

Ristrutturazione snodo viario dell'area Baldaccio con raddoppio del sottopasso e sistemazione della viabilità

[CIG: 690790792F]

Committente:

Comune di Arezzo

RUP: ing. Antonella Fabbianelli

Via Tagliamento n. 3, 52100 Arezzo
tel. 055.20071298 - fax 055.2638766

Servizio svolto dal RTP:

SB+ srl

Via Rodi 9 - 52100 Arezzo - tel. 0575.354421 - fax 0575.409613
Viale Regina Giovanna, 24/b - 20129 Milano - tel./fax 02.49692195
www.sbpiu.it - sbpiu@sbpiu.it

ERRE.VI.A. Srl

Viale Cristoforo Colombo n. 23 Trezzano sul Naviglio (MI)
tel. 02.48400557 - fax 02.48400429
www.errevia.com - info@errevia.com

Servizio:

PE

PROGETTO ESECUTIVO

Elaborato:

T03

Relazione Geologica

Data:

Aggiornamenti:

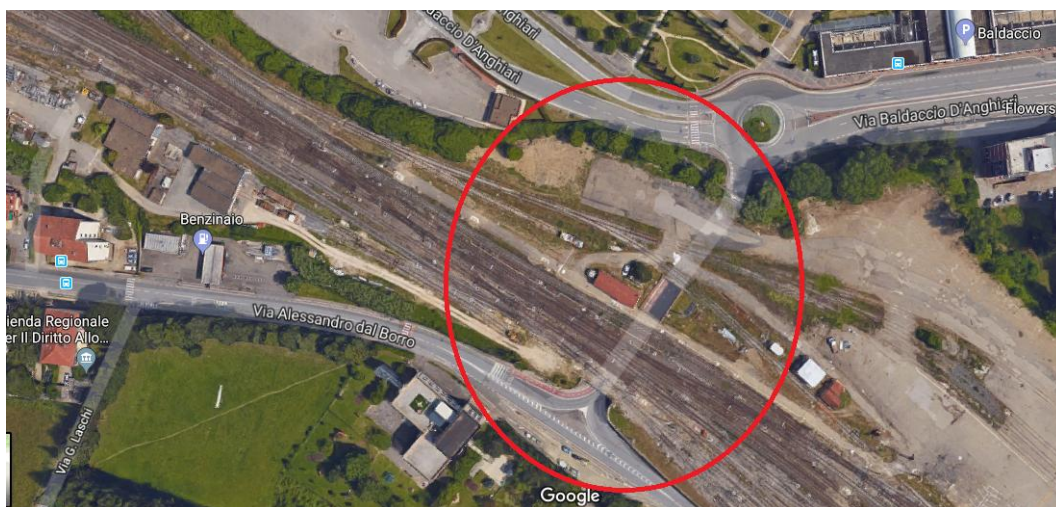
Agosto 2018

A. PREMESSA.....	1
B. IL PROGETTO	3
C. INQUADRAMENTO E VINCOLI DELL'AREA DI INTERVENTO.....	4
C.1 Inquadramento geografico	4
C.2 Vincoli Urbanistici.....	6
C.3 Estratto della Fattibilità da RU	6
C.4 Estratto della Pericolosità Idraulica da RU.....	7
C.5 Estratto della Pericolosità Sismica Locale da RU.....	8
C.6 Estratto Pericolosità Geomorfologica da RU.....	9
C.7 Vincolo Idrogeologico	9
D. LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI	10
E. LINEAMENTI GEOLOGICI.....	11
E.1 Depositi antropici e depositi alluvionali attuali e recenti	11
E.2 Depositi Villafranchiani.....	11
E.3 Formazione delle arenarie del monte Falterona.....	11
F. LINEAMENTI IDROGRAFICI ED IDROGEOLOGICI	13
G. INDAGINI SVOLTE	15
G.1 Indagine Geognostica	15
G.2 Indagine Sismica.....	17
G.3 Indagine Geoelettrica	17
H. CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO	18
H.1 Successione stratigrafica.....	18
H.1.1 Unità O1.....	18
H.1.2 Unità O2.....	18
H.1.3 Unità A.....	19
H.1.4 Unità B.....	19
H.1.5 Unità C.....	19
H.1.6 Unità D.....	20
H.1.7 Unità E	20
I. CARATTERIZZAZIONE SISMICA	21
I.1 Caratterizzazione sismica del sottosuolo.....	21
I.1.1 Vita Nominale delle strutture – VN	21
I.1.2 Classe d'uso - Cu	21
I.1.3 Periodo di riferimento per l'azione sismica - VR.....	22
I.2 Azione Sismica.....	23
I.2.1 Stati limite e relative probabilità di superamento	23
I.2.2 Tempo di ritorno	23
I.3 Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche.....	24
I.3.1 Categorie di suolo di fondazione	24
I.3.2 Condizioni topografiche	24
I.3.3 Amplificazione stratigrafica	25
I.3.4 Amplificazione topografica	25
I.4 Spettro di risposta elastico	26
I.4.1 Zona sismica.....	26
I.4.2 Spettro di risposta del sito.....	26
I.5 Coefficienti sismici.....	29

J. INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA E PROFILO GEOTECNICO.....	30
J.1 Caratterizzazione geomeccanica	30
J.1.1 Valori medi e valori caratteristici	30
K. NOTE CONCLUSIVE E RACCOMANDAZIONI	32
L. DOCUMENTO INTEGRATIVO N. 1 – DIAGRAMMI PROVE PENETROMETRICHE STATICHE.....	33
M. DOC. INTEGRATIVO N. 2 – DIAGRAMMI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE	45
N. DOCUMENTO INTEGRATIVO N. 3 – STRATIGRAFIA SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO/DISTRUZIONE.....	55
O. DOCUMENTO INTEGRATIVO N. 4 – PROVE DI PERMEABILITÀ TIPO LEFRANC A CARICO VARIABILE.....	59
P. DOCUMENTO INTEGRATIVO N. 5 – ANALISI CAMPIONI DI LABORATORIO	68
Q. DOCUMENTO INTEGRATIVO N. 6 – DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA.....	89

A. PREMESSA

La presente indagine geologico-sismica è parte integrante dello progetto esecutivo relativo alla ristrutturazione dello snodo viario dell'area Baldaccio, consistente nel raddoppio del sottopasso ferroviario tra Via Baldaccio D'Anghiari e Via A. del Borro / Viale L. Cittadini e nella sistemazione della viabilità circostante. Tale area è posta all'interno del nucleo urbano della città di Arezzo.



Localizzazione dell'area di intervento

Questo elaborato che al suo interno comprende anche la caratterizzazione geotecnica dei terreni fondali compresi gli esiti delle indagini geognostiche, assieme alla Relazione sulle indagini geofisiche e a tutte le tavole e allegati presenti nelle due relazioni tecniche, ha consentito la ricostruzione di un modello geologico e sismico del sottosuolo dell'area di intervento illustrato nell'elaborato PE.G12.

Lo scopo dello studio è quello di definire, in osservanza della vigente Normativa, i lineamenti geologico-geomorfologici, di fornire una caratterizzazione sismica della zona in oggetto, nonché di definire le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, al fine di poter effettuare tutte le verifiche previste per le strutture in progetto.

Normativa di riferimento

Il presente studio viene redatto ai sensi della seguente normativa:

- D.M. 14/01/2008: “Testo Unico – Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- OPCM 3/5/2005 n. 3431 – “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”;
- OPCM 5/11/2004 n. 3379 – “Disposizioni urgenti di protezione civile”;
- OPCM 20/3/2003 n. 3274 – “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”;
- Eurocodice 8 – Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture;
- Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica;
- DGR 431/2006: “Riclassificazione sismica del territorio regionale: Attuazione del D.M. 14.9.2005 e O.P.C.M. 3519 del 28 aprile 2006 pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale dell’11.5.2006”
- D.P.G.R. 9/07/2009 n. 36 R – “Regolamento di attuazione dell’articolo 117, commi 1 e 2 della legge regionale 3 gennaio 2005 n.1 (Norme per il governo del territorio). Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico.”

B. IL PROGETTO

Il presente appalto ha per oggetto la realizzazione di un nuovo sottopasso costituito da una struttura scatolare in cemento armato (monolite) interamente gettato in opera, spinto nella posizione di progetto mediante la tecnica dell'infissione oleodinamica. L'altezza interna della sezione è pari a 5,7 m, mentre la larghezza di 10,0 m consentirà la presenza di due corsie, relative banchine, marciapiede e pista ciclabile.

Per quanto riguarda il sottopasso esistente, composto attualmente da due canne separate l'una dall'altra da un tratto a cielo aperto, il progetto prevede la demolizione della porzione nord e l'adeguamento di quella sud.

Per maggiori dettagli si rimanda ai documenti tecnici allegati al progetto.

C. INQUADRAMENTO E VINCOLI DELL'AREA DI INTERVENTO

C.1 Inquadramento geografico

L'area oggetto di indagine è rappresentata dallo snodo viario dell'area Baldaccio, il sottopasso ferroviario di progetto è realizzato tra Via Baldaccio D'Anghiari e Via A. del Borro / Viale L. Cittadini ubicato nell'area urbana del Comune di Arezzo.

Dal punto di vista cartografico l'area oggetto del presente studio risulta inserita all'interno della sezione n. 288110 della CTR in scala 1:10000.

TAV.1 CARTA DI INQUADRAMENTO



LEGENDA

 Area d'interesse

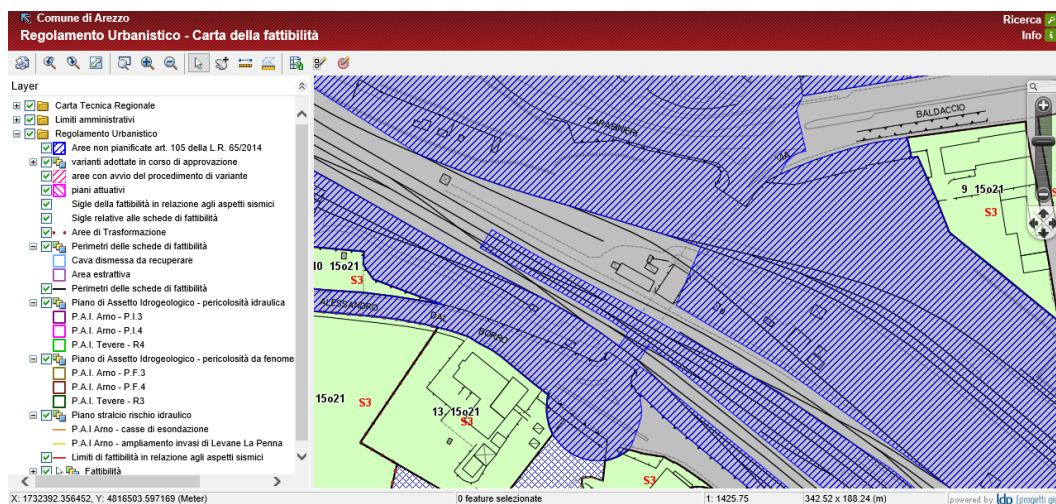
0 500 1.000 2.000 3.000 m

C.2 Vincoli Urbanistici

Secondo la cartografia del Piano Strutturale del Comune di Arezzo, l'area di previsto intervento ricade, per quanto riguarda la pericolosità geomorfologica, in classe G2 (Pericolosità media), per quanto riguarda la pericolosità idraulica, risulta classificata in classe I1 (Pericolosità bassa) e infine per quanto riguarda la pericolosità sismica, risulta classificata in classe S3 (Pericolosità elevata).

Dal punto di vista delle fattibilità, l'area, secondo gli elaborati del R.U. comunale, rientra tra quelle non pianificate ai sensi dell'art. 105 della L.R. 65/2014. Utilizzando l'abaco presente all'interno della relazione di fattibilità si può assegnare una Fattibilità idraulica FI2 (Fattibilità Idraulica con normali vincoli), una Fattibilità geomorfologica FG2 (Fattibilità Geologica con normali vincoli) e una Fattibilità sismica FS3 (Fattibilità Sismica condizionata).

C.3 Estratto della Fattibilità da RU



C.4 Estratto della Pericolosità Idraulica da RU



- Pericolosità idraulica
- I.1 Pericolosità idraulica bassa
 - I.2 Pericolosità idraulica media
 - I.3 Pericolosità idraulica elevata
 - I.4 Pericolosità idraulica molto elevata
 - I.4 Pericolosità idraulica molto elevata, $tr \leq 20$ anni
 - I.4 Pericolosità idraulica molto elevata, $tr \leq 30$ anni

C.5 Estratto della Pericolosità Sismica Locale da RU



- B.30a Carta della pericolosità sismica locale
- S.1 pericolosità sismica locale bassa
 - S.2 pericolosità sismica locale media
 - S.3 pericolosità sismica locale elevata
 - S.4 pericolosità sismica locale molto elevata

C.6 Estratto Pericolosità Geomorfologica da RU



C.7 Vincolo Idrogeologico

La zona di intervento non risulta compresa all'interno delle aree classificate ai fini del vincolo idrogeologico (RD 3267/1923).

D. LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI

Il sito di intervento presenta una morfologia praticamente pianeggiante dove l'unico elemento di rottura è rappresentato dal rilevato ferroviario che presenta un'altezza media pari a circa 5 m. I terreni di riporto, rilevati e riportati nella carta geologica di dettaglio (vedi tavola allegata) sono posti ad una quota altimetrica media di circa 254-255 m slm mentre la base del rilevato è a circa 249-250 m slm. Nell'area di studio non sono stati riscontrati indizi riconducibili a movimenti gravitativi di alcun tipo, in particolare l'analisi delle scarpate del rilevato ferroviario appaiono piuttosto stabili anche se sono visibili alcuni segni di erosione dovuti al ruscellamento delle acque meteoriche, in parte attenuati e mascherati dalla copertura erbacea presente.

L'area di indagine risulta completamente antropizzata in quanto è ubicata all'interno della zona urbana di Arezzo tra Via Baldaccio D'Anghiari e Via A. del Borro / Viale L. Cittadini. Dal punto di vista geomorfologico, la zona interessata dall'intervento, completamente urbanizzata, è posta in una zona alluvionale tra il Torrente Castro e il Torrente Vingone; la pendenza media nell'area di intervento è bassa 1-2%, ad esclusione delle scarpate del rilevato che raggiungono pendenze massime pari a circa il 45-55% alla base di queste è comunque presente un muro di sostegno di altezza variabile.

E. LINEAMENTI GEOLOGICI

Le osservazioni riguardano in particolare la natura, lo stato fisico dei terreni ed il loro assetto giaciturale (vedi Tavola allegata).

E.1 Depositi antropici e depositi alluvionali attuali e recenti

Il sito di intervento, ricade all'interno di un'area antropizzata caratterizzata dall'impossibilità di effettuare un rilevamento diretto di campagna dato che in affioramento sono presenti materiali di riporto di varia tipologia rappresentati in particolari dal rilevato ferroviario che presenta spessori variabili da circa 4 m a circa 5 m.

Al di sotto di questi sono presenti terreni appartenenti a cicli sedimentari continentali di deposizione fluviale talvolta terrazzati, caratterizzati da frequenti variazioni di facies che danno una alternanza di terreni argilloso limosi, sabbiosi talvolta con ghiaie con tutti i termini intermedi.

E.2 Depositi Villafranchiani

Al di sotto dei terreni di riporto rappresentati dal rilevato ferroviario, in corrispondenza dell'opera in progetto sono presenti depositi continentali di età villafranchiana costituiti da terreni limoso argilloso-sabbiosi ed argille sabbiose.

E.3 Formazione delle arenarie del monte Falterona

Al di sotto dei depositi Fluvio-lacustri e alluvionali sopra descritti si trova, a partire da circa 4-6 m dalla superficie del rilevato ferroviario, la Formazione della Falda Toscana denominata "Arenarie del Falterona" (Oligocene sup.- Miocene inf.). Tale Formazione è costituita da arenarie quarzoso-feldspatiche a grana medio-grossolana

ben litificate, di colore da grigio chiaro a giallo ocra, con strati di potenza variabile da centimetrica a metrica. Intercalati a tali strati si rinvencono livelli di siltiti e marne. Nell'area in studio, come risulta dalle stratigrafie dei sondaggi realizzati, è preponderante la presenza di siltiti con rari livelli marnosi e arenacei.

F. LINEAMENTI IDROGRAFICI ED IDROGEOLOGICI

Relativamente alle aree immediatamente circostanti al sito di previsto intervento, considerate anche le caratteristiche morfologiche descritte, la circolazione idrica superficiale alla base del rilevato ferroviario è assicurata prevalentemente dal sistema fognario attraverso il quale gli afflussi meteorici vengono recapitati ai corpi idrici principali di fondovalle rappresentati dai torrenti Castro e Vingone.

Dal punto di vista strettamente idrogeologico, ai terreni costituenti il sottosuolo dell'area in esame possono essere assegnate differenti proprietà, in ragione di differenti gradi e tipologie di permeabilità:

- Terreni con permeabilità da media a bassa per porosità, rappresentati dagli orizzonti di riporto ferroviario di varia pezzatura;
- Terreni con permeabilità bassa a medio-bassa per porosità, rappresentati dagli orizzonti limoso argilloso e limoso sabbiosi;
- Terreni con permeabilità da medio bassa a media elevata per fratturazione, rappresentati dai livelli di siltiti talvolta marnose generalmente molto alterate e fratturate.

All'interno delle CPT5 e CPT9 e dei Sondaggi S2 e S3 sono stati installati micropiezometri a tubo aperto rispettivamente di 7 m e 3 m e piezometri di 15 m le cui rilevazioni hanno riscontrato la presenza di acqua secondo la tabella sotto riportata.

N. Misura	Data	Livelli idrici misurati in m da p.c.			
		S2	S3	CPT 5	CPT 9
1	20/03/2018	4,58	5,23	3,75	-
2	09/04/2018	4,97	5,45	3,98	0,75
3	08/05/2018	5,42	6,31	4,59	0,98
4	11/06/2018	5,29	6,07	4,41	0,90
5	26/07/2018	5,80	6,51	5,07	1,45
6	27/08/2018	5,97	6,62	5,26	1,59

Come si può osservare le prime due rilevazioni, del 20 Marzo e in parte anche del 9 Aprile, presentano i livelli idrici più vicini al p.c. rispetto a quelli delle misure successive dall'8 Maggio in poi (per p.c. si intende superficie topografica del rilevato ferroviario ad esclusione della CPT9 che si trova alla base del rilevato all'interno dell'area deposito degli autobus).

Si fa presente che le misurazioni di fine marzo e inizio aprile sono state effettuate durante e al termine di un periodo piovoso molto intenso in parte anche con precipitazioni nevose e che sicuramente fanno riferimento ai livelli massimi annuali visto che in sostanza corrispondono con la fine del periodo maggiormente piovoso.

Il monitoraggio mensile della falda idrica, effettuato anche nel periodo estivo, ha consentito di verificare la sua oscillazione nel tempo (circa 1.4-1.5 m di abbassamento da marzo ad agosto). Il rilevato ferroviario appare essere una zona di alimentazione ed infiltrazione della falda idrica che risente particolarmente delle precipitazioni meteoriche e quindi maggiormente soggetta all'escursione dei livelli piezometrici come conferma il piezometro installato nella CPT9, posto alla base del rilevato che presenta una escursione dei livelli pari a quasi la metà degli altri (circa 0.8-0.9 m di abbassamento).

Dalle informazioni raccolte nelle aree limitrofe a quella di intervento i livelli piezometri riscontrati sono in linea con quelli della zona (vedi rilevazioni piezometriche presenti nelle relazioni tecniche del parcheggio Baldaccio e del parcheggio autobus forniti dalla stazione appaltante).

Al fine di valutare la permeabilità dei terreni sono state effettuate n.9 prove di permeabilità di tipo Lefranc a carico variabile nei fori di sondaggio, per l'esito delle prove si rimanda ai documenti allegati alla presente relazione.

G. INDAGINI SVOLTE

G.1 Indagine Geognostica

L'indagine geognostica eseguita dalla ditta Soiltest di Arezzo a partire dal 28 Febbraio 2018 è stata caratterizzata dall'esecuzione di n.9 prove penetrometriche, n.4 verticali di tipo statico (CPT1, CPT2, CPT5 e CPT 9) e n.5 di tipo dinamico superpesante (DPSH3, DPSH4, DPSH6, DPSH7 e DPSH8) due delle quali sono state eseguite a fondo foro nelle perforazioni derivanti dalla bonifica da ordigni bellici di tipo puntuale. In particolare sono stati eseguiti n.3 sondaggi a carotaggio continuo (S1, S2 e S3), ubicati nell'area di intervento come indicato nella Tavola allegata. Le indagini hanno permesso di indagare i terreni fino a profondità variabili da 5,00 m a 7,00 m dal p.c. per le prove penetrometriche e di 27,00 m dal p.c. per il sondaggio. All'interno dei sondaggi sono stati prelevati in totale n. 7 campioni, ma solo 4 sono risultati idonei per le analisi di laboratorio in quanto gli altri sono risultati eccessivamente disturbati (Vedi Allegato 5). All'interno del sondaggio S1 sono state effettuate n. 5 SPT, all'interno del sondaggio S2 sono state effettuate 4 SPT e nel sondaggio S3 sono state effettuate 5 SPT i cui risultati sono visibili in Allegato 4. All'interno dei sondaggi inoltre sono state eseguite delle prove di permeabilità tipo Lefranc a carico variabile, nel sondaggio S1 sono state effettuate n. 4 prove di permeabilità, nel sondaggio S2 è stata eseguita una prova di permeabilità e nel sondaggio S3 sono state effettuate n.4 prove di permeabilità.

Le penetrometrie statiche e dinamiche sono state eseguite utilizzando un penetrometro "Pagani" Statico Dinamico tipo Gouda.

L'apparecchiatura penetrometrica statica ha permesso di determinare, ad intervalli di 20 cm, la resistenza alla punta e al friction – jacket per attrito laterale locale, entrambe espresse in kg /cmq. Le letture di campagna sono state diagrammate in modo da

ottenere profili penetrometrici continui.

Successivamente si è proceduto all'interpretazione dei dati con la determinazione della stratigrafia (Begemann 1965 – Schmertmann 1978), del peso dell'unità di volume (Terzaghi e Peck 1967 – Bowles 1982), della tensione litostatica (valutata in base ai valori di gamma), della coesione non drenata (Ricceri et al. 1974 – Marsland et al. 1974 / 1979). Sono stati inoltre definiti il modulo di deformazione non drenato (Duncan e Buchigani 1976), il modulo di deformazione drenato (Schmertmann 1970/1978 – Jamiolkowski et al. 1983) e il modulo di deformazione edometrico (Sanglerat 1972 – Mitchell e Gardner 1975 – Ricceri et al. 1974 – Holden 1973).

Le verticali di indagine (DPSH) di tipo dinamico (eseguite per l'impossibilità di ancoraggio dovuta alla presenza di una massicciata) sono state effettuate utilizzando il penetrometro dinamico Pagani tipo super pesante (DPSH), con massa battente da 63.5 Kg ed altezza di caduta pari a 75 cm. La prova consiste nella infissione di una punta conica di diametro $F=50\text{mm}$ ed apertura $\alpha=90^\circ$, per tratti consecutivi di 20 cm, rilevando il numero di colpi N necessari per la penetrazione di ciascun tratto.

Successivamente, attraverso l'interpretazione dei dati penetrometrici, è stato possibile definire l'assetto stratigrafico, la natura litologica e il peso dell'unità di volume (tramite i valori di N_{20} rapportati a $NSPT$) per i livelli geotecnici individuati; per gli orizzonti di natura coesiva è stata determinata la coesione non drenata (Terzaghi e Peck) ed il modulo edometrico (Stroud e Butler), mentre per quelli granulari l'angolo di attrito interno (Road Bridge Specification), la densità relativa (ricavata dal parametro precedente) ed il modulo edometrico (Farrent).

In allegato 1, 2, 3, 4, 5 e 6 si riportano i risultati delle indagini penetrometriche svolte, dei sondaggi geognostici, delle prove di permeabilità, dei campioni di laboratorio e della documentazione fotografica.

G.2 Indagine Sismica

Al fine di definire l'assetto stratigrafico generale dell'area di interesse, fino a profondità significative dal punto di vista sismico e per determinare il valore della V_{s30} e la profondità del bedrock sismico, sono state effettuate le seguenti indagini:

- N.1 Indagine Sismica in foro di Tipo Down Hole;
- N.2 Indagini sismiche a Rifrazione in Onde P e Sh e di tipo MASW;
- N. 3 Indagini sismiche a stazione singola (HVSr).

Le indagini sismiche sono state eseguite, con le modalità e le strumentazioni descritte nella Relazione geofisica, per la cui ubicazione planimetrica di dettaglio si rimanda alla Tavola allegata.

G.3 Indagine Geoelettrica

Al fine di dettagliare l'assetto stratigrafico generale dell'area di intervento, fino a profondità di circa 10-13 m dal p.c., sono state effettuate le seguenti indagini:

- N.4 Indagini Geoelettriche in 2D;

Le indagini geoelettriche sono state eseguite, con le modalità e le strumentazioni descritte nella Relazione geofisica, per la cui ubicazione planimetrica di dettaglio si rimanda alla Tavola allegata.

H. CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO

Per quanto attiene alla caratterizzazione litostratigrafica del sottosuolo, sulla base delle risultanze delle indagini in sito (prove penetrometriche, sondaggi e indagini geofisiche), il sottosuolo è stato suddiviso in varie Unità Litotecniche.

H.1 Successione stratigrafica

Dal punto di vista litotecnico, la successione stratigrafica risulta costituita, al di sotto di un livello di alterazione e riporto superficiali (spessore variabile da circa 4 a circa 5.5 m) da quattro Unità Litotecniche principali, tutte le unità, compresi i livelli di alterazione e riporto sono descritte in seguito. Per quanto riguarda le profondità di rinvenimento ed i rapporti stratigrafici intercorrenti tra le diverse Unità Litotecniche, si rimanda alle sezioni stratigrafiche longitudinali e trasversali all'area di intervento presenti nella tavola allegata.

H.1.1 Unità O1

Questa unità costituisce il primo livello di rilevato e si rinviene da p.c. fino a ca. 0,6/1,4 m dal p.c. (CPT1, CPT2, CPT5, DPSH3 DPSH4 e DPSH7), da ca 1,2 m da p.c. fino a ca. 2 m da p.c. (DPSH7) e da 3,6 m da p.c. fino a ca. 3,8 m da p.c. (DPSH3). Questa Unità litotecnica è costituita da termini litologici di natura a maggioranza coesiva caratterizzata da argille limose con ciottoli e laterizi; presenta caratteristiche geotecniche basse con valori di R_p pari a circa 15-20 kg/cmq e con valori medi di N20 pari a circa 15 colpi.

H.1.2 Unità O2

Questa unità costituisce il secondo livello di alterazione si rinviene al di sotto del precedente fino a ca. 1,2 m dal p.c. (DPSH7), fino a ca 3,6/4,8 m da p.c. (DPSH3,

DPSH4, CPT1 e CPT2) e fino a ca 5,4 m da p.c. (CPT5) e da ca 2 m da p.c. fino a ca 5,2 m da p.c. (DPSH7). Questa Unità litotecnica è costituita da termini litologici di natura prevalentemente coesiva caratterizzata da limi argillosi; presenta caratteristiche geotecniche abbastanza scarse con valori di R_p pari a circa 10-15 kg/cmq e con valori medi di N20 pari a circa 3/4 colpi.

H.1.3 Unità A

Si tratta di un'Unità rinvenuta da ca 4/4,6 m da p.c. fino a ca 4,4/5,4 m da p.c. (CPT1 e DPSH4) e da ca 5,2/5,4 m da p.c. fino a ca 5,8/6 m da p.c. (DPSH7 e CPT5), caratterizzata da valori medi di N20 pari a circa 18-20 colpi e valori medi di R_p pari a circa 35-40 kg/cmq; costituita da siltiti a tratti marnose molto alterate e molto fratturate. All'interno della CPT9 eseguita alla base della scarpata del rilevato ferroviario da una profondità di ca 1 m da p.c. fino a ca 1,6 m da p.c. si può distinguere una **sotto Unità A1** avente caratteristiche litologiche simili all'Unità A ma con caratteristiche geotecniche inferiori, infatti è caratterizzata da un valore medio di R_p pari a circa 20 kg/cmq.

H.1.4 Unità B

Si tratta di un'Unità rinvenuta da ca. 2,8 m dal p.c fino a ca 3,2 m da p.c. ovvero fino al termine dell'indagine (CPT9), da ca 4,4/4,6 m da p.c. fino a ca 4,8/5,4 m da p.c. (CPT1 e CPT2) e da ca 5,2/5,8 m da p.c. fino a ca 6/6,6 m da p.c. (DPSH3 e CPT5), caratterizzata da valori medi di N20 pari a circa 35 colpi e valori medi di R_p pari a circa 120 kg/cmq; costituita da siltiti marroni di aspetto scaglioso molto fratturate.

H.1.5 Unità C

Si tratta di un'Unità, posta al di sotto della precedente rinvenuta almeno fino al termine delle indagini penetrometriche per “rifiuto strumentale” sia statiche che

dinamiche, ma sicuramente posta fino a circa 6,5 m da p.c. (sondaggio S3) e fino a ca. 8,9 m da p.c. (sondaggio S1). Tale unità è caratterizzata da valori di N_{spt} molto elevati generalmente pari a 45-50 colpi e valori di R_p pari a circa 180-200 kg/cmq; costituita da marne siltose fratturate e alterate intercalate a siltiti di aspetto scaglioso.

H.1.6 Unità D

Si tratta di un'Unità, rinvenuta al di sotto della precedente, fino a circa 8,3 m dal p.c. (S3) e fino a ca 11,9 m da p.c. (S1); costituita da marne siltose fratturate con rari strati sottili di arenaria

H.1.7 Unità E

Si tratta di un'Unità, rinvenuta al di sotto della precedente, fino al termine dei sondaggi S3 e S1 ed è costituita da un'alternanza di marne siltose e siltiti marnose e, talvolta, strati sottili di arenaria.

I. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

I.1 Caratterizzazione sismica del sottosuolo

In relazione all'utilizzo previsto delle strutture, le opere oggetto dello studio presentano la seguente tipologia del costruito:

I.1.1 Vita Nominale delle strutture – VN

La normativa (DM 14/01/2008) definisce la Vita Nominale VN delle strutture (art. 2.4.1) a cui si associano tre tipi di costruzioni con diverso valore, espresso in anni, della loro durata come definito al variare della classe d'uso come mostra la tabella sottostante:

	TIPI DI COSTRUZIONE	VITA NOMINALE V_N (IN ANNI)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali – Strutture in fase costruttiva	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

In considerazione del fatto che le strutture in oggetto rivestono un'importanza normale, è stato assegnato allo stesso una $VN = 50$ anni.

I.1.2 Classe d'uso - Cu

La normativa vigente (DM 14/01/2008) definisce l'azione sismica per quattro classi d'uso CU delle costruzioni (art. 2.4.2) a cui si associa un coefficiente d'uso C_u definito al variare della classe d'uso come mostra la seguente tabella.

Classe d'uso	Descrizione	C _u
I	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.	0,7
II	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.	1
III	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.	1,5
IV	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.	2

Nel caso in esame le strutture in questione rientrano nella "Classe d'uso" II ed il conseguente coefficiente $C_u = 1,0$.

I.1.3 Periodo di riferimento per l'azione sismica - VR

La normativa vigente (DM 14/01/2008), inoltre, prevede la definizione di un periodo di riferimento VR per le azioni sismiche su ciascuna costruzione ottenibile dalla formula:

$$VR = VN \times C_U$$

dove VN è la vita nominale di un'opera strutturale intesa come il numero di anni nel quale la struttura purché soggetta a manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata.

Nel caso in esame, il periodo di riferimento è pertanto:

$$VR = 50 \times 1,0 = 50 \text{ anni}$$

I.2 Azione Sismica

I.2.1 Stati limite e relative probabilità di superamento

La normativa vigente (DM 14/01/2008) nei confronti delle azioni (cap. 3.2.1) definisce quattro stati limite, al fine di indicare il comportamento, in chiave sismica, che dovrà sopportare la struttura in progetto come mostra la tabella sottostante:

Stati limite di esercizio (SLE)	
SLO	Stato LIMITE di OPERATIVITA'
SLD	Stato LIMITE di DANNO
Stati limite ultimi (SLU)	
SLV	Stato LIMITE di salvaguardia VITA
SLC	Stato LIMITE di prevenzione COLLASSO

Ad ogni stato limite corrisponde una probabilità di superamento come sotto indicato.

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

I.2.2 Tempo di ritorno

Noti P_{VR} e V_r si ottiene il valore del tempo di ritorno espressi in anni, attraverso la formula:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Per le strutture in esame, si assumono i seguenti tempi di ritorno:

Stato Limite	T_R
SLO	T_R : 30
SLD	T_R : 50
SLV	T_R : 475
SLC	T_R : 975

I.3 Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche

I.3.1 Categorie di suolo di fondazione

In base alla normativa vigente il terreno investigato, facendo riferimento ai risultati delle indagini sismiche ed in particolare di quella in foro (Down Hole), presenta un valore della velocità media di propagazione delle onde di taglio, entro i primi 30 metri al di sotto del piano fondale ($V_{s30} = 844$ m/s) e risulta ascrivibile alla categoria **A**:

A – Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.

V_{s30} è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} \text{ [m/s]}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

I.3.2 Condizioni topografiche

Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

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

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

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. L'area in esame presenta una pendenza bassa, ad esclusione della scarpata del rilevato ferroviario, pertanto si attribuisce la categoria topografica **T1**.

I.3.3 Amplificazione stratigrafica

Per sottosuolo di categoria **A** i coefficienti **SS** e **CC** valgono 1.

Per le categorie di sottosuolo **B**, **C**, **D** ed **E** i coefficienti **SS** e **CC** possono essere calcolati, in funzione dei valori di **FO** e **TC*** relativi alla categoria di sottosuolo, mediante le espressioni fornite nella sottostante tabella, nelle quali **g** è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

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

I.3.4 Amplificazione topografica

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico **ST** riportati nella tabella seguente, in funzione delle categorie topografiche precedentemente e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

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

I.4 Spettro di risposta elastico

I.4.1 Zona sismica

La classificazione sismica della Regione Toscana (Ord. PCM n.3519 del 28.04.2006 – Del. G.R.T. n.421 del 26.05.14) inserisce il territorio del Comune di Arezzo (AR), in Zona 2.

I.4.2 Spettro di risposta del sito

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ($V_{s30} > 800$ m/s), viene definita mediante un approccio “sito dipendente” e non più tramite un criterio “zona dipendente”.

Infatti, secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. 2008, definite le coordinate del sito interessato dal progetto, questo sarà sempre compreso tra 4 punti della griglia di accelerazioni (Allegato B – NTC 2008), tramite media pesata utilizzando la formula:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{P_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

in cui:

p = valore del parametro di interesse nel punto in esame;

p_i = valore del parametro di interesse nell'i-esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;

d_i = distanza del punto in esame dall'i-esimo punto della maglia suddetta.

Si otterranno così i Parametri Spettrali P (a_g , F_0 , TC^*).

a_g = accelerazione massima al sito;

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

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

Tali parametri, descrivono i caratteri del moto sismico orizzontale sul sito di riferimento rigido le cui grandezze, definiscono le forme spettrali relative alla particolare PVR.

I valori dei parametri caratteristici per il calcolo delle azioni sismiche, relativi all'area di verifica, riferiti al suolo di categoria A, sono quelli di seguito indicati:

Sito in esame:

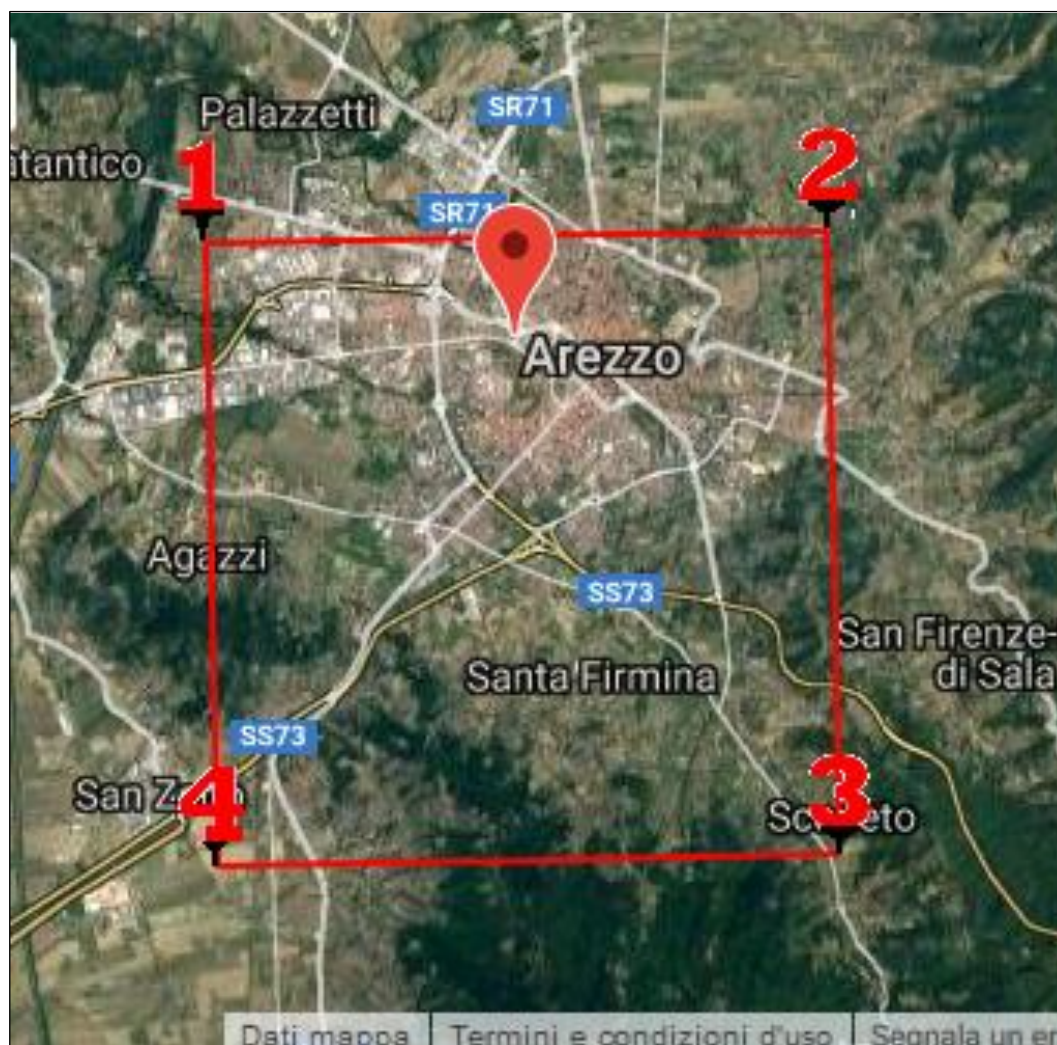
Nuovo Sottopasso Snodo Baldaccio - Arezzo	
Latitudine	43,465491
Longitudine	11,870977
Classe d'uso	2
Vita nominale	50

Siti di riferimento:

ID	Latitudine (°)	Longitudine (°)	Distanza (m)
21399	43,4732	11,8366	2899,207
21400	43,4741	11,9055	2946,547
21622	43,4241	11,9068	5433,291
21621	43,4232	11,8380	5407,794

Parametri sismici:

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



Limite di Operatività (SLO)	Limite di Danno (SLD)
Probabilità di superamento: 81 %	Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 30 [anni]	Tr: 50 [anni]
ag: 0,054 g	ag: 0,066 g
Fo: 2,514	Fo: 2,519
Tc*: 0,261 [s]	Tc*: 0,273 [s]

Salvaguardia della Vita (SLV)	Prevenzione al collasso (SLC)
Probabilità di superamento: 10 %	Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 475 [anni]	Tr: 975 [anni]
Ag: 0,159 g	ag: 0,199 g
Fo: 2,419	Fo: 2,430
Tc*: 0,292 [s]	Tc*: 0,300 [s]

I.5 Coefficienti sismici

Limite di Operatività (SLO)		Limite di Danno (SLD)	
S _s	1,000	S _s	1,000
C _c	1,000	C _c	1,000
St	1,000	St	1,000
Kh	0,011	Kh	0,013
Kv	0,005	Kv	0,007
Amax (g)	0,530	Amax (g)	0,649
Beta	0,200	Beta	0,200

Salvaguardia della Vita (SLV)		Prevenzione al collasso (SLC)	
S _s	1,000	S _s	1,000
C _c	1,000	C _c	1,000
St	1,000	St	1,000
Kh	0,043	Kh	0,054
Kv	0,022	Kv	0,027
Amax (g)	1,562	Amax (g)	1,954
Beta	0,270	Beta	0,270

J. INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA E PROFILO GEOTECNICO

J.1 Caratterizzazione geomeccanica

J.1.1 Valori medi e valori caratteristici

Di seguito si riportano i valori medi e i valori caratteristici dei principali parametri geomeccanici dei terreni.

Unità O1

Parametro geotecnico	Valore medio (Xm)	Valore caratteristico (Xk)
γ (t/m ³)	-	1.85
Cu (kg/cm ²)	0.6	0.5
ϕ °	29	28
Mo (kg/cm ²)	65	58

Unità O2

Parametro geotecnico	Valore medio (Xm)	Valore caratteristico (Xk)
γ (t/m ³)	-	1.85
Cu (kg/cm ²)	0.6	0.5
ϕ °	28	26
Mo (kg/cm ²)	55	45

Unità A

Parametro geotecnico	Valore medio (Xm)	Valore caratteristico (Xk)
γ (t/m ³)	-	2.05
Cu (kg/cm ²)	1.5	1.4
C' (kg/cm ²)	-	0.5
ϕ °	20	18
Mo (kg/cm ²)	190	180

Unità B

Parametro geotecnico	Valore medio (Xm)	Valore caratteristico (Xk)
γ (t/m ³)	-	2.1
Cu (kg/cm ²)	3.9	3.5
C' (kg/cm ²)	-	0.8
ϕ °	32	28
Mo (kg/cm ²)	400	360

Unità C

Parametro geotecnico	Valore medio (Xm)	Valore caratteristico (Xk)
γ (t/m ³)	-	2.1
C' (kg/cm ²)	-	1.1
ϕ°	-	28
Mo (kg/cm ²)	-	500

Unità D

Parametro geotecnico	Valore medio (Xm)	Valore caratteristico (Xk)
γ (t/m ³)	-	2.1
C' (kg/cm ²)	-	0.74*
ϕ°	-	29*
Mo (kg/cm ²)	-	450

Unità E

Parametro geotecnico	Valore medio (Xm)	Valore caratteristico (Xk)
γ (t/m ³)	-	2.1
C' (kg/cm ²)	-	1.23*
ϕ°	-	30.5*
Mo (kg/cm ²)	-	600

* da analisi di laboratorio

K. NOTE CONCLUSIVE E RACCOMANDAZIONI

L'analisi dei vari problemi di ordine geologico - sismico ha consentito di ricostruire il modello geologico – sismico del sottosuolo che sarà interessato dalla realizzazione delle strutture in progetto. Tale elaborato fa parte integrante del progetto esecutivo.

Il sito in esame risulta classificato a pericolosità Idraulica bassa (I.1) e pericolosità Geologica media (G.2) e pericolosità Sismica elevata (S.3).

In relazione alle indagini dirette (sondaggi a carotaggio continuo con analisi di laboratorio e penetrometrie statiche/dinamiche) ed indirette (sismica in foro, a rifrazione in onde P, Sh e HVSR), è stato possibile ricostruire le geometrie del sottosuolo, suddividerlo in unità litotecniche e caratterizzarlo dal punto di vista dei suoi principali parametri geotecnici.

La categoria di suolo riscontrata nell'indagine sismica in foro eseguita nel sondaggio S1, permette di classificare questo terreno come di tipo A.

Inoltre grazie all'installazione di piezometri e alla realizzazione di prove di permeabilità in foro di tipo Lefranc a carico variabile sono stati rilevati rispettivamente i livelli piezometrici della falda idrica e la permeabilità dei terreni. I livelli idrici misurati pongono in evidenza che a partire da circa 5.5/6 m di profondità dalla superficie del rilevato ferroviario nell'area di intervento, è presente una falda idrica che interferirà parzialmente con la realizzazione delle opere ed in particolare con il nuovo sottopasso. Il monitoraggio mensile della falda idrica anche durante il periodo estivo ha permesso di valutare la sua oscillazione nel tempo confermando che il rilevato ferroviario appare essere una zona di alimentazione della falda idrica che risente particolarmente delle precipitazioni meteoriche e quindi maggiormente soggetta all'escursione dei livelli piezometrici.

L. DOCUMENTO INTEGRATIVO N. 1 – DIAGRAMMI PROVE PENETROMETRICHE STATICHE



Rifer. 013-18

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT 1 LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

2.01PG05-042

- committente : Comune di Arezzo
- lavoro : Arezzo (AR)
- località : Pescaiola
- note : prova interrotta per rifiuto all'avanzamento

- data : 23/03/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	qc/fs
	punta	laterale					punta	laterale			
0,20	---	---	---	---	---	2,80	12,0	27,0	12,0	0,80	15,0
0,40	---	---	---	0,20	---	3,00	55,0	67,0	55,0	3,33	17,0
0,60	9,0	12,0	9,0	0,73	12,0	3,20	65,0	115,0	65,0	1,80	36,0
0,80	8,0	19,0	8,0	1,00	8,0	3,40	62,0	89,0	62,0	2,33	27,0
1,00	5,0	20,0	5,0	0,60	8,0	3,60	21,0	56,0	21,0	0,80	26,0
1,20	9,0	18,0	9,0	3,73	2,0	3,80	41,0	53,0	41,0	4,60	9,0
1,40	66,0	122,0	66,0	3,73	18,0	4,00	31,0	100,0	31,0	1,73	18,0
1,60	48,0	104,0	48,0	2,67	18,0	4,20	115,0	141,0	115,0	0,60	192,0
1,80	11,0	51,0	11,0	0,60	18,0	4,40	12,0	21,0	12,0	13,47	1,0
2,00	12,0	21,0	12,0	0,27	45,0	4,60	124,0	326,0	124,0	14,13	9,0
2,20	38,0	42,0	38,0	0,93	41,0	4,80	127,0	339,0	127,0	8,33	15,0
2,40	12,0	26,0	12,0	0,47	26,0	5,00	321,0	446,0	321,0	---	---
2,60	20,0	27,0	20,0	1,00	20,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE $C_t = 10$ - 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

2.01PG05-042

- committente : Comune di Arezzo
- lavoro : Arezzo (AR)
- località : Pescaiola
- note : prova interrotta per disancoraggio

- data : 23/03/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	qc/fs
	punta	laterale					punta	laterale			
0,20	26,0	48,0	26,0	0,73	35,0	3,00	20,0	39,0	20,0	0,73	27,0
0,40	34,0	45,0	34,0	1,00	34,0	3,20	39,0	50,0	39,0	0,87	45,0
0,60	24,0	39,0	24,0	1,27	19,0	3,40	12,0	25,0	12,0	1,40	9,0
0,80	23,0	42,0	23,0	0,60	38,0	3,60	16,0	37,0	16,0	0,80	20,0
1,00	9,0	18,0	9,0	0,73	12,0	3,80	22,0	34,0	22,0	1,13	19,0
1,20	35,0	46,0	35,0	1,67	21,0	4,00	25,0	42,0	25,0	1,73	14,0
1,40	26,0	51,0	26,0	0,53	49,0	4,20	26,0	52,0	26,0	3,00	9,0
1,60	10,0	18,0	10,0	1,87	5,0	4,40	44,0	89,0	44,0	3,07	14,0
1,80	14,0	42,0	14,0	0,53	26,0	4,60	43,0	89,0	43,0	5,07	8,0
2,00	37,0	45,0	37,0	2,93	13,0	4,80	49,0	125,0	49,0	4,47	11,0
2,20	17,0	61,0	17,0	1,40	12,0	5,00	60,0	127,0	60,0	5,20	12,0
2,40	33,0	54,0	33,0	0,73	45,0	5,20	71,0	149,0	71,0	6,47	11,0
2,60	17,0	28,0	17,0	1,60	11,0	5,40	89,0	186,0	89,0	7,47	12,0
2,80	27,0	51,0	27,0	1,27	21,0	5,60	160,0	272,0	160,0	—	—

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
- 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

2.01PG05-042

- committente : Comune di Arezzo
 - lavoro : Arezzo (AR)
 - località : Baldaccio
 - note : prova interrotta per rifiuto - piezometro

- data : 23/03/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	qc/fs
	punta	laterale					punta	laterale			
0,20	61,0	98,0	61,0	3,67	17,0	3,80	15,0	30,0	15,0	1,13	13,0
0,40	66,0	121,0	66,0	1,60	41,0	4,00	11,0	28,0	11,0	0,73	15,0
0,60	35,0	59,0	35,0	1,53	23,0	4,20	7,0	18,0	7,0	0,47	15,0
0,80	21,0	44,0	21,0	1,07	20,0	4,40	8,0	15,0	8,0	0,73	11,0
1,00	15,0	31,0	15,0	0,93	16,0	4,60	11,0	22,0	11,0	0,87	13,0
1,20	13,0	27,0	13,0	1,00	13,0	4,80	13,0	26,0	13,0	2,07	6,0
1,40	14,0	29,0	14,0	0,27	52,0	5,00	20,0	51,0	20,0	1,73	12,0
1,60	12,0	16,0	12,0	0,60	20,0	5,20	9,0	35,0	9,0	0,93	10,0
1,80	9,0	18,0	9,0	1,47	6,0	5,40	22,0	36,0	22,0	1,20	18,0
2,00	15,0	37,0	15,0	0,80	19,0	5,60	54,0	72,0	54,0	3,87	14,0
2,20	72,0	84,0	72,0	1,07	67,0	5,80	67,0	125,0	67,0	4,07	16,0
2,40	16,0	32,0	16,0	1,07	15,0	6,00	146,0	207,0	146,0	5,80	25,0
2,60	11,0	27,0	11,0	1,00	11,0	6,20	151,0	238,0	151,0	9,53	16,0
2,80	19,0	34,0	19,0	0,93	20,0	6,40	121,0	264,0	121,0	5,40	22,0
3,00	12,0	26,0	12,0	0,87	14,0	6,60	194,0	275,0	194,0	13,93	14,0
3,20	14,0	27,0	14,0	1,00	14,0	6,80	210,0	419,0	210,0	14,87	14,0
3,40	15,0	30,0	15,0	1,27	12,0	7,00	247,0	470,0	247,0	—	—
3,60	16,0	35,0	16,0	1,00	16,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann ø = 35,7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
 LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 9

2.01PG05-042

- committente : Comune di Arezzo
 - lavoro : Arezzo (AR)
 - località : Baldaccio
 - note : prova interrotta per rifiuto - piezometro

- data : 23/03/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	qc/fs
	punta	laterale					punta	laterale			
0,20	9,0	11,0	9,0	0,20	45,0	1,80	52,0	74,0	52,0	1,67	31,0
0,40	6,0	9,0	6,0	0,73	8,0	2,00	117,0	142,0	117,0	3,00	39,0
0,60	6,0	17,0	6,0	0,87	7,0	2,20	57,0	102,0	57,0	3,27	17,0
0,80	6,0	19,0	6,0	0,47	13,0	2,40	42,0	91,0	42,0	2,13	20,0
1,00	13,0	20,0	13,0	0,93	14,0	2,60	90,0	122,0	90,0	4,13	22,0
1,20	13,0	27,0	13,0	1,20	11,0	2,80	160,0	222,0	160,0	6,40	25,0
1,40	19,0	37,0	19,0	1,20	16,0	3,00	178,0	274,0	178,0	4,93	36,0
1,60	33,0	51,0	33,0	1,47	22,0	3,20	238,0	312,0	238,0	—	—

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE $C_t = 10$ - 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)

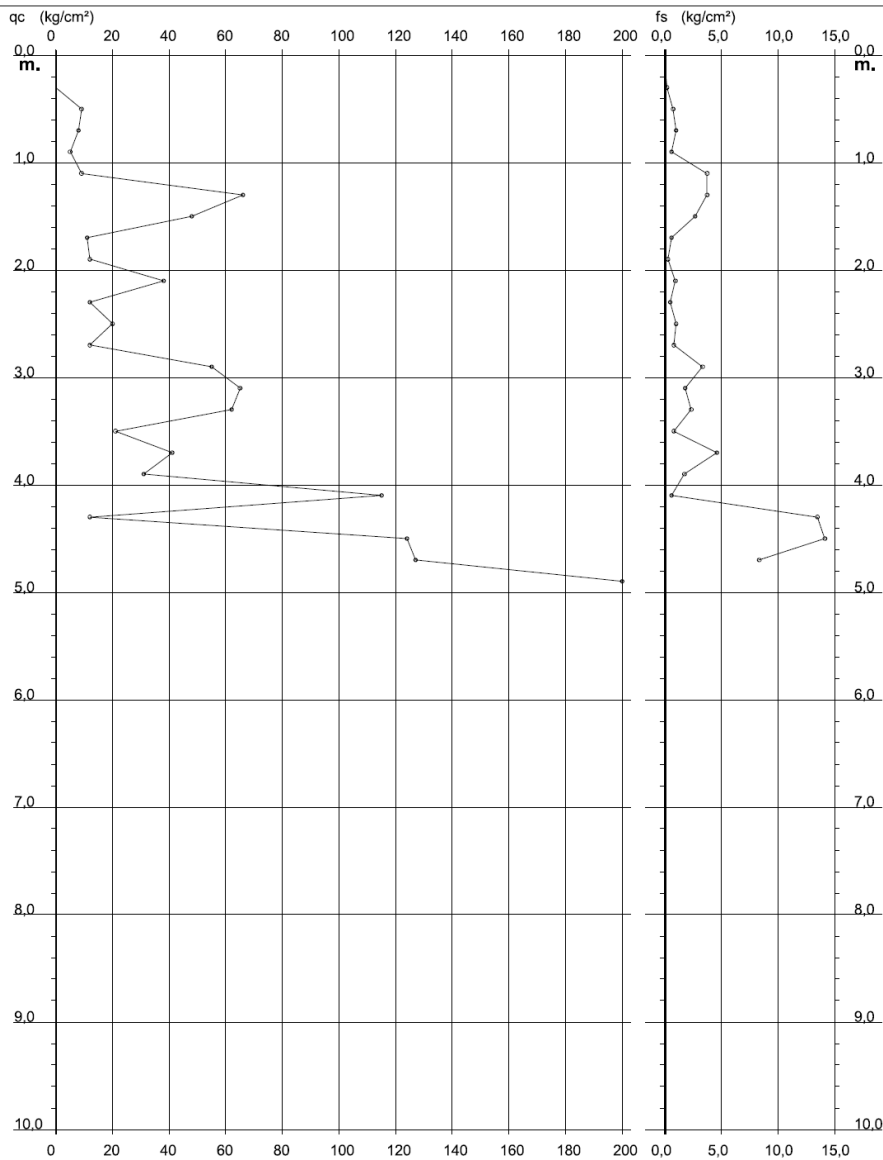
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-042

- committente : Comune di Arezzo
- lavoro : Arezzo (AR)
- località : Pesciola
- note : prova interrotta per rifiuto all'avanzamento

- data : 23/03/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50



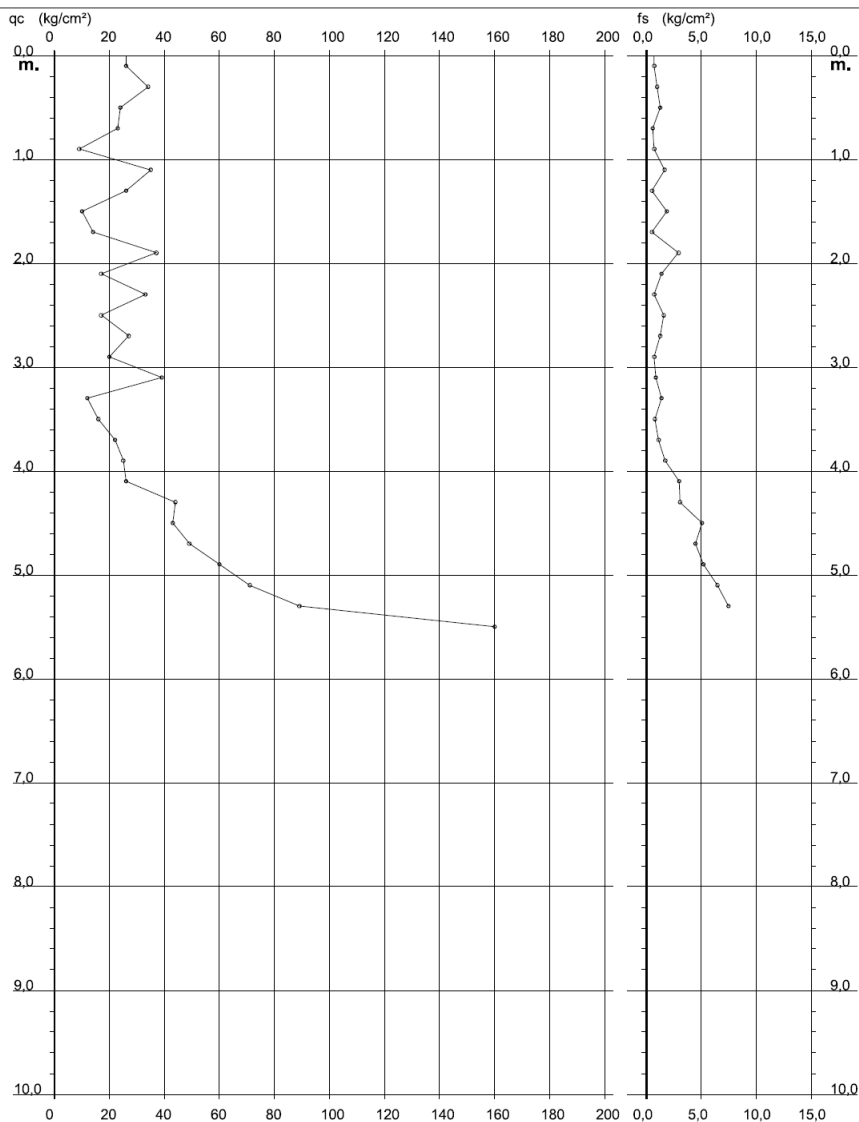
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.01PG05-042

- committente : Comune di Arezzo
- lavoro : Arezzo (AR)
- località : Pesciola
- note : prova interrotta per disancoraggio

- data : 23/03/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50



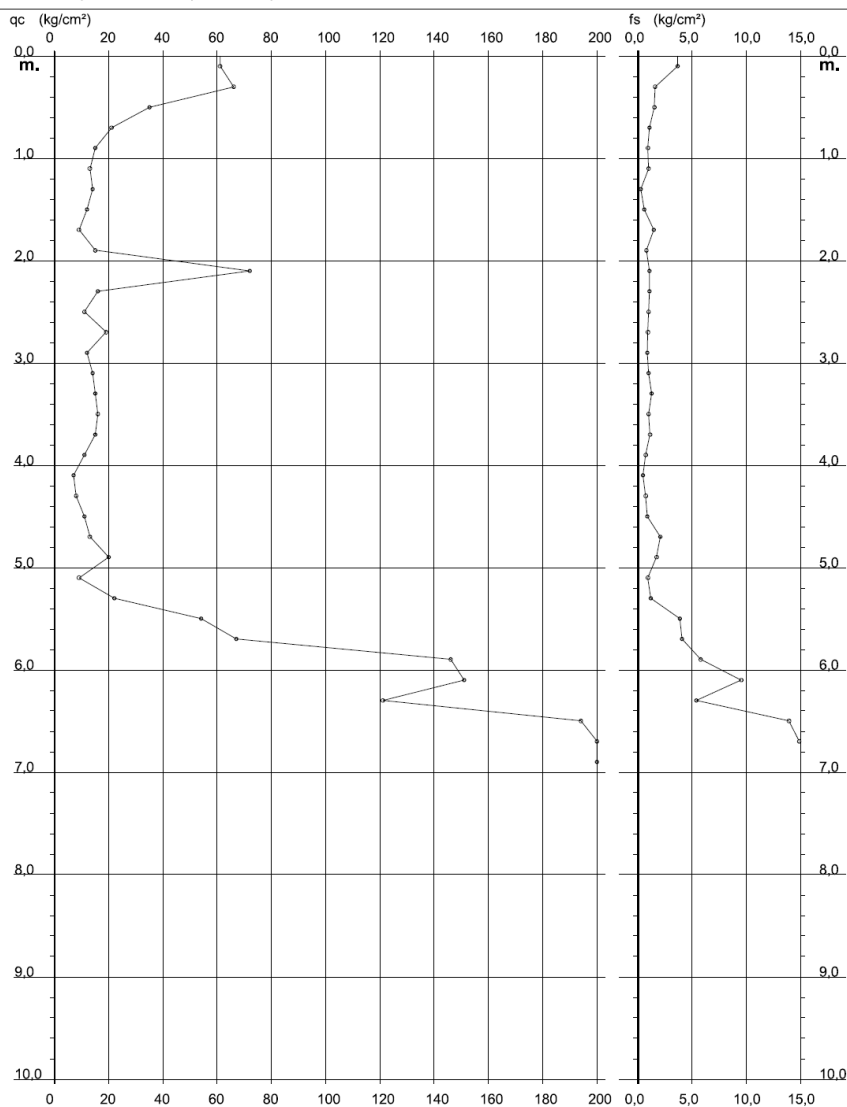
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 5

2.01PG05-042

- committente : Comune di Arezzo
- lavoro : Arezzo (AR)
- località : Baldaccio
- note : prova interrotta per rifiuto - piezometro

- data : 23/03/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50



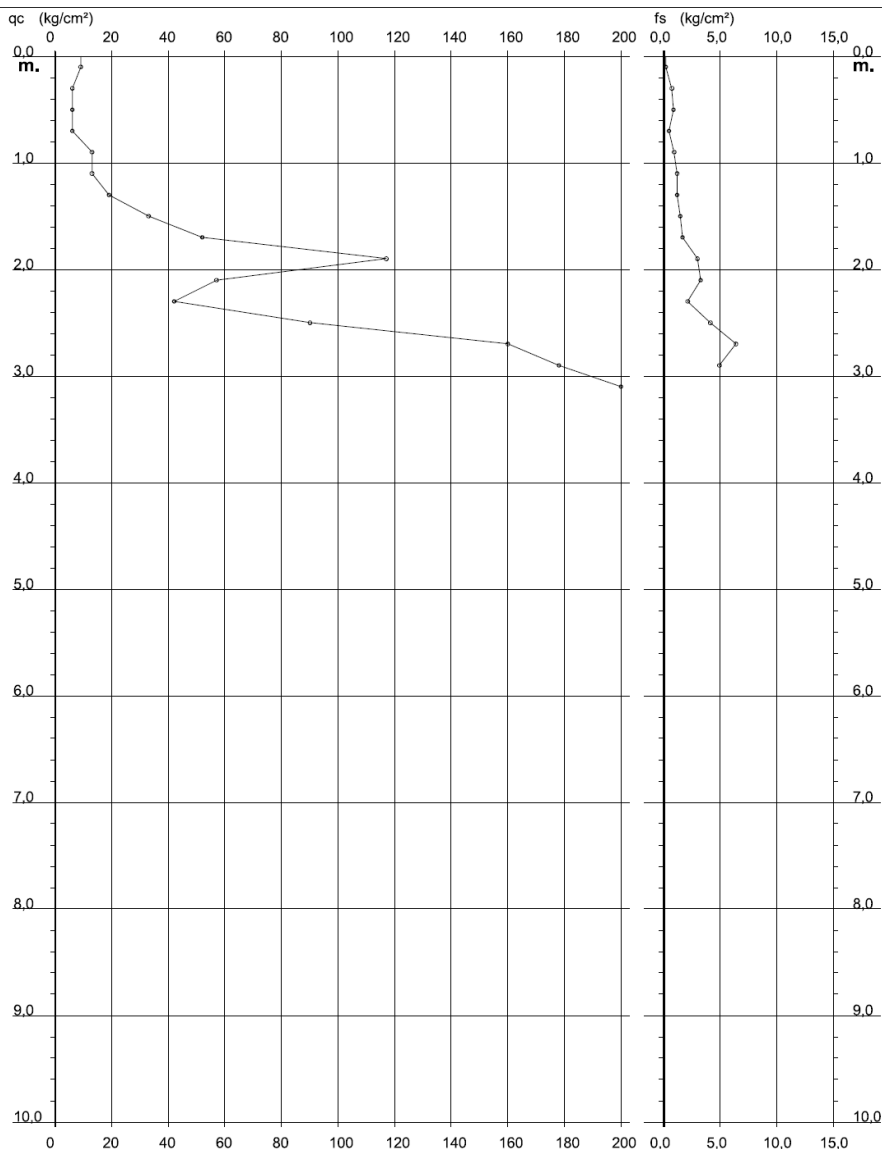
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 9

2,01PG05-042

- committente : Comune di Arezzo
 - lavoro : Arezzo (AR)
 - località : Baldaccio
 - note : prova interrotta per rifiuto - piezometro

- data : 23/03/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



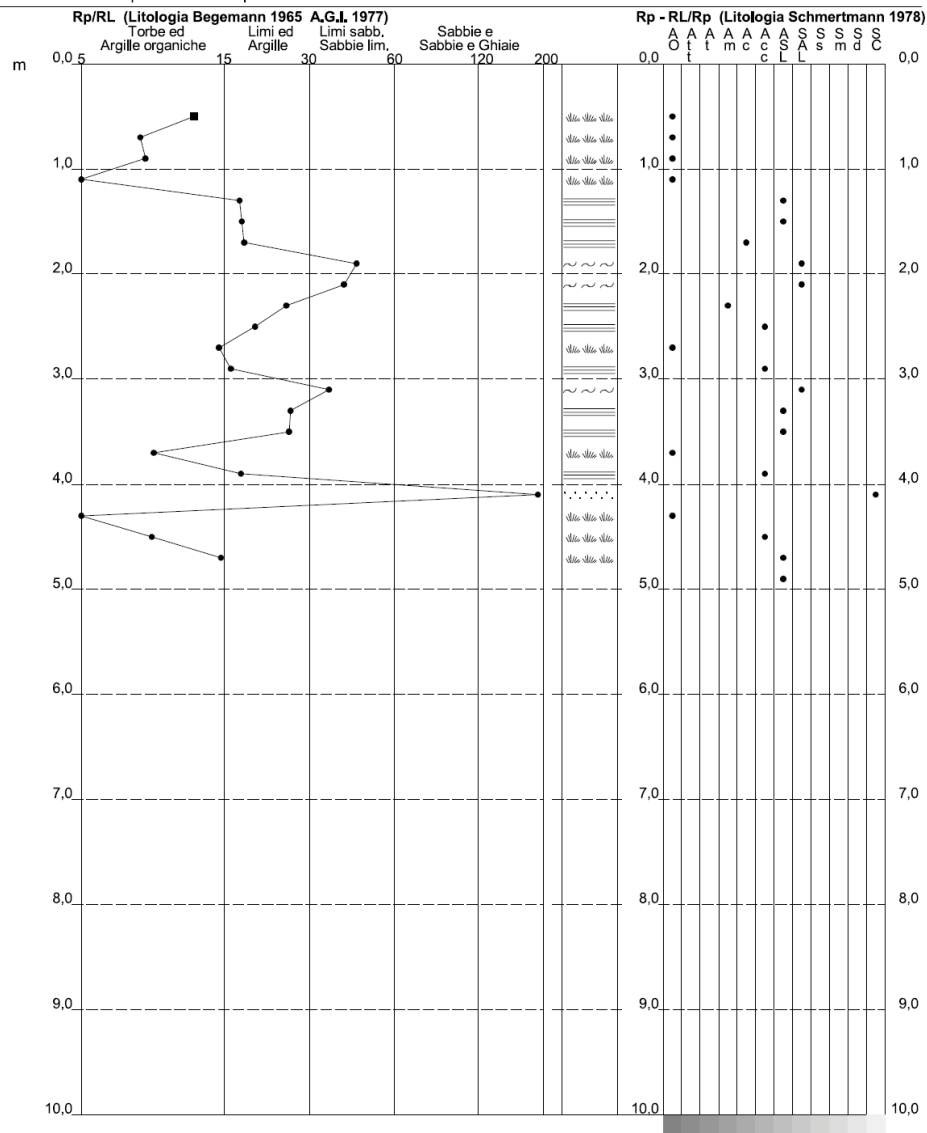
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

2,01PG05-042

- committente : Comune di Arezzo
- lavoro : Arezzo (AR)
- località : Pescaiola
- note : prova interrotta per rifiuto all'avanzamento

- data : 23/03/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50



CPT 2

2.01PG05-042

- data : 23/03/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50

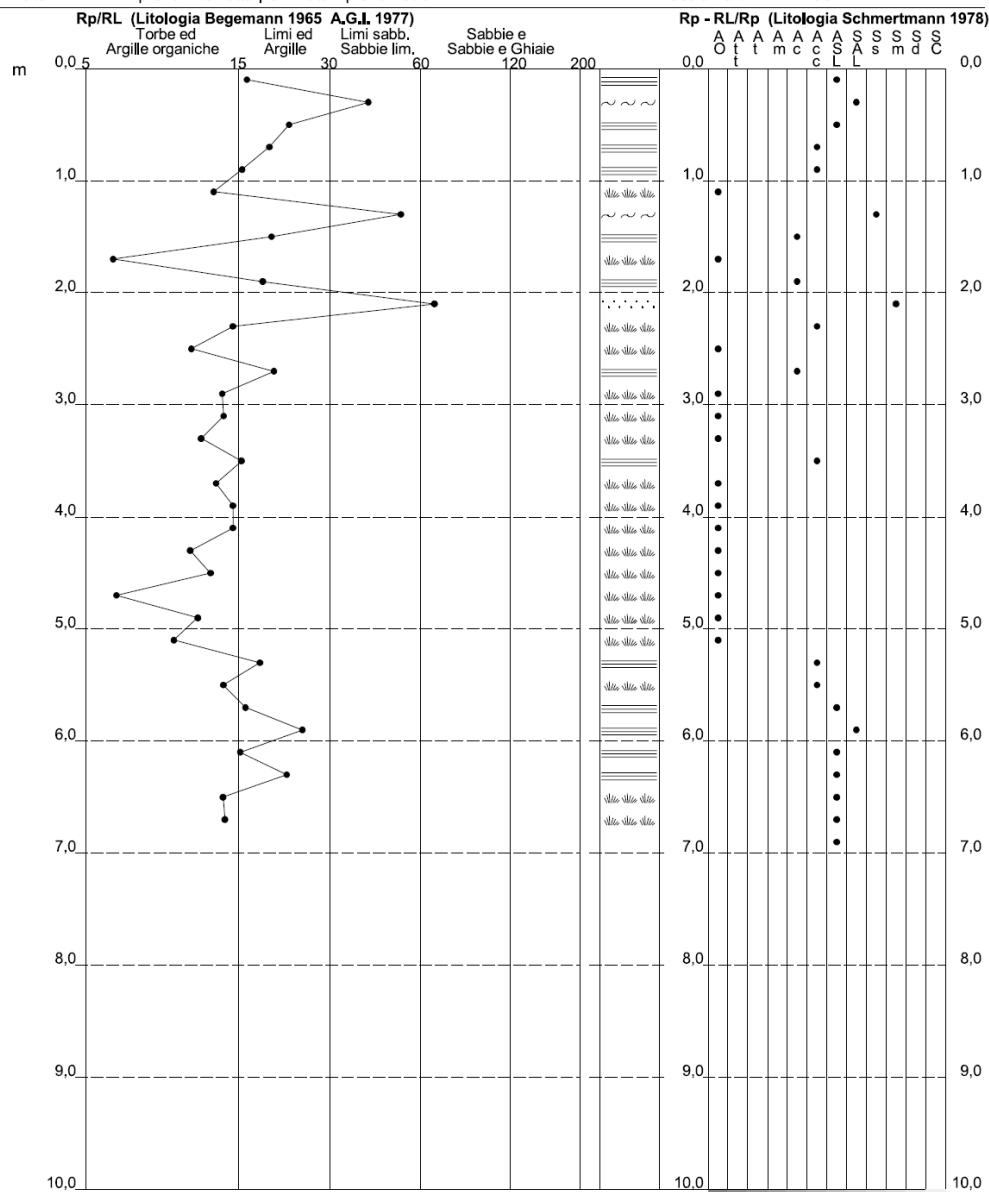
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 5

2.01PG05-042

- committente : Comune di Arezzo
- lavoro : Arezzo (AR)
- località : Baldaccio
- note : prova interrotta per rifiuto - piezometro

- data : 23/03/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50



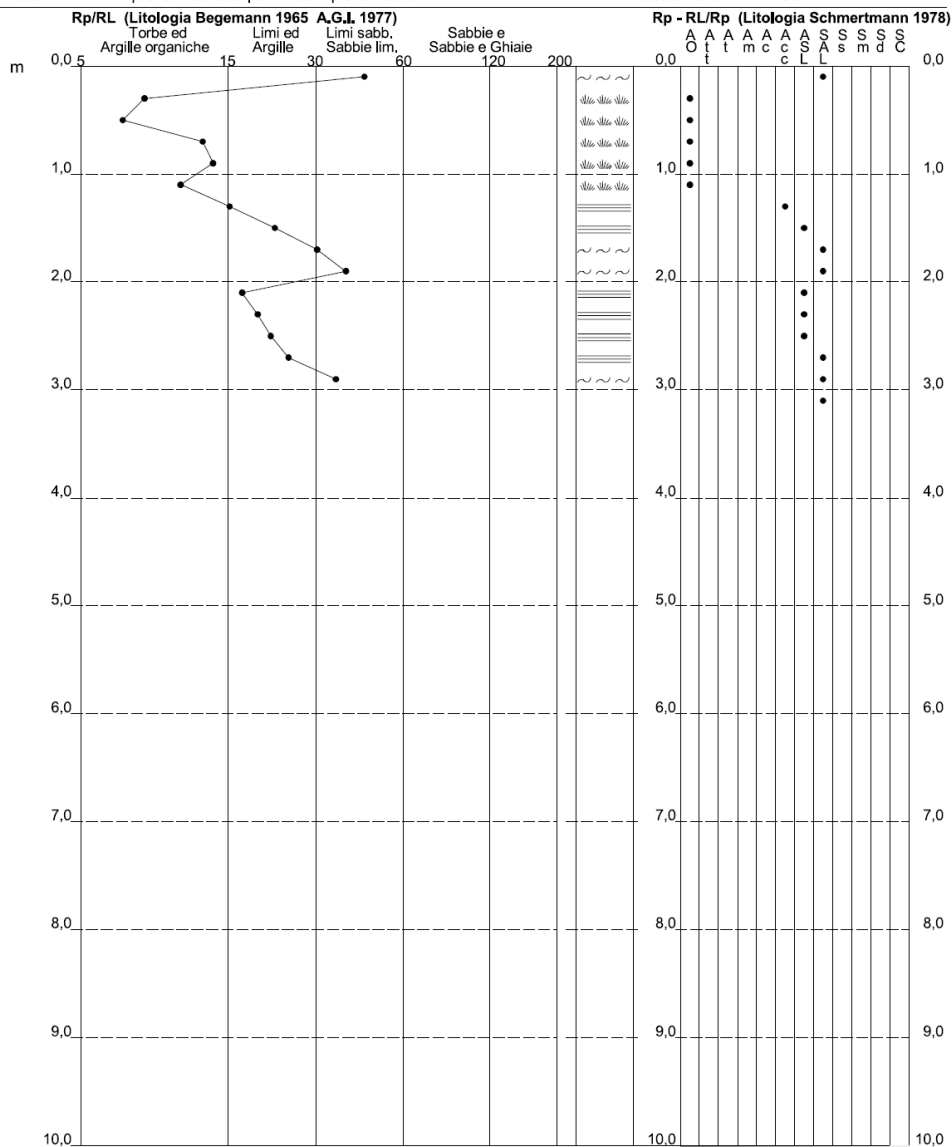
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 9

2.01PG05-042

- committente : Comune di Arezzo
- lavoro : Arezzo (AR)
- località : Baldaccio
- note : prova interrotta per rifiuto - piezometro

- data : 23/03/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50



M. DOC. INTEGRATIVO N. 2 – DIAGRAMMI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE



Riferimento: 13PS-18

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 3

- indagine : Comune di Arezzo
- cantiere : Arezzo (AR)
- località : Baldaccio
- note : prova interrotta per rifiuto all'avanzamento

- data : 28/02/2018
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	54	567,4	—	1	3,20 - 3,40	3	24,8	—	4
0,20 - 0,40	22	231,2	—	1	3,40 - 3,60	3	23,2	—	5
0,40 - 0,60	10	96,4	—	2	3,60 - 3,80	7	54,1	—	5
0,60 - 0,80	6	57,9	—	2	3,80 - 4,00	10	77,4	—	5
0,80 - 1,00	3	28,9	—	2	4,00 - 4,20	12	92,8	—	5
1,00 - 1,20	3	28,9	—	2	4,20 - 4,40	21	162,4	—	5
1,20 - 1,40	2	19,3	—	2	4,40 - 4,60	23	166,9	—	6
1,40 - 1,60	2	17,8	—	3	4,60 - 4,80	27	195,9	—	6
1,60 - 1,80	2	17,8	—	3	4,80 - 5,00	19	137,9	—	6
1,80 - 2,00	1	8,9	—	3	5,00 - 5,20	19	137,9	—	6
2,00 - 2,20	2	17,8	—	3	5,20 - 5,40	43	312,0	—	6
2,20 - 2,40	1	8,9	—	3	5,40 - 5,60	45	307,5	—	7
2,40 - 2,60	1	8,3	—	4	5,60 - 5,80	35	239,2	—	7
2,60 - 2,80	1	8,3	—	4	5,80 - 6,00	42	287,0	—	7
2,80 - 3,00	1	8,3	—	4	6,00 - 6,20	70	478,4	—	7
3,00 - 3,20	2	16,6	—	4	6,20 - 6,40	70	478,4	—	7

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m**
- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [$\delta = 20$ cm]

- A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**
- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

n° 4

- indagine :	Comune di Arezzo	- data :	28/02/2018
- cantiere :	Arezzo (AR)	- quota inizio :	piano campagna
- località :	Baldaccio	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :	prova interrotta per rifiuto all'avanzamento	- 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	51	535,9	—	1	3,40 - 3,60	3	23,2	—	5
0,20 - 0,40	49	514,9	—	1	3,60 - 3,80	2	15,5	—	5
0,40 - 0,60	32	308,6	—	2	3,80 - 4,00	2	15,5	—	5
0,60 - 0,80	11	106,1	—	2	4,00 - 4,20	3	23,2	—	5
0,80 - 1,00	5	48,2	—	2	4,20 - 4,40	4	30,9	—	5
1,00 - 1,20	5	48,2	—	2	4,40 - 4,60	4	29,0	—	6
1,20 - 1,40	2	19,3	—	2	4,60 - 4,80	4	29,0	—	6
1,40 - 1,60	1	8,9	—	3	4,80 - 5,00	15	108,9	—	6
1,60 - 1,80	1	8,9	—	3	5,00 - 5,20	18	130,6	—	6
1,80 - 2,00	1	8,9	—	3	5,20 - 5,40	15	108,9	—	6
2,00 - 2,20	3	26,7	—	3	5,40 - 5,60	25	170,9	—	7
2,20 - 2,40	2	17,8	—	3	5,60 - 5,80	43	293,9	—	7
2,40 - 2,60	2	16,6	—	4	5,80 - 6,00	28	191,4	—	7
2,60 - 2,80	3	24,8	—	4	6,00 - 6,20	21	143,5	—	7
2,80 - 3,00	3	24,8	—	4	6,20 - 6,40	23	157,2	—	7
3,00 - 3,20	6	49,7	—	4	6,40 - 6,60	45	290,6	—	8
3,20 - 3,40	4	33,1	—	4	6,60 - 6,80	70	452,0	—	8

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**
- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**
- Numero Colpi Punta N = **N(20)** [$\delta = 20$ cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

n° 6

- indagine :	Comune di Arezzo	- data :	28/02/2018
- cantiere :	Arezzo (AR)	- quota inizio :	piano campagna
- località :	Baldaccio	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :	prova interrotta per rifiuto all'avanzamento	- pagina :	1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	—	—	—	1	3,40 - 3,60	—	—	—	5
0,20 - 0,40	—	—	—	1	3,60 - 3,80	—	—	—	5
0,40 - 0,60	—	—	—	2	3,80 - 4,00	—	—	—	5
0,60 - 0,80	—	—	—	2	4,00 - 4,20	—	—	—	5
0,80 - 1,00	—	—	—	2	4,20 - 4,40	—	—	—	5
1,00 - 1,20	—	—	—	2	4,40 - 4,60	—	—	—	6
1,20 - 1,40	—	—	—	2	4,60 - 4,80	—	—	—	6
1,40 - 1,60	—	—	—	3	4,80 - 5,00	—	—	—	6
1,60 - 1,80	—	—	—	3	5,00 - 5,20	—	—	—	6
1,80 - 2,00	—	—	—	3	5,20 - 5,40	—	—	—	6
2,00 - 2,20	—	—	—	3	5,40 - 5,60	—	—	—	7
2,20 - 2,40	—	—	—	3	5,60 - 5,80	6	41,0	—	7
2,40 - 2,60	—	—	—	4	5,80 - 6,00	9	61,5	—	7
2,60 - 2,80	—	—	—	4	6,00 - 6,20	11	75,2	—	7
2,80 - 3,00	—	—	—	4	6,20 - 6,40	21	143,5	—	7
3,00 - 3,20	—	—	—	4	6,40 - 6,60	53	342,3	—	8
3,20 - 3,40	—	—	—	4	6,60 - 6,80	70	452,0	—	8

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m**

- Numero Colpi Punta N = **N(20)** [$\delta = 20$ cm]

- A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

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

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

n° 7

- indagine :	Comune di Arezzo	- data :	28/02/2018
- cantiere :	Arezzo (AR)	- quota inizio :	piano campagna
- località :	Baldaccio	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :	prova interrotta per rifiuto all'avanzamento	- pagina :	1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	20	210,1	—	1	3,20 - 3,40	4	33,1	—	4
0,20 - 0,40	18	189,1	—	1	3,40 - 3,60	3	23,2	—	5
0,40 - 0,60	15	144,7	—	2	3,60 - 3,80	3	23,2	—	5
0,60 - 0,80	5	48,2	—	2	3,80 - 4,00	3	23,2	—	5
0,80 - 1,00	5	48,2	—	2	4,00 - 4,20	2	15,5	—	5
1,00 - 1,20	4	38,6	—	2	4,20 - 4,40	4	30,9	—	5
1,20 - 1,40	16	154,3	—	2	4,40 - 4,60	5	36,3	—	6
1,40 - 1,60	12	106,9	—	3	4,60 - 4,80	5	36,3	—	6
1,60 - 1,80	17	151,5	—	3	4,80 - 5,00	6	43,5	—	6
1,80 - 2,00	23	204,9	—	3	5,00 - 5,20	6	43,5	—	6
2,00 - 2,20	7	62,4	—	3	5,20 - 5,40	10	72,6	—	6
2,20 - 2,40	8	71,3	—	3	5,40 - 5,60	14	95,7	—	7
2,40 - 2,60	5	41,4	—	4	5,60 - 5,80	33	225,5	—	7
2,60 - 2,80	2	16,6	—	4	5,80 - 6,00	57	389,5	—	7
2,80 - 3,00	2	16,6	—	4	6,00 - 6,20	70	478,4	—	7
3,00 - 3,20	2	16,6	—	4					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m**

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

- A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

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

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
 TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

n° 8

- indagine : Comune di Arezzo
 - cantiere : Arezzo (AR)
 - località : Pescaiola
 - note : prova interrotta per rifiuto all'avanzamento

- data : 28/02/2018
 - quota inizio : piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	—	—	—	1	2,80 - 3,00	—	—	—	4
0,20 - 0,40	—	—	—	1	3,00 - 3,20	—	—	—	4
0,40 - 0,60	—	—	—	2	3,20 - 3,40	—	—	—	4
0,60 - 0,80	—	—	—	2	3,40 - 3,60	—	—	—	5
0,80 - 1,00	—	—	—	2	3,60 - 3,80	—	—	—	5
1,00 - 1,20	—	—	—	2	3,80 - 4,00	—	—	—	5
1,20 - 1,40	—	—	—	2	4,00 - 4,20	—	—	—	5
1,40 - 1,60	—	—	—	3	4,20 - 4,40	8	61,9	—	5
1,60 - 1,80	—	—	—	3	4,40 - 4,60	14	101,6	—	6
1,80 - 2,00	—	—	—	3	4,60 - 4,80	10	72,6	—	6
2,00 - 2,20	—	—	—	3	4,80 - 5,00	48	348,3	—	6
2,20 - 2,40	—	—	—	3	5,00 - 5,20	63	457,2	—	6
2,40 - 2,60	—	—	—	4	5,20 - 5,40	70	508,0	—	6
2,60 - 2,80	—	—	—	4					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**
 - M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**
 - Numero Colpi Punta N = **N(20)** [$\delta = 20$ cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

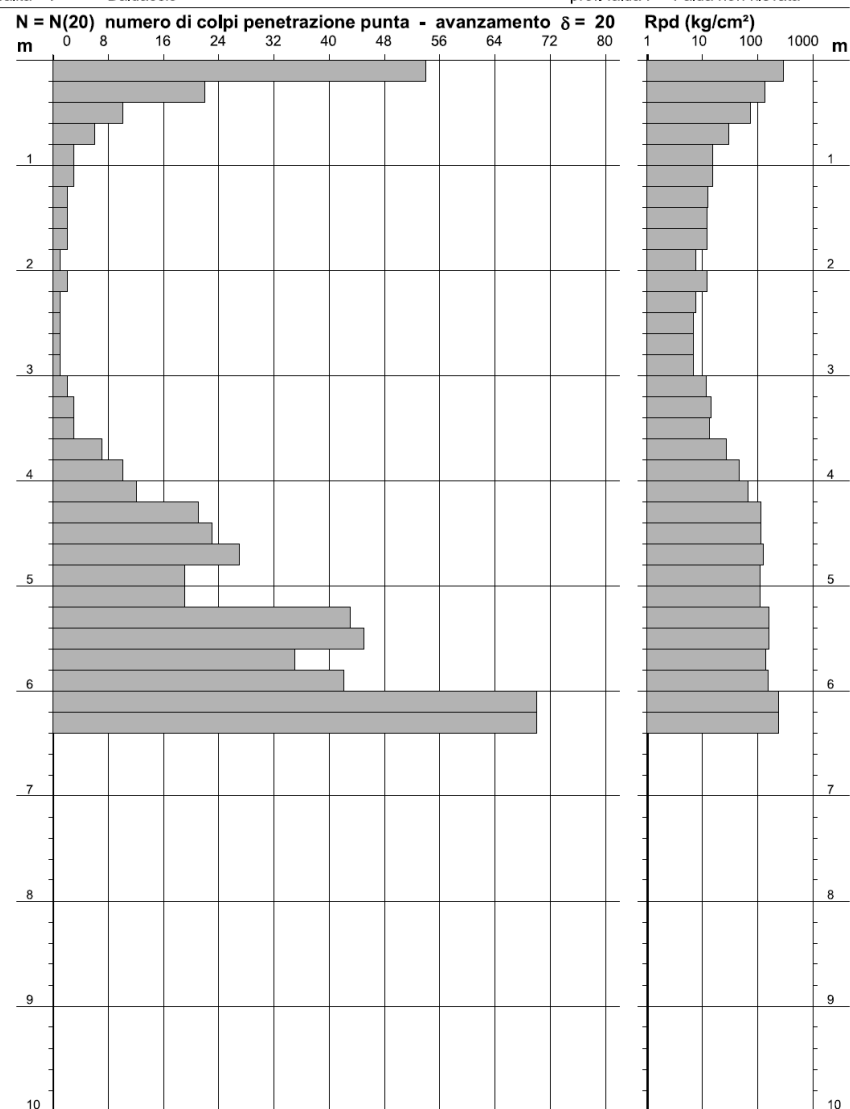
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 3

Scala 1: 50

- indagine : Comune di Arezzo
- cantiere : Arezzo (AR)
- località : Baldaccio

- data : 28/02/2018
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**
- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**
- Numero Colpi Punta **N = N(20)** [$\delta = 20$ cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

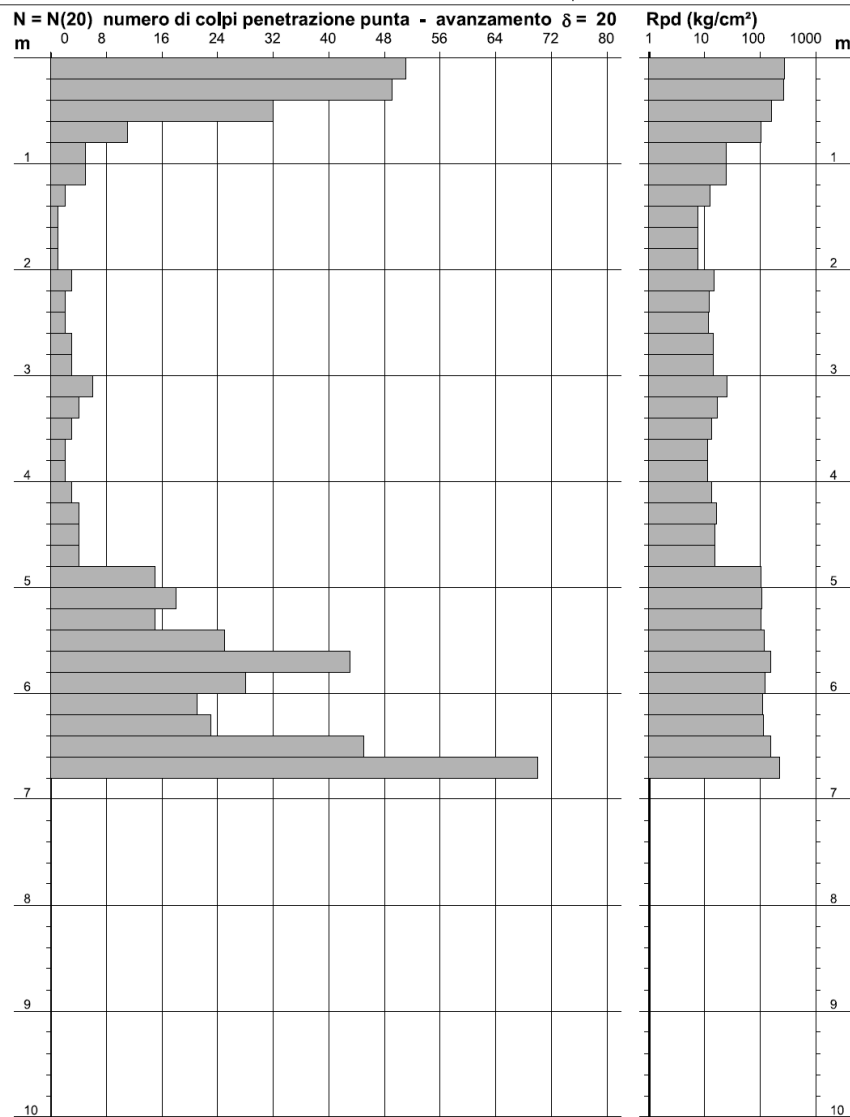
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 4

Scala 1: 50

- indagine : Comune di Arezzo
- cantiere : Arezzo (AR)
- località : Baldaccio

- data : 28/02/2018
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EMLC**
- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D (diam. punta)= **51,00 mm**
- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

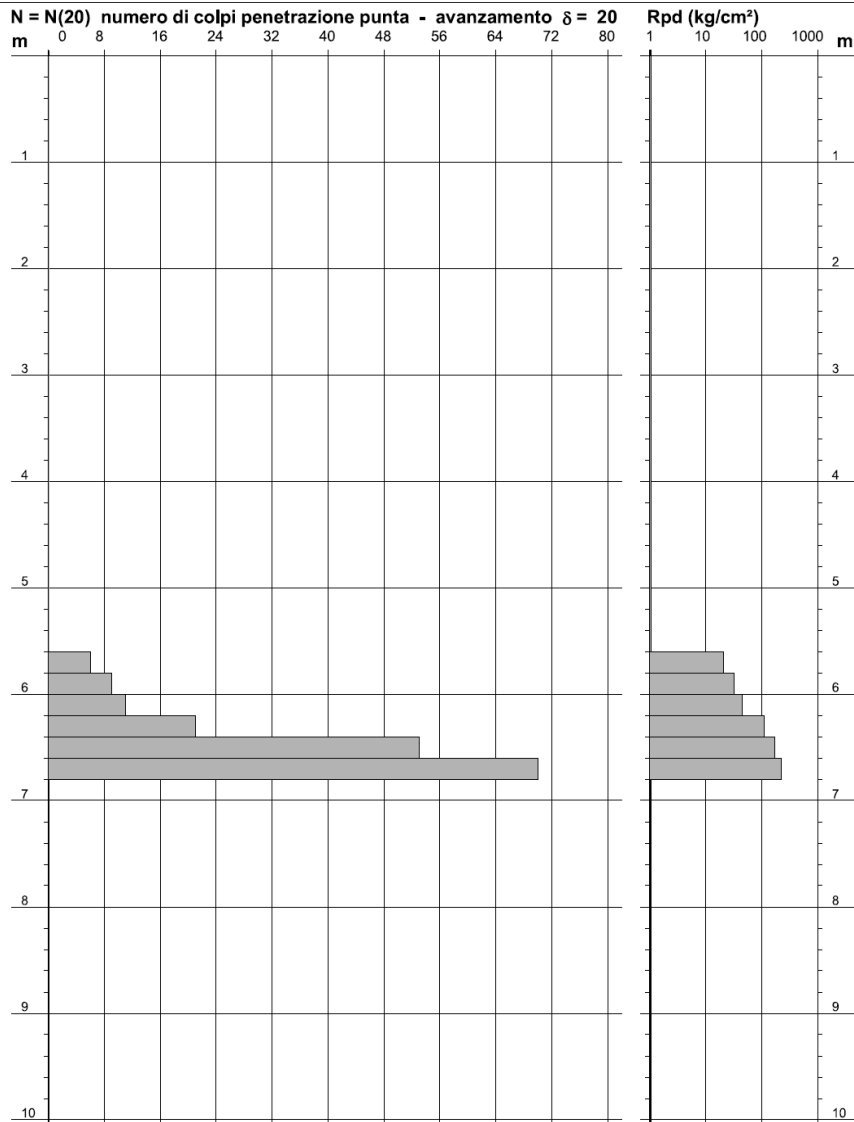
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

n° 6

Scala 1: 50

- indagine : Comune di Arezzo
- cantiere : Arezzo (AR)
- località : Baldaccio

- data : 28/02/2018
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

- A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

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

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

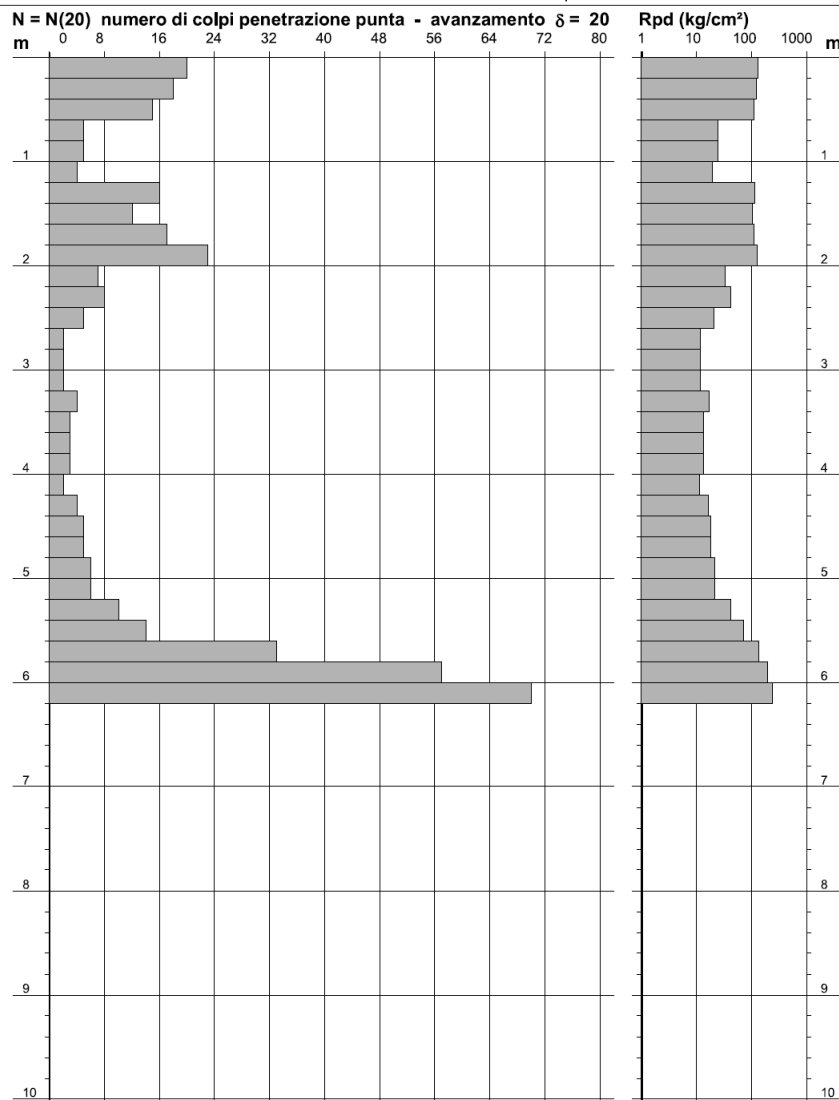
n° 7

DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

Scala 1: 50

- indagine : Comune di Arezzo
- cantiere : Arezzo (AR)
- località : Baldaccio

- data : 28/02/2018
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EMLC**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

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

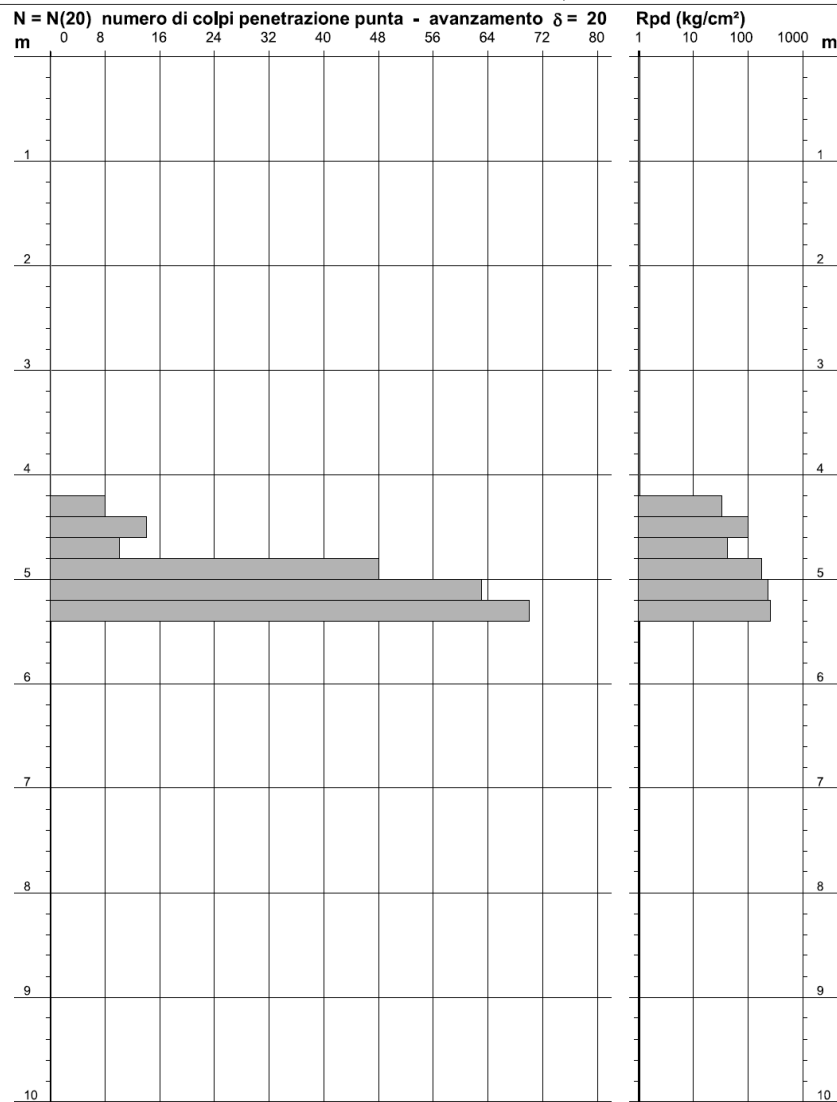
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

n° 8

Scala 1: 50

- indagine : Comune di Arezzo
- cantiere : Arezzo (AR)
- località : Pescalola

- data : 28/02/2018
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EMLC**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

- A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

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

N. DOCUMENTO INTEGRATIVO N. 3 – STRATIGRAFIA SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO/DISTRUZIONE

 <p style="font-size: small;">Via A. Grandi, 39 - 52100 Arezzo Tel. +39 0575 323644 - Fax +39 0575 23230 info@soiltest.it www.soiltest.it Cap. Soc. € 90.000,00 I.V. C.F. e P. Iva 01304800511</p> <p style="font-size: x-small;">Sondaggi geologici Prove penetrometriche statiche Prove con punta elettrica Prove con piezometro Prove dilatometriche Prove PPT e di resistenza Consolidamenti - Mispagli e tiranti Certificazione SOA 0521 cat B</p>	<p style="text-align: right;">Certificato n° : 097/2018 del 15-3-2018</p> <p>Sondaggio: S1</p> <p>Richiedente: Geol. F. Capacci</p> <p>Lunghezza (m): 27.0 m</p> <p>Scala grafica: 1:100</p> <p>Inclinazione (°):</p>
<p>Conc. Min. Infr. e Trasp. con Decreto n°5950 del 15/06/2011 Settore C</p>	
<p>Cantiere: Snodo Viario Area Baldaccio - Arezzo</p> <p>Committente: Comune di Arezzo</p> <p>Data inizio perforazione: 2-3-2018</p> <p>Data fine perforazione: 7-3-2018</p>	

Profondità (m)	Quota (m.s.l.m)	Litologia	Descrizione litologica	Campioni	S.P.T.	Pocket Penetrometer (KPa)	Pocket Vane Test (KPa)	Piezometro Livello/ piez.
			Elementi litoidi eterogenei e frammenti di laterizio frammentati a limo argilloso marroni ed a ceneri nerastre (Materiale di riporto)					
2.3								
3.2			Limo con argilla debolm. ghiaioso e ghiaioso fine, debolm. sabbioso, marrone-ocra, con rari frammenti di laterizio (Terreno di riporto)	SPT	3.0 m 0-11-17	100 120	36 40	
			Siltiti, a tratti marnose, di aspetto scaglioso, marrone-ocra, a tratti marroni, molto alterate, con strati molto sottili e sottili di marne siltose, molto fratturate					
				SPT c.d.	5.3 m 24-50 11 cm			
				SPT c.d.	6.7 m 36-42-50 13 cm			
				SPT c.i.	8.9 m 28-50 13 cm			
10.0			Marne siltose, in strati di spessore molto sottile e sottile, fratturate e moderatamente fratturate marroni, con rari strati sottili di arenarie					
11.9								
12.7			Siltiti di aspetto scaglioso, molto alterate, marroni e marrone-ocra, intercalate a strati molto sottili di marne siltose molto fratturate	SPT	12.5 m 47-50 14 cm			
13.9			Marne siltose, in strati di spessore molto sottile e sottile, marroni, intercalate a livelli centim. e decim. di siltiti marnose di aspetto scaglioso					
			Siltiti, di aspetto scaglioso, a tratti marnose, marroni e marrone-verdastre					
17.3								

Diametro perforazione (mm): 101	Diametro rivestimenti (mm): 127	Macchina perforatrice: Comacchio MC450
Metodo di perforazione: aste e carotiere		
Note: al termine della perforazione il foro di sondaggio è stato attrezzato con strumentazione per l'esecuzione di misure sismiche tipo down-hole		Responsabile di sito: Geol. D. Senesi Direttore laboratorio: Ing. M. Goretti
n° pagine certificato: 2		Pagina 1

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

Sondaggio: S1

Cantiere: Snodo Viario Area Baldaccio - Arezzo

Richiedente: Geol. F. Capacci

Committente: Comune di Arezzo

Lunghezza (m): 27.0 m

Profondità (m)	Quota (m.s.l.m.)	Litologia	Descrizione litologica	Campioni	S.P.T.	Pocket Penetrometer (KPa) 100 200 300 400	Pocket Vane Test (KPa) 50 100 150 200	Piezometro
18.0			Marne siltose in strati di spessore sottile e molto sottile, moderat. fratturate, intercalate a livelli centim. di siltiti, marrone-verdastre					
			Siltiti di aspetto scaglioso verdastre-marroni, intercalate a strati molto sottili di marne siltose					
19.9								
20.9			Marne siltose , in strati di spessore da molto sottile a medio, marroni-verdastre e a tratti molto alterate					
21.3			marrone-ocra, a tratti fratturate e molto fratturate					
			Arenarie quarzoso-feldspatiche , in strati sottili, moderatam. fratturate, grigie ed avana					
22.5			Siltiti di aspetto scaglioso, a tratti destrutturate, marroni e marrone-ocra, con strati disarticolati di marne siltose					
			Marne siltose , in strati di spessore da molto sottile a medio, a tratti fratturate, marroni passanti grigi, intercalate a non frequenti livelli centim. e decim. di siltiti e rari strati sottili arenacei					
24.5								
25.3			Siltiti , destrutturate, grigie con strati diarticolati di marne siltose					
25.8			Arenarie quarzoso-feldspatiche , in strati sottili, poco fratturate, grigie					
26.2								
27.0			Marne siltose , grigie, in strati di spessore sottile e medio					
			Siltiti di aspetto scaglioso, a tratti destrutturate, grigie a tratti marroni, intercalate a marne siltose in strati sottili					



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

Cantiere: Snodo Viario Area Baldaccio - Arezzo

Committente: Comune di Arezzo

Data inizio perforazione: 8-3-2018

Data fine perforazione: 9-3-2018

Sondaggio: S2

Richiedente: Geol. F. Capacci

Lunghezza (m): 15.0 m

Scala grafica: 1:100

Inclinazione (°):

Profondità (m)	Quota (m s.l.m.)	Litologia	Descrizione litologica	Campioni	S.P.T.	Pocket Penetrometer (KPa)	Pocket Vane Test (KPa)	Piezometro
						100 200 300 400	50 100 150 200	Livello/ piez.
1.6			Pavimentazione stradale Elementi litoidi eterogenei e rari frammenti di laterizio in scarsa matrice sabbioso-limosa marrone ed avana (Materiale di riporto)			130 *180	64 *80	
3.8			Limo con argilla ed argilla con limo, debolm. ghiaiosi e ghiaioso fini, a tratti sabbiosi, marrone-ocra e marrone. Presenti nella parte bassa minuti frammenti di laterizio e di siltiti (Terreno di riporto)			160	72	
4.6			Argilla con limo , marrone-ocra, nella parte alta debolm. ghiaiosa fine	c.d. II	5.5 m	110 210	52 100	
			Siltiti , a tratti marnose, di aspetto scaglioso, marrone-ocra, a tratti marroni, molto alterate, con strati molto sottili e sottili di marne siltose e più rare di arenaria, molto fratturate	SPT	35-50 8 cm	450 >500	220	
				SPT	6.5 m 50 13 cm			
				c.d. II	7.5 m			
				SPT	25-50 13 cm			
9.4			Marne siltose , in strati di spessore molto sottile e sottile, fratturate e moderatamente fratturate marroni e marroni-verdastre, intercalate a live li di siltiti di aspetto scaglioso	SPT	8.5 m 45-50 11 cm			
11.3			Siltiti di aspetto scaglioso, molto alterate, marroni e marrone-ocra, intercalate a strati molto sottili di marne siltose e rari di arenarie, fratturate					
15.0								
Ubicazione (WGS84): Latitudine: 43°27'53.43"N Longitudine: 11°52'12.53"E								

Diametro perforazione (mm): 101

Diametro rivestimenti (mm): 127

Macchina perforatrice: Comacchio MC450

Metodo di perforazione: aste e carotiere

Responsabile di sito: Geol. D. Senesi

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

Direttore laboratorio: Ing. M. Goretti

n° pagine certificato: 1

Pagina 1

Certificato n° : 098/2018 del 15-3-2018

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

Cantiere: Snodo Viario Area Baldaccio - Arezzo

Committente: Comune di Arezzo

Data inizio perforazione: 14-3-2018

Data fine perforazione: 15-3-2018

Sondaggio: S3

Richiedente: Geol. F. Capacci

Lunghezza (m): 15.0 m

Scala grafica: 1:100

Inclinazione (°):

Profondità (m)	Quota (m.s.l.m.)	Litologia	Descrizione litologica	Campioni	S.P.T.	Pocket Penetrometer (KPa)				Pocket Vane Test (KPa)				Piezometro Livello/1 piez.
						100	200	300	400	50	100	150	200	
0.7			Elementi litoidi eterogenei e rari frammenti di laterizio in scarsa matrice sabbioso-limoso marrone scura (Materiale di riporto)				260			100				
2.1			Limo con argilla ed argilla con limo, debolm. ghiaiosi, a tratti sabbiosi, marrone-ocra e marrone. Presenti in minuti frammenti di laterizio e di siltiti (Terreno di riporto)				170			80				
2.9			Elementi litoidi eterometrici in scarsa matrice grigio chiara (Materiale di riporto)				140							
4.4			Siltiti rimaneggiate con abbondanti inclusi litoidi marrone e marrone-ocra (Terreno di riporto)											
6.0			Siltiti, spesso destrutturate, degradate, con inclusioni di manee e più rari di arenarie, con resti vegetali nella parte bassa (Terreno di riporto?)	SPT	5.0 m									
			Siltiti di aspetto scaglioso, marrone-ocra, molto alterate	SPT	16-27-30									
			Marne siltose, in strati di spessore molto sottile e sottile, molto alterate marrone-ocra intercalate a di siltiti di aspetto scaglioso	SPT	5.5 m									
			Siltiti, di aspetto scaglioso, marrone-ocra, con rari strati sottili di marne	SPT	18-29-31									
8.3			Arenarie quarzoso-feldspatiche, in strati di spessore sottile, fratturate e molto fratturate, alterate e molto alterate, marroni, frammentate nella parte bassa a siltiti	SPT	6.5 m									
9.2			Siltiti, di aspetto scaglioso, marrone-ocra, alterate, intercalate a marne siltose in strati sottili	SPT	20-31-50									
12.1			Marne siltose, marroni, in strati di spessore sottile e molto sottile, molto fratturate, intercalate e frammentate a siltiti di aspetto scaglioso	SPT	13 cm									
13.2			Arenarie quarz.-feld. in strati sottili molto fratturate ed alterate, marrone-ocra	SPT	7.0 m									
13.6			Siltiti di aspetto scaglioso, alterate, marroni e marrone-ocra, intercalate a strati molto sottili e sottili di marne siltose	SPT	22-36-50									
15.0				SPT	5 cm									
				SPT	7.5 m									
				SPT	50.7 cm									
				SPT	8.5 m									
				SPT	50.10 cm									
Ubicazione (WGS84): Latitudine: 43°27'51.36"N Longitudine: 11°52'10.64"E														

Diametro perforazione (mm): 101

Diametro rivestimenti (mm): 127

Macchina perforatrice: Comacchio MC450

Metodo di perforazione: aste e carotiere

Responsabile di sito: Geol. D. Senesi

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

Direttore laboratorio: Ing. M. Goretti

n° pagine certificato: 1

Pagina 1

O. DOCUMENTO INTEGRATIVO N. 4 – PROVE DI PERMEABILITÀ TIPO LEFRANC A CARICO VARIABILE

SOILTEST s.r.l.
Via A. Grandi, 39 - 52100 Arezzo Tel. +39 0575 323644 - Fax +39 0575 23230
info@soiltest.it www.soiltest.it Cap. Soc. € 50.000,00 I.V. C.F. e P. Iva 01304860511
Concessione del Ministero Infrastrutture e Trasporti con Decreto n°5950 del 15/06/2011
Settore C: Prove in situ su terreni (ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n°380/2001)

Certificato n°: 99/2018/E del 15-3-2018

CERTIFICATO PROVA DI PERMEABILITÀ TIPO LEFRANC A CARICO VARIABILE

Richiedente: Geol. F. Capacci

Sondaggio: S1 (cert. n°096/2018)

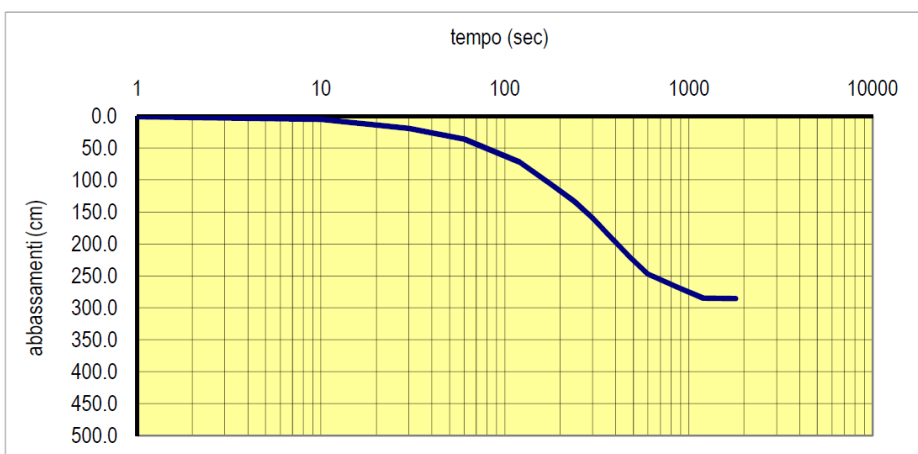
Committente: Comune di Arezzo

Cantiere: Snodo Viario Area Baldaccio - Arezzo

Data: 5-3-2018

	(cm)
Quota superiore del filtro dal p.c.	600
Quota inferiore del filtro dal p.c.	750
Lunghezza del tratto di prova	150
Quota falda dal p.c.	300
Diametro medio foro	10.5
Quota del boccaforo sul p.c.	15

Tempo (sec)	Abbassamenti (cm)
1	1.0
10	5.0
30	19.0
60	36.0
120	72.0
180	108.0
240	134.0
300	160.0
360	184.0
480	221.0
600	248.0
900	270.0
1200	285.0
1800	286.0



Responsabile di sito
Geol. D. Senesi

Direttore laboratorio
Ing. M. Goretti

n° pagine certificato: 1

pagina 1

CERTIFICATO PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LEFRANC A CARICO VARIABILE

Richiedente: Geol. F. Capacci

Sondaggio: S1 (cert. n°096/2018)

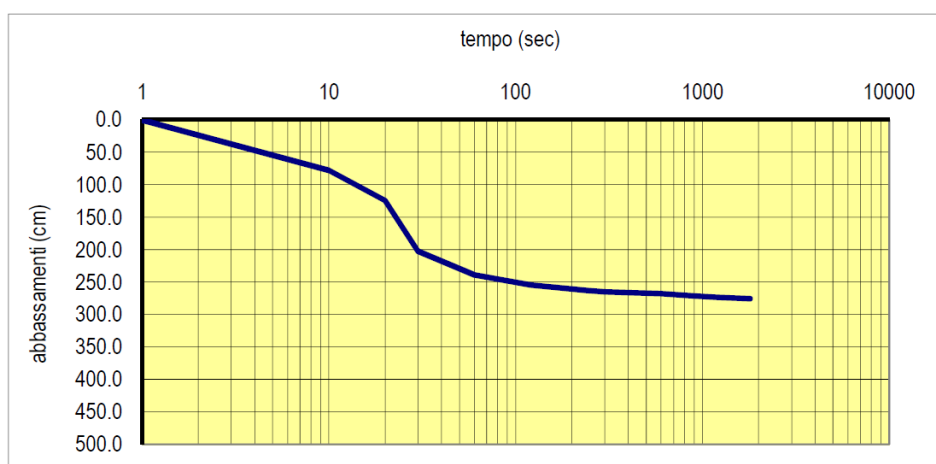
Committente: Comune di Arezzo

Cantiere: Snodo Viario Area Baldaccio - Arezzo

Data: 5-3-2018

	(cm)
Quota superiore del filtro dal p.c.	750
Quota inferiore del filtro dal p.c.	850
Lunghezza del tratto di prova	100
Quota falda dal p.c.	300
Diametro medio foro	10.5
Quota del boccaforo sul p.c.	15

Tempo (sec)	Abbassamenti (cm)
1	1.0
10	78.0
20	125.0
30	203.0
60	239.0
120	255.0
180	260.0
240	263.0
300	265.0
600	268.0
900	272.0
1200	274.0
1800	276.0



Responsabile di sito
Geol. D. Senesi

Direttore laboratorio
Ing. M. Goretti

CERTIFICATO PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LEFRANC A CARICO VARIABILE

Richiedente: Geol. F. Capacci

Sondaggio: S1 (cert. n°096/2018)

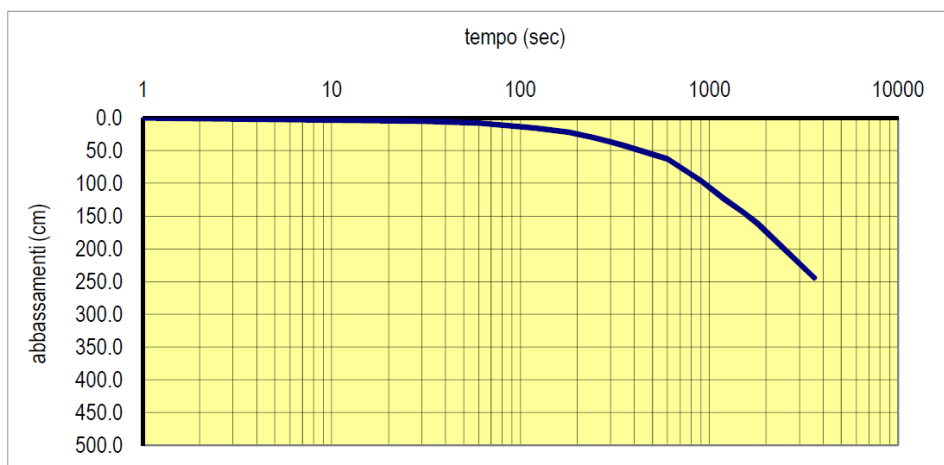
Committente: Comune di Arezzo

Cantiere: Snodo Viario Area Baldaccio - Arezzo

Data: 5-3-2018

	(cm)
Quota superiore del filtro dal p.c.	900
Quota inferiore del filtro dal p.c.	1020
Lunghezza del tratto di prova	120
Quota falda dal p.c.	450
Diametro medio foro	10.5
Quota del boccaforo sul p.c.	15

Tempo (sec)	Abbassamenti (cm)
1	0.1
30	5.0
60	8.0
120	16.0
180	22.0
240	30.0
300	37.0
360	43.0
600	63.0
900	96.0
1200	124.0
1500	144.0
1800	161.0
3600	244.0



Responsabile di sito
Geol. D. Senesi

Direttore laboratorio
Ing. M. Goretti

CERTIFICATO PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LEFRANC A CARICO VARIABILE

Richiedente: Geol. F. Capacci

Sondaggio: S1 (cert. n°096/2018)

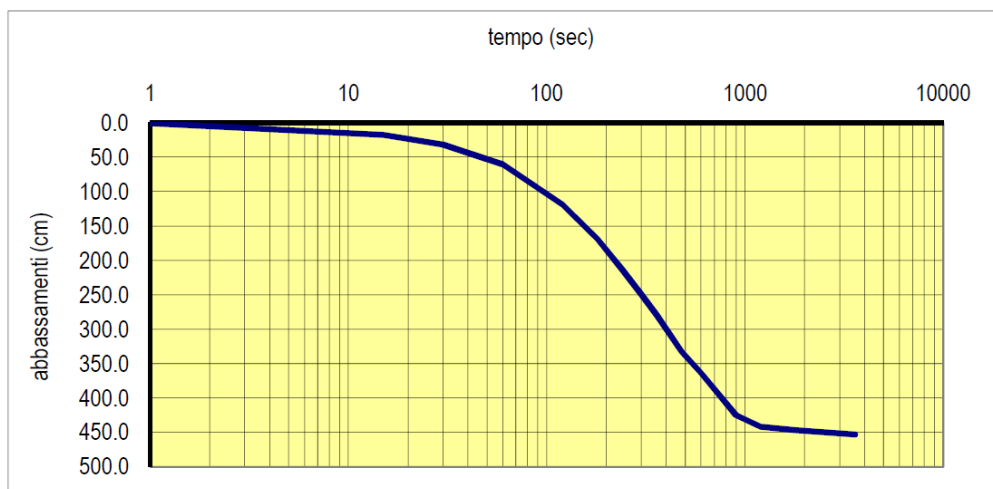
Committente: Comune di Arezzo

Cantiere: Snodo Viario Area Baldaccio - Arezzo

Data: 6-3-2018

	(cm)
Quota superiore del filtro dal p.c.	1050
Quota inferiore del filtro dal p.c.	1180
Lunghezza del tratto di prova	130
Quota falda dal p.c.	450
Diametro medio foro	10.5
Quota del boccaforo sul p.c.	15

Tempo (sec)	Abbassamenti (cm)
1	1.0
15	18.0
30	32.0
60	61.0
120	119.0
180	169.0
240	213.0
300	250.0
360	280.0
480	333.0
600	364.0
900	425.0
1200	442.0
1800	447.0
3600	453.0



Responsabile di sito
Geol. D. Senesi

Direttore laboratorio
Ing. M. Goretti

CERTIFICATO PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LEFRANC A CARICO VARIABILE

Richiedente: Geol. F. Capacci

Sondaggio: S2 (cert. n°097/2018)

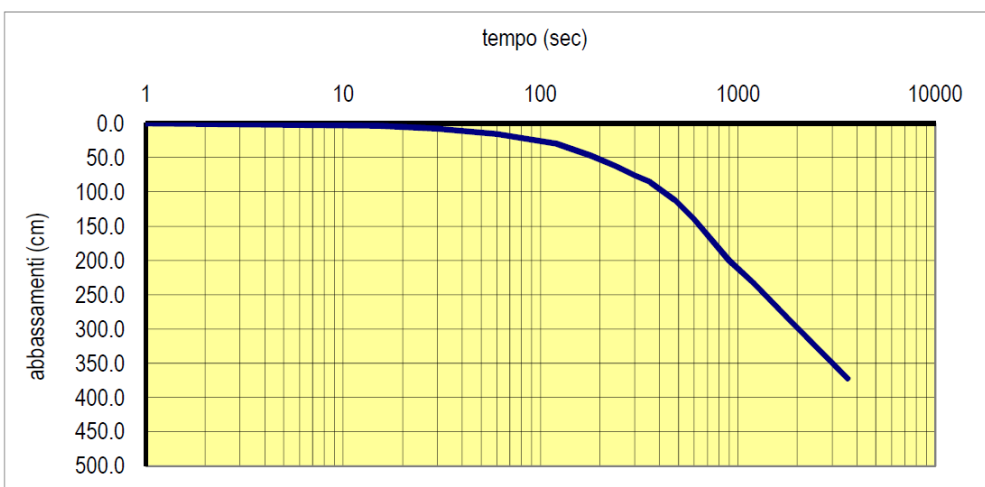
Committente: Comune di Arezzo

Cantiere: Snodo Viario Area Baldaccio - Arezzo

Data: 8-3-2018

	(cm)
Quota superiore del filtro dal p.c.	600
Quota inferiore del filtro dal p.c.	750
Lunghezza del tratto di prova	150
Quota falda dal p.c.	450
Diametro medio foro	10.5
Quota del boccaforo sul p.c.	15

Tempo (sec)	Abbassamenti (cm)
1	0.5
15	4.0
30	8.0
60	16.0
120	30.0
180	47.0
240	63.0
300	76.0
360	86.0
480	112.0
600	140.0
900	200.0
1200	233.0
1800	285.0
3600	372.0



Responsabile di sito
Geol. D. Senesi

Direttore laboratorio
Ing. M. Goretti

CERTIFICATO PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LEFRANC A CARICO VARIABILE

Richiedente: Geol. F. Capacci

Sondaggio: S3 (cert. n°098/2018)

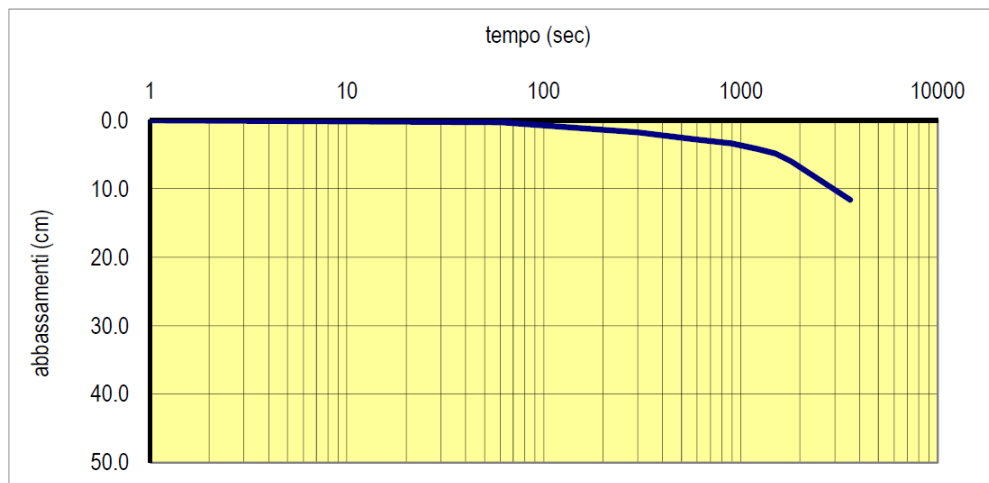
Committente: Comune di Arezzo

Cantiere: Snodo Viario Area Baldaccio - Arezzo

Data: 8-3-2018

	(cm)
Quota superiore del filtro dal p.c.	600
Quota inferiore del filtro dal p.c.	750
Lunghezza del tratto di prova	150
Quota falda dal p.c.	550
Diametro medio foro	10.5
Quota del boccaforo sul p.c.	15

Tempo (sec)	Abbassamenti (cm)
1	0.0
60	0.3
300	1.8
600	2.8
900	3.4
1200	4.2
1500	4.9
1800	6.0
3600	11.6



Responsabile di sito
Geol. D. Senesi

Direttore laboratorio
Ing. M. Goretti

CERTIFICATO PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LEFRANC A CARICO VARIABILE

Richiedente: Geol. F. Capacci

Sondaggio: S3 (cert. n°098/2018)

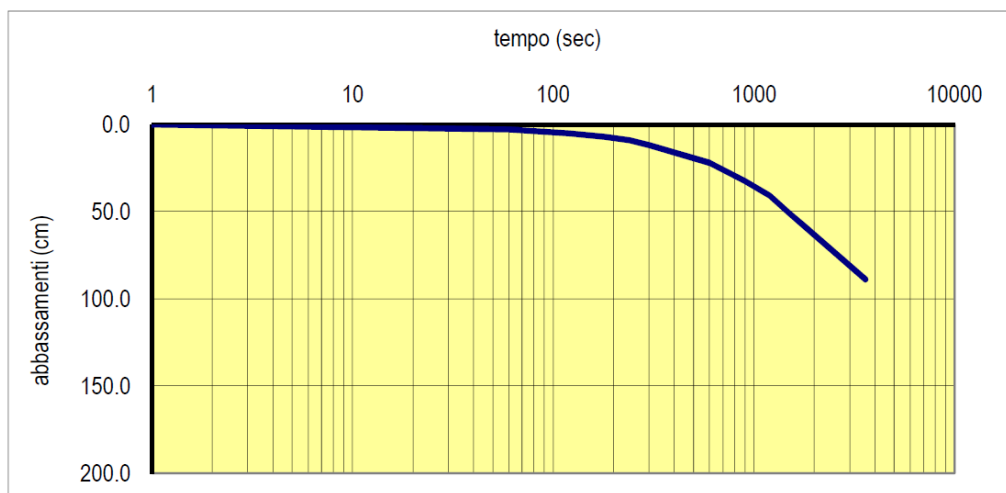
Committente: Comune di Arezzo

Cantiere: Snodo Viario Area Baldaccio - Arezzo

Data: 8-3-2018

	(cm)
Quota superiore del filtro dal p.c.	750
Quota inferiore del filtro dal p.c.	900
Lunghezza del tratto di prova	150
Quota falda dal p.c.	550
Diametro medio foro	10,5
Quota del boccaforo sul p.c.	15

Tempo (sec)	Abbassamenti (cm)
1	0.1
60	3.0
120	5.0
180	7.0
240	9.0
300	12.0
600	22.0
900	32.5
1200	41.0
1500	51.0
1800	59.0
3600	89.0



Responsabile di sito
Geol. D. Senesi

Direttore laboratorio
Ing. M. Goretti

CERTIFICATO PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LEFRANC A CARICO VARIABILE

Richiedente: Geol. F. Capacci

Sondaggio: S3 (cert. n°098/2018)

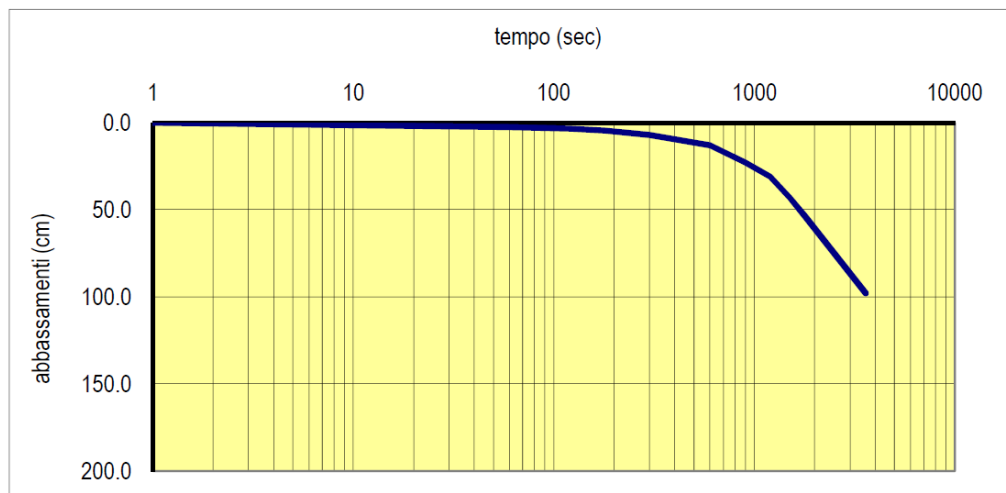
Committente: Comune di Arezzo

Cantiere: Snodo Viario Area Baldaccio - Arezzo

Data: 8-3-2018

(cm)
 Quota superiore del filtro dal p.c. 900
 Quota inferiore del filtro dal p.c. 1050
 Lunghezza del tratto di prova 150
 Quota falda dal p.c. 550
 Diametro medio foro 10.5
 Quota del boccaforo sul p.c. 15

Tempo (sec)	Abbassamenti (cm)
1	0.1
60	2.5
120	3.5
180	4.5
240	6.0
300	7.0
600	13.0
900	23.0
1200	31.0
1500	43.0
1800	54.0
3600	98.0



Responsabile di sito
 Geol. D. Senesi

Direttore laboratorio
 Ing. M. Goretti

CERTIFICATO PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LEFRANC A CARICO VARIABILE

Richiedente: Geol. F. Capacci

Sondaggio: S3 (cert. n°098/2018)

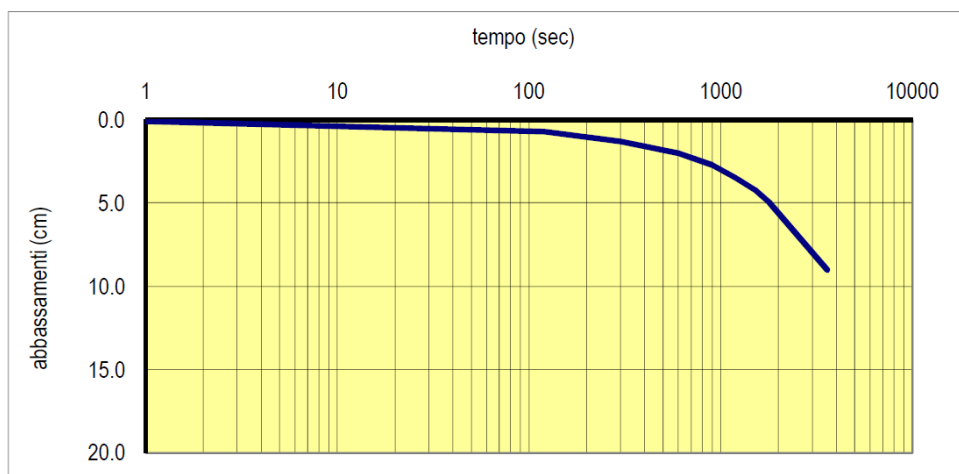
Committente: Comune di Arezzo

Cantiere: Snodo Viario Area Baldaccio - Arezzo

Data: 9-3-2018

	(cm)
Quota superiore del filtro dal p.c.	1050
Quota inferiore del filtro dal p.c.	1200
Lunghezza del tratto di prova	150
Quota falda dal p.c.	550
Diametro medio foro	10.5
Quota del boccaforo sul p.c.	15

Tempo (sec)	Abbassamenti (cm)
1	0.1
120	0.7
300	1.3
600	2.0
900	2.7
1200	3.5
1500	4.2
1800	5.0
3600	9.0



Responsabile di sito
Geol. D. Senesi

Direttore laboratorio
Ing. M. Goretti

P. DOCUMENTO INTEGRATIVO N. 5 – ANALISI CAMPIONI DI LABORATORIO

Apertura e descrizione Campione (Racc. AGI 1977)

PANGEO S.p.A.
di Compagni Leonardo & C.
Laboratorio e Uffici Via Ombrone, 4 - 53036 Poggibonsi (SI)
Tel 0577/983450 - Fax 0577/997537 - www.pangeo.it
P.I.V.A. 00870760527 Iscr. C.C.I.A.A. n° 96924
Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti con Decreto N.54065 del 07/11/2005
Settore A: Prove di Laboratorio su terreni (ai sensi dell'art. 8 del D.P.R. n° 246/1993)

Committente: Sollest s.r.l.

Cantiere: Arezzo (AR) Baldaccio

Data consegna: 16/03/2018 **Data apertura:** 21/03/2018

V. Acc. N. 077/18 **del** 16/03/2018

Sigla: S1C1

Prof. (m): 5,70-6,00

Tipo di campione Camp. Spezzione

Qualità campione (se dichiarata): n.d.

Descrizione visuale:

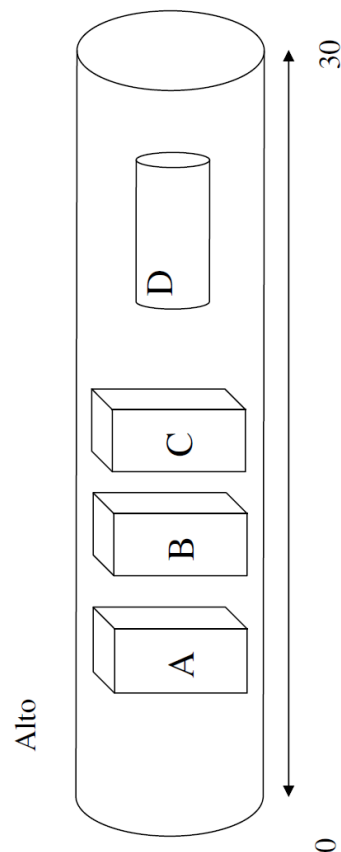
Limo con argilla marrone chiaro
(Rif. Munsell 2.5Y5/6 Light Olive Brown)
a tratti fissile. Reazione all' HCl

Prove richieste:

Compressione semplice

Prova di taglio diretto Casagrande

- | | | |
|----------|---------------------|---------------------------|
| A | <i>Provino per:</i> | Taglio diretto Casagrande |
| B | <i>Provino per:</i> | Taglio diretto Casagrande |
| C | <i>Provino per:</i> | Taglio diretto Casagrande |
| D | <i>Provino per:</i> | Compressione semplice |



Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente

Prova di Compressione semplice: interpretazione risultati

Committente	Soiltest s.r.l.	Umidità med. campione	W (%)	14.57%
Cantiere	Arezzo (AR) Baldaccio	Massa volumica app.	p (Mg/m³)	2.10
Sigla	SIC1	M. volumica app. secca	pd (Mg/m³)	1.85
Profondità (m)	5.70-6.00			
		Resistenza al Taglio non drenata Su	293.156 (KN/m²)	
		Coesione non drenata Cu (assunta come 1/2 Su)	146.578 (KN/m²)	
		Modulo di Young	13653 (KN/m²)	
		Modulo secante EU50	13226 (KN/m²)	



PANGEO Sae.
di Campidelli Leonardo & C.
Laboratorio e Uffici Via Ombrone, 4 - 53036 Poggibonsi (SI)
Tel. 0577/954545 - Fax 0577/954546 - www.pangeo.it
P.I.V.A. 08570740527 Iscr. CCIAA n. 419925
Cessione Ministero Infrastrutture e Trasporti con Decreto N.54065 del 07/11/2005
Settore A: Prove di Laboratorio su terreni (ai sensi dell'art. 8 del D.P.R. n° 2461/93)

Committente Soltest s.r.l.

Cantiere Arezzo (AR) Baldaccio

Data consegna campione 16/03/2018

Data apertura campione 21/03/2018

V. Acc. N. 077/18 del 16/03/2018

Sigla SIC1

Profondità (m) 5,70-6,00

Descrizione: Limo con argilla marrone chiaro
(Rif. Munsell 2.5Y 5/6 Light Olive Brown)



6,075

0

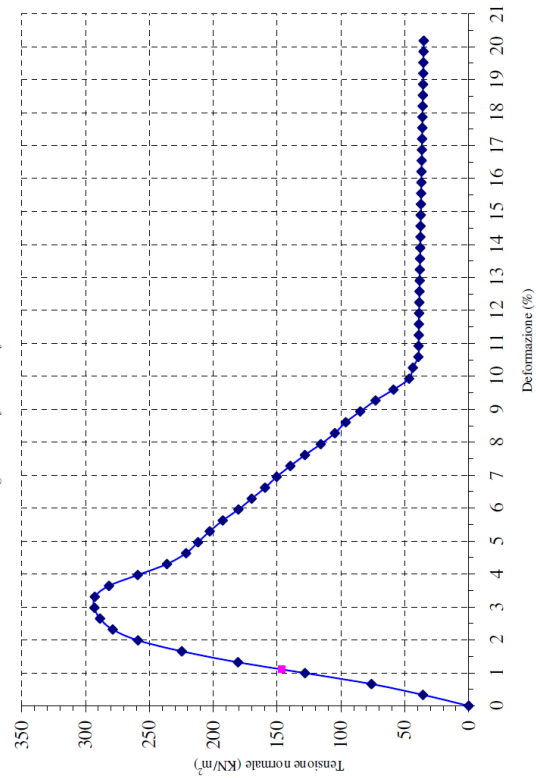
Prova di Compressione semplice (UNI CEN ISO/TS 17892-7:2005)

Unidità media del campione
Unidità del provino
Massa volumica app.
M. volumica app. secca
Dimensioni provino: D:h

W (%) 14,57%
W (%) 13,39%
ρ (Mg/m³) 2,095
ρd (Mg/m³) 1,848
35*76 mm

Data inizio prova 21/03/2018
Data fine prova 21/03/2018

Diagramma Sforzi - Deformazioni



Prova di Taglio diretto: interpretazione risultati

Committente:
Cantiere:
Sigla:
Prof: (m)

Soilest s.r.l.
Arezzo (AR) Baldaccio
SIC1
5.70-6.00

Massa volumica apparente media
Massa volumica apparente secca media
Umidità media del campione (%)

ρ (Mg/m³)
 ρ_d (Mg/m³)
2.05
1.83
14.57%

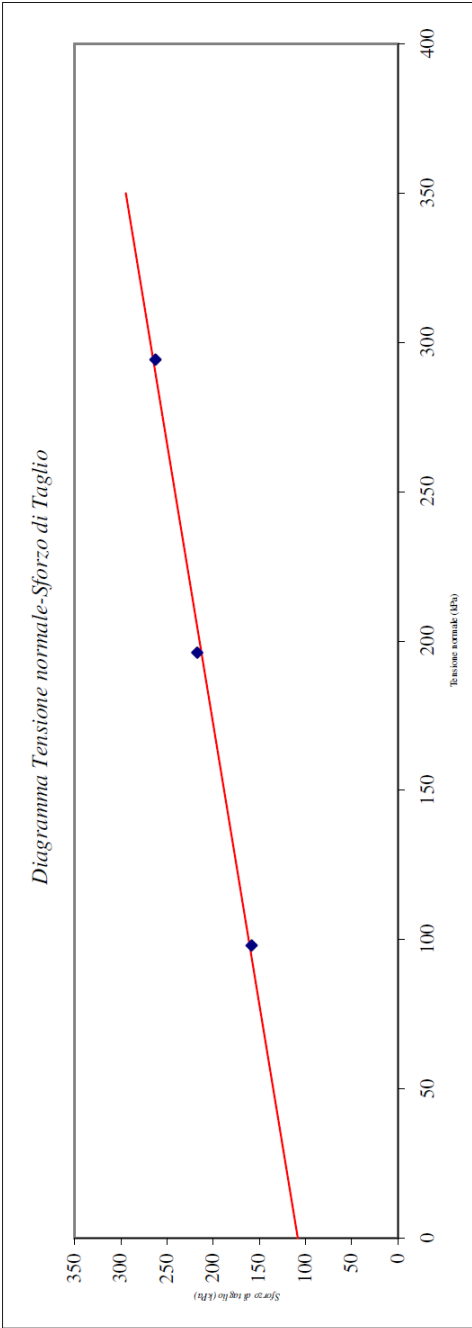
Provino			
Valori da bico	Tensione verticale σ_v (kPa)		
	A	B	C
	98,07	196,14	294,21
	Sforzo di taglio max. τ_f (kPa)		
	158,39	217,18	262,63
Spostamento (mm)			
	3,084	2,904	4,632
Abbassamento (mm)			
	0,031	-0,058	-0,268

Attrito Interno ϕ'

Coesione c' (kPa)

28.0°

108.497





PANGEO s.r.l. di Campitelli Leonardo & C.
Laboratorio e Uffici-Via Giuliana, 4 - 59046 Poggibonsi (SI)
Tel.0577988450 - Fax. 0577997537 - www.pangeo.it
C.F.P. IVA e Reg. Imprese CCIAA SI 00870760527 - REA SI 06924
Reg. Imprese CCIAA SI 00870760527 - REA SI 06924
Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti con Decreto N.54065 del 07/11/2005
Settore A: Prove di Laboratorio su terreni di sabbia dall'art. 8 del D.P.R. n° 246/1993)

Committente: Soiltest s.r.l.

Cantiere: Arezzo (AR) Baldaccio

Data consegna campione: 16/03/2018

Data apertura campione: 21/03/2018

Verb. Acc. N. 077/18

Sigla: SIC1

Prof: (m) 5.70-6.00

del 16/03/2018

Descrizione Limo con argilla marrone chiaro

(Rif. Munsell 2.5Y 5/6 Light Olive Brown)

Data inizio prova 21/03/2018

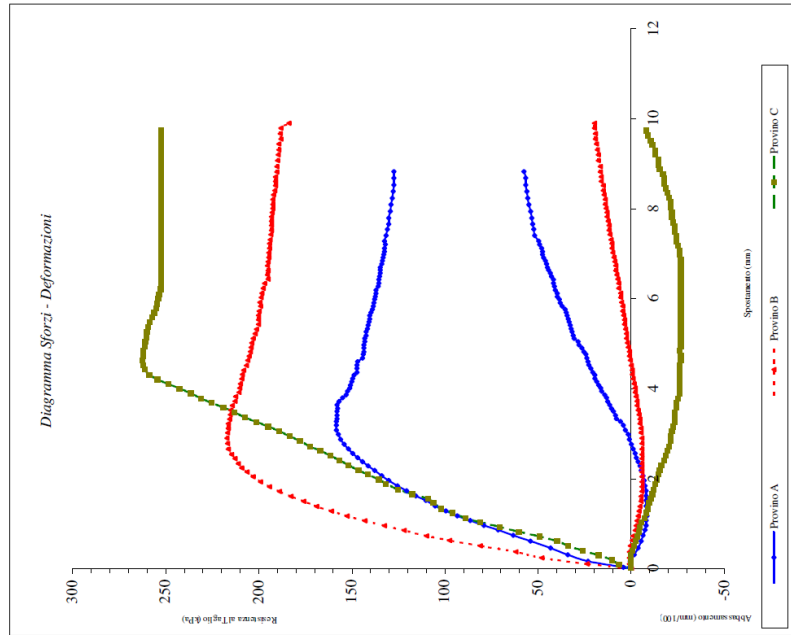
Data fine prova 23/03/18

Velocità di deform. media : (mm/min) 0.002

Dimensione dei provini(L.l.h) : (mm) 60*60*20

Umidità media del campione: 14.6%

Provino		A	B	C
Umidità naturale	W in.	12.81%	11.43%	11.76%
	W fin.	12.40%	11.48%	11.28%
Massa volumica apparente		p (Mg/m³)	2.07	2.08
Massa volumica apparente secca		pd (Mg/m³)	1.84	1.87
				1.79




Certificato Ufficiale n° 166 pag. 1 di 1

Data Certificato: 29/03/2018

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente

Apertura e descrizione Campione (Racc. AGI 1977)



PANGEO S.p.A.
Laboratorio di Campioni di Leonardo & C.

Indirizzo e Uffici: Via Ombone, 4 - 53036 Poggibonsi (SI)
Tel. 0579963450 - Fax 0579975357 - www.pangeo.it
P. I.V.A. 08570760527 Iscr. C.C.I.A.A. n° 96924
Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - con Decreto N.54065 del 07/11/2005
Settore A: Prove di Laboratorio su terreni (ai sensi dell'art. 8 del D.P.R. n° 246/1993)

Commitente:	Solitest s.r.l.			
Cantiere:	Arezzo (AR) Baldaccio			
Data consegna:	16/03/2018	Data apertura:	22/03/2018	
V.Acc. N:	079/18	del	16/03/2018	
Sigla:	SIC3			
Prof. (m):	9,30-9,60	Camp. Spezzione		
Tipo di campione				
Qualità campione (se dichiarata):	n.d.			

A

Provino per:

Taglio diretto Casagrande

B

Provino per:

Taglio diretto Casagrande

C

Provino per:

Taglio diretto Casagrande

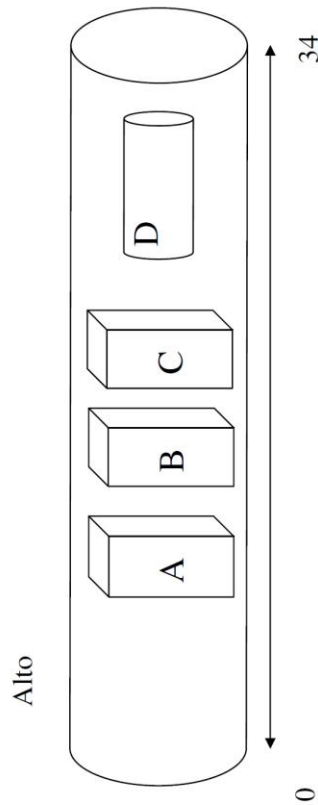
D

Provino per:

Compressione semplice

Descrizione visuale:
Limo argilloso marrone chiaro
(Rif. Munsell 2.5Y 6/3 Light Yellowish Brown)
abbondanti clasti, anche pluricentrici.
Reazione all' HCl

Prove richieste:
Compressione semplice
Prova di taglio diretto Casagrande



Prova di Compressione semplice: interpretazione risultati

Committente	Soiltest s.r.l.	Umidità med. campione	W (%)	13.53%
Cantiere	Arezzo (AR) Baldaccio	Massa volumica app.	ρ (Mg/m ³)	1.81
Sigla	S1C3	M. volumica app. secca	ρ_d (Mg/m ³)	1.61
Profondità (m)	9.30-9.60			
		Resistenza al Taglio non drenata Su	70.527 (KN/m ²)	
		Coesione non drenata Cu <small>(assunta come 1/2 Su)</small>	35.263 (KN/m ²)	
		Modulo di Young	6731 (KN/m ²)	
		Modulo secante EU50	4309 (KN/m ²)	

PANGEO S.p.A.
di Campitelli Leonardo & C.
Laboratorio e Uffici Via Ombione, 4 - 53036 Poggibonsi (SI)
Tel 0577983450 - Fax 0577997537 - www.pangeo.it
P.I.V.A. 00870760527 Iscr. C.C.I.A.A. n° 96924
Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti con Decreto N.54065 del 07/11/2005
Settore A: Prove di Laboratorio su terreni (ai sensi dell'art. 8 del D.P.R. n° 246/1993)

Comitente Soiltest s.r.l.
Cantiere Arezzo (AR) Baldaccio
Data consegna campione 16/03/2018
Data apertura campione 22/03/2018
V.Acc. N. 079/18 *del* 16/03/2018
Sigla SIC3
Profondità (m) 9,30-9,60

Descrizione: Lino argilloso marrone chiaro
(Rif. Munsell 2.5Y6/3 Light Yellowish Brown)

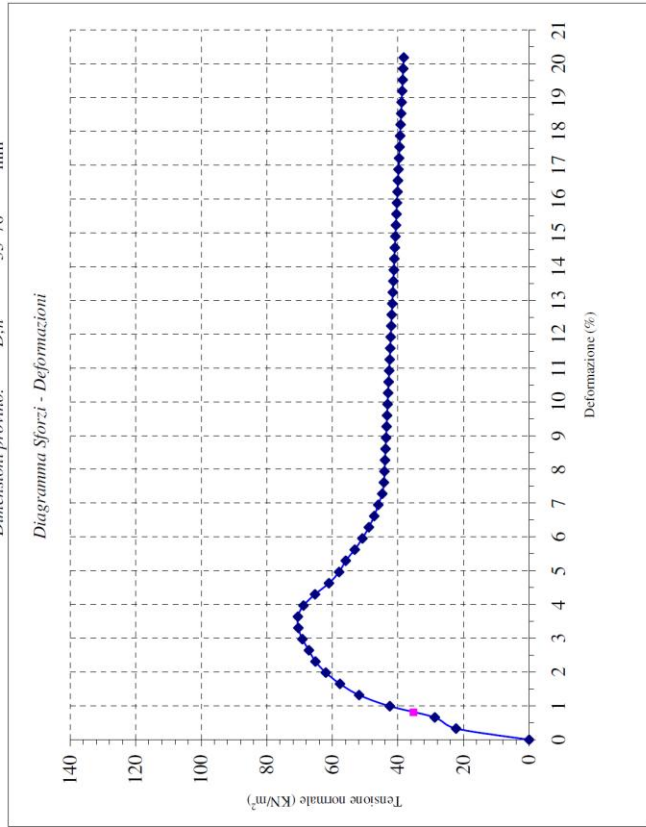


6,075
0

Prova di Compressione semplice (UNI CEN ISO/TS 17892-7:2005)

Umidità media del campione W (%) 13,53%
Umidità del provino W (%) 12,91%
Massa volumica app. ρ (Mg/m³) 1,814
M. volumica app. secca ρ_d (Mg/m³) 1,607
Dimensioni provino: D:h 35*76 mm

Data inizio prova 22/03/2018
Data fine prova 22/03/18



<i>Committente:</i>	Soilest s.r.l.
<i>Caniere:</i>	Arezzo (AR) P
<i>Sigla:</i>	SIC3
<i>Prof: (m)</i>	9.30-9.60

<i>Committente:</i>	Soilest s.r.l.
<i>Cantiere:</i>	Arezzo (AR) Baldaccio
<i>Sigla:</i>	SIC3

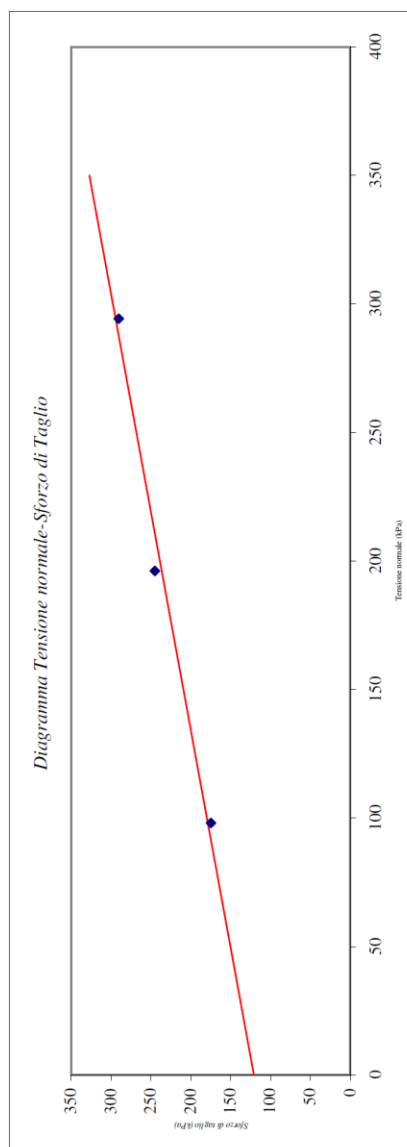
Prof: (m) 9.30-9.60

Massa volumica apparente media
Massa volumica apparente secca media
Umidità media del campione (%)

2.10
1.86
13.53%

Provincino		A	B	C
Valori di DIPICO	Tensione verticale σ_v (kPa)	98.07	196.14	294.21
	Sforzo di taglio max. τ (kPa)	174.36	244.76	289.96
	Spostamento (mm)	9.515	9.576	9.357
	Abbassamento (mm)	-0.620	-0.016	0.000

Attrito Interno Φ'	30.5°
Coesione c' (kPa)	120.757



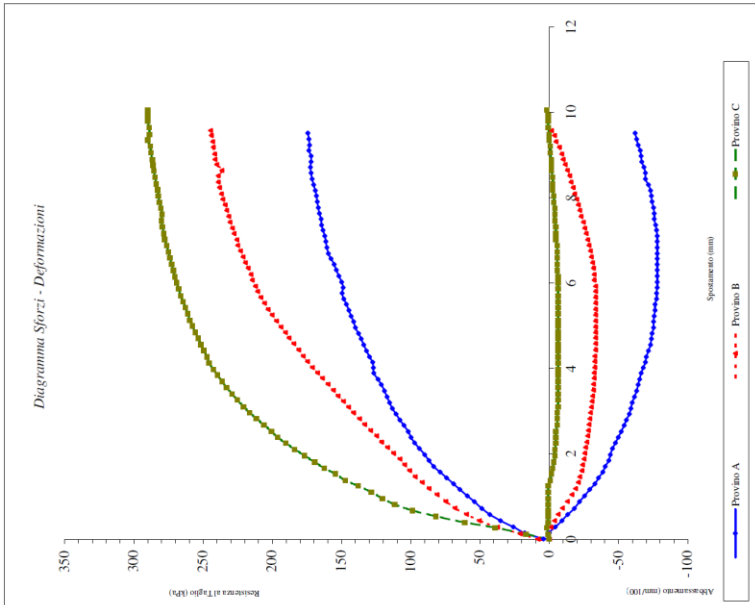


PANGEO s.n.c. di Campitelli Leonardo & C.
Laboratorio e Uffici: Via Ombrone, 4 - 53036 Poggibonsi (SI)
Tel. 0577983450 - Fax 0577977537 - www.pangeo.it
C.F. P. IVA e Reg. Imprese CCIAA SI 0087076 0527 - REA SI 96924
Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti con Decreto N.54065 del 07/11/2005
Settore A: Prove di Laboratorio su terreni (ai sensi dell'art. 8 del D.P.R. n° 246/1993)

Committee: Soiltest s.r.l.
Cantieri: Arezzo (AR) Baldaccio
Data consegna campione: 16/03/2018
Data apertura campione: 22/03/2018
Verb. Acc. N. 079/18
Sigla: SIC3
Prof: (m) 9,30-9,60
Descrizione Limo argilloso marrone chiaro
(Rif. Munsell 2.5Y6/3 Light Yellowish Brown)
Data inizio prova 22/03/2018
Data fine prova 24/03/18

Velocità di deform. media : (mm/min) 0.002
Dimensione dei provini(L,l,h) : (mm) 60*60*20
Umidità media del campione: 13.5%

Provino		A	B	C
Umidità naturale	W in.	11.08%	11.06%	16.64%
Umidità naturale	W fin.	9.07%	9.83%	14.60%
Massa volumica apparente	p (Mg/m³)	2.09	2.09	2.11
Massa volumica apparente secca	pd (Mg/m³)	1.88	1.88	1.81



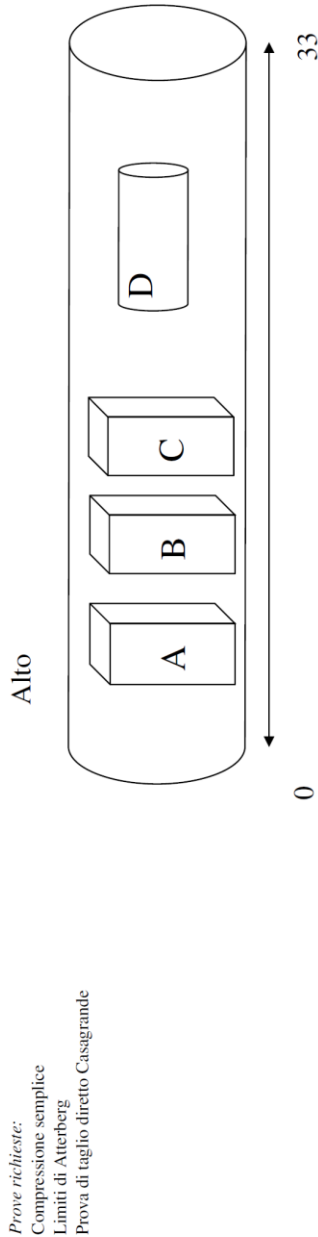
Certificato Ufficiale n° 168 pag. 1 di 1 Data Certificato: 29/03/2018

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente

PANGEO S.n.c.
Laboratorio di Campatelli Leonardo & C.
Laboratorio Uffici/Via Ombone, 4 - 53024 Poggibonsi (SI)
Tel. 0573/983350 - Fax 0573/997537 - e-mail: pangeo@pangeo.it
P.I.V.A. 00870760527 - Isc. C.C.I.A.A. n° 96924
Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti con Decreto N.54065 del 07/11/2005
Settore A: Prove di Laboratorio su terreni (ai sensi dell'art. 8 del D.P.R. n° 246/1993)

Committente: Soiltest s.r.l.
Cantiere: Arezzo (AR) Baldaccio
Data consegna: 16/03/2018 **Data apertura:** 26/03/2018
V. Acc. N. 080/18 **del** 16/03/2018
Sigla: S2C1
Prof. (m): 4,20-4,60 **Camp. Spezzione**
Tipo di campione
Qualità campione (se dichiarata): n.d.

Descrizione visuale:
Limo con argilla marrone
(Rif. Munsell 2.5Y5/4 Light Olive Brown)
mineralizzazioni brune e frammenti litici fino al cm.



Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente

PANGEO S.p.A.
di Campitelli Leonardo & C.
Laboratorio e Uffici Via Ombione, 4 - 53036 Poggibonsi (SI)
Tel 0577983450 - Fax 0577975537 - www.pangeo.it
P. I.V.A. 00870760527 Iscr. C.C.I.A.A. n° 96924
Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti con Decreto N.54065 del 07/11/2005
Settore A: Prove di Laboratorio sui terreni (ai sensi dell'art. 8 del D.P.R. n° 246/1995)

Committente Soiltest s.r.l.
Cantiere Arezzo (AR) Baldaccio
Data consegna campione 16/03/2018
Data apertura campione 26/03/2018
V.Acc. N. 080/18 **del** 16/03/2018
Sigla S2C1
Profondità (m) 4,20-4,60

Descrizione: Lino con argilla marrone
(Rif. Munsell 2.5Y5/4 Light Olive Brown)



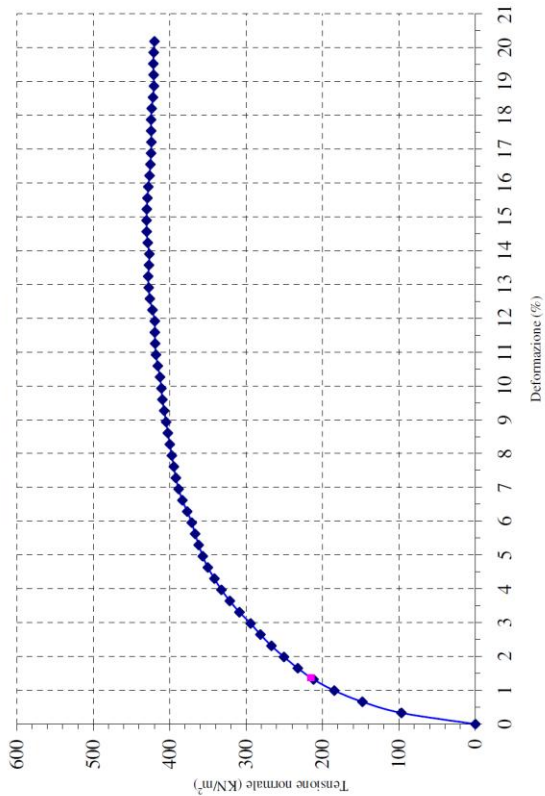
6,075

0

Prova di Compressione semplice (UNICEN ISO/TS 17892-7:2005)

Data inizio prova 26/03/2018
Data fine prova 26/03/18
Umidità media del campione W (%) 20.60%
Umidità del provino W (%) 21.77%
Massa volumica app. ρ (Mg/m³) 2.091
M. volumica app. secca ρ_d (Mg/m³) 1.717
Dimensioni provino: D:h 35*76 mm

Diagramma Sforzi - Deformazioni





PANGEO S.p.A.
di Campanelli Leonardo & C.
Laboratorio e Uffici Via Ombone, 4 - 53036 Poggibonsi (SI)
Tel 057983450 - Fax 057997537 - www.pangeo.it
P. I.V.A. 00870760527 Iscr. C.C.I.A.A. n° 96924
Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti con Decreto N.54065 del 07/12/2005
Settore A: Prove di Laboratorio su terreni (ai sensi dell'art. 8 del D.P.R. n° 246/1995)

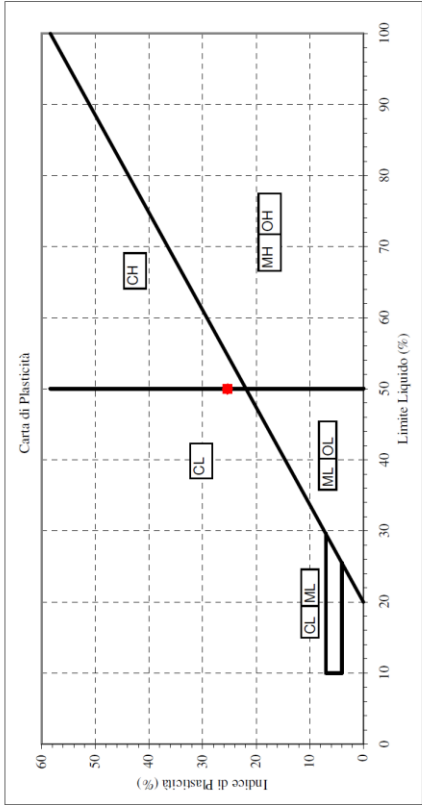
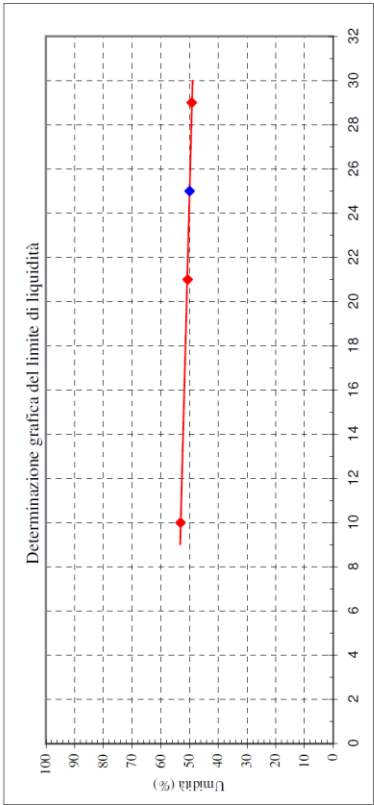
Committente: Soiltest s.r.l.
Cantiere: Arezzo (AR) Baldaccio
Data consegna campione: 16/03/2018
V. Acc. N. 080/18 *del* 16/03/2018
Sigla: S2C1
Prof. (m): 4.20-4.60
Descrizione: Limo con argilla marrone
(Rif. Munsell 2.5Y5/4 Light Olive Brown)

Data inizio prova: 28/03/2018
Data fine prova: 29/03/2018

Wn 20.60%

Limite di liquidità	49.97%
Limite di plasticità	24.62%
Indice di plasticità	25.34%
Indice di consistenza	1.16
Limite di ritiro	n.rich

Limiti di Aterberg (ASTM D4318-D427)

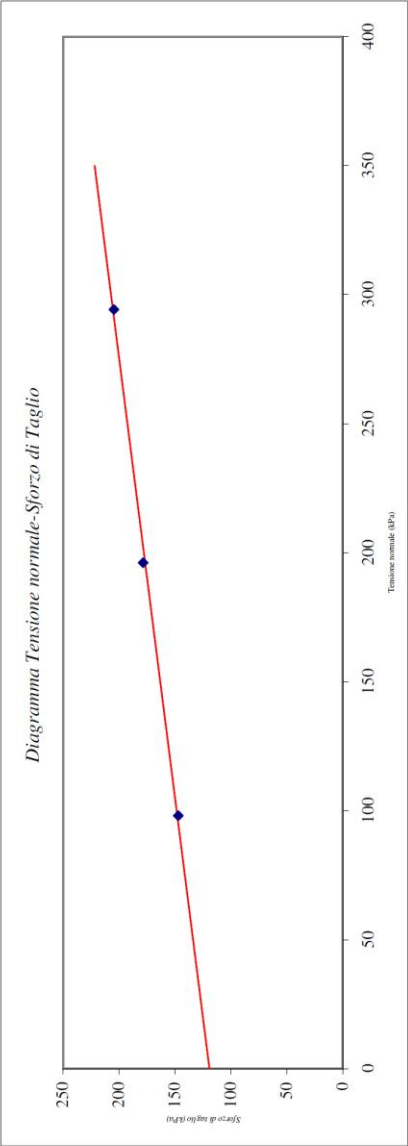


Prova di Taglio diretto: interpretazione risultati

Committente:	Soiltest s.r.l.	Massa volumica apparente media	2.06
Cantiere:	Arezzo (AR) Baldaccio	Massa volumica apparente secca media	1.72
Sigla:	S2C1	Umidità media del campione (%)	20.60%
Prof: (m)	4.20-4.60		

Provino				
		A	B	C
Tensione verticale σ_v (kPa)		98.07	196.14	294.21
Valori di picco	Sforzo di taglio max τ_f (kPa)	146.97	178.41	204.49
	Spostamento (mm)	3.078	2.332	5.284
	Abbassamento (mm)	0.137	0.010	-0.097

Attrito Interno ϕ'	16.3°
Coesione c' (kPa)	119.099

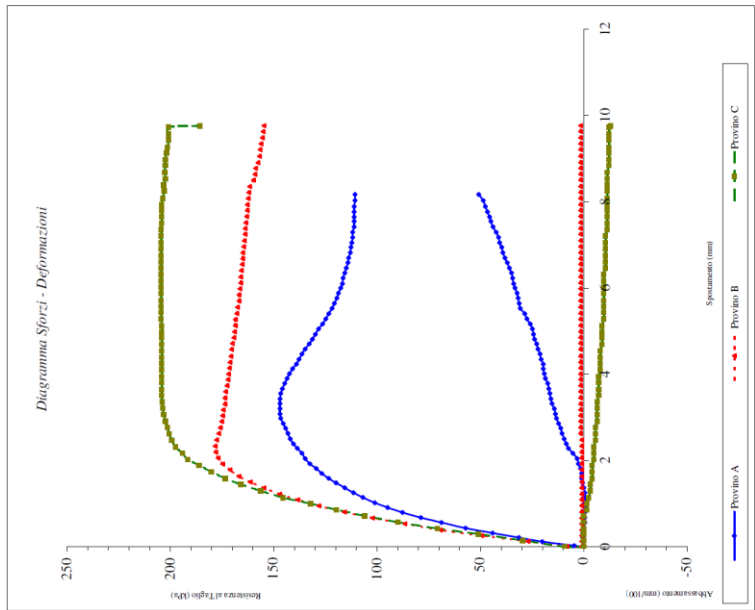


PANGEO
PANGEO s.n.c. di Campatelli Leonardo & C.
Laboratorio e Uffici Via Ombrone, 4 - 53036 Poggibonsi (SI)
Tel 0577983450 - Fax 0577997537 - www.pangeo.it
C.F. P. IVA e Reg. Imprese CCIAA SI 0087076 0527 - REA SI 96924
Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti con Decreto N.54065 del 07/11/2005
Settore A: Prove di Laboratorio su terreni (ai sensi dell'art. 8 del D.P.R. n° 246/1993)

Committente: Soiltest s.r.l.
Cantiere: Arezzo (AR) Baldaccio
Data consegna campione: 16/03/2018
Data apertura campione: 26/03/2018
Verb. Acc. N. 080/18
Sigla: S2C1
Prof: (m) 4,20-4,60
Descrizione: Limo con argilla marrone
(Rif. Munsell 2,5Y5/4 Light Olive Brown)
Data inizio prova 26/03/2018
Data fine prova 28/03/18

Velocità di deform. media : (mm/min) 0.002
Dimensione dei provini(L,l,h) : (mm) 60*60*20
Umidità media del campione: 20.6%

Provino		A	B	C
Umidità naturale	W in.	19.56%	19.80%	20.26%
	W fin.	19.23%	19.52%	20.19%
Massa volumica apparente		p (Mg/m³)	2.03	2.07
Massa volumica apparente secca		pd (Mg/m³)	1.70	1.72
				1.74



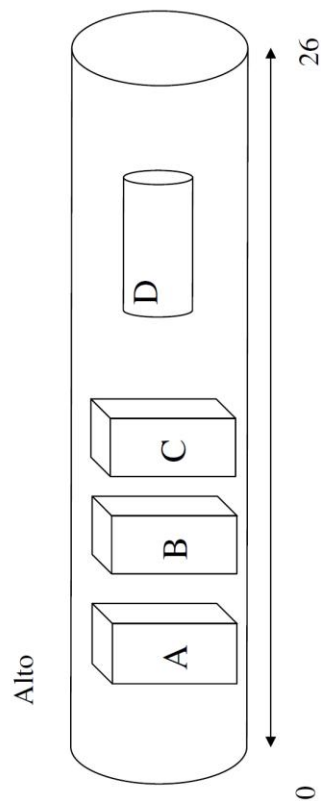
Certificato Ufficiale n° 171 pag. 1 di 1 Data Certificato: 29/03/2018

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente

PANGEO Snc.
di Campatelli Leonardo & C.
Laboratorio e Uffici Via Ombrore, 4 - 53036 Poggibonsi (SI)
Tel. 0577/952601 Fax 0577/995262 www.pangeo.it
P. I. A. 00670760527 Per: C.C.I.A.A. n° 969/24
Consiglio Miniere Infrastrutture e Trasporti con Decreto N.54065 del 07/11/2005
Settore A: Prove di Laboratorio ai terreni (ai sensi dell'art. 8 del D.P.R. n° 2460/1993)

Committente: Soiltest s.r.l.
Cantiere: Arezzo (AR) Baldaccio
Data consegna: 16/03/2018 **Data apertura:** 27/03/2018
V.Acc. N. 082/18 **del** 16/03/2018
Sigla: S3C1
Prof. (m): 6,50-6,80 **Camp. Spezzione**
Tipo di campione n.d.
Qualità campione (se dichiarata): n.d.

Descrizione visuale:
Limo con argilla marrone chiaro
(Rif. Munsell 2.5Y9/4 Light Olive Brown)
a tratti fissile, frammenti litici anche pluricentrici.



Prove richieste:
Compressione semplice
Prova di taglio diretto Casagrande

Prova di Compressione semplice: interpretazione risultati

Unidità med. campione W (%) 18.43%
Massa volumica app. p (Mg/m³) 1.97
M. volumica app. secca pd (Mg/m³) 1.71

Committente
Cantiere
Sigla
Profondità (m)

Soltest s.r.l.
Arezzo (AR) Baldaccio
S3C1
6.50-6.80

Resistenza al Taglio non drenata Su	90.904 (KN/m²)
Coesione non drenata Cu <small>(assunta come 1/2 Su)</small>	45.452 (KN/m²)
Modulo di Young	8256 (KN/m²)
Modulo secante EU50	5325 (KN/m²)

Committente Soltest s.r.l.
Cantiere Arezzo (AR) Baldaccio
Data consegna campione 16/03/2018
Data apertura campione 27/03/2018
V.Acc. N. 082/18 **del** 16/03/2018
Sigla S3C1
Profondità (m) 6,50-6,80

Descrizione: Limo con argilla marrone chiaro
(Rif. Munsell 2.5Y9/4 Light Olive Brown)



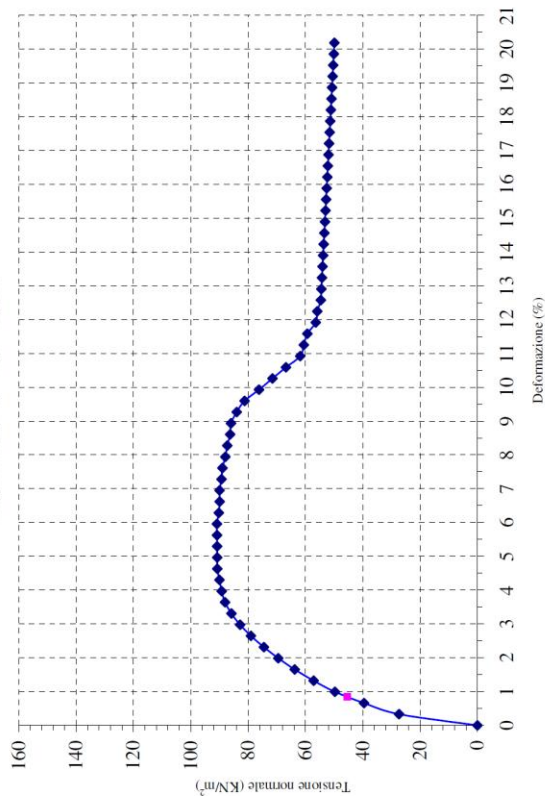
6,075

0

Prova di Compressione semplice (UNI CEN ISO/TS 17892-7:2005)

Data inizio prova 27/03/2018
Data fine prova 27/03/18
Unidità media del campione
Unidità del provino W (%) 18,43%
Massa volumica app. p (Mg/m³) 1,971
M. volumica app. secca pd (Mg/m³) 1,712
Dimensioni provino: D:h 35:76 mm

Diagramma Sforzi - Deformazioni

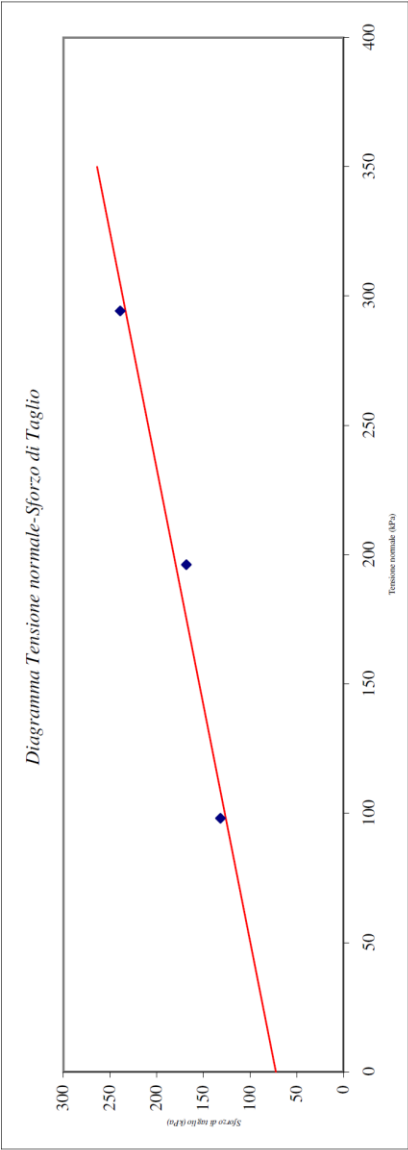


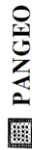
Prova di Taglio diretto: interpretazione risultati

Committente:	Soiltest s.r.l.	Massa volumica apparente media	1.96
Cantiere:	Arezzo (AR) Balduccio	Massa volumica apparente secca media	1.67
Sigla:	S3C1	Umidità media del campione (%)	18.43%
Prof: (m)	6.50-6.80		

	Provino	A	B	C
	Tensione verticale σ_v (kPa)	98.07	196.14	294.21
Valori di picco	Sforzo di taglio max τ_f (kPa)	131.71	168.06	238.97
	Spostamento (mm)	9.558	9.910	9.440
	Abbassamento (mm)	-0.371	-0.224	-0.406

Attrito Interno ϕ'	28.7°
Coesione c' (kPa)	72.317





PANGEO s.n.c. di Computelli Leonardo & C.
Laboratorio e Uffici Via Orsoline, 4 - 53056 Poggibonsi (SI)
Tel 0577983450 - Fax 0577997537 - www.pangeo.it
C.F. P. IVA e Reg. Imprese CCIAA SI 0067076 027 - REA SI 96924
Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti con Decreto N.54065 del 07/11/2005
Settore A: Prove di Laboratorio su terreni (ai sensi dell' art. 8 del D.P.R. n° 246/1993)

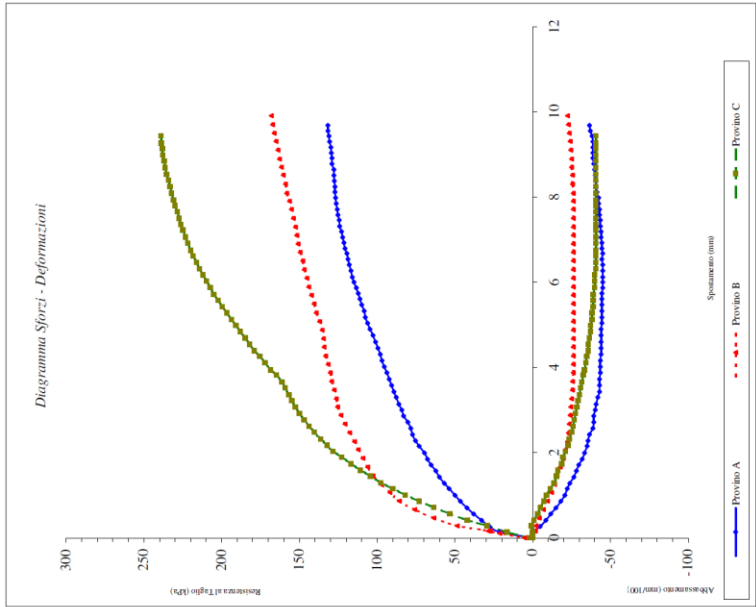
Commititante: Soiltest s.r.l.
Cantiere: Arezzo (AR) Baldaccio
Data consegna campione: 16/03/2018
Data apertura campione: 27/03/2018
Verb. Acc. N. 082/18
Sigla: SSC1
Prof: (m) 6.50-6.80
del 16/03/2018

Descrizione Limbo con argilla marrone chiaro
(Rif. Munsell 2.5Y9/4 Light Olive Brown)

Data inizio prova 27/03/2018
Data fine prova 29/03/18

Velocità di deforma. media : (mm/min) 0.002
Dimensione dei provini(L,h) : (mm) 60*60*20
Umidità media del campione: 18.4%

Provino		A	B	C
Umidità naturale	W in.	15.53%	19.46%	18.33%
	W fin.	14.93%	19.40%	17.81%
Massa volumica apparente		p (Mg/m³)	1.93	1.96
Massa volumica apparente secca		pd (Mg/m³)	1.67	1.64
				1.69



Certificato Ufficiale n° 173 pag. 1 di 1 Data Certificato: 29/03/2018

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente

**Q. DOCUMENTO INTEGRATIVO N. 6 – DOCUMENTAZIONE
FOTOGRAFICA**



Cassetta 1 (Sondaggio 1 da p.c. a 5 m)



Cassetta 2 (Sondaggio 1 da 5 m a 10 m)



Cassetta 3 (Sondaggio 1 da 10 m a 15 m)



Cassetta 4 (Sondaggio 1 da 15 m a 20 m)



Cassetta 5 (Sondaggio 1 da 20 m a 25 m)



Cassetta 6 (Sondaggio 1 da 25 m a 27 m)



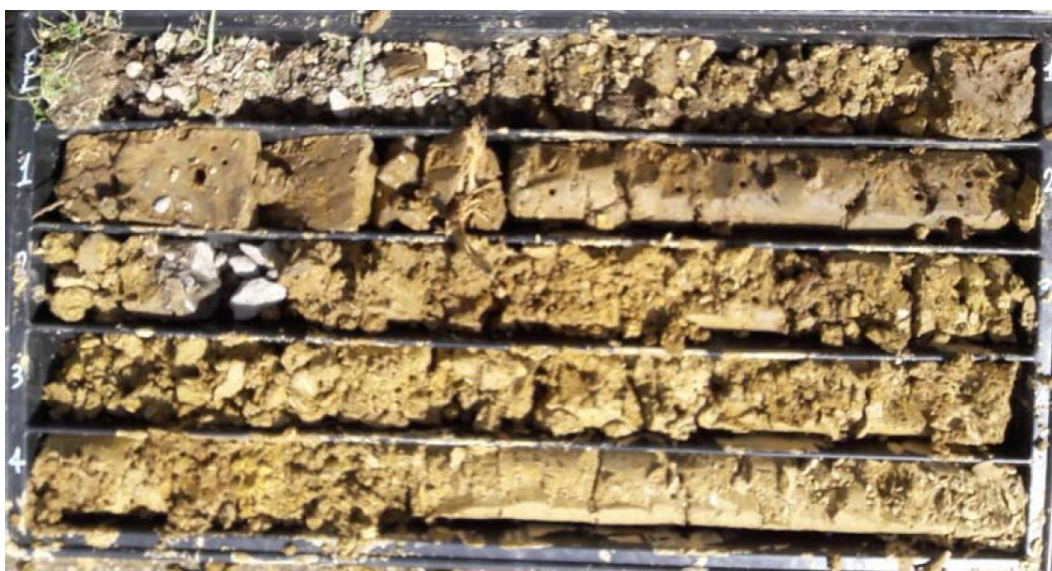
Cassetta 1 (Sondaggio 2 da p.c. a 5 m)



Cassetta 2 (Sondaggio 2 da 5 m. a 10 m)



Cassetta 3 (Sondaggio 2 da 10 m a 15 m)



Cassetta 1 (Sondaggio 3 da p.c. a 5 m)



Cassetta 2 (Sondaggio 3 da 5 a 10 m)



Cassetta 3 (Sondaggio 3 da 10 a 15 m)



Penetrometria statica CPT9 con piezometro



Sondaggio a carotaggio continuo (S3)



Sondaggio a carotaggio continuo (S1)



Sondaggio a carotaggio continuo (S1)



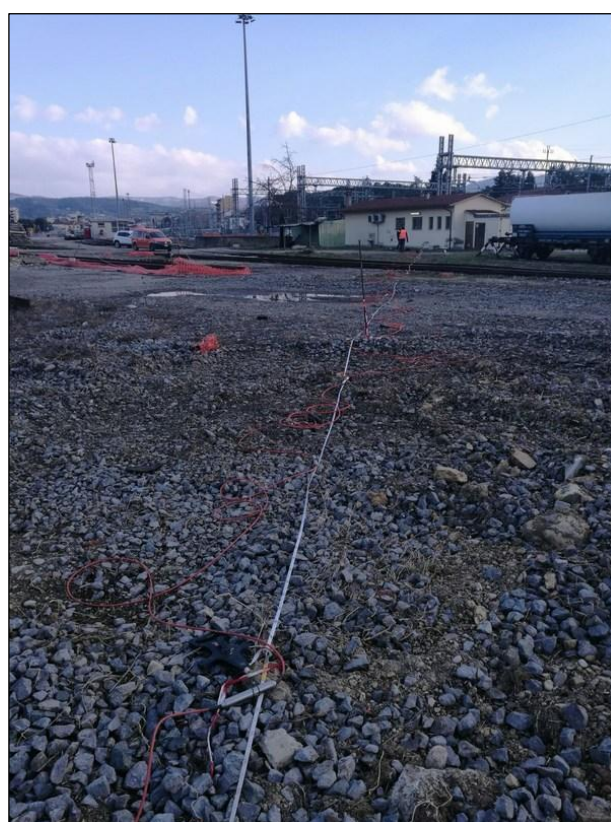
Penetrometria statica CPT5 con piezometro



Indagine sismica a stazione singola (HVS3)



Tomografia elettrica D



Tomografia elettrica C



Indagine sismica a rifrazione onde P e Sh 2-2'