/03/17

DATA DI EMISSIONE: 27/03/17

Inizio analisi: 18/03/17

Apertura campione: 17/03/17

Fine analisi: 22/03/17

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti &amp; Carmignani

RIFERIMENTO: Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)

SONDAGGIO: 2

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 23.6-24.2

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE**

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

**PROVINO 1**

Pressione (kPa)	98
Altezza iniziale (cm)	2,00
Altezza finale (cm)	1,92
Sezione (cm <sup>2</sup> )	36,00
T <sub>50</sub> (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

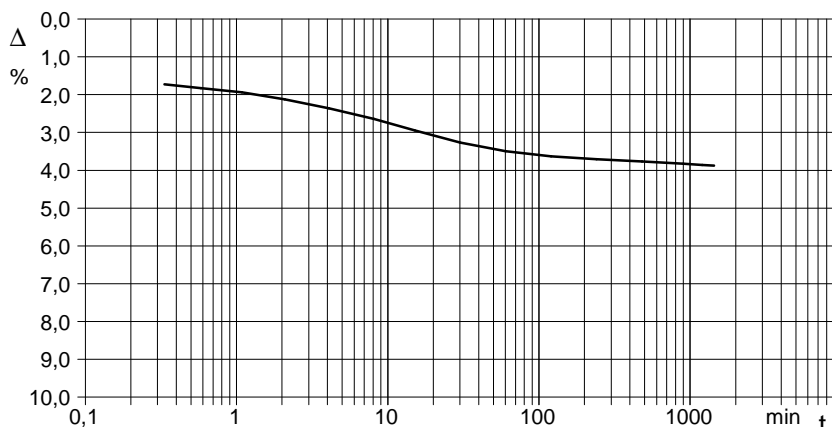


Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

**PROVINO 2**

Pressione (kPa)	196
Altezza iniziale (cm)	2,00
Altezza finale (cm)	1,81
Sezione (cm <sup>2</sup> )	36,00
T <sub>50</sub> (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

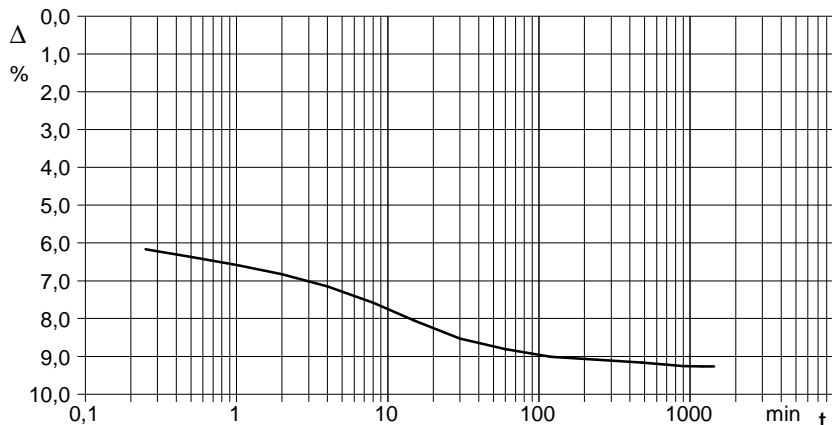
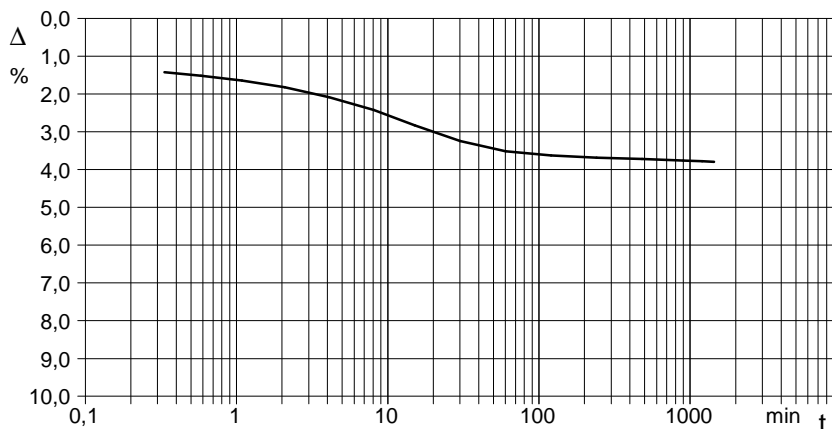


Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

**PROVINO 3**

Pressione (kPa)	294
Altezza iniziale (cm)	2,00
Altezza finale (cm)	1,92
Sezione (cm <sup>2</sup> )	36,00
T <sub>50</sub> (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 50 x T<sub>50</sub>

Vs = Df / tf

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 00991</b>	Pagina 4/4	DATA DI EMISSIONE: 27/03/17	Inizio analisi: 18/03/17
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 91 del 07/03/17		Apertura campione: 17/03/17	Fine analisi: 22/03/17

COMMITTENTE:	Studio Ass. Benedetti & Carmignani			
RIFERIMENTO:	Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)			
SONDAGGIO:	2	CAMPIONE:	2	PROFONDITA': m 23.6-24.2

### PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

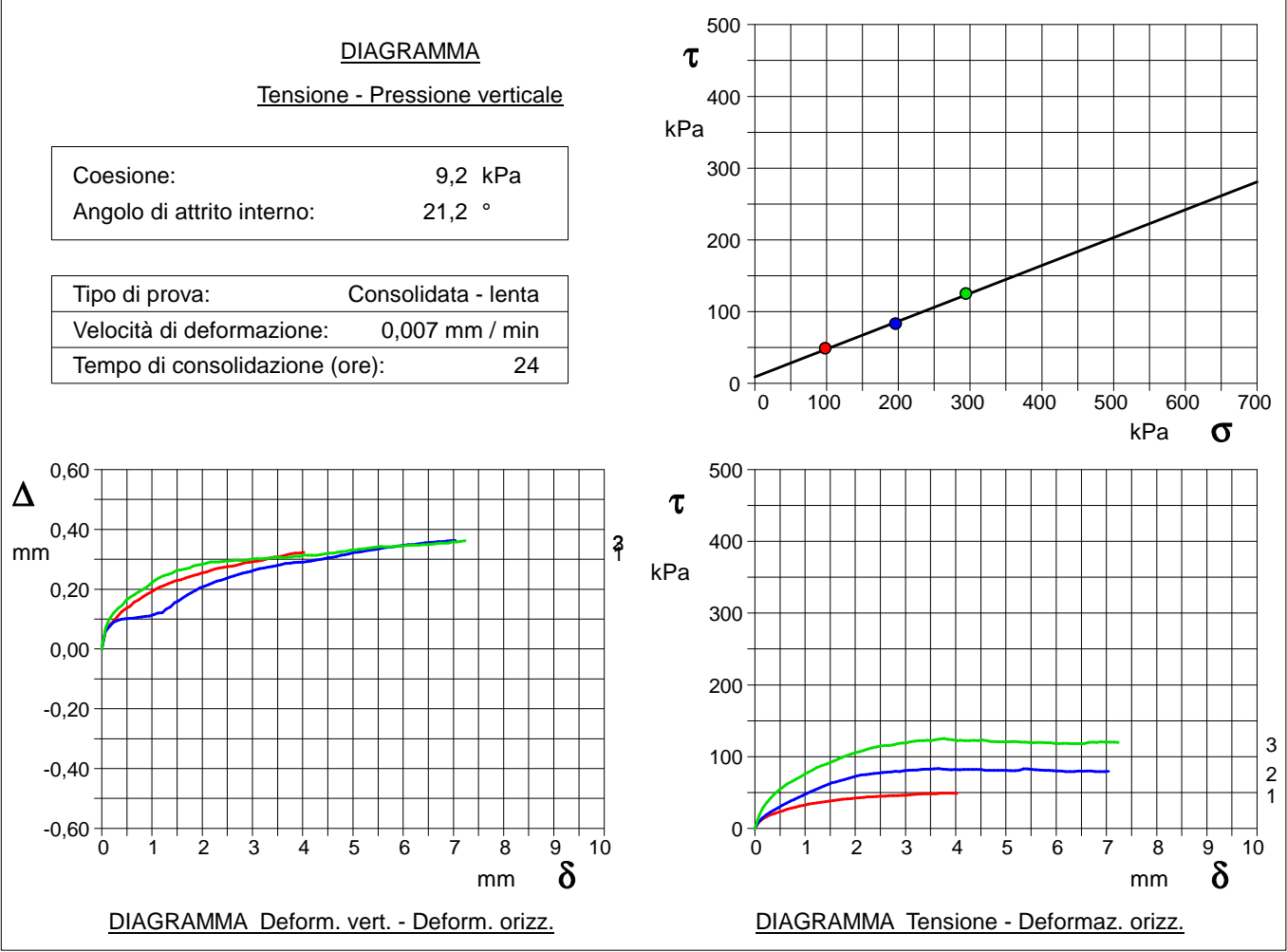
[illegible]

COMMITTENTE:	Studio Ass. Benedetti & Carmignani		
RIFERIMENTO:	Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)		
SONDAGGIO:	2	CAMPIONE:	2
		PROFONDITA': m	23.6-24.2

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	49	83	125
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	3,77	3,65	3,77
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,32	0,29	0,31
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 25,4	--- 27,0	--- 26,5
Peso di volume (kN/m³):	19,5	19,5	18,9



**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566DNV Business Assurance  
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)  
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA : 35)MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre  
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

COMMITTENTE:	Studio Ass. Benedetti & Carmignani		
RIFERIMENTO:	Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)		
SONDAGGIO:	CAMPIONE:	SPT1	PROFONDITA': m 9.8

**CARATTERISTICHE FISICHE**

Umidità naturale	27,9	%
Peso di volume		kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume secco		kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume saturo		kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico	26,5	kN/m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti		
Porosità		%
Grado di saturazione		%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

**ANALISI GRANULOMETRICA**

Ghiaia		%
Sabbia	25,5	%
Limo	49,4	%
Argilla	25,1	%
D 10	0,000568	mm
D 50	0,021661	mm
D 60	0,034629	mm
D 90	0,191249	mm
Passante set. 10	99,4	%
Passante set. 42	97,0	%
Passante set. 200	74,5	%

**PERMEABILITA'**

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

**COMPRESSIONE**

$\sigma$	kPa
$c_u$	kPa
$\sigma_{Rim}$	kPa
$c_u Rim$	kPa

**TAGLIO DIRETTO**

Prova consolidata-lenta	
$c$	kPa
$\phi$	°
$c_{Res}$	kPa
$\phi_{Res}$	°

**COMPRESSIONE TRIASSIALE**

C.D.	$C_d$	kPa	$\phi_d$	°
C.U.	$C'_{cu}$	kPa	$\phi'_{cu}$	°
	$C_{cu}$	kPa	$\phi_{cu}$	°
U.U.	$C_u$	kPa	$\phi_u$	°

**PROVA EDOMETRICA**

$\sigma$ kPa	E kPa	$C_v$ cm <sup>2</sup> /sec	k cm/sec

**FOTOGRAFIA****OSSERVAZIONI**

Tipo di campione: Massivo		Qualità del campione: Q 2
---------------------------	--	---------------------------

Posizione delle prove		cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
CF	GR	0				Limo con sabbia e argilla Munsell Soil Color Charts : GLEY1 5/1 grigio verdastro
		5				
		10			10	

**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566DNV Business Assurance  
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)  
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA: 35)MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre  
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 00992</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 27/03/17	Inizio analisi: 14/03/17
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 91 del 07/03/17		Apertura campione: 14/03/17	Fine analisi: 15/03/17

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti & Carmignani
RIFERIMENTO: Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)
SONDAGGIO: CAMPIONE: SPT1 PROFONDITA': m 9.8

<u>CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE</u>
--

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216
--------------------------------------

<b>Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 27,9 %</b>
---

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo☐ Stratificato☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

--	--	--

SGEO - Laboratorio 4.5 - 2016

Lo sperimentatore  
Dott. Geologo Paolo TognelliIl direttore del laboratorio  
Dott. Geologo Paolo Tognelli

A00GRT / AD Prot. 0532873 Data 09/10/2024 ore 15:08 Classifica P.140.020.



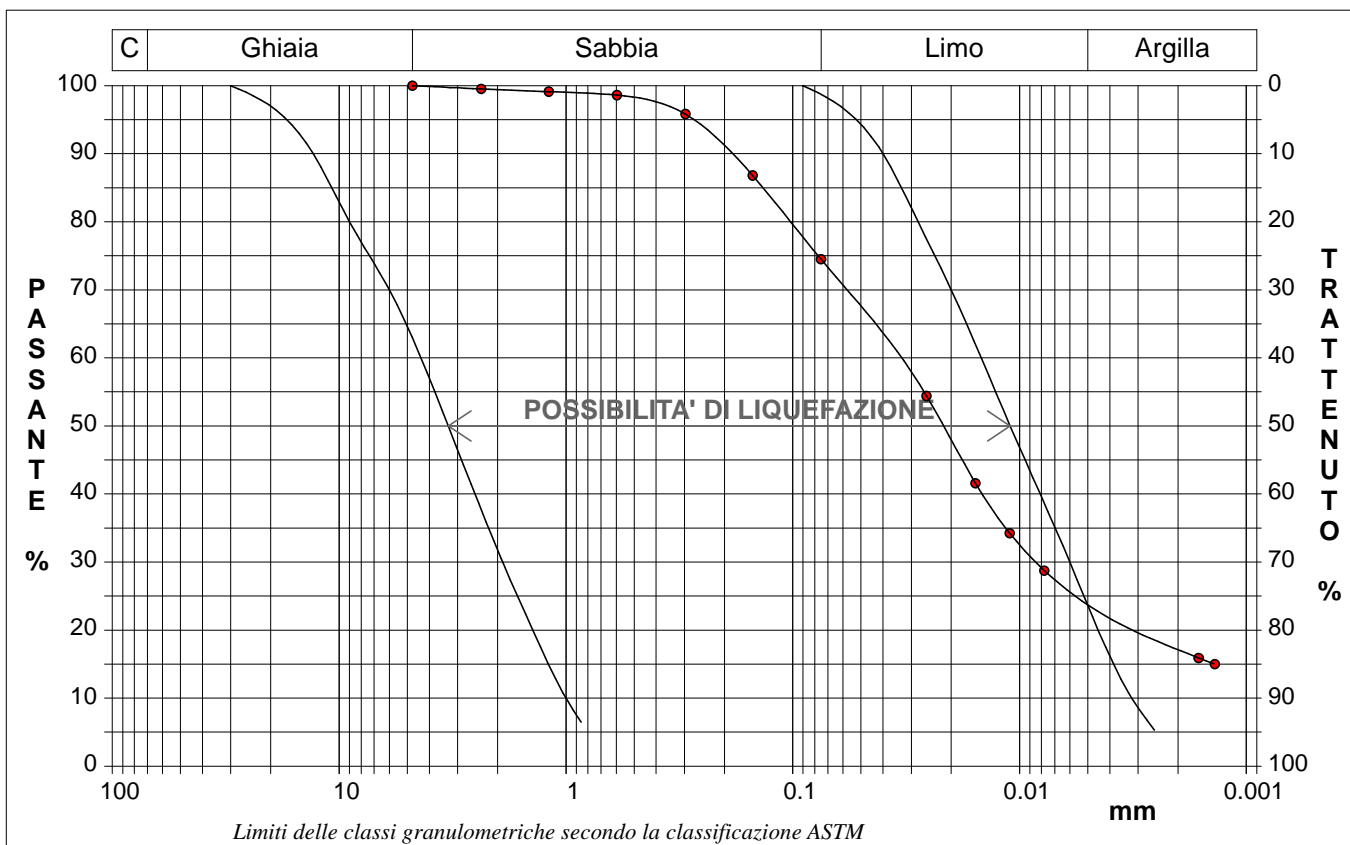
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°:</b> 00993	Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 27/03/17	Inizio analisi: 17/03/17
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 91 del 07/03/17		<b>Apertura campione:</b> 14/03/17	Fine analisi: 20/03/17

<b>COMMITTENTE:</b> Studio Ass. Benedetti & Carmignani
<b>RIFERIMENTO:</b> Loc. Pozzolongu - Santa Maria a Monte (PI)
<b>SONDAGGIO:</b> CAMPIONE: SPT1 PROFONDITA': m 9.8

### ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422-63

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99,4 %	D10	0,00057 mm
Sabbia	25,5 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	97,0 %	D30	0,00843 mm
Limo	49,4 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	74,5 %	D50	0,02166 mm
Argilla	25,1 %			D60	0,03463 mm
				D90	0,19125 mm
Coefficiente di uniformità		60,95	Coefficiente di curvatura	3,61	



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
4,7500	100,00	0,1500	86,79	0,0078	28,74				
2,3600	99,52	0,0750	74,48	0,0016	15,90				
1,1900	99,13	0,0257	54,40	0,0014	14,99				
0,5950	98,61	0,0156	41,57						
0,2970	95,82	0,0111	34,24						

**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566DNV Business Assurance  
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)  
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA : 35)MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre  
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

COMMITTENTE:	Studio Ass. Benedetti & Carmignani		
RIFERIMENTO:	Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)		
SONDAGGIO:	CAMPIONE:	SPT2	PROFONDITA': m 16.5

**CARATTERISTICHE FISICHE**

Umidità naturale	23,0	%
Peso di volume		kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume secco		kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume saturo		kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico	26,5	kN/m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti		
Porosità		%
Grado di saturazione		%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

**ANALISI GRANULOMETRICA**

Ghiaia		%
Sabbia	53,0	%
Limo	35,5	%
Argilla	11,5	%
D 10	0,003889	mm
D 50	0,081641	mm
D 60	0,108448	mm
D 90	0,259206	mm
Passante set. 10	99,7	%
Passante set. 42	96,6	%
Passante set. 200	47,0	%

**PERMEABILITA'**

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

**COMPRESSIONE**

$\sigma$	kPa
$c_u$	kPa
$\sigma_{Rim}$	kPa
$c_u Rim$	kPa

**TAGLIO DIRETTO**

Prova consolidata-lenta	
$c$	kPa
$\phi$	°
$c_{Res}$	kPa
$\phi_{Res}$	°

**COMPRESSIONE TRIASSIALE**

C.D.	$C_d$	kPa	$\phi_d$	°
C.U.	$C'_{cu}$	kPa	$\phi'_{cu}$	°
	$C_{cu}$	kPa	$\phi_{cu}$	°
U.U.	$C_u$	kPa	$\phi_u$	°

**PROVA EDOMETRICA**

$\sigma$ kPa	E kPa	$C_v$ cm <sup>2</sup> /sec	k cm/sec

**FOTOGRAFIA****OSSERVAZIONI**

Tipo di campione: Massivo		Qualità del campione: Q 2
---------------------------	--	---------------------------

Posizione delle prove		cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
CF	GR	0				Sabbia con limo argillosa Munsell Soil Color Charts : GLEY1 4/1 grigio verdastro scuro
		5				
		10			10	

**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566DNV Business Assurance  
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)  
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA: 35)MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre  
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 00994</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 27/03/17	Inizio analisi: 14/03/17
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 91 del 07/03/17		Apertura campione: 14/03/17	Fine analisi: 15/03/17

COMMITTENTE: Studio Ass. Benedetti & Carmignani
RIFERIMENTO: Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)
SONDAGGIO: CAMPIONE: SPT2 PROFONDITA': m 16.5

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

**Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 23,0 %**

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo☐ Stratificato☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C



**LABOTER snc**  
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566

DNV Business Assurance  
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)  
Prove geotecniche di laboratorio su terre (Settore EA: 35)

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre  
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

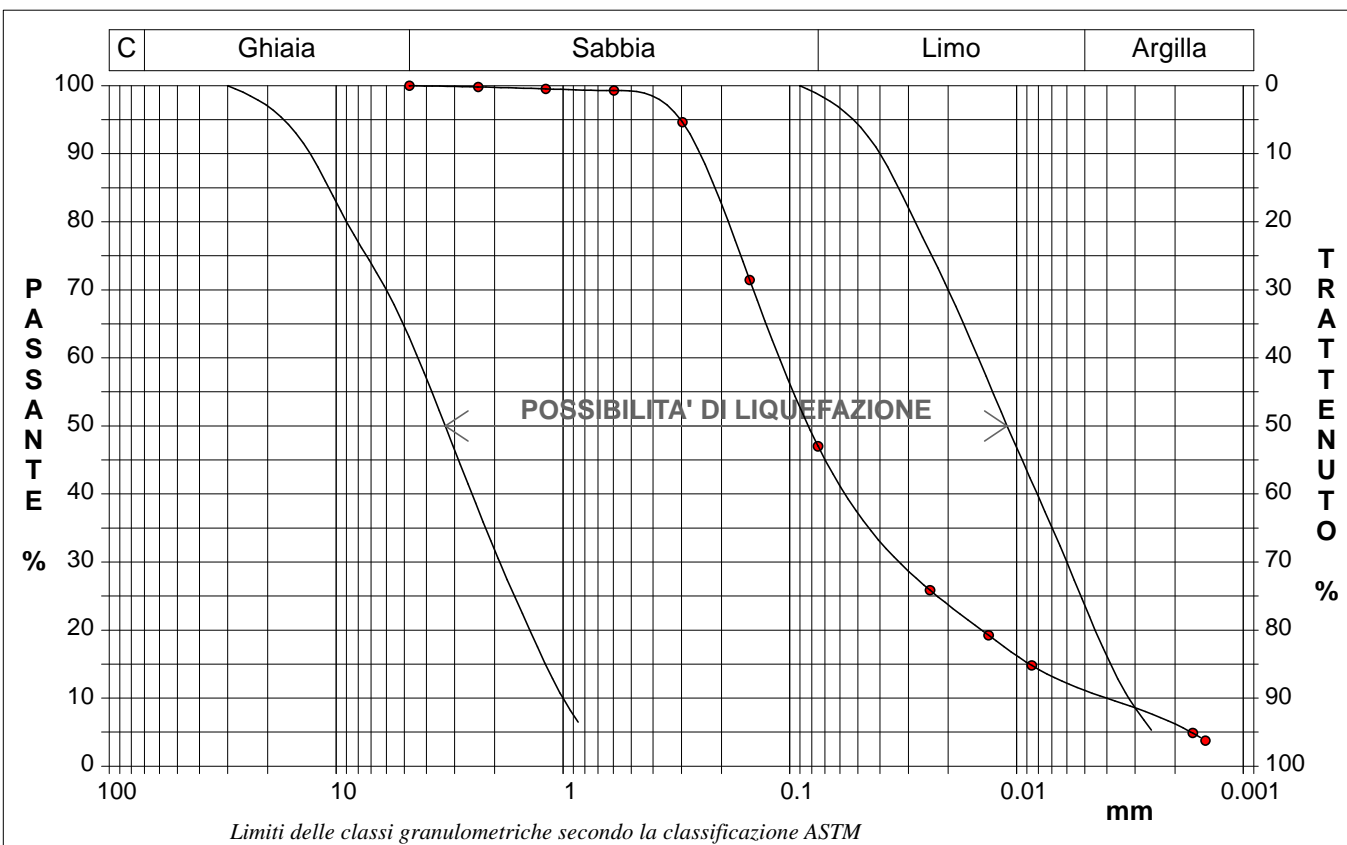
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°:</b> 00995	Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 27/03/17	Inizio analisi: 17/03/17
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 91 del 07/03/17		<b>Apertura campione:</b> 14/03/17	Fine analisi: 20/03/17

<b>COMMITTENTE:</b> Studio Ass. Benedetti & Carmignani
<b>RIFERIMENTO:</b> Loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte (PI)
<b>SONDAGGIO:</b> CAMPIONE: SPT2 PROFONDITA': m 16.5

### ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422-63

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99,7 %	D10	0,00389 mm	
Sabbia	53,0 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	96,6 %	D30	0,03007 mm	
Limo	35,5 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	47,0 %	D50	0,08164 mm	
Argilla	11,5 %			D60	0,10845 mm	
Coefficiente di uniformità		27,89	Coefficiente di curvatura	2,14	D90	0,25921 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
4,7500	100,00	0,1500	71,42	0,0017	4,86				
2,3600	99,81	0,0750	47,01	0,0015	3,76				
1,1900	99,53	0,0241	25,85						
0,5950	99,29	0,0133	19,22						
0,2970	94,62	0,0086	14,80						

PROVA PENETROMETRICA STATICA  
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-077

- committente :	Immobiliare SAN ZIO srl	- data :	10/03/2017
- lavoro :	Urbanizzazione primaria	- quota inizio :	Piano Campagna
- località :	loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :	Max prof. raggiunta prima del disancoramento.	- pagina :	1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>				punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>		
0,20	----	----	--	-----	----	10,20	5,0	13,0	5,0	0,13	37,0
0,40	----	----	--	0,53	----	10,40	9,0	11,0	9,0	0,47	19,0
0,60	8,0	16,0	8,0	0,87	9,0	10,60	6,0	13,0	6,0	0,53	11,0
0,80	11,0	24,0	11,0	1,13	10,0	10,80	28,0	36,0	28,0	1,13	25,0
1,00	13,0	30,0	13,0	1,67	8,0	11,00	25,0	42,0	25,0	1,13	22,0
1,20	15,0	40,0	15,0	1,67	9,0	11,20	13,0	30,0	13,0	0,80	16,0
1,40	17,0	42,0	17,0	1,80	9,0	11,40	6,0	18,0	6,0	0,47	13,0
1,60	19,0	46,0	19,0	2,13	9,0	11,60	7,0	14,0	7,0	0,53	13,0
1,80	19,0	51,0	19,0	2,20	9,0	11,80	7,0	15,0	7,0	1,00	7,0
2,00	22,0	55,0	22,0	2,13	10,0	12,00	11,0	26,0	11,0	0,47	24,0
2,20	22,0	54,0	22,0	2,07	11,0	12,20	21,0	28,0	21,0	0,93	22,0
2,40	23,0	54,0	23,0	2,07	11,0	12,40	9,0	23,0	9,0	0,40	22,0
2,60	21,0	52,0	21,0	1,73	12,0	12,60	9,0	15,0	9,0	0,73	12,0
2,80	15,0	41,0	15,0	1,00	15,0	12,80	7,0	18,0	7,0	0,47	15,0
3,00	11,0	26,0	11,0	0,67	16,0	13,00	6,0	13,0	6,0	0,33	18,0
3,20	9,0	19,0	9,0	0,53	17,0	13,20	25,0	30,0	25,0	1,00	25,0
3,40	9,0	17,0	9,0	0,53	17,0	13,40	36,0	51,0	36,0	1,20	30,0
3,60	9,0	17,0	9,0	0,60	15,0	13,60	33,0	51,0	33,0	0,73	45,0
3,80	9,0	18,0	9,0	0,53	17,0	13,80	24,0	35,0	24,0	1,40	17,0
4,00	8,0	16,0	8,0	0,40	20,0	14,00	10,0	31,0	10,0	0,53	19,0
4,20	9,0	15,0	9,0	0,47	19,0	14,20	10,0	18,0	10,0	0,47	21,0
4,40	10,0	17,0	10,0	0,73	14,0	14,40	8,0	15,0	8,0	0,47	17,0
4,60	6,0	17,0	6,0	0,33	18,0	14,60	11,0	18,0	11,0	0,80	14,0
4,80	7,0	12,0	7,0	0,47	15,0	14,80	9,0	21,0	9,0	0,53	17,0
5,00	9,0	16,0	9,0	0,40	22,0	15,00	26,0	34,0	26,0	0,67	39,0
5,20	8,0	14,0	8,0	0,40	20,0	15,20	59,0	69,0	59,0	1,13	52,0
5,40	11,0	17,0	11,0	0,53	21,0	15,40	23,0	40,0	23,0	1,60	14,0
5,60	11,0	19,0	11,0	0,67	16,0	15,60	13,0	37,0	13,0	0,20	65,0
5,80	10,0	20,0	10,0	0,47	21,0	15,80	25,0	28,0	25,0	0,60	42,0
6,00	11,0	18,0	11,0	0,67	16,0	16,00	8,0	17,0	8,0	0,53	15,0
6,20	8,0	18,0	8,0	0,40	20,0	16,20	9,0	17,0	9,0	0,67	13,0
6,40	5,0	11,0	5,0	0,47	11,0	16,40	9,0	19,0	9,0	0,67	13,0
6,60	7,0	14,0	7,0	0,27	26,0	16,60	9,0	19,0	9,0	0,67	13,0
6,80	9,0	13,0	9,0	0,87	10,0	16,80	11,0	21,0	11,0	0,60	18,0
7,00	16,0	29,0	16,0	0,33	48,0	17,00	9,0	18,0	9,0	0,60	15,0
7,20	23,0	28,0	23,0	1,07	22,0	17,20	12,0	21,0	12,0	0,47	26,0
7,40	9,0	25,0	9,0	0,33	27,0	17,40	49,0	56,0	49,0	1,33	37,0
7,60	16,0	21,0	16,0	0,80	20,0	17,60	56,0	76,0	56,0	1,87	30,0
7,80	9,0	21,0	9,0	0,60	15,0	17,80	13,0	41,0	13,0	0,80	16,0
8,00	9,0	18,0	9,0	0,53	17,0	18,00	60,0	72,0	60,0	2,00	30,0
8,20	6,0	14,0	6,0	0,40	15,0	18,20	28,0	58,0	28,0	0,53	52,0
8,40	6,0	12,0	6,0	0,53	11,0	18,40	28,0	36,0	28,0	1,67	17,0
8,60	9,0	17,0	9,0	0,73	12,0	18,60	23,0	48,0	23,0	0,80	29,0
8,80	11,0	22,0	11,0	0,80	14,0	18,80	11,0	23,0	11,0	0,80	14,0
9,00	6,0	18,0	6,0	0,40	15,0	19,00	11,0	23,0	11,0	0,73	15,0
9,20	7,0	13,0	7,0	0,53	13,0	19,20	13,0	24,0	13,0	0,93	14,0
9,40	5,0	13,0	5,0	0,60	8,0	19,40	14,0	28,0	14,0	1,33	10,0
9,60	7,0	16,0	7,0	0,47	15,0	19,60	17,0	37,0	17,0	1,33	13,0
9,80	13,0	20,0	13,0	0,73	18,0	19,80	16,0	36,0	16,0	1,27	13,0
10,00	7,0	18,0	7,0	0,53	13,0	20,00	17,0	36,0	17,0	1,33	13,0

- 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>)

AOOGRT / AD Prot. 0532873 Data 09/10/2024 ore 15:08 Classifica P.140.020.

PROVA PENETROMETRICA STATICA  
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-077

- committente :	Immobiliare SAN ZIO srl	- data :	10/03/2017
- lavoro :	Urbanizzazione primaria	- quota inizio :	Piano Campagna
- località :	loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :	Max prof. raggiunta prima del disancoramento.	- pagina :	2

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>				punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>		
20,20	17,0	37,0	17,0	1,27	13,0	22,40	14,0	28,0	14,0	1,20	12,0
20,40	17,0	36,0	17,0	1,13	15,0	22,60	14,0	32,0	14,0	1,07	13,0
20,60	14,0	31,0	14,0	1,00	14,0	22,80	15,0	31,0	15,0	1,53	10,0
20,80	11,0	26,0	11,0	0,87	13,0	<b>23,00</b>	16,0	39,0	16,0	1,27	13,0
<b>21,00</b>	12,0	25,0	12,0	0,80	15,0	23,20	17,0	36,0	17,0	1,60	11,0
21,20	12,0	24,0	12,0	0,87	14,0	23,40	20,0	44,0	20,0	1,60	12,0
21,40	10,0	23,0	10,0	0,73	14,0	23,60	22,0	46,0	22,0	1,73	13,0
21,60	10,0	21,0	10,0	0,53	19,0	23,80	23,0	49,0	23,0	1,93	12,0
21,80	13,0	21,0	13,0	0,87	15,0	<b>24,00</b>	21,0	50,0	21,0	2,00	10,0
<b>22,00</b>	11,0	24,0	11,0	0,93	12,0	24,20	23,0	53,0	23,0	-----	----
22,20	12,0	26,0	12,0	0,93	13,0						

- 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 : Immobiliare SAN ZIO srl

- lavoro : Urbanizzazione primaria

- località : loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte

- note :

- data : 10/03/2017

- quota inizio : Piano Campagna

- prof. falda : Falda non rilevata

- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm²				punta	laterale	kg/cm²		
0,20	----	----	--	-----	----	10,20	46,0	55,0	46,0	0,87	53,0
0,40	----	----	--	0,67	----	10,40	26,0	39,0	26,0	0,93	28,0
0,60	4,0	14,0	4,0	0,87	5,0	10,60	16,0	30,0	16,0	1,80	9,0
0,80	13,0	26,0	13,0	1,13	11,0	10,80	13,0	40,0	13,0	0,60	22,0
1,00	16,0	33,0	16,0	1,33	12,0	11,00	34,0	43,0	34,0	1,27	27,0
1,20	18,0	38,0	18,0	1,73	10,0	11,20	13,0	32,0	13,0	0,53	24,0
1,40	18,0	44,0	18,0	1,80	10,0	11,40	11,0	19,0	11,0	0,67	16,0
1,60	20,0	47,0	20,0	1,87	11,0	11,60	29,0	39,0	29,0	1,40	21,0
1,80	19,0	47,0	19,0	1,53	12,0	11,80	9,0	30,0	9,0	0,87	10,0
2,00	14,0	37,0	14,0	1,07	13,0	12,00	22,0	35,0	22,0	0,93	24,0
2,20	19,0	35,0	19,0	1,40	14,0	12,20	37,0	51,0	37,0	0,87	43,0
2,40	16,0	37,0	16,0	1,13	14,0	12,40	17,0	30,0	17,0	0,93	18,0
2,60	15,0	32,0	15,0	1,07	14,0	12,60	18,0	32,0	18,0	0,93	19,0
2,80	12,0	28,0	12,0	0,73	16,0	12,80	14,0	28,0	14,0	0,60	23,0
3,00	13,0	24,0	13,0	0,07	195,0	13,00	17,0	26,0	17,0	0,87	20,0
3,20	10,0	11,0	10,0	0,47	21,0	13,20	9,0	22,0	9,0	0,40	22,0
3,40	9,0	16,0	9,0	0,33	27,0	13,40	12,0	18,0	12,0	0,40	30,0
3,60	10,0	15,0	10,0	0,47	21,0	13,60	7,0	13,0	7,0	0,47	15,0
3,80	8,0	15,0	8,0	0,27	30,0	13,80	6,0	13,0	6,0	0,53	11,0
4,00	12,0	16,0	12,0	0,07	180,0	14,00	6,0	14,0	6,0	0,53	11,0
4,20	12,0	13,0	12,0	0,33	36,0	14,20	7,0	15,0	7,0	0,53	13,0
4,40	7,0	12,0	7,0	0,60	12,0	14,40	6,0	14,0	6,0	0,47	13,0
4,60	9,0	18,0	9,0	0,20	45,0	14,60	6,0	13,0	6,0	0,47	13,0
4,80	17,0	20,0	17,0	0,60	28,0	14,80	7,0	14,0	7,0	0,47	15,0
5,00	8,0	17,0	8,0	0,27	30,0	15,00	8,0	15,0	8,0	0,60	13,0
5,20	5,0	9,0	5,0	0,20	25,0	15,20	10,0	19,0	10,0	0,80	12,0
5,40	4,0	7,0	4,0	0,27	15,0	15,40	9,0	21,0	9,0	0,60	15,0
5,60	6,0	10,0	6,0	0,40	15,0	15,60	8,0	17,0	8,0	0,60	13,0
5,80	7,0	13,0	7,0	0,47	15,0	15,80	8,0	17,0	8,0	0,53	15,0
6,00	10,0	17,0	10,0	0,60	17,0	16,00	18,0	26,0	18,0	0,67	27,0
6,20	9,0	18,0	9,0	0,53	17,0	16,20	10,0	20,0	10,0	0,80	12,0
6,40	6,0	14,0	6,0	0,67	9,0	16,40	17,0	29,0	17,0	0,33	51,0
6,60	23,0	33,0	23,0	0,60	38,0	16,60	28,0	33,0	28,0	1,67	17,0
6,80	33,0	42,0	33,0	1,33	25,0	16,80	13,0	38,0	13,0	0,87	15,0
7,00	14,0	34,0	14,0	0,73	19,0	17,00	13,0	26,0	13,0	0,40	32,0
7,20	8,0	19,0	8,0	0,47	17,0	17,20	22,0	28,0	22,0	0,80	27,0
7,40	9,0	16,0	9,0	0,47	19,0	17,40	16,0	28,0	16,0	1,07	15,0
7,60	7,0	14,0	7,0	0,33	21,0	17,60	20,0	36,0	20,0	1,60	12,0
7,80	5,0	10,0	5,0	0,33	15,0	17,80	19,0	43,0	19,0	1,13	17,0
8,00	5,0	10,0	5,0	0,40	12,0	18,00	22,0	39,0	22,0	2,27	10,0
8,20	6,0	12,0	6,0	0,40	15,0	18,20	15,0	49,0	15,0	2,80	5,0
8,40	8,0	14,0	8,0	0,53	15,0	18,40	43,0	85,0	43,0	2,00	22,0
8,60	4,0	12,0	4,0	0,33	12,0	18,60	15,0	45,0	15,0	1,20	12,0
8,80	4,0	9,0	4,0	0,40	10,0	18,80	11,0	29,0	11,0	0,73	15,0
9,00	9,0	15,0	9,0	0,33	27,0	19,00	10,0	21,0	10,0	0,60	17,0
9,20	5,0	10,0	5,0	0,33	15,0	19,20	13,0	22,0	13,0	0,73	18,0
9,40	8,0	13,0	8,0	0,40	20,0	19,40	10,0	21,0	10,0	0,67	15,0
9,60	7,0	13,0	7,0	0,47	15,0	19,60	12,0	22,0	12,0	0,73	16,0
9,80	6,0	13,0	6,0	0,80	7,0	19,80	13,0	24,0	13,0	1,00	13,0
10,00	39,0	51,0	39,0	0,60	65,0	20,00	15,0	30,0	15,0	1,07	14,0

- 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 cm² - apertura 60°)  
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

A00GRT / AD Prot. 0532873 Data 09/10/2024 ore 15:08 Classifica P.140.020.

PROVA PENETROMETRICA STATICA  
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2  
2.01PG05-077

- committente : Immobiliare SAN ZIO srl

- lavoro : Urbanizzazione primaria

- località : loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte

- note :

- data : 10/03/2017

- quota inizio : Piano Campagna

- prof. falda : Falda non rilevata

- pagina : 2

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm²				punta	laterale	kg/cm²		
20,20	15,0	31,0	15,0	1,13	13,0	22,60	13,0	25,0	13,0	0,87	15,0
20,40	15,0	32,0	15,0	1,20	12,0	22,80	14,0	27,0	14,0	1,00	14,0
20,60	16,0	34,0	16,0	1,13	14,0	23,00	15,0	30,0	15,0	1,07	14,0
20,80	15,0	32,0	15,0	1,00	15,0	23,20	17,0	33,0	17,0	1,20	14,0
21,00	13,0	28,0	13,0	0,87	15,0	23,40	18,0	36,0	18,0	1,20	15,0
21,20	12,0	25,0	12,0	0,80	15,0	23,60	19,0	37,0	19,0	1,60	12,0
21,40	12,0	24,0	12,0	0,80	15,0	23,80	23,0	47,0	23,0	1,67	14,0
21,60	13,0	25,0	13,0	0,93	14,0	24,00	23,0	48,0	23,0	1,87	12,0
21,80	17,0	31,0	17,0	1,13	15,0	24,20	25,0	53,0	25,0	1,87	13,0
22,00	13,0	30,0	13,0	0,93	14,0	24,40	24,0	52,0	24,0	1,80	13,0
22,20	10,0	24,0	10,0	0,67	15,0	24,60	18,0	45,0	18,0	1,33	13,0
22,40	10,0	20,0	10,0	0,80	12,0	24,80	19,0	39,0	19,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t  
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)  
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

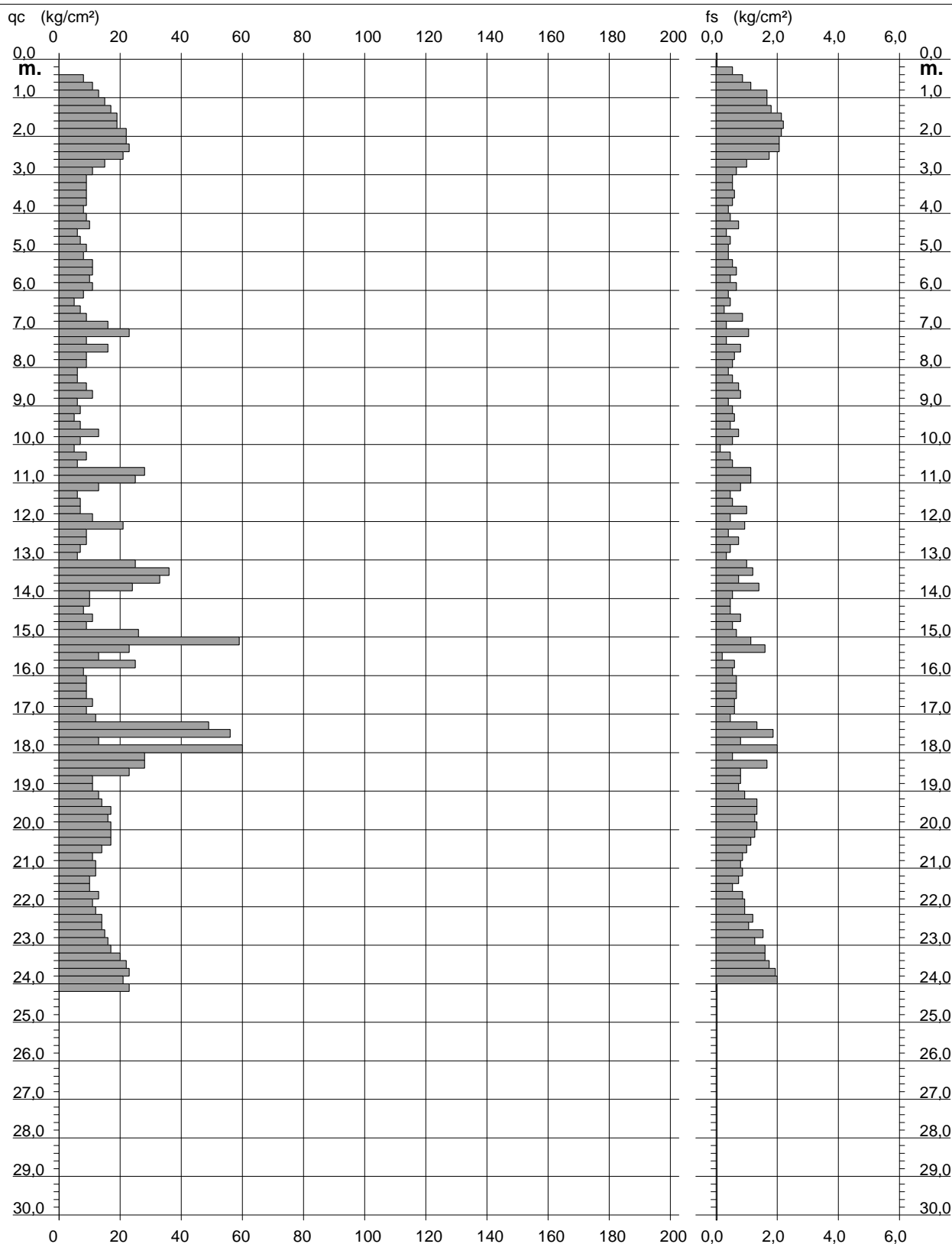
## PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-077

- committente : Immobiliare SAN ZIO srl  
- lavoro : Urbanizzazione primaria  
- località : loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte  
- note : Max prof. raggiunta prima del disancoramento.

- data : 10/03/2017  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 150



## PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

**CPT 2**

2.01PG05-077

- committente : Immobiliare SAN ZIO srl  
- lavoro : Urbanizzazione primaria  
- località : loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte

- data : 10/03/2017  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 150



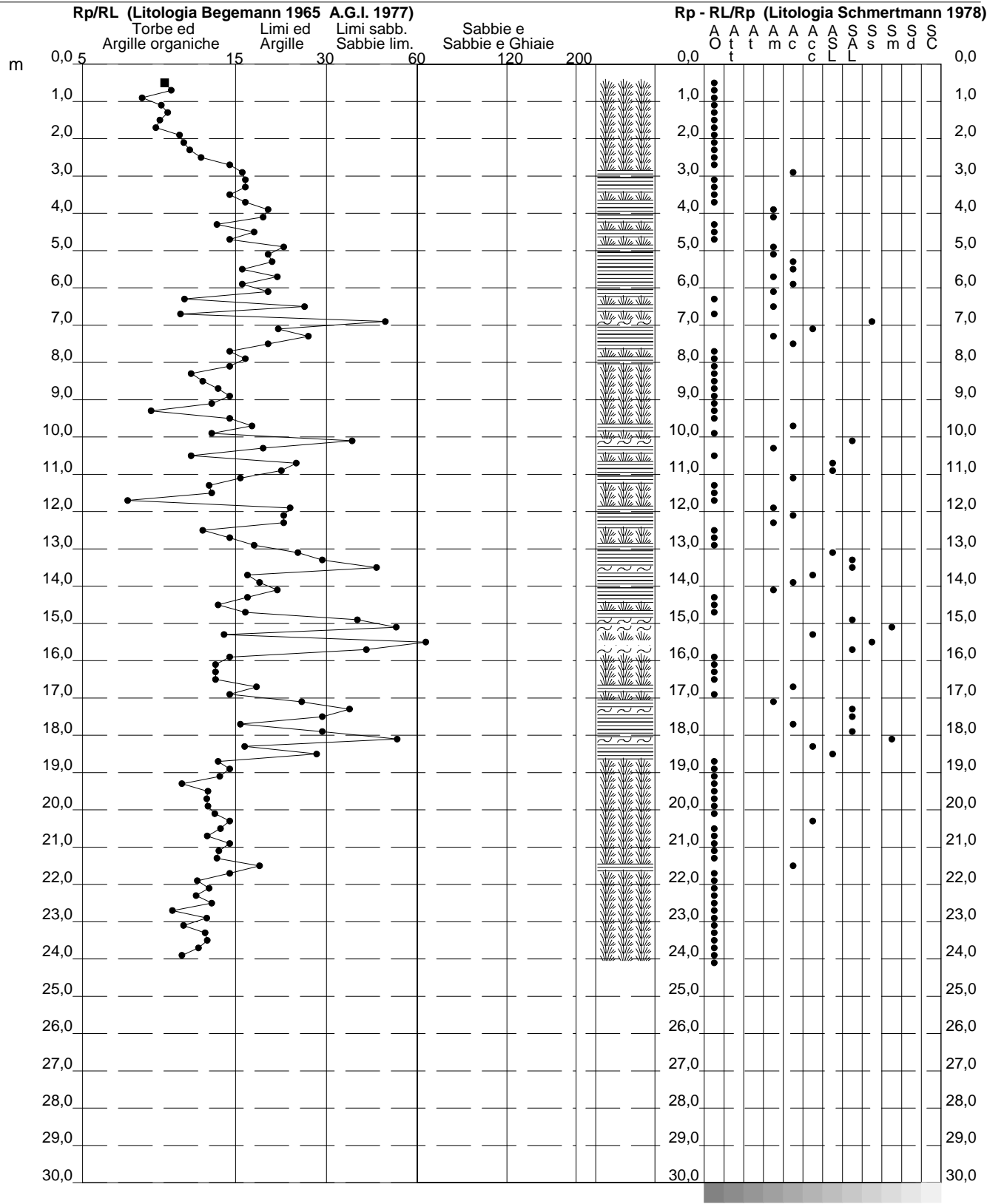
PROVA PENETROMETRICA STATICA  
VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

2.01PG05-077

- committente : Immobiliare SAN ZIO srl  
- lavoro : Urbanizzazione primaria  
- località : loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte  
- note : Max prof. raggiunta prima del disancoramento.

- data : 10/03/2017  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 150



AOOGRT / AD Prot. 0532873 Data 09/10/2024 ore 15:08 Classifica P.140.020.

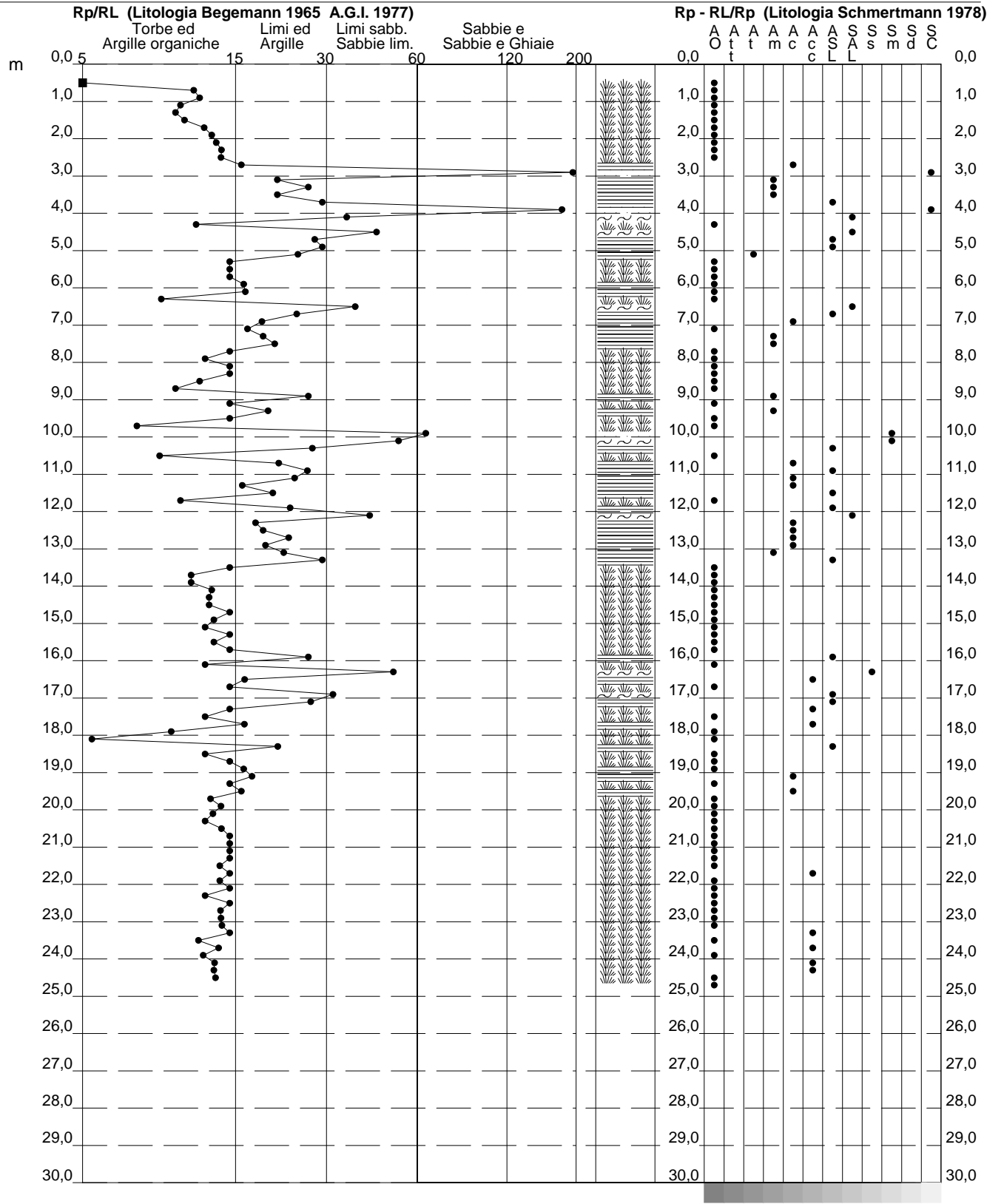
PROVA PENETROMETRICA STATICA  
VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 2

2.01PG05-077

- committente : Immobiliare SAN ZIO srl  
- lavoro : Urbanizzazione primaria  
- località : loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte  
- note :

- data : 10/03/2017  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 150



PROVA PENETROMETRICA STATICA  
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.01PG05-077

- committente : Immobiliare SAN ZIO srl  
- lavoro : Urbanizzazione primaria  
- località : loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte  
- note : Max prof. raggiunta prima del disancoramento.

- data : 10/03/2017  
- 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 kg/cm²	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	8	9	2////	1,85	0,11	0,40	31,2	68	102	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	11	10	2////	1,85	0,15	0,54	31,4	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	13	8	2////	1,85	0,19	0,60	27,6	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	15	9	2////	1,85	0,22	0,67	24,8	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	17	9	2////	1,85	0,26	0,72	22,7	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	19	9	2////	1,85	0,30	0,78	20,9	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	19	9	2////	1,85	0,33	0,78	18,1	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	22	10	4/:/	1,85	0,37	0,85	17,7	144	216	66	44	34	37	39	42	34	28	0,090	37	55	66
2,20	22	11	4/:/	1,85	0,41	0,85	15,7	144	216	66	42	34	36	39	41	34	28	0,084	37	55	66
2,40	23	11	4/:/	1,85	0,44	0,87	14,5	148	221	69	41	34	36	39	41	33	28	0,083	38	58	69
2,60	21	12	4/:/	1,85	0,48	0,82	12,3	140	210	63	36	33	36	38	41	32	27	0,071	35	53	63
2,80	15	15	2////	1,85	0,52	0,67	8,6	123	184	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	11	16	2////	1,85	0,55	0,54	6,0	147	220	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	9	17	2////	1,85	0,59	0,45	4,5	165	248	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,40	9	17	2////	1,85	0,63	0,45	4,1	176	263	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	9	15	2////	1,85	0,67	0,45	3,8	187	281	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	9	17	2////	1,85	0,70	0,45	3,6	198	298	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	8	20	2////	1,85	0,74	0,40	2,9	200	300	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	9	19	2////	1,85	0,78	0,45	3,2	216	323	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	10	14	2////	1,85	0,81	0,50	3,4	229	343	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	6	18	2////	1,85	0,85	0,30	1,7	172	259	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	7	15	1***	1,85	0,89	0,35	2,0	42	63	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	9	22	2////	1,85	0,93	0,45	2,6	237	355	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	8	20	2////	1,85	0,96	0,40	2,1	222	333	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	11	21	2////	1,85	1,00	0,54	2,9	269	404	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	11	16	2////	1,85	1,04	0,54	2,8	275	412	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,80	10	21	2////	1,85	1,07	0,50	2,4	268	402	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	11	16	2////	1,85	1,11	0,54	2,5	283	425	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	8	20	2////	1,85	1,15	0,40	1,7	230	345	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	5	11	1***	1,85	1,18	0,25	0,9	33	49	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,60	7	26	2////	1,85	1,22	0,35	1,3	207	310	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,80	9	10	2////	1,85	1,26	0,45	1,7	258	387	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	16	48	4/:/	1,85	1,30	0,70	2,9	349	524	52	3	28	32	35	38	25	27	0,007	27	40	48
7,20	23	22	4/:/	1,85	1,33	0,87	3,7	376	564	69	14	30	33	36	39	27	28	0,028	38	58	69
7,40	9	27	2////	1,85	1,37	0,45	1,6	261	392	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,60	16	20	2////	1,85	1,41	0,70	2,6	364	546	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,80	9	15	2////	1,85	1,44	0,45	1,5	263	395	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,00	9	17	2////	1,85	1,48	0,45	1,4	264	396	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,20	6	15	1***	1,85	1,52	0,30	0,8	39	59	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,40	6	11	1***	1,85	1,55	0,30	0,8	39	59	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,60	9	12	2////	1,85	1,59	0,45	1,3	266	399	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,80	11	14	2////	1,85	1,63	0,54	1,6	312	467	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,00	6	15	1***	1,85	1,66	0,30	0,7	39	59	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,20	7	13	1***	1,85	1,70	0,35	0,9	46	68	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,40	5	8	1***	1,85	1,74	0,25	0,6	33	49	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,60	7	15	1***	1,85	1,78	0,35	0,8	46	68	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,80	13	18	2////	1,85	1,81	0,60	1,6	350	526	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,00	7	13	1***	1,85	1,85	0,35	0,8	46	68	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,20	5	37	4/:/	1,85	1,89	0,25	0,5	150	225	25	--	28	31	35	38	25	25	--	8	13	15
10,40	9	19	2////	1,85	1,92	0,45	1,0	270	405	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,60	6	11	1***	1,85	1,96	0,30	0,6	39	59	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,80	28	25	4/:/	1,85	2,00	0,97	2,5	510	765	84	11	30	33	36	39	26	28	0,023	47	70	84
11,00	25	22	4/:/	1,85	2,03	0,91	2,3	494	741	75	7	29	32	35	39	25	28	0,016	42	63	75
11,20	13	16	2////	1,85	2,07	0,80	1,3	356	534	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,40	6	13	1***	1,85	2,11	0,30	0,5	39	59	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,60	7	13	1***	1,85	2,15	0,35	0,7	46	68	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,80	7	7	1***	1,85	2,18	0,35	0,6	46	68	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,00	11	24	2////	1,85	2,22	0,54	1,1	321	482	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,20	21	22	4/:/	1,85	2,26	0,82	1,8	470	705	63	--	28	31	35	38	25	27	--	35	53	63
12,40	9	22	2////	1,85	2,29	0,45	0,8	270	405	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,60	9	12	2////	1,85	2,33	0,45	0,8	270	405	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,80	7	15	1***	1,85	2,37	0,35	0,6	46	68	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13,00	6	18	2////	1,85	2,40	0,30	0,5	180	270	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13,20	25	25	4/:/	1,85	2,44	0,91	1,8	517	776	75	3	28	32	35	38	25	28	0,006	42	63	75
13,40	36	30	4/:/	1,85	2,48	1,20	2,5	633	950	108	15	30	33	36	39	26	30	0,028	60	90	108
13,60	33	45	3:::	1,85	2,52	--	--	--	--	--	11	30	33	36	39	26	29	0,023	55	83	99
13,80	24	17	4/:/	1,85	2,55	0,89	1,7	512	768	72	--										

PROVA PENETROMETRICA STATICA  
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.01PG05-077

- committente : Immobiliare SAN ZIO srl  
- lavoro : Urbanizzazione primaria  
- località : loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte  
- note : Max prof. raggiunta prima del disancoramento.

- data : 10/03/2017  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 2

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 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
20,20	17	13	2////	1,85	3,74	0,72	0,8	434	651	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
20,40	17	15	2////	1,85	3,77	0,72	0,8	434	651	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
20,60	14	14	2////	1,85	3,81	0,64	0,7	382	573	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
20,80	11	13	2////	1,85	3,85	0,54	0,5	322	483	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
21,00	12	15	2////	1,85	3,88	0,57	0,6	343	514	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
21,20	12	14	2////	1,85	3,92	0,57	0,6	343	514	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
21,40	10	14	2////	1,85	3,96	0,50	0,5	300	450	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
21,60	10	19	2////	1,85	4,00	0,50	0,5	300	450	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
21,80	13	15	2////	1,85	4,03	0,60	0,6	363	544	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
22,00	11	12	2////	1,85	4,07	0,54	0,5	322	483	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
22,20	12	13	2////	1,85	4,11	0,57	0,5	343	514	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
22,40	14	12	2////	1,85	4,14	0,64	0,6	382	573	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
22,60	14	13	2////	1,85	4,18	0,64	0,6	382	573	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
22,80	15	10	2////	1,85	4,22	0,67	0,6	400	600	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
23,00	16	13	2////	1,85	4,25	0,70	0,7	417	626	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
23,20	17	11	2////	1,85	4,29	0,72	0,7	434	651	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
23,40	20	12	4/-/-	1,85	4,33	0,80	0,8	480	720	60	--	28	31	35	38	25	27	--	33	50	60
23,60	22	13	4/-/-	1,85	4,37	0,85	0,8	508	762	66	--	28	31	35	38	25	28	--	37	55	66
23,80	23	12	4/-/-	1,85	4,40	0,87	0,8	521	781	69	--	28	31	35	38	25	28	--	38	58	69
24,00	21	10	4/-/-	1,85	4,44	0,82	0,8	494	741	63	--	28	31	35	38	25	27	--	35	53	63
24,20	23	--	4/-/-	1,85	4,48	0,87	0,8	521	781	69	--	28	31	35	38	25	28	--	38	58	69

# PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

2.01PG05-077

- committente : Immobiliare SAN ZIO srl  
- lavoro : Urbanizzazione primaria  
- località : loc. Pozzolongu - Santa Maria a Monte  
- note :

- data : 10/03/2017  
- 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 kg/cm²	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	4	5	1***	1,85	0,11	0,20	13,1	8	12	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
0,80	13	11	2////	1,85	0,15	0,60	36,5	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
1,00	16	12	2////	1,85	0,19	0,70	32,9	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
1,20	18	10	2////	1,85	0,22	0,75	28,8	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
1,40	18	10	2////	1,85	0,26	0,75	23,7	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
1,60	20	11	4:/:	1,85	0,30	0,80	21,8	136	204	60	46	34	37	39	42	35	27	0,095	33	50	60		
1,80	19	12	2////	1,85	0,33	0,78	18,1	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
2,00	14	13	2////	1,85	0,37	0,64	12,4	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
2,20	19	14	2////	1,85	0,41	0,78	14,1	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
2,40	16	14	2////	1,85	0,44	0,70	11,0	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
2,60	15	14	2////	1,85	0,48	0,67	9,4	115	173	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
2,80	12	16	2////	1,85	0,52	0,57	7,1	129	194	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
3,00	13	195	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	10	21	2////	1,85	0,59	0,50	5,1	163	244	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
3,40	9	27	2////	1,85	0,63	0,45	4,1	176	263	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
3,60	10	21	2////	1,85	0,67	0,50	4,4	186	279	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
3,80	8	30	4:/:	1,85	0,70	0,40	3,1	194	291	35	--	28	31	35	38	25	26	--	13	20	24		
4,00	12	180	4:/:	1,85	0,74	0,57	4,5	206	309	45	6	29	32	35	39	27	26	0,015	20	30	36		
4,20	12	36	4:/:	1,85	0,78	0,57	4,3	217	326	45	5	29	32	35	38	27	26	0,013	20	30	36		
4,40	7	12	1***	1,85	0,81	0,35	2,2	41	61	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
4,60	9	45	4:/:	1,85	0,85	0,45	2,8	228	342	38	--	28	31	35	38	25	26	--	15	23	27		
4,80	17	28	2////	1,85	0,89	0,72	4,9	246	369	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
5,00	8	30	4:/:	1,85	0,93	0,40	2,2	219	329	35	--	28	31	35	38	25	26	--	13	20	24		
5,20	5	25	2////	1,85	0,96	0,25	1,2	149	223	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
5,40	4	15	1***	1,85	1,00	0,20	0,8	26	39	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
5,60	6	15	1***	1,85	1,04	0,30	1,3	38	57	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
5,80	7	15	1***	1,85	1,07	0,35	1,5	44	66	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
6,00	10	17	2////	1,85	1,11	0,50	2,3	271	406	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
6,20	9	17	2////	1,85	1,15	0,45	1,9	253	380	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
6,40	6	9	1***	1,85	1,18	0,30	1,1	39	58	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
6,60	23	38	3:::	1,85	1,22	--	--	--	--	--	17	30	33	36	39	28	28	0,032	38	58	69		
6,80	33	25	4:/:	1,85	1,26	1,10	5,3	344	515	99	28	32	35	37	40	30	29	0,054	55	83	99		
7,00	14	19	2////	1,85	1,30	0,64	2,6	334	501	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
7,20	8	17	2////	1,85	1,33	0,40	1,4	235	352	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
7,40	9	19	2////	1,85	1,37	0,45	1,6	261	392	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
7,60	7	21	2////	1,85	1,41	0,35	1,1	209	313	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
7,80	5	15	1***	1,85	1,44	0,25	0,7	33	49	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
8,00	5	12	1***	1,85	1,48	0,25	0,7	33	49	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
8,20	6	15	1***	1,85	1,52	0,30	0,8	39	59	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
8,40	8	15	2////	1,85	1,55	0,40	1,2	238	357	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
8,60	4	12	1***	1,85	1,59	0,20	0,5	26	39	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
8,80	4	10	1***	1,85	1,63	0,20	0,5	26	39	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
9,00	9	27	2////	1,85	1,66	0,45	1,2	267	401	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
9,20	5	15	1***	1,85	1,70	0,25	0,6	33	49	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
9,40	8	20	2////	1,85	1,74	0,40	1,0	240	360	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
9,60	7	15	1***	1,85	1,78	0,35	0,8	46	68	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
9,80	6	7	1***	1,85	1,81	0,30	0,7	39	59	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
10,00	39	65	3:::	1,85	1,85	--	--	--	--	--	25	31	34	37	40	28	30	0,047	65	98	117		
10,20	46	53	3:::	1,85	1,89	--	--	--	--	--	30	32	35	38	40	29	31	0,057	77	115	138		
10,40	26	28	4:/:	1,85	1,92	0,93	2,5	491	736	78	10	29	32	35	39	26	28	0,020	43	65	78		
10,60	16	9	2////	1,85	1,96	0,70	1,7	399	599	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
10,80	13	22	2////	1,85	2,00	0,60	1,4	355	532	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
11,00	34	27	4:/:	1,85	2,03	1,13	3,0	557	836	102	18	30	33	36	39	27	29	0,034	57	85	102		
11,20	13	24	2////	1,85	2,07	0,60	1,3	356	534	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
11,40	11	16	2////	1,85	2,11	0,54	1,1	320	480	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
11,60	29	21	4:/:	1,85	2,15	0,98	2,4	530	794	87	11	30	33	36	39	26	29	0,022	48	73	87		
11,80	9	10	2////	1,85	2,18	0,45	0,9	270	405	38	0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
12,00	22	24	4:/:	1,85	2,22	0,85	1,9	479	719	66	0	28	31	35	38	25	28	0,001	37	55	66		
12,20	37	43	3:::	1,85	2,26	--	--	--	--	--	18	31	33	36	39	27	30	0,034	62	93	111		
12,40	17	18	2////	1,85	2,29	0,72	1,5	422	634	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
12,60	18	19	2////	1,85	2,33	0,75	1,5	437	655	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
12,80	14	23	2////	1,85	2,37	0,64	1,2	378	567	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
13,00	17	20	2////	1,85	2,40	0,72	1,4	425	637	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
13,20	9	22	2////	1,85	2,44	0,45	0,8	270	405	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
13,40	12	30	4:/:	1,85	2,48	0,57	1,0	343	514	45	--	28	31	35	38	25	26	--	20	30	36		
13,60	7	15	1***	1,85	2,52	0,35	0,5	46	68	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
13,80	6	11	1***	1,85	2,55	0,30	0,4	39	59</														

PROVA PENETROMETRICA STATICA  
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

2.01PG05-077

- committente : Immobiliare SAN ZIO srl  
- lavoro : Urbanizzazione primaria  
- località : loc. Pozzolungo - Santa Maria a Monte  
- note :

- data : 10/03/2017  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 2

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 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
20,20	15	13	2////	1,85	3,74	0,67	0,7	400	600	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
20,40	15	12	2////	1,85	3,77	0,67	0,7	400	600	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
20,60	16	14	2////	1,85	3,81	0,70	0,7	417	626	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
20,80	15	15	2////	1,85	3,85	0,67	0,7	400	600	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
21,00	13	15	2////	1,85	3,88	0,60	0,6	363	544	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
21,20	12	15	2////	1,85	3,92	0,57	0,6	343	514	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
21,40	12	15	2////	1,85	3,96	0,57	0,6	343	514	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
21,60	13	14	2////	1,85	4,00	0,60	0,6	363	544	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
21,80	17	15	2////	1,85	4,03	0,72	0,7	434	651	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
22,00	13	14	2////	1,85	4,07	0,60	0,6	363	544	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
22,20	10	15	2////	1,85	4,11	0,50	0,5	300	450	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
22,40	10	12	2////	1,85	4,14	0,50	0,4	300	450	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
22,60	13	15	2////	1,85	4,18	0,60	0,6	363	544	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
22,80	14	14	2////	1,85	4,22	0,64	0,6	382	573	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
23,00	15	14	2////	1,85	4,25	0,67	0,6	400	600	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
23,20	17	14	2////	1,85	4,29	0,72	0,7	434	651	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
23,40	18	15	2////	1,85	4,33	0,75	0,7	450	675	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
23,60	19	12	2////	1,85	4,37	0,78	0,7	465	698	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
23,80	23	14	4/-/	1,85	4,40	0,87	0,8	521	781	69	--	28	31	35	38	25	28	--	38	58	69
24,00	23	12	4/-/	1,85	4,44	0,87	0,8	521	781	69	--	28	31	35	38	25	28	--	38	58	69
24,20	25	13	4/-/	1,85	4,48	0,91	0,9	545	818	75	--	28	31	35	38	25	28	--	42	63	75
24,40	24	13	4/-/	1,85	4,51	0,89	0,8	533	800	72	--	28	31	35	38	25	28	--	40	60	72
24,60	18	13	2////	1,85	4,55	0,75	0,7	450	675	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
24,80	19	--	4/-/	1,85	4,59	0,78	0,7	465	698	58	--	28	31	35	38	25	27	--	32	48	57

## COMUNE DI SANTA MARIA A MONTE (PI)

Indagine geofisica down hole eseguita per la  
realizzazione di un ponte

Marzo 2017

Indagine geofisica down hole eseguita per la realizzazione di un ponte

### PREMESSA

La presente relazione illustra i risultati di un'indagine sismica "down hole" eseguita, su incarico della committenza, presso la scuola media statale M. Maltoni nel comune di Santa Maria a Monte.

Le misure sono state effettuate all'interno di un sondaggio geognostico, attrezzato per l'esecuzione di prove down-hole, che sono state eseguite nel tratto compreso tra 32 m di profondità ed il piano di campagna.

### GENERALITÀ SULLE PROSPEZIONI SISMICHE DOWN HOLE

Nel metodo sismico down hole (DH) viene misurato il tempo necessario per le onde P e S di spostarsi tra una sorgente sismica, posta in superficie, e i ricevitori, posti all'interno di un foro di sondaggio opportunamente rivestito (figura 1).

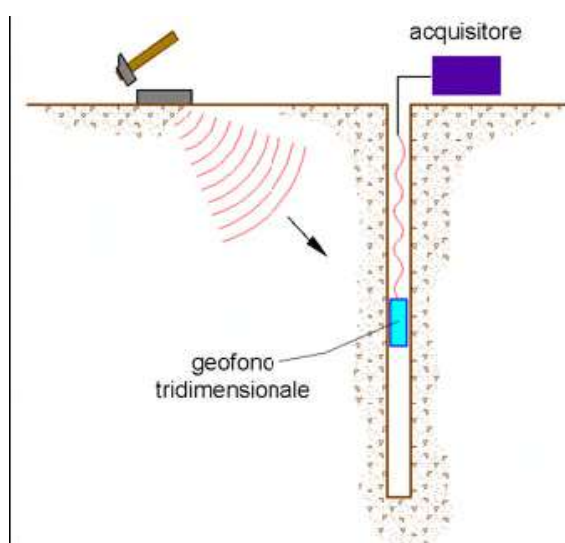


Figura 1 – Schema down hole ad un solo ricevitore

Le componenti indispensabili per una misura DH accurata consistono:

- 1) una sorgente meccanica in grado di generare onde elastiche ricche di energia e direzionali;
- 2) uno o più geofoni tridimensionali, con appropriata risposta in frequenza (4,5-14 Hz), direzionali e dotati di un sistema di ancoraggio alle pareti del tubo-foro;
- 3) un sismografo multi-canale, in grado di registrare le forme d'onda in modo digitale e di registrarle su memoria di massa;

- 4) un trasduttore (trigger) per l'identificazione dell'istante di partenza della sollecitazione dinamica mediante massa battente.

Durante la perforazione, per ridurre l'effetto di disturbo nel terreno, i fori vengono sostenuti mediante rivestimento o di fanghi bentonici e il loro diametro viene mantenuto piuttosto piccolo (mediamente  $\phi < 15$  cm).

I fori vengono poi rivestiti mediante tubazioni, generalmente in PVC pesante da piezometri  $\phi$  80 mm, e riempiti con una malta a ritiro controllato, generalmente composta di acqua, cemento e talvolta bentonite rispettivamente in proporzione di 100, 30 e 5 parti in peso.

Prima di iniziare l'indagine è opportuno assicurarsi che il foro sia libero da strozzature e che il tubo di rivestimento non presenti lesioni.

La sorgente consiste in una piastra (di alluminio, acciaio, legno, ...) per l'energizzazione delle onde Vp che, dopo avere opportunamente predisposto il piano di appoggio, viene adagiata in superficie ad una distanza di 1,5 – 3,0 m; alla stessa distanza è posta la trave di battuta per l'energizzazione delle onde Vs, orientata in direzione ortogonale ad un raggio uscente dall'asse foro.

Alla sorgente (mazza di battuta od esplosivo) è agganciato il trasduttore di velocità o l'interruttore meccanico utilizzato come trigger.

A questo punto il ricevitore viene assicurato alla parete del tubo di rivestimento in PVC mediante il dispositivo ad aria compressa integrato nel geofono tridimensionale, e le sorgenti vengono colpite rispettivamente in senso verticale (per generare onde di compressione P) e lateralmente (generando onde di taglio SH); al momento dell'energizzazione, con massa battente da almeno 5 kg, parte la registrazione del segnale di trigger e dei ricevitori.

Eseguite le registrazioni, la profondità dei ricevitori viene modificata e la procedura sperimentale ripetuta.

#### Interpretazione - Metodo diretto

Per poter interpretare il down hole con il metodo diretto, inizialmente, bisogna correggere i tempi di tragitto (t) misurati lungo i percorsi sorgente-ricevitore per tenere conto dell'inclinazione del percorso delle onde. Se d è la distanza della sorgente dall'asse del foro (figura 2), r la distanza fra la sorgente e la tripletta di sensori, z la profondità di misura è possibile ottenere i tempi corretti (tcorr)

mediante la seguente formula di conversione:

$$t_{\text{corr}} = \frac{z}{r} t$$

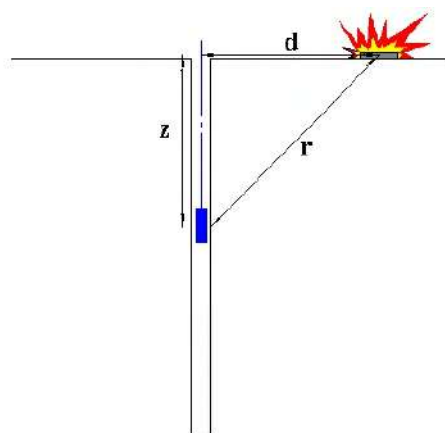


Figura 2 – Schema di down hole con metodo diretto

Calcolati i tempi corretti sia per le onde P che per le onde S si realizza il grafico  $t_{\text{corr}}-z$  in modo che la velocità media delle onde sismiche in strati omogenei di terreno è rappresentata dall'inclinazione dei segmenti di retta lungo i quali si allineano i dati sperimentali (figura 3).

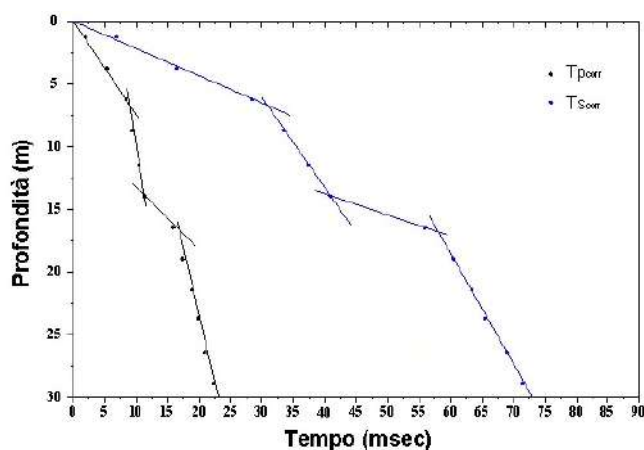


Figura 3 – Grafico delle dromocrone

Ottenuti graficamente i sismostrati si ottengono la densità media, funzione della velocità e della profondità, e i seguenti parametri:

1) coefficiente di Poisson medio:

$$\nu = (0,5 (V_p/V_s)^2 - 1) / ((V_p/V_s)^2 - 1)$$

2) modulo di Young medio:

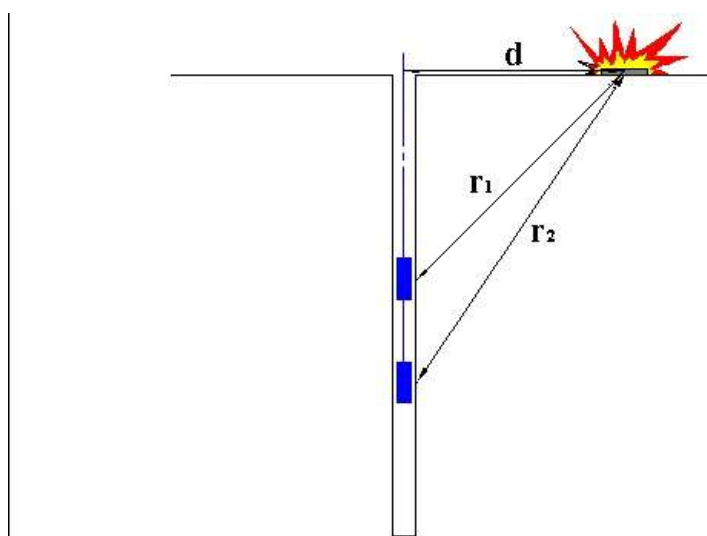
$$E = V_s^2 \gamma ((3V_p^2 - 4V_s^2) / (V_p^2 - V_s^2))$$

3) modulo di compressibilità volumetrica medio:

$$K = \gamma (V_p^2 - 4/3 V_s^2)$$

### Interpretazione - Metodo intervallo

Con il metodo intervallo i tempi di tragitto dell'onda sismica si misurano fra due ricevitori consecutivi (figura 4) posti a differente profondità, consentendo così di migliorare la qualità delle misure (velocità d'intervallo).



*Figura 4 – Schema di down hole con metodo intervallo*

Quando si dispone di un solo ricevitore, cioè nell'ipotesi in cui le coppie non corrispondano ad un unico impulso, i valori di velocità determinati vengono definiti di pseudo-intervallo, consentendo un'apparente migliore definizione del profilo di velocità.

Ottenute le misure è possibile calcolare i tempi corretti con la 1.0) e la velocità di

intervallo delle onde P e S, con relativo grafico (figura 6), con la formula seguente:

$$v_{p,s} = \frac{r_2 - r_1}{t_{2corr} - t_{1corr}}$$

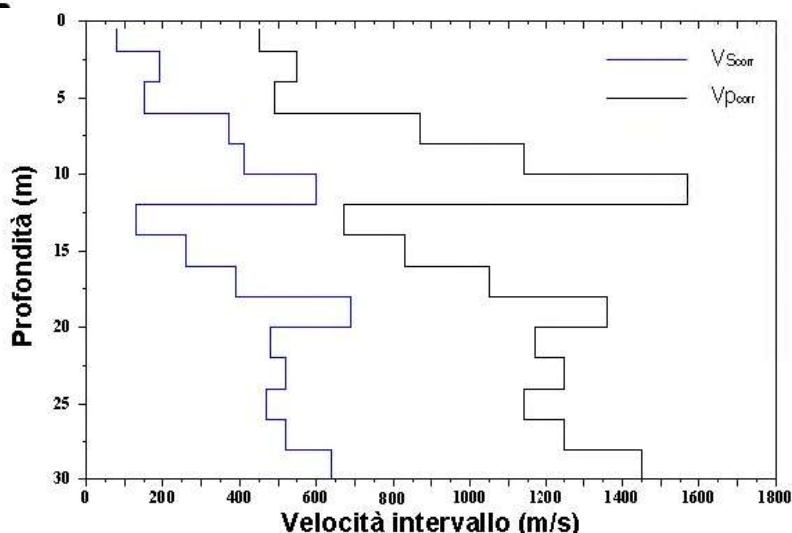


Figura 6 – Profilo delle velocità sismiche con metodo intervallo

Ottenute le velocità intervallo si calcolano la densità, il coefficiente di Poisson, il modulo di deformazione a taglio, il modulo di compressibilità edometrica, il modulo di Young, il modulo di compressibilità volumetrica per ogni intervallo con le formule riportate sopra.

I limiti del metodo intervallo sono :

- esso non tiene conto della velocità degli strati sovrastanti;
- non è applicabile nel caso in cui  $t_{2\text{corr}} < t_{1\text{corr}}$ .

### 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
- . distortion: 0,01%
- . sampler:
  - 25 msec (191 punti)
  - 50 msec (383 punti)
  - 100 msec (1530 punti)
  - 200 msec (3060 punti)
  - 400 msec (6121 punti)
  - 1000 msec
- . sampling: 130 micro/sec
- . 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  $\mu$ V RMS, gain = 55 dB
- . crosstalk: 52 dB, gain = 55 dB
- . power: 12 V.

Il software di acquisizione dati è "ECHO 2002" vers. 7.00.

L'attrezzatura è completata da geofono down hole tridimensionale con bombola di aria compressa per il "packer" di ancoraggio, mazza di battuta da 8 Kg con interruttore starter e/o cannoncino per cartucce industriali con geofono starter per le onde *Sp*, cavo trigger da 200 m montato su rullo e trave di battuta per le onde *Sh*.

Le energizzazioni sono state eseguite a 3.00 m dall'asse del foro con rilievo delle onde sismiche *Sp* ed *Sh*. Il canale 1 del sismografo è stato utilizzato per l'acquisizione delle onde *Vp*, con tempo di acquisizione 200 msec, mentre i canali 2 e 3 sono stati utilizzati per l'acquisizione delle onde *Vs* collegandosi ai due sensori ortogonali del geofono tridimensionale, con tempo di acquisizione 200 msec.

L'acquisizione è iniziata da - 30 m da p.c., fino alla quota di -1 m da p.c.

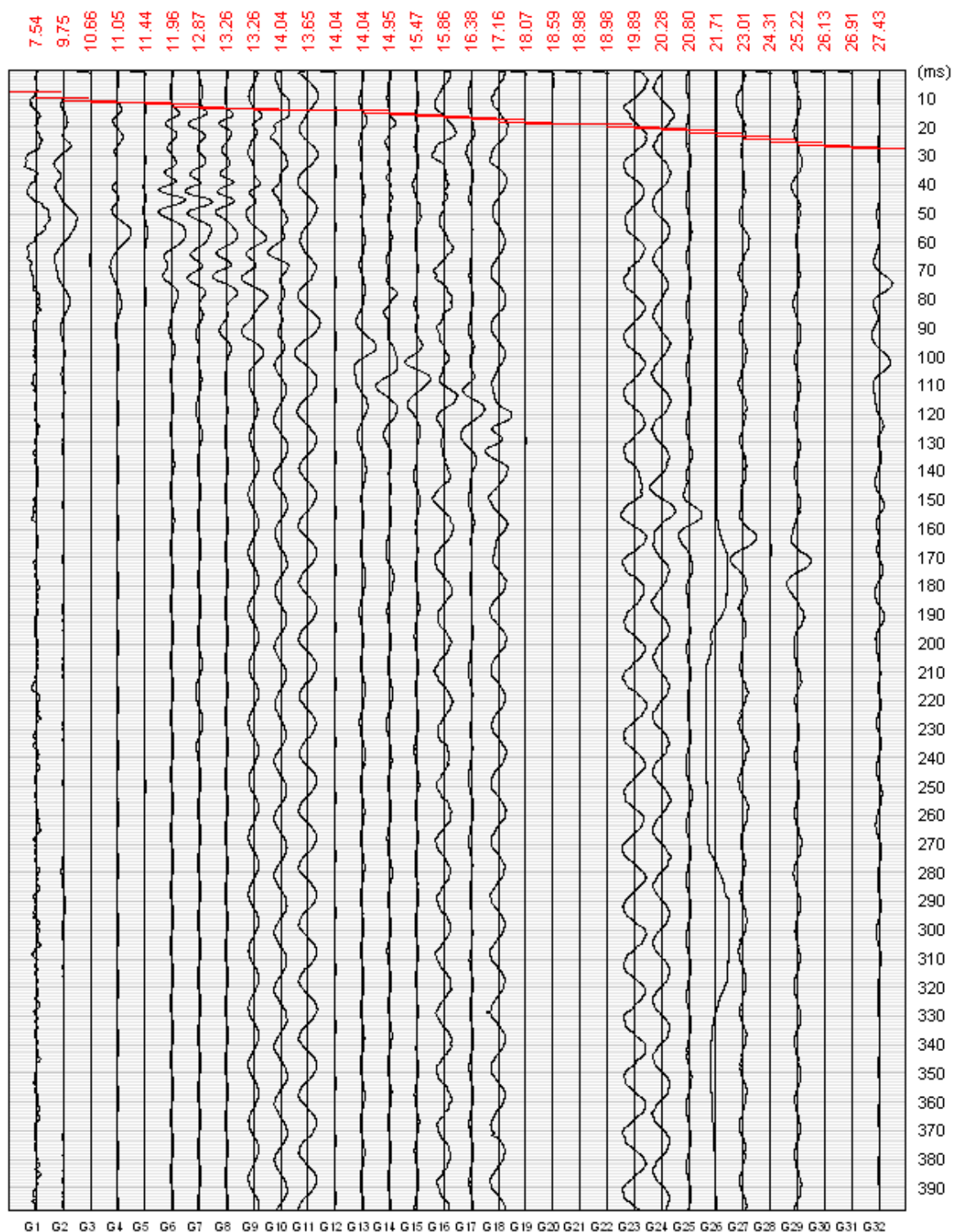
### INTERPRETAZIONE DEI DATI

Per l'interpretazione dei dati è stato utilizzato il software *Intersism 2.0* della *geo&soft international*. Tale programma è in grado di operare direttamente con i dati della strumentazione *Ambrogeo* (\*.dat \*.sgy) per la definizione dei tempi di primo arrivo ed il successivo tracciamento delle *dromocrone* (*travel-time curves*).

Il calcolo è stato eseguito con il metodo dell'intercetta, che nel caso specifico si è dimostrato efficace ed adatto. Nella pagine che seguono sono quindi riportati i diagrammi relativi alle dromocrone (primi arrivi) relativi alle onde P ed onde S, la ricostruzione stratigrafica che ne deriva, e l'interpretazione completa dei dati sismici. Si ricorda che la stratigrafia sismica può non corrispondere esattamente con quella geologica e geotecnica, dato che essa considera maggiormente le caratteristiche elastiche e di addensamento dei terreni piuttosto che la stratigrafia caratteristica.

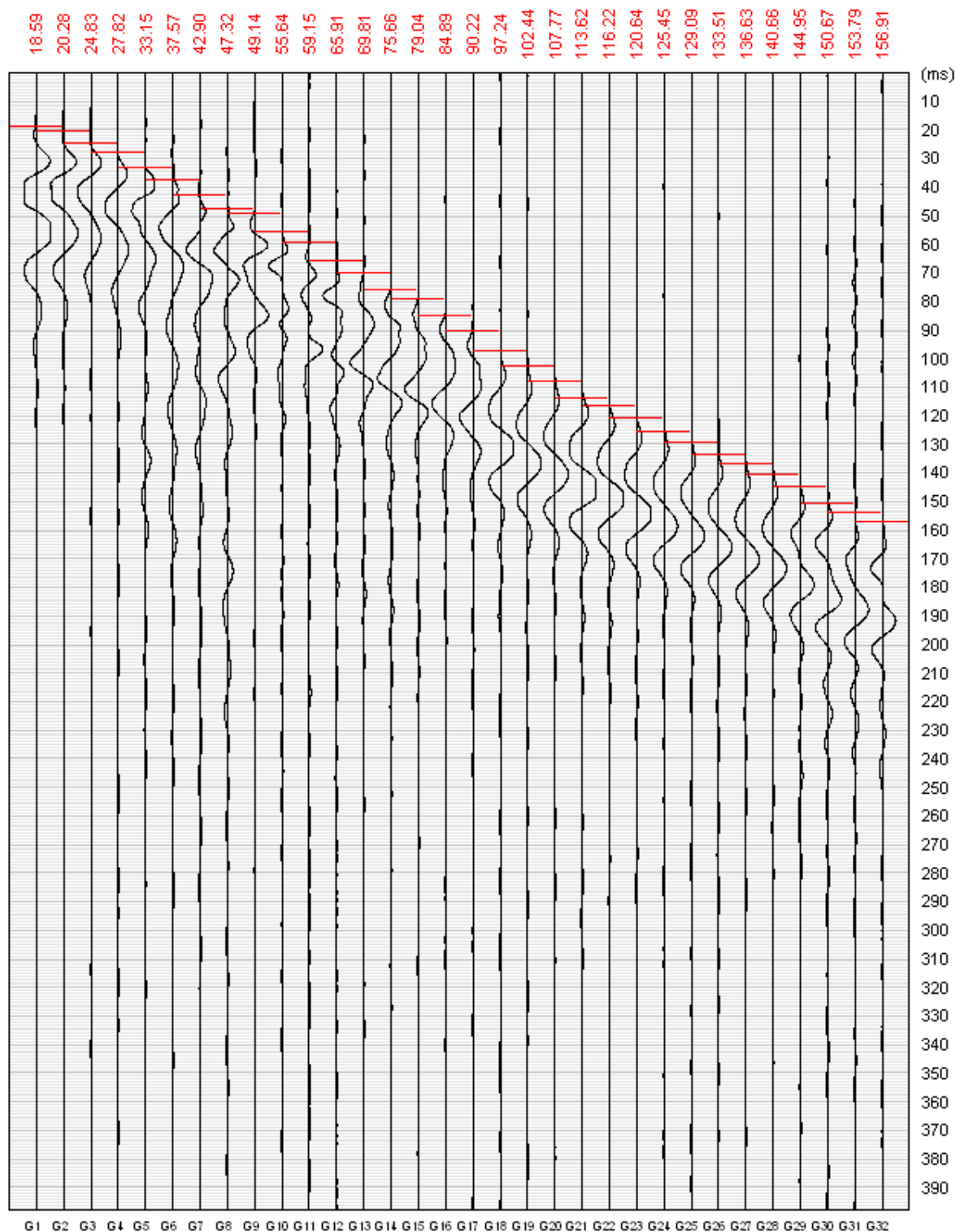
Realizzazione di ponte  
Santa Maria a Monte  
Comm.te: Imm.re San Zio srl

Geofoni verticali (onde P)

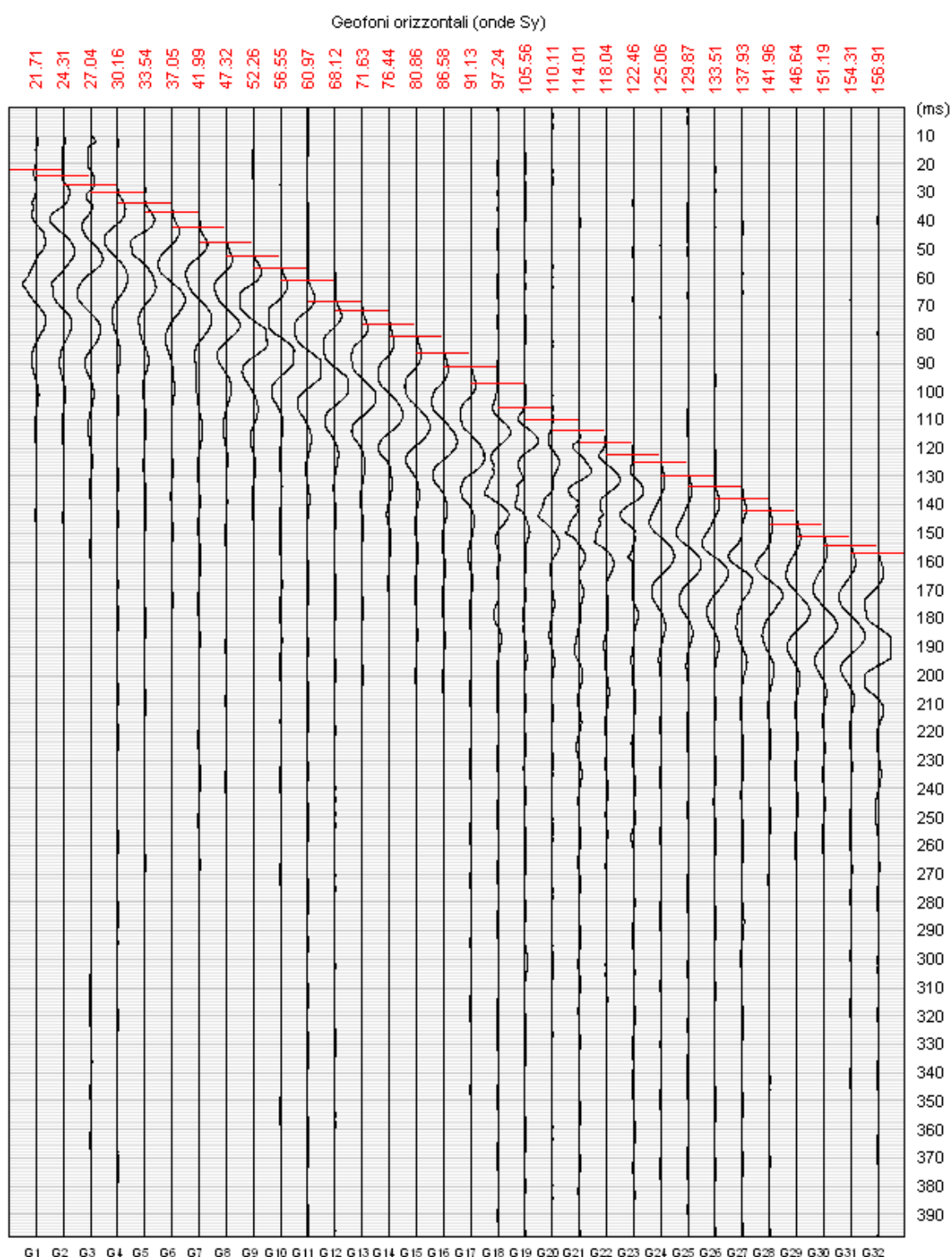


Realizzazione di ponte  
Santa Maria a Monte  
Comm.te: Imm.re San Zio srl

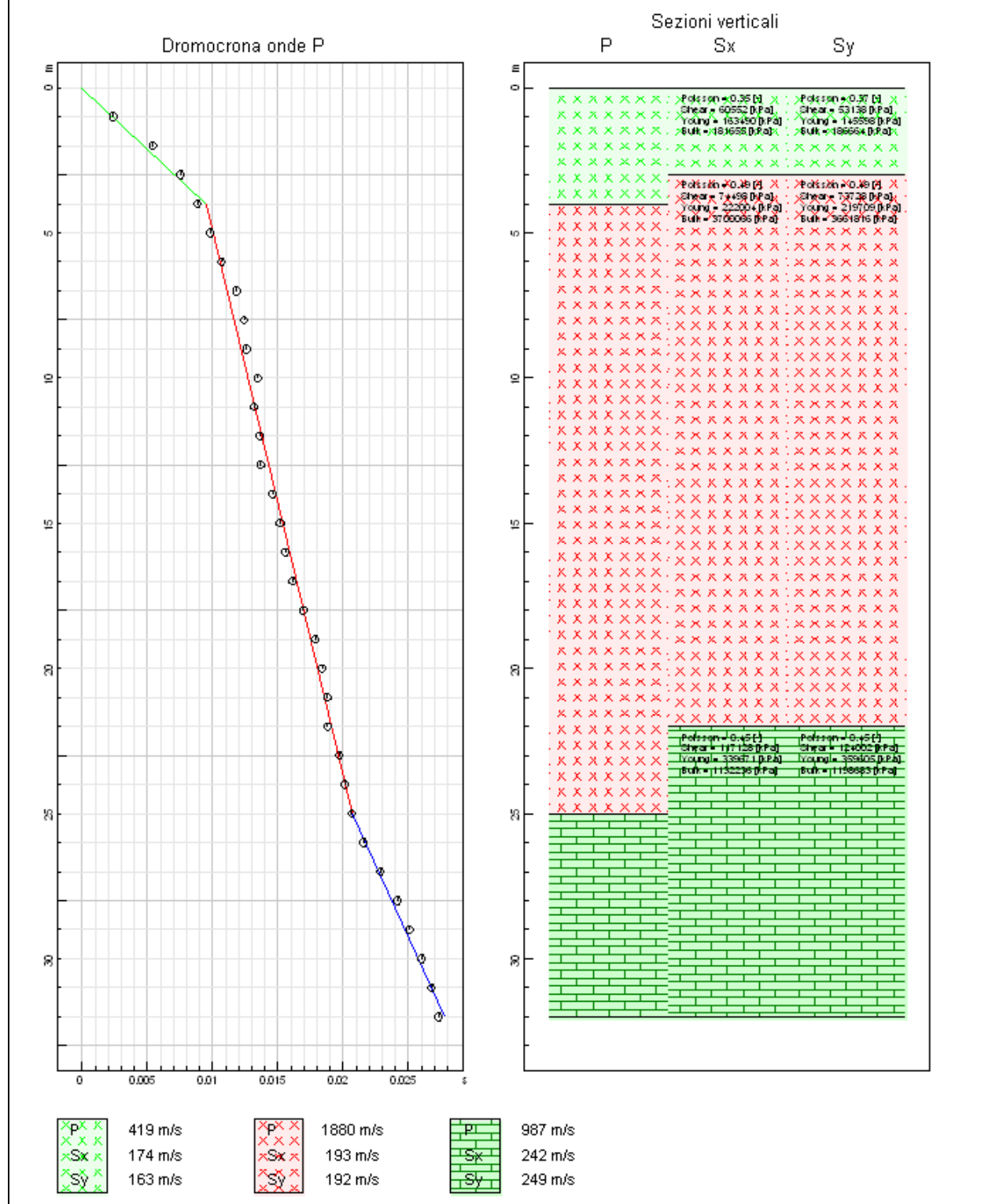
Geofoni orizzontali (onde Sx)



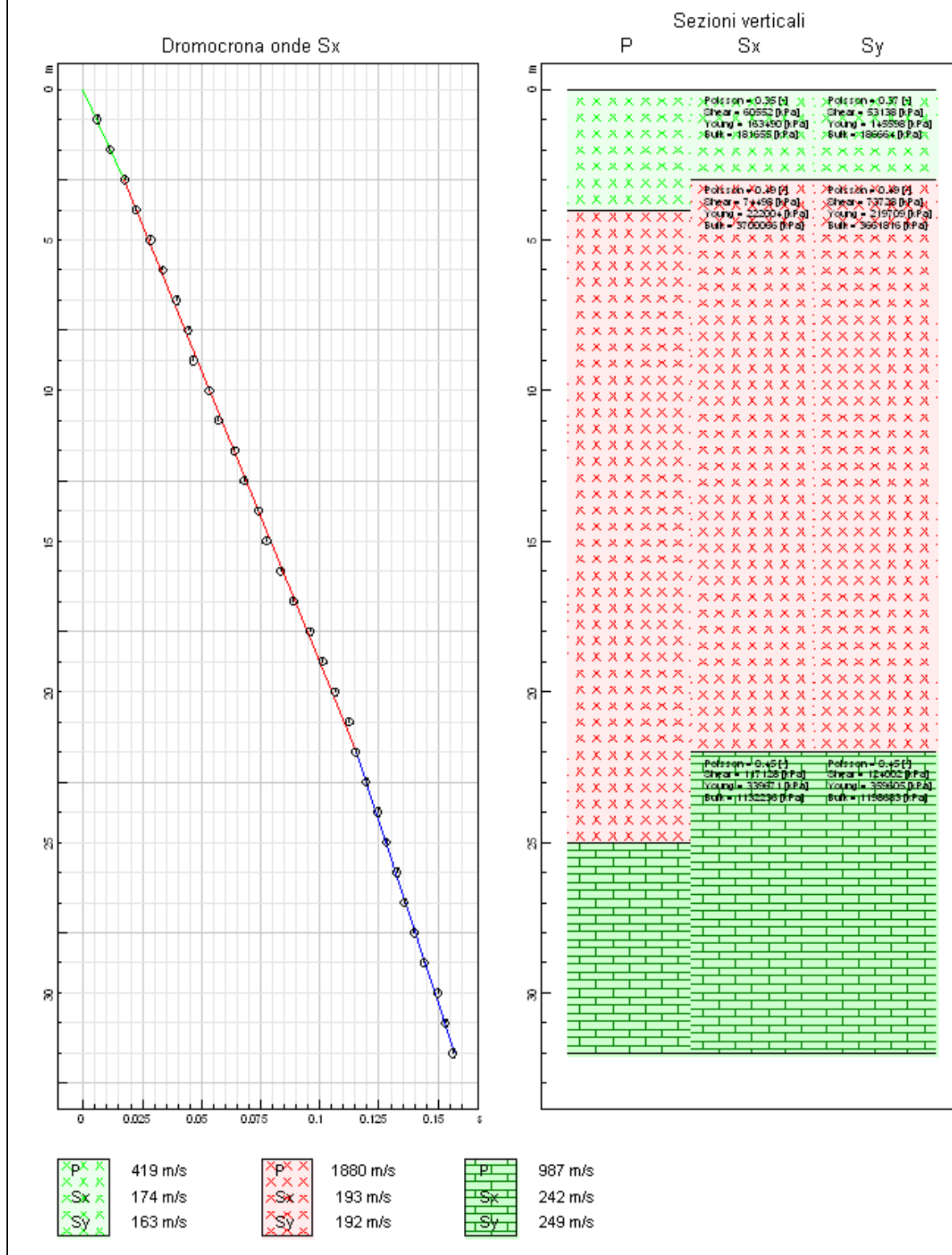
Realizzazione di ponte  
Santa Maria a Monte  
Comm.te: Imm.re San Zio srl



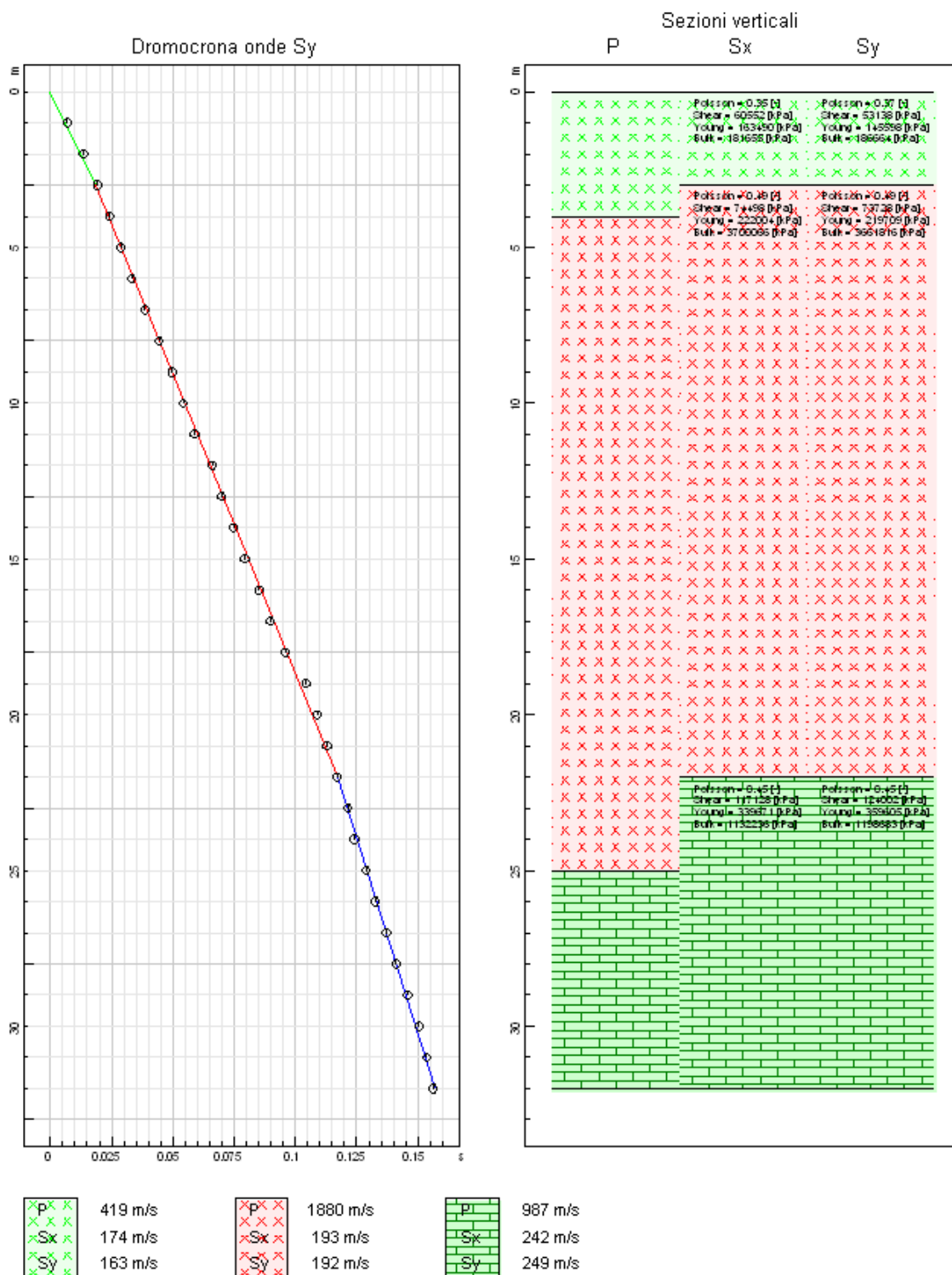
Realizzazione di ponte  
Santa Maria a Monte  
Comm.te: Imm.re San Zio srl



Realizzazione di ponte  
Santa Maria a Monte  
Comm.te: Imm.re San Zio srl



Realizzazione di ponte  
Santa Maria a Monte  
Comm.te: Imm.re San Zio srl



## ANALISI SISMICA DOWN-HOLE

Realizzazione di ponte  
Santa Maria a Monte  
Comm.te: Imm.re San Zio srl

## DISTANZA DELLO SPARO DA BOCCA FORO

Distanza = 3.00 [m]

## PRIMI ARRIVI

N° Geof.	Profondità [m]	Onde P [ms]	Onde S (X) [ms]	Onde S (Y) [ms]	Onde P (corretti) [ms]	Onde S (X) (corretti) [ms]	Onde S (Y) (corretti) [ms]
1	1.00	7.54	18.59	21.71	2.38	5.88	6.87
2	2.00	9.75	20.28	24.31	5.41	11.25	13.48
3	3.00	10.66	24.83	27.04	7.54	17.56	19.12
4	4.00	11.05	27.82	30.16	8.84	22.26	24.13
5	5.00	11.44	33.15	33.54	9.81	28.43	28.76
6	6.00	11.96	37.57	37.05	10.70	33.60	33.14
7	7.00	12.87	42.90	41.99	11.83	39.43	38.59
8	8.00	13.26	47.32	47.32	12.42	44.31	44.31
9	9.00	13.26	49.14	52.26	12.58	46.62	49.58
10	10.00	14.04	55.64	56.55	13.45	53.29	54.17
11	11.00	13.65	59.15	60.97	13.17	57.07	58.82
12	12.00	14.04	65.91	68.12	13.62	63.94	66.09
13	13.00	14.04	69.81	71.63	13.68	68.02	69.80
14	14.00	14.95	75.66	76.44	14.62	73.98	74.74
15	15.00	15.47	79.04	80.86	15.17	77.51	79.29
16	16.00	15.86	84.89	86.58	15.59	83.44	85.10
17	17.00	16.38	90.22	91.13	16.13	88.85	89.74
18	18.00	17.16	97.24	97.24	16.93	95.92	95.92
19	19.00	18.07	102.44	105.56	17.85	101.19	104.27
20	20.00	18.59	107.77	110.11	18.38	106.58	108.89
21	21.00	18.98	113.62	114.01	18.79	112.48	112.86
22	22.00	18.98	116.22	118.04	18.81	115.15	116.96
23	23.00	19.89	120.64	122.46	19.72	119.63	121.43
24	24.00	20.28	125.45	125.06	20.12	124.48	124.09
25	25.00	20.80	129.09	129.87	20.65	128.17	128.94
26	26.00	21.71	133.51	133.51	21.57	132.63	132.63
27	27.00	23.01	136.63	137.93	22.87	135.79	137.09
28	28.00	24.31	140.66	141.96	24.17	139.86	141.15
29	29.00	25.22	144.95	146.64	25.09	144.18	145.86
30	30.00	26.13	150.67	151.19	26.00	149.92	150.44
31	31.00	26.91	153.79	154.31	26.78	153.07	153.59
32	32.00	27.43	156.91	156.91	27.31	156.22	156.22

## VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]
1	4	419
2	25	1880
3	32	987

## PARAMETRI ONDE SX

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	3	174	0.35	60552.0	163490	181655
2	22	193	0.49	74498.0	222004	3700070
3	32	242	0.45	117128..	339671	1132236

## PARAMETRI ONDE SY

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	3	163	0.37	53138.0	145598	186664
2	22	192	0.49	73728.0	219709	3661820
3	32	249	0.45	124002..	359605	1198683

Dai dati riportati nelle tavole e nei tabulati allegati si fa riferimento a valori delle velocità delle onde Sh di circa 174 m/s per uno spessore di circa 3.0 m; al di sotto di tale profondità si evidenzia un incremento delle onde longitudinali con velocità pari a circa 190 m/s fino ad una profondità di circa 22.0 m da p.c.. Dalla profondità di 22.0 m e fino alla profondità di 32.0 m si evidenzia un ulteriore incremento della velocità delle onde di taglio pari a circa 245 m/s.

I valori delle velocità delle onde P ricalcano l'andamento generale delle onde Sh; nello specifico i valori delle velocità delle onde P risulta essere pari circa 419 m/s fino alla profondità di circa 4.0 m dove si evidenzia un aumento della velocità pari a circa 1880 m/s fino alla profondità di circa 25.0 m; al di sotto di tale profondità si verifica un decremento delle velocità delle onde di taglio con velocità di circa 987 m/s fino alla profondità di 32.0 m da p.c..

**Spianate, 28 marzo 2017.**

**Mappo Geognostica**  
 Loc. Biagioni, 66 55010 SPILAURO (LU)  
 Tel. 0583-207099 - 315-7215712  
**Geol. Massimo Benedetti**  
 Reg. Imprese di Lucca 02019570460  
 Capitale versato € 12.000,00

Capitale versato € 12.000,00

## Allegato 2

### Oggetto

Logs stratigrafici e di completamento piezometri





### Ubicazione

Via Francesca 180  
Comune di Santa Maria a Monte (PI)

### Committente e richiedente

ECOVIP S.r.l.



COMMITTENTE: ECOVIP S.r.l.					SONDAGGIO N°: Pz 2					LEGENDA:																																													
CANTIERE: Via P.le Francesca					PERFORAZIONE: CAROTAGGIO CONTINUO					Piezometri: a tubo aperto PVC																																													
LOCALITA': Santa Maria a Monte (PI)					PERFORAZIONE: 15 m					Cementazione 																																													
COORDINATE GB: 43.70193426867933, 10.709534857225862					USO: PIEZOMETRO DI MONITORAGGIO					Dreno  Filtri 																																													
QUOTA p.c.: 15,37 m s.l.m.					RESP. di CANTIERE: Geol. L.Bocini					Bentonite 																																													
QUOTA fon.foro: 0,37 m s.l.m					DATA: 29/09/2011																																																		
<table><tr><th colspan="2">mi</th><th colspan="2">mi</th><th colspan="2">mm</th><th colspan="2">mm</th><th colspan="2">Stratigrafia</th><th colspan="2">%</th><th colspan="2">mi</th><th colspan="2">Campioni</th><th colspan="2">kg/cmq</th><th colspan="2"></th><th colspan="2">Piezometro</th><th colspan="2"></th></tr><tr><th>Profondità</th><th>Spessore</th><th>Carotiere</th><th>Rivelamento</th><th>Litologia</th><th>Descrizione litologica</th><th>Carotaggio</th><th>Livello fissa</th><th></th><th>Profondità</th><th>Pickel penetrometer</th><th>Vane test</th><th>S.P.T.</th><th>Profondità</th><th>Condizionamento</th><th>Diametro</th><th>Annellazioni</th></tr></table>															mi		mi		mm		mm		Stratigrafia		%		mi		Campioni		kg/cmq				Piezometro				Profondità	Spessore	Carotiere	Rivelamento	Litologia	Descrizione litologica	Carotaggio	Livello fissa		Profondità	Pickel penetrometer	Vane test	S.P.T.	Profondità	Condizionamento	Diametro	Annellazioni
mi		mi		mm		mm		Stratigrafia		%		mi		Campioni		kg/cmq				Piezometro																																			
Profondità	Spessore	Carotiere	Rivelamento	Litologia	Descrizione litologica	Carotaggio	Livello fissa		Profondità	Pickel penetrometer	Vane test	S.P.T.	Profondità	Condizionamento	Diametro	Annellazioni																																							
0.20					Materiali di riporto e terreno vegetale alterato																																																		
0.40																																																							
0.60																																																							
0.80																																																							
1.00					Argilla limosa marrone																																																		
1.20	1,10	1,10																																																					
1.40																																																							
1.60																																																							
1.80																																																							
2.00																																																							
2.20																																																							
2.40																																																							
2.60																																																							
2.80																																																							
3.00																																																							
3.20																																																							
3.40																																																							
3.60																																																							
3.80																																																							
4.00																																																							
4.20																																																							
4.40																																																							
4.60																																																							
4.80																																																							
5.00																																																							
5.20																																																							
5.40																																																							
5.60	5,50	4,40																																																					
5.80																																																							
6.00					Argilla sabbiosa grigia																																																		
6.20																																																							
6.40																																																							
6.60	6,60	1,10																																																					
6.80					Sabbia debolmente limosa grigia																																																		
7.00																																																							
7.20																																																							
7.40																																																							
7.60																																																							
7.80																																																							
8.00																																																							
8.20																																																							
8.40																																																							
8.60																																																							
8.80																																																							
9.00																																																							
9.20																																																							
9.40																																																							
9.60																																																							
9.80																																																							
10.00																																																							
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	15,00	8,90																																																					

AOOGRT / AD Prot. 0532873 Data 09/10/2023

INDICAZIONI PER IL CAMPIONAMENTO	
L.S. DAL P.C.: -4,41 m il 23/03/2021	
MODALITA' DI SPURGO: DINAMICO A BASSA PORTATA	
PORTATA DI SPURGO: 8 l/min	
PORTATA DI CAMPIONAMENTO: 3 l/min	
VOLUME DI SPURGO: 12,26 l/m	
TEMPO DI SPURGO MINIMO: 60 MIN CON VERIFICA DELLA STABILIZZAZIONE DEI PARAMETRI T, pH, Cond., Redox	





## Allegato 3

### Oggetto

Dati ed elaborazione prove di pompaggio  
Certificati delle analisi di laboratorio geotecnico

### Ubicazione

Via Francesca 180  
Comune di Santa Maria a Monte (PI)

### Committente e richiedente

ECOVIP S.r.l.

Nel mese di Marzo 2021 si è proceduto all'esecuzione di prove di pompaggio a gradini di portata crescente, prove di pompaggio a lunga e prove di risalita all'interno dei piezometri Pz.1, Pz.2 e Pz.3 al fine di stimare la produttività di ciascun piezometro e definire i parametri idrogeologici ed idrodinamici dell'acquifero captato: per l'esecuzione delle prove è stata utilizzata un'elettropompa sommersa marca GRUNDFOS del diametro di 3", prevalenza 45 m e portata massima pari a 90 l/min, dotata di saracinesca a boccapozzo e misuratore di portata elettromagnetico.

## Pz.1

La prova di pompaggio a gradini di portata crescente è stata realizzata effettuando n.3 periodi di pompaggio fino all'ottenimento di un regime di abbassamento pseudo-stabilizzato (gradini), misurando per ciascuna portata l'abbassamento del livello dell'acqua nel piezometro stesso (Allegato 1).

Il **livello statico** all'inizio della prova è stato rilevato a **-2,36 m dal p.c.** e le depressioni  $\Delta h$  relative a ciascun gradino risultano:

1° Gradino	$Q_1 = 6,3,0 \text{ l/min}$	Liv.Din. <sub>1</sub> = -3,94 m da p.c.	$\Delta h_1 = 1,58 \text{ m}$
2° Gradino	$Q_2 = 15,5 \text{ l/min}$	Liv.Din. <sub>2</sub> = -6,58 m da p.c.	$\Delta h_2 = 4,22 \text{ m}$
3° Gradino	$Q_3 = 25,5 \text{ l/min}$	Liv.Din. <sub>3</sub> > -11,80 m da p.c.	$\Delta h_3 > 9,44 \text{ m}$

I dati misurati durante la prova sono stati elaborati in modo da ottenere i seguenti grafici:

- Curva tempi-abbassamenti (grafico riportato in Allegato 1);
- Curva portate-abbassamenti o *curva caratteristica* del piezometro (Fig.1);
- Curva  $Q-Q^2/\Delta h$  (Fig.2);

La *curva caratteristica* esprime la relazione esistente fra la portata estratta e la depressione del livello piezometrico indotta dal pompaggio nell'opera di captazione stessa. In generale la relazione tra abbassamenti e portata è assimilabile alla seguente funzione:

$$\Delta h = BQ + CQ^n$$

dove  $\Delta h$  è l'abbassamento,  $Q$  la portata e  $B$ ,  $C$  e  $n$  sono le costanti che definiscono la curva caratteristica. La formula sopra citata assume che  $C$  ed  $n$  siano indipendenti dalla portata e dal tempo per cui il pozzo viene emunto, mentre il parametro  $B$ , che ingloba le caratteristiche dell'acquifero, dipende dalla durata del pompaggio. Secondo il metodo da noi utilizzato  $n = 2$  (Jacob, 1947).

Nel nostro caso la *curva caratteristica*  $Q-\Delta h$  (Fig.1) presenta un cambiamento di pendenza tra il 2° ed il 3° gradino (durante l'esecuzione del 3° gradino non si è ottenuto un regime di abbassamento pseudo-stabilizzato e le perdite di carico risultano elevate), indicando così che durante la prova di pompaggio eseguita è stato intercettato il punto critico **Qc** (punto della curva caratteristica oltre il quale l'utilizzo del pozzo è sconsigliato).

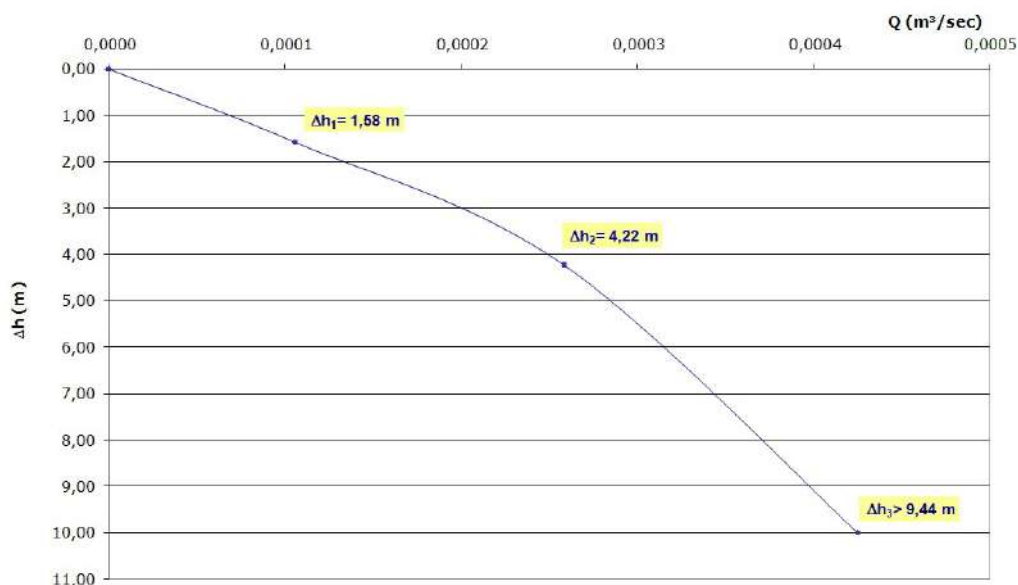


FIG. 1 – CURVA CARATTERISTICA PORTATE Q – ABBASSAMENTI  $\Delta h$  (PZ.1)

Per una definizione più precisa del valore di  $Q_c$  si può fare riferimento alla curva  $Q-Q^2/\Delta h$ , che presenta un andamento gaussiano in cui il punto di massimo rappresenta la portata critica (Fig.2):

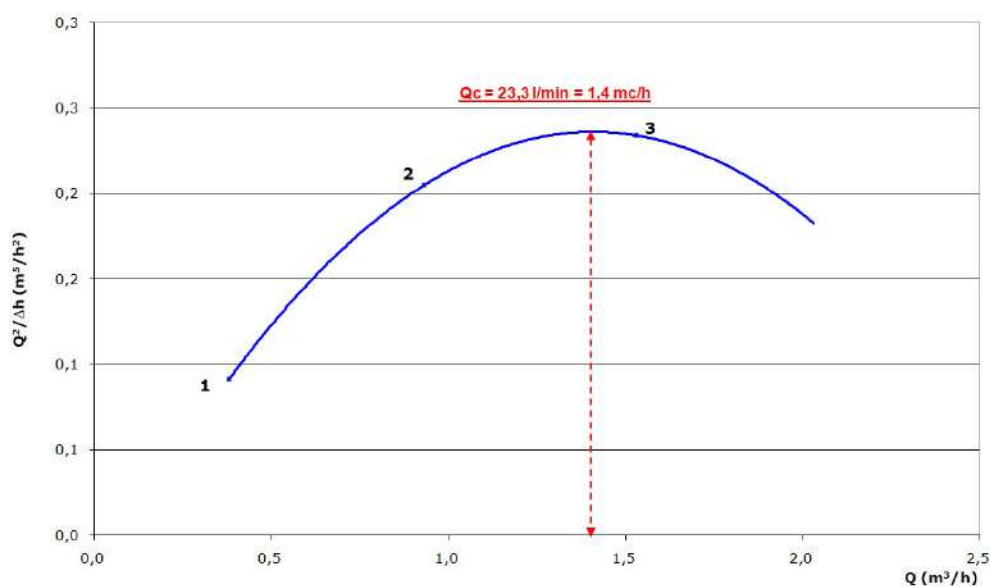


FIG. 2 – CURVA Q –  $Q^2/\Delta h$  (PZ.1)

In base al diagramma di Fig.2 la portata critica  $Q_c$  e la portata ottimale  $Q_o$  del piezometro Pz.1 risultano:

$$Q_c = 1,4 \text{ m}^3/\text{h} = 23,3 \text{ l/min}$$

$$Q_o = 90\%Q_c = 1,26 \text{ m}^3/\text{h} = 21 \text{ l/min}$$

La prova a gradini consente, seppur in modo approssimato, il calcolo del coefficiente di permeabilità e di trasmissività e dell'acquifero captato. Secondo le ipotesi di *Dupuit* e *Logan* per le falde confinate:

$$Q_c = 2,73 T \Delta h_c / \log (R/r)$$

$$T = K e$$

dove:

$Q_c$ = portata uguale o inferiore a quella critica del pozzo (m<sup>3</sup>/sec)

$\Delta h_c$ = depressione piezometrica corrispondente a  $Q_c$  (m)

$\log(R/r)$ = 3,33

$T$ = trasmissività dell'acquifero (m<sup>2</sup>/sec)

$e$ = spessore dell'acquifero confinato captato (7 m)

Secondo le ipotesi sopra esposte l'acquifero captato è caratterizzato da una trasmissività  $T$  e da un coefficiente di permeabilità  $K$  pari a:

$$T = 7,79 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{sec}$$

$$K = 1,11 \cdot 10^{-5} \text{ m/sec}$$

Al termine della prova di portata a gradini si è provveduto all'esecuzione di una prova di pompaggio di risalita; la prova ha avuto una durata di circa 6 ore sino al raggiungimento di una depressione finale residua pari a 0,46 m.

I dati di campagna misurati

$t_0$ = durata totale del pompaggio, ovvero durata della prova a gradini ( $t_0$ = 139 l/min)

$t'$  = tempo trascorso dall'inizio della prova di risalita

$\Delta h'$ = abbassamento residuo

sono stati elaborati sul grafico semilogaritmico  $\Delta h$ -log ( $t_0+t'/t'$ ) riportato in Allegato 1.

Secondo le ipotesi di *Jacob* per le falde confinate:

$$T = 0,183 Q/c$$

$$S = 2,25 T t_0 / r^2$$

$$T = K e$$

dove:

$T$ = trasmissività dell'acquifero (m<sup>2</sup>/sec)

$Q$ = portata del pompaggio ( $Q$ = 25,5 l/min)

$c$  = depressione piezometrica corrispondente ad un ciclo logaritmico ( $c$ =3,26 m)

$S$ = coefficiente di immagazzinamento (adimensionale)

$t_0$ = intercetta con l'asse dei tempi  $t$  ( $t_0$ =1,8 sec)

$r$ = raggio del piezometro

$K$ = permeabilità dell'acquifero captato (m/sec)

$e$ = spessore dell'acquifero confinato captato (7 m)

Secondo le ipotesi sopra indicate l'acquifero confinato captato dal pozzo in oggetto è caratterizzato da una trasmissività  $T$ , da un coefficiente di immagazzinamento  $S$  e da una permeabilità  $K$  pari a:

$$T = 2,38 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{sec}$$

$$S = 0,025 = 2,5\%$$

$$K = 3,4 \cdot 10^{-6} \text{ m/sec}$$

## Pz.2

La prova di pompaggio a gradini di portata crescente è stata realizzata effettuando n.3 periodi di pompaggio fino all'ottenimento di un regime di abbassamento pseudo-stabilizzato (gradini), misurando per ciascuna portata l'abbassamento del livello dell'acqua nel piezometro stesso (Allegato 1).

Il **livello statico** all'inizio della prova è stato rilevato a **-4,41 m dal p.c.** e le depressioni  $\Delta h$  relative a ciascun gradino risultano:

1° Gradino	$Q_1 = 7,8 \text{ l/min}$	Liv.Din. <sub>1</sub> = -5,76 m da p.c.	$\Delta h_1 = 1,35 \text{ m}$
2° Gradino	$Q_2 = 14,7 \text{ l/min}$	Liv.Din. <sub>2</sub> = -6,66 m da p.c.	$\Delta h_2 = 2,25 \text{ m}$
3° Gradino	$Q_3 = 25,8 \text{ l/min}$	Liv.Din. <sub>3</sub> = -8,25 m da p.c.	$\Delta h_3 = 3,84 \text{ m}$

I dati misurati durante la prova sono stati elaborati in modo da ottenere i seguenti grafici:

- Curva tempi-abbassamenti (grafico riportato in Allegato 1);
- Curva portate-abbassamenti o *curva caratteristica* del piezometro (Fig.3);
- Curva  $Q-Q^2/\Delta h$  (Fig.4);

In questo caso la *curva caratteristica*  $Q-\Delta h$  (Fig.3), non presenta bruschi cambiamenti di pendenza, indicando così che durante la prova di pompaggio da noi eseguita non è stato intercettato il punto critico **Qc**.

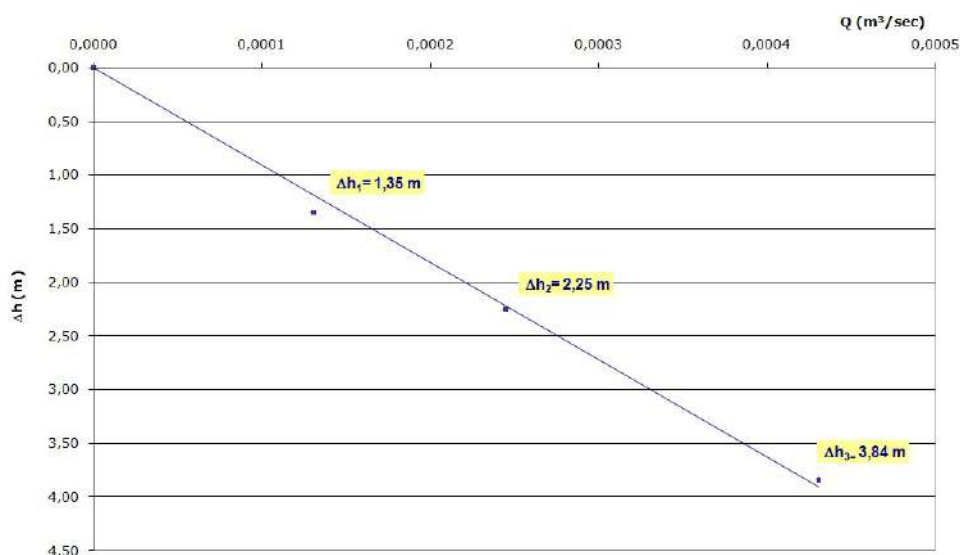


FIG. 3 – CURVA CARATTERISTICA PORTATE Q – ABBASSAMENTI  $\Delta h$  (PZ.2)

Il non raggiungimento del punto critico è dimostrato anche dall'andamento della curva  $Q-Q^2/\Delta h$  rappresentata in Fig.4 (la curva non presenta il tipico andamento gaussiano in cui il punto di massimo rappresenterebbe la portata critica  $Q_c$ ):

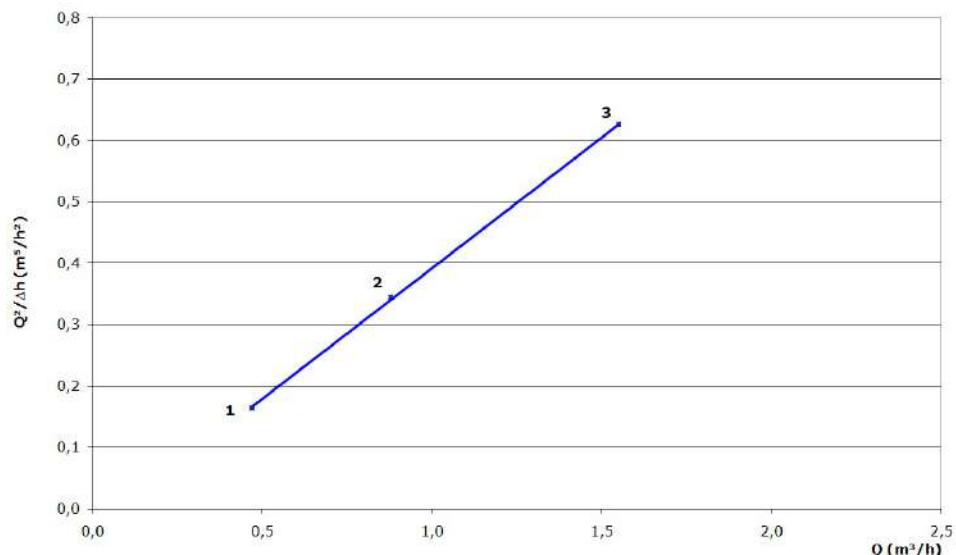


Fig. 2 – CURVA Q – Q²/ΔH (PZ.2)

In base alla prova a gradini eseguita, secondo le ipotesi di *Dupuit* e *Logan* per le falde confinate:

$$Q_c = 2,73 T \Delta h_c / \log (R/r)$$

$$T = K e$$

dove:

$Q_c$  = portata uguale o inferiore a quella critica del pozzo (m³/sec)

$\Delta h_c$  = depressione piezometrica corrispondente a  $Q_c$  (m)

$\log(R/r) = 3,33$

$T$  = trasmissività dell'acquifero (m²/sec)

$e$  = spessore dell'acquifero confinato captato (8 m)

Secondo le ipotesi sopra esposte l'acquifero captato è caratterizzato da una trasmissività  $T$  e da un coefficiente di permeabilità  $K$  pari a:

$$T = 1,29 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{sec}$$

$$K = 1,61 \cdot 10^{-5} \text{ m/sec}$$

Al termine della prova di portata a gradini si è provveduto all'esecuzione di una prova di pompaggio di risalita; la prova ha avuto una durata di soli 70 min sino al raggiungimento di una depressione finale residua pari a 0,02 m.

I dati di campagna misurati

$t_0$  = durata totale del pompaggio, ovvero durata della prova a gradini ( $t_0 = 100$  l/min)

$t'$  = tempo trascorso dall'inizio della prova di risalita

$\Delta h'$  = abbassamento residuo

sono stati elaborati sul grafico semilogaritmico  $\Delta h - \log(t_0 + t'/t')$  riportato in Allegato 2.

Secondo le ipotesi di *Jacob*, per il piezometro Pz.2 è risultato:

$$T = 1,09 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{sec}$$

$$K = 1,36 \cdot 10^{-5} \text{ m/sec}$$

$$S = 0,27 = 27\%$$

Considerato che durante la prova di portata di risalita nel piezometro Pz.2 il livello piezometrico è ritornato alle condizioni statiche dopo soltanto 70 min, si è ritenuto opportuno procedere all'esecuzione di una prova di pompaggio a lunga durata; la prova si è articolata su una portata costante pari a 17,5 l/min (1,05 m<sup>3</sup>/h) ed ha avuto una durata di circa 5 ore. La depressione finale è risultata di 2,51 m.

I dati di campagna sono stati elaborati sul grafico semilogaritmico  $\Delta h$ -log t riportato in Allegato 2.

In base alla prova effettuata si ottengono valori pari a:

$$T = 4,08 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{sec}$$

$$K = 5,09 \cdot 10^{-5} \text{ m/sec}$$

### Pz.3

Il giorno 08/03/2021 si è provveduto all'esecuzione di una prova di pompaggio a lunga durata sul piezometro Pz.3; la prova si è articolata su una portata costante pari a 30 l/min (1,80 m<sup>3</sup>/h) ed ha avuto una durata di 27 ore. La depressione finale è risultata di 0,65 m.

Il **livello statico** all'inizio della prova è stato rilevato a **-4,13 m dal p.c.**: i dati di campagna sono stati elaborati sul grafico semilogaritmico  $\Delta h$ -log t riportato in Allegato 3.

Secondo le ipotesi di *Jacob* per le falde confinate sopra indicate si è ottenuto:

$$T = 9,15 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{sec}$$

$$K = 1,27 \cdot 10^{-4} \text{ m/sec}$$

$$S = 0,021 = 2\%$$

considerando:

Q= portata del pompaggio (Q= 30 l/min)

c = depressione piezometrica corrispondente ad un ciclo logaritmico (c=0,1 m)

t<sub>0</sub>= intercetta con l'asse dei tempi t (t<sub>0</sub>=0,04 sec)

e= spessore dell'acquifero confinato captato (e=7,2 m)

### TABELLA RIASSUNTIVA DEI RISULTATI

	Livello statico (m da p.c.)	Qc	T (m <sup>2</sup> /sec)			K (m/sec)			S
			da prova a gradini	da prova di risalita	da prove di lunga durata	da prova a gradini	da prova di risalita	da prove di lunga durata	
<b>Pz.1</b>	-2,36	23,3 l/min	7,79 · 10 <sup>-5</sup>	2,38 · 10 <sup>-5</sup>	--	1,11 · 10 <sup>-5</sup>	3,40 · 10 <sup>-6</sup>	--	2,5%
<b>Pz.2</b>	-4,41	Non raggiunta	1,29 · 10 <sup>-4</sup>	1,09 · 10 <sup>-4</sup>	4,08 · 10 <sup>-4</sup>	1,61 · 10 <sup>-5</sup>	1,36 · 10 <sup>-5</sup>	5,09 · 10 <sup>-5</sup>	27%
<b>Pz.3</b>	-4,13	Non misurata	--	--	9,15 · 10 <sup>-4</sup>	--	--	1,27 · 10 <sup>-4</sup>	2%

## PROVA DI POMPAGGIO: Prova di Portata a Gradini

Committente: ECOVIP S.r.l.

Ubicazione: Via Francesca n.180 - Comune di Santa Maria a Monte (PI)

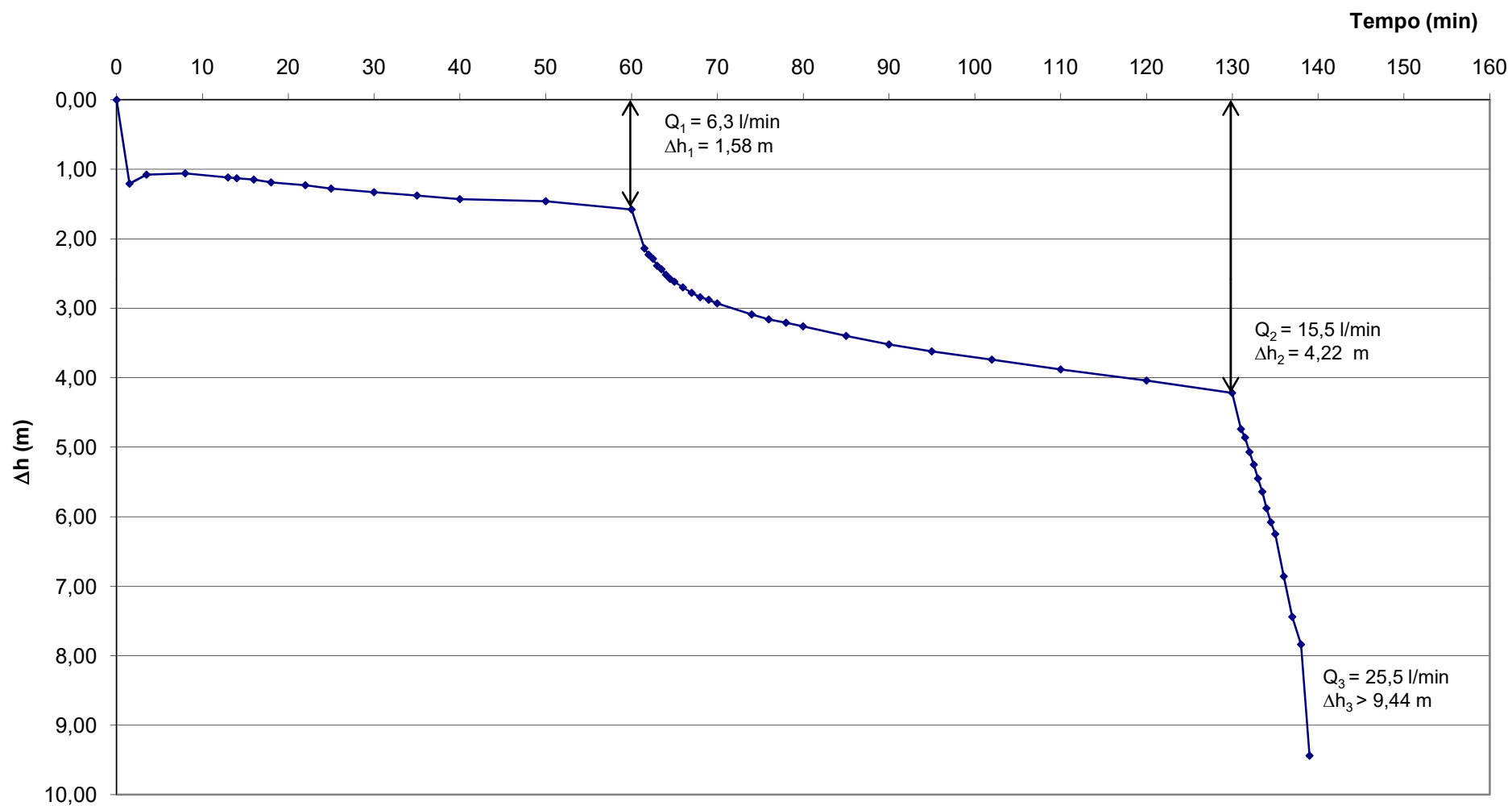
Data: 01/03/2021

Punto di misura: **PZ.1**

Livello statico: -2,36 m dal p.c.

Gradino	Portata Q			Tempo (min)	Livello dinamico (m dal p.c.)	$\Delta h$ (m)	Annotazioni
	(m³/h)	(l/min)	(l/sec)				
1	0,38	6,3	0,11	1,5	3,57	1,21	
				3,5	3,44	1,08	
				8	3,42	1,06	
				13	3,48	1,12	
				14	3,49	1,13	
				16	3,51	1,15	
				18	3,55	1,19	
				22	3,59	1,23	
				25	3,64	1,28	
				30	3,69	1,33	
				35	3,74	1,38	
				40	3,79	1,43	
				50	3,82	1,46	
				60	3,94	1,58	
2	0,93	15,5	0,26	1,5	4,50	2,14	
				2	4,59	2,23	
				2,5	4,65	2,29	
				3	4,75	2,39	
				3,5	4,80	2,44	
				4	4,88	2,52	
				4,5	4,94	2,58	
				5	4,98	2,62	
				6	5,06	2,70	
				7	5,14	2,78	
				8	5,20	2,84	
				9	5,24	2,88	
				10	5,29	2,93	
				14	5,45	3,09	
				16	5,52	3,16	
				18	5,57	3,21	
				20	5,62	3,26	
				25	5,76	3,40	
				30	5,88	3,52	
				35	5,98	3,62	
				42	6,10	3,74	
				50	6,24	3,88	
				60	6,40	4,04	
				70	6,58	4,22	
3	1,53	25,5	0,43	1	7,10	4,74	to = 139 min
				1,5	7,22	4,86	
				2	7,43	5,07	
				2,5	7,61	5,25	
				3	7,81	5,45	
				3,5	8,00	5,64	
				4	8,24	5,88	
				4,5	8,44	6,08	
				5	8,61	6,25	
				6	9,22	6,86	
				7	9,80	7,44	
				8	10,20	7,84	
				9	11,80	9,44	

**ECOVIP S.r.l. - PROVA DI PORTATA A GRADINI PZ.1** (01/03/2021)



PROVA DI POMPAGGIO: Prova di Risalita

Committente: ECOVIP S.r.l.

Ubicazione: Via Francesca n.180 - Comune di Santa Maria a Monte (PI)

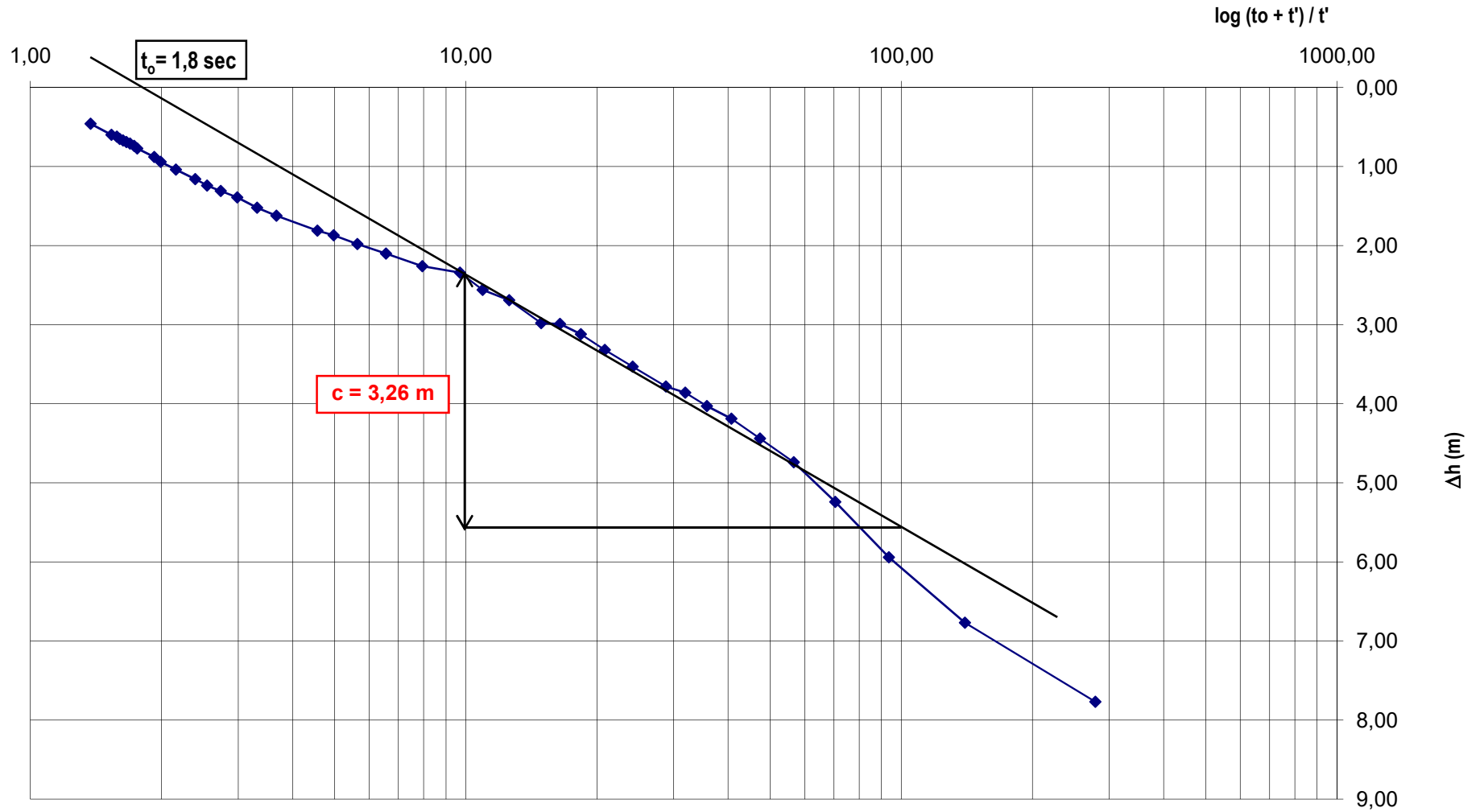
Data: 01/03/2021

Punto di misura: PZ.1

Livello statico: -2,36 m dal p.c.

Ora	Portata Q			Tempo t' (min)	Tempo t' (sec)	t <sub>0</sub> + t' t'	Livello dinamico (m dal p.c.)	Δh (m)	Annotazioni
	(m³/h)	(l/min)	(l/sec)						
t <sub>0</sub> = 139 min				0,5	30	279,00	10,13	7,77	
				1	60	140,00	9,13	6,77	
				1,5	90	93,67	8,30	5,94	
				2	120	70,50	7,60	5,24	
				2,5	150	56,60	7,10	4,74	
				3	180	47,33	6,80	4,44	
				3,5	210	40,71	6,55	4,19	
				4	240	35,75	6,39	4,03	
				4,5	270	31,89	6,22	3,86	
				5	300	28,80	6,14	3,78	
				6	360	24,17	5,89	3,53	
				7	420	20,86	5,68	3,32	
				8	480	18,38	5,48	3,12	
				9	540	16,44	5,35	2,99	
				10	600	14,9	5,34	2,98	
				12	720	12,58	5,05	2,69	
				14	840	10,93	4,92	2,56	
				16	960	9,69	4,70	2,34	
				20	1200	7,95	4,62	2,26	
				25	1500	6,56	4,46	2,10	
				30	1800	5,63	4,34	1,98	
				35	2100	4,97	4,23	1,87	
				39	2340	4,56	4,17	1,81	
				52	3120	3,67	3,98	1,62	
				60	3600	3,32	3,88	1,52	
				70	4200	2,99	3,75	1,39	
				80	4800	2,74	3,67	1,31	
				90	5400	2,54	3,60	1,24	
				100	6000	2,39	3,52	1,16	
				120	7200	2,16	3,40	1,04	
				140	8400	1,99	3,30	0,94	
				150	9000	1,93	3,24	0,88	
				183	10980	1,76	3,13	0,77	
				190	11400	1,73	3,10	0,74	
				200	12000	1,70	3,07	0,71	
				210	12600	1,66	3,05	0,69	
				220	13200	1,63	3,03	0,67	
				230	13800	1,60	3,01	0,65	
				240	14400	1,58	2,98	0,62	
				260	15600	1,53	2,96	0,60	
				371	22260	1,37	2,82	0,46	

AOGRT / AD Prot. 0532873 Data 09/10/2024 ore 15:08 Classifica P.140.020.



## PROVA DI POMPAGGIO: Prova di Portata a Gradini

Committente: ECOVIP S.r.l.

Ubicazione: Via Francesca n.180 - Comune di Santa Maria a Monte (PI)

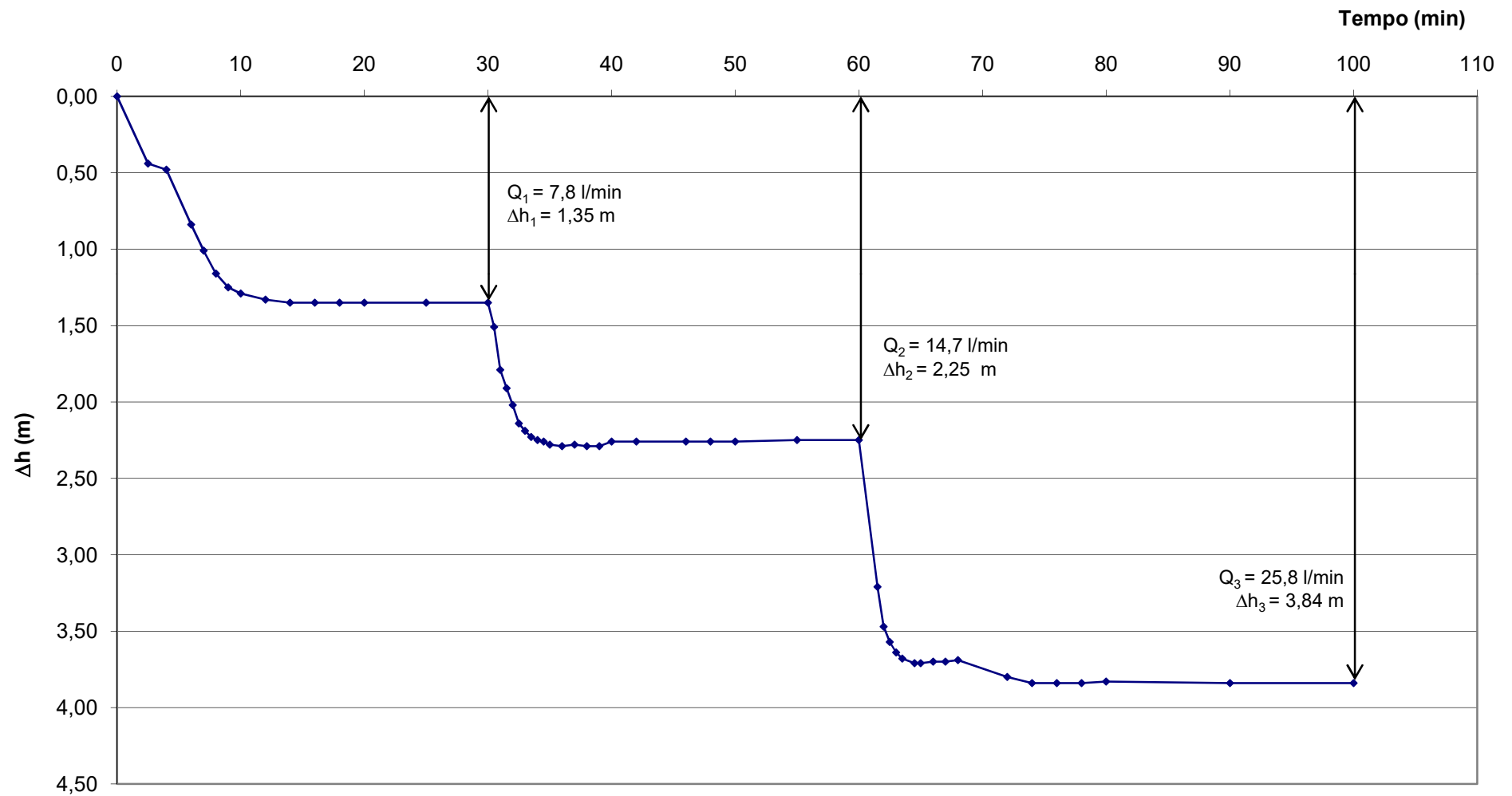
Data: 04/03/2021

Punto di misura: **PZ.2**

Livello statico: -4,41 m dal p.c.

Gradino	Portata Q			Tempo (min)	Livello dinamico (m dal p.c.)	$\Delta h$ (m)	Annotazioni
	(m <sup>3</sup> /h)	(l/min)	(l/sec)				
1	0,47	7,8	0,13	2,5	4,85	0,44	
				4	4,89	0,48	
				6	5,25	0,84	
				7	5,42	1,01	
				8	5,57	1,16	
				9	5,66	1,25	
				10	5,70	1,29	
				12	5,74	1,33	
				14	5,76	1,35	
				16	5,76	1,35	
				18	5,76	1,35	
				20	5,76	1,35	
				25	5,76	1,35	
				30	5,76	1,35	
2	0,88	14,7	0,25	0,5	5,92	1,51	
				1	6,20	1,79	
				1,5	6,32	1,91	
				2	6,43	2,02	
				2,5	6,55	2,14	
				3	6,60	2,19	
				3,5	6,64	2,23	
				4	6,66	2,25	
				4,5	6,67	2,26	
				5	6,69	2,28	
				6	6,70	2,29	
				7	6,69	2,28	
				8	6,70	2,29	
				9	6,70	2,29	
				10	6,67	2,26	
				12	6,67	2,26	
				16	6,67	2,26	
				18	6,67	2,26	
				20	6,67	2,26	
				25	6,66	2,25	
				30	6,66	2,25	
3	1,55	25,8	0,43	1,5	7,62	3,21	to = 100 min
				2	7,88	3,47	
				2,5	7,98	3,57	
				3	8,05	3,64	
				3,5	8,09	3,68	
				4,5	8,12	3,71	
				5	8,12	3,71	
				6	8,11	3,70	
				7	8,11	3,70	
				8	8,10	3,69	
				12	8,21	3,80	
				14	8,25	3,84	
				16	8,25	3,84	
				18	8,25	3,84	
				20	8,24	3,83	
				30	8,25	3,84	
				40	8,25	3,84	

ECOVIP S.r.l. - PROVA DI PORTATA A GRADINI PZ.2 (04/03/2021)



PROVA DI POMPAGGIO: Prova di Risalita

Committente: ECOVIP S.r.l.

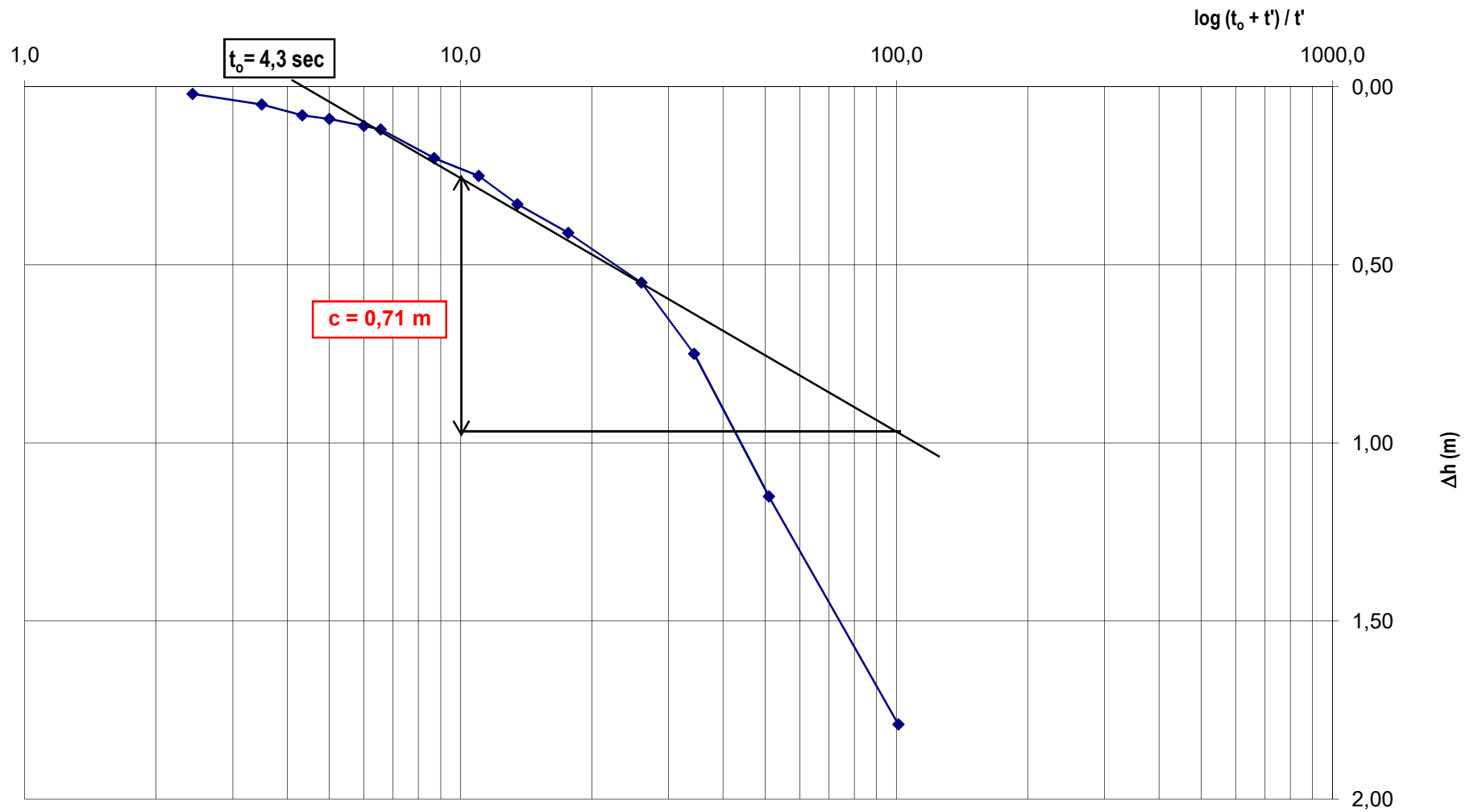
Ubicazione: Via Francesca n.180 - Comune di Santa Maria a Monte (PI)

Data: 04/03/2021

Punto di misura: PZ.2

Livello statico: -4,41 m dal p.c.

Ora	Portata Q			Tempo t' (min)	Tempo t' (sec)	$t_0 + t'$ t'	Livello dinamico (m dal p.c.)	$\Delta h$ (m)	Annotazioni
	(m³/h)	(l/min)	(l/sec)						
t <sub>0</sub> = 100 min				1	60	101,00	6,20	1,79	
				2	120	51,00	5,56	1,15	
				3	180	34,33	5,16	0,75	
				4	240	26,00	4,96	0,55	
				6	360	17,67	4,82	0,41	
				8	480	13,50	4,74	0,33	
				10	600	11,00	4,66	0,25	
				13	780	8,69	4,61	0,20	
				18	1080	6,56	4,53	0,12	
				20	1200	6,00	4,52	0,11	
				25	1500	5,00	4,50	0,09	
				30	1800	4,33	4,49	0,08	
				40	2400	3,50	4,46	0,05	
				70	4200	2,43	4,43	0,02	



**PROVA DI POMPAGGIO: Prova di Portata a Lunga Durata**

Committente: **ECOVIP S.r.l.**

Ubicazione: Via Francesca n.180 - Comune di Santa Maria a Monte (PI)

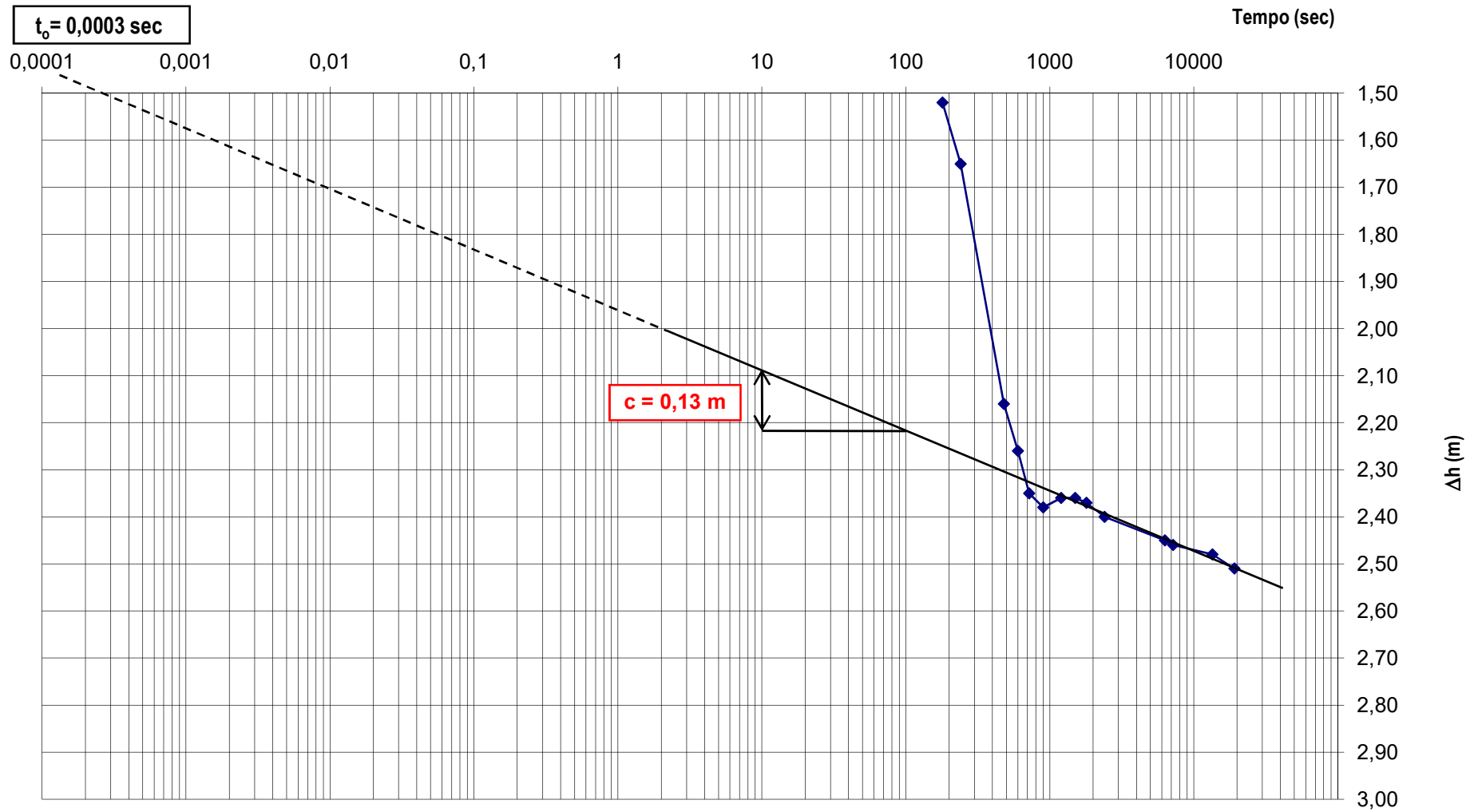
Punto di misura: **PZ.2**

Data: 04/03/2021

Livello statico: -4,41 m dal p.c.

Ora	Portata Q			Tempo (min)	Tempo (sec)	Livello dinamico (m dal p.c.)	Δh (m)	Annotazioni
	(m³/h)	(l/min)	(l/sec)					
13.10	1,05	17,5	0,29	3	180	5,93	1,52	
				4	240	6,06	1,65	
				8	480	6,57	2,16	
				10	600	6,67	2,26	
				12	720	6,76	2,35	
				15	900	6,79	2,38	
				20	1200	6,77	2,36	
				25	1500	6,77	2,36	
				30	1800	6,78	2,37	
				40	2400	6,81	2,40	
				105	6300	6,86	2,45	
				120	7200	6,87	2,46	
				225	13500	6,89	2,48	
				320	19200	6,92	2,51	

ECOVIP S.r.l. - PROVA DI PORTATA A LUNGA DURATA PZ.2 (04/03/2021)



**ALLEGATO 3**

**PROVA DI POMPAGGIO: Prova di Portata a Lunga Durata**

Committente: **ECOVIP S.r.l.**

Ubicazione: Via Francesca n.180 - Comune di Santa Maria a Monte (PI)

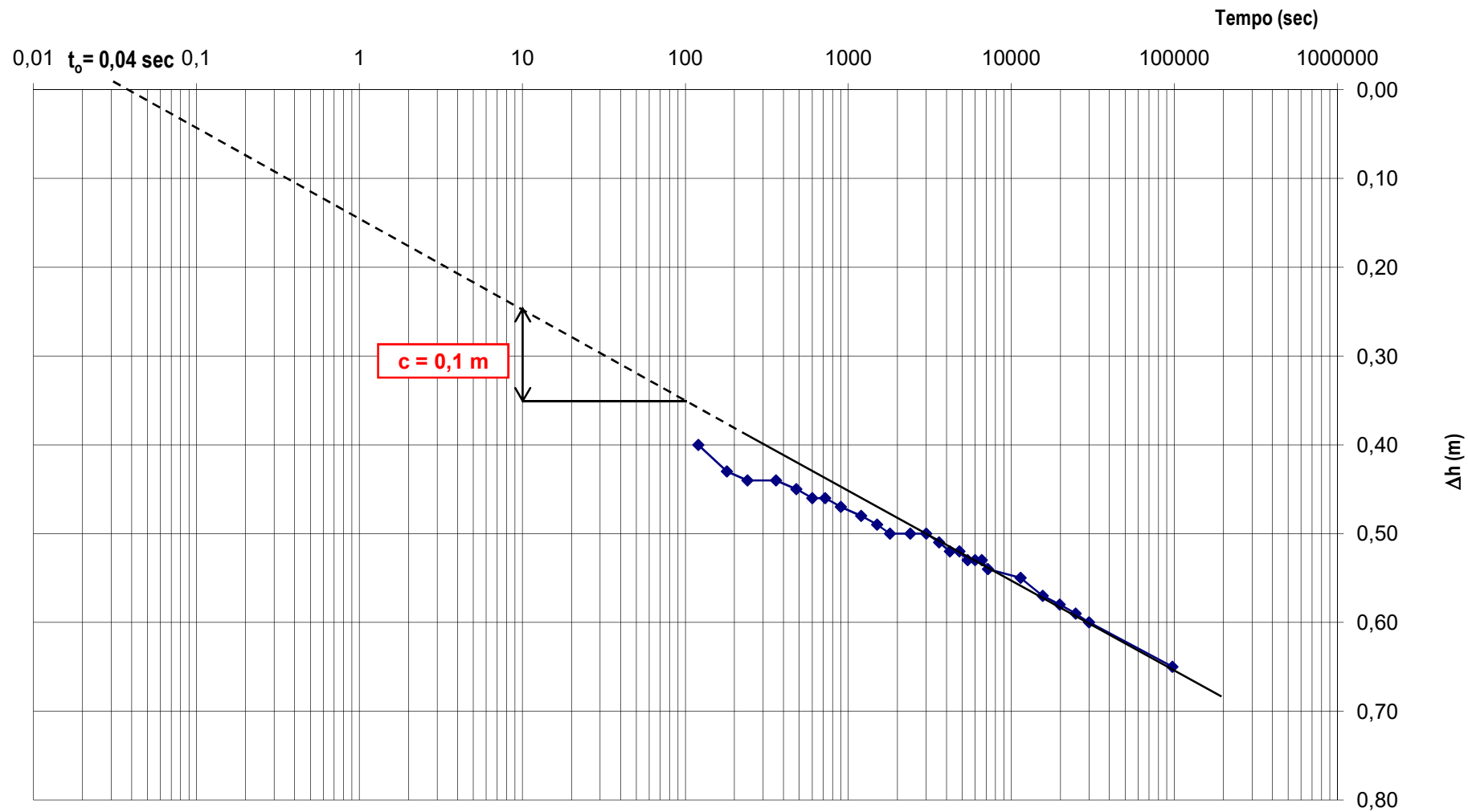
Punto di misura: **PZ.3**

Data: 18/03/2021

Livello statico: -4,13 m dal p.c.

Ora	Portata Q			Tempo (min)	Tempo (sec)	Livello dinamico (m dal p.c.)	$\Delta h$ (m)	Annotazioni
	(m <sup>3</sup> /h)	(l/min)	(l/sec)					
09.20	1,80	30,0	0,50	2	120	4,53	0,40	
				3	180	4,56	0,43	
				4	240	4,57	0,44	
				6	360	4,57	0,44	
				8	480	4,58	0,45	
				10	600	4,59	0,46	
				12	720	4,59	0,46	
				15	900	4,60	0,47	
				20	1200	4,61	0,48	
				25	1500	4,62	0,49	
				30	1800	4,63	0,50	
				40	2400	4,63	0,50	
				50	3000	4,63	0,50	
				60	3600	4,64	0,51	
				70	4200	4,65	0,52	
				80	4800	4,65	0,52	
				90	5400	4,66	0,53	
				100	6000	4,66	0,53	
				110	6600	4,66	0,53	
				120	7200	4,67	0,54	
				190	11400	4,68	0,55	
				260	15600	4,70	0,57	
				330	19800	4,71	0,58	
				413	24780	4,72	0,59	
				500	30000	4,73	0,60	
				1620	97200	4,78	0,65	

ECOVIP S.r.l. - PROVA DI PORTATA A LUNGA DURATA PZ.3 (18/03/2021)





**Autorizzazione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**  
Settore A – Prove di laboratorio su terre  
Decreto 2436 del 14/03/2013 – ART. 59 DPR 380/2001 – Circolare 7618/STC 2010

# LABOTER Srl

## Lab. Geotecnico - C.S.LL.PP. Decr. 2436/13

<b>Committente :</b>	<b>Subsoil Service snc</b>
<b>Cantiere :</b>	<b>EcoVip srl - Santa Maria a Monte (PI)</b>
<b>Verbale Accettazione n° :</b>	<b>133 del 12/03/2021</b>
<b>Data Certificazione :</b>	<b>08/04/2021</b>
<b>Campioni n°:</b>	<b>2</b>
<b>Certificati da n° a n° :</b>	<b>01633 a 01638</b>



**LABOTER S.r.l.**Via Nazario Sauro n.440  
51100 Pistoia  
Tel. 0573 570566  
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance  
Certificato N° 111177-2012-AD-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)  
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA : 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Settore A - Prove di Laboratorio su terre  
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

COMMITTENTE:	Subsoil Service snc		
RIFERIMENTO:	EcoVip srl - Santa Maria a Monte (PI)		
SONDAGGIO:	Pz	CAMPIONE:	1 PROFONDITA': m 3.0-3.5

**CARATTERISTICHE FISICHE**

Umidità naturale	31,2	%
Peso di volume	18,2	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume secco	13,9	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume saturo	18,5	kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico	26,5	kN/m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti	0,911	
Porosità	47,7	%
Grado di saturazione	92,5	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		%
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

**ANALISI GRANULOMETRICA**

Ghiaia	0,1	%
Sabbia	4,4	%
Limo	35,8	%
Argilla	59,7	%
D 10	0,000131	mm
D 50		mm
D 60	0,002036	mm
D 90	0,028551	mm
Passante set. 10	99,9	%
Passante set. 42	99,4	%
Passante set. 200	97,2	%

**PERMEABILITA'**

Coefficiente k	7,481E-09	cm/sec
----------------	-----------	--------

**COMPRESSIONE**

$\sigma$	kPa
$c_u$	kPa
$\sigma_{Rim}$	kPa
$c_{u\ Rim}$	kPa

**TAGLIO DIRETTO**

Prova consolidata-lenta	
$c'$	kPa
$\phi'$	°
$c'_{Res}$	kPa
$\phi'_{Res}$	°

**COMPRESSIONE TRIASSIALE**

C.D.	$C_d$	kPa	$\phi_d$	°
C.U.	$C'_{cu}$	kPa	$\phi'_{cu}$	°
	$C_{cu}$	kPa	$\phi_{cu}$	°
U.U.	$C_u$	kPa	$\phi_u$	°

**PROVA EDOMETRICA**

$\sigma$ kPa	E kPa	$C_v$ cm <sup>2</sup> /sec	k cm/sec

**FOTOGRAFIA****OSSERVAZIONI**

Tipo di campione: Cilindrico		Qualità del campione: Q 5
------------------------------	--	---------------------------

Posizione delle prove		cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
CF	GR	K				
						Argilla con limo, con tracce torbose MUNSELL SOIL COLOR: 10YR 5/3 Brown
			250			Classificazione del terreno in base alla resistenza al pocket penetrometer e vane test
			250			< 24.5 kPa molto molle
						24.5 - 49.1 kPa molle
						49.1 - 98.1 kPa plastico
						98.1 - 196.2 kPa consistente
						196.2 - 392.4 kPa molto consistente
						>392,4 kPa duro
			225		35	

**LABOTER S.r.l.**

Via Nazario Sauro n.440  
51100 Pistoia  
Tel. 0573 570566  
e-mail: laboter@laboterpt.it

DNV Business Assurance  
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)  
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA : 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Settore A - Prove di Laboratorio su terre  
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 01633</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/04/21	Inizio analisi: 26/03/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 133 del 12/03/21		Apertura campione: 26/03/21	Fine analisi: 27/03/21
COMMITTENTE: Subsoil Service snc			
RIFERIMENTO: EcoVip srl - Santa Maria a Monte (PI)			
SONDAGGIO: Pz	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.0-3.5
<u>CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE</u>			
Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10			

**Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 31,2 %**

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo  
☐ Stratificato  
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

--

**LABOTER S.r.l.**

Via Nazario Sauro n.440  
51100 Pistoia  
Tel. 0573 570566  
e-mail: laboter@laboterpt.it

DNV Business Assurance  
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA  
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)  
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA : 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Settore A - Prove di Laboratorio su terre  
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 01634</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/04/21	Inizio analisi: 26/03/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 133 del 12/03/21		Apertura campione: 26/03/21	Fine analisi: 26/03/21
COMMITTENTE: Subsoil Service snc			
RIFERIMENTO: EcoVip srl - Santa Maria a Monte (PI)			
SONDAGGIO: Pz	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.0-3.5
<u>PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE</u>			
Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E			

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

<b>Peso di volume allo stato naturale = 18,2 kN/m<sup>3</sup></b>
---

AOOGRT / AD Prot. 0532873 Data 09/10/2024 ore 15:08 Classifica P.140.020.

--

**LABOTER S.r.l.**

Via Nazario Sauro n.440  
51100 Pistoia  
Tel. 0573 570566  
e-mail: laboter@laboterpt.it

DNV Business Assurance  
Certificato N° 111177-2012-AD-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)  
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA : 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Settore A - Prove di Laboratorio su terre  
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

**CERTIFICATO DI PROVA N°: 01635** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 133 del 12/03/21

DATA DI EMISSIONE: 08/04/21 Inizio analisi: 29/03/21

Apertura campione: 26/03/21 Fine analisi: 31/03/21

COMMITTENTE: Subsoil Service snc

RIFERIMENTO: EcoVip srl - Santa Maria a Monte (PI)

SONDAGGIO: Pz

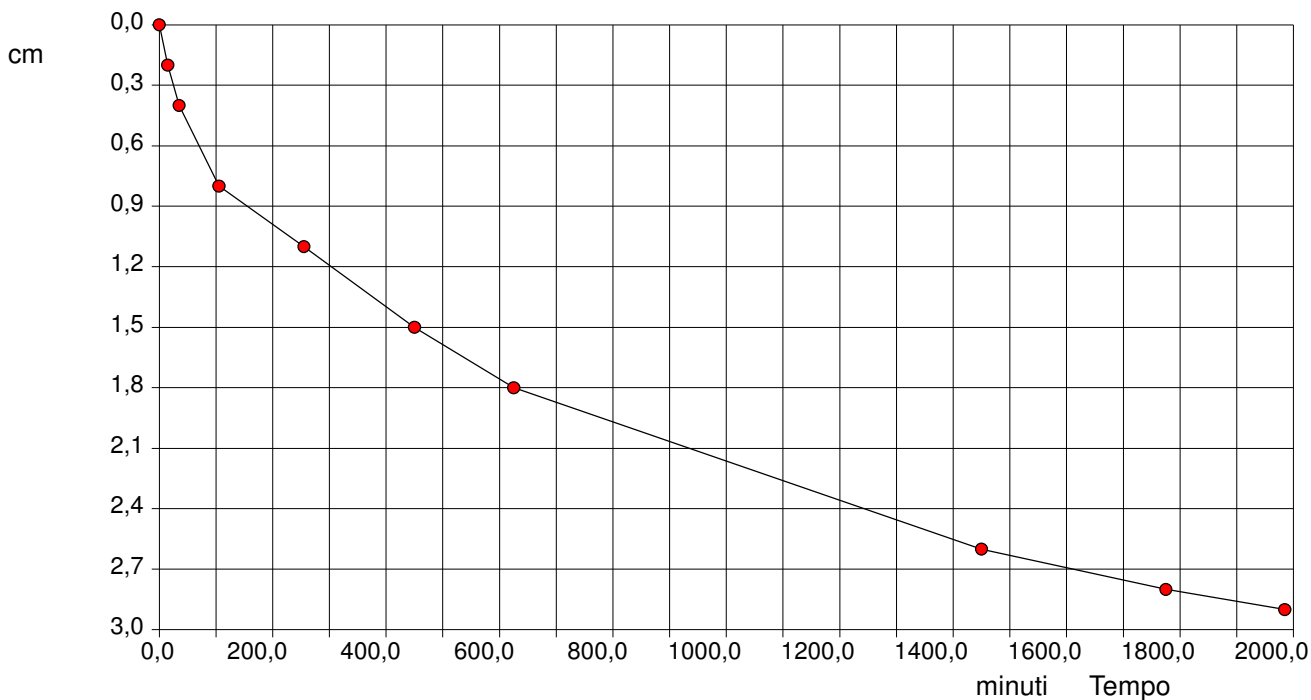
CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 3.0-3.5

PROVA DI PERMEABILITA' A CARICO VARIABILE IN EDOMETRO

CARATTERISTICHE DEL PROVINO			Tempo minuti	Abbassamento tot. cm	Abbassamento parz. cm	Permeabilità cm/sec
Altezza	2,00	cm	15,0	0,2	0,2	1,98E-07
Diametro	5,37	cm	35,0	0,4	0,2	1,49E-07
Sezione	22,62	cm <sup>2</sup>	105	0,8	0,4	8,57E-08
Volume	45,24	cm <sup>3</sup>	255	1,1	0,3	3,02E-08
Massa	83,9	g	450	1,5	0,4	3,12E-08
Peso di volume	18,2	kN/m <sup>3</sup>	625	1,8	0,3	2,63E-08
Umidità	32,0	%	1450	2,6	0,8	1,50E-08
			1775	2,8	0,2	9,64E-09
			1985	2,9	0,1	7,48E-09
Carico idraulico iniziale	50,00	cm				
Coeff. di permeabilità	7,48E-09	cm/sec				

Abbassamento

DIAGRAMMA ABBASSAMENTO - TEMPO

**LABOTER S.r.l.**

Via Nazario Sauro n.440  
51100 Pistoia  
Tel. 0573 570566  
e-mail: laboter@laboterpt.it

DNV Business Assurance  
Certificato N° 111177-2012-AD-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)  
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Settore A - Prove di Laboratorio su terre  
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

**CERTIFICATO DI PROVA N°: 01636** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 133 del 12/03/21

DATA DI EMISSIONE: 08/04/21 Inizio analisi: 02/04/21

Apertura campione: 26/03/21 Fine analisi: 06/04/21

COMMITTENTE: Subsoil Service snc

RIFERIMENTO: EcoVip srl - Santa Maria a Monte (PI)

SONDAGGIO: Pz

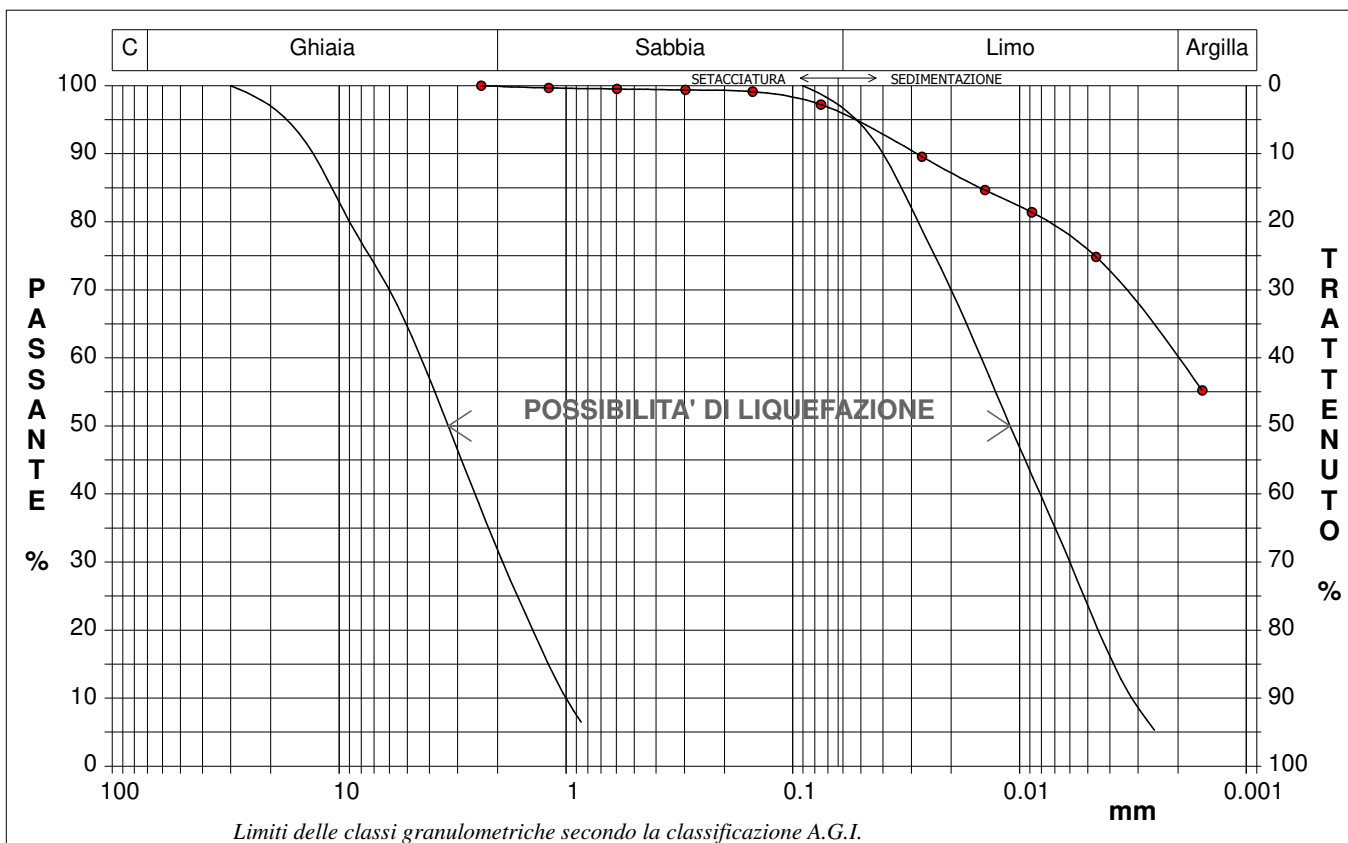
CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 3.0-3.5

**ANALISI GRANULOMETRICA**

Modalità di prova: Norma A.G.I. 1977

Ghiaia	0,1 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99,9 %	D <sub>10</sub>	0,00013 mm
Sabbia	4,4 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99,4 %	D <sub>30</sub>	--- mm
Limo	35,8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	97,2 %	D <sub>50</sub>	--- mm
Argilla	59,7 %			D <sub>60</sub>	0,00204 mm
Coefficiente di uniformità		15,53	Coefficiente di curvatura		---
				D <sub>90</sub>	0,02855 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
2,3600	100,00	0,0750	97,21	0,0016	55,20				
1,1900	99,67	0,0269	89,55						
0,5950	99,51	0,0142	84,65						
0,2970	99,38	0,0088	81,37					Setacci	5
0,1500	99,12	0,0046	74,83					Punti sediment.	5

**LABOTER S.r.l.**

Via Nazario Sauro n.440  
51100 Pistoia  
Tel. 0573 570566  
e-mail: laboter@laboterpt.it

DNV Business Assurance  
Certificato N° 111177-2012-AD-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)  
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA : 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Settore A - Prove di Laboratorio su terre  
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

COMMITTENTE:	Subsoil Service snc	
RIFERIMENTO:	EcoVip srl - Santa Maria a Monte (PI)	
SONDAGGIO:	Pz	PROFONDITA': m

**CARATTERISTICHE FISICHE**

Umidità naturale	16,4	%
Peso di volume		kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume secco		kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume saturo		kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico	26,5	kN/m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti		
Porosità		%
Grado di saturazione		%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

**ANALISI GRANULOMETRICA**

Ghiaia	2,1	%
Sabbia	82,1	%
Limo	13,1	%
Argilla	2,7	%
D 10	0,024105	mm
D 50	0,439543	mm
D 60	0,553338	mm
D 90	1,107354	mm
Passante set. 10	97,9	%
Passante set. 42	48,0	%
Passante set. 200	17,2	%

**PERMEABILITA'**

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

**COMPRESSIONE**

$\sigma$	kPa
$c_u$	kPa
$\sigma_{Rim}$	kPa
$c_{u\ Rim}$	kPa

**TAGLIO DIRETTO**

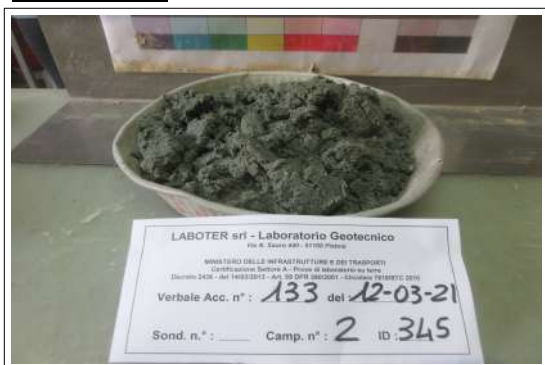
Prova consolidata-lenta	
$c'$	kPa
$\phi'$	°
$c'_{Res}$	kPa
$\phi'_{Res}$	°

**COMPRESSIONE TRIASSIALE**

C.D.	$C_d$	kPa	$\phi_d$	°
C.U.	$C'_{cu}$	kPa	$\phi'_{cu}$	°
	$C_{cu}$	kPa	$\phi_{cu}$	°
U.U.	$C_u$	kPa	$\phi_u$	°

**PROVA EDOMETRICA**

$\sigma$ kPa	E kPa	$C_v$ cm <sup>2</sup> /sec	k cm/sec

**FOTOGRAFIA****OSSERVAZIONI**

Tipo di campione: Massivo		Qualità del campione: Q 2
---------------------------	--	---------------------------

Posizione delle prove		cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
CF	GR	0				Sabbia a grana media limosa, con ciottoli MUNSELL SOIL COLOR: 10YR 6/1 Gray
		5				
		10				
		15				
		20			20	

**LABOTER S.r.l.**

Via Nazario Sauro n.440  
51100 Pistoia  
Tel. 0573 570566  
e-mail: laboter@laboterpt.it

DNV Business Assurance  
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)  
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA : 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Settore A - Prove di Laboratorio su terre  
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 01637</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/04/21	Inizio analisi: 26/03/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 133 del 12/03/21		Apertura campione: 26/03/21	Fine analisi: 27/03/21

COMMITTENTE: Subsoil Service snc		
RIFERIMENTO: EcoVip srl - Santa Maria a Monte (PI)		
SONDAGGIO: Pz	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m

<u>CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE</u>
--

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10
---

<b>Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 16,4 %</b>
--

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo  
☐ Stratificato  
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

--	--	--

**LABOTER S.r.l.**

Via Nazario Sauro n.440  
51100 Pistoia  
Tel. 0573 570566  
e-mail: laboter@laboterpt.it

DNV Business Assurance  
Certificato N° 111177-2012-AD-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)  
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
Settore A - Prove di Laboratorio su terre  
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

**CERTIFICATO DI PROVA N°: 01638** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 133 del 12/03/21

DATA DI EMISSIONE: 08/04/21

Inizio analisi: 02/04/21

Apertura campione: 26/03/21

Fine analisi: 06/04/21

COMMITTENTE: Subsoil Service snc

RIFERIMENTO: EcoVip srl - Santa Maria a Monte (PI)

SONDAGGIO: Pz

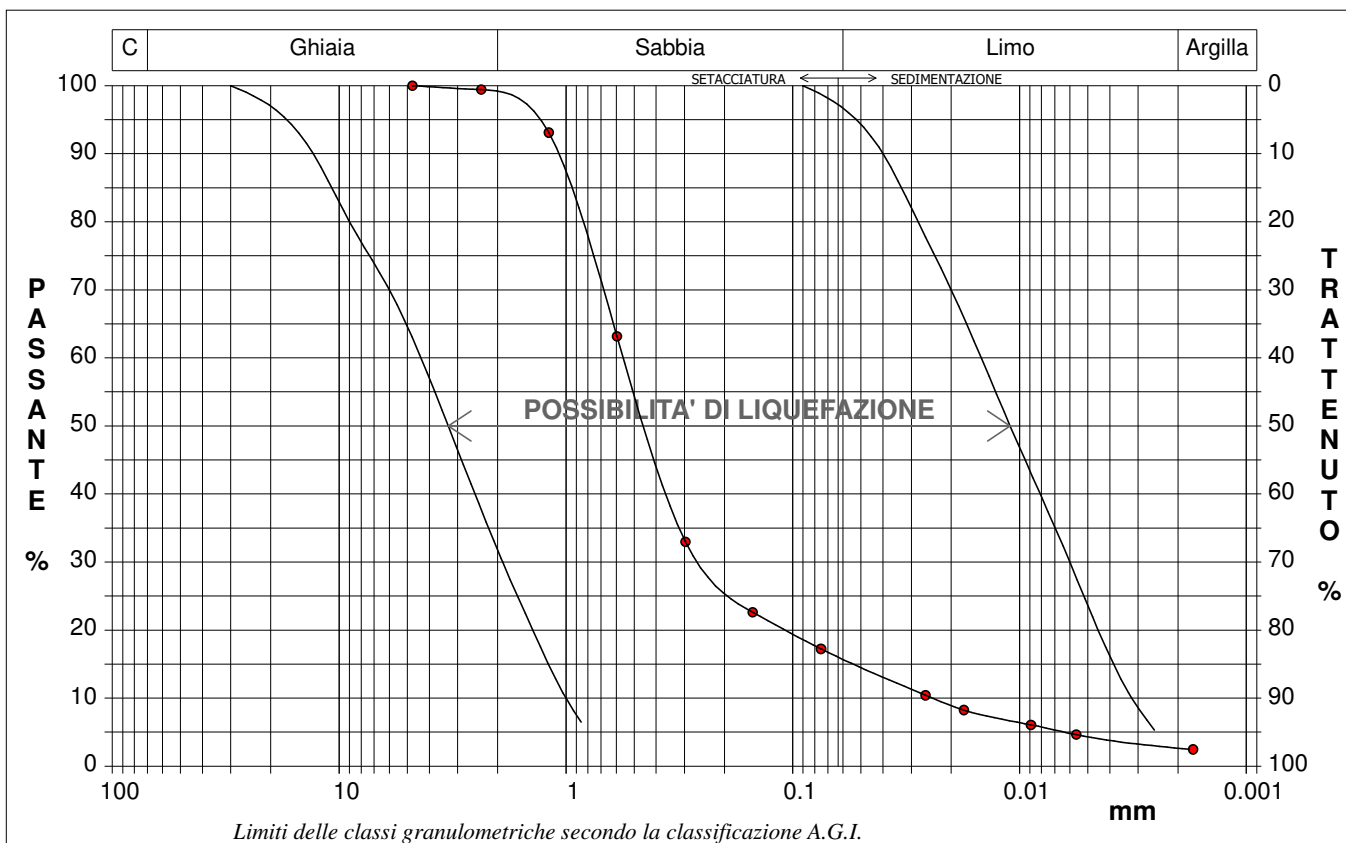
CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m

**ANALISI GRANULOMETRICA**

Modalità di prova: Norma A.G.I. 1977

Ghiaia	2,1 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	97,9 %	D10	0,02411 mm	
Sabbia	82,1 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	48,0 %	D30	0,24412 mm	
Limo	13,1 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	17,2 %	D50	0,43954 mm	
Argilla	2,7 %			D60	0,55334 mm	
Coefficiente di uniformità		22,95	Coefficiente di curvatura	4,47	D90	1,10735 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
4,7500	100,00	0,1500	22,61	0,0056	4,63				
2,3600	99,41	0,0750	17,24	0,0017	2,46				
1,1900	93,11	0,0260	10,41						
0,5950	63,15	0,0176	8,24					Setacci	6
0,2970	32,97	0,0089	6,07					Punti sediment.	5

## Allegato 4

### Oggetto

Verbale di campionamento e spurgo  
Verbale di sopralluogo ARPAT

### Ubicazione

Via Francesca 180  
Comune di Santa Maria a Monte (PI)

### Committente e richiedente

ECOVIP S.r.l.

**Ecovip S.r.l. - Santa Maria a Monte (PI)**  
**Verbale di spurgo e campionamento Piezometri di Monitoraggio**  
**Campionamento di tipo dinamico a bassa portata**

PAUR n° \_\_\_\_\_ del \_\_\_\_\_

Piezometro	Data Spurgo	Data Campion.	Profondità (m)	Diametro (m)	L.s (m)	Quota (m s.l.m)	L.s (m s.l.m)	Portata di spurgo (l/min)	T.spurgo (min)	Volume spurgato (m3)	Volumi piez. spurgati	Ph	T (°)	Cond. (µS)	ORP (mV)
<b>Pz1</b>	23/03/2021	24/03/2021	15,00	0,125	-2,36	15,23	12,87	8,00	90	0,72	3,4	7,4	16,2	971	-25
<b>Pz2</b>	23/03/2021	24/03/2021	15,00	0,125	-4,41	15,37	10,96	8,00	90	0,72	3,0	7,4	16,5	818	-30
<b>Pz3</b>	23/03/2021	24/03/2021	15,00	0,125	-4,13	14,27	10,14	8,00	90	0,72	3,1	7,4	17,4	1324	-36
<b>Pozzo ind</b>		24/03/2021	60,50	---	--	--	--	--	--			7,7	16,5	795	-41

ARPAT - AREA VASTA COSTA - Dipartimento di Pisa

Via Vittorio Veneto, 27- 57127 Pisa

VERBALE DI SOPRALLUOGO AMBIENTALE N. 25

Classificazione PI.01.11.36/2.26

Il giorno 24 del mese di MARZO anno 2021, alle ore \_\_\_\_\_, i sottoscritti FABRIZIO FRANCESCHINI, ANGELA PAULA dipendenti del dipartimento ARPAT di PISA Con la qualifica di CTP e CT

Hanno effettuato un sopralluogo presso ECOVIP srl  
Con insediamento sito in Comune di SANTA MARIA GROTE via/p.zza/loc. \_\_\_\_\_ e sede legale in Comune di \_\_\_\_\_ in via/p.zza/loc. \_\_\_\_\_  
Tipo di attività esercitata GESTIONE RIFIUTI

Legale rappresentante: \_\_\_\_\_ Nato a \_\_\_\_\_ ( ) il \_\_\_\_\_ e Residente a \_\_\_\_\_ ( ) in via/p.zza/loc. \_\_\_\_\_

Il sopralluogo è stato effettuato alla presenza di CARU ULISSE in qualità di AMMINISTRATORE nato a FUCECCHIO (FI) il 28/8/76 e Residente a CERRETO GUIDA (FI) in via/p.zza/loc. PAOLO BORSELLINO 9  
Presente inoltre al sopralluogo LUCA BOCINI (CONSULENTE)  
Motivo del sopralluogo Campionamento acque sotterranee e stoccaggio come da prescrizione (n. prot. 7413 del 1/2/21)

Durante il sopralluogo sono state svolte le seguenti attività Sono stati campionati i tre piezometri presenti di cui due già presenti e il terzo perforato recentemente. Tutti e tre i piezometri sono stati spurgati nella giornata di ieri e nel campionamento attuale il prelievo è stato effettuato dopo stabilizzazione dei parametri di campo. I risultati sono riportati nel verbale di campionamento. Tutti e tre i piezometri hanno una buona ricarica con acque limpide. È stato prelevato anche un campione di acqua sotterranea prelevata dal pozzo industriale. Sono stati campionati anche i terreni come previsti dall'atto prescrittivo citato. Il campione è stato prelevato con scavo manuale a 20 cm di profondità. Le pubblicazioni sono riportate in planimetria allegata.

<sup>1</sup> Specificare il Profilo professionale e l'eventuale qualifica di UPG.

Durante il sopralluogo sono/non sono stati eseguiti rilievi fotografici che saranno riportati in un rapporto fotografico.

Durante il sopralluogo è stato osservato:

1. Visione delle carte del piezometro recente (orizzale e limi fino a 7m)
2. poei solbie anche prossimane sottostanti)
3. Piezometri graduati in e con acque chiare
- 4.

Durante il sopralluogo è stata richiesta la seguente documentazione:

1. Relazioni geologica e idrogeochimica come da richiesta RT
- 2.
- 3.
- 4.

la documentazione di cui ai punti 1 è stata acquisita in copia da ARPAT. Si richiede che la restante documentazione di cui ai punti 1, non immediatamente disponibile, venga inviata al Dipartimento/Servizio sub-provinciale ARPAT di PISA entro 60 giorni dalla data del sopralluogo.

Le parti presenti hanno dichiarato

Il presente verbale, costituito da n. 2 pagine, viene redatto in n. 2 copie, di cui n. 1 viene rilasciata a BARLIV, e n. 1 viene rilasciata a BOCCHI LUCIA, che legge, conferma e sottoscrive (ovvero) non sottoscrive e rifiuta la copia del verbale perché

in qualità di

Al presente verbale sono allegati: VERBALE DI CAMPIONAMENTO e PLANIMETRIA CAMPIONAMENTO TERRENI

Il presente verbale viene concluso e sottoscritto alle ore

I verbalizzanti Felice Foccalini

La parte

## Dipartimento di Pisa

Via Vittorio Veneto, 27 \_ 56127 Pisa tel. 055.32061 - fax 055.5305605

## PARTE A

VERBALE DI ACQUISIZIONE <input checked="" type="checkbox"/> IN CAMPO <input type="checkbox"/> SUCCESSIVA	N° 20210324-00834-1 del 24/03/2021
Prelevato da: ARPAT	DENOMINAZIONE SITO: ECOVIP SRL
Destinatario RdP: Dott. FRANCESCHINI	
Amministrazione competente: REGIONE	FASCICOLO FREEDOCs: PI.01.11.36/2.26

Alle ore 09:00 del giorno 24/03/2021 i sottoscritti Franceschini Fabrizio, Palla Angela hanno effettuato un sopralluogo presso ECOVIP SRL Via/Piazza FRANCESCA 180 LOC. POZZOLUNGO PONTICELLI nel Comune di SANTA MARIA A MONTE, ed hanno prelevato/acquisito i campioni, come di seguito indicato:

TIPO CAMPIONE: ☐ acque/sotterranee/piezometri ☐ acque/sotterranee/pozzi ☐ acque/superficiali/dilavamento

N°. Pratica ARPALAB (a cura dell'Uff. accettazione):

N° ARPALAB CAMPIONE (a cura dell'Uff. accettazione)	PUNTO DI CAMPIONAMENTO (esempio: PZ1)	Subaliquote									
		P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	
	PZ1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	PZ2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	PZ3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

Prove e misure in campo		Fonte: <input type="checkbox"/> Ditta <input type="checkbox"/> Arpat esecutore ( Strumento )					
Punto di campionamento	Soggiacenza (m)	T (°C)	pH	Conducibilità (mS/cm)	Potenziale Redox (mV)	Ossigeno (mg/L)	
		Metodo: APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003	Metodo: APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	Metodo: APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003	Metodo: APHA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, ed 22nd 2012, 2580	Metodo: ASTM D888-12e1 Metodo B (ossimetro a membrana) ASTM D888-12e1 Metodo C (ossimetro a luminescenza)	
PZ1	-2,36	16,2	7,35	971	-25,4		
PZ2	-4,41	16,5	7,38	818	-29,7		
PZ3	-4,13	17,4	7,41	1324	-35,9		
pozzo	/	16,48	7,69	795	-41,4		

Procedura di campionamento	D.Lgs 152/2006 e s.m.i. - APAT Man 42/06 2006 (Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati), APAT-IRSA CNR Met. 1030 Man 29/03: 2003 (Metodi campionamento)
Normativa / Limiti di riferimento	T.2, All.5, Tit.V, Par IV, D.Lgs 152/06 se non altrimenti specificato nelle note sottostanti
NOTE:	
Il presente verbale viene letto, confermato e sottoscritto. Una copia viene consegnata al Sig. <u>ULISSE CARLI</u> in qualità di <u>AMMINISTRATORE</u>	
Le aliquote per le analisi chimiche insieme con il presente verbale, sono consegnate all'accettazione del Dipartimento ARPAT di <u>PISA</u> in data <u>24-3-21</u> alle ore. _____	

La Parte

Verbalizzante/i

ARPAT - LABORATORIO AREA VASTA COSTA Tabella Acque sotterranee non in sito di bonifica (aggiornamento 01/04/2020)												
Subaliquota Prova P	Parametro	U.d.M.	Richiesta (Barrare)	Limiti in deroga	Tipo	Contenitore	Riempimento	Stabilizzazione	Conservazione	Note	Struttura SL AV	S.A.
P 01	Metalli (16 elementi) (19 elementi) (1)	µg/L	X		G H	PE 100 mL o 250 mL	NCR	Acidificato pH<2 con HNO3 67-69% per analisi in traccia, conc. Hg<=0.1 ppb 0.5 mL per 100 mL campione	R	Filtrare in campo con membrana 0.45 µm	Chimica M/a Maradi 114, Livorno	Metalli
P 02	Mercurio	µg/L	X		N	VETRO 100 mL			R			
P 03	Cromo esavalente (Cr VI)	µg/L	X		G	PE 100 mL	NCR	T.Q.	C	Congelare		
P 04	Anioni maggiori (Cloruri, Solfati, Nitrati)	µg/L	X		H	PE 250 mL	NCR	T.Q.	R	Filtrare in campo con membrana 0.45 µm		
	Fluoruri	µg/L										
	Cationi maggiori (Potassio, Sodio, Calcio, Magnesio)	mg/L	X									
P 05	COD		X		G	PE 100 mL		H2SO4 pH <2	R			
	Fosforo Totale	mg/L	X									
	Azoto ammoniacale (NH4+)	mg/L	X									
P 06	Bicarbonati	mg/L	X		G	PE 100 mL	CR	T.Q.	R			
	Nitriti	mg/L										
	Idrocarburi totali (espressi come n-esano)				somma di Idrocarburi pesanti (C10-40) e leggeri (C6-10) necessarie aliquote descritte di seguito							
P 07	Idrocarburi pesanti (C10-C40)	µg/L	X		M	Vetro scuro Cilindrica c.s.1000 mL	NCR 5	acidificare con HCl a pH<2	R	NCR 5 cm dal bordo collo stretto	Chimica 2/a Maradi 114, Livorno	ARCO
P ____	Idrocarburi leggeri (C6-C10)	µg/L			V	2 x Vial 40 mL ***	CR riempire lentamente	T.Q.	R	riempire lentamente		
	1,2,3-Tricloropropano***	µg/L										
	1,2-dibromoetano***	µg/L										
P 08	MTBE	µg/L			V	3 x Vial 40 mL	CR riempire lentamente senza gorgogliamento	T.Q.	R	Tappo a vite sotto in teflon (lucido) a contatto con liquido.		
	ETBE	µg/L										
	Aromatici BTEXS (5)	µg/L	X									
	Clorobenzeni (9)	µg/L	X									
	Alifatici Clorurati Cancerogeni (6)	µg/L	X									
	Alifatici Clorurati non Cancerogeni (7)*	µg/L	X									
	Alifatici Alogenati Cancerogeni (8)**	µg/L	X									
P ____	Ftalati	µg/L			M	Vetro scuro 1000 mL controllato in teflon o foglio alluminio	NCR 5	T.Q.	R	controtappo in teflon (parte lucida) rivolto verso il liquido. Evitare la plastica	Chimica 2/a Maradi 114, Livorno	Micro inquinanti
P 09	IPA (9 cogeni)(4)	µg/L	X		M	Vetro scuro 1000 mL	CR	T.Q.	R	non utilizzare contenitori di trasferimento in plastica		
	PCB	µg/L	X									
	Diossine e Furani	I-TEQ ng/L										
P ____	Fitofarmaci (10 sostanze) (2)	µg/L			M	Vetro scuro 1000 mL	CR	T.Q.	R			
	Penta ed Esaclorobenzene	µg/L										
P ____	PFAS	µg/L										
P ____	Fenoli e Cloro fenoli (3)	µg/L			M	Vetro scuro 1000 mL		Acido Solforico pH < 2	R	non utilizzare contenitori di trasferimento in plastica	Chimica Siena	
P ____	Cianuri Liberi	µg/L			G	PE 100 mL	NCR (al buio)	NaOH 6,25N (0,4mL/100mL)	R		Chimica 1 Firenze	1 B

**Legenda**

Parametro	Denominazione del parametro richiesto
U.d.m.	Unità di misura del parametro
Richiesta	Barrare il parametro di cui è richiesta l'analisi
Limiti	Indicare i limiti in deroga previsti nell'atto di autorizzazione
Tipo	Tipologia di contenitore da usare per il prelievo; vedere documento: Campionamento foto contenitori in Omnibus AREA VASTA COSTA Settore Laboratorio
Contenitore	Indicare il materiale e il volume del contenitore da utilizzare. Esempio: Vetro, PE = Polietilene, PP= Polipropilene, Vial 40 mL.
Riempimento	Indicare le modalità di riempimento del contenitore. Esempio: CR= completamente riempito, all'orlo, non lasciare spazi vuoti. NCR = non completamente riempita lasciare circa 3 cm dall'orlo (NCR3), oppure 5 cm dall'orlo (NCR5)
Stabilizzazione	Indicare le modalità stabilizzazione della sub aliquota. Esempio TQ = tal quale, HNO <sub>3</sub> 1mL/100mL, HCl fino pH=2.
Conservazione	Indicare la temperatura di conservazione: A=ambiente, R=Refrigerato (1-10°C), C=da congelare entro 24 h
Note	Eventuali precauzioni a cui attenersi
Struttura AV	Denominazione struttura Settore laboratorio a cui è destinata la sub aliquota. Indicato dal laboratorio secondo la propria organizzazione interna
SA	Sezione Analitica. Ad uso dell'ufficio accettazione per lo smistamento
ID	Codice sub aliquota utilizzato in AVCentro. Il codice viene indicato dal laboratorio ed è funzionale all'organizzazione interna dello stesso
*	Alifatici Clorurati non Cancerogeni escluso 1,2,3-Tricloropropano che deve essere campionato in vial separata se richiesto (LD<0,1ng/l)
**	Alifatici Alogenati Cancerogeni escluso 1,2-Dibromoetano che deve essere campionato in vial separata se richiesto (LD<0,1ng/l)
***	Se richiesti idrocarburi C6-C10 + solventi + ricerca 1,2,3-Tricloropropano e 1,2-dibromoetano con LR < 0,1ng/L = le vials necessarie sono in totale 5.
1	Al. Ag, As, B, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Ti, V, Zn.
2	Alachlor, Aldrin, HCH (alfa,beta,lindano), Atrazina, Chlordano, Dieldrin, Endrin, DDT's, Sommaria.
3	2-clorofenolo, 2,4-diclorofenolo, 2,4,6-triclorofenolo, pentaclorofenolo.
4	Benzo(a)antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)Perilene, Crisene, Dibenzo(a,h)antracene, Indeno(1,2,3-c,d)pirene, Pirene, Sommaria IPA (31,32,33,36)
5	benzene, toluene, etilbenzene, p-xilene, m-xilene, o-xilene, stirene
6	Clorometano, Triclorometano (cloroformio), cloruro di vinile, 1,2-dicloroetano, 1,1-dicloroetilene, Tricloroetilene, Tetracloroetilene, Esaclorobutadiene, Sommaria organoalogenati
7	1,1-dicloroetano, 1,2-dicloroetilene, 1,2-dicloropropano, 1,1,2-tricloroetano, 1,1,2,2-tetracloroetano (escluso 1,2,3-Tricloropropano)*
8	Bromoformio, bromodichlorometano, dibromoclorometano (escluso 1,2-Dibromoetano)**
9	monoclorobenzene, 1,2-diclorobenzene, 1,4-diclorobenzene, 1,2,4-triclorobenzene, 1,2,4,5-tetraclorobenzene. Eccetto penta ed esaclorobenzene.

**Note**