



COMUNE DI EMPOLI
Città Metropolitana di Firenze



REALIZZAZIONE DI NUOVA STRADA DI COLLEGAMENTO FRA LA ZONA SPORTIVA E LA S.S.67

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

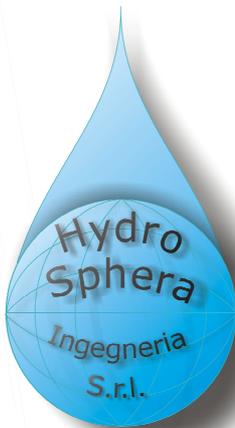
Committente:

Comune di Empoli
Via Giuseppe Del Papa, 41
50053 Empoli (FI)

Responsabile Unico del Procedimento:

Dott. Ing. ROBERTA SCARDIGLI

Progettazione:



H.S. INGEGNERIA srl

Via Bonistallo 39
50053 Empoli (FI)
Tel. e Fax 0571-725283
e.mail info@hsingegneria.it
web www.hsingegneria.it
P.IVA 01952520466

Dott. Ing. PAOLO PUCCI

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Firenze n.4824

Dott. Ing. SIMONE POZZOLINI

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Firenze n.4325

Geologia:

Dott.ssa Geol. PAOLA VIOLANTI

Acustica:

Ing. Iunior SAMUELE BIANCHI
Studio ANTEA

CODICE elaborato	ANNO	PROG	COMMITTENTE	LIVELLO	TIPO	NUMERO	REV
	2020	015	D403	FAT	REL	008	00
OGGETTO	Indagine geologica e caratterizzazione geotecnica del sottosuolo						

Scala	-
Data emissione	Settembre 2020
Data emissione revisione	-

04						
03						
02						
01						
00	Prima emissione elaborato	PV	PP	PP	Settembre 2020	
REVISIONE	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DATA	

FILE: -
Il presente elaborato è di esclusiva proprietà, a norma di legge, di H.S. INGEGNERIA srl. E' vietata la riproduzione, anche parziale, o il trasferimento a terzi senza specifica autorizzazione scritta.

dr. geol. Paola Violanti

Ordine Geologi della Toscana n. 229
via Osteria Bianca, 43
50053 Ponte a Elsa, Empoli, FI
tel e fax: 0571 931212 - 3479186530
e – mail: paolaviolanti@timenet.it
pec: paolaviolanti@epap.sicurezzapostale.it
cod.fisc. VLNPLA53P51D403Z
part. I.V.A. 04363000482

COMUNE DI EMPOLI

Realizzazione di nuova strada di collegamento fra la zona sportiva e la S.S.67 Comune di Empoli

Provincia di Firenze

Indagine geologica e caratterizzazione geotecnica del sottosuolo (D.M. 17.01.2018)

settembre 2020

INDICE
Paragrafi**PREMESSA****NORMATIVA DI RIFERIMENTO****CARATTERISTICHE DELLA VIABILITA' IN PROGETTO****1 - CARATTERIZZAZIONE MORFOLOGICA, GEOLOGICA E SISMICA DEL SITO****2 - CARATTERISTICHE IDROLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE****3 - RETICOLO IDROGRAFICO MINORE****4 - PERICOLOSITÀ DELL'AREA E FATTIBILITÀ DELL'INTERVENTO****5 - INDAGINI GEOGNOSTICHE, MODELLAZIONE GEOLOGICA E SISMICA**

5.1. Quadro stratigrafico

5.2. Prove Penetrometriche

5.3. Quadro sismico - Categoria di sottosuolo

6 - LIQUEFAZIONE**7 - CARATTERIZZAZIONE FISICO-MECCANICA DEL SOTTOSUOLO E PARAMETRI GEOTECNICI****8 - ORIENTAMENTI DI CARATTERE GEOTECNICO****appendici al testo**

appendice 1	- Variante al P.S. del Comune di Empoli (gennaio 2013)	- <i>Carta geologica (Tav.1.1)</i>
appendice 2	- Variante al P.S. del Comune di Empoli (gennaio 2013)	- <i>Carta Geomorfologica (Tav.1.2)</i>
appendice 3	- Variante al P.S. del Comune di Empoli (gennaio 2013)	- <i>Carta dati di base (Tav.1.3)</i>
appendice 4	- Variante al P.S. del Comune di Empoli (gennaio 2013)	- <i>Carta Idrogeologica (Tav.1.4)</i>
appendice 5	- Variante al P.S. del Comune di Empoli (gennaio 2013)	- <i>Carta Geolitotecnica (Tav.1.5)</i>
appendice 6	- Variante al P.S. del Comune di Empoli (gennaio 2013)	- <i>Carta delle MOPS Empoli (Tav.1.10)</i>
appendice 7	- Variante al P.S. del Comune di Empoli (gennaio 2013)	- <i>Carta della Pericolosità Geologica (Tav.1.12)</i>
appendice 8	- Variante al P.S. del Comune di Empoli (gennaio 2013)	- <i>Carta della Pericolosità Sismica (Tav.1.13)</i>
appendice 9	- Studio idrologico idraulico supp. R.U. (maggio 2013)	- <i>Carta della Pericolosità Idraulica (Tav.6.1)</i>
appendice 10	- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni Distretto Appennino Settentrionale (PGRA)	
appendice 11	- Variante al P.S. del Comune di Empoli (gennaio 2013)	- <i>Cert. Prove Penetr. Dati di Base</i>
appendice 12	- Variante al P.S. del Comune di Empoli (gennaio 2013)	- <i>Indagini sismiche Dati di Base</i>
appendice 13		- <i>Cert. Prove Penetr. Statiche (luglio 2020)</i>
appendice 14		- <i>Cert. test geotecnici laboratorio (luglio 2020)</i>

Tavole**Tavola 1** - Planimetria generale, ubicazione prove Dati di Base e Prove Penetrometriche luglio 2020**Tavola 2** - Sezione litostratigrafica

realizzazione di nuova strada di collegamento fra la zona sportiva e la S.S.67

Comune di Empoli, Provincia di Firenze

INDAGINE GEOLOGICA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO

Premessa

La presente indagine geologico-tecnica è stata eseguita a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per la realizzazione di una nuova viabilità che, sviluppandosi interamente all'interno del territorio comunale di Empoli, collegherà la zona sportiva con la S.S.67.

Il quadro conoscitivo di partenza è costituito dagli studi geologici, sismici ed idraulici contenuti nel Piano Strutturale del Comune di Empoli, nel P.T.C. (Piano di Coordinamento Territoriale) e nel Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) dell'Autorità di Bacino Distretto Settentrionale.

Gli approfondimenti relativi agli aspetti idraulici sono stati condotti dalla Società di ingegneria H.S. INGEGNERIA srl, i cui risultati sono discussi in un'apposita relazione allegata al progetto di fattibilità tecnica ed economica.

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni sui quali insisterà la strada, oltre ai risultati di prove geognostiche e sismiche ubicate a breve distanza, contenute nei dati di base del Piano Strutturale comunale sono state eseguite 2 Prove Penetrometriche Statiche, CPT, in sito ed inoltre è stato prelevato un campione indisturbato sul quale sono state effettuate analisi di laboratorio.

Normativa di riferimento

- Variante al Piano Strutturale del Comune di Empoli, Relazione Geologica, gennaio 2013;
- Secondo Regolamento Urbanistico Comunale - Relazione geologica di Fattibilità, marzo 2013
- Variante al Regolamento Urbanistico per interventi puntuali all'interno del territorio urbanizzato individuato ai sensi dell'art.224 della L.R.65/2014" - *Schede di Fattibilità delle Opere Pubbliche, ottobre 2019*
- Studio idrologico idraulico di supporto al Nuovo Regolamento Urbanistico del Comune di Empoli L.R. n.1 03/01/2005 – D.P.G.R. 25/11/2011 n.53/R – D.P.C.M. 06/05/2005 e D.Lgs n.49 23/02/2010 – Ufficio Tecnico Genio Civile di Area Vasta Firenze-Prato-Pistoia-Arezzo - Comune di Empoli, giugno 2013;
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni Distretto Appennino Settentrionale (PGRA);
- Deliberazione GRT n. 421 del 26/05/2014: "Aggiornamento della classificazione sismica regionale in attuazione dell'O.P.C.M. 3519 /2006 ed ai sensi del D.M. 14.01.2008 - Revoca della DGRT 431/2006".
- D.M. 17 gennaio 2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni";

Caratteristiche della viabilità in progetto

L'area interessata dalla realizzazione della nuova strada è ubicata ad Est del centro abitato di Pontorme e si svilupperà dalla S.S.67, all'altezza dell'innesto di via Della Piccola e dopo aver incrociato via di Pontorme e via di Cortenuova fino a via di San Martino proseguirà all'interno del comparto del PUA 6.3 fino a collegarsi con via Serravalle a San Martino.

La nuova strada sarà caratterizzata da un'unica carreggiata, suddivisa in due corsie e si raccorderà con le quote altimetriche della rete stradale esistente; sono previste quattro intersezioni di cui tre di tipo a rotatoria ed una a raso.

L'infrastruttura avrà un andamento prevalentemente lineare con un'estensione di circa m.850.

L'area interessata dall'intervento è pianeggiante ed il percorso altimetrico dell'asse viario, vincolato alle quote della rete stradale esistente, sarà in rilevato, con altezze mai superiori a m.1,20 rispetto al p.d.c. circostante.

Per maggiori dettagli, si rimanda agli elaborati del progetto di fattibilità tecnica ed economica redatto dalla Società di ingegneria H.S. INGEGNERIA s.r.l.

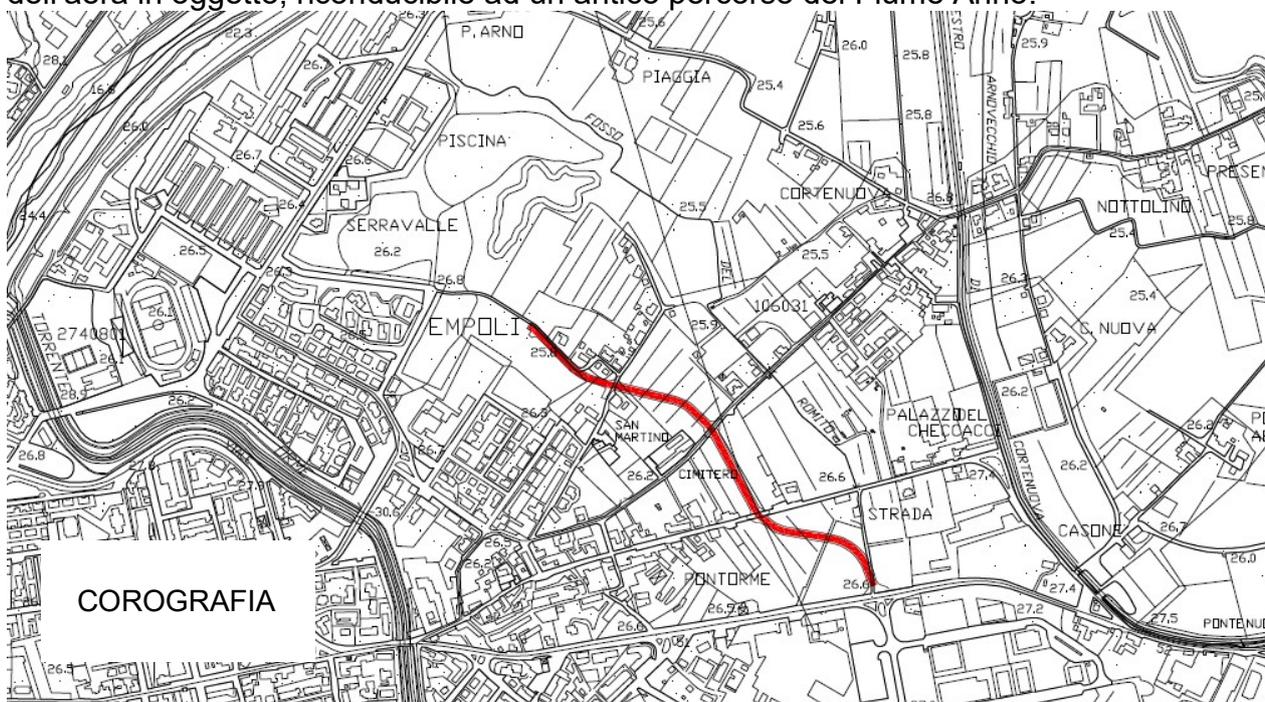
Ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018 la struttura in progetto ha le seguenti caratteristiche:

TIPO DI COSTRUZIONE	VITA NOMINALE	CLASSE D'USO	COEFF. D'USO	PERIODO DI RIFERIMENTO Vr
2	≥ 50	II	1,0	50

1 - Caratterizzazione morfologica, geologica e sismica del sito

La nuova viabilità si svilupperà all'interno di un contesto geomorfologico completamente pianeggiante che deve la sua origine ai depositi fluviali ed alluvionali che i due fiumi principali che la percorrono, l'uno il Fiume Arno, con andamento Est-Ovest e l'altro il Torrente Orme con andamento Sud-Nord hanno deposto durante le innumerevoli variazioni dei loro alvei.

Elemento peculiare di questo tratto di pianura è il paleomeandro di Arno Vecchio, ad Est dell'area in oggetto, riconducibile ad un antico percorso del Fiume Arno.



I terreni superficiali sono, in questo tratto di pianura, normalmente costituiti da sedimenti a granulometria fine, rappresentati in prevalenza da argille, argille-limose, limi e limi-sabbiosi di media e medio/bassa consistenza all'interno dei quali possono essere presenti intercalazioni di materiali più grossolani (appendice 1).

Lo spessore della successione dei terreni alluvionali si aggira intorno ai 40-50 metri: questi terreni poggiano in profondità su di un substrato di età pliocenica, caratterizzato essenzialmente da terreni limosi e/o limoso-argillosi.

Le prove penetrometriche a disposizione hanno messo in evidenza la presenza di terreni superficiali con caratteristiche geomeccaniche spesso mediocri, tipiche di sedimenti fluviali recenti, scarsamente consolidati.

Questo tratto di pianura alluvionale è caratterizzato da quote del piano di campagna comprese tra m.25,06 e m.26,30 con una leggera pendenza da Sud-Est verso Nord-Ovest.

Nell'area di intervento non sono presenti indizi di dissesto gravitativo e/o idrodinamico che possano condizionare la fattibilità del progetto in questione.

Considerata l'entità dell'intervento, per la determinazione della categoria di sottosuolo ai sensi delle NTC, si è ritenuto adeguato utilizzare i risultati n°2 prove penetrometriche Statiche effettuate nel mese di luglio 2020 (appendice 13) ed i dati di base geognostici e sismici del Piano Strutturale comunale (appendice 11, appendice 12).

2 - Caratteristiche idrologiche ed idrogeologiche

L'elemento idrografico più rilevante dell'area è rappresentato dal Fosso del Romito, che raccoglie e drena le acque delle fossette campestri, convogliandole verso il Fiume Arno a Nord.

Dal punto di vista idrogeologico, la bassa permeabilità delle litologie presenti nell'area, porta ad escludere che nei primi metri di sottosuolo esista una significativa circolazione idrica; i livelli sabbioso-limosi intercalati a quelli argilloso-limosi che costituiscono le alluvioni attuali e recenti (be), sono sede di falde acquifere di tipo semiconfinato.

Il quadro idrogeologico dell'area è stato individuato sia sulla base delle informazioni stratigrafiche provenienti dalle Penetrometrie effettuate nell'area, sia dai dati di base inseriti nella "Relazione Geologica – Variante al Piano Strutturale 2013" (GE.T.AS. gennaio 2013); risulta presente una falda, contenuta nei depositi alluvionali compresa tra circa m.4,00 e m.8,00 dal p.d.c.; la piezometria è direzionata verso Nord in direzione del fiume Arno.

All'interno dei fori lasciati dalle prove penetrometriche effettuate, è stata rilevata la presenza di acqua a partire dalla profondità di circa m. 3,30.

3 - Reticolo idrografico minore

Il reticolo idrografico minore, tipico delle zone pianeggianti in via di urbanizzazione, è costituito da un sistema di fossette campestri che intervallano tratti tombati a tratti a cielo aperto; sono presenti scoline e fossi irrigui delle aree agricole oltre ai fossi di drenaggio delle infrastrutture presenti nell'area.

I suddetti fossi presentano sostanzialmente un decorso parallelo tra loro, con andamento da Sud-Est a Nord-Ovest, seguendo le pendenze del tratto di pianura in cui scorrono.

Ad Ovest dell'area d'intervento si trova il paleomeandro di Arnovecchio, abbandonato dal fiume Arno e bonificato, ma ancora percorso da alcuni fossi.

Come indicato nella Scheda di fattibilità OP2 (Variante R.U. ottobre 2019), "nel tratto più a Sud la nuova viabilità interferirà con il corso di un fosso inserito nel reticolo di riferimento di cui alla L.R. 79/2012 e recentemente aggiornato dalla Giunta Regionale con DGRT n°899 del 2018.

Gli interventi in progetto dovranno rispettare quanto previsto all'Art.3 della L.R.41/2018, con particolare riferimento al rispetto delle condizioni imposte comma 5 del suddetto articolo.

Il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree deve essere assicurato attraverso la realizzazione delle opere di cui al comma 2 dell'art. 8 della L.R. 41/2018."

4 - Pericolosità dell'area e fattibilità dell'intervento

Nell'ambito della "Variante al Regolamento Urbanistico per interventi puntuali all'interno del territorio urbanizzato individuato ai sensi dell'art.224 della L.R.65/2014" - *Schede di Fattibilità delle Opere Pubbliche, ottobre 2019*, sono state definite nella scheda OP 2 – Collegamento viario tra S.S.Tosco Romagnola e via Serravalle a S. Martino, le condizioni di Pericolosità geomorfologica, idraulica, sismica e le condizioni di Fattibilità geologico-tecnica, idraulica e sismica ai sensi del D.P.G.R. 25/10/2011 n°53/R, L.R. Toscana n° 65/2014:

Comune di
Empoli

Variante al Regolamento Urbanistico per interventi puntuali all'interno del territorio urbanizzato
individuato ai sensi dell'art.224 della L.R.65/2014

OP 2 – Collegamento viario tra S.S. Tosco Romagnola e Via Serravalle a S. Martino

1. VALUTAZIONE DI PERICOLOSITA'

1.1 - Caratteristiche geologico tecniche dell'area:

I Terreni sono prevalentemente coesivi e da ricondurre ai depositi alluvionali del Fiume Arno ed in minor misure del Torrente Orme. Sono caratterizzati dalla presenza di strati con valori di Rp compresi tra 10 e 20 kg/cmq e da intervalli limitati con valori di Rp > 20 kg/cmq. Le caratteristiche generali possono peggiorare o migliorare in funzione dell'incidenza dei livelli con Rp intorno a 10 kg/cmq rispetto a quelli con Rp intorno a 20 kg/cmq. La resistenza a rottura è variabile da media a bassa mentre la compressibilità è variabile da media ad elevata.

1.2 - Pericolosità Geologica: G.2/G3 Pericolosità geologica media ed elevata.

1.3 - Pericolosità Idraulica: I.2/I.3/I.4 Pericolosità idraulica media, elevata e molto elevata.

1.4 - Pericolosità Sismica: S.2 Pericolosità sismica locale media.

2. CONDIZIONI DI FATTIBILITA'

Oltre alle condizioni di fattibilità dettate dalle normative sovraordinate e dal DPGR 53/R, riportiamo di seguito ulteriori indicazioni e prescrizioni basate sulle condizioni geologiche, geomorfologiche, idrauliche e sismiche puntuali del sito.

2.1 - Condizioni di Fattibilità Geologico-tecnica: F3. L'indagine geognostica condotta a supporto della progettazione dovrà verificare l'omogeneità e l'idoneità del terreno di fondazione. In particolare dovranno essere analizzati gli aspetti inerenti la possibilità che si verifichino cedimenti e cedimenti differenziali in seguito ai riporti in progetto.

2.2 - Condizioni di Fattibilità Idraulica: F3. L'area è soggetta ad esondazioni a carico del Fosso del Romito con tempi di ricorrenza fino a 30 anni (I4 D.P.G.R. 53/r, P3 PGRA) e fino a 200 anni (I3 D.P.G.R. 53/r, P2 PGRA). La magnitudo idraulica varia da moderata a molto severa.

In particolare, il settore a Nord della Via Cortenuova ricade principalmente nella pericolosità idraulica elevata I3, con piccoli settori ricompresi nella pericolosità idraulica molto elevata I4; la magnitudo è moderata.

Il settore compreso tra la Via Cortenuova e la Via Pontorme è al di fuori delle aree a pericolosità idraulica elevata o molto elevata.

Il settore a sud della Via Pontorme è interamente ricompreso nella pericolosità idraulica molto elevata con magnitudo che varia da moderata a molto severa.

La fattibilità degli interventi sopra descritti è condizionata da quanto definito all'art. 13 della L.R. 41/2018 circa le infrastrutture lineari e a rete, per il quale la realizzazione della nuova viabilità deve essere assicurata mediante la realizzazione delle opere di cui alle lettere a, b o c del comma 1 dell'Art. 8 della stessa L.R. 41/2018.

La quota del livello idrico per esondazioni con tempo di ricorrenza di 200 anni è pari a 25,88 m.s.l.m.

Inoltre, nel tratto più a sud la nuova viabilità interferirà con il corso di un fosso inserito nel reticolo di riferimento di cui alla L.R. 79/2012 e recentemente aggiornato dalla Giunta Regionale con DGRT n°899 del 2018.

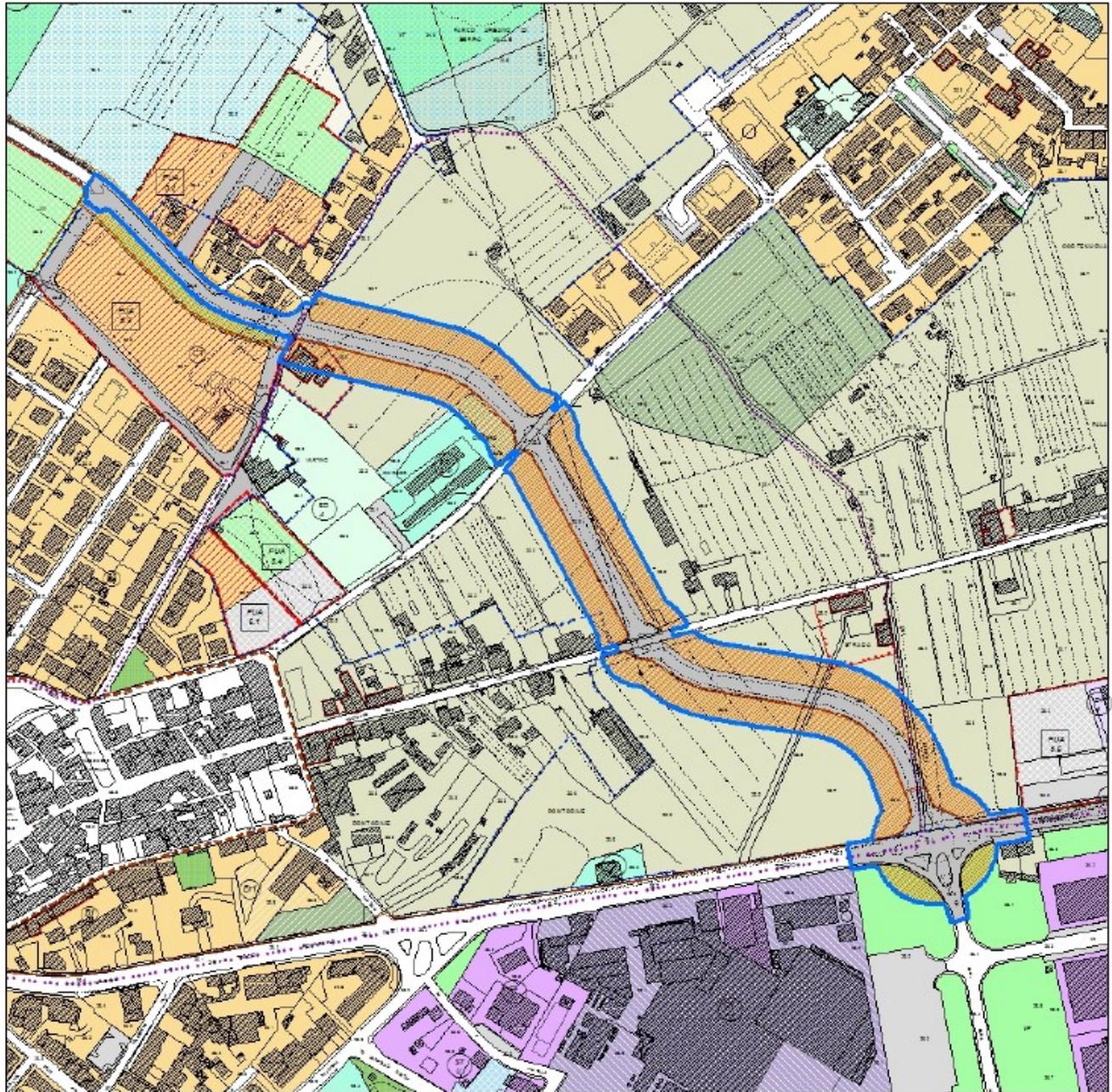
Gli interventi in progetto dovranno rispettare quanto previsto all'Art.3 dell L.R. 41/2018, con particolare riferimento al rispetto delle condizioni imposte comma 5 del suddetto articolo.

Il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree deve essere assicurato attraverso la realizzazione delle opere di cui al comma 2 dell'art. 8 della L.R. 41/2018.

2.3- Condizioni di Fattibilità Sismica: F3. La campagna geofisica dovrà verificare la possibilità che si verifichino fenomeni di amplificazione stratigrafica, definendo geometrie e velocità sismiche dei litotipi posti a contatto, al fine di valutare localmente l'entità delle amplificazioni attese, e gli effetti del contrasto di rigidità sismica sulle strutture in progetto.

OP 2 - ESTRATTO CARTOGRAFICO R.U.

scala 1:5.000



 **Area oggetto di Variante**

5 - Indagini geognostiche e modellazione geologica e sismica

5.1 - Quadro stratigrafico

I risultati delle prove penetrometriche dei Dati di Base a disposizione (appendice 11) evidenziano la presenza nell'area a Nord da via Serravalle a San Martino a via San Martino, la presenza, nei primi 10-15 metri di terreni argilloso-limosi e limoso-argillosi, nei quali si intercalano a diverse profondità livelli di limi-sabbiosi, con caratteristiche geotecniche discrete. A valori di Rp generalmente omogenei ed attestati tra i 10 e i 15 kg/cm² che caratterizzano i livelli più argillosi e argilloso-limosi, fanno riscontro i picchi della resistenza alla punta che le varie prove hanno registrato in corrispondenza dei livelli sabbioso-limosi presenti intorno a m.8,00/9,00 dal p.d.c.

I dati a disposizione indicano per l'area Sud fino all'innesto con la S.S.67 un sottosuolo costituito nei primi 10-15 metri da un dominio argilloso-limoso con caratteristiche geotecniche scadenti nel quale si intercalano, livelli argillosi a bassa consistenti.

La campagna geognostica di dettaglio, eseguita nell'ambito della presente indagine, è stata impostata in modo da acquisire specifiche informazioni sulle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni su cui si svilupperà il tracciato stradale e verificare l'idoneità del terreno in sito, subito al di sotto del suolo, a costituire direttamente il sottofondo della massicciata stradale.

5.2 - Prove Penetrometriche

Lungo il tracciato stradale, in particolare tra via San Martino e via di Cortenuova, sono state eseguite 2 prove in sito con Penetrometro Statico Pagani con spinta massima da 20 t., munito di manicotto (Punta Begemann) per la misura dell'attrito laterale (punta Begemann), ubicate in modo tale da coprire le parti prive di prove geognostiche dell'intero sviluppo della nuova viabilità e spinte fino alla profondità di m.10 dal p.d.c.

L'ubicazione delle prove effettuate è indicata nella Tavola 1.

Al di sotto della coltre di terreno agrario, tutte le prove effettuate hanno incontrato un dominio argilloso-limoso fino alla profondità di circa m.8,00/9,00 dove è stata registrata la presenza di sabbia-limosa.

In ambedue le prove fino a circa m.1,20 sono stati registrati valori di Resistenza alla Punta (Rp) elevati, amplificati dall'essiccamento dei litotipi argillosi indotto dalla siccità estiva.

Subito al di sotto si estende un orizzonte di limi-sabbioso-argillosi di media consistenza cui segue fino alla profondità di m.8,20/9,60 dal p.d.c., un litotipo caratterizzato da valori di Rp compresi tra 5 e 11 Kg/cm², pressoché omogenei in ambedue le prove effettuate lungo il tratto di tracciato compreso tra via di San Martino e via di Cortenuova.

Da m. 8,20/9,60 sono stati registrati valori di Rp compresi tra 25 e 35 Kg/cm², riconducibili a litotipi sabbiosi e sabbioso-limosi maggiormente addensati.

Nelle seguenti tabelle si riporta sinteticamente la stratigrafia del sottosuolo dell'intera area; nella sezione litostratigrafica di Tavola 2, sono messi in evidenza i rapporti tra la struttura in progetto ed i livelli di fondazione.

Area Nord

Profondità dal p.d.c. (m)	Stratigrafia	Stato medio di consistenza
0,00 - 1,20	terreno superficiale essiccato	-
1,20 - 2,60	limo-sabbioso-argilloso	medio
2,60/10,00	argilla-limosa	medio

Area Centro

Profondità dal p.d.c. (m)	Stratigrafia	Stato medio di consistenza
0,00 - 1,20	terreno superficiale essiccato	-
1,20 - 2,60/2,80	limo-sabbioso-argilloso	medio
2,60/2,80 - 8,20/9,60	argilla-limosa	basso
8,20/9,60 - 10,00	sabbia- limosa	medio

Area Sud

Profondità dal p.d.c. (m)	Stratigrafia	Stato medio di consistenza
0,00 - 1,20	terreno superficiale essiccato	-
1,20 - 2,60	limo-sabbioso-argilloso	medio
2,60 - 10,00	argilla-limosa	basso

5.3 - Quadro sismico - Categoria di sottosuolo

Caratteristiche sismiche del sito

Nel D.G.R.T. 26, 05, 2014, n.421: "Aggiornamento classificazione sismica del territorio regionale", il territorio di Empoli è classificato sismico nella zona "3".

Categoria di sottosuolo

Per identificare e ricostruire, sulla base delle loro caratteristiche fisiche, i rapporti geometrici dei terreni presenti nel sottosuolo dell'area indagata, sono state utilizzate due indagini geofisiche effettuate, una a Sud nelle vicinanze dell'innesto della nuova viabilità con la S.S.67 all'interno del comparto PUA 5.5., ed una a Nord all'interno del comparto PUA 6.3; aree con le stesse caratteristiche geolitologiche dell'asse viario in progetto (ubicazione appendice 3).

Nell'ambito di dette indagini sismiche è stato possibile determinare un profilo verticale della velocità delle onde S e quindi calcolare i moduli elastici dinamici ed il valore V_{s30} del sottosuolo (appendice 12).

Il valore della V_{s30} fornito dalle indagini sismiche, a partire dal p.c., è di 222 m/s.

Visti i parametri di resistenza dei litotipi presenti nel sottosuolo dell'area di intervento, l'andamento della V_s ed il valore della V_{s30} , il substrato dell'area di intervento si inquadra in un profilo stratigrafico corrispondente alla categoria di sottosuolo "C", definita, secondo il D.M. 17 gennaio 2018, come segue:

....
 C – "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s

Come prescritto nella Scheda di fattibilità OP2 (Variante R.U. ottobre 2019), in fase realizzativa, "la campagna geofisica dovrà verificare la possibilità di amplificazione stratigrafica, definendo geometrie e velocità sismiche dei litotipi posti a contatto, al fine di valutare localmente l'entità delle amplificazioni attese, e gli effetti del contrasto di rigidità sismica sulle strutture in progetto."

6 - Liquefazione

La zona in oggetto risulta non suscettibile alla liquefazione per i seguenti motivi: l'insieme dei dati acquisiti nel corso dell'indagine hanno evidenziato che il volume significativo di sottosuolo dell'area è costituito da litotipi prevalentemente argilloso-limosi non mono-granulari saturi, con permeabilità bassa.

7 - Caratterizzazione fisico-meccanica del sottosuolo e parametri geotecnici

I risultati delle prove geognostiche in sito e delle prove al contorno mostrano che nel sottosuolo al di sotto di un primo spessore di terreno vegetale, si estendono litotipi prevalentemente argilloso-limosi, con intercalazioni di piccoli livelli di limi-sabbiosi e sabbioso-limosi, attribuibili alle alluvioni attuali e recenti.

Per la scelta dei valori caratteristici dei parametri geotecnici, come indicato nel paragrafo C.6.2.2.4 nella Circolare 21 gennaio 2019 n.7 C.S.LL.PP., è apparso giustificato il riferimento ai valori minimi ottenuti dall'interpretazione dei risultati delle indagini in sito.

Nelle valutazioni dei parametri caratteristici sono stati presi in considerazione e valutati anche i risultati di analisi di laboratorio effettuate su di un campione indisturbato prelevato alla profondità compresa tra m.3,20 e m.3,70, durante un sondaggio a carotaggio continuo effettuato nell'anno 2017 per il Piano Urbanistico Attuativo 6.3 ubicato in via San Martino:

Sondaggio 2- Anno 2017

Campione	Profondità	γ (g/cm ³)	ϕ' (°)	C' (kg/cm ²)	W %	Descrizione
S2 - C1	3,2- 3,7	1,84	30	0,0316	29,81	Limo argillo-sabbioso

Legenda: γ = peso di volume, ϕ' = angolo di resistenza al taglio drenato, C'= coesione drenata, W%= umidità percentuale del campione, S2-C1= sondaggio n° 2, campione n° 1.

Inoltre in corrispondenza della Prova Penetrometrica Statica, CPT, PS1 (13, luglio, 2020) è stato prelevato un campione indisturbato alla profondità compresa tra m.2,00 e m.2,50 sul quale sono state effettuate analisi di laboratorio presso il Laboratorio Geotecnico IGETECMA s.n.c. di Montelupo Fiorentino, FI.

Sul campione (PS1-C1) è stata effettuata la determinazione delle caratteristiche fisiche, la determinazione dei parametri geotecnici efficaci tramite prova di taglio consolidata-drenata ed una prova edometrica:

Campione	Profondità (m.)	γ (kN/m ³)	ϕ' (°)	C'(kPa)	W (%)	Descrizione del campione
PS1-C1	2,50 - 3,00	18,8	30,8	5,1	27,86	limo-sabbioso-argilloso

Nella tabella seguente si riportano i parametri geotecnici medi e caratteristici dei terreni attraversati sia dalle prove di riferimento sia dalle penetrometrie effettuate in sito (luglio 2020). In merito alla scelta dei valori caratteristici il D.M. 17 gennaio 2018 (punto 6.2.2) indica quanto segue: "Per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro per ogni stato limite considerato".

Nella scelta dei parametri caratteristici siamo partiti dall'analisi statistica dei valori derivanti sia dalle prove di riferimento sia dalle penetrometrie effettuate in sito (luglio 2020); a queste informazioni si sono aggiunti i dati di laboratorio del campione PS1-C1 prelevato in sito con fustella di cui si riportano i certificati completi in appendice 14.

Area Nord

litotipo	Prof. dal p.c. (m)	valori	Cu (kg/cm ²)	C'(kg/cm ²)	ϕ' (°)	γ (Kg/cm ³)	Mv (cm ² /t)
1	0,00 - 1,60 terreno vegetale essiccato	medio caratt.	- -	- -	- -	- -	- -
2	1,60 - 2,60 limo-sabbioso-argilloso	medio caratt.	0,70 0,50	- 0,031	30 30	1,85 1,85	22,00 23,00
3a	2,60 - 10,00 argilla-limosa	medio caratt.	0,40 0,30	- -	- -	1,85 1,85	29,00 31,00

Area Centro

litotipo	Prof. dal p.c. (m)	valori	Cu (kg/cm ²)	C'(kg/cm ²)	φ' (°)	γ (Kg/cm ³)	Mv (cm ² /t)
1	0,00 – 1,20 terreno vegetale essiccato	medio caratt.	- -	- -	- -	- -	- -
2	1,20 - 2,60 limo-sabbioso-argilloso	medio caratt.	0,70 0,60	- 0,052	30 30	1,80 1,80	20,00 22,00
3b	2,60 - 8,20/9,60 argilla-limosa	medio caratt.	0,40 0,30	- -	21 20	1,80 1,80	31,00 34,00
4	8,20/9,60 - 10,00 Sabbia-limosa	medio caratt.	0,60 0,50	- -	30 28	1,80 1,80	18,00 17,00

Area Sud

litotipo	Prof. dal p.c. (m)	valori	Cu (kg/cm ²)	C'(kg/cm ²)	φ' (°)	γ (Kg/cm ³)	Mv (cm ² /t)
1	0,00 - 1,20 terreno vegetale alterato	medio caratt.	- -	- -	- -	- -	- -
2	1,20 - 2,60 limo-sabbioso-argilloso	medio caratt.	0,70 0,60	- -	30 30	1,80 1,80	19,00 22,00
3b	2,60 - 10,00 argilla-limosa	medio caratt.	0,40 0,30	- -	21 30	1,80 1,80	33,00 35,00

Cu=Coesione non drenata Kg/cm²C'= coesione efficace kg/cm²

φ'(°) =angolo di attrito

Mv=Coefficiente di compressibilità volumetrica cm²/tγ= Peso di volume KN/m³**7 - Orientamenti di carattere geotecnico**

La nuova viabilità di progetto si snoda in un'area caratterizzata dalla presenza di sedimenti alluvionali recenti, costituiti da litotipi prevalentemente argillosi dalle mediocri caratteristiche meccaniche.

Le indagini geognostiche effettuate nel corso della presente indagine hanno evidenziato la presenza di un primo livello di limo-sabbioso-argilloso dello spessore di circa m.2,60 il quale nella porzione più superficiale risulta particolarmente consistente per effetto di un fenomeno di essiccamento stagionale.

Il confronto con le prove già a disposizione effettuate in periodi stagionali diversi dimostra che nell'insieme questo primo livello di terreno ha buone caratteristiche meccaniche ma la consistenza del primo metro varia stagionalmente in funzione del contenuto d'acqua.

Al di sotto di tale primo livello di terreno le prove indicano la presenza di argille-limose di consistenza variabile da mediocre (area Nord) a bassa (area centrale e area Sud).

Per la valutazione dei carichi applicabili dovranno essere valutate, oltre al peso del rilevato, le sollecitazioni dinamiche indotte dalla viabilità che potrebbero, vista la natura del terreno, determinare cedimenti differenziali lungo il tracciato.

In fase di progetto esecutivo riteniamo necessario effettuare ulteriori prove in sito per verificare la successione stratigrafica laddove ricavata da prove effettuate nelle vicinanze.

Sulla base dell'insieme dei dati acquisiti potrà essere valutata l'entità dei cedimenti assoluti indotti dai sovraccarichi del rilevato e dei cedimenti differenziali indotti dalle disomogeneità del sottosuolo.

Sarà inoltre di particolare importanza effettuare prove atte a verificare il comportamento del terreno di appoggio del rilevato al variare delle condizioni di saturazione, determinando l'indice CBR sia nelle condizioni attuali che in quelle di completa saturazione.

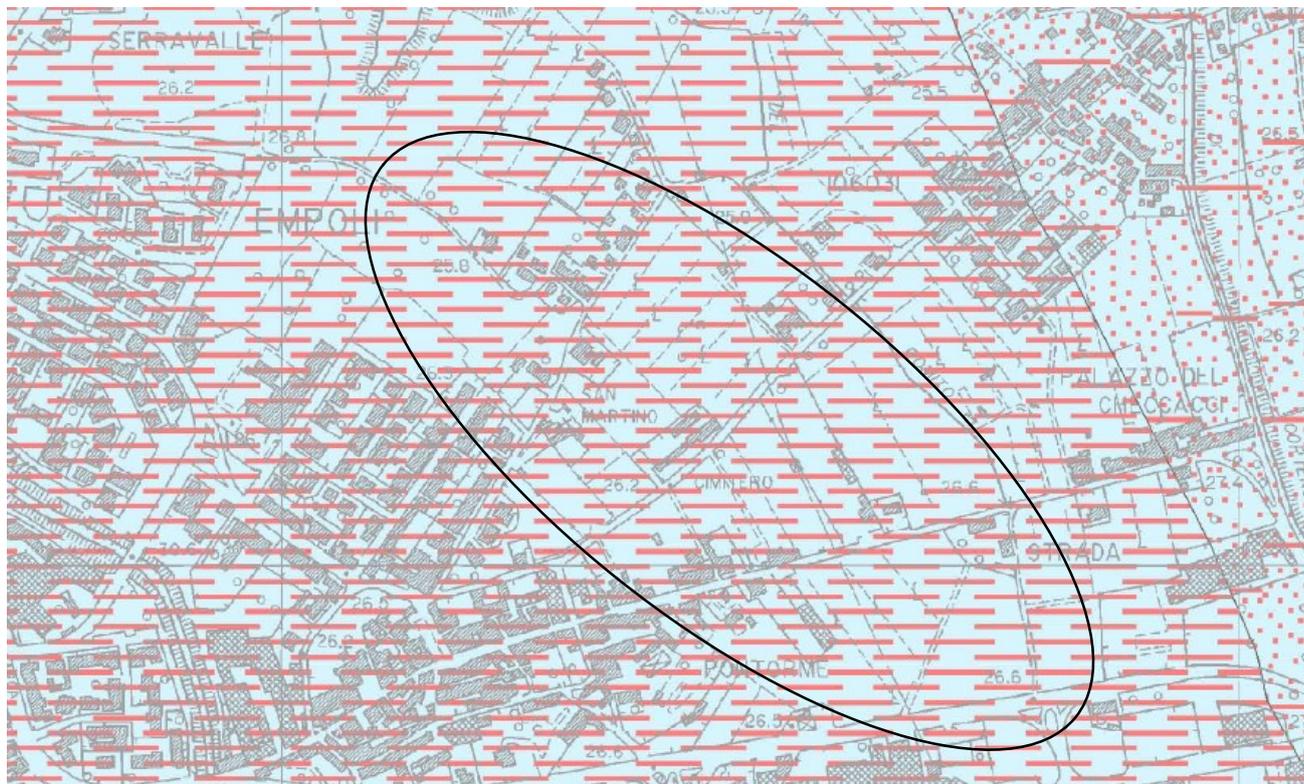
L'esito di tali prove potrà fornire indicazioni per stabilire le modalità di realizzazione del rilevato stradale.

Contemporaneamente alla realizzazione della nuova viabilità dovranno essere effettuati alcuni interventi per ripristinare il corretto funzionamento dell'attuale sistema di scolo delle acque meteoriche valutando, oltre ai quantitativi d'acqua raccolti sul territorio in esame, anche i volumi di possibili esondazioni determinate dai corsi d'acqua principali limitrofi.

Dr. Geol. Paola Violanti

Ponte a Elsa, settembre, 2020

carta geologica

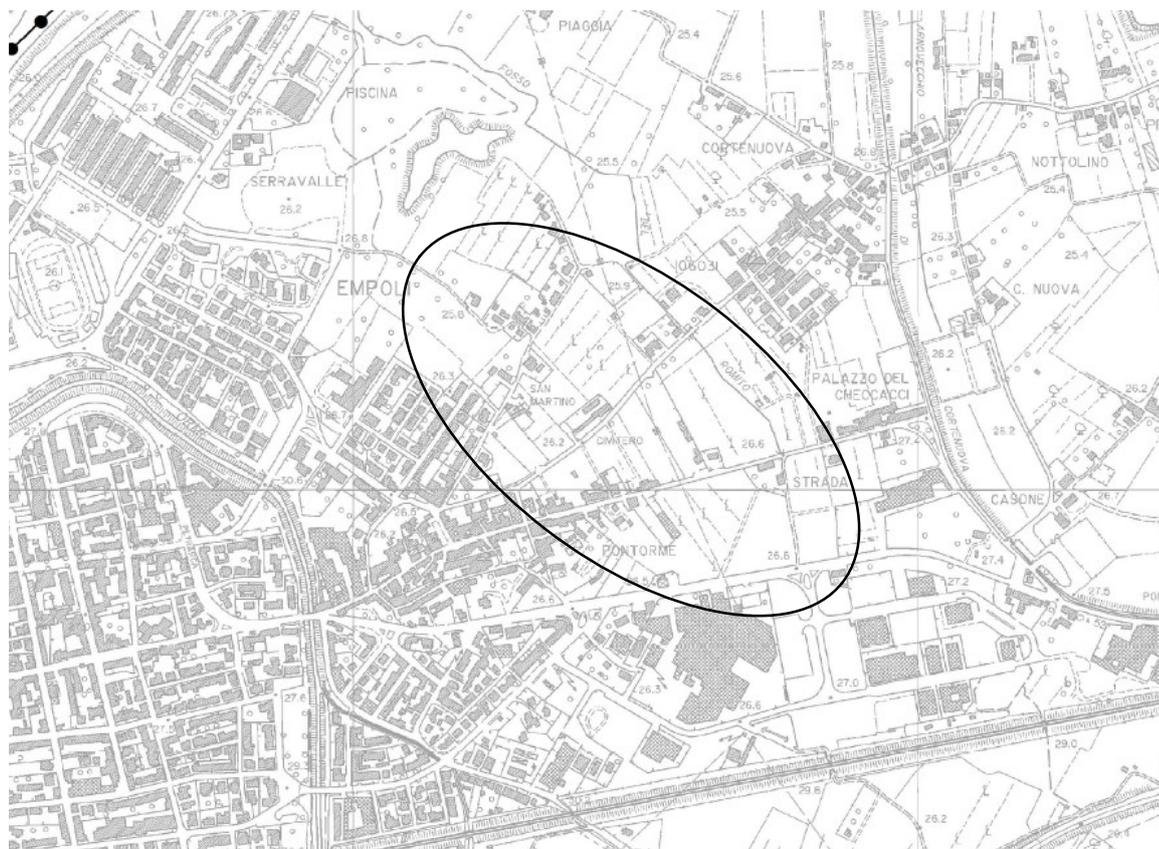


Estratta dagli elaborati dello Strumento Urbanistico vigente - Variante al P.S. 2013 Tav.1-1

FORMAZIONI GEOLOGICHE

	Detriti di versante		(dt)
	Alluvioni: Ghiaie Sabbie		(bc)
	Alluvioni: Sabbie Limi	OLOCENE	(be)
	Alluvioni: Limi Argille		(bf)
	Alluvioni terrazzate		(bn1)
	Conglomerati Sabbie Limi	PLEISTOCENE	(QPL)
	Argille azzurre		(FAA)
	Ghiaie e Conglomerati	PLIOCENE	(ACO2)
	Sabbie marine		(ACO1)

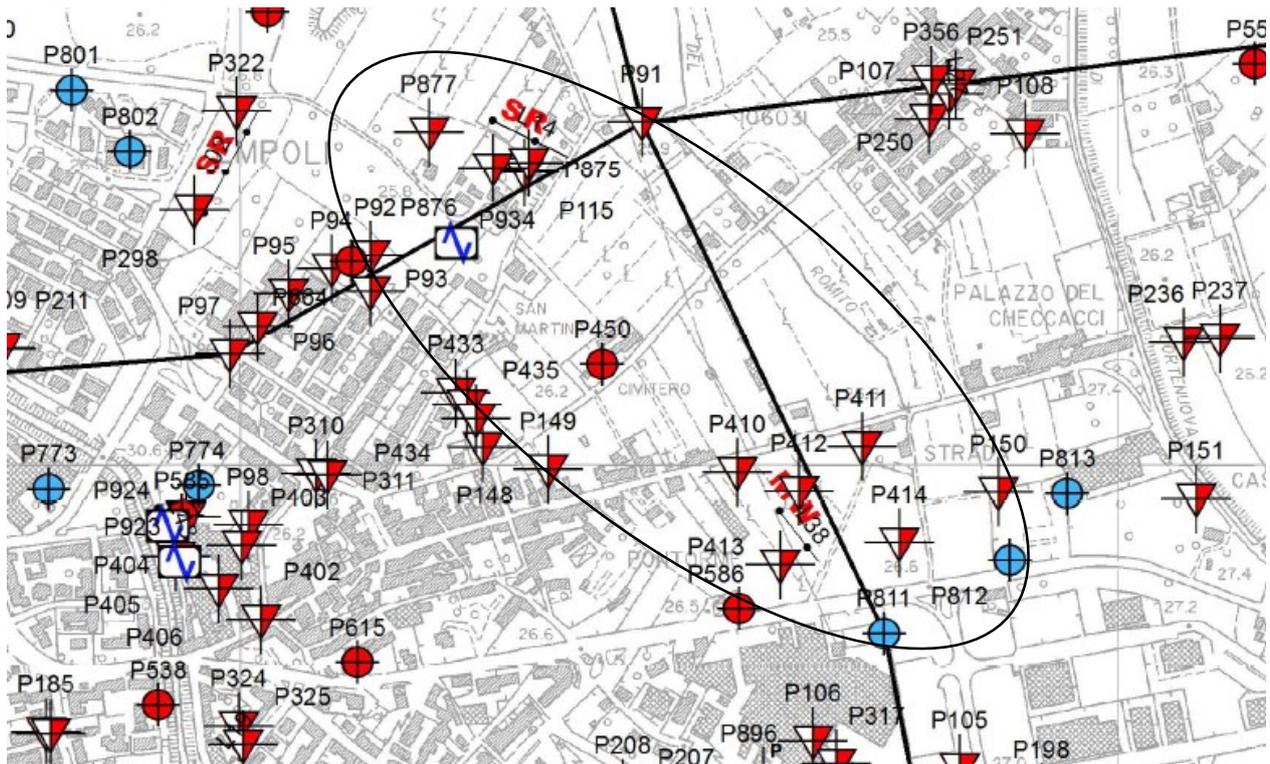
carta geomorfologica



Estratta dagli elaborati dello Strumento Urbanistico vigente - Variante al P.S. 2013 Tav.1-2

-  cave attive
-  cave dismesse
-  cave dismesse ripristinate e/o rinaturalizzate
-  Laghetti collinari
-  Corona di frana e/o scarpata quiescente o inattiva e/o scarpata morfologica di maggiore entità
-  Corona di frana e/o scarpata quiescente o inattiva e/o scarpata morfologica di modesta entità
-  Corona di frana e/o scarpata attiva di maggiore entità
-  Corona di frana e/o scarpata attiva di modesta entità
-  Area calanchiva
-  Area con presenza di soliflusso localizzato
-  Frana attiva per scorrimento
-  Frana attiva per colamento a dinamica lenta
-  Frana quiescente per scorrimento
-  Frana quiescente per colamento a dinamica lenta
-  Colluvio e/o detrito di versante
-  Riporto
-  Confine comunale

carta dati di base



Estratta dagli elaborati dello Strumento Urbanistico vigente - Variante al P.S. 2013 Tav.1-3

- Sondaggi
- Prove penetrometriche statiche + CPT
- Prove penetrometriche dinamiche
- Pozzi
- Intersezione con sezione E-E'

STRATIGRAFIA NEI SONDAGGI

- Terreno vegetale sito riporto
- Argilla
- Limo
- Limo sabbioso
- Sabbia
- Ghiaie

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA TERRENI DI PIANURA

- CARATTERISTICHE SCADENTI: I terreni sono caratterizzati da valori medi di $R_p < 10 \text{ kg/cm}^2$
- CARATTERISTICHE DISCRETE: I terreni sono caratterizzati da valori medi $10 < R_p < 20 \text{ kg/cm}^2$
- CARATTERISTICHE BUONE: I terreni sono caratterizzati da valori medi di $R_p > 20 \text{ kg/cm}^2$

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA TERRENI DI COLLINA

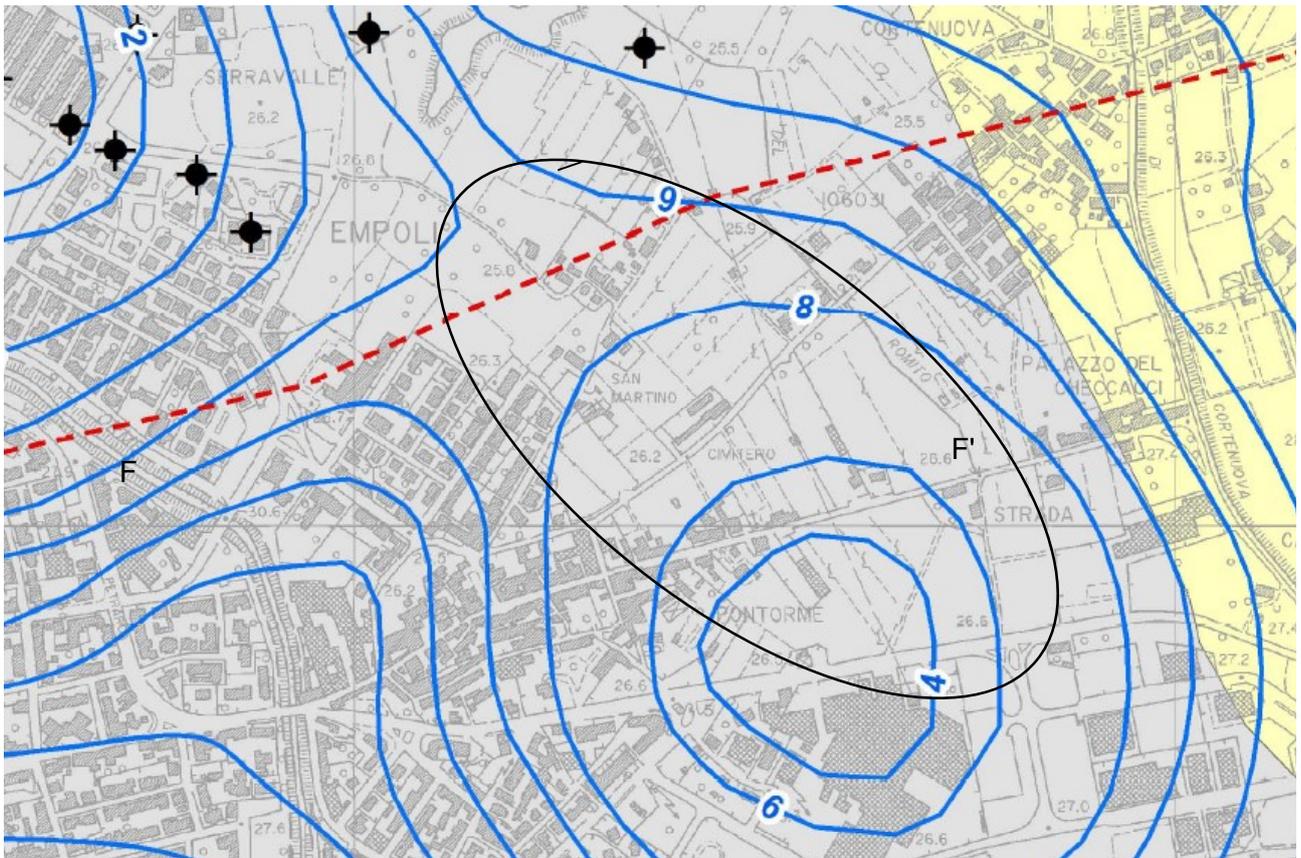
- CARATTERISTICHE BUONE: I terreni sono caratterizzati da valori medi di $R_p > 20 \text{ kg/cm}^2$



Succezione pre-Quaternaria

- Argilla Azzone

carta idrogeologica



Estratta dagli elaborati dello Strumento Urbanistico vigente - Variante al P.S. 2013 Tav.1-4

Legenda

-  Pozzi
 -  Aree di rispetto dei campi pozzi
 -  Isopiezometriche (m, s.l.m.), luglio 2002
 -  Confine comunale
- Classi di permeabilità**
-  CLASSE 1 Bassa
 -  CLASSE 2 Media
 -  CLASSE 3 Elevata
 -  Corpi detritici e/o corpi di frana con permeabilità da bassa a media

carta geolitotecnica



Estratta dagli elaborati dello Strumento Urbanistico vigente - Variante al P.S. 2013 Tav.1-5

Legenda

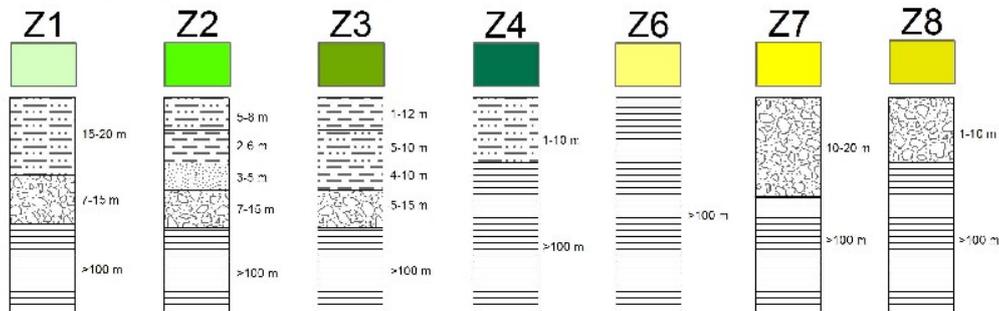
- Confine comunale
- Traccia delle sezioni geologico-tecniche
- - - Isobata del tetto dello strato scadente
-  PIANURA: Aree con presenza di terreni scadenti a profondità inferiori a 10 m
-  PIANURA: Caratteristiche geotecniche buone
-  PIANURA: Caratteristiche geotecniche discrete
-  PIANURA: Caratteristiche geotecniche scadenti
-  COLLINA: Caratteristiche geotecniche buone
-  COLLINA: Caratteristiche geotecniche discrete
-  COLLINA: Caratteristiche geotecniche scadenti

carta delle MOPS Empoli



Estratta dagli elaborati dello Strumento Urbanistico vigente - Variante al P.S. 2013 Tav.1-10

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE

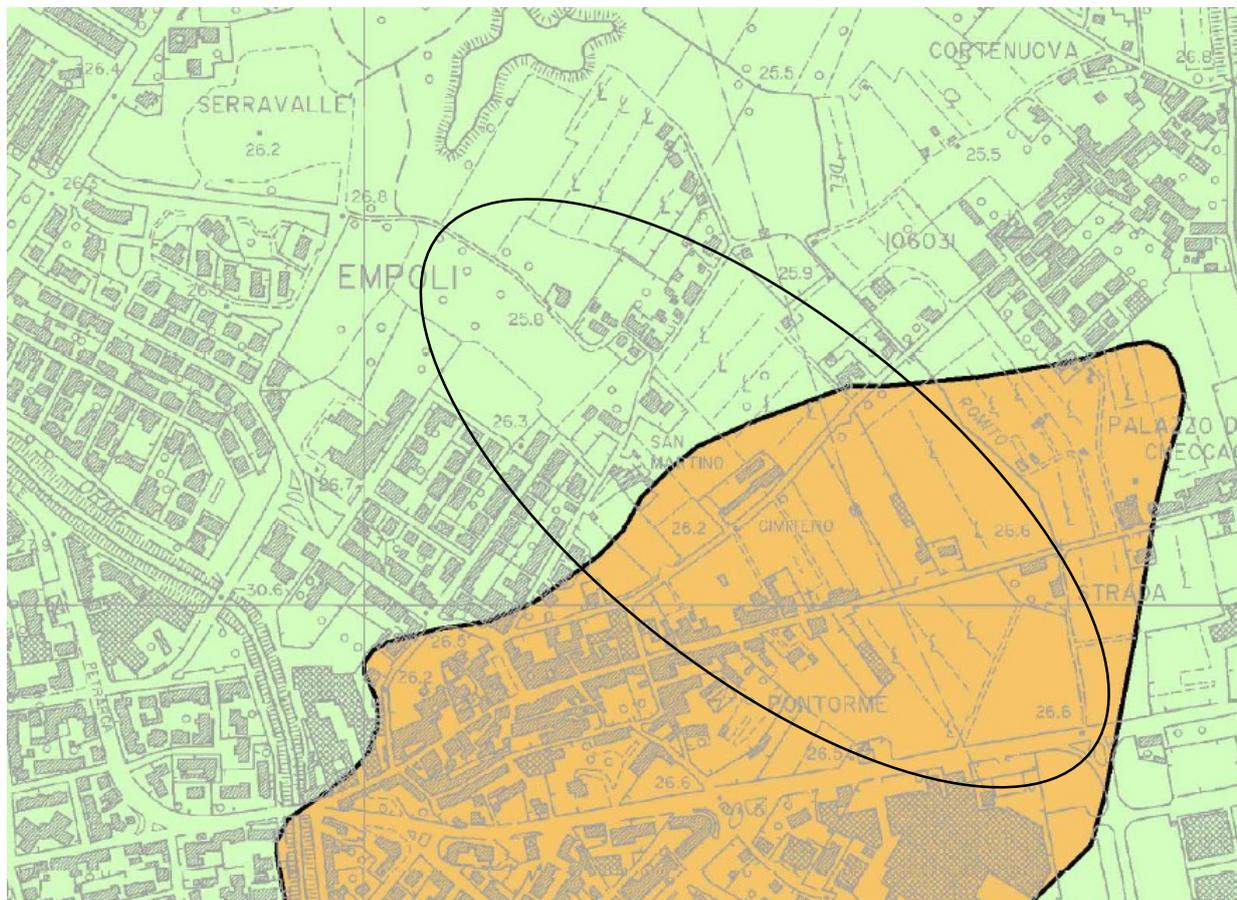


- Argille e argille limose da mediamente a fortemente compressibili (Vs=140-170 m/s)
- Limi argillosi e sabbiosi da poco addensati a mediamente addensati (Vs= 180-240 m/s)
- Sabbie e sabbie limose argillose da mediamente addensate a molto addensate
- Ghiaie e sabbie in matrice limoso argillosa da mediamente addensate a molto addensate (Vs= 350-450 m/s)
- Argille e argille sabbiose plioceniche (Vs= 350-450 m/s)

ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'

- Liquefazione (LI)

carta della pericolosità geologica ai sensi del D.P.G.R. n. 53/R/2011



Estratta dagli elaborati dello Strumento Urbanistico vigente - Variante al P.S. 2013 Tav.1-12

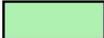
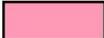
LEGENDA:		
	G1 PERICOLOSITA' GEOLOGICA BASSA	Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, glaciali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.
	G2 PERICOLOSITA' GEOLOGICA MEDIA	Aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e glaciali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 20%.
	G3 PERICOLOSITA' GEOLOGICA ELEVATA	Aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da subsidenza; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori al 20%.
	G4 PERICOLOSITA' GEOLOGICA MOLTO ELEVATA	Aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza, aree interessate da soliflussi e da intensi fenomeni erosivi.
	DISCARICA	
	CONFINI COMUNALI	

appendice 8

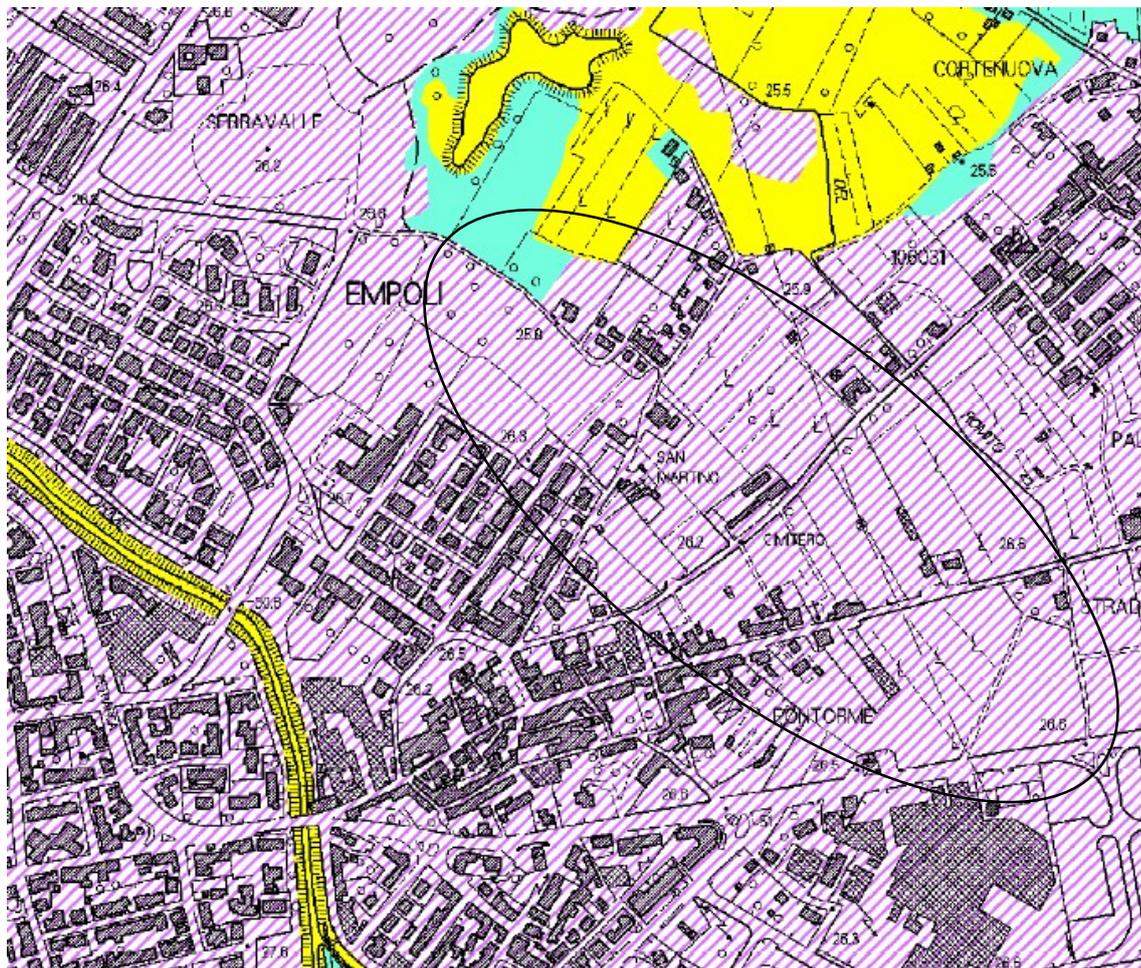
carta della pericolosità sismica



Estratta dagli elaborati dello Strumento Urbanistico vigente - Variante al P.S. 2013 Tav.1-13

LEGENDA:	
	<p>S2 PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE MEDIA</p> <p>Zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe S3);</p>
	<p>S3 PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE ELEVATA</p> <p>Zone suscettibili di instabilità di versante quiescente e che pertanto potrebbero subire riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti tranne quelli classificati in Zona sismica 2); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche significativamente diverse; arco intorossato da deformazioni legato alla presenza di faglie attive e faglie capaci (faglie che potenzialmente possono dare deformazioni in superficie); zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri;</p>
	<p>S4 PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE MOLTO ELEVATA</p> <p>Zone suscettibili di instabilità di versante attiva e che pertanto potrebbero subire un accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; terreni suscettibili di liquefazione dinamica in comuni classificati in Zona Sismica 2;</p>
	<p>CONFINE COMUNALE</p>

carta della pericolosità idraulica ai sensi del D.P.G.R. n. 53/R/2011



Estratta Studio idrologico idraulico supporto al N.R.U. del Comune di Empoli 2013 Tav. 6.2

Legenda

Pericolosità definita da studi idraulici

Pericolosità su base geomorfologica e storico-inventariale

13 Pericolosità idraulica elevata

11 Pericolosità idraulica modesta

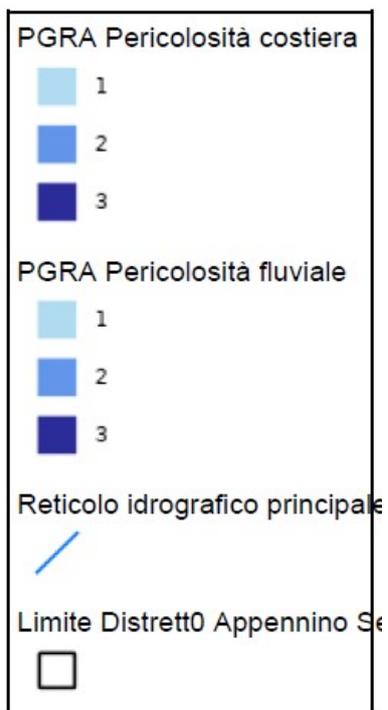
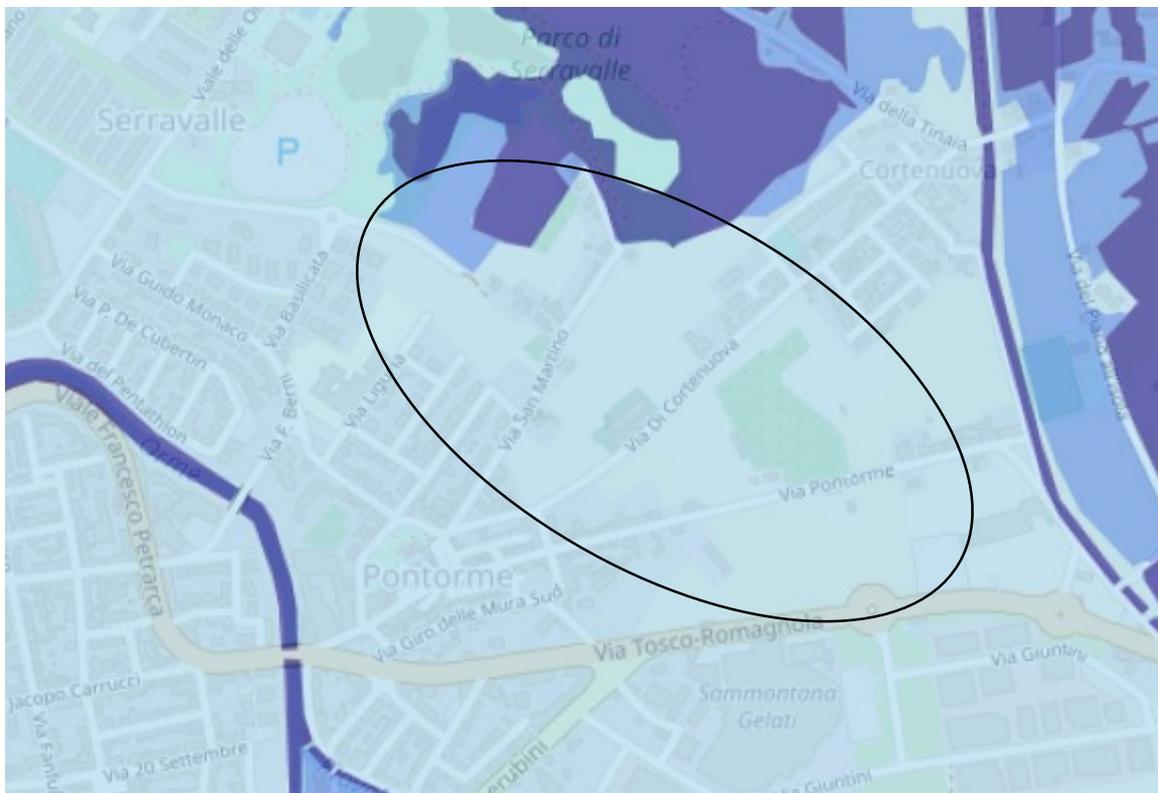
14 Pericolosità idraulica molto elevata

12 Pericolosità idraulica media

13 Pericolosità idraulica elevata

14 Pericolosità idraulica molto elevata

Piano di Gestione del Rischio Alluvioni Distretto Appennino Settentrionale (PGRA)



P115

Penetrometria n. 129

CPT Cone Penetration Test

Piacenza n. 1 /

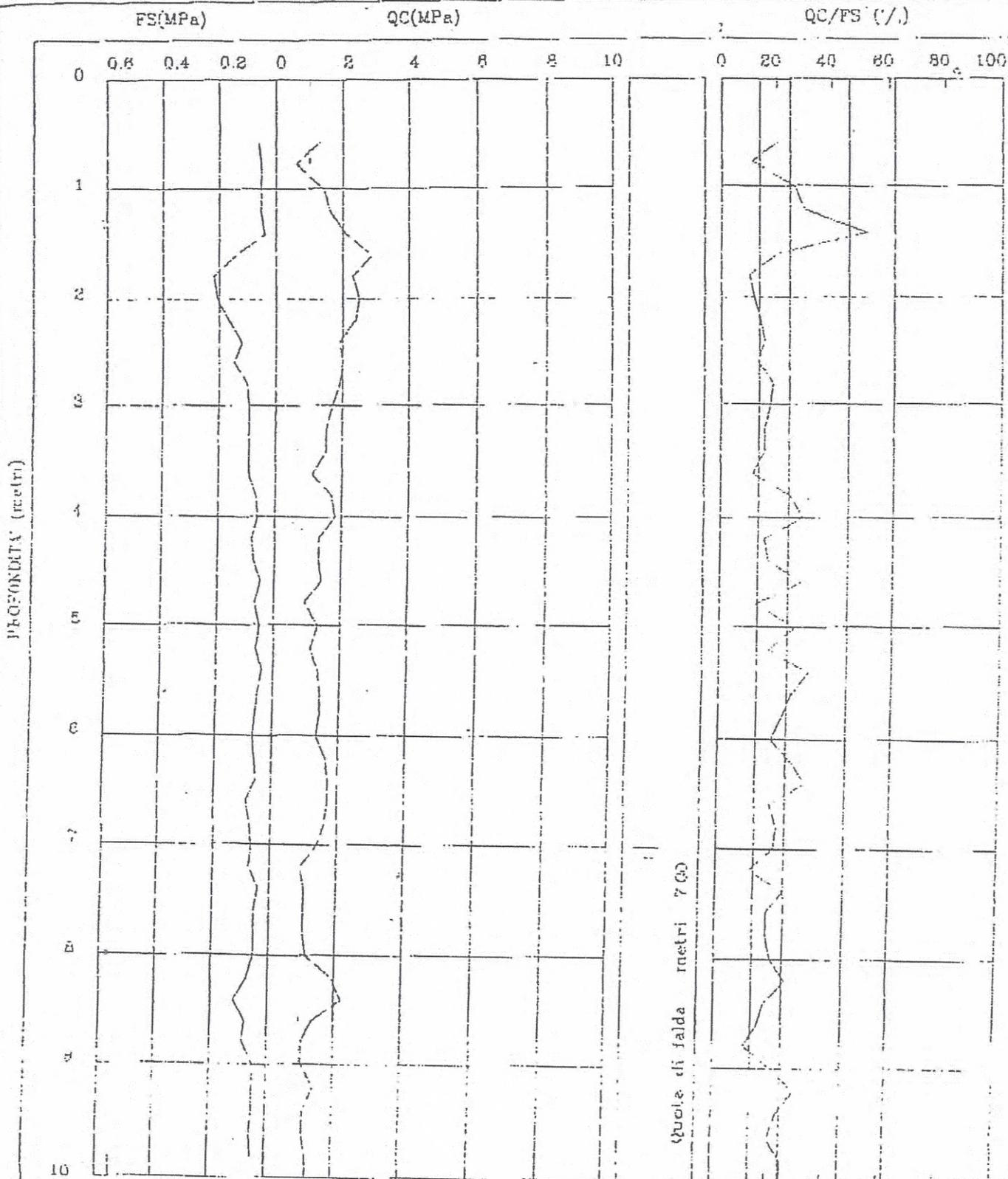
Cantiere

PONTORME

Committente: DOTT. VIOLANTI

Certif. n. 210-94

del 10/12/1994



PROFONDITA' (metri)

Spessore di falda metri 7.00

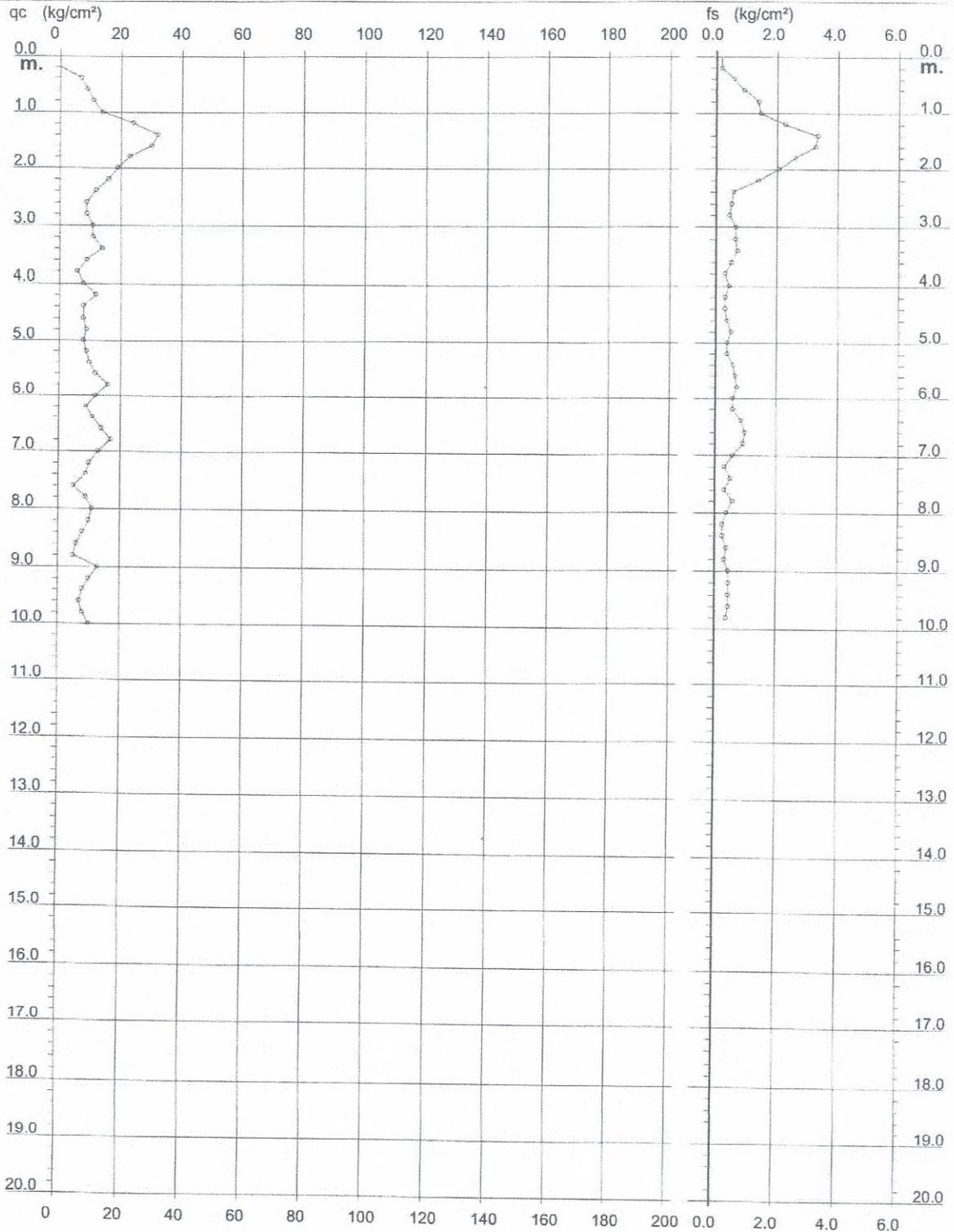
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 1

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Giuseppe Torchia
- lavoro :
- località : Via Tosco Romagnola - Comune di Empoli (FI)

- data : 14/12/2009
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



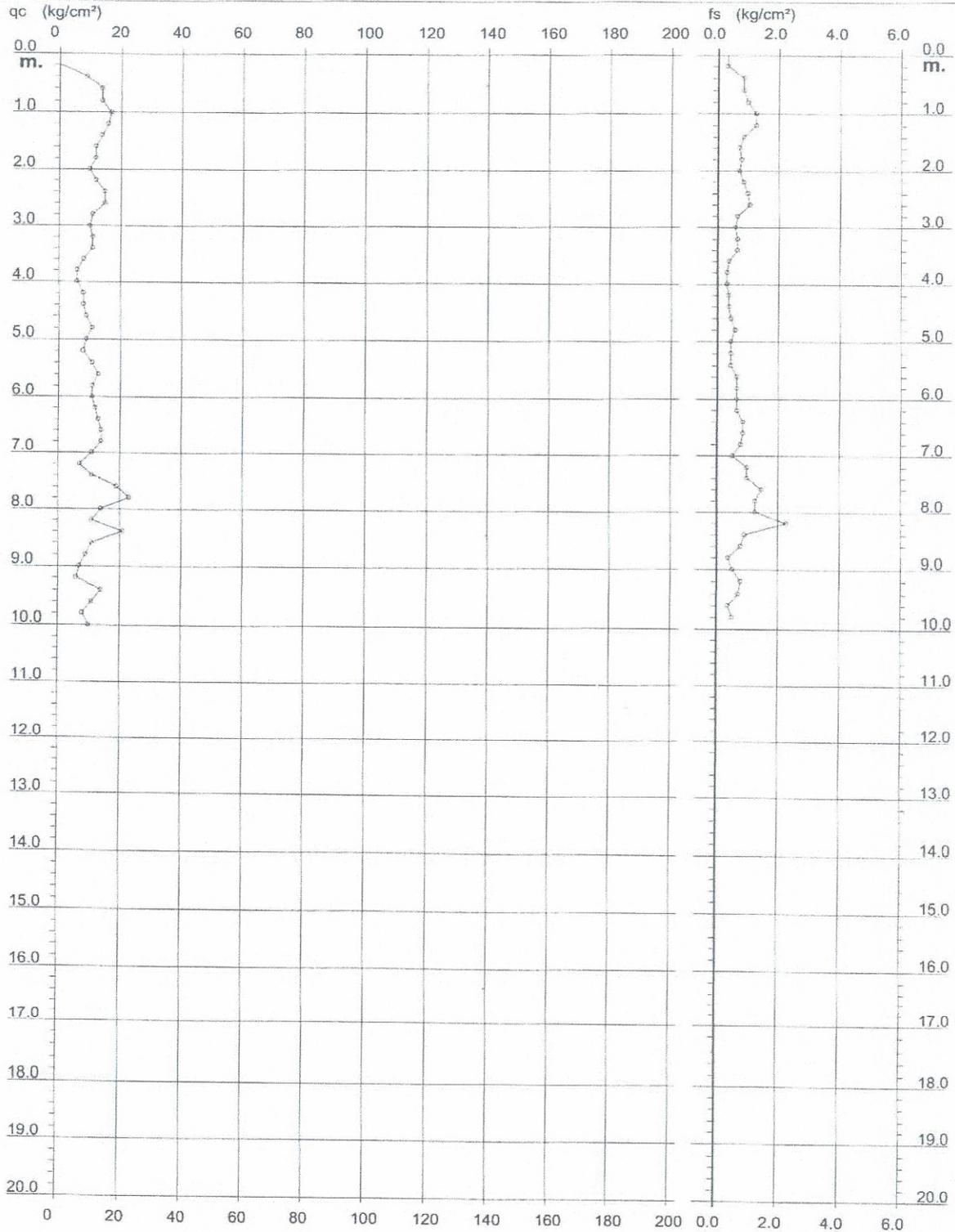
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 2

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Giuseppe Torchia
- lavoro :
- località : Via Tosco Romagnola - Comune di Empoli (FI)

- data : 14/12/2009
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



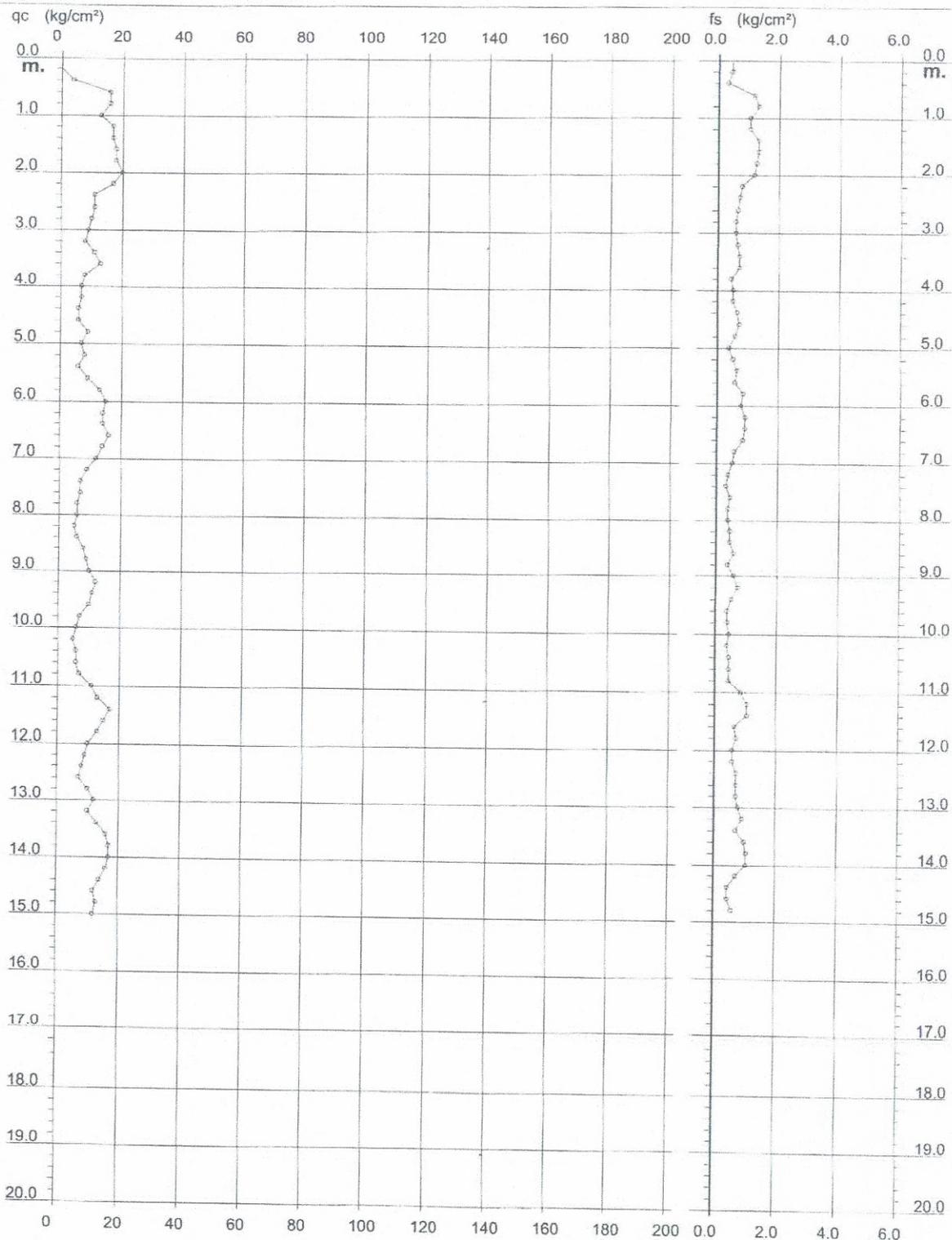
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 3

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Giuseppe Torchia
- lavoro :
- località : Via Tosco Romagnola - Comune di Empoli (FI)

- data : 14/12/2009
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



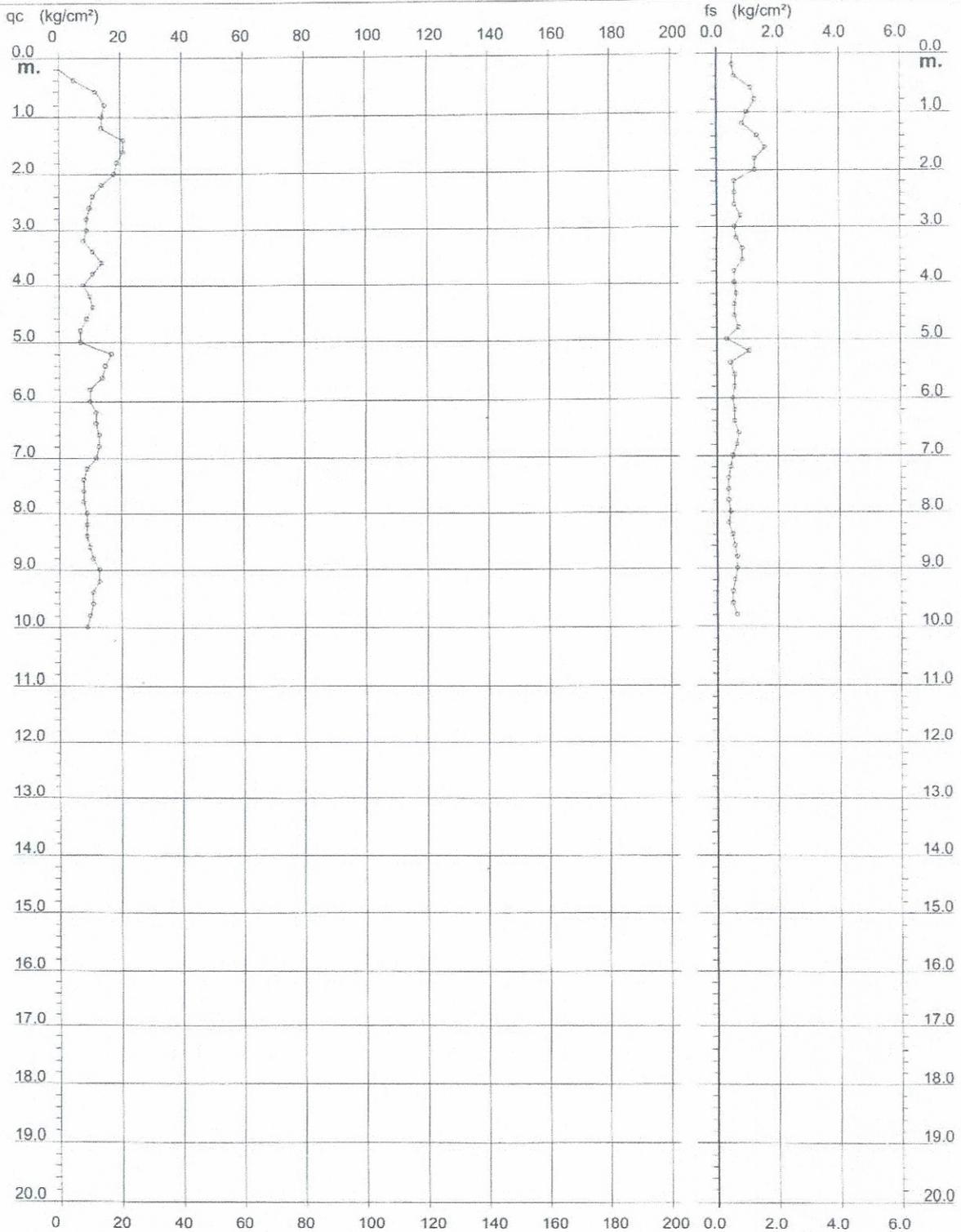
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 4

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Giuseppe Torchia
- lavoro :
- località : Via Tosco Romagnola - Comune di Empoli (FI) .

- data : 14/12/2009
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert. : 1 : 100



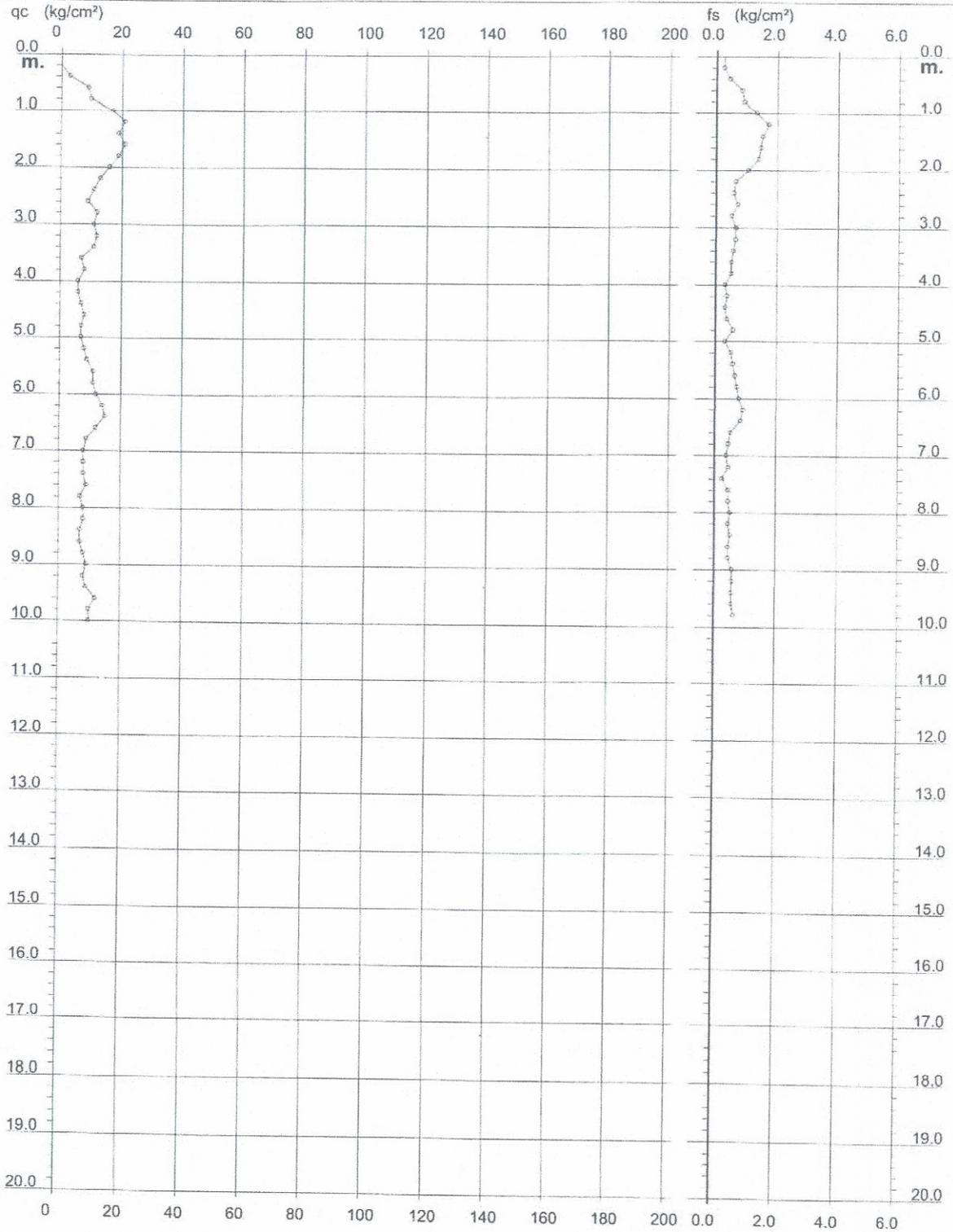
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 5

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Giuseppe Torchia
- lavoro :
- località : Via Tosco Romagnola - Comune di Empoli (FI)

- data : 14/12/2009
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert. : 1 : 100



P875

PROVA PENETROMETRICA N° 1

Committente: Desii ed altri

Località: S. Martino - Empoli

Data: 02/01/2003

Falda: Assente

Prof. (m)	Rp (kg/cmq)	Rl (kg/cmq)	Ral	Rp/Ral	Litologia	Falda	Cu kg/cmq	σ -amm kg/cmq	Φ gradi	Mv	* Strati scadenti	
0.40	22	24	0.13	41.3	-----: Sl		1.29	2.20	26	0.023	xxxxxx	
0.60	10	18	0.53	13.6	-----: Al		0.48	0.94	14	0.050		
0.80	7	18	0.73	13.1	-----: Al		0.33	0.68	13	0.071		
1.00	20	28	0.53	25.0	-----: Ls		1.05	2.06	22	0.025		
1.20	20	32	0.80	16.7	-----: Al		0.95	1.88	14	0.025		
1.40	22	40	1.20	16.5	-----: Al		1.05	2.07	14	0.023		
1.60	16	36	1.33	17.1	-----: La		0.80	1.61	16	0.031		
1.80	15	29	0.93	18.8	-----: La		0.75	1.53	16	0.033		
2.00	22	34	0.80	33.0	-----: Ls		1.16	2.32	22	0.023		
2.20	20	30	0.67	27.3	-----: Ls		1.05	2.13	22	0.025		
2.40	17	28	0.73	21.3	-----: La		0.85	1.76	16	0.029		
2.60	15	27	0.80	56.3	-----: Sl		0.94	1.50	26	0.033		
2.80	18	22	0.27	54.0	-----: Sl		1.13	1.80	26	0.028		
3.00	22	27	0.33	82.5	-----: S		0.00	2.20	26	0.023		
3.20	22	26	0.27	82.5	-----: S		0.00	2.20	26	0.023		
3.40	24	28	0.27	40.0	-----: Sl		1.41	2.40	26	0.021		
3.60	17	26	0.60	28.3	-----: Ls		0.89	1.91	21	0.029		
3.80	14	23	0.60	26.3	-----: Ls		0.74	1.62	21	0.036		
4.00	18	26	0.53	27.0	-----: Ls		0.95	2.03	22	0.028		
4.20	14	24	0.67	26.3	-----: Ls		0.74	1.65	21	0.036		
4.40	13	21	0.53	13.9	-----: Al		0.62	1.43	14	0.038		
4.60	18	32	0.93	67.5	-----: S		0.00	1.80	26	0.028		
4.80	16	20	0.27	21.8	-----: La		0.80	1.80	16	0.031		
5.00	15	26	0.73	37.5	-----: Sl		0.88	1.50	26	0.033		
5.20	14	20	0.40	30.0	-----: Ls		0.74	1.70	21	0.036		
5.40	19	26	0.47	20.4	-----: La		0.95	2.12	16	0.026		
5.60	16	30	0.93	24.0	-----: Ls		0.84	1.93	21	0.031		
5.80	14	24	0.67	23.3	-----: Ls		0.74	1.74	21	0.036		
6.00	21	30	0.60	63.0	-----: Sl		1.31	2.10	26	0.024		
6.20	23	28	0.33	28.8	-----: Ls		1.21	2.66	22	0.022		
6.40	10	22	0.80	18.8	-----: La		0.50	1.32	16	0.050		
6.60	10	18	0.53	25.0	-----: Ls		0.53	1.39	21	0.050		
6.80	14	20	0.40	26.3	-----: Ls		0.74	1.80	21	0.036		
7.00	14	22	0.53	26.3	-----: Ls		0.74	1.81	21	0.036		
7.20	13	21	0.53	32.5	-----: Ls		0.68	1.72	21	0.038		
7.40	15	21	0.40	28.1	-----: Ls		0.79	1.93	21	0.033		
7.60	16	24	0.53	30.0	-----: Ls		0.84	2.04	21	0.031		
7.80	20	28	0.53	60.0	-----: Sl		1.25	2.00	26	0.025		
8.00	17	22	0.33	51.0	-----: Sl		1.06	1.70	26	0.029		

* Si definiscono "strati scadenti" quelli con Rp < 10 kg/cmq

P876

PROVA PENETROMETRICA N° 2

Committente: Desii ed altri

Località: S. Martino - Empoli

Data: 02/01/2003

Profondità falda: -8,80 m

Prof. (m)	Rp (kg/cmq)	RI (kg/cmq)	Ral	Rp/Ral	Litologia	Falda	Cu kg/cmq	σ-amm kg/cmq	Φ gradi	Mv	* Strati scadenti
0.40	12	17	0,33	36,0	-----: SI		0,71	1,20	25	0,042	
0.60	8	13	0,33	20,0	-----: La		0,40	0,80	16	0,063	xxxxxx
0.80	12	18	0,40	60,0	-----: SI		0,75	1,20	25	0,042	
1.00	21	24	0,20	39,4	-----: SI		1,24	2,10	26	0,024	
1.20	20	28	0,53	33,3	-----: SI		1,18	2,00	26	0,025	
1.40	18	27	0,60	18,0	-----: La		0,90	1,79	16	0,028	
1.60	13	28	1,00	19,5	-----: La		0,65	1,33	16	0,038	
1.80	12	22	0,67	30,0	-----: Ls		0,63	1,31	21	0,042	
2.00	15	21	0,40	25,0	-----: Ls		0,79	1,62	21	0,033	
2.20	17	26	0,60	31,9	-----: Ls		0,89	1,83	21	0,029	
2.40	19	27	0,53	31,7	-----: Ls		1,00	2,04	22	0,026	
2.60	15	24	0,60	32,1	-----: Ls		0,79	1,65	21	0,033	
2.80	10	17	0,47	21,4	-----: La		0,50	1,11	16	0,050	
3.00	12	19	0,47	30,0	-----: Ls		0,63	1,38	21	0,042	
3.20	13	19	0,40	24,4	-----: Ls		0,68	1,49	21	0,038	
3.40	15	23	0,53	16,1	-----: Al		0,71	1,56	14	0,033	
3.60	22	36	0,93	17,4	-----: La		1,10	2,30	17	0,023	
3.80	18	37	1,27	18,0	-----: La		0,90	1,93	16	0,028	
4.00	17	32	1,00	25,5	-----: Ls		0,89	1,93	21	0,029	
4.20	12	22	0,67	20,0	-----: La		0,60	1,39	16	0,042	
4.40	8	17	0,60	10,9	-----: A		0,35	0,92	14	0,063	xxxxxx
4.60	23	34	0,73	69,0	-----: S		0,00	2,30	26	0,022	
4.80	25	30	0,33	31,3	-----: Ls		1,32	2,78	22	0,020	
5.00	14	26	0,80	26,3	-----: Ls		0,74	1,69	21	0,036	
5.20	28	36	0,53	46,7	-----: SI		1,75	2,80	27	0,018	
5.40	14	23	0,60	21,0	-----: La		0,70	1,65	16	0,036	
5.60	16	26	0,67	24,0	-----: Ls		0,84	1,93	21	0,031	
5.80	18	28	0,67	18,0	-----: La		0,90	2,05	16	0,028	
6.00	18	33	1,00	18,0	-----: La		0,90	2,06	16	0,028	
6.20	13	28	1,00	17,7	-----: La		0,65	1,60	16	0,038	
6.40	15	26	0,73	18,8	-----: La		0,75	1,80	16	0,033	
6.60	13	25	0,80	27,9	-----: Ls		0,68	1,69	21	0,038	
6.80	12	19	0,47	36,0	-----: SI		0,71	1,20	25	0,042	
7.00	16	21	0,33	26,7	-----: Ls		0,84	2,01	21	0,031	
7.20	16	25	0,60	30,0	-----: Ls		0,84	2,02	21	0,031	
7.40	19	27	0,53	19,0	-----: La		0,95	2,24	16	0,026	
7.60	34	49	1,00	72,9	-----: S		0,00	3,40	27	0,010	
7.80	27	34	0,47	25,3	-----: Ls		1,42	3,16	22	0,019	
8.00	16	32	1,07	24,0	-----: Ls		0,84	2,07	21	0,031	
8.20	12	22	0,67	15,0	-----: Al		0,57	1,56	14	0,042	
8.40	20	32	0,80	37,5	-----: SI		1,18	2,00	26	0,025	
8.60	12	20	0,53	20,0	-----: La		0,60	1,64	16	0,042	
8.80	11	20	0,60	41,3	-----: SI	H2O	0,65	1,10	25	0,045	
9.00	20	24	0,27	30,0	-----: Ls		1,05	2,53	22	0,025	
9.20	12	22	0,67	36,0	-----: SI		0,71	1,20	25	0,042	
9.40	19	24	0,33	47,5	-----: SI		1,19	1,90	26	0,026	
9.60	16	22	0,40	30,0	-----: Ls		0,84	2,16	21	0,031	
9.80	13	21	0,53	15,0	-----: Al		0,62	1,75	14	0,038	
10.0	14	27	0,87	16,2	-----: Al		0,67	1,85	14	0,036	

* Si definiscono "strati scadenti" quelli con Rp < 10 kg/cmq

P877

PROVA PENETROMETRICA N° 3

Committente: Desii ed altri

Località: S. Martino - Empoli

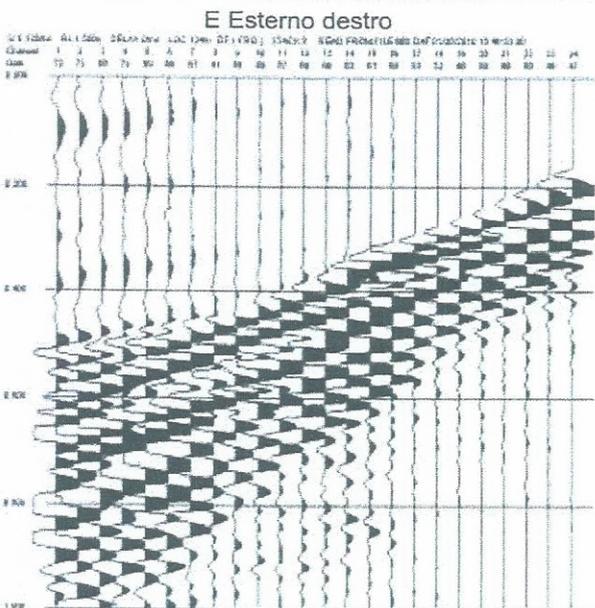
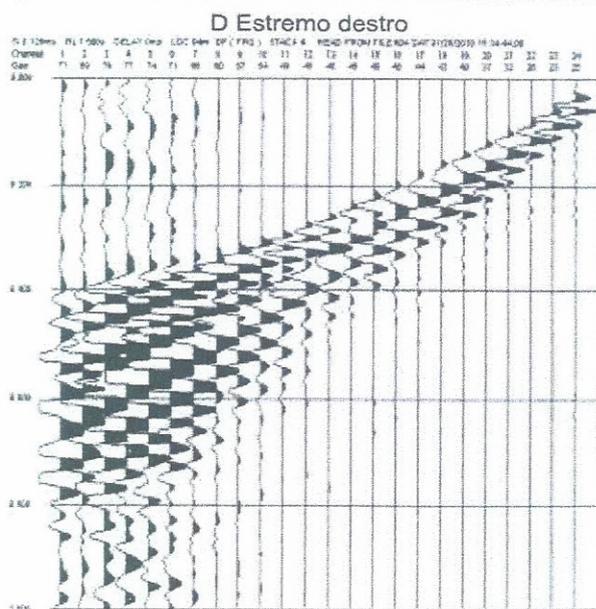
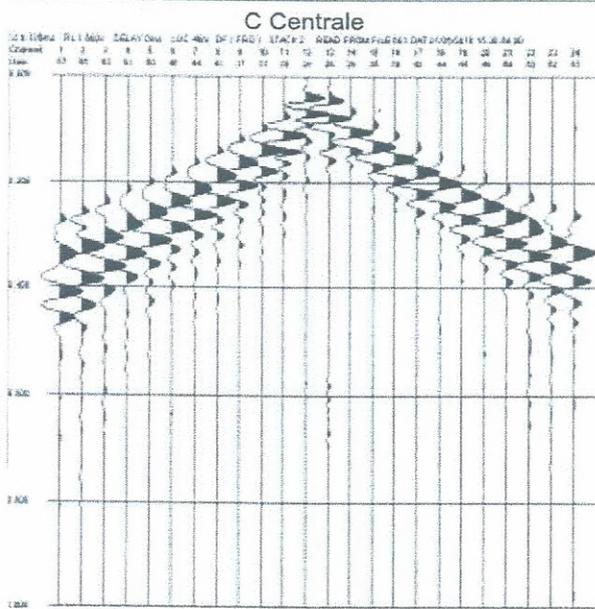
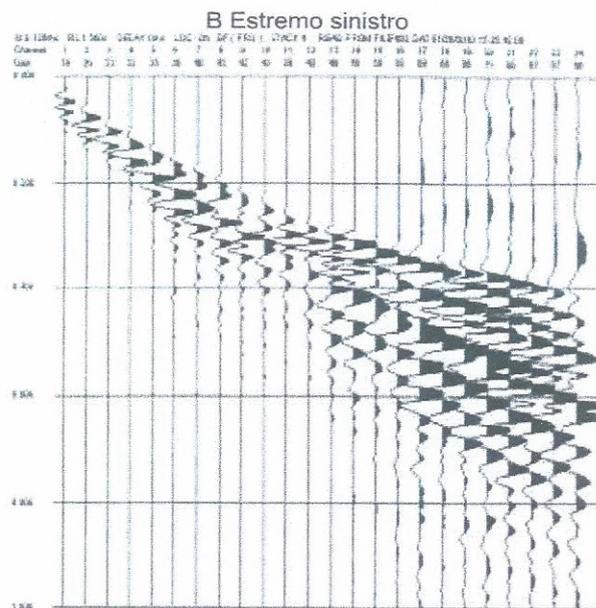
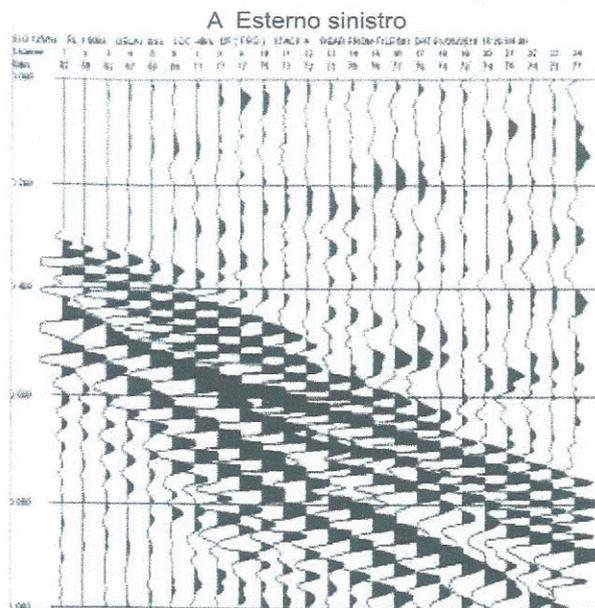
Data: 02/01/2003

Profondità falda: -5,60 m dal p.c.

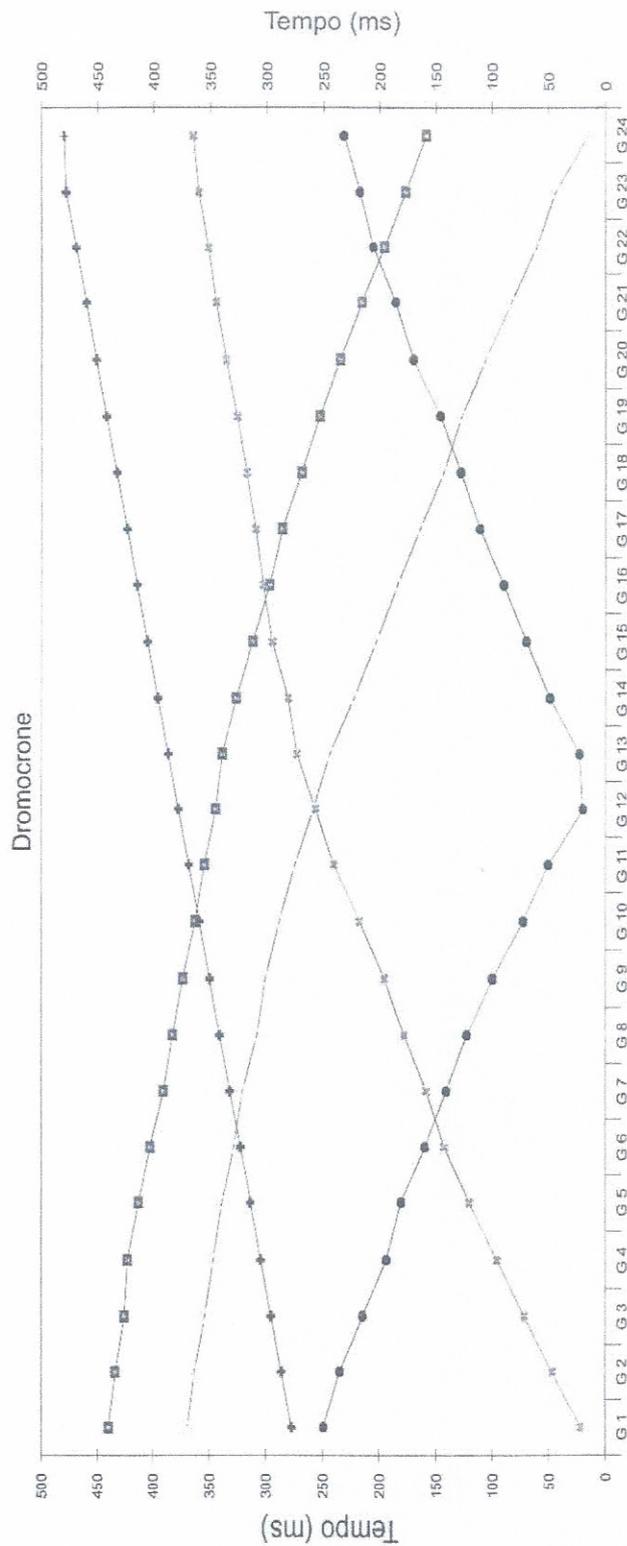
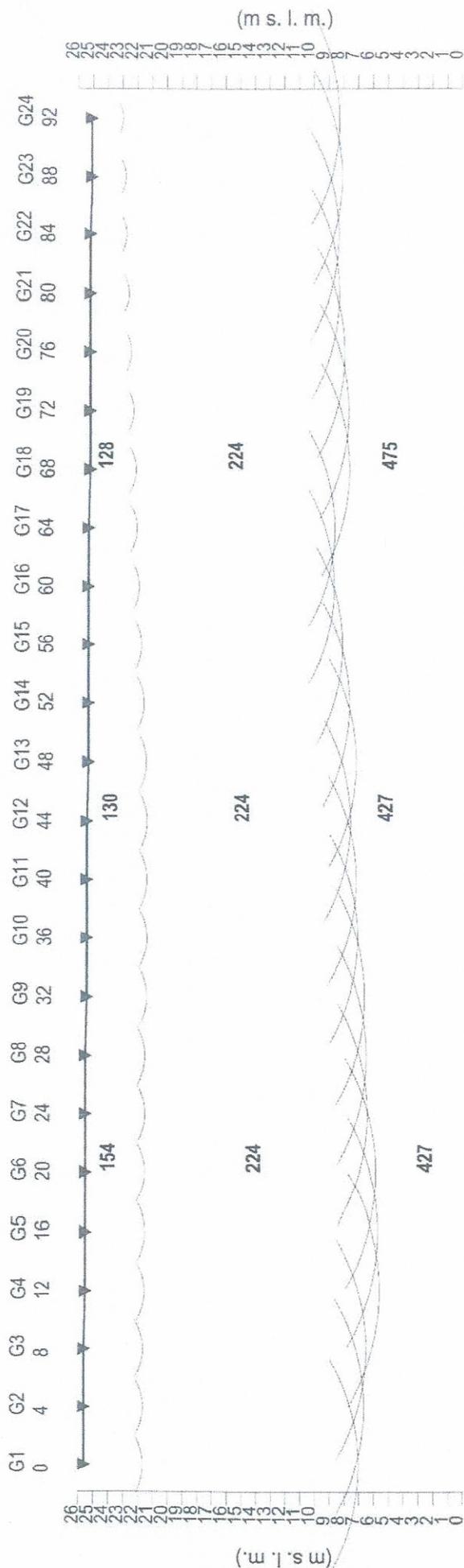
Prof. (m)	Rp (kg/cmq)	Rl (kg/cmq)	Ral	Rp/Ral	Litologia	Falda	Cu (kg/cmq)	σ -amm (kg/cmq)	Φ (gradi)	Mv	* Strati scadenti
0.40	14	26	0.80	15.0	Al		0.67	1.29	14	0.036	
0.60	11	25	0.93	13.8	Al		0.52	1.03	14	0.045	
0.80	12	24	0.80	15.0	Al		0.57	1.13	14	0.042	
1.00	20	32	0.80	21.4	La		1.00	1.96	17	0.025	
1.20	21	35	0.93	22.5	La		1.05	2.07	17	0.024	
1.40	15	29	0.93	22.5	La		0.75	1.51	16	0.033	
1.60	12	22	0.67	22.5	La		0.60	1.23	16	0.042	
1.80	15	23	0.53	25.0	Ls		0.79	1.61	21	0.033	
2.00	17	26	0.60	21.3	La		0.85	1.73	16	0.029	
2.20	16	28	0.80	21.8	La		0.80	1.65	16	0.031	
2.40	14	25	0.73	19.1	La		0.70	1.47	16	0.036	
2.60	15	26	0.73	22.5	La		0.75	1.58	16	0.033	
2.80	13	23	0.67	15.0	Al		0.62	1.34	14	0.038	
3.00	16	29	0.87	18.5	La		0.80	1.70	16	0.031	
3.20	15	28	0.87	20.5	La		0.75	1.61	16	0.033	
3.40	13	24	0.73	32.5	Ls		0.68	1.50	21	0.038	
3.60	27	33	0.40	25.3	Ls		1.42	2.91	22	0.019	
3.80	18	34	1.07	33.8	Sl		1.06	1.80	26	0.028	
4.00	22	30	0.53	66.0	S		0.00	2.20	26	0.023	
4.20	18	23	0.33	38.6	Sl		1.06	1.80	26	0.028	
4.40	12	19	0.47	45.0	Sl		0.75	1.20	25	0.042	
4.60	15	19	0.27	45.0	Sl		0.94	1.50	26	0.033	
4.80	15	20	0.33	17.3	La		0.75	1.71	16	0.033	
5.00	14	27	0.87	21.0	La		0.70	1.62	16	0.036	
5.20	15	25	0.67	32.1	Ls		0.79	1.80	21	0.033	
5.40	19	26	0.47	28.5	Ls		1.00	2.22	22	0.026	
5.60	21	31	0.67	26.3	Ls	H2O	1.11	2.43	22	0.024	
5.80	19	31	0.80	20.4	La		0.95	2.14	16	0.026	
6.00	16	30	0.93	20.0	La		0.80	1.87	16	0.031	
6.20	11	23	0.80	16.5	Al		0.52	1.36	14	0.045	
6.40	15	25	0.67	13.2	Al		0.71	1.73	14	0.033	
6.60	31	48	1.13	58.1	Sl		1.94	3.10	27	0.011	
6.80	34	42	0.53	30.0	Ls		1.79	3.80	23	0.010	
7.00	20	37	1.13	20.0	La		1.00	2.31	17	0.025	
7.20	23	38	1.00	20.3	La		1.15	2.61	17	0.022	
7.40	16	33	1.13	30.0	Ls		0.84	2.03	21	0.031	
7.60	44	52	0.53	66.0	S		0.00	4.40	28	0.008	
7.80	24	34	0.67	24.0	Ls		1.26	2.86	22	0.021	
8.00	17	32	1.00	17.0	Al		0.81	2.00	14	0.029	

* Si definiscono "strati scadenti" quelli con Rp < 10 kg/cmq

Registrazioni P1 - onde SH



Profilo di sismica a Rifrazione Ps1 - onde SH



Legenda

- ▼ Geofono
- ~ Distanza dalla superficie topografica del limite di strato
- 1326 Velocità in m/sec.
- Contatti tettonici
- - - - - Faglie presunte
- Scala 1:400
- ◆ A Estremo sinistro
- ◆ B Estremo sinistro
- C Centrale
- D Centrale
- E Estremo destro

Geofoni	quota	distanza	Z1	V1	V2
1	0.0	0	4.6	327	1.473
2	0.0	3	4.6	330	1.452
3	0.0	6	4.8	332	1.431
4	0.0	9	4.7	335	1.409
5	0.0	12	4.6	338	1.388
6	0.0	15	5.0	340	1.367
7	0.0	18	5.1	342	1.344
8	0.0	21	5.3	343	1.331
9	0.0	24	5.3	343	1.318
10	0.0	27	5.4	344	1.306
11	0.0	30	5.2	344	1.293
12	0.0	33	5.4	345	1.280
13	0.0	36	5.4	344	1.322
14	0.0	39	5.5	343	1.363
15	0.0	42	5.5	343	1.404
16	0.0	45	5.5	342	1.445
17	0.0	48	5.4	341	1.486
18	0.0	51	5.4	341	1.528
19	0.0	54	5.0	343	1.531
20	0.0	57	5.0	346	1.534
21	0.0	60	5.1	349	1.538
22	0.0	63	5.0	352	1.541
23	0.0	66	4.8	355	1.544
24		69	4.9	358	1.547
Z1: letto (m) sismo sfrato					
V1,2: velocità sismostrati					

	Shot 1	Shot 2	Shot 3	Shot 4	Shot 5	Shot 6	Shot 7	Distance	Elevation
Geo. 1	36.90	8.19	29.10	43.90	51.20	62.70	71.59	01.50	00.00
Geo. 2	36.09	13.89	27.39	42.00	50.20	61.00	70.00	04.50	00.00
Geo. 3	40.09	22.00	25.39	40.00	48.90	59.59	69.00	07.50	00.00
Geo. 4	41.59	24.50	22.29	37.70	47.00	58.29	67.00	10.50	00.00
Geo. 5	42.40	26.20	14.10	35.08	45.00	57.00	65.09	13.50	00.00
Geo. 6	46.59	29.20	4.69	34.09	44.20	55.20	63.09	16.50	00.00
Geo. 7	48.59	30.89	4.69	31.20	41.29	53.90	61.50	19.50	00.00
Geo. 8	51.29	32.20	13.60	28.29	38.00	52.09	59.90	22.50	00.00
Geo. 9	52.79	34.29	22.20	25.70	36.70	50.29	58.20	25.50	00.00
Geo. 10	54.09	36.40	25.00	22.39	35.40	47.70	57.28	28.50	00.00
Geo. 11	54.59	38.09	27.00	13.30	34.09	46.29	55.59	31.50	00.00
Geo. 12	56.08	40.20	28.10	5.00	33.40	44.09	55.00	34.50	00.00
Geo. 13	57.29	42.40	30.60	5.40	30.50	42.79	54.29	37.50	00.00
Geo. 14	59.50	44.50	34.00	13.80	27.89	39.20	52.40	40.50	00.00
Geo. 15	61.29	46.20	36.00	18.20	24.20	37.50	50.70	43.50	00.00
Geo. 16	62.29	49.20	38.40	25.70	21.79	36.09	49.79	46.50	00.00
Geo. 17	63.29	50.40	40.29	29.20	13.10	33.50	48.50	49.50	00.00
Geo. 18	64.30	52.59	42.59	31.50	4.19	32.09	47.79	52.50	00.00
Geo. 19	65.40	55.00	44.59	34.08	3.58	30.39	44.20	55.50	00.00
Geo. 20	67.00	57.09	46.20	36.40	11.60	28.20	42.29	58.50	00.00
Geo. 21	68.30	58.40	47.79	37.09	20.50	24.20	41.29	61.50	00.00
Geo. 22	69.30	60.70	49.79	38.70	24.00	20.60	39.70	64.50	00.00
Geo. 23	70.19	61.50	51.40	40.00	26.60	6.90	37.09	67.50	00.00
Geo. 24	71.50	62.40	52.70	43.29	28.60	3.79	38.09	70.50	00.00
Distance	-23.50	00.00	18.00	36.00	54.00	72.00	95.50		
Elevation	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00		

TAVOLA 2 – Dati acquisiti e risultati

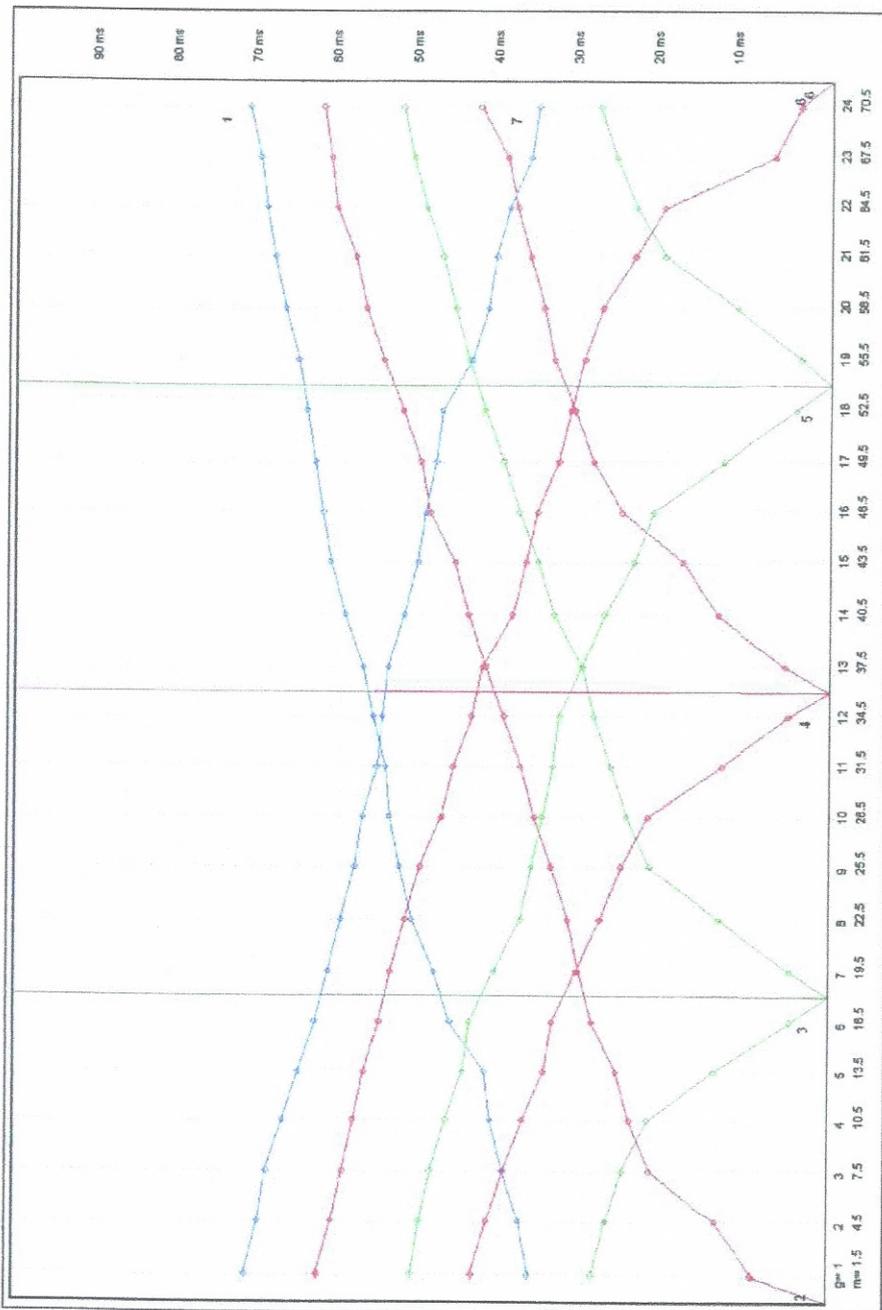


TAVOLA 3 - Dromocrone

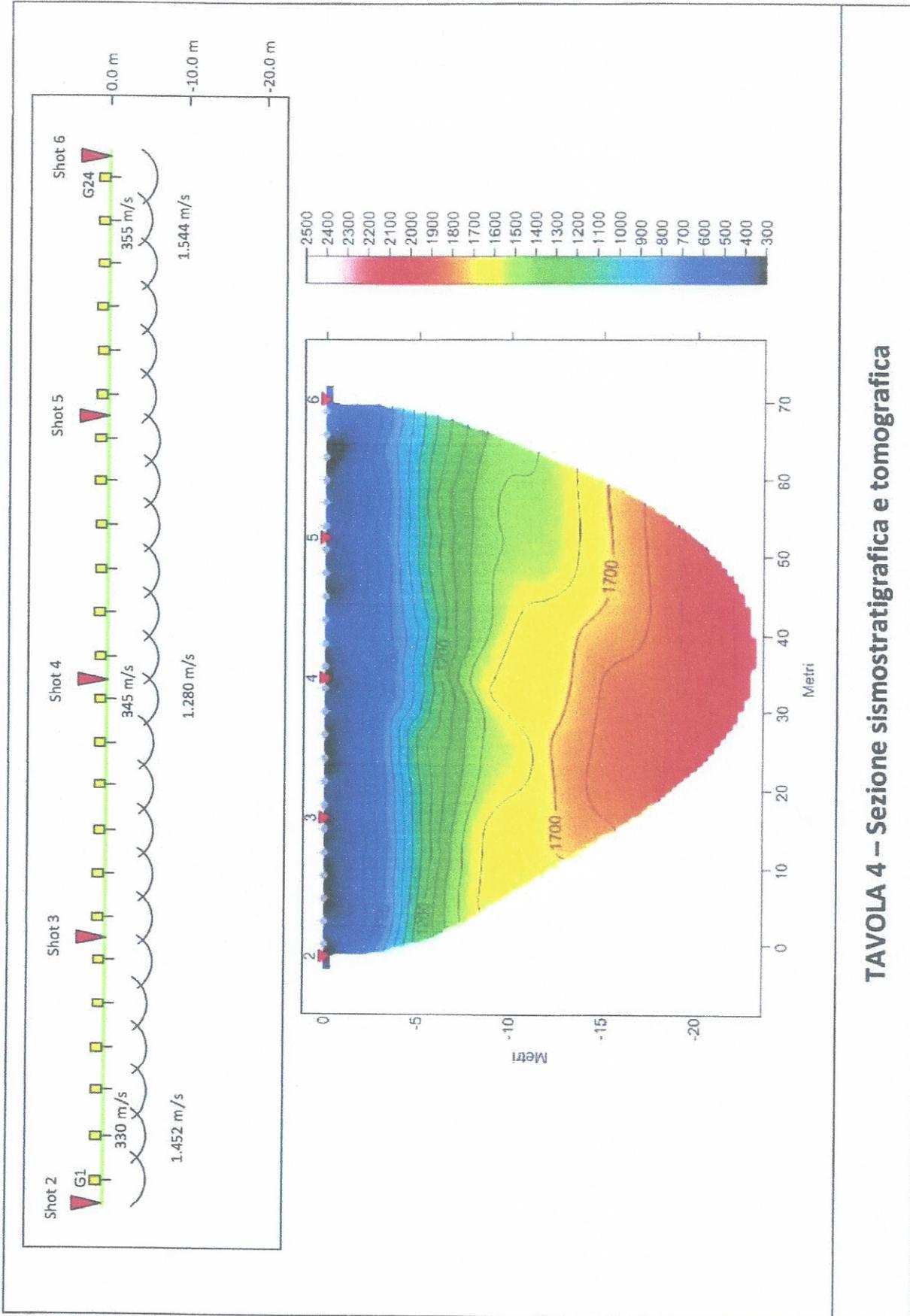
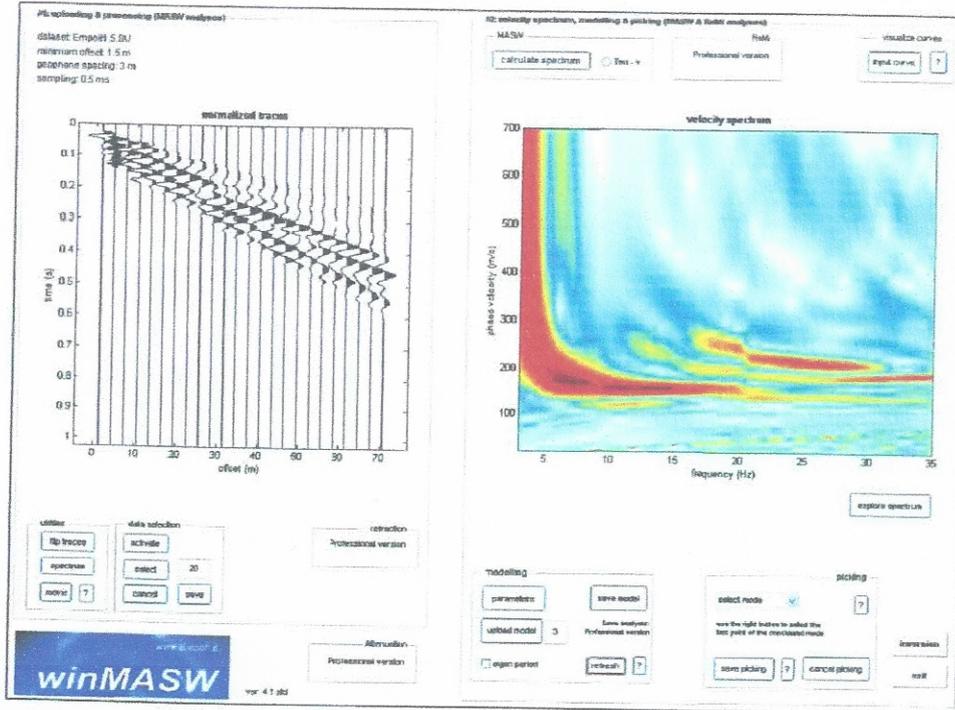
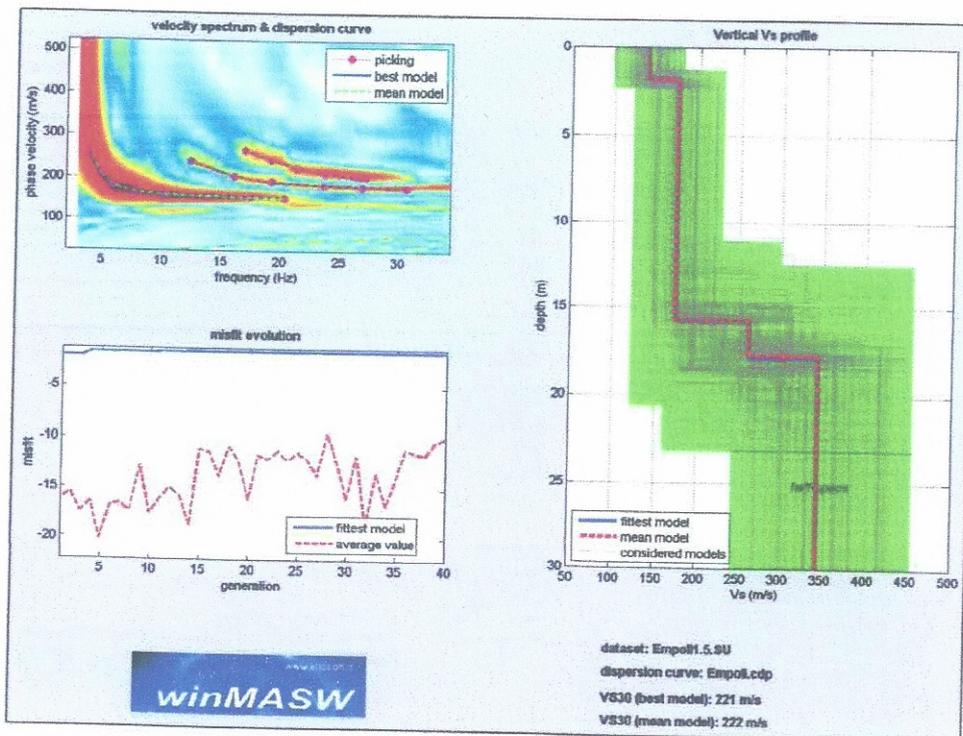


TAVOLA 4 – Sezione sismostratigrafica e tomografica



Dati di campagna (a sinistra), spettro di velocità calcolato (a destra)



Risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi di dati MASW. In alto a sinistra: spettro osservato, curve di dispersione "piccate" e curve del modello individuato dall'inversione. Sulla destra il profilo verticale Vs identificato (vedi anche Tabella 1). In basso a sinistra l'evolversi del modello al passare delle "generazioni" (l'algoritmo utilizzato per l'inversione delle curve di dispersione appartiene alla classe degli Algoritmi Genetici – Dal Moro et al., 2007)

TAVOLA 5 – Dati acquisiti e risultati elaborazione



GEOSERVIZI S.N.C. di Cosco e Spadaro

Via E. Calabresi - 56121 Montacchiello (PI)

Cell. 339-1344492

geoservizipisa@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA

ELABORAZIONE NUMERICA DEI RISULTATI

Committente: H.S. INGEGNERIA
 Località: EMPOLI
 Cantiere: PONTORME
 Data: 13/7/20
 N. prove: 2

Caratteristiche del sistema

Penetrometro statico TG 73 200KN Pagani
 Punta meccanica tipo "Begemann"
 Diametro = 35,7 mm; Angolo di apertura = 60°
 Ap=10 cm²; At=20 cm²; Am=150 cm²
 Velocità di avanzamento = 2 cm/sec
 peso aste interne: 0,130 Kg
 passo di lettura: 20 cm

LEGENDA

#####	aot	argilla organica e/o torba	Qc	Resistenza alla Punta (Kg/cmq)
=====	a	argilla	Fs	Attrito laterale unitario (Kg/cmq)
====~	al	argilla limosa	Qc/Fs	Rapporto Begemann
~~~~~	l	limo	Rt	Spinta totale (rivest.+punta)
~.~.~.~.~	sl	sabbia e limo	$\gamma$	Peso di volume
..	ss	sabbia sciolta	$\sigma'_{vo}$	Pressione verticale efficace
..	sm	sabbia mediamente addensata	$\phi$	Angolo di attrito interno
..	sdg	sabbia densa e/o ghiaia	Dr	Densità relativa
*****	rip	riporto	Cu	Coesione non drenata
			$m_v$	Coeff. di compressibilità volum.

# TABELLA DATI DI CAMPAGNA

 <p><b>GEOSERVIZI snc</b> Via S. Calabrese- Loc. Montacchiello Ospedaletto (PI) C.F./RIVA 01121470502</p>		prove totali: 2 Prova numero: 1 Committente: H.S. INGEGNERIA Località: EMPOLI Cantiere: PONTORME Data: 13/7/20	
certificato num: 98/2020		profondità massima: 10 quota falda: 3,3 quota piano campagna:	
PROF.	punta	punta+manicotto	Rt
0,2			109
0,4			91
0,6	100	113	183
0,8	90	121	204
1	84	137	183
1,2	44	105	150
1,4	33	55	132
1,6	31	72	102
1,8	21	58	74
2	14	44	56
2,2	11	28	39
2,4	11	25	34
2,6	9	19	29
2,8	6	15	26
3	6	13	26
3,2	6	13	32
3,4	7	16	32
3,6	6	12	37
3,8	7	14	38
4	5	12	39
4,2	5	11	39
4,4	4	10	47
4,6	14	16	56
4,8	17	23	65
5	16	28	71
5,2	18	25	57
5,4	6	20	58
5,6	5	11	51
5,8	5	11	57
6	12	19	65
6,2	11	24	67
6,4	9	24	71
6,6	10	22	78
6,8	8	28	80
7	5	17	84
7,2	4	11	85
7,4	4	9	87
7,6	3	8	90
7,8	4	9	93
8	6	11	98
8,2	6	14	100
8,4	5	11	100
8,6	5	11	99
8,8	5	11	98
9	5	13	99
9,2	5	13	99
9,4	5	11	100
9,6	5	13	104
9,8	13	15	105
10	11	14	106



**GEOSERVIZI S. N. C.**  
di Cosco e Spadaro  
Via E. Calabresi - 56121 Montacchiello (PI)  
Cell. 339-1344492  
geoservizipisa@gmail.com

Prova numero: 1

Data: 13/7/20

Committente: H.S. INGEGNERIA

Località: EMPOLI

Cantiere: PONTORME

Profondità massima: 10,0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: 3,3 m dal p.c.

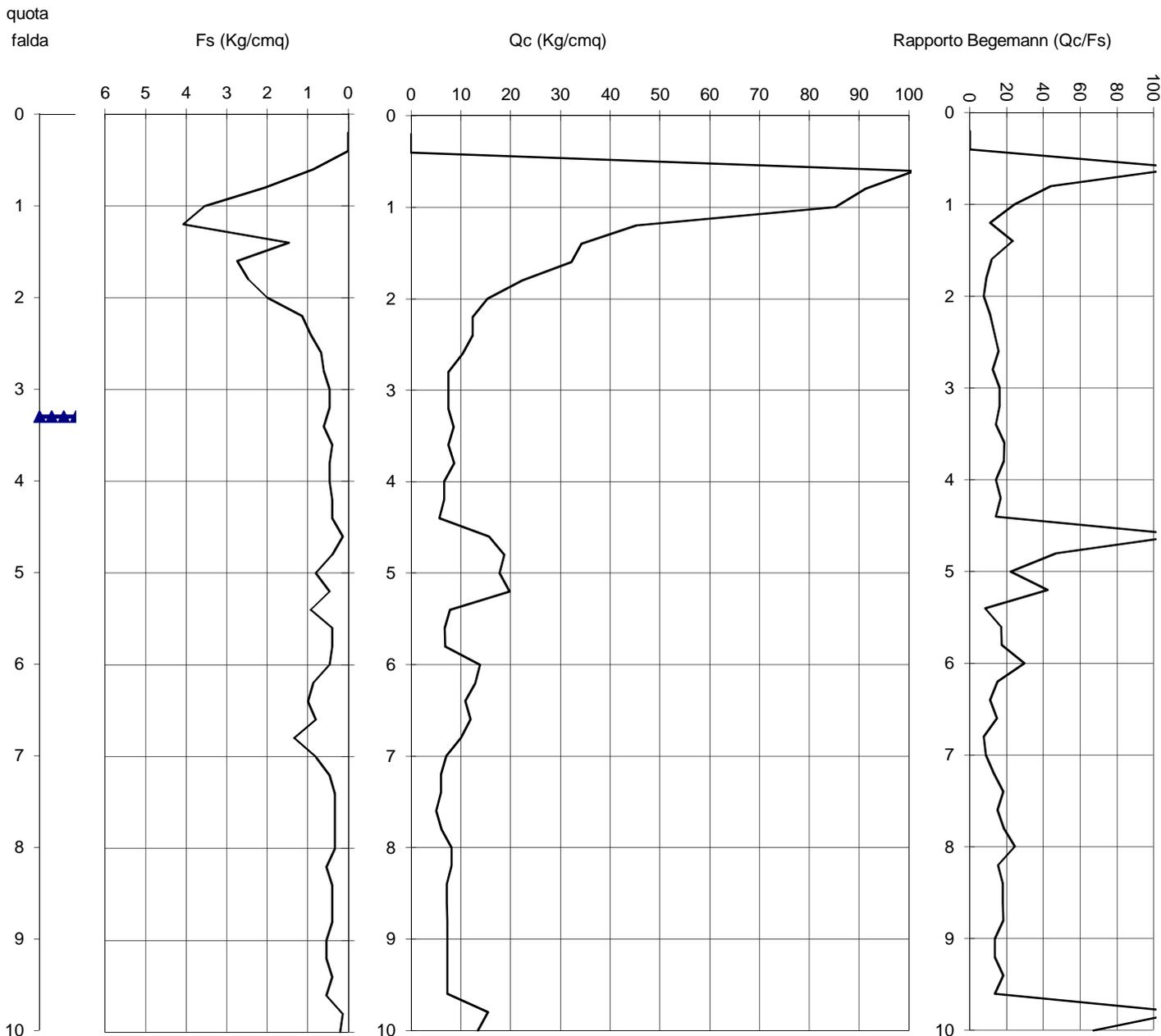
Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	parametri geotecnici stimati						Colonna stratig.	lito_ logia
					$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{vo}$ [Kg/cmq]	$\phi$ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	mv [cmq/t]		
0,2				1101	1,80	0,04	-	-	-	-	non ril.	
0,4				921	1,80	0,07	-	-	-	-	non ril.	
0,6	101,1	0,87	117	1841	2,10	0,11	45	100	-	3,3		sdg
0,8	91,3	2,07	44	2053	2,06	0,16	33	-	-	3,7		sl
1	85,3	3,53	24	1843	2,07	0,20	-	-	3,40	4,7		al
1,2	45,3	4,07	11	1513	1,98	0,24	-	-	1,80	8,8		a
1,4	34,3	1,47	23	1333	1,95	0,28	-	-	1,36	11,7		al
1,6	32,3	2,73	12	1033	1,95	0,31	-	-	1,28	12,4		a
1,8	22,4	2,47	9	754	1,93	0,35	-	-	0,88	16,5		a
2	15,4	2,00	8	574	1,58	0,38	-	-	0,60	24,1		aot
2,2	12,4	1,13	11	404	1,55	0,42	-	-	0,48	29,9		aot
2,4	12,4	0,93	13	354	1,55	0,45	-	-	0,48	29,9		aot
2,6	10,4	0,67	16	304	1,90	0,48	-	-	0,40	22,9		a
2,8	7,5	0,60	13	275	1,51	0,51	-	-	0,28	44,0		aot
3	7,5	0,47	16	275	1,51	0,54	-	-	0,28	44,0		aot
3,2	7,5	0,47	16	335	1,51	0,57	-	-	0,28	44,0		aot
3,4	8,5	0,60	14	335	1,52	0,59	-	-	0,32	40,6		aot
3,6	7,5	0,40	19	385	1,78	0,60	-	-	0,28	28,2		a
3,8	8,7	0,47	19	397	1,83	0,62	-	-	0,32	25,6		a
4	6,7	0,47	14	407	1,50	0,63	-	-	0,24	48,0		aot
4,2	6,7	0,40	17	407	1,50	0,64	-	-	0,24	48,0		aot
4,4	5,7	0,40	14	487	1,49	0,65	-	-	0,20	54,2		aot
4,6	15,7	0,13	117	577	1,68	0,66	29	14	-	21,3		ss
4,8	18,8	0,40	47	668	1,69	0,67	-	-	0,72	16,7		l
5	17,8	0,80	22	728	1,92	0,69	-	-	0,68	19,4		a
5,2	19,8	0,47	42	588	1,70	0,71	-	-	0,76	16,7		l
5,4	7,8	0,93	8	598	1,51	0,72	-	-	0,28	43,0		aot
5,6	6,8	0,40	17	528	1,74	0,73	-	-	0,24	30,4		a
5,8	6,9	0,40	17	589	1,75	0,75	-	-	0,25	30,0		a
6	13,9	0,47	30	669	1,91	0,76	-	-	0,53	20,1		al
6,2	12,9	0,87	15	689	1,91	0,78	-	-	0,49	20,6		a
6,4	10,9	1,00	11	729	1,54	0,79	-	-	0,40	33,9		aot
6,6	11,9	0,80	15	799	1,90	0,81	-	-	0,44	21,3		a
6,8	10,0	1,33	8	820	1,53	0,82	-	-	0,37	36,9		aot
7	7,0	0,80	9	860	1,50	0,83	-	-	0,25	46,0		aot
7,2	6,0	0,47	13	870	1,49	0,84	-	-	0,21	51,5		aot
7,4	6,0	0,33	18	890	1,70	0,86	-	-	0,21	33,2		a
7,6	5,0	0,33	15	920	1,48	0,87	-	-	0,17	59,3		aot
7,8	6,2	0,33	19	952	1,71	0,88	-	-	0,21	32,7		a
8	8,2	0,33	25	1002	1,81	0,90	-	-	0,29	26,6		a
8,2	8,2	0,53	15	1022	1,51	0,91	-	-	0,29	41,7		aot
8,4	7,2	0,40	18	1022	1,76	0,92	-	-	0,25	29,2		a
8,6	7,2	0,40	18	1012	1,76	0,94	-	-	0,25	29,2		a
8,8	7,3	0,40	18	1003	1,77	0,95	-	-	0,25	28,8		a
9	7,3	0,53	14	1013	1,50	0,96	-	-	0,25	44,9		aot
9,2	7,3	0,53	14	1013	1,50	0,97	-	-	0,25	44,9		aot
9,4	7,3	0,40	18	1023	1,77	0,99	-	-	0,25	28,8		a
9,6	7,3	0,53	14	1063	1,50	1,00	-	-	0,25	44,9		aot
9,8	15,4	0,13	116	1074	1,68	1,01	28	4	-	21,6		ss
10	13,4	0,20	67	1084	1,67	1,02	28	2	-	24,8		ss



GEOSERVIZI S. N. C.  
di Cosco e Spadaro  
Via E. Calabresi - 56121 Montacchiello(PI)  
Cell. 339-1344492

Prova numero 1  
Committente H.S. INGEGNERIA  
Località EMPOLI  
Cantiere PONTORME  
Data 13/7/20

Profondità massima (m): 10  
Quota falda (m dal p.c.): 3,3



PENETROMETRO STATICO: TG 73 200 KN PAGANI

# TABELLA DATI DI CAMPAGNA

 <p><b>GEOSERVIZI snc</b> Via S. Calabrese - Loc. Montacchiello Ospedaletto (PI) C.F./RIVA 01121470502</p>		prove totali: 2 Prova numero: 2 Committente: H.S. INGEGNERIA Località: EMPOLI Cantiere: PONTORME Data: 13/7/20	
certificato num: 99/2020		profondità massima: 10 quota falda: quota piano campagna:	
PROF.	punta	punta+manicotto	Rt
0,2			56
0,4			63
0,6	56	70	95
0,8	86	111	150
1	67	104	157
1,2	51	101	171
1,4	52	110	138
1,6	41	86	122
1,8	32	74	94
2	21	60	80
2,2	15	34	58
2,4	12	36	40
2,6	8	17	23
2,8	7	18	18
3	5	11	17
3,2	3	7	16
3,4	4	8	17
3,6	7	12	21
3,8	6	11	24
4	11	16	27
4,2	8	16	30
4,4	7	17	33
4,6	7	15	39
4,8	10	16	34
5	4	13	35
5,2	5	10	34
5,4	6	11	36
5,6	5	10	40
5,8	5	11	42
6	5	11	45
6,2	5	11	46
6,4	5	11	47
6,6	4	10	51
6,8	6	11	55
7	7	14	57
7,2	7	14	62
7,4	9	18	68
7,6	19	22	78
7,8	8	17	71
8	6	13	82
8,2	4	11	85
8,4	23	29	104
8,6	24	30	120
8,8	20	23	112
9	13	19	117
9,2	13	16	101
9,4	20	25	106
9,6	22	31	112
9,8	33	48	115
10	32	48	117



**GEOSERVIZI S. N. C.**  
 di Cosco e Spadaro  
 Via E. Calabresi - 56121 Montacchiello (PI)  
 Cell. 339-1344492  
 geoservizipisa@gmail.com

Prova numero: 2

Data: 13/7/20

Committente: H.S. INGEGNERIA

Località: EMPOLI

Cantiere: PONTORME

Profondità massima: 10,0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: m dal p.c.

**parametri geotecnici stimati**

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{vo}$ [Kg/cmq]	$\phi$ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	m _v [cmq/t]	Colonna stratig.	lito_ logia
0,2				571	1,80	0,04	-	-	-	-	non ril.	
0,4				641	1,80	0,07	-	-	-	-	non ril.	
0,6	57,1	0,93	61	961	1,89	0,11	44	99	-	5,8		sm
0,8	87,3	1,67	52	1513	2,04	0,15	44	100	-	3,8		sm
1	68,3	2,47	28	1583	1,94	0,19	32	-	-	4,9		sl
1,2	52,3	3,33	16	1723	1,99	0,23	-	-	2,08	7,7		a
1,4	53,3	3,87	14	1393	2,00	0,27	-	-	2,12	7,5		a
1,6	42,3	3,00	14	1233	1,97	0,31	-	-	1,68	9,5		a
1,8	33,4	2,80	12	954	1,95	0,35	-	-	1,32	12,0		a
2	22,4	2,60	9	814	1,93	0,39	-	-	0,88	16,5		a
2,2	16,4	1,27	13	594	1,59	0,42	-	-	0,64	22,6	#####	aot
2,4	13,4	1,60	8	414	1,56	0,45	-	-	0,52	27,7	#####	aot
2,6	9,4	0,60	16	244	1,87	0,49	-	-	0,36	24,3		a
2,8	8,5	0,73	12	195	1,52	0,52	-	-	0,32	40,6	#####	aot
3	6,5	0,40	16	185	1,50	0,55	-	-	0,24	48,7	#####	aot
3,2	4,5	0,27	17	175	1,48	0,58	-	-	0,16	64,8	#####	aot
3,4	5,5	0,27	21	185	1,68	0,61	-	-	0,20	35,7		a
3,6	8,5	0,33	26	225	1,83	0,65	-	-	0,31	25,8		a
3,8	7,7	0,33	23	257	1,78	0,68	-	-	0,28	27,8		a
4	12,7	0,33	38	287	1,66	0,72	-	-	0,48	19,3	~~~~~	l
4,2	9,7	0,53	18	317	1,88	0,75	-	-	0,36	23,9		a
4,4	8,7	0,67	13	347	1,52	0,78	-	-	0,31	40,2	#####	aot
4,6	8,7	0,53	16	407	1,83	0,82	-	-	0,31	25,6		a
4,8	11,8	0,40	29	358	1,90	0,86	-	-	0,44	21,4	====~	al
5	5,8	0,60	10	368	1,49	0,89	-	-	0,20	53,3	#####	aot
5,2	6,8	0,33	20	358	1,74	0,92	-	-	0,23	30,4		a
5,4	7,8	0,33	23	378	1,79	0,96	-	-	0,27	27,5		a
5,6	6,8	0,33	20	418	1,74	0,99	-	-	0,23	30,4		a
5,8	6,9	0,40	17	439	1,75	1,03	-	-	0,24	30,0		a
6	6,9	0,40	17	469	1,75	1,06	-	-	0,23	30,0		a
6,2	6,9	0,40	17	479	1,75	1,10	-	-	0,23	30,0		a
6,4	6,9	0,40	17	489	1,75	1,13	-	-	0,23	30,0		a
6,6	5,9	0,40	15	529	1,49	1,16	-	-	0,19	52,4	#####	aot
6,8	8,0	0,33	24	570	1,80	1,20	-	-	0,27	26,9		a
7	9,0	0,47	19	590	1,85	1,24	-	-	0,31	24,9		a
7,2	9,0	0,47	19	640	1,85	1,27	-	-	0,31	24,9		a
7,4	11,0	0,60	18	700	1,90	1,31	-	-	0,39	22,1		a
7,6	21,0	0,20	105	800	1,71	1,34	28	8	-	15,8		sm
7,8	10,2	0,60	17	732	1,90	1,38	-	-	0,35	23,1		a
8	8,2	0,47	18	842	1,81	1,42	-	-	0,27	26,6		a
8,2	6,2	0,47	13	872	1,49	1,45	-	-	0,19	50,7	#####	aot
8,4	25,2	0,40	63	1062	1,73	1,48	28	12	-	13,2		sm
8,6	26,2	0,40	65	1222	1,73	1,52	28	13	-	12,7		sm
8,8	22,3	0,20	112	1143	1,71	1,55	28	7	-	14,9		sm
9	15,3	0,40	38	1193	1,68	1,59	-	-	0,55	17,6	~~~~~	l
9,2	15,3	0,20	77	1033	1,68	1,62	28	2	-	21,8		ss
9,4	22,3	0,33	67	1083	1,71	1,65	28	6	-	14,9		sm
9,6	24,3	0,60	41	1143	1,72	1,69	28	-	-	13,7		sl
9,8	35,4	1,00	35	1174	1,78	1,72	29	-	-	9,4		sl
10	34,4	1,07	32	1194	1,77	1,76	29	-	-	9,7		sl

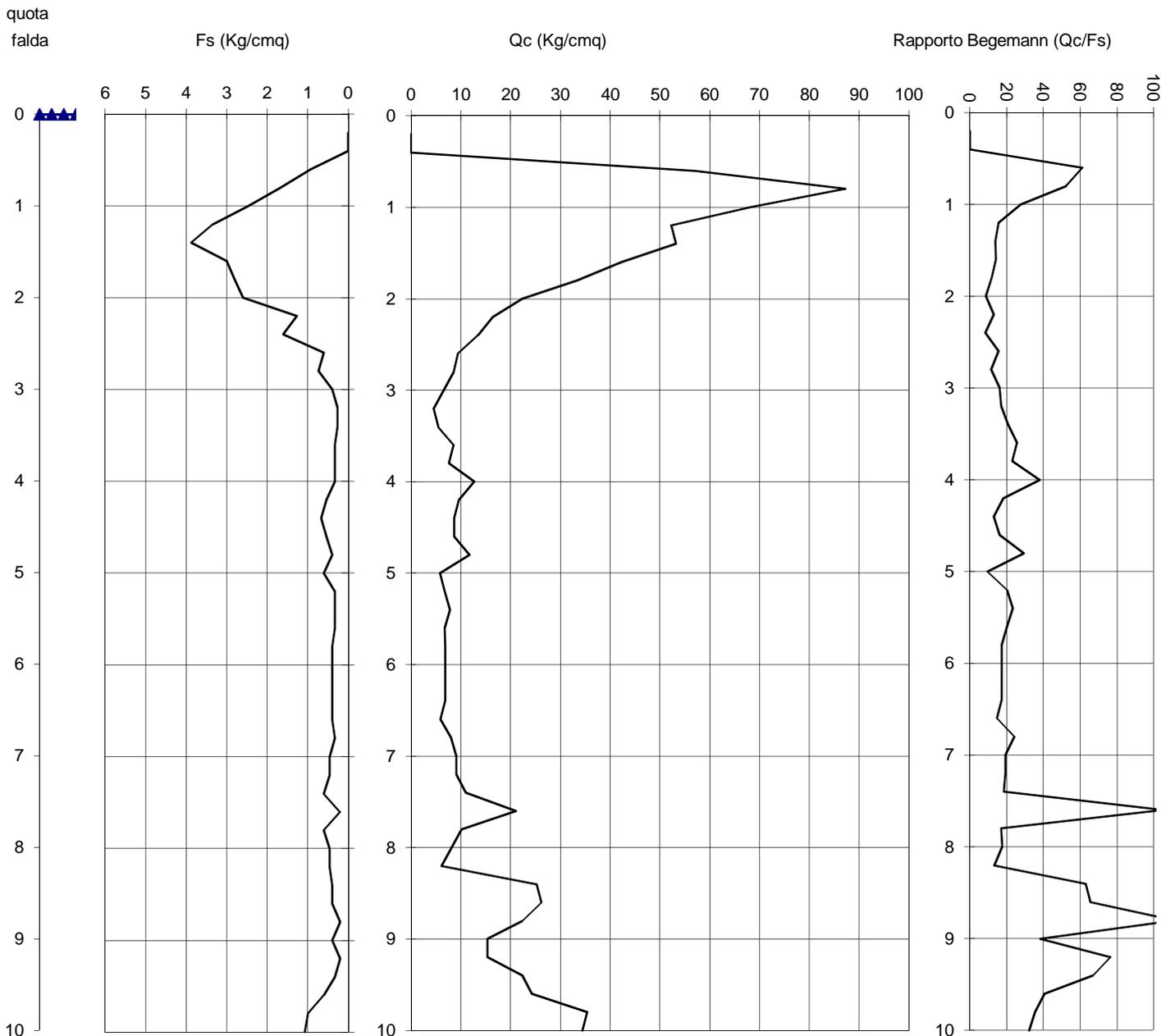


GEOSERVIZI S. N. C.  
di Cosco e Spadaro  
Via E. Calabresi - 56121 Montacchiello(PI)  
Cell. 339-1344492

Prova numero 2  
Committente H.S. INGEGNERIA  
Località EMPOLI  
Cantiere PONTORME  
Data 13/7/20

Profondità massima (m): 10

Quota falda (m dal p.c.):



PENETROMETRO STATICO: TG 73 200 KN PAGANI



**IGETECMA s.n.c.**

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

## Certificati di Prova n. 1093-1094/2020

Montelupo Fiorentino, li 28/08/2020

SETTORE: meccanica delle terre

V.A. n. 128/20 del 13/07/20

COMMITTENTE: H.S. Ingegneria s.r.l.

LOCALITA': Pontorme, Empoli

DATA ESECUZIONE PROVE: 23/07/20 - 20/08/20

CAMPIONI:

C1 profondità 2.5 m

### Prove eseguite

- 1 - Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)
- 2 - Peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2)
- 3 - Prova edometrica a gradini di carico costante (UNI CEN ISO/TS 17892-5)
- 4 - Prova di taglio diretto (UNI CEN ISO/TS 17892-10)

Lo sperimentatore

Geol. Lorenza Gambassi



Il direttore del Laboratorio

Geol. Michele Caloni



**CERTIFICATO DI PROVA N.1093/2020**

**CAMPIONE C1** profondità 2.5 m

COMMITTENTE: H.S. Ingegneria s.r.l.

LOCALITA': Pontorme, Empoli

Montelupo Fiorentino, li 28/08/2020

V.A. n. 128/20 del 13/07/20

Data apertura campione: 23/07/20

**Descrizione del campione**

Campione indisturbato prelevato con campionatore Shelby di diametro di 88.9 mm da sondaggio eseguito a rotazione a carotaggio continuo

0 - 45 cm: limo sabbioso argilloso con spalmature di ferro / manganese, mediamente consistente colore giallo oliva

prove eseguite: umidità naturale, peso di volume, edometria e taglio



Classe e grado di qualità (sec. A.G.I.)

Campione indisturbato Q-5

Lo sperimentatore  
Geol. Lorenza Gambassi



Il direttore del Laboratorio  
Geol. Michele Caloni



**CERTIFICATO DI PROVA N.1093/2020**

<b>CAMPIONE C1</b> profondità 2.5 m	Montelupo Fiorentino, li 28/08/2020
COMMITTENTE: H.S. Ingegneria s.r.l.	V.A. n. 128/20 del 13/07/20
LOCALITA': Pontorme, Empoli	Data prova: 23/07/20 - 20/08/20

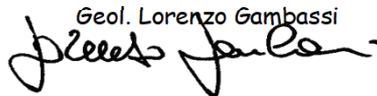
Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Prova edometrica a gradini di carico costante (UNI CEN ISO/TS 17892-5)

	Iniziale	Finale
Altezza (mm)	19.921	18.185
Volume (cmc)	40.240	36.733
Peso di volume naturale (kN/m ³ )	19.3	20.3
Peso di volume secco (kN/m ³ )	15.3	16.8
Contenuto d'acqua (%)	26.20	21.25

Pressione (kPa)	Cedimento (%)	Mv (m ² /kN)
6.1	0.000	--
12.1	0.050	0.0000827
24.3	0.138	0.0000724
48.6	0.582	0.0001830
97.1	1.709	0.0002321
194.2	3.268	0.0001605
388.4	5.291	0.0001042
776.8	8.029	0.0000705
1553.6	11.566	0.0000455
388.4	10.981	0.0000050
97.1	9.912	0.0000367
24.3	8.714	0.0001644

Lo sperimentatore  
Geol. Lorenzo Gambassi  




Il direttore del Laboratorio  
Geol. Michele Caloni  




**CERTIFICATO DI PROVA N.1093/2020**

**CAMPIONE C1** profondità 2.5 m

COMMITTENTE: H.S. Ingegneria s.r.l.

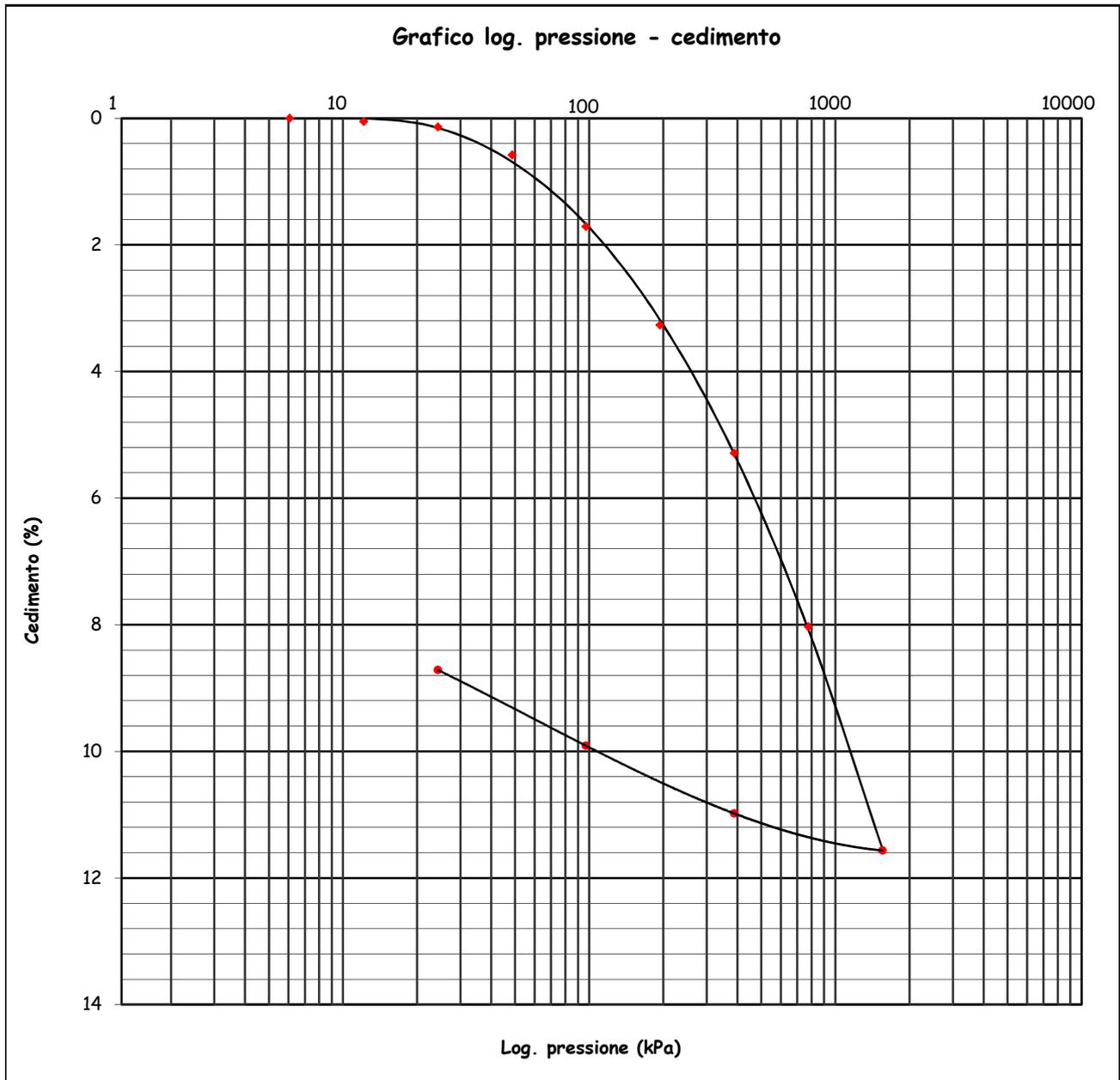
LOCALITA': Pontorme, Empoli

Montelupo Fiorentino, li 28/08/2020

V.A. n. 128/20 del 13/07/20

Data prova: 23/07/20 - 20/08/20

Prova edometrica a gradini di carico costante (UNI CEN ISO/TS 17892-5)



Lo sperimentatore

Geol. Lorenzo Gambassi



Il direttore del Laboratorio

Geol. Michele Caloni

**CERTIFICATO DI PROVA N.1093/2020**

<b>CAMPIONE C1</b> profondità 2.5 m	Montelupo Fiorentino, li 28/08/2020
COMMITTENTE: H.S. Ingegneria s.r.l.	V.A. n. 128/20 del 13/07/20
LOCALITA': Pontorme, Empoli	Data prova: 23/07/20 - 20/08/20

**Prova edometrica a gradini di carico costante (UNI CEN ISO/TS 17892-5)****Cedimento in funzione del tempo**

carico da 24.3 a 48.6 kPa		carico da 48.6 a 97.1 kPa	
tempo (minuti)	Cedimento (10 ⁻³ mm)	tempo (minuti)	Cedimento (10 ⁻³ mm)
0.10	92.00	0.10	239.00
0.13	94.00	0.13	243.00
0.17	95.00	0.17	248.00
0.20	96.00	0.20	251.00
0.25	99.00	0.25	255.00
0.33	101.00	0.33	261.00
0.50	105.00	0.50	270.00
0.75	109.00	0.75	282.00
1.00	112.00	1.00	291.00
1.50	117.00	1.50	307.00
2.00	121.00	2.00	319.00
3.00	127.00	3.00	335.00
4.00	129.00	4.00	346.00
6.00	134.00	6.00	360.00
8.00	138.00	8.00	370.00
11.50	141.00	11.50	378.00
15.00	144.00	15.00	384.00
22.50	147.00	22.50	390.00
30.00	150.00	30.00	394.00
45.00	152.00	45.00	400.00
60.00	154.00	60.00	403.00
90.00	156.00	90.00	408.00
120.00	158.00	120.00	411.00
180.00	161.00	180.00	416.00
240.00	164.00	240.00	419.00
360.00	167.00	360.00	425.00
480.00	171.00	480.00	429.00
720.00	174.00	720.00	432.00
960.00	174.00	960.00	433.00
1200.00	175.00	1200.00	434.00
1410.00	176.00	1410.00	435.00

Lo sperimentatore

Geol. Lorenzo Gambassi



Il direttore del Laboratorio

Geol. Michele Caloni



**CERTIFICATO DI PROVA N.1093/2020**

**CAMPIONE C1** profondità 2.5 m

COMMITTENTE: H.S. Ingegneria s.r.l.

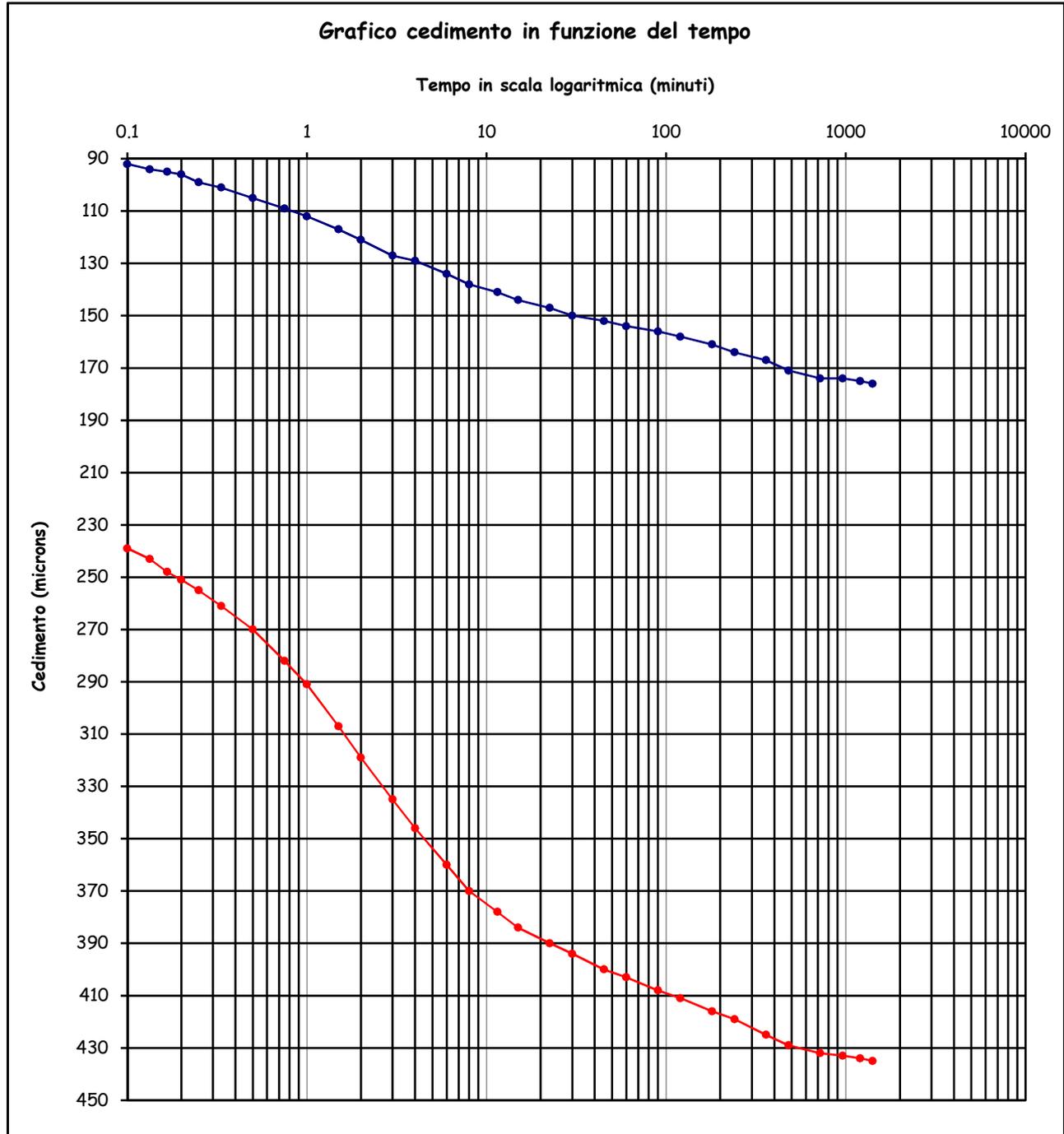
LOCALITA': Pontorme, Empoli

Montelupo Fiorentino, li 28/08/2020

V.A. n. 128/20 del 13/07/20

Data prova: 23/07/20 - 20/08/20

**Prova edometrica a gradini di carico costante (UNI CEN ISO/TS 17892-5)**



Lo sperimentatore

Geol. Lorenzo Gambassi



Il direttore del Laboratorio

Geol. Michele Caloni



**CERTIFICATO DI PROVA N.1094/2020**

<b>CAMPIONE C1</b> profondità 2.5 m	Montelupo Fiorentino, li 28/08/2020
COMMITTENTE: H.S. Ingegneria s.r.l.	V.A. n. 128/20 del 13/07/20
LOCALITA': Pontorme, Empoli	Data prova: 23/07/20 - 03/08/20

Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Prova di taglio diretto (UNI CEN ISO/TS 17892-10)

	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Peso di volume naturale iniziale (kN/m ³ )	18.6	18.6	18.7
Peso di volume umido finale (kN/m ³ )	19.3	19.8	19.9
Peso di volume secco iniziale (kN/m ³ )	14.5	14.5	14.6
Peso di volume secco finale (kN/m ³ )	15.0	15.4	15.5
Contenuto d'acqua iniziale (%)	28.48	28.57	28.19
Contenuto d'acqua finale (%)	28.68	28.44	27.83
Velocità di deformazione (mm/min.)	0.0060	0.0060	0.0060
Sigma (kPa)	73.6	122.6	171.6
Tau a rottura (kPa)	49.1	77.6	107.5

Provino 1		Provino 2		Provino 3	
Scorrimento (mm)	Tau (kPa)	Scorrimento (mm)	Tau (kPa)	Scorrimento (mm)	Tau (kPa)
0.05	9.9	0.06	15.4	0.06	19.6
0.11	14.3	0.13	21.8	0.13	28.7
0.19	19.0	0.23	30.1	0.24	39.2
0.28	24.3	0.33	36.1	0.34	46.6
0.39	28.7	0.46	42.5	0.47	54.9
0.50	32.3	0.60	48.6	0.61	62.9
0.64	35.6	0.76	53.5	0.77	69.9
0.79	38.3	0.93	58.0	0.94	76.8
0.95	40.8	1.13	61.8	1.13	82.0
1.12	42.5	1.32	64.9	1.35	87.0
1.30	44.1	1.55	67.6	1.58	90.9
1.50	45.3	1.80	69.9	1.82	94.2
1.74	46.6	2.05	72.1	2.07	98.1
1.97	47.5	2.34	73.4	2.33	100.3
2.20	47.5	2.62	74.8	2.65	103.0
2.45	47.7	2.91	76.2	2.93	105.0
2.73	48.3	3.24	77.0	3.26	106.4
3.01	49.1	3.58	77.6	3.61	107.5
3.30	49.1	3.93	77.0	3.95	107.2
3.59	49.1	4.25	76.8	4.28	106.9
3.88	48.6	4.60	76.5	4.62	106.4

Lo sperimentatore  
Geol. Lorenzo Gambassi



Il direttore del Laboratorio  
Geol. Michele Caloni



**CERTIFICATO DI PROVA N.1094/2020**

**CAMPIONE C1** profondità 2.5 m

COMMITTENTE: H.S. Ingegneria s.r.l.

LOCALITA': Pontorme, Empoli

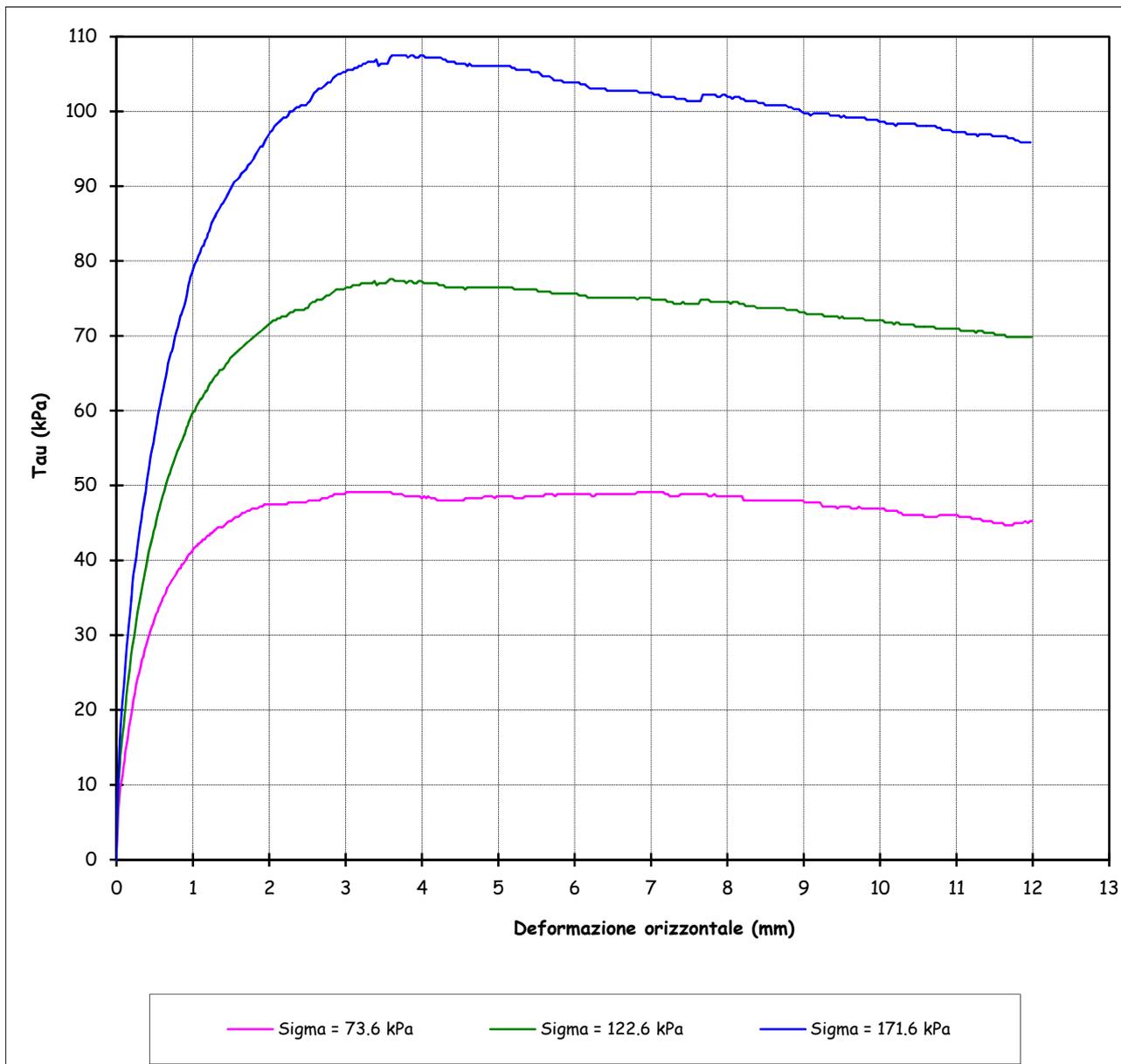
Montelupo Fiorentino, li 28/08/2020

V.A. n. 128/20 del 13/07/20

Data prova: 23/07/20 - 03/08/20

Prova di taglio diretto (UNI CEN ISO/TS 17892-10)

**Grafico deformazione orizzontale - Tau**



Lo sperimentatore  
Geol. Lorenzo Gambassi



Il direttore del Laboratorio  
Geol. Michele Caloni



**IGETECMA s.n.c.**

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

COMMITTENTE: H.S. Ingegneria s.r.l.

LOCALITA': Pontorme, Empoli

Montelupo Fiorentino, li 28/08/2020

V.A. n. 128/20 del 13/07/20

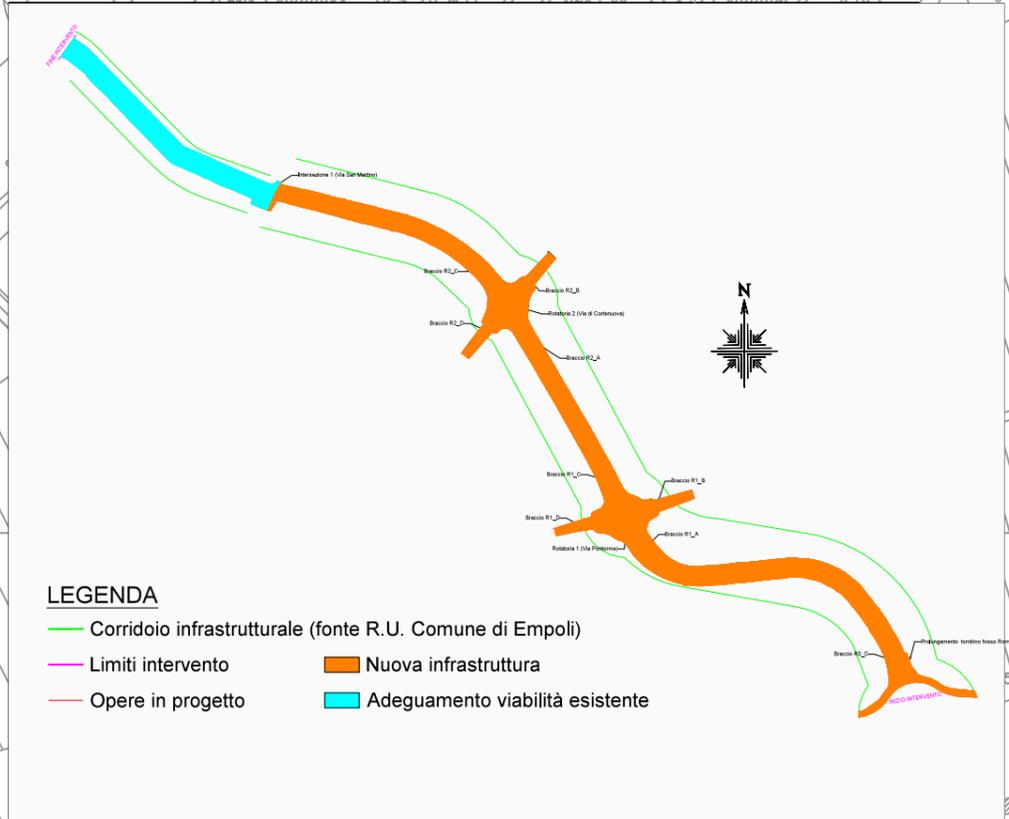
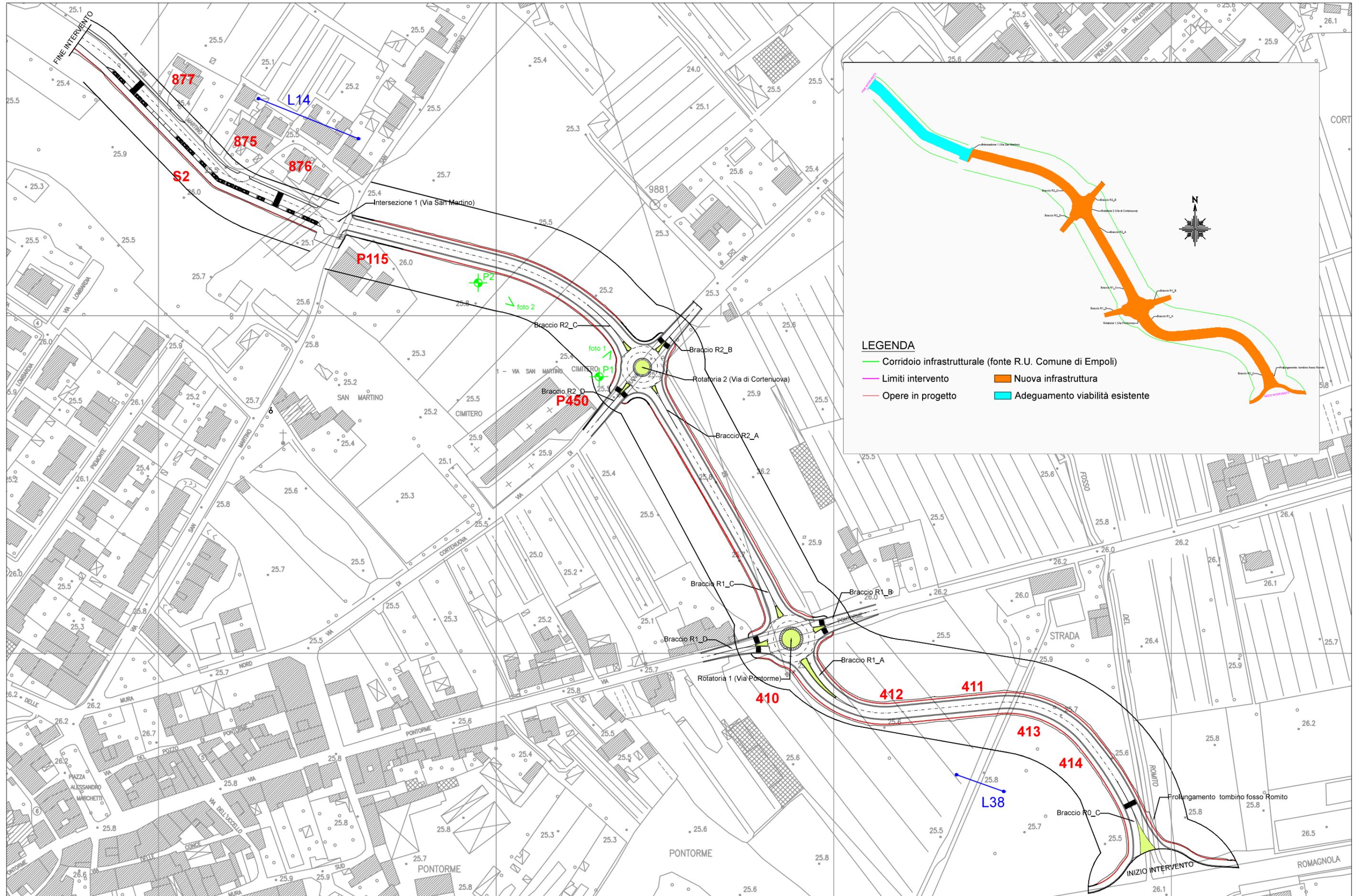
**Tabella riassuntiva Certificati di Prova n. 1093-1094/2020**

<b>CAMPIONE</b>	<b>C1</b>
Profondità metri	2.5
<b>Parametri fisici</b>	
Peso volume naturale (kN/m ³ )	18.8
Peso volume secco (kN/m ³ )	14.7
Contenuto d'acqua (%)	27.86
<b>Prova di taglio diretto</b>	
Coesione, C' (kPa)	5.1
Angolo di resistenza al taglio, $\phi'$ (°)	30.8
<b>Prova edometrica</b>	
Rapporto di ricomprensione, Rr	0.01801
Rapporto di compressione, Rc	0.10422
Rapporto di rigonfiamento, Rs	0.01882
Pressione di preconsolidazione, $\sigma'_{vmax}$ (kPa)	133
Cv (cm ² /sec)	3.092E-03
K (cm/sec)	3.786E-08
Cv (cm ² /sec)	2.487E-03
K (cm/sec)	4.178E-08

*Michèle Colaneri*



# PLANIMETRIA GENERALE CON UBICAZIONE DEI DATI DI BASE A DISPOSIZIONE E LE PROVE CPT ESEGUITE NEL LUGLIO 2020



P1 Prove penetrometriche eseguite nel luglio 2020

P115 Dati di base a disposizione

L38 Dati di base a disposizione

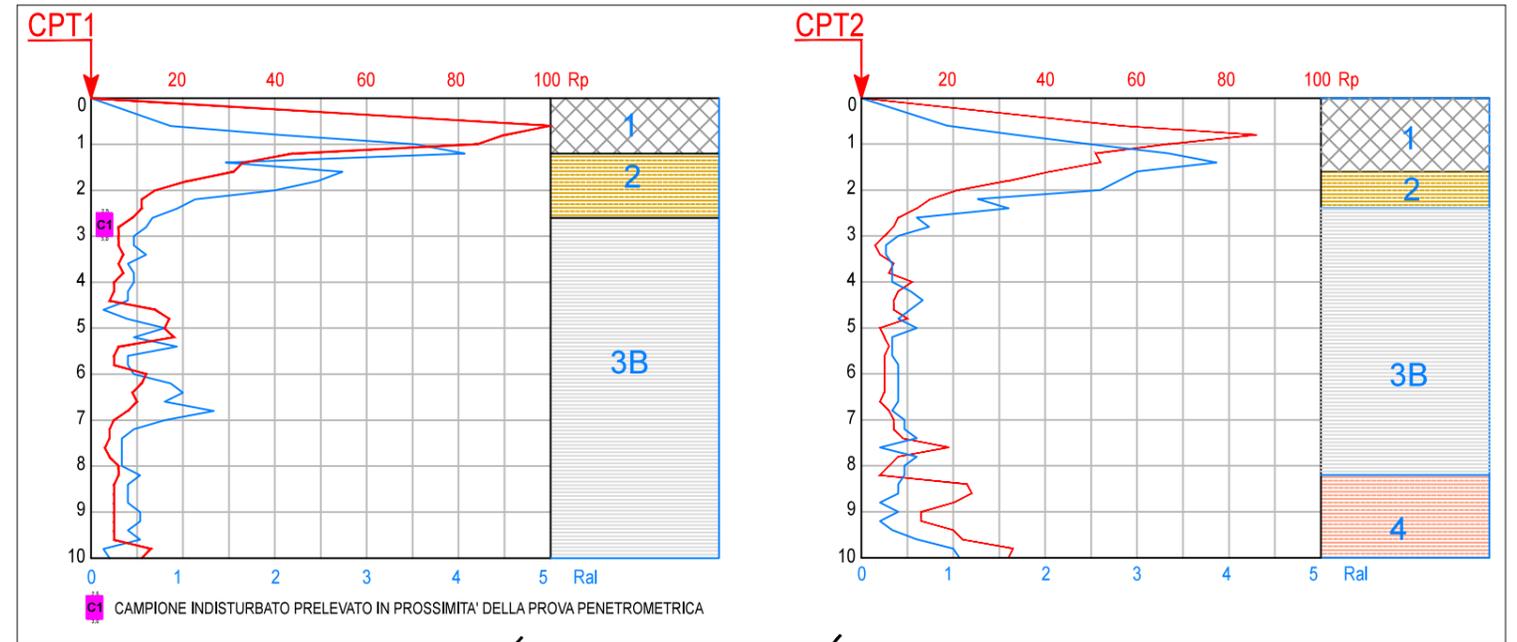
# SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA



foto 1

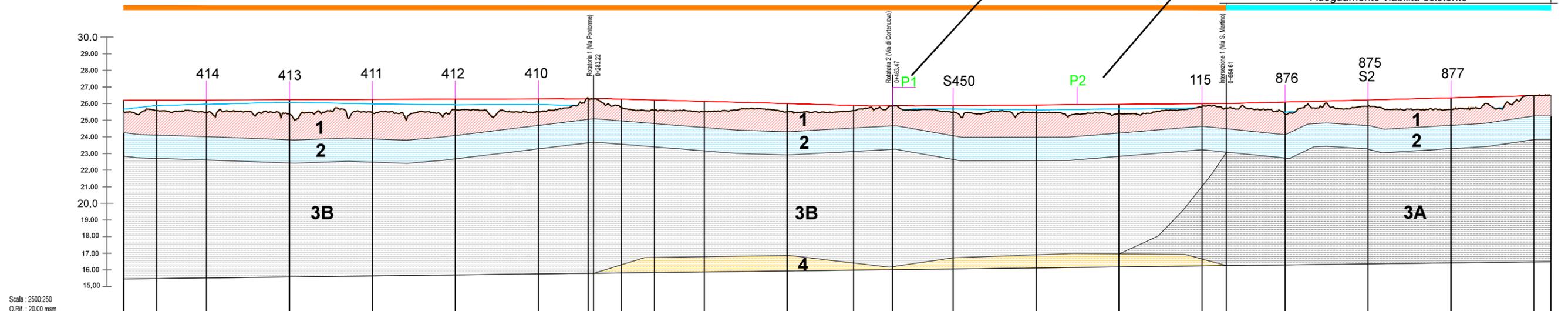


foto 2



Nuova infrastruttura

Adeguamento viabilità esistente



Scala : 2500/250  
Q.Rif. : 20.00 msm

NUMERO SEZIONE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20									
QUOTE TERRENO	25.56	25.41	25.38	25.43	25.53	25.51	26.31	25.66	25.53	25.52	25.58	25.87	25.50	25.45	25.39	25.84	25.33	25.65	25.66	25.46									
QUOTE PROGETTO	26.21	26.22	26.23	26.25	26.27	26.28	26.29	26.22	26.14	26.00	25.89	25.87	25.89	25.52	25.96	25.99	26.09	26.22	26.35	26.47									
QUOTE WSE	25.89	25.96	26.08	25.98	25.93	25.95	-	-	-	-	-	-	25.67	25.63	25.67	-	25.47	-	-	-									
DISTANZE PROGRESSIVE	0+000.0	0+050.0	0+100.0	0+150.0	0+200.0	0+250.0	0+280.0	0+320.0	0+350.0	0+400.0	0+440.0	0+463.3	0+500.0	0+550.0	0+600.0	0+650.0	0+700.0	0+750.0	0+800.0	0+850.0									
DISTANZE PARZIALI		50.00	50.00	50.00	50.00	30.05	39.95	30.00	50.00	40.00	23.29	36.71	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00									
RETTIFILI E CURVE	Rotatoria 0 Lrett=51.30m		Lcurv=73.96m R=61.87m		Lrett=61.33m		Lcurv=65.90m R=53.55m		Rotatoria 1 L=28.00m R=1009.91m			Lcurv=59.70m R=1009.91m		Lrett=84.53m		Rotatoria 2 Lcurv=88.98m R=137.28m		Lrett=106.84m		Lcurv=9.35m R=13.95m		Lrett=62.54m		Lcurv=2.43m R=6.29m		Lrett=14.82m		Lcurv=12.45m R=69.02m	
LIVELLETTE	L=265.42m i=+0.034%						L=29.00m i=+0.000%			L=154.00m i=-0.273%			L=28.00m i=+0.000%			L=188.00m i=+0.069%			L=195.79m i=+0.235%										

410 Prove a disposizione

P2 Prove CPT eseguire nelle presente indagine

1 Terreno essiccato

2 Limo sabbioso argilloso mediante consistente

3A Argilla limosa con media consistenza

3B Argilla limosa con bassa consistenza

4 Limo sabbioso mediamente addensato