



Comune di Arezzo

Ufficio Mobilità
Servizio Governo del Territorio

PNRR "Rigenerazione Urbana"

Intervento di realizzazione di una pista ciclabile di collegamento tra il Centro Commerciale OBI e Via Bologna
CUP B11B21002300005

LIV. PROG.

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTAZIONE

STRUTTURE:
Ing. Stefano Pittalis
Ordine Ing Firenze n.6732

ARCHITETTONICA:
Ing. Stefano Pittalis
Ordine Ing Firenze n.6732

IMPIANTISTICA:
Ing. Stefano Pittalis
Ordine Ing Firenze n.6732

GEOLOGICA:
Geol. Giuseppe Lotti
Ordine Geol. Toscana n.1422



RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Roberto Bernardini

(Timbro & Firma)

TIPO ELABORATO

PARTE GEOLOGICA

ELABORATO

RELAZIONE GEOLOGICA

COD. PROGETTO

23036

RIFERIMENTO ELABORATO

N° Ordine Elaborato	Livello Progettuale	Tipo Elaborato	Codice Elaborato	Anno	Revisione
08	PE	RT	01	24	00

DATA DI STAMPA

marzo 24

SCALA

NOME FILE

240220_23036_Arch

00	PROGETTO ESECUTIVO				
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1 PREMESSE.....	3
2 INQUADRAMENTO NORMATIVO.....	5
2.1 Condizioni di pericolosità da S.U. sovraordinati e comunali.....	5
2.2 Fattibilità dell'intervento.....	9
3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO.....	11
3.1 Ubicazione.....	11
3.2 Inquadramento geomorfologico, geologico e idrogeologico.....	11
4 APPROFONDIMENTI CONOSCITIVI CONDOTTI NELL'AREA D'INTERVENTO.....	13
5 STRATIGRAFIA E MODELLO GEOTECNICO DEL SITO.....	14
5.1 Settore in prossimità del sottopasso ferroviario.....	15
5.2 Tratto pista ciclabile che si sviluppa tra "Calcerelle" e centro commerciale O.B.I.....	19
5.3 Parametri geotecnici caratteristici proposti.....	20
6 STABILITA' NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE (§ 7.11.3.4 DEL D.M. 17/01/2018)..	21
7 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	22

ALLEGATI:

all. 0 - Estratto carta dei vincoli sovraordinati	
all. 1- Corografia generale	1:10.000
all. 2 - Estratto della carta geologica dello S.U. vigente	1:10.000
all. 2a - Estratto della carta litotecnica dello S.U. vigente	1:10.000
all. 2b - Estratto della carta geologico-tecnica dello S.U. vigente	1:10.000
all. 3 - Estratto della carta geomorfologica dello S.U. vigente	1:10.000
all. 4 - Estratto della carta idrogeologica dello S.U. vigente	1:10.000
all. 4a - Estratto della carta delle problematiche idrogeologiche dello S.U. vigente	1:10.000
all. 5 - Carta con ubicazione delle indagini geognostiche	scala 1:1.000
all. 5a - Sezioni litostratigrafiche schematiche (Sezz. 1, 2, 6) e parametri caratteristici proposti	scala 1:100
all. 5b - Sezione litostratigrafica schematica (sez. 4) e parametri caratteristici proposti	scala 1:100
all. 6 - Certificati prove penetrometriche CPT	
all. 6a- Indagini disponibili (da DB geologico della R.T.)	
all. 7 - Documentazione fotografica sondaggi S1 e S2 e report stratigrafici	
all. 8 - Certificati analisi di laboratorio	

COMUNE DI AREZZO

Intervento di realizzazione di una pista ciclabile di collegamento tra il Centro Commerciale OBI e Via Bologna CUP B11B21002300005



RELAZIONE GEOLOGICA AI SENSI DEL D.M. 17 GENNAIO 2018 E DEL D.P.G.R. N°1/R DEL 19/01/2022

1 PREMESSE

La presente relazione, redatta su incarico dell'Amministrazione Comunale di Arezzo (AR) ed indicazioni dei progettisti, ha per oggetto la caratterizzazione e modellazione geologica dei terreni nell'area d'imposta del tracciato di una nuova pista ciclabile di collegamento tra il Centro Commerciale OBI e Via Bologna ad Arezzo, inserita nell'ambito del PNRR "Rigenerazione Urbana" (Missione 5 - Componente 2 - Investimento 2.1 CUP B11B21002300005).

L'intervento in progetto, intercettante con il tracciato la linea ferroviaria Arezzo-Stia, comprende anche le opere strutturali per il sottoattraversamento della stessa.

L'area in oggetto, morfologicamente pianeggiante, si inserisce in una tranquilla zona del tessuto urbano, caratterizzata da un modesto traffico veicolare e media densità edilizia ed è posta al margine del centro abitato, nelle "Aree agricole e forestali - TR.A4 - Ambiti delle piane agricole (Arezzo, Cafaggio e Meliciano)" del Piano Operativo vigente.

Per quanto riguarda le caratteristiche progettuali dell'opera si precisa quanto segue.

La pista in progetto si sviluppa, dal Centro Commerciale OBI, ripristinando una esistente strada bianca di modeste dimensioni, che inizia dall'antistante area a parcheggio del Centro Commerciale, e termina in una riservata zona urbanizzata a destinazione residenziale di recente realizzazione, posta sul retro dell'OBI. In detto settore del tracciato sono previste semplici opere di ripristino dell'esistente massicciata, con la posa in opera di nuovo strato di inerte riciclato di media pezzatura e successivo livellamento e rullatura della carreggiata.

A partire da detto tratto la pista ciclabile proseguirà, per circa 110 ml, utilizzando porzione della carreggiata della viabilità esistente e la successiva area con parcheggi in linea, della piccola zona urbanizzata residenziale citata: in questo tratto la pista sarà su asfalto, per una larghezza di 2,50 ml (due corsie da 1,25 ml), con opere che si limiteranno alla fornitura e posa in opera della segnaletica orizzontale e verticale.

In prossimità della linea ferroviaria Arezzo-Stia, il progetto della pista prevede un cambio di direzione verso nord, con il percorso che prosegue parallelamente alla ferrovia e, successivamente, oltrepassandola fino a raggiungere Via Genova, mediante sottoattraversamento. In detto settore sono quindi previste operazioni di scavo per la costruzione della struttura in C.A. del sottoattraversamento stesso.

Il progetto prevede anche la costruzione di muri di sostegno, cordoni prefabbricati in cls e alcuni spazi di sosta a verde attrezzato. Alla pista sarà conferita idonea pendenza, al fine di garantire il deflusso e lo smaltimento delle acque che scendono dagli argini e convogliarle nei fossati esistenti dei campi agricoli, mantenendo in questo modo inalterato l'attuale sistema di regimazione idraulica.

Per tutti i dettagli si rimanda alla documentazione tecnica (relazione e elaborati cartografici) a cura dei progettisti.

L'indagine geologica è stata redatta in conformità a quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018 <Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"> e ai sensi del nuovo regolamento DPGR 1/R del 19 gennaio 2022¹, che ha abrogato il precedente DPGR n°36/R/2009 (Allegato 1 –

¹ "Regolamento di attuazione dell'art. 181 della L.R. 10 novembre 2014 n°65 (Norme per il governo del territorio). Disciplina sulle modalità di svolgimento dell'attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico".

art. 5 - Linee Guida sulle tipologie e classi d'indagini geologiche, geofisiche e geotecniche da allegare ai progetti da presentare ai sensi dell'art. 3 del Regolamento DPGR 1/R/2022).

L'indagine geologica è redatta in conformità a quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018 <Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni">.

Considerando la normativa di riferimento e quanto previsto nel progetto, è stata espletata una campagna di indagini articolata nei seguenti punti:

- valutazione dell'assetto normativo e vincolistico gravante sull'area e verifica della compatibilità degli interventi con le norme vigenti in materia geologico-ambientale;
- valutazione diretta dell'assetto geologico, geomorfologico e idrogeologico a livello di area complessiva per un intorno significativo della zona interessata, e consultazione di dati di carattere geologico, stratigrafico e geotecnico disponibili sulle banche dati comunale e regionale consultabili *online*;
- esecuzione di una specifica campagna d'indagine in corrispondenza dei settori interessati dalle opere strutturali di maggior impegno (sottoattraversamento del rilevato ferroviario), con espletamento di n°6 prove penetrometriche statiche (CPT) e prelievo di n. 2 campioni indisturbati del terreno sottoposto a test da sottoporre a specifiche determinazioni analitiche presso laboratorio certificato. Il tutto finalizzato alla ricostruzione stratigrafica, alla parametrizzazione geotecnica dei terreni interessati dagli interventi e alla ricostruzione del modello litostratigrafico di tratti del percorso in sottoattraversamento;
- esecuzione di n. 1 indagine sismica MASW condotta *in situ* nelle vicinanze del sottopasso ferroviario, per la determinazione del parametro $V_{s,eq}$, e definizione della categoria di suolo di fondazione (v. relazione di Modellazione sismica a cura dello scrivente);
- definizione dei parametri sismici dei siti in cui saranno posizionati gli scatolari (v. relazione di Modellazione sismica a cura dello scrivente).

Il comparto analizzato (v. all.0) ricade in aree NON sottoposte a Vincolo Idrogeologico (LR 39/2000 "*Legge Forestale della Toscana*" e alla successiva L. n.1/2003, nonché a quanto previsto nel "*Regolamento Forestale Regionale*" DPGRT 44/R/2001 e succ. DPGRT 48/R/2003, e s.m.i.) mentre è soggetto a Vincolo Paesaggistico (D.Lgs. 42/2004 art. 142 lett. "h" - *zone gravate da usi civici*). Il settore d'interesse è inserito nella campitura relativa ai Beni Archeologici (agg. 31/12/2022) tutelati ai sensi della parte II del D.Lgs 42/2004 (agg. 04/2022).

In riferimento alla normativa sovracomunale la relazione segue le indicazioni dei nuovi strumenti di pianificazione e gestione approvati dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno (PSRI, PGRA, PAI), denominata *Unit of Management – U.O.M. - "Arno"*, nell'ambito del Piano di Gestione della Acque "Distretto Appennino Settentrionale", che hanno modificato in parte le precedenti direttive.

Per la difesa del suolo sono state esaminate le indicazioni del DPCM 6 maggio 2005 ("*Approvazione del Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico e relative misure di salvaguardia*") e s.m.i..

In relazione al rischio idraulico, l'indagine segue le disposizioni di cui al DPCM del 5.11.1999 ("*Approvazione del piano stralcio relativo alla riduzione del rischio idraulico del bacino del Fiume Arno*") e ss.mm.ii., mentre per quanto concerne il rischio alluvioni lo studio si basa sui nuovi documenti redatti per il PGRA (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni) elaborato e approvato dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno (UOM "*Arno*") con delibera del Comitato Istituzionale n. 235 del 3 marzo 2016 e aggiornato (secondo ciclo – aggiornamento 2021-2027) con Del. del C.I.P. (Conferenza Istituzionale Permanente) n°26 del 20 dicembre 2021.

In riferimento alle problematiche di natura idraulica/alluvionale le presenti note attengono alla relativa normativa di riferimento attualmente vigente (Legge Regionale n. 41/2018 "*Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23*

febbraio 2010, n. 49 - Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni.- Modifiche alla l.r. 80/2015 e alla l.r. 65/2014.”).

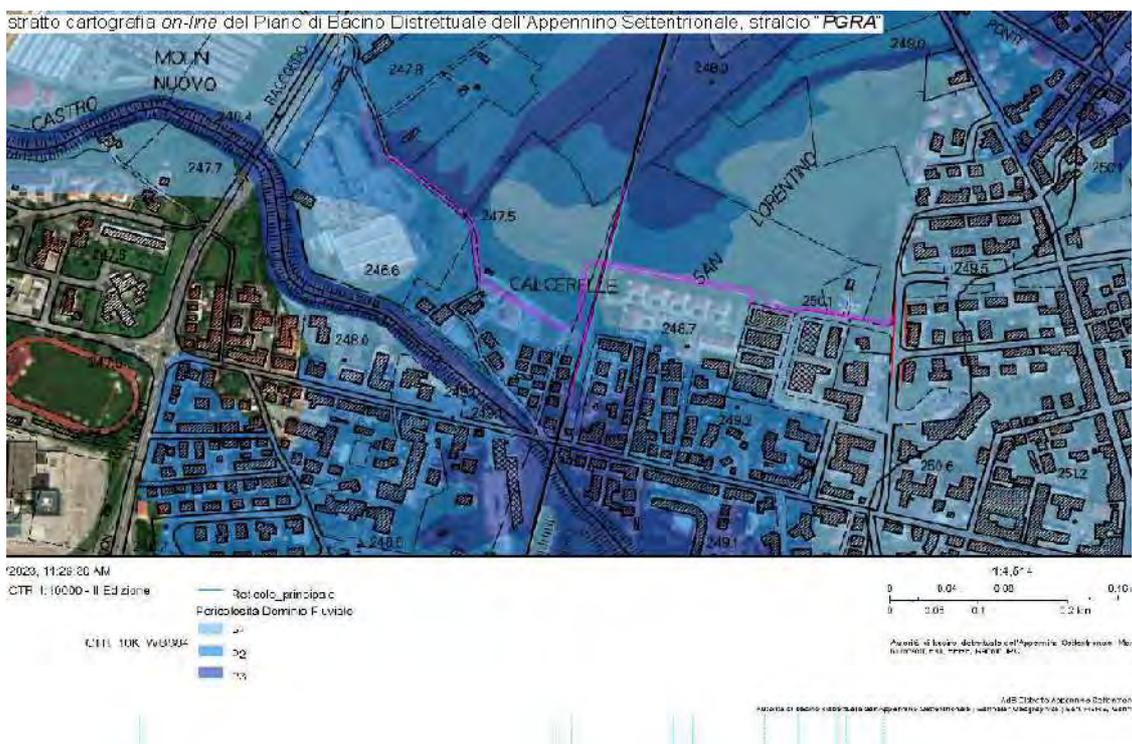
2 INQUADRAMENTO NORMATIVO

2.1 CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ DA S.U. SOVRAORDINATI E COMUNALI

Nel presente capitolo si fornisce un inquadramento urbanistico e normativo dell'area in studio. L'area non rientra tra quelle comprese nello stralcio “Rischio Idraulico”, adottato con DPCM 5/11/99 e s.m.i. (PRI), del Piano di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

Considerando la cartografia dello stralcio PGRA del medesimo Piano di Bacino, redatta a livello di dettaglio (scala 1:10.000), si evidenzia che il tracciato della pista ciclopedonale attraversa settori inquadrati nelle classi P1 – pericolosità da alluvione bassa (corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno > 200 anni) e P2 – pericolosità da alluvione media (corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 30 anni e minore/uguale a 200 anni), mentre per un breve tratto all'estremità occidentale interessa un comparto ricadente nella classe P3 – pericolosità di alluvione elevata (aree inondabili da eventi con tempo di ritorno minore/uguale di 30 anni).

Sulla base di tali aspetti dovranno essere rispettate le indicazioni riportate all'Art. 7 (“Aree a pericolosità da alluvione elevata (P3) – Norme”) e all'Art. 9 (“Aree a pericolosità da alluvione media (P 2) – Norme”) della disciplina di piano.



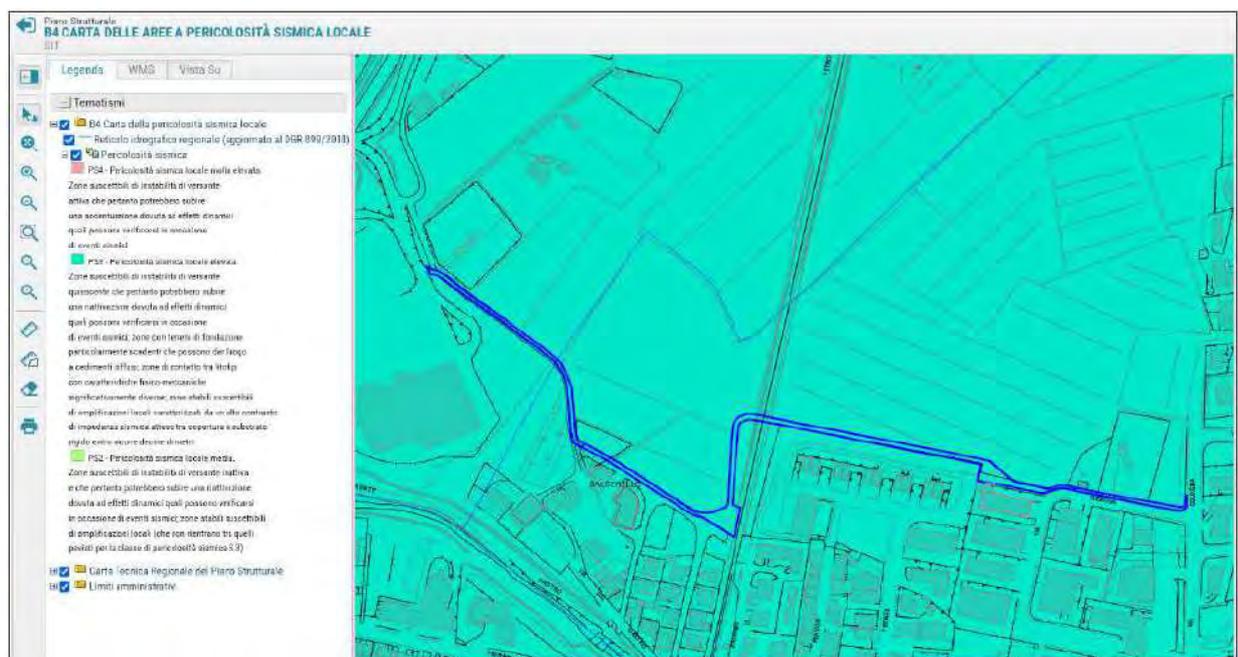
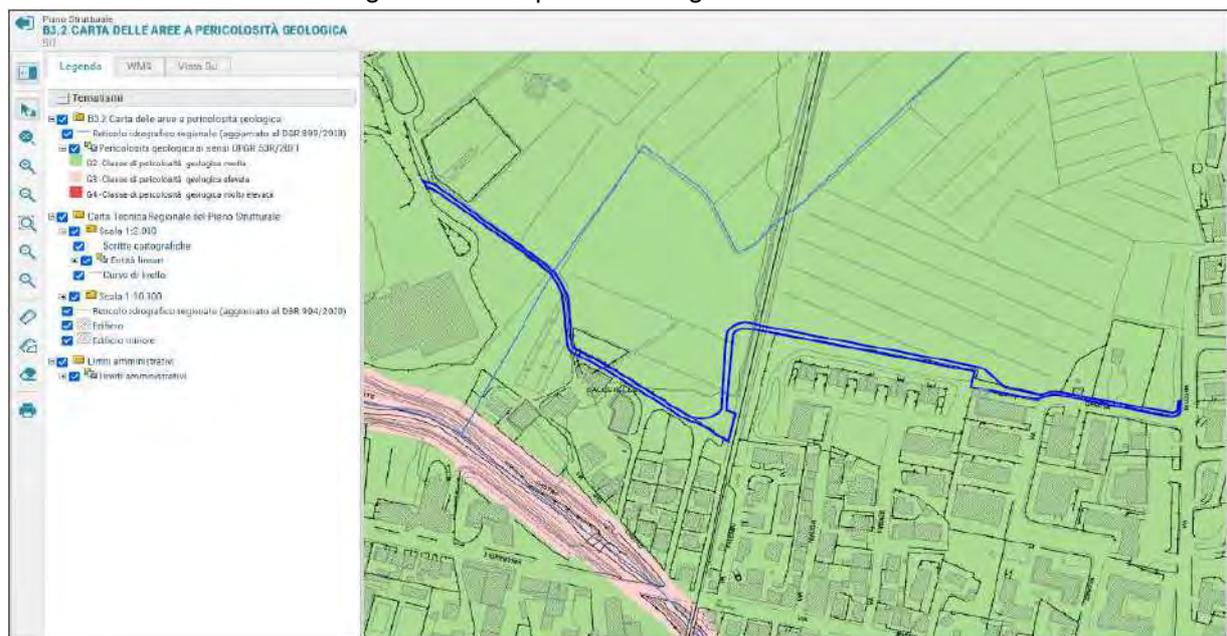
Sulla base di quanto sopra esposto, e considerando l'intersezione del tracciato con un rio senza denominazione tributario del vicino Torrente Castro, entrambi riportati nella cartografia del Reticolo Idrografico della Regione Toscana (LR 79/2012, agg. DCR 103/2022 – con accesso al link: https://geoportale.lamma.rete.toscana.it/difesa_suolo/#/viewer/openlayers/265), si osserva che il settore in esame rientra nell'ambito delle prescrizioni e indicazioni della L.R. n. 41-2018 “Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d’acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni). Modifiche alla l.r. 80/2015 e alla l.r. 65/2014.”.

Il Comune di Arezzo con deliberazione del Consiglio comunale n. 134 del 30 settembre 2021 ha approvato, ai sensi dell'articolo 19 della legge regionale n. 65/2014, il nuovo piano strutturale e il primo piano operativo.

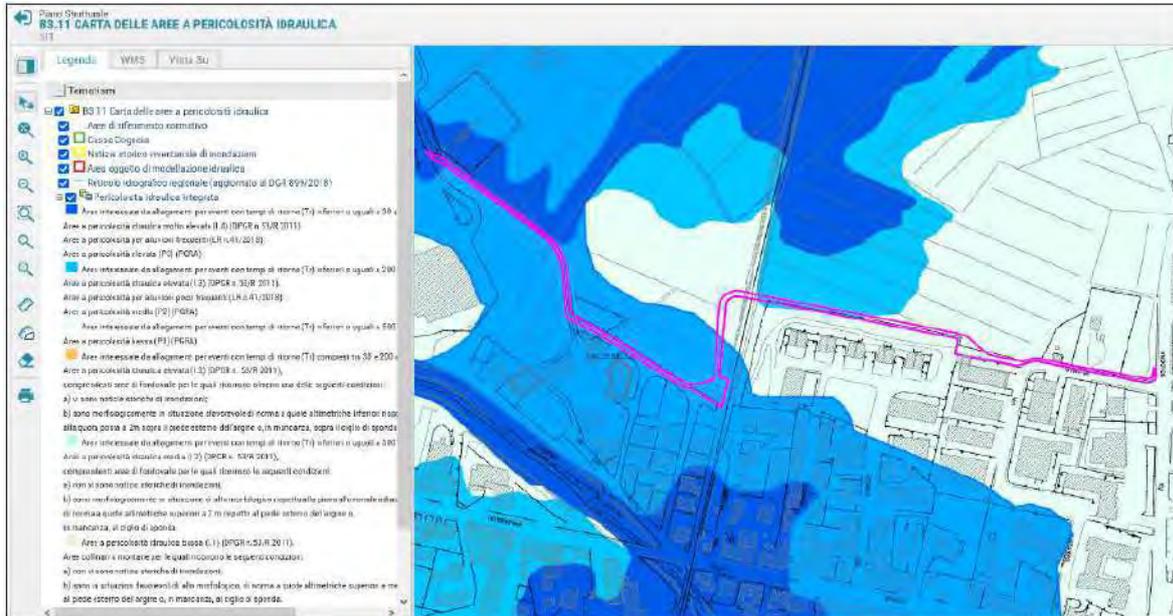
La riclassificazione sismica regionale di cui alla Deliberazione G.R.T. n. 421 del 26/05/2014 inserisce il territorio comunale di Arezzo nella zona 2.

Nel contesto degli studi di supporto al nuovo Piano Strutturale è stata resa disponibile una cartografia interattiva dalla cui consultazione si osserva che il tracciato della pista ciclopedonale in progetto interessa un comparto ricadente nella classe di pericolosità G.2 - media per gli aspetti geologici, e S.3 - elevata per le problematiche correlate agli aspetti di natura sismica.

Gli stralci di dette cartografie sono riportati di seguito.



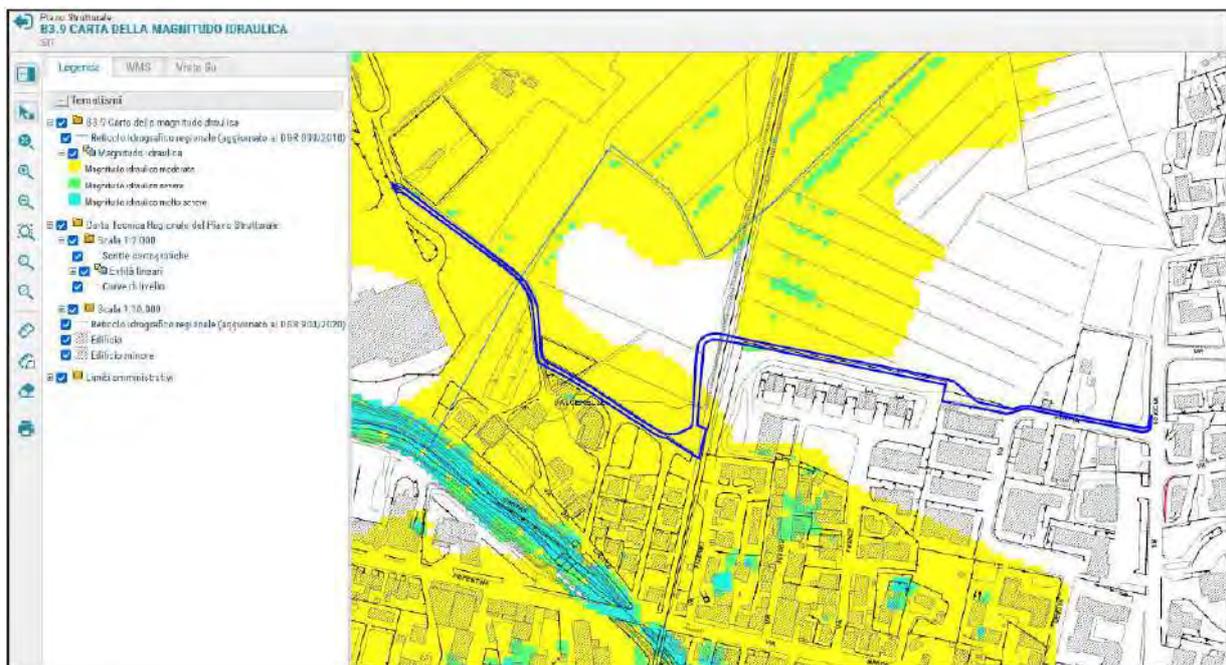
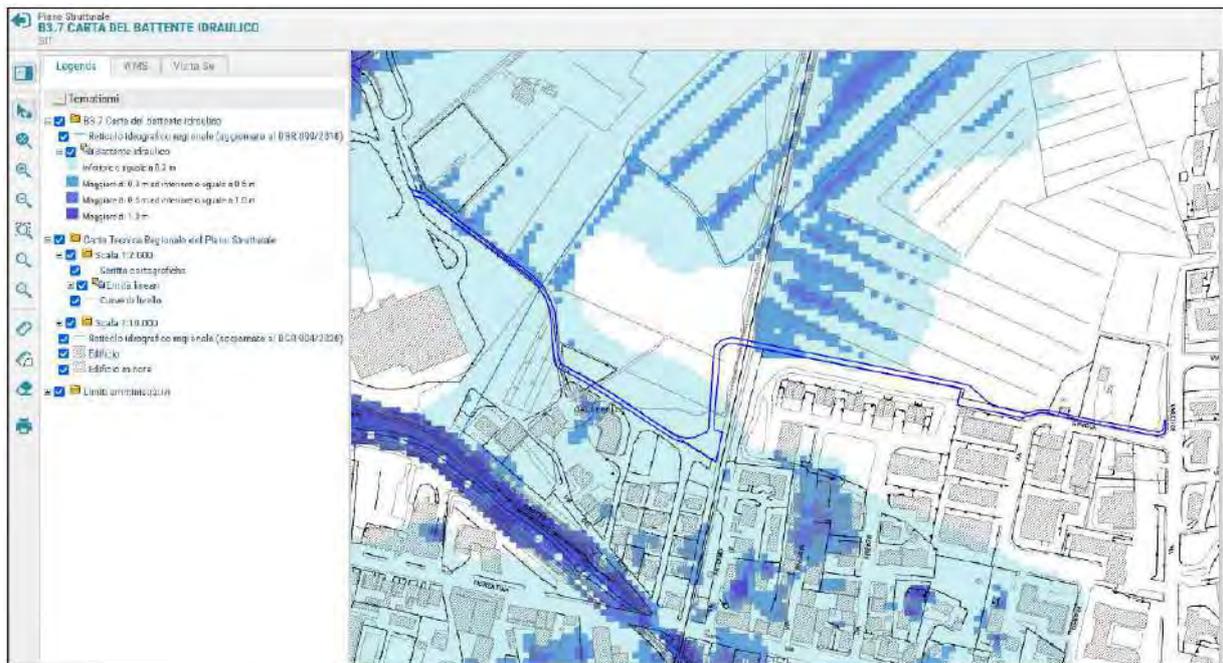
Per quanto concerne il contesto idraulico, nel medesimo ambito normativo comunale, si riscontra che il tracciato attraversa comparti ricadenti nella classe definita "aree interessate da allagamenti per eventi con tempi di ritorno inferiori o uguali a 500 anni; aree a pericolosità bassa (P1, PGRA)", e nella classe I.3 – elevata. All'estremità Ovest del tracciato stesso è cartografato un settore per il quale è stata individuata una pericolosità idraulica molto elevata (classe I.4 – v. stralcio successivo).



Oltre a quanto sopra delineato, negli stessi Strumenti Urbanistici comunali è disponibile la cartografia derivante dagli studi idraulici di dettaglio relativi alle velocità idrauliche, quote di battente e magnitudo idraulica.

Secondo tali studi il tracciato comprende parzialmente aree caratterizzate da: velocità del flusso d'acqua < 1 m/s (campitura verde), battente compreso tra 0 e 0,5 m e magnitudo moderata (campitura gialla).





Dalle valutazioni sopra delineate, considerando che il settore risulta compreso negli "ambiti a bassa e media trasformabilità e del territorio rurale", sono stati consultati gli abachi riportati nella *Relazione geologica della fattibilità degli interventi* redatta nell'ambito del Piano Operativo comunale.

Sulla base di tali informazioni e della tipologia di intervento è possibile attribuire la Fattibilità 2 con normali vincoli in relazione agli aspetti geologici, e fattibilità 3 per quanto riguarda gli aspetti sismici. A supporto della progettazione definitiva, in conformità con il D.P.G.R. 1/R 2022, sono stati condotti gli approfondimenti conoscitivi geotecnici e sismici specificati nel successivo capitolo 4.

In merito alle problematiche idrauliche, come anticipato, il sito di progetto è soggetto alla Legge Regionale 24 luglio 2018 n°41. Secondo tale normativa e sulla base dei dati idraulici disponibili, l'area rientra parzialmente nelle classi di pericolosità per alluvione poco frequente e frequente, e magnitudo moderata.

L'intervento risulta fattibile alle condizioni espresse dall'art.13 commi 2, 3, 4 e comma 6 lettera a della L.R. 41/2018 sotto riportato:

"Art. 13 - Infrastrutture lineari o a rete"

.....omissis in quanto non pertinente.....

2. Nuove infrastrutture a sviluppo lineare e relative pertinenze possono essere realizzate nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali.

3. L'adeguamento e l'ampliamento di infrastrutture a sviluppo lineare esistenti e delle relative pertinenze può essere realizzato nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali.

4. Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, gli interventi di seguito indicati possono essere realizzati alle condizioni stabilite:

a) itinerari ciclopedonali, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali;

.....omissis in quanto non pertinente.....

6. Nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, possono essere realizzati sottopassi, solo se non diversamente localizzabili, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali. "

2.2 FATTIBILITÀ DELL'INTERVENTO

In merito alla fattibilità dell'intervento, di seguito si espongono i **criteri di fattibilità** da rispettare, **relativi agli aspetti di natura geologica, idraulica e sismica**.

- **Criteri di fattibilità in relazione agli aspetti geologici**

Per quanto attiene le condizioni di attuazione in relazione agli aspetti geologici, la progettazione dell'intervento dovrà essere supportata da specifiche indagini geognostiche nel rispetto della vigente normativa sismica e tecnica per le costruzioni (D.M. 17/01/2018 e DPGR 1/R del 19/01/2022), quali quelle espletate e descritte nel successivo capitolo 4.

In corrispondenza del tratto di pista che costeggia il lato nord delle villette di Via Perugia e, in particolar modo, in prossimità del sottopasso in progetto (lato ad est della ferrovia) è stata osservata la presenza di ristagni d'acqua. Il progetto dovrà tenere in considerazione l'assetto morfologico finale in modo da non aggravare la condizione geomorfologica del comparto e garantire il corretto deflusso delle acque. A tal riguardo si precisa che alla pista in progetto sarà conferita idonea pendenza, al fine di garantire il deflusso e lo smaltimento delle acque che scendono dagli argini, in modo da favorirne il recapito nella rete di fossi esistenti negli appezzamenti agricoli presenti, mantenendo in questo modo inalterato l'attuale sistema di regimazione idraulica.

- **Criteria di fattibilità in relazione al rischio di alluvioni**

In relazione agli aspetti connessi con il rischio di alluvioni, facendo seguito al quadro normativo sopra descritto, si precisa che nelle aree caratterizzate da pericolosità per alluvioni frequenti e poco frequenti la fattibilità degli interventi è perseguita secondo quanto disposto dalla L.R. 41/2018, oltre a quanto già previsto dalla pianificazione di bacino.

La fattibilità degli interventi è subordinata alla gestione del rischio di alluvioni rispetto allo scenario per alluvioni poco frequenti, con opere idrauliche, opere di sopraelevazione, interventi di difesa locale, ai sensi dell'articolo 8, comma 1 della L.R.41/2018.

Nei casi in cui, la fattibilità degli interventi non sia condizionata dalla L.R. 41/2018 alla realizzazione delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, ma comunque preveda che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali (caso in oggetto), la gestione del rischio alluvioni può essere perseguita attraverso misure da individuarsi secondo criteri di appropriatezza, coniugando benefici di natura economica, sociale ed ambientale, unitamente ai costi ed ai benefici.

In particolare, sono da valutare le possibili alternative nella gestione del rischio alluvioni dalle misure maggiormente cautelative che garantiscono assenza degli allagamenti fino alle misure che prevedono eventuali allagamenti derivanti da alluvioni poco frequenti.

Nel caso di interventi in aree soggette ad allagamenti, la fattibilità è subordinata a garantire, durante l'evento alluvionale l'incolumità delle persone, attraverso misure quali opere di sopraelevazione, interventi di difesa locale e procedure atte a regolare l'utilizzo dell'elemento esposto in fase di evento. Durante l'evento sono accettabili eventuali danni minori agli edifici e alle infrastrutture tali da essere rapidamente ripristinabili in modo da garantire l'agibilità e la funzionalità in tempi brevi post evento.

Nelle aree di fondovalle poste in situazione morfologica sfavorevole, come individuate al paragrafo B4, la fattibilità degli interventi è condizionata alla realizzazione di studi idraulici finalizzati all'aggiornamento e riesame delle mappe di pericolosità di alluvione di cui alla l.r. 41/2018.

La pista ciclopedonale in progetto (con sottopasso ferroviario non delocalizzabile in quanto taglia a circa metà la porzione territoriale da collegare) ricade parzialmente nelle classi di pericolosità per alluvione poco frequente (P2) e frequente (P3) e magnitudo moderata ed è fattibile alle condizioni espresse dall'art.13 commi 2, 3, 4 e comma 6 lettera a della L.R. 41/2018.

Si precisa che l'opera, per le proprie caratteristiche tecniche, non comporta aggravio delle condizioni di rischio in altre aree e che sono previste le seguenti misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali:

- *collegamento con il Piano di Protezione Civile comunale;*
- *l'installazione lungo il tracciato e in corrispondenza del sottopasso ferroviario di apposita segnaletica di avvertimento di possibili fenomeni di transito di acque alluvionali;*
- *chiusura del sottopasso in caso di emanazione, da parte del Centro Funzionale della Regione Toscana, dello stato di allerta per rischio idrogeologico-idraulico reticolo minore e rischio temporali forti con codice arancio o rosso.*

Per tutti i dettagli si rimanda alla specifica relazione tecnica a cura del progettista Ing. Pacini.

In riferimento ai contenuti della vigente normativa idraulica sovraordinata (L.R.41/2018) e alla presenza dell'asta fluviale di un corso d'acqua censito nel reticolo idrografico della R.T. (L.R. 79/2012 e aggiornata con Del.C.R. 103/2022) le opere dovranno ottemperare a quanto stabilito all'art. 3 della stessa e dai criteri del vigente P.G.R.A. (aggiornamento secondo ciclo 2021-2027).

- **Criteria di fattibilità in relazione agli aspetti sismici**

In relazione agli aspetti connessi con la presenza di una pericolosità sismica locale elevata connessa a un alto contrasto d'impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano

campagna, sono state effettuate specifiche indagini geofisiche (indagine sismica MASW – v. relazione di modellazione sismica) e geognostiche (sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di campioni indisturbati di terreno) per definire gli spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti e valutare l'entità dei contrasti di rigidità sismica tra coperture e bedrock sismico.

Il tutto nel rispetto della vigente normativa sismica e tecnica per le costruzioni (D.M. 17/01/2018 e DPGR 1/R del 19/01/2022).

In estrema sintesi l'intervento in progetto risulta quindi fattibile ai sensi delle normative comunali e sovracomunali vigenti e al rispetto delle prescrizioni sopra esposte.

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

3.1 UBICAZIONE

Il settore interessato dalla realizzazione della pista ciclopedonale, a NO del centro abitato di Arezzo (all. 1), si sviluppa lungo un tracciato parallelo, o parzialmente sovrapposto, alla viabilità esistente compresa tra l'area parcheggio del centro commerciale OBI (ad Ovest) e l'innesto di Via Genova su Via Romagna (ad Est), per una distanza complessiva di ca. 800 m, delimitando il comparto urbano edificato (a Sud) da zone ad uso prevalentemente agricolo (verso Nord).

Nella Carta Tecnica Regionale redatta in scala 1:10.000 e 1:5.000 la zona è inquadrata nelle sezioni 288110 e negli elementi 288114 e 288113, e negli elementi 15012_2001 e 15013_2001 della C.T.R. 1:2.000, disponibili *online*.

3.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO

L'assetto **geomorfologico** locale a livello complessivo (all. 3) è caratterizzato da un andamento planare, con debolissima inclinazione verso Nord/Nord-Ovest, in cui le principali emergenze sono di origine antropica (edifici, rilevati stradali e argini di corsi d'acqua); non si rilevano, per un intorno significativo a quello d'interesse, dissesti in atto o pregressi, né processi geomorfologici rilevanti che possano interferire con l'intervento in progetto. In accordo con i contenuti della carta geomorfologica allegata allo S.U. vigente (estratto in allegato 2), le uniche forme degne di rilevanza riguardano la fascia territoriale solcata dal Torrente Castro, le cui sponde risultano in alcuni tratti, localmente interessate da "deformazioni superficiali o franosità diffusa quiescenti", di cui alla sigla DS della carta tematica comunale. Detti settori risultano potenzialmente attivi in quanto direttamente coinvolti in concomitanza degli eventi di piena ma non interferiscono direttamente in alcun modo con l'intervento in parola.

La quota altimetrica media del settore in studio varia da 251 a 247 m s.l.m..

Dal punto di vista **geologico**, il territorio comunale di Arezzo è caratterizzato dall'affioramento di unità litostratigrafiche appartenenti a terreni di età compresa tra il Cretaceo inf. e l'Olocene (estratto in all. 2).

In particolare l'intera porzione territoriale interessata dal tracciato della ciclabile in progetto è contraddistinta dalla presenza di depositi superficiali e, più precisamente, di origine continentale fluvio-lacustre, ascrivibili al Rusciniano-Villafranchiano. Di seguito si riporta la descrizione dell'unità di competenza:

- **Depositi continentali fluvio-lacustri (rusciniano-villafranchiano - VILh; VILa; VILb; VILc)**

Trattasi di depositi continentali costituiti da sabbie, sabbie ciottolose e sabbie siltoso-argillose e limi sabbiosi di età plio-pleistocenica. Questi terreni costituiscono il deposito stratigraficamente e topograficamente più elevato e più esteso per la gran parte del bacino di Arezzo. All'interno del corpo sedimentario sono frequenti intercalazioni, generalmente di estensione limitata, di lenti o banchi di sabbie giallastre, ghiaie e ciottolame siliceo derivante dallo smantellamento del flysch arenaceo. I depositi presentano un'evidente sedimentazione con andamento lenticolare e strutture quali stratificazione incrociata o varvata. Al di sotto dei depositi villafranchiani più superficiali (VILh), peraltro affioranti interamente nel settore oggetto d'intervento, si rinvengono altri depositi ghiaiosi e ciottolosi, riferibili in letteratura ai Ciottoli di Maspino

(Pleistocene medio-sup.) (**VILa –VILb**) e depositi argillosi, riferibili alle Argille lacustri di Quarata e Figline (Pleistocene medio) (**VILc**).

Dal punto di vista **litotecnico** detti sedimenti sono classificabili come “materiale granulare sciolto o poco addensato a prevalenza fine (LI5)”, derivante dalla deposizione di chiusura del ciclo lacustre le cui caratteristiche tecniche variano moltissimo con i variare della frazione argillosa e della presenza d’acqua (all. 2a).

Le caratteristiche meccaniche e geotecniche dei materiali possono essere abbastanza variabili in funzione del contenuto di frazione fine.

Dal punto di vista litologico generale, come risulta dalla consultazione delle carte tematiche allegata agli S.U. comunali, dai dati di carattere geologico ad esso allegati e da quelli reperibili nelle banche dati consultabili online (i.e. DB geologico della R.T...), i terreni caratterizzanti l'area all'interno della quale si inserisce la pista ciclopedonale in progetto appartengono all'unità litologica **VILh**, raggruppante “*depositi continentali di origine fluvio-lacustre, costituiti da sabbie, sabbie ciottolose e sabbie siltoso-argillose e limi sabbiosi di età plio-pleistocenica.*”, precedentemente descritti. Tali sedimenti sono classificabili come ML (limi inorganici e sabbie molto fini, talora argillosi leggermente plastici) e come SM-SC (miscele di sabbia e limo) per i termini più sabbiosi. Relativamente alla frazione più prettamente argillosa possiamo classificarla invece, in prima analisi, come argille inorganiche con plasticità da bassa a media, argille sabbiose, argille limose (CL), subordinatamente come limi inorganici e sabbie molto fini e limi argillosi leggermente plastici (ML-CL) e talora come argille inorganiche di alta plasticità (CL-CH).

Le caratteristiche meccaniche e geotecniche dei materiali risultano nel complesso abbastanza variabili in funzione del contenuto di frazione fine presente.

Nelle aree urbanizzate l'unità litologica di riferimento (VILh) può localmente essere sormontata da terreni di riporto eterogenei per composizione e potenza.

Dal punto di vista **idrogeologico** gli S.U. comunali (all. 4) collocano il comparto d'interesse all'interno di un settore interamente ricadente nella classe 3, comprendente le porzioni territoriali classificate con permeabilità media di tipo primario (per porosità). Nella carta idrogeologica di seguito riportata in estratto risulta che il tetto della falda freatica si attesta a quote variabili tra 239 e 246 m s.l.m. circa, il che sta ad indicare la possibilità di intercettazione della falda a partire da circa -4,00 m dal p.c. nel settore più orientale del tracciato in previsione, con possibili risalite verso la superficie.

Le misure piezometriche eseguite dallo scrivente al termine delle perforazioni e installazione dei piezometri in corrispondenza delle verticali S1 e S2 hanno rilevato la presenza di un livello idrico a partire da -2,50 m dal p.c. di riferimento. Tale livello potrebbe essere influenzato dall'acqua impiegata durante le operazioni di perforazione e da un ristagno di acqua nell'area del sondaggio S2. Pertanto saranno eseguite successive misure per confermare il dato sopra riportato.

Non risulta la presenza di opere di captazione da destinare ad usi idropotabili (art. 94 del D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii.) mentre si rileva inoltre la presenza di alcuni pozzi privati, uno dei quali in prossimità del toponimo “Calcerelli”.

Analizzando la Carta delle problematiche idrogeologiche allegata allo S.U. vigente (v. estratto in allegato 4a) si evince che il tracciato in parola si inserisce in un settore per il quale è stata individuata una vulnerabilità intrinseca della falda classificata come alta (“A”).

Classe di vulnerabilità 3: ALTA (A): Sistemi acquiferi liberi, semiconfinati o confinati, generalmente caratterizzati da notevole anisotropia ed eterogeneità, protetti in superficie da una copertura scarsamente permeabile, a tratti impermeabile.

I sistemi acquiferi in questione possono essere i medesimi che albergano nelle alluvioni e nei complessi ghiaiosi (Classe 1, Classe 2).

L'intervento in progetto risulta quindi compatibile con il contesto geologico, geomorfologico e idrogeologico dell'area all'interno della quale si inserisce ed è quindi fattibile ai sensi delle normative comunali e sovracomunali vigenti, nel rispetto delle stesse.

4 APPROFONDIMENTI CONOSCITIVI CONDOTTI NELL'AREA D'INTERVENTO

L'area di nostro interesse è stata oggetto di un'approfondita campagna geognostica adeguatamente dimensionata in relazione al vigente regolamento DPGR 1/R/2022.

In particolare la suddetta campagna conoscitiva si è articolata attraverso la realizzazione d'indagini di **tipo diretto**, quali sondaggi geognostici a carotaggio continuo per la messa in luce dell'assetto stratigrafico dell'area in studio, e di indagini di **tipo indiretto**, costituite da prove penetrometriche condotte in modalità statica (CPT) e indagini geofisiche (indagine sismica con tecnica MASW per la determinazione della Vseq e la definizione della categoria di sottosuolo).

Nel caso specifico e ai fini della definizione del modello geologico di sintesi per la progettazione delle opere, le indagini portate a termine dallo scrivente consistono in:

- n°2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (S1 e S2) spinti entrambi fino alla profondità di -20,00 m dall'attuale p.c. di riferimento, entrambi attrezzati con tubo piezometrico;
- *prelievo di n° 4 campioni indisturbati di terreno (complessivamente) da sottoporre a opportune analisi di laboratorio per la definizione dei parametri geotecnici;*
- *esecuzione di n°5 prove SPT in foro di sondaggio, per la caratterizzazione meccanica degli orizzonti litologici non campionabili;*
- *n° 6 prove penetrometriche CPT, spinte fino a profondità comprese tra -9,80 m e -11,00 m dai rispettivi p.c. attuali, alcune delle quali attrezzate con cannetta piezometrica per consentire l'esatta localizzazione della falda;*
- *n° 1 stendimento sismico con tecnica MASW per la determinazione della Vseq e la categoria di sottosuolo, in ottemperanza al vigente D.M. 19/01/2018 (per dettagli si rimanda alla specifica relazione di Modellazione sismica a cura dello scrivente).*

Per il modello stratigrafico-litotecnico del sito si rimanda al successivo capitolo 5.

Le **prove penetrometriche** sono state realizzate con un penetrometro statico/dinamico modello TG 63-200 prodotto dalla ditta PAGANI GEOTHECNICAL EQUIPMENT, cingolato e attrezzato con cella di carico e comparatori per la lettura ed un treno d'aste con punta meccanica tipo "Begemann".

La **prova condotta in modalità statica** (CPT) consiste nell'infiggere le aste dotate di anima interna collegata alla punta, mediante un martinetto idraulico in modo da misurare ogni 20 centimetri di avanzamento, la resistenza alla punta R_p , la resistenza laterale R_l e la resistenza totale R_p+R_l . La punta è conica come stabilito dalla specifica ASTM D 3441, ha un'apertura di 60°, e un'area di base di 10 cmq, e scende ad una velocità costante compresa tra 10 e 20 mm/sec.

Detta tipologia d'indagine permette di parametrizzare sotto il profilo geomeccanico i terreni investigati, valutando gli indici di resistenza e il grado di compressibilità.

Tutte le verticali d'indagine risultano graficamente individuate e posizionate nell'allegato 7 in calce. La quota di riferimento di ciascuna prova coincide con l'attuale piano campagna.

I **sondaggi geognostici S1 e S2** sono stati realizzati con perforatrice idraulica a carotaggio continuo, con prelievo integrale del materiale carotato, fino alla profondità di -20,00 m dall'attuale p.c. di riferimento.

I risultati stratigrafici della perforazione sono stati alloggiati in apposite cassette catalogatrici (per la consultazione della documentazione fotografica si rimanda all'allegato 7).

Di seguito si riassumono le profondità di prelievo dei campioni indisturbati di terreno prelevati, mediante campionatore tipo shelby, nel corso delle operazioni di perforazione e sottoposti a analisi in laboratorio certificato:

Sigla campione (intervallo di prelievo - m da p.c.)		
S1	S1C1 (-3,00 ÷ -3,50 m)	S1C2 (-10,50 ÷ -11,00 m)
S2	S2C1 (-2,00 ÷ -2,50 m)	S2C2 (-13,50 ÷ -14,00 m)

Per l'esecuzione delle *prove S.P.T.* nei fori di sondaggio è stata utilizzata una batteria d'aste con diametro $\Phi=50$ mm collegata ad una punta conica di dimensioni normalizzate. Il sistema di percussione è costituito da un maglio del peso di 63,5 Kg che cade liberamente da un'altezza di 76 cm. La prova, eseguita a quote prefissate, consente di determinare la resistenza che il terreno offre alla penetrazione dinamica di un campionatore infisso a partire dal foro di un sondaggio. Si registra quindi il numero di colpi di maglio necessari all'infissione di tre tratti consecutivi di 15 cm ciascuno. Il valore di *Nspt* è dato dalla somma dei colpi necessari all'infissione del secondo e ultimo tratto.

Di seguito si riassumono gli intervalli di esecuzione delle varie prove S.P.T. in corrispondenza delle due verticali e i risultati ottenuti:

Sondaggio	n°colpi ottenuto	NSPT1	n°colpi ottenuto	NSPT2		
S1	SPT1 (-7,00 ÷ -7,45) 6 - 6 - 8	14	SPT2 (-10,00 ÷ -10,45) 9 - 8 - 9	17		
Sondaggio	n°colpi ottenuto	NSPT1	n°colpi ottenuto	NSPT2	n°colpi ottenuto	NSPT3
S2	SPT1 (-7,0 ÷ -7,45) 7-7-8	15	SPT2 (-12,5 ÷ -12,95) 9-9-8	17	SPT3 (-16,5 ÷ -16,95) 6-7-8	15

Sui suddetti campioni sono state effettuate specifiche analisi nel laboratorio geotecnico certificato Laboter di Pistoia (*Certificazione settore "A" – Prove di laboratorio su terre – Ministero delle infrastrutture e dei trasporti Decreto 2436 del 14/03/2013 – Art. 59 DPR 380/2001 Circolare 7618/STC 2010*).

Per la consultazione dei certificati di laboratorio si rimanda allo specifico allegato 8 in calce.

Le verticali d'indagine risultano graficamente individuate e posizionate nell'allegato 5 e nelle sezioni geologiche interpretative di cui agli specifici allegati.

5 STRATIGRAFIA E MODELLO GEOTECNICO DEL SITO

La successione stratigrafica e la modellazione geologica e geotecnica del comparto d'intervento è stata ottenuta interpolando i risultati delle indagini di tipo indiretto (prove penetrometriche statiche) con l'osservazione diretta dei terreni messi in luce dalle operazioni di perforazione dei sondaggi geognostici S1 e S2 e con le risultanze delle analisi di laboratorio espletate, nonché operando opportune correlazioni con le informazioni di carattere geologico e geotecnico disponibili, reperite presso le varie banche dati consultabili *online*.

La successione stratigrafica è analizzata a partire dal piano di campagna allo stato attuale nel punto di esecuzione delle prove. Di seguito viene descritto il modello geotecnico del sito, facendo riferimento ai valori min e MAX dei parametri geomeccanici determinati con le prove penetrometriche in situ, espletate dallo scrivente sui principali orizzonti litologici emersi in sede di perforazione geognostica.

La modellazione sotto riportata analizza separatamente la successione litostratigrafica dei terreni caratterizzanti il settore posto in corrispondenza del sottopasso ferroviario in progetto, dove sono previste le opere di maggior impegno dal punto di vista strutturale (paragrafo 5.1), e quella del tratto di pista ciclopedonale che si sviluppa da "Calcerelle" fino al centro Commerciale O.B.I. (paragrafo 5.2).

Per maggiori dettagli circa la profondità e potenza degli orizzonti litologici principali caratterizzanti il sottosuolo d'interesse si rimanda alle sezioni geologico-stratigrafiche interpretative di cui specifici allegati in calce.

5.1 SETTORE IN PROSSIMITA' DEL SOTTOPASSO FERROVIARIO

Le indagini di riferimento per detto settore sono le seguenti: sondaggi geognostici a carotaggio continuo S1 e S2 e le prove penetrometriche statiche CPT1, CPT2, CPT5 e CPT6 (all. 5a e 5b- v. sezz. 4 e 6).

STRATO A: suolo vegetale/terreno rimaneggiato (non idoneo per la progettazione)

- Quota base strato: - 0,60 m dall'attuale p.c.
- Peso di volume: $\gamma = 1,85 \text{ g/cm}^3$

STRATO B: Limi sabbioso-argillosi e limi con argilla sabbiosi di colore oca, mediamente compatti.

- Quota base strato (m da p.c.): -1,60 m(CPT2)/-2,60 m(S2)
- Resistenza statica alla punta: $14 < Q_c < 22 \text{ kg/cm}^2$
- Peso di volume: $\gamma = 1,95 \text{ g/cm}^3$
- Coesione non drenata: $0,64 < C_u < 0,90 \text{ kg/cm}^2$
- Angolo di attrito interno: $26^\circ < \phi < 28^\circ$
- Modulo di deformazione edometrico: $50 < M_o < 65 \text{ kg/cm}^2$

Il presente strato è stato oggetto di campionamento in sede di perforazione.

ANALISI DI LABORATORIO SU CAMPIONE S2C1 (-2,00/-2,50 m)

Caratteristiche fisiche			
Umidità naturale	21,60%	Indice dei vuoti	0,72
Peso di volume nat.	1,90 g/cm ³	Peso specifico	2,70 g/cm ³
Peso di volume secco	1,57 g/cm ³	Porosità	41,90%
Peso di volume saturo	1,98 g/cm ³	Grado di saturazione	80,70%
Analisi granulometrica			
Ghiaia(%)	0,5	Limo (%)	61
Sabbia (%)	11,6	Argilla (%)	26,9
Prova di Taglio Consolidato Drenato			
Coesione		0,175 kg/cm ²	
Angolo di resistenza al taglio		23,1°	
Prova di Espansione Laterale Libera (E.L.L.)			
σ		1,84 Kg/cm ²	
Coesione		0,93 Kg/cm ²	

STRATO C: limi argillosi e limi con argilla marroni/ocra con screziature grigie, da mediamente consistenti a consistenti.

- Quota base strato (m da p.c.): - 9,00 m/-10,00 m da p.c.
- Resistenza statica alla punta: $20 < Q_c < 35 \text{ kg/cm}^2$
- Peso di volume: $\gamma = 1,95 \text{ g/cm}^3$
- Angolo di attrito interno: $27^\circ < \phi < 30^\circ$
- Coesione non drenata: $0,80 < C_u < 1,13 \text{ kg/cm}^2$
- Modulo di deformazione edometrico: $63 < M_o < 115 \text{ kg/cm}^2$

Il presente strato è stato oggetto di campionamento in sede di perforazione e di prove di caratterizzazione meccanica in foro S.P.T..

ANALISI DI LABORATORIO SU CAMPIONE S1C1 (-3,00/-3,50 m)

Caratteristiche fisiche			
Umidità naturale	19,70%	Indice dei vuoti	0,63
Peso di volume nat.	1,97 g/cm ³	Peso specifico	2,70 g/cm ³
Peso di volume secco	1,65 g/cm ³	Porosità	38,70%
Peso di volume saturo	2,03 g/cm ³	Grado di saturazione	84,10%
Analisi granulometrica			
Ghiaia(%)	-	Limo (%)	57,9
Sabbia (%)	4,6	Argilla (%)	37,5
Prova di Taglio Consolidato Drenato			
Coesione		0,194 kg/cm ²	
Angolo di resistenza al taglio		23,3°	
Prova di Espansione Laterale Libera (E.L.L.)			
σ		3,65 Kg/cm ²	
Coesione		1,82 Kg/cm ²	

Sul materiale campionato è stata anche eseguita la prova edometrica, che ha fornito i seguenti risultati:

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
98,4 ÷ 196,8	8865	0,000847	9,37E-09
196,8 ÷ 393,6	10843	0,000545	4,93E-09
393,6 ÷ 787,2	15256	0,000549	3,53E-09
787,2 ÷ 1574,4	28574	0,000484	1,66E-09

INDAGINI MECCANICHE IN CORSO DI PERFORAZIONE (SPT1_S1 E SPT1_S2)

Le prove S.P.T., eseguite in fase di avanzamento dei sondaggi S1 e S2 in corrispondenza di detto strato, hanno permesso di valutare il valore dell'angolo di attrito dei materiali utilizzando vari metodi citati in letteratura; tra quelli proposti è stato impiegato quello descritto dal "Road Bridge Specification" la cui relazione è di seguito riportata:

$$\Phi = 15 + \sqrt{15 N_{SPT}}$$

(più cautelativa di altre come ad esempio quella di OwasaKi & Iwasaki : $\Phi = 15 + \sqrt{20 N_{SPT}}$)

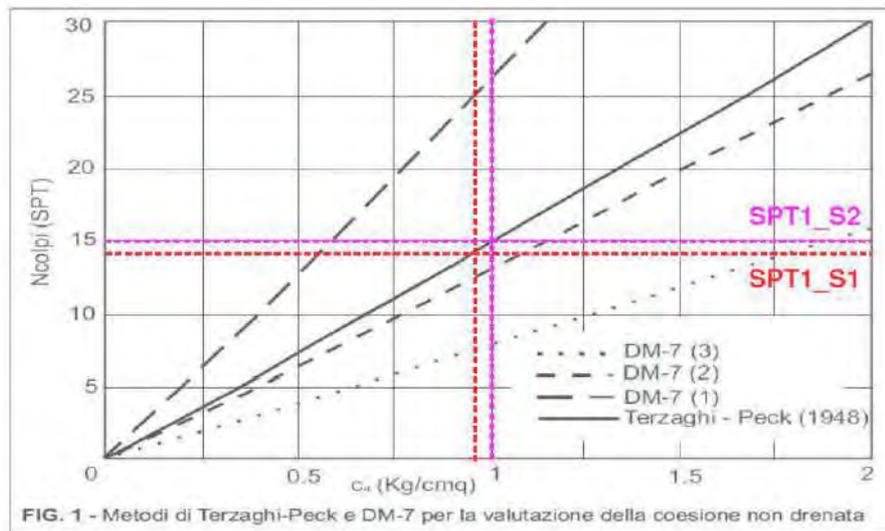
SPT1_S1 (da -7,00 a -7,45 m): 6-6-8 risultato **Nspt=14** da cui si ottiene $\phi = 31,73^\circ$
SPT1_S2 (da -7,00 a -7,45 m): 7-7-8 risultato **Nspt=15** da cui si ottiene $\phi = 32,32^\circ$.

In via cautelativa, dato il carattere puntuale delle indagini e disponendo delle risultanze dei test penetrometrici espletati in prossimità dei sondaggi geognostici, nonché in considerazione delle litologie messe in luce nel corso delle perforazioni, si è ritenuto opportuno ridurre sensibilmente tali valori e adottare un valore caratteristico per lo strato in esame pari a $\phi = 23,5^\circ$.

Per la determinazione del parametro C_u di detto orizzonte litologico si è fatto riferimento all'abaco sotto riportato, che consente l'ottenimento del valore della coesione di un terreno in condizioni non drenate partendo dai risultati di prove SPT eseguite in fase di avanzamento del sondaggio.

Nel caso specifico, per i valori di **Nspt=14** e **15** determinati, sono stati ottenuti i valori di coesione di 0,92 e 1,00 Kg/cm².

Considerando i suddetti risultati, peraltro in accordo con quanto ottenuto con le prove penetrometriche statiche CPT, si è ritenuto ragionevole, in favore di sicurezza, attribuire al terreno in esame un valore di **Cu=0,85** Kg/cm².



STRATO D: Argille limose e argille con limo grigio/azzurre da mediamente consistenti a consistenti.

- Quota base strato (m da p.c.): - 11,50 m/-12,00 m
- Resistenza statica alla punta: $36 < Q_c < 51$ kg/cmq
- Peso di volume: $\gamma = 1,95$ g/cm³
- Angolo di attrito interno: $29^\circ < \phi < 31^\circ$
- Coesione non drenata: $1,10 < C_u < 1,60$ kg/cmq
- Modulo di deformazione edometrico: $108 < M_o < 153$ kg/cmq

Il presente strato è stato oggetto di campionamento in sede di perforazione e di prove di caratterizzazione meccanica in foro S.P.T. (SPT2_S1).

ANALISI DI LABORATORIO SU CAMPIONE S1C2 (-10,50/-11,00 m)

Caratteristiche fisiche			
Umidità naturale	24,30%	Indice dei vuoti	0,69
Peso di volume nat.	1,97 g/cm ³	Peso specifico	2,70 g/cm ³
Peso di volume secco	1,59 g/cm ³	Porosità	41,00%
Peso di volume saturo	1,99 g/cm ³	Grado di saturazione	94,50%

Analisi granulometrica			
Ghiaia(%)	0,8	Limo (%)	47,5
Sabbia (%)	3,6	Argilla (%)	48,1
Prova di Taglio Consolidato Drenato			
Coesione		0,148 kg/cm ²	
Angolo di resistenza al taglio		22,8°	
Prova di Espansione Laterale Libera (E.L.L.)			
σ		1,78 Kg/cm ²	
Coesione		0,88 Kg/cm ²	

INDAGINI MECCANICHE IN CORSO DI PERFORAZIONE (SPT2_S1)

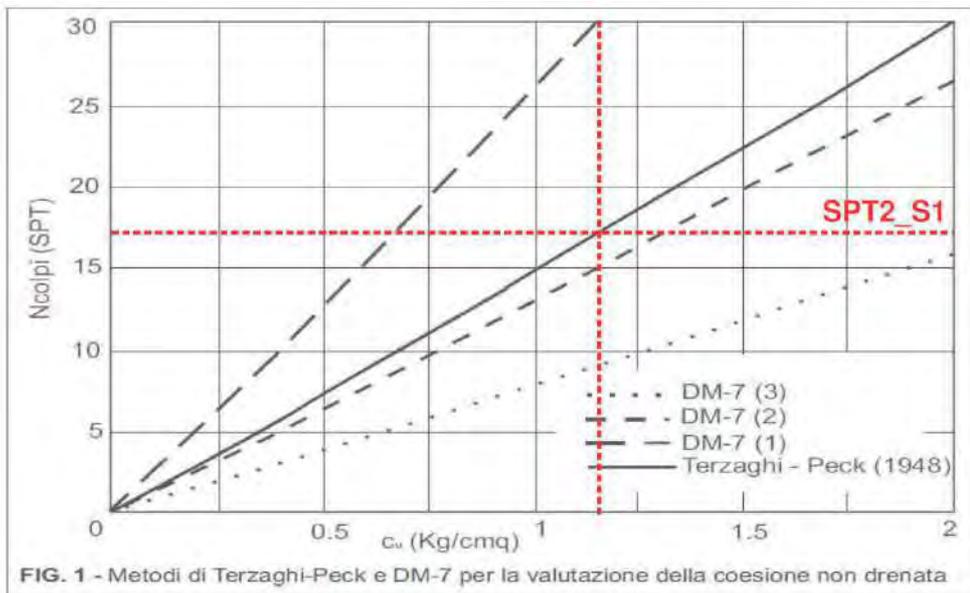
La prova S.P.T., eseguita in fase di avanzamento del sondaggio S1 in corrispondenza di detto strato, ha permesso di valutare il valore dell'angolo di attrito dei materiali utilizzando vari metodi citati in letteratura; tra quelli proposti è stato impiegato quello descritto dal "Road Bridge Specification" la cui relazione è di seguito riportata:

$$\phi = 15 + \sqrt{15 N_{SPT}}$$

(più cautelativa di altre come ad esempio quella di OwasaKi & Iwasaki : $\phi = 15 + \sqrt{20 N_{SPT}}$)

Il calcolo eseguito analogamente a quanto descritto per lo strato B ha fornito il seguente risultato:

SPT2_S1 (da -10,00 a -10,45 m): 9-8-9 risultato **Nspt=17** da cui si ottiene $\phi = 33,43^\circ$
Cu= 1,18 Kg/cm².



Considerando i suddetti risultati e quanto emerso con le prove penetrometriche statiche CPT e con la prova E.L.L., si è ritenuto ragionevole, in favore di sicurezza, attribuire al terreno in esame i seguenti parametri: $\phi = 23,0^\circ$ e **Cu=0,88 kg/cm²**

STRATO E: limi e argille sabbiose e limi con argilla debolmente sabbiosi, a tratti debolmente ghiaiose di colore ocra, consistenti.

- Quota base strato (m da p.c.):

- 18,90 m da p.c.

- Peso di volume:

$\gamma = 1,95 \text{ g/cm}^3$

Il presente strato è stato oggetto di campionamento in sede di perforazione e di prove

di caratterizzazione meccanica in foro S.P.T..

ANALISI DI LABORATORIO SU CAMPIONE S2C2 (-13,50/-14,00 m)

Caratteristiche fisiche			
Umidità naturale	19,90%	Indice dei vuoti	0,6
Peso di volume nat.	2,01 g/cm ³	Peso specifico	2,70 g/cm ³
Peso di volume secco	1,68 g/cm ³	Porosità	37,60%
Peso di volume saturo	2,06 g/cm ³	Grado di saturazione	89,20%
Analisi granulometrica			
Ghiaia(%)	0,5	Limo (%)	56,4
Sabbia (%)	5,6	Argilla (%)	37,5
Prova di Taglio Consolidato Drenato			
Coesione		0,19 kg/cm ²	
Angolo di resistenza al taglio		20,4°	
Prova di Espansione Laterale Libera (E.L.L.)			
σ		3,60 Kg/cm ²	
Coesione		1,80 Kg/cm ²	

INDAGINI MECCANICHE IN CORSO DI PERFORAZIONE (SPT2_S2 E SPT3_S2)

Le prove S.P.T., eseguite in fase di avanzamento del sondaggio S2 in corrispondenza di detto strato, hanno permesso di valutare il valore dell'angolo di attrito dei materiali utilizzando vari metodi citati in letteratura; tra quelli proposti è stato impiegato quello descritto dal "Road Bridge Specification" la cui relazione è di seguito riportata:

$$\Phi = 15 + \sqrt{15 N_{SPT}}$$

(più cautelativa di altre come ad esempio quella di OwasaKi & Iwasaki : $\Phi = 15 + \sqrt{20 N_{SPT}}$)

SPT2_S2(da -12,50 a -12,95 m): 9-9-8 risultato **Nspt=17** da cui si ottiene $\phi = 33,43^\circ$
SPT3_S2(da -16,50 a -16,95 m): 6-7-8 risultato **Nspt=15** da cui si ottiene $\phi = 32,32^\circ$.

In via cautelativa, data la natura prevalentemente coesiva dei materiali di cui trattasi, si è ritenuto opportuno ridurre sensibilmente tali valori e adottare un valore di $\phi = 20,0^\circ$.

Per quanto riguarda il valore di coesione non drenata determinato analogamente a quanto già specificato per il precedente strato D, si assume il valore di **Cu= 0,95 Kg/cm²**.

STRATO F: Sabbie e ghiaie argillose da marroni a grigie, ben addensate.

- Quota base strato (m da p.c.): > -20,00 m da p.c.(non determinata per termine prova)
- Peso di volume: $\gamma = 1,95 \text{ g/cm}^3$

Sulla base di quanto emerso in sede di perforazione e dall'analisi visiva dei materiali recuperati si ritiene ragionevole attribuire allo strato in parola i seguenti parametri geotecnici: $\phi = 31^\circ$.

5.2 TRATTO PISTA CICLABILE CHE SI SVILUPPA TRA "CALCERELLE" E CENTRO COMMERCIALE O.B.I.

Le indagini di riferimento per detto settore sono le seguenti: prove penetrometriche CPT3 e CPT4 (all. 5a - v. sezz. 1 e 2).

STRATO A: suolo vegetale/terreno rimaneggiato (non idoneo per la progettazione)

- Quota base strato: - 0,60 m dall'attuale p.c.

- Peso di volume: $\gamma = 1,85 \text{ g/cm}^3$

STRATO B: Limi sabbioso-argillosi e limi con argilla sabbiosi di colore ocra, mediamente compatti.

- Quota base strato (m da p.c.): -4,20 m(CPT3)/-4,40 m (CPT4)
- Resistenza statica alla punta: $14 < Q_c < 20 \text{ kg/cm}^2$
- Peso di volume: $\gamma = 1,95 \text{ g/cm}^3$
- Coesione non drenata: $0,64 < C_u < 0,80 \text{ kg/cm}^2$
- Angolo di attrito interno: $\phi = 26^\circ$
- Modulo di deformazione edometrico: $50 < M_o < 60 \text{ kg/cm}^2$

Per i risultati delle analisi di laboratorio eseguite sui suddetti materiali si rimanda a quanto riportato nel precedente paragrafo 5.1.

STRATO B*: orizzonte di limi sabbioso-argillosi scarsamente compatti. Detto orizzonte è stato intercettato soltanto in corrispondenza delle verticali CPT3 e CPT4 a partire da -2,40 m dal p.c. attuale.

- Quota base strato (m da p.c.): -3,60 m(CPT3) e -3,80 m (CPT4)
- Resistenza statica alla punta: $6 < Q_c < 10 \text{ kg/cm}^2$
- Peso di volume: $\gamma = 1,85 \text{ g/cm}^3$
- Coesione non drenata: $0,30 < C_u < 0,50 \text{ kg/cm}^2$
- Angolo di attrito interno: $\phi = 24^\circ$
- Modulo di deformazione edometrico: $9 < M_o < 38 \text{ kg/cm}^2$

STRATO C: limi argillosi e limi con argilla marroni/ocra con screziature grigie, da mediamente consistenti a consistenti..

- Quota base strato (non rilevata per termine prova): $> - 10,00 \text{ m da p.c.}$
- Resistenza statica alla punta: $20 < Q_c < 35 \text{ kg/cm}^2$
- Peso di volume: $\gamma = 1,95 \text{ g/cm}^3$
- Angolo di attrito interno: $27^\circ < \phi < 29^\circ$
- Coesione non drenata: $0,80 < C_u < 1,00 \text{ kg/cm}^2$
- Modulo di deformazione edometrico: $60 < M_o < 90 \text{ kg/cm}^2$

Per i risultati delle analisi di laboratorio eseguite sui suddetti materiali si rimanda a quanto riportato nel precedente paragrafo 5.1.

5.3 PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI PROPOSTI

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

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

In considerazione della tipologia di intervento prevista ed ai fini della relativa progettazione geotecnica (verifica fondazioni) riteniamo in via cautelativa corretta la definizione dei seguenti parametri caratteristici.

TABELLA RIASSUNTIVA DEI PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI PROPOSTI
(SETTORE SOTTOPASSO FERROVIARIO – MODELLAZIONE PARAGRAFO 5.1)

STRATO	ϕ (°)	c' (Kg/cm ^q)	Cu (kg/cm ^q)	γ (g/cm ^c)	Mo (kg/cm ^q)
A	-	-	-	1,85	-
B	23,1	0,17	0,70	1,90*	52
C	23,3	0,19	0,85	1,97*	66 (v. prova edom.)
D	22,8	0,15	0,88	1,97*	108
E	20,4	0,19	0,95	2,01*	90
F	-	-	-	1,95	135

TABELLA RIASSUNTIVA DEI PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI PROPOSTI
(TRATTO PISTA TRA “CALCERELLE” E CENTRO COMMERCIALE O.B.I. – MODELLAZIONE PARAGRAFO 5.2)

STRATO	ϕ (°)	c' (Kg/cm ^q)	Cu (kg/cm ^q)	γ (g/cm ^c)	Mo (kg/cm ^q)
A	-	-	-	1,85	-
B	23,1	0,17	0,70	1,90*	52
B*	24	-	0,38	1,90	33
C	23,3	0,19	0,85	1,97*	66 (v. prova edom.)

N.B.: nel caso di presenza contemporanea di angolo d'attrito e di coesione non drenata, i valori per le verifiche vanno scelti in mutua esclusione, considerando il terreno come puramente granulare o puramente coesivo.

Ai sensi delle NTC 2018, punto 6.2.2.2, si specifica che i valori indicati in tabella costituiscono una proposta di modellazione geotecnica, e che resta responsabilità del progettista la definitiva caratterizzazione/modellazione geotecnica, ovvero l'adozione di una diversa ipotesi rispetto a quella di cui sopra..

Le verifiche agli *Stati Limite Ultimi* e di *Esercizio* saranno oggetto della relazione geotecnica, ai sensi del D.M. 17/01/2018, sulla base del progetto strutturale, la cui competenza spetta al progettista abilitato.

6 STABILITA' NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE (§ 7.11.3.4 del D.M. 17/01/2018)

Il potenziale di liquefazione prodotto per tensioni cicliche derivate da un evento tellurico nasce dall'istantaneo incremento di pressioni neutre sottoposte all'accelerazione sismica, che possono comportare il totale annullamento delle pressioni effettive intergranulari, determinando il completo decadimento della resistenza tangenziale di un terreno a comportamento esclusivamente granulare. Perché ciò possa accadere occorre che il sedimento non sia dotato di coesione e che il drenaggio non sia talmente rapido da avvenire istantaneamente. Per tali motivazioni, i depositi sabbiosi monogranulari, saturi e non addensati risultano potenzialmente soggetti a tale tipo di rischio.

Inoltre è noto che nei sedimenti granulari la presenza di percentuali di argilla riduce in maniera rilevante la suscettibilità alla liquefazione dei depositi. Anche la presenza di strati superficiali non liquefacibili con spessore maggiore di 3 metri può ulteriormente contrastare la liquefazione degli strati sottostanti.

Il calcolo del coefficiente di sicurezza F_s individua con $F_s < 1,0$ la possibilità che avvenga la liquefazione, mentre $F_s > 1,0$ esclude la possibilità del fenomeno.

La normativa vigente stabilisce che la probabilità di fenomeni di liquefazione in terreni con presenza di componente granulare sabbiosa è bassa o nulla e che la verifica a liquefazione può

essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze (paragrafo 7.11.3.4.2 delle NTC 2018):

- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

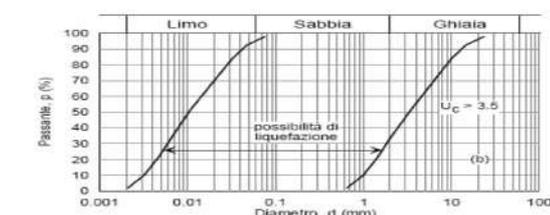
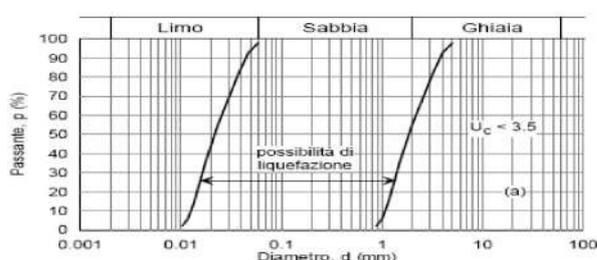


Figura 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione.

In riferimento a quest'ultimo punto, come emerso in fase di campagna geognostica dall'esame dei materiali carotati in sede di perforazione e come confermato dalle risultanze delle analisi granulometriche condotte sui campioni indisturbati di terreno prelevati, è stata appurata chiaramente la presenza di litotipi costituiti da limi e argille prevalenti, seppure con una componente sabbiosa variabile, fino a circa -19,00 m dall'attuale p.c. di riferimento e l'assenza di orizzonti di sabbie sciolte sotto falda.

Stante il quadro sopra riportato, poiché non emergono condizioni tali da far ritenere probabile il verificarsi di fenomenologie di tale natura nel settore d'interesse, si ritiene ragionevolmente che la potenzialità di liquefazione dell'area d'intervento sia remota e/o del tutto assente ed è quindi possibile omettere ulteriori verifiche numeriche in tal senso, in base alla normativa vigente.

Le analisi granulometriche dei materiali sono consultabili nello specifico allegato 8 in calce.

7 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Lo studio realizzato ha consentito di delineare un quadro sufficientemente chiaro dell'assetto geologico, geomorfologico e idrogeologico, nonché delle caratteristiche litotecniche dell'area in cui si inserisce l'intervento di realizzazione di pista ciclopedonale.

Per quanto attiene l'inquadramento normativo a livello sovracomunale si precisa che nella cartografia del vigente PGRA del Piano di Bacino, il tracciato della pista ciclopedonale attraversa settori inquadrati nelle classi P1 – pericolosità da alluvione bassa (corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno > 200 anni) e P2 – pericolosità da alluvione media (corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 30 anni e minore/uguale a 200 anni), mentre per un breve tratto all'estremità occidentale interessa un comparto ricadente nella classe P3 – pericolosità di alluvione elevata (aree inondabili da eventi con tempo di ritorno minore/uguale di 30 anni). Vigge pertanto il rispetto dell'art. 7 ("Aree a pericolosità da alluvione elevata (P3) – Norme") e dell'Art. 9 ("Aree a pericolosità da alluvione media (P2) – Norme") della disciplina di piano.

Vista anche l'intersezione del tracciato con un rio senza denominazione tributario del vicino Torrente Castro, entrambi riportati nella cartografia del Reticolo Idrografico della Regione Toscana (LR 79/2012, agg. DCR 103/2022), il settore in esame rientra nell'ambito delle prescrizioni e

indicazioni della L.R. n. 41-2018 “*Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d’acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni). Modifiche alla l.r. 80/2015 e alla l.r. 65/2014.*”.

A livello di S.U. comunali il tracciato della pista ciclopedonale in progetto interessa un comparto ricadente nella classe di pericolosità **G.2 - media** per gli aspetti geologici, e **S.3 - elevata** per gli aspetti di natura sismica.

In merito alla pericolosità idraulica l'oper in parola attraversa comparti ricadenti nella classe definita "*aree interessate da allagamenti per eventi con tempi di ritorno inferiori o uguali a 500 anni; aree a pericolosità bassa (P1, PGRA)*", e nella classe **I.3 – elevata**. All'estremità Ovest del tracciato stesso è cartografato un settore per il quale è stata individuata una pericolosità idraulica molto elevata (**classe I.4**). Negli studi idraulici di dettaglio allegati agli S.U. comunali il tracciato comprende parzialmente aree caratterizzate da velocità del flusso d'acqua <1 m/s, battente compreso tra 0 e 0,5 m e magnitudo moderata.

Per tutti i dettagli riguardanti la fattibilità dell'intervento si rimanda ai contenuti dello specifico paragrafo 2.2.

In tale area il rilievo geomorfologico eseguito, in accordo con i contenuti delle cartografie tematiche allegata agli S.U. comunali vigenti, non ha evidenziato, per un intorno significativo a quello d'interesse, dissesti in atto o pregressi, né processi geomorfologici rilevanti che possano interferire con l'intervento in progetto. Le uniche forme degne di rilevanza riguardano la fascia territoriale solcata dal Torrente Castro, le cui sponde risultano in alcuni tratti, localmente interessate da “deformazioni superficiali o franosità diffusa quiescenti”, di cui alla sigla DS della carta tematica comunale. Detti settori risultano potenzialmente attivi in quanto direttamente coinvolti in concomitanza degli eventi di piena ma non interferiscono direttamente in alcun modo con l'intervento in parola.

Dal punto di vista geologico l'intero settore all'interno del quale si sviluppa il tracciato della pista ciclopedonale è caratterizzato dall'affioramento di depositi continentali fluvio-lacustri, ascrivibili al Rusciniano-Villafranchiano e a comportamento prevalentemente coesivo/misto.

In corrispondenza del tratto di pista che costeggia il lato nord delle villette di Via Perugia e, in particolar modo, in prossimità del sottopasso in progetto (lato ad est della ferrovia), in accordo con la predominanza di litologie fini limose e argillose, è stata osservata la presenza di ristagni d'acqua. Il progetto dovrà tenere in considerazione l'assetto morfologico finale in modo da non aggravare la condizione geomorfologica del comparto e garantire il corretto deflusso delle acque. A tal riguardo si precisa che alla pista in progetto sarà conferita idonea pendenza, al fine di garantire il deflusso e lo smaltimento delle acque che scendono dagli argini, in modo da favorirne il recapito nella rete di fossi esistenti negli appezzamenti agricoli presenti, mantenendo in questo modo inalterato l'attuale sistema di regimazione idraulica.

Dal punto di vista idrogeologico gli S.U. comunali collocano il comparto d'interesse all'interno di un settore con permeabilità media di tipo primario (per porosità). Dalla carta idrogeologica risulta che il tetto della falda freatica è atteso a quote variabili tra 239 e 246 m s.l.m. circa, il che sta ad indicare la possibilità di intercettazione della falda a partire da circa -4,00 m dal p.c. nel settore più orientale del tracciato in previsione, con possibili oscillazioni verso la superficie topografica. Le misure piezometriche eseguite dallo scrivente al termine delle perforazioni e installazione dei piezometri in corrispondenza delle verticali S1 e S2 hanno rilevato la presenza di un livello idrico a partire da -2,50 m dal p.c. di riferimento. Tale livello potrebbe essere influenzato dall'acqua impiegata durante le operazioni di perforazione e da un ristagno di acqua nell'area del sondaggio S2. Pertanto saranno eseguite successive misure per confermare il dato sopra riportato.

Le indagini geognostiche espletate dallo scrivente (v. allegato 5) hanno permesso di ricostruire la successione litostratigrafica e geotecnica dell'area interessata dall'intervento, con particolare riferimento all'area in cui è previsto il sottopasso della linea ferroviaria.

Il modello geologico di riferimento, descritto nel capitolo 5, è caratterizzato dalla presenza di sedimenti a comportamento coesivo/misto fino alla profondità di circa -19,00 m dal p.c. di riferimento, oltre la quale sono stati messi in luce depositi costituiti da sabbie e ghiaie argillose ben addensate. Trattasi nel complesso di depositi contraddistinti da peculiarità geotecniche da medie a buone e che tendono a migliorare al crescere della profondità.

Se durante l'esecuzione delle opere dovessero presentarsi zone rimaneggiate o con caratteristiche diverse da quanto emerso dalle indagini, si dovrà avere cura di effettuarne tempestiva comunicazione in modo da rivedere eventualmente tali previsioni.

Le verifiche agli *Stati Limite Ultimi e di Esercizio* saranno oggetto di relazione geotecnica redatta dal progettista strutturale ai sensi del D.M. 17/01/2018, in relazione alla tipologia e profondità di posa delle fondazioni previste dal progetto strutturale (sottopasso ferroviario).

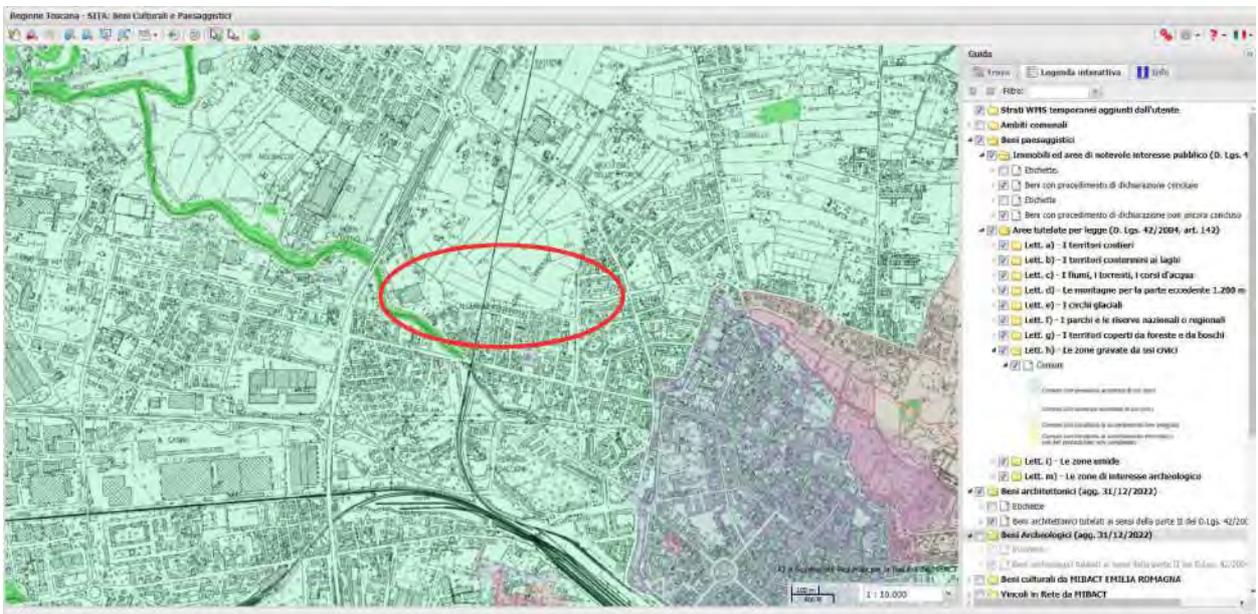
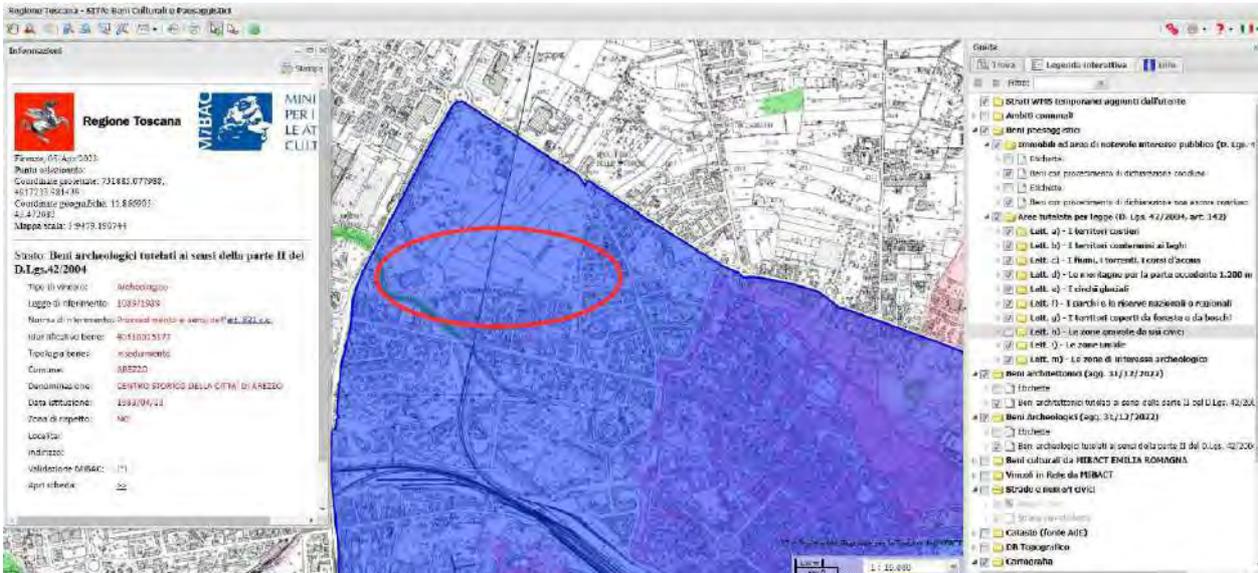
In relazione a quanto riportato precedentemente, nei limiti delle proprie competenze professionali, fatte salve le indicazioni sopra esposte, non si ravvisano motivi di impedimento alla realizzazione delle opere e se ne afferma la fattibilità geologica.

San Miniato, 29/09/2023

Geol. Giuseppe Lotti

ALLEGATO 0

ESTRATTI CARTE DEI VINCOLI SOVRAORDINATI (da siti online R.T.)



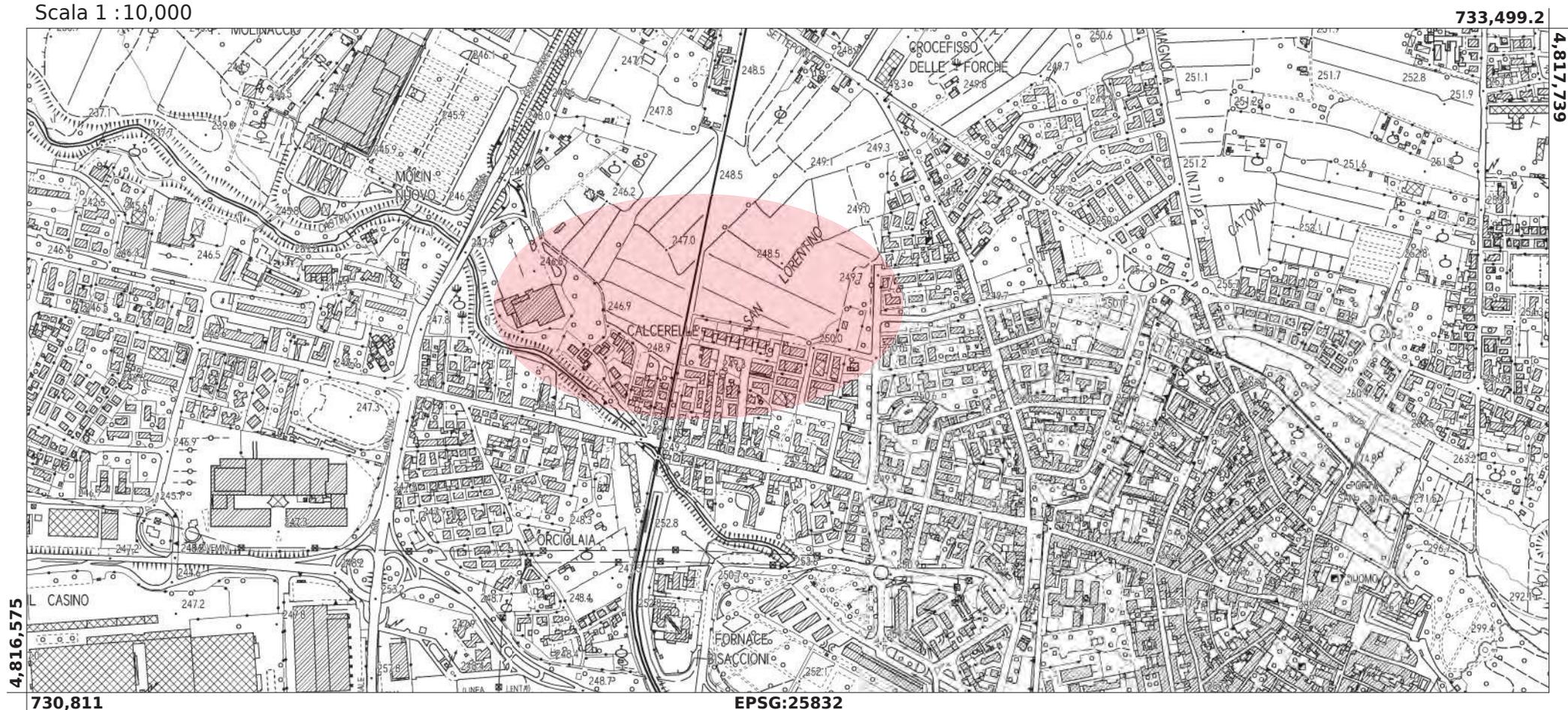
Geol. Lotti Giuseppe

ALLEGATI: 1-5b



Regione Toscana - SITA: Cartoteca

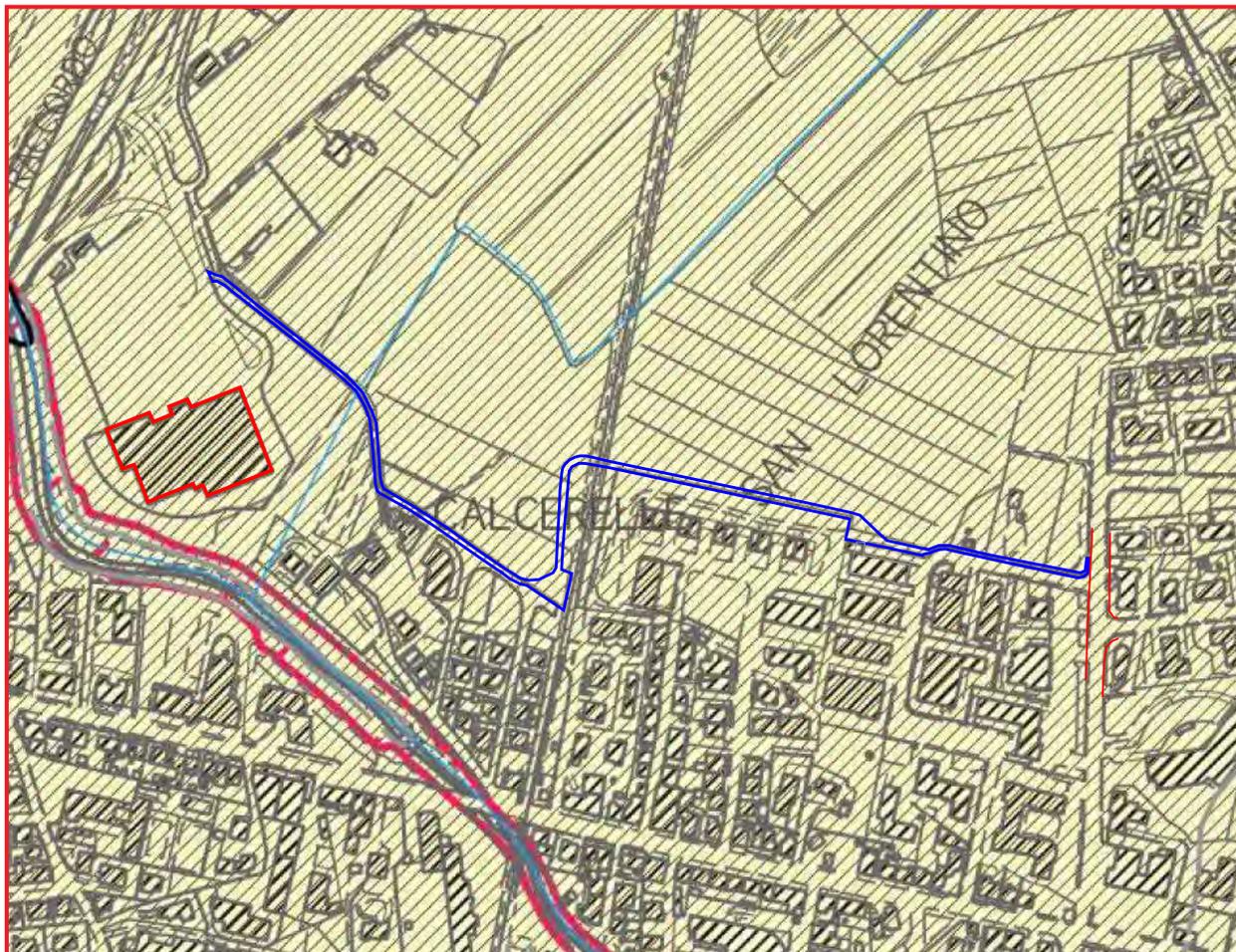
Scala 1 : 10,000



COROGRAFIA GENERALE - SCALA 1:10.000

Estratto Carta geologica dello S.U. vigente

(scala originaria 1:15.000)



Depositi superficiali

- Aa - Depositi di versante
- b - Deposito alluvionale
- b2a - Deposito eluvio-colluviale
- d - Corpi di frana
- h5 - Riperto antropico (terrapieno, rilevato stradale o ferroviario, ecc.)

Unità geologiche

DEPOSITI OLOCENICI

- bna - Ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali - OLOCENE

DEPOSITI DEL PLEISTOCENE MEDIO-SUPERIORE

- bnb - Ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali - PLEISTOCENE MEDIO- PLEISTOCENE SUPERIORE

DEPOSITI CONTINENTALI RUSCINIANI VILAFRANCHIANI

- VILh - Limi argilloso-sabbiosi ed argille sabbiose - RUSCINIANO - VILAFRANCHIANO
- VILc - Argille e argille sabbiose lignitifere lacustri e fluvio-lacustri - RUSCINIANO-VILAFRANCHIANO
- VILb - Sabbie, sabbie ciottolose e sabbie siltoso-argillose e limi sabbiosi- RUSCINIANO-VILAFRANCHIANO
- VILa - Conglomerati e ciottolami poligenici RUSCINIANO -VILAFRANCHIANO

DOMINIO TOSCANO

Unità di M. Cervarola-Falterona

- FAL1 - arenarie grigie in strati spessi in banchi amalgamati talora a base microconglomeratica - AQUITANIANO - BURDIGALIANO
- FAL2 - Membro di Camaldol - AQUITANIANO - BURDIGALIANO
- FAL3 - membro arenaceo pelitico - AQUITANIANO - BURDIGALIANO
- FAL3a - Litofacies argillitica - AQUITANIANO - BURDIGALIANO
- FAL4 - siltiti e arenarie - AQUITANIANO - BURDIGALIANO
- FALa - Olistostromi di materiale proveniente dalle unita' liguri - AQUITANIANO - BURDIGALIANO
- MVV - Marne e marne argillose con intercalazioni di arenarie fini - RUPELIANO - AQUITANIANO

DOMINIO SUBLIGURE

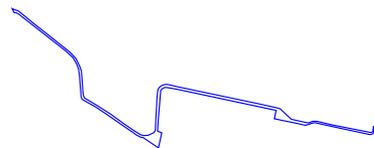
Unità di Monte Canetolo

- BMS - Calcareniti, brecciole e argilliti - PALEOCENE - EOCENE
- ACC - Argilliti e calcilutiti - PALEOCENE - EOCENE

DOMINIO LIGURE

Unità di M. Morello, Unità di S. Fiora, Unità del Cassio, Unità dell'Antola

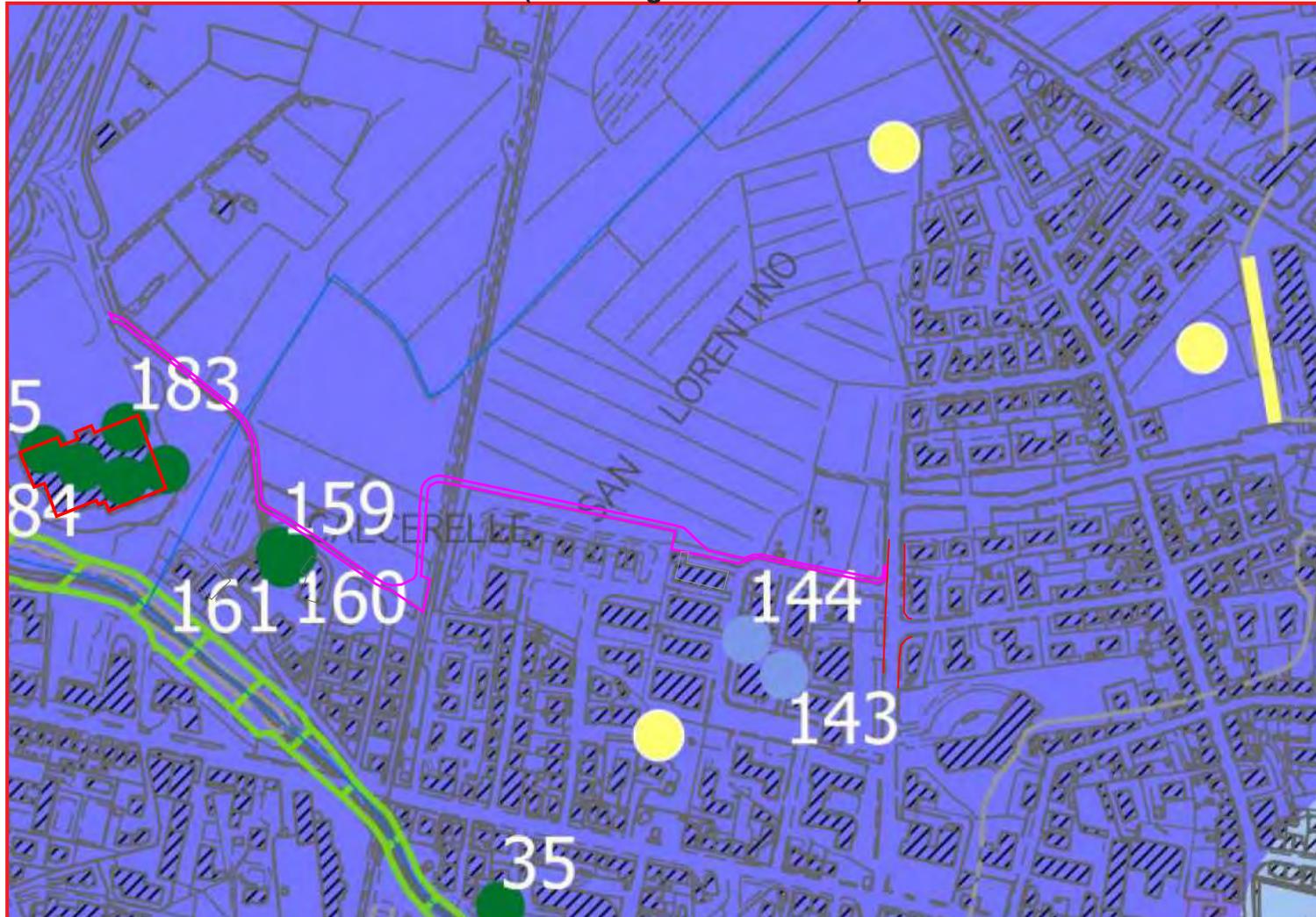
- SIL - Argilliti grigio-brune e calcilutiti - CRETACICO SUPERIORE - PALEOCENE



Tracciato pista ciclopedonale in progetto

Estratto Carta litotecnica dello S.U. vigente

(scala originaria 1:15.000)



Classe 1 - Litotipi coerenti

- LC4 - Materiale lapideo monolitico stratificato fratturato
- LC6 - Materiale lapideo plurilitologico stratificato fratturato

Classe 2 - Litotipi semicoerenti

- LS4 - Unità pre-neogeniche prevalentemente argillose; terreni eterogenei ad assetto caotico

Classe 3 - Litotipi pseudocoerenti

- LP1 - Materiale coesivo normalconsolidato (argille con limi)

Classe 4 - Litotipi incoerenti

- LI2 - Materiale granulare sciolto o poco addensato a granulometria non definita
- LI3 - Materiale granulare sciolto o poco addensato a prevalenza grossolana
- LI4 - Materiale granulare sciolto o poco addensato a prevalenza sabbiosa
- LI5 - Materiale granulare sciolto o poco addensato a prevalenza fine
- LI1 - Materiale detritico eterogeneo ed eterometrico (depositi di versante e corpi di frana)
- LI2 - Materiale granulare sciolto o poco addensato a granulometria non definita

Dati di base

Da SIT e nuove acquisizioni

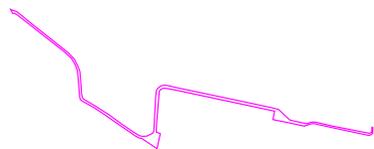
- Penetrometria dinamica
- Penetrometria statica
- Pozzetto esplorativo
- Prova dilatometrica
- Sismica passiva
- Sondaggio
- Sondaggio e analisi di laboratorio
- Sondaggio e analisi di laboratorio

Da microzonizzazione sismica

- HVSr
- ESAC_MASW
- Sismica a Rifrazione

Da DB regionale

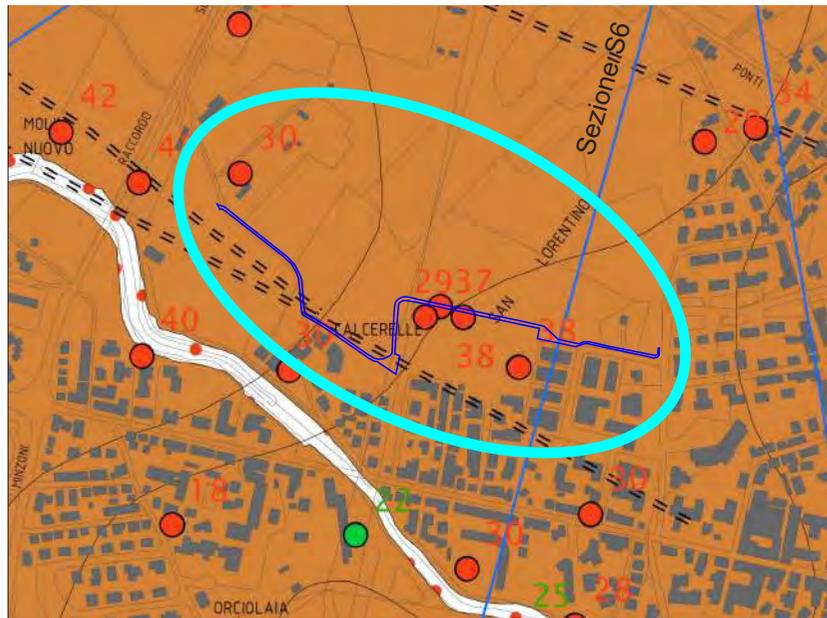
- pozzo superficiale di trivellazione
- sondaggio di ricerca mineraria
- Pozzo per ricerca mineraria



Tracciato pista ciclopeditonale in progetto

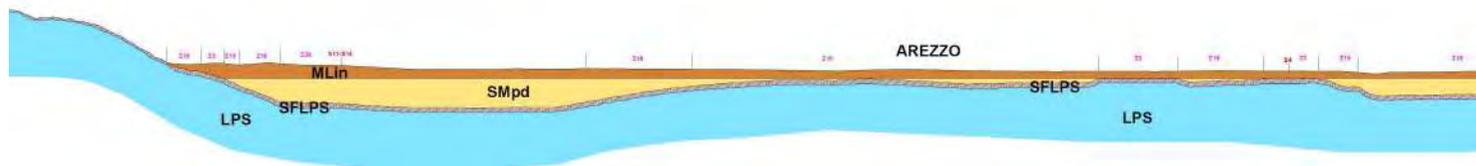
Estratto della Carta geologico-tecnica dello Studio di Microzonazione Sismica del vigente S.U. comunale

scala 1:10.000



1:10.000

Sezione S6 (porzione, non in scala)



Legenda

Terreni di copertura

- GWit** Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia di terrazzo fluviale
- SWlin** Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose di bacino (piana) intramontano
- SMpd** Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di piana pedemontana
- MLi** Limi inorganici, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di deposito fluvio-lacustre
- MLin** Limi inorganici, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di bacino (piana) intramontano
- CLic** Argilla inorganica di medio bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre di ambiente lacustre

Substrato

- SFLPS** Lapideo stratificato fratturato o alterato
- Alternanza di litotipi stratificato fratturato o alterato
- LPS** Lapideo stratificato
- Alternanza di litotipi stratificato

Instabilità di versante (tipologia e stato di attività)

- scorrimento : attiva
- non definito : attiva
- scorrimento : quiescente
- non definita : quiescente
- scorrimento : inattiva

Elementi tettonico strutturali

- Faglia diretta non attiva (certa)
- Faglia diretta non attiva (incerta)
- Faglia con cinematisimo non definito non attiva (certa)
- Faglia con cinematisimo non definito non attiva (incerta)

Forme di superficie e sepolte

- Conoide alluvionale

Elementi geologici ed idrogeologici

- Ghiacciaio strale
- Sondaggio che non ha raggiunto il substrato rigido (profondità del sondaggio)
- Sondaggio che ha raggiunto il substrato rigido (profondità del substrato)
- Traccia della sezione geologica rappresentativa del modello di sottosuolo

Legenda

Terreni di copertura

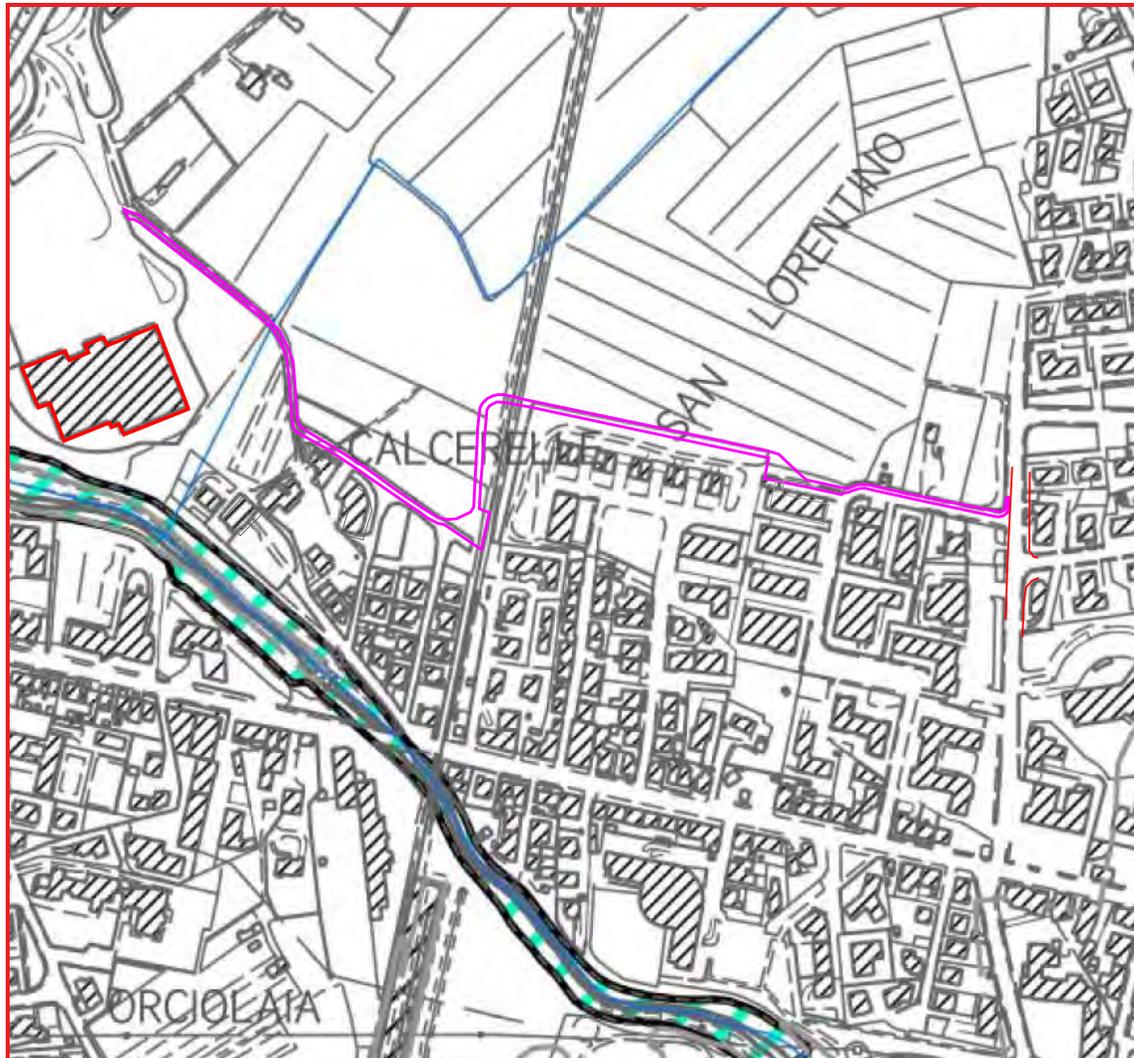
- GMi** Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di bacino (piana) intramontano
- GWit** Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia di terrazzo fluviale
- SWlin** Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose di bacino (piana) intramontano
- SMpd** Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di piana pedemontana
- MLi** Limi inorganici, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di deposito fluvio-lacustre
- MLin** Limi inorganici, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di bacino (piana) intramontano
- CLic** Argille inorganiche di medio bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre di ambiente lacustre

Substrato

- SFLPS** Lapideo stratificato fratturato o alterato
- Alternanza di litotipi stratificato fratturato o alterato
- LPS** Lapideo stratificato
- Alternanza di litotipi stratificato

Estratto Carta geomorfologica dello S.U. vigente

(scala originaria 1:15.000)



forme e processi geomorfologici

Forme di versante dovute alla gravità

- Orlo di scarpata di frana
- Orlo di scarpata di degradazione attiva
- Orlo di scarpata di degradazione inattiva-quietescente
- Rottura di pendio concava
- Rottura di pendio convessa
- Trincea di DGPV

Classificazione dei fenomeni franosi

- Deformazioni gravitative profonde di versante - attive
- Area con fenomeni di creep, soliflusso, geliflusso - attive
- F - Franosità diffusa attiva
- DS - Deformazioni superficiali o franosità diffusa - quietescente
- S1 - Frane di scivolamento e colata lenta - inattive stabilizzate
- S2 - Frane di scivolamento e colata lenta - inattive potenzialmente instabili (quietescenti)
- S3 - Frane di scivolamento e colata lenta - attive
- Fenomeni di creep, soliflusso, geliflusso non cartografabili - attivi
- Frane non cartografabili - attive

Forme fluviali e di versante dovute al dilavamento

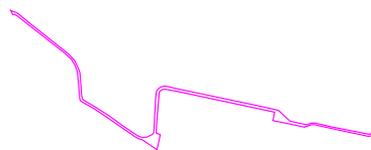
- Vallecicola a V in incisione
- Orlo di scarpata di erosione fluviale
- Ripa d'erosione fluviale
- Conoide di deiezione
- Area soggetta a ruscellamento concentrato
- Area soggetta ad erosione superficiale

Forme strutturali e vulcaniche

- Porzione di versante con assetto a franapoggio meno inclinato del pendio
- Superficie strutturale o substrutturale

Forme, depositi ed attività antropiche

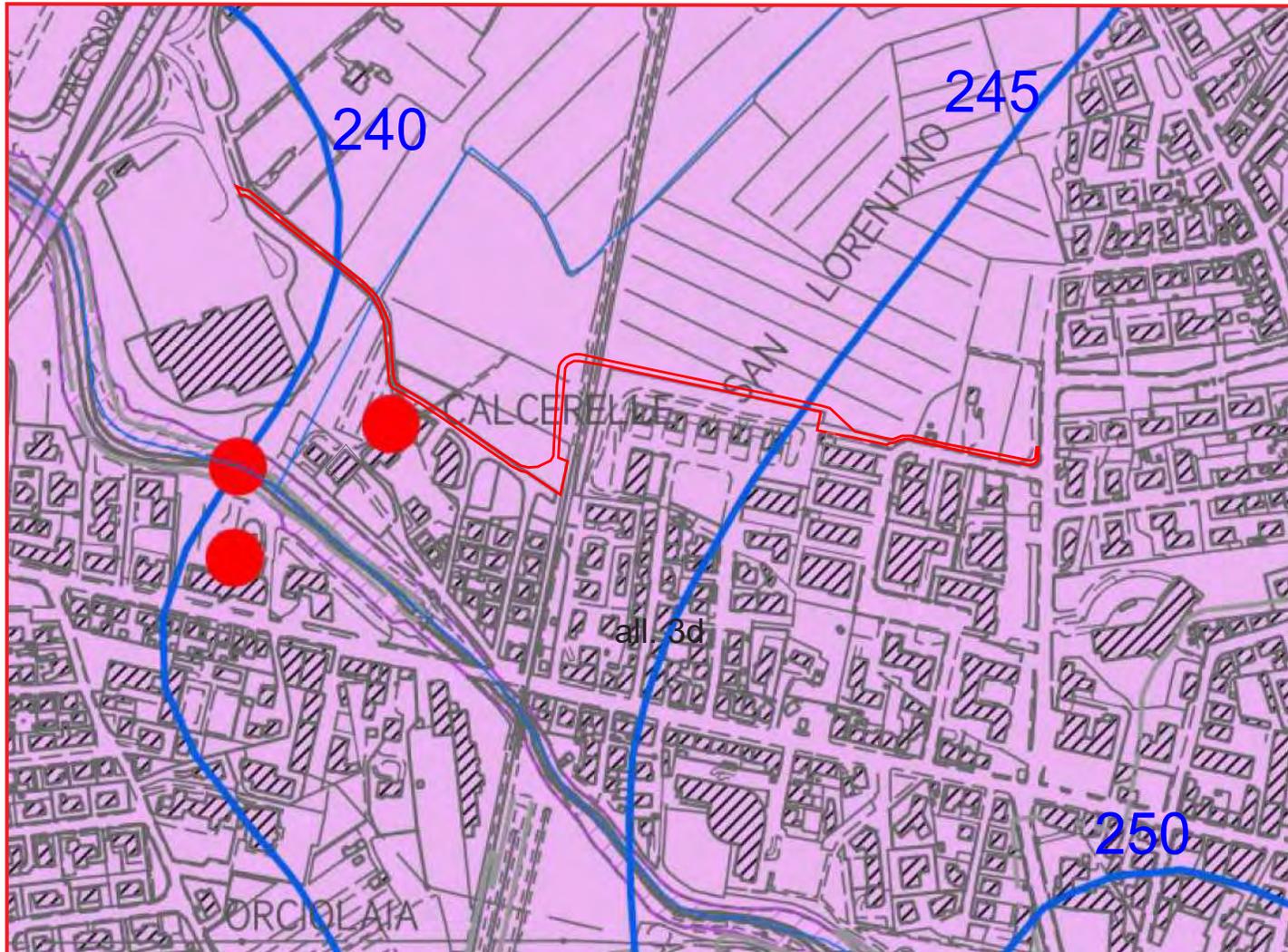
- Orlo di scarpata di cava
- Orlo di scarpata antropica
- Canale artificiale
- Diga
- Accumulo o rilievo di origine antropico
- Scarpate di bacino idrico
- Area di cava attiva
- Area di cava inattiva
- Bacino idrico



Tracciato pista ciclopedonale in progetto

Estratto Carta idrogeologica dello S.U. vigente

(scala originaria 1:15.000)



Permeabilità secondaria del substrato (per fratturazione)

- Classe I - molto bassa
- Classe II - medio-bassa
- Classe III - media

Permeabilità primaria (per porosità)

- Classe 1 - molto bassa
- Classe 3 - media
- Classe 5 - elevata

Permeabilità primaria dei depositi superficiali e dei corpi di frana (per porosità)

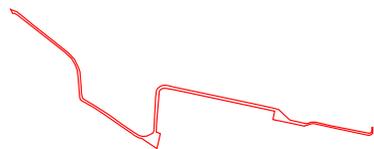
- classe 5 - elevata

Elementi idrogeologici

- Isofreatiche (in quote assolute)
- ➔ Linee di deflusso della falda superficiale

Punti di captazione idrica idropotabile

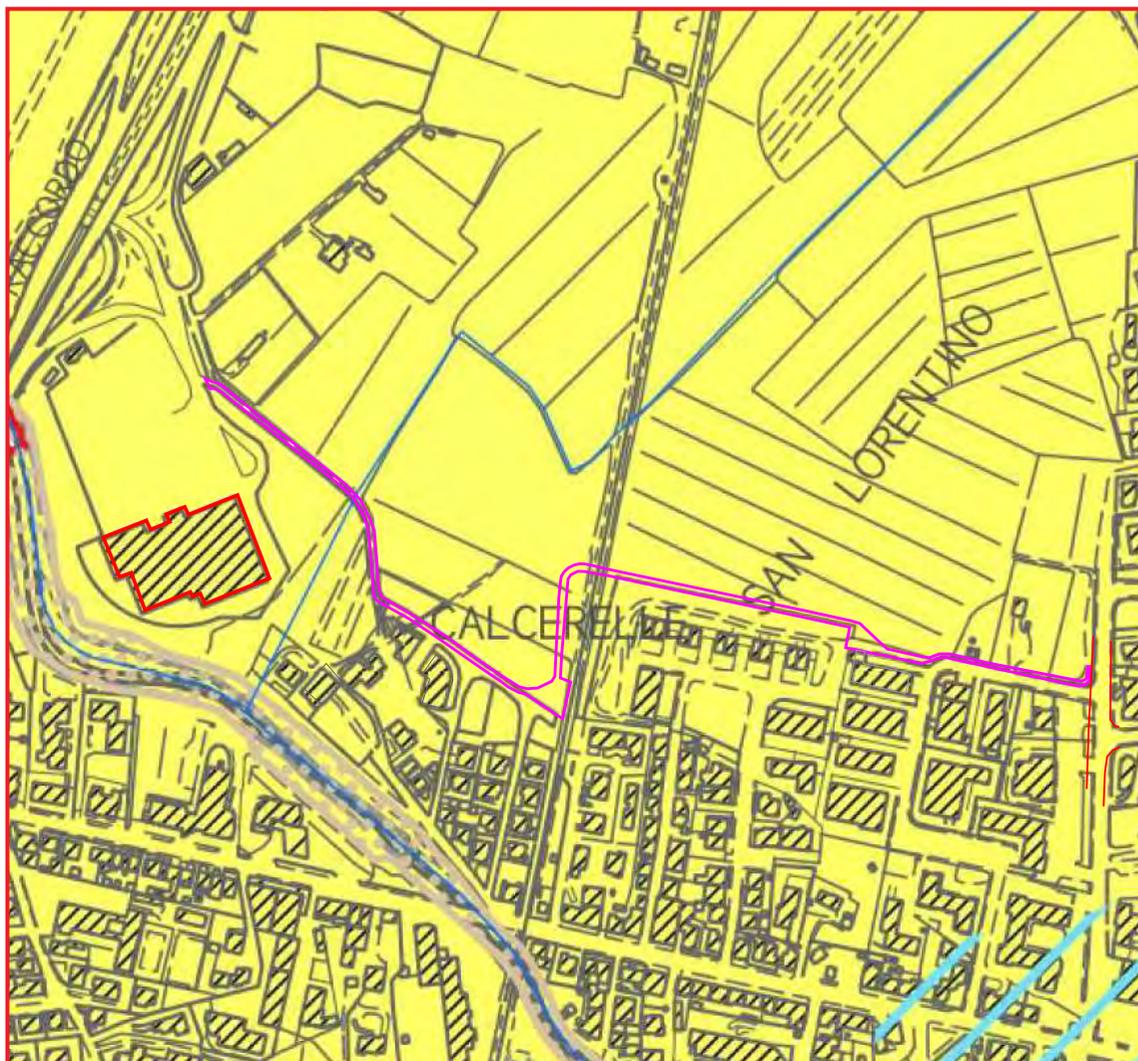
- Fiumi
- Pozzo
- Sorgente
- Catasto pozzi PTCP
- Pozzi con misure del livello di falda



Tracciato pista ciclopedonale in progetto

Estratto Carta delle aree con problematiche idrogeologiche dello S.U. vigente

(scala originaria 1:15.000)



Vulnerabilità intrinseca della falda (litologie del substrato)

- EE - estremamente elevata
- E - elevata
- A - alta
- M - media
- B - bassa
- BB - bassissima

Vulnerabilità intrinseca della falda (depositi superficiali)

- EE - estremamente elevata
- E - elevata

Aree con problematiche idrogeologiche

- Settori con falda sub-affiorante (0-2 m dal p.c.)

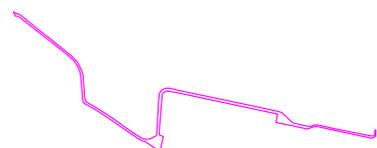
Aree a disponibilità idrica (AdB-Arno)

- D 3 - aree a disponibilità inferiore alla capacità di ricarica

Aree di salvaguardia pozzi ad uso pubblico (D.lgs. 152/2006)

- Fascia di 10 m
- Fascia di 200 m

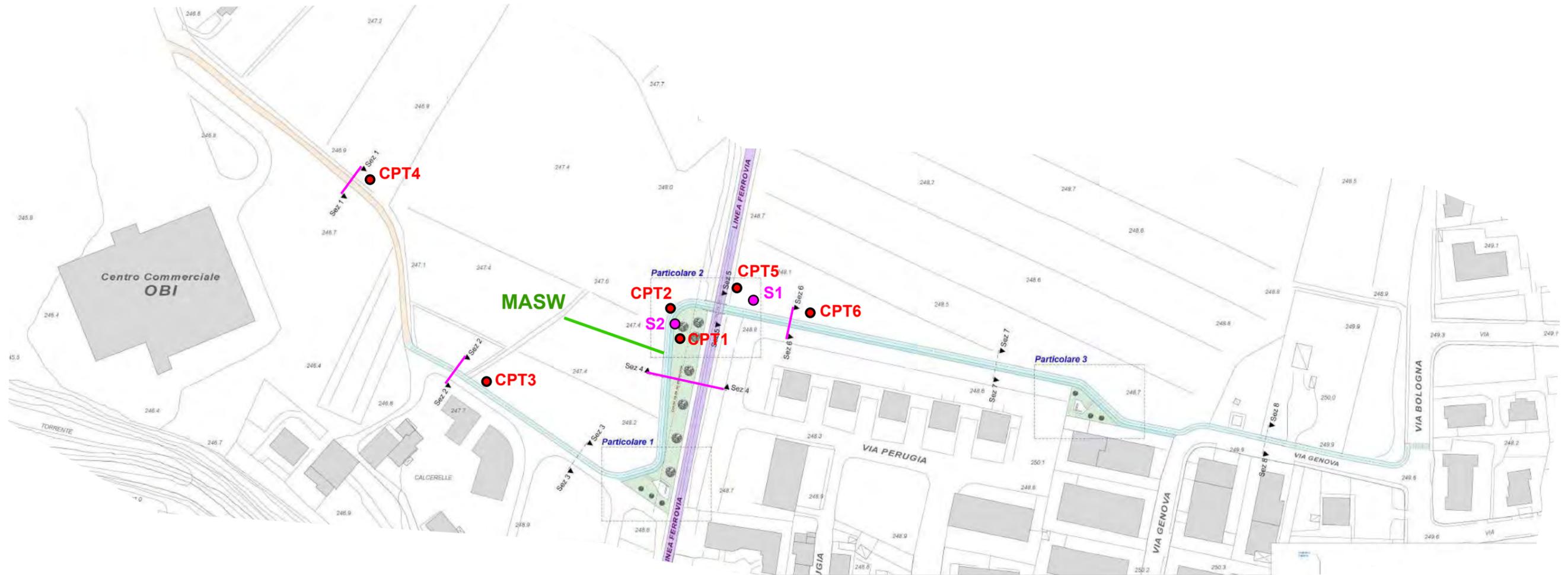
— Reticolo idrografico regionale (aggiornato al DGR 899/2018)

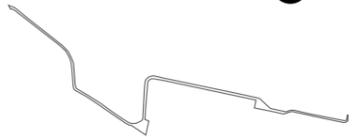


Tracciato pista ciclopedonale in progetto

CARTA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Scala 1:2.000

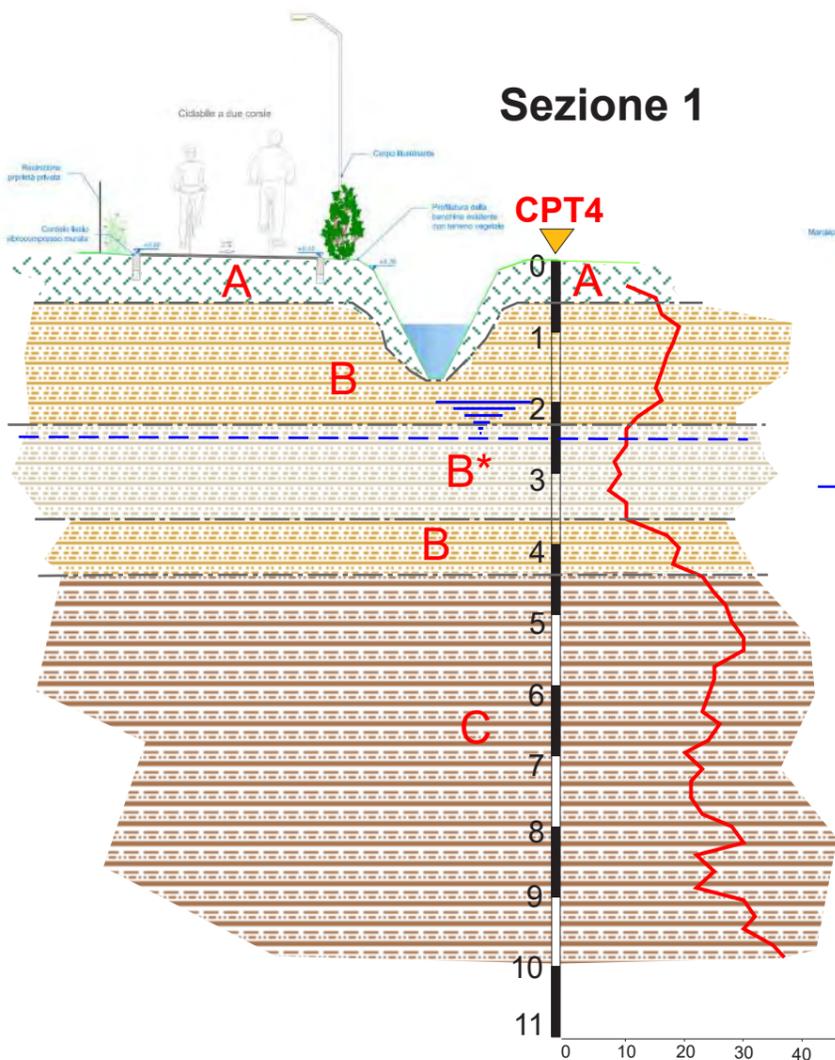


CPT	●	Prova penetrometrica statica CPT
S	●	Sondaggio geognostico a carotaggio continuo
		Tracciato pista ciclopedonale in progetto
		Traccia di sezione litostratigrafica schematica (v. all. 5a e 5b)
MASW		Indagine sismica MASW (v. relazione di modellazione sismica)

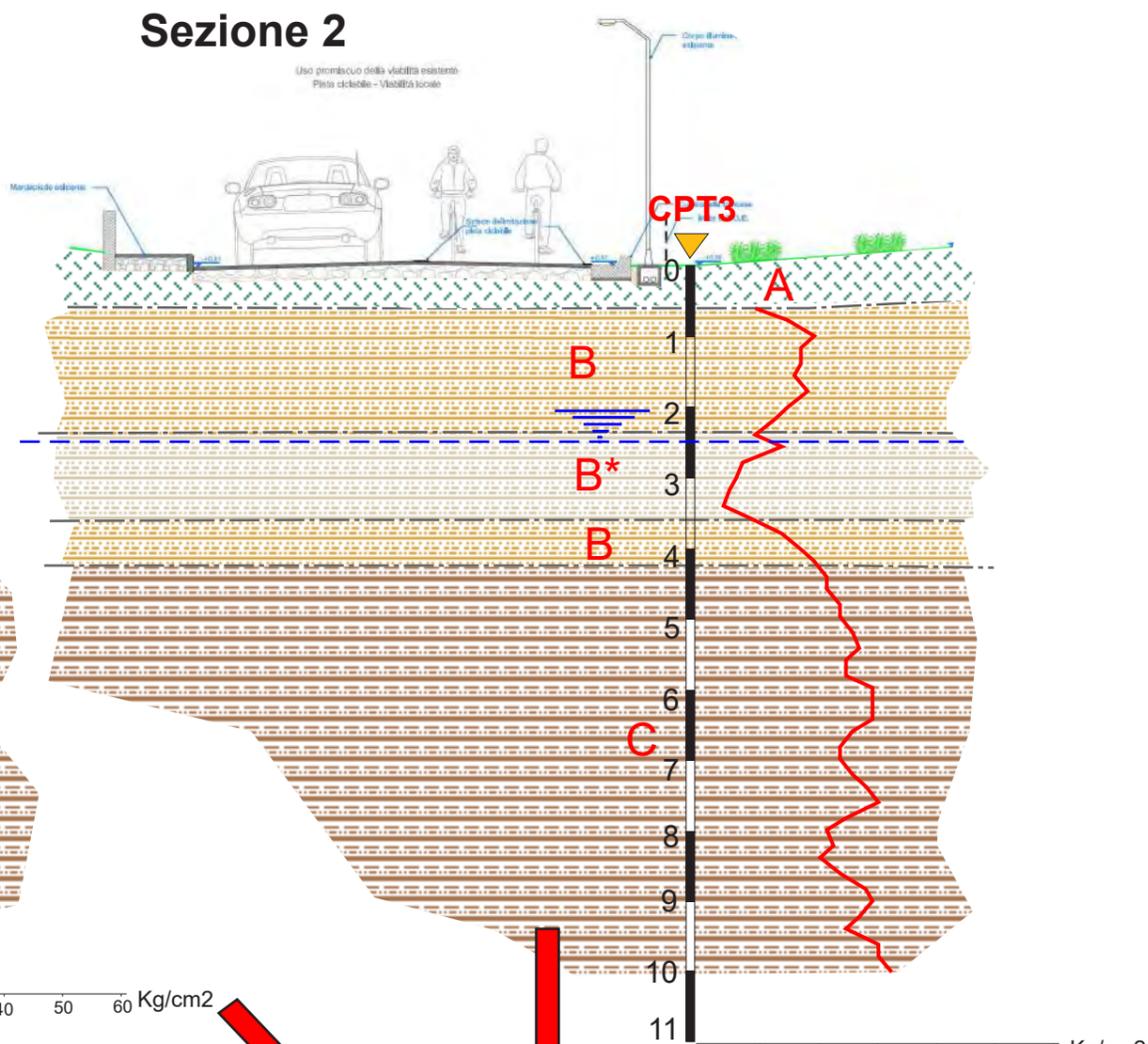
Sezioni litostratigrafiche interpretative (sezz. 1-2-6) e parametri caratteristici proposti

Scala 1:100

Sezione 1



Sezione 2



Sezione 6

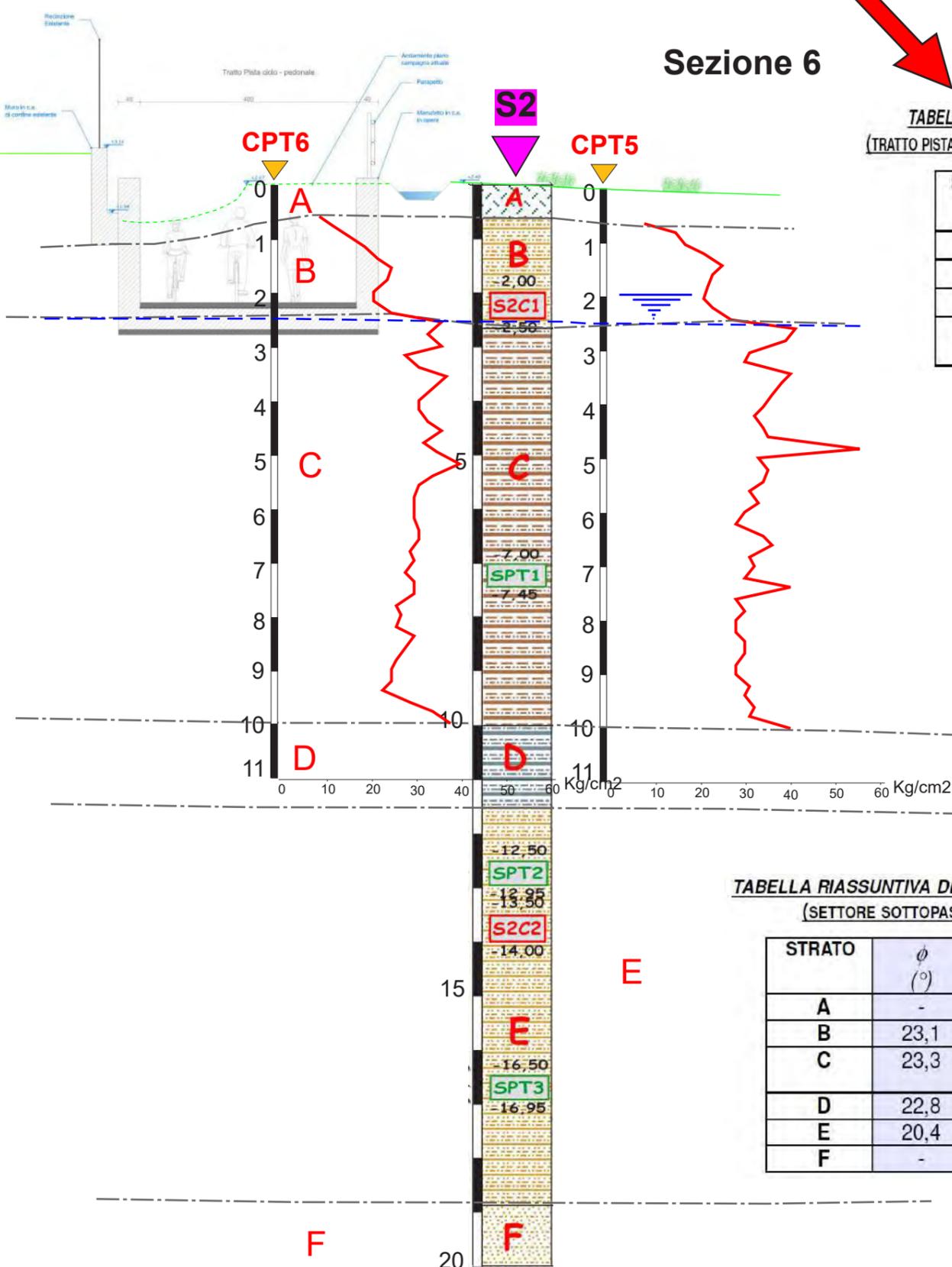


TABELLA RIASSUNTIVA DEI PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI PROPOSTI
(TRATTO PISTA TRA "CALCERELLE" E CENTRO COMMERCIALE O.B.I. - MODELLAZIONE PARAGRAFO 5.2)

STRATO	ϕ (°)	c' (Kg/cm ²)	C_u (kg/cm ²)	γ (g/cm ³)	M_o (kg/cm ²)
A	-	-	-	1,85	-
B	23,1	0,17	0,70	1,90*	52
B*	24	-	0,38	1,90	33
C	23,3	0,19	0,85	1,97*	66 (v. prova edom.)

livello acqua (-2,50 m da p.c.)
con possibili oscillazioni stagionali e occasionali

Categoria di Sottosuolo: Suolo C
Categoria topografica: T1

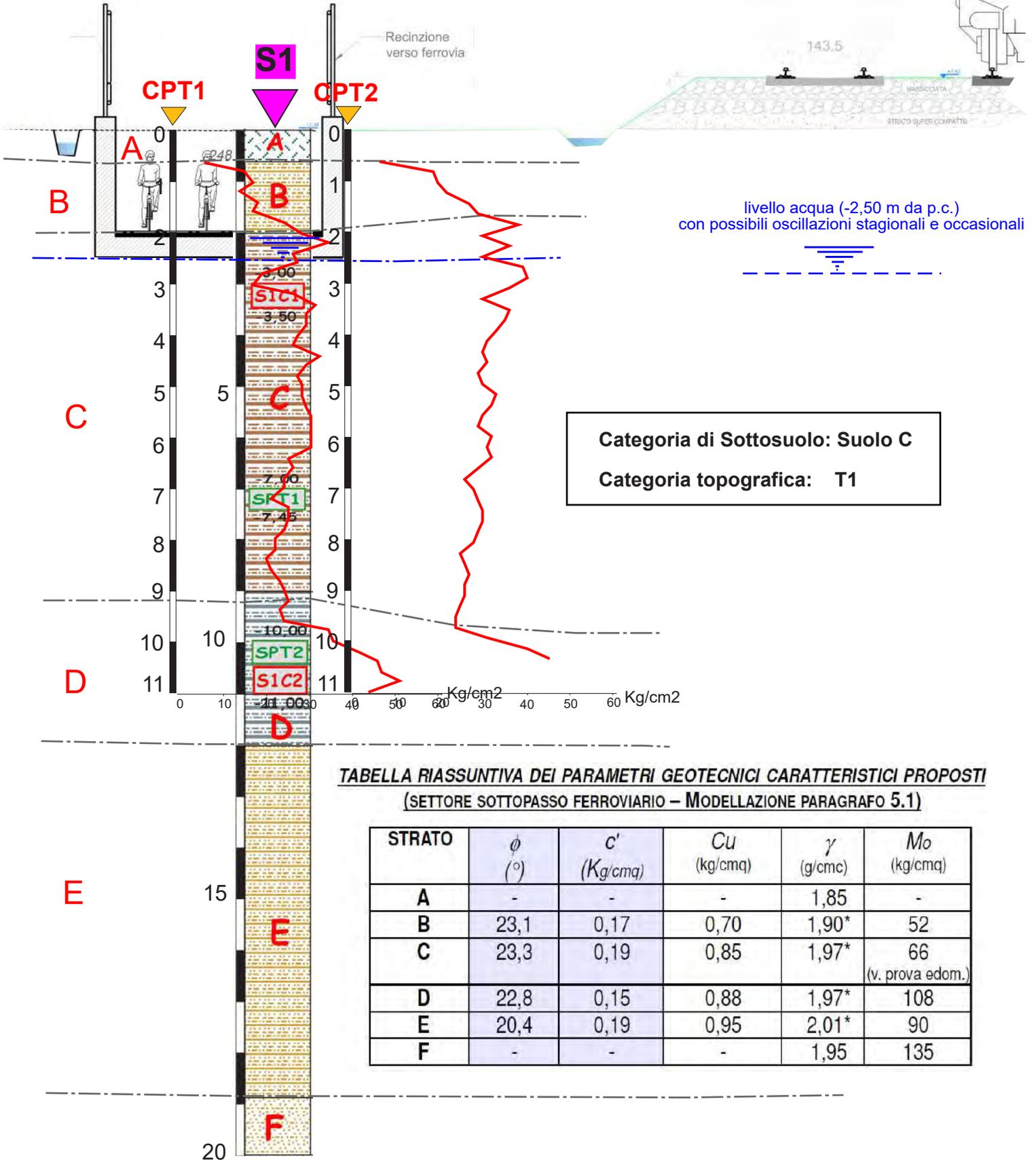
TABELLA RIASSUNTIVA DEI PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI PROPOSTI
(SETTORE SOTTOPASSO FERROVIARIO - MODELLAZIONE PARAGRAFO 5.1)

STRATO	ϕ (°)	c' (Kg/cm ²)	C_u (kg/cm ²)	γ (g/cm ³)	M_o (kg/cm ²)
A	-	-	-	1,85	-
B	23,1	0,17	0,70	1,90*	52
C	23,3	0,19	0,85	1,97*	66 (v. prova edom.)
D	22,8	0,15	0,88	1,97*	108
E	20,4	0,19	0,95	2,01*	90
F	-	-	-	1,95	135

Sezione litostratigrafica interpretativa (sez. 4) e parametri caratteristici proposti

Scala 1:100

Sezione 4



ALLEGATO 6

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.0105-157

- committente : A.C. di Arezzo
- lavoro : pista ciclopedonale
- località : Comune di Arezzo
- assist. cantiere :

- data : 20/06/2023
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : Falda non rilevata

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	-----	----	5,80	31,0	54,0	31,0	1,40	22,0
0,40	----	----	--	0,33	----	6,00	31,0	52,0	31,0	1,07	29,0
0,60	7,0	12,0	7,0	0,47	15,0	6,20	31,0	47,0	31,0	1,80	17,0
0,80	16,0	23,0	16,0	0,60	27,0	6,40	26,0	53,0	26,0	1,40	19,0
1,00	18,0	27,0	18,0	1,33	13,0	6,60	27,0	48,0	27,0	1,40	19,0
1,20	15,0	35,0	15,0	0,87	17,0	6,80	25,0	46,0	25,0	1,47	17,0
1,40	19,0	32,0	19,0	0,93	20,0	7,00	25,0	47,0	25,0	1,47	17,0
1,60	18,0	32,0	18,0	0,80	22,0	7,20	22,0	44,0	22,0	1,33	16,0
1,80	25,0	37,0	25,0	1,33	19,0	7,40	26,0	46,0	26,0	1,27	21,0
2,00	29,0	49,0	29,0	1,07	27,0	7,60	26,0	45,0	26,0	1,33	19,0
2,20	35,0	51,0	35,0	1,20	29,0	7,80	25,0	45,0	25,0	1,20	21,0
2,40	27,0	45,0	27,0	1,87	14,0	8,00	23,0	41,0	23,0	1,20	19,0
2,60	28,0	56,0	28,0	1,33	21,0	8,20	23,0	41,0	23,0	1,27	18,0
2,80	20,0	40,0	20,0	1,87	11,0	8,40	21,0	40,0	21,0	1,20	17,0
3,00	18,0	46,0	18,0	1,80	10,0	8,60	22,0	40,0	22,0	1,27	17,0
3,20	27,0	54,0	27,0	1,33	20,0	8,80	24,0	43,0	24,0	1,20	20,0
3,40	32,0	52,0	32,0	1,80	18,0	9,00	25,0	43,0	25,0	1,73	14,0
3,60	30,0	57,0	30,0	1,67	18,0	9,20	26,0	52,0	26,0	1,60	16,0
3,80	30,0	55,0	30,0	1,53	20,0	9,40	24,0	48,0	24,0	1,60	15,0
4,00	28,0	51,0	28,0	1,47	19,0	9,60	25,0	49,0	25,0	1,40	18,0
4,20	27,0	49,0	27,0	1,60	17,0	9,80	35,0	56,0	35,0	1,80	19,0
4,40	33,0	57,0	33,0	1,87	18,0	10,00	36,0	63,0	36,0	2,20	16,0
4,60	30,0	58,0	30,0	2,07	15,0	10,20	42,0	75,0	42,0	2,27	19,0
4,80	28,0	59,0	28,0	2,00	14,0	10,40	46,0	80,0	46,0	2,33	20,0
5,00	29,0	59,0	29,0	1,60	18,0	10,60	47,0	82,0	47,0	2,47	19,0
5,20	29,0	53,0	29,0	1,47	20,0	10,80	51,0	88,0	51,0	2,67	19,0
5,40	30,0	52,0	30,0	1,67	18,0	11,00	44,0	84,0	44,0	-----	----
5,60	31,0	56,0	31,0	1,53	20,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (senza anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

2.0105-157

- committente : A.C. di Arezzo
- lavoro : pista ciclopedonale
- località : Comune di Arezzo
- assist. cantiere :

- data : 20/06/2023
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : Falda non rilevata

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	-----	----	5,40	30,0	53,0	30,0	1,47	20,0
0,40	----	----	--	0,27	----	5,60	29,0	51,0	29,0	1,33	22,0
0,60	7,0	11,0	7,0	0,40	17,0	5,80	32,0	52,0	32,0	1,47	22,0
0,80	19,0	25,0	19,0	1,27	15,0	6,00	31,0	53,0	31,0	1,53	20,0
1,00	20,0	39,0	20,0	1,20	17,0	6,20	32,0	55,0	32,0	1,60	20,0
1,20	22,0	40,0	22,0	0,93	24,0	6,40	29,0	53,0	29,0	1,60	18,0
1,40	27,0	41,0	27,0	1,47	18,0	6,60	26,0	50,0	26,0	1,47	18,0
1,60	29,0	51,0	29,0	1,20	24,0	6,80	28,0	50,0	28,0	1,47	19,0
1,80	38,0	56,0	38,0	2,13	18,0	7,00	29,0	51,0	29,0	1,53	19,0
2,00	30,0	62,0	30,0	1,33	22,0	7,20	30,0	53,0	30,0	1,40	21,0
2,20	36,0	56,0	36,0	1,33	27,0	7,40	30,0	51,0	30,0	1,40	21,0
2,40	30,0	50,0	30,0	2,07	15,0	7,60	29,0	50,0	29,0	1,27	23,0
2,60	39,0	70,0	39,0	1,87	21,0	7,80	28,0	47,0	28,0	1,53	18,0
2,80	40,0	68,0	40,0	1,27	32,0	8,00	25,0	48,0	25,0	1,20	21,0
3,00	36,0	55,0	36,0	1,53	23,0	8,20	26,0	44,0	26,0	1,27	21,0
3,20	30,0	53,0	30,0	1,00	30,0	8,40	27,0	46,0	27,0	1,47	18,0
3,40	36,0	51,0	36,0	1,13	32,0	8,60	26,0	48,0	26,0	1,60	16,0
3,60	35,0	52,0	35,0	1,20	29,0	8,80	26,0	50,0	26,0	1,47	18,0
3,80	33,0	51,0	33,0	1,33	25,0	9,00	25,0	47,0	25,0	1,47	17,0
4,00	31,0	51,0	31,0	1,67	19,0	9,20	24,0	46,0	24,0	1,53	16,0
4,20	30,0	55,0	30,0	1,87	16,0	9,40	24,0	47,0	24,0	1,93	12,0
4,40	31,0	59,0	31,0	1,87	17,0	9,60	31,0	60,0	31,0	2,53	12,0
4,60	29,0	57,0	29,0	1,73	17,0	9,80	40,0	78,0	40,0	2,20	18,0
4,80	30,0	56,0	30,0	1,53	20,0	10,00	45,0	78,0	45,0	2,27	20,0
5,00	33,0	56,0	33,0	1,53	22,0	10,20	48,0	82,0	48,0	2,60	18,0
5,20	32,0	55,0	32,0	1,53	21,0	10,40	44,0	83,0	44,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (senza anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 3

2.0105-157

- committente : A.C. di Arezzo
 - lavoro : pista ciclopedonale
 - località : Comune di Arezzo
 - assist. cantiere :

- data : 20/06/2023
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	-----	----	5,20	26,0	50,0	26,0	1,60	16,0
0,40	----	----	--	0,67	----	5,40	27,0	51,0	27,0	1,53	18,0
0,60	11,0	21,0	11,0	1,00	11,0	5,60	25,0	48,0	25,0	1,40	18,0
0,80	16,0	31,0	16,0	1,47	11,0	5,80	25,0	46,0	25,0	1,60	16,0
1,00	20,0	42,0	20,0	1,40	14,0	6,00	29,0	53,0	29,0	1,67	17,0
1,20	18,0	39,0	18,0	1,40	13,0	6,20	29,0	54,0	29,0	1,60	18,0
1,40	18,0	39,0	18,0	0,87	21,0	6,40	29,0	53,0	29,0	1,60	18,0
1,60	17,0	30,0	17,0	1,00	17,0	6,60	26,0	50,0	26,0	1,67	16,0
1,80	19,0	34,0	19,0	0,93	20,0	6,80	24,0	49,0	24,0	1,60	15,0
2,00	16,0	30,0	16,0	0,80	20,0	7,00	24,0	48,0	24,0	1,53	16,0
2,20	14,0	26,0	14,0	0,73	19,0	7,20	26,0	49,0	26,0	1,60	16,0
2,40	11,0	22,0	11,0	0,33	33,0	7,40	28,0	52,0	28,0	1,53	18,0
2,60	15,0	20,0	15,0	0,73	20,0	7,60	30,0	53,0	30,0	1,67	18,0
2,80	9,0	20,0	9,0	0,40	22,0	7,80	25,0	50,0	25,0	1,20	21,0
3,00	8,0	14,0	8,0	0,40	20,0	8,00	22,0	40,0	22,0	1,20	18,0
3,20	7,0	13,0	7,0	0,40	17,0	8,20	23,0	41,0	23,0	1,40	16,0
3,40	6,0	12,0	6,0	0,60	10,0	8,40	21,0	42,0	21,0	1,40	15,0
3,60	10,0	19,0	10,0	0,40	25,0	8,60	24,0	45,0	24,0	1,47	16,0
3,80	15,0	21,0	15,0	0,53	28,0	8,80	28,0	50,0	28,0	1,80	16,0
4,00	18,0	26,0	18,0	1,13	16,0	9,00	29,0	56,0	29,0	1,93	15,0
4,20	20,0	37,0	20,0	1,33	15,0	9,20	27,0	56,0	27,0	1,67	16,0
4,40	22,0	42,0	22,0	1,40	16,0	9,40	25,0	50,0	25,0	1,67	15,0
4,60	22,0	43,0	22,0	1,20	18,0	9,60	30,0	55,0	30,0	1,80	17,0
4,80	24,0	42,0	24,0	1,33	18,0	9,80	30,0	57,0	30,0	1,60	19,0
5,00	24,0	44,0	24,0	1,60	15,0	10,00	32,0	56,0	32,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (senza anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 4

2.0105-157

- committente : A.C. di Arezzo
- lavoro : pista ciclopedonale
- località : Comune di Arezzo
- assist. cantiere :

- data : 20/06/2023
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : Falda non rilevata

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	-----	----	5,20	28,0	52,0	28,0	1,73	16,0
0,40	----	----	--	0,67	----	5,40	30,0	56,0	30,0	1,87	16,0
0,60	10,0	20,0	10,0	0,87	12,0	5,60	30,0	58,0	30,0	1,67	18,0
0,80	15,0	28,0	15,0	1,07	14,0	5,80	25,0	50,0	25,0	1,47	17,0
1,00	16,0	32,0	16,0	1,27	13,0	6,00	25,0	47,0	25,0	1,40	18,0
1,20	19,0	38,0	19,0	1,33	14,0	6,20	24,0	45,0	24,0	1,47	16,0
1,40	18,0	38,0	18,0	1,07	17,0	6,40	23,0	45,0	23,0	1,53	15,0
1,60	17,0	33,0	17,0	0,93	18,0	6,60	26,0	49,0	26,0	1,60	16,0
1,80	16,0	30,0	16,0	0,73	22,0	6,80	24,0	48,0	24,0	1,40	17,0
2,00	15,0	26,0	15,0	0,87	17,0	7,00	20,0	41,0	20,0	1,27	16,0
2,20	16,0	29,0	16,0	0,73	22,0	7,20	23,0	42,0	23,0	1,27	18,0
2,40	12,0	23,0	12,0	0,73	16,0	7,40	21,0	40,0	21,0	1,27	17,0
2,60	10,0	21,0	10,0	0,67	15,0	7,60	21,0	40,0	21,0	1,33	16,0
2,80	10,0	20,0	10,0	0,47	21,0	7,80	23,0	43,0	23,0	1,60	14,0
3,00	8,0	15,0	8,0	0,40	20,0	8,00	28,0	52,0	28,0	1,60	17,0
3,20	9,0	15,0	9,0	0,40	22,0	8,20	30,0	54,0	30,0	1,40	21,0
3,40	7,0	13,0	7,0	0,60	12,0	8,40	22,0	43,0	22,0	1,40	16,0
3,60	10,0	19,0	10,0	0,60	17,0	8,60	25,0	46,0	25,0	1,20	21,0
3,80	10,0	19,0	10,0	0,80	12,0	8,80	22,0	40,0	22,0	1,93	11,0
4,00	17,0	29,0	17,0	1,13	15,0	9,00	30,0	59,0	30,0	1,63	18,0
4,20	19,0	36,0	19,0	1,07	18,0	9,20	32,5	57,0	32,0	1,87	17,0
4,40	18,0	34,0	18,0	1,27	14,0	9,40	30,0	58,0	30,0	2,07	15,0
4,60	23,0	42,0	23,0	1,20	19,0	9,60	35,0	66,0	35,0	2,13	16,0
4,80	25,0	43,0	25,0	1,47	17,0	9,80	37,0	69,0	37,0	-----	----
5,00	27,0	49,0	27,0	1,60	17,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (senza anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 5

2.0105-157

- committente : A.C. di Arezzo
 - lavoro : pista ciclopedonale
 - località : Comune di Arezzo
 - assist. cantiere :

- data : 20/06/2023
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	-----	----	5,20	34,0	60,0	34,0	1,87	18,0
0,40	----	----	--	0,40	----	5,40	33,0	61,0	33,0	1,93	17,0
0,60	7,0	13,0	7,0	0,33	21,0	5,60	30,0	59,0	30,0	1,93	16,0
0,80	14,0	19,0	14,0	0,47	30,0	5,80	32,0	61,0	32,0	1,53	21,0
1,00	16,0	23,0	16,0	0,87	18,0	6,00	29,0	52,0	29,0	1,93	15,0
1,20	20,0	33,0	20,0	0,73	27,0	6,20	27,0	56,0	27,0	1,67	16,0
1,40	24,0	35,0	24,0	1,20	20,0	6,40	33,0	58,0	33,0	2,13	15,0
1,60	22,0	40,0	22,0	1,27	17,0	6,60	35,0	67,0	35,0	2,00	18,0
1,80	21,0	40,0	21,0	0,87	24,0	6,80	30,0	60,0	30,0	1,87	16,0
2,00	20,0	33,0	20,0	0,93	21,0	7,00	31,0	59,0	31,0	1,40	22,0
2,20	22,0	36,0	22,0	0,93	24,0	7,20	29,0	50,0	29,0	1,80	16,0
2,40	26,0	40,0	26,0	0,93	28,0	7,40	39,0	66,0	39,0	2,20	18,0
2,60	40,0	54,0	40,0	2,33	17,0	7,60	27,0	60,0	27,0	1,87	14,0
2,80	38,0	73,0	38,0	2,53	15,0	7,80	29,0	57,0	29,0	1,87	16,0
3,00	30,0	68,0	30,0	2,33	13,0	8,00	27,0	55,0	27,0	1,80	15,0
3,20	29,0	64,0	29,0	1,40	21,0	8,20	27,0	54,0	27,0	1,80	15,0
3,40	39,0	60,0	39,0	1,67	23,0	8,40	29,0	56,0	29,0	1,73	17,0
3,60	37,0	62,0	37,0	1,73	21,0	8,60	29,0	55,0	29,0	1,73	17,0
3,80	35,0	61,0	35,0	1,80	19,0	8,80	27,0	53,0	27,0	1,80	15,0
4,00	33,0	60,0	33,0	1,73	19,0	9,00	27,0	54,0	27,0	1,93	14,0
4,20	31,0	57,0	31,0	1,87	17,0	9,20	30,0	59,0	30,0	1,93	16,0
4,40	33,0	61,0	33,0	1,40	24,0	9,40	29,0	58,0	29,0	1,87	16,0
4,60	34,0	55,0	34,0	1,60	21,0	9,60	31,0	59,0	31,0	1,93	16,0
4,80	54,0	78,0	54,0	1,80	30,0	9,80	30,0	59,0	30,0	2,00	15,0
5,00	32,0	59,0	32,0	1,73	18,0	10,00	39,0	69,0	39,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (senza anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 6

2.0105-157

- committente : A.C. di Arezzo
- lavoro : pista ciclopedonale
- località : Comune di Arezzo
- assist. cantiere :

- data : 20/06/2023
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : Falda non rilevata

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	-----	----	5,20	39,0	76,0	39,0	1,93	20,0
0,40	----	----	--	0,40	----	5,40	33,0	62,0	33,0	1,80	18,0
0,60	8,0	14,0	8,0	0,47	17,0	5,60	30,0	57,0	30,0	1,60	19,0
0,80	11,0	18,0	11,0	0,60	18,0	5,80	29,0	53,0	29,0	1,53	19,0
1,00	15,0	24,0	15,0	0,80	19,0	6,00	29,0	52,0	29,0	1,60	18,0
1,20	18,0	30,0	18,0	0,93	19,0	6,20	29,0	53,0	29,0	2,20	13,0
1,40	21,0	35,0	21,0	0,80	26,0	6,40	30,0	63,0	30,0	2,13	14,0
1,60	24,0	36,0	24,0	1,07	22,0	6,60	30,0	62,0	30,0	1,87	16,0
1,80	23,0	39,0	23,0	0,73	31,0	6,80	28,0	56,0	28,0	1,73	16,0
2,00	20,0	31,0	20,0	0,80	25,0	7,00	29,0	55,0	29,0	1,80	16,0
2,20	20,0	32,0	20,0	0,93	21,0	7,20	27,0	54,0	27,0	1,53	18,0
2,40	24,0	38,0	24,0	2,20	11,0	7,40	29,0	52,0	29,0	1,27	23,0
2,60	35,0	68,0	35,0	1,87	19,0	7,60	29,0	48,0	29,0	1,40	21,0
2,80	32,0	60,0	32,0	2,33	14,0	7,80	25,0	46,0	25,0	1,40	18,0
3,00	35,0	70,0	35,0	2,20	16,0	8,00	26,0	47,0	26,0	1,67	16,0
3,20	27,0	60,0	27,0	2,20	12,0	8,20	25,0	50,0	25,0	1,93	13,0
3,40	30,0	63,0	30,0	1,93	16,0	8,40	29,0	58,0	29,0	1,73	17,0
3,60	36,0	65,0	36,0	1,87	19,0	8,60	27,0	53,0	27,0	1,33	20,0
3,80	33,0	61,0	33,0	2,07	16,0	8,80	25,0	45,0	25,0	1,47	17,0
4,00	30,0	61,0	30,0	2,00	15,0	9,00	24,0	46,0	24,0	1,40	17,0
4,20	30,0	60,0	30,0	2,00	15,0	9,20	24,0	45,0	24,0	1,27	19,0
4,40	32,0	62,0	32,0	1,47	22,0	9,40	22,0	41,0	22,0	1,40	16,0
4,60	35,0	57,0	35,0	1,67	21,0	9,60	28,0	49,0	28,0	1,67	17,0
4,80	31,0	56,0	31,0	1,67	19,0	9,80	33,0	58,0	33,0	1,80	18,0
5,00	34,0	59,0	34,0	2,47	14,0	10,00	37,0	64,0	37,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (senza anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

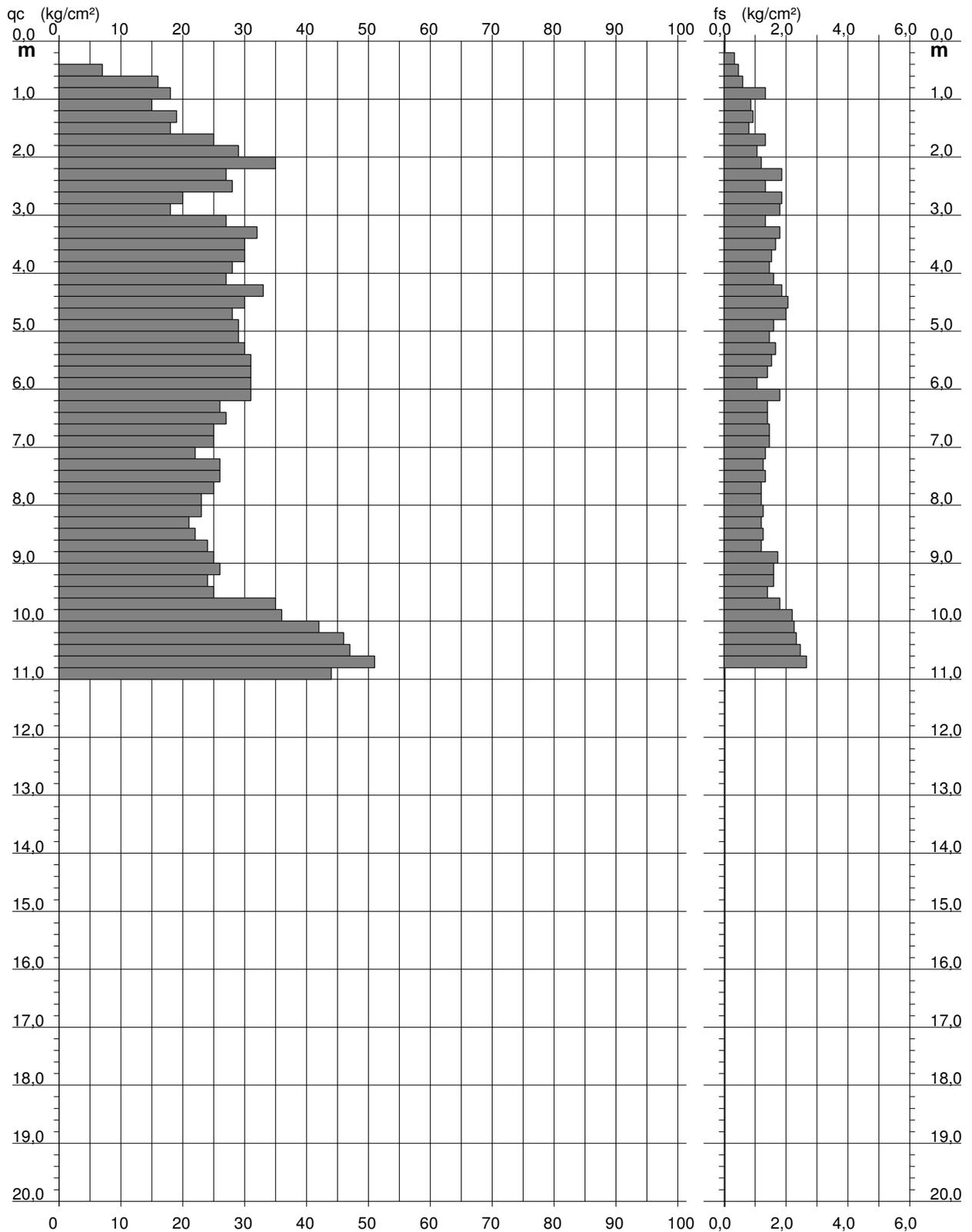
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.0105-157

- committente : A.C. di Arezzo
- lavoro : pista ciclopedonale
- località : Comune di Arezzo
- assist. cantiere :

- data : 20/06/2023
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : Falda non rilevata



PROVA PENETROMETRICA STATICA

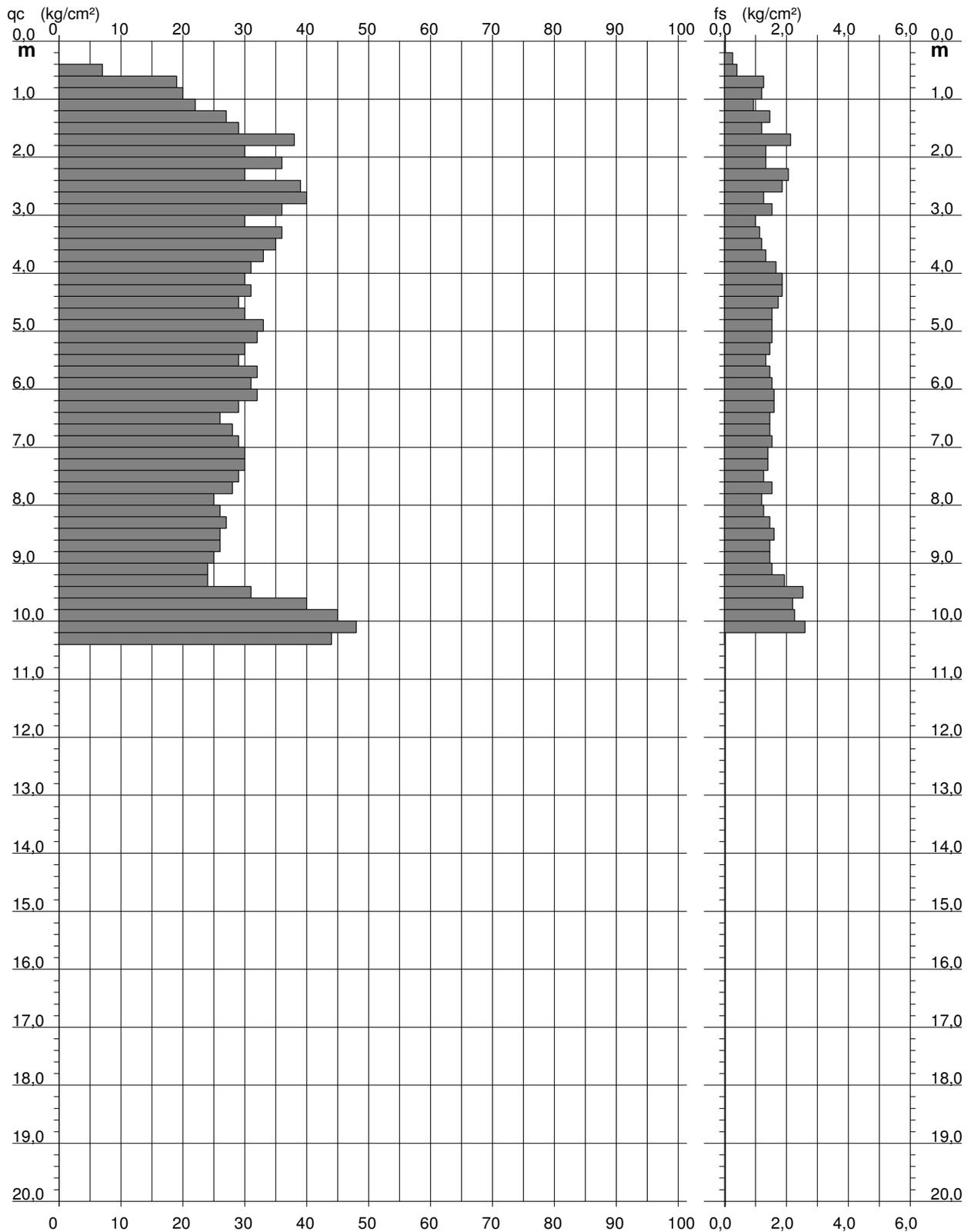
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.0105-157

- committente : A.C. di Arezzo
 - lavoro : pista ciclopedonale
 - località : Comune di Arezzo
 - assist. cantiere :

- data : 20/06/2023
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata

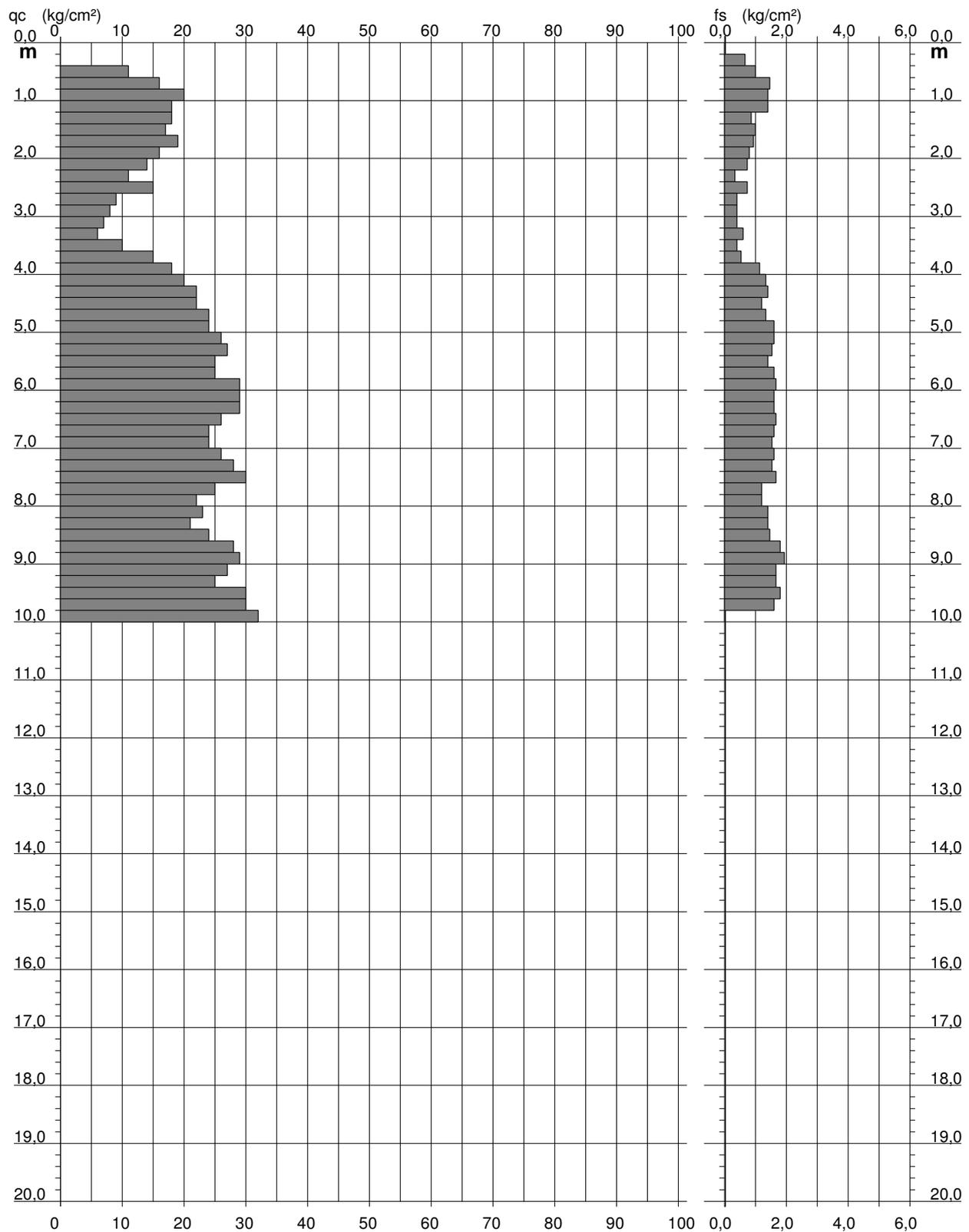


**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA****CPT 3**

2.0105-157

- committente : A.C. di Arezzo
- lavoro : pista ciclopedonale
- località : Comune di Arezzo
- assist. cantiere :

- data : 20/06/2023
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : Falda non rilevata

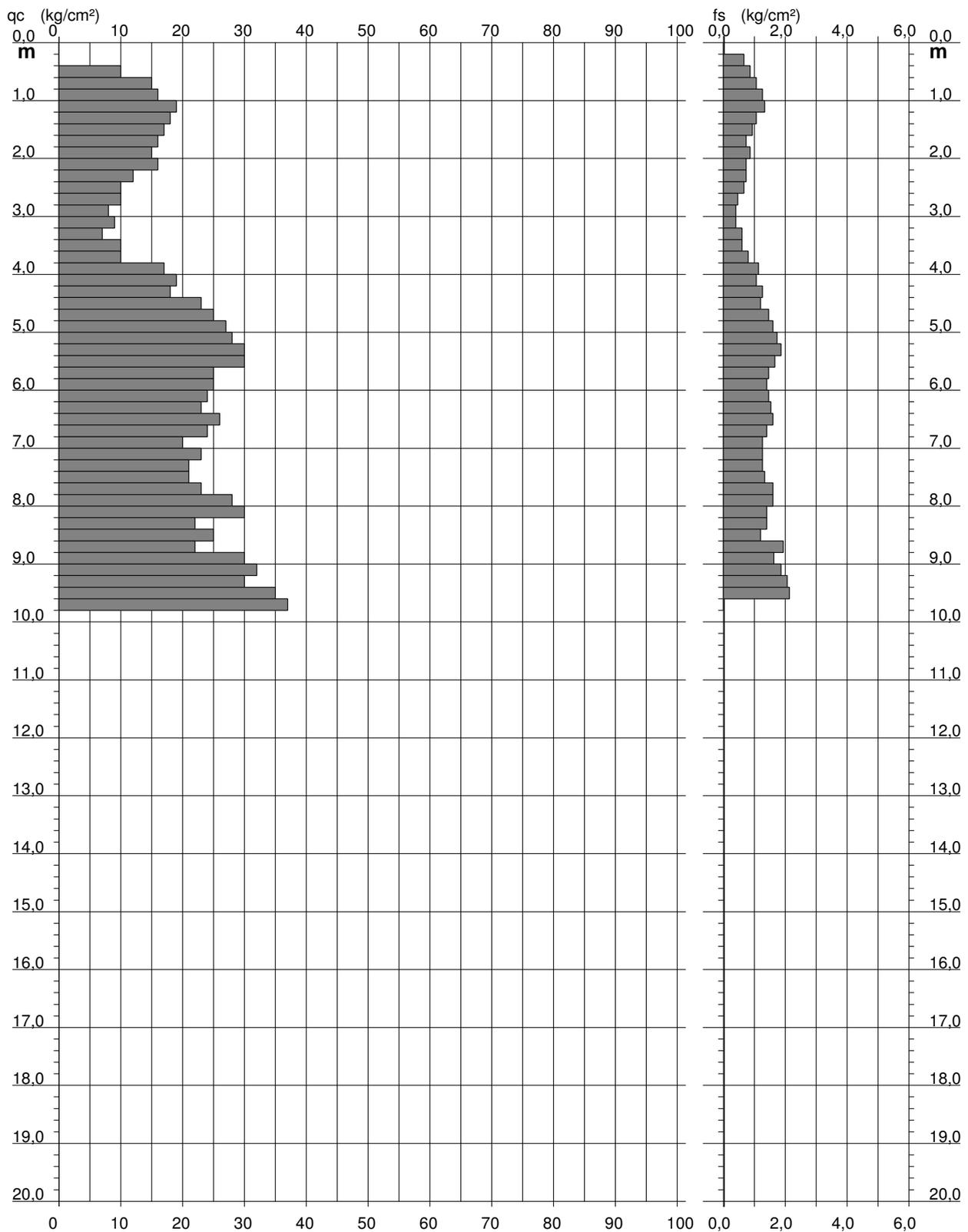


**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA****CPT 4**

2.0105-157

- committente : A.C. di Arezzo
- lavoro : pista ciclopedonale
- località : Comune di Arezzo
- assist. cantiere :

- data : 20/06/2023
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : Falda non rilevata



PROVA PENETROMETRICA STATICA

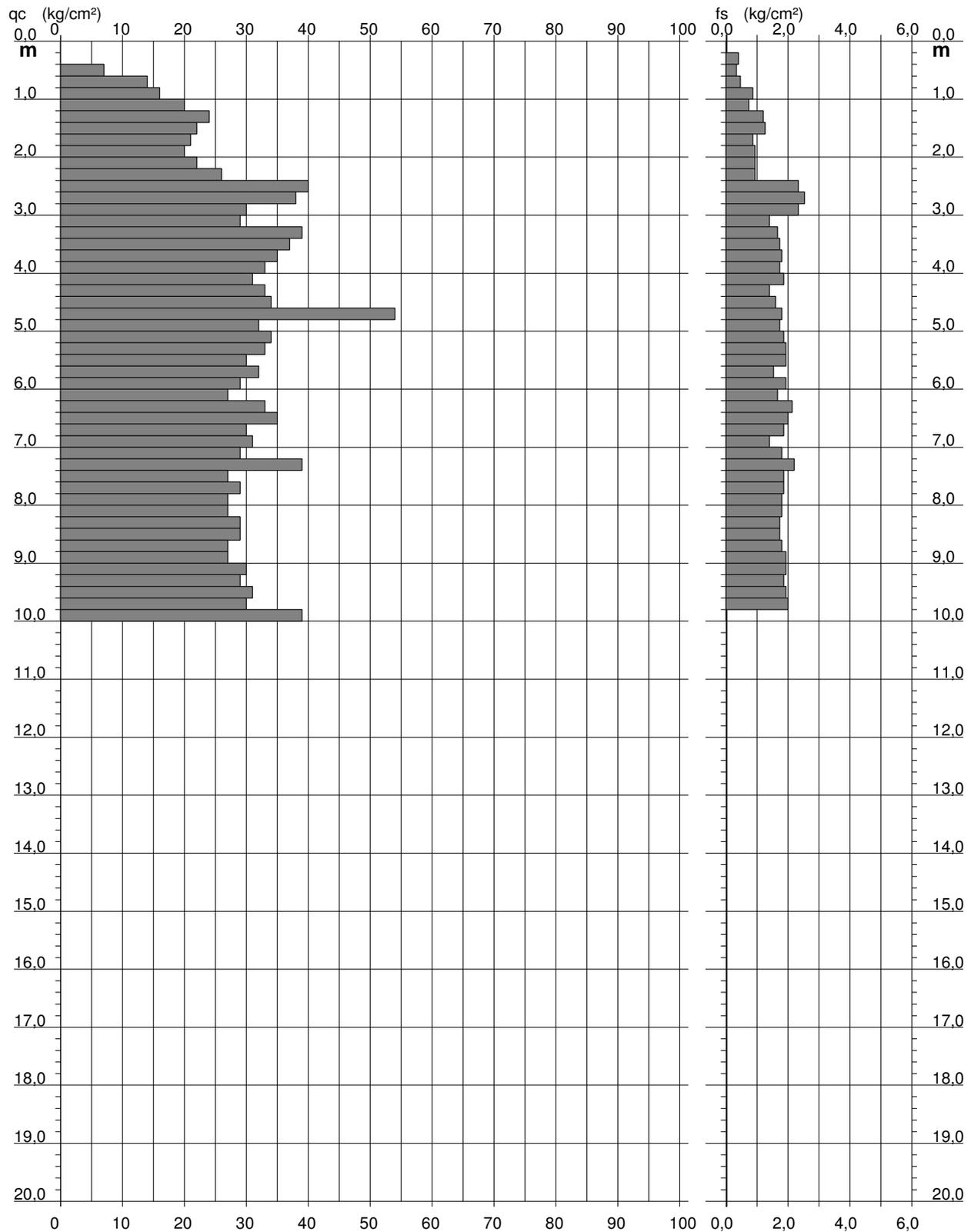
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 5

2.0105-157

- committente : A.C. di Arezzo
 - lavoro : pista ciclopedonale
 - località : Comune di Arezzo
 - assist. cantiere :

- data : 20/06/2023
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata



PROVA PENETROMETRICA STATICA

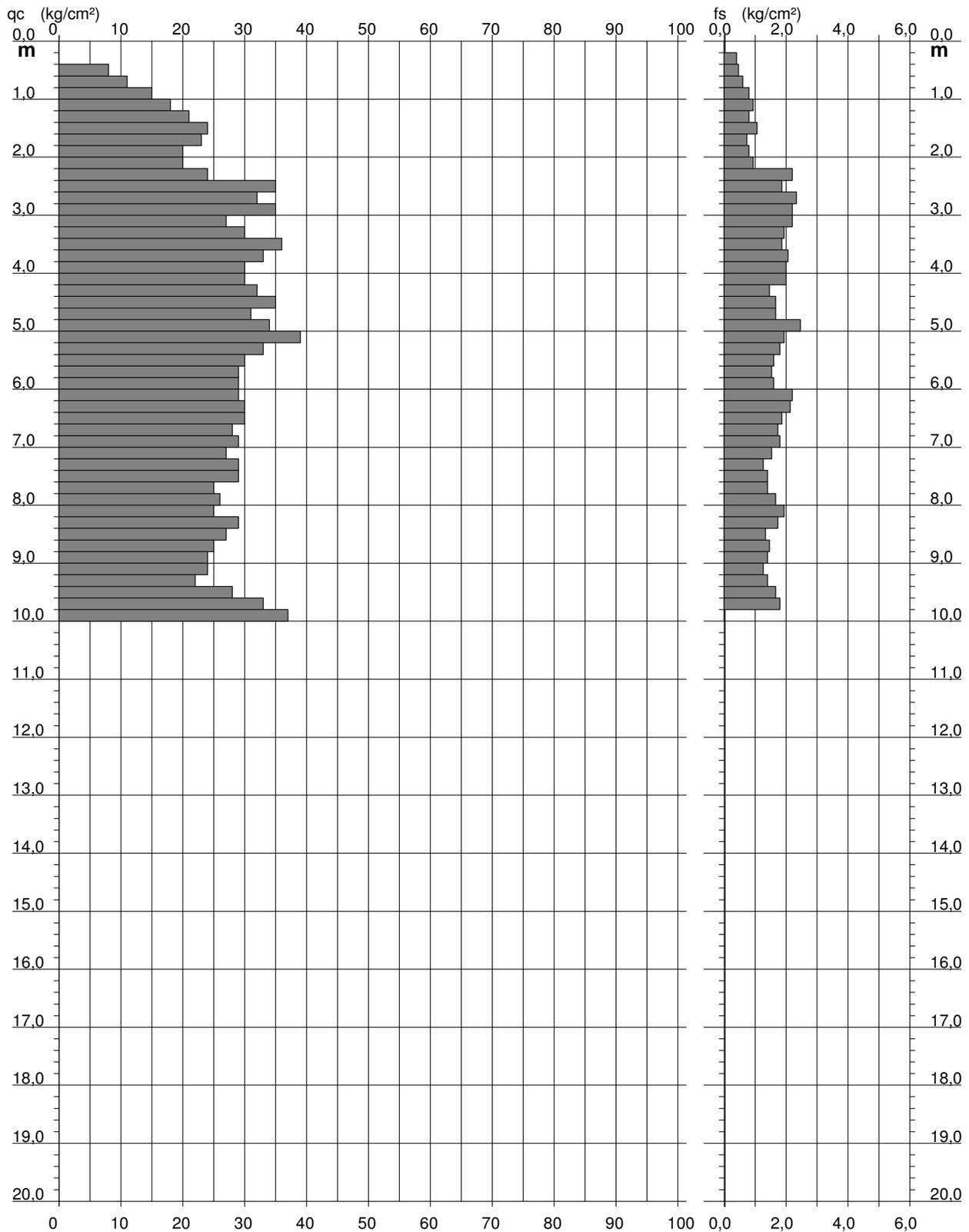
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 6

2.0105-157

- committente : A.C. di Arezzo
 - lavoro : pista ciclopedonale
 - località : Comune di Arezzo
 - assist. cantiere :

- data : 20/06/2023
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata



PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

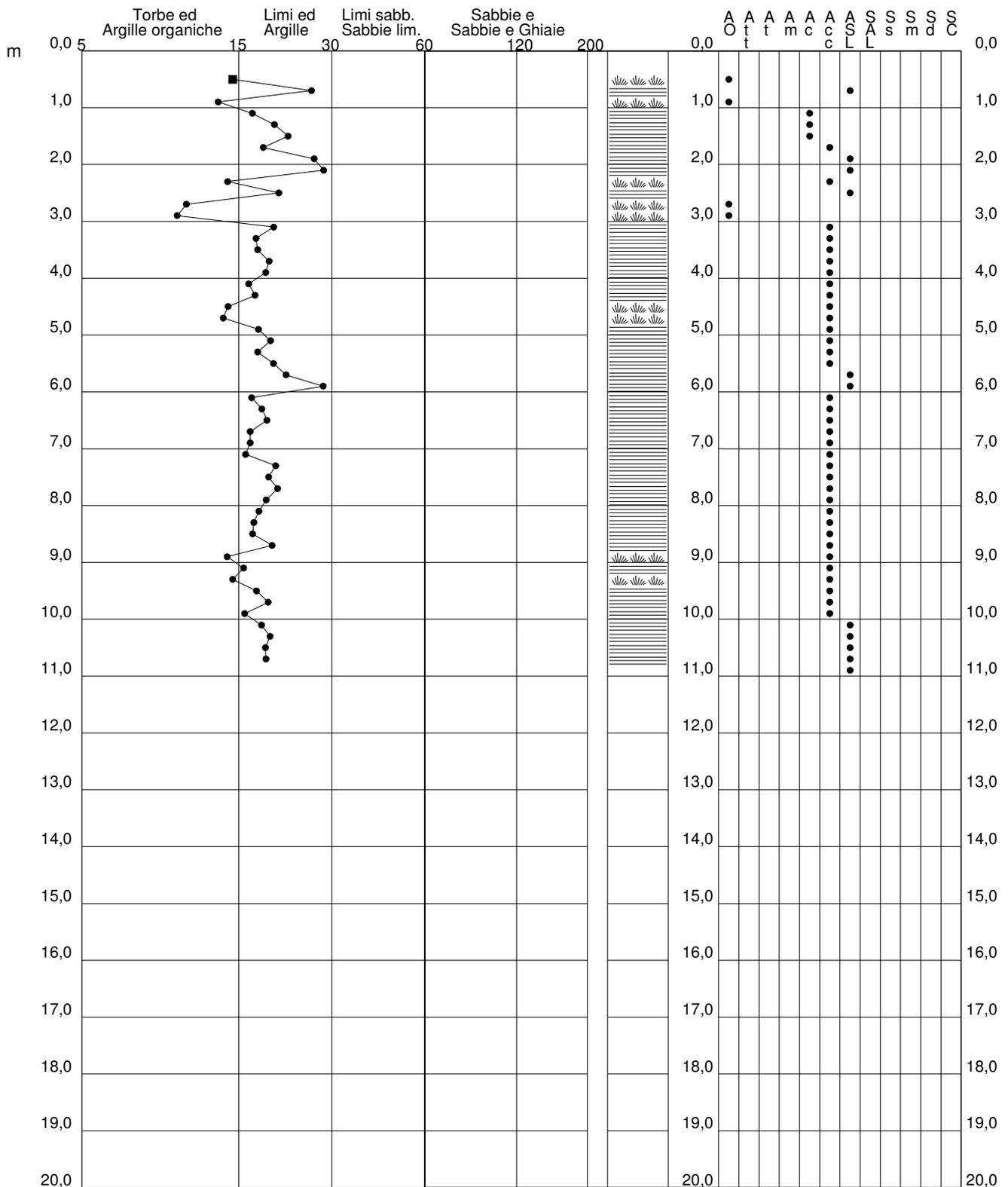
2.0105-157

- committente : A.C. di Arezzo
 - lavoro : pista ciclopedonale
 - località : Comune di Arezzo
 - assist. cantiere :

- data : 20/06/2023
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata

qc/fs (Begemann 1965 A.G.I. 1977)

qc - fs/qc (Schmertmann 1978)



PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 2

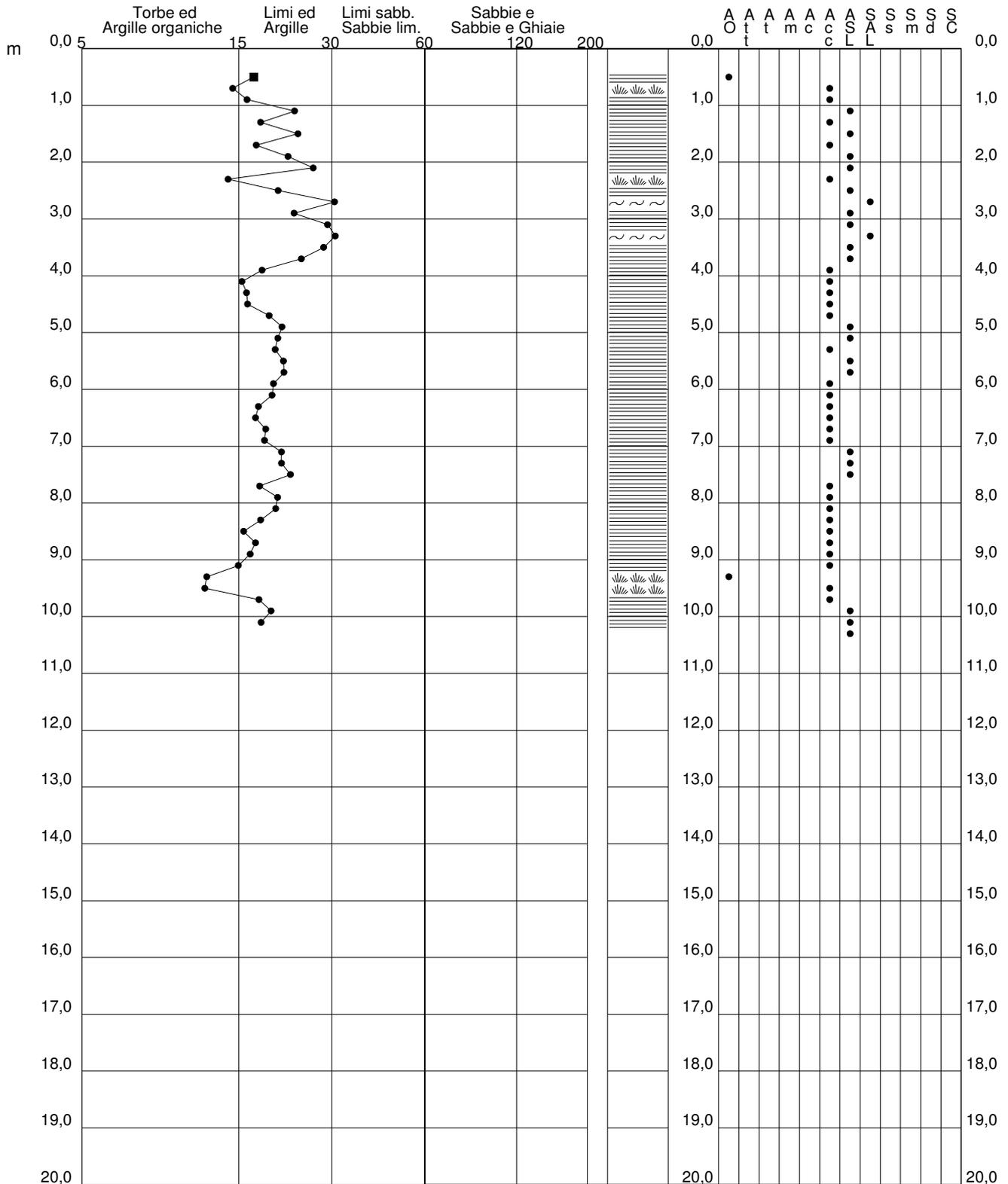
2.0105-157

- committente : A.C. di Arezzo
 - lavoro : pista ciclopedonale
 - località : Comune di Arezzo
 - assist. cantiere :

- data : 20/06/2023
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata

qc/fs (Begemann 1965 A.G.I. 1977)

qc - fs/qc (Schmertmann 1978)



PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 3

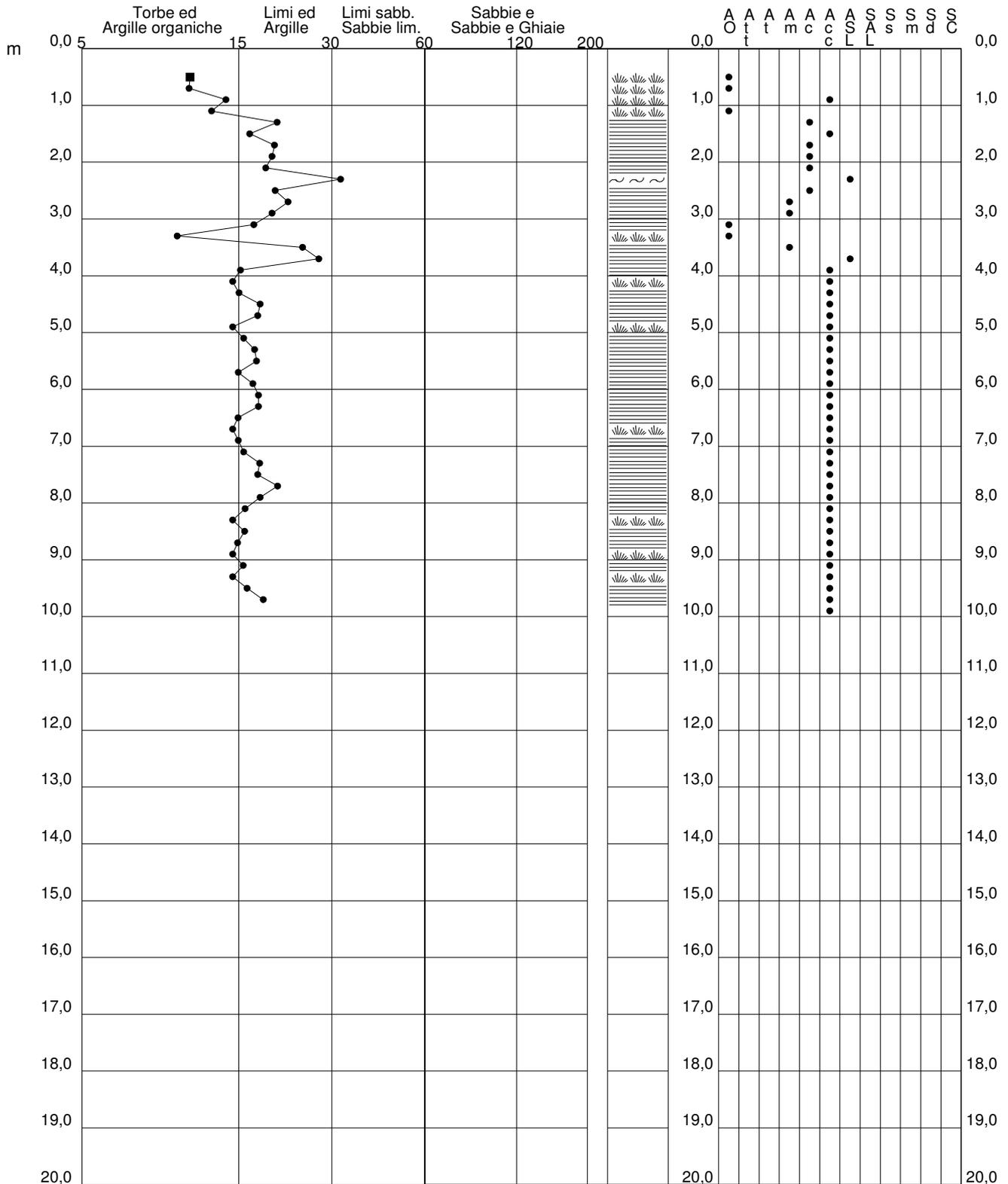
2.0105-157

- committente : A.C. di Arezzo
 - lavoro : pista ciclopedonale
 - località : Comune di Arezzo
 - assist. cantiere :

- data : 20/06/2023
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata

qc/fs (Begemann 1965 A.G.I. 1977)

qc - fs/qc (Schmertmann 1978)



PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 4

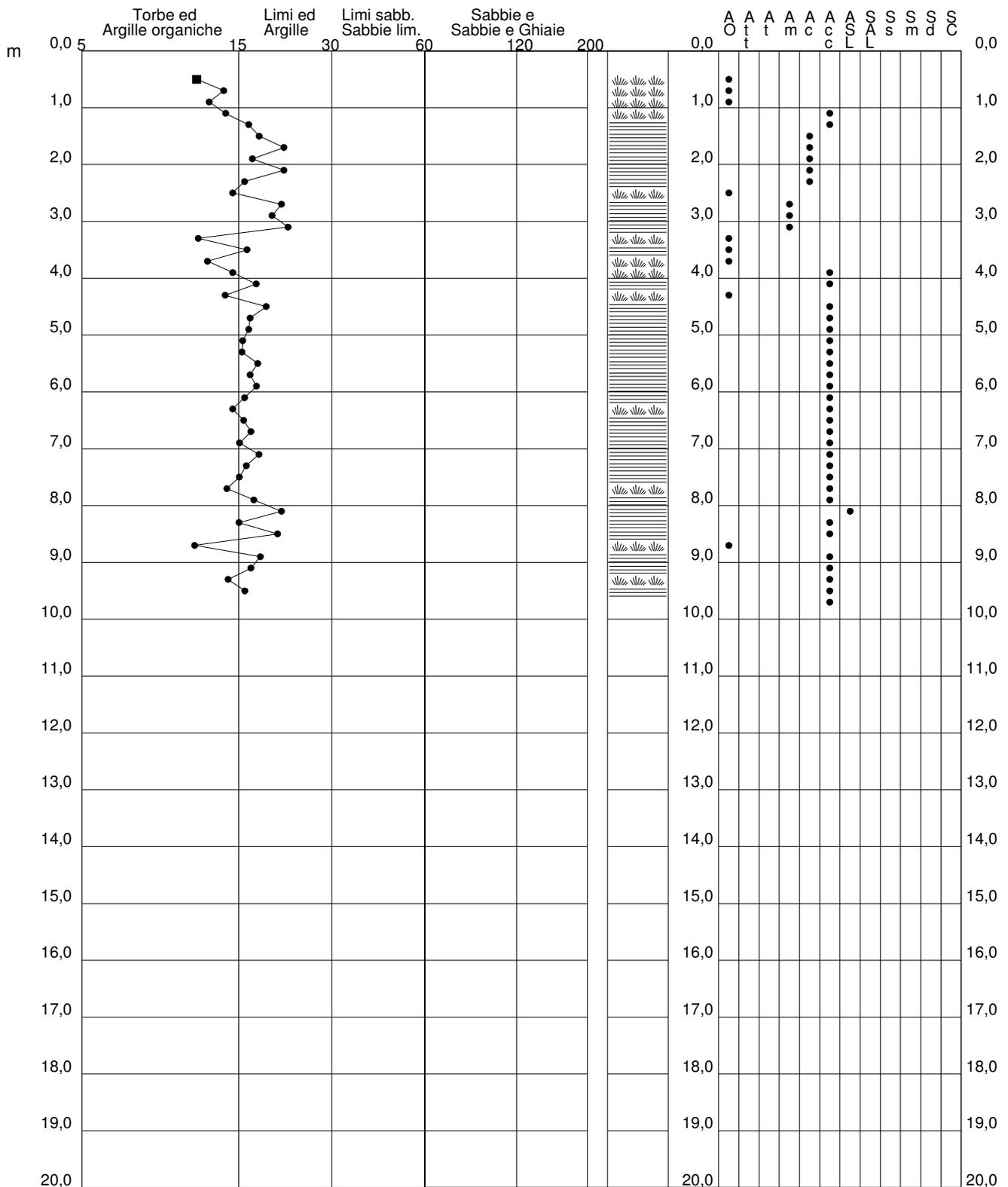
2.0105-157

- committente : A.C. di Arezzo
 - lavoro : pista ciclopedonale
 - località : Comune di Arezzo
 - assist. cantiere :

- data : 20/06/2023
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata

qc/fs (Begemann 1965 A.G.I. 1977)

qc - fs/qc (Schmertmann 1978)



PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 5

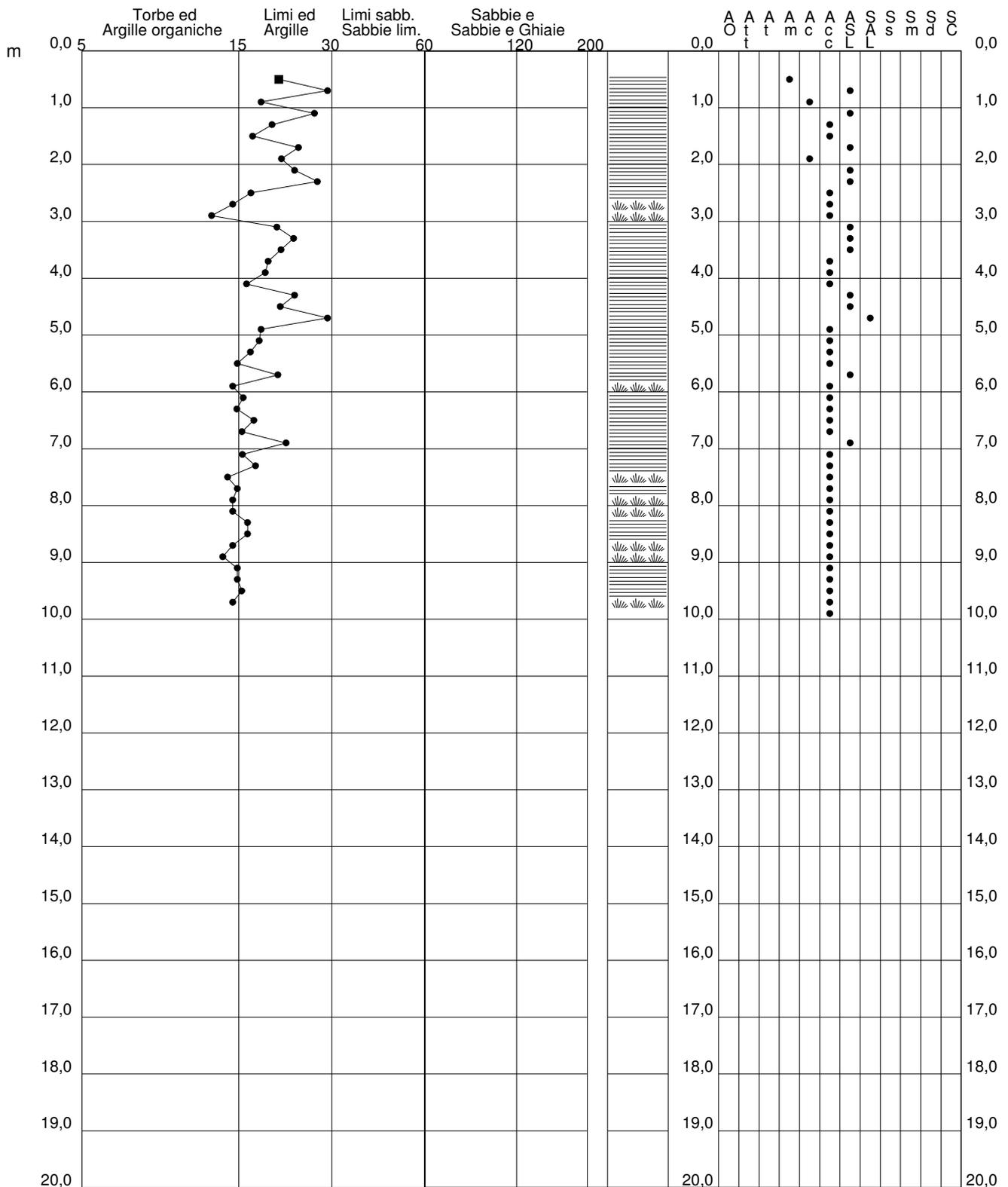
2.0105-157

- committente : A.C. di Arezzo
 - lavoro : pista ciclopedonale
 - località : Comune di Arezzo
 - assist. cantiere :

- data : 20/06/2023
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata

qc/fs (Begemann 1965 A.G.I. 1977)

qc - fs/qc (Schmertmann 1978)



PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 6

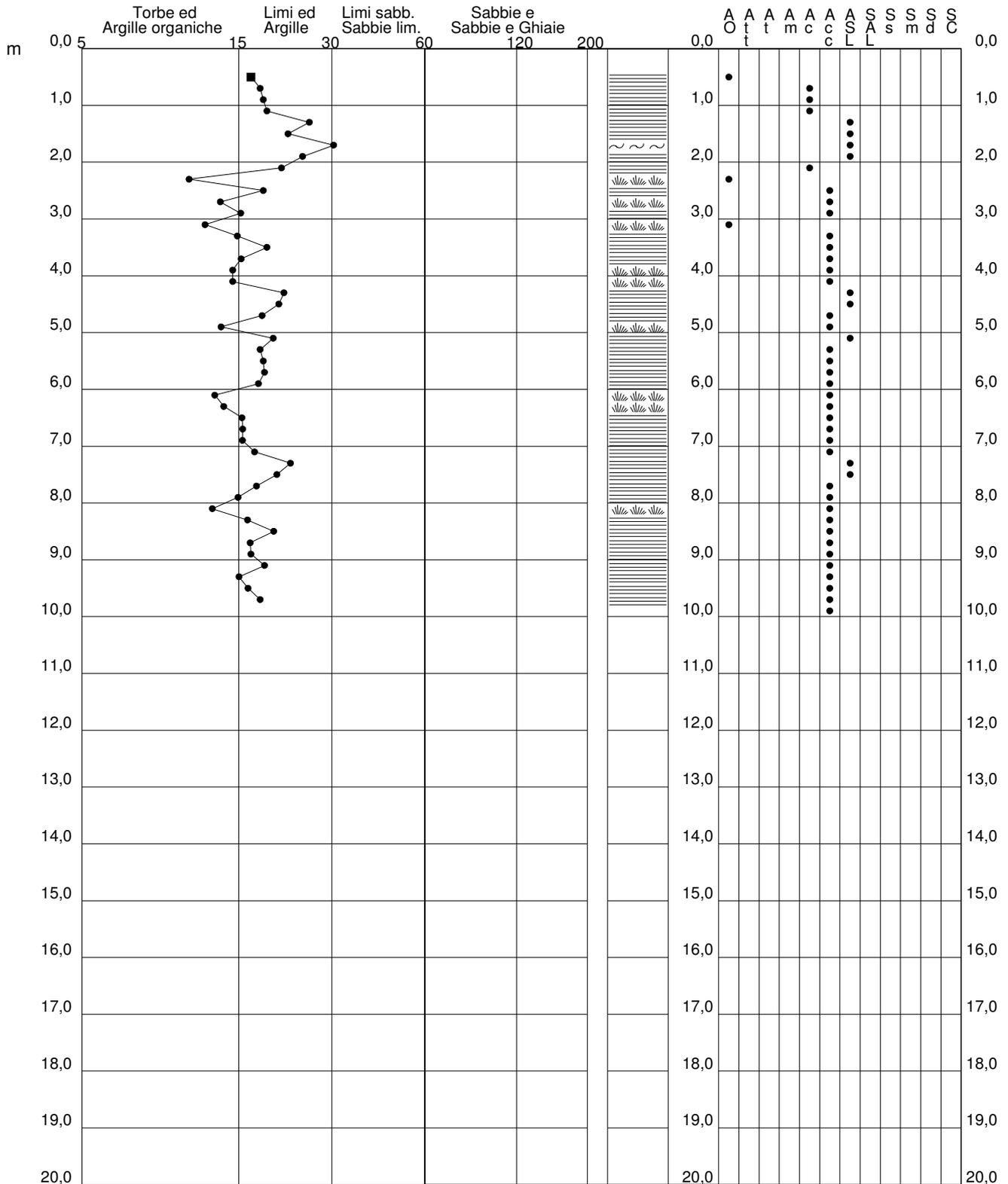
2.0105-157

- committente : A.C. di Arezzo
 - lavoro : pista ciclopedonale
 - località : Comune di Arezzo
 - assist. cantiere :

- data : 20/06/2023
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata

qc/fs (Begemann 1965 A.G.I. 1977)

qc - fs/qc (Schmertmann 1978)



PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.0105-157

- committente : A.C. di Arezzo
- lavoro : pista ciclopedonale
- località : Comune di Arezzo
- assist. cantiere :

- data : 20/06/2023
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : Falda non rilevata

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	qc kg/cm ²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	p'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	7	15	1***	1,85	0,11	0,35	26,4	14	21	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	16	27	2////	1,85	0,15	0,70	43,5	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	18	13	2////	1,85	0,19	0,75	36,1	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	15	17	2////	1,85	0,22	0,67	24,8	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	19	20	2////	1,85	0,26	0,78	24,7	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	18	22	2////	1,85	0,30	0,75	20,1	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	25	19	4////	1,85	0,33	0,91	22,0	155	232	75	51	35	37	40	42	35	28	0,107	42	63	75	
2,00	29	27	4////	1,85	0,37	0,98	21,3	167	251	87	54	36	38	40	42	36	29	0,114	48	73	87	
2,20	35	29	4////	1,85	0,41	1,17	23,4	198	298	105	58	36	38	40	43	36	29	0,125	58	88	105	
2,40	27	14	4////	1,85	0,44	0,95	16,2	161	242	81	47	35	37	39	42	34	28	0,096	45	68	81	
2,60	28	21	4////	1,85	0,48	0,97	15,0	164	246	84	46	34	37	39	42	34	28	0,094	47	70	84	
2,80	20	11	4////	1,85	0,52	0,80	10,8	136	204	60	33	33	35	38	41	32	27	0,064	33	50	60	
3,00	18	10	2////	1,85	0,55	0,75	9,1	132	198	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	27	20	4////	1,85	0,59	0,95	11,3	161	242	81	40	34	36	39	41	33	28	0,079	45	68	81	
3,40	32	18	4////	1,85	0,63	1,07	12,1	181	272	96	44	34	37	39	42	33	29	0,090	53	80	96	
3,60	30	18	4////	1,85	0,67	1,00	10,4	170	255	90	41	34	36	39	41	33	29	0,081	50	75	90	
3,80	30	20	4////	1,85	0,70	1,00	9,8	171	256	90	39	33	36	38	41	32	29	0,078	50	75	90	
4,00	28	19	4////	1,85	0,74	0,97	8,8	175	263	84	36	33	36	38	41	32	28	0,070	47	70	84	
4,20	27	17	4////	1,85	0,78	0,95	8,0	186	279	81	33	33	35	38	41	31	28	0,064	45	68	81	
4,40	33	18	4////	1,85	0,81	1,10	9,1	193	290	99	39	33	36	38	41	32	29	0,077	55	83	99	
4,60	30	15	4////	1,85	0,85	1,00	7,7	207	310	90	35	33	35	38	41	31	29	0,068	50	75	90	
4,80	28	14	4////	1,85	0,89	0,97	7,0	223	335	84	31	32	35	38	40	31	28	0,060	47	70	84	
5,00	29	18	4////	1,85	0,93	0,98	6,8	235	352	87	31	32	35	38	41	31	29	0,061	48	73	87	
5,20	29	20	4////	1,85	0,96	0,98	6,5	249	373	87	30	32	35	38	40	30	29	0,059	48	73	87	
5,40	30	18	4////	1,85	1,00	1,00	6,3	260	391	90	31	32	35	38	40	30	29	0,059	50	75	90	
5,60	31	20	4////	1,85	1,04	1,03	6,3	271	406	93	31	32	35	38	40	30	29	0,060	52	78	93	
5,80	31	22	4////	1,85	1,07	1,03	6,0	284	426	93	30	32	35	38	40	30	29	0,058	52	78	93	
6,00	31	29	4////	1,85	1,11	1,03	5,7	298	446	93	29	32	35	37	40	30	29	0,056	52	78	93	
6,20	31	17	4////	1,85	1,15	1,03	5,5	311	466	93	28	32	35	37	40	30	29	0,054	52	78	93	
6,40	26	19	4////	1,85	1,18	0,93	4,6	330	494	78	22	31	34	37	40	29	28	0,041	43	65	78	
6,60	27	19	4////	1,85	1,22	0,95	4,6	340	510	81	22	31	34	37	40	29	28	0,042	45	68	81	
6,80	25	17	4////	1,85	1,26	0,91	4,2	351	527	75	19	31	33	36	39	28	28	0,036	42	63	75	
7,00	25	17	4////	1,85	1,30	0,91	4,0	361	542	75	18	31	33	36	39	28	28	0,034	42	63	75	
7,20	22	16	4////	1,85	1,33	0,85	3,6	376	564	66	13	30	33	36	39	27	28	0,025	37	55	66	
7,40	26	21	4////	1,85	1,37	0,93	3,9	385	577	78	18	31	33	36	39	28	28	0,034	43	65	78	
7,60	26	19	4////	1,85	1,41	0,93	3,7	397	595	78	17	30	33	36	39	28	28	0,033	43	65	78	
7,80	25	21	4////	1,85	1,44	0,91	3,5	407	611	75	15	30	33	36	39	27	28	0,030	42	63	75	
8,00	23	19	4////	1,85	1,48	0,87	3,2	412	618	69	12	30	33	36	39	27	28	0,024	38	58	69	
8,20	23	18	4////	1,85	1,52	0,87	3,1	419	629	69	11	30	33	36	39	26	28	0,023	38	58	69	
8,40	21	17	4////	1,85	1,55	0,82	2,8	417	625	63	8	29	32	35	39	26	27	0,017	35	53	63	
8,60	22	17	4////	1,85	1,59	0,85	2,9	427	641	66	9	29	32	35	39	26	28	0,018	37	55	66	
8,80	24	20	4////	1,85	1,63	0,89	2,9	442	663	72	11	30	33	36	39	26	28	0,022	40	60	72	
9,00	25	14	4////	1,85	1,66	0,91	2,9	452	678	75	12	30	33	36	39	26	28	0,024	42	63	75	
9,20	26	16	4////	1,85	1,70	0,93	2,9	462	693	78	13	30	33	36	39	26	28	0,025	43	65	78	
9,40	24	15	4////	1,85	1,74	0,89	2,7	458	687	72	9	29	32	35	39	26	28	0,020	40	60	72	
9,60	25	18	4////	1,85	1,78	0,91	2,7	468	702	75	10	29	32	36	39	26	28	0,021	42	63	75	
9,80	35	19	4////	1,85	1,81	1,17	3,6	512	768	105	21	31	34	37	40	28	29	0,041	58	88	105	
10,00	36	16	4////	1,85	1,85	1,20	3,7	522	783	108	22	31	34	37	40	28	30	0,042	60	90	108	
10,20	42	19	4////	1,85	1,89	1,40	4,3	527	790	126	27	32	34	37	40	29	30	0,051	70	105	126	
10,40	46	20	4////	1,85	1,92	1,53	4,7	535	802	138	29	32	35	37	40	29	31	0,056	77	115	138	
10,60	47	19	4////	1,85	1,96	1,57	4,7	545	817	141	30	32	35	37	40	29	31	0,057	78	118	141	
10,80	51	19	4////	1,85	2,00	1,70	5,1	549	824	153	32	32	35	38	41	29	31	0,062	85	128	153	
11,00	44	--	3:////	1,85	2,03	--	--	--	--	--	26	32	34	37	40	28	31	0,050	73	110	132	

PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

2.0105-157

- committente : A.C. di Arezzo
- lavoro : pista ciclopedonale
- località : Comune di Arezzo
- assist. cantiere :

- data : 20/06/2023
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : Falda non rilevata

NATURA COESIVA												NATURA GRANULARE										
Prof. m	qc kg/cm ²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	p'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	7	17	2////	1,85	0,11	0,35	26,4	59	89	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	19	15	2////	1,85	0,15	0,78	49,8	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	20	17	4///	1,85	0,19	0,80	39,2	136	204	60	58	36	38	40	43	37	27	0,125	33	50	60	
1,20	22	24	4///	1,85	0,22	0,85	33,4	144	216	66	57	36	38	40	43	37	28	0,121	37	55	66	
1,40	27	18	4///	1,85	0,26	0,95	31,8	161	242	81	60	36	38	41	43	37	28	0,130	45	68	81	
1,60	29	24	4///	1,85	0,30	0,98	28,1	167	251	87	59	36	38	40	43	37	29	0,128	48	73	87	
1,80	38	18	4///	1,85	0,33	1,27	33,4	215	323	114	66	37	39	41	43	38	30	0,146	63	95	114	
2,00	30	22	4///	1,85	0,37	1,00	21,8	170	255	90	55	36	38	40	42	36	29	0,117	50	75	90	
2,20	36	27	4///	1,85	0,41	1,20	24,3	204	306	108	59	36	38	40	43	36	30	0,127	60	90	108	
2,40	30	15	4///	1,85	0,44	1,00	17,3	170	255	90	50	35	37	40	42	35	29	0,105	50	75	90	
2,60	39	21	4///	1,85	0,48	1,30	21,8	221	332	117	57	36	38	40	43	36	30	0,124	65	98	117	
2,80	40	32	3:::	1,85	0,52	--	--	--	--	--	57	36	38	40	43	36	30	0,121	67	100	120	
3,00	36	23	4///	1,85	0,55	1,20	16,5	204	306	108	51	35	37	40	42	35	30	0,107	60	90	108	
3,20	30	30	4///	1,85	0,59	1,00	12,1	170	255	90	43	34	36	39	41	33	29	0,088	50	75	90	
3,40	36	32	3:::	1,85	0,63	--	--	--	--	--	48	35	37	39	42	34	30	0,099	60	90	108	
3,60	35	29	4///	1,85	0,67	1,17	12,7	198	298	105	46	34	37	39	42	33	29	0,094	58	88	105	
3,80	33	25	4///	1,85	0,70	1,10	11,0	187	281	99	42	34	36	39	41	33	29	0,086	55	83	99	
4,00	31	19	4///	1,85	0,74	1,03	9,5	178	267	93	39	33	36	38	41	32	29	0,078	52	78	93	
4,20	30	16	4///	1,85	0,78	1,00	8,6	184	276	90	37	33	36	38	41	32	29	0,072	50	75	90	
4,40	31	17	4///	1,85	0,81	1,03	8,5	193	290	93	37	33	36	38	41	32	29	0,072	52	78	93	
4,60	29	17	4///	1,85	0,85	0,98	7,5	208	312	87	33	33	35	38	41	31	29	0,065	48	73	87	
4,80	30	20	4///	1,85	0,89	1,00	7,3	220	329	90	34	33	35	38	41	31	29	0,065	50	75	90	
5,00	33	22	4///	1,85	0,93	1,10	7,8	224	336	99	36	33	36	38	41	31	29	0,070	55	83	99	
5,20	32	21	4///	1,85	0,96	1,07	7,1	240	359	96	34	33	35	38	41	31	29	0,066	53	80	96	
5,40	30	20	4///	1,85	1,00	1,00	6,3	260	391	90	31	32	35	38	40	30	29	0,059	50	75	90	
5,60	29	22	4///	1,85	1,04	0,98	5,9	276	414	87	29	32	35	37	40	30	29	0,055	48	73	87	
5,80	32	22	4///	1,85	1,07	1,07	6,2	281	421	96	31	32	35	38	40	30	29	0,060	53	80	96	
6,00	31	20	4///	1,85	1,11	1,03	5,7	298	446	93	29	32	35	37	40	30	29	0,056	52	78	93	
6,20	32	20	4///	1,85	1,15	1,07	5,7	308	461	96	29	32	35	37	40	30	29	0,057	53	80	96	
6,40	29	18	4///	1,85	1,18	0,98	5,0	327	490	87	25	32	34	37	40	29	29	0,048	48	73	87	
6,60	26	18	4///	1,85	1,22	0,93	4,5	341	511	78	21	31	34	37	40	28	28	0,040	43	65	78	
6,80	28	19	4///	1,85	1,26	0,97	4,5	351	526	84	23	31	34	37	40	29	28	0,043	47	70	84	
7,00	29	19	4///	1,85	1,30	0,98	4,4	361	542	87	23	31	34	37	40	29	29	0,044	48	73	87	
7,20	30	21	4///	1,85	1,33	1,00	4,4	372	558	90	24	31	34	37	40	29	29	0,045	50	75	90	
7,40	30	21	4///	1,85	1,37	1,00	4,2	382	574	90	23	31	34	37	40	28	29	0,044	50	75	90	
7,60	29	23	4///	1,85	1,41	0,98	4,0	392	588	87	21	31	34	37	40	28	29	0,040	48	73	87	
7,80	28	18	4///	1,85	1,44	0,97	3,8	406	610	84	19	31	34	36	40	28	28	0,037	47	70	84	
8,00	25	21	4///	1,85	1,48	0,91	3,4	416	624	75	15	30	33	36	39	27	28	0,029	42	63	75	
8,20	26	21	4///	1,85	1,52	0,93	3,4	426	640	78	16	30	33	36	39	27	28	0,030	43	65	78	
8,40	27	18	4///	1,85	1,55	0,95	3,4	437	655	81	16	30	33	36	39	27	28	0,031	45	68	81	
8,60	26	16	4///	1,85	1,59	0,93	3,2	443	664	78	14	30	33	36	39	27	28	0,028	43	65	78	
8,80	26	18	4///	1,85	1,63	0,93	3,1	450	674	78	14	30	33	36	39	27	28	0,027	43	65	78	
9,00	25	17	4///	1,85	1,66	0,91	2,9	452	678	75	12	30	33	36	39	26	28	0,024	42	63	75	
9,20	24	16	4///	1,85	1,70	0,89	2,8	453	680	72	10	29	32	36	39	26	28	0,020	40	60	72	
9,40	24	12	4///	1,85	1,74	0,89	2,7	458	687	72	9	29	32	35	39	26	28	0,020	40	60	72	
9,60	31	12	4///	1,85	1,78	1,03	3,2	494	740	93	18	30	33	36	39	27	29	0,034	52	78	93	
9,80	40	18	4///	1,85	1,81	1,33	4,3	506	760	120	26	32	34	37	40	29	30	0,050	67	100	120	
10,00	45	20	4///	1,85	1,85	1,50	4,8	513	769	135	30	32	35	37	40	29	31	0,057	75	113	135	
10,20	48	18	4///	1,85	1,89	1,60	5,1	519	779	144	31	32	35	38	41	29	31	0,060	80	120	144	
10,40	44	--	3:::	1,85	1,92	--	--	--	--	--	28	32	35	37	40	29	31	0,053	73	110	132	

PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 4

2.0105-157

- committente : A.C. di Arezzo
 - lavoro : pista ciclopedonale
 - località : Comune di Arezzo
 - assist. cantiere :

- data : 20/06/2023
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata

											NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE									
Prof. m	qc kg/cm ²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	p'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²									
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--								
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--								
0,60	10	12	2////	1,85	0,11	0,50	41,2	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--									
0,80	15	14	2////	1,85	0,15	0,67	41,2	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--									
1,00	16	13	2////	1,85	0,19	0,70	32,9	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--									
1,20	19	14	2////	1,85	0,22	0,78	30,0	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--									
1,40	18	17	2////	1,85	0,26	0,75	23,7	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--									
1,60	17	18	2////	1,85	0,30	0,72	19,2	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--									
1,80	16	22	2////	1,85	0,33	0,70	15,8	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--									
2,00	15	17	2////	1,85	0,37	0,67	13,1	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--									
2,20	16	22	2////	1,85	0,41	0,70	12,3	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--									
2,40	12	16	2////	1,85	0,44	0,57	8,6	105	158	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--									
2,60	10	15	2////	1,85	0,48	0,50	6,6	123	185	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--									
2,80	10	21	2////	1,85	0,52	0,50	6,0	137	206	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--									
3,00	8	20	2////	1,85	0,55	0,40	4,2	155	232	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--									
3,20	9	22	2////	1,85	0,59	0,45	4,5	165	248	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--									
3,40	7	12	1****	1,85	0,63	0,35	3,0	35	52	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--									
3,60	10	17	2////	1,85	0,67	0,50	4,4	186	279	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--									
3,80	10	12	2////	1,85	0,70	0,50	4,1	196	294	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--									
4,00	17	15	2////	1,85	0,74	0,72	6,1	195	292	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--									
4,20	19	18	2////	1,85	0,78	0,78	6,3	203	304	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--									
4,40	18	14	2////	1,85	0,81	0,75	5,7	219	328	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--									
4,60	23	19	4://	1,85	0,85	0,87	6,4	220	330	69	25	32	34	37	40	30	28	0,048	38	58	69									
4,80	25	17	4://	1,85	0,89	0,91	6,5	229	344	75	27	32	35	37	40	30	28	0,052	42	63	75									
5,00	27	17	4://	1,85	0,93	0,95	6,5	239	358	81	29	32	35	37	40	30	28	0,055	45	68	81									
5,20	28	16	4://	1,85	0,96	0,97	6,3	251	376	84	29	32	35	37	40	30	28	0,056	47	70	84									
5,40	30	16	4://	1,85	1,00	1,00	6,3	260	391	90	31	32	35	38	40	30	29	0,059	50	75	90									
5,60	30	18	4://	1,85	1,04	1,00	6,0	274	411	90	30	32	35	38	40	30	29	0,057	50	75	90									
5,80	25	17	4://	1,85	1,07	0,91	5,1	295	443	75	23	31	34	37	40	29	28	0,043	42	63	75									
6,00	25	18	4://	1,85	1,11	0,91	4,9	307	461	75	22	31	34	37	40	29	28	0,041	42	63	75									
6,20	24	16	4://	1,85	1,15	0,89	4,6	320	479	72	20	31	34	36	40	28	28	0,037	40	60	72									
6,40	23	15	4://	1,85	1,18	0,87	4,3	331	496	69	17	30	33	36	39	28	28	0,033	38	58	69									
6,60	26	16	4://	1,85	1,22	0,93	4,5	341	511	78	21	31	34	37	40	28	28	0,040	43	65	78									
6,80	24	17	4://	1,85	1,26	0,89	4,1	351	527	72	17	30	33	36	39	28	28	0,033	40	60	72									
7,00	20	16	4://	1,85	1,30	0,80	3,4	365	547	60	10	29	32	36	39	27	27	0,021	33	50	60									
7,20	23	18	4://	1,85	1,33	0,87	3,7	376	564	69	14	30	33	36	39	27	28	0,028	38	58	69									
7,40	21	17	4://	1,85	1,37	0,82	3,3	384	575	63	11	29	33	36	39	27	27	0,022	35	53	63									
7,60	21	16	4://	1,85	1,41	0,82	3,2	391	587	63	10	29	32	36	39	26	27	0,021	35	53	63									
7,80	23	14	4://	1,85	1,44	0,87	3,3	404	607	69	13	30	33	36	39	27	28	0,025	38	58	69									
8,00	28	17	4://	1,85	1,48	0,97	3,7	418	627	84	19	31	33	36	39	28	28	0,036	47	70	84									
8,20	30	21	4://	1,85	1,52	1,00	3,7	428	642	90	20	31	34	37	40	28	29	0,039	50	75	90									
8,40	22	16	4://	1,85	1,55	0,85	2,9	422	633	66	9	29	32	35	39	26	28	0,019	37	55	66									
8,60	25	21	4://	1,85	1,59	0,91	3,1	440	659	75	13	30	33	36	39	27	28	0,026	42	63	75									
8,80	22	11	4://	1,85	1,63	0,85	2,8	432	649	66	8	29	32	35	39	26	28	0,017	37	55	66									
9,00	30	18	4://	1,85	1,66	1,00	3,3	466	700	90	18	31	33	36	39	27	29	0,035	50	75	90									
9,20	32	17	4://	1,85	1,70	1,07	3,5	480	720	96	20	31	34	37	40	28	29	0,038	53	80	96									
9,40	30	15	4://	1,85	1,74	1,00	3,1	482	722	90	17	30	33	36	39	27	29	0,033	50	75	90									
9,60	35	16	4://	1,85	1,78	1,17	3,7	501	752	105	22	31	34	37	40	28	29	0,042	58	88	105									
9,80	37	--	3:::	1,85	1,81	--	--	--	--	--	23	31	34	37	40	28	30	0,044	62	93	111									

LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

PENETROMETRO STATICO tipo:

Caratteristiche:

- punta conica meccanica \varnothing 35.7 mm, angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$ - (area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$)
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (\varnothing 35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. Am. = 150 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 (lett. \Rightarrow spinta) $C_t = \text{spinta (Kg)} / \text{LETTURA al manometro}$

$$\text{fase 1 - resistenza alla punta} \quad q_c \text{ (Kg / cm}^2\text{)} = L_1 \times C_t / 10$$

$$\text{fase 2 - resistenza laterale locale} \quad f_s \text{ (Kg / cm}^2\text{)} = (L_2 - L_1) \times C_t / 150$$

$$\text{fase 3 - resistenza totale} \quad R_t \text{ (Kg)} = (L_t) \times C_t$$

$$q_c / f_s = \text{rapporto Begemann}$$

- L1. punta = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta (fase 1)

- L2. totale = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)

- Lt. aste = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta S (Kg) , corrispondente a ciascuna fase , si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione C_t .

N.B. : causa la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il manicotto laterale e la punta conica del penetrometro , la resistenza laterale locale f_s viene computata 20 cm sopra la punta .

CONVERSIONI

$$1 \text{ kN (kiloNewton)} = 1000 \text{ N} \approx 100 \text{ kg} = 0,1 \text{ t} - 1 \text{ MN (megaNewton)} = 1000 \text{ kN} = 1000000 \text{ N} \approx 100 \text{ t}$$

$$1 \text{ kPa (kiloPascal)} = 1 \text{ kN/m}^2 = 0,001 \text{ MN/m}^2 = 0,001 \text{ MPa} \approx 0,1 \text{ t/m}^2 = 0,01 \text{ kg/cm}^2$$

$$1 \text{ MPa (MegaPascal)} = 1 \text{ MN/m}^2 = 1000 \text{ kN/m}^2 = 1000 \text{ kPa} \approx 100 \text{ t / m}^2 = 10 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{kg/cm}^2 = 10 \text{ t/m}^2 \approx 100 \text{ kN/m}^2 = 100 \text{ kPa} = 0,1 \text{ MN/m}^2 = 0,1 \text{ Mpa}$$

$$1 \text{ t} = 1000 \text{ kg} \approx 10 \text{ kN}$$

LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

Valutazioni in base al rapporto: $F = (qc / fs)$

(Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977)

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = qc / fs$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F < 15$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 < F \leq 30$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 < F \leq 60$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

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

- 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

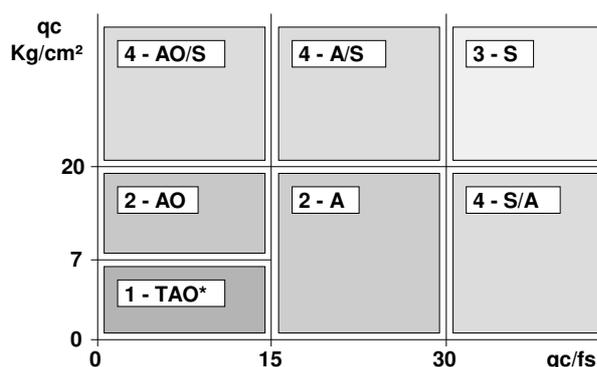
LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

SCELTE LITOLOGICHE (validità orientativa)

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto qc / fs (Begemann 1965 -Raccomandazioni A.G.I. 1977), prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

$qc \leq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni COESIVI anche se $(qc / fs) > 30$

$qc \geq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni GRANULARI anche se $(qc / fs) < 30$



NATURA LITOLOGICA

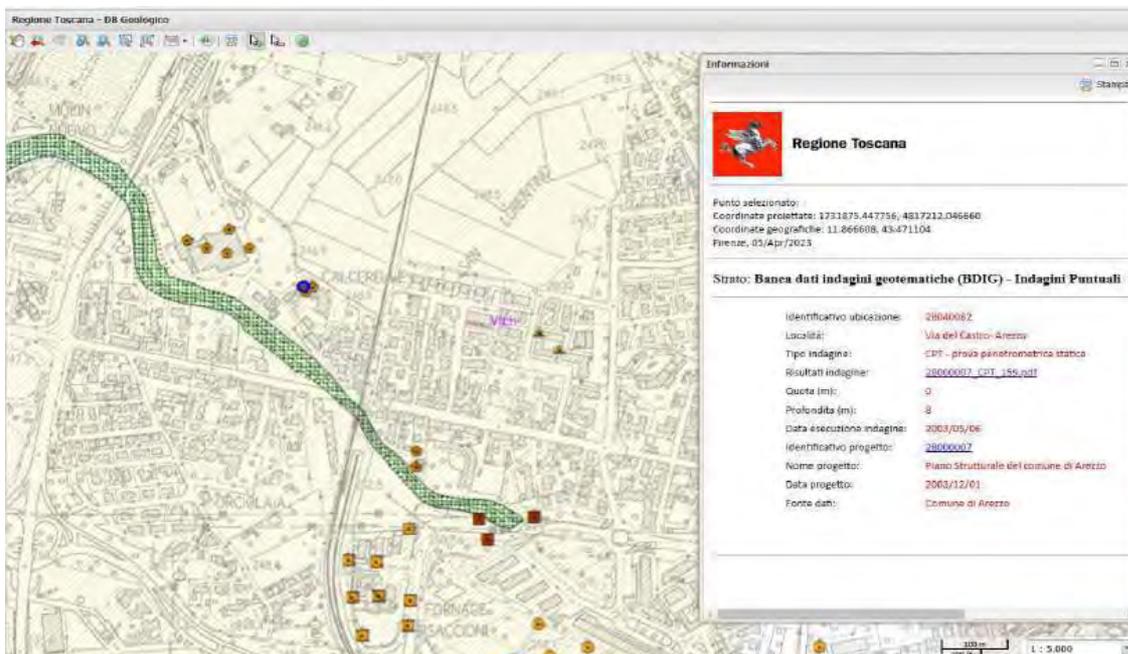
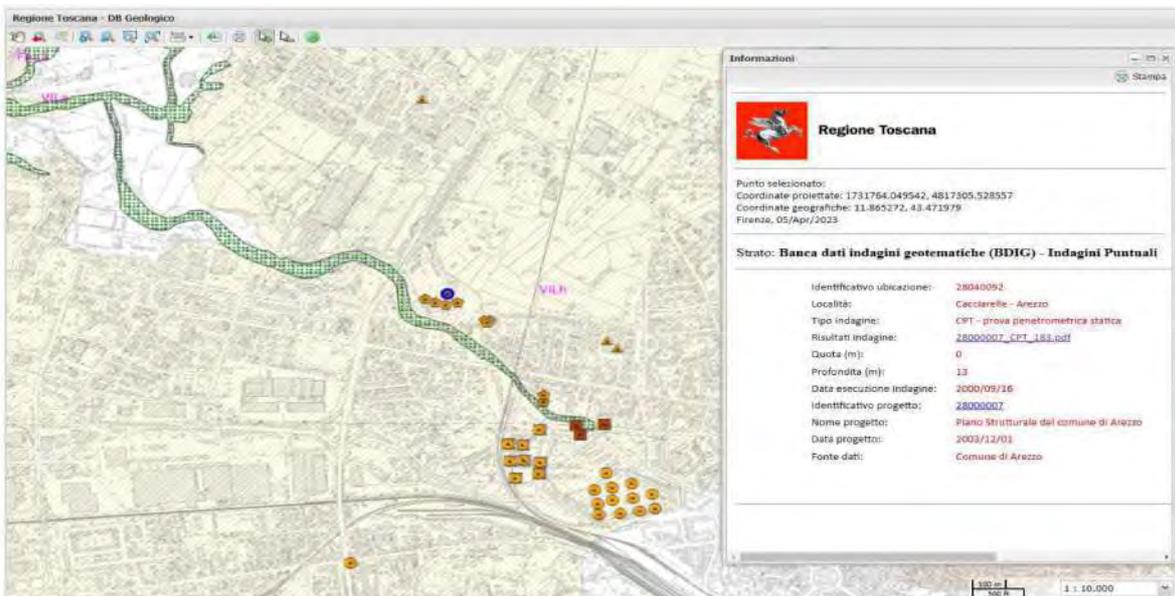
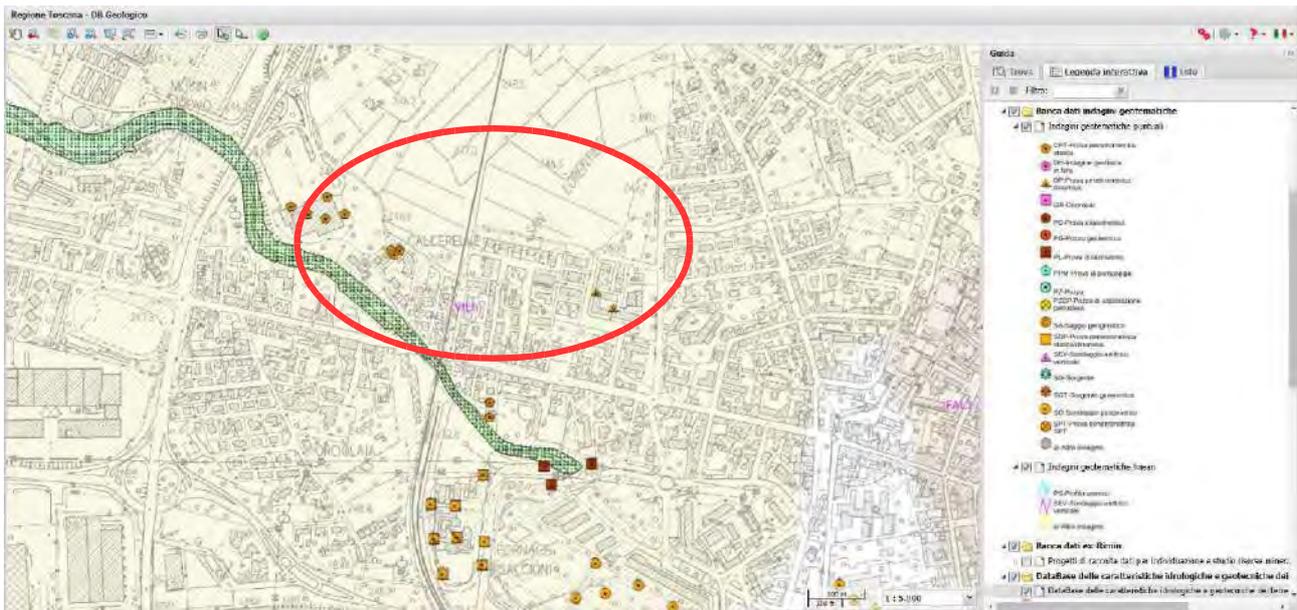
- 1 - COESIVA (TORBOSA) ALTA COMPRIMIBILITA'
- 2 - COESIVA IN GENERE
- 3 - GRANULARE
- 4 - COESIVA / GRANULARE

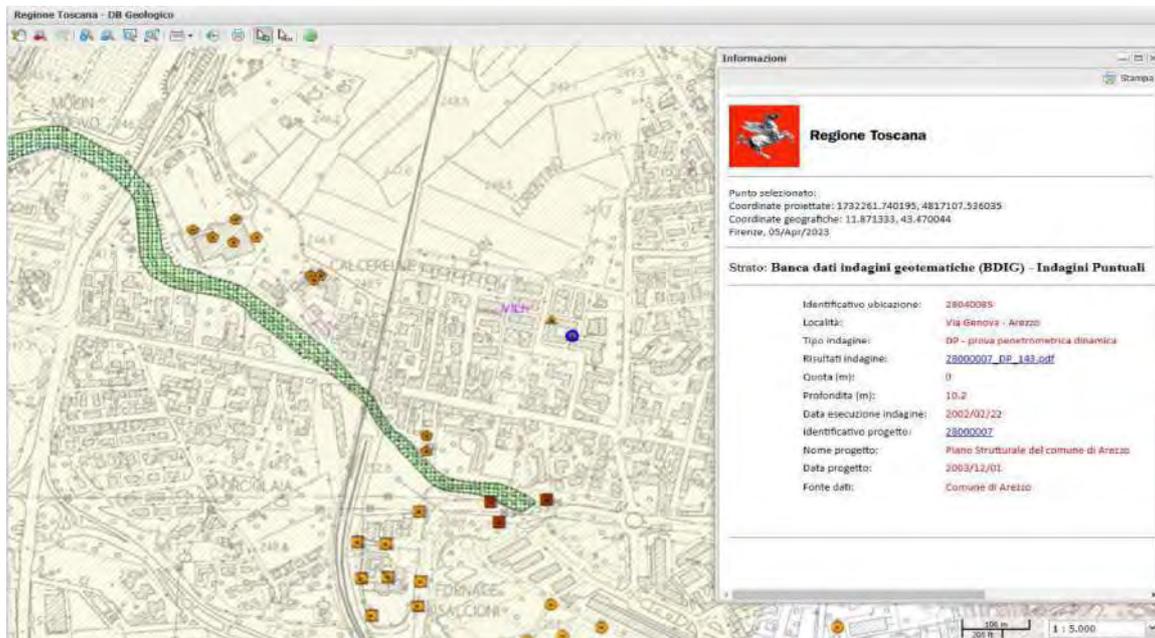
PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia

- γ = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ - qc - natura]
(Terzaghi & Peck 1967 -Bowles 1982)
- σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ)
- C_u = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : C_u - qc]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - C_u - σ'_{vo}]
(Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- E_u = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [correl. : E_u - C_u - OCR - I_p I_p = indice plastico]
 E_{u50} - E_{u25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico corrisp. al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - qc]
 E'_{50} - E'_{25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico corrisp. al 50-25% (coefficiente di sicurezza $F = 2 - 4$ rispettivamente)
(Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski et al. 1983)
- M_o = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : M_o - qc - natura]
(Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- D_r = densità relativa (terreni granulari N. C. - normalmente consolidati)
[correlazioni : D_r - qc - σ'_{vo}] (Schmertmann 1976)
- ϕ' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : ϕ' - D_r - qc - σ'_{vo}]
(Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976)
 ϕ'_{1s} - (Schmertmann) sabbia fine uniforme ϕ'_{2s} - sabbia media uniforme/ fine ben gradata
 ϕ'_{3s} - sabbia grossa uniforme/ media ben gradata
 ϕ'_{4s} - sabbia-ghiaia poco limosa/ ghiaietto unorme
- A_{max} = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)
(g = acc.gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (A_{max}/g) - D_r]

ALLEGATO 6a

Indagini disponibili da D.B. Geologico R.T.





PROVA PENETROMETRICA STATICA

LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

2:010496-013

committente: Studio di Geologia Dr. Domenico Manfredonia
 lavoro: Costruzione edificio
 località: Via del Castro - AREZZO
 note: Livello acqua non misurato nel foro

- data: 06/05/2003
 - quota inizio: Piano Campagna
 - prof. falda: Falda non rilevata
 - pagina: 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	---	---	---	0,80	---	4,20	26,0	44,0	26,0	1,33	19,0
0,40	29,0	41,0	29,0	2,13	14,0	4,40	23,0	43,0	23,0	1,47	16,0
0,60	13,0	45,0	13,0	0,20	65,0	4,60	30,0	52,0	30,0	1,73	17,0
0,80	12,0	15,0	12,0	0,60	20,0	4,80	30,0	56,0	30,0	2,07	15,0
1,00	22,0	31,0	22,0	1,20	18,0	5,00	31,0	62,0	31,0	1,73	18,0
1,20	13,0	31,0	13,0	0,93	14,0	5,20	35,0	61,0	35,0	1,20	29,0
1,40	10,0	24,0	10,0	1,00	10,0	5,40	49,0	67,0	49,0	2,00	24,0
1,60	16,0	31,0	16,0	0,67	24,0	5,60	31,0	61,0	31,0	1,87	17,0
1,80	15,0	25,0	15,0	0,80	19,0	5,80	30,0	58,0	30,0	1,80	17,0
2,00	10,0	22,0	10,0	0,73	14,0	6,00	26,0	53,0	26,0	1,60	16,0
2,20	8,0	19,0	8,0	0,67	12,0	6,20	32,0	56,0	32,0	1,73	18,0
2,40	9,0	19,0	9,0	0,73	12,0	6,40	33,0	59,0	33,0	1,87	18,0
2,80	10,0	21,0	10,0	0,93	11,0	6,60	30,0	58,0	30,0	1,80	17,0
2,80	8,0	22,0	8,0	0,80	10,0	6,80	26,0	53,0	26,0	1,53	17,0
3,00	8,0	20,0	8,0	0,60	13,0	7,00	28,0	51,0	28,0	1,33	21,0
3,20	16,0	25,0	16,0	0,67	24,0	7,20	38,0	58,0	38,0	1,07	36,0
3,40	14,0	24,0	14,0	0,53	26,0	7,40	34,0	50,0	34,0	1,87	18,0
3,60	16,0	24,0	16,0	0,60	27,0	7,60	34,0	62,0	34,0	1,80	19,0
3,80	18,0	27,0	18,0	0,80	22,0	7,80	35,0	62,0	35,0	2,07	17,0
4,00	22,0	34,0	22,0	1,20	18,0	8,00	30,0	61,0	30,0	---	---

TECNA - AREZZO

Dr. GIULIANO MORETTI
 P.I. ALESSANDRO GORINI
 Dr. MARCO PATRIGNANI

M. Patrignani

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 201 - (con anello allargatore) -
 COSTANTE DI TRASFORMAZIONE $Ct = 10$ - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 manicotto laterale (superficie 150 cm²)

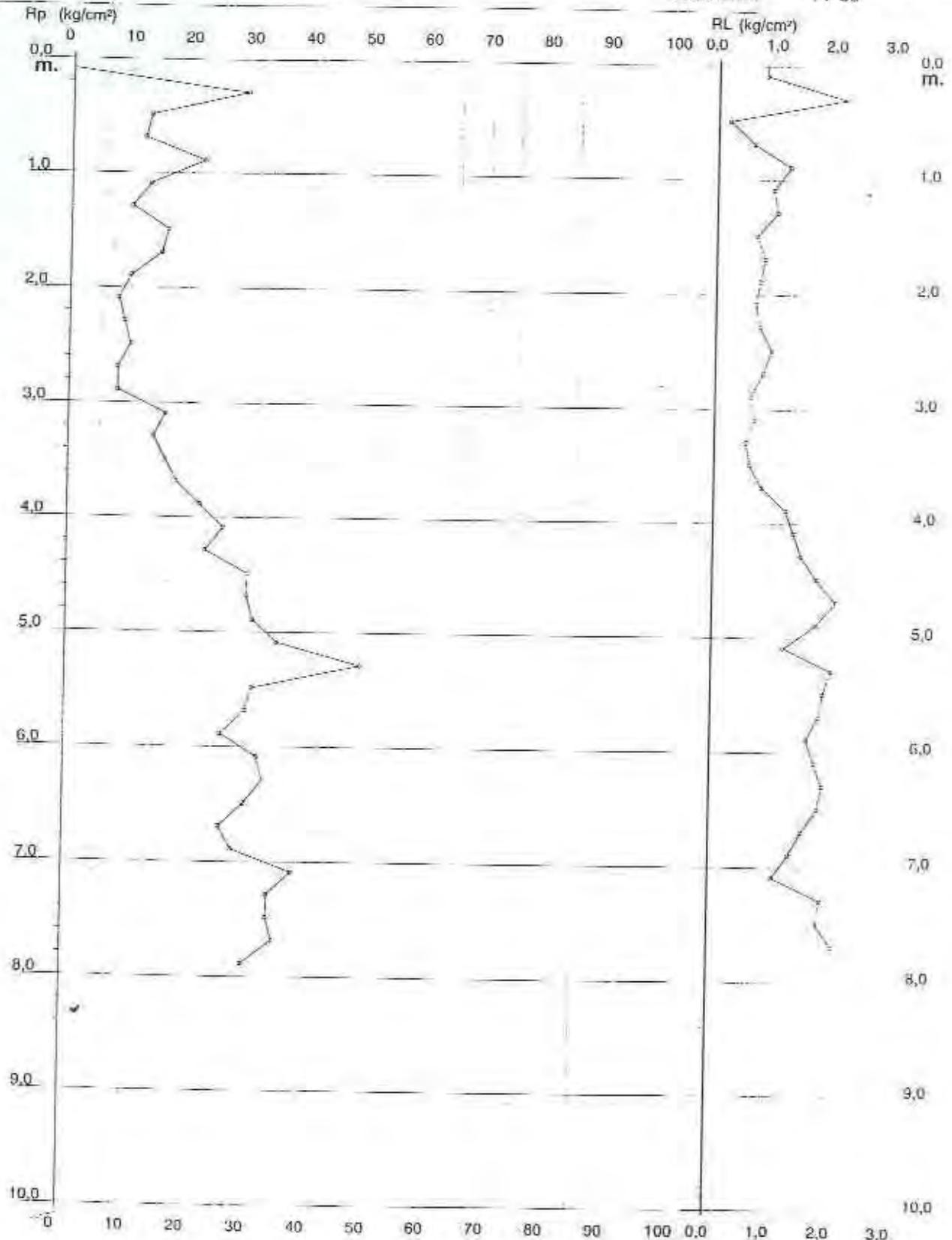
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
 DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 2

2.010496-013

- committente : Studio di Geologia Dr. Domenico Manfredonia
 - lavoro : Costruzione edificio
 - località : Via del Castro - AREZZO
 - note : Livello acqua non misurato nel foro

- data : 06/05/2003
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert. : 1 : 50



TECNA - AREZZO

Dr. GIULIANO MORETTI

P.I. ALESSANDRO GORINI

Dr. MARCO PATRIGNANI

M. Patrignani

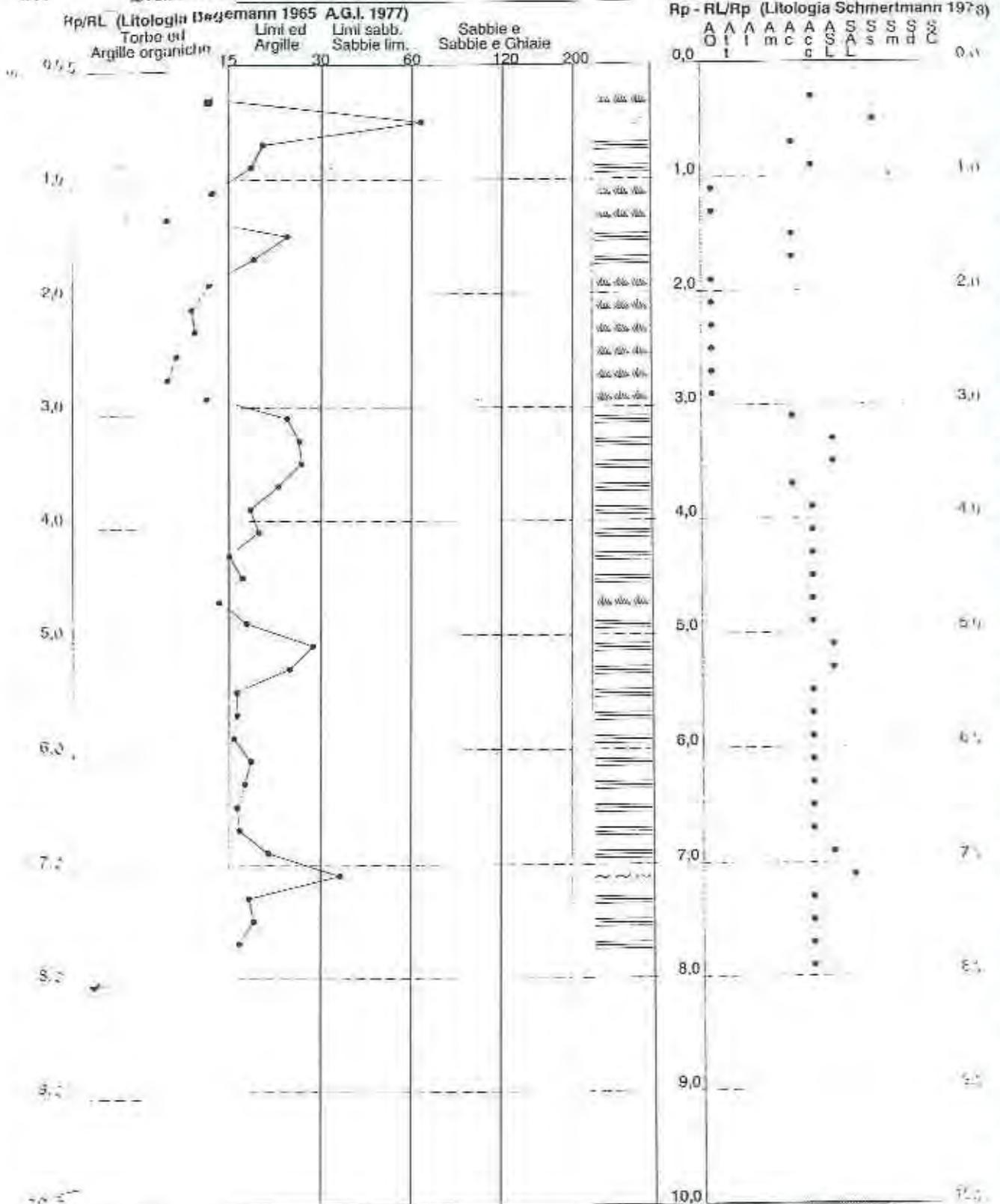
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 2

2.010496-013

Comitente: Studio di Geologia Dr. Domenico Manfredonia
CANTIERE: Costruzione edificio
Località: Via del Castro - AREZZO
Note: Livello acqua non misurato nel foro

- data: 06/05/2003
- quota inizio: Piano Campagna
- prof. falda: Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50



TECNA - AREZZO

Dr. GIULIANO MORETTI

P.I. ALESSANDRO GORINI

Dr. MARCO PATRIGNANI



Manfredonia

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 3

2.010496-013

committente : Studio di Geologia Dr. Domenico Manfredonia
 lavoro : Costruzione edificio
 località : Via del Castro - AREZZO
 note : Livello acqua non misurato nel foro

- data : 06/05/2003
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 2,00 m da quota inizio
 - pagina : 1

prf m	LP Kg/cm ²	LL Kg/cm ²	Rp Kg/cm ²	RL Kg/cm ²	Rp/RI	prf m	LP Kg/cm ²	LL Kg/cm ²	Rp Kg/cm ²	RL Kg/cm ²	Rp/RI
0,20	---	---	---	0,40	---	4,20	23,0	37,0	23,0	1,13	20,0
0,40	8,0	14,0	8,0	0,87	9,0	4,40	26,0	43,0	26,0	1,40	19,0
0,60	6,0	19,0	6,0	0,87	7,0	4,60	29,0	50,0	29,0	1,53	19,0
0,80	11,0	24,0	11,0	0,80	14,0	4,80	30,0	53,0	30,0	1,67	18,0
1,00	16,0	28,0	16,0	0,93	17,0	5,00	32,0	57,0	32,0	1,67	19,0
1,20	19,0	33,0	19,0	1,40	14,0	5,20	29,0	54,0	29,0	1,73	17,0
1,40	18,0	39,0	18,0	1,20	15,0	5,40	33,0	59,0	33,0	1,53	22,0
1,60	18,0	36,0	18,0	1,00	18,0	5,60	35,0	58,0	35,0	1,60	22,0
1,80	14,0	29,0	14,0	0,93	15,0	5,80	33,0	57,0	33,0	1,93	17,0
2,00	11,0	25,0	11,0	0,73	15,0	6,00	33,0	62,0	33,0	1,80	18,0
2,20	11,0	22,0	11,0	0,40	27,0	6,20	35,0	62,0	35,0	1,60	22,0
2,40	18,0	24,0	18,0	0,93	19,0	6,40	39,0	63,0	39,0	2,00	20,0
2,60	27,0	41,0	27,0	0,60	45,0	6,60	28,0	58,0	28,0	1,93	14,0
2,80	21,0	30,0	21,0	1,53	14,0	6,80	36,0	65,0	36,0	2,60	14,0
3,00	34,0	57,0	34,0	0,53	64,0	7,00	30,0	69,0	30,0	1,13	26,0
3,20	32,0	40,0	32,0	0,87	37,0	7,20	36,0	63,0	36,0	1,20	30,0
3,40	23,0	36,0	23,0	0,40	57,0	7,40	33,0	51,0	33,0	1,93	17,0
3,60	45,0	51,0	45,0	1,13	40,0	7,60	33,0	62,0	33,0	1,00	33,0
3,80	18,0	35,0	18,0	1,00	18,0	7,80	35,0	50,0	35,0	1,60	22,0
4,00	22,0	37,0	22,0	0,93	24,0	8,00	37,0	61,0	37,0	---	---

TECNA - AREZZO

Dr. GIULIANO MORETTI
 P.I. ALESSANDRO GORINI
 Dr. MARCO PATRIGNANI

M. Patrignani

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Bogemann $\sigma = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

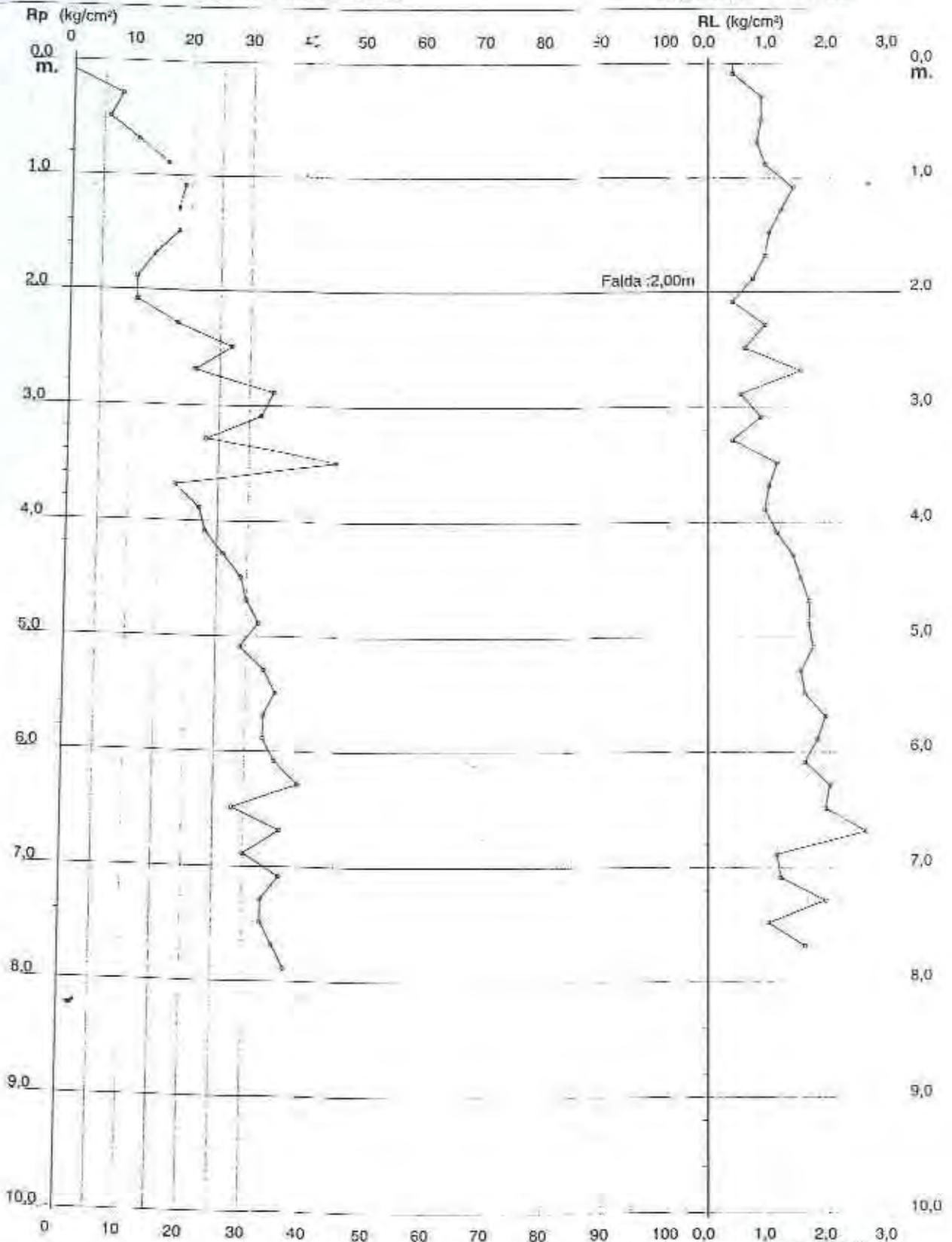
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

2.010496-013

- committente : Studio di Geologia Dr. Domenico Manfredonia
- lavoro : Costruzione edificio
- localit  : Via del Castro - AREZZO
- note : Livello acqua non misurato nel foro

- data : 06/05/2003
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,00 m da quota inizio
- scala vert. : 1 : 50



TECNA - AREZZO

Dr. GIULIANO MORETTI
 P.I. ALESSANDRO GORINI
 Dr. MARCO PATRIGNANI

1/10/2/10

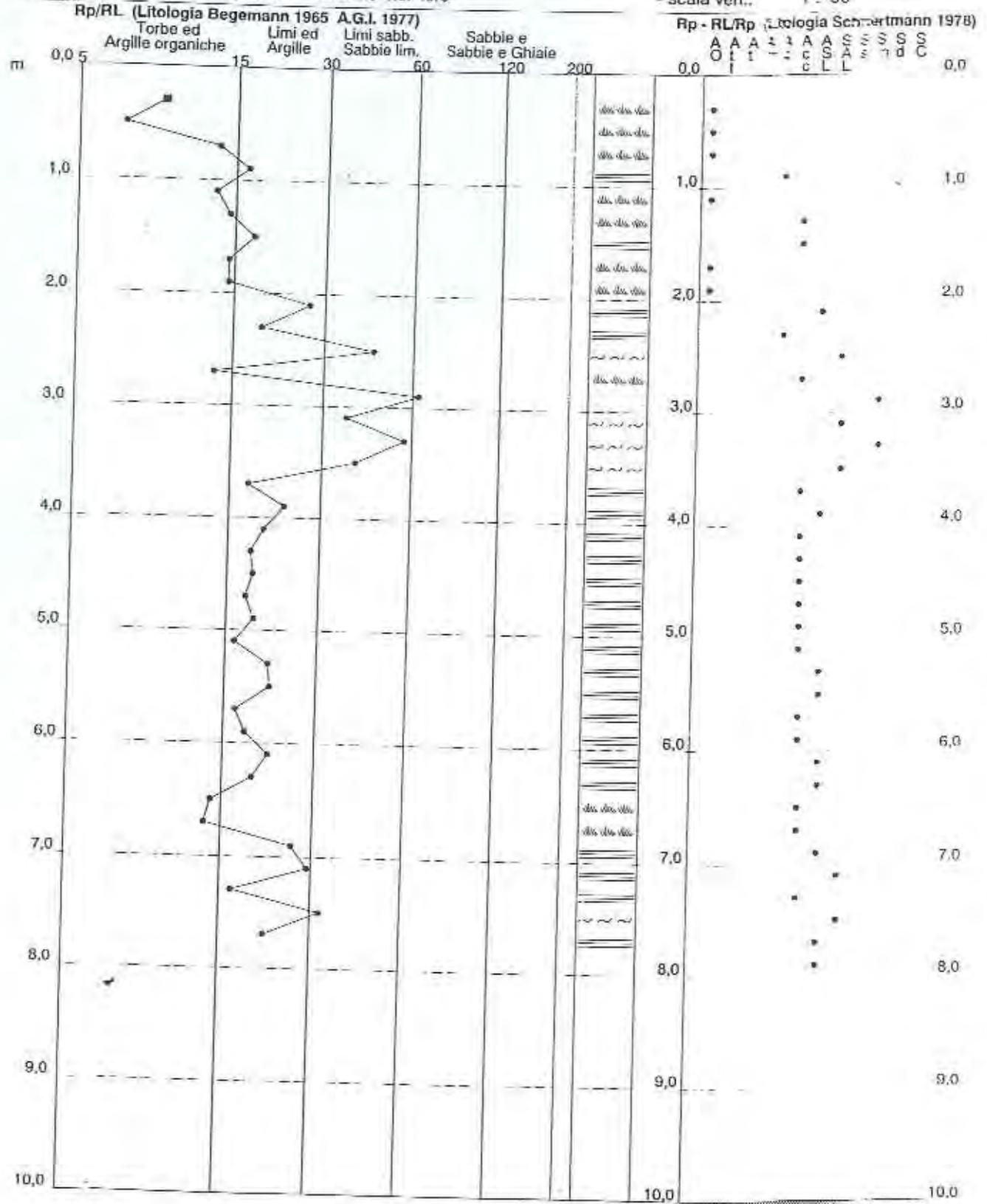
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 3

10496-013

- committente : Studio di Geologia Dr. Domenico Manfredonia
 - lavoro : Costruzione edificio
 - località : Via del Castro - AREZZO
 - note : Livello acqua non misurato nel foro

- data : 06/05/2003
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 2,00 m da quota inizio
 - scala vert.: 1 : 50



TECNA - AREZZO

Dr. GIULIANO MORETTI

P.I. ALESSANDRO GORINI

Dr. MARCO PATRIGNANI

M.A.I.

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

CPT 3

2.010496-013

committente : Studio di Geologia Dr. Domenico Manfredonia
lavoro : Costruzione edificio
località : Via del Castro - AREZZO
note : Livello acqua non misurato nel foro

- data : 06/05/2003
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,00 m da quota inizio
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/10 (-)	Natura	V' Vin²	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	σ1s (°)	σ2s (°)	σ3s (°)	σ4s (°)	σdm (°)	σvm (°)	Amax/γ (-)	E50 kg/cm²	E25 kg/cm²	Mo kg/cm²	
0,20	—	—	???	1,85	0,04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,40	8	9	2/III	1,85	0,07	0,40	51,7	68	102	35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0,60	6	7	1/III	1,85	0,11	0,30	21,8	12	18	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0,80	11	14	2/III	1,85	0,15	0,54	31,4	91	137	42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1,00	16	17	2/III	1,85	0,19	0,70	32,9	118	177	52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1,20	19	14	2/III	1,85	0,22	0,78	30,0	132	198	58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1,40	19	15	2/III	1,85	0,26	0,75	23,7	128	191	56	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1,60	18	18	2/III	1,85	0,30	0,75	20,1	128	191	58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1,80	14	15	2/III	1,85	0,33	0,64	14,1	108	162	48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2,00	11	15	2/III	0,91	0,35	0,54	10,7	91	137	42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2,20	11	27	2/III	0,91	0,37	0,54	10,0	91	137	42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2,40	19	19	2/III	0,98	0,39	0,75	14,3	128	191	56	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2,60	27	45	3/III	0,87	0,41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2,80	21	14	4/II	0,93	0,42	0,82	14,4	140	210	63	49	35	37	39	42	35	28	0,101	45	68	81	
3,00	34	64	3/III	0,89	0,44	—	—	—	—	—	39	33	36	38	41	33	27	0,078	35	53	63	
3,20	32	37	3/III	0,88	0,46	—	—	—	—	—	55	36	36	40	42	36	29	0,116	57	85	102	
3,40	23	57	3/III	0,60	0,48	—	—	—	—	—	52	35	37	40	42	35	29	0,109	53	80	96	
3,60	45	40	3/III	0,91	0,50	—	—	—	—	—	40	34	36	38	41	33	28	0,079	38	54	69	
3,80	18	18	2/III	0,98	0,52	0,75	10,0	128	191	56	62	37	39	41	43	36	31	0,135	75	113	135	
4,00	22	24	4/II	0,93	0,53	0,85	11,2	144	216	66	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
4,20	23	20	4/II	0,94	0,55	0,87	11,0	148	221	69	35	33	35	38	41	32	28	0,069	37	55	68	
4,40	26	19	4/II	0,95	0,57	0,90	11,5	158	237	78	38	33	36	38	41	32	28	0,071	38	55	69	
4,60	29	19	4/II	0,96	0,59	0,99	11,9	167	251	87	39	34	36	38	41	33	28	0,078	43	65	87	
4,80	39	18	4/II	0,96	0,61	1,00	11,8	170	255	90	42	34	36	39	41	33	29	0,085	48	73	90	
5,00	32	19	4/II	0,97	0,63	1,07	12,1	181	272	96	43	34	36	39	41	33	29	0,086	50	75	90	
5,20	29	17	4/II	0,96	0,65	0,99	10,6	167	251	87	44	34	37	39	42	33	29	0,090	53	80	96	
5,40	33	22	4/II	0,97	0,67	1,10	11,7	187	281	99	40	34	36	39	41	32	29	0,080	48	73	87	
5,60	35	22	4/II	0,98	0,69	1,17	12,2	198	298	105	41	34	36	39	41	33	29	0,089	55	83	99	
5,80	33	17	4/II	0,97	0,71	1,10	10,9	187	281	99	45	34	37	39	42	33	29	0,092	58	88	105	
6,00	33	18	4/II	0,97	0,73	1,10	10,5	187	281	99	42	34	36	39	41	33	29	0,085	54	83	99	
6,20	35	22	4/II	0,99	0,75	1,17	11,0	198	298	105	42	34	36	39	41	33	29	0,084	55	83	99	
6,40	39	20	4/II	1,00	0,77	1,30	12,2	221	332	117	43	34	36	39	41	33	29	0,087	58	88	105	
6,60	28	14	4/II	0,96	0,79	0,97	8,1	188	282	84	46	34	37	39	42	33	30	0,094	65	98	117	
6,80	36	14	4/II	0,99	0,80	1,20	10,3	204	306	108	34	33	35	36	41	31	28	0,067	47	70	84	
7,00	30	26	4/II	0,96	0,82	1,00	8,0	198	297	90	12	34	36	39	41	32	30	0,085	60	90	108	
7,20	36	30	4/II	0,99	0,84	1,20	9,8	205	307	108	35	33	35	38	41	31	29	0,089	60	90	108	
7,40	33	17	4/II	0,97	0,86	1,10	8,5	205	307	108	41	34	36	39	41	32	30	0,092	60	90	108	
7,60	33	33	3/III	0,88	0,88	—	—	—	—	—	37	33	36	38	41	32	29	0,074	55	83	99	
7,80	35	22	4/II	0,98	0,90	1,17	8,7	213	320	105	37	33	36	38	41	31	29	0,073	55	83	99	
8,00	37	—	3/III	0,89	0,92	—	—	—	—	—	38	33	36	38	41	32	29	0,076	58	88	105	
											40	34	36	39	41	32	30	0,080	62	93	111	

TECNA - AREZZO

Dr. GIULIANO MORETTI
P.I. ALESSANDRO GORINI
Dr. MARCO PATRIGNANI

Patrigani

PROVA PENETROMETRICA STATICA

LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

2010496-013

Committente: Studio di Geologia Dr. Franco Bulgarelli
 Lavoro: Costruzione edificio commerciale
 Località: Cacciarelle - Arezzo
 Note: Livello acqua non misurato nel foro

- data: 16/09/2000
 - quota inizio: Piano campagna
 - prof. falda: Falda non rilevata
 - pagina: 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RL	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RL
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0.20	—	—	—	3.47	—	7.00	17.0	24.0	17.0	0.73	23.0
0.40	21.0	73.0	21.0	1.47	14.0	7.20	18.0	29.0	18.0	1.07	17.0
0.60	60.0	82.0	60.0	3.53	17.0	7.40	15.0	31.0	15.0	0.87	17.0
0.80	48.0	101.0	48.0	2.87	17.0	7.60	15.0	28.0	15.0	0.80	19.0
1.00	39.0	82.0	39.0	2.67	15.0	7.80	17.0	29.0	17.0	0.33	51.0
1.20	35.0	75.0	35.0	1.80	19.0	8.00	16.0	21.0	16.0	0.80	20.0
1.40	25.0	52.0	25.0	1.40	18.0	8.20	20.0	32.0	20.0	1.13	18.0
1.60	23.0	44.0	23.0	1.33	17.0	8.40	18.0	35.0	18.0	1.00	18.0
1.80	36.0	56.0	36.0	1.07	34.0	8.60	21.0	36.0	21.0	0.87	24.0
2.00	54.0	70.0	54.0	0.87	62.0	8.80	21.0	34.0	21.0	0.73	29.0
2.20	62.0	75.0	62.0	0.60	103.0	9.00	19.0	30.0	19.0	0.93	20.0
2.40	100.0	109.0	100.0	3.20	31.0	9.20	23.0	37.0	23.0	1.13	20.0
2.60	23.0	71.0	23.0	2.20	10.0	9.40	23.0	40.0	23.0	0.73	31.0
2.80	23.0	56.0	23.0	1.73	13.0	9.60	22.0	33.0	22.0	0.60	37.0
3.00	24.0	50.0	24.0	1.40	17.0	9.80	18.0	27.0	18.0	1.27	14.0
3.20	26.0	47.0	26.0	1.60	16.0	10.00	17.0	36.0	17.0	0.60	28.0
3.40	20.0	44.0	20.0	0.53	37.0	10.20	14.0	23.0	14.0	0.80	17.0
3.60	17.0	25.0	17.0	1.33	13.0	10.40	18.0	30.0	18.0	0.87	21.0
3.80	14.0	34.0	14.0	0.67	21.0	10.60	24.0	37.0	24.0	1.53	16.0
4.00	18.0	28.0	18.0	0.93	19.0	10.80	18.0	41.0	18.0	1.47	12.0
4.20	18.0	32.0	18.0	0.27	67.0	11.00	21.0	43.0	21.0	0.93	22.0
4.40	19.0	23.0	19.0	0.67	28.0	11.20	28.0	42.0	28.0	1.27	22.0
4.60	17.0	27.0	17.0	0.20	85.0	11.40	19.0	38.0	19.0	0.67	28.0
4.80	19.0	22.0	19.0	1.00	19.0	11.60	13.0	23.0	13.0	0.53	24.0
5.00	18.0	33.0	18.0	0.73	25.0	11.80	11.0	19.0	11.0	0.27	41.0
5.20	20.0	31.0	20.0	1.20	17.0	12.00	12.0	18.0	12.0	2.20	5.0
5.40	18.0	36.0	18.0	0.87	21.0	12.20	32.0	65.0	32.0	1.40	23.0
5.60	18.0	31.0	18.0	1.20	15.0	12.40	139.0	160.0	139.0	2.27	61.0
5.80	20.0	38.0	20.0	1.07	19.0	12.60	170.0	204.0	170.0	0.53	319.0
6.00	19.0	35.0	19.0	0.87	22.0	12.80	212.0	220.0	212.0	0.40	530.0
6.20	23.0	36.0	23.0	0.93	25.0	13.00	116.0	122.0	116.0	3.67	32.0
6.40	22.0	36.0	22.0	0.47	47.0	13.20	170.0	225.0	170.0	1.73	98.0
6.60	16.0	23.0	16.0	0.80	20.0	13.40	292.0	318.0	292.0	—	—
6.80	15.0	27.0	15.0	0.47	32.0						

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE $C_t = 10$ - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\alpha = 35,7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

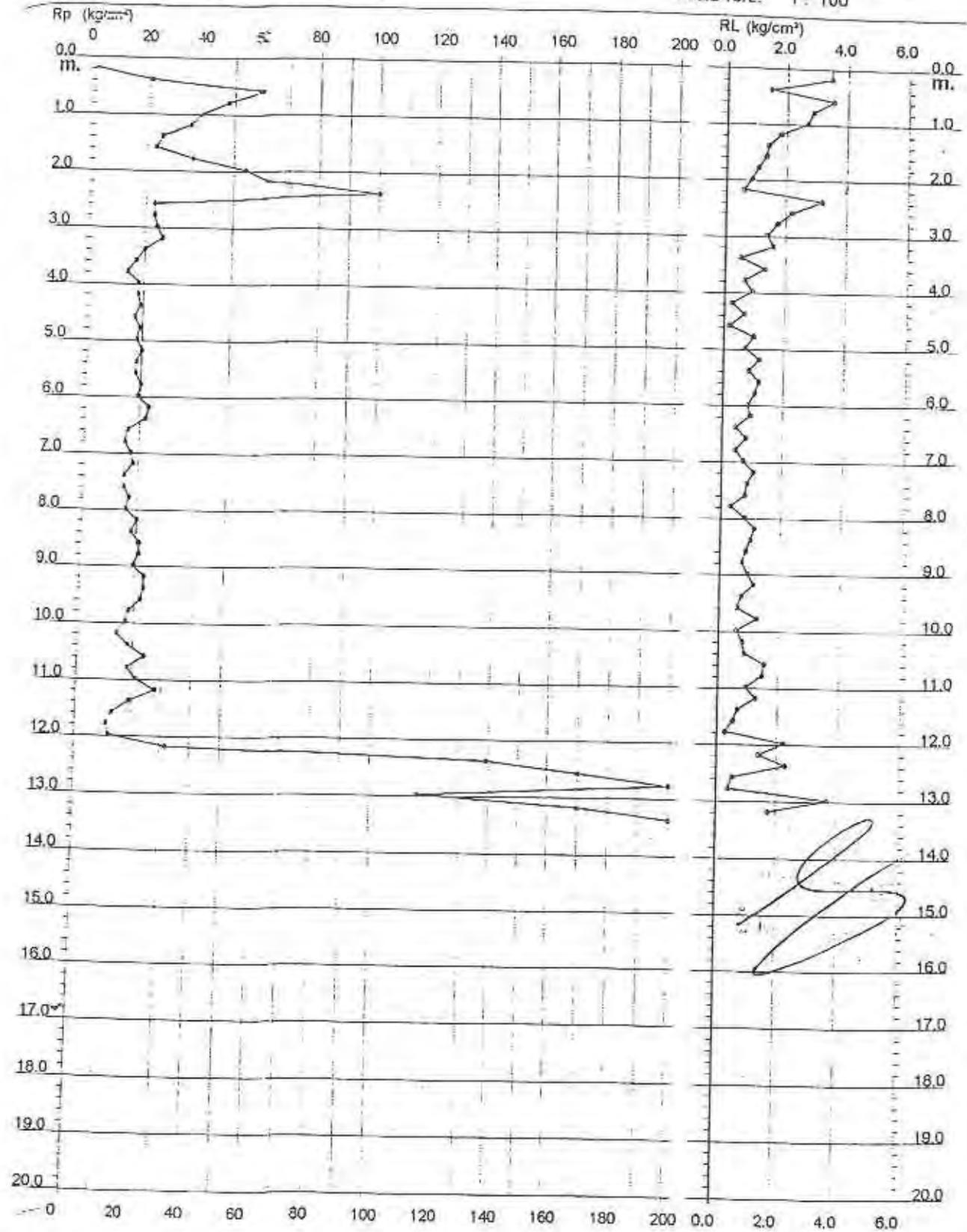
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.010486-013

Committente: Studio di Geologia Dr. Franco Bulgarelli
 Foro: Costruzione edifici commerciale
 Località: Caccialupe - Arezzo
 Note: Livello acqua non misurato nel foro

- data: 16/09/2000
 - quota inizio: Piano campagna
 - prof. falda: Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 100



TECNA

Via Ser Corello, 11/a 52100 AREZZO
tel. 0575 / 323501 - fax 0575 / 22730 - cell. 0348 / 7007360

183

Rifer. 528-00

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 3

2010498-013

- committente : Studio di Geologia Dr. Franco Bulgarelli
- lavoro : Costruzione edificio commerciale
- località : Cacciarelle - Arezzo
- note : Livello acqua non misurato nel foro

- data : 16/09/2000
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0.20	—	—	—	1.67	—	6.80	14.0	28.0	14.0	0.53	26.0
0.40	69.0	94.0	69.0	1.73	40.0	7.00	16.0	24.0	16.0	0.53	30.0
0.60	50.0	76.0	50.0	1.07	47.0	7.20	18.0	26.0	18.0	0.73	25.0
0.80	33.0	49.0	33.0	3.13	11.0	7.40	12.0	23.0	12.0	0.47	26.0
1.00	25.0	72.0	25.0	2.67	9.0	7.60	16.0	23.0	16.0	0.53	30.0
1.20	18.0	58.0	18.0	1.93	9.0	7.80	16.0	24.0	16.0	0.80	20.0
1.40	15.0	44.0	15.0	1.67	9.0	8.00	16.0	28.0	16.0	0.47	34.0
1.60	20.0	45.0	20.0	1.40	14.0	8.20	16.0	23.0	16.0	1.00	16.0
1.80	21.0	42.0	21.0	1.73	12.0	8.40	18.0	33.0	18.0	0.80	22.0
2.00	23.0	49.0	23.0	0.93	25.0	8.60	18.0	30.0	18.0	1.27	14.0
2.20	22.0	36.0	22.0	2.07	11.0	8.80	18.0	37.0	18.0	0.67	27.0
2.40	25.0	56.0	25.0	1.60	16.0	9.00	17.0	27.0	17.0	1.00	17.0
2.60	29.0	53.0	29.0	1.87	16.0	9.20	17.0	32.0	17.0	1.00	17.0
2.80	21.0	49.0	21.0	1.47	14.0	9.40	19.0	34.0	19.0	0.60	32.0
3.00	20.0	42.0	20.0	1.53	13.0	9.60	17.0	26.0	17.0	0.93	18.0
3.20	23.0	46.0	23.0	1.27	18.0	9.80	18.0	32.0	18.0	1.20	15.0
3.40	22.0	41.0	22.0	1.80	12.0	10.00	17.0	35.0	17.0	1.13	15.0
3.60	20.0	47.0	20.0	0.67	30.0	10.20	15.0	32.0	15.0	1.00	15.0
3.80	17.0	27.0	17.0	1.40	12.0	10.40	13.0	28.0	13.0	0.73	18.0
4.00	16.0	37.0	16.0	0.67	24.0	10.60	13.0	24.0	13.0	0.60	22.0
4.20	18.0	28.0	18.0	1.00	18.0	10.80	17.0	26.0	17.0	0.73	23.0
4.40	20.0	35.0	20.0	1.13	18.0	11.00	13.0	24.0	13.0	0.60	22.0
4.60	18.0	35.0	18.0	0.93	19.0	11.20	15.0	24.0	15.0	0.73	20.0
4.80	18.0	32.0	18.0	0.33	54.0	11.40	12.0	23.0	12.0	0.40	30.0
5.00	36.0	41.0	36.0	0.60	60.0	11.60	13.0	19.0	13.0	0.27	49.0
5.20	34.0	43.0	34.0	0.33	102.0	11.80	8.0	12.0	8.0	0.33	24.0
5.40	27.0	32.0	27.0	1.20	22.0	12.00	8.0	13.0	8.0	0.67	12.0
5.60	53.0	71.0	53.0	1.67	32.0	12.20	16.0	26.0	16.0	0.33	48.0
5.80	66.0	91.0	66.0	1.33	49.0	12.40	109.0	114.0	109.0	2.33	47.0
6.00	59.0	79.0	59.0	0.67	68.0	12.60	30.0	65.0	30.0	3.27	9.0
6.20	66.0	76.0	66.0	0.93	71.0	12.80	272.0	321.0	272.0	3.20	85.0
6.40	89.0	103.0	89.0	0.47	191.0	13.00	358.0	406.0	358.0	—	—
6.60	20.0	27.0	20.0	0.93	21.0						

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 201 - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35,7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manico laterale (superficie 150 cm²)

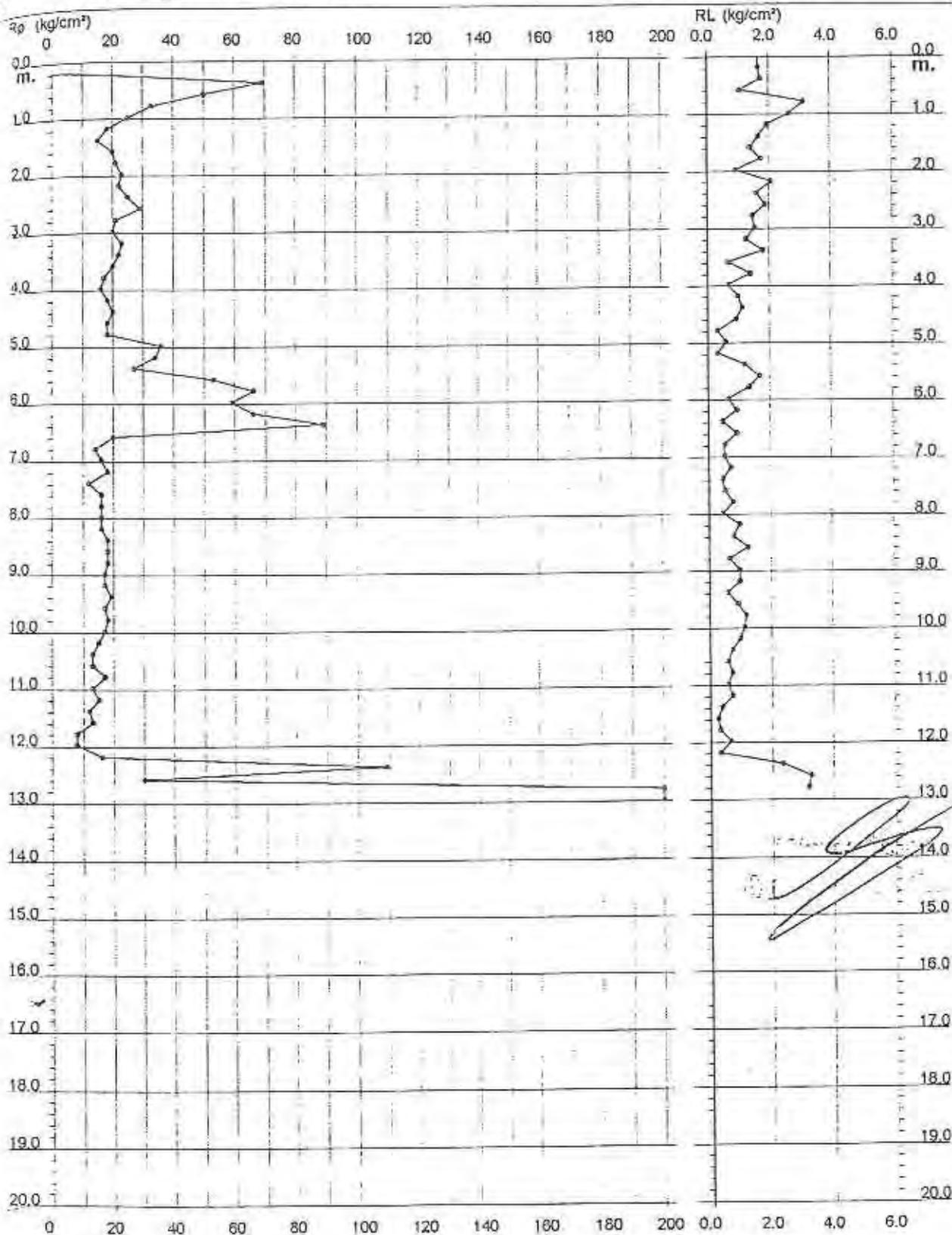
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

2.010496-013

Cliente: Studio di Geologia Dr. Franco Bulgarelli
Costruzione edificio commerciale
Cacciarelle - Arezzo
Livello acqua non misurato nel foro

- data: 16/09/2000
- quota inizio: Piano campagna
- prof. falda: Falda non rilevata
- scala vert.: 1: 100



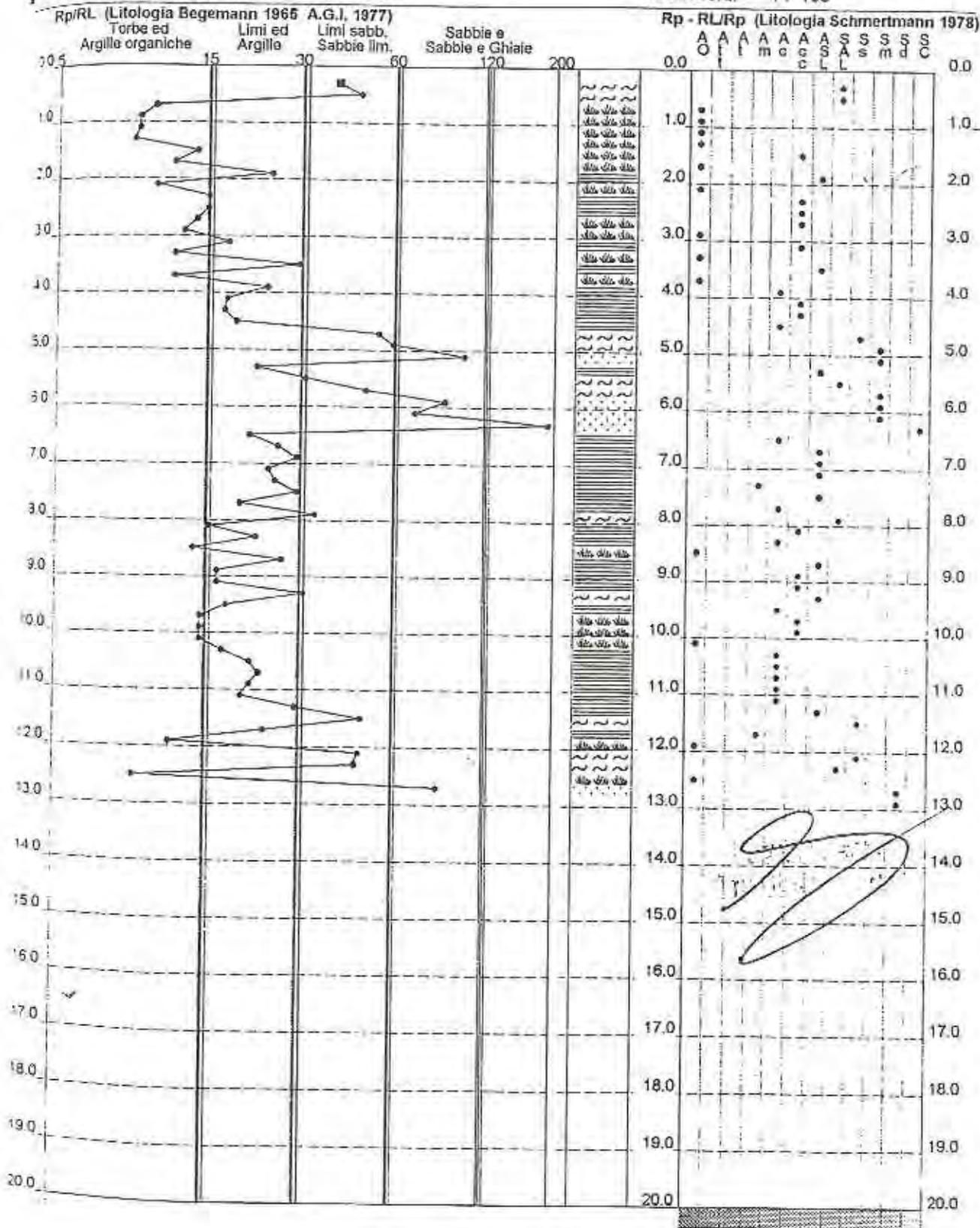
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 3

2010456-013

Cliente: Studio di Geologia Dr. Franco Bulgarelli
 Costruzione edificio commerciale
 Cacciarelle - Arezzo
 Livello acqua non misurato nel foro

- data: 16/09/2000
 - quota inizio: Piano campagna
 - prof. falda: Falda non rilevata
 - scala vert.: 1: 100



TECNA

Via Ser Gorello, 11/a 52100 AREZZO
tel. 0575 / 323501 - fax 0575 / 22730 - cell. 0348 / 7007360

Riferimento: 019-01

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 1

- indagine : Studio di Geologia Dr. Franco Bulgarelli
- cantiere : Ampliamento edificio Industriale
- località : Via Genova - AREZZO
- note : Comm. Magazzini Gen. Dell'Auto Madiati

- data : 22/02/2001
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0.00 - 0.20	22	163.9	---	1	5.20 - 5.40	8	42.7	---	6
0.20 - 0.40	9	67.0	---	1	5.40 - 5.60	12	64.1	---	6
0.40 - 0.60	6	44.7	---	1	5.60 - 5.80	15	80.1	----	6
0.60 - 0.80	8	59.6	----	1	5.80 - 6.00	16	80.9	----	7
0.80 - 1.00	6	41.4	----	2	6.00 - 6.20	19	96.1	---	7
1.00 - 1.20	4	27.6	----	2	6.20 - 6.40	18	91.0	---	7
1.20 - 1.40	4	27.6	----	2	6.40 - 6.60	20	101.1	---	7
1.40 - 1.60	2	13.8	---	2	6.60 - 6.80	19	96.1	----	7
1.60 - 1.80	2	13.8	----	2	6.80 - 7.00	19	91.2	----	8
1.80 - 2.00	2	12.9	---	3	7.00 - 7.20	20	96.0	----	8
2.00 - 2.20	2	12.9	---	3	7.20 - 7.40	18	86.4	----	8
2.20 - 2.40	3	19.3	---	3	7.40 - 7.60	18	86.4	---	8
2.40 - 2.60	3	19.3	----	3	7.60 - 7.80	19	91.2	---	8
2.60 - 2.80	3	19.3	----	3	7.80 - 8.00	21	95.9	---	9
2.80 - 3.00	4	24.1	----	4	8.00 - 8.20	22	100.5	----	9
3.00 - 3.20	5	30.1	---	4	8.20 - 8.40	21	95.9	----	9
3.20 - 3.40	3	18.1	---	4	8.40 - 8.60	22	100.5	----	9
3.40 - 3.60	5	30.1	---	4	8.60 - 8.80	23	105.1	---	9
3.60 - 3.80	4	24.1	---	4	8.80 - 9.00	25	108.9	---	10
3.80 - 4.00	5	28.3	---	5	9.00 - 9.20	26	113.3	---	10
4.00 - 4.20	6	34.0	----	5	9.20 - 9.40	26	113.3	---	10
4.20 - 4.40	5	28.3	----	5	9.40 - 9.60	27	117.7	----	10
4.40 - 4.60	6	34.0	----	5	9.60 - 9.80	28	122.0	----	10
4.60 - 4.80	5	28.3	---	5	9.80 - 10.00	29	120.8	----	11
4.80 - 5.00	8	42.7	---	6	10.00 - 10.20	31	129.1	---	11
5.00 - 5.20	10	53.4	---	6					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**- M (massa battente)= 63.50 kg - H (altezza caduta)= 0.75 m - A (area punta)= 20.00 cm² - D (diam. punta)= 50.50 mm

- Numero Colpi Punta N = N(20) [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

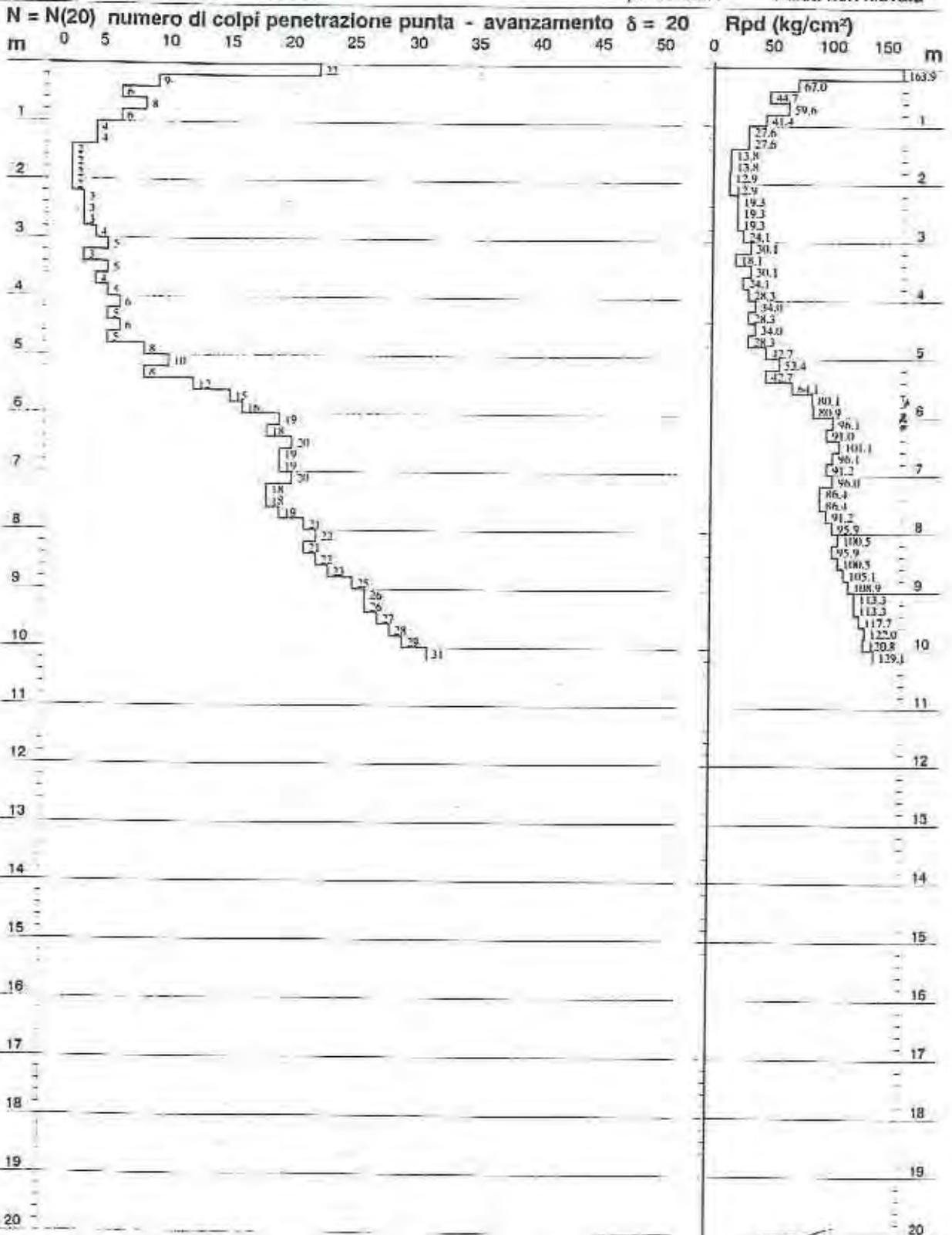
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
 DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 1

Scala 1: 100

- indagine : Studio di Geologia Dr. Franco Bulgarelli
 - cantiere : Ampliamento edificio industriale
 - località : Via Genova - AREZZO

- data : 22/02/2001
 - quota inizio : Piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

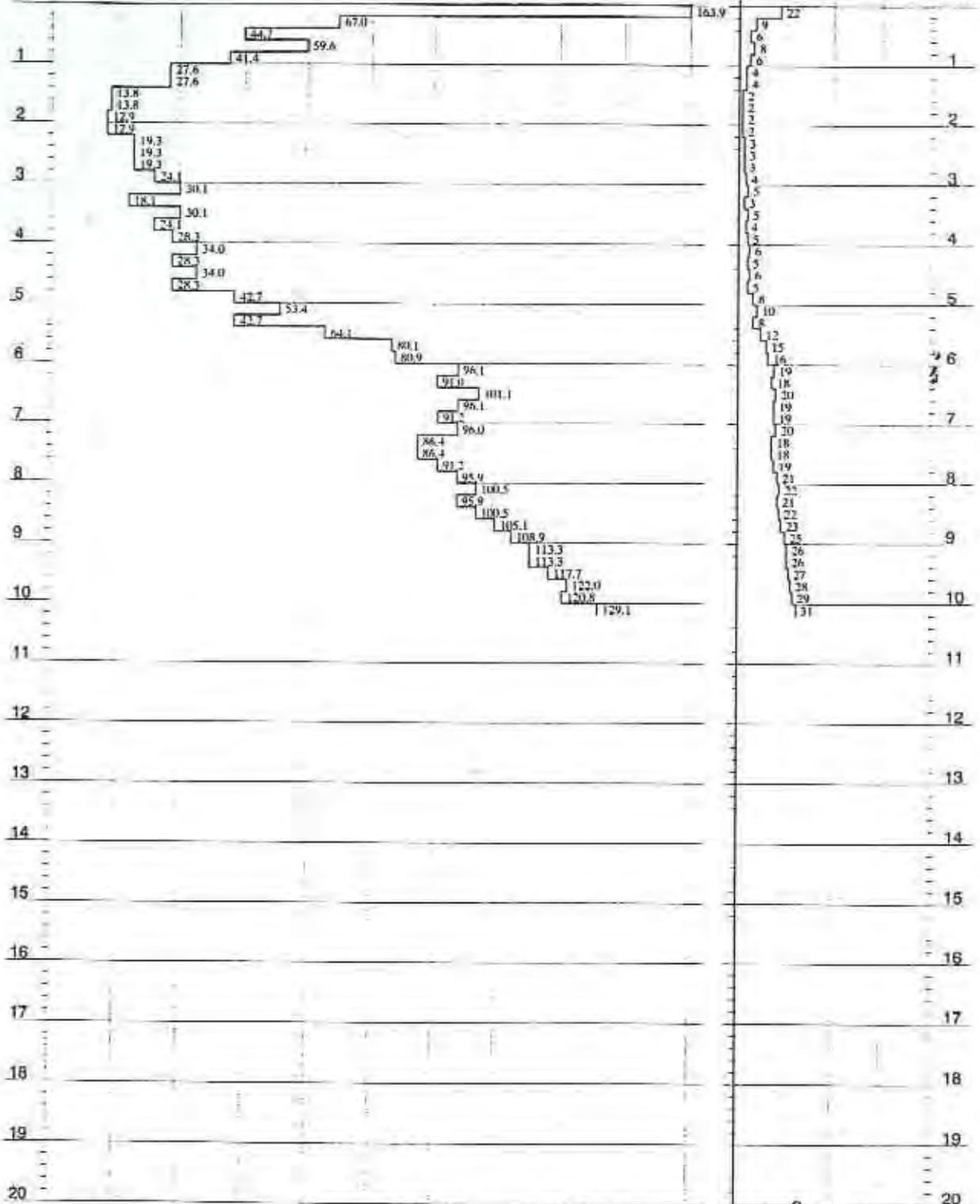
n° 1

Scala 1: 100

- indagine : Studio di Geologia Dr. Franco Bulgarelli
- cantiere : Ampliamento edificio industriale
- località : Via Genova - AREZZO

- data : 22/02/2001
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese" N = N(20) n° colpi $\delta = 20$
m 0 15 30 45 60 75 90 105 120 135 150 0 25 50 75 100 m



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 2

- indagine :	Studio di Geologia Dr. Franco Bulgarelli	- data :	22/02/2001
- cantiere :	Ampliamento edificio industriale	- quota inizio :	Piano campagna
- località :	Via Genova - AREZZO	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :	Comm. Magazzini Gen. Dell'Auto Madiai	- pagina :	1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0.00 - 0.20	33	245.8	---	1	5.60 - 5.80	4	21.4	---	6
0.20 - 0.40	15	111.7	---	1	5.80 - 6.00	5	25.3	---	7
0.40 - 0.60	9	67.0	---	1	6.00 - 6.20	5	25.3	---	7
0.60 - 0.80	4	29.8	---	1	6.20 - 6.40	6	30.3	---	7
0.80 - 1.00	4	27.6	---	2	6.40 - 6.60	5	25.3	---	7
1.00 - 1.20	2	13.8	---	2	6.60 - 6.80	8	40.5	---	7
1.20 - 1.40	13	89.8	---	2	6.80 - 7.00	9	43.2	---	8
1.40 - 1.60	10	69.0	---	2	7.00 - 7.20	10	48.0	---	8
1.60 - 1.80	6	41.4	---	2	7.20 - 7.40	11	52.8	---	8
1.80 - 2.00	2	12.9	---	3	7.40 - 7.60	12	57.6	---	8
2.00 - 2.20	2	12.9	---	3	7.60 - 7.80	12	57.6	---	8
2.20 - 2.40	3	19.3	---	3	7.80 - 8.00	14	64.0	---	9
2.40 - 2.60	3	19.3	---	3	8.00 - 8.20	16	73.1	---	9
2.60 - 2.80	3	19.3	---	3	8.20 - 8.40	16	73.1	---	9
2.80 - 3.00	4	24.1	---	4	8.40 - 8.60	19	86.8	---	9
3.00 - 3.20	4	24.1	---	4	8.60 - 8.80	19	86.8	---	9
3.20 - 3.40	3	18.1	---	4	8.80 - 9.00	21	91.5	---	10
3.40 - 3.60	4	24.1	---	4	9.00 - 9.20	21	91.5	---	10
3.60 - 3.80	4	24.1	---	4	9.20 - 9.40	19	82.8	---	10
3.80 - 4.00	3	17.0	---	5	9.40 - 9.60	20	87.2	---	10
4.00 - 4.20	4	22.7	---	5	9.60 - 9.80	22	95.9	---	10
4.20 - 4.40	3	17.0	---	5	9.80 - 10.00	22	91.6	---	11
4.40 - 4.60	4	22.7	---	5	10.00 - 10.20	24	100.0	---	11
4.60 - 4.80	4	22.7	---	5	10.20 - 10.40	24	100.0	---	11
4.80 - 5.00	4	21.4	---	6	10.40 - 10.60	27	112.5	---	11
5.00 - 5.20	6	32.1	---	6	10.60 - 10.80	27	112.5	---	11
5.20 - 5.40	4	21.4	---	6	10.80 - 11.00	30	119.7	---	12
5.40 - 5.60	4	21.4	---	6					



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : DPSH (S. Heavy)

- M (massa battente)= 63.50 kg - H (altezza caduta)= 0.75 m - A (area punta)= 20.00 cm² - D (diam. punta)= 50.50 mm- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : NO

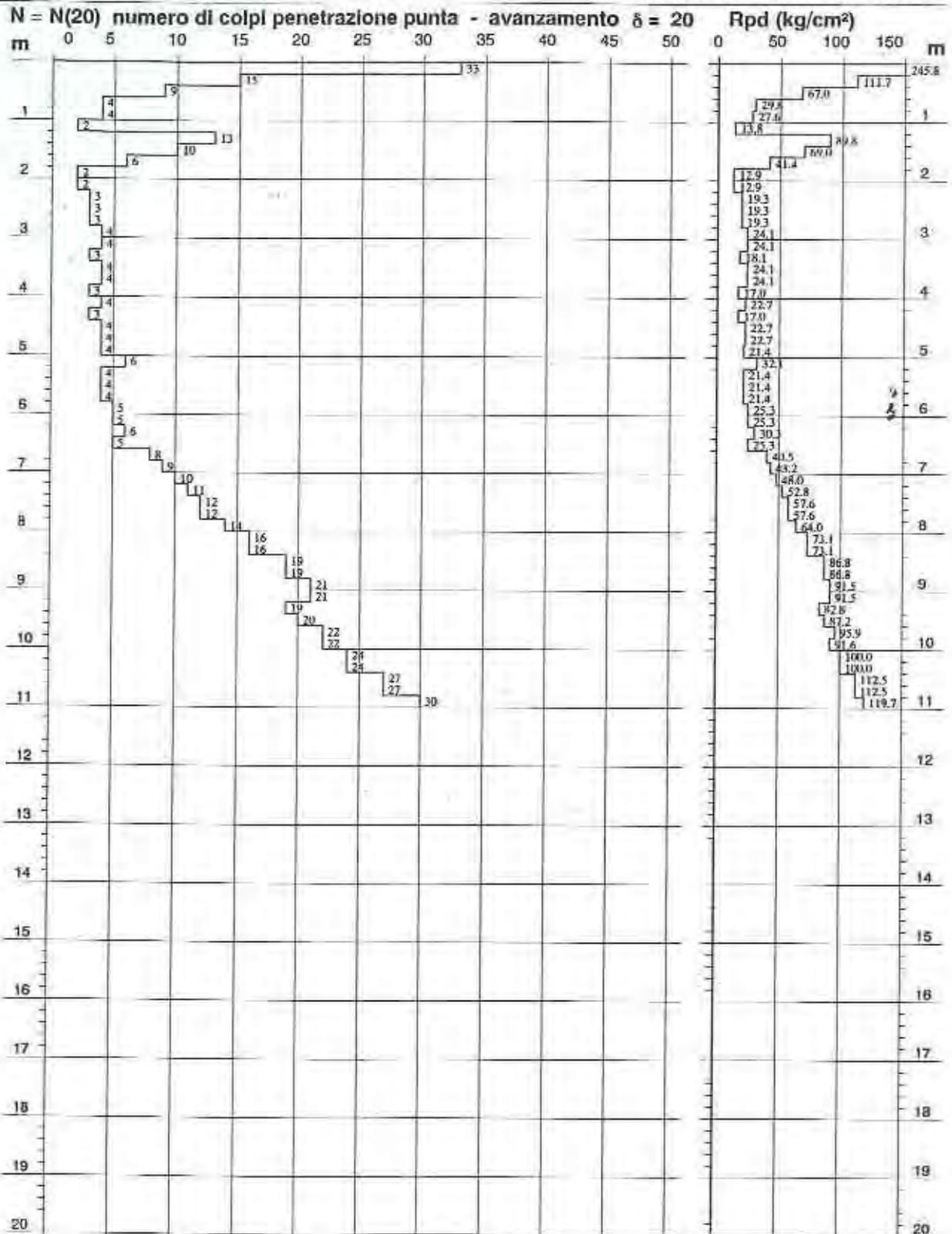
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
 DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 2

Scala 1: 100

- indagine : Studio di Geologia Dr. Franco Bulgarelli
 - cantiere : Ampliamento edificio industriale
 - località : Via Genova - AREZZO

- data : 22/02/2001
 - quota inizio : Piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata

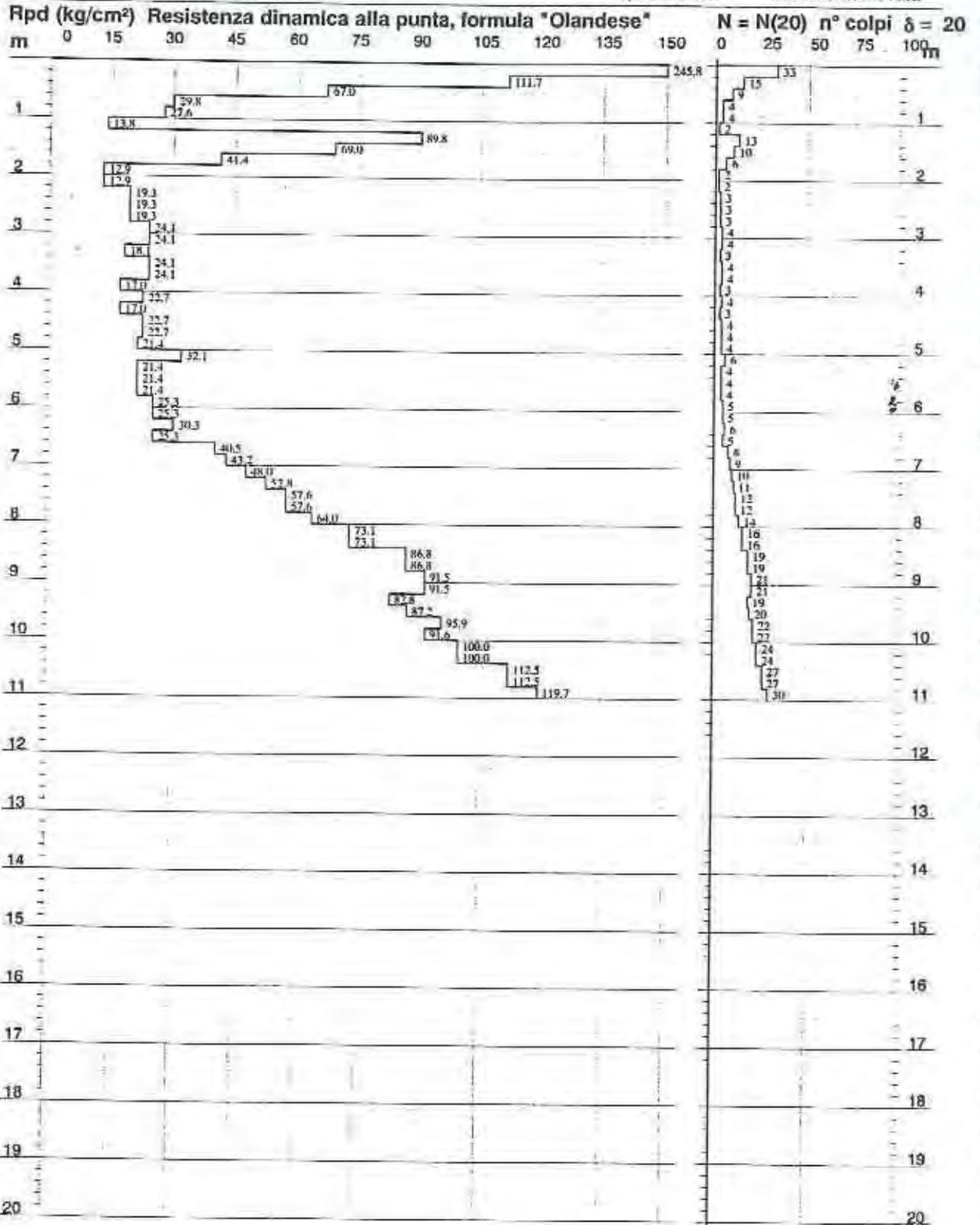


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

n° 2
Scala 1: 100

- indagine : Studio di Geologia Dr. Franco Bulgarelli
- cantiere : Ampliamento edificio industriale
- località : Via Genova - AREZZO

- data : 22/02/2001
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata



ALLEGATO 7

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
Progetto pista ciclopedonale – Comune di AREZZO

Ubicazione sondaggio geognostico S1



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
Progetto pista ciclopedonale – Comune di AREZZO



Cassetta n°1 (da p.c. a -5,00 m)



Cassetta n°2 (da -5,00 m a -10,00 m)

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
Progetto pista ciclopedonale – Comune di AREZZO



Cassetta n°3 (da -10,00 m a -15,00 m)



Cassetta n°4 (da -15,00 m a -20,00 m)

Campione S1C1 (tra -3,00 e -3,50 m dal p.c) - Campione S1C2 (tra -10,50 e -11,00 m dal p.c)

Prove SPT: SPT1 (-7,00/-7,45): 6-6-8 - SPT2 (-10,00/-10,45): 9-8-9

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
Progetto pista ciclopedonale – Comune di AREZZO

Ubicazione sondaggio geognostico S2



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
Progetto pista ciclopedonale – Comune di AREZZO



Cassetta n°1 (da p.c. a -5,00 m)

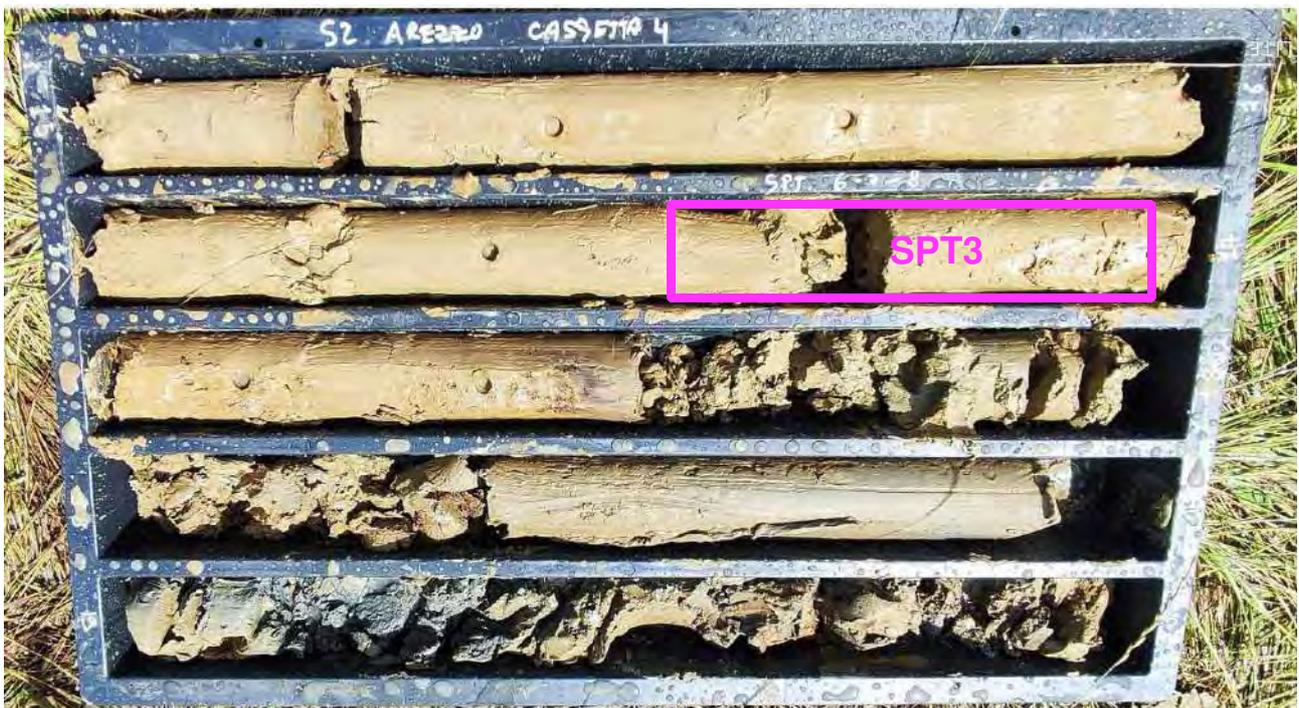


Cassetta n°2 (da -5,00 m a -10,00 m da p.c.)

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
Progetto pista ciclopedonale – Comune di AREZZO



Cassetta n°3 (da -10,00 m a -15,00 m da p.c.)



Cassetta n°4 (da -15,00 m a -20,00 m)

Campioni: S2C1 (tra -2,00 e -2,50 m dal p.c) - S2C2 (tra -13,50 e -14,00 m dal p.c)
prove SPT: SPT1 (-7,50/-7,95): 7/7/8 – SPT2 (-12,5/-12,95): 9/9/8 – SPT3 (-16,5/-16,95):6/7/8

Committente:

A.C. Arezzo

cantiere pista ciclopedonale (c/o sottopasso ferroviario)

data inizio 20/06/2023

data fine 20/06/2023

sondaggio n. S1

metodo perfor. carotaggio continuo - carotiere semplice fino a - 20,00

liv. falda (m da p.c.) non rilevata

quota p.c. (m slm) 248 ca.

redattore stratigrafia geol. Giuseppe Lotti

N colpi	SPT	PROF (m)	CAMPIONI	PROF (m)	PROF (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	ACQUA	recupero %
					0,60	A	Suolo vegetale/terreno rimaneggiato		
					1	B	Limi sabbioso-argillosi e limi con argilla sabbiosi, di colore ocra, mediamente compatti.		
					2,00	2			
			- 3,00 S1C1 - 3,50		3		Limi argillosi e limi con argilla marroni/ocra con screziature grigie, da mediamente consistenti a consistenti.		
					4				
					5	C			
					6				
			- 7,00 SPT1 - 7,45		7		Argille limose e argille con limo grigio/azzurre da mediamente consistenti a consistenti.		
					8				
					9,00	9			
			- 10,00 SPT2 - 10,45 S1C2 - 11,00		10	D	Limi e argille sabbiose e limi con argilla debolmente sabbiosi, a tratti debolmente ghiaiose di colore ocra, consistenti.		
					11				
					12				
					13				
					14		Sabbie e ghiaie argillose da marroni a grigie, ben addensate.		
					15	E			
					16				
					17				
					18				
					18,9	19	F		
					20				

F.F.

ALLEGATO 8



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 :	Penetratio snc
Cantiere :	Arezzo (AR)
Verbale Accettazione n° :	350 del 24/06/2023
Data Certificazione :	25/09/2023
Campioni n°:	4
Certificati da n° a n° :	04619 a 04639



**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

COMMITTENTE: Penetratio snc		
RIFERIMENTO: Arezzo (AR)		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 3.0-3.5

CARATTERISTICHE FISICHE		ANALISI GRANULOMETRICA		COMPRESSIONE	
Umidità naturale	19,7 %	Ghiaia	%	σ	358 kPa
Peso di volume	19,4 kN/m ³	Sabbia	4,6 %	c_u	179 kPa
Peso di volume secco	16,2 kN/m ³	Limo	57,9 %	σ_{Rim}	kPa
Peso di volume saturo	20,0 kN/m ³	Argilla	37,5 %	c_u Rim	kPa
Peso specifico	26,5 kN/m ³	D 10	0,000285 mm	TAGLIO DIRETTO	
Indice dei vuoti	0,632	D 50	0,004156 mm	Prova consolidata-lenta	
Porosità	38,7 %	D 60	0,006702 mm	c'	19,1 kPa
Grado di saturazione	84,1 %	D 90	0,038454 mm	ϕ'	23,3 °
Limite di liquidità	%	Passante set. 10	100,0 %	c'_{Res}	kPa
Limite di plasticità	%	Passante set. 42	99,7 %	ϕ'_{Res}	°
Indice di plasticità	%	Passante set. 200	98,1 %	PERMEABILITA'	
Indice di consistenza	%	PERMEABILITA'		Coefficiente k cm/sec	
Passante al set. n° 40	%	Coefficiente k cm/sec			
Limite di ritiro	%				
CNR-UNI 10006/00					

COMPRESSIONE TRIASSIALE				PROVA EDOMETRICA			
C.D.	C_d	kPa	ϕ_d °	σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu} °	98,4 ÷ 196,8	8865	0,000847	9,37E-09
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu} °	196,8 ÷ 393,6	10843	0,000545	4,93E-09
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u °	393,6 ÷ 787,2	15256	0,000549	3,53E-09
				787,2 ÷ 1574,4	28574	0,000484	1,66E-09

FOTOGRAFIA**OSSERVAZIONI**

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

Posizione delle prove		cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
CF GR CS ED TD		0				Limo con argilla, con tracce organiche MUNSELL SOIL COLOR: 2.5Y 5/2 Grayish brown
		10	375			Classificazione del terreno in base alla resistenza al pocket penetrometer e vane test < 24.5 kPa molto molle 24.5 - 49.1 kPa molle 49.1 - 98.1 kPa plastico 98.1 - 196.2 kPa consistente 196.2 - 392.4 kPa molto consistente >392,4 kPa duro
		20	400			
		30	375			
		40	375			
		50			51	



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°: 04619	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 25/09/23	Inizio analisi: 07/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 350 del 24/06/23		Apertura campione: 07/09/23	Fine analisi: 08/09/23

COMMITTENTE: Penetratio snc		
RIFERIMENTO: Arezzo (AR)		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 3.0-3.5

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale = 19,7 %

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°: 04620	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 25/09/23	Inizio analisi: 07/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 350 del 24/06/23		Apertura campione: 07/09/23	Fine analisi: 07/09/23

COMMITTENTE: Penetratio snc		
RIFERIMENTO: Arezzo (AR)		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 3.0-3.5

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 = 19,4 kN/m³





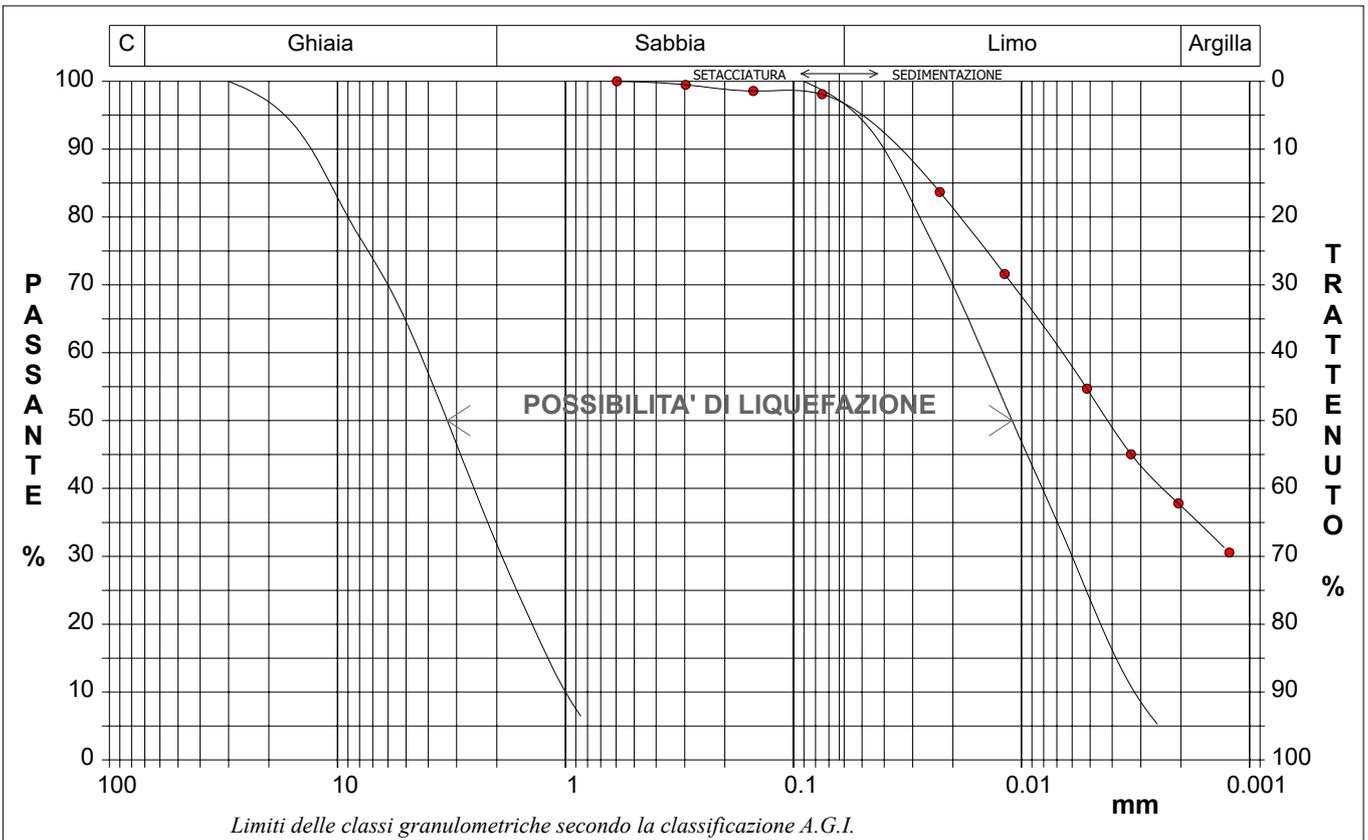
CERTIFICATO DI PROVA N°: 04621	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 25/09/23	Inizio analisi: 12/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 350 del 24/06/23		Apertura campione: 07/09/23	Fine analisi: 15/09/23

COMMITTENTE: Penetratio snc			
RIFERIMENTO: Arezzo (AR)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 3.0-3.5	

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma A.G.I. 1977

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D10	0,00029 mm
Sabbia	4,6 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99,7 %	D30	--- mm
Limo	57,9 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	98,1 %	D50	0,00416 mm
Argilla	37,5 %			D60	0,00670 mm
Coefficiente di uniformità	23,50	Coefficiente di curvatura	---	D90	0,03845 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %						
0,5950	100,00	0,0119	71,61						
0,2970	99,48	0,0052	54,71						
0,1500	98,56	0,0033	45,05						
0,0750	98,09	0,0021	37,81					Setacci	3
0,0228	83,68	0,0012	30,57					Punti sediment.	6

**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°: 04622** Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 350 del 24/06/23

DATA DI EMISSIONE: 25/09/23

Inizio analisi: 07/09/23

Apertura campione: 07/09/23

Fine analisi: 15/09/23

COMMITTENTE: Penetratio snc

RIFERIMENTO: Arezzo (AR)

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 1

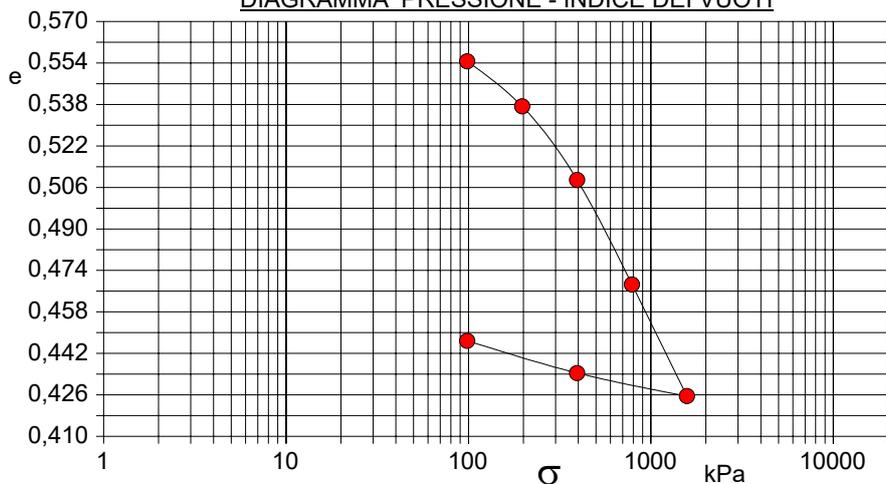
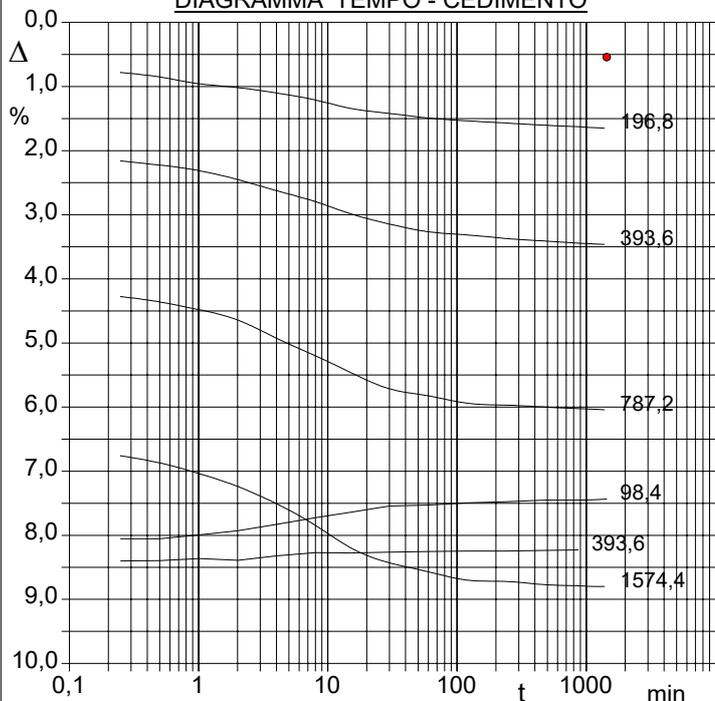
PROFONDITA': m 3.0-3.5

PROVA EDOMETRICA

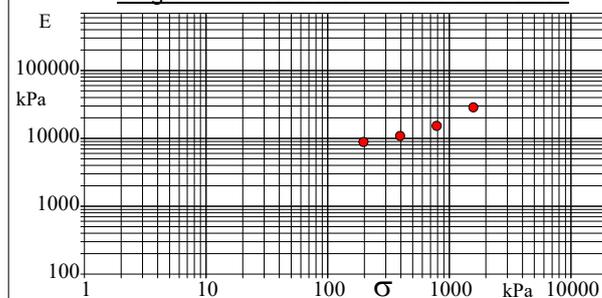
Modalità di prova: Norma ASTM D 2435-11

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m ³)	20,28
Umidità (%)	19,8
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)	14,15
Indice dei vuoti	0,56
Porosità (%)	36,02
Saturazione (%)	94,7

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTIDIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO

Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
98,4	10,8	0,555				
196,8	33,0	0,537	0,058	8865	0,000847	9,37E-09
393,6	69,3	0,509	0,094	10843	0,000545	4,93E-09
787,2	120,9	0,469	0,134	15256	0,000549	3,53E-09
1574,4	176,0	0,426	0,143	28574	0,000484	1,66E-09
393,6	164,6	0,434				
98,4	148,7	0,447				

Diagramma Pressione - Modulo edometrico

**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°: 04622	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 25/09/23	Inizio analisi: 07/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 350 del 24/06/23		Apertura campione: 07/09/23	Fine analisi: 15/09/23

COMMITTENTE: Penetratio snc			
RIFERIMENTO: Arezzo (AR)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.0-3.5

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435-11

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 196,8 kPa		Pressione 393,6 kPa		Pressione 787,2 kPa		Pressione 1574,4 kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,02	10,8	0,02	33,0	0,02	69,3	0,02	120,9
0,25	15,6	0,25	43,2	0,25	85,5	0,25	135,2
0,50	17,0	0,50	44,5	0,50	87,2	0,50	137,4
1,00	19,1	1,00	46,2	1,00	89,6	1,02	140,8
2,00	20,3	2,00	49,0	2,00	92,8	2,02	144,8
4,02	22,0	4,02	52,5	4,00	98,5	4,02	150,2
8,02	24,2	8,02	55,9	8,00	104,0	8,02	156,9
15,02	26,8	15,02	59,7	15,00	109,2	15,02	163,9
30,02	28,4	30,02	62,9	30,00	114,3	30,02	168,6
60,02	29,8	60,02	65,3	60,00	116,5	60,02	171,4
120,02	30,7	120,02	66,3	120,00	118,8	120,02	174,0
240,02	31,4	240,02	67,4	240,00	119,4	240,02	174,4
480,02	32,1	480,02	68,2	480,00	120,0	480,02	175,4
900,02	32,6	900,02	68,9	900,00	120,5	900,02	175,8
1200,02	32,9	1200,02	69,2	1200,00	120,7	1200,02	176,0
1440,02	33,0	1440,02	69,3	1440,00	120,9	1440,02	176,0

Pressione 393,6 kPa		Pressione 98,4 kPa		Pressione -- 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	176,0	0,02	164,6				
0,25	168,0	0,25	161,1				
0,50	167,9	0,50	161,1				
1,02	167,3	1,00	159,9				
2,02	167,8	2,00	158,6				
4,02	166,4	4,00	156,6				
8,02	165,4	8,00	154,5				
15,02	165,5	15,00	152,8				
30,02	165,3	30,00	150,9				
60,02	165,1	60,00	150,6				
120,02	164,9	120,00	149,9				
240,02	164,9	240,00	149,5				
480,02	164,7	480,00	149,0				
865,43	164,6	900,00	149,0				
		1200,00	148,9				
		1440,00	148,7				

**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-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°: 04623	Pagina 0/1	DATA DI EMISSIONE: 25/09/23	Inizio analisi: 07/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 350 del 24/06/23		Apertura campione: 07/09/23	Fine analisi: 08/09/23

COMMITTENTE: Penetratio snc			
RIFERIMENTO: Arezzo (AR)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.0-3.5

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166-06

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione
%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa
0,35	67,1	12,82	350,8								
0,68	115,8	13,15	349,5								
1,01	152,2	13,47	347,4								
1,33	178,1	13,80	346,8								
1,66	197,0	14,13	344,8								
1,99	214,1	14,46	343,5								
2,32	229,4	14,79	342,9								
2,65	241,3	15,11	342,3								
2,97	251,3	15,44	341,0								
3,30	261,3	15,77	338,2								
3,63	271,3	16,10	336,9								
3,96	279,5	16,43	334,8								
4,29	287,6	16,75	331,4								
4,62	294,0	17,08	327,9								
4,94	300,4	17,41	324,5								
5,27	306,7	17,74	321,8								
5,60	312,2	18,07	319,1								
5,93	317,6	18,39	317,8								
6,26	321,4	18,72	316,5								
6,58	325,9	19,05	313,8								
6,91	329,6										
7,24	333,2										
7,57	336,8										
7,90	339,6										
8,22	342,3										
8,55	344,3										
8,88	347,0										
9,21	349,6										
9,54	351,5										
9,86	353,3										
10,19	354,4										
10,52	355,4										
10,85	356,4										
11,18	358,2										
11,50	358,4										
11,83	357,8										
12,16	356,5										
12,49	353,6										

**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°: 04624** Pagina 1/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 350 del 24/06/23

DATA DI EMISSIONE: 25/09/23

Inizio analisi: 18/09/23

Apertura campione: 07/09/23

Fine analisi: 21/09/23

COMMITTENTE: Penetratio snc

RIFERIMENTO: Arezzo (AR)

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 3.0-3.5

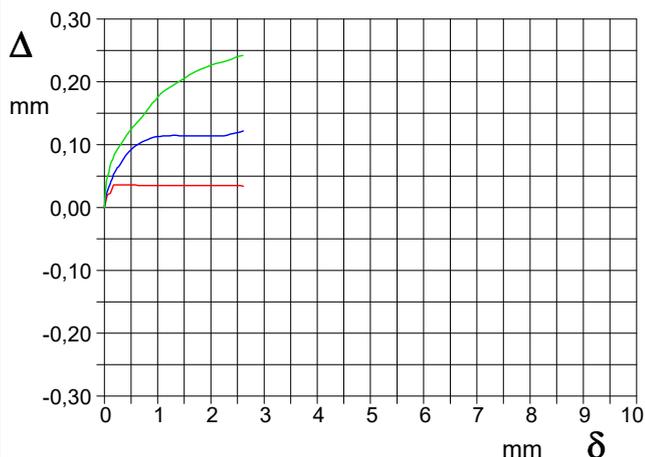
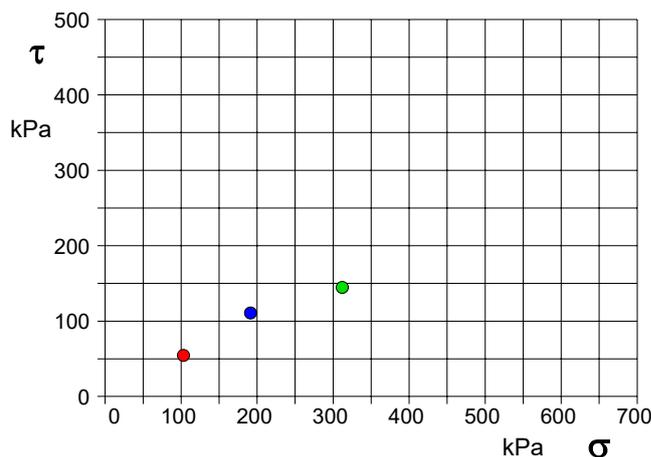
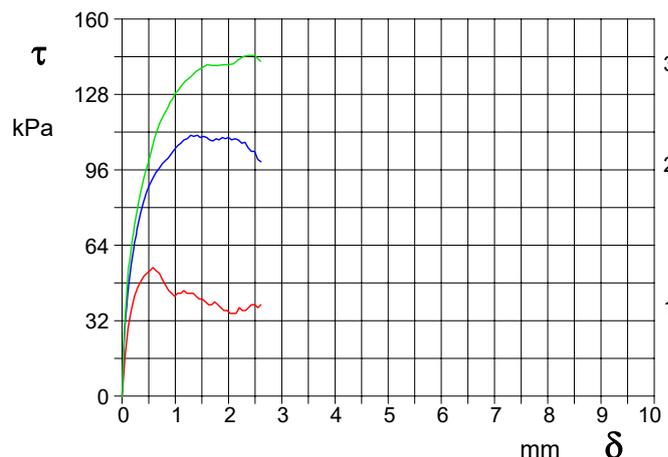
PROVA DI TAGLIO DIRETTO

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):	54	111	145
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	0,58	1,29	2,39
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,04	0,12	0,24
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 19,3	--- 16,1	--- 19,3
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19,3 23,5	19,4 23,3	19,5 24,3

DIAGRAMMATensione - 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-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°: 04624** Pagina 3/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 350 del 24/06/23

DATA DI EMISSIONE: 25/09/23

Inizio analisi: 18/09/23

Apertura campione: 07/09/23

Fine analisi: 21/09/23

COMMITTENTE: Penetratio snc

RIFERIMENTO: Arezzo (AR)

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 1

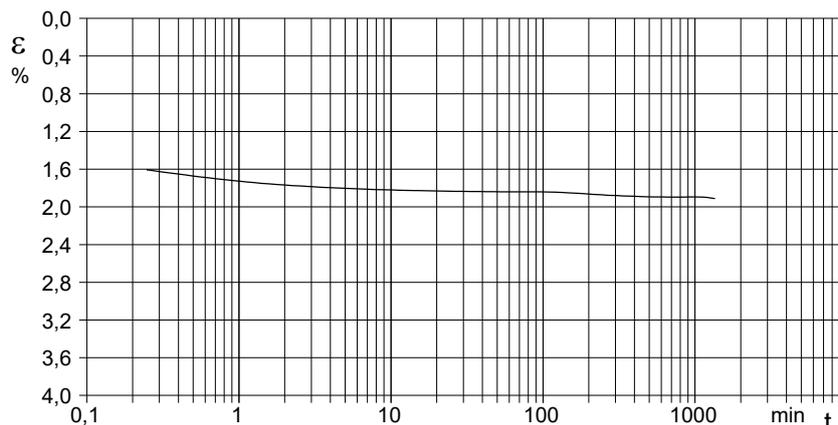
PROFONDITA': m 3.0-3.5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

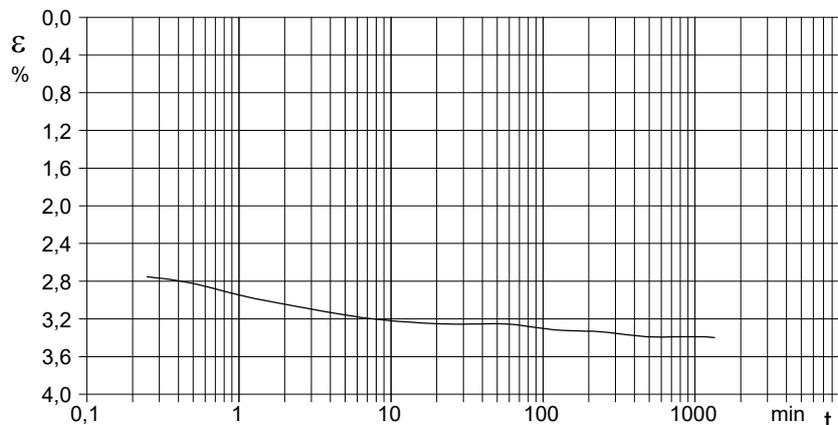
Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

**Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO****PROVINO 1**

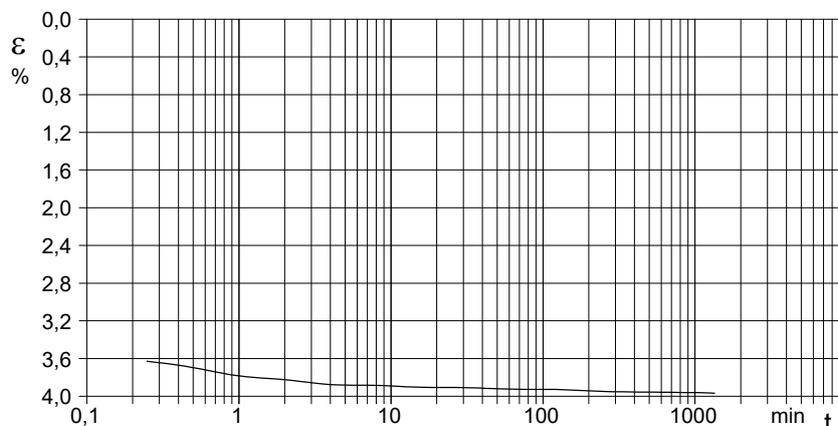
Pressione (kPa)	103
Altezza iniziale (cm)	2,500
Altezza finale (cm)	2,452
Sezione (cm ²):	28,27
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

**Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO****PROVINO 2**

Pressione (kPa)	191
Altezza iniziale (cm)	2,500
Altezza finale (cm)	2,415
Sezione (cm ²):	28,27
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

**Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO****PROVINO 3**

Pressione (kPa)	312
Altezza iniziale (cm)	2,500
Altezza finale (cm)	2,401
Sezione (cm ²):	28,27
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000



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

tf = 50 x T₅₀

Vs = Df / tf

COMMITTENTE: Penetratio snc			
RIFERIMENTO: Arezzo (AR)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.0-3.5

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):	54	111	145
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	0,58	1,29	2,39
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,04	0,12	0,24
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 19,3	--- 16,1	--- 19,3
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19,3 23,5	19,4 23,3	19,5 24,3

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Coesione:	19,1 kPa
Angolo di attrito interno:	23,3 °

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

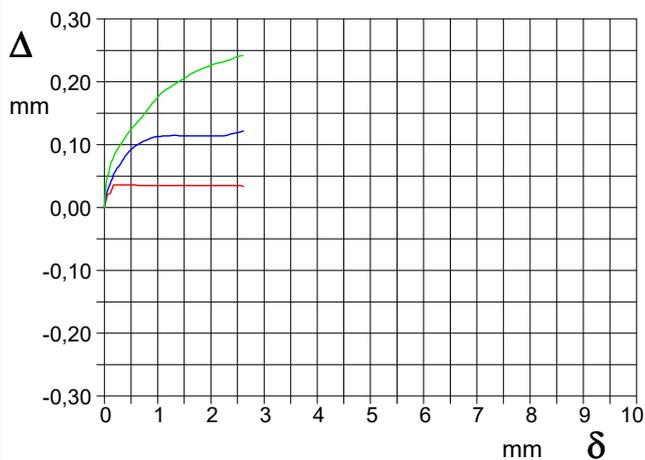
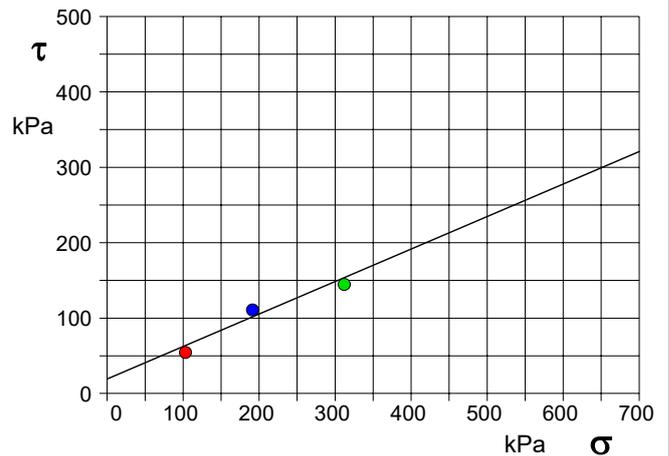


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

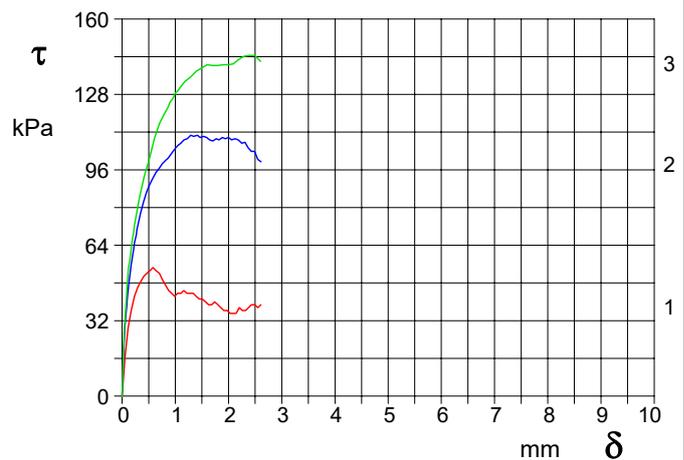


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.



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-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°: 04625	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 25/09/23	Inizio analisi: 12/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 350 del 24/06/23		Apertura campione: 12/09/23	Fine analisi: 13/09/23

COMMITTENTE: Penetratio snc		
RIFERIMENTO: Arezzo (AR)		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 10.5-11.0

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 24,3 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C



LABOTER S.r.l.

Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.it

DNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 04626	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 25/09/23	Inizio analisi: 12/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 350 del 24/06/23		Apertura campione: 12/09/23	Fine analisi: 12/09/23

COMMITTENTE: Penetratio snc		
RIFERIMENTO: Arezzo (AR)		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 10.5-11.0

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 = 19,4 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°: 04629** Pagina 1/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 350 del 24/06/23

DATA DI EMISSIONE: 25/09/23

Inizio analisi: 18/09/23

Apertura campione: 12/09/23

Fine analisi: 21/09/23

COMMITTENTE: Penetratio snc

RIFERIMENTO: Arezzo (AR)

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 10.5-11.0

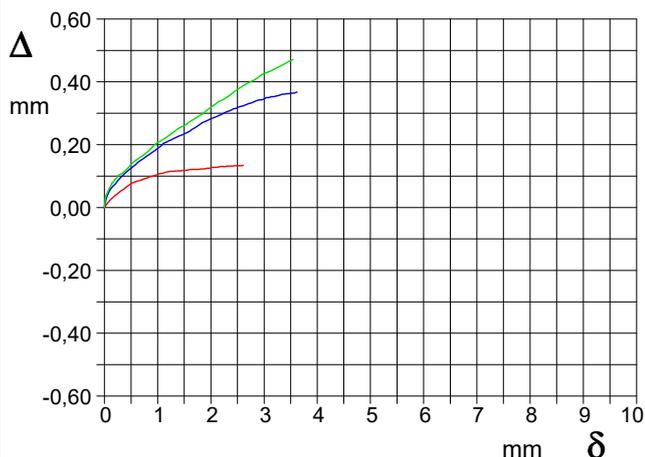
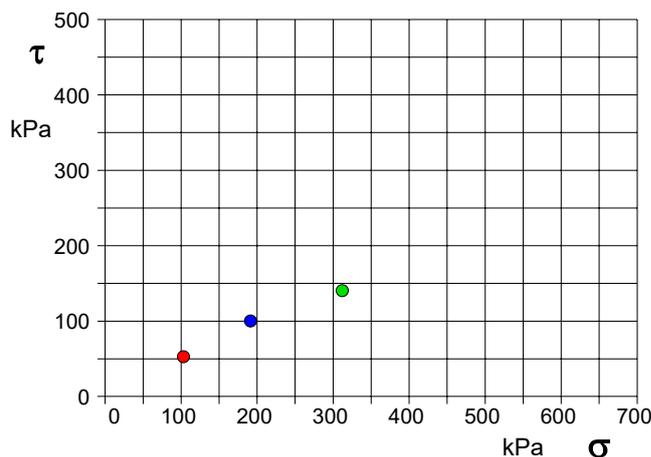
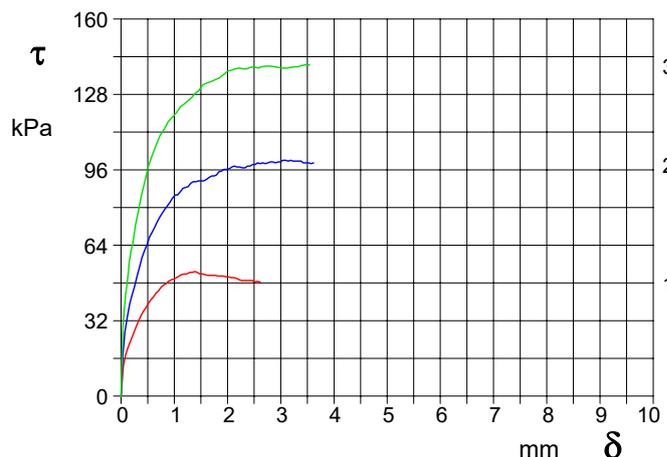
PROVA DI TAGLIO DIRETTO

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):	53	100	141
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	1,39	3,04	3,46
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,12	0,35	0,47
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 23,2	--- 20,3	--- 20,3
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	20,4 26,4	18,9 24,9	19,0 25,0

DIAGRAMMATensione - 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-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°: 04629** Pagina 3/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 350 del 24/06/23

DATA DI EMISSIONE: 25/09/23

Inizio analisi: 18/09/23

Apertura campione: 12/09/23

Fine analisi: 21/09/23

COMMITTENTE: Penetratio snc

RIFERIMENTO: Arezzo (AR)

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 2

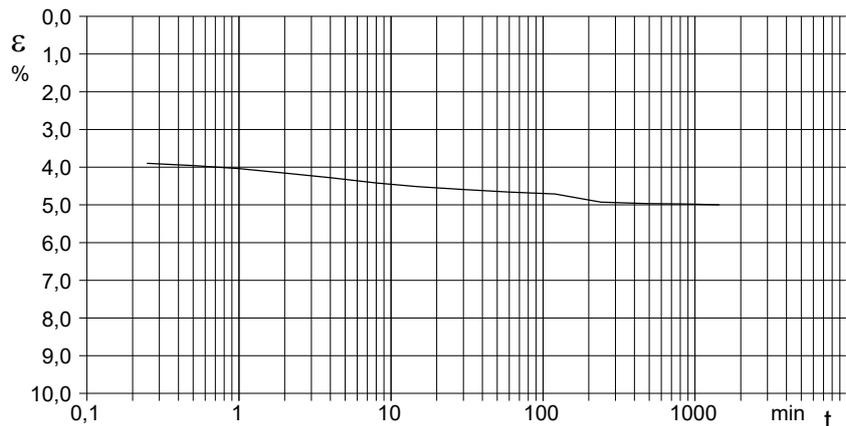
PROFONDITA': m 10.5-11.0

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

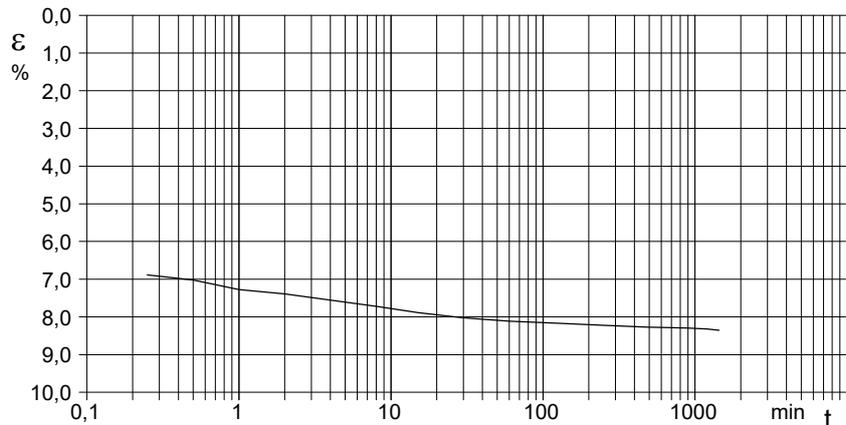
Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

**Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO****PROVINO 1**

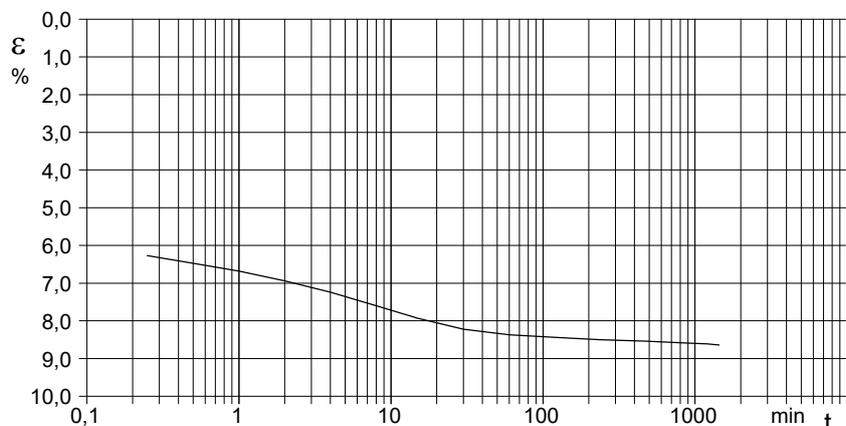
Pressione (kPa)	103
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,900
Sezione (cm ²):	36,00
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	0
Vs (mm/min)	0,000

**Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO****PROVINO 2**

Pressione (kPa)	191
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,833
Sezione (cm ²):	36,00
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	0
Vs (mm/min)	0,000

**Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO****PROVINO 3**

Pressione (kPa)	312
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,827
Sezione (cm ²):	36,00
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	0
Vs (mm/min)	0,000



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

tf = 50 x T₅₀

Vs = Df / tf

COMMITTENTE: Penetratio snc			
RIFERIMENTO: Arezzo (AR)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 10.5-11.0	

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):	53	100	141
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	1,39	3,04	3,46
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,12	0,35	0,47
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 23,2	--- 20,3	--- 20,3
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	20,4 26,4	18,9 24,9	19,0 25,0

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Coesione:	14,6 kPa
Angolo di attrito interno:	22,8 °

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

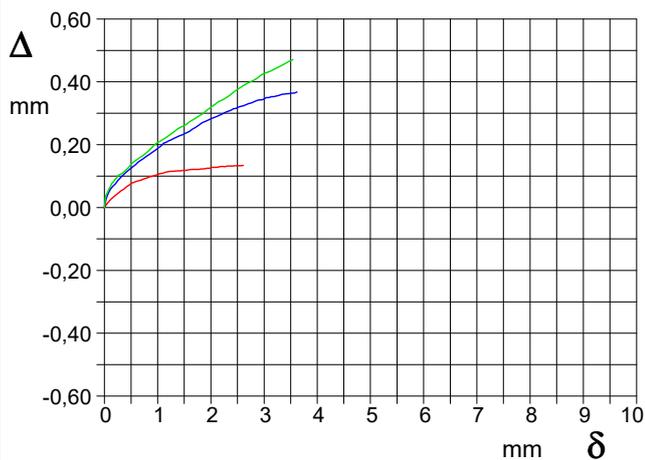
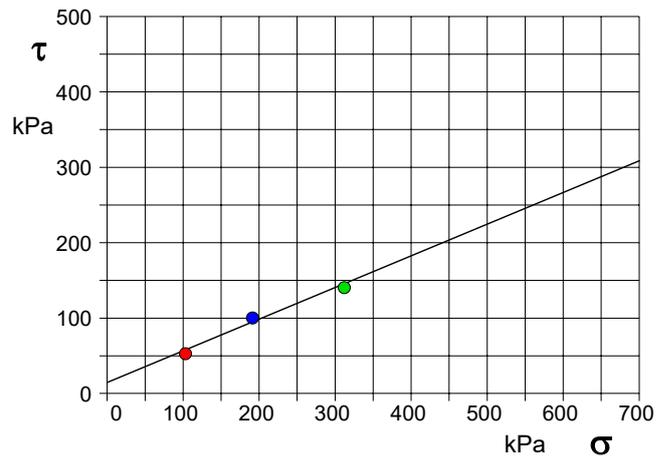


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

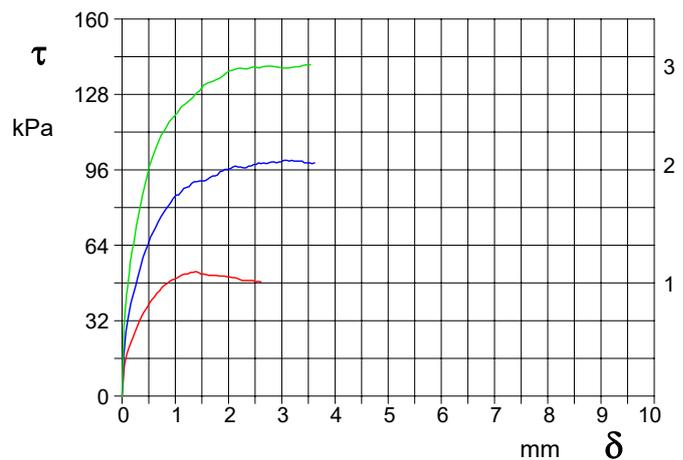


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.



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°: 04630	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 25/09/23	Inizio analisi: 12/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 350 del 24/06/23		Apertura campione: 12/09/23	Fine analisi: 13/09/23

COMMITTENTE: Penetratio snc		
RIFERIMENTO: Arezzo (AR)		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 2.0-2.5

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 21,6 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C



LABOTER S.r.l.

Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.it

DNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 04631	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 25/09/23	Inizio analisi: 12/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 350 del 24/06/23		Apertura campione: 12/09/23	Fine analisi: 12/09/23

COMMITTENTE: Penetratio snc		
RIFERIMENTO: Arezzo (AR)		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 2.0-2.5

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 = 18,7 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

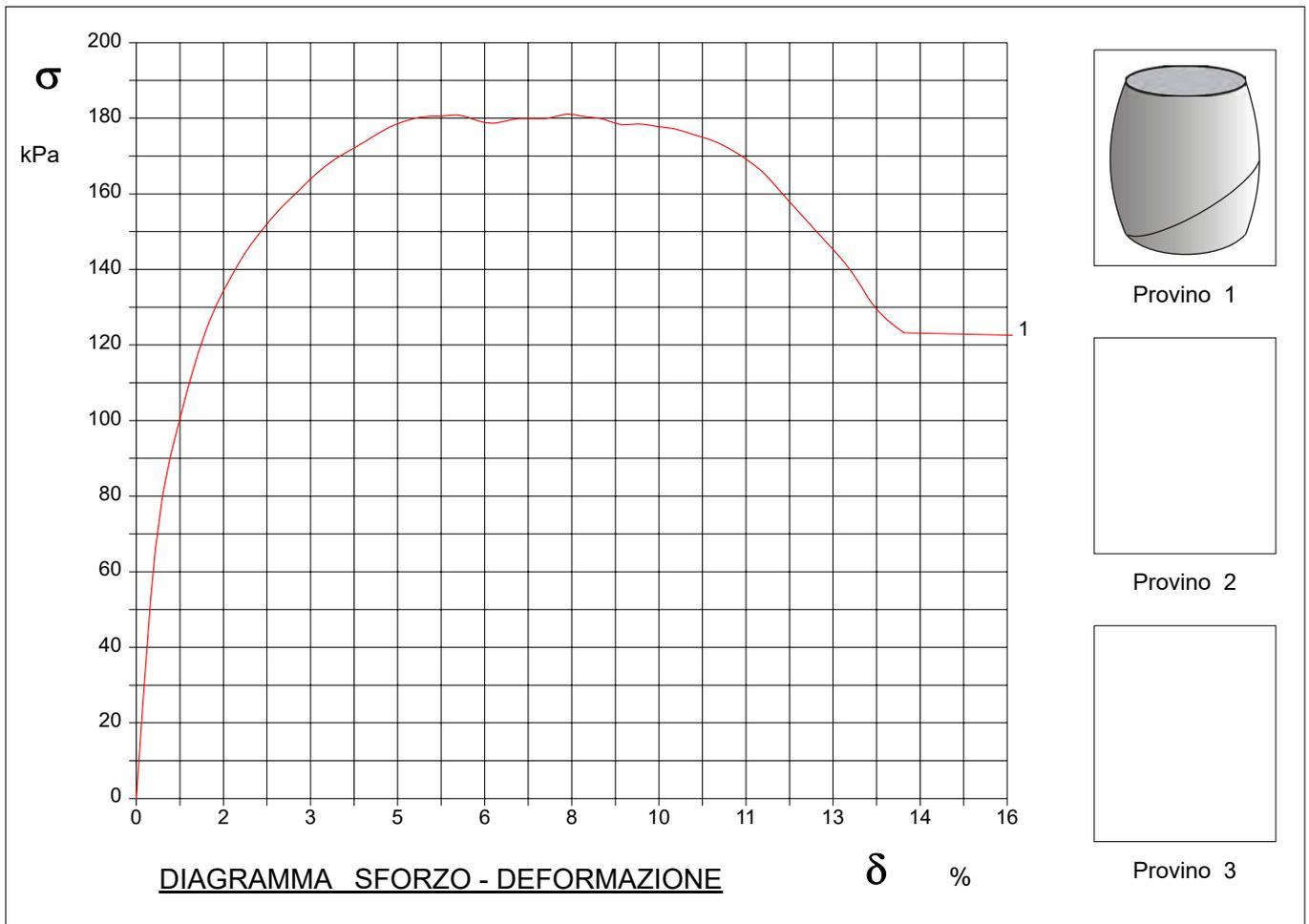
CERTIFICATO DI PROVA N°: 04633	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 25/09/23	Inizio analisi: 12/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 350 del 24/06/23		Apertura campione: 12/09/23	Fine analisi: 13/09/23

COMMITTENTE: Penetratio snc		
RIFERIMENTO: Arezzo (AR)		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 2.0-2.5

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166-06

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	----	----
Velocità di deformazione (mm/min):	1,270	----	----
Altezza (cm):	7,60	----	----
Sezione (cm²):	11,34	----	----
Peso di volume (kN/m³):	20,0	----	----
Umidità naturale (%):	17,0	----	----



Moduli di elasticità kPa	Tangente	Provino 1: 18781	Provino 2: ---	Provino 3: ---
	Secante	Provino 1: ---	Provino 2: ---	Provino 3: ---
	A rottura	Provino 1: ---	Provino 2: ---	Provino 3: ---

**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°: 04633	Pagina 0/1	DATA DI EMISSIONE: 25/09/23	Inizio analisi: 12/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 350 del 24/06/23		Apertura campione: 12/09/23	Fine analisi: 13/09/23

COMMITTENTE: Penetratio snc			
RIFERIMENTO: Arezzo (AR)			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 2.0-2.5	

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166-06

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione
%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa
0,35	65,9	12,85	144,5								
0,68	93,7	13,18	138,6								
1,01	111,7	13,51	131,2								
1,34	126,1	13,84	126,1								
1,67	136,1	14,17	122,6								
2,00	144,3										
2,32	150,7										
2,65	156,2										
2,98	160,8										
3,31	165,4										
3,64	169,1										
3,97	171,9										
4,30	174,7										
4,63	177,4										
4,96	179,3										
5,29	180,4										
5,61	180,6										
5,94	180,8										
6,27	179,3										
6,60	178,7										
6,93	179,7										
7,26	179,9										
7,59	180,1										
7,92	181,1										
8,25	180,4										
8,57	179,8										
8,90	178,3										
9,23	178,5										
9,56	177,8										
9,89	177,2										
10,22	175,7										
10,55	174,3										
10,88	172,1										
11,21	169,1										
11,54	165,4										
11,86	160,1										
12,19	154,8										
12,52	149,6										

**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°: 04634** Pagina 1/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 350 del 24/06/23

DATA DI EMISSIONE: 25/09/23

Inizio analisi: 18/09/23

Apertura campione: 12/09/23

Fine analisi: 23/09/23

COMMITTENTE: Penetratio snc

RIFERIMENTO: Arezzo (AR)

SONDAGGIO: 2

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 2.0-2.5

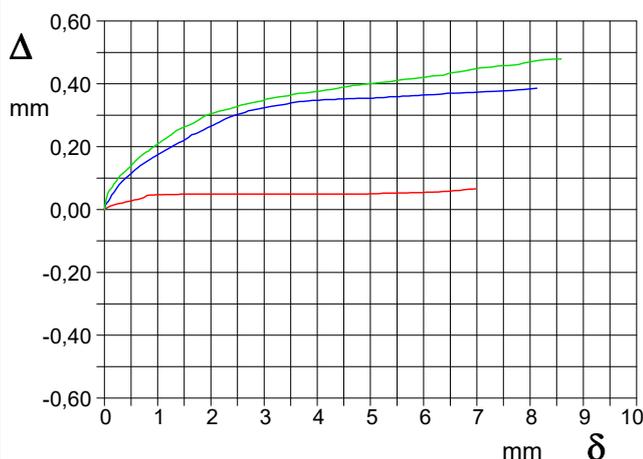
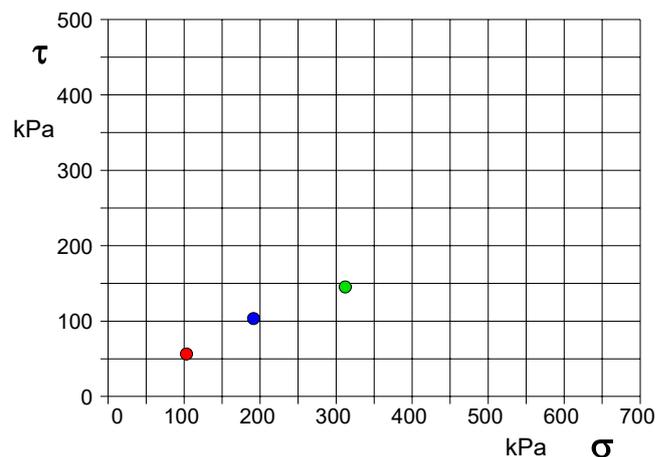
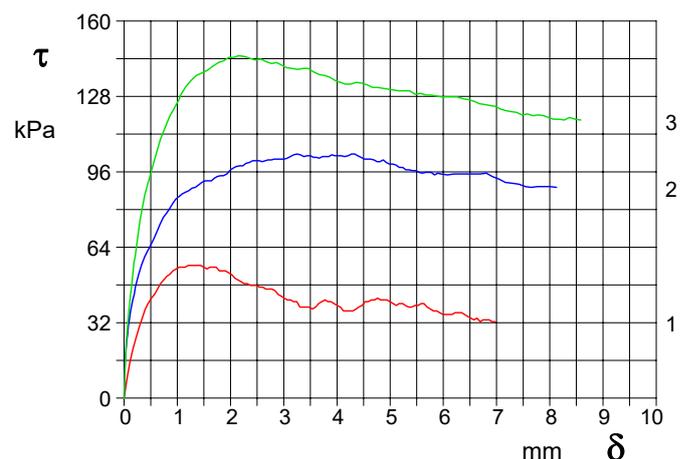
PROVA DI TAGLIO DIRETTO

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):	56	104	145
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	1,20	3,25	2,15
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,05	0,33	0,31
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 28,1	--- 25,1	--- 25,5
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	18,5 24,6	18,8 25,4	18,7 25,1

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-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°: 04634** Pagina 3/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 350 del 24/06/23

DATA DI EMISSIONE: 25/09/23

Inizio analisi: 18/09/23

Apertura campione: 12/09/23

Fine analisi: 23/09/23

COMMITTENTE: Penetratio snc

RIFERIMENTO: Arezzo (AR)

SONDAGGIO: 2

CAMPIONE: 1

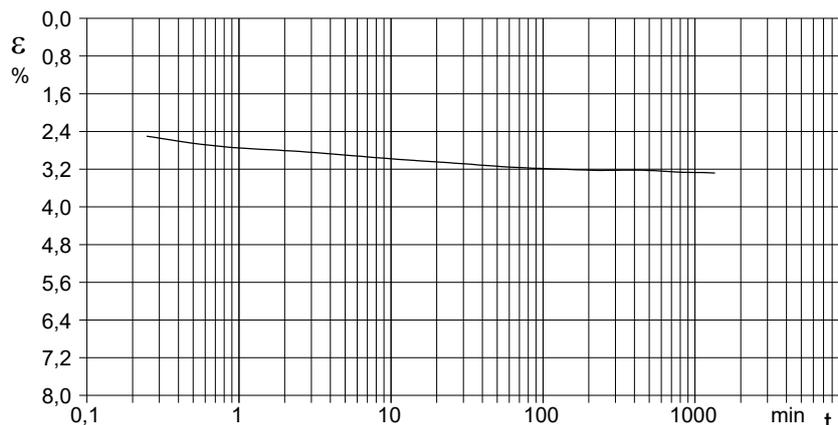
PROFONDITA': m 2.0-2.5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

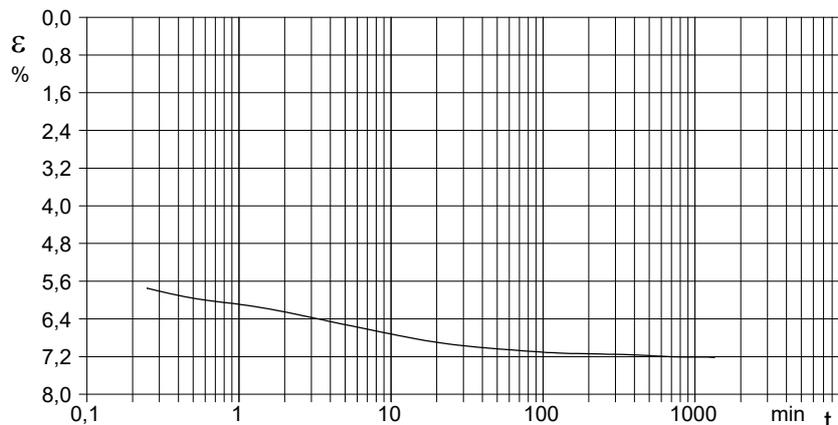
Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

**Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO****PROVINO 1**

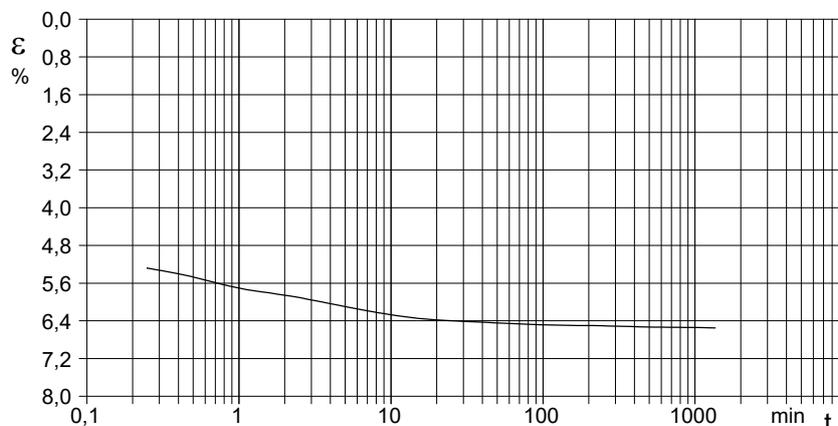
Pressione (kPa)	103
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,934
Sezione (cm ²):	28,27
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

**Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO****PROVINO 2**

Pressione (kPa)	191
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,856
Sezione (cm ²):	28,27
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

**Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO****PROVINO 3**

Pressione (kPa)	312
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,869
Sezione (cm ²):	28,27
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000



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

tf = 50 x T₅₀

Vs = Df / tf

COMMITTENTE: Penetratio snc			
RIFERIMENTO: Arezzo (AR)			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 2.0-2.5	

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):	56	104	145
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	1,20	3,25	2,15
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,05	0,33	0,31
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 28,1	--- 25,1	--- 25,5
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	18,5 24,6	18,8 25,4	18,7 25,1

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Coesione:	17,2 kPa
Angolo di attrito interno:	23,1 °

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

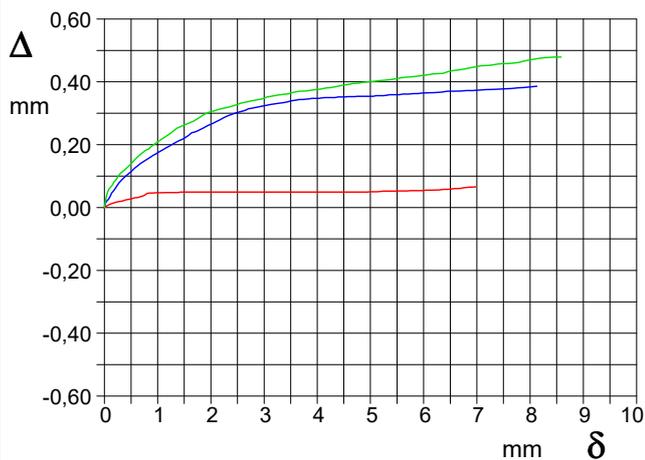
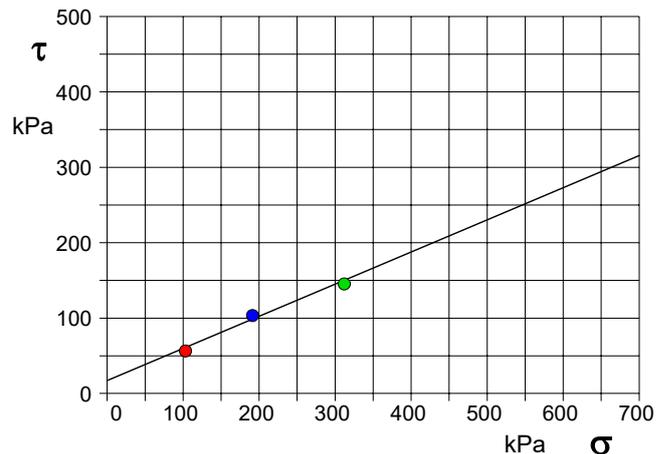


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

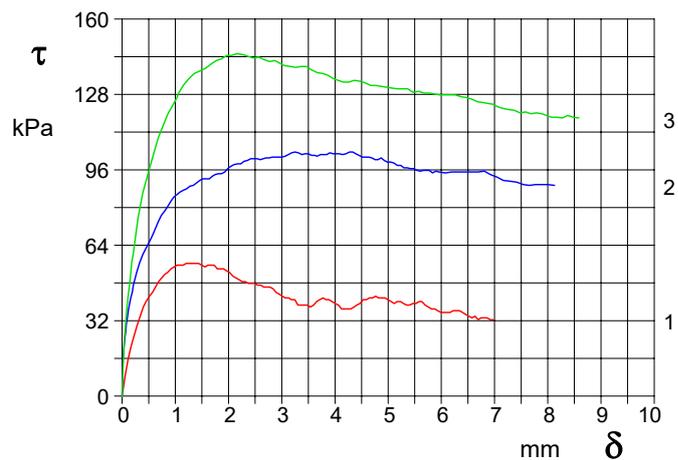


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.



COMMITTENTE: Penetratio snc
RIFERIMENTO: Arezzo (AR)
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 13.5-14.0

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	19,9	%
Peso di volume	19,8	kN/m³
Peso di volume secco	16,5	kN/m³
Peso di volume saturo	20,2	kN/m³
Peso specifico	26,5	kN/m³
Indice dei vuoti	0,602	
Porosità	37,6	%
Grado di saturazione	89,2	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		%
Passante al set. n° 40		%
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	0,5	%
Sabbia	5,6	%
Limo	56,4	%
Argilla	37,5	%
D 10	0,000325	mm
D 50	0,004699	mm
D 60	0,008739	mm
D 90	0,043781	mm
Passante set. 10	99,5	%
Passante set. 42	98,5	%
Passante set. 200	96,6	%

COMPRESSIONE

σ	354	kPa
c_u	177	kPa
σ_{Rim}		kPa
$c_{u Rim}$		kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta		
c'	18,7	kPa
ϕ'	20,4	°
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

FOTOGRAFIA



OSSERVAZIONI

Tipi di campione: Cilindrico Qualità del campione: Q 5

Posizione delle prove CF GR TD CS	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				
	10	300			Limo con argilla debolmente sabbioso, con concrezioni calcaree e di manganese MUNSELL SOIL COLOR: 10YR 6/4 Light yellowish brown
	20	300			Classificazione del terreno in base alla resistenza al pocket penetrometer e vane test < 24.5 kPa molto molle 24.5 - 49.1 kPa molle
	30	325			49.1 - 98.1 kPa plastico
	40	275			98.1 - 196.2 kPa consistente 196.2 - 392.4 kPa molto consistente >392,4 kPa duro
				48	



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°: 04635	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 25/09/23	Inizio analisi: 12/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 350 del 24/06/23		Apertura campione: 12/09/23	Fine analisi: 13/09/23

COMMITTENTE: Penetratio snc		
RIFERIMENTO: Arezzo (AR)		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 13.5-14.0

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 19,9 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C



LABOTER S.r.l.

Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.it

DNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 04636	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 25/09/23	Inizio analisi: 12/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 350 del 24/06/23		Apertura campione: 12/09/23	Fine analisi: 12/09/23

COMMITTENTE: Penetratio snc		
RIFERIMENTO: Arezzo (AR)		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 13.5-14.0

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 = 19,8 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

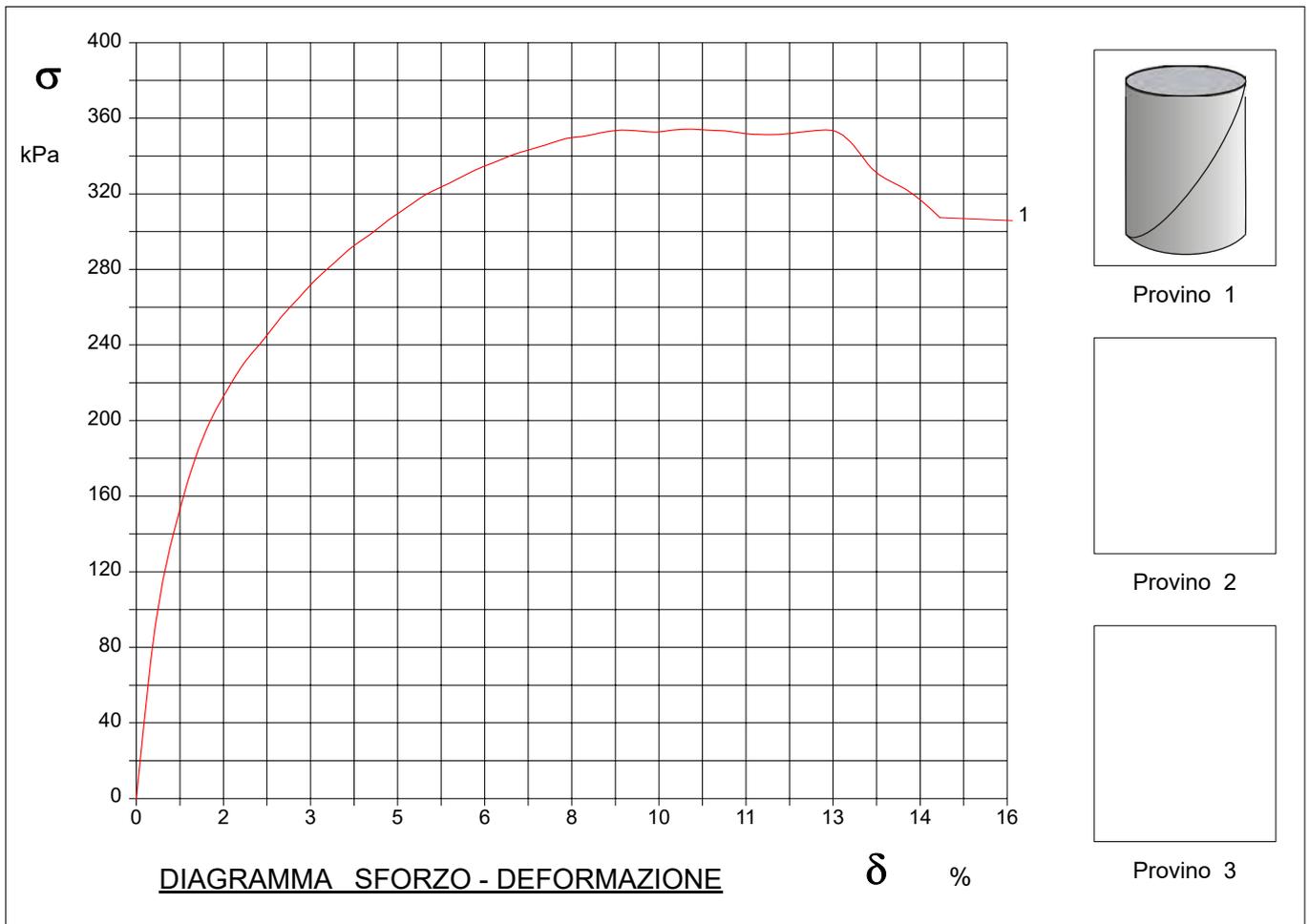
CERTIFICATO DI PROVA N°: 04638	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 25/09/23	Inizio analisi: 12/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 350 del 24/06/23		Apertura campione: 12/09/23	Fine analisi: 13/09/23

COMMITTENTE: Penetratio snc		
RIFERIMENTO: Arezzo (AR)		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 13.5-14.0

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166-06

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	----	----
Velocità di deformazione (mm/min):	1,270	----	----
Altezza (cm):	7,60	----	----
Sezione (cm²):	11,28	----	----
Peso di volume (kN/m³):	20,8	----	----
Umidità naturale (%):	14,0	----	----



Moduli di elasticità kPa	Tangente	Provino 1: 26181	Provino 2: ---	Provino 3: ---
	Secante	Provino 1: ---	Provino 2: ---	Provino 3: ---
	A rottura	Provino 1: ---	Provino 2: ---	Provino 3: ---

**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°: 04638	Pagina 0/1	DATA DI EMISSIONE: 25/09/23	Inizio analisi: 12/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 350 del 24/06/23		Apertura campione: 12/09/23	Fine analisi: 13/09/23

COMMITTENTE: Penetratio snc			
RIFERIMENTO: Arezzo (AR)			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 13.5-14.0	

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166-06

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione
%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa
0,35	91,9	12,85	353,0								
0,68	140,0	13,18	345,5								
1,01	173,7	13,51	333,5								
1,34	198,5	13,84	326,9								
1,67	216,2	14,17	321,8								
2,00	231,1	14,50	314,5								
2,32	242,4	14,82	305,8								
2,65	254,6										
2,98	264,9										
3,31	275,1										
3,64	283,6										
3,97	292,0										
4,30	298,6										
4,63	306,0										
4,96	312,6										
5,29	319,0										
5,61	323,8										
5,94	328,5										
6,27	333,2										
6,60	337,0										
6,93	340,7										
7,26	343,6										
7,59	346,5										
7,92	349,3										
8,25	350,5										
8,57	352,5										
8,90	353,7										
9,23	353,2										
9,56	352,7										
9,89	353,8										
10,22	354,1										
10,55	353,6										
10,88	353,1										
11,21	351,8										
11,54	351,3										
11,86	351,6										
12,19	352,6										
12,52	353,6										

**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°: 04639** Pagina 1/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 350 del 24/06/23

DATA DI EMISSIONE: 25/09/23

Inizio analisi: 18/09/23

Apertura campione: 12/09/23

Fine analisi: 22/09/23

COMMITTENTE: Penetratio snc

RIFERIMENTO: Arezzo (AR)

SONDAGGIO: 2

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 13.5-14.0

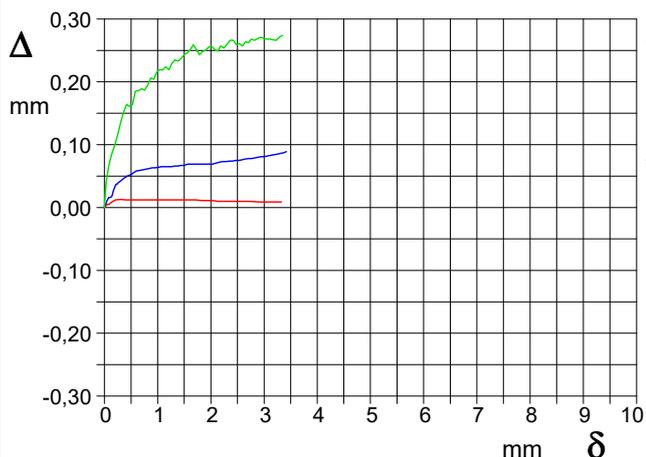
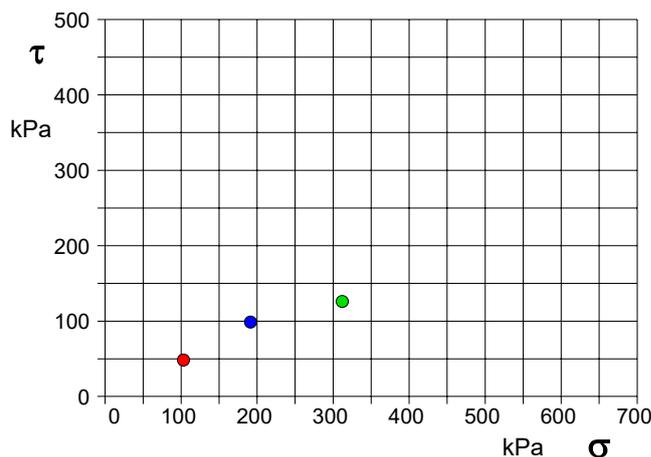
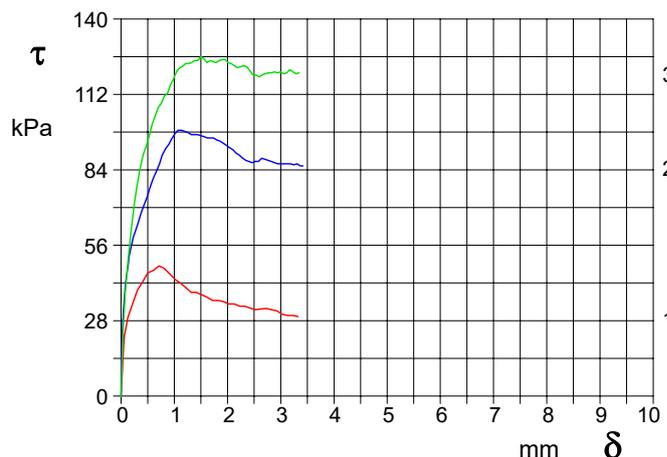
PROVA DI TAGLIO DIRETTO

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):	48	99	126
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	0,71	1,07	1,50
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,01	0,07	0,24
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 23,0	--- 22,4	--- 22,5
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19,8 24,9	19,8 24,9	19,8 26,2

DIAGRAMMATensione - 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°: 04639	Pagina 3/4	DATA DI EMISSIONE: 25/09/23	Inizio analisi: 18/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 350 del 24/06/23		Apertura campione: 12/09/23	Fine analisi: 22/09/23

COMMITTENTE: Penetratio snc		
RIFERIMENTO: Arezzo (AR)		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 13.5-14.0

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	103
Altezza iniziale (cm)	2,500
Altezza finale (cm)	2,446
Sezione (cm ²):	28,27
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

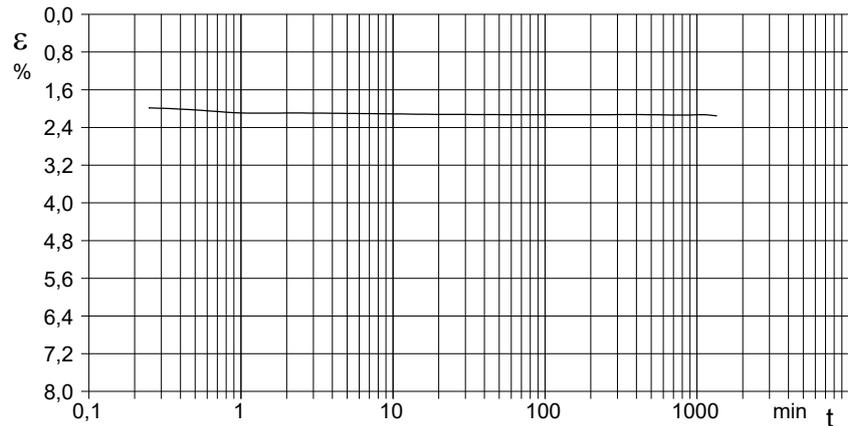


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	191
Altezza iniziale (cm)	2,500
Altezza finale (cm)	2,430
Sezione (cm ²):	28,27
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

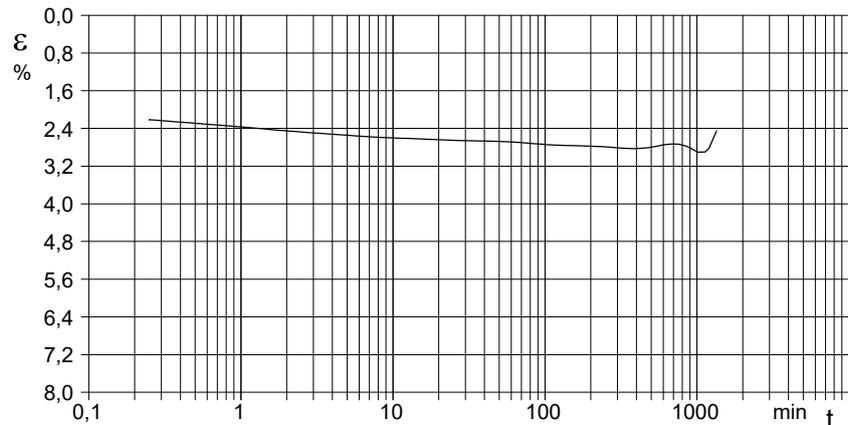
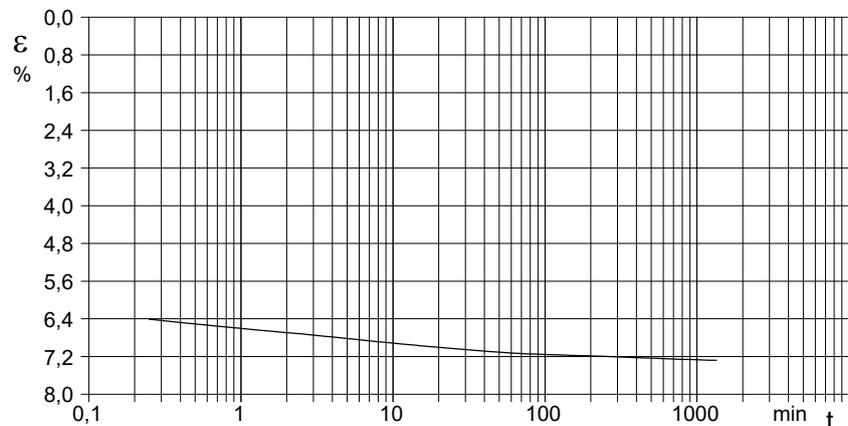


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	312
Altezza iniziale (cm)	2,500
Altezza finale (cm)	2,318
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: Penetratio snc		
RIFERIMENTO: Arezzo (AR)		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 13.5-14.0

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):	48	99	126
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	0,71	1,07	1,50
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,01	0,07	0,24
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 23,0	--- 22,4	--- 22,5
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19,8 24,9	19,8 24,9	19,8 26,2

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Coesione:	18,7 kPa
Angolo di attrito interno:	20,4 °

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

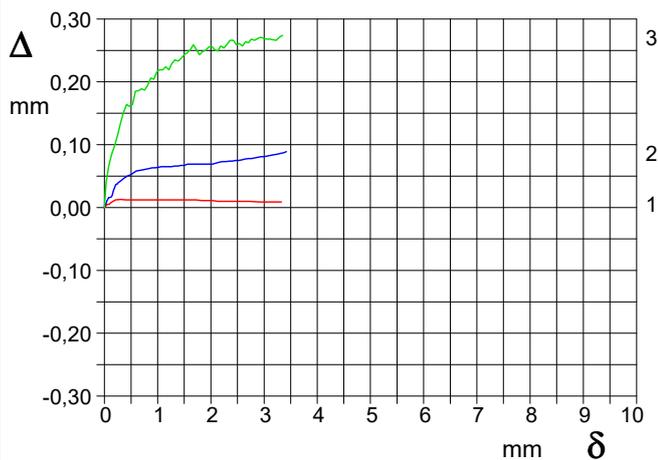
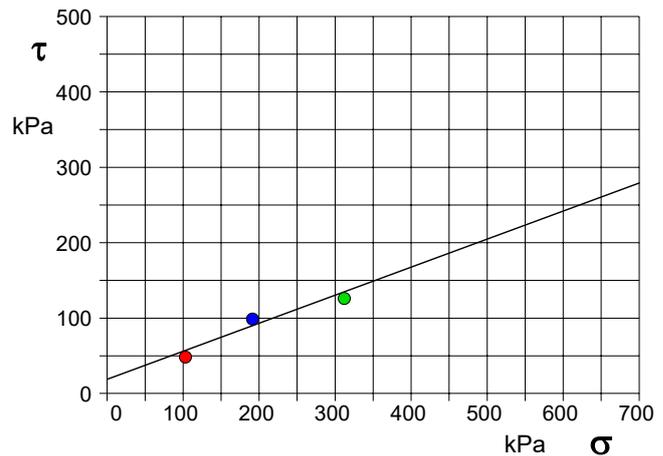


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

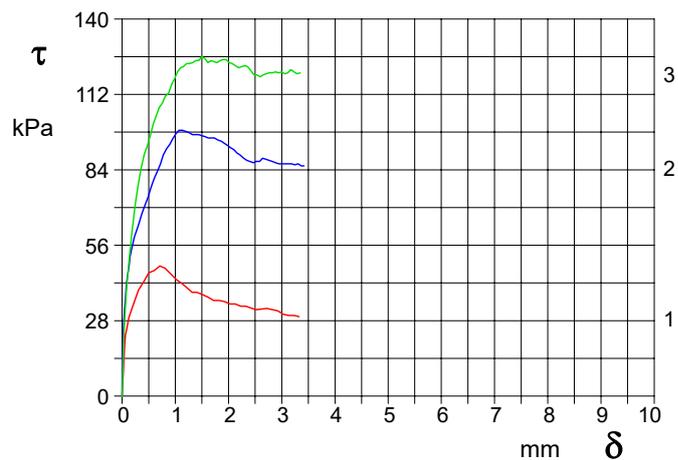


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.