

1.0	Cantina Castellare Frescobaldi_RGL_A5	Geol. Riccardo Martelli	Geol. Riccardo Martelli	Geol. Riccardo Martelli	Novembre 2022
REVISIONE	NOME FILE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA

PROGETTO: REALIZZAZIONE DI CANTINA E FRANTOIO IN LOC. CASTELLARE, FRAZ. SIECI – COMUNE DI PONTASSIEVE (FI)

RICHIEDENTE: SOC. MARCHESE FRESCOBALDI S.P.A.

PROGETTISTA: DOTT. ARCH. DANIELE DEL CUCINA

OGGETTO: RELAZIONE GEOLOGICA

ai sensi del D.M. 17.01.2018 e Circ. Min. LL.PP. 7/2019, L.R.65/2014 e s.m.i., D.G.R. n. 431/2006, DPGR 53/R, D.P.G.R. 1/R/2022, L.R. 41/2018, Del.C.R. 11/2000, norme P.A.I., R.U. Comune di Pontassieve, N.T.A. PAI e PGRA Aut. Distretto Appennino Settentrionale.



Via Aretina, 362 – Loc. Ellera, FIESOLE (FI)
 Tel.: +39 55 6594919
 Fax: +39 55 6594919
 Por. +39 335 6323692
 E-mail: martelli@studiogeologico.it
 P.e.c.: riccardo.martelli@epap.sicurezzapostale.it
 Web: www.studiogeologico.it

P. Iva: 04771480482
 Ordine dei Geologi della Toscana n. 913
 Albo CTU Tribunale di Firenze n. 8851
 Albo Periti Tribunale di Firenze n. 354

INDICE

1	Introduzione	2
2	Norma di riferimento	4
3	Inquadramento geografico	6
4	Aspetti geologici e geomorfologici	8
4.1	Inquadramento geologico strutturale generale	8
4.2	Inquadramento geologico strutturale generale	8
4.3	Stratigrafia	9
4.4	Assetto geomorfologico	11
4.4.1	<i>Lineamenti fisiografici generali</i>	11
4.4.2	<i>Inquadramento geomorfologico locale</i>	11
4.5	Monitoraggio piezometrico	13
4.5.1	<i>Idrografia e idrologia</i>	14
4.6	Compatibilità con cartografie di enti ed istituzioni	14
4.6.1	<i>Piano di Assetto Idrogeologico (PAI)</i>	14
4.6.2	<i>Piano di gestione del rischio alluvioni (PGRA) - Distretto Appennino Settentrionale</i>	16
4.6.3	<i>Inventario Fenomeni franosi in Italia (Progetto IFFI)</i>	17
4.7	Compatibilità con gli strumenti urbanistici comunali	18
5	Indagini geologiche	23
5.1	Sondaggi a carotaggio continuo	23
5.2	Prove di laboratorio geotecnico	27
5.3	Prove penetrometriche	28
5.4	Indagine sismica Down-Hole	29
5.5	Indagini sismiche HVSR	31
5.6	Indagine Masw	32
6	Caratteristiche di sismicità dell'area	33
7	Considerazioni sull'interazione fra terreno e struttura	34

TAVOLE

TAV. 1 – SEZIONI GEOLOGICHE

TAV. 2 – MODELLO 3D SOTTOSUOLO

ALLEGATI

ALL. A – SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO

ALL. B – CERTIFICATI LABORATORIO GEOTECNICO

ALL. C – ELABORATI PROVE PENETROMETRICHE

ALL. D – INDAGINI GEOFISICHE

1 INTRODUZIONE

Su incarico della Soc. Marchese Frescobaldi S.p.a. viene redatta la presente relazione che analizza gli aspetti geologici, geomorfologici e idrogeologici d'interesse per la progettazione definitiva ed esecutiva di un complesso ad uso produttivo formato da un deposito-cantina e da un frantoio, curata dal Dott. Arch. Daniele del Cucina. L'area di intervento è posta in loc. Castellare, Fraz, Sieci, Comune di Pontassieve.

Lo scopo dello studio consiste nell'illustrare gli elementi geologici e geomorfologici utili a definire i principali aspetti riconducibili alla natura ed alle caratteristiche dei terreni che interagiranno con l'opera in esame.

Nei riguardi dell'inquadramento geologico e geomorfologico il lavoro definisce l'assetto strutturale e litostratigrafico, la morfologia evolutiva del territorio e la verifica degli elementi di rischio esistenti, anche in relazione agli strumenti di pianificazione emessi dagli enti competenti. Il lavoro identifica inoltre la sismicità storica e recente, la pericolosità sismica e la categoria di suolo i sensi delle NTC 2018.

La presente relazione è strutturata come specificato di seguito:

- nel **capitolo 1** viene la normativa nazionale e regionale di riferimento;
- nel **capitolo 2** viene fornito un inquadramento geografico entro il quale si colloca la singola area analizzata;
- nel **capitolo 3** sono elencate e descritte le indagini geognostiche e geofisiche eseguite ed utilizzate per la caratterizzazione dei siti d'intervento;
- nel **capitolo 4** si riassumono gli aspetti geologici e geomorfologici dell'area e degli eventuali dissesti, fornendo una sintesi degli elementi cartografici pubblicati dagli Enti e degli elementi rilevabili in sito utilizzabili per definire l'interferenza tra elementi di progetto ed elementi di dissesto;
- nel **capitolo 5** sono riportate le descrizioni degli elementi salienti dal punto di vista progettuale dell'ambito di progetto;

In allegato alla relazione è riportata la cartografia geologica e geomorfologica di dettaglio.

I certificati delle indagini geognostiche sono riportati in fascicoli a parte allegati al progetto.

Si rimanda agli elaborati geotecnici e strutturali per la definizione dei parametri caratteristici di calcolo e verifica delle fondazioni. Si rimanda alla relazione sismica per la definizione dei parametri sismici di progetto.

Considerata la tipologia del progetto in esame, ai sensi delle NTC 2018 e del regolamento regionale DPGR 1/R/2022, il presente studio si è basato sull'analisi dei dati ricavati da un'apposita campagna geognostica costituita dall'esecuzione di n. 3 sondaggi a carotaggio continuo con prove di laboratorio geotecnico e di n. 5 prove penetrometriche dinamiche. Le caratteristiche sismiche dell'area sono state definite a mezzo di una prova sismica in foro down-hole, una prova Masw e prove HVSR.

I dati sono stati integrati con il rilevamento diretto dell'area, con l'analisi dei dati dello strumento urbanistico comunale vigente, della cartografia dell'Autorità di Distretto Appennino Settentrionale, di altri strumenti di programmazione territoriale, nonché con i dati bibliografici della letteratura tecnico scientifica disponibili.

2 NORMA DI RIFERIMENTO

Lo studio è stato realizzato nel rispetto e in ottemperanza alla normativa vigente, ed elencata di seguito.

- Legge 464/84. Norme per agevolare l'acquisizione da parte del Servizio geologico (Dipartimento Difesa del Suolo dell'APAT) della Direzione generale delle miniere del Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato di elementi di conoscenza relativi alla struttura geologica e geofisica del sottosuolo nazionale.
- Ministero delle Infrastrutture e degli Interni (2008). NTC 2008: Norme Tecniche delle Costruzioni
- Ministero delle Infrastrutture e degli Interni (2018). NTC 2018: Norme Tecniche delle Costruzioni
- Ministero delle Infrastrutture e degli Interni (2019). Circolare n.7 C.S.LL.PP.: Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018.
- Presidenza del Consiglio dei Ministri (2003). Ordinanza OPCM 3274/2003: Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- Presidenza del Consiglio dei Ministri (2006). Ordinanza OPCM 3519/2006: Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.
- Presidenza della Repubblica (2001). DPR 380/2001: Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.
- Normativa dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno: il DPCM 6.05.2005 di approvazione del Piano stralcio Assetto Idrogeologico (PAI); il DPCM 226/1999 Piano stralcio per la Riduzione del Rischio Idraulico; il Piano di Gestione delle Acque (PGA) del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale, adottato con Delibera 230 del 17/12/2015 del Comitato Istituzionale; il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale, adottato con Delibera 231 del 17/12/2015 del Comitato Istituzionale;
- Legge Regione Toscana n. 41/18 - Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 e smii;
- Legge Regione Toscana n. 65/14
- Regolamento regionale DPGR 1/R/22 e relative direttive tecniche;

- Strumenti Urbanistici comunali
- Del. GRT n. 421 del 26/05/2014: classificazione sismica dei Comuni della Regione Toscana.

3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area di studio risulta essere posta nel territorio comunale di Pontassieve (FI), in località Sieci, al margine sud-orientale del centro abitato di Sieci in località Castellare, confinante a NO con la zona produttiva e a SE con l'impianto di depurazione delle acque reflue di Aschietto.

L'area è cartografata nella carta in scala 1:25000 dell'I.G.M.I. ricade nel Foglio n. 276 IV quadrante ". Nella carta tecnica CTR in scala 1:10000 della Regione Toscana ricade all'interno della sezione 267070.

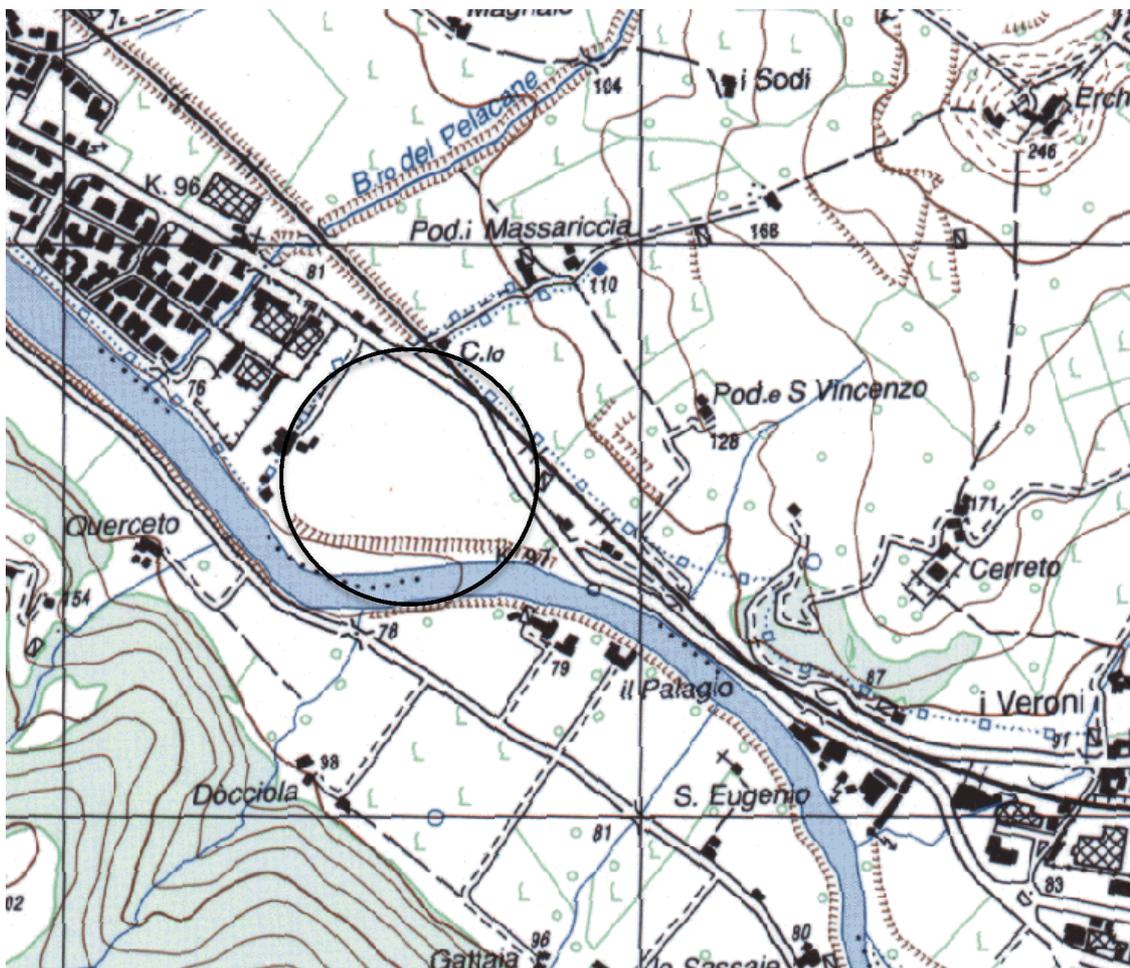


Figura 3-1: Inquadramento geografico dell'area (Stralcio Foglio 106-4° quadr. "Firenze" - scala 1:25000)

Morfologicamente l'area è posta entro una fascia altimetrica che va da +79 a +81 m s.l.m., in una zona pressoché pianeggiante, posta in destra idrografica del Fiume Arno, da cui dista circa 250 m.

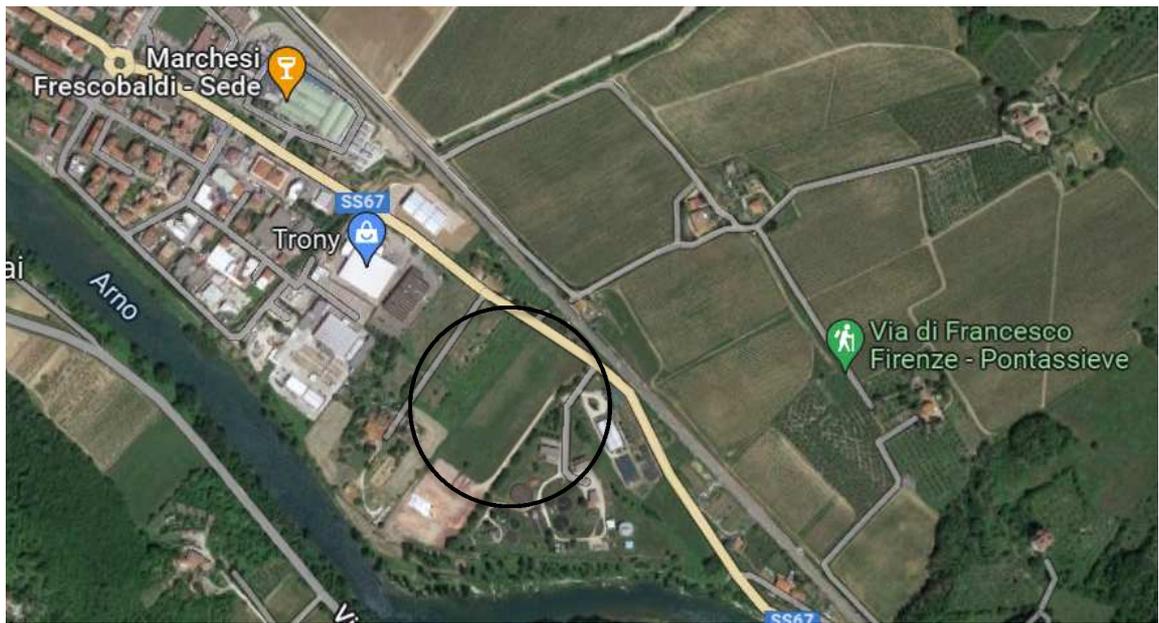


Figura 3-2 - Inquadramento geografico dell'area di intervento 01N (da Google Maps).

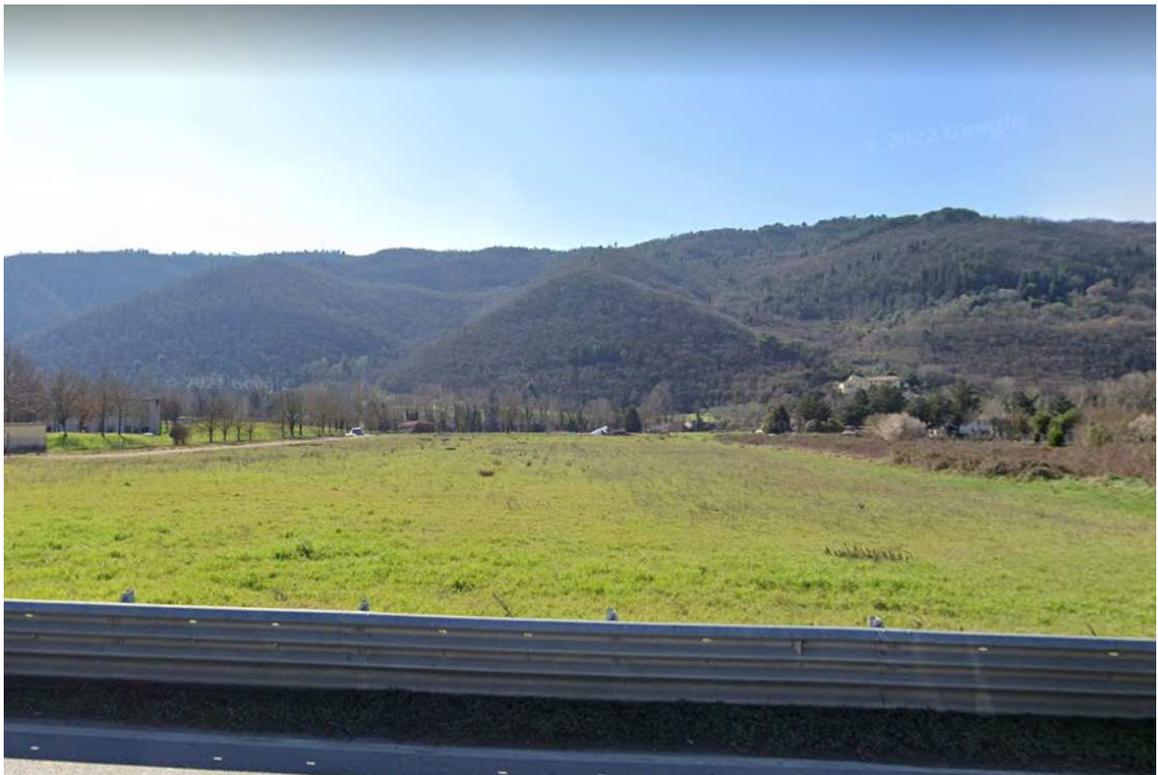


Figura 3-3 – Immagine area dell'intervento 01N.

4 ASPETTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

4.1 Inquadramento geologico strutturale generale

Lo studio della macro-area di interesse, finalizzato alla definizione delle sue caratteristiche geologico-geomorfologiche e delle eventuali criticità presenti, è avvenuto attraverso il reperimento di tutti i dati disponibili presso i vari enti pubblici ed ogni altro dato ritenuto significativo per l'elaborazione del modello geologico e geomorfologico.

4.2 Inquadramento geologico strutturale generale

L'area in esame si localizza nel bacino del Fiume Arno e più precisamente nella zona di transizione fra il Valdarno Superiore e la Piana di Firenze Prato Pistoia, che rappresentano esempi di bacini intermontani instauratisi in depressioni tettoniche post-orogeniche che si sono venute a creare ad ovest della catena appenninica, durante la fase tettonica a carattere distensivo, che ha fatto seguito al picco compressivo dell'orogenesi che ha formato la catena stessa, avvenuto nel Tortoniano. In queste zone la fase compressiva ha portato all'accavallamento tettonico delle unità alloctone Liguridi sui termini autoctoni della Falda Toscana, e di questi sulle formazioni torbiditiche terrigene dell'Unità Cervarola-Falterona, che formano l'ossatura del Pratomagno.

Sistemi di faglie dirette ad andamento appenninico NW-SE hanno generato, a partire dalla fine del Miocene, strutture tipo graben asimmetrico, che hanno ospitato di tre importanti fasi di sedimentazione in ambiente continentale. Queste sono state interrotte ed intervallate da altrettante fasi erosive, avvenute sempre in clima continentale. L'area in esame, posta fra questi due importanti bacini non è stata interessata dalle fasi di sedimentazione che si sono avute dal pliocene superiore in avanti. E' solo dal Pleistocene medio in avanti che, dopo una fase erosiva e di movimenti tettonici, prende avvio una fase deposizionale di tipo fluviale attribuibile al paleo-Arno che in questo tratto mostra un certo controllo strutturale. Le forme che si osservano sul versante che scende da Poggio Alberaccio, con tipiche faccette triangolari, evidenziano la presenza di una faglia alla base dello stesso.

La successiva azione di modellazione del pendio da parte degli agenti esogeni ha poi portato l'area in esame ad assumere la morfologia attuale.

4.3 Stratigrafia

I litotipi affioranti nell'area d'indagine sono di natura sedimentaria ed appartengono al ciclo deposizionale fluviale. Tali sedimenti poggiano su un substrato litoide, costituito dalla Formazione di Monte Morello, che fa parte del Supergruppo della Calvana (Figura 4-1).

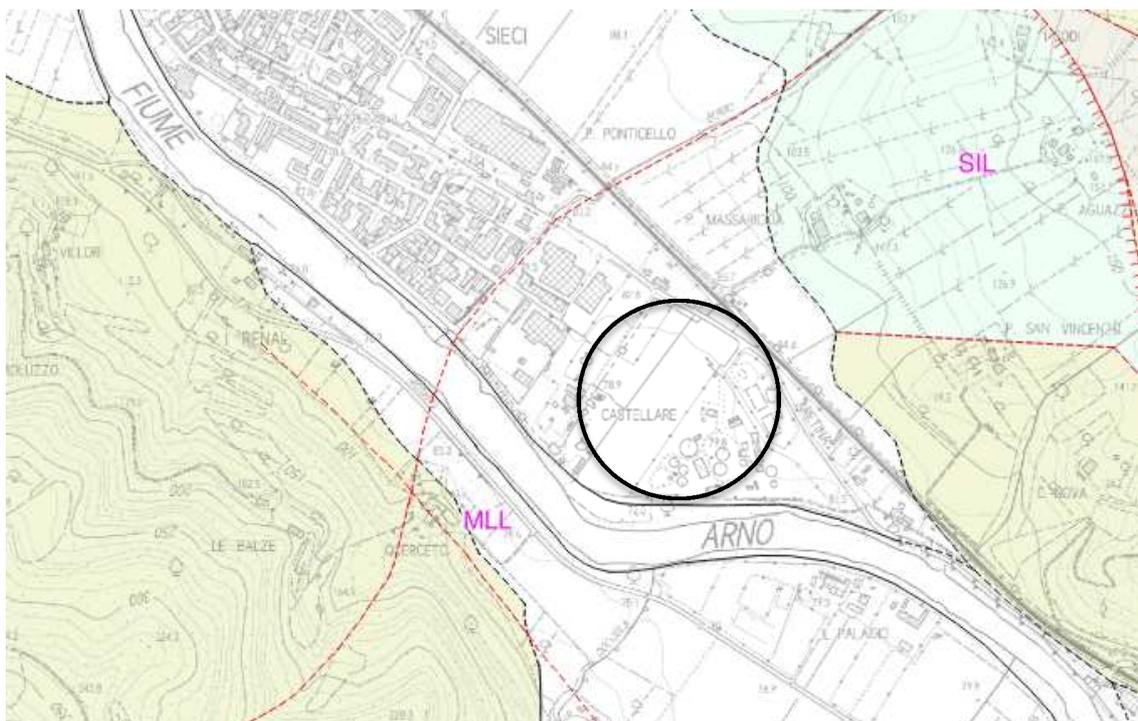


Figura 4-1- Carta geologica (Continuum geologico Regione Toscana)

Si riporta di seguito la descrizione della successione litostratigrafica affiorante nell'area partendo dai sedimenti più recenti:

DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI O TERRAZZATI - SINTEMA DEL FIUME ARNO (PLEISTOCENE-OLOCENE)

Si tratta dei depositi alluvionali recenti terrazzati e non terrazzati e delle alluvioni recenti e attuali originati a partire dal Pleistocene superiore dall'Arno e dai suoi affluenti. Affiorano nelle aree di intervento.

FORMAZIONE DI MONTE MORELLO, ALBERESE AUCTT. (PALEOCENE SUPERIORE-EOCENE MEDIO)

E' costituita da un'alternanza di calcari di colore grigio avana, calcari marnosi, marne calcaree, in grossi banchi, con sottili livelli basali calcarenitici e marne. Il massimo spessore affiorante è maggiore di 400 metri. Il contatto con la sottostante formazione di Sillano è sempre di natura tettonica (Paleocene superiore-Eocene medio).

FORMAZIONE DI SILLANO (CRETACEO SUPERIORE – EOCENE INFERIORE)

Argilliti e siltiti di colore grigio scuro con inclusi blocchi di natura calcarea di colore nocciola e rossastro, calcareo marnosa di colore verdastro e arenacea.

Il rilevamento geologico dell'area d'intervento e le indagini geologiche condotte in sito hanno mostrato la presenza di uno spessore di circa 7-8 m di depositi alluvionali poggianti sul substrato litoide.

4.4 Assetto geomorfologico

4.4.1 *Lineamenti fisiografici generali*

L'area di studio ricade nel tratto della valle del Fiume Arno compreso fra il Valdarno Superiore ed il bacino di Firenze-Prato-Pistoia. Più in particolare, il lotto è posto a SE della frazione di Sieci, fra la S.S. 67 Tosco-Romagnola ed il Fiume Arno, rispetto al quale si trova in destra idrografica. Il dislivello coperto dall'intera area è pari a circa 3 m per una pendenza media dell'1,5%, con quota assoluta massima di +81 m s.l.m. e quota minima di +79,0 m s.l.m..

La valle dell'Arno in questo tratto è limitata a SW dai rilievi del Poggio Alberaccio-Poggio San Romolo, che degradano con pendenze medie del 33%, mentre a NE dal crinale Poggio Bardellone-Poggio terra Bianca, che degrada con forme più dolci ed una pendenza media del 14%.

L'azione morfodinamica del Fiume Arno sui depositi fluvio-lacustri e la conformazione fisiografica dei rilievi hanno creato le condizioni per un ambiente peculiare, caratterizzato dalla relativamente limitata estensione del fondovalle vero e proprio e dalla estesa presenza di aree pianeggianti e sub-pianeggianti ai fianchi dei rilievi. In sinistra idrografica del Fiume Arno il raccordo tra queste superfici ed i rilievi è piuttosto netto. Relativamente morbido, invece, il passaggio ai più modesti rilievi posti in destra idrografica dai quali ha origine il Fosso del Pelacane, unico affluente di una certa importanza in tutto il sottobacino.

La recente e rapida evoluzione geologica del Valdarno ha portato a numerose ed evidenti modifiche alle forme del paesaggio. In seguito all'abbassamento del livello di base dell'Arno, tutti i suoi affluenti hanno cominciato ad erodere i sedimenti che essi stessi avevano depositato e che costituivano la superficie di colmamento del bacino. Si sono così formate le attuali valli, con morfologie diverse a seconda delle litologie prevalenti.

4.4.2 *Inquadramento geomorfologico locale*

L'indagine geomorfologica si propone attraverso l'analisi delle forme del paesaggio, di individuare i processi morfogenetici che agiscono nell'area e che nel loro insieme costituiscono la dinamica morfologica.

Sulla Carta Geomorfologica del P.S. del Comune di Pontassieve sono riportati tutti quei fenomeni geomorfologici che possono avere una particolare importanza ai fini dell'analisi della stabilità dell'area in esame.

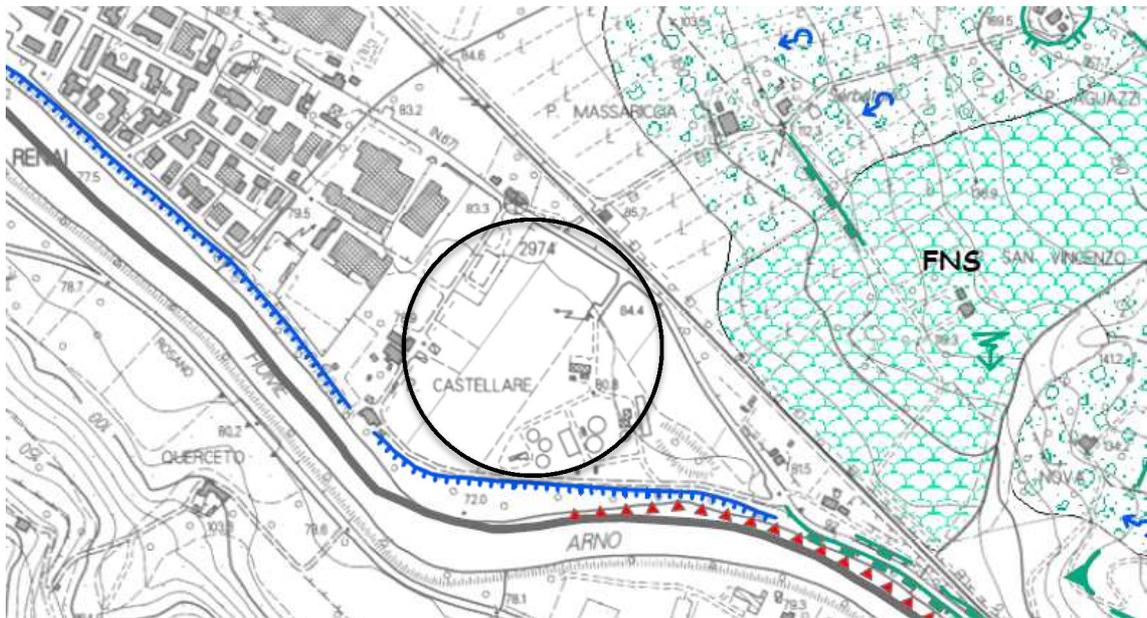


Figura 4-2 - Carta geomorfologica (P.S. Comune di Pontassieve)

Nel caso in esame sono state individuate:

Forme e processi di erosione idrica: ad esso sono legati fenomeni di ruscellamento, alvei con tendenza all'approfondimento (erosione incanalata), orli di scarpata fluviale o terrazzo in erosione ed erosioni laterali di sponda

Forme e processi dovuti alla gravità: i rilievi collinari sopradescritti sono soggetti a locali fenomeni gravitativi di versante che a seconda della natura dei litotipi affioranti possono consistere in limitate frane di crollo o di scivolamento delle coltri superficiali. Laddove affiorano i terreni limoso argillosi i fenomeni gravitativi consistono soprattutto in fenomeni di soliflusso che interessano i terreni più superficiali e frane con diversi meccanismi di scivolamento.

Forme e processi antropici: l'area in studio è fortemente antropizzata, con la presenza delle infrastrutture viarie (Strada Regionale 69, aree produttive), delle linee telefoniche ed elettriche (Elettrodotto di alimentazione della Rete Ferroviaria Italiana). A grande scala il processo geomorfologico principale legato all'attività dell'uomo è rappresentato dalle pratiche agricole che hanno modellato il paesaggio.

4.5 Monitoraggio piezometrico

Nell'ambito delle campagne geognostiche condotte a supporto della progettazione degli interventi in esame sono stati installati piezometri e, ad oggi, è stato condotto il monitoraggio piezometrico nell'arco di 3 mesi.

	S1 (+81,10 m s.l.m.)	S3 (+79,40 m s.l.m.)
02/08/2022	-6,20 m p.c. / +74,90 m s.l.m.	-6,10 m p.c. / +73,30 m s.l.m.
26/08/2022	-7,48 m p.c. / +73,62 m s.l.m.	-6,29 m p.c. / +73,11 m s.l.m.
05/09/2022	-7,51 m p.c. / +73,59 m s.l.m.	-6,34 m p.c. / +73,06 m s.l.m.
19/09/2022	-7,50 m p.c. / +73,60 m s.l.m.	-6,32 m p.c. / +73,08 m s.l.m.
27/09/2022	-7,49 m p.c. / +73,61 m s.l.m.	-6,29 m p.c. / +73,11 m s.l.m.
12/10/2022	-7,51 m p.c. / +73,59 m s.l.m.	-6,35 m p.c. / +73,05 m s.l.m.
02/11/2022	-7,54 m p.c. / +73,56 m s.l.m.	-6,42 m p.c. / +72,98 m s.l.m.

Tabella 4-1 - Monitoraggio piezometrico

Nell'ambito delle indagini condotte dallo scrivente negli anni 2017-2018 su un lotto posto a monte della SS67 ad una distanza di circa 250 m dal lotto sono stati acquisiti altri dati relativi alla profondità della superficie piezometrica della zona:

	SC2* (+84,70 m s.l.m.)
11/09/2017	-8,30 p.c. / +76,40 m s.l.m.
10/12/2017	-8,27 p.c. / +76,43 m s.l.m.
14/04/2018	-8,10 p.c. / +76,6 m s.l.m.

Tabella 4-2 - Monitoraggio piezometrico 2017-2018

Una ulteriore campagna di misurazioni piezometriche condotta nel febbraio 2018 in un lotto posto a WNW dell'area in esame, ad una distanza da questa di circa 220 m, indicava la presenza della superficie piezometrica alla quota di circa +74,4 m dal p.c..

Considerato il ridotto arco temporale entro cui è stato possibile effettuare il monitoraggio piezometrico e, soprattutto, l'eccezionale siccità che ha caratterizzato la tarda primavera ed estate 2022, si fa riferimento ai dati acquisiti nell'area in esame negli anni passati e si assume un livello di progetto alla profondità di -3,5 m dal p.c..

4.5.1 *Idrografia e idrologia*

Nell'area oggetto di studio il livello di base dei corsi d'acqua è rappresentato dal Fiume Arno, che in questo settore ha un andamento sinuoso con prevalente direzione SE-NW. L'area in esame, posta in destra idrografica, è collocata immediatamente a valle di una serie di anse, in un punto in cui il filo della corrente è postato in sinistra idrografica. Circa 3,5 km più a monte dell'area oggetto di studio si ha la confluenza del Fiume Sieve nel Fiume Arno.

I principali affluenti in destra idrografica nella zona della frazione di Sieci sono rappresentati partendo da NW verso SE dal Torrente Montetrini, Borro dello Stracchino e Borro del Pelacane.

I depositi alluvionali del Fiume Arno, a composizione limosa, sabbiosa e ghiaiosa, sono dotati di caratteristiche di permeabilità molto variabile in funzione delle caratteristiche granulometriche. Le coperture limose si caratterizzano per una permeabilità bassa per porosità primaria; i depositi sabbiosi si caratterizzano per una permeabilità media ($K = 1,1 \times 10^{-4}$ cm/sec); i depositi ghiaiosi si caratterizzano per una permeabilità media.

Tali sedimenti accolgono una falda lievemente in pressione, in equilibrio con il livello del fiume Arno, dotata di buona produttività in presenza di livelli francamente sabbiosi e ghiaiosi, qui presenti alla profondità di 5-7 m dal p.c., con flusso avente direzione circa NE-SW e con una risalita stagionale stimata fino a circa -3,5 m dal p.c..

4.6 **Compatibilità con cartografie di enti ed istituzioni**

4.6.1 *Piano di Assetto Idrogeologico (PAI)*

La zona studiata ricade all'interno delle aree di pertinenza del Piano di Bacino dell'Appennino Settentrionale (PAI). Nell'ambito del PAI sono identificati e descritti i criteri di pericolosità geomorfologica, finalizzati alla redazione di strumenti di pianificazione per la salvaguardia del territorio. Le indicazioni del PAI sono state recepite nel corso del presente studio, al fine di permettere la corretta valutazione delle eventuali interferenze e condizioni di pericolosità potenziale con le opere oggetto di intervento, sia per pericolosità da frana che per il rischio idraulico.

Con deliberazione 20/2019 la Conferenza istituzionale permanente dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale ha adottato il *Progetto di Piano di bacino del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale, stralcio Assetto idrogeologico per la gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica relativo al territorio dei bacini del fiume Arno, del fiume Serchio e dei bacini della Toscana*.

Le cartografie PAI sono disponibili in formato “shape” (shp) sul geoportale regionale e sul sito dell’Autorità di Distretto dell’Appennino Settentrionale adottato nella seduta del Comitato Istituzionale dell’11 novembre 2004 ed entrato in vigore con il D.P.C.M. 6 maggio 2005 (G.U. n. 230 del 03/10/2005).

Si riporta di seguito uno stralcio della Carta di Pericolosità da Frana allegata al Piano per l’Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Arno. Tale cartografia fornisce una distribuzione territoriale delle aree esposte a processi di dinamica geomorfologica, ordinate secondo classi a gravosità crescente. In particolare, sono state distinte le seguenti categorie: pericolosità moderata (PF1); pericolosità media (PF2); pericolosità elevata (PF3); pericolosità molto elevata (PF4).

L’area in cui è prevista la realizzazione dell’intervento in esame risulta esterna alle aree definite a pericolosità geomorfologica dal Piano di Assetto Idrogeologico dell’Autorità di Bacino del Fiume Arno (Figura 4-3 - Piano Stralcio del Bacino dell’Arno per l’Assetto Idrogeologico "Fenomeni Gravitativi e Processi Erosivi"- “Carta Geomorfologica (accesso settembre 2022)

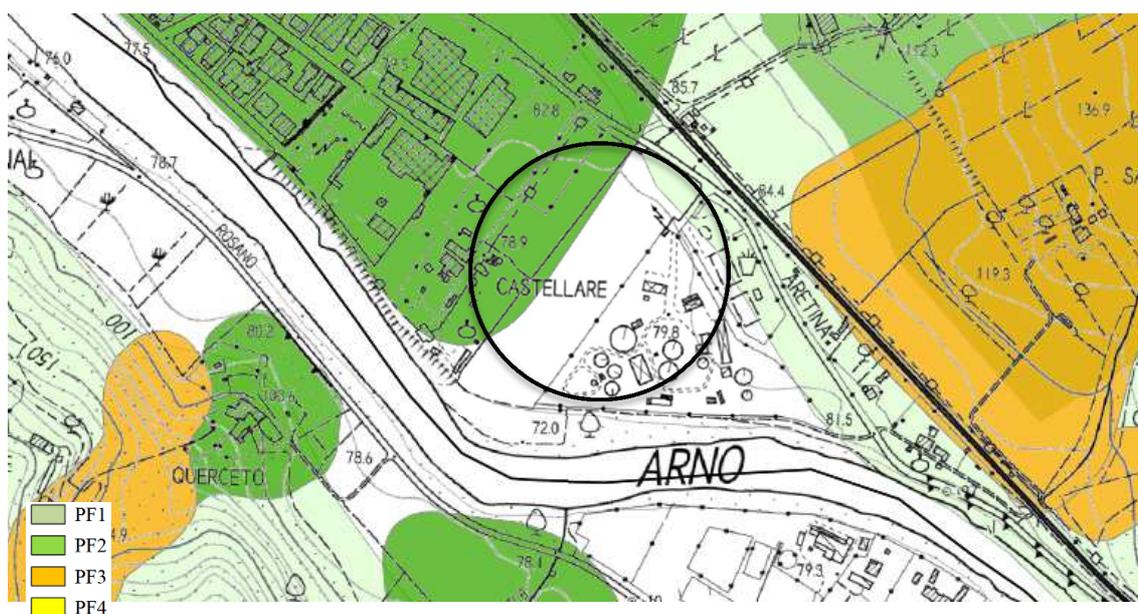


Figura 4-3 - Piano Stralcio del Bacino dell’Arno per l’Assetto Idrogeologico "Fenomeni Gravitativi e Processi Erosivi"- “Carta Geomorfologica (accesso settembre 2022)

Le NTA del PAI, per le classi di pericolosità fino a media, rimandano alla pianificazione comunale la definizione delle condizioni di fattibilità delle opere in progetto.

L'intervento, ai sensi delle NTA del PAI, risulta fattibile purché sia realizzato senza aggravare le condizioni di instabilità e non comprometta la possibilità di realizzare il consolidamento dell'area e la manutenzione delle opere di consolidamento.

4.6.2 *Piano di gestione del rischio alluvioni (PGRA) - Distretto Appennino Settentrionale*

Nell'ambito dei propri compiti istituzionali connessi alla difesa del territorio l'Autorità di Bacino dell'Appennino Settentrionale ha disposto, ai sensi dell'art. 17, comma 6-ter della Legge 18.05.1989 n. 183, la redazione del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, inteso come strumento di individuazione delle aree a rischio alluvionale e quindi, da sottoporre a misure di salvaguardia ma anche di delimitazione delle aree di pertinenza fluviale: il piano è, quindi, funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli, direttive) il conseguimento di un assetto fisico dell'ambito fluviale compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli, industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali.

In particolare, il PGRA individua e perimetra le aree di pericolosità idraulica attraverso la determinazione dei livelli corrispondenti a condizioni di massima piena valutati con i metodi scientifici dell'idraulica. In tali aree di pericolosità idraulica il Piano ha la finalità di evitare l'incremento dei livelli di pericolo e rischio idraulico, impedire interventi pregiudizievoli per il futuro assetto idraulico del territorio, salvaguardare e disciplinare le attività antropiche, assicurare il necessario coordinamento con il quadro normativo e con gli strumenti di pianificazione e programmazione in vigore.

Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale, redatto ai sensi della Direttiva Europea 2007/60/CE e del Decreto Legislativo n. 49 del 23 febbraio 2010 è stato adottato nel 2015.

L'elaborazione dei PGRA è temporalmente organizzata secondo cicli di pianificazione in quanto la Direttiva prevede che i Piani siano riesaminati e, se del caso, aggiornati ogni sei anni. Il primo ciclo ha avuto validità per il periodo 2015-2021. Attualmente è in corso il secondo ciclo. La Conferenza Istituzionale Permanente (CIP), con delibera n. 26 del 20 dicembre 2021, ha infatti adottato il primo aggiornamento del PGRA (2021-2027).

I Piani di gestione riguardano tutti gli aspetti legati alla gestione del rischio di alluvioni ed ovvero la prevenzione, la protezione e la preparazione, comprendendo al suo interno anche la fase di previsione delle alluvioni e i sistemi di allertamento, oltre alla gestione in fase di evento.

L'area in cui è prevista la realizzazione dell'intervento 01N in esame risulta si trova ricompresa nelle aree definite a pericolosità idraulica P1 dal PGRA dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno (Figura 4-4).

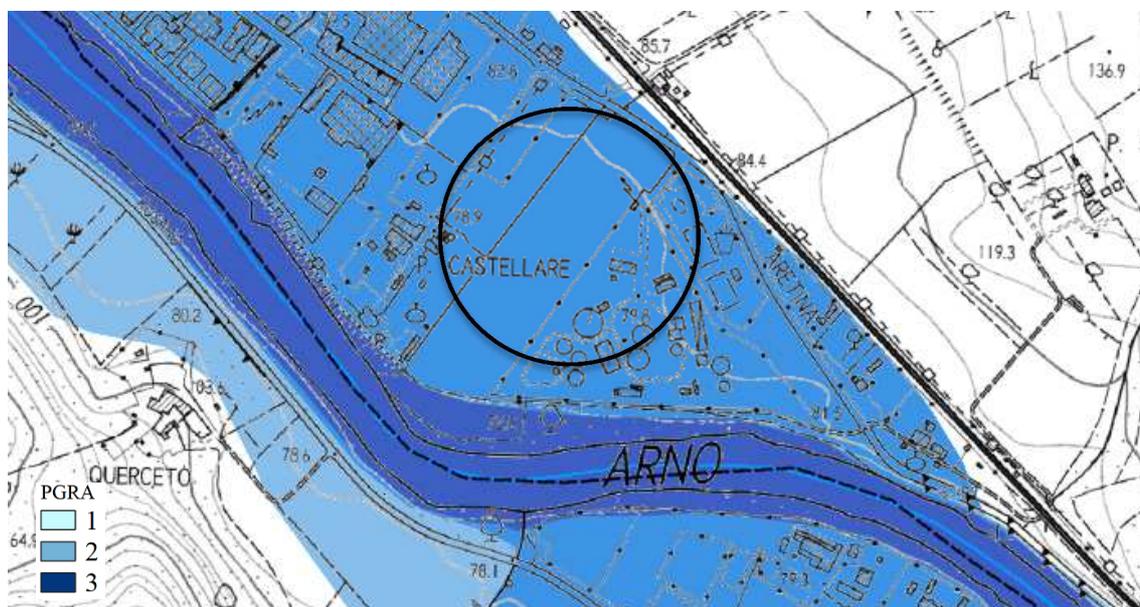


Figura 4-4: Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica (PGRA Arno accesso settembre 2022).

Non sussistono comunque limitazioni alla realizzazione delle opere dal momento che non costituiscono ostacolo al deflusso delle acque, non sottraggono volume di laminazione e non aggravano le condizioni di rischio in altre aree.

4.6.3 *Inventario Fenomeni franosi in Italia (Progetto IFFI)*

Il Progetto IFFI (Inventario Fenomeni Franosi in Italia), promosso dal Comitato dei Ministri per la Difesa del Suolo (ex legge 183/89), nasce dalla esigenza di fornire un quadro completo ed aggiornato sulla distribuzione dei fenomeni franosi sull'intero territorio nazionale, attraverso la raccolta e l'omogeneizzazione dei dati, mira ad offrire uno strumento conoscitivo di base per la valutazione della pericolosità da frana, per la programmazione degli interventi di difesa del suolo e per la pianificazione territoriale a scala nazionale e locale.

Il progetto, realizzato per conto del Servizio Geologico - ISPRA con l'ausilio delle Regioni e Province autonome ((art. 6 comma g della L. 132/2016), costituisce il primo inventario omogeneo e aggiornato dei fenomeni franosi sull'intero territorio nazionale.

L'inventario dei fenomeni franosi rappresenta, un utile strumento conoscitivo per la valutazione della pericolosità da frana e, più in generale, come supporto alle decisioni da operare in ambito territoriale.

Nell'area di studio non vengono identificate frane o fenomeni di dissesto geomorfologico, confermando le conformazioni franose emerse dalle carte del PAI citate in precedenza (Figura 4-5) e dalla carta geomorfologica del P.S. del Comune di Pontassieve.



Figura 4-5: Progetto IFFI (accesso settembre 2022 – <https://idrogeo.isprambiente.it/app/>).

4.7 Compatibilità con gli strumenti urbanistici comunali

Secondo la carta della pericolosità geomorfologica di supporto al P.S. del Comune di Pontassieve, il lotto in esame risulta ricompreso in un'area classificata a pericolosità geologica bassa G.1 (Fig. 5). Data la tipologia di intervento viene definita una fattibilità geologica con ordinarie prescrizioni F2.

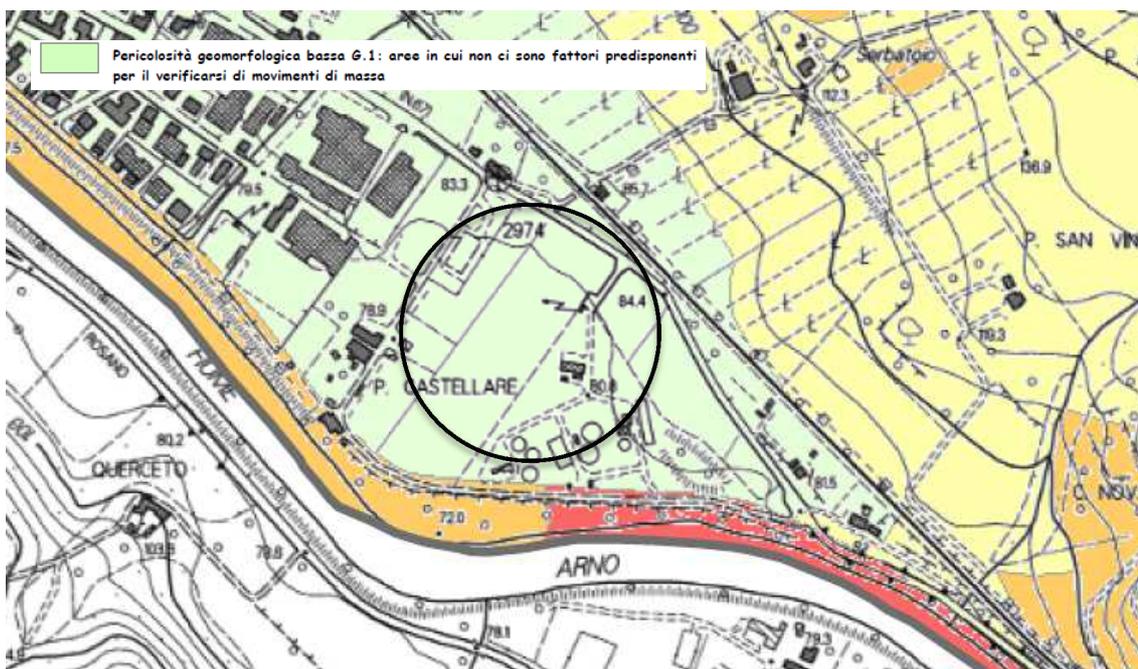


Figura 4-6 - Carta della pericolosità geologica (P.S. Comune di Pontassieve)

Secondo la carta della pericolosità idraulica di supporto al P.S. del Comune di Pontassieve, redatta ai sensi della superata DCR 12/2000, il lotto in esame risulta ricompreso in un'area classificata a pericolosità idraulica bassa P2 e media P3 (Fig. 5).

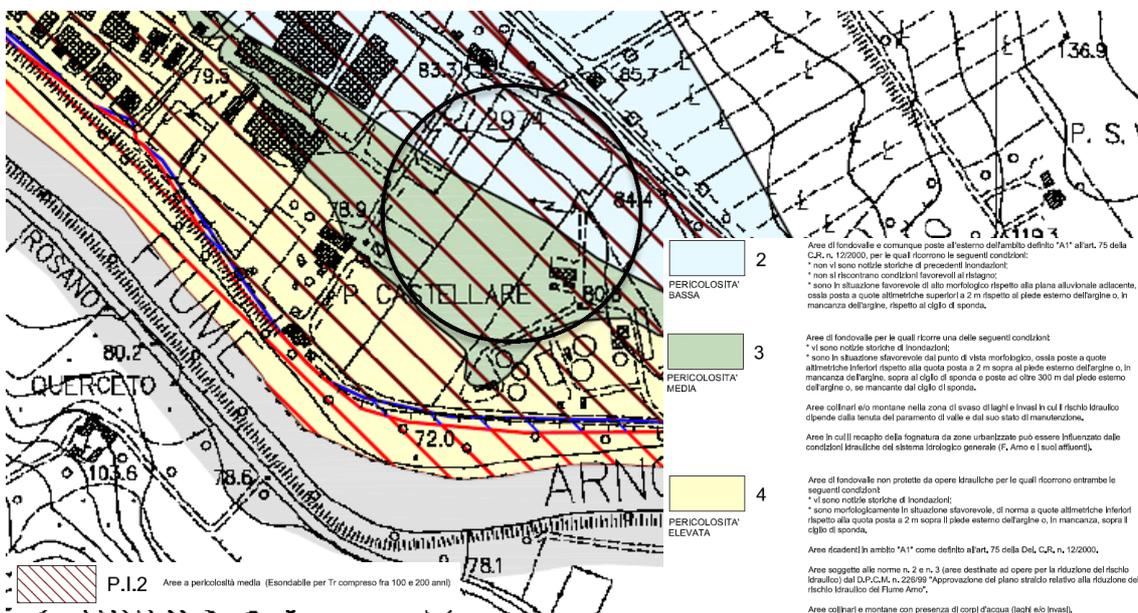


Figura 4-7 - Carta della pericolosità idraulica (P.S. Comune di Pontassieve)

Nell'ambito degli studi di supporto alla Variante al R.U. per l'area in esame, nel 2020 è stata definita la pericolosità idraulica ai sensi del regolamento DPGR 5/R, da parte dell'Ing. Tiziano Staiano. Tale approfondimento ha portato alla definizione di una classificazione di pericolosità idraulica elevata I.3.



Figura 4-8 - Carta della pericolosità idraulica (Variante R.U. Comune di Pontassieve)

Sulla base della modellazione idraulica eseguita in detto studio, da cui emerge che l'area risulta parzialmente allagabile con tempo di ritorno $Tr > 200$ anni, e sulla base della conseguente classificazione di pericolosità, tenuto conto anche della perimetrazione del PGRA, sono state definite le condizioni di fattibilità per gli interventi previsti.

In particolare, lo studio prescrive che il piano di imposta dei fabbricati, delle viabilità e dei parcheggi, dovrà essere posto ad una quota superiore al livello della $Tr200$, al quale dovrà essere sommato un franco di sicurezza idraulica minimo di 50 cm. Considerato che la quota assoluta del livello della piena $Tr200$ è calcolato a +78,88 m s.l.m., viene assunta come quota di sicurezza idraulica cui riferirsi per la progettazione degli interventi, la quota assoluta di +79,40 m s.l.m..

Considerato che gli interventi saranno realizzati all'esterno delle aree interessate dalla piena Tr200, non sarà necessaria l'esecuzione di opere di compensazione idraulica. Nell'ambito degli studi di supporto alla Variante al R.U. per l'area in esame, nel 2021 è stata definita la pericolosità sismica ai sensi del regolamento DPGR 5/R, da parte del Geol. Alberto Scotti. Tale approfondimento ha portato alla definizione di una classificazione di pericolosità sismica elevata S.3.



Figura 4-9 - Carta della pericolosità sismica (Variante R.U. Comune di Pontassieve)

Sulla base di detto studio sono state definite le condizioni di fattibilità per gli interventi previsti.

In particolare, lo studio prescrive che:

- siano condotte *“...adeguate indagini geognostiche e verifiche geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti”*

- sia condotta una “...campagna di indagini geofisiche di superficie che definisca geometrie e velocità sismiche dei litotipi, posti a contatto, al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica. E' opportuno che tale ricostruzione sia tarata mediante indagini geognostiche”
- sia condotta una “...specifico campagna di indagini geofisiche (quali, ad esempio, profili sismici a riflessione o rifrazione, prove sismiche in foro e, ove risultino significative, profili MASW) e geognostiche (quali, ad esempio, pozzi o sondaggi, preferibilmente a carotaggio continuo) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti per valutare l'entità del (o dei) contrasti di rigidità sismica tra coperture e bedrock sismico o entro le coperture stesse. Nelle zone di bordo della valle è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo, quale quella sismica a rifrazione o riflessione”.

A tale proposito è stata programmata una specifica campagna di indagine geognostica e geofisica con esecuzione di n. 3 sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di campioni indisturbati sottoposti a prove di laboratorio geotecnico, n. 5 prove penetrometriche, indagine sismica in foro down-hole, prova Masw e misure HVSR.



Per gli aspetti relativi alla protezione della risorsa idrica, lo studio di fattibilità del Geol. Alberto Scotti indica che la fattibilità “...è subordinata alla preventiva e contestuale subordinata alla preventiva o contestuale esecuzione di interventi di eliminazione o mitigazione dello stato di rischio idrogeologico accertato o potenziale, tenuto conto della natura della trasformazione e delle attività ivi previste... è subordinata a contenere i possibili rischi d'inquinamento”.

A tale proposito, è prevista la messa in opera di sistemi di drenaggio e impermeabilizzazione a protezione della porzione interrata della cantina. Il manufatto, proprio perché reso impermeabile, non determinerà interferenze con la falda libera dal punto di vista chimico-fisico. La realizzazione di un piano interrato alla profondità di circa -6,75 m dal p.c. non determinerà ostacolo alla circolazione delle acque, considerata la buona continuità laterale dei livelli acquiferi e le loro caratteristiche di permeabilità.

Il livello piezometrico, soprattutto in riferimento alla risalita stagionale attesa, dovrà essere attentamente valutato nelle fasi di scavo ed in fase di dimensionamento delle strutture di fondazione a causa della sotto-spinta che si genera.

5 INDAGINI GEOLOGICHE

La successione stratigrafica, le caratteristiche geotecniche dei vari livelli, le caratteristiche idrogeologiche e sismiche del sottosuolo sono state definite a mezzo di specifiche indagini geologiche condotte all'interno del lotto ai sensi del DPGR 1/R e delle NTC 2018. Sono state eseguite specifiche indagini consistenti in n. 3 sondaggi a carotaggio continuo (S1-3) con prelievo di campioni indisturbati sottoposti a prove di laboratorio geotecnico e n. 4 prove penetrometriche statiche CPT (CPT1-4), n. 1 prova penetrometrica dinamica SCPT (SCPT5). Le caratteristiche sismiche del sito di intervento sono state rilevate con un'indagine sismica in foro Down Hole (S2), prova Masw (Masw1) e indagine HVSR (HVSR 1) (Fig. 10).

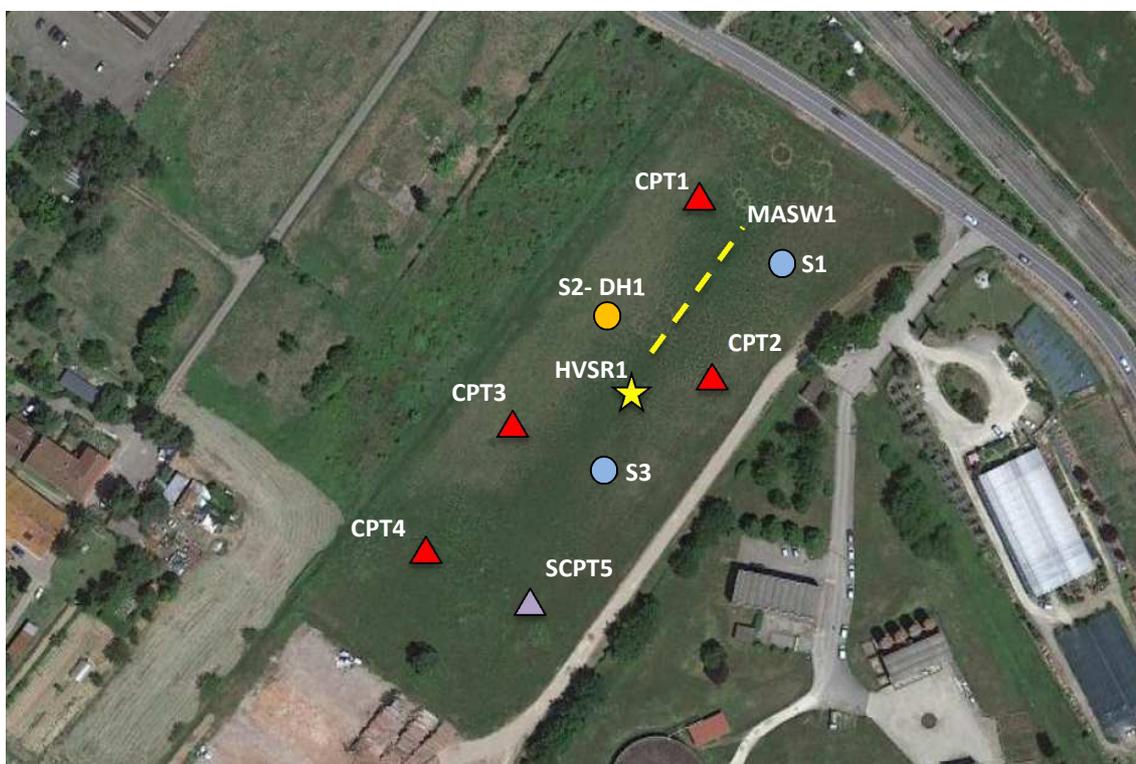


Figura 5-1 - Indagini geologiche realizzate

5.1 Sondaggi a carotaggio continuo

Nei giorni da 25 al 28 luglio 2022 sono stati realizzati n.3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo. La profondità di perforazione raggiunta dal sondaggio S1 ed S3 è stata di -15,0 p.c., la profondità raggiunta dal sondaggio S2 è stata di -30,0 (Fig.7).

	S1	S2	S3
Quota piano di campagna (m s.l.m.)	81,10	79,50	79,40
Quota fondo sondaggio (m s.l.m.)	66,10	49,50	64,40
Profondità (m dal p.c.)	15,00	30,00	15,00
Lat (WGS84)	43,782509	43,782353	43,781883
Lon (WGS84)	11,405232	11,404593	11,404537

Tabella 5-1 - Sondaggi a carotaggio continuo 2022

Informazioni tecniche generali

	Informazioni tecniche
Ditta esecutrice	Soiltest S.r.l. – Arezzo
Responsabile del Cantiere	Dott. Dario Senesi
Tipo di perforatrice	Comacchio
Tipo di perforazione	Aste
Diametro perforazione	101 mm
Diametro rivestimento e/i	127
Fluido	Acqua
Profondità perforazione	-15,0 / -30,0 m dal p.c.

Tabella 5-2 - Caratteristiche sondaggi 2022

Tubo carotiere

Per la realizzazione del sondaggio è stato utilizzato un tubo carotiere del diametro di 101 mm con punta a widia nei terreni alluvionali limosi, sabbiosi e ghiaiosi ed un carotiere doppio T6 nei terreni litoidi L'avanzamento è avvenuto a secco in presenza di materiali alluvionali e con acqua in presenza di livelli litoidi.

Velocità di perforazione

La velocità di perforazione è risultata abbastanza costante in un intervallo compreso fra 5 ed 10 cm/min, con episodiche variazioni in aumento o in diminuzione, legate alla consistenza del materiale.

Standard Penetration Test

Nel sondaggio S1 sono state eseguite n. 3 prove SPT, alle profondità rispettivamente di 2,80 m, 5,50 m e 9,0 m dal p.c.. Il dispositivo di sganciamento è quello Pilcon con maglio Donut.

La prova SPT1 (2,80 – 3,25 m dal p.c.) è stata eseguita con campionatore Raymond a punta aperta, aste di perforazione di diametro $\varnothing = 76$ mm e peso 10,8 Kg/m, maglio di 63,5 Kg e dispositivo di rilascio del maglio di 76 cm. La prova ha fornito un numero di colpi pari a 3-5-8 (Nspt = 13).

La prova SPT2 (5,50 – 5,95 m dal p.c.) è stata eseguita con campionatore Raymond a punta aperta, aste di perforazione di diametro $\varnothing = 76$ mm e peso 10,8 Kg/m, maglio di 63,5 Kg e dispositivo di rilascio del maglio di 76 cm. La prova ha fornito un numero di colpi pari a 4-5-8 (Nspt = 13).

La prova SPT3 (9,00 – 9,45 m dal p.c.) è stata eseguita con campionatore Raymond a punta chiusa, aste di perforazione di diametro $\varnothing = 76$ mm e peso 10,8 Kg/m, maglio di 63,5 Kg e dispositivo di rilascio del maglio di 76 cm. La prova ha fornito un numero di colpi pari a 8-16-21 (Nspt = 37).

	S1 SPT1	S1 SPT2	S1 SPT3
Quota inizio prova (m s.l.m.)	78,30	75,60	72,10
Nspt	13	13	37
Unità Geotecnica	1	1	3

Tabella 5-3 - Prove SPT in foro sondaggio S1

Nel sondaggio S2 sono state eseguite n. 3 prove SPT, alle profondità rispettivamente di 4,00 m, 7,20 m e 13,2 m dal p.c.. Il dispositivo di sganciamento è quello Pilcon con maglio Donut.

La prova SPT1 (4,00 – 4,45 m dal p.c.) è stata eseguita con campionatore Raymond a punta aperta, aste di perforazione di diametro $\varnothing = 76$ mm e peso 10,8 Kg/m, maglio di 63,5 Kg e dispositivo di rilascio del maglio di 76 cm. La prova ha fornito un numero di colpi pari a 4-7-10 (Nspt = 17).

La prova SPT2 (7,20 – 7,65 m dal p.c.) è stata eseguita con campionatore Raymond a punta aperta, aste di perforazione di diametro $\varnothing = 76$ mm e peso 10,8 Kg/m, maglio di 63,5 Kg e dispositivo di rilascio del maglio di 76 cm. La prova ha fornito un numero di colpi pari a 15-13-13 (Nspt = 26).

La prova SPT3 (13,20 – 13,65 m dal p.c.) è stata eseguita con campionatore Raymond a punta chiusa, aste di perforazione di diametro $\varnothing = 76$ mm e peso 10,8 Kg/m, maglio di 63,5 Kg e dispositivo di rilascio del maglio di 76 cm. La prova ha fornito rifiuto con infissione di 8 cm.

	S2 SPT1	S2 SPT2	S2 SPT3
Quota inizio prova (m s.l.m.)	75,30	72,30	33,30
Nspt	17	26	R
Unità Geotecnica	1	2	3

Tabella 5-4 - Prove SPT in foro Sondaggio S2

Nel sondaggio S3 sono state eseguite n. 3 prove SPT, alle profondità rispettivamente di 3,00 m, 5,00 m e 8,5 m dal p.c.. Il dispositivo di sganciamento è quello Pilcon con maglio Donut.

La prova SPT1 (3,00 – 3,45 m dal p.c.) è stata eseguita con campionatore Raymond a punta aperta, aste di perforazione di diametro $\varnothing = 76$ mm e peso 10,8 Kg/m, maglio di 63,5 Kg e dispositivo di rilascio del maglio di 76 cm. La prova ha fornito un numero di colpi pari a 4-7-10 (Nspt = 17).

La prova SPT2 (5,00 – 5,45 m dal p.c.) è stata eseguita con campionatore Raymond a punta aperta, aste di perforazione di diametro $\varnothing = 76$ mm e peso 10,8 Kg/m, maglio di 63,5 Kg e dispositivo di rilascio del maglio di 76 cm. La prova ha fornito un numero di colpi pari a 17-15-14 (Nspt = 29).

La prova SPT3 (8,50 – 8,95 m dal p.c.) è stata eseguita con campionatore Raymond a punta chiusa, aste di perforazione di diametro $\varnothing = 76$ mm e peso 10,8 Kg/m, maglio di 63,5 Kg e dispositivo di rilascio del maglio di 76 cm. La prova ha fornito rifiuto dopo i primi due tratti (16 e 22 colpi) e dopo l'infissione di 6 cm del terzo tratto.

	S3 SPT1	S3 SPT2	S3 SPT3
Quota inizio prova (m s.l.m.)	76,40	74,40	70,9
Nspt	17	29	R
Unità Geotecnica	1	2	3

Tabella 5-5 - Prove SPT in foro sondaggio S3

Prelievo di campioni e altre prove

Nel sondaggio S1 è stato effettuato il prelievo di n. 2 campioni indisturbati con campionatore Shelby alla profondità di 2,30-2,80 m dal p.c.. e 5,0-5,5 m dal p.c..

Nel sondaggio S2 è stato effettuato il prelievo di n. 1 campione indisturbato con campionatore Shelby alla profondità di 3,50-4,00 m dal p.c..

Nel sondaggio S3 è stato effettuato il prelievo di n. 1 campione indisturbato con campionatore Shelby alla profondità di 2,50-3,00 m dal p.c..

A varie profondità ed in presenza delle granulometrie coesive, sono state effettuate delle misure di resistenza con pocket penetrometer e vane test.

	S1C1	S1C2	S2C1	S3C1
Quota inizio prova (m s.l.m.)	78,80	75,60	76,0	76,9
Unità Geotecnica	1	1	1	1

Tabella 5-6 - Campioni indisturbati

Nel sondaggio S1 è stata condotta una prova di permeabilità con metodo Lefranc alla profondità di -7,5-8,5 m dal p.c. che ha evidenziato un coefficiente di permeabilità K pari a $1,1 \times 10^{-4}$ cm/sec.

	S1C1
Quota inizio prova (m s.l.m.)	73,60
Quota fine prova (m s.l.m.)	72,60
Unità Geotecnica	2
Coefficiente di permeabilità K (cm/s)	$1,1 \times 10^{-4}$

Tabella 5-7 - Prova di permeabilità in foro

Percentuale di recupero

La percentuale di recupero è stata eccellente in tutti i livelli incontrati (maggiore del 98%).

Chiusura finale del perforo

I sondaggio sono stati attrezzati con tubo in pvc perforato per la misurazione della profondità della falda.

5.2 Prove di laboratorio geotecnico

I campioni indisturbati sono stati recapitati presso il laboratorio geotecnico Laboter per essere sottoposti alle seguenti analisi:

- Apertura campioni (ASTM D2488-93)
- Contenuto d'acqua (C.N.R. U.N.I. 10008)
- Peso di volume (A.G.I. 1994-C.N.R. B.U. XII N.63)
- Analisi granulometrica (C.N.R. B.U. VI N.27 - ASTM D422-63)
- Peso specifico dei grani (C.N.R. U.N.I. 10010-10013)
- Prova di taglio diretto CD (A.G.I. 1994-Cap.3 - ASTM D3080-72)

I certificati delle prove di laboratorio geotecnico sono riportati nell'allegato B alla presente Relazione Tecnica.

5.3 Prove penetrometriche

Per il completamento della descrizione della successione stratigrafica e per la definizione delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni di fondazione sono state eseguite n. 4 prove penetrometriche statiche e n. 1 prova penetrometrica dinamica (Fig. 10). E' stato utilizzato un penetrometro statico-dinamico Pagani da 200 KN, semovente cingolato.

	CPT1	CPT2	CPT3	CPT4	CPT5
Quota piano di campagna (m s.l.m.)	80,30	80,20	79,00	78,60	78,70
Quota fondo prova (m s.l.m.)	71,90	73,80	73,60	73,60	72,30
Lat (WGS84)	43,782644	43,782186	43,782037	43,781647	43,781501
Lon (WGS84)	11,404865	11,404946	11,404185	11,403767	11,404083

Tabella 5-8 - Prove penetrometriche 2022

La prova penetrometrica statica C.P.T. consiste nella misura, in questo caso mediante cella di carico elettronica, della resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni standard (punta Begemann), infissa a velocità costante con una batteria di aste cave alla cui estremità inferiore è collegata la punta stessa. Le caratteristiche tecniche della punta conica, la quale dispone di un manicotto per la misura della resistenza per attrito laterale, sono le seguenti:

- angolo al vertice 60°
- diametro 35,7 mm
- sezione 10 cm²

mentre le dimensioni del manicotto sono:

- diametro 35,7 mm
- lunghezza 133 mm

Agendo separatamente sulla punta, sulla punta più il manicotto e sull'insieme di aste, è così possibile misurare, ogni 20 cm di approfondimento i seguenti valori:

- la resistenza all'avanzamento della sola punta Q_c (Kg/cm²);
- la resistenza all'avanzamento della punta più la resistenza per attrito laterale sul manicotto $Q_c + F_s$.

La prova penetrometrica dinamica S.C.P.T. consiste nell'infissione di una punta conica tramite battitura, operata mediante un maglio di peso e altezza di caduta standardizzati; il risultato viene espresso per mezzo della registrazione del numero di colpi N per ogni 20 cm di infissione. Il penetrometro dinamico utilizzato è del tipo superpesante (DPSH) Meardi - AGI, con le seguenti caratteristiche:

- peso del maglio: 63 Kg
- altezza di caduta: 75 cm
- punta conica con angolo al vertice di 60°
- diametro cono 5,50 cm

Le prove hanno raggiunto entrambe la profondità di -15 m dal p.c.. I risultati delle prove effettuate hanno consentito di elaborare grafici dei valori di resistenza misurati nel corso delle prospezioni. Tali grafici sono riuniti in allegato alla presente relazione tecnica.

5.4 Indagine sismica Down-Hole

In data 2 agosto 2022 è stata eseguita un'indagine sismica in foro Down-Hole della lunghezza di 30 metri, all'interno del perforo di indagine S2 (Fig. 12). Per i dettagli relativi alle caratteristiche tecniche della prova Down-Hole si rimanda alla documentazione allegata alla presente relazione.

La prova consiste nel produrre, sulla superficie del terreno, sollecitazioni verticali per la generazione di onde di compressione (P) ed orizzontali per onde di taglio polarizzate orizzontalmente (SH), mediante una sorgente meccanica e nel registrare l'istante di primo arrivo del treno d'onde ad un sistema composto da una coppia di geofoni tridimensionali, alloggiati a profondità note nel foro di sondaggio. Conosciuta la distanza tra sorgente e ricevitori e determinato il tempo di propagazione, è possibile stimare in maniera accurata la distribuzione delle velocità sismiche (P ed SH) in corrispondenza della verticale di misura. L'indagine ha consentito di individuare in modo netto l'interfaccia fra copertura e bedrock sismico, alla profondità di -8,0 m dal p.c..

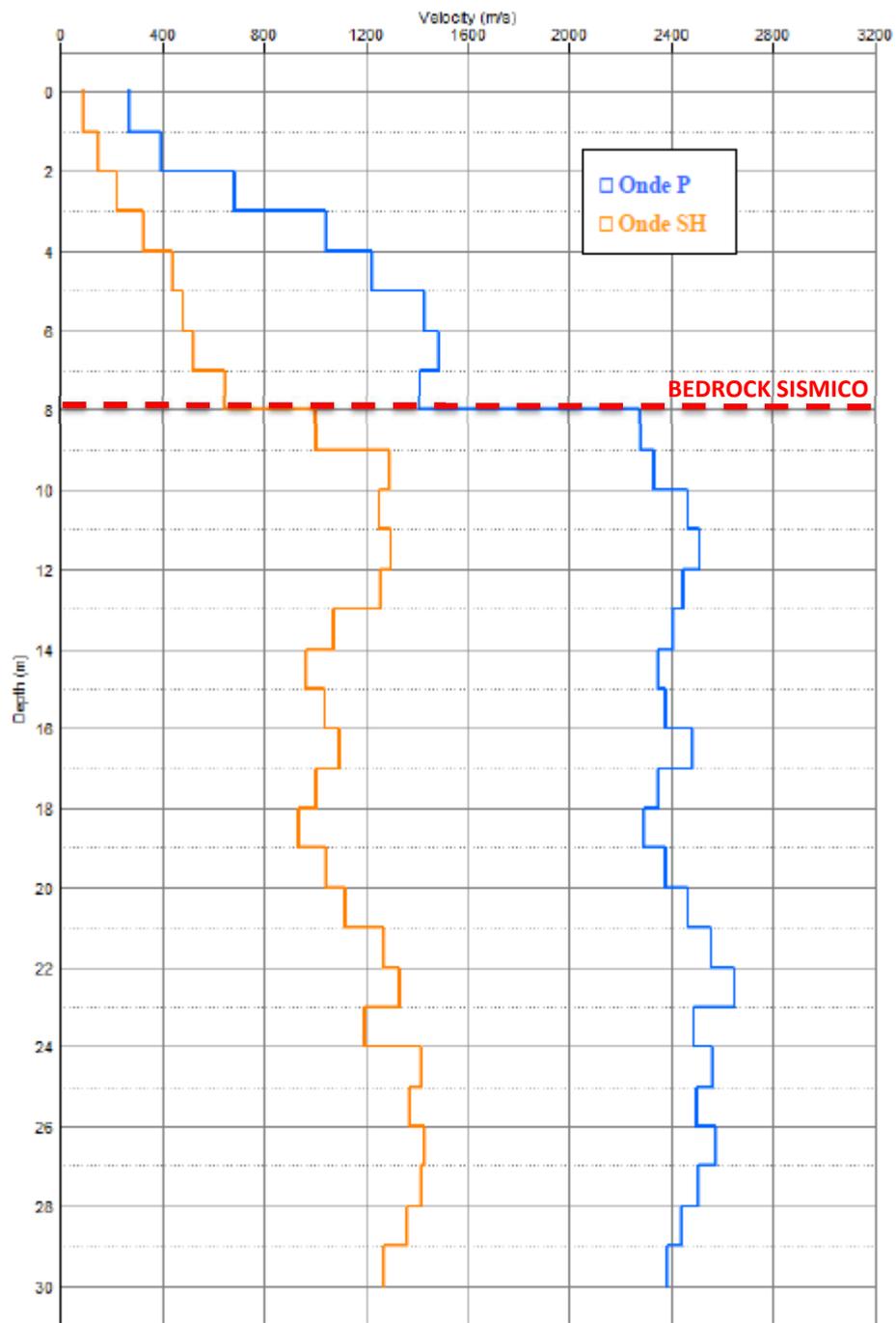


Figura 5-2 -Velocità Intervallari prova DH

Questi dati sono stati utilizzati nell'analisi di risposta sismica locale RSL 1D che viene riportata nella relazione sismica.

La prova evidenzia un progressivo aumento della velocità delle onde SH da circa 90 m/s del primo metro dal p.c. ai 650 m/s che si misurano a -8 m dal p.c.. A questa profondità si registra un brusco incremento della velocità fino a valori maggior di 1000 m/s, che tendono poi ad aumentare progressivamente fino ai 1268 m/s che si registrano a -30 m dal p.c..

Le onde P mostrano un andamento coerente con quello che si registra con le onde SH. In sostanza la prova Down-Hole evidenzia bene la presenza di un bedrock sismico a partire dalla profondità di circa -8 m dal p.c., sovrastato da sedimenti alluvionali caratterizzati da velocità delle onde SH molto ridotta. Tale configurazione è passibile di amplificazione del segnale sismico.

5.5 Indagini sismiche HVSR

La misura HVSR, viene realizzata con un tromografo cioè un sensore tridirezionale in grado di registrare le vibrazioni ambientali, con frequenze variabili da 0,1 hz a oltre 100 hz, nelle tre direzioni dello spazio.

In particolare viene valutato il rapporto di ampiezza fra le componenti orizzontali e verticali del moto (metodo HVSR ovvero “Horizontal to Vertical Spectral Ratios”) [Bard., 1998]. Analizzando misure di questo tipo è possibile identificare le modalità di vibrazione del terreno.

In particolare è possibile individuare la frequenza f di “Risonanza” del terreno. Sapendo che in generale esiste una relazione semplice fra f , lo spessore della parte più soffice del terreno e la velocità media delle onde sismiche nel sottosuolo (ricavata per esempio dai metodi passivi ad antenna, o attivi come Masw e Rifrazione), attraverso le misure HVSR è possibile risalire allo spessore di questo strato.

Le misure H/V realizzate sono servite a definire la frequenza di risonanza del sottosuolo in maniera tale da prevedere, al verificarsi di un evento sismico, possibili interferenze risonanti, tra il suolo ed i fabbricato in progetto.

La misura HVSR1 eseguita in data 2/8/2022 nell’area d’intervento evidenzia la presenza di un picco principale relativo ad un contrasto di impedenza profondo con frequenza di 9,66 hz e ampiezza di circa a 5,5 (Fig. 6).

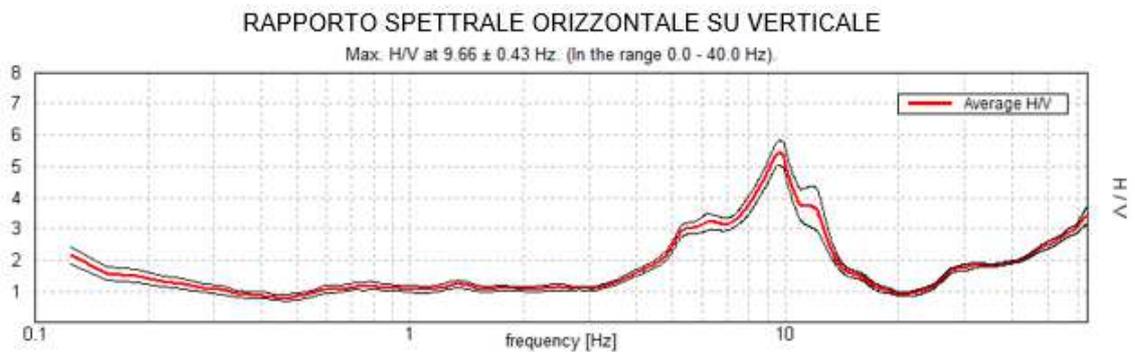


Figura 5-3 - HVSR 1

Il picco registrato nella prova HVSR evidenzia in modo molto chiaro il passaggio dai sedimenti alluvionali al substrato litoide.

5.6 Indagine Masw

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo. La linea sismica che è stata condotta in sito ha una lunghezza pari a 27,0 metri; il sistema di ricezione è costituito da 12 geofoni verticali posizionati ad una distanza intergeofonica pari a 2,0 metri. Per i dettagli si faccia riferimento alla relazione tecnica allegata alla presente. Scopo dell'indagine è stato quello di individuare la categoria di suolo del sito in esame ai sensi del D.M. 17/01/18. Le caratteristiche dell'indagine, eseguita all'interno del lotto, sono riportate nella relazione tecnica allegata alla presente.

6 CARATTERISTICHE DI SISMICITÀ DELL'AREA

La normativa sismica italiana, entrata in vigore l'8 maggio del 2003 con la pubblicazione sulla G.U. dell'Ordinanza P.C.M. n. 3274 e in seguito aggiornati con l'O.P.C.M. 3519/06, suddivide il territorio italiano in quattro zone sismiche, abbandonando così la precedente terminologia di "categorie sismiche".

I criteri per la classificazione sismica del territorio nazionale, emanati con l'ordinanza P.C.M. n. 3274 del 2003 si basano sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato, in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni), da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo.

Uno dei cambiamenti fondamentali apportati dalla normativa è stata l'introduzione della zona 4, in questo modo tutto il territorio italiano viene definito come sismico. Di fatto, sparisce il territorio "non classificato", che diviene zona 4, nel quale è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.

	Caratteristiche	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g)
Zona 1	E' la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti.	$0.25 < a_g \leq 0.35$
Zona 2	Nei comuni inseriti in questa zona possono verificarsi terremoti abbastanza forti.	$0.15 < a_g \leq 0.25$
Zona 3	I Comuni interessati in questa zona possono essere soggetti a scuotimenti modesti.	$0.05 < a_g \leq 0.15$
Zona 4	E' la meno pericolosa. Nei comuni inseriti in questa zona le possibilità di danni sismici sono basse.	$a_g \leq 0.05$

L'appartenenza a ciascuna zona sismica comporta l'adozione di specifiche caratteristiche prestazionali per nuovi edifici e strutture, regolate da opportune norme sismiche contenute nel medesimo provvedimento legislativo, e successive modifiche ed integrazioni.

La normativa regionale sismica vigente per la Regione Toscana è la Delibera della Giunta Regionale N° 421 del 26/05/2014 che classifica il Comune di Pontassieve in classe 2.

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, ai sensi del D.M. 17.01.2018 e del Regolamento Regionale DPGR 1/R/2022 si rimanda allo studio di risposta sismica locale RSL riportato nella relazione sismica.

Le indagini geofisiche segnalano la presenza di configurazioni geologiche tali da poter determinare l'amplificazione del segnale sismico.

7 CONSIDERAZIONI SULL'INTERAZIONE FRA TERRENO E STRUTTURA

L'intervento in oggetto prevede la realizzazione di un complesso ad uso produttivo, composto da due corpi di fabbrica separati, uno adibito a deposito/cantina ed uno adibito a frantoio. Il primo avrà forma rettangolare e dimensione in pianta di 100 x 47 m, con altezza in gronda di 8,8 m e piano interrato con altezza interna pari a 5,5 m; il secondo avrà anch'esso forma rettangolare e dimensione in pianta di 50 x 34 m, con altezza in gronda di 8,8 m.

Le indagini geologiche hanno evidenziato un'ottima continuità laterale dei livelli stratigrafici, riconoscibili in tutti i punti di indagine, oltre ad una buona omogeneità laterale dal punto di vista geotecnico. Alcuni livelli mostrano tendenziali aumenti di consistenza muovendo verso SW, ma in sostanza non si rilevano aree marcate da brusche variazioni laterali di consistenza o addensamento.

I livelli sabbiosi e ghiaiosi presenti a partire da -4,8 m dal p.c. ospitano la falda principale, leggermente confinata, in equilibrio con il Fiume Arno. Il livello misurato in questa fase si posiziona alla profondità di circa -6 m dal p.c., ma è stato rilevato in un periodo marcato da forte siccità. Precedenti misurazioni condotte in piezometri posti nelle immediate vicinanze, hanno mostrato che il livello piezometrico può avere una risalita fino a circa -3,5 m dal p.c.. Quest'ultimo livello sarà adottato come livello di progetto nelle considerazioni di carattere geotecnico.

Le indagini geologiche e geofisiche hanno evidenziato la presenza di configurazioni geologiche tali da poter determinare l'amplificazione del segnale sismico. Le caratteristiche dell'azione sismica sono definite mediante analisi di risposta sismica contenuta nella Relazione Sismica a cui si rimanda.

Si segnala che l'effetto combinato della particolare configurazione geologica del sito e della differente distribuzione dei piani di fondazione, rende possibile una risposta sismica diversa per i due fabbricati, con possibili effetti di amplificazione in corrispondenza del fabbricato adibito a frantoio.

Secondo quanto comunicato dal Progettista le nuove strutture trasferiranno il proprio carico al suolo con fondazioni a platea separate strutturalmente, poiché poggianti su piani differenti.

La struttura di fondazione del fabbricato adibito a deposito e cantina, dotata di piano interrato, sarà posta ad una profondità di circa -6,65 m dal p.c. e poggerà su un residuo spessore di sedimenti alluvionali incoerenti, sabbiosi e ghiaiosi, poggianti sul substrato litoide.

La struttura di fondazione del fabbricato adibito a frantoio sarà posta ad una profondità di circa -1,0 m dal p.c. e poggerà su terreni argillo-limosi dotati di qualità geotecniche

tali da poter garantire un adeguato coefficiente di sicurezza rispetto ai carichi applicati, oltre a cedimenti accettabili contenendo i carichi da trasmettere al suolo. I parametri geotecnici sono riportati nella relazione geotecnica.

Le operazioni di scavo funzionali alla messa in posto delle fondazioni del fabbricato adibito a deposito e cantina interesseranno i livelli coesivi dei depositi alluvionali per tutto il loro spessore e marginalmente il livello sottostante sabbioso-ghiaioso. Localmente potrebbero attestarsi direttamente sulla porzione alterata del substrato litoide. Considerata la natura granulometrica e le qualità geotecniche dei terreni presenti, si prescrive di eseguire le opere di scavo adottando profili compatibili con le caratteristiche di resistenza al taglio o altra soluzione giudicata idonea dal Progettista, facendo immediatamente seguire la realizzazione delle opere in cemento armato. L'aspetto che maggiormente va ad impattare sull'esecuzione di detti scavi è quello relativo alla presenza di una falda ospitata nei sedimenti incoerenti posti alla base dello scavo, che secondo i dati acquisiti nel periodo di studio, marcato da forte siccità, si posizionerebbe circa un metro al di sopra il piano di scavo, ma che può risalire fino a -3,5 m dal p.c. nei periodi di morbida. Per questo, sarà necessario provvedere ad un abbattimento temporaneo della superficie piezometrica con pozzi drenanti, sistemi tipo wellpoint o altro metodo giudicato idoneo dal Progettista. Per lo stesso motivo si raccomanda di dotare la struttura interrata di idonei sistemi di drenaggio e di impermeabilizzazione. Per gli aspetti sismici si faccia riferimento alla relazione sismica. Nell'ambito del dimensionamento della struttura di fondazione, per la definizione dell'entità della sottospinata generata dalla falda, si tenga presente un livello piezometrico a -3,5 m dal p.c..

Le operazioni di scavo funzionali alla messa in posto delle fondazioni del fabbricato adibito a frantoio interesseranno i livelli coesivi dei depositi alluvionali per uno spessore massimo di circa 1,0 m. Per questo non si individuano prescrizioni per l'esecuzione di detti scavi oltre a quello ordinario di dotare il fondo scavo di opportuna inclinazione per drenare eventuali ristagni di acqua.

Per quanto riguarda la stabilità globale del pendio, si evidenzia che il fabbricato è posto in un'area pianeggiante, lontana da brusche rotture di pendio e di conseguenza risulterà ininfluenti sull'equilibrio attuale.

Dove siano rispettate le prescrizioni di cui sopra, nulla osta dal punto di vista geologico alla realizzazione del manufatto.

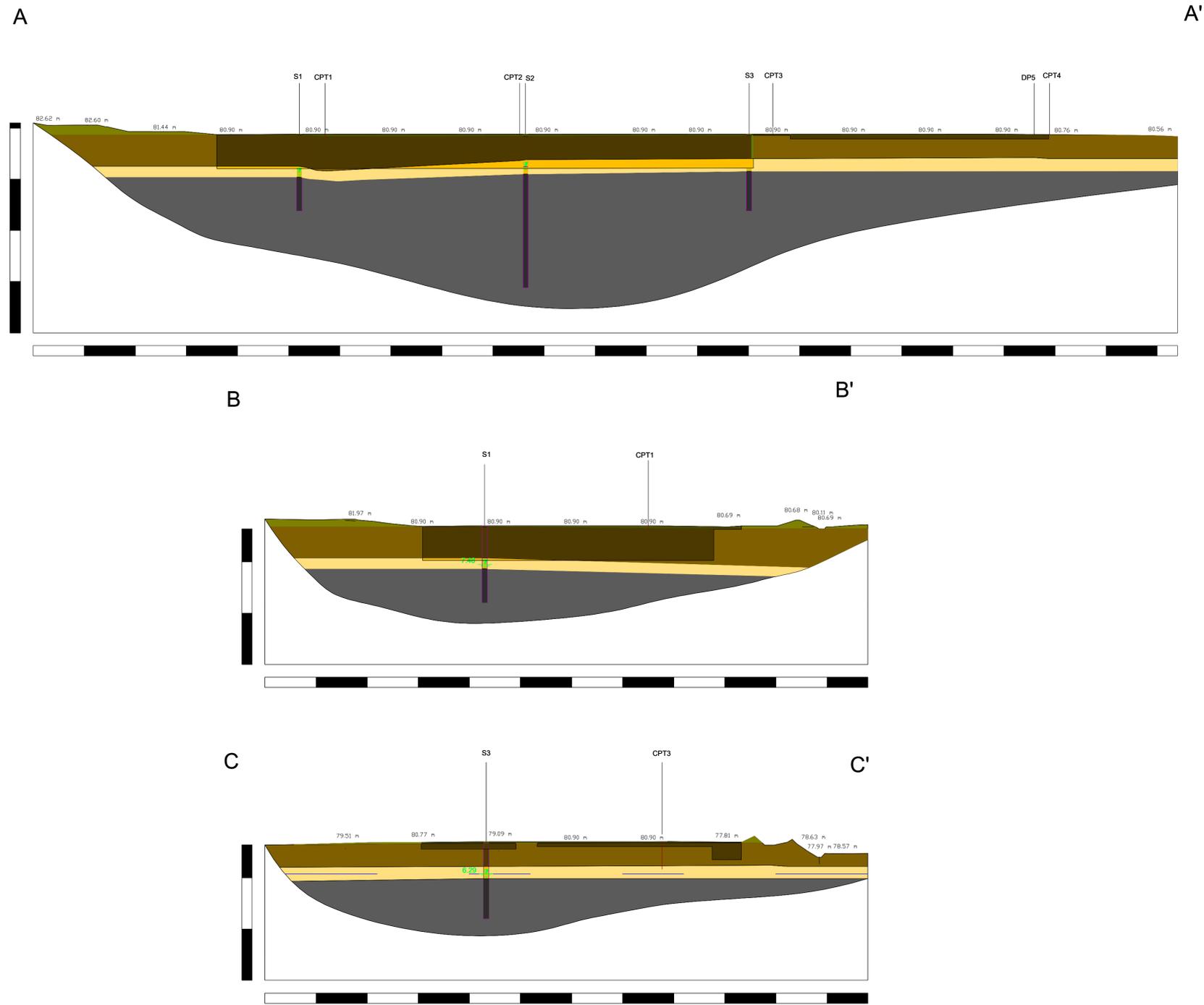
Fiesole, Novembre 2022

Dott. Geol. Riccardo Martelli

Ordine Geologi Toscana n. 913

Il presente documento è sottoscritto con firma digitale ai sensi dell'art. 21 del d.lgs. 82/2005. La riproduzione dello stesso su supporto analogico è effettuata da Riccardo Martelli e costituisce una copia integra e fedele dell'originale informatico, disponibile a richiesta presso l'Unità emittente.

TAVOLE



LEGENDA



Suolo costituito da limo sabbioso argilloso



Formazione di Monte Morello



Depositi alluvionali coesivi



Depositi alluvionali incoerenti



Superficie piezometrica

1.24



Soggiacenza m da p.c. (22/08/2022)



20 m

Note Generali

No.	Revisione	Data

Committente

Marchese Frescobaldi Spa

Titolo Progetto

Realizzazione cantina e frantoio in località Castellare

Oggetto

Sezioni Geologiche

Data

Settembre 2022

Scala

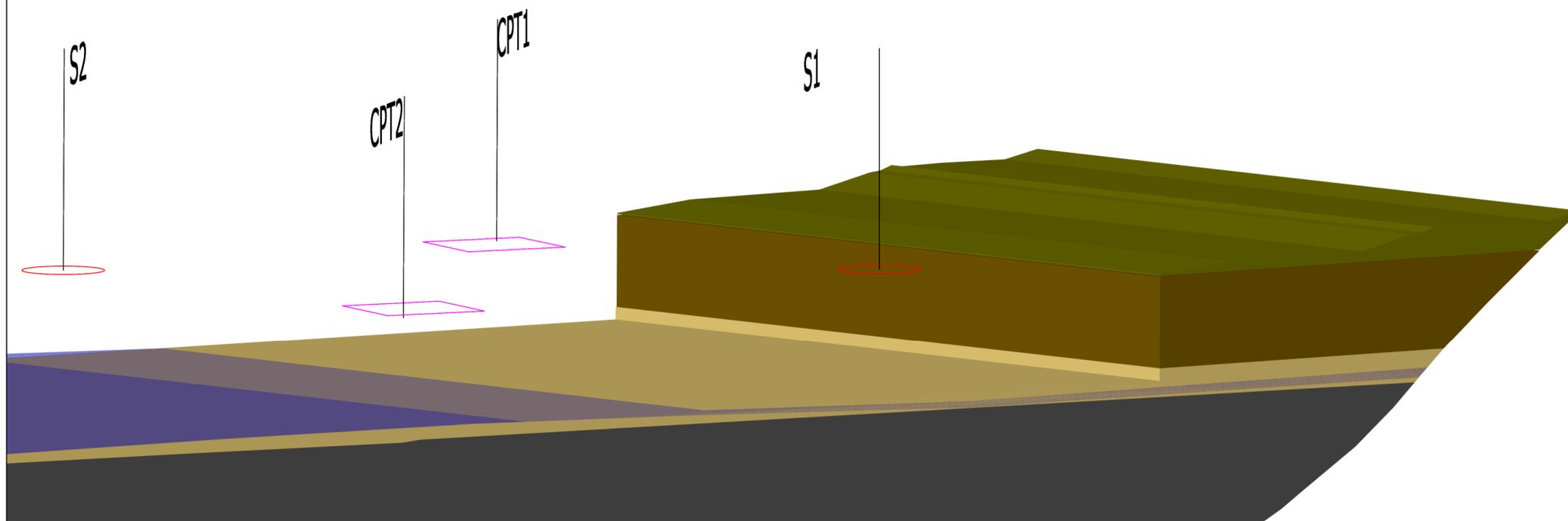
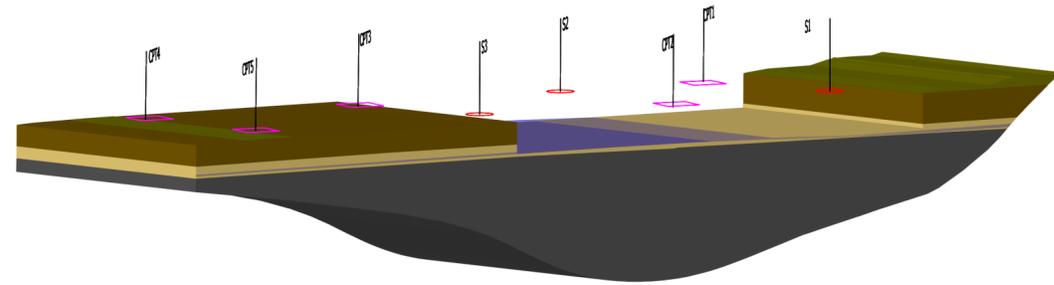
1 : 500

Tavola

1

www.studiogeologico.it

Note Generali



LEGENDA

	Suolo costituito da limo sabbioso argilloso		Formazione di Monte Morello
	Depositi alluvionali coesivi		Superficie piezometrica
	Depositi alluvionali incoerenti		

No.

Revisione

Data

Committente

Marchese Frescobaldi Spa

Titolo Progetto

Realizzazione cantina e frantoio in località Castellare

Oggetto

Vista 3D con dettaglio scavo lato NE

Data

Novembre 2022

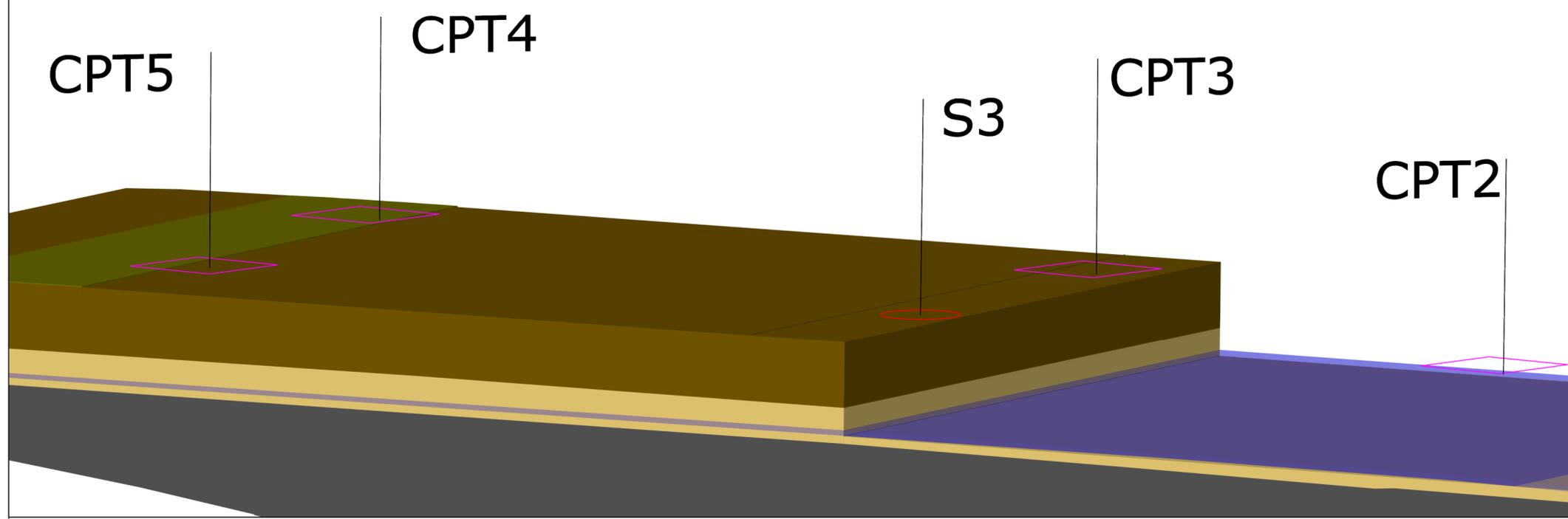
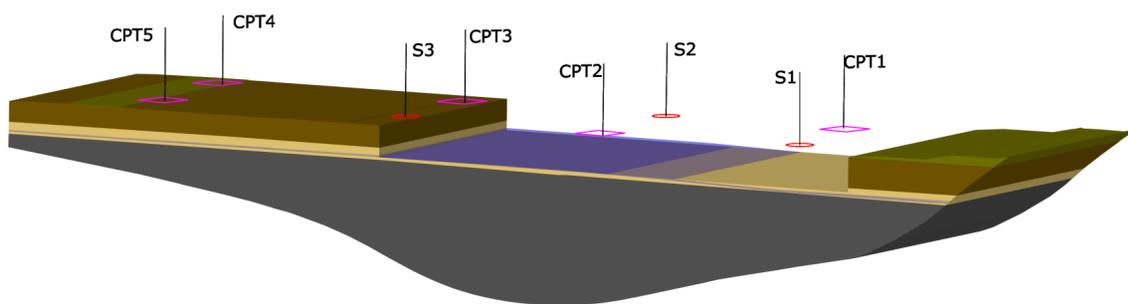
Scala

1 : 1000 vista generale
1 : 250 vista di dettaglio

www.studiogeologico.it

Tavola

6



LEGENDA

	Suolo costituito da limo sabbioso argilloso		Formazione di Monte Morello
	Depositi alluvionali coesivi		Superficie piezometrica
	Depositi alluvionali incoerenti		

Note Generali

No.	Revisione	Data

Committente
Marchese Frescobaldi Spa

Titolo Progetto
Realizzazione cantina e frantoio in località Castellare

Oggetto
Vista 3D con dettaglio scavo lato SO

Data
Novembre 2022

Scala
1 : 1000 vista generale
1 : 250 vista di dettaglio

www.studiogeologico.it

Tavola

5

ALLEGATO A

RACCOLTA RISULTATI DI PROVA

Dal n° 136/2022 e n°138/2022 emessi ad Arezzo il 2-8-2022

Sigla Commessa: 46/22

Committente: Marchesi Frescobaldi Società Agricola s.r.l.

Categoria: Sondaggi geognostici

Cantiere: Via Aretina Loc. Sieci – Pontassieve (FI)

Nelle pagine seguenti sono riportati:

- Le date di esecuzione delle prove;
- Il tipo di esperienza o di installazione eseguita;
- I risultati ottenuti.

Questa raccolta consta di n°14 fogli esclusa la copertina

Il Responsabile di sito
Geol. D. Senesi

Il Direttore Tecnico
Ing. M. Goretti

Conc. Min. Infr. e Trasp. con Decreto n°5950 del 15/06/2011 Settore C

Cantiere: Via Aretina Loc. Sieci - Pontassieve (FI)

Committente: Marchesi Frescobaldi

Data inizio perforazione: 28-7-2022

Data fine perforazione: 29-7-2022

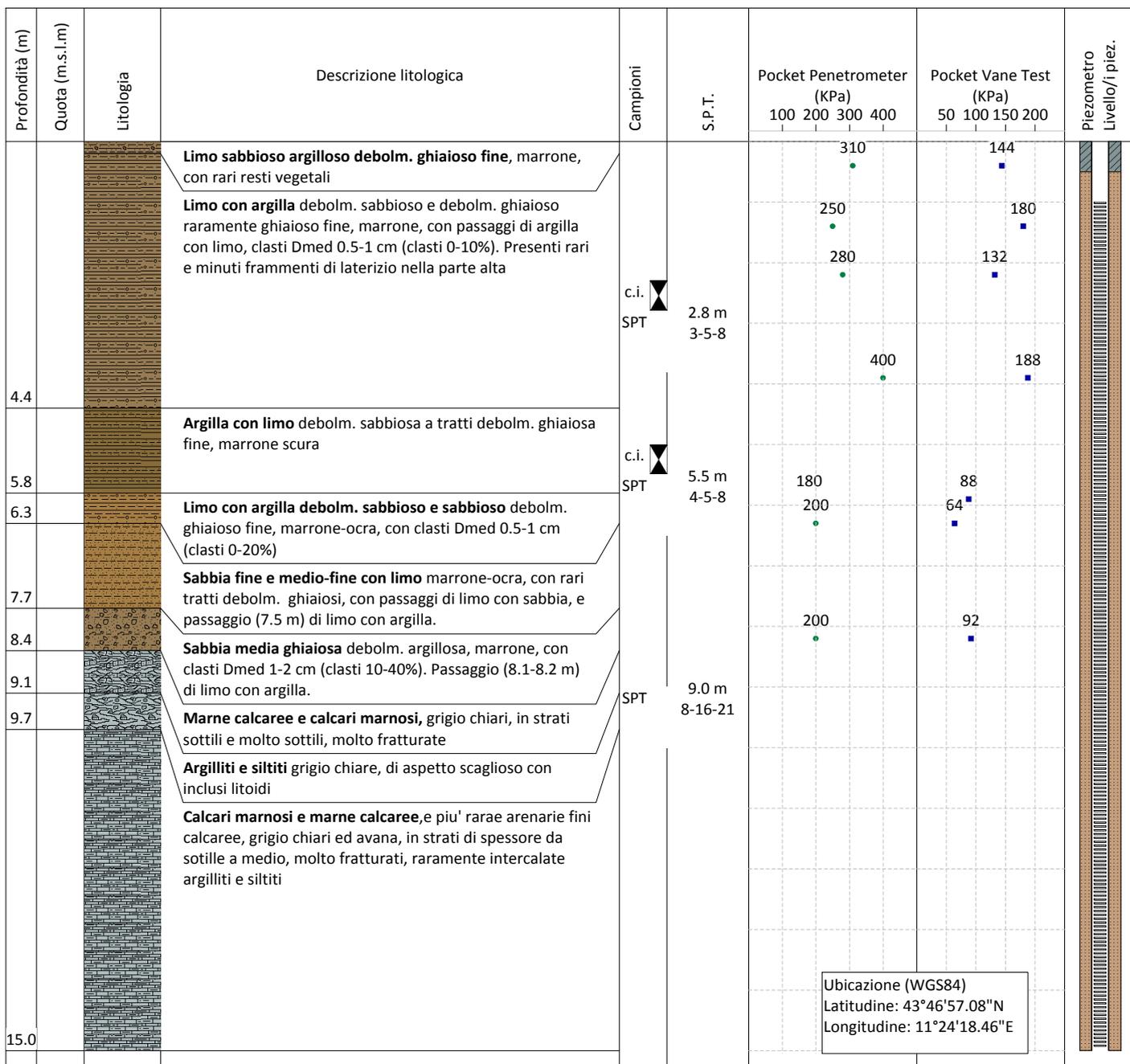
Sondaggio: S1

Richiedente: Geol. R. Martelli

Lunghezza (m): 15.0

Scala grafica: 1:100

Inclinazione (°):



Diametro perforazione (mm): 101

Diametro rivestimenti (mm): 127

Macchina perforatrice: Comacchio MC-450P

Metodo di perforazione: aste e carotieri

Responsabile di sito: Geol. D. Senesi

Note: al termine della perforazione il foro di sondaggio è stato attrezzato con piezometro a tubo aperto condizionato come nello schema riportato

Direttore laboratorio: Ing. M. Goretti

n° pagine : 1

Pagina 1

Conc. Min. Infr. e Trasp. con Decreto n°5950 del 15/06/2011 Settore C

Cantiere: Via Aretina Loc. Sieci - Pontassieve (FI)

Committente: Marchesi Frescobaldi

Data inizio perforazione: 25-7-2022

Data fine perforazione: 27-7-2022

Sondaggio: S2

Richiedente: Geol. R. Martelli

Lunghezza (m): 30.0

Scala grafica: 1:100

Inclinazione (°):

Profondità (m)	Quota (m.s.l.m)	Litologia	Descrizione litologica	Campioni	S.P.T.	Pocket Penetrometer (KPa)				Pocket Vane Test (KPa)				Piezometro Livello/i piez.	
						100	200	300	400	50	100	150	200		
0.5			Limo sabbioso argilloso debolm. ghiaioso e ghiaioso fine, marrone, con resti vegetali												
			Limo argilloso e con argilla debolm. sabbioso, a tratti debolm. ghiaioso fine, marrone												
2.8															
			Limo con argilla debolm. sabbioso e debolm. ghiaioso fine, marrone, con clasti Dmed 1 cm (clasti 0-20%)												
5.0															
5.3			Sabbia medio-fine con limo debolm. ghiaiosa fine, marrone. Parte alta passaggio di limo con sabbia												
			Ghiaia eterometrica con ciottoli, con clasti eterogenei, arrotond., Dmax>10 cm, Dmed 3-5 cm, in matrice sabbioso-limosa, marrone, raramente abbondante (clasti 60-90%)												
7.8															
			Argilliti e siltiti marroni passanti grigie, di aspetto scaglioso, molto alterate nella parte alta												
8.5															
			Marne calcaree e calcari marnosi, grigio chiare e grigie, in strati di spessore da molto sottile a medio, molto fratturati e disarticolati, frammisti ed alternati a livelli centim. e decimetrici di argilliti e siltiti grigie, di aspetto scaglioso, a tratti marnose												
13.4															
			Argilliti e siltiti, talvolta marnose, di aspetto scaglioso a tratti destrutturate, grigio chiare, intercalate a strati spesso disarticolati di marne argillose e calcaree piu' raramente a calcari marnosi. Presenti abbondanti vene e concrezioni di calcite tra 16-17 m.												

Diametro perforazione (mm): 101

Diametro rivestimenti (mm): 127

Macchina perforatrice: Comacchio MC-450P

Metodo di perforazione: aste e carotieri

Responsabile di sito: Geol. D. Senesi

Note: al termine della perforazione il foro di sondaggio è stato attrezzato per l'esecuzione di misure sismiche tipo down-hole

Direttore laboratorio: Ing. M. Goretti

n° pagine : 2

Pagina 1

Sondaggio: S2

Richiedente: Geol. R. Martelli

Lunghezza (m): 30.0

Conc. Min. Infr. e Trasp. con Decreto n°5950 del 15/06/2011 Settore C

Cantiere: Via Aretina Loc. Sieci - Pontassieve (FI)

Committente: Marchesi Frescobaldi

Profondità (m)	Quota (m.s.l.m.)	Litologia	Descrizione litologica	Campioni	S.P.T.	Pocket Penetrometer (KPa)				Pocket Vane Test (KPa)				Piezometro
						100	200	300	400	50	100	150	200	
22.9														
24.8			Marne argillose ed argilliti marnose , grigio chiare, in strati di spessore da molto sottile a medio, moderatamente fratturate											
26.6			Calcarei marnosi e marne calcaree , in strati di spessore da sottile a elevato, poco fratturate, con rari passaggi centim. di argilliti e siltiti											
30.0			Marne argillose ed argilliti marnose , in strati di spessore da laminati a medio, poco e moderatamente fratturati											

Ubicazione (WGS84)
 Latitudine: 43°46'56.44"N
 Longitudine: 11°24'15.81"E

Conc. Min. Infr. e Trasp. con Decreto n°5950 del 15/06/2011 Settore C

Cantiere: Via Aretina Loc. Sieci - Pontassieve (FI)

Committente: Marchesi Frescobaldi

Data inizio perforazione: 27-7-2022

Data fine perforazione: 28-7-2022

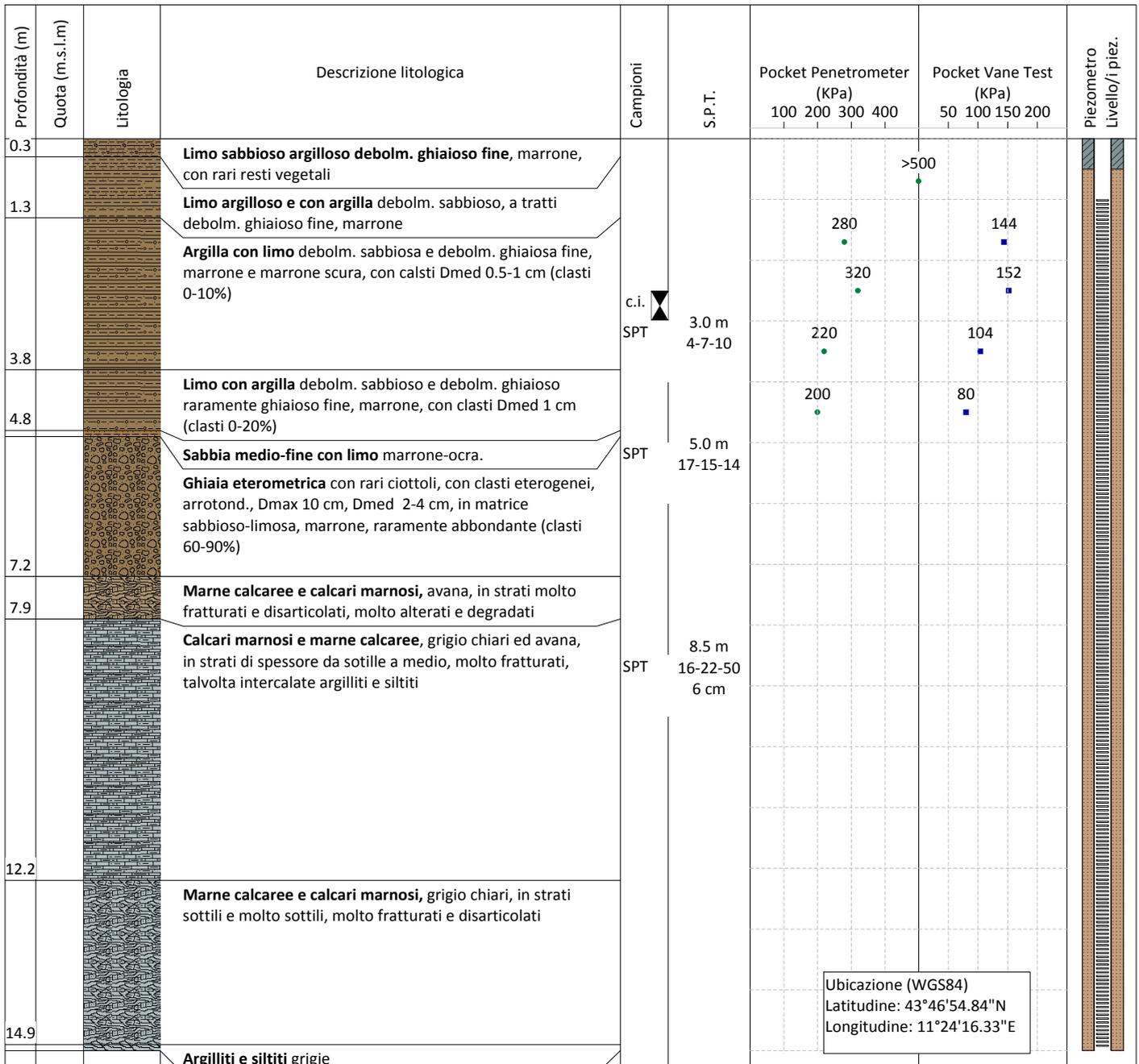
Sondaggio: S3

Richiedente: Geol. R. Martelli

Lunghezza (m): 15.0

Scala grafica: 1:100

Inclinazione (°):



Diametro perforazione (mm): 101

Diametro rivestimenti (mm): 127

Macchina perforatrice: Comacchio MC-450P

Metodo di perforazione: aste e carotieri

Responsabile di sito: Geol. D. Senesi

Note: al termine della perforazione il foro di sondaggio è stato attrezzato con piezometro a tubo aperto condizionato come nello schema riportato

Direttore laboratorio: Ing. M. Goretti

n° pagine : 1

Pagina 1

Ubicazione sondaggi



Documentazione fotografica



Sondaggio S1



Sondaggio S2



Sondaggio S3



S1 c1 p.c. - 5.0 m



S1 c2 5.0 m - 10.0 m



S1 c3 10.0 m - 15.0 m



S2 c1 p.c. - 5.0 m



S2 c2 5.0 m - 10.0 m



S2 c3 10.0 m - 15.0 m



S2 c4 15.0 m – 20.0 m



S2 c5 20.0 m – 25.0 m



S2 c6 25.0 m – 30.0 m



S3 c1 p.c. - 5.0 m



S3 c2 5.0 m - 10.0 m



S3 c3 10.0 m - 15.0 m

Prov di permeabilità tipo Lefranc

PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LEFRANC A CARICO VARIABILE

Richiedente: Geol. R. Martelli

Sondaggio: S1 (n°136/2022)

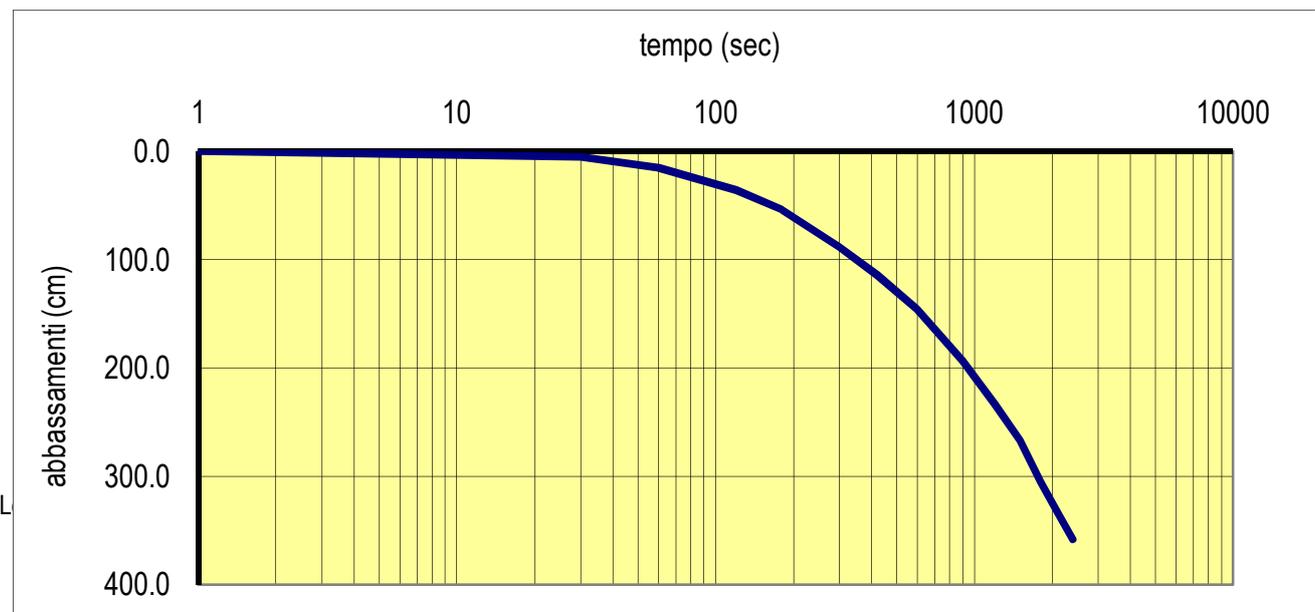
Committente: Marchesi Frescobaldi

Cantiere: Via Aretina Loc. Sieci - Pontassieve

Data: 29-7-2022

	(cm)
Quota superiore del filtro dal p.c.	750
Quota inferiore del filtro dal p.c.	850
Lunghezza del tratto di prova	100
Quota falda dal p.c.	610
Diametro medio foro	10.5
Quota del boccaforo sul p.c.	20

Tempo (sec)	Abbassamenti (cm)
1	0.1
30	5.0
60	15.0
120	36.0
180	54.0
300	88.0
420	114.0
600	146.0
900	193.0
1200	234.0
1500	267.0
1800	305.0
2100	334.0
2400	358.0



Responsabile di sito
Geol. D. Senesi

Direttore laboratorio
Ing. M. Goretti

Richiedente: Geol. R. Martelli
Committente: Marchesi Frescobaldi
Cantiere: Via Aretina Loc. Sieci - Pontassieve

ELABORAZIONI PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LEFRANC

Sondaggio (n°)	Intervallo Prova (m dal p.c.)	Coeff. Permeabilità (cm/sec)
S1	7.5 - 8.5	1.1E-04

ALLEGATO B



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

Committente : Marchese Frescobaldi spa
Cantiere : Sieci - Pontassieve (FI)

Verbale Accettazione n° : 384 del 29/08/2022
Data Certificazione : 13/09/2022
Campioni n°: 4
Certificati da n° a n° : 04019 a 04037



**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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 04022	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 13/09/22	Inizio analisi: 06/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 384 del 29/08/22		Apertura campione: 02/09/22	Fine analisi: 09/09/22

COMMITTENTE: Marchese Frescobaldi spa		
RIFERIMENTO: Sieci - Pontassieve (FI)		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 2.3-2.8

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

Classificazione secondo: CNR-UNI 10006/00

ANALISI GRANULOMETRICA

LIMITI DI CONSISTENZA

Passante setaccio 10 (2 mm)	97,0 %	Limite di liquidità	51,7 %
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	88,9 %	Limite di plasticità	25,9 %
Passante setaccio 200 (0.075 mm)	79,0 %	Indice di plasticità	25,8 %

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A7-6 INDICE DI GRUPPO: 17

Tipi usuali dei materiali principali:
Argille fortemente compressibili fortemente plastiche



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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 04019	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 13/09/22	Inizio analisi: 02/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 384 del 29/08/22		Apertura campione: 02/09/22	Fine analisi: 03/09/22

COMMITTENTE: Marchese Frescobaldi spa		
RIFERIMENTO: Sieci - Pontassieve (FI)		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 2.3-2.8

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 23,1 %

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.itDNV 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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 04020	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 13/09/22	Inizio analisi: 02/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 384 del 29/08/22		Apertura campione: 02/09/22	Fine analisi: 02/09/22

COMMITTENTE: Marchese Frescobaldi spa		
RIFERIMENTO: Sieci - Pontassieve (FI)		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 2.3-2.8

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 = 19,6 kN/m³





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

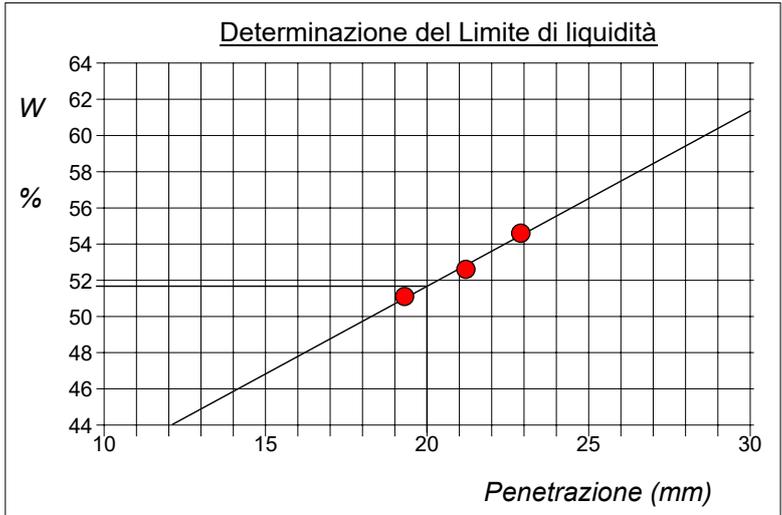
CERTIFICATO DI PROVA N°: 04021	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 13/09/22	Inizio analisi: 05/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 384 del 29/08/22		Apertura campione: 02/09/22	Fine analisi: 06/09/22

COMMITTENTE: Marchese Frescobaldi spa		
RIFERIMENTO: Sieci - Pontassieve (FI)		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 2.3-2.8

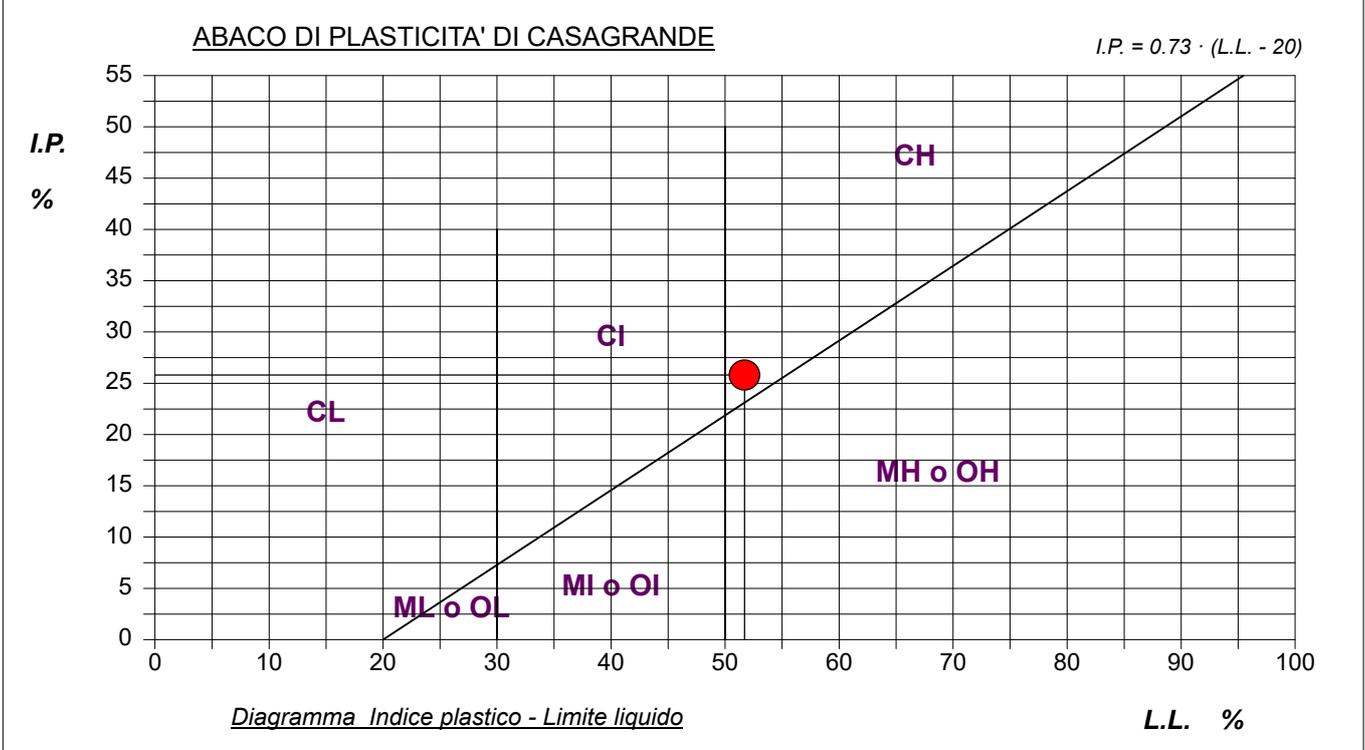
ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-10

Limite di liquidità	51,7	%
Limite di plasticità	25,9	%
Indice di plasticità	25,8	%
Indice di consistenza	1,11	
Passante al set. n° 42	SI	



C - Argille inorganiche	L - Bassa plasticità
M - Limi inorganici	I - Media plasticità
O - Argille e limi organici	H - Alta plasticità



Lo sperimentatore
Dott. Geol. Elisa Lazzi

Il direttore del laboratorio
Dott. Geol. Paolo Tognelli

**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-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

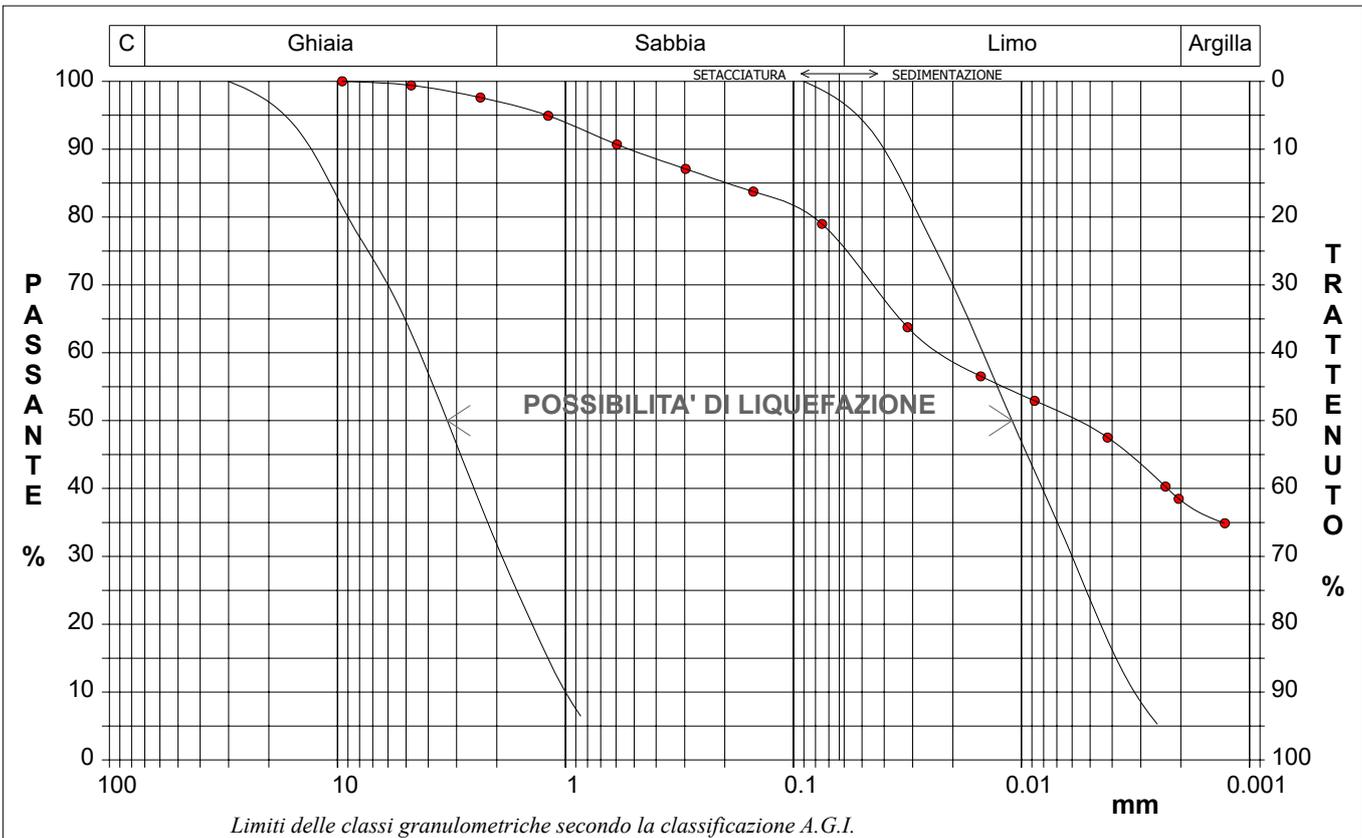
CERTIFICATO DI PROVA N°: 04022	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 13/09/22	Inizio analisi: 06/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 384 del 29/08/22		Apertura campione: 02/09/22	Fine analisi: 09/09/22

COMMITTENTE: Marchese Frescobaldi spa			
RIFERIMENTO: Sieci - Pontassieve (FI)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 2.3-2.8	

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma A.G.I. 1977

Ghiaia	3,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	97,0 %	D10	---	mm		
Sabbia	21,9 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	88,9 %	D30	---	mm		
Limo	36,8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	79,0 %	D50	0,00588	mm		
Argilla	38,3 %			D60	0,02149	mm		
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	D90	0,52031	mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %						
9,5200	100,00	0,2970	87,09	0,0088	52,93				
4,7500	99,40	0,1500	83,76	0,0042	47,51				
2,3600	97,60	0,0750	78,99	0,0023	40,29				
1,1900	94,92	0,0316	63,76	0,0020	38,49			Setacci	7
0,5950	90,70	0,0151	56,54	0,0013	34,88			Punti sediment.	7

**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-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

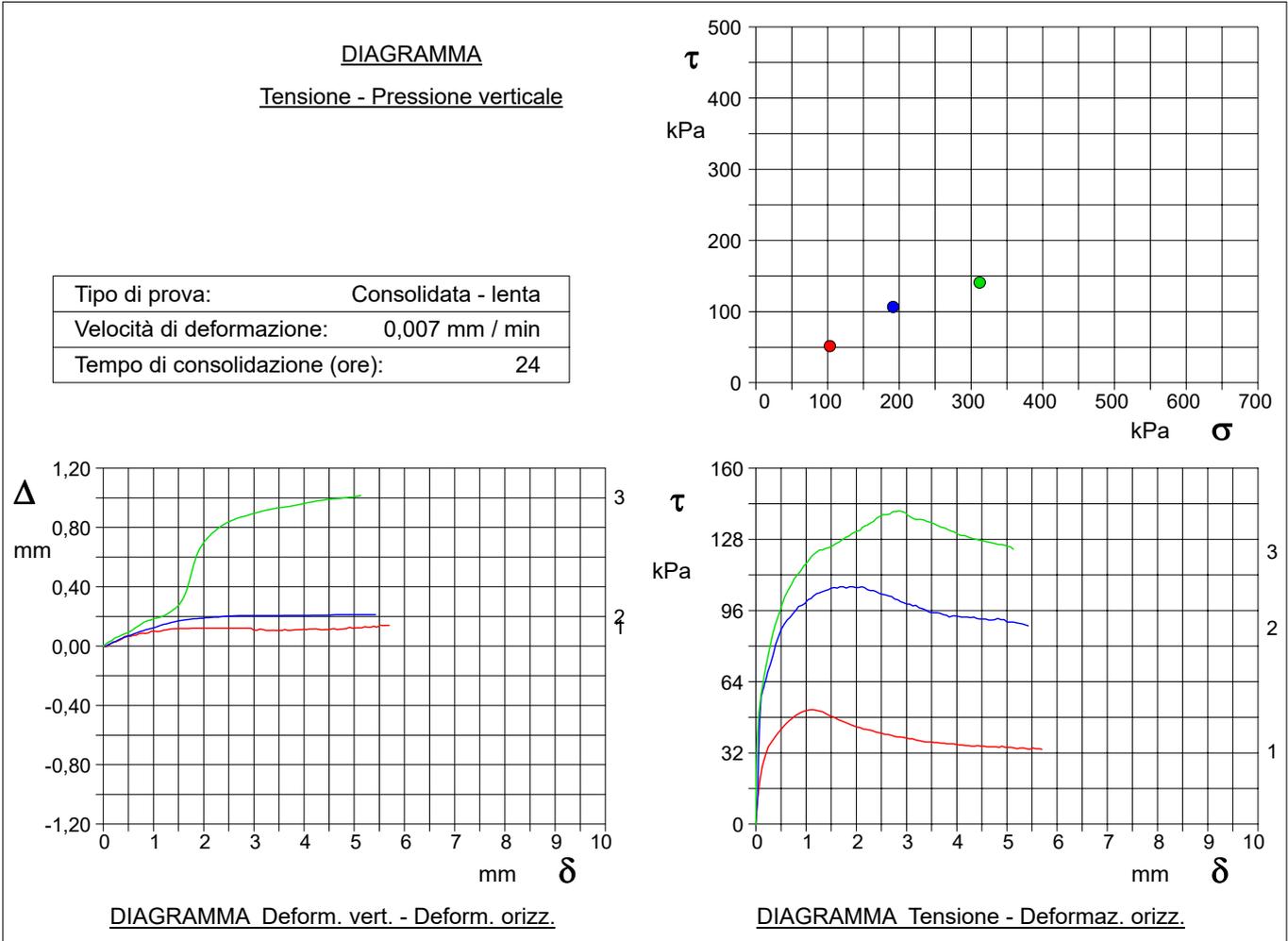
CERTIFICATO DI PROVA N°: 04023	Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 13/09/22	Inizio analisi: 02/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 384 del 29/08/22		Apertura campione: 02/09/22	Fine analisi: 06/09/22

COMMITTENTE: Marchese Frescobaldi spa			
RIFERIMENTO: Sieci - Pontassieve (FI)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 2.3-2.8	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	103		191		312	
Tensione a rottura (kPa):	51		107		141	
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	1,08		1,68		2,85	
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,10		0,18		0,88	
Umidità iniziale e umidità finale (%):	---	26,1	---	25,1	---	24,8
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19,5	24,6	19,6	24,5	19,6	24,4



COMMITTENTE: Marchese Frescobaldi spa			
RIFERIMENTO: Sieci - Pontassieve (FI)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	2.3-2.8

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	103	191	312
Tensione a rottura (kPa):	51	107	141
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	1,08	1,68	2,85
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,10	0,18	0,88
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 26,1	--- 25,1	--- 24,8
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19,5 24,6	19,6 24,5	19,6 24,4

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Coesione:	16,0 kPa
Angolo di attrito interno:	23,2 °

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

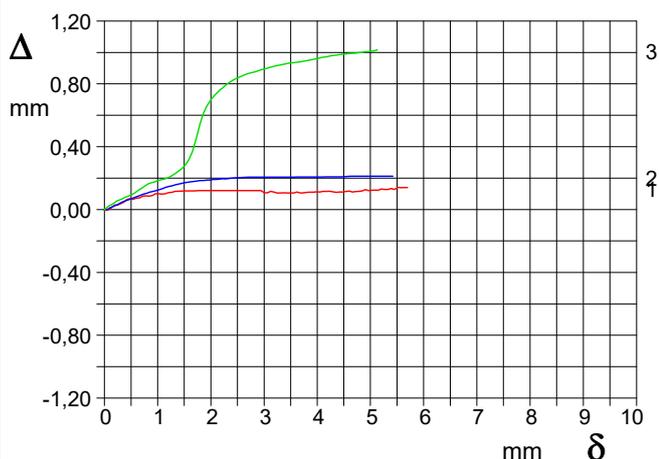
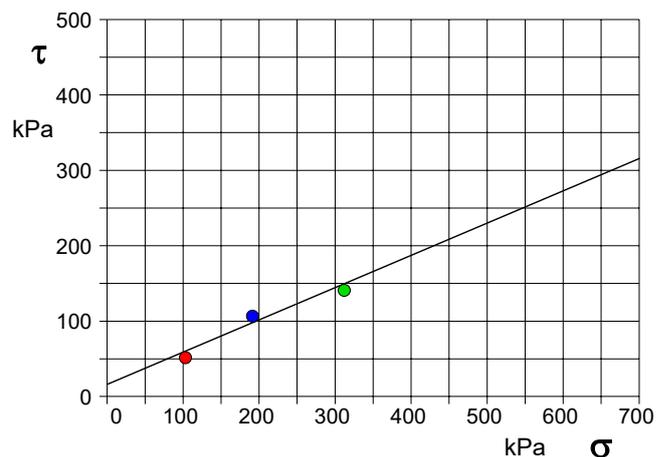


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

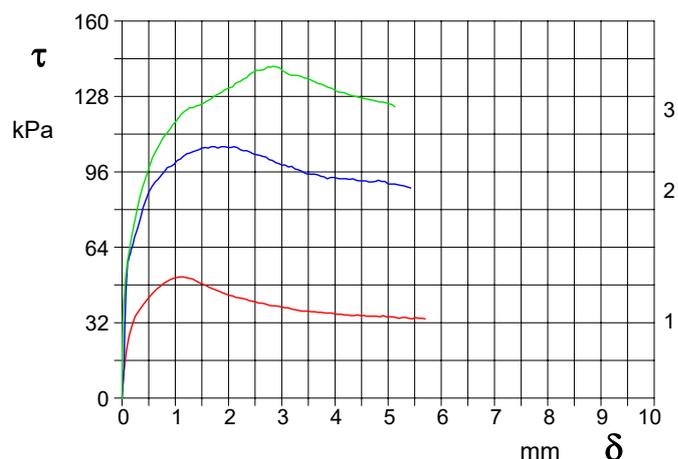


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

**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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 04026	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 13/09/22	Inizio analisi: 06/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 384 del 29/08/22		Apertura campione: 02/09/22	Fine analisi: 09/09/22

COMMITTENTE: Marchese Frescobaldi spa		
RIFERIMENTO: Sieci - Pontassieve (FI)		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 5.0-5.5

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

Classificazione secondo: CNR-UNI 10006/00

ANALISI GRANULOMETRICA

LIMITI DI CONSISTENZA

Passante setaccio 10 (2 mm)	86,5 %	Limite di liquidità	51,3 %
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	82,0 %	Limite di plasticità	22,9 %
Passante setaccio 200 (0.075 mm)	78,4 %	Indice di plasticità	28,4 %

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A7-6 INDICE DI GRUPPO: 18

Tipi usuali dei materiali principali:
Argille fortemente compressibili fortemente plastiche





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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 04024	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 13/09/22	Inizio analisi: 02/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 384 del 29/08/22		Apertura campione: 02/09/22	Fine analisi: 03/09/22

COMMITTENTE: Marchese Frescobaldi spa		
RIFERIMENTO: Sieci - Pontassieve (FI)		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 5.0-5.5

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale = 22,2 %

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.itDNV 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

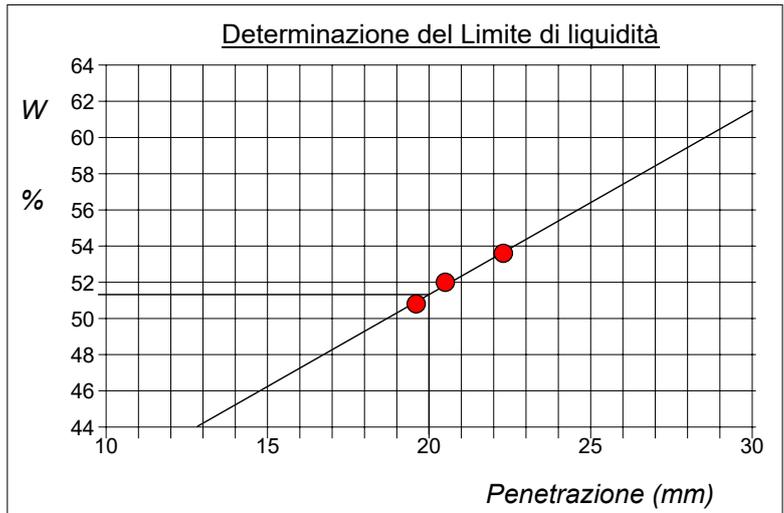
CERTIFICATO DI PROVA N°: 04025	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 13/09/22	Inizio analisi: 05/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 384 del 29/08/22		Apertura campione: 02/09/22	Fine analisi: 06/09/22

COMMITTENTE: Marchese Frescobaldi spa			
RIFERIMENTO: Sieci - Pontassieve (FI)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	5.0-5.5

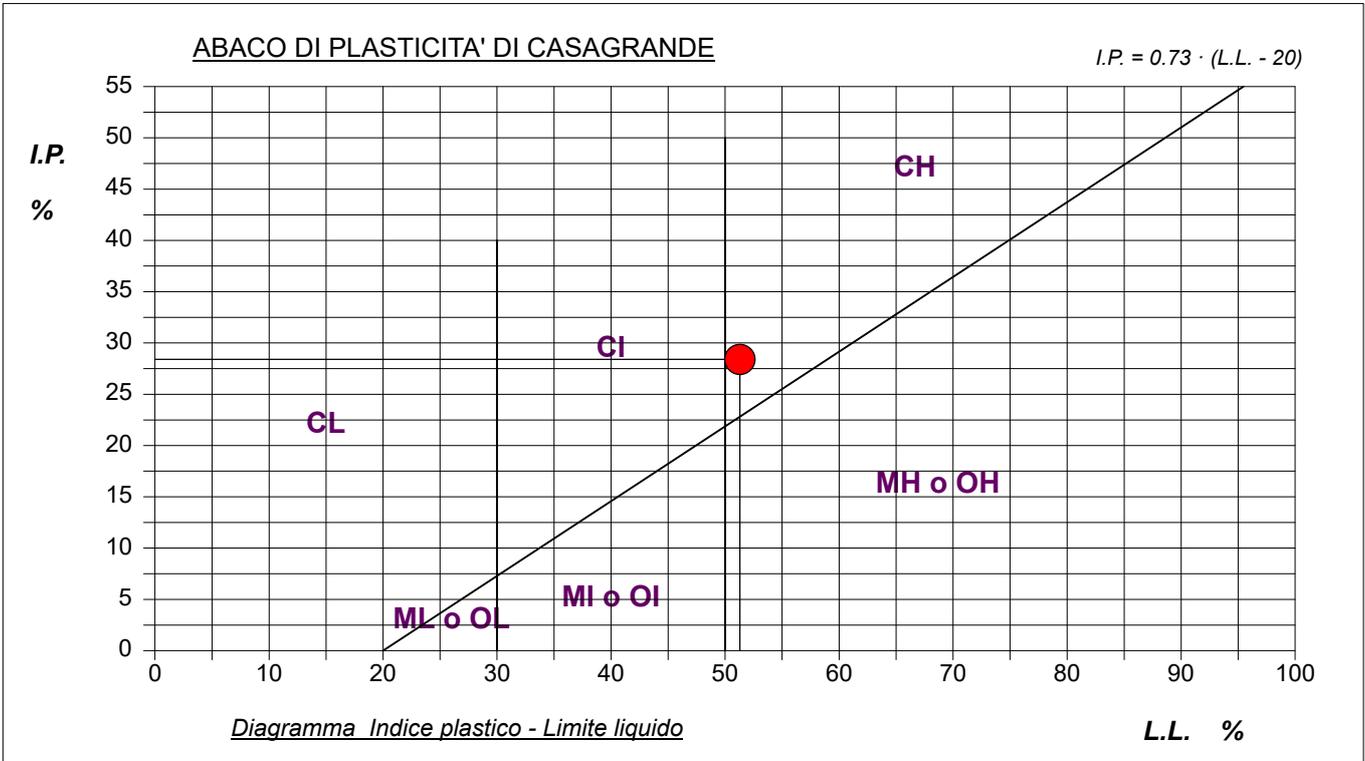
ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-10

Limite di liquidità	51,3	%
Limite di plasticità	22,9	%
Indice di plasticità	28,4	%
Indice di consistenza	1,02	
Passante al set. n° 42	SI	



C - Argille inorganiche	L - Bassa plasticità
M - Limi inorganici	I - Media plasticità
O - Argille e limi organici	H - Alta plasticità



**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-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

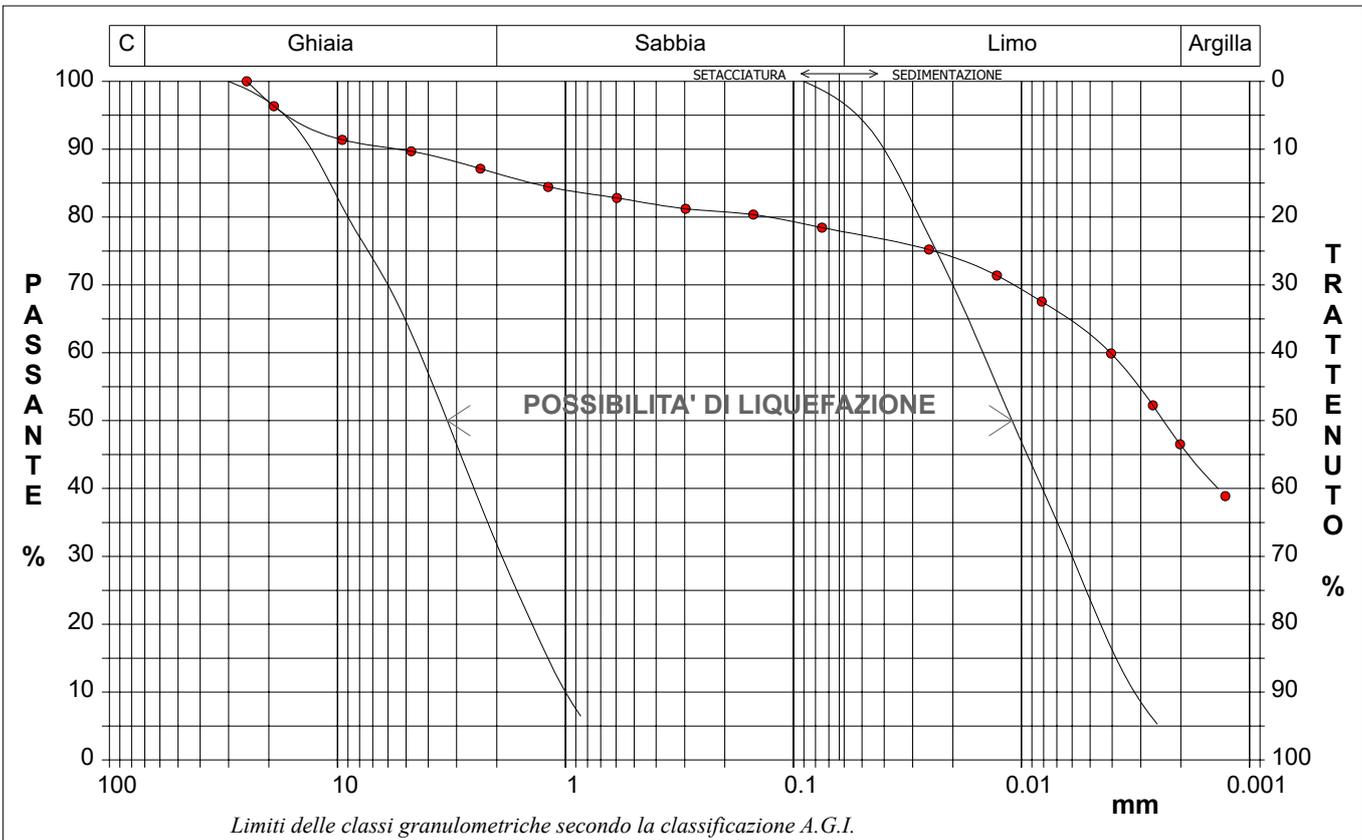
CERTIFICATO DI PROVA N°: 04026	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 13/09/22	Inizio analisi: 06/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 384 del 29/08/22		Apertura campione: 02/09/22	Fine analisi: 09/09/22

COMMITTENTE: Marchese Frescobaldi spa			
RIFERIMENTO: Sieci - Pontassieve (FI)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	5.0-5.5

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma A.G.I. 1977

Ghiaia	13,5 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	86,5 %	D10	0,00023 mm
Sabbia	8,7 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	82,0 %	D30	--- mm
Limo	31,4 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	78,4 %	D50	0,00238 mm
Argilla	46,4 %			D60	0,00408 mm
Coefficiente di uniformità	17,91	Coefficiente di curvatura	---	D90	5,39426 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %						
25,0000	100,00	1,1900	84,44	0,0255	75,20	0,0020	46,51		
19,0000	96,33	0,5950	82,81	0,0128	71,38	0,0013	38,86		
9,5200	91,38	0,2970	81,22	0,0082	67,55				
4,7500	89,69	0,1500	80,36	0,0040	59,90			Setacci	9
2,3600	87,13	0,0750	78,44	0,0027	52,25			Punti sediment.	7



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

COMMITTENTE:	Marchese Frescobaldi spa
RIFERIMENTO:	Sieci - Pontassieve (FI)
SONDAGGIO:	2
CAMPIONE:	1
PROFONDITA':	m 3.5-4.0

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	24,1	%
Peso di volume	19,5	kN/m³
Peso di volume secco	15,7	kN/m³
Peso di volume saturo	19,7	kN/m³
Peso specifico	26,5	kN/m³
Indice dei vuoti	0,684	
Porosità	40,6	%
Grado di saturazione	95,1	%
Limite di liquidità	51,5	%
Limite di plasticità	23,5	%
Indice di plasticità	28,0	%
Indice di consistenza	0,98	
Passante al set. n° 42	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00	A7-6	I.G. = 18

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	5,1	%
Sabbia	3,8	%
Limo	37,2	%
Argilla	53,9	%
D 10		mm
D 50	0,001450	mm
D 60	0,003098	mm
D 90	0,045386	mm
Passante set. 10	94,9	%
Passante set. 42	93,5	%
Passante set. 200	92,1	%

COMPRESSIONE

σ	kPa
c_u	kPa
σ_{Rim}	kPa
$c_{u Rim}$	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta	
c'	kPa
ϕ'	°
c'_{Res}	kPa
ϕ'_{Res}	°

PERMEABILITA'

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

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm²/sec	k cm/sec
49,2 ÷ 98,4	9781	0,000264	2,65E-09
98,4 ÷ 196,8	11001	0,000584	5,21E-09
196,8 ÷ 393,6	11662	0,000484	4,07E-09
393,6 ÷ 787,2	14339	0,000241	1,65E-09
787,2 ÷ 1574,4	21450	0,000122	5,58E-10

FOTOGRAFIA



OSSERVAZIONI

<p>Tipi di campione: Cilindrico</p> <p>Qualità del campione: Q 5</p>
--

Posizione delle prove CF GR ED	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				
	10	400			Argilla con limo, con abbondanti concrezioni calcaree e tracce torbose MUNSELL SOIL COLOR: 2.5YR 5/3 Reddish brown
	20	375			
	30	350			Classificazione del terreno in base alla resistenza al pocket penetrometer e vane test
	40	350			< 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
	55				

**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-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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 04030	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 13/09/22	Inizio analisi: 05/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 384 del 29/08/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 08/09/22

COMMITTENTE: Marchese Frescobaldi spa		
RIFERIMENTO: Sieci - Pontassieve (FI)		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 3.5-4.0

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

Classificazione secondo: CNR-UNI 10006/00

ANALISI GRANULOMETRICA

LIMITI DI CONSISTENZA

Passante setaccio 10 (2 mm)	94,9 %	Limite di liquidità	51,5 %
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	93,5 %	Limite di plasticità	23,5 %
Passante setaccio 200 (0.075 mm)	92,1 %	Indice di plasticità	28,0 %

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A7-6 INDICE DI GRUPPO: 18Tipi usuali dei materiali principali:
Argille fortemente compressibili fortemente plastiche



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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 04027	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 13/09/22	Inizio analisi: 30/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 384 del 29/08/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 31/08/22

COMMITTENTE: Marchese Frescobaldi spa		
RIFERIMENTO: Sieci - Pontassieve (FI)		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 3.5-4.0

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 24,1 %

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.itDNV 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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 04028	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 13/09/22	Inizio analisi: 30/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 384 del 29/08/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 30/08/22

COMMITTENTE: Marchese Frescobaldi spa		
RIFERIMENTO: Sieci - Pontassieve (FI)		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 3.5-4.0

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 = 19,5 kN/m³

**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-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

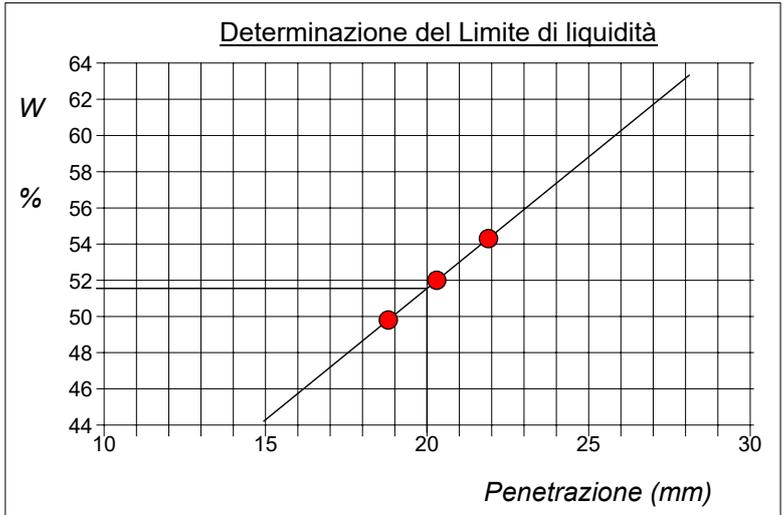
CERTIFICATO DI PROVA N°: 04029	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 13/09/22	Inizio analisi: 05/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 384 del 29/08/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 06/09/22

COMMITTENTE: Marchese Frescobaldi spa			
RIFERIMENTO: Sieci - Pontassieve (FI)			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.5-4.0

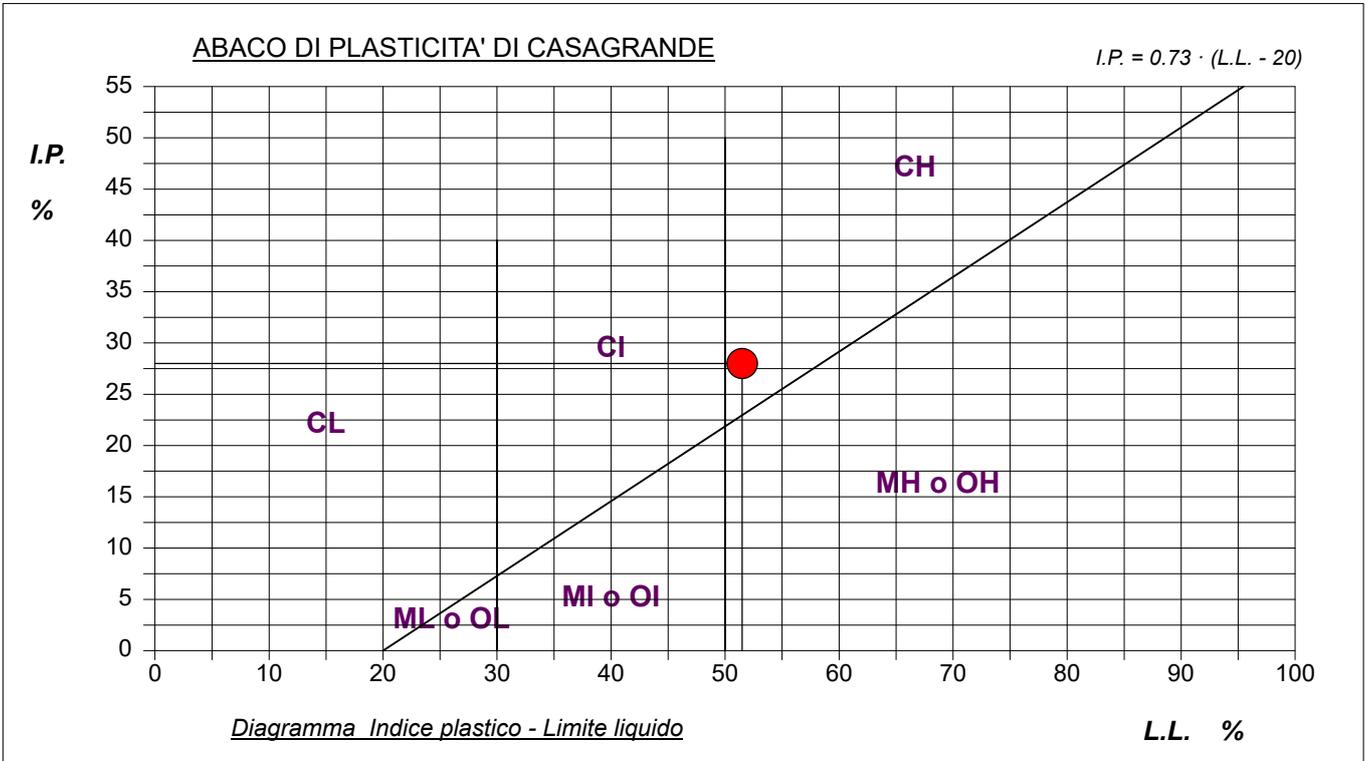
ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-10

Limite di liquidità	51,5	%
Limite di plasticità	23,5	%
Indice di plasticità	28,0	%
Indice di consistenza	0,98	
Passante al set. n° 42	SI	



C - Argille inorganiche	L - Bassa plasticità
M - Limi inorganici	I - Media plasticità
O - Argille e limi organici	H - Alta plasticità



Lo sperimentatore
Dott. Geol. Elisa Lazzi

Il direttore del laboratorio
Dott. Geol. Paolo Tognelli

**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-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

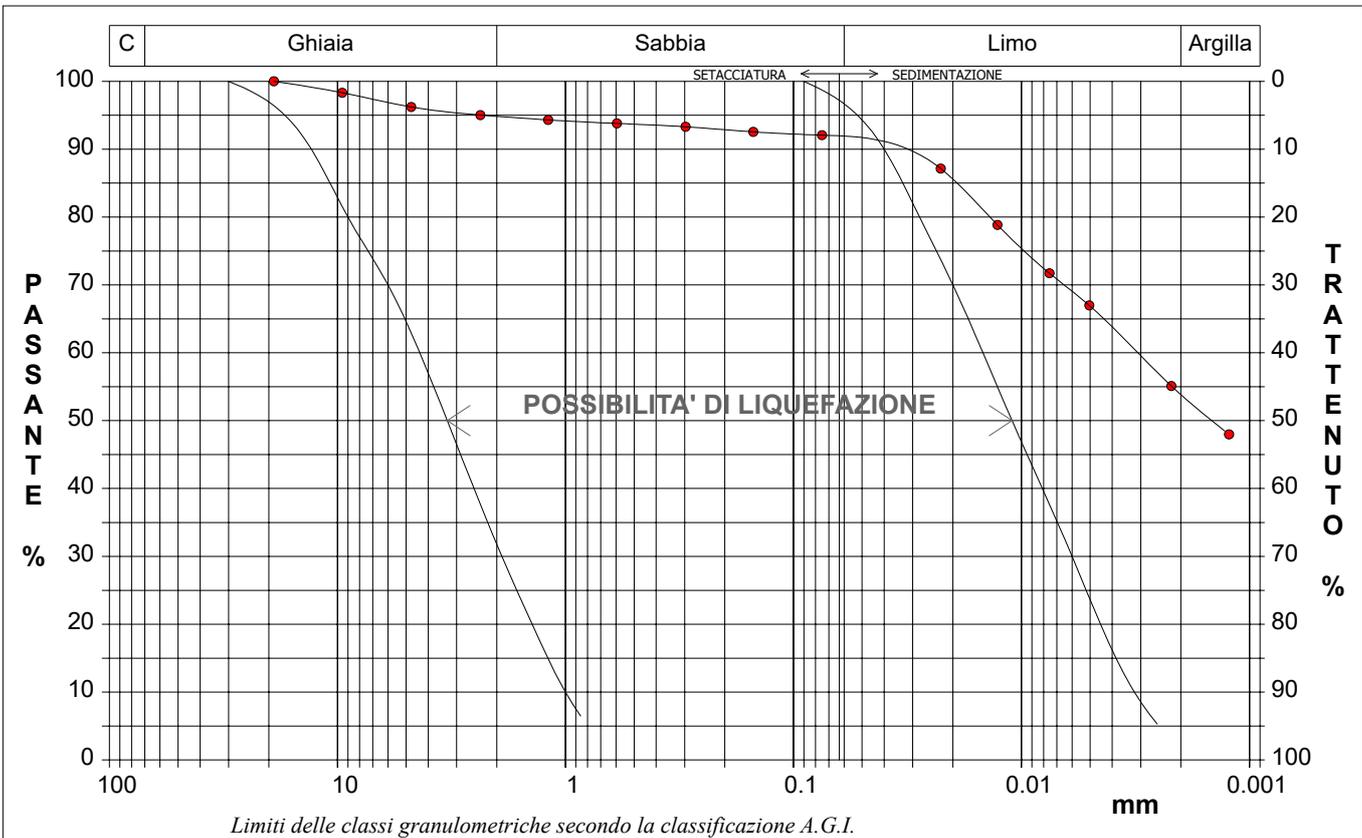
CERTIFICATO DI PROVA N°: 04030	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 13/09/22	Inizio analisi: 05/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 384 del 29/08/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 08/09/22

COMMITTENTE: Marchese Frescobaldi spa			
RIFERIMENTO: Sieci - Pontassieve (FI)			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.5-4.0

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma A.G.I. 1977

Ghiaia	5,1 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	94,9 %	D10	---	mm		
Sabbia	3,8 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	93,5 %	D30	---	mm		
Limo	37,2 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	92,1 %	D50	0,00145	mm		
Argilla	53,9 %			D60	0,00310	mm		
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	D90	0,04539	mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %						
19,0000	100,00	0,5950	93,79	0,0127	78,83				
9,5200	98,31	0,2970	93,30	0,0075	71,72				
4,7500	96,22	0,1500	92,56	0,0050	66,97				
2,3600	95,03	0,0750	92,06	0,0022	55,11			Setacci	8
1,1900	94,32	0,0226	87,14	0,0012	47,99			Punti sediment.	6



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

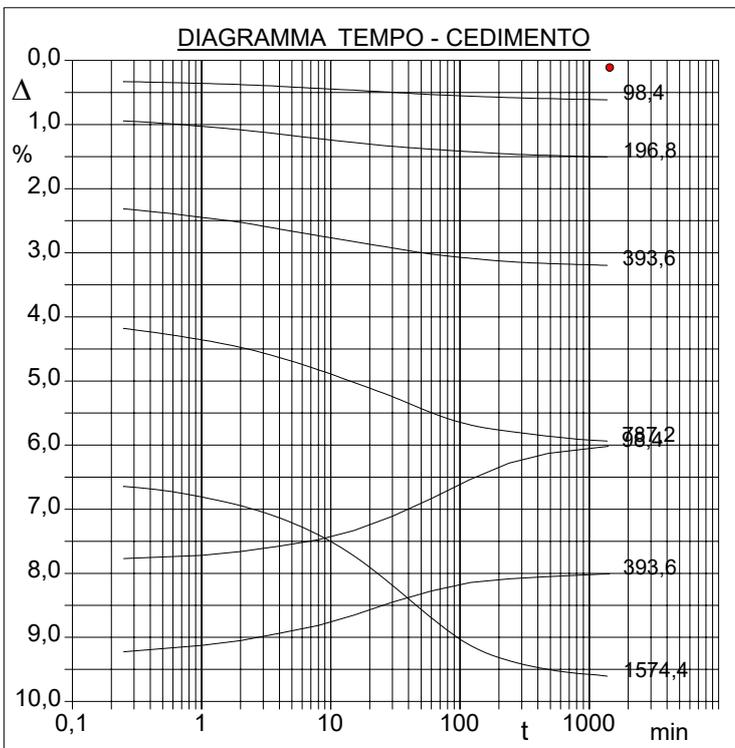
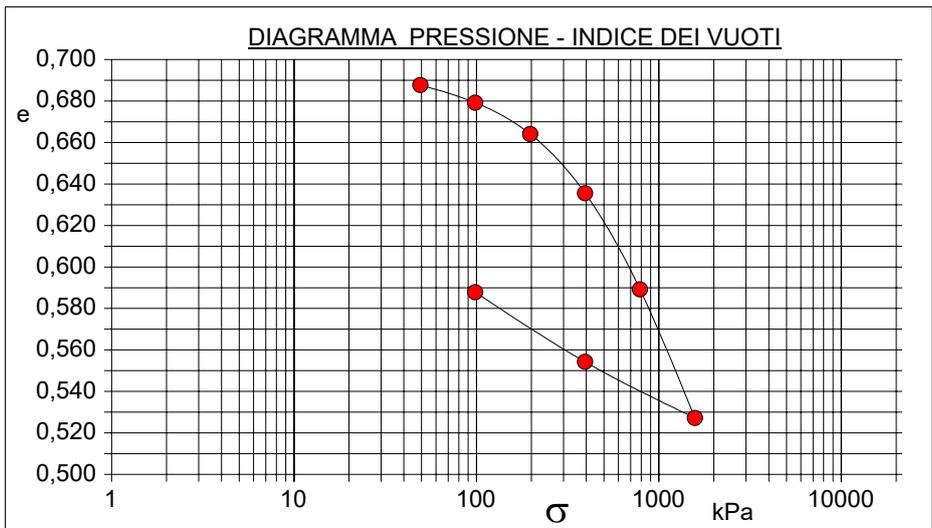
CERTIFICATO DI PROVA N°: 04031	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 13/09/22	Inizio analisi: 01/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 384 del 29/08/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 10/09/22

COMMITTENTE: Marchese Frescobaldi spa			
RIFERIMENTO: Sieci - Pontassieve (FI)			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.5-4.0

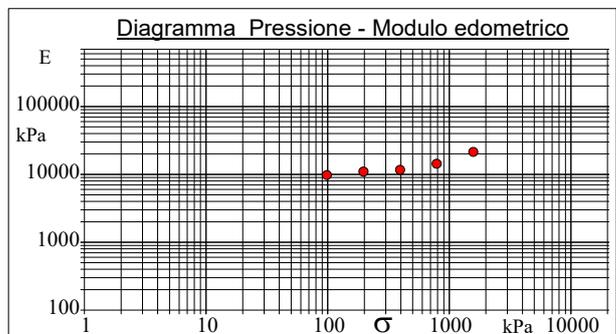
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435-11

Caratteristiche del campione	
Peso di volume (kN/m ³)	19,51
Umidità (%)	24,5
Peso specifico (kN/m ³)	26,47
Altezza provino (cm)	2,00
Diametro provino (cm)	5,00
Sezione provino (cm ²)	19,63
Volume provino (cm ³)	39,27
Volume dei vuoti (cm ³)	16,03
Indice dei vuoti	0,69
Porosità (%)	40,81
Saturazione (%)	96,0



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
49,2	2,2	0,688				
98,4	12,3	0,679	0,005	9781	0,000264	2,65E-09
196,8	30,2	0,664	0,008	11001	0,000584	5,21E-09
393,6	63,9	0,636	0,012	11662	0,000484	4,07E-09
787,2	118,8	0,589	0,018	14339	0,000241	1,65E-09
1574,4	192,2	0,527	0,021	21450	0,000122	5,58E-10
393,6	160,2	0,554				
98,4	120,4	0,588				



Blank space for additional notes or signatures.

**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-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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 04031	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 13/09/22	Inizio analisi: 01/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 384 del 29/08/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 10/09/22

COMMITTENTE: Marchese Frescobaldi spa			
RIFERIMENTO: Sieci - Pontassieve (FI)			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.5-4.0

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435-11

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 98,4 kPa		Pressione 196,8 kPa		Pressione 393,6 kPa		Pressione 787,2 kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,02	2,2	0,02	12,3	0,02	30,2	0,02	63,9
0,25	6,6	0,25	18,8	0,25	46,3	0,25	83,6
0,50	6,8	0,50	19,6	0,50	47,5	0,50	85,2
1,00	7,1	1,00	20,5	1,00	48,9	1,02	87,2
2,00	7,5	2,00	21,6	2,00	50,5	2,02	89,5
4,00	8,1	4,00	23,0	4,00	52,6	4,02	92,7
8,00	8,7	8,00	24,4	8,00	54,7	8,02	96,5
15,00	9,3	15,00	25,6	15,00	56,5	15,02	100,4
30,00	9,9	30,00	26,8	30,00	58,5	30,02	104,9
60,00	10,6	60,00	27,7	60,00	60,4	60,02	109,9
120,00	11,1	120,00	28,5	120,00	61,7	120,02	113,7
240,00	11,6	240,00	29,2	240,00	62,7	240,02	115,7
480,00	11,9	480,00	29,6	480,00	63,3	480,02	117,2
900,00	12,1	900,00	30,0	900,00	63,7	900,02	118,3
1200,00	12,2	1200,00	30,1	1200,00	63,8	1200,02	118,6
1440,00	12,3	1440,00	30,1	1419,62	63,9	1409,73	118,8

Pressione 1574,4 kPa		Pressione 393,6 kPa		Pressione 98,4 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,02	118,8	0,02	192,2	0,02	160,2		
0,25	132,9	0,25	184,5	0,25	155,4		
0,50	134,1	0,50	183,5	0,50	154,9		
1,00	136,2	1,00	182,5	1,00	154,4		
2,00	138,9	2,00	181,0	2,00	153,2		
4,00	142,7	4,00	178,7	4,00	151,5		
8,00	148,0	8,00	176,3	8,00	149,5		
15,00	154,5	15,00	173,1	15,00	146,7		
30,00	163,8	30,00	169,0	30,00	142,2		
60,00	173,9	60,00	165,5	60,00	136,7		
120,00	182,5	120,00	162,9	120,00	130,7		
240,00	187,3	240,00	161,7	240,00	125,6		
480,00	190,0	480,00	161,0	480,00	122,6		
900,00	191,4	900,00	160,5	900,00	121,3		
1200,00	191,8	1200,00	160,3	1200,00	120,7		
1440,00	192,2	1440,00	160,2	1403,52	120,4		



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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 04032	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE:	13/09/22	Inizio analisi:	30/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 384 del 29/08/22		Apertura campione:	30/08/22	Fine analisi:	31/08/22

COMMITTENTE: Marchese Frescobaldi spa			
RIFERIMENTO: Sieci - Pontassieve (FI)			
SONDAGGIO: 3	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	2.5-3.0

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale = 22,1 %

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-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°: 04033	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 13/09/22	Inizio analisi: 30/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 384 del 29/08/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 30/08/22

COMMITTENTE: Marchese Frescobaldi spa		
RIFERIMENTO: Sieci - Pontassieve (FI)		
SONDAGGIO: 3	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 2.5-3.0

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 = 18,5 kN/m³



**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-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

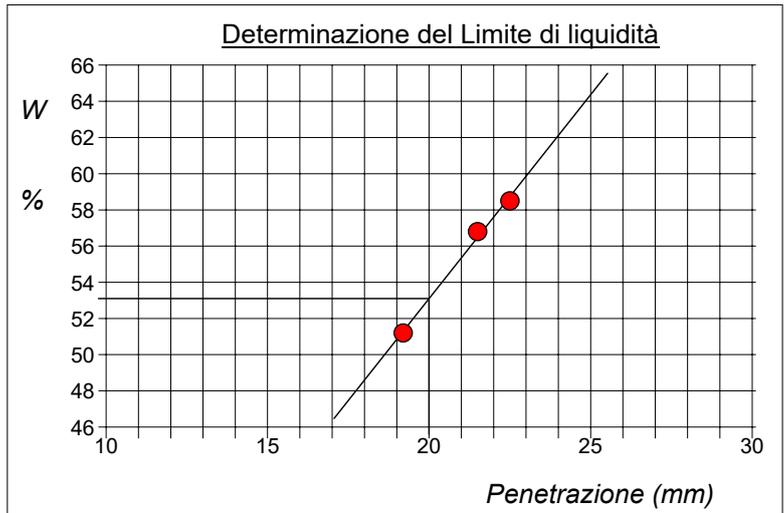
CERTIFICATO DI PROVA N°: 04034	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 13/09/22	Inizio analisi: 05/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 384 del 29/08/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 06/09/22

COMMITTENTE: Marchese Frescobaldi spa			
RIFERIMENTO: Sieci - Pontassieve (FI)			
SONDAGGIO: 3	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 2.5-3.0	

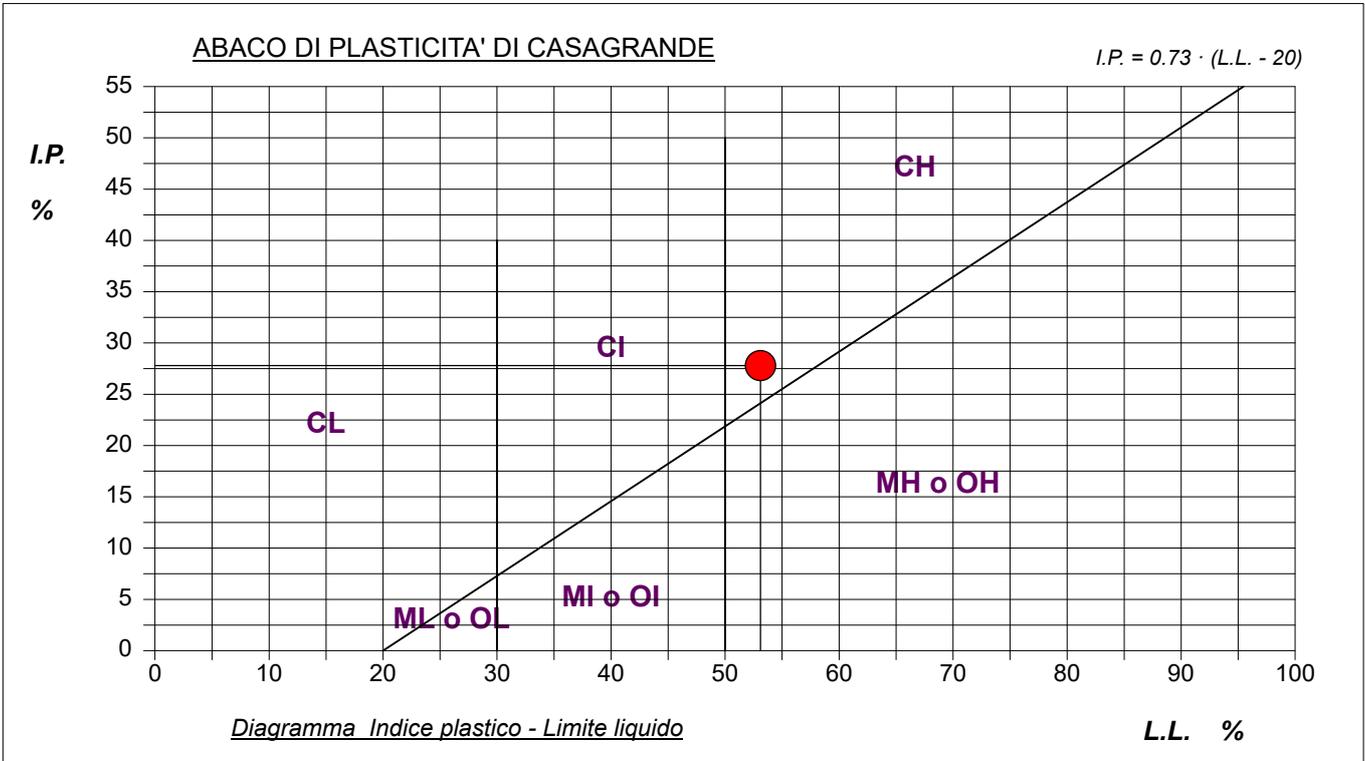
ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-10

Limite di liquidità	53,1	%
Limite di plasticità	25,3	%
Indice di plasticità	27,8	%
Indice di consistenza	1,12	
Passante al set. n° 42	SI	



C - Argille inorganiche	L - Bassa plasticità
M - Limi inorganici	I - Media plasticità
O - Argille e limi organici	H - Alta plasticità



**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-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

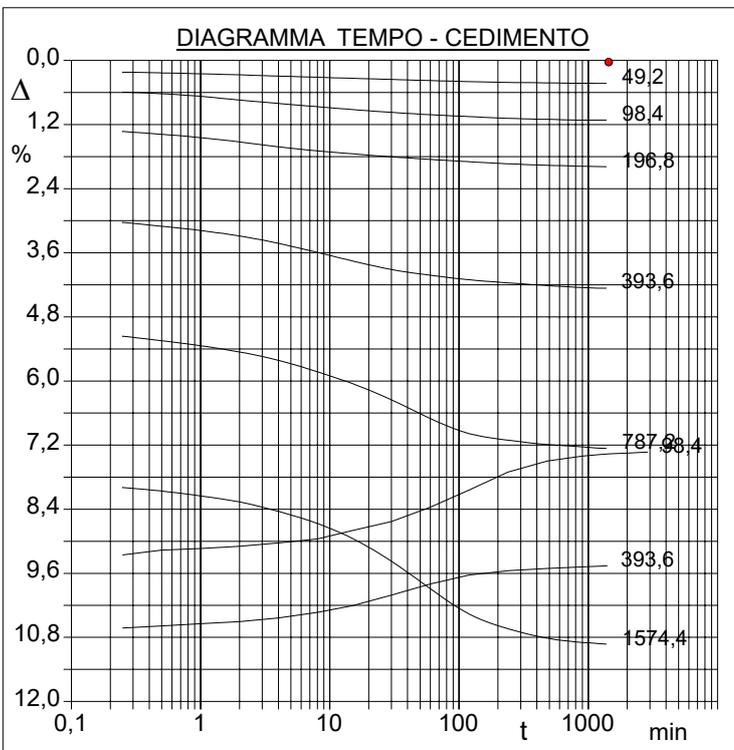
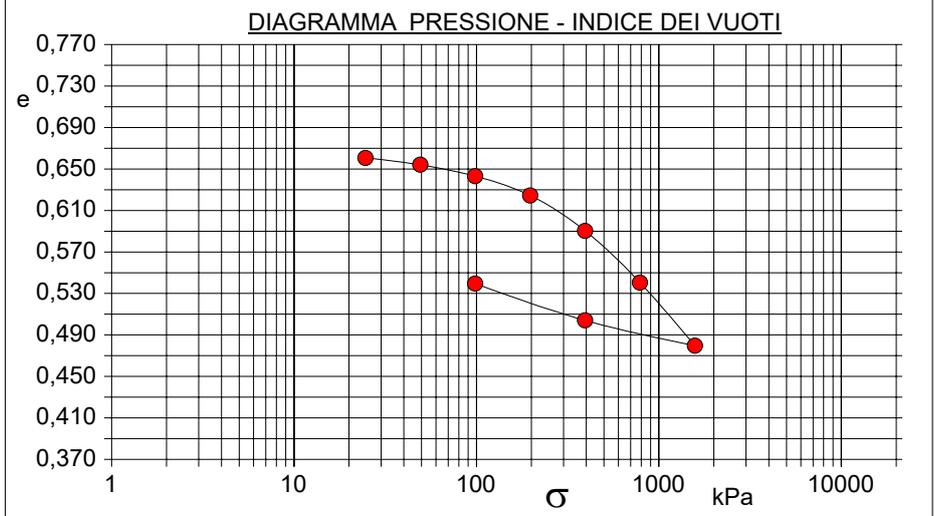
CERTIFICATO DI PROVA N°: 04036	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 13/09/22	Inizio analisi: 30/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 384 del 29/08/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 12/09/22

COMMITTENTE: Marchese Frescobaldi spa			
RIFERIMENTO: Sieci - Pontassieve (FI)			
SONDAGGIO: 3	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	2.5-3.0

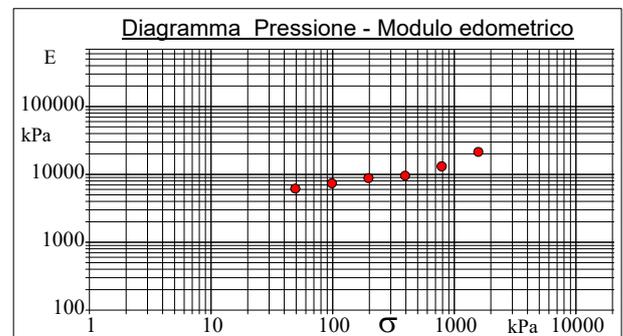
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435-11

Caratteristiche del campione	
Peso di volume (kN/m ³)	19,39
Umidità (%)	21,7
Peso specifico (kN/m ³)	26,47
Altezza provino (cm)	2,00
Diametro provino (cm)	5,00
Sezione provino (cm ²)	19,63
Volume provino (cm ³)	39,27
Volume dei vuoti (cm ³)	15,63
Indice dei vuoti	0,66
Porosità (%)	39,80
Saturazione (%)	88,5



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
24,6	0,6	0,661				
49,2	8,5	0,654	0,005	6165	0,000414	6,58E-09
98,4	21,8	0,643	0,007	7404	0,000595	7,88E-09
196,8	44,1	0,624	0,009	8817	0,000896	9,96E-09
393,6	85,3	0,590	0,015	9574	0,000407	4,17E-09
787,2	145,3	0,541	0,019	13118	0,000158	1,18E-09
1574,4	218,6	0,480	0,021	21467	0,000093	4,23E-10
393,6	189,2	0,504				
98,4	146,6	0,539				



**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-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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 04036	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 13/09/22	Inizio analisi: 30/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 384 del 29/08/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 12/09/22

COMMITTENTE: Marchese Frescobaldi spa			
RIFERIMENTO: Sieci - Pontassieve (FI)			
SONDAGGIO: 3	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 2.5-3.0	

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435-11

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 49,2 kPa				Pressione 98,4 kPa				Pressione 196,8 kPa				Pressione 393,6 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	0,6			0,02	8,5			0,02	21,8			0,02	44,1		
0,25	4,4			0,25	11,8			0,25	26,6			0,25	60,6		
0,50	4,6			0,50	12,4			0,50	27,6			0,50	62,1		
1,00	5,0			1,00	13,4			1,00	28,9			1,00	63,7		
2,00	5,4			2,00	14,8			2,00	30,5			2,00	65,7		
4,00	5,8			4,00	16,1			4,00	32,3			4,00	68,5		
8,00	6,3			8,00	17,3			8,00	33,8			8,00	71,8		
15,00	6,7			15,00	18,4			15,00	35,0			15,00	75,1		
30,00	7,1			30,00	19,4			30,00	36,1			30,00	78,3		
60,00	7,5			60,00	20,3			60,00	37,0			60,00	80,4		
120,00	7,9			120,00	21,0			120,00	37,9			120,00	82,1		
240,00	8,2			240,00	21,6			240,00	38,7			240,00	83,3		
480,00	8,4			480,00	22,0			480,00	39,2			480,00	84,3		
900,00	8,5			900,00	22,3			900,00	39,6			900,00	85,0		
1200,00	8,5			1200,00	22,3			1200,00	39,7			1200,00	85,3		
1440,00	8,5			1440,00	22,4			1420,47	39,8			1410,58	85,3		

Pressione 787,2 kPa				Pressione 1574,4 kPa				Pressione 393,6 kPa				Pressione 98,4 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	85,3			0,02	145,3			0,02	218,6			0,02	189,2	2700,00	146,7
0,25	103,2			0,25	159,9			0,25	212,5			0,25	185,1	2880,00	146,6
0,50	104,9			0,50	161,2			0,50	211,7			0,50	183,3		
1,00	106,8			1,00	163,0			1,00	210,9			1,00	182,7		
2,00	109,1			2,00	165,3			2,00	210,1			2,00	181,9		
4,00	112,3			4,00	168,8			4,00	208,7			4,00	180,6		
8,00	116,5			8,00	173,3			8,00	206,6			8,00	179,1		
15,00	121,0			15,00	179,0			15,00	204,1			15,00	176,0		
30,00	127,1			30,00	187,5			30,00	200,2			30,00	172,6		
60,00	134,1			60,00	197,8			60,00	196,0			60,00	167,2		
120,00	139,7			120,00	207,3			120,00	192,6			120,00	160,8		
240,00	142,1			240,00	212,8			240,00	191,0			240,00	154,1		
480,00	143,8			480,00	216,3			480,00	190,2			480,00	150,0		
900,00	144,7			900,00	217,9			900,00	189,6			900,00	148,1		
1200,00	145,2			1200,00	218,3			1200,00	189,4			1200,00	147,6		
1440,00	145,3			1440,00	218,6			1401,55	189,2			1440,00	147,3		
												2160,00	146,9		

**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-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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 04037	Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 13/09/22	Inizio analisi: 02/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 384 del 29/08/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 06/09/22

COMMITTENTE: Marchese Frescobaldi spa			
RIFERIMENTO: Sieci - Pontassieve (FI)			
SONDAGGIO: 3	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 2.5-3.0	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	103	191	312
Tensione a rottura (kPa):	68	115	165
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	2,84	2,56	1,91
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,27	0,32	0,34
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 27,5	--- 24,8	--- 25,4
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	18,8 62,7	18,4 59,8	18,4 60,2

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

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

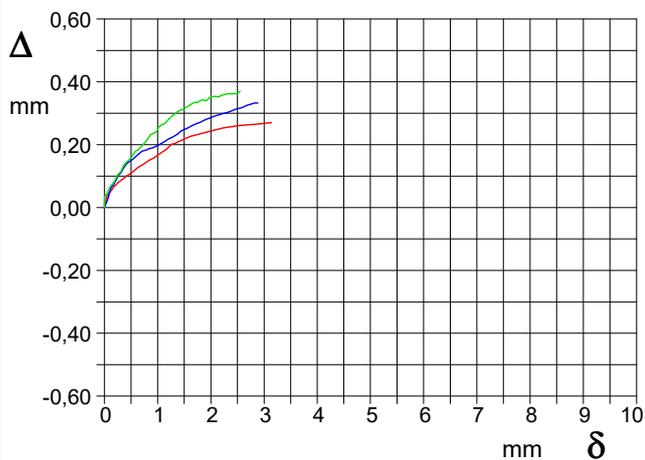
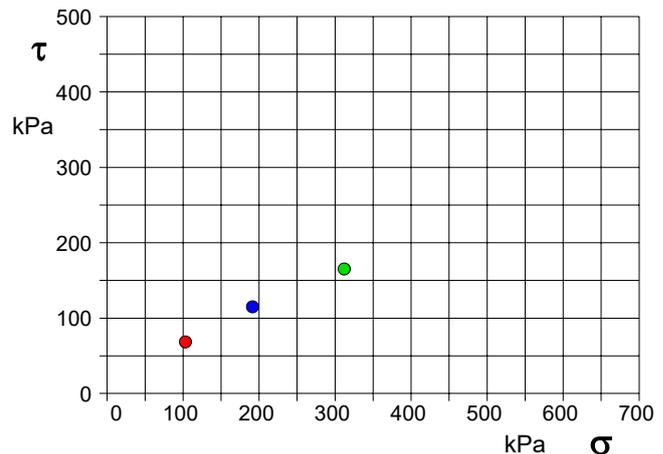


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

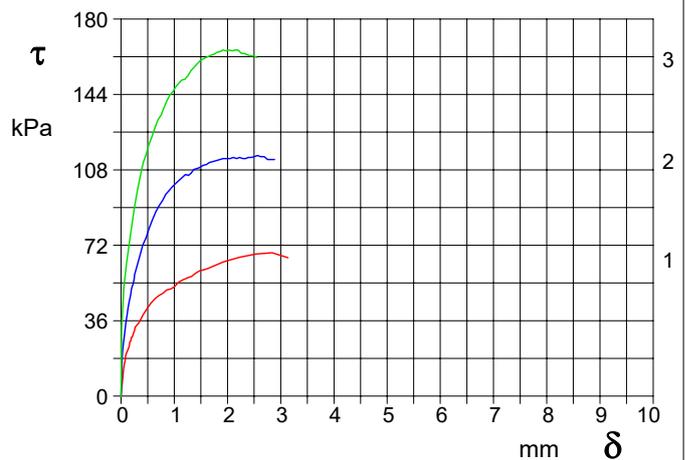


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

**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-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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 04037	Pagina 3/4	DATA DI EMISSIONE: 13/09/22	Inizio analisi: 02/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 384 del 29/08/22		Apertura campione: 30/08/22	Fine analisi: 06/09/22

COMMITTENTE: Marchese Frescobaldi spa			
RIFERIMENTO: Sieci - Pontassieve (FI)			
SONDAGGIO: 3	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	2.5-3.0

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

<p><u>Diagramma</u> <u>TEMPO - CEDIMENTO</u></p> <p align="center">PROVINO 1</p> <table border="1"> <tr><td>Pressione (kPa)</td><td>103</td></tr> <tr><td>Altezza iniziale (cm)</td><td>2,300</td></tr> <tr><td>Altezza finale (cm)</td><td>2,279</td></tr> <tr><td>Sezione (cm²):</td><td>28,27</td></tr> <tr><td>T₅₀ (min)</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>Df (mm)</td><td>7</td></tr> <tr><td>Vs (mm/min)</td><td>0,000</td></tr> </table>	Pressione (kPa)	103	Altezza iniziale (cm)	2,300	Altezza finale (cm)	2,279	Sezione (cm ²):	28,27	T ₅₀ (min)	0,0	Df (mm)	7	Vs (mm/min)	0,000	
Pressione (kPa)	103														
Altezza iniziale (cm)	2,300														
Altezza finale (cm)	2,279														
Sezione (cm ²):	28,27														
T ₅₀ (min)	0,0														
Df (mm)	7														
Vs (mm/min)	0,000														

<p><u>Diagramma</u> <u>TEMPO - CEDIMENTO</u></p> <p align="center">PROVINO 2</p> <table border="1"> <tr><td>Pressione (kPa)</td><td>191</td></tr> <tr><td>Altezza iniziale (cm)</td><td>2,300</td></tr> <tr><td>Altezza finale (cm)</td><td>2,169</td></tr> <tr><td>Sezione (cm²):</td><td>28,27</td></tr> <tr><td>T₅₀ (min)</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>Df (mm)</td><td>7</td></tr> <tr><td>Vs (mm/min)</td><td>0,000</td></tr> </table>	Pressione (kPa)	191	Altezza iniziale (cm)	2,300	Altezza finale (cm)	2,169	Sezione (cm ²):	28,27	T ₅₀ (min)	0,0	Df (mm)	7	Vs (mm/min)	0,000	
Pressione (kPa)	191														
Altezza iniziale (cm)	2,300														
Altezza finale (cm)	2,169														
Sezione (cm ²):	28,27														
T ₅₀ (min)	0,0														
Df (mm)	7														
Vs (mm/min)	0,000														

<p><u>Diagramma</u> <u>TEMPO - CEDIMENTO</u></p> <p align="center">PROVINO 3</p> <table border="1"> <tr><td>Pressione (kPa)</td><td>312</td></tr> <tr><td>Altezza iniziale (cm)</td><td>2,300</td></tr> <tr><td>Altezza finale (cm)</td><td>2,101</td></tr> <tr><td>Sezione (cm²):</td><td>28,27</td></tr> <tr><td>T₅₀ (min)</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>Df (mm)</td><td>7</td></tr> <tr><td>Vs (mm/min)</td><td>0,000</td></tr> </table>	Pressione (kPa)	312	Altezza iniziale (cm)	2,300	Altezza finale (cm)	2,101	Sezione (cm ²):	28,27	T ₅₀ (min)	0,0	Df (mm)	7	Vs (mm/min)	0,000	
Pressione (kPa)	312														
Altezza iniziale (cm)	2,300														
Altezza finale (cm)	2,101														
Sezione (cm ²):	28,27														
T ₅₀ (min)	0,0														
Df (mm)	7														
Vs (mm/min)	0,000														

$V_s = \text{Velocità stimata di prova}$
 $D_f = \text{Deformazione a rottura stimata}$
 $t_f = 50 \times T_{50}$
 $V_s = D_f / t_f$

COMMITTENTE: Marchese Frescobaldi spa			
RIFERIMENTO: Sieci - Pontassieve (FI)			
SONDAGGIO: 3	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 2.5-3.0	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	103	191	312
Tensione a rottura (kPa):	68	115	165
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	2,84	2,56	1,91
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,27	0,32	0,34
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 27,5	--- 24,8	--- 25,4
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	18,8 62,7	18,4 59,8	18,4 60,2

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Coesione:	23,4 kPa
Angolo di attrito interno:	24,9 °

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

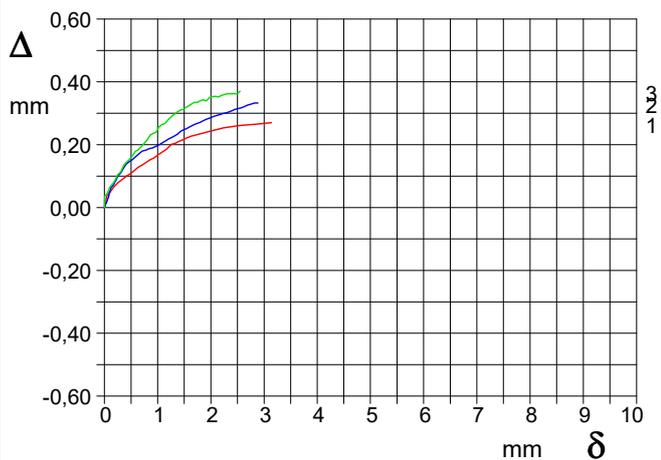
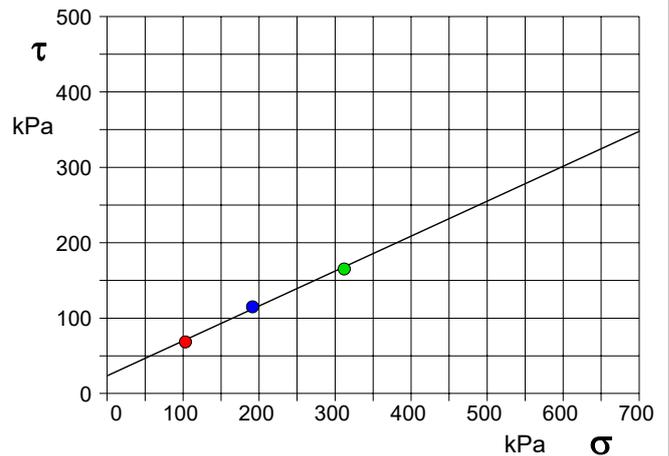


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

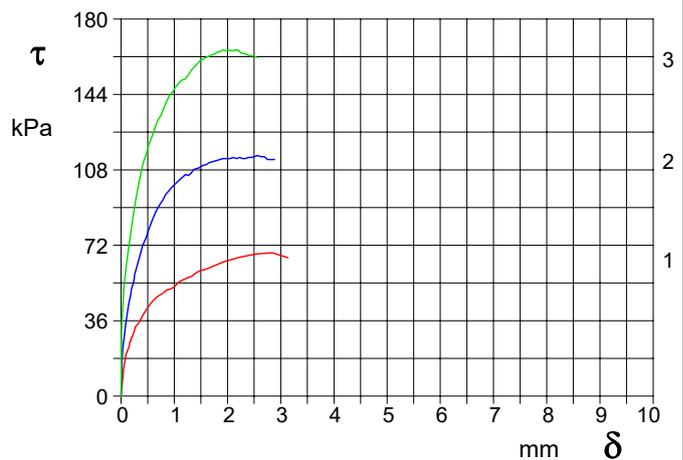


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

ALLEGATO C

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI	CPT	1
	Riferimento	285-22

Committente	Marchese Frescobaldi Spa	U.M.:	kg/cm²	Data eseg.	02/08/2022
Cantiere	Dott. Geol. Riccardo Martelli	Pagina	1	Falda	
Località	Strada Statale 67 Tosco Romagnola - Pontassieve (FI)	Elaborato			

H m	L1 -	L2 -	Tot -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Tot -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %
0,20	0	0		0,0	0,00										
0,40	6	34		6,0	1,87	3	31,2								
0,60	9	37		9,0	1,87	5	20,8								
0,80	48	88		48,0	2,67	18	5,6								
1,00	35	106		35,0	4,73	7	13,5								
1,20	28	95		28,0	4,47	6	16,0								
1,40	29	91		29,0	4,13	7	14,2								
1,60	29	95		29,0	4,40	7	15,2								
1,80	26	83		26,0	3,80	7	14,6								
2,00	26	79		26,0	3,53	7	13,6								
2,20	25	74		25,0	3,27	8	13,1								
2,40	26	78		26,0	3,47	7	13,3								
2,60	33	86		33,0	3,53	9	10,7								
2,80	33	83		33,0	3,33	10	10,1								
3,00	42	90		42,0	3,20	13	7,6								
3,20	44	92		44,0	3,20	14	7,3								
3,40	43	90		43,0	3,13	14	7,3								
3,60	38	79		38,0	2,73	14	7,2								
3,80	39	74		39,0	2,33	17	6,0								
4,00	36	78		36,0	2,80	13	7,8								
4,20	44	86		44,0	2,80	16	6,4								
4,40	48	85		48,0	2,47	19	5,1								
4,60	50	95		50,0	3,00	17	6,0								
4,80	43	85		43,0	2,80	15	6,5								
5,00	45	90		45,0	3,00	15	6,7								
5,20	57	94		57,0	2,47	23	4,3								
5,40	38	76		38,0	2,53	15	6,7								
5,60	26	62		26,0	2,40	11	9,2								
5,80	20	47		20,0	1,80	11	9,0								
6,00	32	50		32,0	1,20	27	3,8								
6,20	28	49		28,0	1,40	20	5,0								
6,40	25	55		25,0	2,00	13	8,0								
6,60	24	42		24,0	1,20	20	5,0								
6,80	26	54		26,0	1,87	14	7,2								
7,00	23	60		23,0	2,47	9	10,7								
7,20	36	50		36,0	0,93	39	2,6								
7,40	80	111		80,0	2,07	39	2,6								
7,60	73	133		73,0	4,00	18	5,5								
7,80	211	300		211,0	5,93	36	2,8								
8,00	139	239		139,0	6,67	21	4,8								
8,20	147	209		147,0	4,13	36	2,8								
8,40	400	500		400,0	6,67	60	1,7								

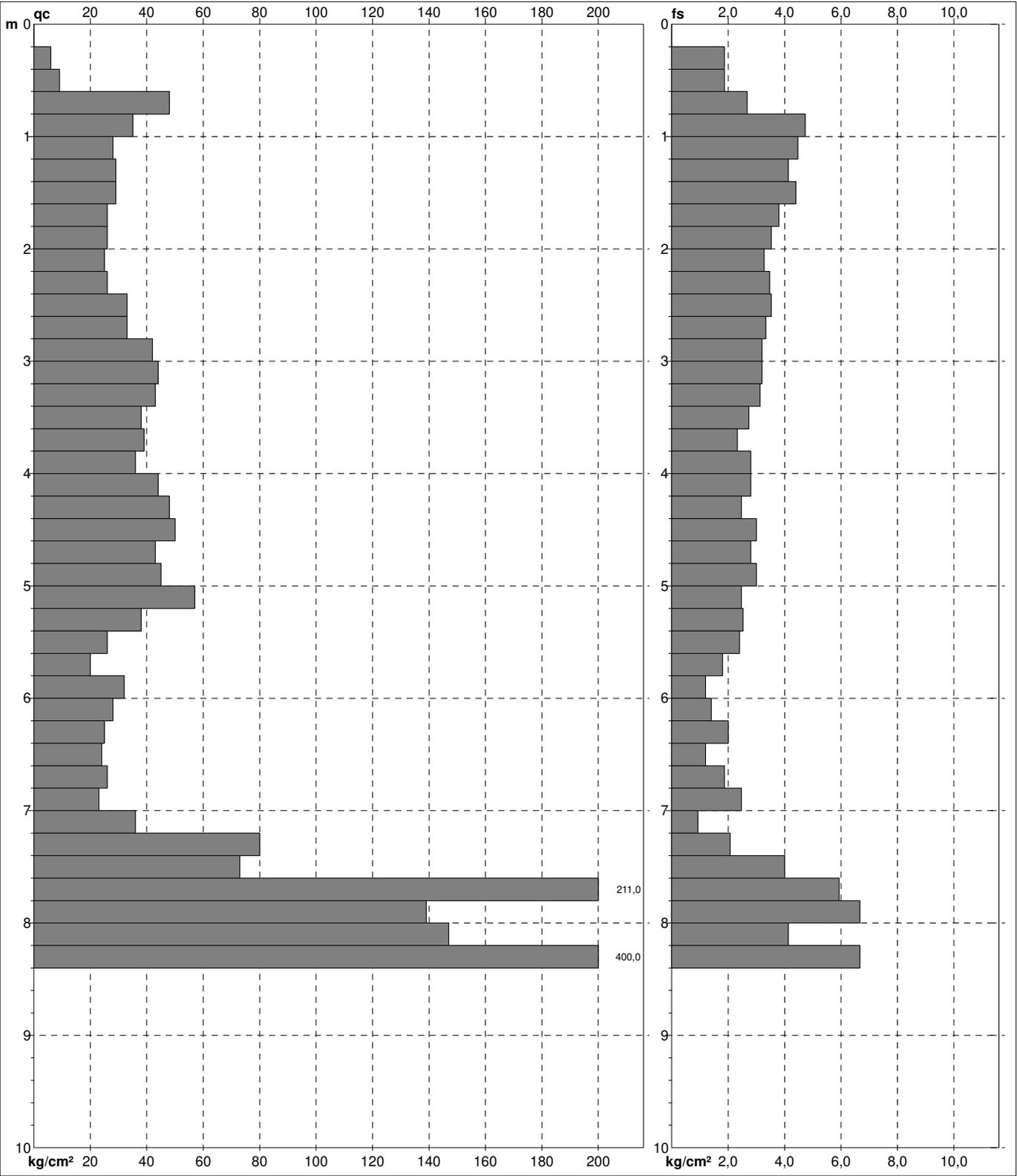
H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
L3 = terza lettura (totale)
CT = 10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta
fs = resistenza laterale
alla stessa quota di qc
F = rapporto Begemann (qc / fs)
Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

CPT	1
Riferimento	285-22

Committente	Marchese Frescobaldi Spa	U.M.:	kg/cm²	Data exec.	02/08/2022
Cantiere	Dott. Geol. Riccardo Martelli	Scala:	1:50	Quota inizio:	Falda
Località	Strada Statale 67 Tosco Romagnola - Pontassieve (FI)	Pagina	1	Elaborato	



		Penetrometro:	TG63-200Stat	preforo	m
		Responsabile:		Corr.astine:	kg/ml
		Assistente:		Cod. tip:	

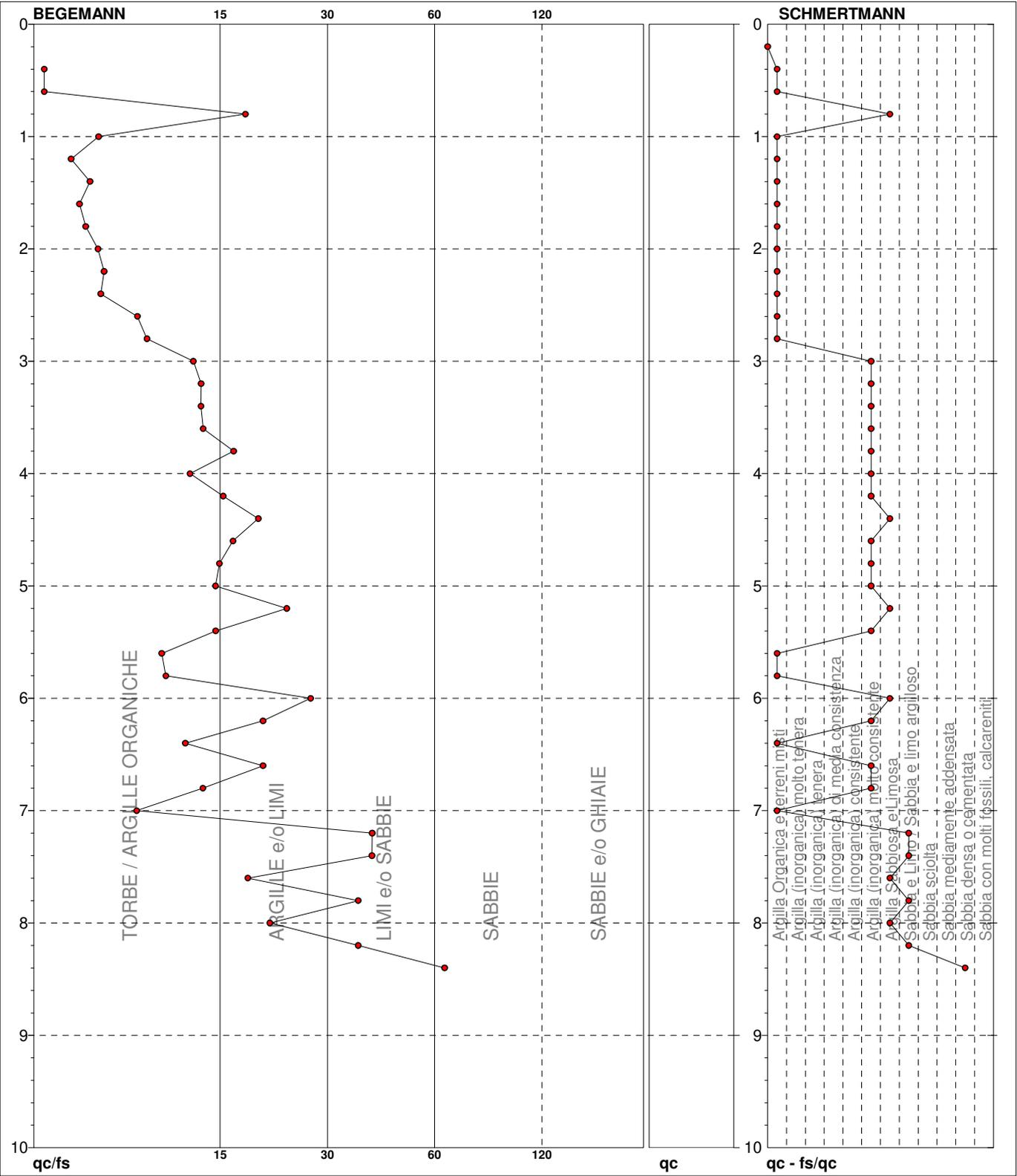
PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT	1
Riferimento	285-22

Committente **Marchese Frescobaldi Spa**
 Cantiere **Dott. Geol. Riccardo Martelli**
 Località **Strada Statale 67 Tosco Romagnola - Pontassieve (FI)**

U.M.: **kg/cm²**
 Scala: **1:50**
 Pagina **1**
 Elaborato **Falda**
 Data eseg. **02/08/2022**



● 285-22 [1] : 8,40 m

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

CPT**2**

Riferimento

285-22

Committente **Marchese Frescobaldi Spa**
 Cantiere **Dott. Geol. Riccardo Martelli**
 Località **Strada Statale 67 Tosco Romagnola - Pontassieve (FI)**

U.M.: **kg/cm²**Data eseg. **02/08/2022**Pagina
Elaborato

1

Falda

H m	L1 -	L2 -	Tot -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Tot -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %
0,20	0	0		0,0	0,00										
0,40	4	43		4,0	2,60	2	65,0								
0,60	5	38		5,0	2,20	2	44,0								
0,80	37	65		37,0	1,87	20	5,1								
1,00	49	82		49,0	2,20	22	4,5								
1,20	46	90		46,0	2,93	16	6,4								
1,40	44	112		44,0	4,53	10	10,3								
1,60	43	82		43,0	2,60	17	6,0								
1,80	35	96		35,0	4,07	9	11,6								
2,00	56	108		56,0	3,47	16	6,2								
2,20	32	79		32,0	3,13	10	9,8								
2,40	30	78		30,0	3,20	9	10,7								
2,60	29	71		29,0	2,80	10	9,7								
2,80	28	66		28,0	2,53	11	9,0								
3,00	32	65		32,0	2,20	15	6,9								
3,20	34	70		34,0	2,40	14	7,1								
3,40	32	67		32,0	2,33	14	7,3								
3,60	35	65		35,0	2,00	18	5,7								
3,80	31	58		31,0	1,80	17	5,8								
4,00	31	63		31,0	2,13	15	6,9								
4,20	37	69		37,0	2,13	17	5,8								
4,40	40	82		40,0	2,80	14	7,0								
4,60	41	73		41,0	2,13	19	5,2								
4,80	34	78		34,0	2,93	12	8,6								
5,00	35	77		35,0	2,80	13	8,0								
5,20	33	78		33,0	3,00	11	9,1								
5,40	43	68		43,0	1,67	26	3,9								
5,60	48	103		48,0	3,67	13	7,6								
5,80	138	246		138,0	7,20	19	5,2								
6,00	201	236		201,0	2,33	86	1,2								
6,20	208	328		208,0	8,00	26	3,8								
6,40	300	400		300,0	6,67	45	2,2								

H = profondità

L1 = prima lettura (punta)

L2 = seconda lettura (punta + laterale)

L3 = terza lettura (totale)

CT = 10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta

fs = resistenza laterale

alla stessa quota di qc

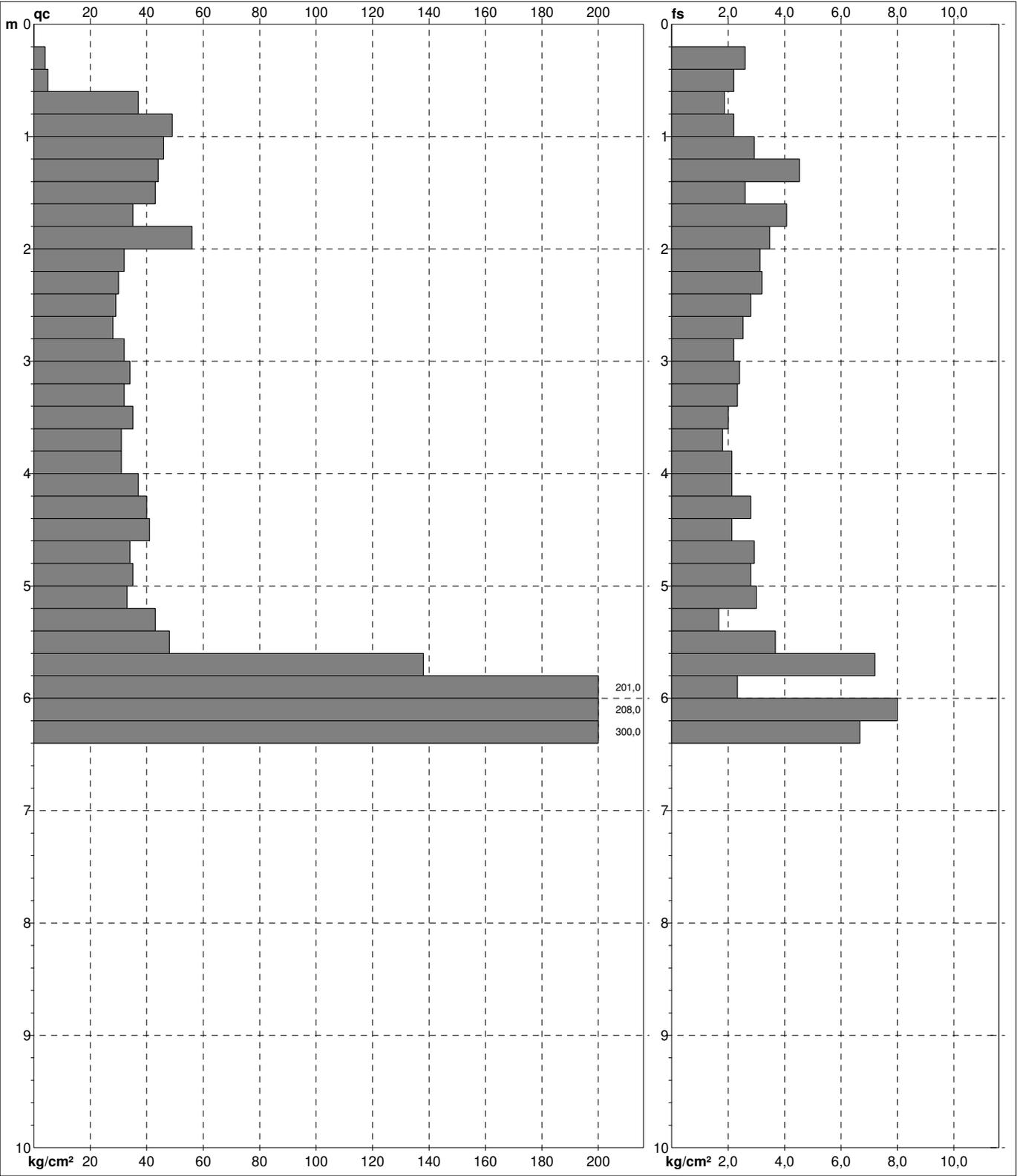
F = rapporto Begemann (qc / fs)

Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

CPT	2
Riferimento	285-22

Committente	Marchese Frescobaldi Spa	U.M.:	kg/cm²	Data exec.	02/08/2022
Cantiere	Dott. Geol. Riccardo Martelli	Scala:	1:50	Quota inizio:	Falda
Località	Strada Statale 67 Tosco Romagnola - Pontassieve (FI)	Pagina	1		
		Elaborato			



		Penetrometro: TG63-200Stat	preforo m
		Responsabile:	Corr.astine: kg/ml
		Assistente:	Cod. tip:

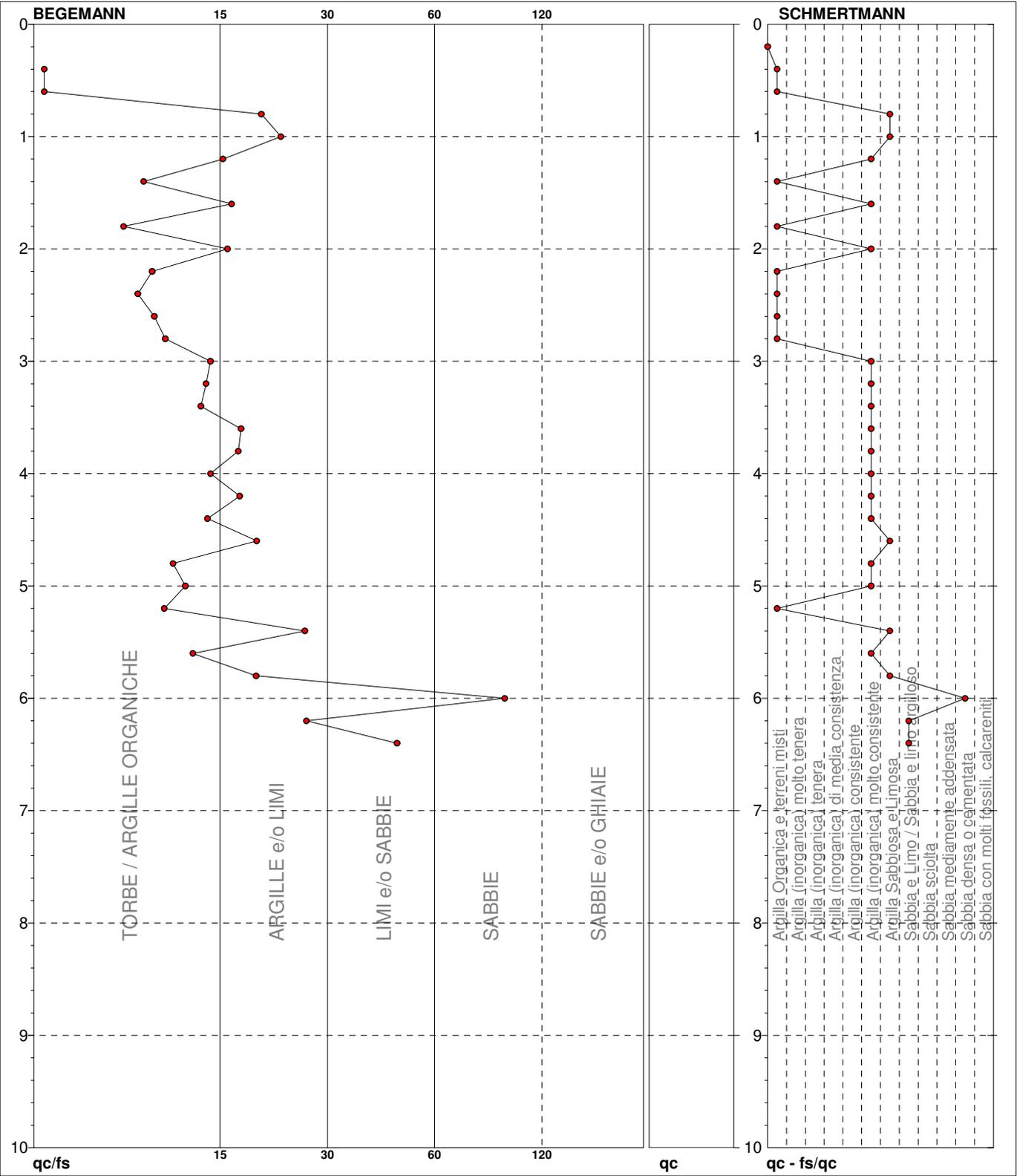
PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT	2
Riferimento	285-22

Committente **Marchese Frescobaldi Spa**
 Cantiere **Dott. Geol. Riccardo Martelli**
 Località **Strada Statale 67 Tosco Romagnola - Pontassieve (FI)**

U.M.: **kg/cm²**
 Scala: **1:50**
 Pagina **1**
 Elaborato **Falda**
 Data eseg. **02/08/2022**



● 285-22 [2] : 6,40 m

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

CPT**3**

Riferimento

285-22Committente **Marchese Frescobaldi Spa**U.M.: **kg/cm²**Data eseg. **02/08/2022**Cantiere **Dott. Geol. Riccardo Martelli**Pagina **1**Località **Strada Statale 67 Tosco Romagnola - Pontassieve (FI)**

Elaborato

Falda

H m	L1 -	L2 -	Tot -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Tot -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %
0,20	0	0		0,0	0,00										
0,40	27	31		27,0	0,27	100	1,0								
0,60	39	56		39,0	1,13	35	2,9								
0,80	35	61		35,0	1,73	20	4,9								
1,00	40	81		40,0	2,73	15	6,8								
1,20	41	89		41,0	3,20	13	7,8								
1,40	41	110		41,0	4,60	9	11,2								
1,60	42	123		42,0	5,40	8	12,9								
1,80	32	102		32,0	4,67	7	14,6								
2,00	24	97		24,0	4,87	5	20,3								
2,20	26	77		26,0	3,40	8	13,1								
2,40	28	76		28,0	3,20	9	11,4								
2,60	42	82		42,0	2,67	16	6,4								
2,80	41	84		41,0	2,87	14	7,0								
3,00	36	79		36,0	2,87	13	8,0								
3,20	33	71		33,0	2,53	13	7,7								
3,40	31	64		31,0	2,20	14	7,1								
3,60	35	72		35,0	2,47	14	7,1								
3,80	33	63		33,0	2,00	17	6,1								
4,00	31	65		31,0	2,27	14	7,3								
4,20	28	50		28,0	1,47	19	5,3								
4,40	23	45		23,0	1,47	16	6,4								
4,60	22	43		22,0	1,40	16	6,4								
4,80	31	44		31,0	0,87	36	2,8								
5,00	36	63		36,0	1,80	20	5,0								
5,20	47	100		47,0	3,53	13	7,5								
5,40	360	500		360,0	9,33	39	2,6								

H = profondità

L1 = prima lettura (punta)

L2 = seconda lettura (punta + laterale)

L3 = terza lettura (totale)

CT =10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta

fs = resistenza laterale

alla stessa quota di qc

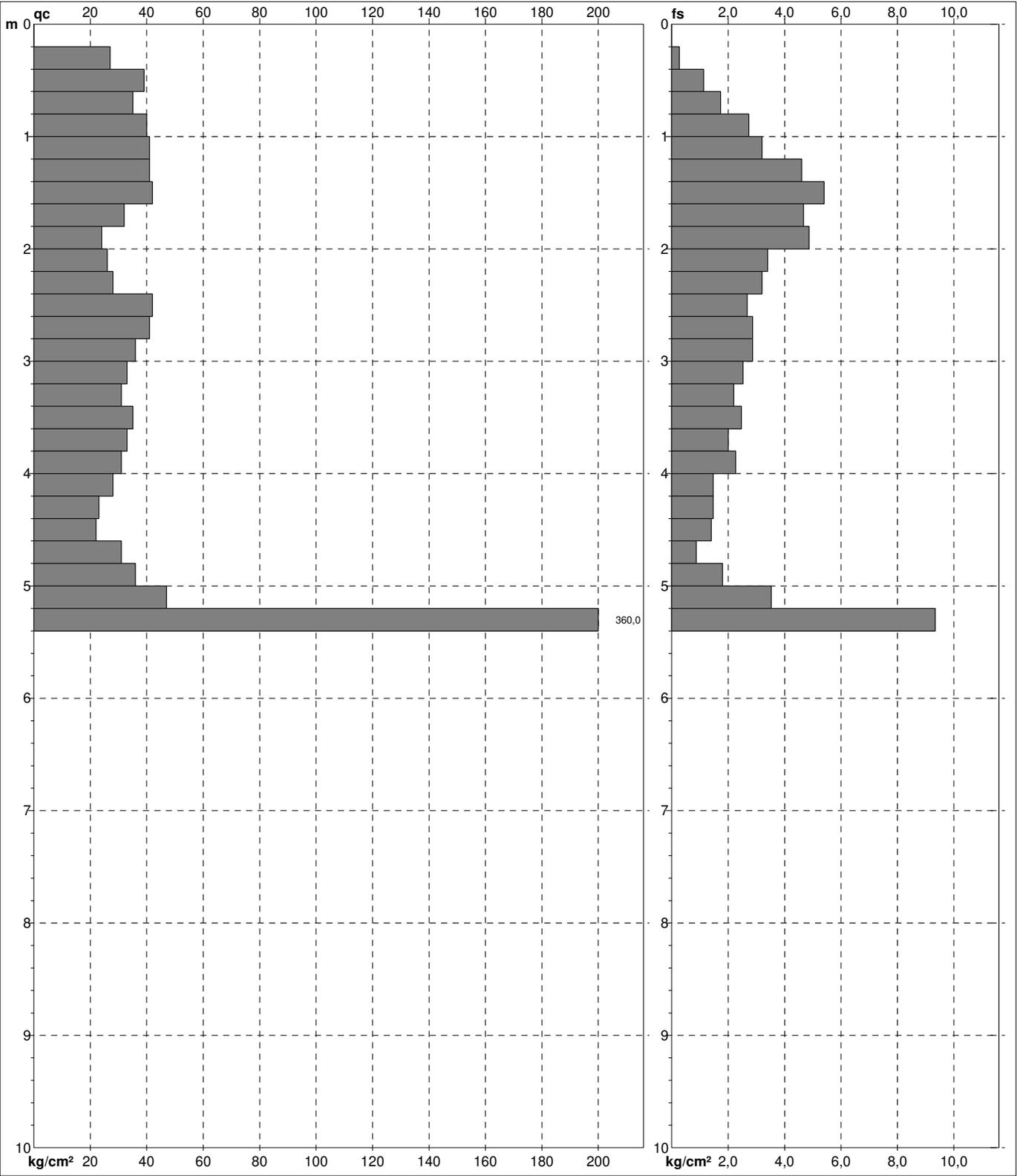
F = rapporto Begemann (qc / fs)

Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

CPT	3
Riferimento	285-22

Committente	Marchese Frescobaldi Spa	U.M.:	kg/cm²	Data exec.	02/08/2022
Cantiere	Dott. Geol. Riccardo Martelli	Scala:	1:50	Quota inizio:	Falda
Località	Strada Statale 67 Tosco Romagnola - Pontassieve (FI)	Pagina	1		
		Elaborato			



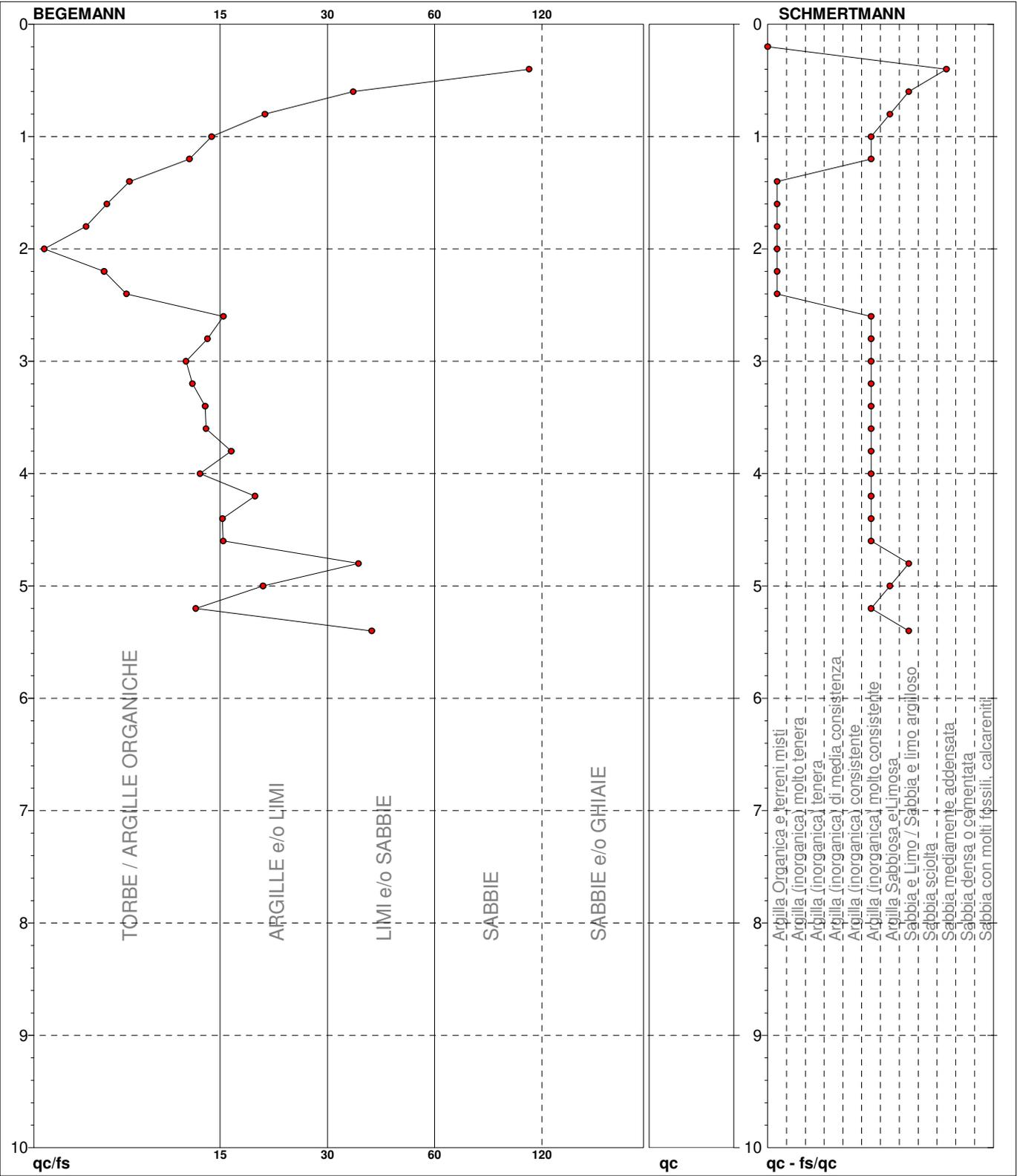
		Penetrometro: TG63-200Stat	preforo m
		Responsabile:	Corr.astine: kg/ml
		Assistente:	Cod. tip:

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT	3
Riferimento	285-22

Committente	Marchese Frescobaldi Spa	U.M.:	kg/cm²	Data exec.	02/08/2022
Cantiere	Dott. Geol. Riccardo Martelli	Scala:	1:50	Falda	
Località	Strada Statale 67 Tosco Romagnola - Pontassieve (FI)	Pagina	1		
		Elaborato			



● 285-22 [3] : 5,40 m

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

CPT**4**

Riferimento

285-22

Committente **Marchese Frescobaldi Spa**
 Cantiere **Dott. Geol. Riccardo Martelli**
 Località **Strada Statale 67 Tosco Romagnola - Pontassieve (FI)**

U.M.: **kg/cm²**Data esec. **02/08/2022**Pagina **1**
Elaborato

Falda

H m	L1 -	L2 -	Tot -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Tot -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %
0,20	0	0		0,0	0,00										
0,40	9	32		9,0	1,53	6	17,0								
0,60	38	61		38,0	1,53	25	4,0								
0,80	38	68		38,0	2,00	19	5,3								
1,00	40	68		40,0	1,87	21	4,7								
1,20	38	78		38,0	2,67	14	7,0								
1,40	37	76		37,0	2,60	14	7,0								
1,60	35	96		35,0	4,07	9	11,6								
1,80	33	91		33,0	3,87	9	11,7								
2,00	34	97		34,0	4,20	8	12,4								
2,20	20	75		20,0	3,67	5	18,4								
2,40	21	70		21,0	3,27	6	15,6								
2,60	26	74		26,0	3,20	8	12,3								
2,80	32	69		32,0	2,47	13	7,7								
3,00	29	67		29,0	2,53	11	8,7								
3,20	24	59		24,0	2,33	10	9,7								
3,40	26	55		26,0	1,93	13	7,4								
3,60	25	53		25,0	1,87	13	7,5								
3,80	22	47		22,0	1,67	13	7,6								
4,00	19	39		19,0	1,33	14	7,0								
4,20	17	38		17,0	1,40	12	8,2								
4,40	39	60		39,0	1,40	28	3,6								
4,60	25	51		25,0	1,73	14	6,9								
4,80	64	186		64,0	8,13	8	12,7								
5,00	400	500		400,0	6,67	60	1,7								

H = profondità

L1 = prima lettura (punta)

L2 = seconda lettura (punta + laterale)

Lt = terza lettura (totale)

CT =10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta

fs = resistenza laterale

alla stessa quota di qc

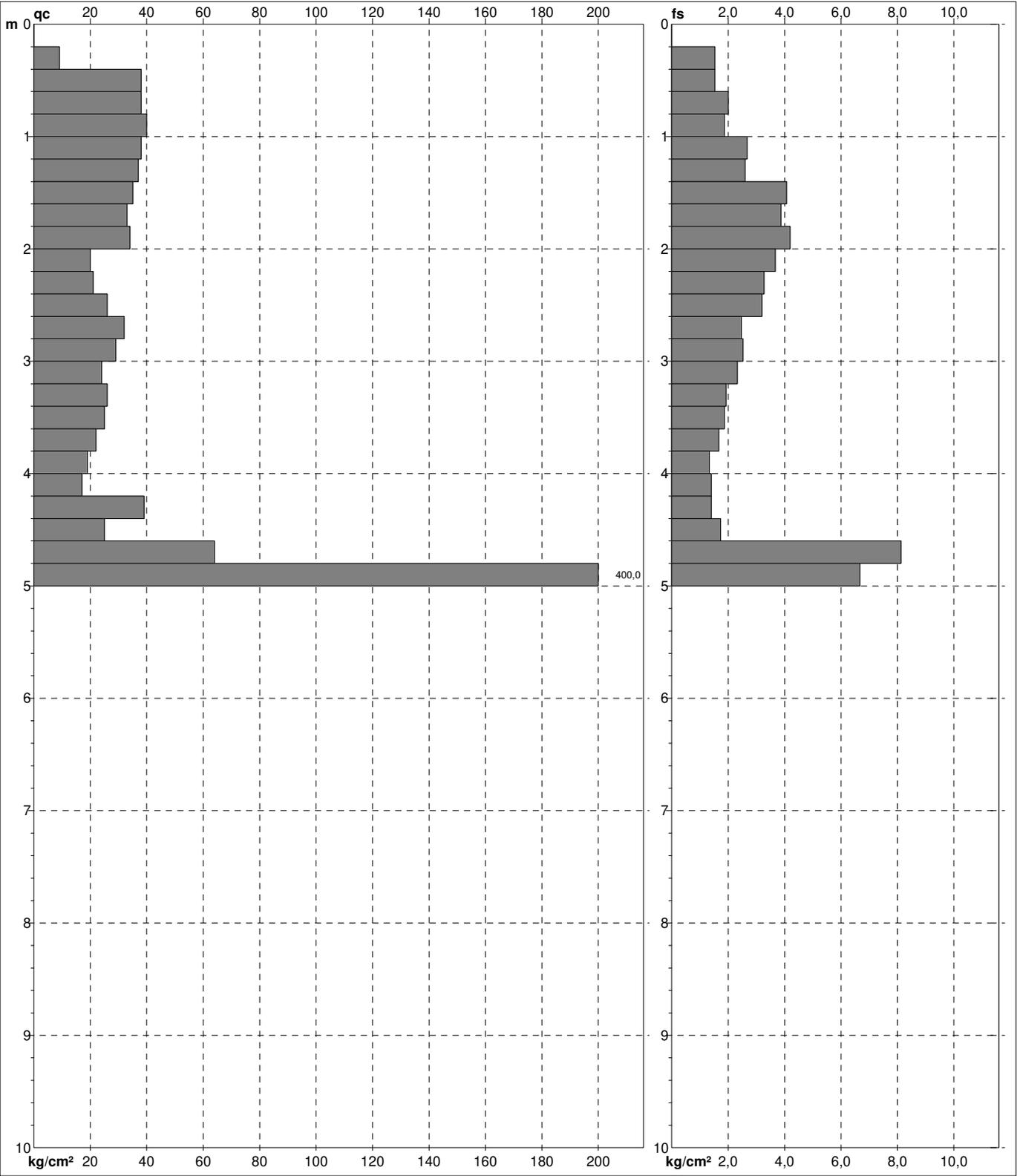
F = rapporto Begemann (qc / fs)

Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

CPT	4
Riferimento	285-22

Committente	Marchese Frescobaldi Spa	U.M.:	kg/cm²	Data exec.	02/08/2022
Cantiere	Dott. Geol. Riccardo Martelli	Scala:	1:50	Quota inizio:	Falda
Località	Strada Statale 67 Tosco Romagnola - Pontassieve (FI)	Pagina	1	Elaborato	



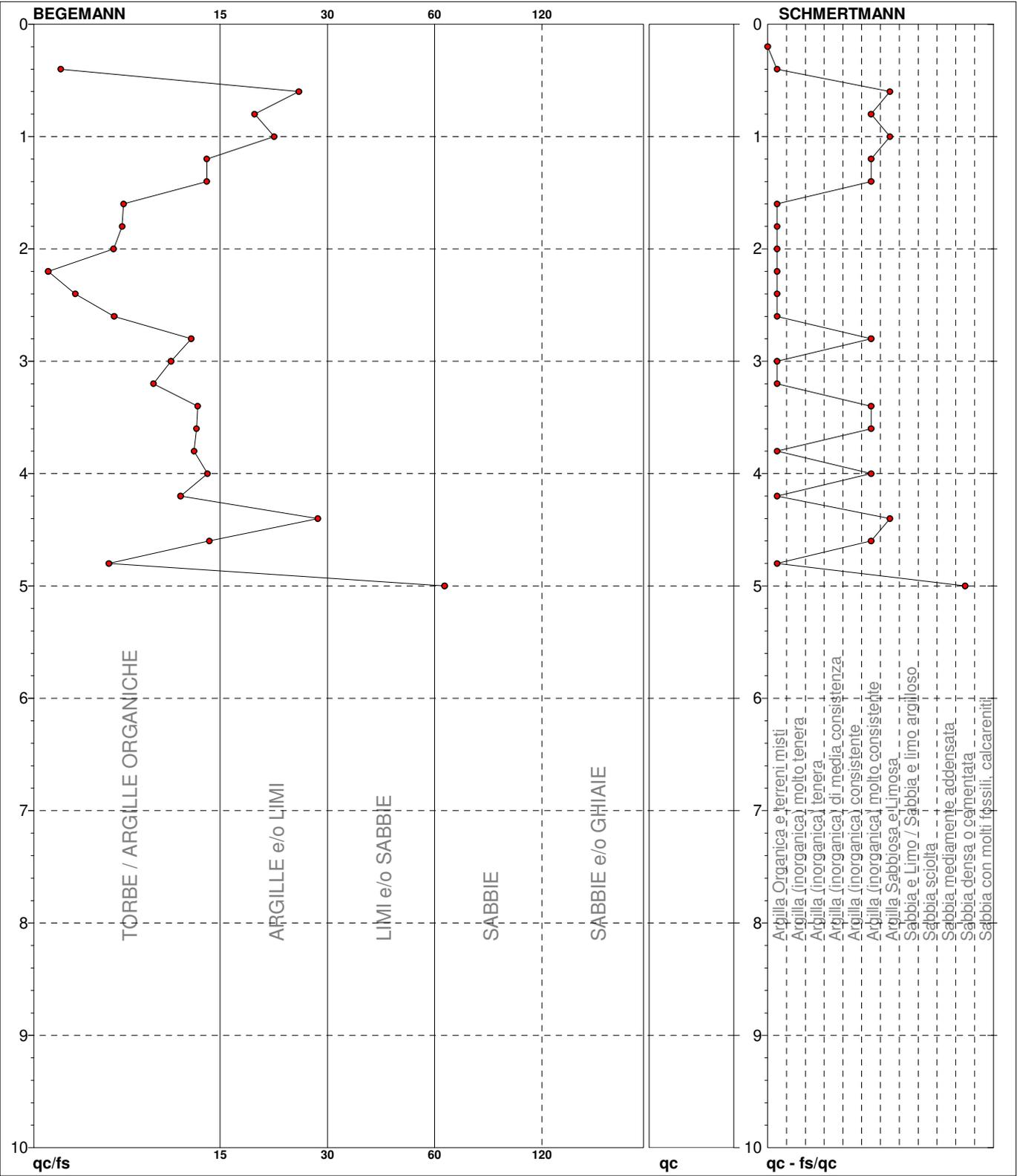
Penetrometro:	TG63-200Stat	preforo	m
Responsabile:		Corr.astine:	kg/ml
Assistente:		Cod. tip:	

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT	4
Riferimento	285-22

Committente	Marchese Frescobaldi Spa	U.M.:	kg/cm²	Data exec.	02/08/2022
Cantiere	Dott. Geol. Riccardo Martelli	Scala:	1:50	Falda	
Località	Strada Statale 67 Tosco Romagnola - Pontassieve (FI)	Pagina	1		
		Elaborato			



● 285-22 [4] : 5,00 m

LEGENDA VALORI DI RESISTENZA FATTORI DI CONVERSIONE

Strumento utilizzato:
TG63-200Stat - Pagani - Piacenza

Caratteristiche:

- punta conica meccanica \varnothing 35.7 mm, area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- punta conica meccanica angolo di apertura: $\alpha = 60^\circ$
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' ($\varnothing = 35.7 \text{ mm} - h = 133 \text{ mm} - A_m = 150 \text{ cm}^2$)
- velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm/sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$)
- spinta max nominale dello strumento S_{max} variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione $CT = SPINTA \text{ (Kg)} / LETTURA \text{ DI CAMPAGNA}$
(dato tecnico legato alle caratteristiche del penetrometro utilizzato, fornito dal costruttore)

fase 1 - resistenza alla punta: $q_c \text{ (kg/cm}^2 \text{)} = (L_1) \times CT / 10$

fase 2 - resistenza laterale locale: $f_s \text{ (kg/cm}^2 \text{)} = [(L_2) - (L_1)] \times CT / 150$

fase 3 - resistenza totale : $R_t \text{ (kg/cm}^2 \text{)} = (L_t) \times CT$

- Prima lettura = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta (fase 1)
- Seconda lettura = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- Terza lettura = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta $S \text{ (Kg)}$, corrispondente a ciascuna fase, si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione CT .

N.B. : nonostante la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il centro del manicotto laterale e la punta conica del penetrometro, la resistenza laterale locale f_s viene computata alla stessa quota della punta.

CONVERSIONI

1 kN (kiloNewton) = 1000 N \approx 100 kg = 0,1 t

1 MN (megaNewton) = 1.000 kN = 1.000.000 N \approx 100 t

1 kPa (kiloPascal) = 1 kN/m² = 0,001 MN/m² = 0,001 MPa \approx 0,1 t/m² = 0,01 kg/cm²

1 MPa (megaPascal) = 1 MN/m² = 1.000 kN/m² = 1000 kPa \approx 100 t/m² = 10 kg/cm²

1 kg/cm² = 10 t/m² \approx 100 kN/m² = 100 kPa = 0,1 MN/m² = 0,1 MPa

1 t = 1000 kg \approx 10 kN

LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE CORRELAZIONI GENERALI

Valutazioni in base al rapporto: $F = (q_c / f_s)$

Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977

Valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = q_c / f_s$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F \leq 15 \text{ kg/cm}^2$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 \text{ kg/cm}^2 < F \leq 30 \text{ kg/cm}^2$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 \text{ kg/cm}^2 < F \leq 60 \text{ kg/cm}^2$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60 \text{ kg/cm}^2$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di q_c e di $FR = (f_s / q_c) \% :$

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$ di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato (inalterato) , per depositi coesivi.

PROVE PENETROMETRICHE MECCANICHE / ELETTRICHE

SCHEMA PENETROMETRO

Riferimento

285-22

Committente **Marchese Frescobaldi Spa**
 Cantiere **Dott. Geol. Riccardo Martelli**
 Località **Strada Statale 67 Tosco Romagnola - Pontassieve (FI)**

TG63-200Stat

Pagani - Piacenza

Sigla	TG63-200Stat	Nominativo o sigla dello strumento
Beta eff.	1,12	Coefficiente Effettivo suggerito dal costruttore del penetrometro
M(massa)	63,0 kg	Massa del Maglio Battente agente sulla batteria di aste
H(maglio)	0,75 m	Altezza di caduta o corsa del maglio (toll. da 0.01m a 0.02m)
L(aste)	1,00 m	Lunghezza delle aste utilizzabili, variabile da 1.00m a 2.00m (toll. da 0.1% a 0.2%)
M(aste)	6,00 kg	Peso al metro lineare delle aste (N.B. indipendente dalla lunghezza delle aste)
M(sistema)		Massa del complesso asta di guida - testa di battuta
A(punta)	20,00 cm²	Area della superficie laterale del cono della punta
Alfa(punta)	90 °	Angolo di apertura della punta conica variabile tra 60° e 90°
Prf.(1°asta)	0,60 m	Profondità di giunzione della prima asta infissa
N	0,20 m	Penetrazione standard, tratto di penetrazione per quale sono necessari Nx colpi
Rivest.	Sì	Previsto uso di rivestimento delle aste o uso di fanghi
ø(punta)		Diametro della punta conica integra, cioè non soggetta ad usura (toll. da 0.3 a 0.5mm)
MaxCE%		Massima compressione elastica consentita rispetto alla penetrazione
L/DM		Rapporto tra la lunghezza e il diametro del maglio di battuta
D(tb)		Diametro della testa di battuta.
DEV(a)[<5m]		Deviazione massima delle aste dalla verticale nei primi 5.00 metri
DEV(a)[>5m]		Deviazione massima delle aste dalla verticale oltre i 5.00 metri
ECCmax(a)		Massima eccentricità consentita alle aste
Dest(aste)		Diametro esterno delle aste (toll. max 0.2mm)
Dint(aste)		Diametro interno delle aste cave (toll. da 0.2mm a 0.3mm)
Dmin(punta)		Minimo diametro consentito per la punta conica usurata
hcl(punta)		Altezza del cilindro alla base del cono della punta (toll. da 1.00mm a 2.00mm)
Ras(punta)		Rastremazione del cono nella parte alta
Hc(punta)		Altezza della parte conica della punta non soggetta ad usura (toll. da 0.1mm a 0.4mm)
RangeCP		Massimo numero di colpi utile
Spinta	20 t	Spinta nominale strumento

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

DIN**5**

Riferimento

285-22Committente **Marchese Frescobaldi Spa**Cantiere **Dott. Geol. Riccardo Martelli**Località **Strada Statale 67 Tosco Romagnola - Pontassieve (FI)**U.M.: **kg/cm²**Data esec. **02/08/2022**Pagina
Elaborato

1

Falda

H m	asta n°	punta colpi	riv colpi	qcd kg/cm ²	H m	asta n°	punta colpi	riv colpi	qcd kg/cm ²
0,20	1	3		32,4					
0,40	2	3		29,8					
0,60	2	4		39,7					
0,80	2	5		49,6					
1,00	2	4		39,7					
1,20	2	3		29,8					
1,40	3	4		36,8					
1,60	3	4		36,8					
1,80	3	4		36,8					
2,00	3	3		27,6					
2,20	3	4		36,8					
2,40	4	4		34,2					
2,60	4	4		34,2					
2,80	4	4		34,2					
3,00	4	3		25,7					
3,20	4	4		34,2					
3,40	5	4		32,0					
3,60	5	3		24,0					
3,80	5	3		24,0					
4,00	5	3		24,0					
4,20	5	6		48,0					
4,40	6	8		60,1					
4,60	6	5		37,6					
4,80	6	8		60,1					
5,00	6	8		60,1					
5,20	6	14		105,2					
5,40	7	22		155,9					
5,60	7	32		226,8					
5,80	7	34		241,0					
6,00	7	40		283,5					
6,20	7	37		262,2					
6,40	8	50		335,2					

H = profondità

L1 = asta

L2 = punta

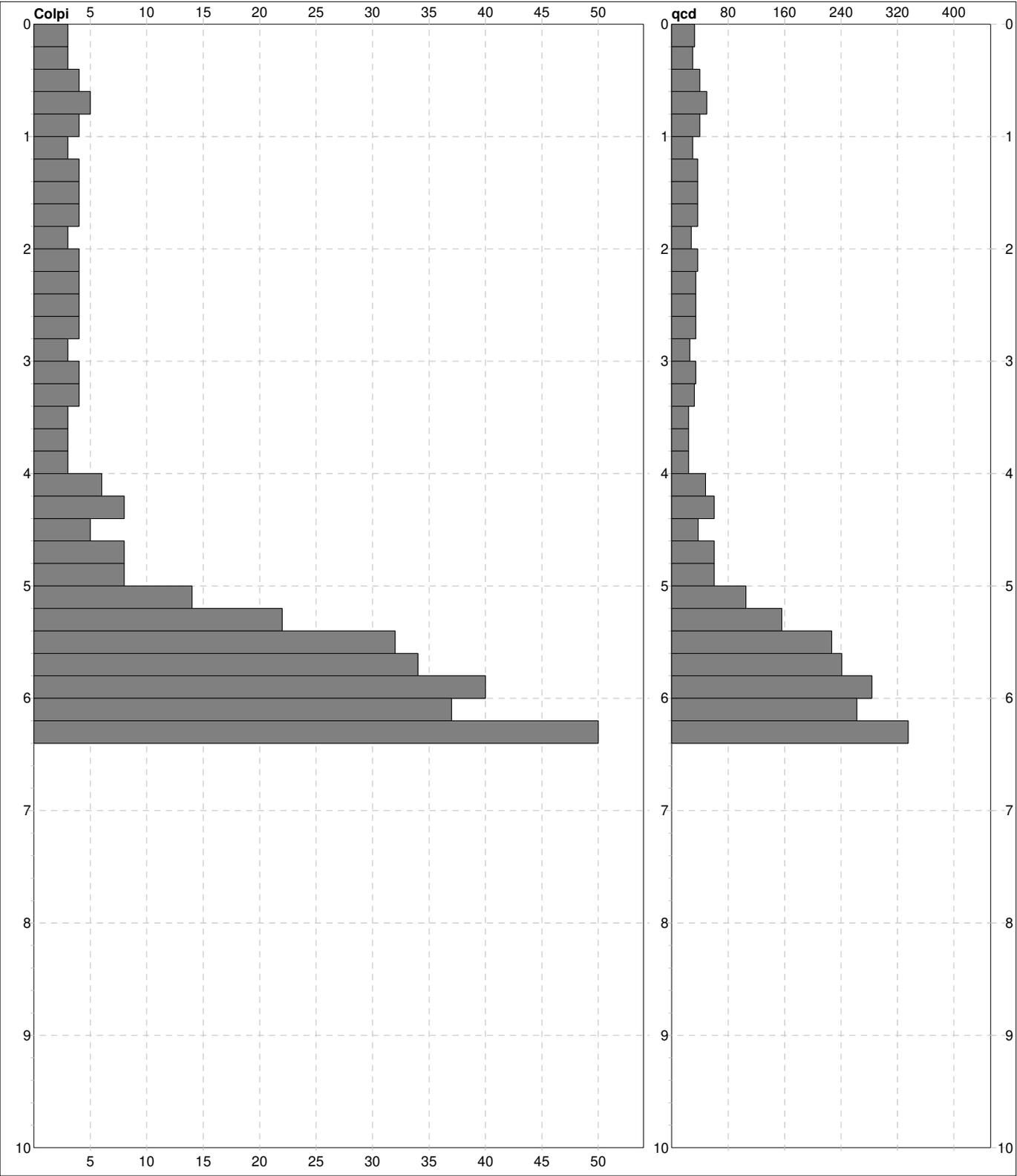
L3 = riv

qcd = Resistenza dinamica punta

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

DIN	5
Riferimento	285-22

Committente	Marchese Frescobaldi Spa	U.M.:	kg/cm²	Data eseg.	02/08/2022
Cantiere	Dott. Geol. Riccardo Martelli	Scala:	1:50	Quota inizio:	
Località	Strada Statale 67 Tosco Romagnola - Pontassieve (FI)	Pagina	1	Falda	
		Elaborato			



Penetrometro:	TG63-200Din 63,00 kg 0,75 m 0,20 m	Responsabile:: Assistente::	preforo m Corr.astine : kg/ml Cod.ISTAT: 0
----------------------	---	--	--

LEGENDA SPECIFICHE TECNICHE PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DIVERSE TIPOLOGIE DI PENETROMETRI DINAMICI

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ , misurando il numero di colpi N necessari.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti :

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica : diametro base cono D , area base A (angolo di apertura α)
- avanzamento (penetrazione δ)
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici) .

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella più sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

DIVERSE TIPOLOGIE DI PENETROMETRI DINAMICI Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici

Tipo	Sigla di riferimento	massa battente	prof.max indagine
Leggero	DPL (Light)	$M \div 10$	8 m
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25 m
Pesante	DPH (Heavy)	$40 < M < 60$	25 m
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M > 60$	> 25 m

Per la visione delle caratteristiche tecniche dei penetrometri, si rimanda alla sezione EDITOR PENETROMETRI.

I PENETROMETRI dinamici in uso in Italia risultano essere i seguenti (non rientranti però nello Standard ISSMFE) :

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento $\delta \approx 10$ cm, punta conica ($\alpha \approx 60-90^\circ$), diametro D = 35.7 mm, area base cono A = 10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente M = 20 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento $\delta \approx 10$ cm, punta conica ($\alpha \approx 60-90^\circ$), diametro D = 35.7 mm, area base cono A = 10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SCPT) (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)

massa battente M = 73 kg, altezza di caduta H = 0.75 m, avanzamento $\delta \approx 30$ cm, punta conica ($\alpha \approx 60^\circ$), diametro D = 50.8 mm, area base cono A = 20.27 cm² rivestimento : previsto secondo precise indicazioni

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)

massa battente M = 63.5 kg, altezza caduta H = 0.75 m, avanzamento $\delta \approx 20-30$ cm, punta conica ($\alpha \approx 60^\circ$), diametro D = 50.5 mm , area base cono A = 20 cm², rivestimento / fango bentonitico : talora previsto .

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI SPECIFICHE TECNICHE

VALUTAZIONI STATISTICHE - CORRELAZIONI N / Nspt

Il sottosuolo indagato viene suddiviso in strati .

Prima definizione della profondità di ciascuno strato , il programma effettua (con riferimento al numero di colpi N) una serie di elaborazioni statistiche dei dati in memoria, valutando :

valore minimo m , massimo Max , media M, scarto quadratico medio s, valore medio/minimo $(M+m)/2$

media-scarto quadratico medio (M-s)

Ciò considerato , si potrà adottare il valore caratteristico VCA per N più adatto , a seconda delle esigenze, impostando uno dei valori elaborati sopra citati o un valore a scelta.

Successivamente , con riferimento al valore caratteristico assunto per il numero di colpi N , si potrà avviare un tentativo di correlazione con il numero di colpi Nspt della prova SPT : $Nspt = \beta N$ [ove per il coefficiente β si potrà introdurre un valore sperimentale a piacere (vedi note illustrative), ovvero il coefficiente teorico di energia β_t fornito dal programma] .

VALUTAZIONE RESISTENZA DINAMICA E COEFFICIENTE DI ENERGIA

La resistenza alla punta dinamica qcd viene comunemente valutata in base alla formula Olandese :

$$qcd = (M^2 H) / [A e (M + P)] \text{ ove :}$$

N = n. colpi per avanzamento δ qcd = resist.dinam.punta [area A] M = massa battente [altezza caduta H]

e = avanzamento per colpo = δ/N P = peso tot. sistema battente e aste ,

ovvero in base alla formula semplificata :

$$qcd = (M H) / (A e) = (M H) N / (A \delta) = Q N ,$$

ove : $Q = (M H) / (A \delta) =$ energia specifica teorica per colpo .

Ciò considerato, volendo riferire la prova in esame (N,Q) alla prova SPT (Nspt,Qspt),

dall'uguaglianza dei valori di resistenza dinamica relativi alle due prove, si ricava teoricamente :

$$qcd = Q N = Qspt Nspt \Rightarrow Nspt = N [Q/Qspt] = \beta N ,$$

ove il rapporto $\beta_t = Q/Qspt$ viene definito coefficiente teorico di energia della prova in esame ,

relativamente alla prova SPT ($Qspt = 7.83 \text{ kg/cm}^2 = 0.768 \text{ MPa}$) per $M = 63.5 \text{ kg}$, $H = 0.75 \text{ m}$, $D = 50.8 \text{ mm}$,

$A = 20.27 \text{ cm}^2$, $d = 0.30 \text{ m}$.

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al valore del numero dei colpi SPT equivalente

prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

Nspt -> Dr DENSITA' RELATIVA (Terreni granulari) - TERZAGHI & PECK (1948-1967)

Nspt -> θ' ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE (Terreni granulari) - PECK-HANSON-THORBURN (1953-1974)

Nspt -> E' MODULO DI DEFORMAZIONE DRENATO (Terreni granulari) - D'APPOLONIA e altri (1970)

Nspt -> Cu COESIONE NON DRENATA (Terreni coesivi) - TERZAGHI & PECK (1948-1967)

Nspt -> Y PESO DI VOLUME

TERRENI GRANULARI (Terzaghi-Peck 1948/1967) [e.max = 1 e.min = 1/3 G = 2.65]

TERRENI COESIVI (Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967) [p.specifico G = 2.70]

qcd -> Qd CAPACITA' PORTANTE DINAMICA Herminier, Tcheng & Lebegue(1965)

F.L. = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)

(g = accelerazione gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (Amax/g)]

Vs = velocità di propagazione delle onde sismiche (Iyisan 1996)

PROVE PENETROMETRICHE MECCANICHE / ELETTRICHE
SCHEMA PENETROMETRO

Riferimento

285-22

 Committente **Marchese Frescobaldi Spa**
 Cantiere **Dott. Geol. Riccardo Martelli**
 Località **Strada Statale 67 Tosco Romagnola - Pontassieve (FI)**
TG63-200Din**Pagani - Piacenza**

Sigla	TG63-200Din	Nominativo o sigla dello strumento
Beta eff.	1,15	Coefficiente Effettivo suggerito dal costruttore del penetrometro
M(massa)	63,0 kg	Massa del Maglio Battente agente sulla batteria di aste
H(maglio)	0,75 m	Altezza di caduta o corsa del maglio (toll. da 0.01m a 0.02m)
L(aste)	1,00 m	Lunghezza delle aste utilizzabili, variabile da 1.00m a 2.00m (toll. da 0.1% a 0.2%)
M(aste)	6,00 kg	Peso al metro lineare delle aste (N.B. indipendente dalla lunghezza delle aste)
M(sistema)		Massa del complesso asta di guida - testa di battuta
A(punta)	20,00 cm²	Area della superficie laterale del cono della punta
Alfa(punta)	60 °	Angolo di apertura della punta conica variabile tra 60° e 90°
Prf.(1°asta)	0,20 m	Profondità di giunzione della prima asta infissa
N	0,20 m	Penetrazione standard, tratto di penetrazione per quale sono necessari Nx colpi
Rivest.	Sì	Previsto uso di rivestimento delle aste o uso di fanghi
ø(punta)	51,00 mm	Diametro della punta conica integra, cioè non soggetta ad usura (toll. da 0.3 a 0.5mm)
MaxCE%		Massima compressione elastica consentita rispetto alla penetrazione
L/DM		Rapporto tra la lunghezza e il diametro del maglio di battuta
D(tb)		Diametro della testa di battuta.
DEV(a)[<5m]		Deviazione massima delle aste dalla verticale nei primi 5.00 metri
DEV(a)[>5m]		Deviazione massima delle aste dalla verticale oltre i 5.00 metri
ECCmax(a)		Massima eccentricità consentita alle aste
Dest(aste)	34,00 mm	Diametro esterno delle aste (toll. max 0.2mm)
Dint(aste)		Diametro interno delle aste cave (toll. da 0.2mm a 0.3mm)
Dmin(punta)		Minimo diametro consentito per la punta conica usurata
hcl(punta)		Altezza del cilindro alla base del cono della punta (toll. da 1.00mm a 2.00mm)
Ras(punta)		Rastremazione del cono nella parte alta
Hc(punta)		Altezza della parte conica della punta non soggetta ad usura (toll. da 0.1mm a 0.4mm)
RangeCP		Massimo numero di colpi utile
Spinta	20 t	Spinta nominale strumento

ALLEGATO D

**INDAGINE DI SISMICA IN FORO
TIPO DOWN HOLE CON ONDE P ED SH**

Committente: Marchese Frescobaldi S.p.a.

Referente Tecnico e D.L.: Dott. Geol. Riccardo Martelli

Ubicazione: loc. Sieci

Comune di Pontassieve (Fi)

RELAZIONE GENERALE

03/08/2022

PREMESSA

In data 02/08/2022 su incarico della Marchese Frescobaldi S.p.a. e con il coordinamento tecnico del Dott. Geol. Riccardo Martelli, è stata eseguita una indagine geofisica di sismica in foro mediante il metodo down-hole.

La prova è stata eseguita a supporto dello studio geologico per un nuovo intervento edilizio, in un terreno adiacente alla S.S. 67 Tosco-Romagnola in loc. Sieci nel Comune di Pontassieve (Fi) (si veda foto aerea in basso).

Il foro utilizzato è risultato accessibile fino alla profondità di -30 m. dal piano campagna.

Di seguito vengono espone le basi teoriche della metodologia adottata, i risultati ottenuti e le seguenti informazioni e documenti:

- sismogrammi integrali in onde P ed SH ricavati dalle singole acquisizioni;
- tabelle dei tempi di arrivo misurati e corretti delle onde P e delle onde SH;
- diagramma delle **dromocrone** relative ai tempi di arrivo corretti;
- diagramma delle **velocità intervallari** onde P e onde SH / profondità;
- diagramma del coefficiente di **Poisson** calcolato dalle velocità riscontrate;
- tabella riepilogativa dati down-hole.



Ubicazione indagine

PRINCIPI TEORICI DELLE TECNICHE ADOTTATE

INDAGINE SISMICA IN FORO – DOWN HOLE

Le prove sismiche in foro di tipo down-hole vengono realizzate in fori di sondaggio appositamente attrezzati con tubi in PVC cementati all'esterno, con l'uso di geofoni da foro di tipo tridimensionale ed opportuni sistemi di energizzazione.

La prova consiste nel produrre, sulla superficie del terreno, sollecitazioni verticali per la generazione di onde di compressione (P) ed orizzontali per onde di taglio polarizzate orizzontalmente (SH), mediante una sorgente meccanica e nel registrare l'istante di primo arrivo del treno d'onde ad un sistema composto da una coppia di geofoni tridimensionali, alloggiati a profondità note nel foro di sondaggio. Conosciuta la distanza tra sorgente e ricevitori e determinato il tempo di propagazione, è possibile stimare in maniera accurata la distribuzione delle velocità sismiche (P ed SH) in corrispondenza della verticale di misura.

L'apparecchiatura utilizzata per questo tipo di prove si compone delle seguenti parti:

- sistema energizzante;
- sistema di ricezione;
- trigger;
- sistema di acquisizione dati.

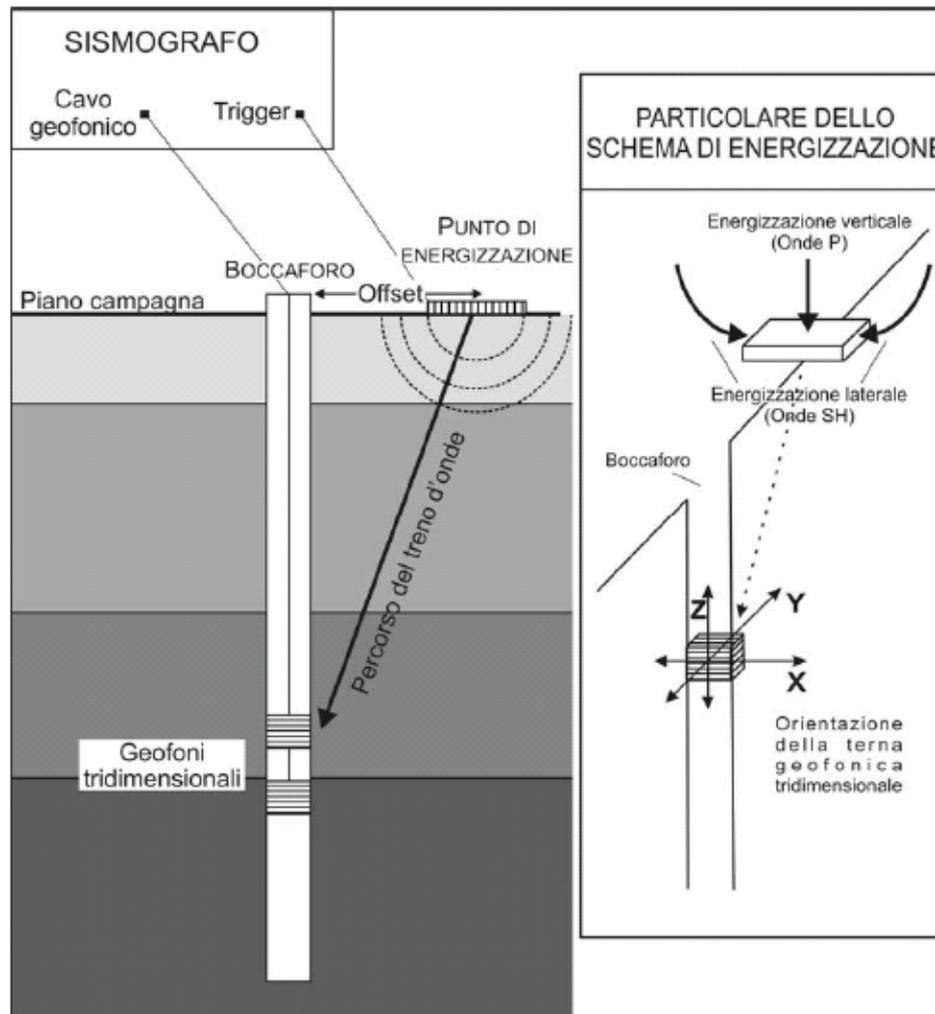
I sistemi energizzanti (sia per la generazione delle onde P sia delle onde SH) sono in grado di generare onde elastiche ad alta frequenza ricche di energia, con forme d'onda ripetibili e direzionali, ovvero con la possibilità di ottenere prevalentemente onde di compressione e/o di taglio polarizzate su piani orizzontali (o verticali).

Come sorgente per le onde P è stata utilizzata una mazza del peso di 10 Kg usata per colpire una piastra metallica poggiata sul terreno.

Come sorgente per le onde SH è stato utilizzato un parallelepipedo (trave in legno) di forma tale da poter essere colpito lateralmente con una mazza del peso di circa 10 Kg.

Il parallelepipedo è stato gravato di un carico statico addizionale in modo da rimanere aderente al terreno sia nel momento in cui veniva colpito, sia successivamente, affinché l'energia prodotta non venisse in parte dispersa.

Con questo dispositivo è stato possibile generare essenzialmente delle onde elastiche di taglio polarizzate orizzontalmente, con uniformità sia nella direzione di propagazione che nella polarizzazione e con una generazione di onde P trascurabile.



Schema semplificato indagine down-hole (Istruzioni Tecniche Regione Toscana)

Il sistema di ricezione si compone di due ricevitori tridimensionali, ciascuno dei quali è costituito da tre trasduttori di velocità orientati secondo le componenti di una terna cartesiana ortogonale e collocati all'interno di un unico contenitore.

I ricevitori tridimensionali sono collegati tra loro e posizionati a distanza di un metro l'uno dall'altro con orientamento parallelo tra i vari sensori.

Il sistema previsto per mantenere costante la distanza e per garantire l'isorientazione dei geofoni è dotato di un giunto centrale in gomma che funge da smorzatore, in modo da evitare qualunque interazione sismica tra i due sensori.

Quattro pistoni pneumatici azionati dalla superficie con aria in pressione a 8 bar garantiscono un ottimo accoppiamento in foro tra i ricevitori e le pareti di rivestimento. Per l'orientazione del sistema è stata usata una batteria di aste in p.v.c. calata nel foro insieme al geofono a cui era collegata solidalmente.

Il trigger consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui la sorgente viene attivata, producendo un impulso che viene inviato ad un sensore collegato al sistema di acquisizione dati; in questo modo è possibile individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e parte la sollecitazione dinamica.

Il sistema di acquisizione dati è un sismografo marca AMBROGEO, modello ECHO 12/24, sistema multicanale (24 canali) in grado di registrare su ciascun canale in forma digitale le forme d'onda e di conservarle su memoria di massa dinamica a 16 bit.

Esso è collegato a ciascuno dei geofoni tridimensionali in foro ed al sensore del trigger e consente quindi di registrare in forma numerica e visualizzare come tracce su un apposito monitor le oscillazioni a partire dall'impulso inviato dal trigger.

La strumentazione prevede la funzione "inversione di polarità", poiché nella prova è necessario eseguire la differenza tra traccia relativa alla battuta destra e quella alla battuta sinistra.

La prova down-hole si è sviluppa secondo le seguenti fasi:

1. Dopo avere predisposto un opportuno piano d'appoggio la sorgente per onde SH, è stata collocata sulla superficie in prossimità del foro ad una distanza di 3,00 m, orientata perpendicolarmente al raggio uscente dal foro e gravata con un carico statico addizionale (automezzo). Per la produzione di onde P abbiamo energizzato con massa battente ad impatto verticale mentre per la produzione di onde SH la sorgente (parallelepipedo, trave) è stata percossa lateralmente, generando onde di taglio polarizzate orizzontalmente.

2. Il sistema, costituito dai due ricevitori (geofoni tridimensionali) equidistanti e con costante orientamento relativo viene calato alla profondità desiderata collegandolo alla superficie mediante un sistema di aste che ne consente l'orientamento assoluto dalla superficie;

3. Il sistema dei ricevitori viene orientato dalla superficie in modo tale che uno dei trasduttori orizzontali di ciascun ricevitore sia orientato parallelamente all'asse della sorgente e quindi alla direzione di polarizzazione delle onde SH in modo da massimizzarne l'ampiezza di ricezione ai ricevitori; quindi i ricevitori vengono fissati alle pareti del tubo.

4. Viene attivata la sorgente, producendo una sollecitazione che, innescando il trigger fa partire la registrazione, l'onda generata si propaga dalla sorgente verso i ricevitori con oscillazioni di tipo P; in seguito (con energizzazione separata e distinta) si generano oscillazioni di tipo SH, dirette perpendicolarmente alla direzione di percussione e polarizzate sul piano orizzontale.

5. È stata ripetuta la prova ad una profondità inferiore, abbassando di 1 m i ricevitori, e riprodotta la sollecitazione.

Ogni misurazione è stata registrata in forma digitale con il sismografo Ambrogeo ECHO 12/24 con campionamento digitale con dinamica a 16 bit ed intervallo di campionamento di 130 microsecondi per una durata di 200 millisecondi.

Di seguito si riporta lo schema operativo ed i collegamenti attivi con il sismografo per le varie acquisizioni.

Canale n°1: geofono superiore – trasduttore verticale (z)

Canale n°2: geofono inferiore – trasduttore verticale (z)

Canale n°3: geofono superiore – trasduttore orizzontale (y)

Canale n°4: geofono inferiore – trasduttore orizzontale (y)

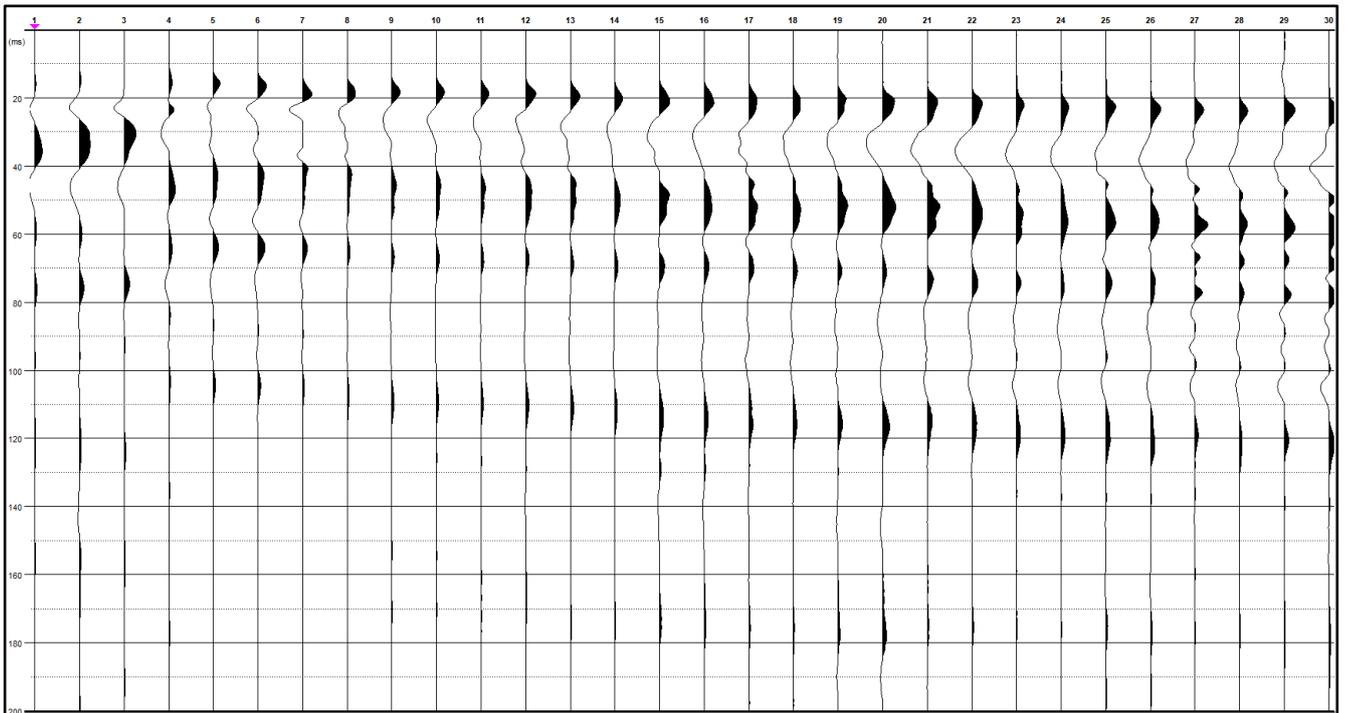
Canale n°5: geofono superiore – trasduttore orizzontale (x)

Canale n°6: geofono inferiore – trasduttore orizzontale (x)

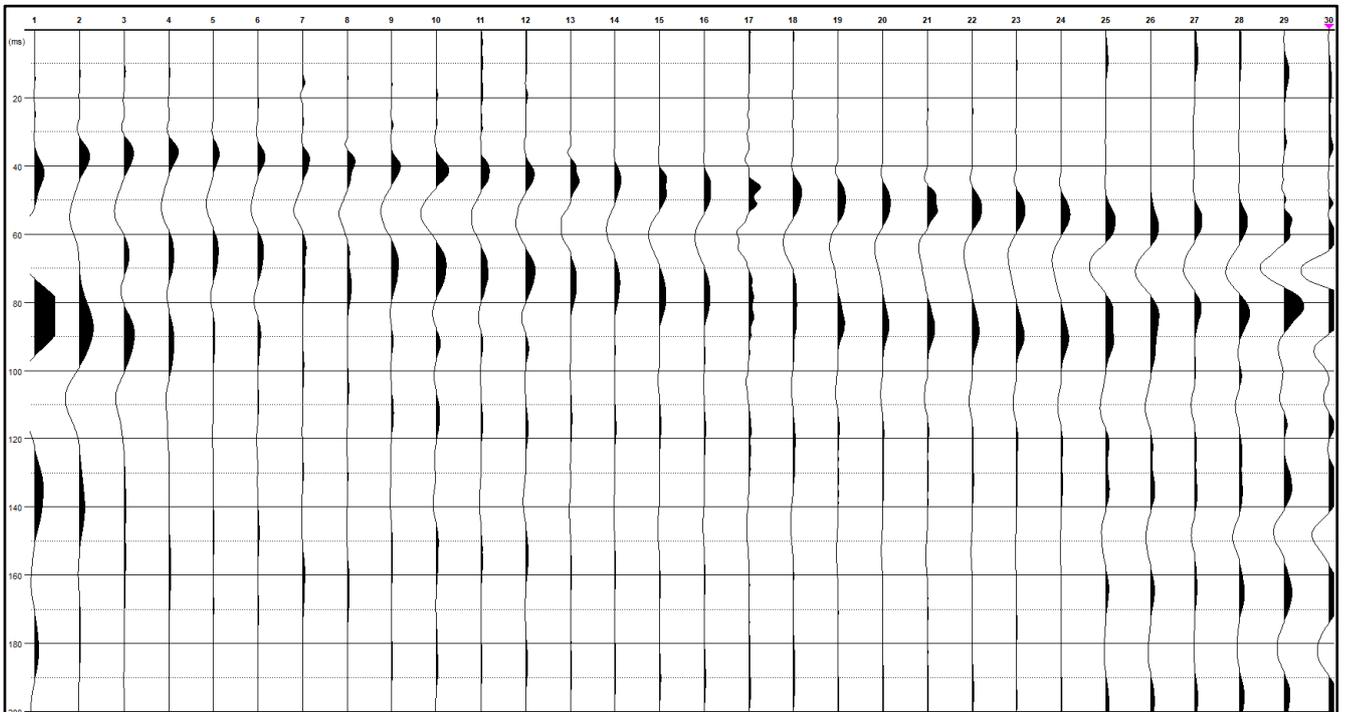
Canale n°7: geofono spia

Canale n°8-9-10-11-12: nulli

Sismogramma onde P



Sismogramma onde S+



Sismogramma onde S-

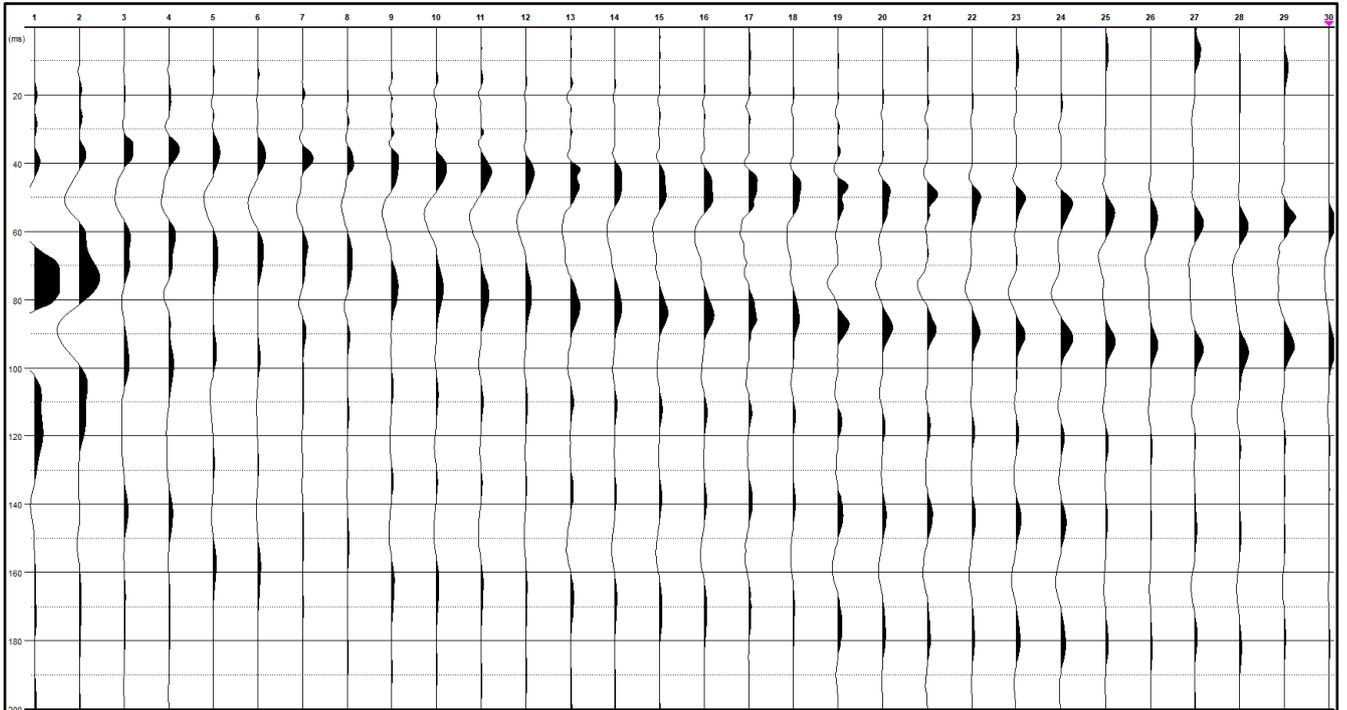
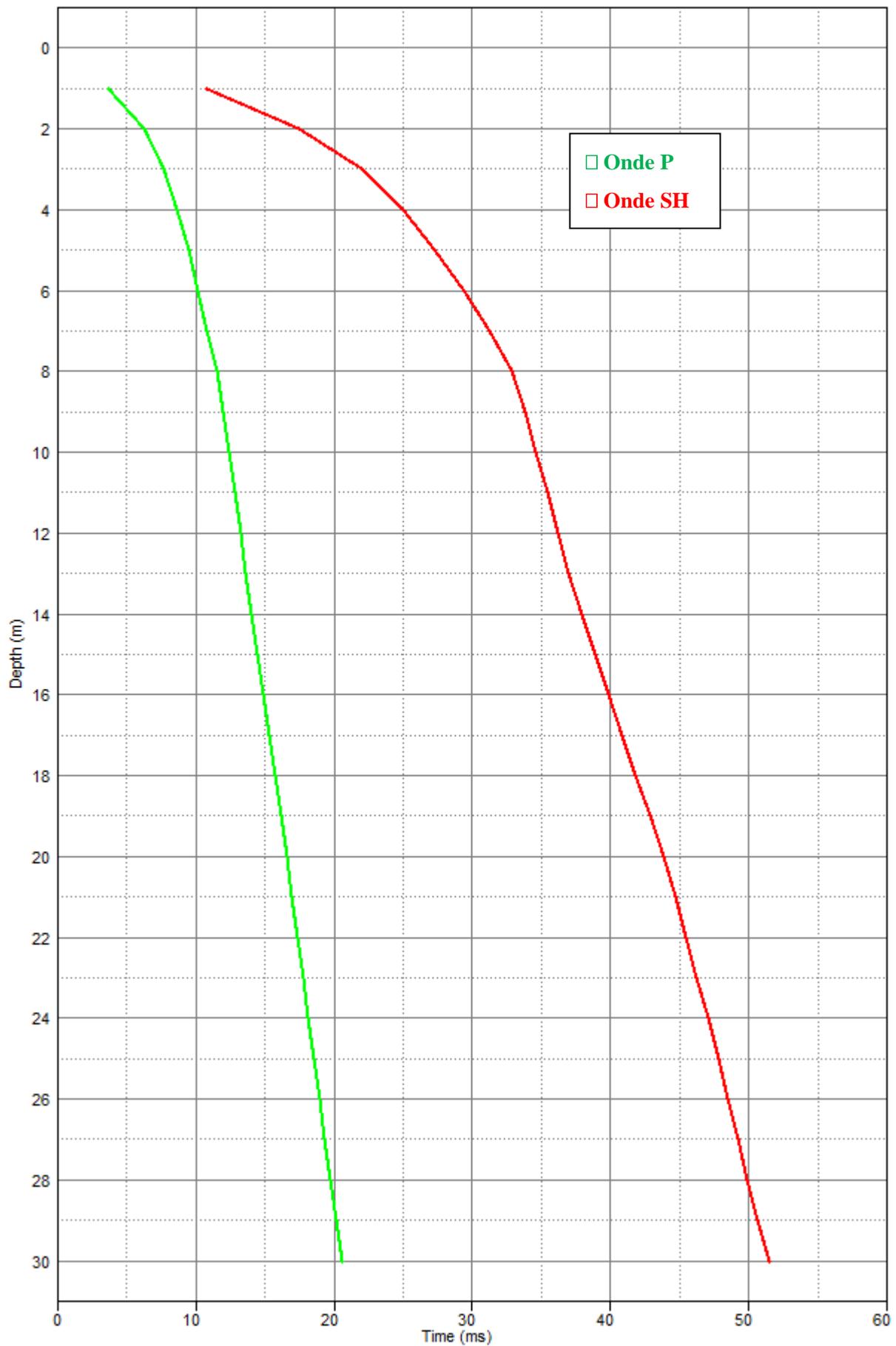
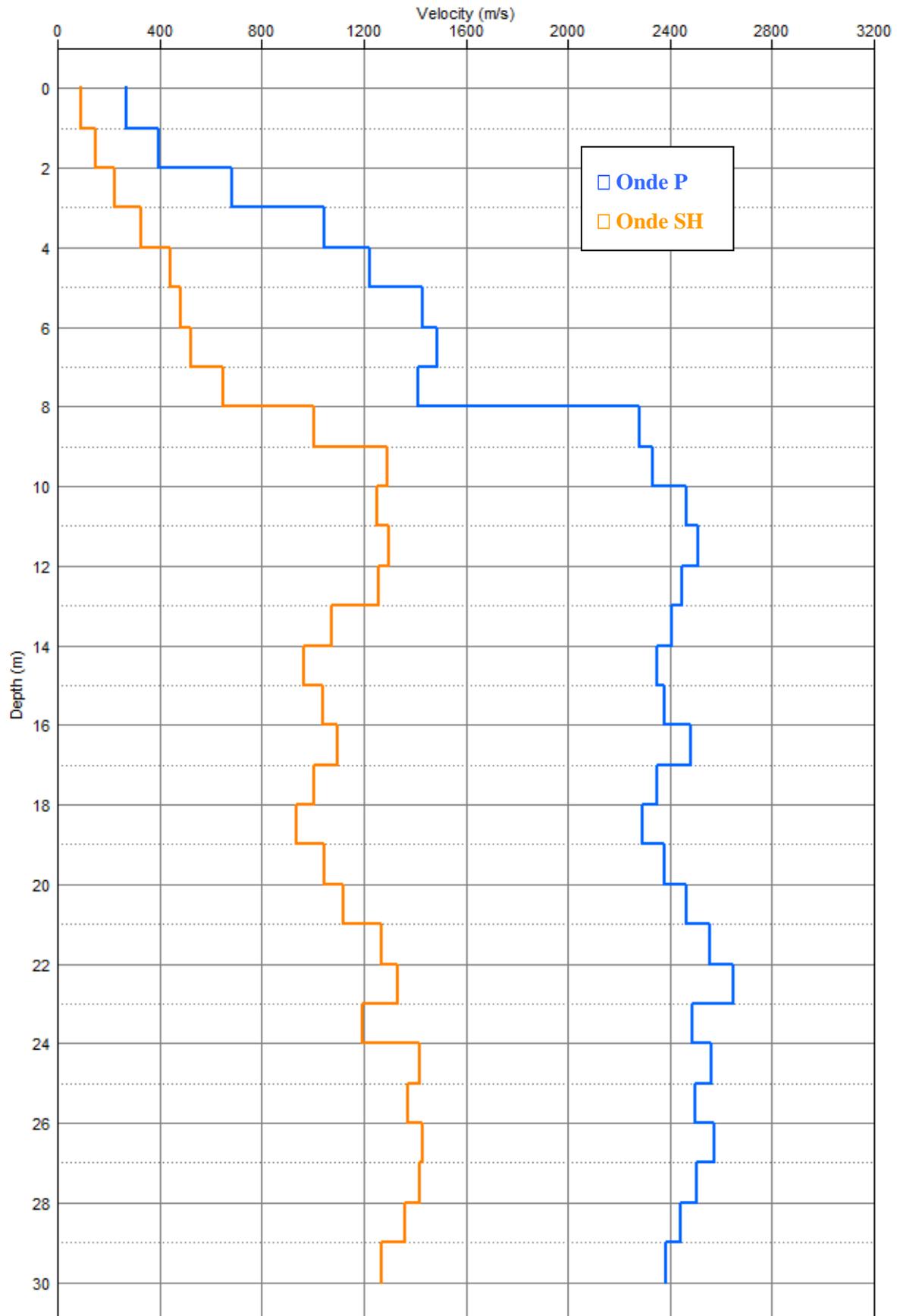


Tabella Tempi di arrivo				
Ubicazione: S.S. 67 Tosco-Romagnola – loc. Sieci – Pontassieve (Fi)				
DOWN-HOLE: indagine eseguita in foro di sondaggio geognostico				
Dist. Shot-foro m: 3,0			Dist. Shot-foro m: 3,0	
ONDE SH			ONDE P	
Distanza dal p.c.	Tempi obliqui	Tempi verticali	Tempi obliqui	Tempi verticali
(metri)	(millisecondi)	(millisecondi)	(millisecondi)	(millisecondi)
1	34.14	10.80	11.66	3.69
2	31.55	17.50	11.20	6.21
3	31.10	21.99	10.86	7.68
4	31.28	25.03	10.79	8.63
5	31.83	27.30	11.02	9.45
6	32.84	29.38	11.35	10.15
7	34.03	31.28	11.77	10.82
8	35.06	32.82	12.31	11.53
9	35.65	33.82	12.62	11.97
10	36.11	34.59	12.94	12.40
11	36.68	35.39	13.27	12.80
12	37.27	36.16	13.61	13.20
13	37.92	36.95	13.97	13.61
14	38.74	37.88	14.34	14.03
15	39.69	38.92	14.74	14.45
16	40.58	39.88	15.13	14.87
17	41.42	40.79	15.51	15.27
18	42.37	41.79	15.92	15.70
19	43.39	42.86	16.34	16.14
20	44.30	43.81	16.74	16.56
21	45.16	44.71	17.14	16.96
22	45.92	45.49	17.52	17.35
23	46.64	46.24	17.88	17.73
24	47.45	47.08	18.27	18.13
25	48.13	47.79	18.66	18.52
26	48.84	48.52	19.05	18.92
27	49.52	49.22	19.43	19.31
28	50.21	49.92	19.83	19.71
29	50.93	50.66	20.23	20.12
30	51.70	51.45	20.64	20.54

DROMOCRONE



VELOCITA' INTERVALLARI



COEFFICIENTE DI POISSON

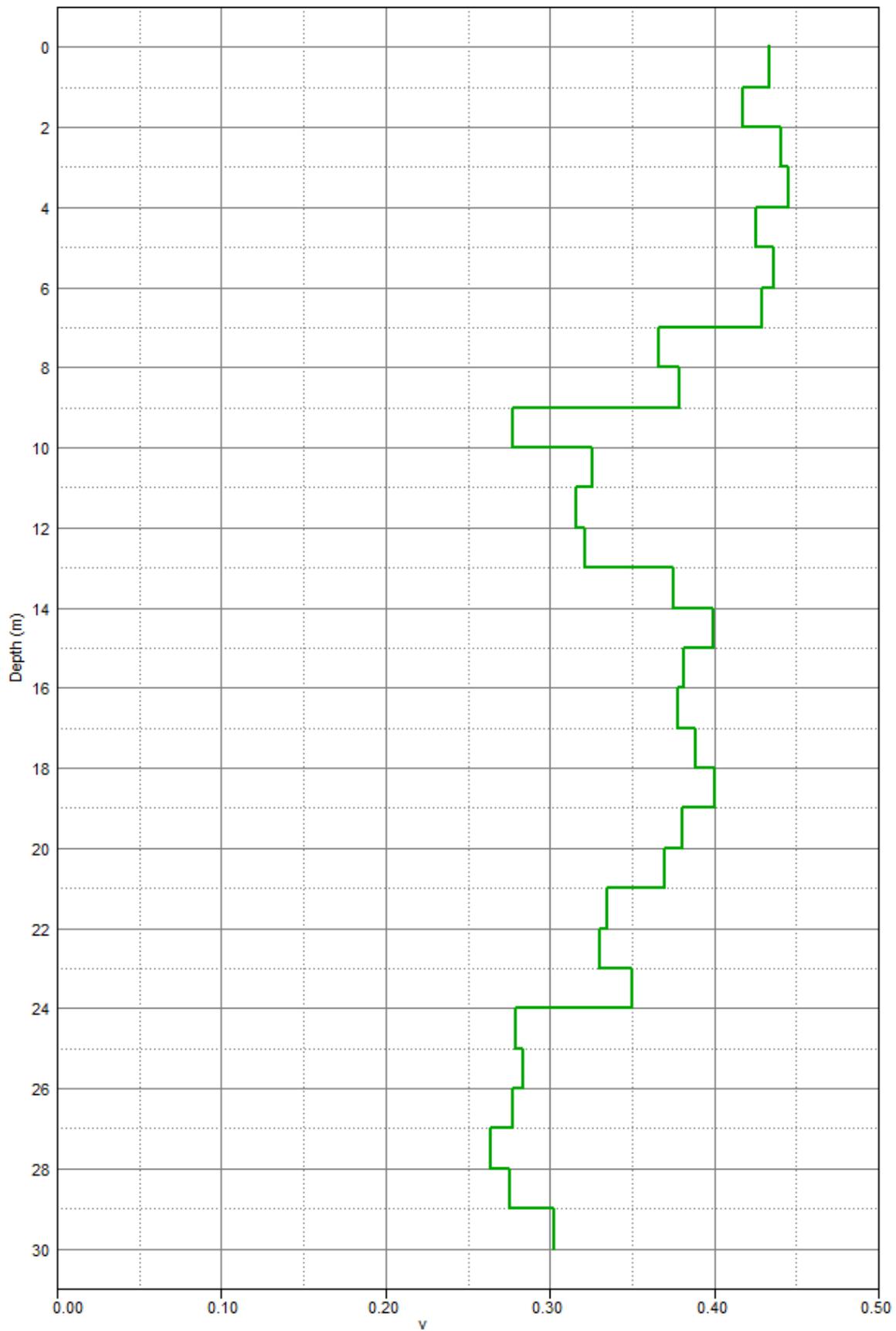


TABELLA RIASSUNTIVA

Depth	Ts Pick	Ts Verticali	Vs Intervallari	Vs CALCOLATA A PARTIRE DAL P.C. SECONDO DM 2018	Tp Pick	Tp Verticali	Vp Intervallari	Vp CALCOLATA A PARTIRE DAL P.C. SECONDO DM 2018	Coeff. di Poisson
1	34.14	10.80	93	93	11.66	3.69	271	271	0.43
2	31.55	17.50	149	114	11.20	6.21	396	322	0.42
3	31.10	21.99	223	136	10.86	7.68	683	391	0.44
4	31.28	25.03	329	160	10.79	8.63	1046	463	0.45
5	31.83	27.30	441	183	11.02	9.45	1224	529	0.43
6	32.84	29.38	481	204	11.35	10.15	1429	591	0.44
7	34.03	31.28	525	224	11.77	10.82	1489	647	0.43
8	35.06	32.82	649	244	12.31	11.53	1412	694	0.37
9	35.65	33.82	1008	266	12.62	11.97	2283	752	0.38
10	36.11	34.59	1293	289	12.94	12.40	2331	807	0.28
11	36.68	35.39	1253	311	13.27	12.80	2465	859	0.33
12	37.27	36.16	1300	332	13.61	13.20	2509	909	0.32
13	37.92	36.95	1255	352	13.97	13.61	2446	955	0.32
14	38.74	37.88	1075	370	14.34	14.03	2404	998	0.38
15	39.69	38.92	963	385	14.74	14.45	2352	1038	0.40
16	40.58	39.88	1042	401	15.13	14.87	2381	1076	0.38
17	41.42	40.79	1099	417	15.51	15.27	2481	1113	0.38
18	42.37	41.79	1003	431	15.92	15.70	2350	1147	0.39
19	43.39	42.86	937	443	16.34	16.14	2294	1178	0.40
20	44.30	43.81	1044	457	16.74	16.56	2377	1208	0.38
21	45.16	44.71	1118	470	17.14	16.96	2463	1238	0.37
22	45.92	45.49	1272	484	17.52	17.35	2554	1268	0.34
23	46.64	46.24	1334	497	17.88	17.73	2651	1297	0.33
24	47.45	47.08	1194	510	18.27	18.13	2487	1324	0.35
25	48.13	47.79	1419	523	18.66	18.52	2562	1350	0.28
26	48.84	48.52	1373	536	19.05	18.92	2498	1374	0.28
27	49.52	49.22	1428	549	19.43	19.31	2572	1398	0.28
28	50.21	49.92	1419	561	19.83	19.71	2506	1421	0.26
29	50.93	50.66	1359	573	20.23	20.12	2443	1441	0.28
30	51.70	51.45	1268	583	20.64	20.54	2382	1461	0.30

CALCOLO DELLE V_{Sequ}

A partire dal modello sismico restituito, è possibile calcolare il valore delle V_{Sequ} , che rappresenta la velocità di propagazione delle onde di taglio entro 30 m. di profondità.

Per **velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio** si intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati nei primi metri di profondità dal piano di posa della fondazione, secondo la relazione, riportata nel D.M. 17.01.2018 (“Norme tecniche per le costruzioni”):

$$V_{s, eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_s(strato)}}$$

Dove N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore $h(strato)$ e dalla velocità delle onde S $V_s(strato)$. Per H si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s, eq}$ è definita dal parametro V_{s30} , ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Utilizzando la formula sopra riportata, stabilito che il substrato sismico si trova alla profondità di - 8 metri dal p.c. attuale, in basso si riporta la tabella con la definizione delle categorie di suolo ai sensi del D.M. 17-01-2018, in funzione della quota a cui si intesta il piano delle fondazioni dell’opera in progetto.

Prof. fondazione da p.c. attuale (m.)	V_s equivalente (m/s)	Categoria di suolo (D.M. 17-01-2018)
0	$V_{s8} = 244$	Categoria E
-1	$V_{s7} = 318$	Categoria E
-2	$V_{s6} = 392$	Categoria B
-3	$V_{s5} = 462$	Categoria B
-4	$V_{s4} = 513$	Categoria B
-5	$V_{s3} = 543$	Categoria B
-6	-	Categoria A
-7	-	Categoria A
-8	-	Categoria A

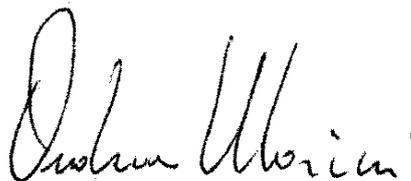
Tabella : Categorie di suolo di fondazione (D.M. 17-01-2018)

CATEGORIA	DESCRIZIONE PROFILO STRATIGRAFICO
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Il Tecnico:

Geoecho – Indagini geofisiche

Dr. Andrea Marini



Documentazione Fotografica



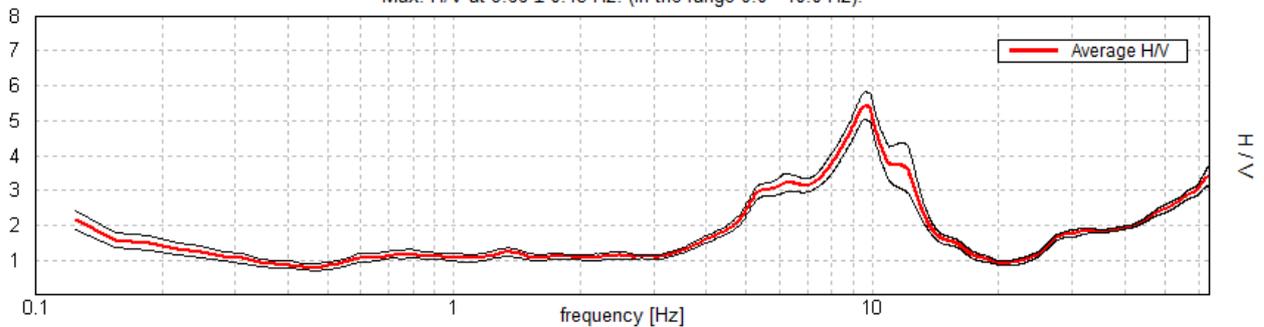
REPORT MISURA HVSR - LOC. SIECI, PONTASSIEVE – MARCHESE FRESCOBALDI SPA

Strumento: TZ3-0001/01-13
 Formato dati: 32 bit
 Fondo scala [mV]: 51
 Inizio registrazione: 02/08/2022 07:08:18 Fine registrazione: 02/08/2022 07:38:18
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
 Dato GPS non disponibile

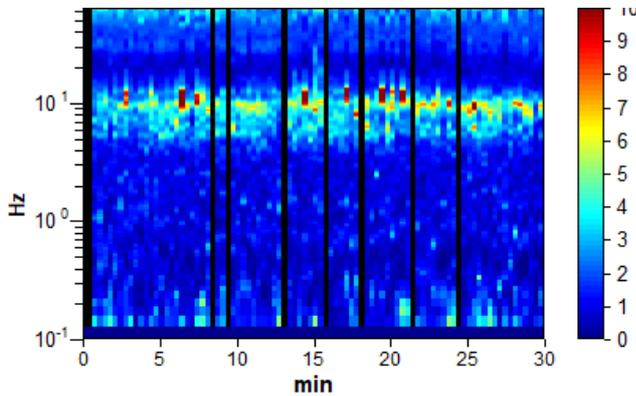
Durata registrazione: 0h30'00". Analizzato 90% tracciato (selezione manuale)
 Freq. campionamento: 128 Hz
 Lunghezza finestre: 20 s
 Tipo di lisciamento: Triangular window
 Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

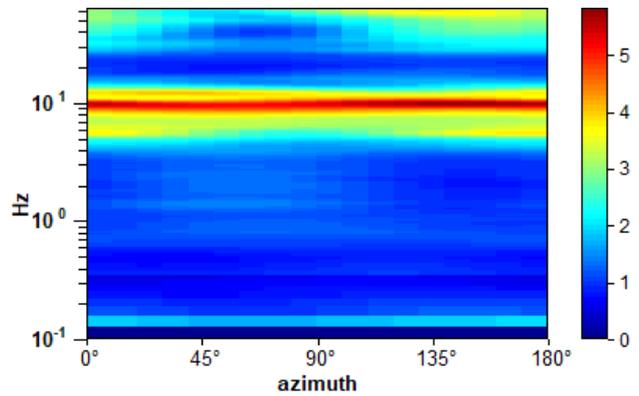
Max. H/V at 9.66 ± 0.43 Hz. (In the range 0.0 - 40.0 Hz)



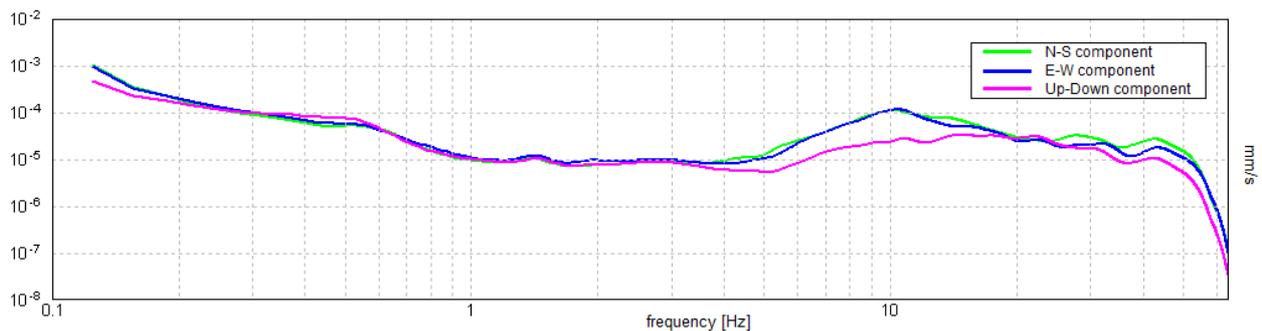
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 9.66 ± 0.43 Hz (nell'intervallo 0.0 - 40.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	9.66 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	15643.1 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 464	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	5.156 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	12.938 Hz	OK	
$A_0 > 2$	5.42 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04424 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.42724 < 0.48281	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.3934 < 1.58	OK	

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

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

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

Documentazione fotografica



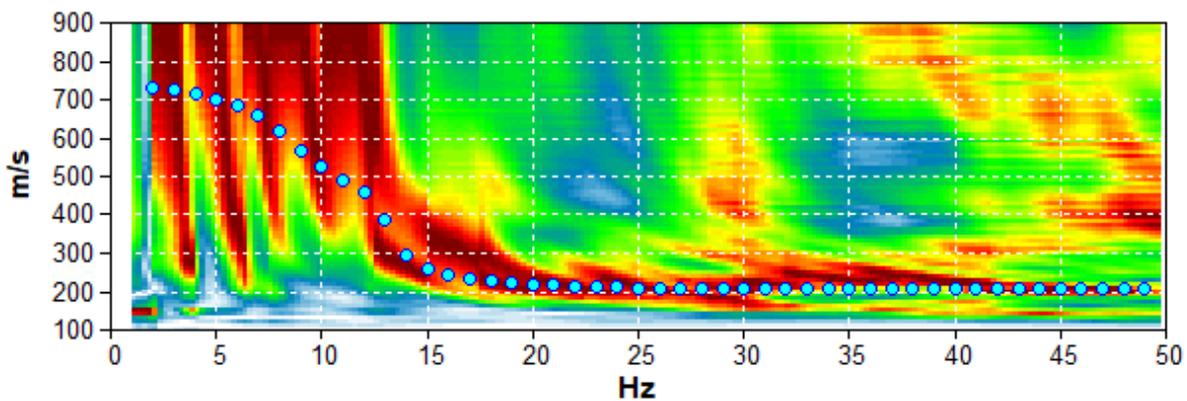
CASTELLARE FRESCOBALDI, [Z] ARRAY 001

Start recording: 07/11/2020 14:40:34 End recording: 07/11/2020 14:48:04
 Trace length: 0h00'02". Analyzed 92% trace (automatic window selection)
 Sampling rate: 1024 Hz

Channel labels: B1 ; B2 ; B3 ; B4 ; B5 ; B6 ; B7 ; B8 ; B9
 ; B10 ; B11 ; B12 ; B13 ; B14 ; B15

Array geometry (x): 0.0 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0 12.0 14.0 16.0 18.0 20.0 22.0 24.0 26.0 28.0 m.

MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
7.50	7.50	220	0.35
inf.	inf.	800	0.35

Vs_eq(0.0-30.0)= nn

