



**Comune di Pontassieve** Città Metropolitana di Firenze

**PIANO ATTUATIVO PER INSEDIAMENTI PRODUTTIVI MANIFATTURIERI IN LOCALITA'  
LE SIECI R. U. - Utoe n. 3 - Ambito a progettazione unitaria: scheda S7 - "CASTELLARE"**

**EMISSIONE**

Maggio 2021

**REVISIONI**



**PROPRIETA':**

TOD'S S.p.A.  
Fernando BONAIUTI  
Iolanda BENDONI  
Otello BONAIUTI  
Rosetta PERONI

**OGGETTO (PIANO ATTUATIVO):**

SUPPORTO GEOLOGICO-TECNICO AL  
PIANO ATTUATIVO

**PROGETTISTI:**

*ing. Andrea Santini*  
*arch. Alessandro Astolfi*

*arch. Sabrina Coltrinari*

**ASPETTI GEOLOGICI E IDRAULICI:**

*dott. geol. Eros Aiello*  
*dott. geol. Gabriele Grandini*  
*ing. Tiziano Staiano*

**RILIEVO CELERIMETRICO:**

*geom. Gastone Bellini*

ELABORATO

**D**





Geingegneria, Consulenza Geotecnica, Geologica, Idrogeologica, Ambientale e di Pianificazione  
Territoriale

## COMUNE DI PONTASSIEVE

**Proprietà: Società TOD'S S.p.a.**

Via Filippo della Valle n. 1  
63013 Sant'Elpidio a Mare

***SUPPORTO GEOLOGICO – TECNICO al PIANO ATTUATIVO del  
COMPARTO  
“S7 - Castellare”  
per la realizzazione di insediamenti produttivi e manifatturieri  
in LOCALITA' Le SIECI***

Consulenti :

**Prof. Geol. Eros Aiello**

**Dott. Geol. Gabriele Grandini**

**Aprile 2021**

## INDICE

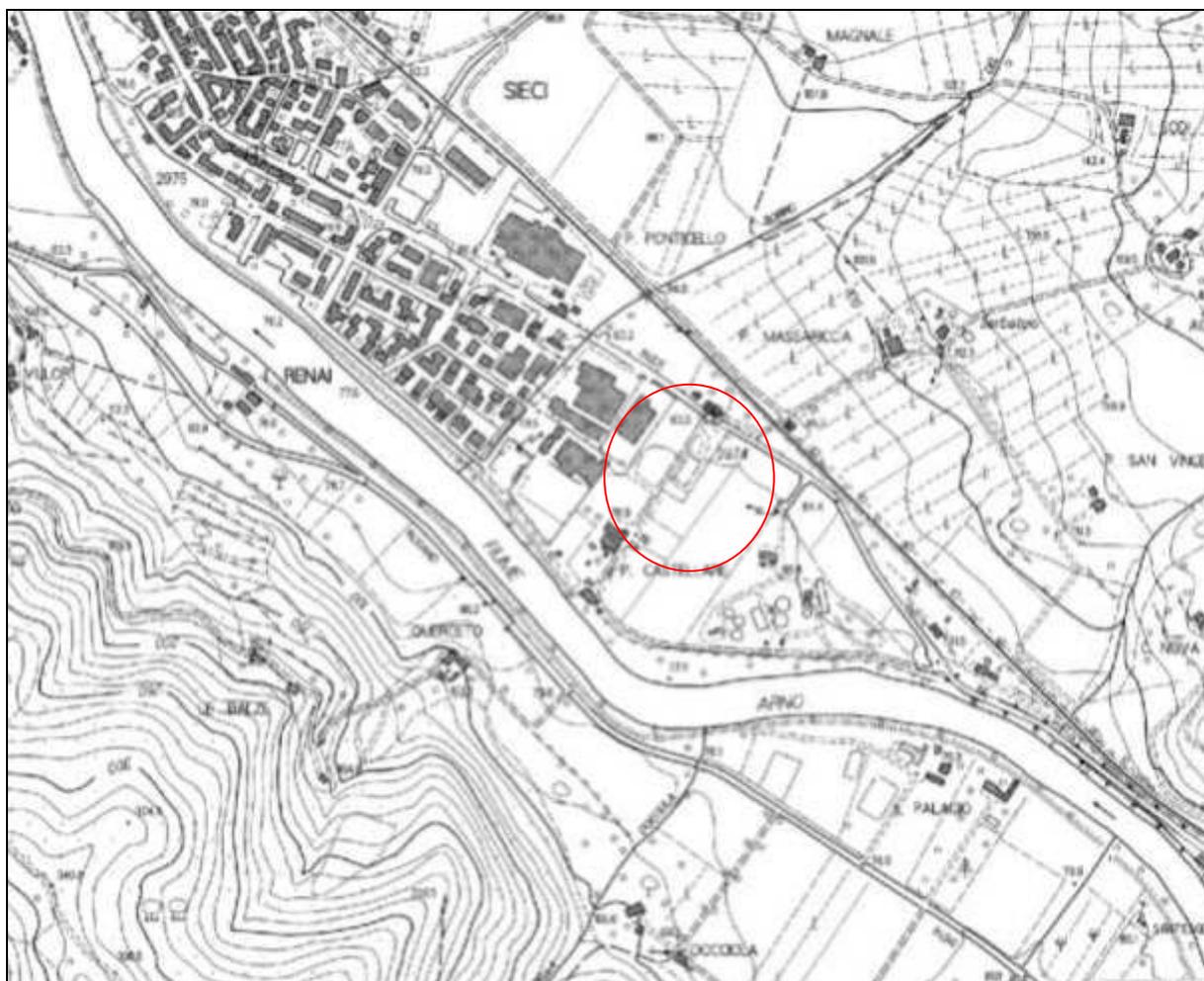
<b>PREMESSA e PROPOSTE PROGETTUALI</b> .....	3
<b>1. INTRODUZIONE AL SUPPORTO GEOLOGICO e SALVAGUARDIE di cui al VIGENTE S.U.</b> .....	10
<b>2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO</b> .....	19
2.1 <i>Stratigrafia e descrizione delle formazioni</i> .....	19
<b>3. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE</b> .....	22
<b>5. PERICOLOSITA' GEOLOGICA</b> .....	25
<b>6. CONSIDERAZIONI SUL RISCHIO IDRAULICO</b> .....	27
6.1 <i>Salvaguardie ed altri disposti normativi sovracomunali</i> .....	27
6.2 <i>Analisi storico inventariale dei trascorsi episodi di esondazione</i> .....	33
6.3 <i>Indicazioni desumibili dalla relazione idraulica dell'Ing. Tiziano Staiano (febbraio 2021)</i> .....	34
6.4 <i>Pericolosità idraulica del vigente strumento urbanistico</i> .....	35
<b>7. ASPETTI SISMICI E VALUTAZIONI SUL RISCHIO SISMICO</b> .....	38
7.1 <i>Rischio sismico</i> .....	39
7.2 <i>Pericolosità sismica di base e pericolosità sismica di sito</i> .....	45
7.3 <i>Suscettibilità dei terreni alla liquefazione</i> .....	50
7.4 <i>Pericolosità sismica (Reg. Reg. n. 5/R) e parametro "fa" da S.U. vigente</i> .....	56
<b>8. MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO (MGR) e MODELLO GEOTECNICO</b> .....	59
8.1 <i>Modello Geologico di riferimento</i> .....	59
8.2 <i>Modello Geotecnico</i> .....	59
<b>9. CRITERI di FATTIBILITA' per il PIANO ATTUATIVO</b> .....	68

## PREMESSA e PROPOSTE PROGETTUALI

L'area identificata come "S7 – Castellare" nel vigente Strumento Urbanistico del Comune di Pontassieve (3° regolamento urbanistico) è compresa tra gli attuali insediamenti artigianali ed il depuratore di Aschieto in località Le Sieci nel Comune di Pontassieve.

L'area è soggetta a trasformazione urbanistica da attuarsi mediante Piano Attuativo per la realizzazione di insediamenti produttivi e manifatturieri nell'area compresa fra la S.S. n. 67 Via Aretina e la sponda destra del Fiume Arno all'interno dell'UTOE n. 4.

Il perimetro del Piano ricomprende una superficie complessiva catastale di 27.690 mentre l'effettiva superficie risulta pari a 27.720 mq, all'interno di un lotto di forma sub rettangolare (con i lati più lunghi disposti in direzione nord est – sud ovest) delimitato sul margine settentrionale dalla S.S. n. 67 Via Aretina, da cui si diparte l'accesso da realizzarsi tramite una viabilità che si svilupperà, all'interno dell'ambito urbano, lungo gli insediamenti produttivi esistenti (sul margine occidentale) che conduce in direzione della sponda destra d'Arno ad un parcheggio.



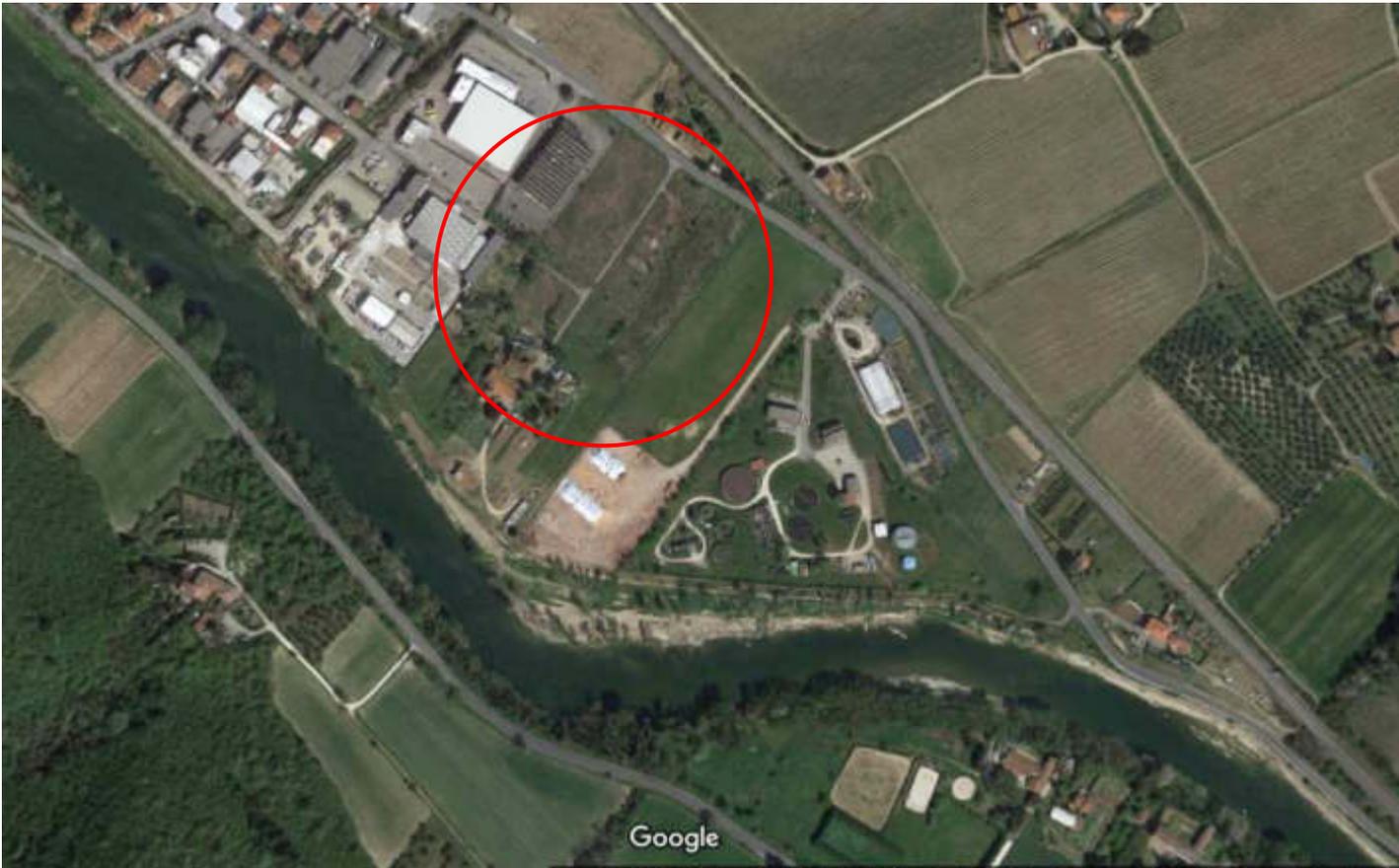
*Ubicazione dell'area in estratto cartografico CTR in scala 1:10.000*

Attualmente l'area, come si può vedere dalla veduta aerea non utilizzata ai fini agricoli, è completamente libera avendo provveduto a spostare l'attività di floricoltura nell'area compresa tra il depuratore di Aschieto e la S.S. n°67.

A sud in prossimità del nucleo colonico esistente si rileva la presenza, al contorno, di orti con elementi di degrado diffuso con manufatti vari dei quali si prevede la demolizione.

Il comparto che costituisce l'area di trasformazione per attività produttiva, nel Regolamento Urbanistico n. 3, comprende tutte le zone sopra richiamate e si attesta a monte sulla S.S. 67 Via Aretina e a valle (verso la sponda destra del F. Arno) lambisce il nucleo colonico esistente, mentre ad ovest corre lungo il confine degli attuali insediamenti artigianali e commerciali e ad est è delimitato da un fosso campestre.

La morfologia pianeggiante non richiede particolari e complessi movimenti di terra per il rispetto di alcuni vincoli fisici rappresentati dalla attuale quota della strada statale S.S. 67 e da quella delle pertinenze del nucleo colonico esistente.



*Individuazione dell'area S7 – Castellare da veduta aerea*

Catastalmente l'area è censita al foglio 94 del comune di Pontassieve con una superficie di 27.303 mq di cui 24.483 mq di proprietà TOD'S S.p.a. e 2.820 mq di proprietà Fernando Bonaiuti, Iolanda Bondoni, Otello Bonaiuti e Rosetta Peroni come risulta dall'estratto planimetrico qui di seguito riportato.



Proprietà - TOD'S S.p.A. (89,67%)

Foglio	Particella	Superficie (mq.)
94	55	4.970
94	56	6.050
94	653	2.150
94	652	230
94	692	2.180
94	708	5.000
94	726	1.940
94	727	130
94	834	1.823
94	658 sub 507	10
<b>TOTALE</b>		<b>24.483 mq.</b>

Proprietà - Fernando Bonaiuti, Iolanda Bendoni, Oteilo Bonaiuti, Rosetta Peroni (10,32%)

Foglio	Particella	Superficie (mq.)
94	691	2.400
94	844	420
<b>TOTALE</b>		<b>2.820 mq.</b>

**Estratto catastale con indicate le proprietà**

L'intervento di trasformazione nella AT 08.23 Muricce 2 riguarda un'area attualmente occupata da un insediamento produttivo la cui attività è in fase di dismissione. L'area ricade in un ambito più ampio che necessita di un complessivo intervento di rigenerazione urbana ma, stante la difficoltà di attivare in modo unitario fra le varie proprietà un processo di riqualificazione coordinato, viene previsto un intervento di trasformazione che interessa la sola area in esame destinandola ad un insediamento residenziale.

Di seguito si riportano alcune vedute panoramiche dell'area e le vedute fotografiche dei punti più significativi.



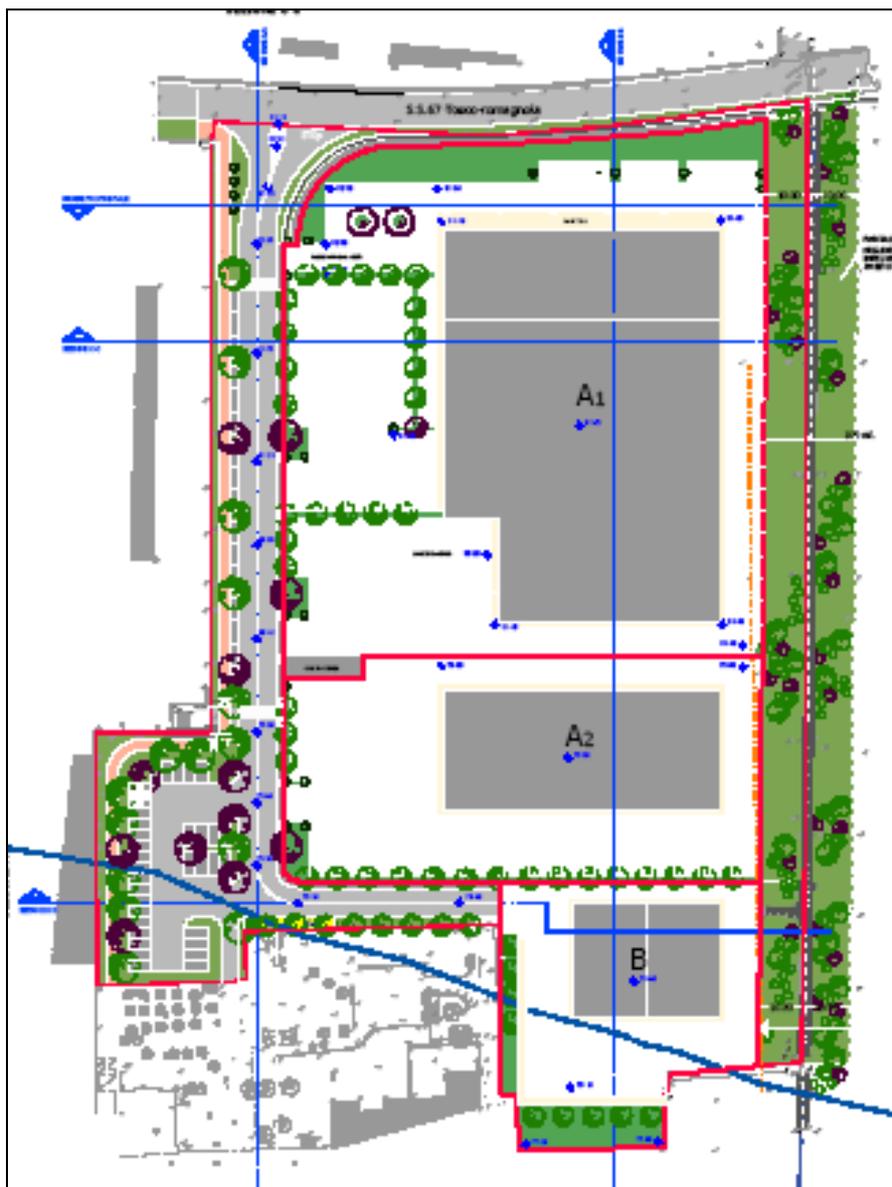


Il Piano Attuativo che viene presentato risulta conforme agli obiettivi definiti nella relativa scheda di trasformazione in modo da non precludere le future scelte strategiche previste dal Piano Strutturale per le limitrofe aree e inoltre tiene conto delle invarianti strutturali.

Infatti, esaminando le tavole di progetto si osserva che:

- la viabilità di penetrazione all'interno dell'area si attesta sul lato ovest del comparto per consentire un futuro collegamento con piazza Vivaldi;
- lungo tale asse di penetrazione, è previsto un percorso pedociclabile con l'obiettivo di collegare in futuro la via Aretina con il sistema del Parco Fluviale;
- la nuova edificazione è stata ubicata fuori dalla porzione del comparto interessata dal vincolo paesaggistico fluviale e oltre la fascia di rispetto di 100 ml dal limite dell'area di pertinenza del depuratore di Aschieto;
- conservazione dell'attuale impluvio posto sul confine est del Comparto con il mantenimento di una fascia a verde che, unitamente a quella del contiguo comparto, costituirà un corridoio ecologico della larghezza complessiva di circa 20 ml posto in direzione ortogonale a via Aretina e al sistema del parco fluviale sull'Arno,
- gli edifici con i relativi spazi esterni di manovra e parcheggio sono stati posti a diverse quote in modo da conservare dell'attuale andamento morfologico del terreno mediante la creazione di opportuni terrazzamenti;
- su via Aretina è prevista la realizzazione del fronte principale dell'edificio produttivo del gruppo Tod's S.p.A.

Il progetto, oltre al Gruppo Tod's, promotore dell'iniziativa, comprende un lotto B, di proprietà Otello Buonaiuti, dove verrà costruito il nuovo edificio per ospitare e riorganizzare la sua attività di service nel settore della riparazione di forni e attrezzature nel campo della ristorazione.



*Estratto di planimetria di progetto urbanistico del Piano Attuativo del comparto S7 – Castellare*

Complessivamente le aree destinate ai lotti edificabili hanno una superficie di 19.630 mq suddivisa in tre unità immobiliari con destinazione manifatturiera.

In particolare, per gli edifici destinati alla produzione Tod's A1 e A2 le funzioni di tipo produttivo si sviluppano al piano terra mentre per l'edificio A1, lungo il fronte principale su via Aretina, è prevista la realizzazione di un piano primo da destinare ad uffici.

Per il fabbricato del lotto B è invece previsto sviluppo dell'attività al piano terra con creazione di uno spazio unico in altezza.

Il comparto è diviso in 3 Unità Immobiliari di Intervento con i seguenti parametri:

**1. Lotto edificabile A1**

Utilizzazioni compatibili: manifatturiera

N° massimo di piani fuori terra = 2

Massima superficie coperta(valore indicativo) = mq 5,200,00

**2 Lotto edificabile A2**

**Utilizzazione del lotto edificabile di pertinenza:**

Utilizzazioni compatibili: manifatturiera

N° massimo di piani fuori terra = 2

Massima superficie coperta(valore indicativo) = mq 1.600,00

### 3 Lotto edificabile B

Utilizzazioni compatibili: manifatturiera.

N° massimo di piani fuori terra = 2

Massima superficie coperta(valore indicativo) = mq 800,00

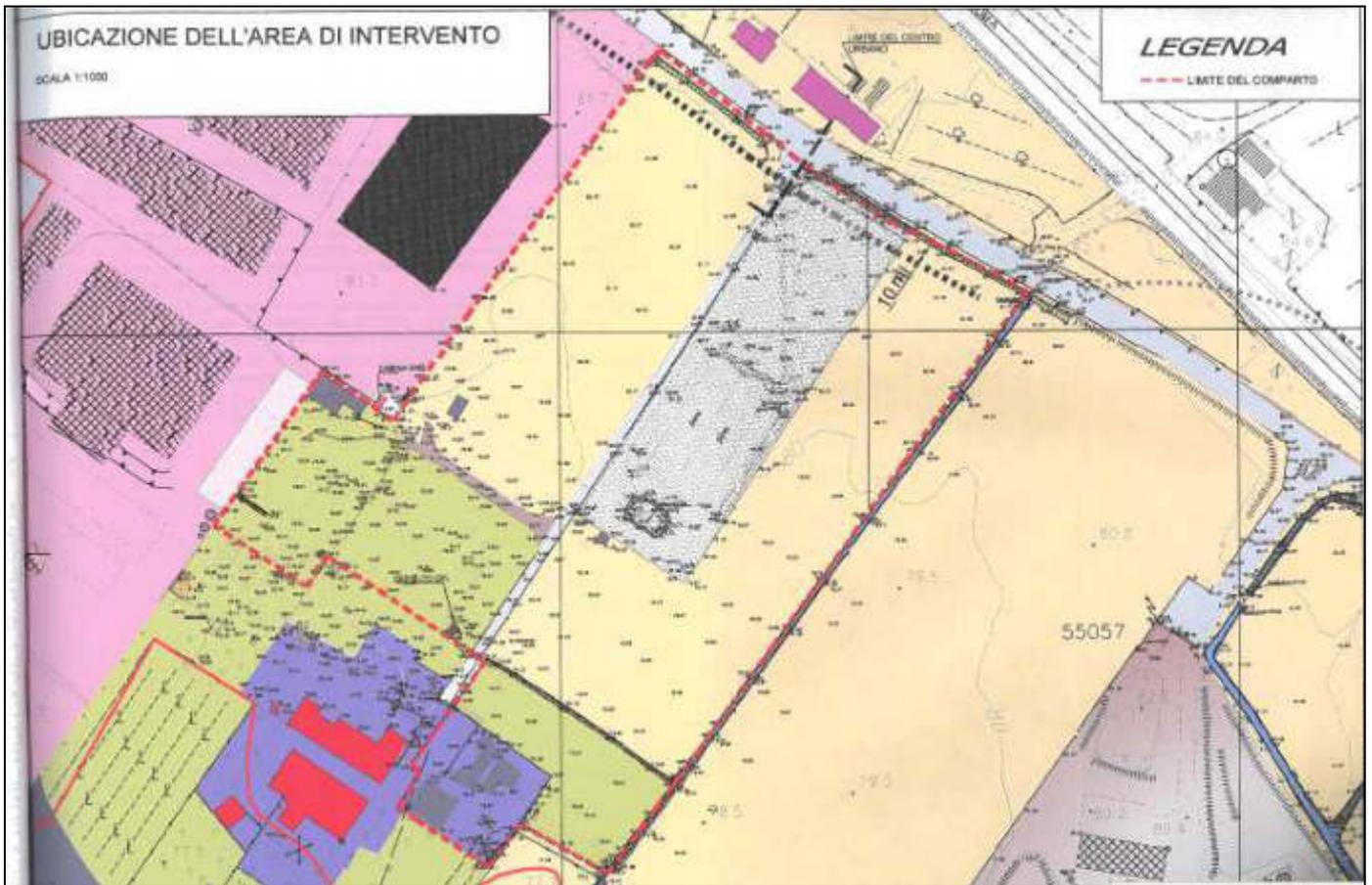
All'interno dei lotti edificabili sono previste aree per la sosta privata nel rispetto della L. 122/89.



*Estratto per stralcio cartografico da rilievo in scala 1:2.000*

L'area interessata dall'intervento in oggetto è ubicata nella piana alluvionale della frazione Le Sieci, fra il vecchio percorso della S.S. Tosco Romagnola (via Aretina nel tratto urbano) e la sponda destra del F. Arno, a quote comprese fra 82,00 e 77,70 m.s.l.m. degradanti, comunque dal citato tracciato stradale verso l'asta fluviale, il cui ciglio di sponda è posto a quota 77,00 m.s.l.m.

L'ubicazione della zona di interesse è mostrata negli estratti cartografici che seguono per stralcio di rilievi in scala 1:1.000 e 1:2.000 con inserimenti di rilievo planialtimetrico originale (in quote assolute) per il comparto in oggetto.

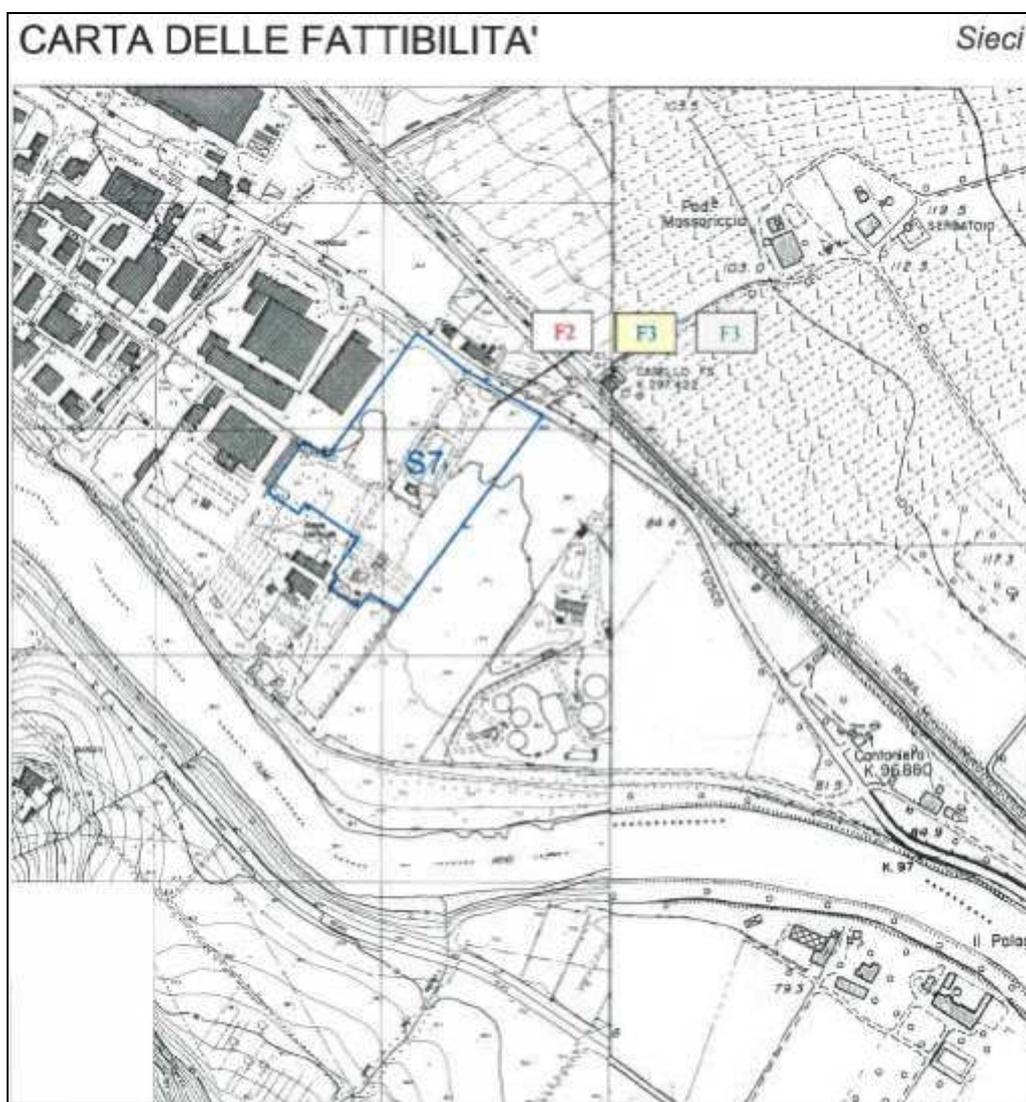


*Estratto per stralcio cartografico da rilievo di dettaglio in scala 1:1.000*

## 1. INTRODUZIONE AL SUPPORTO GEOLOGICO e SALVAGUARDIE di cui al VIGENTE S.U.

Col presente studio si vogliono indagare le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, sismiche ed idrauliche dei terreni costituenti l'area di trasformazione " S7 – Castellare " del vigente regolamento urbanistico n. 3 del Comune di Pontassieve da attuarsi mediante Piano Attuativo.

Nel supporto geologico tecnico al vigente S.U. (Regolamento Urbanistico), al comparto in esame, sono state attribuite le classi di pericolosità G.1 (bassa) e pericolosità idraulica I.3 (elevata) e pericolosità sismica S.3 (elevata) da cui derivano le classi di fattibilità (**ancorchè costituisca indicazione decaduta a seguito di abrogazione del Reg. Reg. n. 53/R e promulgazione del nuovo Reg. Reg. n. 5/R**) riportate nello schema che segue (v. estratto della carta di fattibilità del regolamento urbanistico del Comune di Pontassieve) con le prescrizioni sotto riportate per estratto dalla relativa scheda di fattibilità.



*Estratto della cartografia di fattibilità del vigente Strumento Urbanistico (RUC n. 3)*

Aspetti geologici	Aspetti idraulici	Aspetti sismici	
F1	F1	F1	Fattibilità senza particolari limitazioni.
F2	F2	F2	Fattibilità con normali vincoli.
F3	F3	F3	Fattibilità condizionata.
F4	F4	F4	Fattibilità limitata.

*Legenda della carta della fattibilità del vigente S.U.*

**PERICOLOSITA' GEOLOGICA:** Sulla scorta delle suddette considerazioni di carattere geologico e geomorfologico al settore viene attribuita una **classe di pericolosità geologica bassa (G.1)**, mentre in classe di pericolosità geologica elevata (G.3) vengono inseriti i settori in prossimità del corso del Fiume Arno laddove presenti terrazzi fluviali o cigli di sponda (comunque all'esterno del comparto in esame).

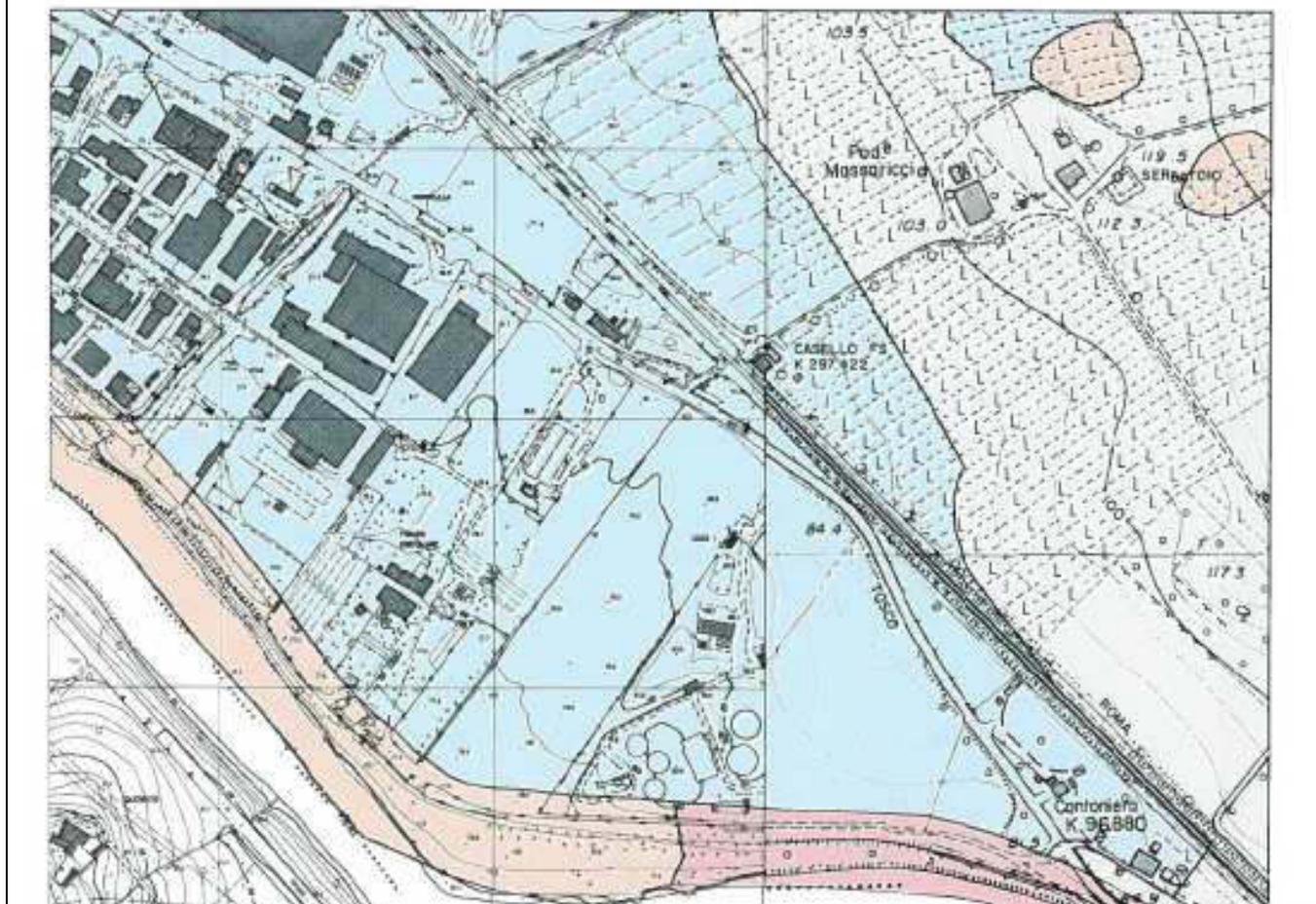
**PERICOLOSITA' SISMICA:**

Si attribuisce pertanto alle suddette Zone 1 e 12 **classe di pericolosità sismica locale elevata (S.3)** in quanto zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzate da alto contrasto di impedenza.

**PERICOLOSITA' IDRAULICA:** In base alla disponibilità dei dati quantitativi (modellazione idraulica della Autorità di Bacino del F. Arno utilizzata per la definizione dei perimetri del P.G.R.A. — l'area ricade in classe P2 di PGRA), si può assegnare alla totalità del comparto classe di **pericolosità idraulica elevata I.3** (ai sensi del Reg.Reg. n. 53/R) in quanto area assoggettabile all'evento duecentennale ancorché tale classificazione possa risultare arealmente eccedente in virtù del raffronto fra battente duecentenario (definito per l'area in 78,88 m.s.l.m.) e le quote desumibili dalle verifiche planoaltimetriche.

# CARTA PERICOLOSITA' GEOLOGICA

Sieci



## LEGENDA

scala 1:5.000

Pericolosità geologica (D.P.C.R. N.53/R DEL 25 OTTOBRE 2011)

- 
**Pericolosità geologica molto elevata (G.4)** : aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici attivi e relative aree di influenza e di possibile evoluzione, aree interessate da siflussi.
- 
**Pericolosità geologica elevata (G.3)** : aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici quiescenti e relative aree di influenza; aree con potenziale instabilità connessa alla gravità, all'attività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza; aree caratterizzate da terreni con caratteristiche geotecniche potenzialmente scadenti; corpi detritici su versanti con pendenza superiore al 25%.
- 
**Pericolosità geologica media (G.2)** : 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.
- 
**Pericolosità geologica bassa (G.1)** : aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, glaciali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfologici.

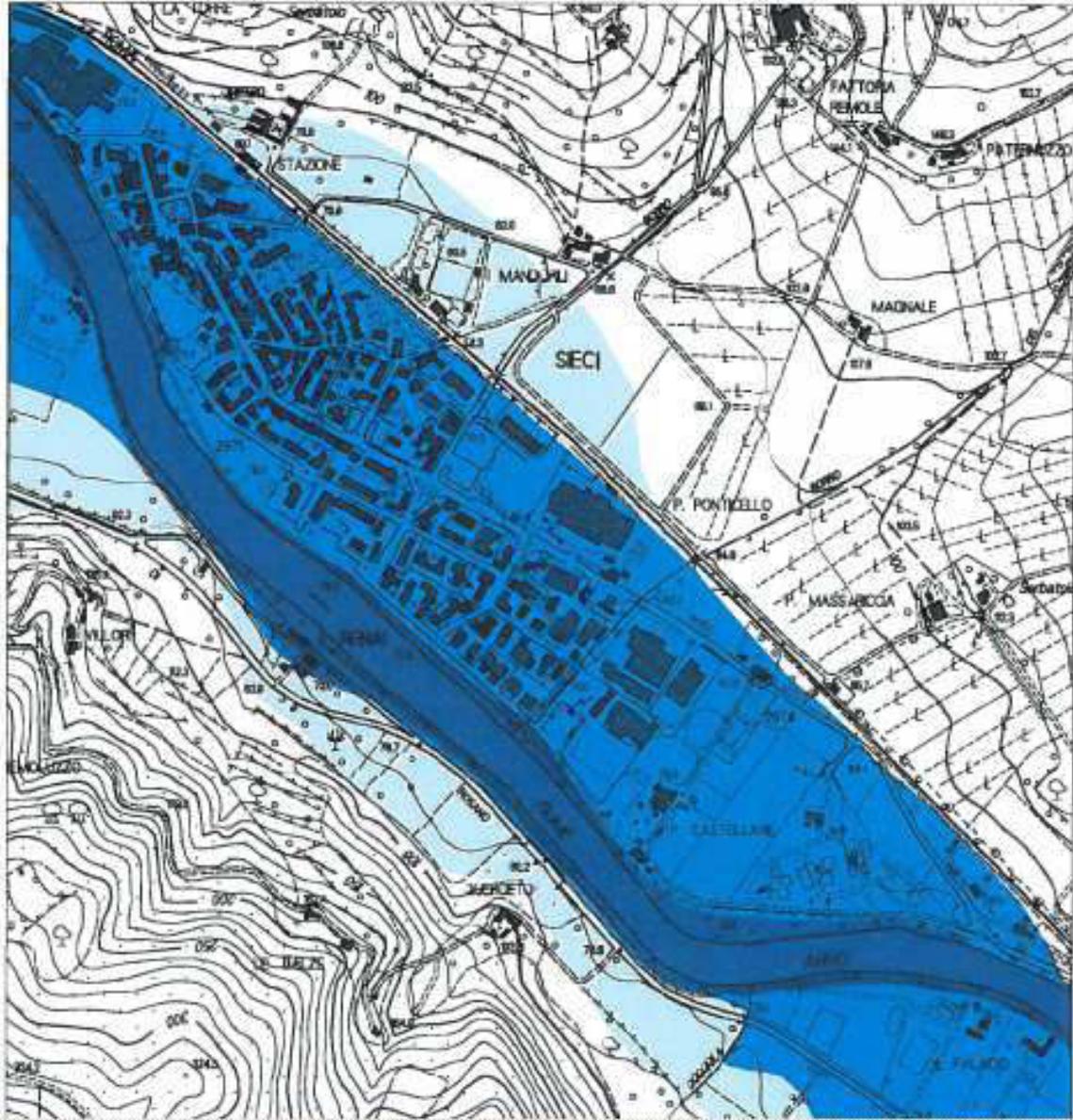
Perimetrazione delle aree a pericolosità da frana - da Piano Assetto Idrogeologico  
(Autorità di Bacino Fiume Arno)

- 
**P.F.4** - Aree a pericolosità geomorfologica molto elevata
- 
**P.F.3** - Aree a pericolosità geomorfologica elevata

# Carta della pericolosità idraulica

Estratto dallo stralcio n. 269 del Piano Gestione del Rischio di Alluvioni - Pericolosità idraulica  
Prodotta marzo 2016

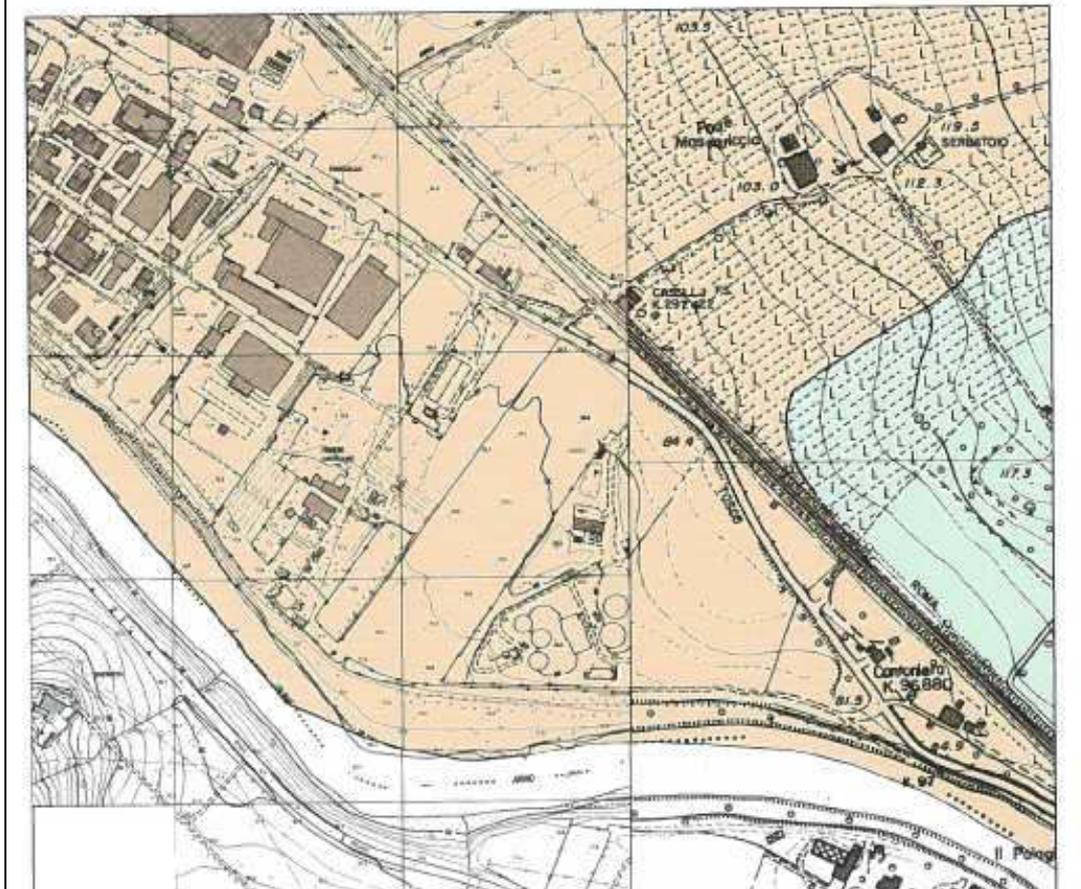
**Sieci**



## Legenda

Scala 1:10.000





Pericolosità delle pericolosità sismica locale (D.P.G.R. N. 4289 DEL 25 OTTOBRE 2011)



**Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4)**: zone suscettibili di instabilità di versante attiva che pertanto potrebbero subire una sconnessione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone suscettibili di liquefazione dinamica in corredi classificati in zona sismica 2;



**Pericolosità sismica locale elevata (S.3)**: zone suscettibili di instabilità di versante passiva che pertanto potrebbero subire una rottura dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente fragili che possono dare luogo a cedimenti differenziali; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti i corredi tranne quelli classificati in zona sismica 2); zone di contatto tra litipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e faglie capaci (faglie che potenzialmente possono creare deformazioni in superficie); zone suscettibili di amplificazioni locali caratterizzate da un alto contenuto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri;



**Pericolosità sismica locale media (S.2)**: zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una rottura dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelle previste per la classe di pericolosità sismica S.2);



**Pericolosità sismica locale bassa (S.1)**: aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, glaciurali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfodinamici;

**FATTIBILITA'**: per l'intervento in oggetto si indicano classe di fattibilità idraulica F3, geologica F2 e sismica F3 (vedi prescrizioni).

**PRESCRIZIONI**: La progettazione dell'intervento, da improntarsi alla conservazione dell'attuale andamento morfologico del terreno, dovrà essere supportata da esaustive indagini geognostiche e sismiche al fine di poter definire la caratterizzazione geotecnica dei terreni al fine di svolgere le opportune verifiche in merito alla portanza dei terreni ed ai cedimenti indotti. Tale supporto geologico alla progettazione dell'intervento dovrà essere completato dalle indicazioni in merito alle opportune scelte fondazionali e puntuali valutazioni sui cedimenti in ottemperanza ai disposti del D.M. 14.1.2008 N.T.C.

Sia per l'aspetto geotecnico che per quello sismico detta campagna di indagini geognostiche dovrà essere programmata in funzione dei contenuti del regolamento regionale n. 36/R.

Per quanto concerne l'aspetto sismico, per la zona stabile suscettibile di amplificazione locali caratterizzata da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri, dovrà essere realizzata una campagna di indagini geofisica ad implementazione delle prove eseguite per il presente supporto (es. profili sismici a riflessione/rifrazione, prove sismiche in foro, profili MASW) e geotecniche (es. sondaggi a carotaggio continuo) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica dei terreni tra coperture e bedrock sismico. In tale zona di bordovalle, per quanto attiene alla caratterizzazione geofisica, è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo (sismica a rifrazione/riflessione) orientate in direzione del maggior approfondimento del substrato geologico e/o sismico.

Per quanto attiene all'aspetto idraulico si prescrive che l'intervento venga realizzato a quota di sicurezza rispetto al battente T 200 anni individuato a quota **78,88 m.s.l.m.** con ulteriore franco di sicurezza di 0,50 ml definendo pertanto **la quota di sicurezza di 79,38 m.s.l.m.**

In caso si sottragga volumetria alla libera esondazione delle acque, si dovrà provvedere alle compensazioni volumetriche del caso (valutate sul battente T 200) che dovranno essere planimetricamente e quantitativamente individuate a livello progettuale già nel piano attuativo

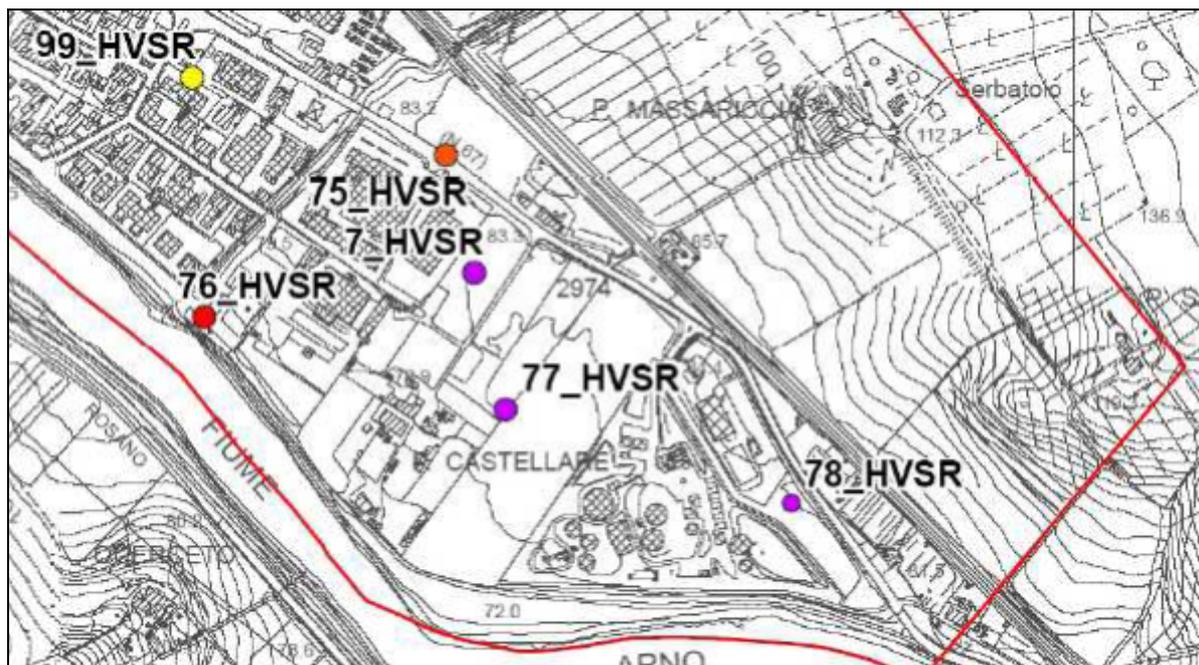
L'eventuale reperibilità di tali porzioni di territorio dovrà concretizzarsi all'interno del comparto o in settori limitrofi **idraulicamente correlati**.

A seguito delle indicazioni di pericolosità geologica, idraulica e sismica di cui al quadro conoscitivo del vigente Strumento Urbanistico si riportano estratti salienti dello studio di Microzonazione Sismica di 2° livello elaborato per i centri urbanizzati del territorio comunale di Pontassieve con riferimento particolare all'area della zona di Le Sieci.

## MICROZONAZIONE SISMICA

### Carta delle frequenze

Regione Regione Toscana - Settore Sismica	Soggetto realizzatore: Comune di Pontassieve/Servizio Assetto del Territorio/RUP Dott. Arch. Fabio Galli  Professionisti incaricati: Dott. Geol. Enzo Aklele Dott. Geol. Gabriele Grandini Dott. Geol. Cristian Pizzoni Dott. Geol. Francesco Pucetti   <small>GOECB Società a partecipazione paritetica GOECB S.p.A. - Via S. Maria Maddalena, 100 - 50139 Firenze Tel. 055 2399999 - Fax 055 2399998 www.goecb.it</small>	Data Novembre 2019
--	---	-----------------------

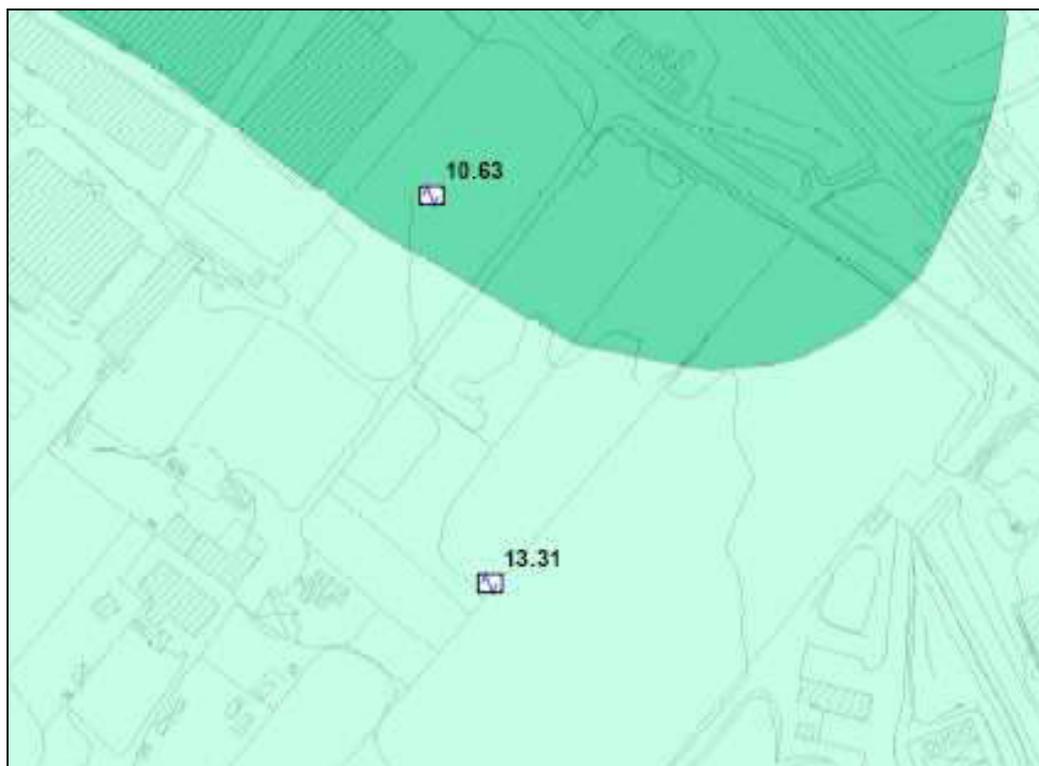


HVSR	ampiezza	frequenza	S I E C I
4 HVSR	2,24	14,84	
5 HVSR	2,76	2,88	
6 HVSR	4,76	4,77	
7 HVSR	4,17	10,63	
67 HVSR	2,81	20,47	
68 HVSR	3,09	21,56	
69 HVSR	4,15	9,14	
70 HVSR	5,72	3,08	
71 HVSR	3,46	4,84	
72 HVSR	0,00	0	
73 HVSR	3,13	14,69	
74 HVSR	4,10	6,52	
75 HVSR	4,13	5,58	
76 HVSR	3,19	8,58	
77 HVSR	3,85	13,31	
78 HVSR	2,68	13,88	
99 HVSR	4,54	4,48	

*Estratto cartografia delle frequenze*

## MICROZONAZIONE SISMICA

Carta delle microzone omogenee  
in prospettiva sismica



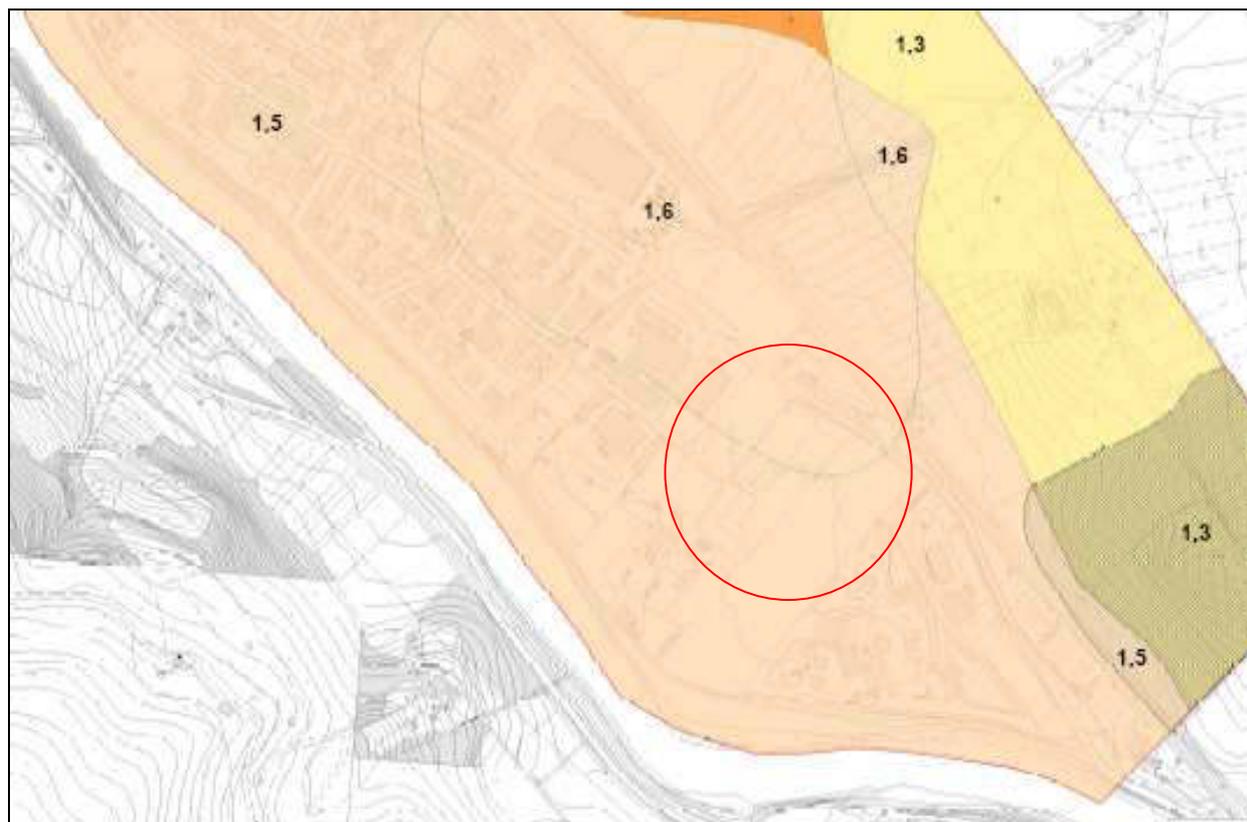
*Estratto di cartografia MOPS con areale per la zona di interesse 2018 e 2020 con elevato contrasto di impedenza*

Si riporta a tal proposito un estratto planimetro della Carta dei fattori di amplificazione sismica locale (Fa max calcolato) da cui si ricavano per l'area in esame valori compresi fra 1,5 e 1,6 per edifici di cui alla classe di indagine 4 di cui al Reg. Reg. n. 36/R.

## MICROZONAZIONE SISMICA

### Carta di microzonazione sismica

#### FH MAX - PGA



## Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali



FA = 1,5 - 1,6

*Estratto dalla Carta del fattore di amplificazione sismica locale dello studio MS di livello 2*

In particolare, per l'espletamento del programma di lavoro relativo al presente supporto è stata utilizzata, come metodologia di base, quanto espresso dal D.P.G.R. n. 5/R del 30.01.2020 “Regolamento di attuazione dell’art. 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche” oltre a tener conto delle salvaguardie di cui all’art. 16 della Disciplina di Piano del P.I.T. della Regione Toscana (approvato con Del. C.R. n. 37 del 27.03.2015).

Per quanto concerne i tematismi cartografici previsti dalle disposizioni regionali in materia di supporto geologico al fine della definizione del “quadro conoscitivo” e delle prescrizioni che ne possano discendere in merito alla fattibilità geologica, sismica ed idraulica degli interventi in previsione nel presente Piano Attuativo si è fatto riferimento agli elaborati disponibili presso l’Amministrazione Comunale di Pontassieve a supporto del vigente S.U. (Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico n. 3) di cui si allegano, alla presente trattazione, stralci planimetrici in scala 1:10.000/1:5.000), relativi ai vari aspetti specialistici.

Si è provveduto, inoltre, nel novero della redazione del presente supporto (Piano Attuativo), a tener conto dei contenuti e delle elaborazioni della “Relazione Idraulica” redatta dall’Ing. Tiziano Staiano (Hydrogeo Ingegneria srl, febbraio 2021) allegata al presente supporto in elaborato fuori testo, i cui tratti salienti sono ripresi e riportati nella presente trattazione nei paragrafi relativi alle problematiche idrauliche e discendenti prescrizioni di fattibilità.

## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La carta geologica allestita è stata redatta, in scala 1:10.000, utilizzando come base topografica la Carta Tecnica Regionale della Regione Toscana.

Per ciò che riguarda la sua stesura si è proceduto secondo il seguente schema:

- ricerca bibliografica-compilativa preliminare,
- annotazione dalle foto aeree esistenti (volo 19875-76 in scala 1:13.000 ca.),
- controllo di campagna dei dati scaturiti dalle elaborazioni precedenti e rilevamento di dettaglio originale di ampia parte del territorio.

Le formazioni ed i vari tipi litologici sono stati distinti con il maggior dettaglio possibile, con particolare riguardo per i sedimenti incoerenti e pseudo-coerenti.

Nelle formazioni ad assetto stratificato sono state rilevate misure di direzione ed immersione degli strati, per la primaria importanza che questi dati rivestono per la valutazione della stabilità dei versanti.

### 2.1 Stratigrafia e descrizione delle formazioni

Le formazioni che sono state distinte possono essere raggruppate in:

- **Unità Liguri (Unità di Monte Morello o "Serie Pietraforte-Alberese");**
- **Terreni recenti e di copertura.**

#### **Unità Liguri s.l - Unità di Monte Morello**

La serie completa è costituita da cinque formazioni; di esse due sono state riconosciute durante il rilevamento di quest'area e rappresentate sulla Carta Geologica: **Formazione di Monte Morello e Formazione di Sillano.**

**Formazione di Monte Morello - "Alberese"(al).** Costituita da calcari prevalenti (80%) più o meno marnosi, di colore biancastro o grigio giallastri, stratificati, con intercalazioni di arenarie calcaree in strati sottili, marnoscisti ed argilloscisti in strati e banchi di frequenza e spessore variabile da zona a zona. Essendo una formazione "alloctona", cioè che ha subito un'importante traslazione (superiore a 100 km.) durante l'orogenesi appenninica, la Formazione di Monte Morello si presenta sempre notevolmente fratturata e scompaginata.

L'età è Eocene Inferiore-Medio.

**Formazione di Sillano - (fS).** Si tratta di argilliti, più o meno siltose scure o variegata, intercalate con calcari marnosi micritici di colore grigio-verde e marrone, marne marroni e grigie, calcareniti, arenarie calcarifere grigio scure tipo "Pietraforte". Generalmente le argilliti sono prevalenti e inglobano strati, in genere sottili, degli altri tipi litologici. Però può anche succedere che in alcune zone i vari termini litologici si alternino abbastanza regolarmente. La Formazione di Sillano rappresenta la base della Formazione di Monte Morello ("Alberese"); data però la condizione tettonica generale, in certe aree può risultare ridotta in spessore o non essere presente al di sotto di quest'ultima. Può, inoltre, presentare variazioni laterali di litologia con aumento della componente argillitica, oppure aumento, fino alla prevalenza, della componente arenacea (con passaggio alla "Pietraforte").

L'età stimata è Turoniano-Eocene basale.

## Terreni recenti di copertura

**Depositi alluvionali recenti - (a).** Sono stati distinti i sedimenti alluvionali del F.Arno. Trattasi di limi argillosi e/o argille limose a componente sabbioso - ghiaiosa variabile e comunque subordinata ai tipi menzionati.

**I terreni riscontrati nell'area oggetto di variante sono riconducibili a tale formazione.**

Inoltre nel limitato settore nord occidentale del comparto si rileva la presenza di terreni riconducibili alla **conoide** del Fosso dello Stracchino.

### Coltri detritiche e coperture eluvio-colluviali (d) - *Olocene*

Le coperture detritiche presenti nell'area rilevata raggruppano due grandi categorie:

- accumuli di frana e paleofrana
- detrito di versante e/o accumuli di ruscellamento

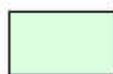
La prima categoria comprende tutte quelle masse detritiche che presentano caratteristiche di caoticità e disarticolazione, ancora ben riconoscibili sul terreno, tipico aspetto delle frane e paleofrane anche stabilizzate.

Nel secondo gruppo sono stati invece raggruppati gli accumuli che non derivano da movimenti franosi a grande scala, come per esempio gli accumuli di versante, presenti in zone dove le pendenze e la litologia affiorante danno luogo a crolli.

## CARTA GEOLOGICA DELLA TOSCANA FOGLIO 276 - VALDARNO SEZIONE 276010

### DEPOSITI QUATERNARI

#### Depositi Olocenici



bna

Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati  
Ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali.



b2a

Depositi eluvio-colluviali  
Coperture di materiale a granulometria fine (limi e sabbie), con rari frammenti litoidi grossolani; processi di alterazione e/o trasporto di entità limitata o non precisabile.

### DOMINIO LIGURE

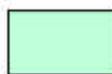
#### DOMINIO LIGURE ESTERNO

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



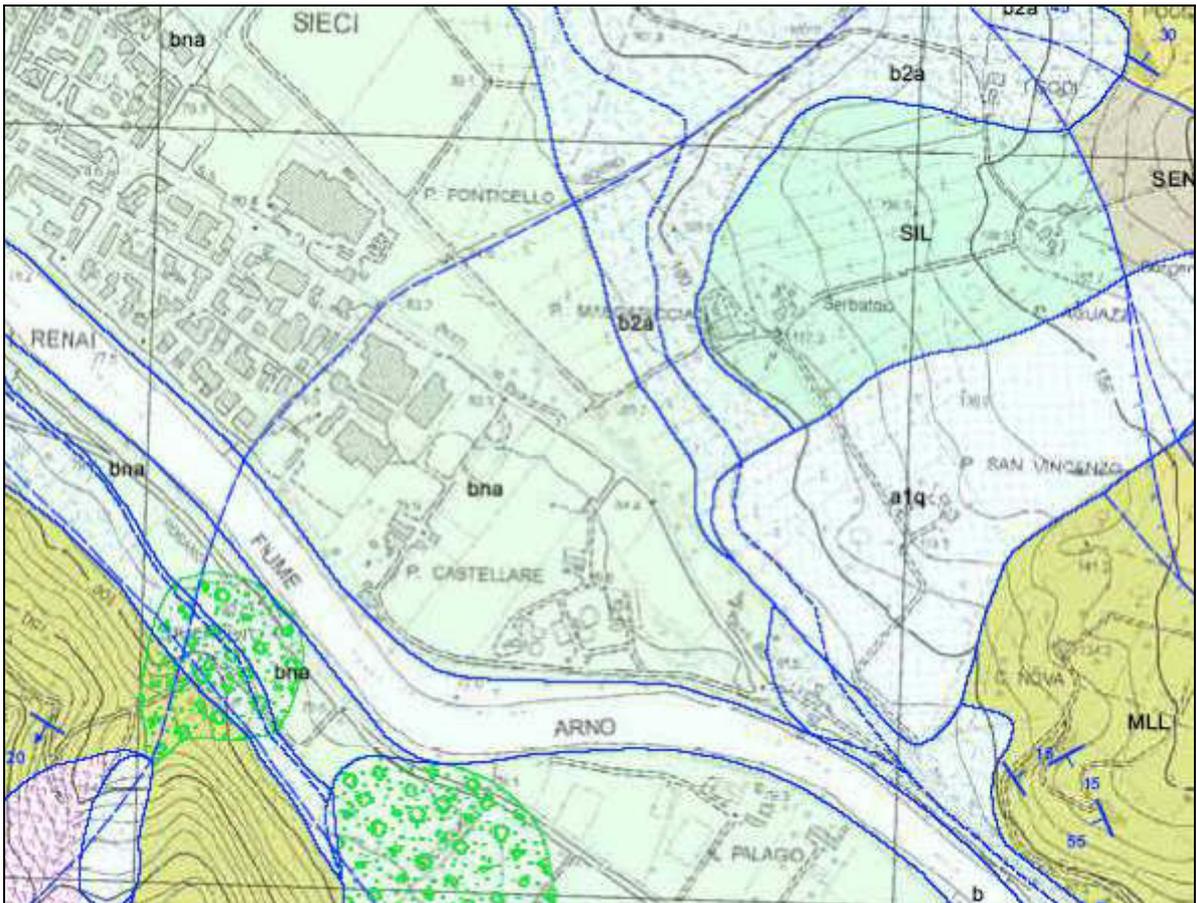
MLL

FORMAZIONE DI M. MORELLO  
Fisch carbonatici dati da calcari massosi e mame.  
*Paleocene sup.-Eocene medio*



SIL

FORMAZIONE DI SILLANO - S. FIORA  
Argilliti grigio-brune e calcilutiti.  
*Cretacico sup.-Paleocene*



*Estratto cartografia geologica regionale (CARG) in scala 1:10.000*

### 3. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

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

Scopo della carta è quello di consentire una visione sistematica di tutte le forme del terreno e di evidenziare sia i rapporti esistenti tra la forma ed il processo che l'ha determinata, sia la disposizione geometrica della stessa.

In sintesi la carta geomorfologica fornisce informazioni che consentono di delineare un quadro completo dello stato della dinamica morfologica del territorio studiato in un determinato momento.

La carta è stata ricavata da osservazioni stereoscopiche di aerofotogrammi relativi al recente volo realizzato dalla Regione Toscana per la restituzione cartografica (CTR) in scala 1:10.000.

Le notazioni ricavate dalla fotointerpretazione sono state verificate in campagna ed integrate a mezzo di rilevamento geomorfologico.

**Nell'area in esame, che risulta stabile per la propria posizione di fondovalle, non si rileva la presenza di fenomeni attivi che possano inficiare la realizzazione dell'intervento proposto (si è pertanto provveduto ad omettere il relativo stralcio cartografico tematico).**

Come in precedenza accennato l'area di intervento subpianeggiante mantiene pendenze contenute entro lo 0%-5%.

### 4. CAMPAGNA DI INDAGINI

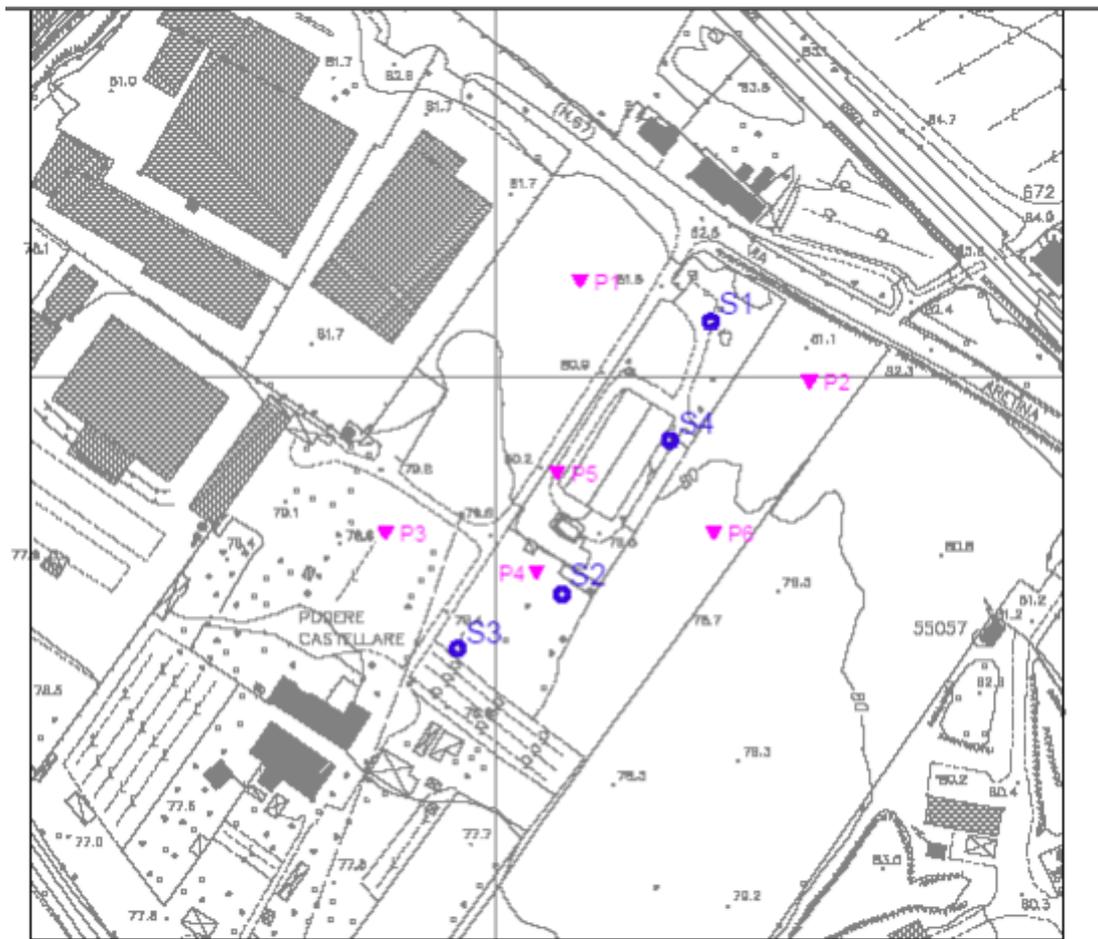
La ricostruzione della stratigrafia del sottosuolo, fondamentale per poter definire le caratteristiche geotecniche dei vari orizzonti presenti in sequenza verticale è stata realizzata mediante:

campagna di indagini geologiche, geotecniche e sismiche del 2006 consistente nell'esecuzione di:

- numero due sondaggi meccanici a carotaggio continuo di profondità 15,0 ml strumentati con canna piezometrica a tubo aperto per la rilevazione della piezometria (S1 e S2);
- n. 6 prove penetrometriche statiche;
- prelievo di n. 3 campioni indisturbati di terreno sottoposti ad analisi di laboratorio geotecnico;
- stendimento di sismica a rifrazione in onde P e prova sismica tipo Masw.

campagna di indagini geologiche, geotecniche e sismiche del 2020 consistente nell'esecuzione di:

- esecuzione di un ulteriore sondaggio meccanico a carotaggio continuo di profondità 15,0 ml strumentato con canna piezometrica a tubo aperto per la rilevazione della piezometria (S3);
- esecuzione di un sondaggio meccanico a carotaggio continuo di profondità 33,0 ml strumentato con tubazione per esecuzione di prova sismica Down Hole (S4);
- n. 4 prove penetrometriche SPT in avanzamento di perforo di sondaggio;
- prelievo di n. 3 campioni indisturbati di terreno ed esecuzione di una analisi di laboratorio geotecnico;
- esecuzione di prova sismica tipo Down Hole.

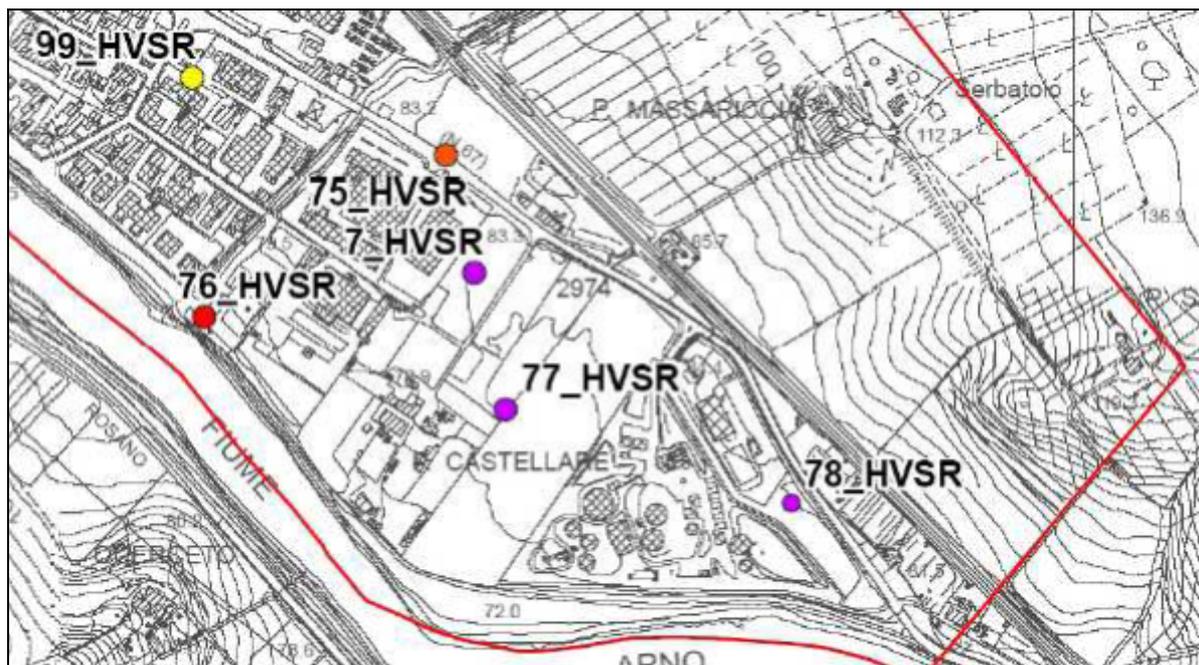


Scala 1:2.000

● S2 Sondaggio geognostico a carotaggio continuo (15.0 m)

▼ P3 Prova penetrometrica statica

Il quadro geognostico per l'aspetto sismico è completato dalle "misure di rumore HVSR" reperite a seguito della redazione da parte dell'Amministrazione comunale degli studi di Microzonazione sismica di livello 1 e livello 2 (vedi ubicazione e risultante a livello di ampiezza e frequenza sotto riportate).



Estratto cartografie della frequenza da studio di MS di livello 2

HVSR	ampiezza	frequenza	S I E C I
4_HVSR	2,24	14,84	
5_HVSR	2,78	2,88	
6_HVSR	4,78	4,77	
7_HVSR	4,17	10,63	
67_HVSR	2,81	20,47	
68_HVSR	3,09	21,56	
69_HVSR	4,15	9,14	
70_HVSR	5,72	3,08	
71_HVSR	3,46	4,84	
72_HVSR	0,00	0	
73_HVSR	3,13	14,69	
74_HVSR	4,10	6,52	
75_HVSR	4,13	5,56	
76_HVSR	3,19	8,56	
77_HVSR	3,85	13,31	
78_HVSR	2,68	13,88	
99_HVSR	4,54	4,48	

Valori ampiezze e frequenza di cui alle misure HVSR sopra localizzate  
(estratto cartografia delle frequenze di cui allo studio MS di livello 2 del Comune di Pontassieve)

## 5. PERICOLOSITA' GEOLOGICA

La carta della pericolosità geologica rappresenta la sintesi degli elaborati a tematica geologica, geomorfologica, clivimetria e litologico-geotecnica redatti ed illustrati nei precedenti paragrafi per descrivere le caratteristiche del territorio investigato.

Il suo scopo fondamentale è di indicare:

- l'ubicazione e l'intensità dei fenomeni geomorfologici s.l. che interessano determinate porzioni di territorio;
- il livello di indagine di approfondimento da attuare nel caso di interventi in aree da essi interessate.

E' chiaro che il grado di pericolosità geologica attribuito ad ogni porzione territoriale deriva dalla interazione di numerosi fattori ambientali. Tali fattori, che dipendono essenzialmente dai caratteri geologici, geomorfologici, geotecnici, geomeccanici e clivimetrici del territorio, possono causare sia un diretto dissesto del suolo, che una potenziale minaccia ad intere aree.

Di conseguenza nella carta della pericolosità geologica si prevede non solo l'individuazione dei settori interessati da dissesti attivi, ma anche la delimitazione di aree potenzialmente vulnerabili al verificarsi di elementi critici.

Andando ad una descrizione sistematica delle singole classi di pericolosità geomorfologica e dei criteri di attribuzione alle stesse, elenchiamo in ordine decrescente:

**Pericolosità geologica molto elevata (G.4):** aree in cui sono presenti fenomeni franosi attivi e relative aree di evoluzione, ed aree in cui sono presenti intensi fenomeni geomorfologici attivi di tipo erosivo

**Pericolosità geologica elevata (G.3):** aree in cui sono presenti fenomeni franosi quiescenti e relative aree di evoluzione; aree con potenziale instabilità connessa a giacitura, ad acclività, a litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee e relativi processi di morfodinamica fluviale, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da fenomeni di soliflusso, fenomeni erosivi; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geomeccaniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori a 15 gradi.

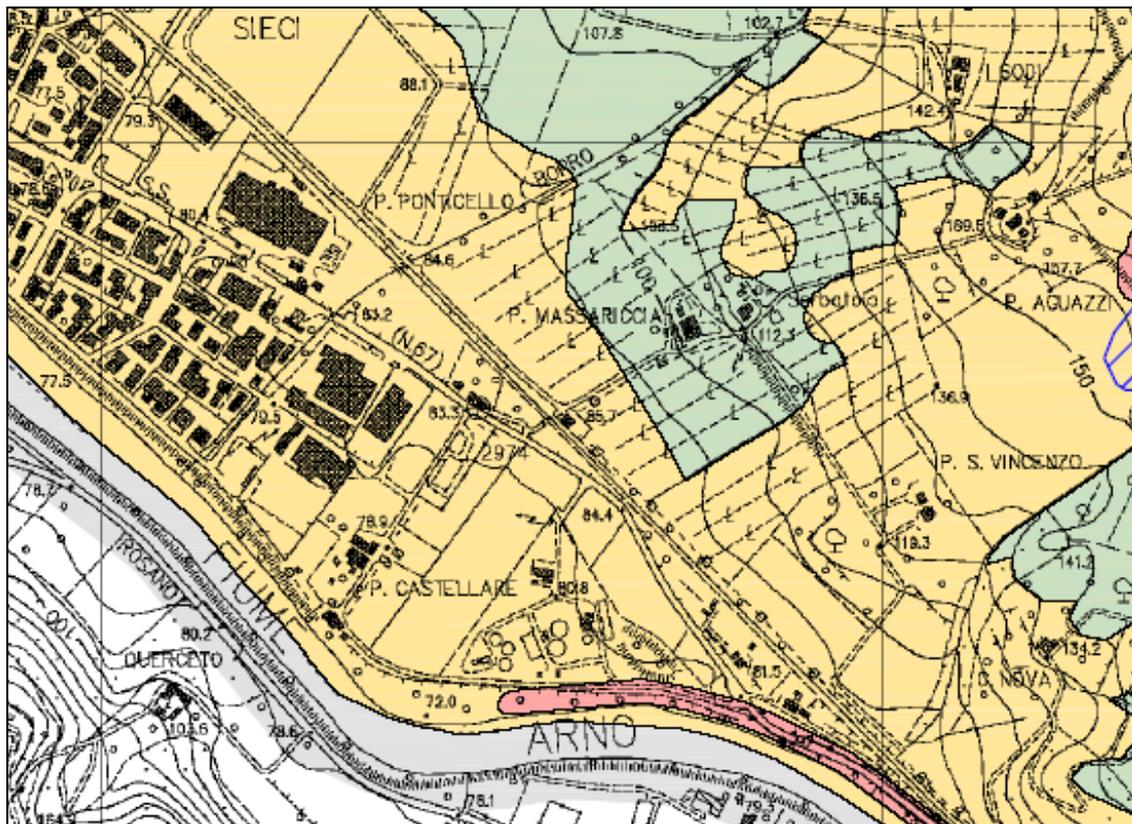
**Pericolosità geologica media (G.2):** aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici inattivi; aree con elementi geomorfologici, litologici e giacaturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori a 15 gradi.

**Pericolosità geologica bassa (G.1):** aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giacaturali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolativi.

Nel dettaglio si riporta stralcio della cartografia di pericolosità geologica derivato dal quadro conoscitivo del vigente Strumento Urbanistico ove ben si identifica l'attribuzione di classe di pericolosità geologica bassa G.1 per l'area oggetto del presente Piano Attuativo.



CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA



### Legenda

Pericolosità geologica (Del. C.R. n. 94/85)

- 1- Pericolosità irrilevante
- 2- Pericolosità bassa
- 3- Pericolosità media
- 4- Pericolosità elevata

*Estratto della carta della pericolosità geologica di cui al vigente PS*

*L'area oggetto del presente piano attuativo ricade, negli elaborati di supporto al vigente strumento urbanistico, in classe di pericolosità geologica media G.3 (area di pianura con presenza di depositi alluvionali recenti dalle caratteristiche geotecniche scadenti o modeste, comunque da verificare in fase di progettazione esecutiva del complesso in relazione all'aspetto cedimenti e cedimenti differenziali).*

**In base alle argomentazioni sopra dettagliate si conferma l'attribuzione alla classe di pericolosità geologica G.3.**

## 6. CONSIDERAZIONI SUL RISCHIO IDRAULICO

Le valutazioni sull'interferenza fra la possibilità di esondazione e quanto previsto nella proposizione progettuale e le salvaguardie del caso sono illustrate e dibattute nella "Relazione di Fattibilità Idraulica" redatta dall'Ing. Tizioano Staiano, febbraio 2021) facente parte degli elaborati di supporto al presente Piano Attuativo.

Nella presente trattazione se ne riportano le indicazioni saliente unitamente al dettaglio delle salvaguardie sovracomunali in merito a tale aspetto.

Valutazioni sul rischio idraulico sull'area in esame possono essere comunque sviluppate mediante:

- l'analisi delle salvaguardie ed altri disposti normativi sovracomunali;
- l'analisi qualitativa, storico inventariale dei trascorsi episodi di esondazione;
- valutazioni numerico quantitative desunte dalla relazione idraulica dell'ing. T. Staiano (febbraio 2021).

### 6.1 Salvaguardie ed altri disposti normativi sovracomunali

#### Ambiti di tutela assoluta del corso d'acqua – art. 36 Del. C.R. n. 27/2007 - Approvazione del PIT

*Tale ambito definibile "di assoluta protezione del corso d'acqua" e corrisponde alle "aree comprese nelle due fasce della larghezza di ml.10 adiacenti ai corsi d'acqua censiti nello stesso elenco del PIT "misurati a partire dal piede esterno dell'argine o, in mancanza, del ciglio di sponda". A tali area si applicano le relativa salvaguardie.*

Il Fiume Arno risulta compreso fra quelli censiti nell'elenco dei "Corsi d'acqua principali ai fini del corretto assetto idraulico" di cui all'allegato n. 4 del Quadro Conoscitivo del P.I.T. della Regione Toscana (codice FI 707). Risulta inoltre censito nel reticolo idrografico di cui al D.lgs. 152/2006 e nel reticolo di gestione di cui alla L.R. n. 79/2012.

Nel reticolo idrografico regionale risulta inoltre censito il Fosso del Pelacane (come mostrato in estratto cartografico allegato).



L'area in esame risulta, comunque non compresa entro la fascia di 10 ml misurata dal ciglio di sponda in destra idrografica del Fiume Arno ed in sinistra del Fosso del Pelacane, né risulta interferire con altri corsi d'acqua censiti nel reticolo idrografico regionale, pertanto non risulta soggetta alle salvaguardie di cui all'art. 36 di cui alla Del. C.R. n. 27/2007 - Approvazione del PIT né a quelle di cui al R.D. n. 523/1904.

### **Norme di salvaguardia di cui al D.P.C.M. n. 226 del 5 novembre 1999 - Approvazione del Piano Stralcio relativo alla riduzione del Rischio Idraulico del Bacino del Fiume Arno**

#### ***Aree soggette all'applicazione della Norma n. 2 - Norma di attuazione del piano stralcio per la riduzione del rischio idraulico nel bacino dell'Arno: vincoli di inedificabilità (per interventi strutturali di tipo A)***

“Sono le aree destinate agli interventi di piano per la mitigazione del rischio idraulico sulle quali si può procedere alla progettazione degli interventi, risultano soggette a vincolo di inedificabilità assoluta”.

L'area in esame non risulta campita fra le zone soggette a detta “norma n. 2”

#### ***Aree soggette all'applicazione della Norma n. 3 - Norma di attuazione del piano stralcio per la riduzione del rischio idraulico nel bacino dell'Arno: disciplina di salvaguardia (per interventi strutturali di tipo B)***

“Sono le aree per le quali si rendono necessarie ulteriori verifiche di fattibilità prima di procedere alla realizzazione degli interventi per la mitigazione del rischio idraulico, sono soggette a vincolo di inedificabilità per garantire l'attuazione del Piano”.

L'area in esame non risulta campita fra le zone soggette a detta “norma n. 3” .

#### ***Aree soggette all'applicazione della Norma n. 5 – Aree di pertinenza fluviale lungo l'Arno e i suoi affluenti***

“Sono quelle le aree rappresentate nella «Carta delle aree di pertinenza fluviale dell'Arno e dei suoi affluenti» allegata al Piano di Bacino, stralcio Rischio Idraulico, che devono essere salvaguardate, in generale, per la mitigazione del rischio idraulico. Vi sono comprese le aree di espansione del fiume, le aree destinate dal piano ad interventi di sistemazione dei corsi d'acqua, per lo più da adibire a casse di espansione o ad aree di laminazione per lo scolo delle piene, nonché le zone di ristagno e di trattenimento delle acque in conseguenza di eventi meteorici eccezionali.

Fatto salvo quanto stabilito al comma precedente, le aree di pertinenza fluviale devono essere salvaguardate in generale anche per la mitigazione di altri rischi, idrogeologici e ambientali (zone da salvaguardare per la ricarica delle falde di pianura, per il recupero ambientale di aree degradate, per la conservazione di aree umide, etc.).

Gli enti e le autorità interessate, anche in forma coordinata, promuovono, nelle aree di pertinenza fluviale, la definizione di interventi e misure idonei a garantire il recupero, la salvaguardia e il miglioramento ambientale.

In tali aree, ove se ne verifichi la fattibilità e l'efficacia, devono essere realizzati interventi che contribuiscano ad un miglioramento del regime idraulico ed idrogeologico ai fini della difesa del territorio così come definito negli strumenti programmatori e pianificatori di competenza”.

L'area in esame non risulta campita fra le zone soggette a detta “norma n. 5” (stralcio cartografico n. 542).

#### ***Aree soggette all'applicazione della Norma n. 6 – Carta guida delle aree allagate***

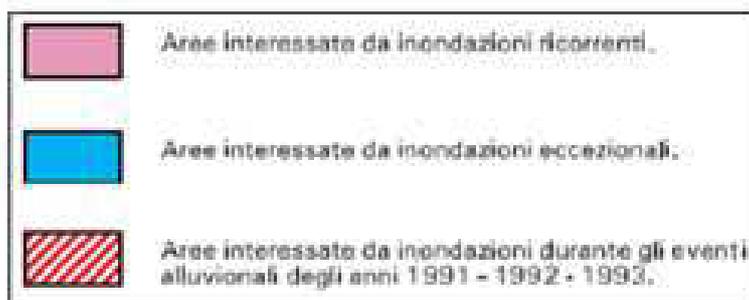
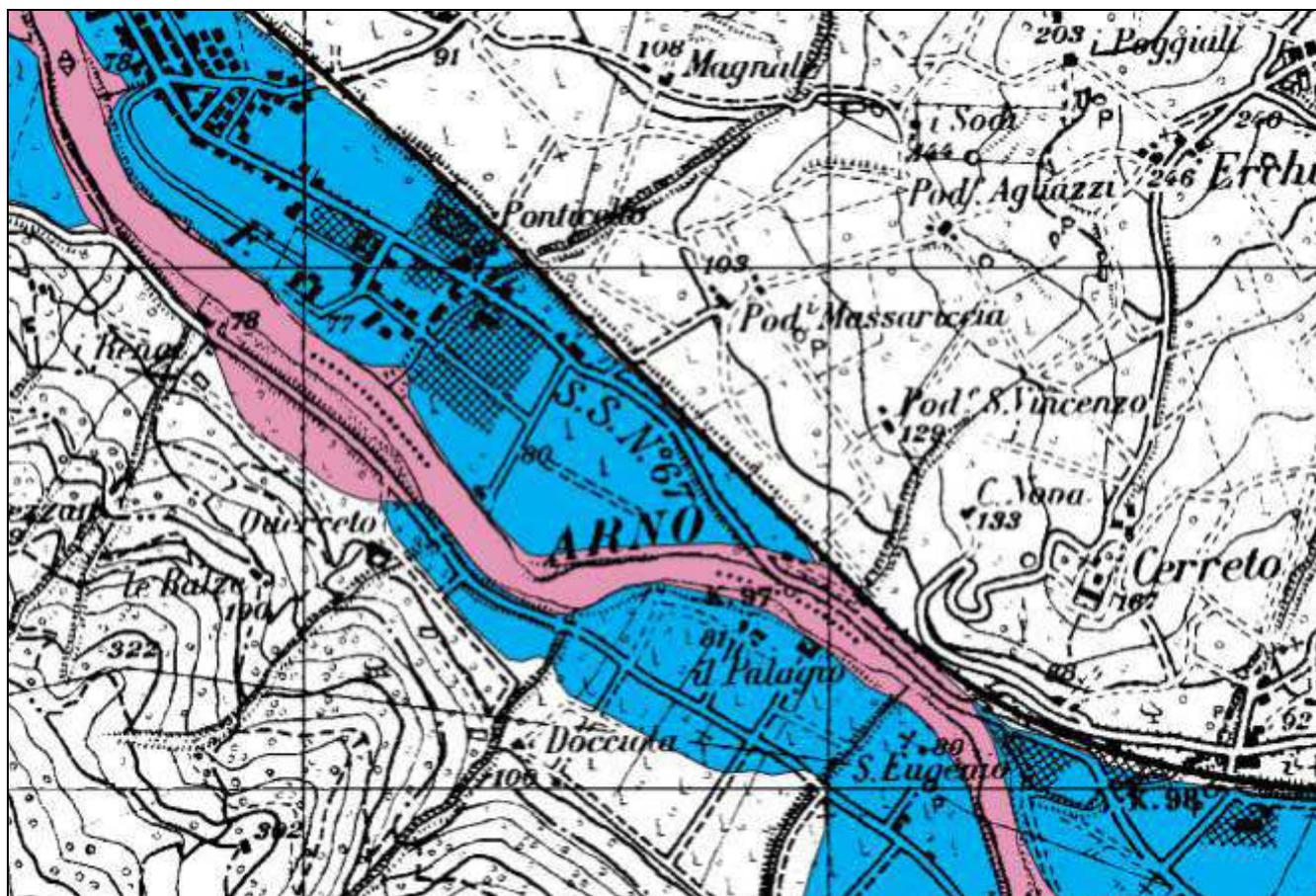
“E' stata elaborata sulla base degli eventi alluvionali significativi, posteriori e comprendenti quello del novembre 1966; rappresenta, con la indeterminazione legata alla scala di riporto, una carta che fornisce indicazioni propedeutiche alla pericolosità.

In tali aree, le eventuali opere o trasformazioni edilizie ed urbanistiche potranno essere realizzate a condizione che venga comprovato il superamento delle condizioni di rischio legate a fenomeni di esondazione o ristagno, o che siano individuati gli interventi necessari alla mitigazione di tale rischio da realizzarsi contestualmente alla esecuzione delle opere richieste”.

L'area in esame risulta campita fra le zone soggette a detta “norma n. 6” (stralcio cartografico n. 54 di cui si allega un estratto).

Nel proseguo della trattazione si sviluppano le argomentazioni e si indicano le prescrizioni per il rispetto di tale precetto “sovracomunale”.

Piano di Bacino del Fiume Arno  
Piano Stralcio Rischio Idraulico  
Carta guida delle aree allagate  
Estratto cartografia - Scala 1:25000



*Estratto della carta guida aree allagate (A.d.B. Arno)*

**Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (P.A.I.) approvato con D.P.C.M. del 6.5.2005**

Il "Piano di Bacino del Fiume Arno, stralcio Assetto Idrogeologico" e le relative misure di salvaguardia fu approvato con D.P.C.M. del 6.5.2005. In seguito, nel contesto delle attività demandate al Distretto dell'Appennino Settentrionale con il coordinamento della Autorità di Bacino del Fiume Arno, il Comitato Istituzionale Integrato ha adottato, nella seduta svoltasi a Roma in data 17 dicembre 2015, il Piano di Gestione Rischio Alluvioni, come richiesto dalle due direttive europee [2000/60/CE](#) e [2007/60/CE](#). Con tale adozione decadono, per quanto concerne l'aspetto relativo alla pericolosità idraulica, i contenuti normativi e le cartografie di riferimento circa le pericolosità idrauliche del P.A.I..

## **Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)**

*Il Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) delle Units of management (U.O.M.) è redatto ai sensi della direttiva 2007/60/CE e del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 ed è finalizzato alla gestione del rischio di alluvioni nel territorio di ciascuna U.O.M. .*

*Per il bacino dell'Arno il PGRA sostituisce a tutti gli effetti, con una nuova cartografia e nuove norme, il PAI (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico) riguardante la pericolosità ed il rischio idraulico.*

*In particolare fra gli elaborati costituenti il PGRA si segnala la “Mappa della pericolosità da alluvione fluviale”*

*In essa le aree con pericolosità da alluvione fluviale sono rappresentate su tre classi, secondo la seguente gradazione:*

- pericolosità da alluvione elevata (P3), corrispondenti ad aree inondabili da eventi con PGRA – U.O.M. Arno tempo di ritorno minore/uguale a 30 anni;*
- pericolosità da alluvione media (P2), corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 30 anni e minore/uguale a 200 anni;*
- pericolosità da alluvione bassa (P1) corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni e comunque corrispondenti al fondovalle alluvionale.*

L'area in esame ricade in classe di pericolosità da alluvione media (P2) di PGRA risultando potenzialmente assoggettabile ad episodi di esondazione per i tempi di ritorno compresi fra 30 e 200 anni.

Per tali azionamenti si riportano per semplicità di consultazione la disciplina e gli indirizzi definiti nella normativa stessa di PGRA.

### **AREE A PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONE MEDIA P2 – NORME (V. ART. 9 DISCIPLINA DI PIANO DEL PGRA).**

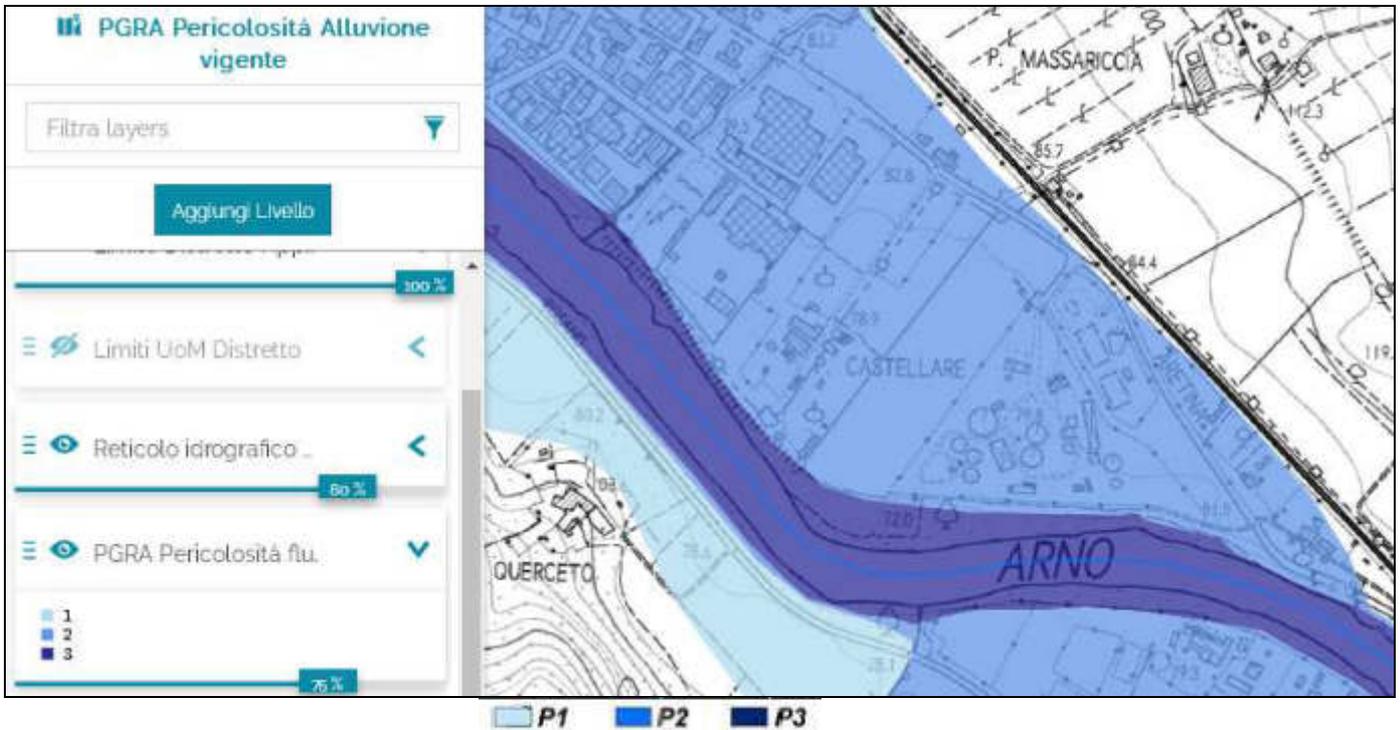
- 1. Nelle aree P2 per le finalità di cui all'art. 1 della disciplina di piano del PGRA della U.O.M. Arno sono da consentire gli interventi che possano essere realizzati in condizioni di gestione del rischio idraulico, con riferimento agli obiettivi del PGRA nello stesso dettagliati (v. art. 1 comma 4 della disciplina di piano della U.O.M. Arno), fatto salvo quanto previsto ai commi seguenti del presente articolo e all'art. 10 della disciplina di piano del PGRA.*
- 2. Nelle aree P2 per le finalità di cui all'art. 1, l'Autorità di bacino si esprime sugli interventi di seguito elencati, in merito alla compatibilità degli stessi con il raggiungimento degli obiettivi di PGRA delle U.O.M. Arno:*
  - a) misure di protezione previste dal PGRA delle U.O.M. Arno e misure previste dal PGA;*
  - b) interventi di sistemazione idraulica e geomorfologica, ad eccezione delle manutenzioni ordinarie, straordinarie e dei ripristini;*
  - c) interventi di ampliamento e ristrutturazione delle opere pubbliche o di interesse pubblico esistenti, riferite ai servizi essenziali, e della rete infrastrutturale primaria, nonché degli impianti di cui all'allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo n. 152/2006 dichiarati di interesse pubblico;*
  - d) nuovi interventi relativi alle opere pubbliche o di interesse pubblico riferite ai servizi essenziali e alla rete infrastrutturale primaria;*
  - e) interventi di ampliamento, di ristrutturazione e nuovi impianti di potabilizzazione e depurazione compresi i servizi a rete e le infrastrutture a questi connessi nonché gli impianti dichiarati di interesse pubblico di cui all'allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo n. 152/2006, compresi i servizi a rete e le infrastrutture a questi connessi.*
- 3. Le Regioni disciplinano le condizioni di gestione del rischio idraulico per la realizzazione degli interventi nelle aree P2.*

### **AREE A PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONE MEDIA P2 – INDIRIZZI PER GLI STRUMENTI DI GOVERNO DEL TERRITORIO (V. ART. 10 DISCIPLINA DI PIANO DEL PGRA).**

- 1. Fermo quanto previsto all'art. 9 della disciplina di piano del PGRA della U.O.M. Arno (vedi sopra) e fatto salvo le modifiche che l'Autorità di Bacino possa apportare alle mappe della pericolosità per alluvione a seguito della realizzazione e del collaudo di interventi previsti fra le “misure di protezione” del PGRA, nelle aree P2 per le finalità di cui all'art. 1 della disciplina di piano del PGRA della U.O.M. Arno le Regioni, le Province e i Comuni, nell'ambito dei propri strumenti di governo del territorio si attengono ai seguenti indirizzi:*
  - f) sono da privilegiare le trasformazioni urbanistiche tese al recupero della funzionalità idraulica;*
  - g) le previsioni di nuova edificazione sono da subordinare al rispetto delle condizioni di gestione del rischio idraulico;*
  - h) sono da evitare le previsioni che comportano la realizzazione di sottopassi, se non diversamente localizzabili;*

i) le previsioni di volumi interrati sono da subordinare al rispetto delle condizioni di gestione del rischio idraulico.

**Piano di Gestione del Rischio Alluvioni  
del bacino del Fiume Arno**  
Pericolosità idraulica  
Estratto cartografico - Scala 1:10000



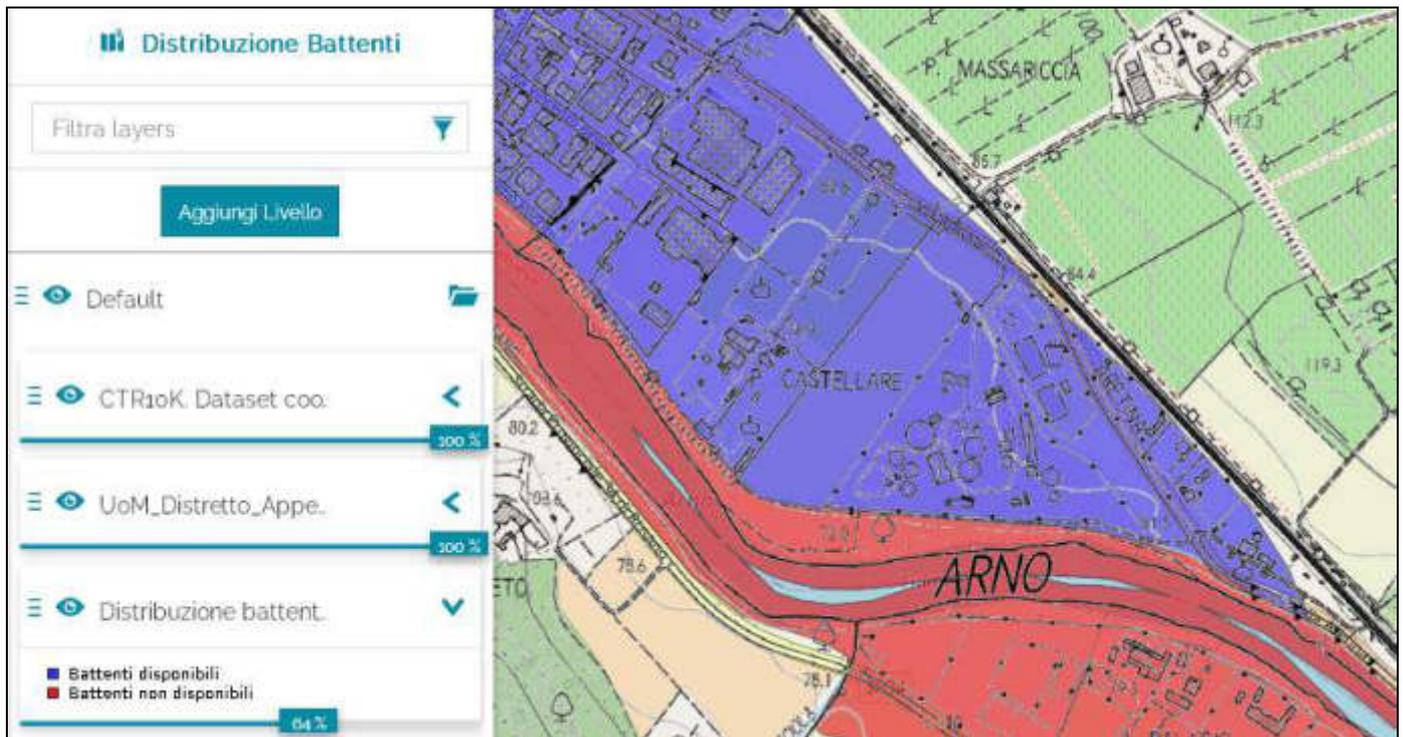
Estratto della carta di pericolosità per esondazione di PGRA – U.o.M. Arno (A.d.B. Arno)

Nella carta dei battenti idraulici per TR 200 anni, contenuta nel P.G.R.A. del Fiume Arno, l'area oggetto di intervento ricade in una zona in cui il battente di esondazione risulta definito in relazione alla cella idraulica di appartenenza (V3\_002) con altezza stimata per il tempo di ritorno T 200 anni pari a 78,29 m.s.l.m. .

**Distribuzione battenti ARNO**

Lat: 43.78283- Long: 11.40366

**Fonte** AdB Arno  
**Descrizione** Modello\_Piana\_Fiorentina  
**Tipologia** invaso  
**Dati** Aree potenziale esondazione  
**Codice** V3-002  
**Tr200** 78,29 m s.l.m.  
**disponibilita** si



Estratti di carta dei battenti idraulici per  $T_r=200$  anni (PGRA – AdB Distrettuale Appennino Settentrionale)

Nella trattazione dell'Ing. Tiziano Staiano, cui si rimanda per l'illustrazione dei dettagli relativi alle modellazioni quantitative dedotte dai dati AdB Distrettuale dell'Appennino Settentrionale e per la modellazione originale (scelta per il presente piano attuativo) del fosso campestre che borda il comparto sul suo limite orientale sono contenute le argomentazioni del caso in relazione alla possibilità di realizzazione di quanto in progetto in relazione ai normati sovracomunali in materia di tutela e gestione del rischio idraulico (L.R. n. 41/2018 e Norme di Piano del PGRA).

*Art. 5 (Norme di Piano del PGRA) - Definizioni*

**Gestione del rischio idraulico:** per gestione del rischio idraulico si intendono le azioni volte a mitigare i danni conseguenti a fenomeni alluvionali. La gestione può essere attuata attraverso interventi tesi a ridurre la pericolosità e interventi tesi a ridurre la vulnerabilità degli elementi a rischio anche mediante azioni di difesa locale e piani di gestione dell'opera collegati alla pianificazione di protezione civile comunale e sovracomunale, rispettando le condizioni di funzionalità idraulica; in altri termini la gestione del rischio si attua attraverso azioni volte ad abbattere in maniera significativa gli effetti negativi - rispetto ad un evento di riferimento che può anche variare in funzione delle caratteristiche del corso d'acqua considerato - in particolare su vita umana, insediamenti ed attività, beni ambientali e culturali. Agli effetti del PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone di norma si considera come evento di riferimento quello connesso con un tempo di ritorno uguale a 200 anni. La gestione del rischio può essere perseguita, qualora ve ne siano i presupposti e le condizioni giuridiche, anche attraverso azioni tali da ripartire eventuali effetti negativi su aree in cui, a parità di pericolosità, si ha presenza di elementi a rischio di minor valore.

L'intervento risulta pertanto pianificabile e fattibile nel rispetto degli accorgimenti titolati al comma g), dell'art. 10 della disciplina di piano del citato PGRA che vengono dibattute, come in precedenza riportato, nella relazione tecnica dell'Ing. Tiziano Staiano (febbraio 2021) elaborata a compendio e supporto del presente Piano Attuativo.

L'area non risulta inoltre potenzialmente esondabile in relazione all'evento tempo di ritorno  $T = 30$  anni e pertanto non assoggettabile alle tutele e salvaguardie disposte dalla L.R. n. 41 del 24 luglio 2018 per le aree classificabili a pericolosità per alluvioni frequenti (assoggettabili ad esondazione per tempo di ritorno  $T = 30$  anni).

## 6.2 Analisi storico inventariale dei trascorsi episodi di esondazione

Tale metodologia, anche se povera del supporto analitico e matematico di una verifica idraulica quantitativo-numerica, risulta comunque utile per operare scelte di indirizzo progettuale relative alla pianificazione territoriale.

L'analisi storico - inventariale degli eventi di esondazione verificatisi così come documentato nei censimenti e perimetrazioni indicati in atti ufficiali degli Enti preposti e confrontati con testimonianze raccolte sui luoghi si riporta di seguito.

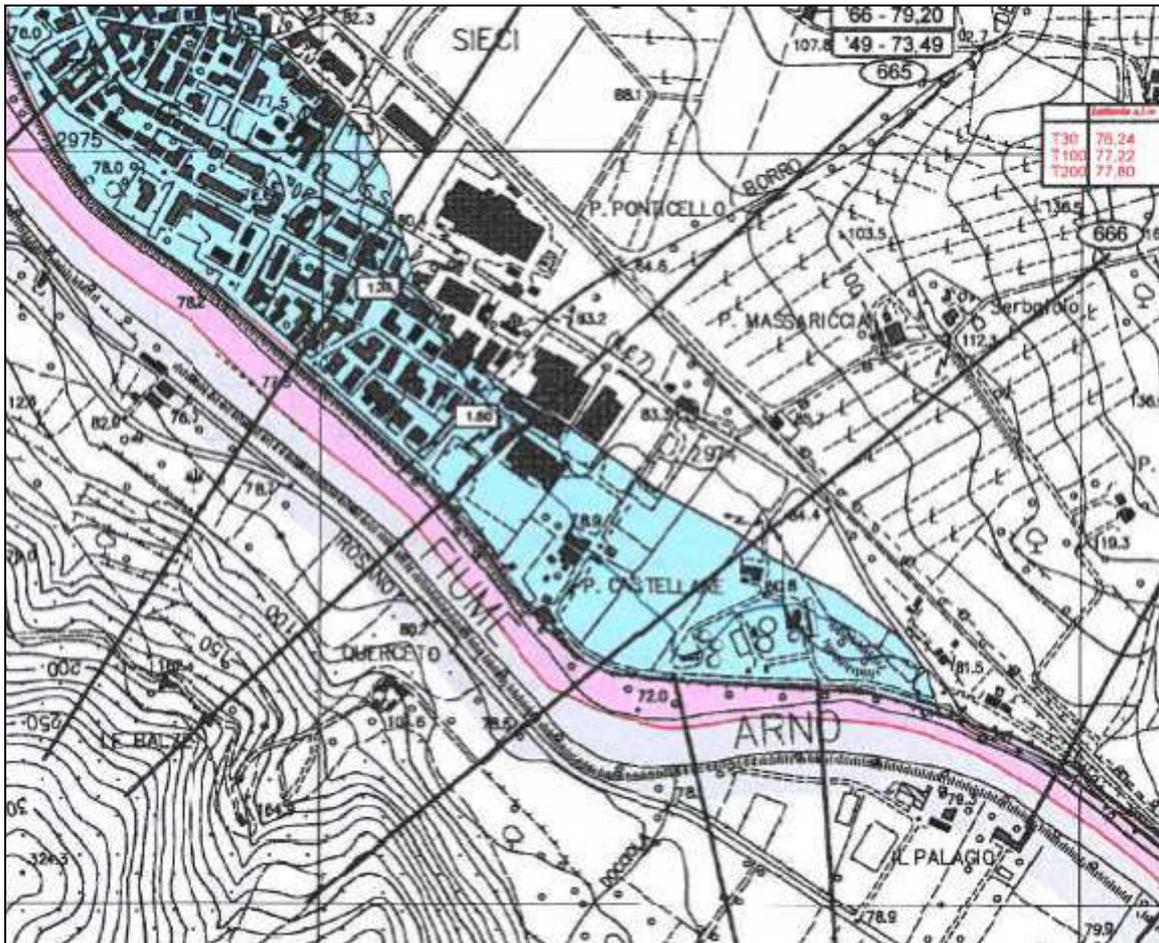
Per quanto concerne i trascorsi episodi di esondazione, cui fa riferimento la classificazione di "area sensibile", l'area di fondovalle su cui sorge l'abitato di Le Sieci non risulta essere stata interessata da particolari fenomeni durante gli eventi 1991-1993.

In generale questa area, ed in particolare la porzione della zona di Castellare più prossima al ciglio di sponda dell'Arno, è stata interessata dall'episodio di eccezionale esondazione verificatosi nel Novembre 1966. Come mostrato nella tavola di supporto geologico al P.S. n. 3.11 SUD "carta delle esondazioni e del contesto idraulico" l'area delle Sieci mostrò, in occasione del citato evento, battenti di piena variabili da decimetrico fino alla registrazione di un massimo di 1,60 di battente in corrispondenza di una quota del piano campagna di circa 77,20 / 77,60 m.s.l.m. (Piazza Antonio Vivaldi). Come si può notare dalla sopra citata cartografia l'area di Castellare oggetto della presente trattazione, disposta in posizione morfologica favorevole rispetto alla citata quota di Piazza Vivaldi, fu parzialmente interessata (porzione più prossima al corso del Fiume Arno), con buona possibilità di approssimazione, da un battente di piena decimetrico, presumibilmente contenuto entro i 30,0 cm.

CARTA DELLE ESONDAZIONI E DEL CONTESTO IDRAULICO

Scala 1:10.000





Estratto cartografico da carta del contesto idraulico del vigente PS

Per le argomentazioni sopra esposte oltre ai dati storici acquisiti da indagini sul posto ci si è valse delle **quote dei battenti di piena degli eventi del novembre del '66 e del novembre del '49** rilevati in corrispondenza di alcune sezioni del **Fiume Arno** disponibili presso l'**Istituto Idrografico di Pisa**. Tali quote hanno permesso la delimitazione puntuale delle aree allagate in seguito alla tracimazione del corso d'acqua in dipendenza dei due maggiori eventi alluvionali verificatisi a memoria storica.

### 6.3 Indicazioni desumibili dalla relazione idraulica dell'Ing. Tiziano Staiano (febbraio 2021)

Il dato quantitativo relativo a modellazione idrologico-idraulica, per l'area in esame, è stato desunto dalle elaborazioni svolte dalla Autorità di Bacino del Fiume Arno per la redazione del P.A.I. ed in seguito per Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) come argomentato nella relazione idraulica redatta dall'Ing. T. Staiano (febbraio 2021) allegata fra gli elaborati progettuali di Piano Attuativo, cui si rimanda per le informazioni ed i dettagli che riguardano l'aspetto relativo a pericolosità e gestione del rischio idraulico.

Si riportano nella presente trattazione le conclusioni finali di tale citata elaborazione relativamente ai criteri di fattibilità idraulica per estratto dal "paragrafo n. 5" della stessa relazione redatta dall'Ing. T. Staiano (febbraio 2021):

*"Alla luce dell'analisi normativa, la fattibilità idraulica degli interventi risulta condizionata ad interventi di sopraelevazione: il **piano di imposta** del fabbricato, dovrà essere posto ad una quota superiore al massimo livello duecentennale di 78,88 m s.l.m. (dato fornito in fase istruttoria dello Strumento Urbanistico Comunale da parte del Genio Civile di Firenze) cui si somma un franco di sicurezza minimo di 50 cm; il piano di imposta del fabbricato dovrà quindi essere **posto a quote di di 79.40 m s.l.m.**"*

*Per le aree ubicate al margine sud del comparto, destinate a parcheggi e viabilità, la quota di messa in sicurezza è pari a 79.10 m s.l.m., caratterizzate da franco ridotto rispetto agli edifici, se consideriamo il livello in alveo pari a 78,88 m.s.l.m., ma con franco di circa 80 cm se consideriamo il livello nella cella d'accumulo pari a 78,29 m.s.l.m.”*

**Nel paragrafo 6 della stessa citata relazione idraulica sono svolte considerazioni a dimostrazione del non aggravio del rischio idraulico nelle aree limitrofe.**

## **6.4 Pericolosità idraulica del vigente strumento urbanistico**

La complessità delle problematiche inerenti al rischio idraulico per le aree di fondovalle che si sviluppano in destra idraulica d'Arno in corrispondenza dell'urbanizzato della frazione Le Sieci è mostrata dalla distribuzione areale delle classi I.3 e I.4 indicate nelle tavole “Carta della pericolosità idraulica” del vigente strumento urbanistico del Comune di Pontassieve, redatta ai sensi del Reg. Reg. n. 26/R (criteri obsoleti incuranti dei successivi Reg. Reg. n. 53/R e dei contenuti del recente nuovo Regolamento Regionale n. 5/R) il cui allestimento risulta osservante dei criteri di seguito riportati (comunque vigenti al momento della redazione dei tematismi cartografici stessi):

**Classe 1 - Pericolosità idraulica irrilevante.** Attribuita a:

- Aree montane o collinari prossime ai corsi d'acqua e comunque poste all'esterno dell'ambito fluviale definito come “A1” all'art. n. 75 della Del. C.R. n. 12/2000 per le quali ricorrono le seguenti condizioni:
  - a) non vi sono notizie storiche in merito a precedenti inondazioni;
  - b) sono in situazione favorevole di alto morfologico di norma poste a quote altimetriche superiori a 2 metri rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, dal ciglio di sponda.

**Classe 2 - Pericolosità idraulica bassa.** Attribuita a:

- Aree di fondovalle e comunque poste all'esterno dell'ambito fluviale definito come “A1” all'art. n. 75 della Del. C.R. n. 12/2000 per le quali ricorrono le seguenti condizioni:
  - a) non vi sono notizie storiche in merito a precedenti inondazioni;
  - b) non si riscontrano condizioni favorevoli al ristagno;
  - c) sono poste in situazione favorevole di alto morfologico rispetto alla pianura alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a 2,0 metri sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda;

**Classe 3 – Pericolosità idraulica media.** Attribuita a:

- **Aree di fondovalle per le quali ricorra una delle seguenti condizioni:**
  - a) vi sono notizie storiche di precedenti esondazioni;
  - b) sono in situazione sfavorevole dal punto di vista morfologico, di norma poste a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a 2 m sopra al piede esterno dell'argine o, in mancanza dell'argine, sopra al ciglio di sponda.
- Aree in cui il recapito della fognatura da zone urbanizzate può essere influenzato dalle condizioni idrauliche dei principali corsi d'acqua.
- Aree collinari e/o montane nella zona di svaso di laghi e invasi in cui il rischio idraulico dipende dalla tenuta del paramento di valle e dal suo stato di manutenzione.

**Classe 4 – Pericolosità idraulica elevata.** Attribuita nei seguenti casi :

- Aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrono entrambe le seguenti condizioni:
  - a) vi sono notizie storiche in merito a significativi (uno o più) (significativo > 30 cm di battente) episodi di inondazione;
  - b) sono in situazione sfavorevole dal punto di vista morfologico, di norma poste a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a 2 m sopra al piede esterno dell'argine o, in mancanza dell'argine, sopra al ciglio di sponda ;
- Aree ricadenti in ambito fluviale A1 come definito dall'art. 75 della delibera Consiglio regionale n. 12/2000;
- Aree soggette alle norme n. 2 e n. 3 (aree destinate ad opere per la riduzione del rischio idraulico) dal D.P.C.M. n. 226/1999 “Approvazione del piano stralcio relativo alla riduzione del rischio idraulico del Fiume Arno”;
- Aree collinari o montane con presenza di corpi d'acqua (laghi o invasi).



COMUNE DI PONTASSIEVE  
PROVINCIA DI FIRENZE

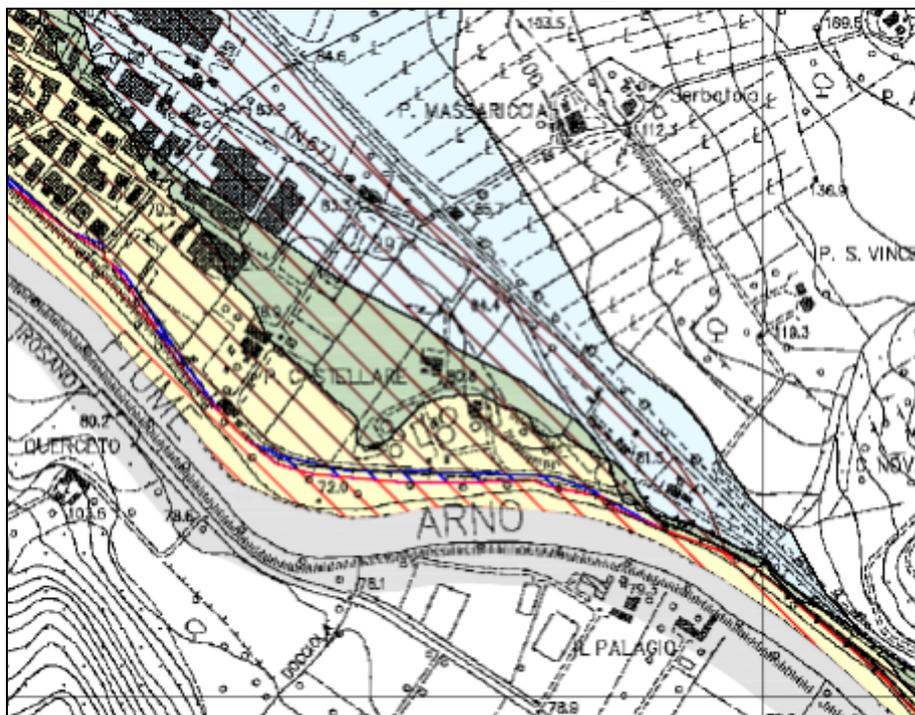


INDAGINI GEOLOGICO TECNICHE DI SUPPORTO  
AL PIANO STRUTTURALE

L.R. n. 41 del 1988 art. 17  
L.R. n. 12 del 2000 art. 75  
L.R. n. 12 del 2000 art. 75  
L.R. n. 12 del 2000 art. 75  
L.R. n. 12 del 2000 art. 75

RISCHIO IDRAULICO

CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA



 2  
PERICOLOSITA'  
BASSA

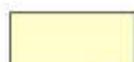
Area di fondovalle e comunque poste all'esterno dell'ambito definito "A1" all'art. 75 della C.R. n. 12/2000, per le quali ricorrono le seguenti condizioni:  
\* non vi sono notizie storiche di inondazioni;  
\* non si riscontrano condizioni favorevoli al ristagno;  
\* sono in situazione favorevole di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale sottostante, ossia poste a quote altimetriche superiori a 2 m rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza dell'argine, rispetto al ciglio di sponda.

 3  
PERICOLOSITA'  
MEDIA

Area di fondovalle per le quali ricorre una delle seguenti condizioni:  
\* vi sono notizie storiche di inondazioni;  
\* sono in situazione sfavorevole dal punto di vista morfologico, ossia poste a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a 2 m sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza dell'argine, sopra al ciglio di sponda e poste ad oltre 300 m dal piede esterno dell'argine o, se mancante dal ciglio di sponda.

Area collinari e/o montane nella zona di invaso di laghi e invasi in cui il rischio idraulico dipende dalla tenuta del paramento di valle e dal suo stato di manutenzione.

Area in cui il recapito della fognatura da zone urbanizzate può essere influenzato dalle condizioni idrauliche del sistema idrologico generale (F. Arno e i suoi affluenti).

 4  
PERICOLOSITA'  
ELEVATA

Area di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrono entrambe le seguenti condizioni:  
\* vi sono notizie storiche di inondazioni;  
\* sono morfologicamente in situazione sfavorevole, di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a 2 m sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

Area ricadenti in ambito "A1" come definito all'art. 75 della D.L.C.R. n. 12/2000.

Area soggette alle norme n. 2 e n. 3 (area destinate ad opere per la riduzione del rischio idraulico) del D.P.C.M. n. 228/99 "Approvazione del piano stralcio relativo alla riduzione del rischio idraulico del Fiume Arno".

Area collinari e montane con presenza di corpi d'acqua (laghi e invasi).

Rileggendo, ad oggi (in sintonia con i criteri regionali attuali L.R. n. 41/2018 e Reg. Reg. n. 5/R) i dati di quadro conoscitivo ad oggi disponibili sull'area in relazione alla modellazione ufficiale della AdB Distrettuale dell'Appennino Settentrionale con trasposizione in classificazione di pericolosità idraulica del quadro conoscitivo derivante dalla modellazione della AdB Distrettuale secondo i criteri sotto riportati (mediati fra le indicazioni del Reg. Reg. n. 53/R decaduto ed i vigenti criteri della L.R. n. 41/2018):

**Pericolosità idraulica molto elevata (I.4) (aree a pericolosità idraulica frequente di cui alla L.R. n. 41/2018):**

- aree inondabili da allagamenti per eventi con  $Tr$  minore/uguale 30 anni. Comprendono le aree classificate in classe P3 (pericolosità idraulica elevata) del Piano Gestione Rischio Alluvioni per il Bacino del Fiume Arno adottato durante il Comitato Istituzionale Integrato che si è svolto in data 17 dicembre a Roma;

**Pericolosità idraulica elevata (I.3) (aree a pericolosità idraulica poco frequente di cui alla L.R. n. 41/2018):**

- aree inondabili da allagamenti per eventi compresi tra  $30 < Tr < 200$  anni. Comprendono le aree classificate in classe P2 (pericolosità idraulica media) del Piano Gestione Rischio Alluvioni per il Bacino del Fiume Arno adottato durante il Comitato Istituzionale Integrato che si è svolto in data 17 dicembre a Roma;

**Pericolosità idraulica media (I.2):**

- aree interessabili da allagamenti per eventi compresi tra  $200 < Tr < 500$ anni. Comprendono le aree classificate in classe P1 (pericolosità idraulica bassa) del Piano Gestione Rischio Alluvioni per il Bacino del Fiume Arno adottato durante il Comitato Istituzionale Integrato che si è svolto in data 17 dicembre a Roma.

**ed al fine di fugare possibili fuorvianti convinzioni nella interpretazione della recente nomenclatura e classificazione della pericolosità idraulica fra i disposti normativi susseguitisi nel recente trascorso di cui al P.G.R.A., Regolamenti Regionali n. 53/R e n. 5/R e L.R. n. 41/2018 si riporta il seguente schema semplificato relativo alla sintetica identificazione del campo di applicazione dei normati di riferimento correlati a tempi di ritorno prefissati.**

Pericolosità di R.R. 53/R	Pericolosità L.R. n. 41/2018 e R.R. n. 5/R	Pericolosità di P.G.R.A.	Tempo di ritorno correlato
I.4 (molto elevata)	Alluvioni frequenti	P3 (elevata)	minore/uguale 30 anni
I.3 (elevata)	Alluvioni poco frequenti	P2 (media)	> 30 e minore/uguale 200 anni
I.2 (media)		P1 (bassa)	>200 e comunque fondovalle
I.1 (bassa) (*)			

(\*) (aree collinari e montane prossime ai corsi d'acqua non soggette a trascorse esondazione e in posizione di alto morfologico + 2,00 ml rispetto a ciglio di sponda e/o base esterna argine).

Si ritiene poter classificare l'area in esame oggetto del presenti Piano Attuativo fra quelle potenzialmente soggette a **possibilità di esondazione per eventi poco frequenti** (tempo di ritorno compreso fra 30 e 200 anni) con battente certificato dalla AdB Distrettuale di 78,29 m.s.l.m. e battente imposto (in fase istruttoria della precedente variante urbanistica comunale) da parte del Genio Civile di Firenze di 78,88 m.s.l.m. .

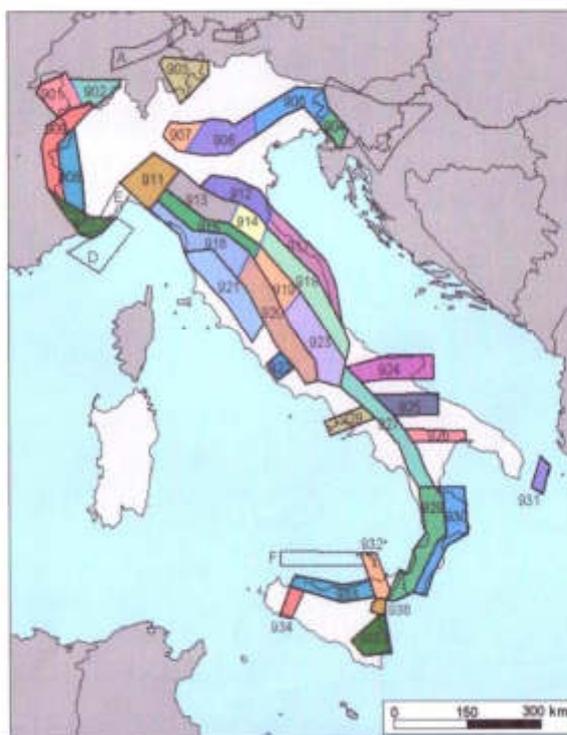
L'intervento risulta pertanto realizzabile con quota di calpestio del primo solaio dei locali di futura realizzazione in condizioni di sicurezza idraulica per tempo di ritorno 200 anni + 50 cm di franco (quota 79,38 m.s.l.m.) e condizioni di sicurezza idraulica per la viabilità ed i parcheggi per lo stesso tempo di ritorno + 20 cm di franco (quota 79,08 m.s.l.m.) (v. estratto dei contenuti sulle prescrizioni di fattibilità di cui al paragrafo 5 della relazione tecnica dell'Ing. T. Staiano riportati per esteso nel precedente paragrafo 6.3).

## 7. ASPETTI SISMICI E VALUTAZIONI SUL RISCHIO SISMICO

Le registrazioni strumentali della rete sismica nazionale permettono di osservare come, nell'area del territorio fiorentino, gli eventi sismici si concentrino maggiormente lungo la catena appenninica, con una percentuale intorno al 10% di ipocentri posti a profondità inferiori ai 15 Km.

Il comune di Pontassieve nell'ambito della zonazione sismogenetica ZS9 del territorio Italiano, ricade all'interno della ZS 915 "Garfagnana–Mugello", ove si attendono eventi connessi ad un meccanismo di fagliazione di tipo distensivo e con profondità ipocentrali comprese tra 5–15 Km.

Gruppo di Lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (Ordinanza PCM 20.03.03, n.3274)  
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia



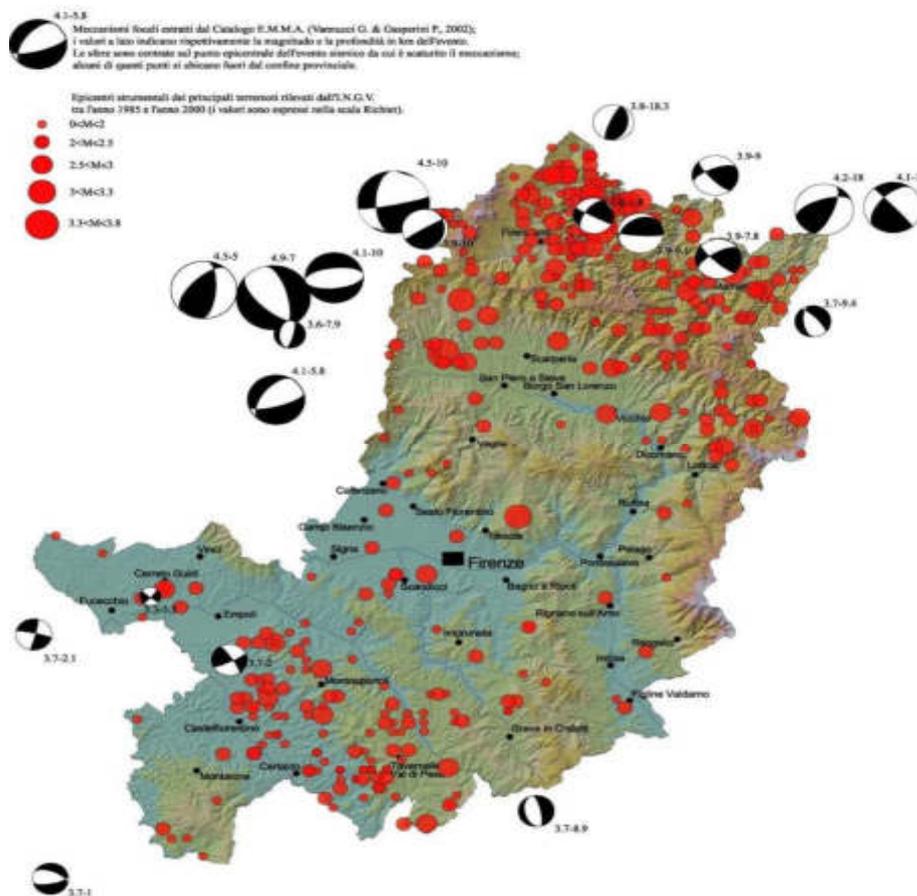
Zonazione Sismogenetica ZS9

All'interno di questa zona sismogenetica, gli eventi di maggiore intensità sono stati registrati nelle aree del Mugello (si ricorda ad esempio il terremoto del 1919), con Magnitudo momento ( $M_w$ ) registrate fino a valori massimi pari a 6,14 e con Magnitudo massima stimata ( $M_{wmax2}$  valore di Magnitudo cautelativa) pari a 6,6. Numerosi eventi, generalmente di bassa intensità, sono stati registrati anche nell'area della piana di Firenze–Prato–Pistoia, quest'ultima comunque sede, sulla base dei dati di sismicità storica, di eventi importanti e con Magnitudo massime stimate di poco inferiori a 5.

Nella Tabella 1 si riporta una distribuzione, per numero di eventi e per classi di Magnitudo momento ( $M_w$ ), dei terremoti all'interno della zona sismogenetica di interesse.

Tabella 1 Distribuzione dei terremoti in ZS915									
	31	17	19	1	4	2	1	0	1
<b>Classi di Magnitudo <math>M_w</math></b>	4.76	4.99	5.22	5.45	5.68	5.91	6.14	6.37	6.60

Nella figura che segue è rappresentata la distribuzione degli epicentri degli eventi sismici registrati nel territorio fiorentino nell'intervallo temporale 1985 – 2000, con indicazione della Magnitudo e della profondità ipocentrale.



Distribuzione degli eventi sismici registrati tra gli anni 1985 e 2000 (Piano Provinciale di emergenza 1° stralcio – Servizio di Protezione Civile Provincia di Firenze).

Dal punto di vista dei risentimenti in sito l'area di Pontassieve ha manifestato intensità macrosismiche fino ad un massimo dell'VIII° grado MCS, con sensibili differenze locali nelle diverse aree della città, legate sia a fattori "geologici" ovvero connessi con la natura e con l'assetto stratigrafico dei terreni presenti nel sottosuolo, sia a fattori "costruttivi", connessi con le diverse epoche e tipologie delle costruzioni.

## 7.1 Rischio sismico

Il **rischio sismico** nella accezione corrente rappresenta il probabile danno che un determinato sito può subire in occasione di un sisma. In maniera analitica può essere espresso come il prodotto della pericolosità sismica, della vulnerabilità sismica e della quantificazione economica delle realtà danneggiate. La **pericolosità sismica** può essere direttamente riferita alla vibrazione che un sito può subire durante un sisma, mentre la **vulnerabilità** definisce lo stato di conservazione del patrimonio edilizio e delle strutture sociali potenzialmente rese inattive dal sisma. Il parametro relativo alla **quantificazione economica** delle realtà danneggiate è di difficilissima valutazione poiché comprende, oltre a edifici, strutture produttive ed infrastrutture, anche vite umane e beni artistici e culturali.

La *valutazione del rischio sismico*, in aree ad estensione regionale, viene effettuata mediante la **macrozonazione sismica**, definita come l'individuazione di aree che possano essere soggette, in un dato intervallo di tempo, ad un terremoto di una certa intensità.

All'interno di queste aree si possono valutare, con maggior dettaglio, le differenze di intensità massima dovute a differenti situazioni geologiche locali attraverso procedure il cui insieme costituisce la **microzonazione sismica**. Infatti, l'esame della distribuzione dei danni prodotti da un terremoto nello stesso territorio dimostra che le azioni sismiche possono assumere anche a distanze di poche decine di metri caratteristiche differenti in funzione delle diverse condizioni locali (morfologia superficiale, morfologia del substrato roccioso sepolto, presenza e profondità della falda freatica, costituzione e proprietà del sottosuolo, presenza di faglie, etc.).

La microzonazione sismica mira ad individuare gli strumenti necessari a prevedere e a mitigare gli effetti sismici in una zona di dimensioni urbane, tramite opportuni criteri d'uso del territorio.

Le indagini per la *valutazione del rischio sismico* sono, pertanto, suddivise in due fasi.

### **Macrozonazione sismica**

Fornisce un quadro generale del potenziale sismico e quindi della pericolosità sismica di una regione, con l'individuazione delle aree sismiche e di quelle non soggette a sisma.

Nell'ambito dell'Ordinanza P.C.M. n. 3274/03 si sono individuate 4 zone, delle quali le prime tre coincidono con quelle (Categorie) individuate dalla L.n.64/74 e successivi D.M. ad essa collegati, mentre la quarta è di nuova costituzione. In quest'ultima zona le regioni possono imporre l'obbligo della progettazione antisismica e stabilire norme e criteri specifici.

La OPCM n. 3519 del 28 aprile 2006 disciplina i criteri alla base degli studi per la definizione della pericolosità sismica utili alla riclassificazione sismica del territorio nazionale, ma definisce anche con:

-la lett. g) la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle zone sismiche che dovranno prevedere:

- 1) la discretizzazione dell'elaborato di riferimento rispetto ai confini dei comuni. E' opportuno a tale proposito che il passaggio fra zone sismiche territorialmente contigue sia definito in termini gradualità, sia all'interno di ciascuna regione che al confine di regioni diverse.
- 2) la definizione di eventuali sottozone nell'ambito di uno stesso comune e secondo quanto previsto alla lett. a) per descrivere meglio l'azione sismica, soprattutto in relazione alle esigenze di valutazione e di recupero degli edifici esistenti.

-la lett. c) - sulla base della valutazione di  $a_g$  l'assegnazione di un territorio ad una delle zone sismiche potrà avvenire, secondo la tab. di cui alla lett. a), con la tolleranza di  $0,025 a_g$ .

I criteri per l'aggiornamento della mappa di **pericolosità sismica** sono stati definiti nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'**accelerazione orizzontale massima** ( $a_g$ ) su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni.

Zona sismica	Descrizione	accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [ $a_g$ ]	accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [ $a_g$ ]
1	Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti.	$a_g > 0,25 \text{ g}$	0,35 g
2	Zona dove possono verificarsi forti terremoti.	$0,15 < a_g \leq 0,25 \text{ g}$	0,25 g
3	Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.	$0,05 < a_g \leq 0,15 \text{ g}$	0,15 g
4	E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.	$a_g \leq 0,05 \text{ g}$	0,05 g

La Regione Toscana con D.G.R. n. 431 del 19.06.2006 ha proposto la riclassificazione sismica regionale, mantenendo in via preliminare un atteggiamento di cautela soprattutto nelle situazioni che potrebbero comportare una declassificazione dei comuni dalla zona a media sismicità alla zona a bassa sismicità (da zona 2 a zona 3). A tal proposito ha ritenuto opportuno, nel processo di declassificazione dei comuni, mantenere lo stesso livello di protezione assicurato dalle azioni sismiche della zona 2, provvedendo di conseguenza all'individuazione di una zona **3S**. Tuttavia, il territorio comunale di Pontassieve è **rimasto** inserito in **zona 3**.

A distanza di sei anni dall'entrata in vigore della precedente classificazione sismica, la Regione Toscana ha provveduto all'aggiornamento della classificazione sismica del proprio territorio. La **nuova mappa sismica** è stata approvata con la delibera n. 878 dell'8 ottobre 2012. L'aggiornamento della classificazione sismica, redatto ai sensi dell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3519/2006, si è reso necessario al fine di recepire le novità introdotte dall'entrata in vigore delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008) e di rendere la classificazione sismica (riferimento per la disciplina dei controlli sui progetti depositati presso gli Uffici tecnici regionali preposti) maggiormente aderente all'approccio *sito-dipendente* introdotto dalle vigenti Norme.

La D.G.R.T. 26 maggio 2014, n.421 Aggiornamento dell'allegato 1 (elenco dei comuni) e dell'allegato 2 (mappa) della deliberazione G.R.T. n. 878 dell'8 ottobre 2014 assegna, a mero titolo amministrativo, al territorio del Comune di Pontassieve la **Classe 3**.

La **zona sismica** per il territorio di Pontassieve, indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Deliberazione della Giunta Regionale Toscana n. 421 del 26 maggio 2014, è riportata nella tabella seguente:

Zona sismica <b>3</b>	Zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti.
--------------------------	---

### **Microzonazione sismica**

Individua le risposte sismiche locali nell'ambito di una zona dell'ordine di grandezza di un comune o di una città metropolitana, fornendo informazioni di dettaglio relative agli effetti locali, ottimizzando quindi i dati rilevati tramite la macrozonazione.

Compito precipuo della microzonazione è quello di individuare terreni dinamicamente instabili e stimare le accelerazioni che si possono verificare in terreni dinamicamente stabili, poiché condizioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche particolari possono determinare variazioni nella risposta sismica locale e di conseguenza sulla pericolosità del sito.

Il sito oggetto di intervento nello S.U. ricade in zona **S.3**, a “**pericolosità sismica locale elevata**”, ove sono possibili effetti di amplificazione sismica locale connessi con la disposizione stratigrafica dei terreni, con la loro natura e con le caratteristiche geomeccaniche, e con particolari condizioni geomorfologiche quali la presenza di paleomorfologie sepolte e/o le caratteristiche geotecniche che potrebbero consentire fenomeni di cedimento.

### **D.M. 17.01.2018 – NTC**

Con il D.M. 17.01.18 (NTC18) viene confermato quanto espresso in materia dal precedente D.M. 14.01.2008, ossia che l'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi *stati limite* presi in considerazione viene definita partendo dalla “**pericolosità di base**” del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

La pericolosità sismica è intesa come accelerazione massima orizzontale **ag** in condizioni di campo libero su suolo rigido ( $V_{s30} > 800$  m/s), con superficie topografica orizzontale (di categoria di sottosuolo **A**; NTC, § 3.2.2), ma è definita anche in termini di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente **Se (T)**, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento **PVR**, come definite nelle NTC nel periodo di riferimento **VR**. In alternativa è consentito l'uso di accelerogrammi, purché congruenti con la **pericolosità sismica del sito**.

Con l'entrata in vigore del citato D.M. 14 gennaio 2008, infatti, la stima della pericolosità sismica è stata definita mediante un approccio **“sito dipendente”** e non più tramite un criterio **“zona dipendente”**, approccio confermato dalle NTC18. Pertanto, la classificazione sismica del territorio è scollegata dalla determinazione dell'azione sismica di progetto, mentre rimane il riferimento per la trattazione di problematiche tecnico-amministrative connesse con la stima della pericolosità sismica.

Quindi (secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. 14 gennaio 2008 ancora cogente poiché citato dalle NTC18), la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (v. tabella 1 nell'Allegato B del D.M. 14 gennaio 2008).

Le forme spettrali vengono definite, per ciascuna delle probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento **PVR**, partendo dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

ag accelerazione orizzontale massima al sito;

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

T\*C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

### ***Categoria di sottosuolo***

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, Vs. I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità Vs per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2. I valori di Vs sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche. La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, VS,eq (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}} \quad [3.2.1]$$

con:

h<sub>i</sub> spessore dell'i-esimo strato;

V<sub>S,i</sub> velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/s.

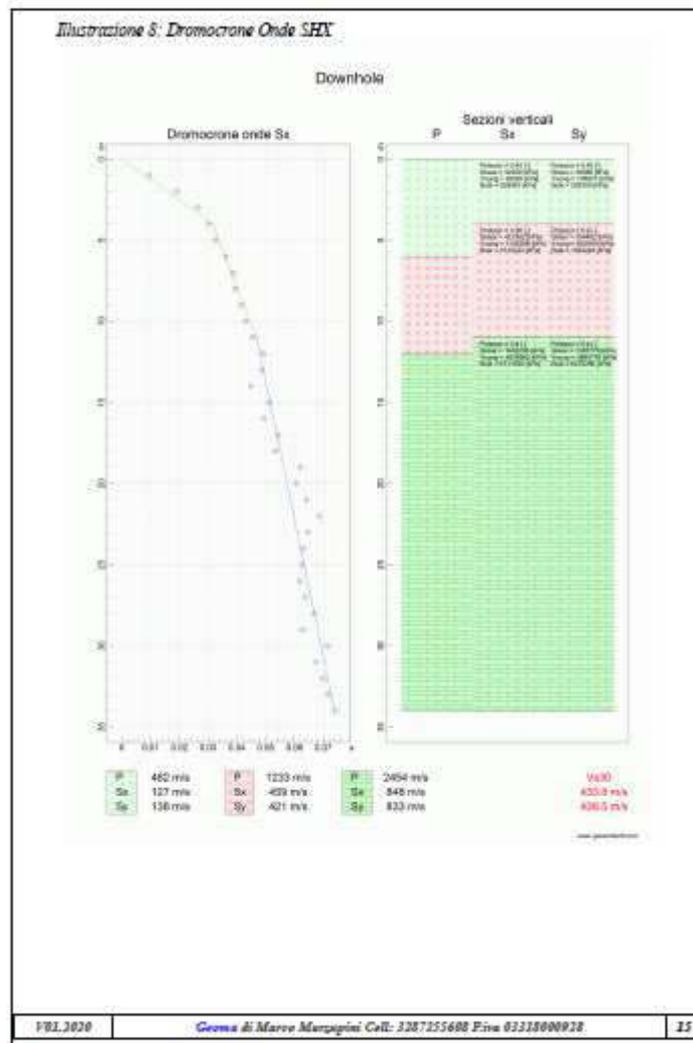
Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II.

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

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

### Analisi sismica del sito di intervento

Dalla campagna di indagini geofisica tramite indagine sismica Down Hole è stato rilevato, in sintesi, quanto segue:



VS e PARAMETRI ELASTICI						
Strato	Vs (m/s)	Vp (m/s)	Rapporto (Vp/Vs)	Spessore (m)	Profondità (m) liv fond	
					da	a
1	132	482	3,65	4	0	-4
2	440	1233	2,80	7	-4	-11
3	840	2454	2,92	34	-11	-34

Dati

Numero di strati

Profondità piano di posa  m

Nr.	Spessore [m]	Velocità [m/s]
1	4,00	132
2	7,00	440
3	34	840

- +

Profondità complessiva  m

Vs, eq  m/s

Categoria del suolo

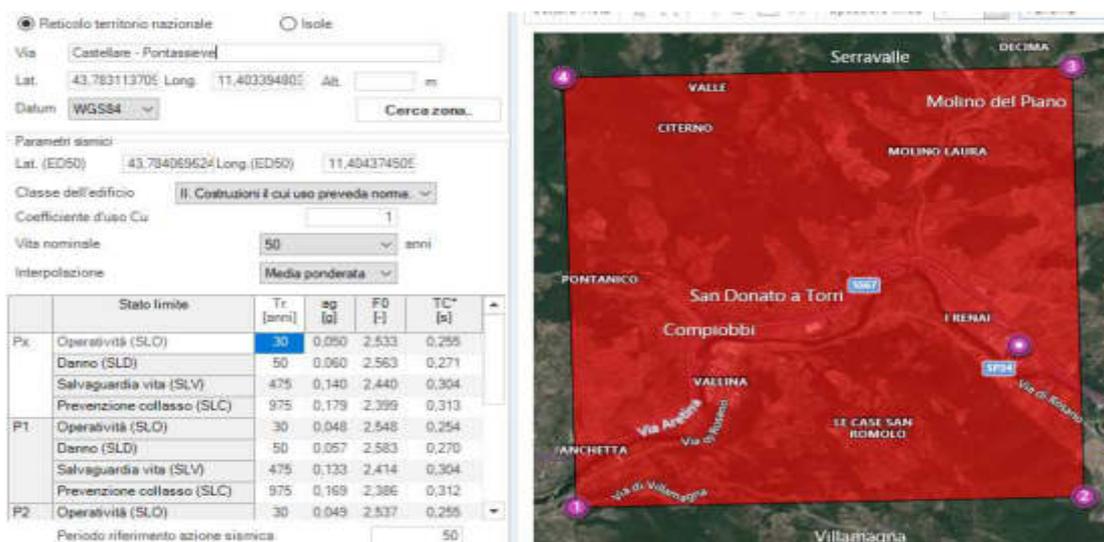
Secondo le NTC 2018, una Vs eq = 259 m/s, la **Categoria di sottosuolo E**:

*Rocce tenere e terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti e a grana fine mediamente consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 e 800 m/s.*

Gli elementi relativi all'*Azione sismica* nella fase preliminare urbanistica, dunque, sono i seguenti:

<b>Tipo d'opera</b>	2
<b>Destinazione d'uso</b>	Classe II
<b>Vita nominale</b>	VN =50
<b>Coefficiente d'uso</b>	1,0
<b>Periodo di riferimento</b>	VR = 50 anni

## 7.2 Pericolosità sismica di base e pericolosità sismica di sito



### PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn): 50 [anni]

Classe d'uso: II

Coefficiente d'uso (Cu): 1

Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 43,7831154 [°]

Longitudine (WGS84): 11,4033947 [°]

Latitudine (ED50): 43,7840729 [°]

Longitudine (ED50): 11,4043741 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	20060	43,765240	11,344130	5270,81
2	20061	43,766480	11,413300	2083,20
3	19839	43,816460	11,411620	3648,10
4	19838	43,815220	11,342350	6064,28

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

### Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,048	2,548	0,254
SLD	50	0,057	2,583	0,270
	72	0,065	2,585	0,278
	101	0,073	2,586	0,283
	140	0,082	2,595	0,289
	201	0,095	2,516	0,296
SLV	475	0,133	2,414	0,304
SLC	975	0,169	2,386	0,312
	2475	0,223	2,422	0,319

### Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,049	2,537	0,255
SLD	50	0,059	2,574	0,272
	72	0,068	2,556	0,279
	101	0,077	2,570	0,284
	140	0,086	2,560	0,290
	201	0,099	2,523	0,296
SLV	475	0,135	2,467	0,306
SLC	975	0,176	2,399	0,313
	2475	0,233	2,406	0,324

### Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,052	2,517	0,255
SLD	50	0,064	2,531	0,271
	72	0,074	2,521	0,278
	101	0,084	2,525	0,283
	140	0,095	2,517	0,287
	201	0,113	2,433	0,291
SLV	475	0,152	2,404	0,300
SLC	975	0,191	2,404	0,313
	2475	0,253	2,431	0,321

### Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,050	2,530	0,253
SLD	50	0,061	2,565	0,271
	72	0,070	2,544	0,278
	101	0,079	2,560	0,283
	140	0,089	2,543	0,288
	201	0,102	2,514	0,294

SLV	475	0,140	2,449	0,305
SLC	975	0,180	2,406	0,314
	2475	0,238	2,419	0,323

### Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,050	2,533	0,255
SLD	50	0,060	2,563	0,271
SLV	475	0,140	2,440	0,304
SLC	975	0,179	2,399	0,313

### PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ :

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ :

1,000

Categoria sottosuolo: E

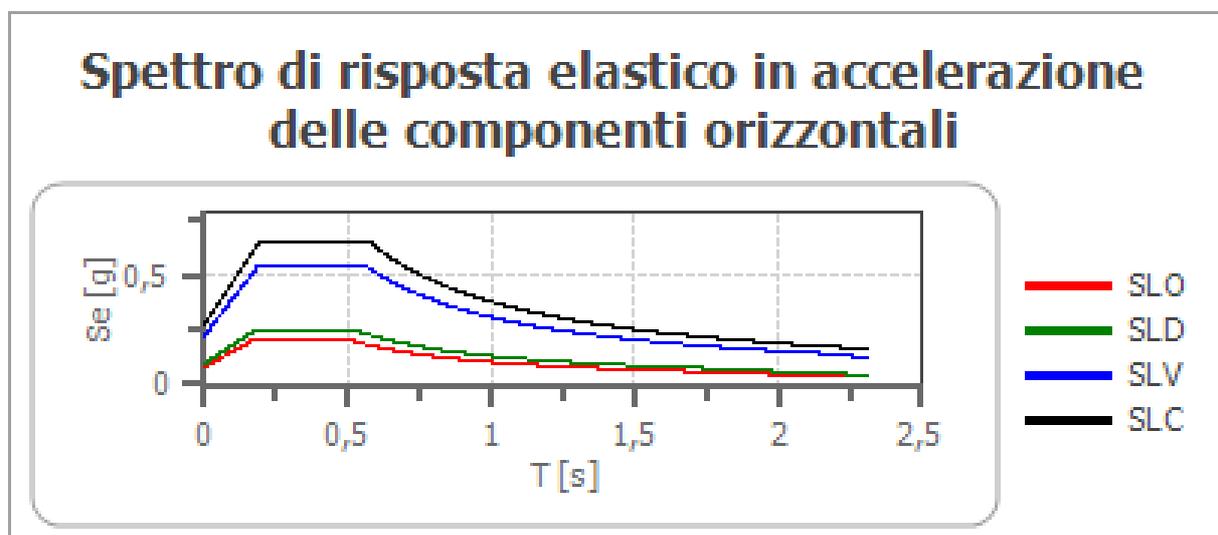
Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

### Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,016	0,019	0,054	0,066
kv	0,008	0,010	0,027	0,033
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,784	0,945	2,191	2,687
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

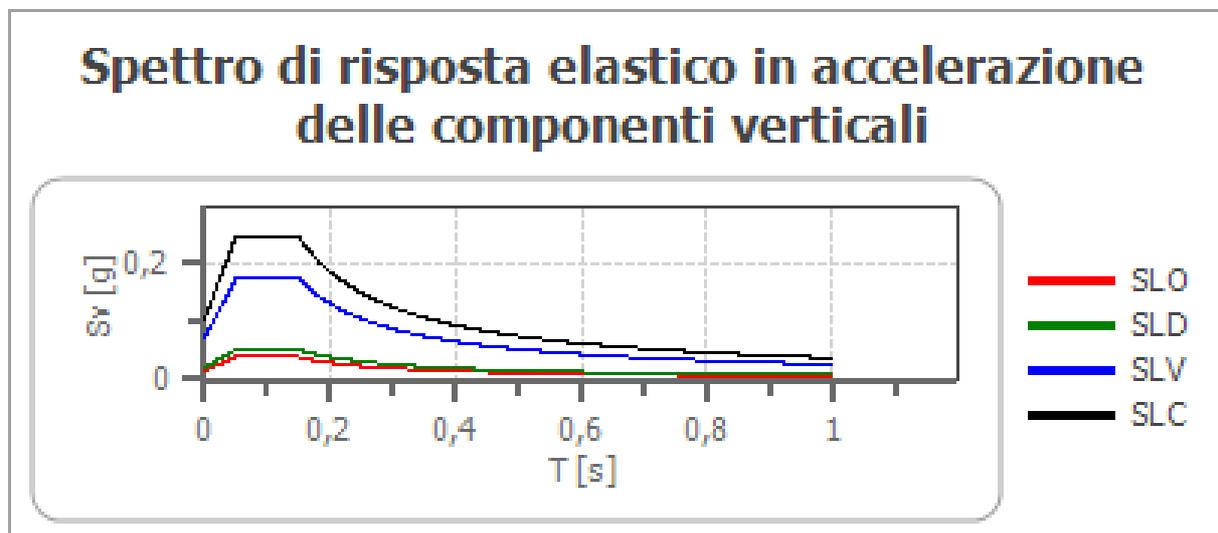


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,050	2,533	0,255	1,600	1,990	1,000	1,600	1,000	0,169	0,507	1,800	0,080	0,202
SLD	1,0	0,060	2,563	0,271	1,600	1,940	1,000	1,600	1,000	0,175	0,526	1,841	0,096	0,247
SLV	1,0	0,140	2,440	0,304	1,600	1,850	1,000	1,600	1,000	0,187	0,562	2,159	0,223	0,545
SLC	1,0	0,179	2,399	0,313	1,530	1,830	1,000	1,530	1,000	0,191	0,573	2,316	0,274	0,657

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1,000



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,050	2,533	0,255	1	1,990	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,015	0,038
SLD	1,0	0,060	2,563	0,271	1	1,940	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,020	0,051
SLV	1,0	0,140	2,440	0,304	1	1,850	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,070	0,172
SLC	1,0	0,179	2,399	0,313	1	1,830	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,102	0,245

### Spettro di progetto

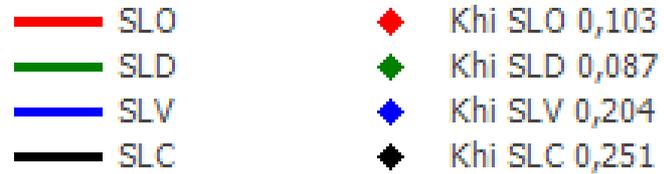
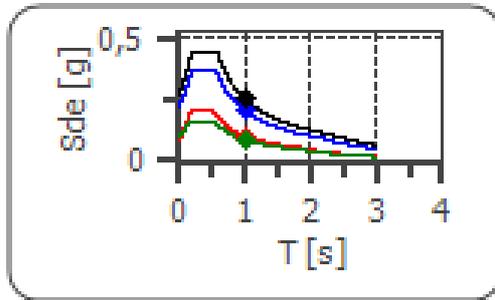
Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1,50

Fattore di struttura spettro verticale q: 1,50

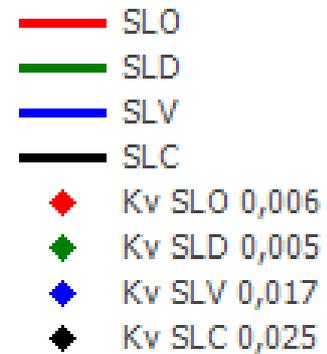
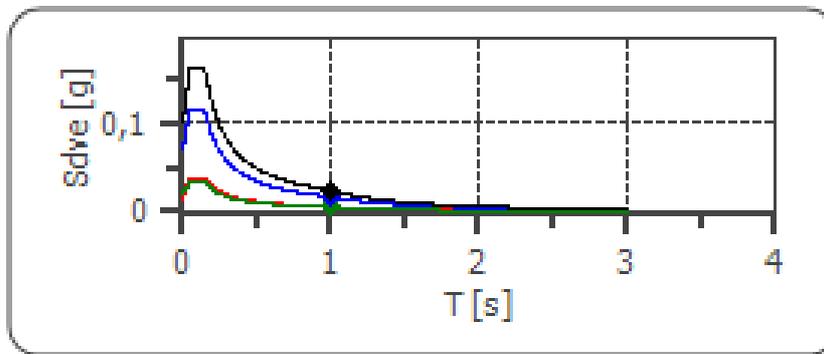
Periodo fondamentale T: 1,00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0,103	0,087	0,204	0,251
kv = Sdve(T) Verticale [g]	0,006	0,005	0,017	0,025

## Spettro di progetto delle componenti orizzontali



## Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizzontale	1,0	0,050	2,533	0,255	1,600	1,990	1,000	1,600	1,000	0,169	0,507	1,800	0,080	0,202
SLO verticale	1,0	0,050	2,533	0,255	1,600	1,990	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,015	0,038
SLD orizzontale	1,0	0,060	2,563	0,271	1,600	1,940	1,000	1,600	1,500	0,175	0,526	1,841	0,096	0,165
SLD verticale	1,0	0,060	2,563	0,271	1,600	1,940	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,020	0,034
SLV orizzontale	1,0	0,140	2,440	0,304	1,600	1,850	1,000	1,600	1,500	0,187	0,562	2,159	0,223	0,363
SLV verticale	1,0	0,140	2,440	0,304	1,600	1,850	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,070	0,115
SLC orizzontale	1,0	0,179	2,399	0,313	1,530	1,830	1,000	1,530	1,500	0,191	0,573	2,316	0,274	0,438
SLC verticale	1,0	0,179	2,399	0,313	1,530	1,830	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,102	0,164

### 7.3 Suscettibilità dei terreni alla liquefazione

Relativamente alla verifica del potenziale di liquefazione, è stato individuato dalle terebrazioni un livello di macroclastiti (ghiaie e sabbie), il cui top parte mediamente da 5.5 m di profondità da piano campagna con una potenza di circa 4.0 m.

La falda è collocata a -5.30 m da piano campagna attuale.

Si assume il valore prudenziale di  $N_{spt} = 50 / 30$  cm, essendo andate le prove a rifiuto, per verificare la suscettibilità alla liquefazione di questo geomateriale.

Per verificare la possibilità di occorrenza di fenomeni di liquefazione possono essere impiegate le procedure che nella Geotecnica Sismica sono denominate 'metodi semplificati'. Tali metodi, applicabili solo nelle condizioni di piano di campagna orizzontale o con deboli pendenze e depositi olocenici, richiedono la valutazione, fino alla profondità critica da p.c., del coefficiente di sicurezza:

$$F_L(z) = (CRR_{M=7.5; \sigma'_v=1atm} \cdot MSF \cdot K_\sigma) / CSR$$

$$CRR_{M=7.5; \sigma'_v=1atm} = \tau_{ult} / \sigma'_{v0}$$

è il rapporto di resistenza ciclica, ovvero la resistenza normalizzata rispetto alla tensione verticale efficace iniziale  $\sigma'_{v0}$ , per terremoto di magnitudo  $M = 7.5$  e pressione efficace di riferimento  $\sigma'_v = 1atm$ .

**MSF** è il fattore di scala della Magnitudo che è funzione, oltre che del valore della magnitudo dell'azione sismica di riferimento, anche del metodo di stima di CRR.

**$K_\sigma$**  è il fattore di correzione che tiene conto della pressione efficace alla profondità a cui la resistenza viene valutata.

**$CSR = \tau_{media} / \sigma'_{v0} = 0.65 \cdot (a_{max,s} / g) \cdot (\sigma_{v0} / \sigma'_{v0}) \cdot r_d$**  è il rapporto di tensione ciclica, ovvero la tensione di taglio ciclica media indotta dall'azione sismica di riferimento, normalizzata rispetto alla tensione verticale efficace iniziale  $\sigma'_{v0}$ , ove  $a_{max,s}$  è il picco di accelerazione al piano campagna,  $g$  è l'accelerazione di gravità,  $\sigma_{v0}$  e  $\sigma'_{v0}$  sono le tensioni verticali rispettivamente totale e efficace alla profondità considerata, ed  $r_d$  è un coefficiente riduttivo dell'azione sismica per effetto della deformabilità del terreno che può essere stimato con relazioni empiriche associate ai diversi metodi di stima di CRR (e di MSF). Il valore della tensione tangenziale media  $\tau_{media} = 0.65 \tau_{max}$  al variare della profondità può essere più precisamente determinato con analisi di risposta sismica locale.

### DATI GENERALI

Data 04/04/2021  
Normativa: Norme Tecniche Costruzioni, Circolare 2 febbraio 2009, n.617

Fattore sicurezza normativa 1.25

#### FALDA

Profondità falda idrica 5.3 m

#### DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.14

Fattore amplificazione 2.44

Tipo Suolo: E-Profilo di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali su substrato rigido  
 $V_{s30} \geq 800$  m/s

Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS)	1.6
Coefficiente amplificazione topografica (ST)	1
Magnitudo momento sismico (Mw)	6
Distanza epicentro	30 Km
Peak ground acceleration (PGA)	0.224

#### PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizione	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)
1		0	5.3	18.63	20	59
2		5.3	9.3	18.7	20	60
3		9.3	30	20	22	100

#### Seed H. B. Idriss I. M. (1985)

Energy Ratio (ER)	0.6
Diametro foro di sondaggio	110 mm

Tipo di campionatore standard

Strato Nr.	Frazione fine (%)	Validità
1-	46	Valido per sabbie pulite
2-	5	Valido per sabbie pulite

Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione litostatica efficace (CN)	(N1)60cs	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
1	5.50	102.739	100.778	0.996	59.768	0.958	0.706	0.142	4.97	Terreno non suscettibile di liquefazione
2	5.70	106.739	102.816	0.986	59.173	0.956	0.697	0.145	4.82	Terreno non suscettibile di liquefazione
3	5.90	110.739	104.855	0.977	58.594	0.955	0.688	0.147	4.68	Terreno non suscettibile di liquefazione
4	6.10	114.739	106.894	0.967	58.033	0.953	0.679	0.149	4.55	Terreno non suscettibile di liquefazione
5	6.30	118.739	108.932	0.958	57.487	0.952	0.670	0.151	4.43	Terreno non suscettibile di liquefazione
6	6.50	122.739	110.971	0.949	56.957	0.950	0.661	0.153	4.32	Terreno non suscettibile di liquefazione

7	6.70	126.739	113.010	0.941	56.441	0.949	0.652	0.155	4.21	di liquefazione Terreno non suscettibile
8	6.90	130.739	115.048	0.932	55.939	0.947	0.644	0.157	4.11	di liquefazione Terreno non suscettibile
9	7.10	134.739	117.087	0.924	55.449	0.946	0.636	0.158	4.01	di liquefazione Terreno non suscettibile
10	7.30	138.739	119.126	0.916	54.973	0.944	0.628	0.160	3.92	di liquefazione Terreno non suscettibile
11	7.50	142.739	121.164	0.908	54.508	0.943	0.620	0.162	3.83	di liquefazione Terreno non suscettibile
12	7.70	146.739	123.203	0.901	54.056	0.941	0.612	0.163	3.75	di liquefazione Terreno non suscettibile
13	7.90	150.739	125.242	0.894	53.614	0.940	0.604	0.165	3.67	di liquefazione Terreno non suscettibile
14	8.10	154.739	127.280	0.886	53.183	0.938	0.596	0.166	3.59	di liquefazione Terreno non suscettibile
15	8.30	158.739	129.319	0.879	52.762	0.937	0.589	0.167	3.52	di liquefazione Terreno non suscettibile
16	8.50	162.739	131.358	0.873	52.351	0.935	0.581	0.169	3.45	di liquefazione Terreno non suscettibile
17	8.70	166.739	133.396	0.866	51.949	0.933	0.574	0.170	3.38	di liquefazione Terreno non suscettibile
18	8.90	170.739	135.435	0.859	51.557	0.932	0.567	0.171	3.31	di liquefazione Terreno non suscettibile
19	9.10	174.739	137.474	0.853	51.173	0.930	0.559	0.172	3.25	di liquefazione Terreno non suscettibile
20	9.30	178.739	139.512	0.847	50.798	0.932	0.552	0.174	3.17	di liquefazione Terreno non suscettibile
21	9.50	183.139	141.951	0.839	83.933	0.927	1.056	0.174	6.07	di liquefazione Terreno non suscettibile

22	9.70	187.539	144.390	0.832	83.221	0.922	1.046	0.174	6.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
23	9.90	191.939	146.828	0.825	82.527	0.917	1.037	0.174	5.94	Terreno non suscettibile di liquefazione
24	10.10	196.339	149.267	0.818	81.850	0.911	1.027	0.175	5.89	Terreno non suscettibile di liquefazione
25	10.30	200.739	151.706	0.812	81.189	0.906	1.018	0.175	5.83	Terreno non suscettibile di liquefazione
26	10.50	205.139	154.144	0.805	80.545	0.901	1.009	0.175	5.78	Terreno non suscettibile di liquefazione
27	10.70	209.539	156.583	0.799	79.915	0.896	1.000	0.175	5.73	Terreno non suscettibile di liquefazione
28	10.90	213.939	159.022	0.793	79.300	0.891	0.992	0.174	5.69	Terreno non suscettibile di liquefazione
29	11.10	218.339	161.460	0.787	78.699	0.885	0.983	0.174	5.64	Terreno non suscettibile di liquefazione
30	11.30	222.739	163.899	0.781	78.111	0.880	0.975	0.174	5.60	Terreno non suscettibile di liquefazione
31	11.50	227.139	166.338	0.775	77.536	0.875	0.967	0.174	5.56	Terreno non suscettibile di liquefazione
32	11.70	231.539	168.776	0.770	76.974	0.870	0.959	0.174	5.52	Terreno non suscettibile di liquefazione
33	11.90	235.939	171.215	0.764	76.424	0.865	0.951	0.173	5.48	Terreno non suscettibile di liquefazione
34	12.10	240.339	173.654	0.759	75.885	0.859	0.944	0.173	5.45	Terreno non suscettibile di liquefazione
35	12.30	244.739	176.092	0.754	75.358	0.854	0.936	0.173	5.42	Terreno non suscettibile di liquefazione
36	12.50	249.139	178.531	0.748	74.842	0.849	0.929	0.173	5.39	Terreno non suscettibile di liquefazione
37	12.70	253.539	180.970	0.743	74.336	0.844	0.922	0.172	5.36	Terreno non suscettibile di liquefazione

38	12.90	257.939	183.409	0.738	73.840	0.839	0.915	0.172	5.33	di liquefazione Terreno non suscettibile
39	13.10	262.339	185.847	0.734	73.354	0.833	0.908	0.171	5.30	di liquefazione Terreno non suscettibile
40	13.30	266.739	188.286	0.729	72.877	0.828	0.901	0.171	5.28	di liquefazione Terreno non suscettibile
41	13.50	271.139	190.725	0.724	72.410	0.823	0.895	0.170	5.25	di liquefazione Terreno non suscettibile
42	13.70	275.539	193.163	0.720	71.951	0.818	0.888	0.170	5.23	di liquefazione Terreno non suscettibile
43	13.90	279.939	195.602	0.715	71.501	0.813	0.881	0.169	5.21	di liquefazione Terreno non suscettibile
44	14.10	284.339	198.041	0.711	71.060	0.807	0.875	0.169	5.18	di liquefazione Terreno non suscettibile
45	14.30	288.739	200.479	0.706	70.626	0.802	0.869	0.168	5.17	di liquefazione Terreno non suscettibile
46	14.50	293.139	202.918	0.702	70.200	0.797	0.863	0.168	5.15	di liquefazione Terreno non suscettibile
47	14.70	297.539	205.357	0.698	69.782	0.792	0.857	0.167	5.13	di liquefazione Terreno non suscettibile
48	14.90	301.939	207.795	0.694	69.372	0.787	0.851	0.166	5.11	di liquefazione Terreno non suscettibile
49	15.10	306.339	210.234	0.690	68.968	0.781	0.845	0.166	5.10	di liquefazione Terreno non suscettibile
50	15.30	310.739	212.673	0.686	68.572	0.776	0.839	0.165	5.08	di liquefazione Terreno non suscettibile
51	15.50	315.139	215.111	0.682	68.182	0.771	0.833	0.164	5.07	di liquefazione Terreno non suscettibile
52	15.70	319.539	217.550	0.678	67.799	0.766	0.828	0.164	5.05	di liquefazione Terreno non suscettibile

53	15.90	323.939	219.989	0.674	67.422	0.761	0.822	0.163	5.04	Terreno non suscettibile di liquefazione
54	16.10	328.339	222.427	0.671	67.051	0.755	0.817	0.162	5.03	Terreno non suscettibile di liquefazione
55	16.30	332.739	224.866	0.667	66.687	0.750	0.811	0.162	5.02	Terreno non suscettibile di liquefazione
56	16.50	337.139	227.305	0.663	66.328	0.745	0.806	0.161	5.01	Terreno non suscettibile di liquefazione
57	16.70	341.539	229.743	0.660	65.975	0.740	0.801	0.160	5.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
58	16.90	345.939	232.182	0.656	65.627	0.735	0.796	0.159	4.99	Terreno non suscettibile di liquefazione
59	17.10	350.339	234.621	0.653	65.286	0.729	0.791	0.159	4.99	Terreno non suscettibile di liquefazione
60	17.30	354.739	237.059	0.649	64.949	0.724	0.786	0.158	4.98	Terreno non suscettibile di liquefazione
61	17.50	359.139	239.498	0.646	64.617	0.719	0.781	0.157	4.97	Terreno non suscettibile di liquefazione
62	17.70	363.539	241.937	0.643	64.291	0.714	0.776	0.156	4.97	Terreno non suscettibile di liquefazione
63	17.90	367.939	244.375	0.640	63.969	0.709	0.771	0.155	4.96	Terreno non suscettibile di liquefazione
64	18.10	372.339	246.814	0.637	63.652	0.703	0.766	0.155	4.96	Terreno non suscettibile di liquefazione
65	18.30	376.739	249.253	0.633	63.340	0.698	0.761	0.154	4.96	Terreno non suscettibile di liquefazione
66	18.50	381.139	251.691	0.630	63.033	0.693	0.757	0.153	4.95	Terreno non suscettibile di liquefazione
67	18.70	385.539	254.130	0.627	62.730	0.688	0.752	0.152	4.95	Terreno non suscettibile di liquefazione
68	18.90	389.939	256.569	0.624	62.431	0.683	0.748	0.151	4.95	Terreno non suscettibile di liquefazione

69	19.10	394.339	259.007	0.621	62.136	0.677	0.743	0.150	4.95	di liquefazione Terreno non suscettibile
70	19.30	398.739	261.446	0.618	61.846	0.672	0.739	0.149	4.95	di liquefazione Terreno non suscettibile
71	19.50	403.139	263.885	0.616	61.559	0.667	0.734	0.148	4.95	di liquefazione Terreno non suscettibile
72	19.70	407.539	266.323	0.613	61.277	0.662	0.730	0.147	4.95	di liquefazione Terreno non suscettibile
										di liquefazione
Correzione per ER (CE)				1						
Correzione diametro foro (CB)				1						
Correzione per la magnitudo (MSF)				1.77						

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

#### 7.4 Pericolosità sismica (Reg. Reg. n. 5/R) e parametro “fa” da S.U. vigente

La elaborazione della “carta di pericolosità sismica” del vigente strumento urbanistico comunale è stata allestita in funzione dei criteri codificati dal Reg. Reg. n. 53/R in relazione allo studio di Microzonazione Sismica di livello 1 desumendo le caratteristiche areali di ciascuna zona dagli appositi studi in materia commissionati dall’Amministrazione Comunale di Pontassieve durante l’evoluzione dei propri strumenti urbanistici.

La valutazione preliminare degli effetti locali o di sito ai fini della riduzione del rischio sismico consente di rappresentare:

1. probabili fenomeni di amplificazione stratigrafica, topografica e per morfologie sepolte;
2. la presenza di faglie e/o strutture tettoniche;
3. i contatti tra litotipi a caratteristiche fisico-meccaniche significativamente differenti;
4. accentuazione della instabilità dei pendii;
5. terreni suscettibili a liquefazione e/o addensamento;
6. terreni soggetti a cedimenti diffusi e differenziali.

In generale, la sintesi di tutte le informazioni derivanti dallo studio di MS di livello 1 deve consentire di valutare le condizioni di pericolosità sismica dei centri urbani studiati (ex Reg. Reg. n. 53/R) secondo le seguenti graduazioni di pericolosità sotto elencate in ordine decrescente con i criteri di attribuzione alle stesse così come rappresentate nelle tavole di pericolosità sismica del Comune di Pontassieve:

**Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4):** zone suscettibili di instabilità di versante attiva che pertanto potrebbero subire una 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.

**Pericolosità sismica locale elevata (S.3):** zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 2); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e faglie capaci (faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie); zone stabili

suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri.

**Pericolosità sismica locale media (S.2):** zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3).

**Pericolosità sismica locale bassa (S.1):** zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata e dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.

Relativamente all'aspetto inerente alla pericolosità sismica, dal quadro conoscitivo del vigente Piano Strutturale (vedi stralcio cartografico allegato al paragrafo 1 della presente relazione tecnica), si ricava **classe di pericolosità sismica elevata P.S.3.**

Ad oggi, in relazione ai criteri derivanti dagli studi di MS di livello 1 e 2 secondo quanto previsto dal paragrafo B.6 dell'allegato A del Reg. Reg. n. 5/R, per l'assegnazione della pericolosità sismica sotto elencati:

**Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4):**

- aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e capaci, in grado di creare deformazione in superficie;
- terreni suscettibili di liquefazione dinamica accertati mediante indagini geognostiche oppure notizie storiche o studi preesistenti;
- aree interessate da instabilità di versante attive e relativa area di evoluzione, tali da subire un'accentuazione del movimento in occasione di eventi sismici.

**Pericolosità sismica locale elevata (S.3):**

- aree con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti rilevanti;
- aree potenzialmente suscettibili di liquefazione dinamica, caratterizzate da terreni per i quali, sulla base delle informazioni disponibili, non è possibile escludere a priori il rischio di liquefazione;
- zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse;
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, connesse con un alto contrasto di impedenza sismica atteso entro alcune decine di metri dal piano di campagna (criterio applicato per le zone con disponibilità di studi di MS di livello 1);
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione ( $F_x$ ) > 1.4 (criterio applicato per le zone con disponibilità di studi di MS di livello 2);
- aree interessate da instabilità di versante quiescente, relative aree di evoluzione, nonché aree potenzialmente franose, di seguito, denominate "APF".

**Pericolosità sismica locale media (S.2):**

- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali connessi con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore a 1hz;
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione ( $F_x$ ) < 1.4 (criterio applicato per le zone con disponibilità di studi di MS di livello 2) ;
- zone stabili suscettibili di amplificazione topografica (pendii con inclinazione superiore a 15 gradi);
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, non rientranti tra quelli previsti nelle classi di pericolosità sismica S.3;

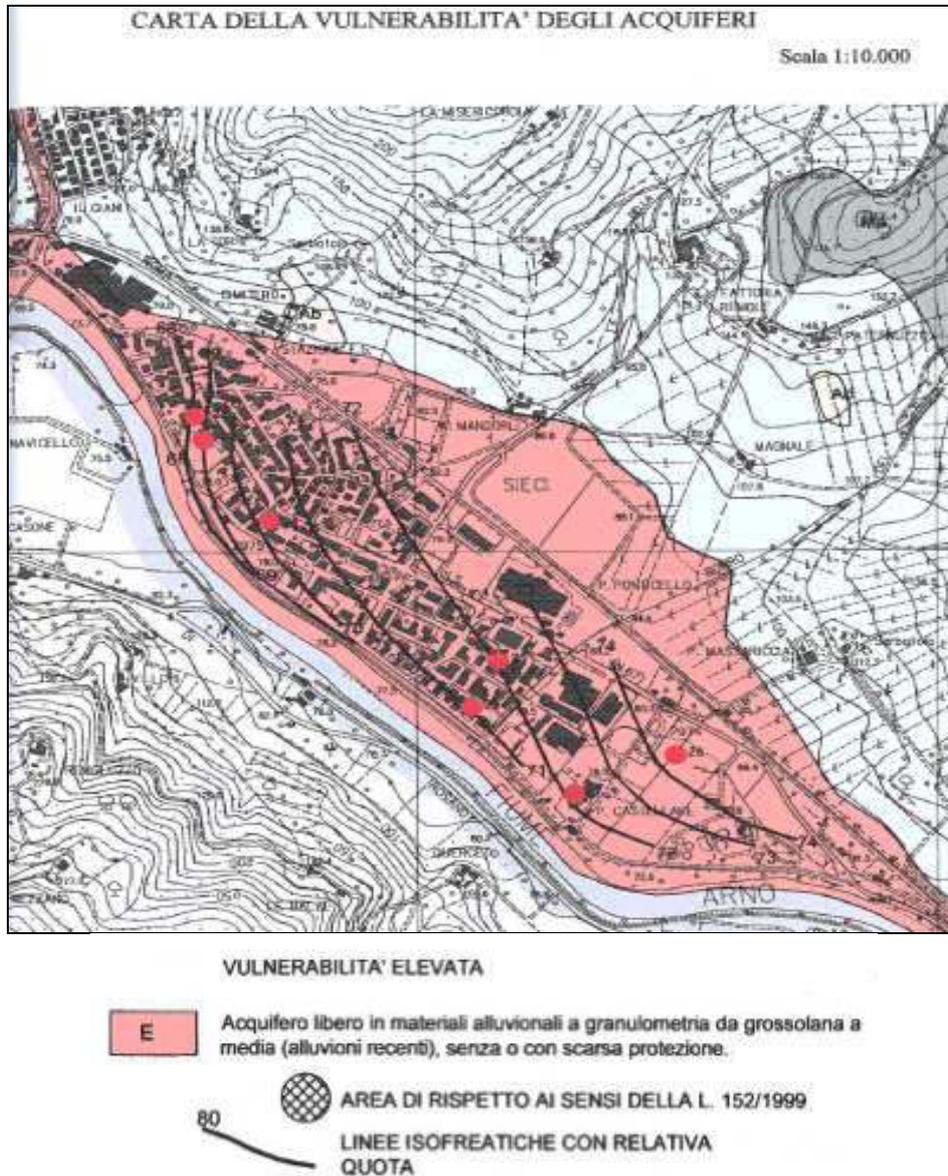
**Pericolosità sismica locale bassa (S.1):**

- zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata (pendii con inclinazione inferiore a 15 gradi), dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.

**si ritiene, pertanto, nella presente fase di piano attuativo di attribuire all'area in esame, stabile ma suscettibile di amplificazione sismica per elevato contrasto di impedenza (da studio MS di livello 1) e con accelerazione  $F_a$  stimata fra 1,5 e 1,6 (da studio di MS di livello 2 – vedi estratti cartografici di cui al paragrafo 1 della presente relazione), classe di pericolosità sismica elevata S.3, confermando peraltro quanto già elaborato in fase di supporto geologico al vigente Regolamento Urbanistico.**

Si specifica che, per “alto contrasto di impedenza sismica”, sono da intendersi situazioni caratterizzate da rapporti tra le velocità di propagazione delle onde di taglio ( $V_s$ ) del substrato sismico di riferimento e delle coperture sismiche sovrastanti - oppure all’interno delle coperture stesse - almeno pari a 2, come stimato dalle indagini sismiche. In alternativa, la medesima situazione è individuabile mediante il valore relativo all’ampiezza del picco di frequenza fondamentale delle misure passive di rumore ambientale a stazione singola, che deve essere almeno pari a 3.

Si specifica inoltre che, per “alcune decine di metri”, sono da intendersi spessori indicativamente intorno a 40 metri.



*Estratto cartografia idrogeologica e della vulnerabilità degli acquiferi di cui al vigente Piano Strutturale*

## 8. MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO (MGR) e MODELLO GEOTECNICO

### 8.1 Modello Geologico di riferimento

La successione stratigrafica dell'area è in sintesi costituita da un deposito di sabbie con limi che sovrasta un banco di macroclastiti con code di fini. Questi due termini poggiano sul substrato lapideo.

Per quanto riguarda la falda, dai piezometri si sono ricavate informazioni specifiche con quote del livello per cui è stata rilevata oscillazione fra le profondità disposte a - 5,80 / - 5.30 ml da piano campagna.

Tale dato di soggiacenza risulta, inoltre, confermato dalle sequenze di misurazioni trascorse reperibili negli elaborati di quadro conoscitivo del vigente Piano Strutturale, e in particolare nel tematismo cartografico "carta idrogeologica e della vulnerabilità degli acquiferi". Da questa si ricava una soggiacenza media del tetto della falda posta a circa - 6,0 ml dal piano campagna nell'area della frazione di Le Sieci.

### 8.2 Modello Geotecnico

In parte dal rilevamento di campagna, ma soprattutto dai dati della campagna geognostica, si è ricostruito l'andamento del sottosuolo con criterio geotecnico.

Si sono, pertanto, distinte le seguenti unità geotecniche :

**Strato 1** : Sabbia con limo argillosa - spessore 5.80m

**Strato 2** : Ghiaia in matrice sabbioso-limosa - spessore 3.50 m

**Strato 3**: Substrato calcareo-marnoso-argillitico > 30 m

Dalle prove di laboratorio, da quelle in situ e dalla letteratura si sono ricavati i parametri fisico-meccanici nominali per i tre "strati", in senso geotecnico, sopra definiti.

Si sono, poi, trasformati i parametri nominali o sperimentali in parametri caratteristici, operando in un contesto di grandi volumi di terreno ed assumendo valori leggermente inferiori al valore medio (NTC 18).

-Strato 1: Sabbia con limo argillosa - spessore 5.80m

Peso di volume	$\gamma = 18.63 \text{ kN/mc}$
Resistenza al taglio non drenata	$c_u = 186 \text{ kPa} \quad c_{uk} = 149 \text{ kPa}$
Resistenza al taglio drenata	$c' = 21 \text{ kPa} \quad c'_k = 18 \text{ kPa}$
	$\phi' = 31^\circ \quad \phi'_k = 28^\circ$
Modulo edometrico	$E_{ed} = 5,1 \text{ MPa}$

-Strato 2: Ghiaia in matrice sabbioso-limosa - spessore 3.50 m

peso di volume	$\gamma = 18.7 \text{ kN/mc}$
Resistenza al taglio drenata	$c' = 0.0 \text{ kPa}$
	$\phi' = 35^\circ \quad \phi'_k = 31.5^\circ$
Modulo edometrico	$E_{ed} = 16,67 \text{ MPa}$

- Strato 3: substrato calcareo-marnoso-argillitico.

Peso di volume	$\gamma = 20 \text{ kN/mc}$
Resistenza al taglio non drenata	$c_u = 250 \text{ kPa} \quad c_{uk} = 200 \text{ kPa}$
Resistenza al taglio drenata	$c' = 40.0 \text{ kPa} \quad c'_k = 32 \text{ kPa}$
	$\phi' = 37^\circ \quad \phi'_k = 33^\circ$

Modulo edometrico

Eed = 15 – 39 MPa

Per stimare in fase preliminare la capacità portante Rd (SLU-SLV) ed i cedimenti (SLE-SLD) si è prodotto un percorso di calcolo, ipotizzando una tipologia di fondazione superficiale nastriforme.

#### DATI GENERALI

Normativa	NTC 2018
Larghezza fondazione	1.0 m
Lunghezza fondazione	10.0 m
Profondità piano di posa	1.0 m
Profondità falda	5.3

#### SISMA

Accelerazione massima (amax/g)	0.224
Effetto sismico secondo Paolucci, Pecker (1997)	
Coefficiente sismico orizzontale	0.0538

#### Coefficienti sismici [N.T.C.]

##### Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

##### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	E
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.49	2.533	0.255
S.L.D.	50.0	0.588	2.563	0.271
S.L.V.	475.0	1.373	2.44	0.304
S.L.C.	975.0	1.755	2.399	0.313

##### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.784	0.2	0.016	0.008
S.L.D.	0.9408	0.2	0.0192	0.0096
S.L.V.	2.1968	0.24	0.0538	0.0269
S.L.C.	2.6811	0.24	0.0656	0.0328

## STRATIGRAFIA TERRENO

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m³]	Peso unità di volume saturo [kN/m³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m²]	Coesione non drenata [kN/m²]	Modulo Elastico [kN/m²]	Modulo Edometrico [kN/m²]
5.8	18.63	21.0	28.0	18.0	0.0	0.0	5100.0
3.5	18.7	21.0	31.5	0.0	0.0	0.0	16670.0
30.0	20.0	22.0	32.0	40.0	0.0	0.0	20000.0

### Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m²]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R3	0.00	3900.00	0.00	0.00	400.00	0.00	Progetto
2	SISMA	0.00	3200.00	0.00	0.00	350.00	0.00	Progetto
3	S.L.E.	0.00	3000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio
4	S.L.D.	0.00	3100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio

### Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
2	Si	1	1	1	1	1	1.8	1.1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

### CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A1+M1+R3

Autore: VESIC (1975)

Carico limite [Qult]	911.69 kN/m²
Resistenza di progetto [Rd]	396.39 kN/m²
Tensione [Ed]	390.0 kN/m²
Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	2.34
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata

### COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 36467.62 kN/m³

### A1+M1+R3

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

### PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume	18.63 kN/m <sup>3</sup>
Peso unità di volume saturo	21.0 kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito	28.0 °
Coesione	18.0 kN/m <sup>2</sup>

Fattore [Nq]	17.81
Fattore [Nc]	31.61
Fattore [Ng]	15.15
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	1041.88 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	452.99 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]    Verificata

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

#### PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume	18.63 kN/m <sup>3</sup>
Peso unità di volume saturo	21.0 kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito	28.0 °
Coesione	18.0 kN/m <sup>2</sup>

Fattore [Nq]	14.72
Fattore [Nc]	25.8
Fattore [Ng]	16.72
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.32
Fattore inclinazione carichi [Ic]	0.82
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.3
Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.83
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	0.75
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zc] 1.0

=====  
Carico limite 911.69 kN/m<sup>2</sup>  
Resistenza di progetto 396.39 kN/m<sup>2</sup>

=====  
Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata  
=====

=====  
Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)  
=====

#### PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

=====  
Peso unità di volume 18.63 kN/m<sup>3</sup>  
Peso unità di volume saturo 21.0 kN/m<sup>3</sup>  
Angolo di attrito 28.0 °  
Coesione 18.0 kN/m<sup>2</sup>  
=====

=====  
Fattore [Nq] 14.72  
Fattore [Nc] 25.8  
Fattore [Ng] 14.59  
Fattore forma [Sc] 1.05  
Fattore profondità [Dc] 1.32  
Fattore inclinazione carichi [Ic] 0.82  
Fattore inclinazione pendio [Gc] 1.0  
Fattore inclinazione base [Bc] 1.0  
Fattore forma [Sq] 1.05  
Fattore profondità [Dq] 1.3  
Fattore inclinazione carichi [Iq] 0.83  
Fattore inclinazione pendio [Gq] 1.0  
Fattore inclinazione base [Bq] 1.0  
Fattore forma [Sg] 0.97  
Fattore profondità [Dg] 1.0  
Fattore inclinazione carichi [Ig] 0.75  
Fattore inclinazione pendio [Gg] 1.0  
Fattore inclinazione base [Bg] 1.0  
Fattore correzione sismico inerziale [zq] 1.0  
Fattore correzione sismico inerziale [zg] 1.0  
Fattore correzione sismico inerziale [zc] 1.0  
=====

=====  
Carico limite 936.7 kN/m<sup>2</sup>  
Resistenza di progetto 407.26 kN/m<sup>2</sup>

=====  
Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata  
=====

#### VERIFICA A SCORRIMENTO (A1+M1+R3)

=====  
Adesione terreno fondazione 10 kN/m<sup>2</sup>  
Angolo di attrito terreno fondazione 20 °  
Frazione spinta passiva 50 %  
=====

Resistenza di progetto 1410.67 kN  
Sollecitazione di progetto 400 kN

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

=====

### SISMA

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

=====

### PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

=====

Peso unità di volume 18.63 kN/m<sup>3</sup>  
Peso unità di volume saturo 21.0 kN/m<sup>3</sup>  
Angolo di attrito 28.0 °  
Coesione 18.0 kN/m<sup>2</sup>

=====

Fattore [Nq] 17.81  
Fattore [Nc] 31.61  
Fattore [Ng] 15.15  
Fattore forma [Sc] 1.0  
Fattore forma [Sg] 1.0  
Fattore correzione sismico inerziale [zq] 1.0  
Fattore correzione sismico inerziale [zg] 0.95  
Fattore correzione sismico inerziale [zc] 1.0

=====

Carico limite 1035.27 kN/m<sup>2</sup>  
Resistenza di progetto 575.15 kN/m<sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

=====

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

=====

### PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

=====

Peso unità di volume 18.63 kN/m<sup>3</sup>  
Peso unità di volume saturo 21.0 kN/m<sup>3</sup>  
Angolo di attrito 28.0 °  
Coesione 18.0 kN/m<sup>2</sup>

=====

Fattore [Nq] 14.72  
Fattore [Nc] 25.8  
Fattore [Ng] 16.72  
Fattore forma [Sc] 1.0  
Fattore profondità [Dc] 1.32  
Fattore inclinazione carichi [Ic] 0.81  
Fattore inclinazione pendio [Gc] 1.0  
Fattore inclinazione base [Bc] 1.0  
Fattore forma [Sq] 1.0

Fattore profondità [Dq]	1.3
Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.82
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	0.74
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.95
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	896.59 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	498.11 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]      Verificata

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

#### PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume	18.63 kN/m <sup>3</sup>
Peso unità di volume saturo	21.0 kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito	28.0 °
Coesione	18.0 kN/m <sup>2</sup>

Fattore [Nq]	14.72
Fattore [Nc]	25.8
Fattore [Ng]	14.59
Fattore forma [Sc]	1.05
Fattore profondità [Dc]	1.32
Fattore inclinazione carichi [Ic]	0.81
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.05
Fattore profondità [Dq]	1.3
Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.82
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.97
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	0.74
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.95
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite 922.47 kN/m<sup>2</sup>  
 Resistenza di progetto 512.48 kN/m<sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

=====

**VERIFICA A SCORRIMENTO (SISMA)**

=====

Adesione terreno fondazione 10 kN/m<sup>2</sup>  
 Angolo di attrito terreno fondazione 20 °  
 Frazione spinta passiva 50 %  
 Resistenza di progetto 1179.05 kN  
 Sollecitazione di progetto 350 kN

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

=====

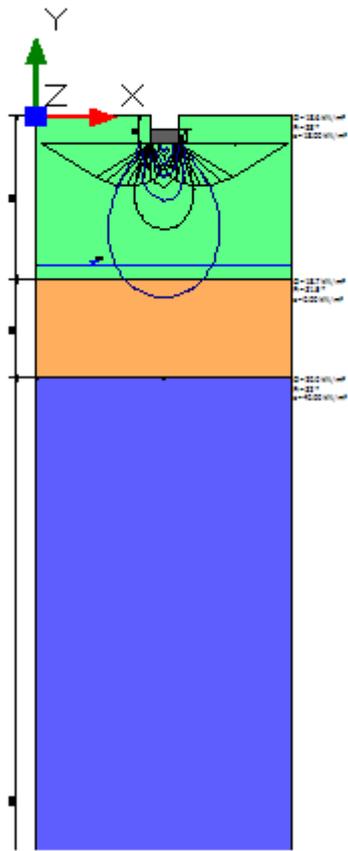
**CEDIMENTI PER OGNI STRATO**

**\*Cedimento edometrico calcolato con: Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi**

Pressione normale di progetto 150.0 kN/m<sup>2</sup>  
 Cedimento dopo T anni 7.0  
 Distanza 0.00 m  
 Angolo 0.00 °  
 Cedimento totale 3.522 cm

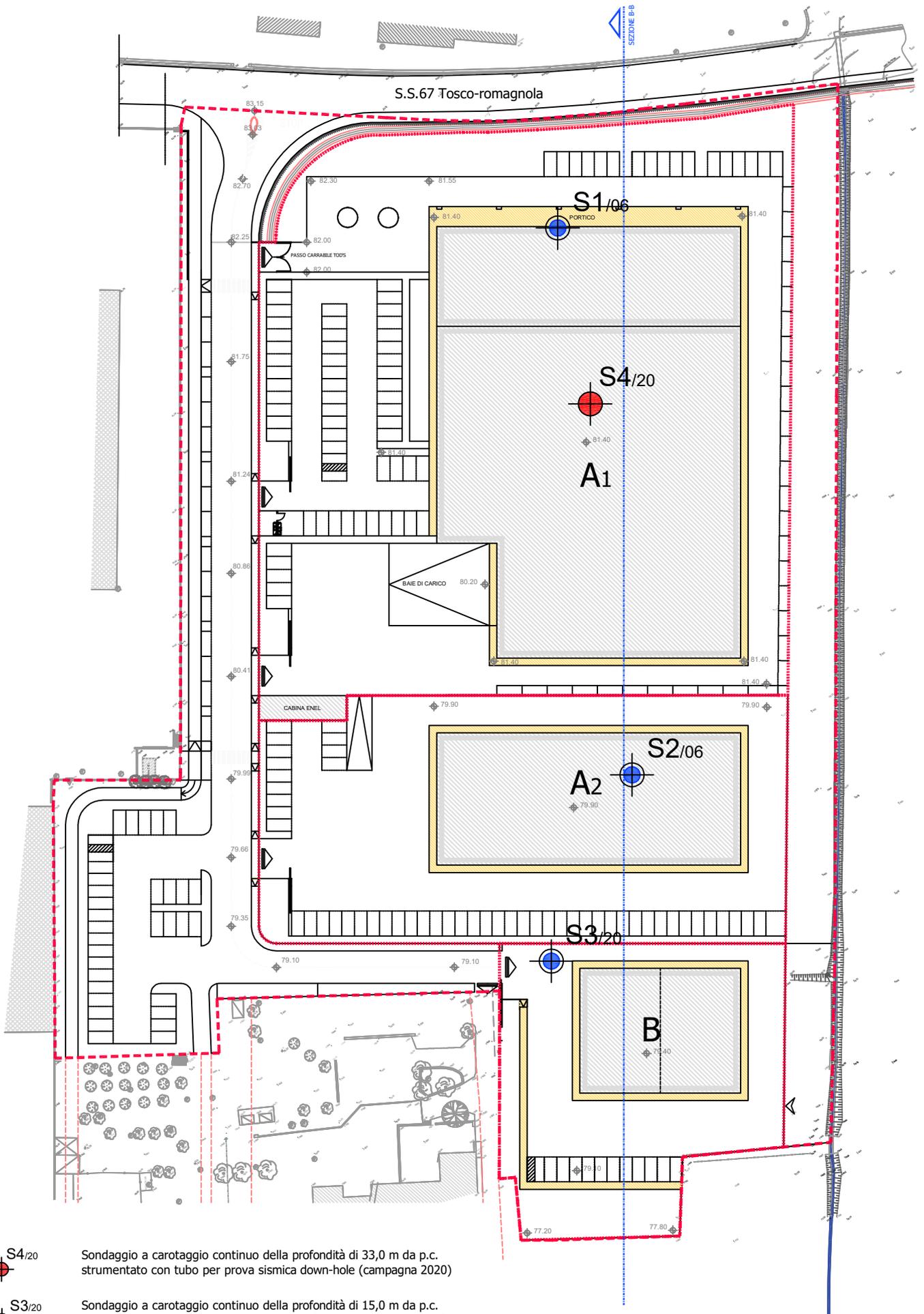
Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento consolidazione;  
 Ws: Cedimento secondario; Wt: Cedimento totale.

Strato	Z (m)	Tensione (kN/m <sup>2</sup> )	Dp (kN/m <sup>2</sup> )	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
1	3.4	63.342	33.388	Edometrico	3.1424	--	3.1424
2	7.55	123.923	10.151	Edometrico	0.2131	--	0.2131
3	24.3	326.406	1.113	Edometrico	0.1669	--	0.1669



Cuneo di rottura e bulbo delle tensioni

# PLANIMETRIA DI PROGETTO Scala 1:1.000

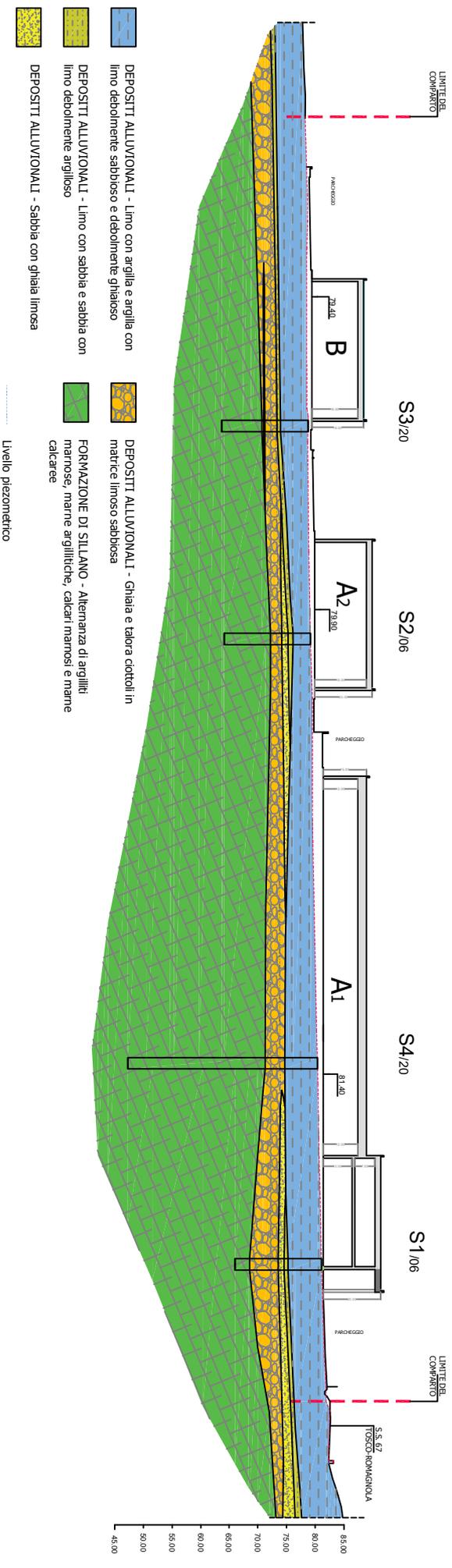


 S4/20 Sondaggio a carotaggio continuo della profondità di 33,0 m da p.c. strumentato con tubo per prova sismica down-hole (campagna 2020)

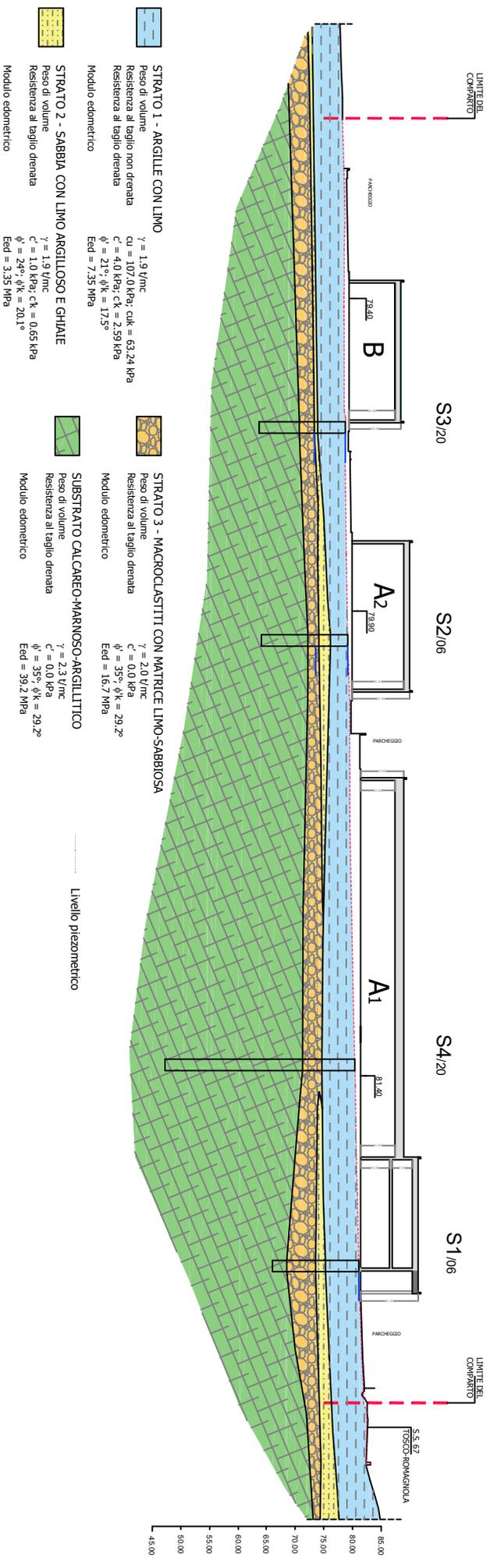
 S3/20 Sondaggio a carotaggio continuo della profondità di 15,0 m da p.c. strumentato con piezometro a tubo aperto (campagna 2006 e 2020)

# SEZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA Scala 1:1.00

SEZIONE B-B - Sezione Geologica



SEZIONE B-B - Sezione Geotecnica



## 9. CRITERI di FATTIBILITA' per il PIANO ATTUATIVO

Nel disciplinare l'attività urbanistica ed edilizia nel territorio comunale, già il regolamento urbanistico in vigore ha definito le condizioni, i criteri e le prescrizioni di fattibilità per la gestione degli insediamenti esistenti e per le trasformazioni degli assetti insediativi, infrastrutturali ed edilizi, in coerenza con il quadro conoscitivo e con i contenuti statuari e strategici del piano strutturale.

Le condizioni di fattibilità sono definite in funzione delle situazioni di pericolosità e di rischio e specificano gli studi e le indagini da effettuare a livello attuativo ed edilizio e le eventuali opere da realizzare per la mitigazione del rischio. La mitigazione del rischio è perseguita attraverso azioni combinate per la riduzione della pericolosità e della vulnerabilità degli elementi esposti.

Nello sviluppo progettuale del piano attuativo tali indicazioni vengono approfondite e si definiscono le condizioni prescrittive di fattibilità per la realizzazione del comparto in oggetto individuandole secondo i criteri di seguito elencati:

- Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti geologici;
- Criteri generali di fattibilità in relazione al rischio da alluvioni;
- Criteri generali di fattibilità in relazione a problematiche idrogeologiche;
- Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti sismici.

In sintonia a quanto prescritto all'articolo 4 dell'allegato A del Reg. Reg. n. 5/R nella presente trattazione sono contenuti gli esiti degli approfondimenti di indagine, laddove siano stati indicati necessari nel regolamento urbanistico, ed il dettaglio delle indicazioni sulla tipologia delle indagini da eseguire o sui criteri e sugli accorgimenti tecnico-costruttivi da adottare, ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

La presente trattazione dà atto che non sono intervenute sostanziali modifiche rispetto al quadro conoscitivo di riferimento, relativamente agli aspetti geologico, idraulico e sismico e pertanto non si provvede a proporre modifica alcuna a tale quadro conoscitivo con riferimento alla porzione di territorio interessata dalle immutate condizioni di pericolosità.

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

All'area in esame è stata assegnata classe di Pericolosità geologica elevata G.3.

Il paragrafo 3.2.2 dell'allegato A del Reg. Reg. n. 53/R riporta:

*“Nelle aree caratterizzate da **pericolosità geologica elevata (G3)** è necessario rispettare i criteri generali di seguito indicati, oltre a quelli già previsti dalla pianificazione di bacino.*

*La fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata all'esito di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, effettuate in fase di piano attuativo e finalizzate alla verifica delle effettive condizioni di stabilità. Qualora dagli studi, dai rilievi e dalle indagini ne emerga l'esigenza, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva realizzazione degli interventi di messa in sicurezza.*

*Gli interventi di messa in sicurezza, che sono individuati e dimensionati in sede di piano attuativo oppure, qualora non previsto, a livello edilizio diretto, sono tali da:*

- a.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;*
- a.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;*
- a.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.*

*La durata del monitoraggio relativo agli interventi di messa in sicurezza è definita in relazione alla tipologia del dissesto ed è concordata tra il comune e la struttura regionale competente.*

*Il raggiungimento delle condizioni di sicurezza costituisce il presupposto per il rilascio di titoli abilitativi.*

*La fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano la demolizione e ricostruzione, o aumenti di superficie coperta o di volume, e degli interventi di ampliamento e adeguamento di infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla valutazione che non vi sia un peggioramento delle condizioni di instabilità del versante e un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità.”*

Per la realizzazione ed il supporto alla progettazione di quanto in previsione si prescrive di completare le indagini geognostiche per la definizione della parametrizzazione geotecnica sitospecifica in ottemperanza ai contenuti del Reg. Reg. n. 36/R. In particolare si dovrà provvedere alle verifiche del caso in relazione ai cedimenti e cedimenti differenziali e liquefazione sull'effettivo stato di progetto in osservanza ai contenuti dei disposti normativi in materia (NTC\_2018).

### **Criteri di fattibilità in relazione agli aspetti idraulici**

All'area in esame è stata assegnata classe di Pericolosità idraulica elevata I.3 (ex Reg. Reg. n. 53/R) corrispondente a pericolosità per alluvione poco frequente (riferita alla L.R. n. 41/2018) e P2 di PGRA risultando l'area soggetta a possibilità di esondazione per tempo di ritorno compreso fra 30 e 200 anni per fenomeno di transito con battente stimato/assunto pari a massimo 30 cm di altezza.

Il paragrafo 3.3 dell'allegato A del Reg. Reg. n. 53/R riporta:

*“Nelle aree caratterizzate da pericolosità per alluvioni frequenti e poco frequenti la fattibilità degli interventi è perseguita secondo quanto disposto dalla l.r. 41/2018, oltre a quanto già previsto dalla pianificazione di bacino.*

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

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

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

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

**L'intervento risulta pertanto fattibile nel rispetto delle indicazioni prescrittive di cui all'articolo 11, comma 2 della Legge Regionale n. 41/2018 (Interventi di nuova costruzione all'interno del perimetro del territorio urbanizzato in area a pericolosità per alluvione poco frequente) che recita:**

#### *Art. 11*

*Interventi di nuova costruzione in aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti*

*2. Fermo restando quanto disposto dagli articoli 10, 12 e 13, nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, possono essere realizzati interventi di nuova costruzione a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c).*

In relazione a quanto dettagliato al paragrafo 5 della relazione idraulica dell'Ing. T. Staiano l'**aspetto idraulico si prescrive** pertanto che:

- **il piano di imposta** del fabbricato, dovrà essere posto ad una quota superiore al massimo livello duecentennale di 78,88 m s.l.m. (dato fornito in fase istruttoria dello Strumento Urbanistico Comunale da parte del Genio Civile di Firenze) cui si somma un franco di sicurezza minimo di 50 cm; il piano di imposta del fabbricato dovrà quindi essere **posto a quote di di 79.40 m s.l.m.**

- per le aree ubicate al margine sud del comparto, destinate a parcheggi e viabilità, la quota di messa in sicurezza è pari a **79.10 m s.l.m.**, caratterizzate da franco ridotto rispetto agli edifici, se consideriamo il livello in alveo pari a 78,88 m.s.l.m., ma con franco di circa 80 cm se consideriamo il livello nella cella d'accumulo pari a 78,29 m.s.l.m.”

**Nel paragrafo 6 della stessa citata relazione idraulica sono svolte considerazioni a dimostrazione del non aggravio del rischio idraulico nelle aree limitrofe.**

**Criteri di fattibilità in relazione agli aspetti sismici**

All'area in esame è stata assegnata classe di Pericolosità sismica elevata S.3 in quanto:

- presenta alto contrasto di impedenza (data desunto da studio di MS di livello 1);
- $Fa_{(max)}$  valutata per edifici in classe 4 di cui al Reg. Reg. n. 36/R risulta fra 1,5 e 1,6 (data desunto da studio di MS di livello 2)
- possibilità di verificarsi di fenomeni di cedimento in relazione alle caratteristiche geotecniche dei terreni e dei carichi trasmessi al terreno dalla struttura da realizzarsi.

I paragrafi 3.6.3, 3.6.4 e 3.6.5 dell'allegato A del Reg. Reg. n. 53/R riportano:

**3.6.3.** *Nelle aree caratterizzate da **pericolosità sismica locale elevata (S3)**, in sede di piano attuativo o, in sua assenza, dei progetti edilizi, sono da studiare e approfondire i seguenti aspetti:*

- *per i terreni potenzialmente soggetti a liquefazione dinamica sono effettuati indagini geognostiche e verifiche geotecniche per il calcolo del fattore di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni e della distribuzione areale dell'Indice del potenziale di liquefazione (LPI), così come indicato nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Liquefazione" – LIQ, approvate con la deliberazione della Giunta regionale 23 febbraio 2015, n.144 (Redazione delle specifiche tecniche regionali per la Microzonazione sismica). Tali valutazioni sono finalizzate alla individuazione della "zona di suscettibilità a liquefazione - ZSLQ" e della "zona di rispetto a liquefazione – ZRLQ".* **Possibilità esclusa dalla verifica preliminare condotta al paragrafo 7.3 del presente rapporto.**

- *nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti, sono effettuate adeguate indagini geognostiche e verifiche geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti;* **Aspetto oggetto di prescrizione di fattibilità del presente rapporto.**

- *nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locale, caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido o entro le coperture stesse entro alcune decine di metri, sono raccolti i dati bibliografici oppure è effettuata una specifica campagna di indagini geofisiche (quali, ad esempio, profili sismici a riflessione o rifrazione, prove sismiche in foro e, ove risultino significative, profili MASW) e geognostiche (quali, ad esempio, pozzi o sondaggi, preferibilmente a carotaggio continuo) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti per valutare l'entità del (o dei) contrasti di rigidità sismica tra coperture e bedrock sismico o entro le coperture stesse. Nelle zone di bordo della valle è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo, quale quella sismica a rifrazione o riflessione.* **Aspetto costituente accorgimento prescrittivo da attuarsi in fase di supporto alla progettazione esecutiva.**

*Nell'ambito dell'area caratterizzata a pericolosità sismica locale elevata (S3), la valutazione dell'azione sismica (NTC 2018, paragrafo 3.2), da parte del progettista, è supportata da specifiche analisi di risposta sismica locale (in conformità NTC 2018, paragrafo 3.2.2 e paragrafo 7.11.3), da condurre in fase di progettazione, nei seguenti casi:*

- *realizzazione o ampliamento di edifici strategici o rilevanti, ricadenti, nelle classe d'indagine 3 o 4, come definite dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014;*
- *realizzazione o ampliamento di edifici a destinazione residenziale, ricadenti in classe d'indagine 4, come definita dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014.*

**Aspetto costituente accorgimento prescrittivo con accertamento preliminare già svolto (a livello di dato desumibile dal quadro conoscitivo desumibile dagli studi condotti dall'Amministrazione Comunale) per il presente supporto al piano attuativo, comunque da confermarsi in sede di supporto alla progettazione strutturale degli edifici.**

**Risulta pertanto l'intervento proposto assoggettabile ad obbligo prescrittivo di modellazione di Risposta Sismica Locale rigorosa (RSL).**

Il paragrafo 3.6.4 dell'allegato A del Reg. Reg. n. 5/R riporta:

**3.6.4.** *Per le aree caratterizzate dalla classe di pericolosità sismica locale elevata (S3), è necessario rispettare i seguenti criteri:*

- *per le aree individuate come zone di suscettibilità a liquefazione (ZSLQ) e di rispetto a liquefazione (ZRLQ), la fattibilità degli interventi di nuova edificazione è subordinata all'esito delle verifiche delle condizioni di liquefazione dei terreni e, in funzione di tale analisi, alla realizzazione di interventi di riduzione della pericolosità sismica dei*

*terreni (in conformità a NTC2018, punto 7.11.3.4);* **Possibilità esclusa dalla verifica preliminare condotta al paragrafo 7.3 del presente rapporto.**

In relazione all'aspetto sismico, si prescrive pertanto, in fase di supporto alla progettazione dell'edificio, di **provvedere in base agli input del progettista delle strutture** relativamente ai carichi e alla loro distribuzione, nonché geometria e profondità della fondazione (tutti elementi che attengono al progetto esecutivo e quindi ascrivibili a tale seguente fase specialistica) **alla verifica puntuale ed allo svolgimento delle opportune considerazioni in merito alla possibilità di verificarsi di fenomeni di cedimento e/o cedimento differenziale.** E' evidente che tale verifica in fase di progettazione strutturale sia ineludibile e quindi assuma carattere prescrittivo al pari della sopra prescritta valutazione di Risposta Sismica locale rigorosa ed ulteriore verifica del potenziale di liquefazione.

Firenze lì, 30.03.2021

---

Prof. Geol. Eros Aiello

---

Dott. Geol. Gabriele Grandini

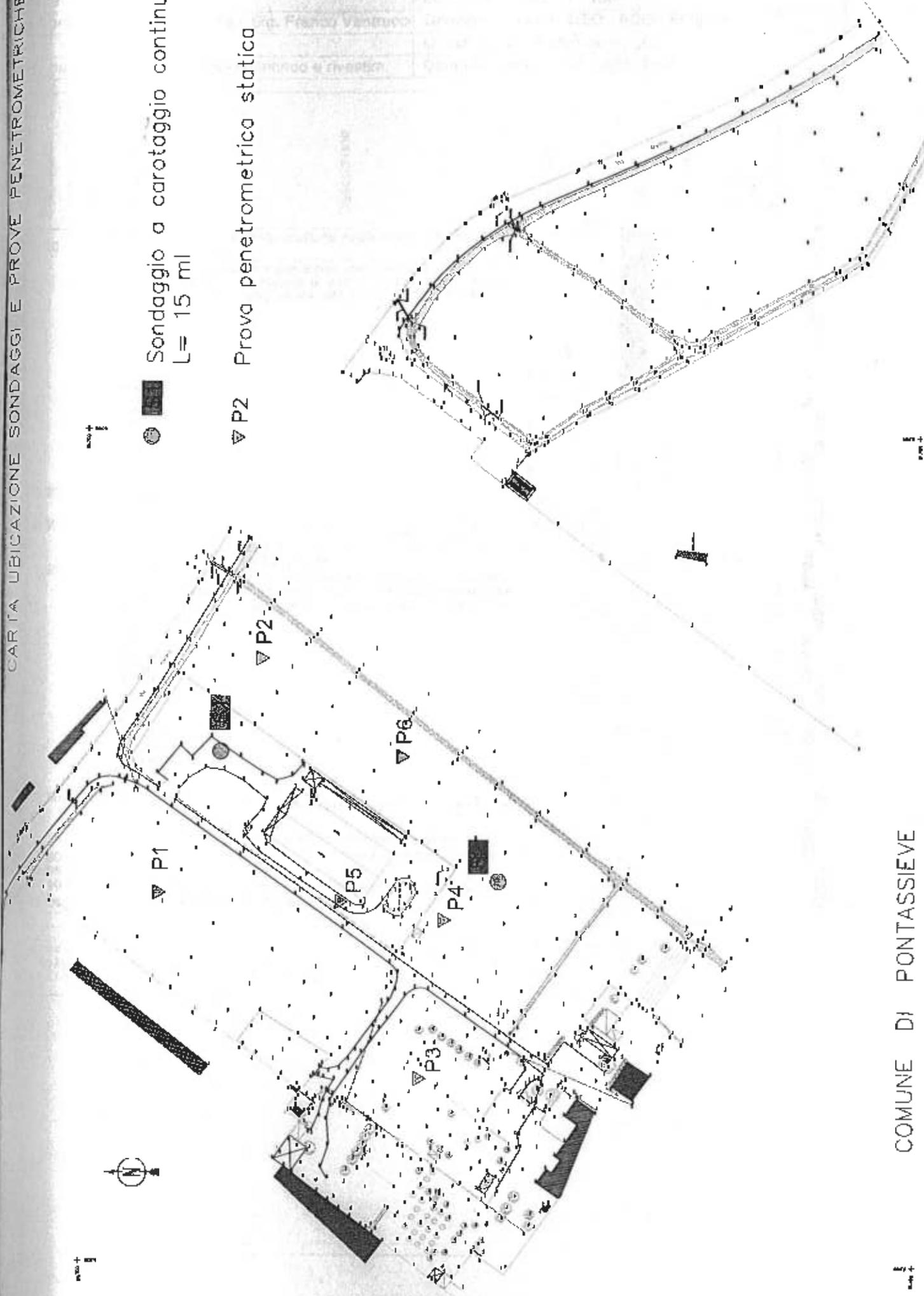
## **ALLEGATO A**

### **Campagna geognostica anno 2006**

contiene le certificazioni relative a :

- sondaggi meccanici a carotaggio continuo di profondità 15,0 ml strumentati con canna piezometrica a tubo aperto per la rilevazione della piezometria (S1 e S2);
- n. 6 prove penetrometriche statiche;
- analisi di laboratorio geotecnico;
- stendimento di sismica a rifrazione in onde P e prova sismica tipo Masw.

-  
-  Sondaggio a carotaggio continuo  
L = 15 ml
-  P2 Prova penetrometrica statica

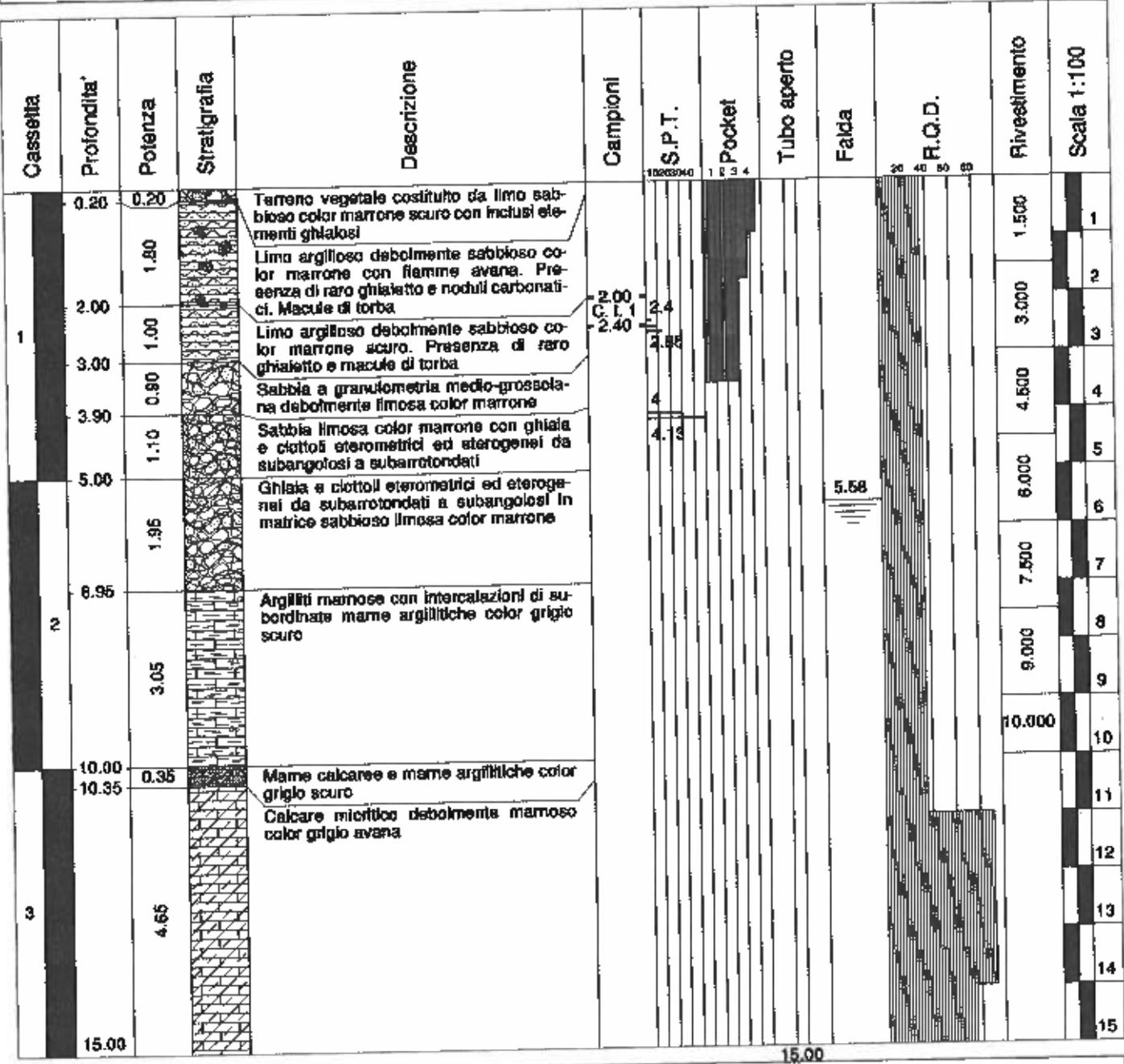


Cantiere Le Sieci - Pontassieve (FI)	N. sondaggio S 1 eseguito dalla TECNA di Arezzo
Committente	Scala sondaggio 1 : 100
Perforatore Sig. Raimondo Piga - Sig. Franco Ventrucci	Geologo Studio GEO - ECO Progetti
Coord.	Quota (p.c.) Piano campagna
Metodo perf. rotazione carotaggio continuo e rivestim.	Data ultimazione 27 luglio 2006

Cassetta	Profondita'	Potenza	Stratigrafia	Descrizione	Campioni	S.P.T.	Pocket	Tubo aperto	Falda	Rivestimento	Scala 1:100				
1	0.40	0.40		Terreno di riporto costituito da ghiaia eterogenea ed eterometrica Limo argilloso e con argilla, debolmente sabbioso, color marrone con macule di torba e rari elementi ghiaiosi, maggiormente presenti nell'intervallo 1.5-2.0 m dal p.c.						1.500	1				
		5.40									3.000	2			
												4.500	3		
												6.000	4		
2	5.80	0.70		Sabbia con limo e limo con sabbia color marrone	-3.30						6.000	5			
	6.50	1.00										7.500	6		
	7.50	1.00											9.000	7	
		5.00											10.500	8	
3		1.30		Ghiaia e ciottoli eterogenei ed eterometrici da subarrotondati a subangolari in matrice sabbioso limosa color marrone. Presenza di trovanti lapidei nell'intervallo 9.2-9.5 m dal p.c.							12.000	9			
													13.500	10	
													15.000	11	
														16.500	12
														18.000	13
	13.80	0.15		Calcare micritico debolmente mamoso color grigio avana								19.500	14		
	13.95	0.45		Marne argilliche e argilli mamosse color grigio								20.000	15		
	14.40	0.45		Calcare micritico debolmente mamoso color grigio avana								20.500	16		
	15.00	0.60		Argillis mamosse con intercalazioni di subordinate marne argilliche color grigio								21.000	17		
									7.52			21.500	18		
												22.000	19		
												22.500	20		
												23.000	21		
												23.500	22		
												24.000	23		
												24.500	24		
												25.000	25		
												25.500	26		
												26.000	27		
												26.500	28		
												27.000	29		
												27.500	30		
												28.000	31		
												28.500	32		
												29.000	33		
												29.500	34		
												30.000	35		
												30.500	36		
												31.000	37		
												31.500	38		
												32.000	39		
												32.500	40		
												33.000	41		
												33.500	42		
												34.000	43		
												34.500	44		
												35.000	45		
												35.500	46		
												36.000	47		
												36.500	48		
												37.000	49		
												37.500	50		
												38.000	51		
												38.500	52		
												39.000	53		
												39.500	54		
												40.000	55		
												40.500	56		
												41.000	57		
												41.500	58		
												42.000	59		
												42.500	60		
												43.000	61		
												43.500	62		
												44.000	63		
												44.500	64		
												45.000	65		
												45.500	66		
												46.000	67		
												46.500	68		
												47.000	69		
												47.500	70		
												48.000	71		
												48.500	72		
												49.000	73		
												49.500	74		
												50.000	75		
												50.500	76		
												51.000	77		
												51.500	78		
												52.000	79		
												52.500	80		
												53.000	81		
												53.500	82		
												54.000	83		
												54.500	84		
												55.000	85		
												55.500	86		
												56.000	87		
												56.500	88		
												57.000	89		
												57.500	90		
												58.000	91		
												58.500	92		
												59.000	93		
												59.500	94		
												60.000	95		
												60.500	96		
												61.000	97		
												61.500	98		
												62.000	99		
												62.500	100		

- 1) Attrezzatura di perforazione utilizzata: marca CMV modello cingolato MK 420.
- 2) N° colpi prove S.P.T.: 1° da 3.7 a 4.15 = 5-9-12; 2° da 6.5 a 6.95 = 13-15-20
- 3) Livello falda misurato in data 04 agosto 2006

Cantiere Le Sieci - Pontassieve (FI)	N. sondaggio S 2 eseguito dalla TECNA di Arezzo
Committente	Scala sondaggio 1 : 100
Perforatore Sig. Raimondo Piga - Sig. Franco Ventrucci	Geologo Studio GEO - ECO Progetti
Coord.	Quota (p.c.) Piano campagna
Metodo perf. rotazione carotaggio continuo e rivestim.	Data ultimazione 28 luglio 2006



- 1) Attrezzatura di perforazione utilizzata: marca CMV modello cingolato MK 420.
- 2) N° colpi prove S.P.T.: 1° da 2.4 a 2.85 = 5-9-14; 2° da 4.0 a 4.18 = 30-50 (infissi 3 cm)
- 3) Livello falda misurato in data 02 agosto 2006

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

CPT 1

2.010469-013

- committente : Geoco Progetti Studio di Geologia  
- lavoro : Costruzione di un lotto produttivo  
- località : Le Sieci - Pontassieve (FI)  
- note :

- data : 18/07/2006  
- quota inizio : Piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
0,20	—	—	—	2,80	—	3,60	45,0	80,0	45,0	3,13	14,0
0,40	28,0	70,0	28,0	1,67	17,0	3,80	41,0	88,0	41,0	2,93	14,0
0,60	100,0	125,0	100,0	5,13	19,0	4,00	48,0	90,0	46,0	2,80	16,0
0,80	31,0	108,0	31,0	1,67	19,0	4,20	47,0	89,0	47,0	3,07	15,0
1,00	26,0	51,0	26,0	1,80	14,0	4,40	46,0	92,0	46,0	3,20	14,0
1,20	28,0	53,0	26,0	2,27	11,0	4,60	45,0	93,0	45,0	2,93	15,0
1,40	30,0	64,0	30,0	2,40	12,0	4,80	46,0	90,0	46,0	3,40	14,0
1,60	30,0	68,0	30,0	3,67	8,0	5,00	39,0	90,0	39,0	3,60	11,0
1,80	35,0	90,0	35,0	4,20	8,0	5,20	50,0	104,0	50,0	3,33	15,0
2,00	38,0	101,0	38,0	4,53	8,0	5,40	52,0	102,0	52,0	3,67	14,0
2,20	41,0	109,0	41,0	4,47	9,0	5,60	55,0	110,0	55,0	4,00	14,0
2,40	40,0	107,0	40,0	4,07	10,0	5,80	53,0	113,0	53,0	3,00	18,0
2,60	39,0	100,0	39,0	3,87	10,0	6,00	35,0	80,0	35,0	2,73	13,0
2,80	39,0	97,0	39,0	2,80	14,0	6,20	28,0	69,0	26,0	13,87	2,0
3,00	48,0	90,0	48,0	2,87	17,0	6,40	42,0	250,0	42,0	6,00	7,0
3,20	39,0	82,0	39,0	2,93	13,0	6,60	270,0	360,0	270,0	10,00	27,0
3,40	44,0	88,0	44,0	2,33	19,0	6,80	420,0	570,0	420,0	—	—

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE C1 = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann  $\mu = 35,7$  mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA****CPT 2**

2.010486-013

- committente : Geoco Progetti Studio di Geologia  
- lavoro : Costruzione di un lotto produttivo  
- località : Le Sieci - Pontassieve (FI)  
- nota :

- data : 19/07/2006  
- quota inizio : Piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
0,20	—	—	—	0,67	—	4,20	40,0	74,0	40,0	1,47	27,0
0,40	20,0	30,0	20,0	1,40	14,0	4,40	40,0	62,0	40,0	1,47	27,0
0,60	29,0	50,0	29,0	2,07	14,0	4,60	40,0	62,0	40,0	1,93	21,0
0,80	29,0	60,0	29,0	2,07	14,0	4,80	40,0	69,0	40,0	1,93	21,0
1,00	30,0	61,0	30,0	2,80	11,0	5,00	41,0	70,0	41,0	2,20	19,0
1,20	25,0	67,0	25,0	2,60	10,0	5,20	45,0	78,0	45,0	2,33	19,0
1,40	28,0	67,0	28,0	2,27	12,0	5,40	46,0	81,0	46,0	2,40	19,0
1,60	26,0	60,0	26,0	2,40	11,0	5,60	37,0	73,0	37,0	2,27	16,0
1,80	28,0	64,0	28,0	2,33	12,0	5,80	32,0	66,0	32,0	2,40	13,0
2,00	25,0	60,0	25,0	3,27	8,0	6,00	30,0	66,0	30,0	1,73	17,0
2,20	29,0	78,0	29,0	3,33	9,0	6,20	27,0	53,0	27,0	0,93	29,0
2,40	34,0	84,0	34,0	3,00	11,0	6,40	28,0	40,0	26,0	1,33	19,0
2,60	35,0	80,0	35,0	2,67	13,0	6,60	20,0	40,0	20,0	1,33	15,0
2,80	40,0	80,0	40,0	2,67	15,0	6,80	40,0	80,0	40,0	1,27	32,0
3,00	40,0	80,0	40,0	2,80	14,0	7,00	21,0	40,0	21,0	1,53	14,0
3,20	42,0	84,0	42,0	2,73	15,0	7,20	47,0	70,0	47,0	3,20	15,0
3,40	37,0	78,0	37,0	1,73	21,0	7,40	52,0	100,0	52,0	5,33	10,0
3,60	38,0	64,0	38,0	1,87	20,0	7,60	120,0	200,0	120,0	7,47	16,0
3,80	42,0	70,0	42,0	2,47	17,0	7,80	188,0	300,0	188,0	9,33	20,0
4,00	42,0	79,0	42,0	2,27	19,0	8,00	450,0	590,0	450,0	—	—

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE C1 = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann  $\phi = 35.7$  mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)
- manico laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

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

CPT 3

2.010498-013

- committente : Gececo Progetti Studio di Geologia  
- lavoro : Costruzione di un lotto produttivo  
- località : Le Sieci - Pontassieve (FI)  
- note :

- data : 18/07/2006  
- quota inizio : Piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
0,20	—	—	—	1,13	—	3,20	40,0	78,0	40,0	2,27	18,0
0,40	39,0	58,0	39,0	1,67	23,0	3,40	48,0	82,0	48,0	2,73	18,0
0,60	35,0	60,0	35,0	1,60	22,0	3,60	44,0	85,0	44,0	3,67	11,0
0,80	31,0	55,0	31,0	0,53	58,0	3,80	35,0	93,0	35,0	2,67	13,0
1,00	33,0	41,0	33,0	0,60	55,0	4,00	40,0	60,0	40,0	2,53	18,0
1,20	24,0	33,0	24,0	2,60	9,0	4,20	42,0	80,0	42,0	1,80	23,0
1,40	22,0	61,0	22,0	2,20	10,0	4,40	33,0	60,0	33,0	1,47	22,0
1,60	23,0	56,0	23,0	2,87	8,0	4,60	25,0	47,0	25,0	2,80	9,0
1,80	26,0	69,0	26,0	3,07	8,0	4,80	30,0	72,0	30,0	2,67	11,0
2,00	28,0	74,0	28,0	2,73	10,0	5,00	62,0	102,0	62,0	6,20	10,0
2,20	30,0	71,0	30,0	2,13	14,0	5,20	150,0	243,0	150,0	3,07	49,0
2,40	38,0	70,0	38,0	2,93	13,0	5,40	144,0	190,0	144,0	8,00	18,0
2,60	40,0	84,0	40,0	2,20	18,0	5,60	140,0	260,0	140,0	12,33	11,0
2,80	45,0	78,0	45,0	2,13	21,0	5,80	365,0	550,0	365,0	—	—
3,00	40,0	72,0	40,0	2,53	16,0						

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

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

CPT 4

2.010496-013

- committente : Geosco Progetti Studio di Geologia  
- lavoro : Costruzione di un lotto produttivo  
- località : Le Sieci - Pontassieve (FI)  
- note :

- data : 18/07/2008  
- quota inizio : Piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/Rl	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/Rl
m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
0,20	—	—	—	2,67	—	3,00	34,0	90,0	34,0	3,47	10,0
0,40	30,0	70,0	30,0	2,27	13,0	3,20	41,0	93,0	41,0	3,00	14,0
0,60	30,0	64,0	30,0	2,07	15,0	3,40	39,0	84,0	39,0	2,53	15,0
0,80	34,0	65,0	34,0	2,93	12,0	3,60	33,0	71,0	33,0	0,87	38,0
1,00	36,0	80,0	36,0	3,33	11,0	3,80	27,0	40,0	27,0	1,80	17,0
1,20	39,0	89,0	39,0	3,73	10,0	4,00	26,0	50,0	26,0	4,47	6,0
1,40	28,0	84,0	28,0	3,90	7,0	4,20	33,0	100,0	33,0	10,67	3,0
1,60	33,0	90,0	33,0	4,20	8,0	4,40	140,0	300,0	140,0	12,07	12,0
1,80	30,0	93,0	30,0	4,13	7,0	4,60	119,0	300,0	119,0	8,73	14,0
2,00	34,0	96,0	34,0	3,40	10,0	4,80	190,0	321,0	190,0	3,00	63,0
2,20	36,0	87,0	36,0	2,93	12,0	5,00	188,0	233,0	188,0	10,60	18,0
2,40	37,0	81,0	37,0	2,87	13,0	5,20	159,0	318,0	159,0	10,67	15,0
2,60	43,0	86,0	43,0	2,87	15,0	5,40	470,0	630,0	470,0	—	—
2,80	42,0	85,0	42,0	3,73	11,0						

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

**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA****CPT 5**

2.010498-013

- committente : Geosco Progetti Studio di Geologia  
- lavoro : Costruzione di un lotto produttivo  
- località : Le Sieci - Pontassieve (FI)  
- note :

- data : 18/07/2006  
- quota inizio : Piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
0,20	—	—	—	0,53	—	3,80	41,0	75,0	41,0	2,13	19,0
0,40	12,0	20,0	12,0	1,33	9,0	4,00	42,0	74,0	42,0	2,13	20,0
0,60	16,0	36,0	16,0	2,00	8,0	4,20	45,0	77,0	45,0	1,87	24,0
0,80	26,0	56,0	26,0	1,33	19,0	4,40	45,0	73,0	45,0	3,20	14,0
1,00	29,0	49,0	29,0	2,07	14,0	4,60	38,0	84,0	38,0	1,73	21,0
1,20	29,0	60,0	29,0	2,60	11,0	4,80	26,0	52,0	26,0	1,67	16,0
1,40	35,0	74,0	35,0	3,47	10,0	5,00	29,0	54,0	29,0	3,67	8,0
1,60	33,0	85,0	33,0	3,80	9,0	5,20	56,0	111,0	56,0	5,67	10,0
1,80	30,0	87,0	30,0	3,13	10,0	5,40	100,0	185,0	100,0	8,00	12,0
2,00	33,0	80,0	33,0	2,87	12,0	5,60	180,0	300,0	180,0	5,40	33,0
2,20	35,0	78,0	35,0	2,47	14,0	5,80	100,0	181,0	100,0	2,80	36,0
2,40	38,0	75,0	38,0	3,13	12,0	6,00	88,0	130,0	88,0	4,33	20,0
2,60	36,0	83,0	36,0	2,73	13,0	6,20	150,0	215,0	150,0	2,73	55,0
2,80	39,0	80,0	39,0	2,07	19,0	6,40	66,0	107,0	66,0	9,40	7,0
3,00	42,0	73,0	42,0	2,73	15,0	6,60	161,0	302,0	161,0	6,20	26,0
3,20	41,0	82,0	41,0	2,07	20,0	6,80	190,0	283,0	190,0	13,40	14,0
3,40	41,0	72,0	41,0	2,47	17,0	7,00	99,0	300,0	99,0	11,33	9,0
3,60	41,0	78,0	41,0	2,27	18,0	7,20	500,0	670,0	500,0	—	—

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

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

CPT 6

2.010496-013

- committente : Geoco Progetti Studio di Geologia  
- lavoro : Costruzione di un lotto produttivo  
- località : La Sieci - Pontassieve (FI)  
- note :

- data : 19/07/2006  
- quota inizio : Piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
0,20	---	---	---	1,93	---	3,60	41,0	76,0	41,0	2,47	17,0
0,40	19,0	48,0	19,0	2,13	9,0	3,80	44,0	81,0	44,0	2,60	17,0
0,60	13,0	45,0	13,0	1,40	9,0	4,00	41,0	80,0	41,0	2,33	18,0
0,80	14,0	35,0	14,0	1,40	10,0	4,20	55,0	90,0	55,0	2,60	21,0
1,00	14,0	35,0	14,0	1,40	10,0	4,40	41,0	80,0	41,0	2,47	17,0
1,20	14,0	35,0	14,0	0,87	16,0	4,60	28,0	65,0	28,0	1,53	18,0
1,40	18,0	29,0	18,0	1,53	10,0	4,80	20,0	43,0	20,0	1,07	19,0
1,60	19,0	42,0	19,0	1,80	11,0	5,00	25,0	41,0	25,0	1,33	19,0
1,80	22,0	48,0	22,0	1,80	12,0	5,20	50,0	70,0	50,0	1,40	36,0
2,00	23,0	50,0	23,0	2,00	12,0	5,40	20,0	41,0	20,0	1,60	12,0
2,20	29,0	59,0	29,0	2,00	14,0	5,60	34,0	58,0	34,0	4,00	8,0
2,40	40,0	70,0	40,0	2,33	17,0	5,80	140,0	200,0	140,0	8,27	17,0
2,60	40,0	75,0	40,0	2,27	18,0	6,00	108,0	230,0	108,0	6,67	16,0
2,80	36,0	70,0	36,0	1,40	26,0	6,20	200,0	300,0	200,0	7,00	29,0
3,00	44,0	65,0	44,0	1,73	25,0	6,40	195,0	300,0	195,0	10,00	20,0
3,20	44,0	70,0	44,0	2,53	17,0	6,60	420,0	570,0	420,0	---	---
3,40	38,0	76,0	38,0	2,33	16,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -  
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE  $Ct = 10$  - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
- punta meccanica tipo Begemann  $\phi = 35.7$  mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
- manico laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

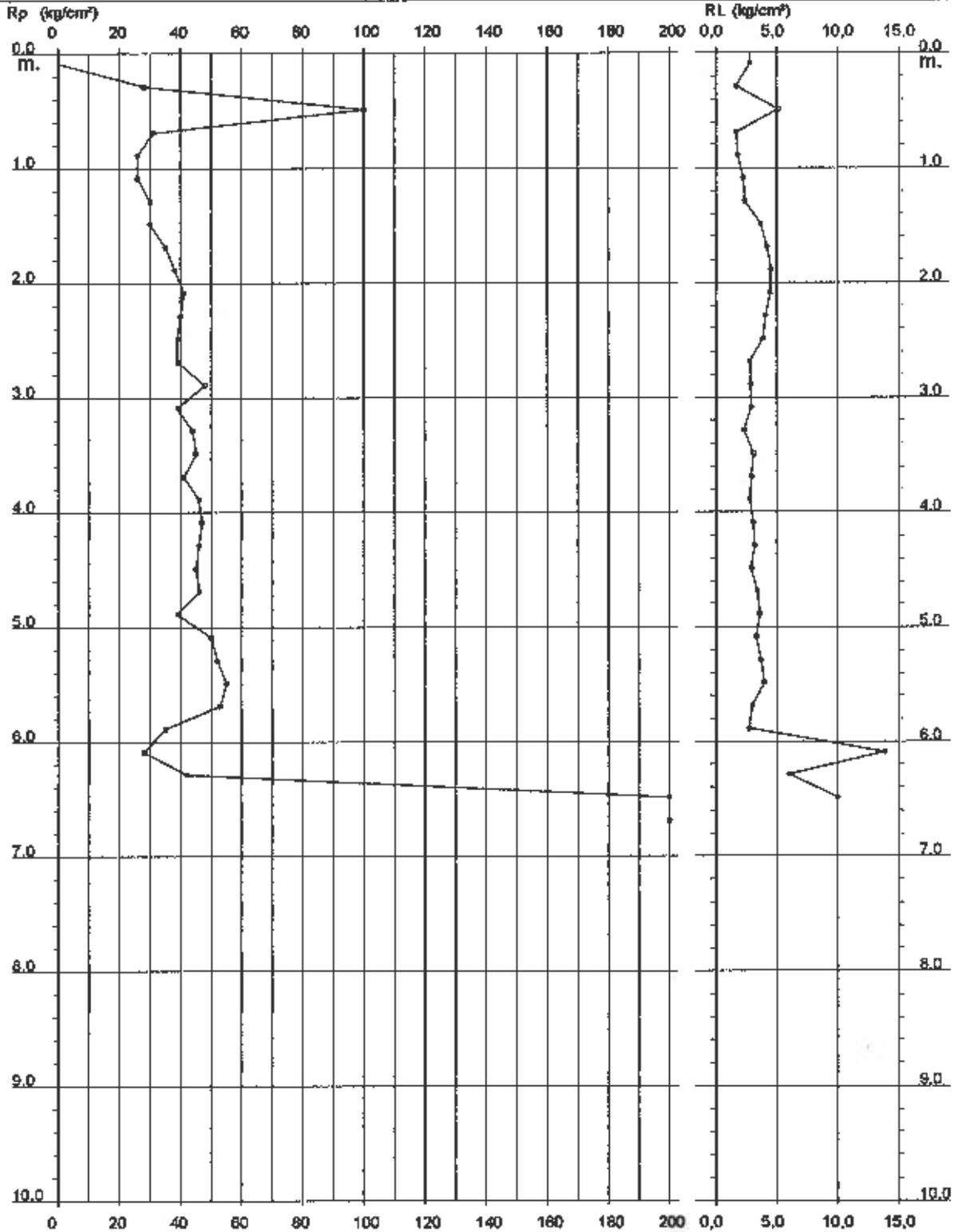
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
 DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT 1**

2.010499-013

- committente : Geoco Progetti Studio di Geologia  
 - lavoro : Costruzione di un lotto produttivo  
 - località : Le Sieci - Pontassieve (FI)

- data : 18/07/2006  
 - quota inizio : Piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert. : 1 : 50



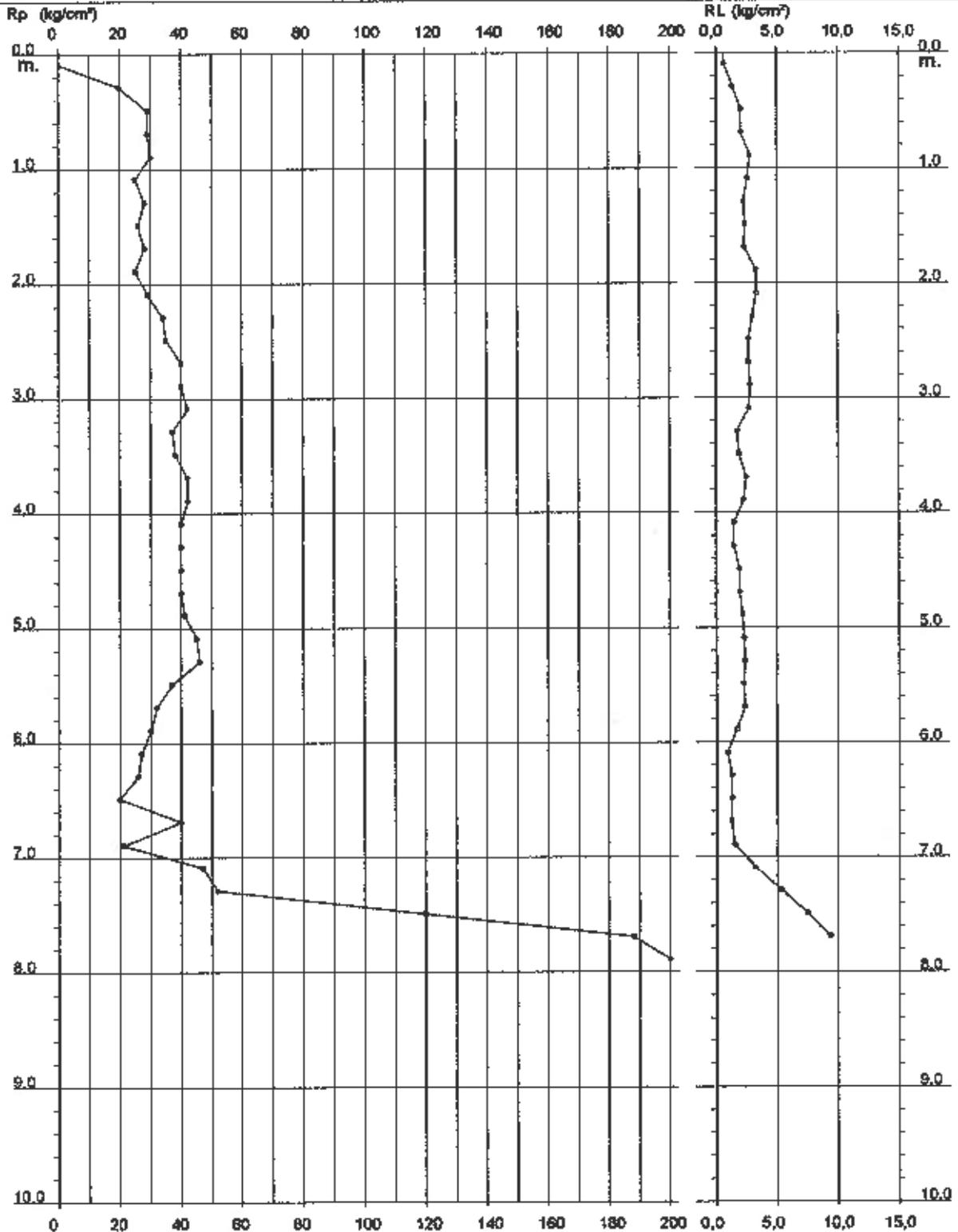
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
 DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT 2**

2.010498-013

- committente : Geoco Progetti Studio di Geologia  
 - lavoro : Costruzione di un lotto produttivo  
 - località : Le Sieci - Pontassieve (FI)

- data : 19/07/2006  
 - quota inizio : Piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 50



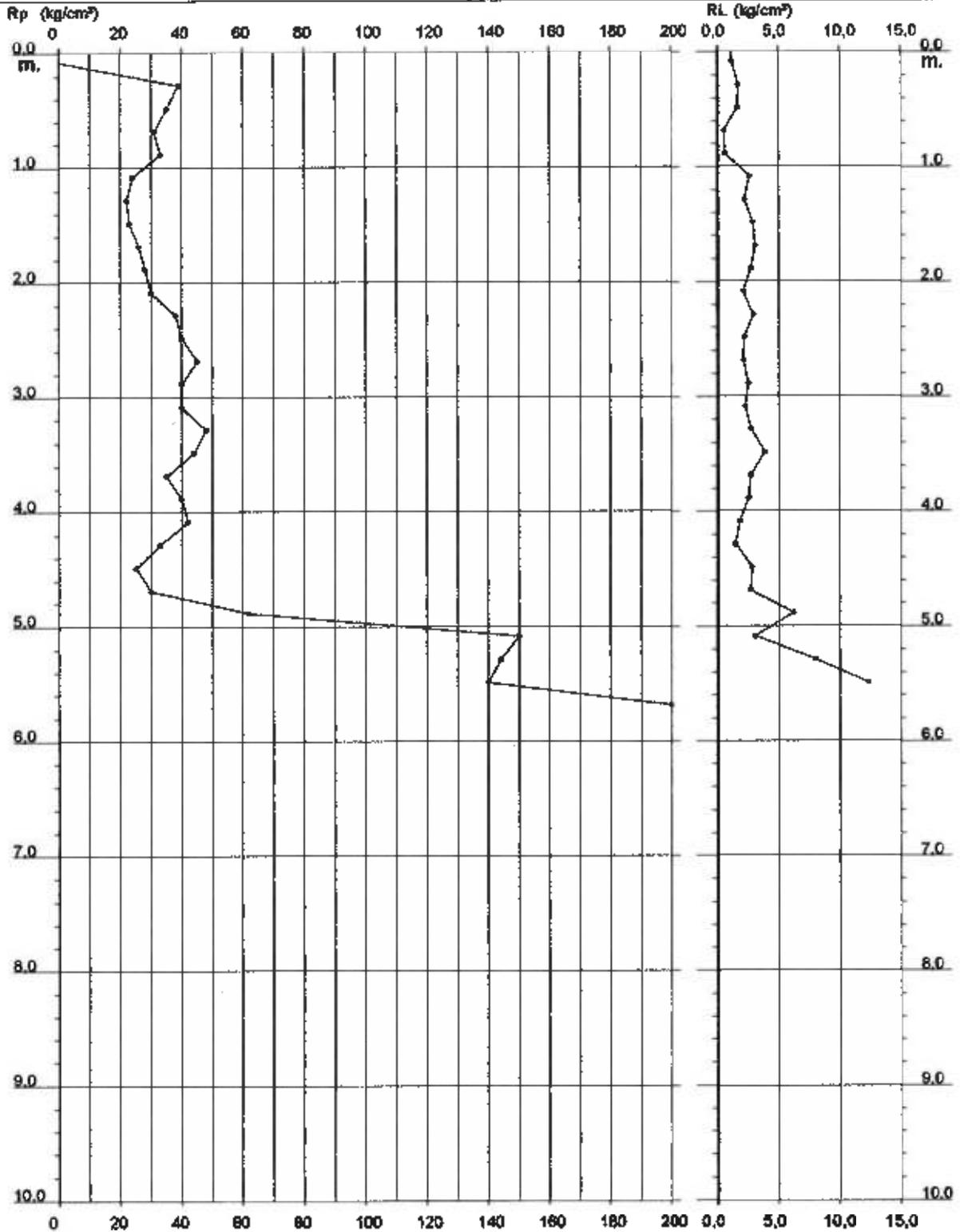
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
 DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT 3**

2.010495-013

- committente : Geoco Progetti Studio di Geologia  
 - lavoro : Costruzione di un lotto produttivo  
 - località : La Sieci - Pontassieve (FI)

- data : 18/07/2008  
 - quota inizio : Piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert. : 1 : 50



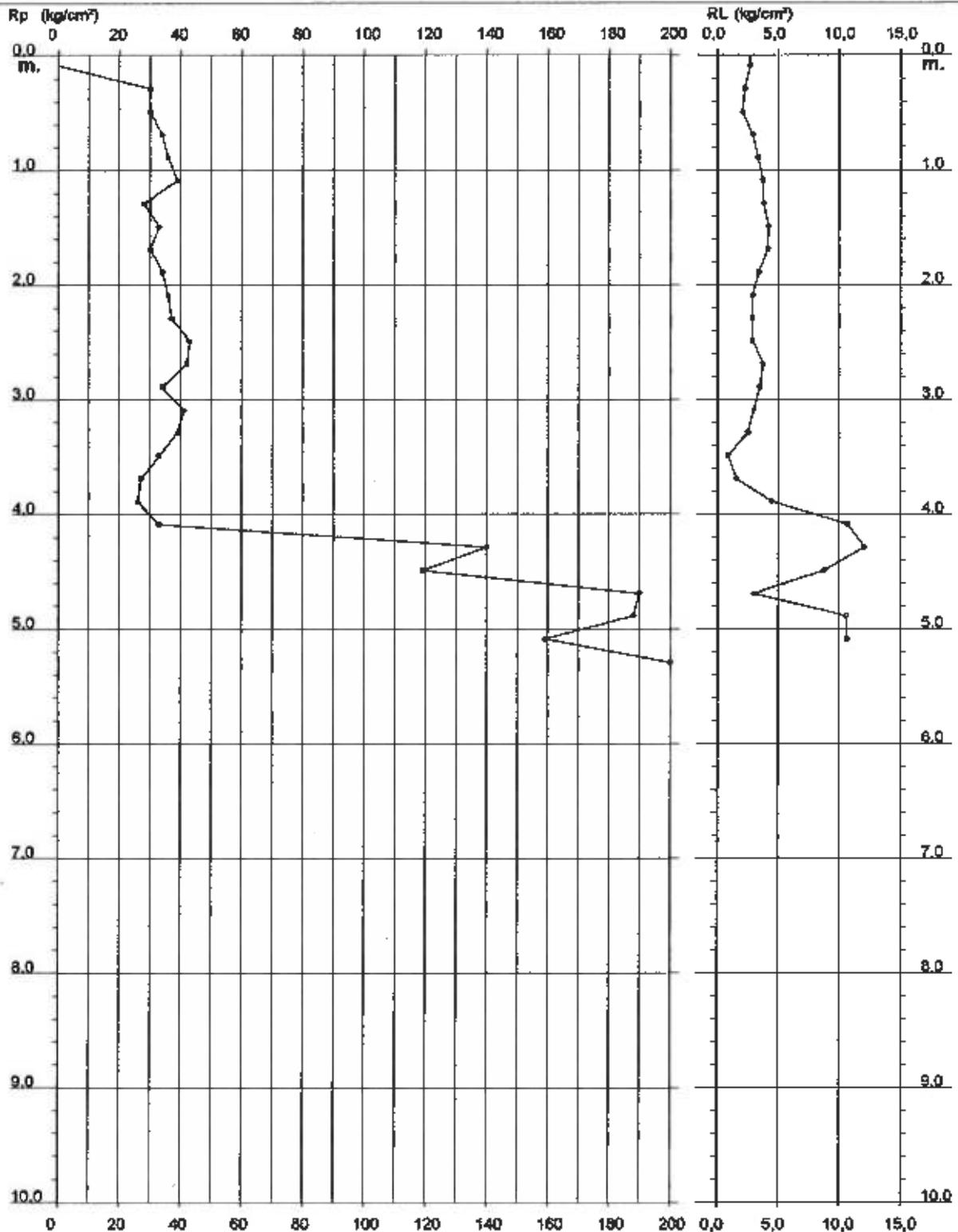
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
 DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT 4**

2.010488-013

- committente : Geoco Progetti Studio di Geologia  
 - lavoro : Costruzione di un lotto produttivo  
 - località : Le Sici - Pontassieve (FI)

- data : 18/07/2006  
 - quota inizio : Piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert. : 1 : 50



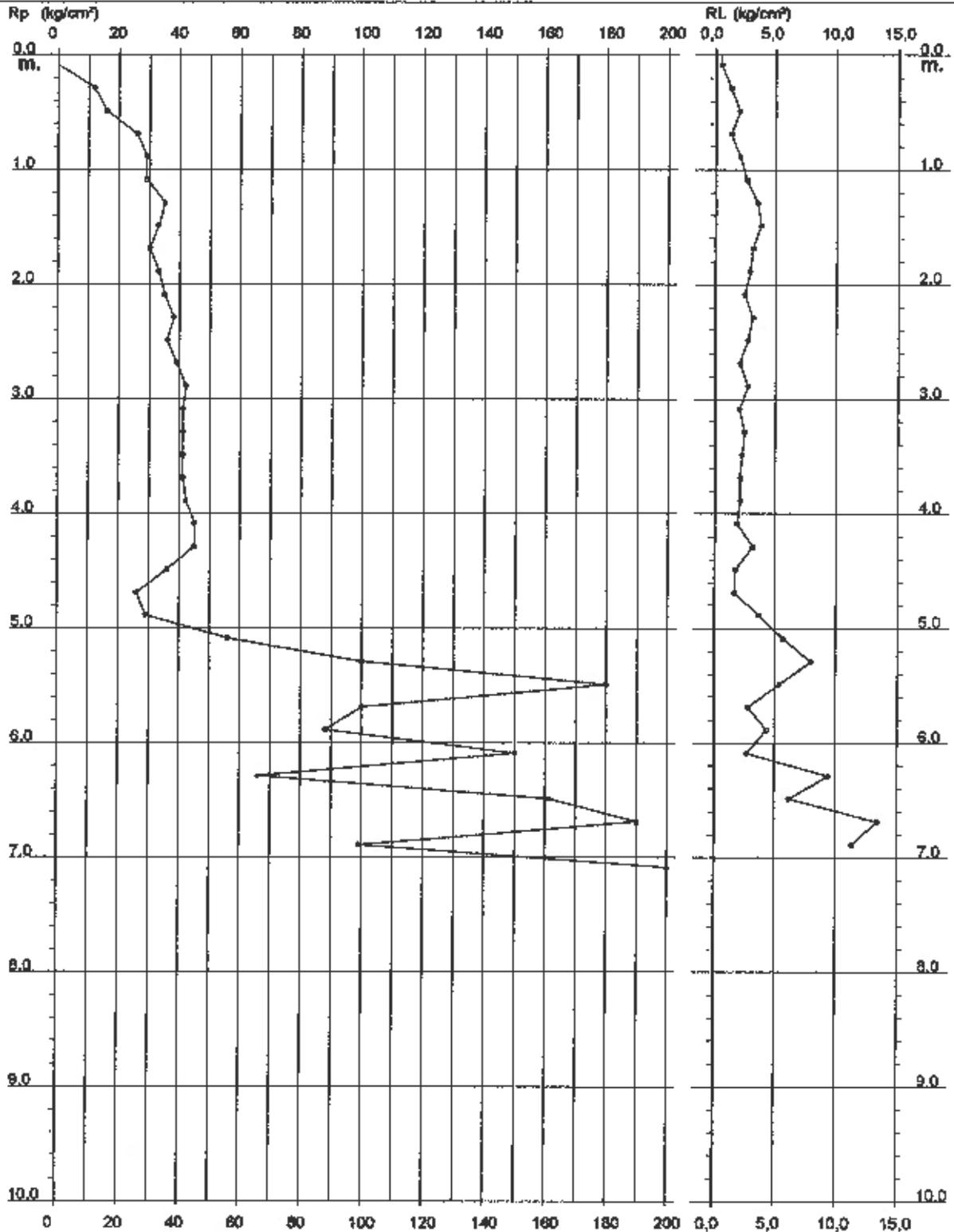
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
 DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT 5**

2.010498-013

- committente : Geosco Progetti Studio di Geologia  
 - lavoro : Costruzione di un lotto produttivo  
 - località : Le Sieci - Pontassieve (FI)

- data : 18/07/2006  
 - quota inizio : Piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert. : 1 : 50



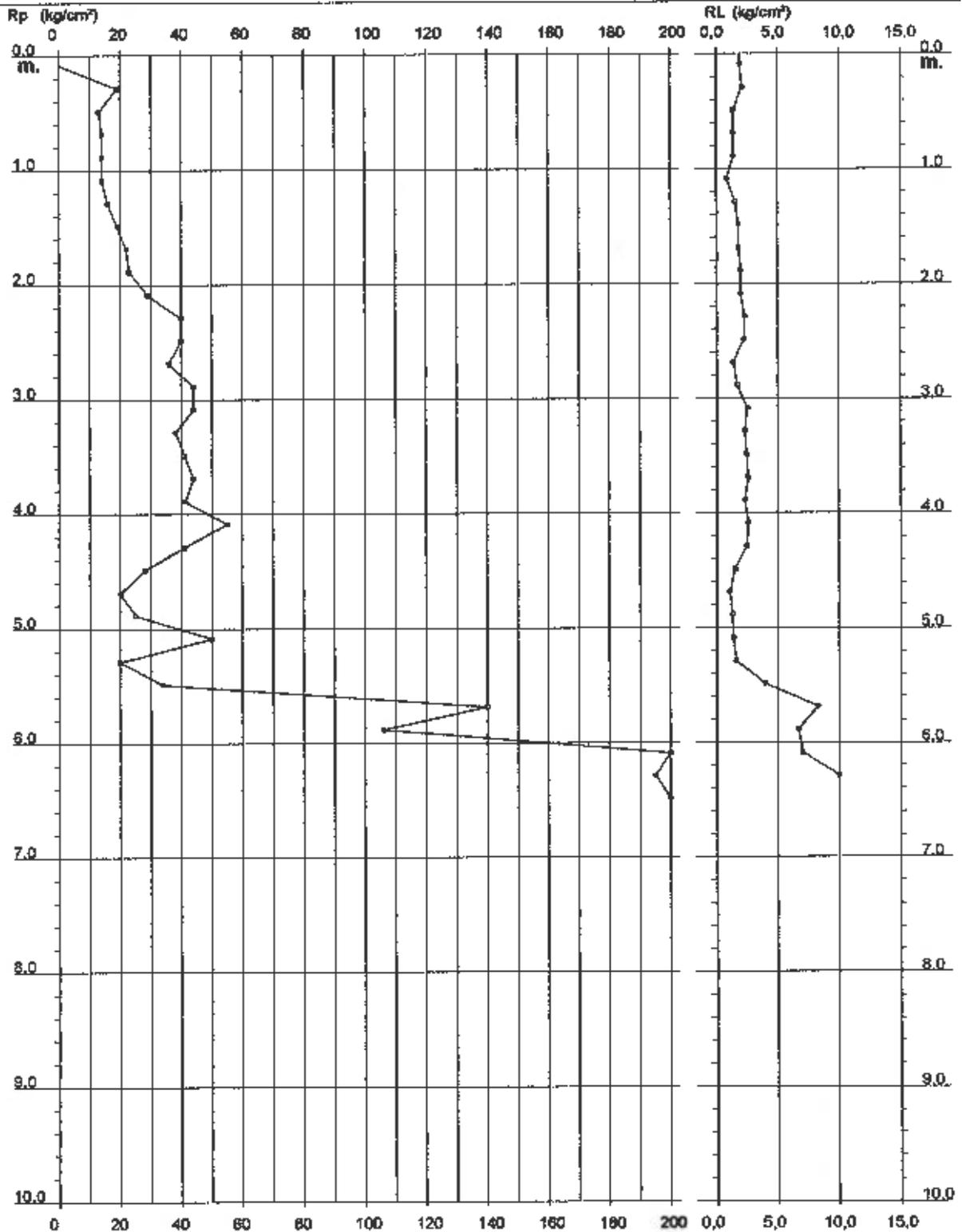
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
 DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT 6**

2.010498-013

- committente : Gececo Progetti Studio di Geologia  
 - lavoro : Costruzione di un tetto produttivo  
 - località : Le Staci - Pontassieve (FI)

- data : 19/07/2008  
 - quota inizio : Piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert. : 1 : 50



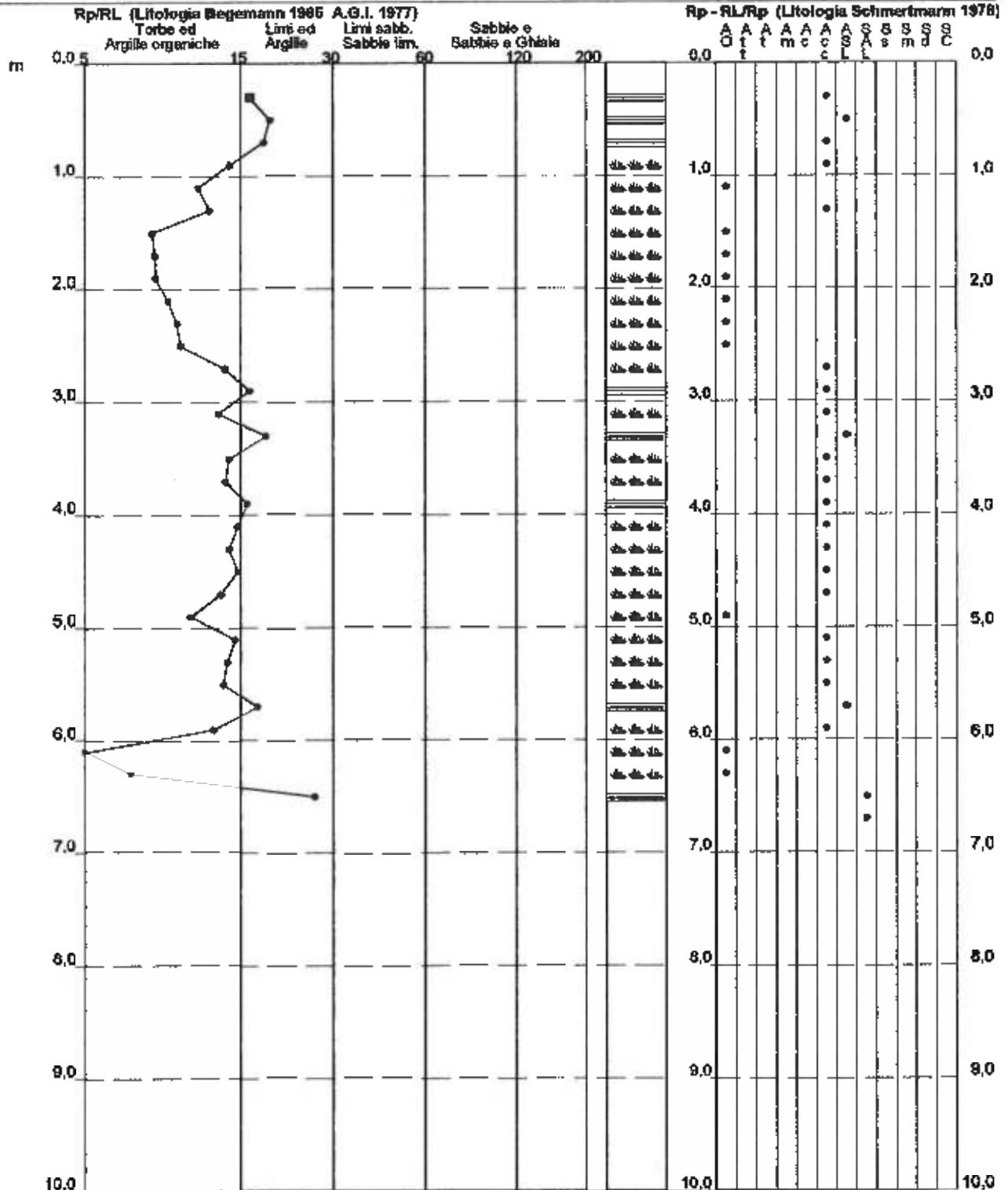
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
 VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

**CPT 1**

2.010496-013

- committente : Gececo Progetti Studio di Geologia  
 - lavoro : Costruzione di un lotto produttivo  
 - località : Le Sieci - Pontassieve (FI)  
 - note :

- data : 18/07/2006  
 - quota inizio : Piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 50





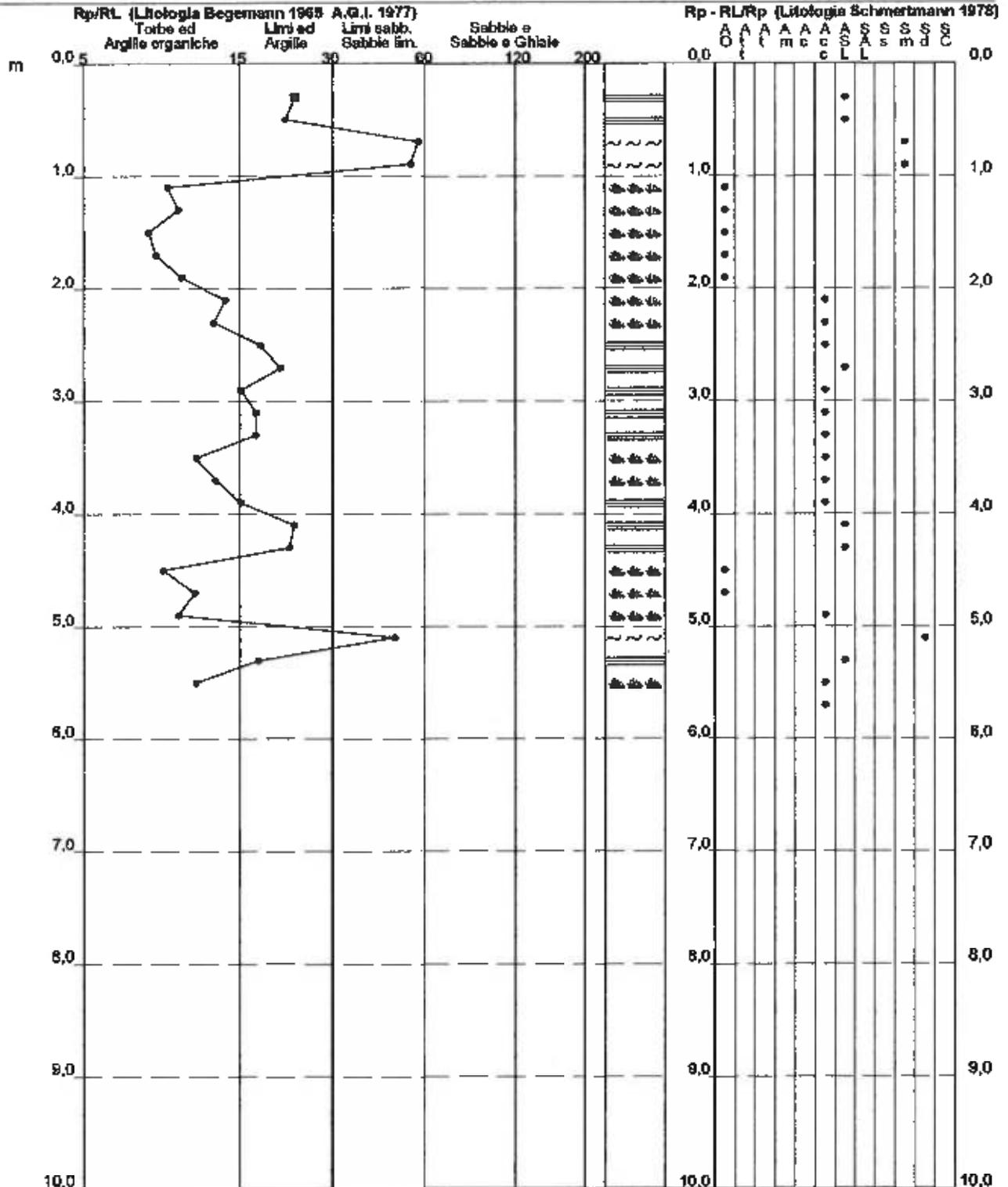
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
 VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

**CPT 3**

2.010496-013

- committente : Geoco Progetti Studio di Geologia  
 - lavoro : Costruzione di un lotto produttivo  
 - località : Le Sieci - Pontassieve (FI)  
 - note :

- data : 18/07/2006  
 - quota inizio : Piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert. : 1 : 50



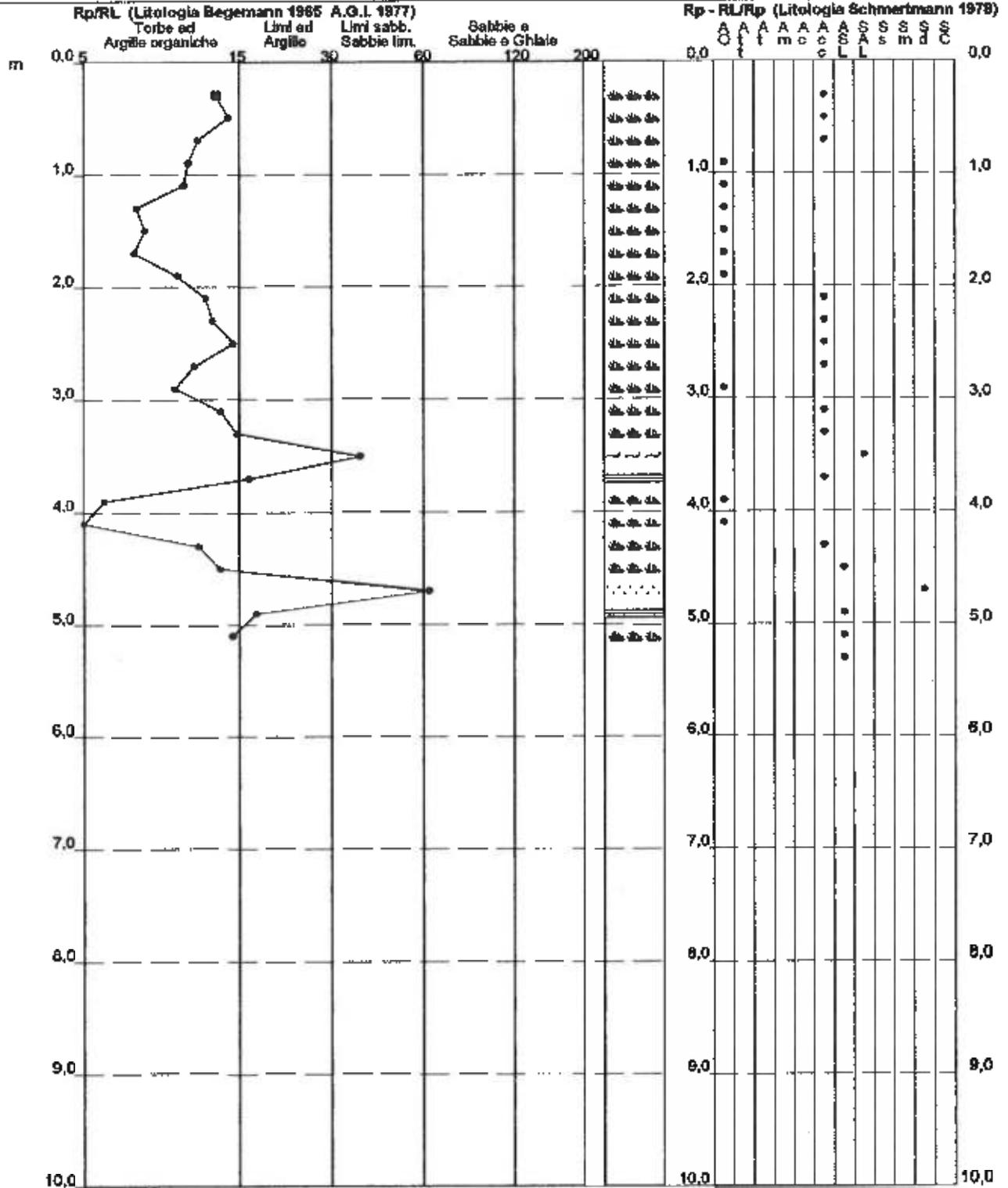
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
 VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

**CPT 4**

2.010496-013

- committente : Geoco Progetti Studio di Geologia  
 - lavoro : Costruzione di un tetto produttivo  
 - località : Le Sieci - Pontassieve (FI)  
 - note :

- data : 18/07/2008  
 - quota inizio : Piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert. : 1 : 50



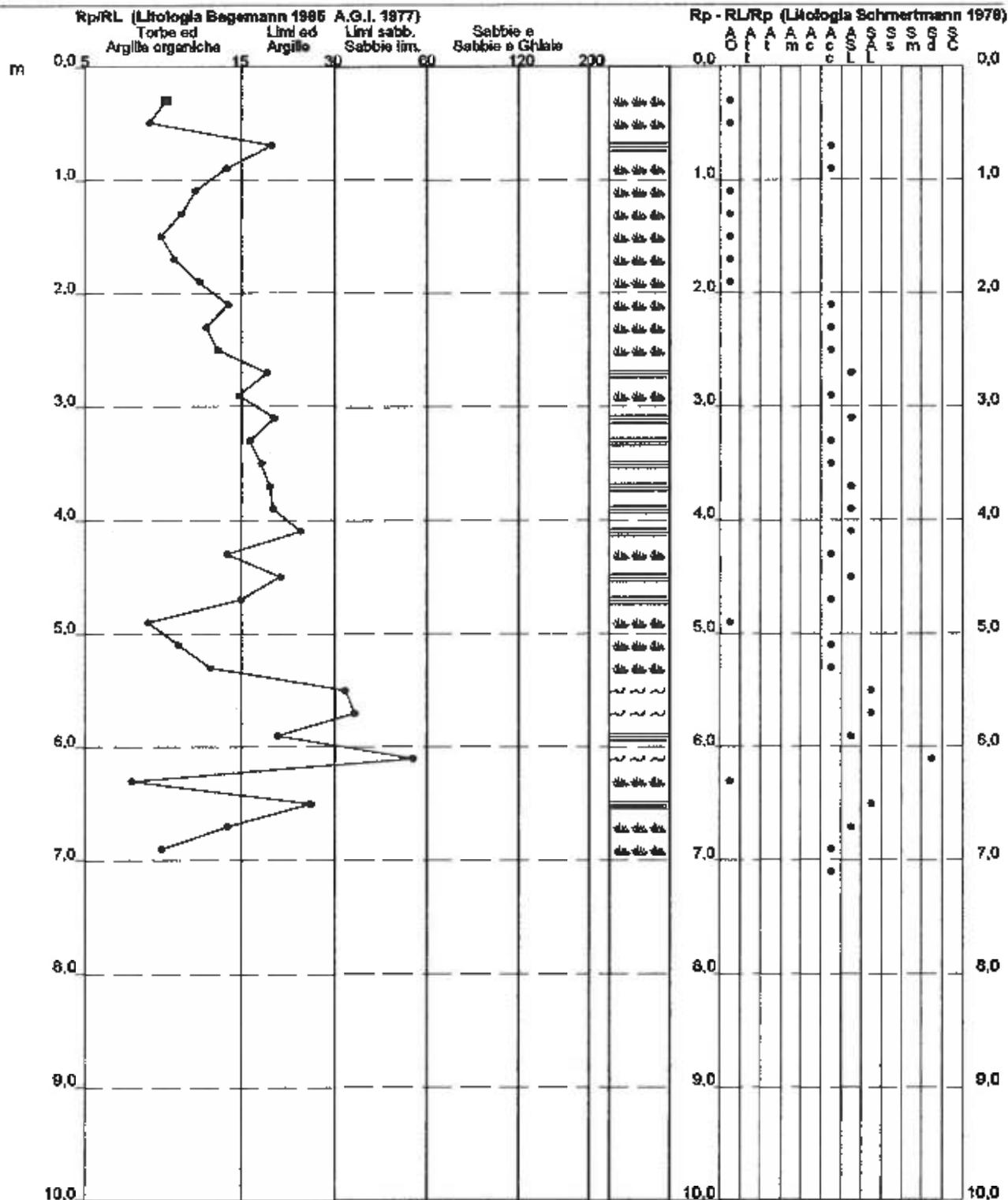
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
 VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

**CPT 5**

2.010498-013

- committente : Geoco Progetti Studio di Geologia  
 - lavoro : Costruzione di un lotto produttivo  
 - località : Le Sieci - Pontassieve (FI)  
 - note :

- data : 18/07/2006  
 - quota inizio : Piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 50



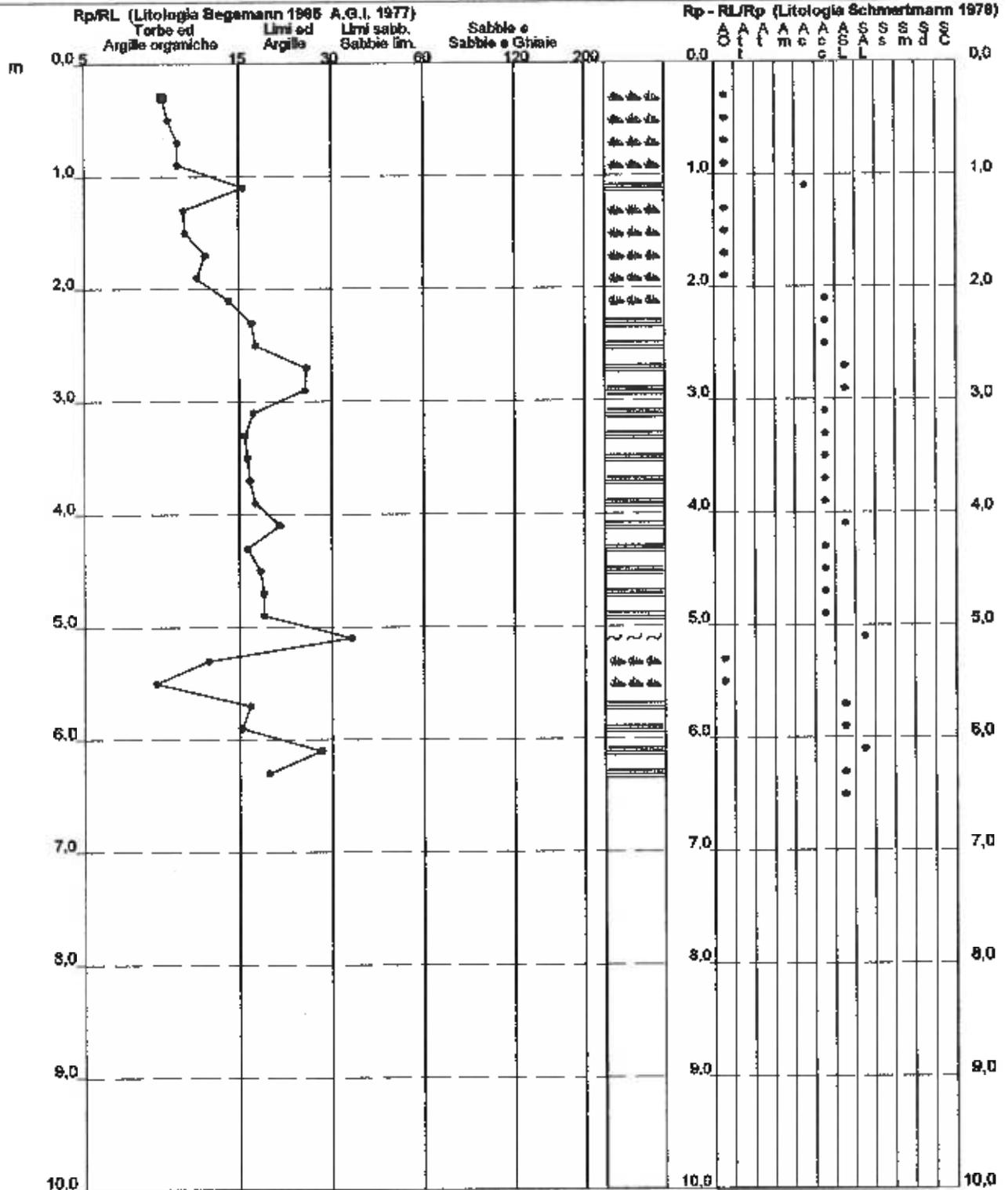
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
 VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

**CPT 6**

2.010495-013

- committente : Geoco Progetti Studio di Geologia  
 - lavoro : Costruzione di un lotto produttivo  
 - località : Le Sieci - Pontassieve (FI)  
 - note :

- data : 19/07/2008  
 - quota inizio : Piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 50



# TECNA

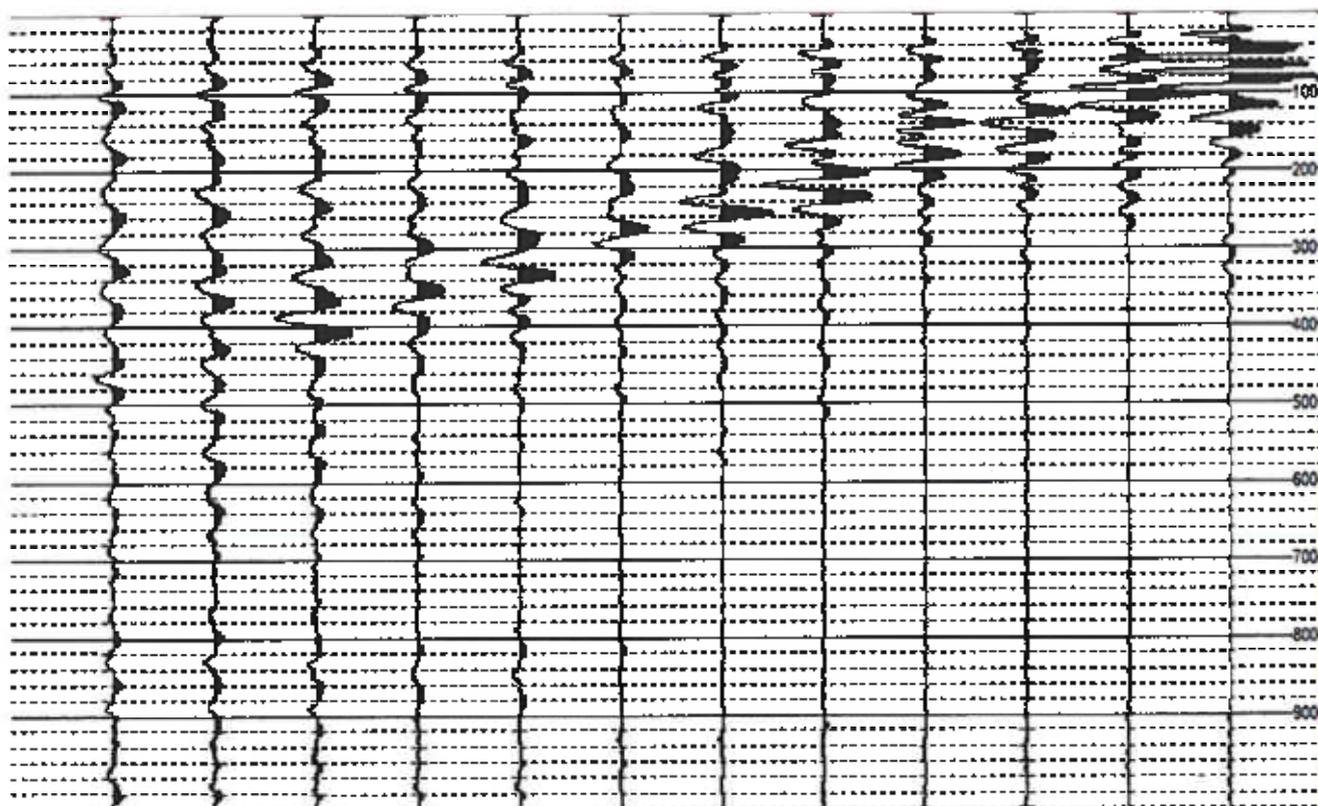
s.n.c. di Moretti Dr. Giuliano & C.  
Via Ser Gorello, 11/a - 52100 AREZZO  
tel. 0575 323501 - fax 0575 22730 - Cell.: 335 102000

E-mail [tecna@tecmat.it](mailto:tecna@tecmat.it) - [tecna@geognostica.it](mailto:tecna@geognostica.it)

[tecna@micropal.com](mailto:tecna@micropal.com)

Cod. fisc. e P. IVA 01358250510

## **"STIMA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI UN SITO IN LOC. LE SIECI AI SENSI DELLA NUOVA NORMATIVA SISMICA TRAMITE SONDAGGIO MASW E SONDAGGIO SISMICO A RIFRAZIONE"**



### **RELAZIONE GEOFISICA**



s.n.c. di Moretti Dr. Giulano & C.  
Via Ser Gorelo, 11/a - 52100 AREZZO  
tel. 0575 323501 - fax 0575 22730 - Cell.: 335 1020000

Email: [tecraton@technet.it](mailto:tecraton@technet.it) - [tecna@geognostica.it](mailto:tecna@geognostica.it)  
[tecna@tiscali.com](mailto:tecna@tiscali.com)

Cod. fisc. e P. IVA 01358250610

## **PREMESSA**

L'indagine è avvenuta con lo scopo di caratterizzare da un punto di vista della pericolosità sismica un terreno in loc. Le Sieci.

Le misure sono avvenute sotto la direzione della Geoco Progetti.

Per la determinazione del Vs 30 ci siamo serviti di un analisi M.A.S.W, mentre la geometria dei contatti è stata ricostruita tramite sismica a rifrazione.

Il rilievo si è svolto lungo la via d'accesso all'azienda di floricoltura.

## **STRUMENTAZIONE USATA**

*Sismografo Ambrogeo Echo 2002 seismic unit-*

*Numero dei canali 24-12*

*A/D conversione 16 bit*

*Geofoni Verticali da 4,5 hz*

*frequenza di campionamento 0,13 millisecondi*

*durata delle registrazioni-1 sec.*

## **SISTEMI DI ENERGIZZAZIONE**

*Generazione di onde P:*

*massa battente (Mazza da 8 kg)*



s.n.c. di Miretti Dr. Giuliano & C.  
Via Ser Gorello, 11/a - 52100 AREZZO  
tel. 0575 323601 - fax 0575 22730 - Cell.: 335 1020000

E mail [tecnafo@technet.it](mailto:tecnafo@technet.it) - [tecna@geognostica.it](mailto:tecna@geognostica.it)  
[tecna@infocore.it](mailto:tecna@infocore.it)

Cod. fisc. n. P. IVA 01358250510

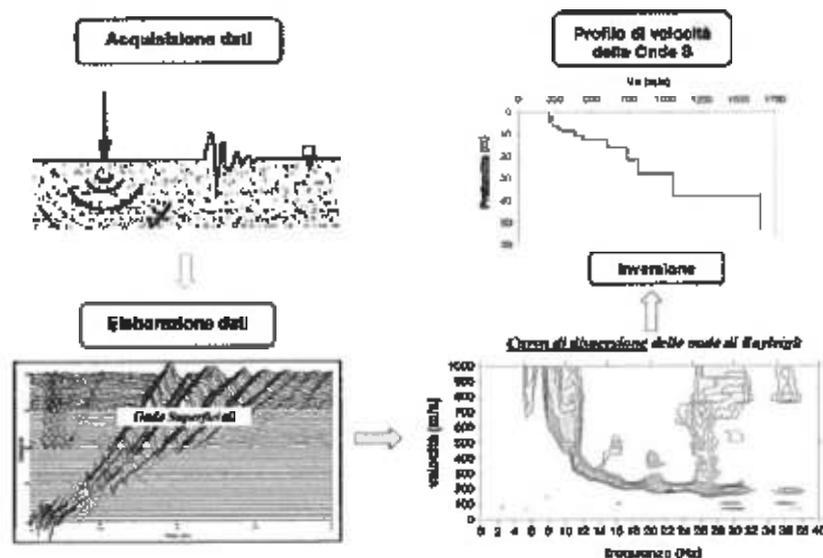
## CENNI TEORICI

La conoscenza dell' andamento nel primo sottosuolo della velocità di propagazione delle onde di taglio è, come noto, importante negli studi di microzonazione sismica dedicati alla stima di possibili effetti di sito, capaci di amplificare il moto del terreno durante un terremoto.

Negli ultimi anni hanno avuto ampio sviluppo tecniche geofisiche basate sull' analisi della propagazione delle onde superficiali e, in particolare, delle onde di Rayleigh.

Le proprietà dispersive di tali onde in mezzi stratificati, nonché la stretta relazione esistente tra la loro velocità di propagazione e quella delle onde di taglio, consentono di risalire al profilo di velocità delle onde S.

Il metodo di indagine attivo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è basato su un' artificiale energizzazione sismica del suolo e sull' analisi spettrale delle onde superficiali presenti nel segnale (Nazarian e Stokoe, 1984; Park et al., 1999).





s.n.c. di Moretti Dr. Giuliano & C.  
Via Ser Gorello, 11/a - 52100 AREZZO  
tel. 0575 323601 - fax 0575 22730 - Cell.: 335 1020000

E-mail: [tecnafon@technet.it](mailto:tecnafon@technet.it) - [tecna@geognostica.it](mailto:tecna@geognostica.it)  
[tecna@micropell.com](mailto:tecna@micropell.com)

Cod. fisc. e P. IVA 01368250910

## METODOLOGIA DI ACQUISIZIONE

Le misure sono state realizzate usando 12 geofoni verticali da 4.5 Hz, connessi al Sismografo Ambrogeo Echo 2002 con conversione A/D a 16 bit.

I geofoni sono stati disposti sul terreno in modo da costituire uno stendimento lineare con spaziatura regolare (5 m) e sono state eseguite delle energizzazioni ripetute, per mezzo di una massa battente (mazza da 8 kg), a distanza variabile dal primo geofono dello stendimento (5, 6, 7, 8 e 9 metri). Infine, le registrazioni sono state combinate in un sismogramma composto da 60 tracce con spaziatura di 1 m. Tale schema di acquisizione permette ottimizzare due aspetti fondamentali dell'indagine: la risoluzione della curva di dispersione delle onde di Rayleigh alle alte frequenze e la profondità d'esplorazione.

Il primo fattore è legato alla necessità di ridurre l'effetto dell'aliasing spaziale. Sinteticamente, esso consiste nella perdita di risoluzione a causa del sotto-campionamento del fenomeno che si sta studiando. Nel caso delle curve di dispersione, l'uso di spaziature elevate (> 1 m.) tra i geofoni renderebbe impossibile la stima delle velocità delle onde di Rayleigh nei primi metri di sottosuolo.

Il secondo fattore è legato sia alla struttura di velocità del sito, sia alle caratteristiche dello stendimento di misura. Infatti, la sensibilità delle velocità di fase delle onde superficiali alla struttura di velocità delle onde S nel sottosuolo dipende dalla lunghezza d'onda della fase di volta in volta considerata. In generale, la profondità campionata  $h$  da un'onda superficiale è dell'ordine di 1/2-1/3 della sua lunghezza d'onda (pari al rapporto fra la velocità di fase e la frequenza relativa). Si ha anche che la massima lunghezza d'onda campionabile è circa confrontabile con le dimensioni massime ( $L$ ) dello stendimento di misura. Quindi si desume che  $h_{max} \approx L/2$ .

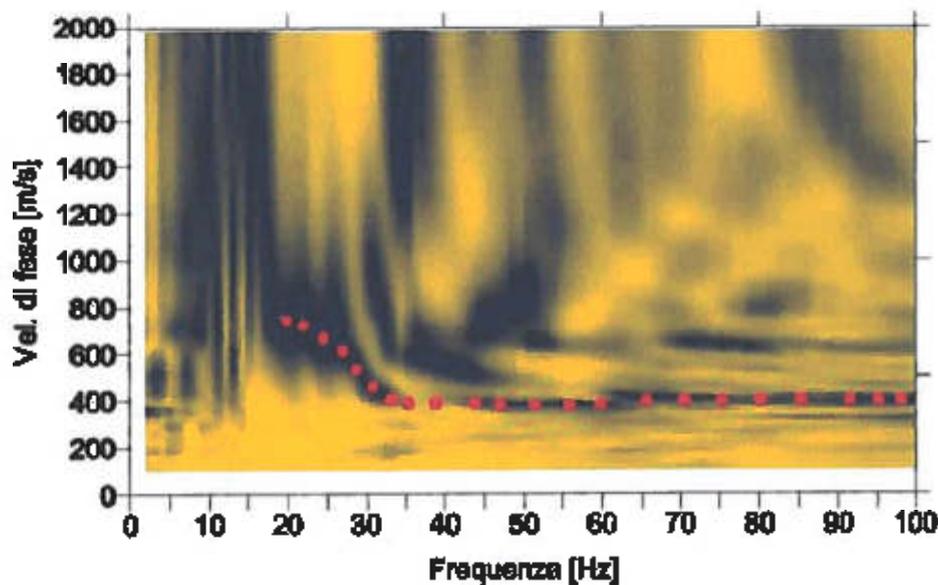
In conclusione, considerato che il sismogramma composto ha una lunghezza massima di 60m, le profondità d'indagine attese possono variare dai 20 ai 30 m in funzione delle velocità delle onde di Rayleigh nel sito.

La curva di dispersione delle onde di Rayleigh rappresenta la variazione di velocità di fase che tali onde hanno al variare della frequenza. Tali valori di velocità sono intimamente legati alle proprietà meccaniche del mezzo in cui l'onda si propaga (velocità delle onde S, delle onde P e densità). Tuttavia, diversi studi hanno in realtà messo in evidenza che la velocità delle onde P e la densità sono parametri di second'ordine rispetto alle onde S nel determinare la velocità di fase delle onde di Rayleigh. Quindi, dato che le onde superficiali campionano una porzione di sottosuolo che cresce in funzione del periodo dell'onda e che la loro velocità di fase è fortemente condizionata in massima parte dalle velocità delle onde S dello strato campionato, la forma di questa curva è essenzialmente condizionata dalla struttura del sottosuolo ed in particolare dalle variazioni con la profondità delle velocità delle onde S. Pertanto, utilizzando appositi formalismi è possibile stabilire una relazione (analiticamente complessa ma diretta) fra la forma della curva di dispersione e la velocità delle onde S nel sottosuolo. Tale relazione consente il calcolo di curve di dispersione teoriche a partire da modelli del sottosuolo a strati piano-paralleli.

L'operazione d'inversione, quindi, consiste nella minimizzazione, attraverso una procedura iterativa, degli scarti tra i valori di velocità di fase sperimentali della curve di dispersione e quelli teorici relativi ad una serie di modelli di prova "velocità delle onde S - profondità".

## ANALISI

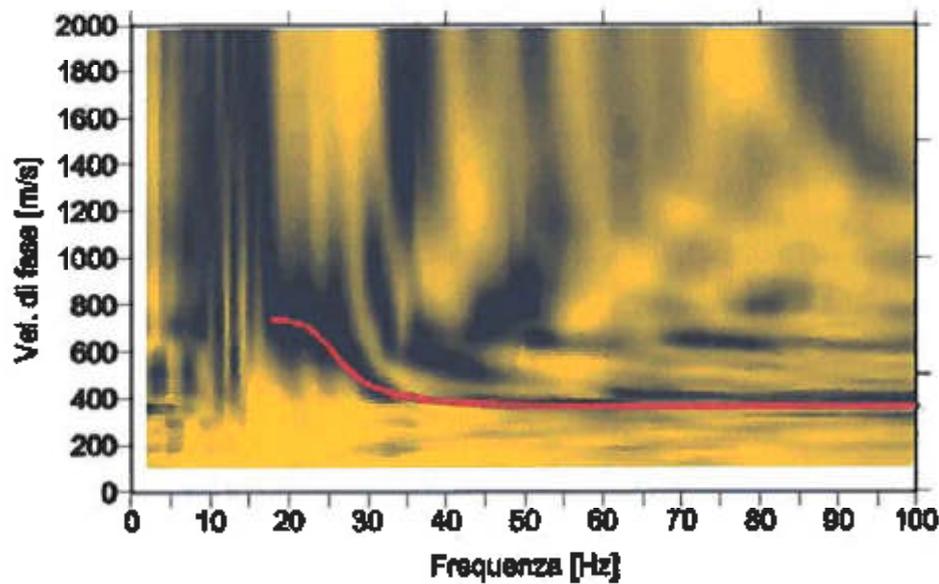
La rappresentazione della funzione spettrale ottenuta dall'analisi MASW permette l'identificazione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh (R). In tali rappresentazioni, le curve coincidono con le bande corrispondenti alla massima ampiezza (in blu) della funzione stessa.



**Figura 1**

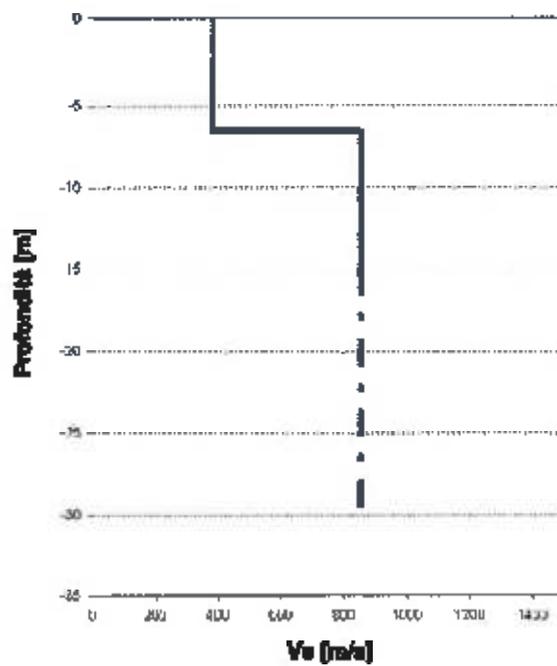
In figura 1 sono stati messi in evidenza l'allineamento di massimi coincidente con il modo fondamentale delle onde R (simboli rossi). Tali valori sono stati usati come input per la procedura d'inversione.

La figura 2 mostra il confronto tra la curva di dispersione sperimentale e quella teorica (modo fondamentale = linea rossa) relative al modello di sottosuolo che garantisce il miglior fit.



**Figura 2**

Infine, viene presentato il profilo Vs (figura 3 e tabella 1) ottenuto da tale analisi MASW.



**Figura 3**



s.n.c. di Moretti Dr. Giuliano & C.  
Via Ser Gorello, 11/a - 52100 AREZZO  
tel. 0575 323501 - fax 0575 22730 - Cell.: 335 1020000

E-mail: [tecnafon@tecnica.it](mailto:tecnafon@tecnica.it) - [tecna@geognostica.it](mailto:tecna@geognostica.it)  
[tecna@micropali.com](mailto:tecna@micropali.com)

Cod. fisc. e P. IVA 01358250510

## Tabella 1

Spessore [m]	Vs [m/s]
6.5	380
30	850

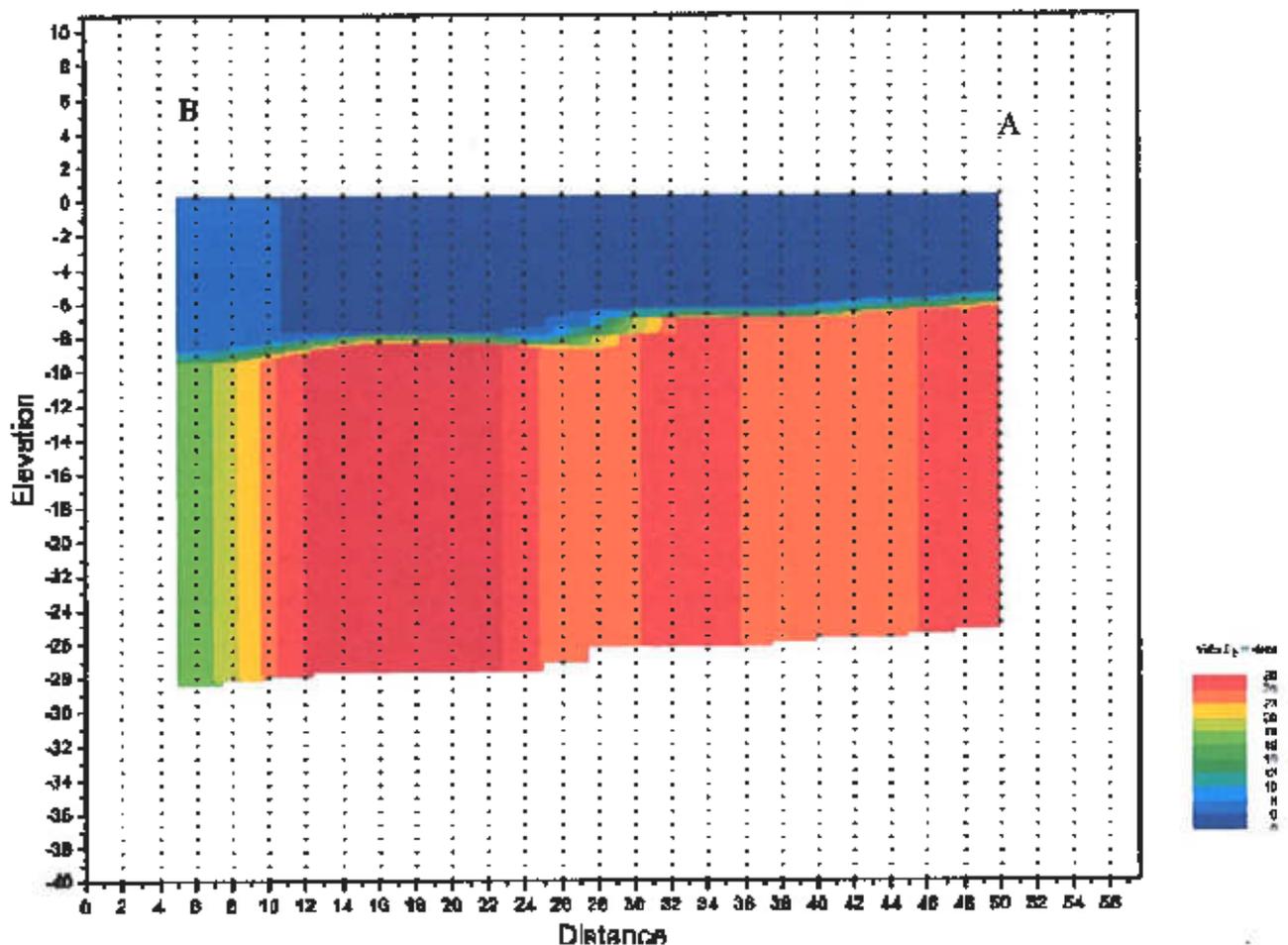
## SISMICA A RIFRAZIONE

Visto che da prove in sito si era rilevato la presenza del substrato roccioso fra 5 e 25 metri, per ottenere un'ulteriore conferma della presenza del suddetto sismostrato si è proceduto all'esecuzione di un sondaggio sismico a rifrazione sfruttando la stessa già montata.

L'attrezzatura usata è stata la stessa usata per le stese MASW.

Si sono effettuati 5 scoppi, 4 esterni ed 1 interno allo standimento.

I dati così ottenuti sono stati trattati con Winsism 10.1, ed il profilo sismico è stato elaborato usando il metodo del reciproco generalizzato ( G.R.M. ).





s.n.c. di Moretti Dr. Giuliano & C.  
Via Ser Gorello, 11/a - 52100 AREZZO  
tel. 0575 323501 - fax 0575 22730 - Cell.: 335 102000

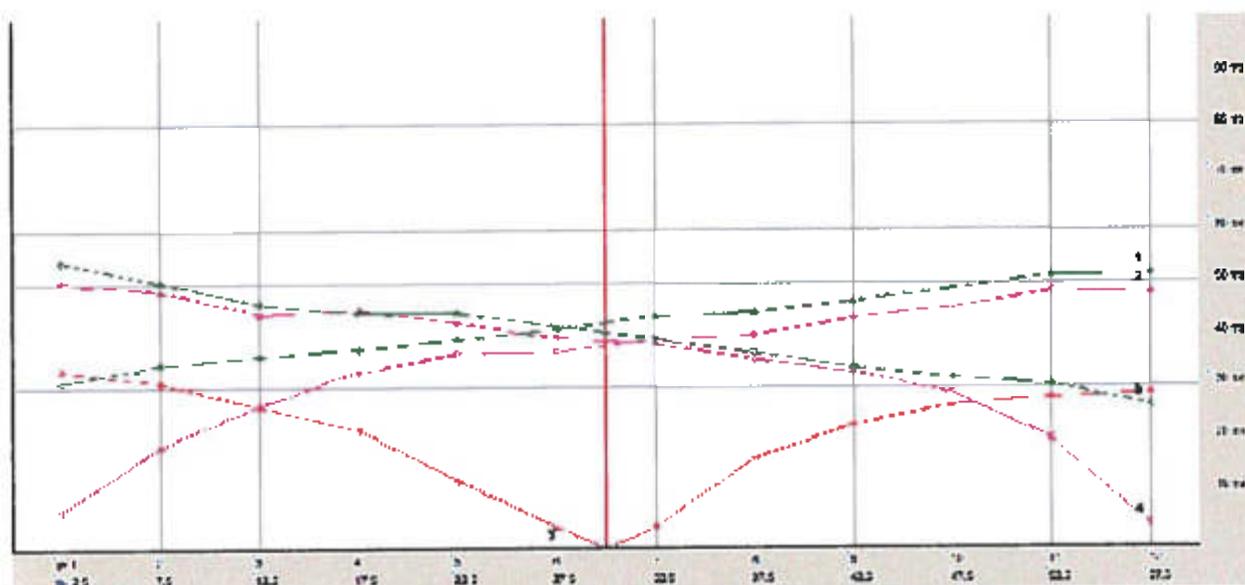
E-mail: [tecnafon@technet.it](mailto:tecnafon@technet.it) - [tecna@geognostica.it](mailto:tecna@geognostica.it)

[tecna@micropal.com](mailto:tecna@micropal.com)

Cod. fisc. e P. IVA 01356250510

Il contatto fra terreni sciolti e lapidei è dato dall'interfaccia fra rosso e blu.  
Come possiamo notare, il contatto si mantiene sempre sopra i 10 metri di profondità rispetto al piano campagna, approfondendosi in direzione dell'Arno (da A lato strada a B lato Arno).

Nella figura sottostante si riportano le dromocrone estrapolate dai sismogrammi.





s.n.c. di Moretti Dr. Giuliano & C.  
Via Ser Gorello, 11/a - 52100 AREZZO  
tel. 0575 323501 - fax 0575 22730 - Cell.: 395 1020000

E-mail: [tecnafon@technet.it](mailto:tecnafon@technet.it) - [tecna@geognostica.it](mailto:tecna@geognostica.it)

[tecna@micropali.com](mailto:tecna@micropali.com)

Cod. fisc. e P. IVA 01358250510

## **CLASSIFICAZIONE DEL SUOLO DI FONDAZIONE IN RIFERIMENTO ALLA NUOVA NORMATIVA SISMICA**

Per il sondaggio svolto ricordiamo che la media delle velocità delle onde di taglio nei primi 30 metri restituisce un valore di  $V_{s30}$  pari a 681 m/sec.

Il suolo, pur essendo presente il substrato lapideo a profondità comprese fra 5 e 25 metri non ricade nel tipo E per il fatto che la velocità delle  $S_h$  dei primi livelli è superiore a 360 m/sec.

<b><i>SUOLI DI FONDAZIONE</i></b>	<b><i><math>V_{s30}</math> (m/sec)</i></b>
<i>A- Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di <math>V_{s30}</math> superiori a 800 m/sec, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo di 5 metri</i>	<b>800</b>
<i>B- Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e di valori di valori di <math>V_{s30}</math> compresi fra 360 m/sec e 800 m/sec</i>	<b>Tra 800 e 360</b>
<i>C- Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensati, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine a centinaia di metri</i>	<b>Tra 360 e 180</b>
<i>D- Depositi di terreni granulari sciolti o poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da <math>V_{s30} &lt; 180</math> m/sec</i>	<b>Minore di 180</b>
<i>E- Profilo di terreno costituito da strati superficiali alluvionali, con valori di <math>V_{s30}</math> simili a quelli dei tipi C e D e spessore compreso fra 5 e 20 metri, giacenti su un substrato di materiale più rigido con <math>V_{s30} &gt; 800</math> m/sec</i>	<b>Minore di 360</b>

### **IL SUOLO RICADE IN CLASSE B**

Arezzo 7-08-06

Il Direttore Tecnico

Dott. Geol. Giuliano Moretti

Il responsabile TECNA per la geofisica

Dott. Geol. Simone Secci



**LABOTER s.n.c.**  
Laboratorio geotecnico  
A.L.G.I. n. 89



Via Nazario Sauro 440 - 51030 Pontelungo (PT) - Tel. 0573 570566 - Fax. 0573 910056 - e.mail : laboter@laboterpt.it  
P. IVA : 00515880474 - C.C.I.A.A. 139089

## ANALISI E PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Committente **TECNA snc/TECNA FONDAZIONI srl per GEOECO PROGETTI**

Cantiere : **Le Sieci - Firenze**

Rapporto di prova n° : **141** del : **26/9/06**

CAMPIONI PERVENUTI : **Settembre 2006**

n° CAMPIONI PERVENUTI : **3**

Prove eseguite :	
Apertura campioni (ASTM D2488-93)	X
Contenuto d'acqua (ASTM D2216-92)	X
Peso di volume (M.I. PT 09/03)	X
Analisi granulometrica (ASTM D422-63)	X
Limiti di Atterberg (ASTM D4318-84)	X
Peso specifico dei grani (ASTM D854-92)	
Prova di taglio diretto (ASTM D3080-72)	X
Prova di compressione ELL (ASTM D2166-85)	X
Prova edometrica IL (ASTM D2435-90)	X
Prova triassiale (ASTM D2850-87)	
Prove di permeabilità (ASTM D2434-68)	
Classificazione U.S.C.S.(ASTM D2487-93)	X
Prova di compattazione (ASTM D2168-80)	

Direttore Laboratorio  
Dott. Geologo Paolo Tognelli

**Dott. Paolo Tognelli**  
GEOLOGO



TABELLA RIASSUNTIVA DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Comm.te : TECNA snc/TECNA FONDAZIONI srl per GEOECO PROGETTI

Località : Le Sieci - Firenze

Rapporto di prova n° : 141

del : 26/9/06

Sond.	1	1	2			
Camp.	1	2	1			
da -- a --	3,3-3,7	6,0-6,5	2,0-2,4			
$\gamma$	1,934	1,909	2,019			
w	22,0	23,8	18,1			
Gs	2,650	2,650	2,650			
Gd	1,585	1,542	1,710			
e	0,672	0,718	0,550			
Sr	87	88	87			
n	40	42	35			
A	57,4	19,1	44,3			
L	32,6	40,1	40,6			
S	3,9	35,1	10,6			
G	6,1	5,6	4,4			
USCS	CH	CL	CH			
Wl	52,9	35	51,5			
Wp	21,6	21,3	21,5			
Ip	31,3	13,6	30			
Ic	1,0	0,8	1,1			
Wr						
k						
$\phi_r$						
cr						
$\phi'$	21	24	21			
c'	0,04	0,01	0,16			
$\phi$						
cu						
cu (ELL)	1,09		2,55			
cv (1)	6,5E-04	5,9E-04	6,3E-04			
cv (2)	6,0E-04	1,6E-03	2,6E-04			
cv (3)	5,2E-04	2,2E-03	4,7E-04			
cv (4)	5,9E-04	6,8E-03	6,7E-04			
cv (5)	2,7E-04	4,1E-03	3,1E-03			
cv (6)	1,7E-04	1,0E-03	2,6E-04			
cv (7)						
Cc	0,214	0,247	0,193			

\* valore non determinato sperimentalmente

Gs (gr/cm<sup>3</sup>) = peso specifico dei grani - Gd (gr/cm<sup>3</sup>) = densità secca - g (gr/cm<sup>3</sup>) = peso di volume

w (%) = umidità naturale - e = indice dei vuoti - Sr (%) = grado di saturazione - n (%) = porosità

A (%) = argilla - L (%) = limo - S (%) = sabbia - G (%) = ghiaia

Wl (%) = limite liquido - Wp (%) = limite plastico - Ip (%) = ind. di plasticità - Ic = ind. di consistenza

$\phi$  (°) = angolo di attrito interno non drenato - cu (Kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata

$\phi'$  (°) = angolo di attrito drenato - c' (Kg/cm<sup>2</sup>) = coesione drenata

$\phi_r$  (°) = angolo di attrito interno residuo - cr (Kg/cm<sup>2</sup>) = coesione residua

cu (Kg/cm<sup>2</sup>) = sforzo a rottura prova ELL

k (m/sec) = coefficiente di permeabilità

Cc = indice di compressibilità

cv(i) = coefficiente di consolidazione -



Committente : **TECNA snc/TECNA FONDAZIONI srl per GEOECO PROGETTI**  
 Cantiere : **Le Sieci - Firenze**  
 Sond. : **1** Camp. : **1** da.....m.: **3,3-3,7**  
 Tipo di campione : **Indisturbato** Lunghezza (cm.) = **38**  
 Rapporto di prova n° : **141** del : **26/9/06**

**Descrizione campione :**

Argilla con limo marrone scuro con tracce torbose con concrezioni calcaree compatte



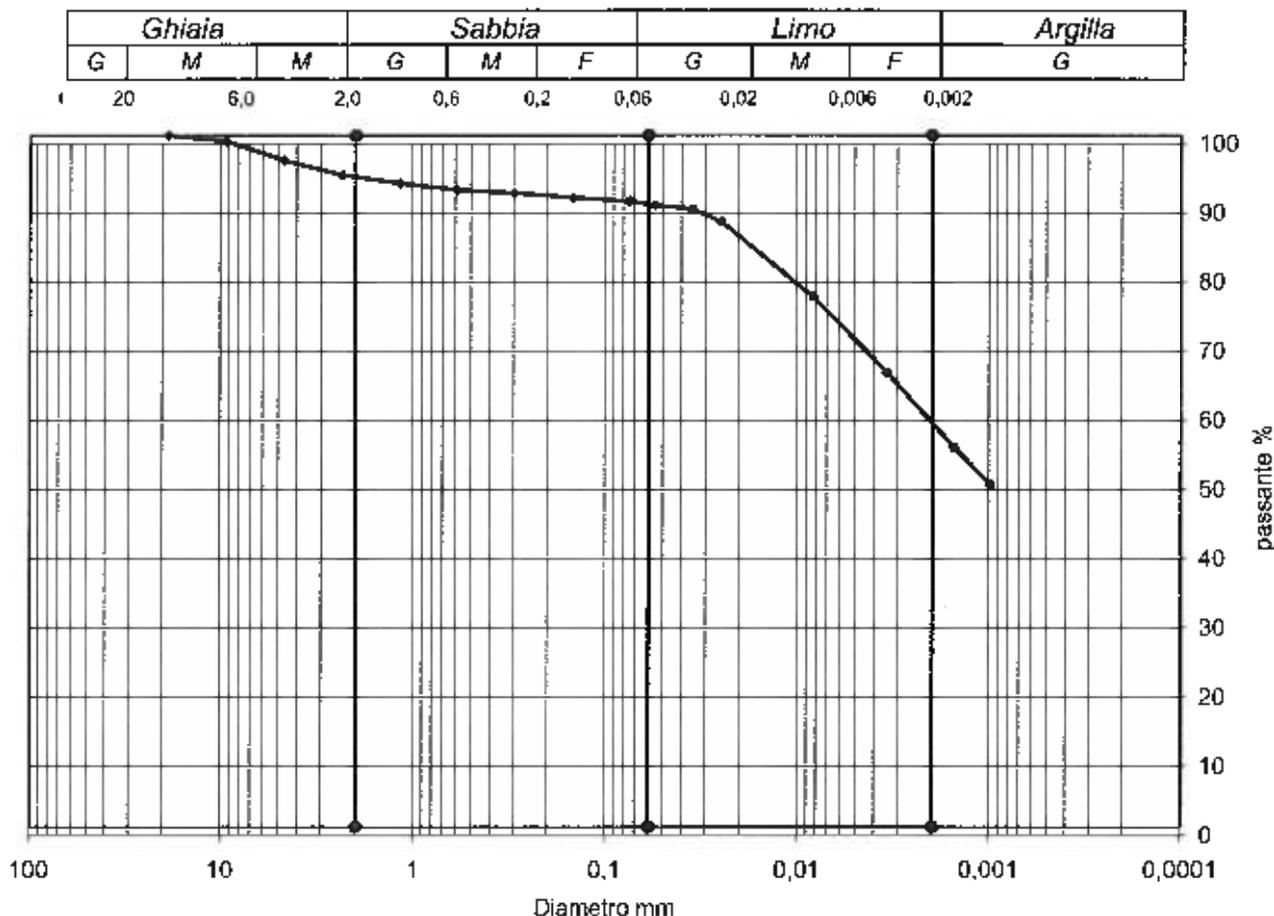
Pocket penetrometer (Kg/cm²) = **3,0**

<b>Caratteristiche fisiche del campione</b>					
Peso di volume g (gr/cm³) =	1,934				
Umidità naturale w (%) =	22,0				
Peso Specifico Gs (gr/cm³) =	2,650				
Densità secca Gd (gr/cm³) =	1,585				
Indice dei vuoti e =	0,672				
Saturazione (%) =	87				
Porosità n (%) =	40				
<b>Limiti di Atterberg</b>					
Class. Casagrande =	CH				
Limite Liquido WL % =	52,9				
Limite Plastico WP % =	21,6				
Indice di Plasticità IP =	31,3				
Indice di Consistenza Ic =	1,0				
Limite Ritiro WR % =					
<b>Analisi Granulometrica</b>					
% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla		
6,1	3,9	32,6	57,4		
<b>Taglio Diretto</b>		<b>ELL</b>		<b>Taglio Diretto residuo</b>	
φ' (°)	c' (kg/cm²)	cu (kg/cm²)	φr (°)	cr (kg/cm²)	
21	0,039	1,09			
<b>Prova di compressione edometrica</b>					
Indice di compressibilità Cc =		0,214			
<b>INTERVALLO</b>		cv	k	E	ca
		cm²/sec	cm/sec	kg/cm²	
0.25-0.5	kg/cm²	6,5E-04	5,2E-09	125	
0.5-1.0	kg/cm²	6,0E-04	8,1E-09	74	
1.0-2.0	kg/cm²	5,2E-04	6,8E-09	75	
2.0-4.0	kg/cm²	5,9E-04	6,2E-09	95	
4.0-8.0	kg/cm²	2,7E-04	2,0E-09	131	
8.0-16.0	kg/cm²	1,7E-04	8,0E-10	208	
16.0-32.0	kg/cm²				



ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... TECNA snc/TECNA FONDAZIONI srl per GEOECO PROGETTI  
 Cantiere..... Le Sieci - Firenze  
 ns.rif. Prog. 1 Camp.... 1 da..... 3,3-3,7  
 Cert. n° : 173 del : 26/9/06 Pagina : 1/1



Coeff. d'uniformità Cu =	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
Coeff. di curvatura Cc =	%	%	%	%
	6,1	3,9	32,6	57,4

Diametro	Passante %	Diametro	Passante %	Diametro	Passante %	D90 =
19	100,0	0,150	91,0	0,0015	54,8	0,0599
9,5	99,2	0,075	90,4	0,001	49,4	D60 = 0,0025
4,75	96,4	0,055	89,9			D50 =
2,36	94,2	0,0355	89,3			D30 =
1,18	93,0	0,0251	87,5			D10 =
0,600	92,1	0,0084	76,6			
0,300	91,6	0,0035	65,7			

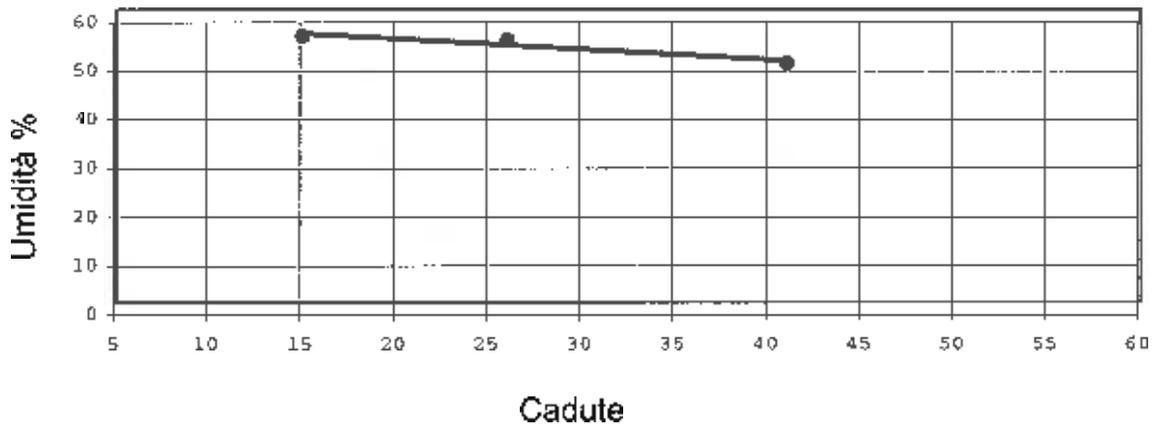


SEDIMENTAZIONE	Taratura aerometro:	Temperatura (°C)	22,5
Correz.menisco	0,5	Correz. T°+dispersente	-3
Viscosità acqua	2E-05	passante ASTM n	200
		Gs (gr/cm³)	2,650
		Peso iniziale (gr)	40

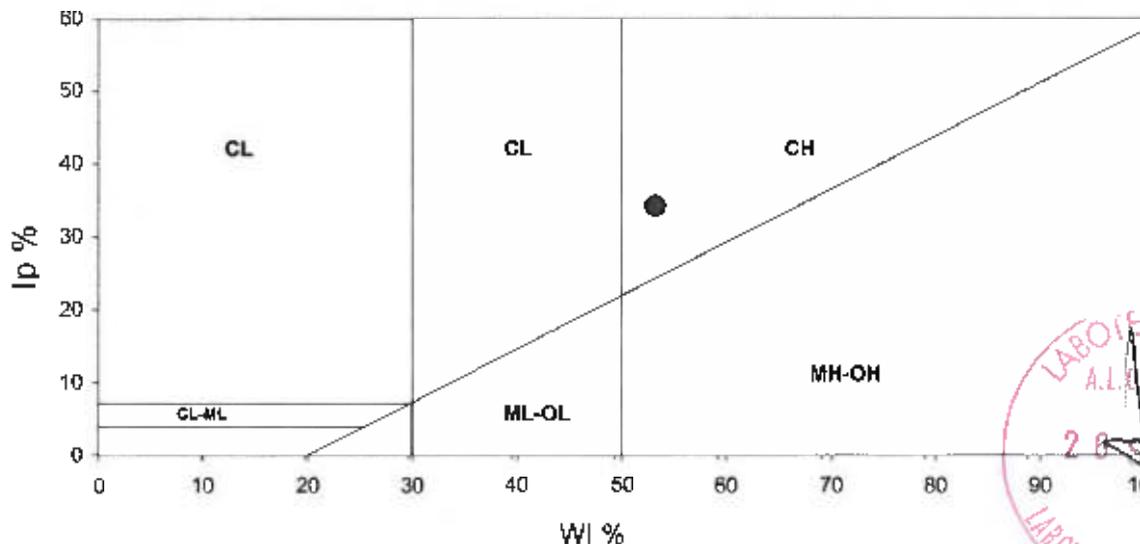
LIMITI DI ATTERBERG

Committente.... TECNA snc/TECNA FONDAZIONI srl per GEOECO PROGETTI  
 Cantiere..... Le Sieci - Firenze  
 Sond.... 1 Camp.... 1 da..... 3,3-3,7  
 Cert. n° : 174 del : 26/9/06 Pagina : 1/1

LIMITE DI PLASTICITA'					
Prova...	1	2	3	4	
Tara....	9,58	9,88			
R+TU....	12,71	11,69			
R+TS....	12,15	11,37			
w %	21,8	21,5			
LIMITE DI LIQUIDITA'					
Prova...	1	2	3		
Tara....	22,58	18,26	18,19	Class. Casagrande =	CH
R+TU....	31,43	27,39	25,77	WL....=	52,9
R+TS....	28,31	24,20	23,28	Wp....=	21,6
Cadute..	15	26	41	IP....=	31,3
w %	54,5	53,7	48,9	Ic....=	1,0



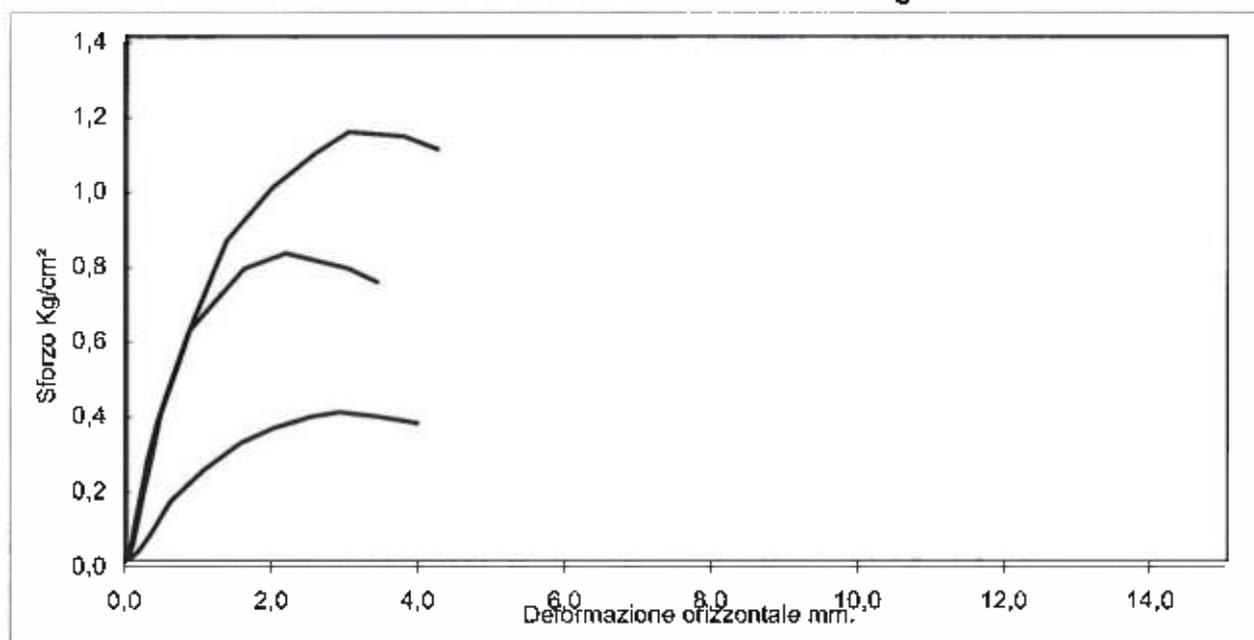
Carta di Plasticità di CASAGRANDE



## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Consolidato drenato CD

Committente..... TECNA snc/TECNA FONDAZIONI srl per GEOECO PROGETTI  
 Cantiere..... Le Sieci - Firenze  
 Sond.... 1 Camp... 1 da..... 3,3-3,7  
 Cert. n° : 175 del : 26/9/06 Pagina : 2/2



Velocità mm/min.	0,010	PROVINO n. 1		PROVINO n. 2		PROVINO n. 3	
		Iniziale	Finale	Iniziale	Finale	Iniziale	Finale
Altezza (mm)		20	19,13	20	18,59	20	18,16
Lato (mm)		60		60		60	
Volume (cm <sup>3</sup> )		63,34	54,09	63,34	47,35	63,34	51,33
$\gamma$ umido (g/cm <sup>3</sup> )		1,860	1,245	1,825	1,427	1,945	1,363
$\gamma$ secco (g/cm <sup>3</sup> )		1,426	0,976	1,399	1,105	1,491	1,077
Umidità (%)		30,5	27,5	30,5	29,1	30,5	26,6

## PARAMETRI A ROTTURA

Pressione verticale Kg/cm <sup>2</sup> .....		1		2		3
Sforzo a rottura Kg/cm <sup>2</sup> .....		0,397		0,821		1,145
Deform. verticale consolidazione mm.....		0,780		1,34		1,62
Deform. verticale mm....		0,870		1,41		1,85
Deformazione orizzontale mm....		2,900		2,160		3,020

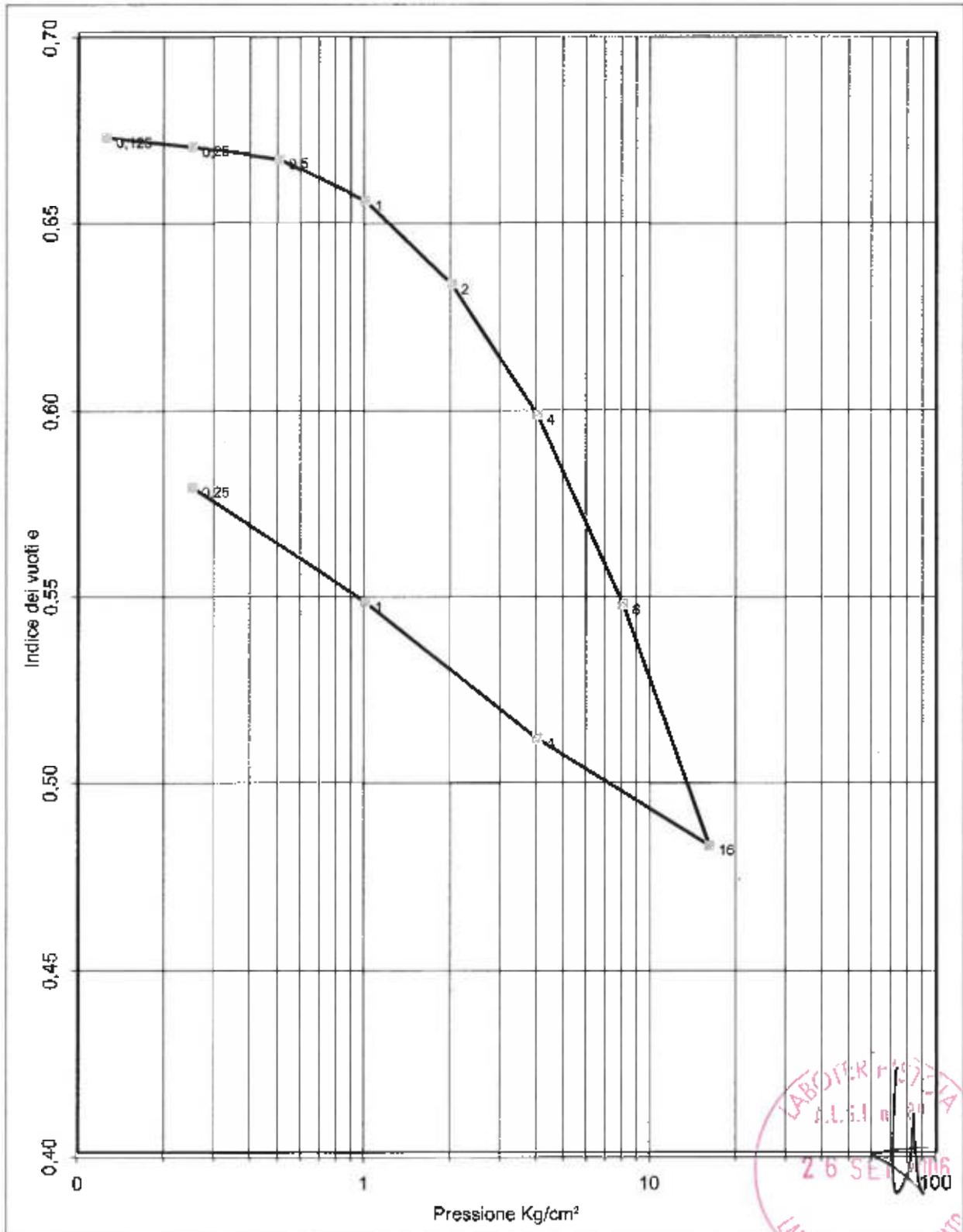






### PROVA DI COMPRESIONE EDOMETRICA

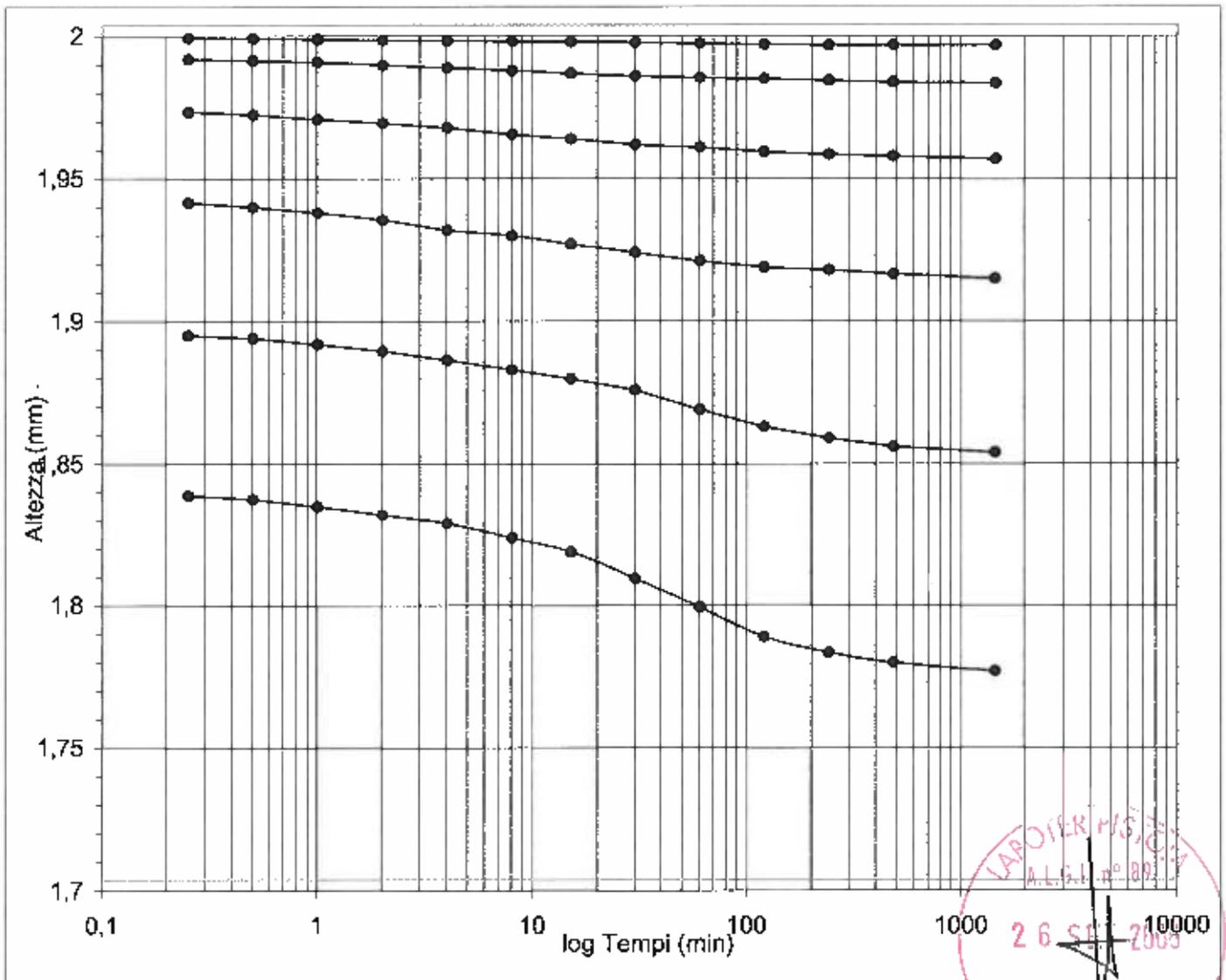
Committente..... TECNA snc/TECNA FONDAZIONI srl per GEOECO PROGETTI  
Cantiere..... Le Sieci - Firenze  
Sond.... 1      Camp... 1      da..... 3,3-3,7  
Cert. n° : 176      del : 26/9/06      Pagina : 2/3



PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

Committente..... TECNA snc/TECNA FONDAZIONI srl per GEOECO PROGETTI  
 Cantiere..... Le Sieci - Firenze  
 Sond..... 1 Camp... 1 da..... 3,3-3,7  
 Cert. n° : 176 del : 26/9/06 Pagina : 3/3

INTERVALLO	cv	k	mv	C $\alpha$
	cm <sup>2</sup> /sec	cm/sec	cm <sup>2</sup> /Kg	
0.25-0.5	6,5E-04	5,2E-09	0,0080	
0.5-1.0	6,0E-04	8,1E-09	0,0135	
1.0-2.0	5,2E-04	6,8E-09	0,0133	
2.0-4.0	5,9E-04	6,2E-09	0,0105	
4.0-8.0	2,7E-04	2,0E-09	0,0076	
8.0-16.0	1,7E-04	8,0E-10	0,0048	
16,0-32,0				





Committente : TECNA snc/TECNA FONDAZIONI srl per GEOECO PROGETTI  
 Cantiere : La Sieci - Firenze  
 Sond. : 1 Camp. : 2 da.....m.: 6,0-6,5  
 Tipo di campione : Indisturbato Lunghezza (cm.) = 50  
 Rapporto di prova n° : 141 del : 26/9/06

Descrizione campione :  
 Limo con sabbia argilloso marrone chiaro poco consistente



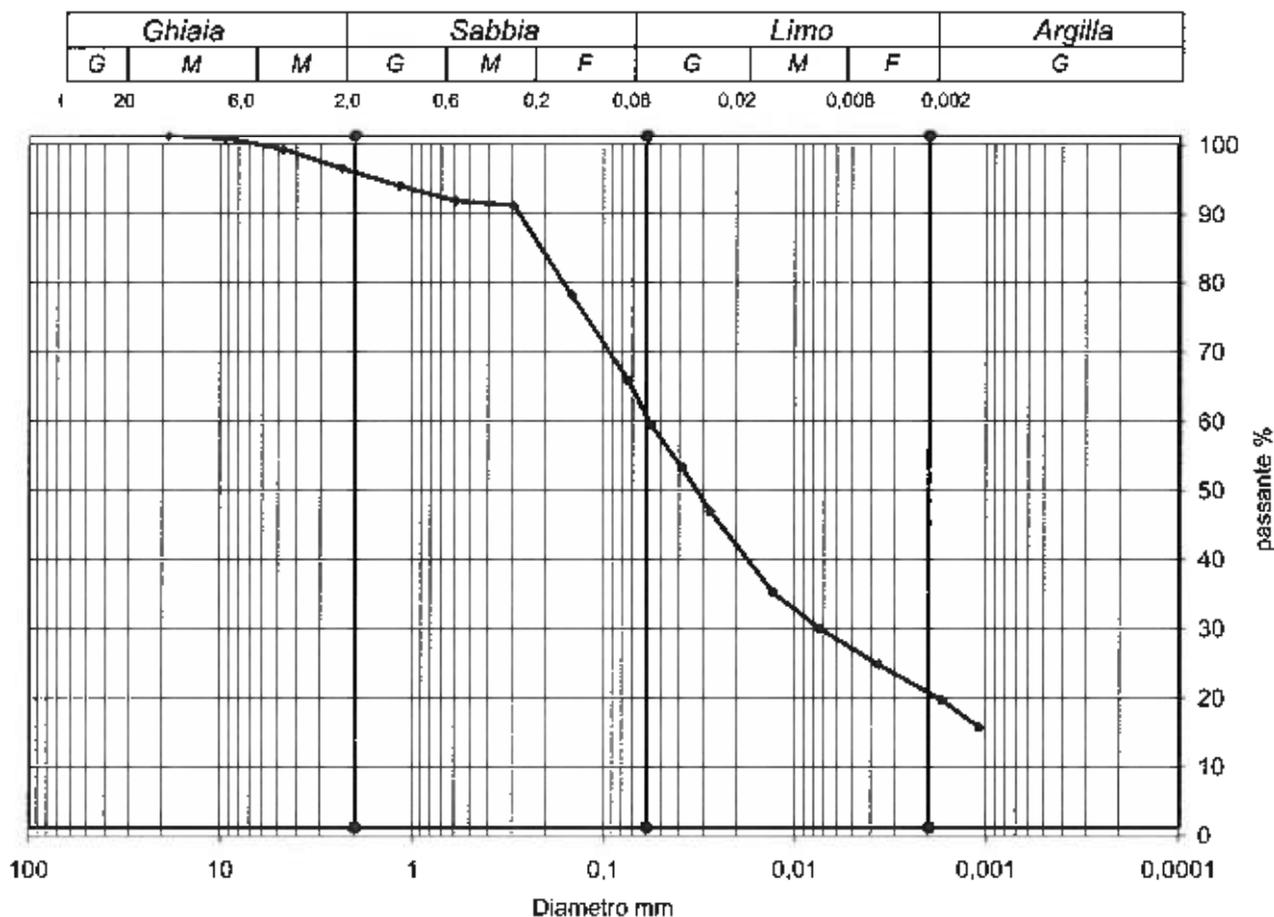
Pocket penetrometer (Kg/cm<sup>2</sup>) = 1,0

<i>Caratteristiche fisiche del campione</i>					
Peso di volume g (gr/cm <sup>3</sup> ) =		1,909			
Umidità naturale w (%) =		23,8			
Peso Specifico Gs (gr/cm <sup>3</sup> ) =		2,650			
Densità secca Gd (gr/cm <sup>3</sup> ) =		1,542			
Indice dei vuoti e =		0,718			
Saturazione (%) =		88			
Porosità n (%) =		42			
<i>Limiti di Atterberg</i>					
Class. Casagrande =		CL			
Limite Liquido WL % =		35			
Limite Plastico WP % =		21,3			
Indice di Plasticità IP =		13,6			
Indice di Consistenza Ic =		0,8			
Limite Ritiro WR % =					
<i>Analisi Granulometrica</i>					
% ghiaia		% sabbia		% limo	
5,6		35,1		40,1	
				% argilla	
				19,1	
<i>Taglio Diretto</i>		<i>ELL</i>		<i>Taglio Diretto residuo</i>	
φ <sup>l</sup> (°)	c' (kg/cm <sup>2</sup> )	cu (kg/cm <sup>2</sup> )		φ <sup>r</sup> (°)	cr (kg/cm <sup>2</sup> )
23	0,043				
<i>Prova di compressione edometrica</i>					
Indice di compressibilità Cc =		0,247			
INTERVALLO		cv	k	E	ca
		cm <sup>2</sup> /sec	cm/sec	kg/cm <sup>2</sup>	
0.25-0.5	kg/cm <sup>2</sup>	5,9E-04	2,7E-08	22	
0.5-1.0	kg/cm <sup>2</sup>	1,6E-03	7,1E-08	23	
1.0-2.0	kg/cm <sup>2</sup>	2,2E-03	6,5E-08	35	
2.0-4.0	kg/cm <sup>2</sup>	6,8E-03	1,2E-07	56	
4.0-8.0	kg/cm <sup>2</sup>	4,1E-03	3,9E-08	106	
8.0-16.0	kg/cm <sup>2</sup>	1,0E-03	5,5E-09	185	
16,0-32,0	kg/cm <sup>2</sup>				



ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... TECNA snc/TECNA FONDAZIONI srl per GEOECO PROGETTI  
 Cantiere..... Le Sieci - Firenze  
 ns.rif. Prog. 1 Camp.... 2 da..... 6,0-6,5  
 Cert. n° : 178 del : 26/9/06 Pagina : 1/1



Coeff. d'uniformità Cu =				Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
Coeff. di curvatura Cc =				%	%	%	%
				5,6	35,1	40,1	19,1
Diametro	Passante %	Diametro	Passante %	Diametro	Passante %	D90 = 0,3395	
19	100,0	0,150	76,9	0,0037	23,5	D60 = 0,0622	
9,5	99,6	0,075	64,5	0,002	18,4	D50 = 0,036	
4,75	98,0	0,057	58,3	0,001	14,5	D30 =	
2,36	95,1	0,0394	52,0			D10 =	
1,18	92,7	0,0279	45,6				
0,600	90,5	0,0131	33,9				
0,300	89,9	0,0074	28,7				

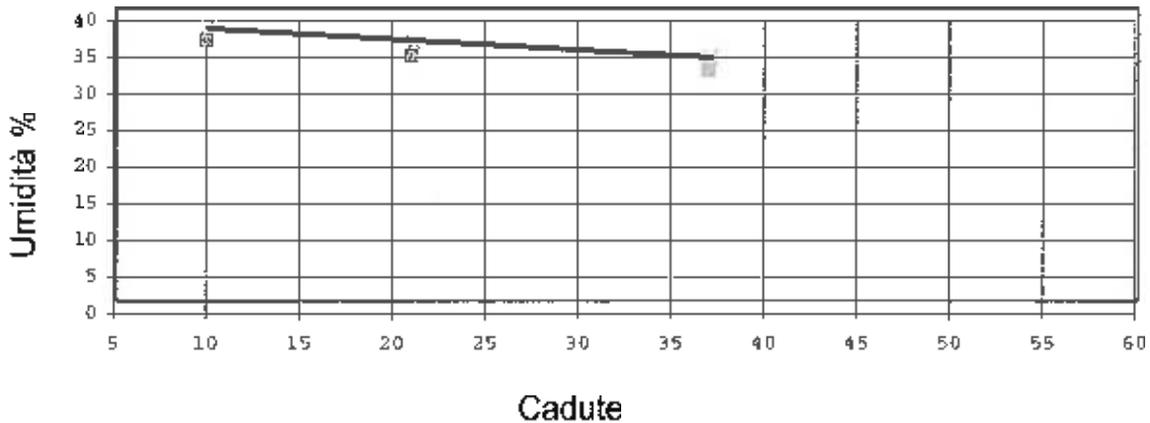
SEDIMENTAZIONE	Taratura aerometro:		Temperatura (°C)	22,5
Correz.menisco	0,5	Correz. T°+disperdente	-3	Gs (gr/cm³)
Viscosità acqua	2E-05	passante ASTM n	200	Peso iniziale (gr)
				2,650
				40



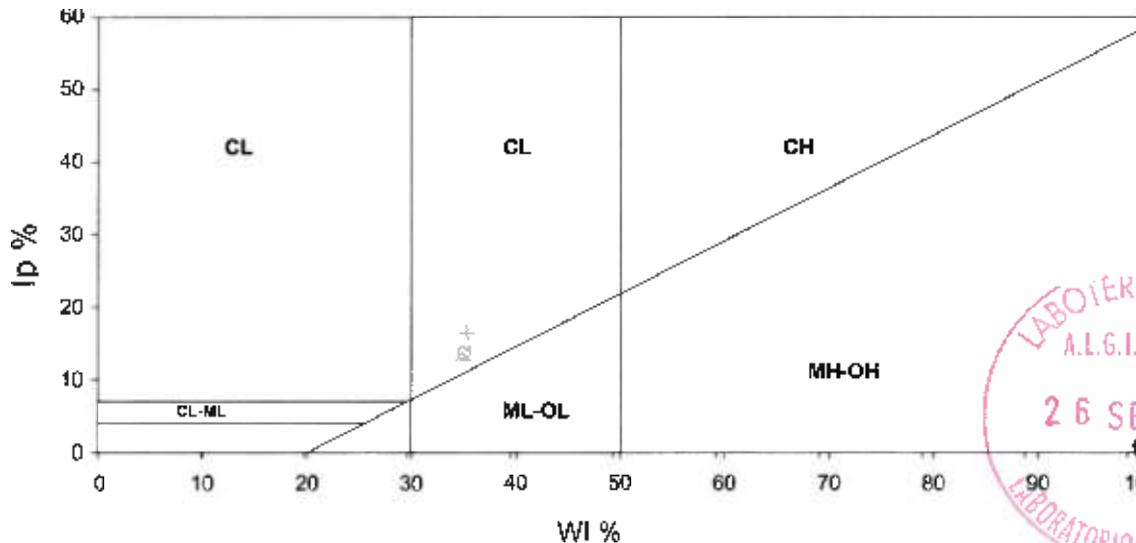
LIMITI DI ATTERBERG

Committente.... TECNA snc/TECNA FONDAZIONI srl per GEOECO PROGETTI  
 Cantiere..... Le Sieci - Firenze  
 Sond.... 1 Camp.... 2 da..... 6,0-6,5  
 Cert. n° : 179 del : 26/9/06 Pagina : 1/1

LIMITE DI PLASTICITA'					
Prova...	1	2	3	4	
Tara....	8,86	9,16			
R+TU....	12,63	11,31			
R+TS....	11,97	10,93			
w %	21,2	21,5			
LIMITE DI LIQUIDITA'					
Prova...	1	2	3		
Tara....	20,82	23,07	18,65	Class. Casagrande =	CL
R+TU....	30,92	32,13	28,48	WL....=	35,0
R+TS....	28,17	29,77	26,02	Wp....=	21,3
Cadute..	10	21	37	IP....=	13,6
w %	37,4	35,2	33,4	Ic....=	0,8

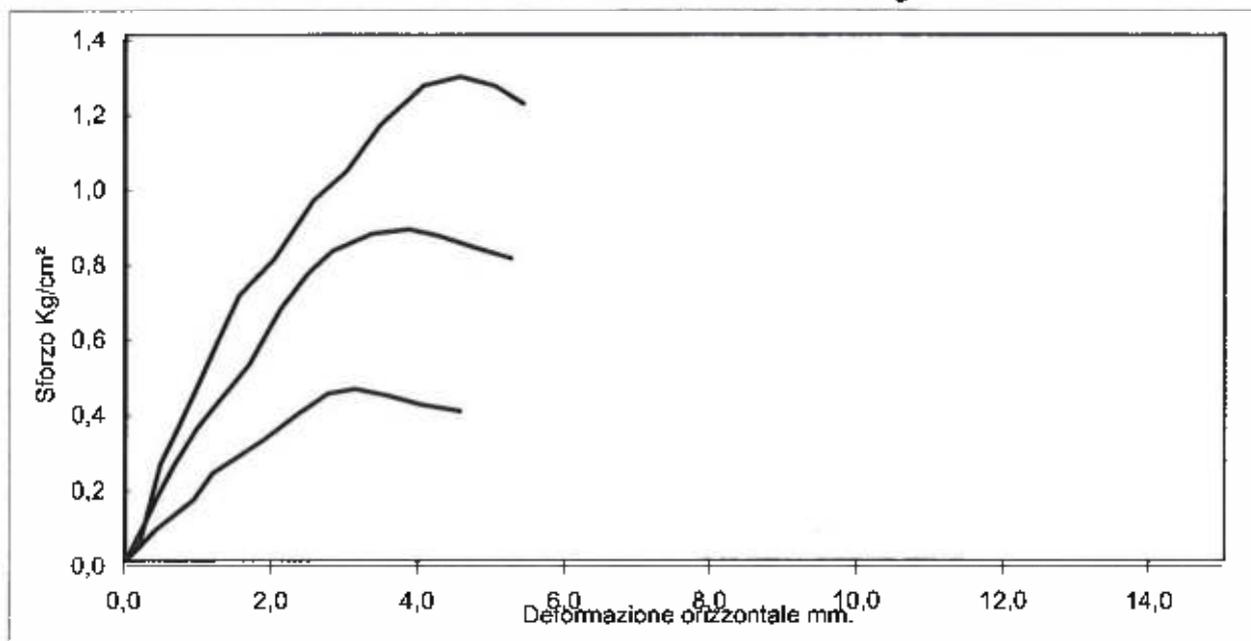


Carta di Plasticità di CASAGRANDE



**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**  
Consolidato drenato CD

Committente..... **TECNA snc/TECNA FONDAZIONI srl per GEOECO PROGETTI**  
 Cantiere..... **Le Sieci - Firenze**  
 Sond.... **1** Camp... **2** da..... **6,0-6,5**  
 Cert. n° : **180** del : **26/9/06** Pagina : **2/2**



	mm/min.	PROVINO n. 1		PROVINO n. 2		PROVINO n. 3	
		Iniziale	Finale	Iniziale	Finale	Iniziale	Finale
Velocità	0,010						
Altezza (mm)		20	18,55	20	17,40	20	16,90
Lato (mm)		60		60		60	
Volume (cm <sup>3</sup> )		63,34	52,45	63,34	40,43	63,34	47,78
$\gamma$ umido (g/cm <sup>3</sup> )		1,895	1,202	1,925	1,440	1,921	1,248
$\gamma$ secco (g/cm <sup>3</sup> )		1,453	0,955	1,476	1,175	1,472	1,025
Umidità (%)		30,5	25,9	30,5	22,5	30,5	21,7

**PARAMETRI A ROTTURA**

	1	2	3
Pressione verticale Kg/cm <sup>2</sup> .....			
Sforzo a rottura Kg/cm <sup>2</sup> .....	0,456	0,880	1,287
Deform. verticale consolidazione mm.....	1,370	2,15	2,65
Deform. verticale mm....	1,450	2,60	3,10
Deformazione orizzontale mm....	3,120	3,850	4,550





PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

Committente..... TECNA snc/TECNA FONDAZIONI srl per GEOECO PROGETTI  
 Cantiere..... Le Sieci - Firenze  
 Sond.... 1 Camp... 2 da..... 6,0-6,5  
 Cert. n° : 181 del : 26/9/06 Pagina : 1/3

Umidità iniziale % .....	23,8
$\gamma$ gr/cm <sup>3</sup> .....	1,909
Peso specifico gr/cm <sup>3</sup> .....	2,650
Indice dei vuoti e .....	0,718

Caratteristiche provino edometrico

Altezza finale mm .....	1,678
Peso di volume iniziale gr/cm <sup>3</sup> .....	1,920
Peso di volume finale gr/cm <sup>3</sup> .....	1,967
Umidità finale % .....	18,9
Peso di Volume secco gr/cm <sup>3</sup> .....	1,551
Intervalli di carico h = .....	24

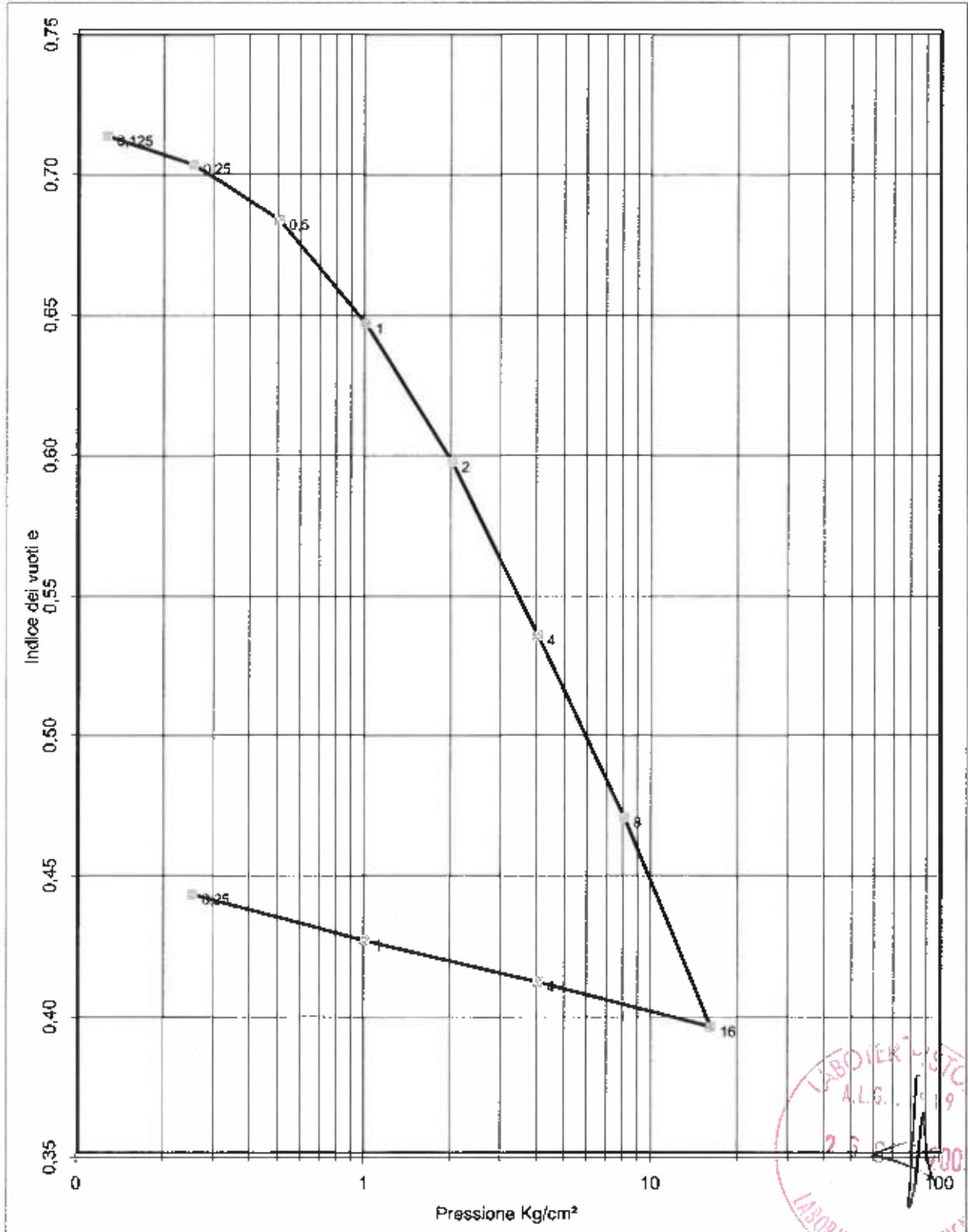
Press.	e	H	A	Def.	Av	E
Kg/cm <sup>2</sup>		mm.	mm.	%	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
0,125	0,712	0,07	19,93	0,35	0,000	
0,25	0,702	0,19	19,81	0,95	0,082	21
0,5	0,682	0,42	19,58	2,10	0,079	22
1	0,645	0,85	19,15	4,25	0,074	23
2	0,596	1,425	18,58	7,13	0,049	35
4	0,534	2,145	17,86	10,73	0,031	56
8	0,469	2,9	17,10	14,50	0,016	106
16	0,395	3,765	16,24	18,83	0,009	185
4	0,411	3,58	16,42	17,90	0,001	
1	0,425	3,41	16,59	17,05	0,005	
0,25	0,442	3,22	16,78	16,10	0,022	

Indice di compressibilità Cc =	0,247
Indice di rigonfiamento Cs =	
Pressione di rigonfiamento kg/cm <sup>2</sup> =	



### PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

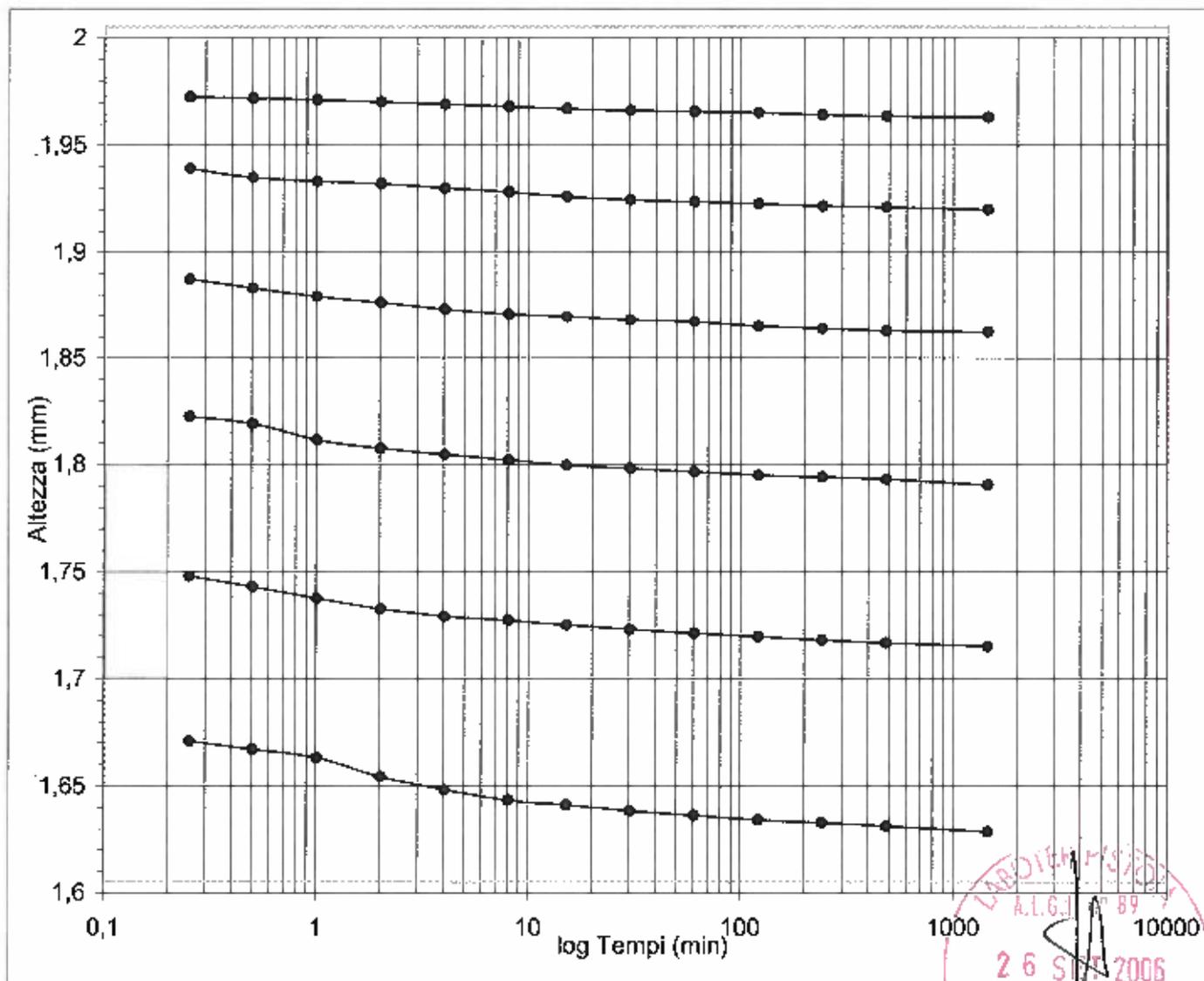
Committente..... TECNA snc/TECNA FONDAZIONI srl per GEOECO PROGETTI  
Cantiere..... Le Sieci - Firenze  
Sond.... 1            Camp... 2            da..... 6,0-6,5  
Cert. n° : 181        del : 26/9/06            Pagina : 2/3



PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

Committente..... TECNA snc/TECNA FONDAZIONI srl per GEOECO PROGETTI  
 Cantiere..... Le Sieci - Firenze  
 Sond.... 1 Camp... 2 da.... 6,0-6,5  
 Cert. n° : 181 del : 26/9/06 Pagina : 3/3

INTERVALLO	cv	k	mv	C $\alpha$
	cm <sup>2</sup> /sec	cm/sec	cm <sup>2</sup> /Kg	
0.25-0.5	5,9E-04	2,7E-08	0,0460	
0.5-1.0	1,6E-03	7,1E-08	0,0430	
1.0-2.0	2,2E-03	6,5E-08	0,0288	
2.0-4.0	6,8E-03	1,2E-07	0,0180	
4.0-8.0	4,1E-03	3,9E-08	0,0094	
8.0-16.0	1,0E-03	5,5E-09	0,0054	
16,0-32,0				



Committente : TECNA snc/TECNA FONDAZIONI srl per GEOECO PROGETTI  
 Cantiere : Le Sieci - Firenze  
 Sond. : 2 Camp. : 1 da.....m.: 2,0-2,4  
 Tipo di campione : Indisturbato Lunghezza (cm.) = 28  
 Rapporto di prova n° : 141 del : 26/9/06

**Descrizione campione :**

Argilla con limo debolmente sabbiosa con concrezioni calcaree di colore marrone compatta



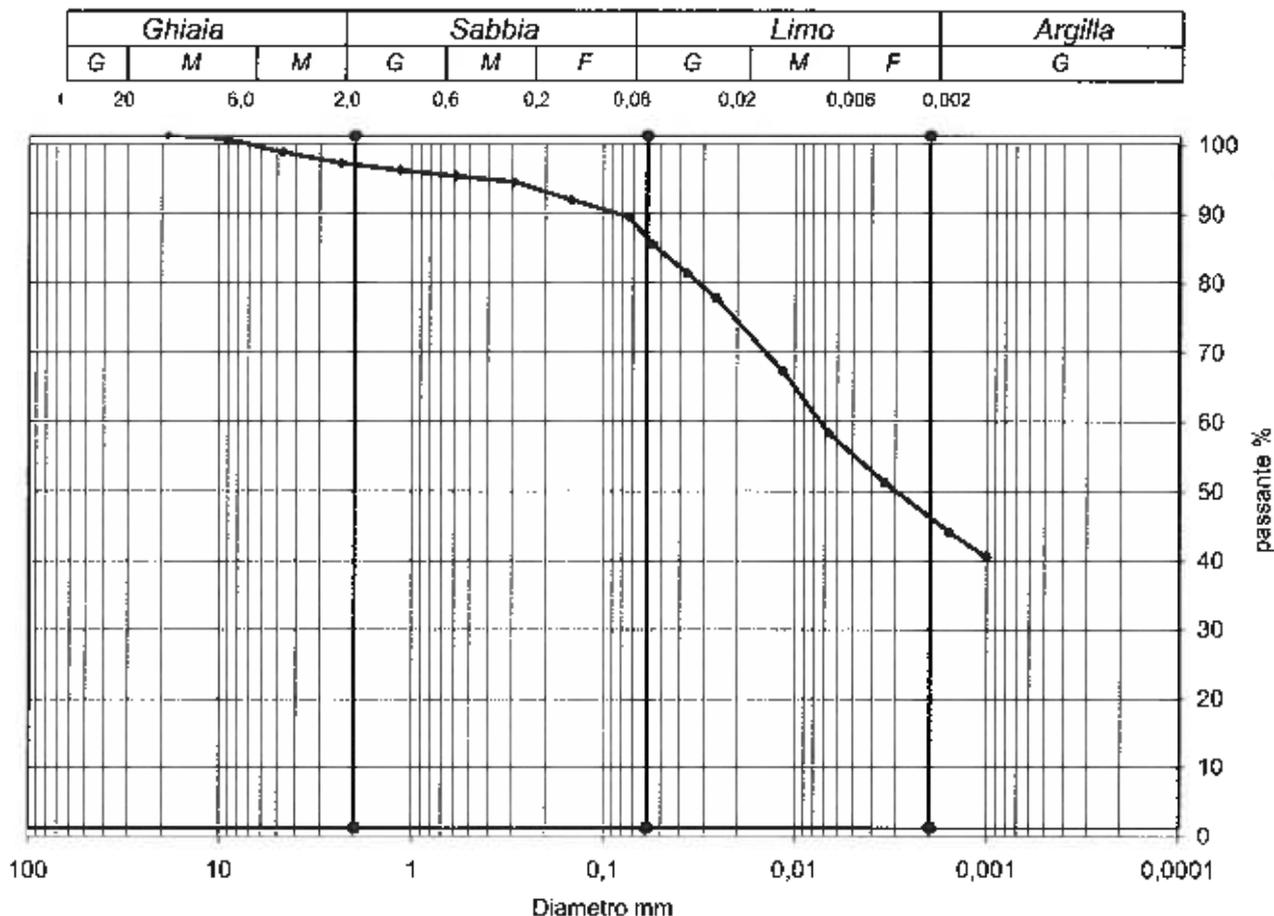
Pocket penetrometer (Kg/cm<sup>2</sup>) = >6

<b>Caratteristiche fisiche del campione</b>					
Peso di volume g (gr/cm <sup>3</sup> ) =		2,019			
Umidità naturale w (%) =		18,1			
Peso Specifico Gs (gr/cm <sup>3</sup> ) =		2,650			
Densità secca Gd (gr/cm <sup>3</sup> ) =		1,710			
Indice dei vuoti e =		0,550			
Saturazione (%) =		87			
Porosità n (%) =		35			
<b>Limiti di Atterberg</b>					
Class. Casagrande =		CH			
Limite Liquido WL % =		51,5			
Limite Plastico WP % =		21,5			
Indice di Plasticità IP =		30			
Indice di Consistenza Ic =		1,1			
Limite Ritiro WR % =					
<b>Analisi Granulometrica</b>					
	% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla	
	4,4	10,6	40,6	44,3	
<b>Taglio Diretto</b>		<b>ELL</b>		<b>Taglio Diretto residuo</b>	
φ' (°)	c' (kg/cm <sup>2</sup> )	cu (kg/cm <sup>2</sup> )	φr (°)	cr (kg/cm <sup>2</sup> )	
21	0,16	2,55			
<b>Prova di compressione edometrica</b>					
Indice di compressibilità Cc =		0,193			
<b>INTERVALLO</b>		cv	k	E	α
		cm <sup>2</sup> /sec	cm/sec	kg/cm <sup>2</sup>	
0.25-0.5	kg/cm <sup>2</sup>	6,3E-04	5,0E-09	125	
0.5-1.0	kg/cm <sup>2</sup>	2,6E-04	2,8E-09	95	
1.0-2.0	kg/cm <sup>2</sup>	4,7E-04	5,0E-09	93	
2.0-4.0	kg/cm <sup>2</sup>	6,7E-04	6,4E-09	105	
4.0-8.0	kg/cm <sup>2</sup>	3,1E-03	1,7E-08	182	
8.0-16.0	kg/cm <sup>2</sup>	2,6E-04	1,2E-09	213	
16,0-32,0	kg/cm <sup>2</sup>				



ANALISI GRANULOMETRICA

Committente..... TECNA snc/TECNA FONDAZIONI srl per GEOECO PROGETTI  
 Cantiere..... Le Sieci - Firenze  
 ns.rif. Prog. 2 Camp.... 1 da..... 2,0-2,4  
 Cert. n° : 182 det : 26/9/06 Pagina : 1/1



Coeff. d'uniformità Cu =				Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
Coeff. di curvatura Cc =				%	%	%	%
				4,4	10,6	40,6	44,3
Diametro	Passante %	Diametro	Passante %	Diametro	Passante %	D90 = 0,1299	
19	100,0	0,150	90,6	0,0035	49,9	D60 = 0,0085	
9,5	99,4	0,075	88,2	0,002	42,8	D50 = 0,004	
4,75	97,5	0,056	84,1	0,001	39,3	D30 =	
2,36	95,9	0,0373	80,1			D10 =	
1,18	94,9	0,0264	76,5				
0,600	94,1	0,0118	65,9				
0,300	93,2	0,0068	57,0				

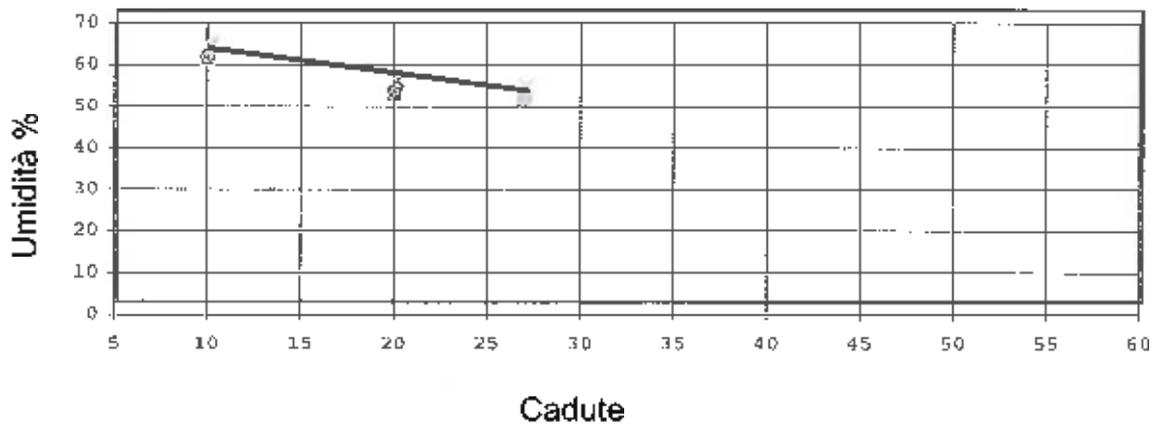
SEDIMENTAZIONE	Taratura aerometro:		Temperatura (°C)	22,5
Correz.menisco	0,5	Correz. T°+dispersente	-3	Gs (gr/cm³)
Viscosità acqua	2E-05	passante ASTM n	200	Peso iniziale (gr)
				2,650
				40



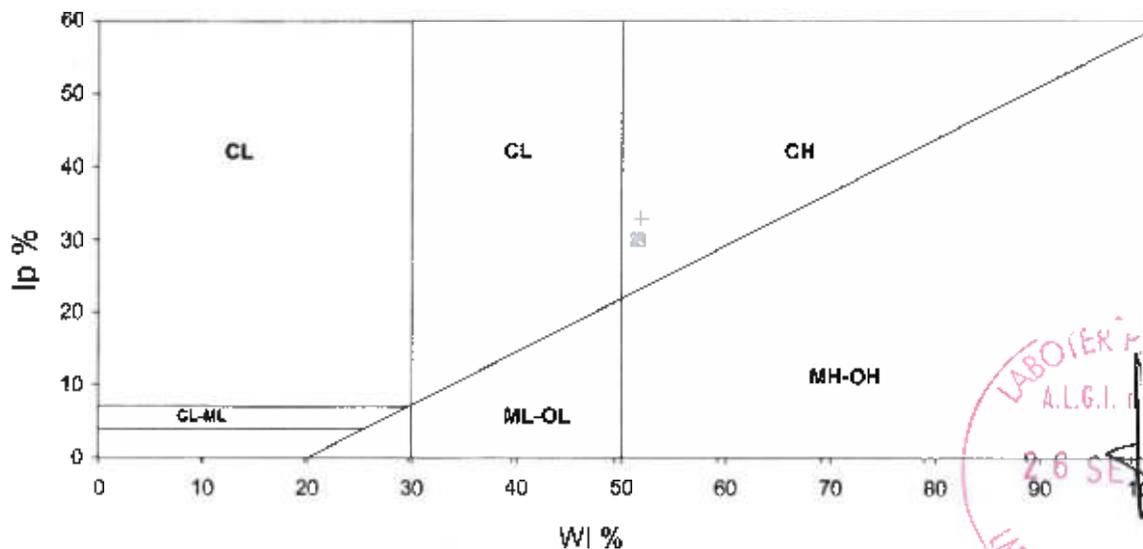
LIMITI DI ATTERBERG

Committente.... TECNA snc/TECNA FONDAZIONI srl per GEOECO PROGETTI  
 Cantiere..... Le Sieci - Firenze  
 Sond.... 2 Camp.... 1 da..... 2,0-2,4  
 Cert. n° : 183 del : 26/9/06 Pagina : 1/1

LIMITE DI PLASTICITA'					
Prova...	1	2	3	4	
Tara....	9,48	9,56			
R+TU....	12,18	13,02			
R+TS....	11,70	12,41			
w %	21,6	21,4			
LIMITE DI LIQUIDITA'					
Prova...	1	2	3		
Tara....	19,72	18,75	19,73	Class. Casagrande =	CH
R+TU....	28,09	27,25	30,68	WL....=	51,5
R+TS....	25,19	24,35	26,50	Wp....=	21,5
Cadute..	20	27	10	IP....=	30,0
w %	53,0	51,8	61,7	lc....=	1,1

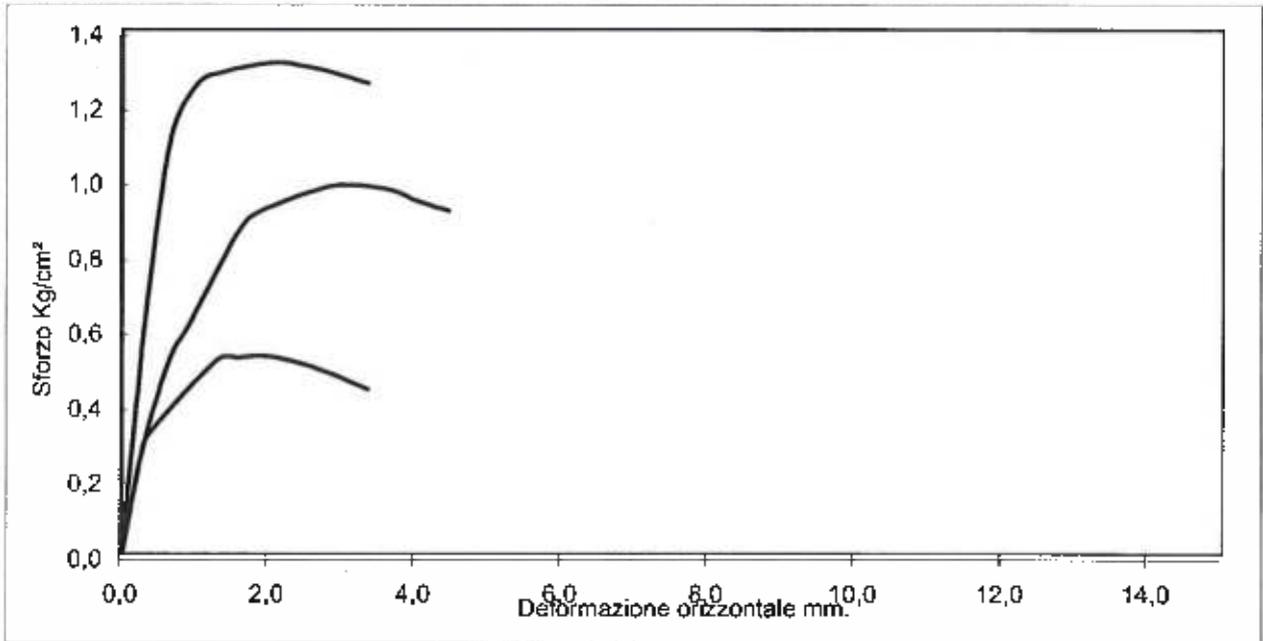


Carta di Plasticità di CASAGRANDE



PROVA DI TAGLIO DIRETTO  
Consolidato non drenato CD

Committente..... TECNA snc/TECNA FONDAZIONI srl per GEOECO PROGETTI  
 Cantiere..... Le Sieci - Firenze  
 Sond.... 2 Camp... 1 da..... 2,0-2,4  
 Cert. n° : 184 del : 26/9/06 Pagina : 2/2



Velocità mm/min.	0,010	PROVINO n. 1		PROVINO n. 2		PROVINO n. 3	
		Iniziale	Finale	Iniziale	Finale	Iniziale	Finale
Altezza (mm)		20	19,62	20	19,22	20	19,13
Lato (mm)		60		60		60	
Volume (cm³)		63,34	55,46	63,34	51,88	63,34	54,09
$\gamma$ umido (g/cm³)		1,926	1,307	1,919	1,351	1,977	1,282
$\gamma$ secco (g/cm³)		1,476	1,039	1,471	1,080	1,515	1,018
Umidità (%)		30,5	25,9	30,5	25,1	30,5	25,9

PARAMETRI A ROTTURA

Pressione verticale Kg/cm².....		1		2		3
Sforzo a rottura Kg/cm².....		0,528		0,986		1,310
Deform. verticale consolidazione mm.....		0,370		0,48		0,70
Deform. verticale mm....		0,385		0,78		0,87
Deformazione orizzontale mm....		1,900		3,020		2,050





PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

Committente..... TECNA snc/TECNA FONDAZIONI srl per GEOECO PROGETTI  
 Cantiere..... Le Sieci - Firenze  
 Sond.... 2 Camp... 1 da..... 2,0-2,4  
 Cert. n° : 185 del : 26/9/06 Pagina : 1/3

Umidità iniziale % .....	18,1
$\gamma$ gr/cm <sup>3</sup> .....	2,019
Peso specifico gr/cm <sup>3</sup> .....	2,650
Indice dei vuoti e .....	0,550

Caratteristiche provino edometrico

Altezza finale mm .....	1,866
Peso di volume iniziale gr/cm <sup>3</sup> .....	2,033
Peso di volume finale gr/cm <sup>3</sup> ...	2,118
Umidità finale % .....	19,4
Peso di Volume secco gr/cm <sup>3</sup> ...	1,722
Intervalli di carico h = .....	24

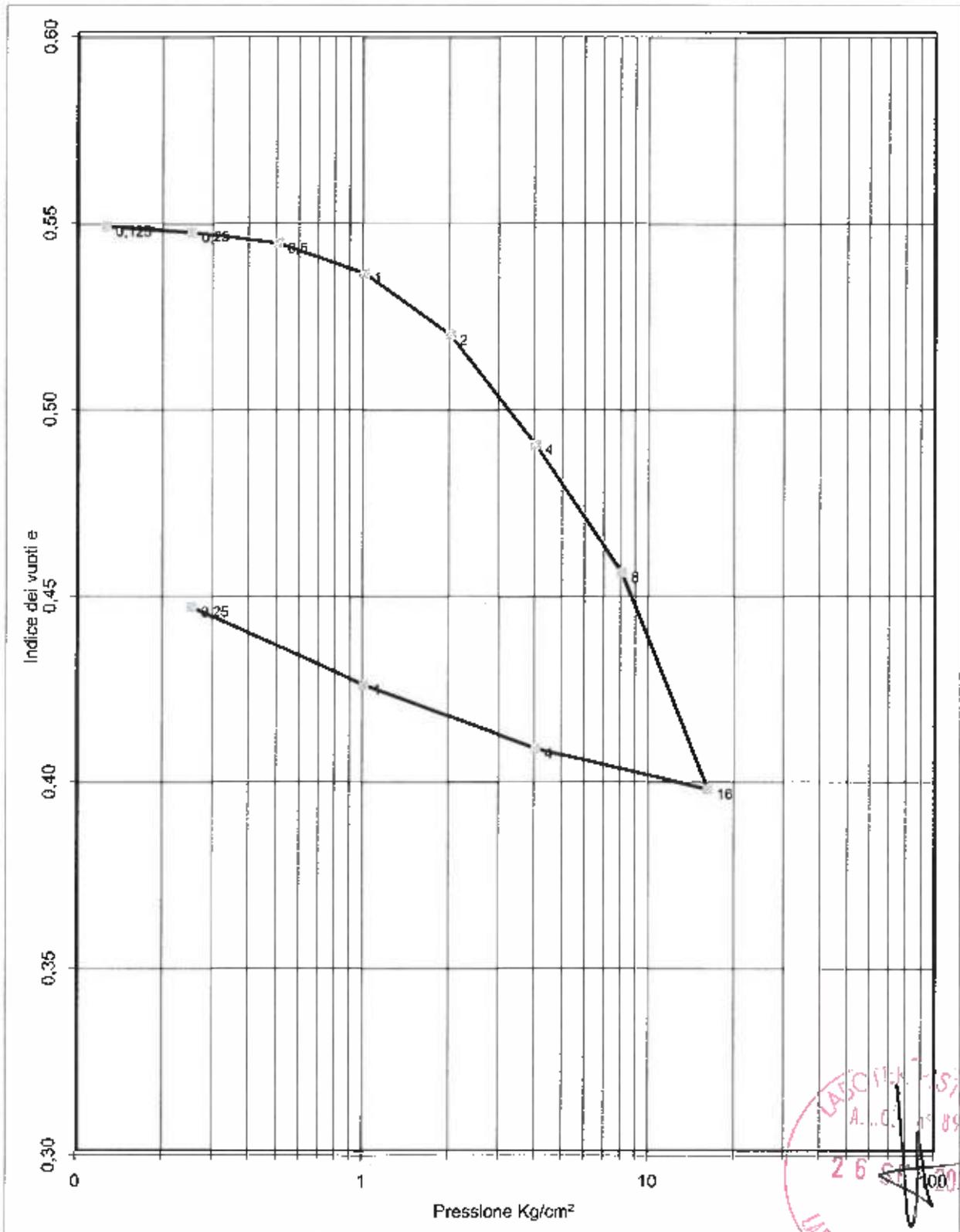
Press.	e	H	A	Def.	Av	E
Kg/cm <sup>2</sup>		mm.	mm.	%	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
0,125	0,548	0,02	19,98	0,10	0,000	
0,25	0,546	0,04	19,96	0,20	0,012	125
0,5	0,543	0,08	19,92	0,40	0,012	125
1	0,535	0,185	19,82	0,93	0,016	95
2	0,519	0,4	19,60	2,00	0,017	93
4	0,489	0,78	19,22	3,90	0,015	105
8	0,455	1,22	18,78	6,10	0,009	182
16	0,397	1,97	18,03	9,85	0,007	213
4	0,408	1,83	18,17	9,15	0,001	
1	0,425	1,61	18,39	8,05	0,006	
0,25	0,446	1,34	18,66	6,70	0,028	

Indice di compressibilità Cc =	0,193
Indice di rigonfiamento Cs =	
Pressione di rigonfiamento kg/cm <sup>2</sup> =	



### PROVA DI COMPRESIONE EDOMETRICA

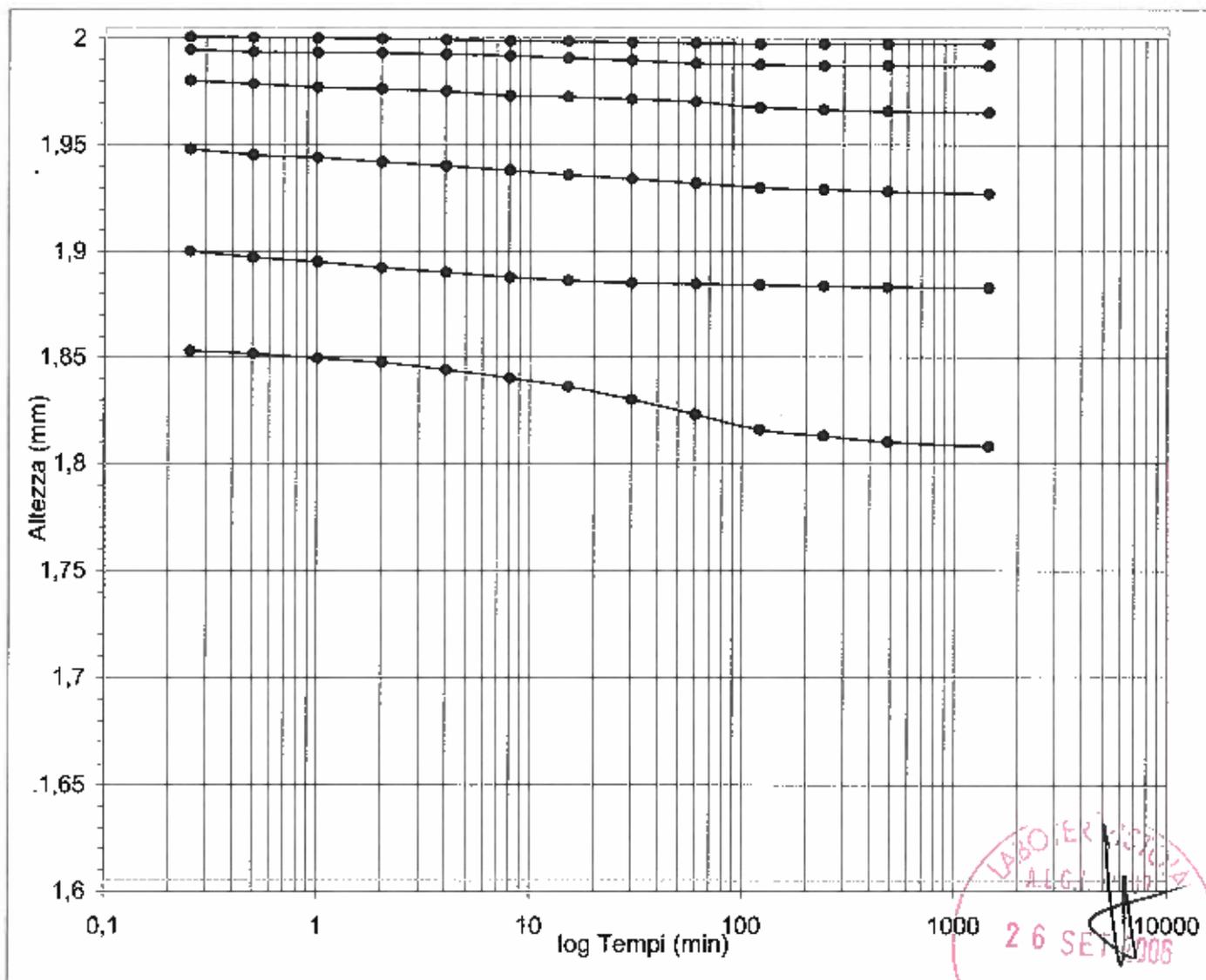
Committente..... TECNA snc/TECNA FONDAZIONI srl per GEOECO PROGETTI  
Cantiere..... Le Sieci - Firenze  
Sond.... 2                      Camp... 1                      da..... 2,0-2,4  
Cert. n° : 185                      del : 26/9/06                      Pagina : 2/3



PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

Committente..... TECNA snc/TECNA FONDAZIONI srl per GEOECO PROGETTI  
 Cantiere..... Le Sieci - Firenze  
 Sond.... 2 Camp... 1 da..... 2,0-2,4  
 Cert. n° : 185 del : 26/9/06 Pagina : 3/3

INTERVALLO	cv	k	mv	C $\alpha$
	cm <sup>2</sup> /sec	cm/sec	cm <sup>2</sup> /Kg	
0.25-0.5	6,3E-04	5,0E-09	0,0080	
0.5-1.0	2,6E-04	2,8E-09	0,0105	
1.0-2.0	4,7E-04	5,0E-09	0,0108	
2.0-4.0	6,7E-04	6,4E-09	0,0095	
4.0-8.0	3,1E-03	1,7E-08	0,0055	
8.0-16.0	2,6E-04	1,2E-09	0,0047	
16.0-32.0				





## **ALLEGATO B**

### **Campagna geognostica anno 2020**

contiene le certificazioni relative a :

- sondaggio meccanico a carotaggio continuo di profondità 15,0 ml strumentato con canna piezometrica a tubo aperto per la rilevazione della piezometria (S3);
- sondaggio meccanico a carotaggio continuo di profondità 33,0 ml strumentato con tubazione per esecuzione di prova sismica Down Hole (S4);
- n. 4 prove penetrometriche SPT in avanzamento di perforo di sondaggio;
- analisi di laboratorio geotecnico;
- prova sismica tipo Down Hole.

Committente Tod's		Località Le Sieci - Pontassieve (FI)		Certificato n° / Data 036 del 23.01.2020	
Cantiere Sondaggi Geognostici		Sondaggio n. S3	Inizio / Fine Esecuzione 20.01.2020		Commessa n° / Data 218 del 21-10-2019
Responsabile di sito Geol Luigi Farini	Operatore sig. M'Barek	Tipo Carotaggio continuo		Tipo Sonda Beretta T44	Diametro perforazione / Diametro rivestimento 101 mm - 127 mm

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	S.P.T. (n° Colpi)	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cass. Catalog.	Falda	Piezometro	P - (1)
		Terreno vegetale, rimaneggiato e di riporto costituito da limo con argilla debolmente sabbioso con rari resti di laterizi	0.40								
1		Limo con argilla e argilla con limo debolmente sabbioso e debolmente ghiaioso per presenza di calcinelli, color marrone									
2		Campione indisturbato 1	2.50								
3		Limo con argilla e argilla con limo debolmente sabbioso e debolmente ghiaioso per presenza di calcinelli, color marrone	3.00	11-19-40	S						
4				3.00 PC							
5		Limo con sabbia e sabbia con limo, debolmente argilloso, marrone brunastro con macule carboniose	4.80					# 1			
6		Ghiaia con ciottoli e talora trovanti eterometrici (dmax 10 cm) ed eterogenei, da arrotondati a subspigolosi, con matrice limoso sabbiosa color marrone brunastro grigiastro	5.40	RIF (3cm)				5.00	5.34		
7			7.50	5.50 PC							
8		Argilla con limo debolmente sabbiosa e debolmente ghiaiosa color marrone brunastro	7.70								
9		Ghiaia eterometrica (dmax 3-4 cm) ed eterogenea, da arrotondata a subspigolosa, con matrice limoso sabbiosa marrone brunastro	8.00				(RM)				
10		Argilliti marnose e marne argillitiche color marrone avana grigio brunastro in matrice argilloso limosa color marrone avana grigio	8.60								
11		Calcari marnosi e calcari micritici, con subordinate marne calcaree, color da grigio chiaro avana a grigio	9.10					9.00		# 2	
12		Alternanze di argilliti marnose, marne argillitiche e subordinate marne calcaree color grigio, e calcari marnosi, calcari micritici, con subordinate marne calcaree, color da grigio chiaro avana a grigio									
13											
14											
			15.00				(CS)			# 3	
							15.00			15.00	

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT

Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande

Perforazione:CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua

Stabilizzazione:RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici

Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa

Carotaggio:continuo Campioni prelevati n° (data prelievo)

1 (20-01-20)

Sonda:Beretta T44

 Responsabile di sito  
Geol. Luigi Farini

 Direttore laboratorio  
Dr. Moretti Giuliano

Committente Tod's		Località Le Sieci - Pontassieve (FI)		Certificato n° / Data 037 del 23.01.2020	
Cantiere Sondaggi Geognostici		Sondaggio n. S4	Inizio / Fine Esecuzione 20.01.20 / 22.01.20		Commessa n° / Data 218 del 21-10-2019
Responsabile di sito Geol Luigi Farini	Operatore sig. D'Andrea	Tipo Carotaggio continuo	Tipo Sonda Beretta T51	Diametro perforazione / Diametro rivestimento 101 mm - 127 mm	

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	S.P.T. (n° Colpi)	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cass. Catalog.	Down Hole	I - (1)
1		Terreno vegetale, rimaneggiato e di riporto costituito da limo con argilla debolmente sabbioso con rari resti di laterizi sparsi	0.20							
2		Limo con argilla e argilla con limo debolmente sabbioso e debolmente ghiaioso per presenza di calcinelli, color marrone	2.50 3.00	5-6-10	2.50 3.00					
3		Campione indisturbato 1								
4		Limo con argilla e argilla con limo debolmente sabbioso e debolmente ghiaioso per presenza di calcinelli, color marrone	5.00 5.50	14-23-RIF	5.00 5.50			# 1		
5		Campione indisturbato 2								
6		Limo con argilla e argilla con limo debolmente sabbioso e debolmente ghiaioso per presenza di calcinelli, color marrone	9.10							
7		Ghiaia e talora ciottoli eterometrici (dmax 8 cm) ed eterogenei, da arrotondati a subspigolosi, con matrice limoso sabbiosa color marrone avana brunastro	10.00 10.40					# 2		
8		Calcari marnosi e calcari micritici, con subordinate marne calcaree, color da grigio chiaro avana a grigio								
9		Argilliti marnose, marne argillitiche e subordinate marne calcaree color grigio								
10		Alternanze di calcari marnosi, calcari micritici, con subordinate marne calcaree, color da grigio chiaro avana a grigio e argilliti marnose, marne argillitiche e subordinate marne calcaree color grigio						# 3		
11										
12								# 4		
13										
14								# 5		
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
			33.00					# 7		

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, RS-Rimaneggiato da SPT  
 Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande  
 Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua  
 Stabilizzazione: RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici  
 Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa  
 Carotaggio: continuo Campioni prelevati n° (data prelievo) 2 (20-01-20)

Responsabile di sito  
Geol. Luigi Farini

Sonda: Beretta T51

Direttore laboratorio  
Dr. Moretti Giuliano

# 2020



1 5 5 0

[www.Geoma.it](http://www.Geoma.it)

Cell: 328-7255608

Fax: +391782206474

Email: Marzupinimarco@gmail.com

Email Pec: Geoma.marzupini@pec.it

Skype: Geoma. Marzupini

Sede: Via Brancoleta 1E

Monte San Savino 52048 (AR)

C.F. MRZMRC83B01A390P

P.IVA 03318000928



*GEOMA* di Marco Marzupini  
Res. Pisci: Via Brancoleta 1/E  
52048 Monte S. Savino (AR)  
Cell. 328-7255608 - marzupinimarco@gmail.com  
C.F. MRZ MRC 83B01 A390P - P.I. 03318000928

## REPORT

### MISURA DOWNHOLE (Multichannel Analysis of Surface Waves)

LOCALITÀ:	SIECI	ID:	311550260220D34	DATA:	26/02/2020
COORDINATE SITO		LAT	43°46'59.81"N	LON	11°24'11.78"E

V01.2020

*Geoma di Marco Marzupini Cell: 3287255608 Piva 03318000928*

1

## Indice generale

PREMESSA.....	3
TEORIA ALLA BASE DELLE PROVE IN FORO (Downhole).....	5
IL DOWNHOLE.....	6
DOWNHOLE (ONDE P).....	7
DOWNHOLE (ONDE SH).....	7
MISURA E STRUMENTAZIONE ADOTTATA.....	8
STRUMENTAZIONE.....	8
ELABORAZIONE SOFTWARE.....	9
INTERPRETAZIONE.....	11
ANALISI SISMICA DOWN-HOLE.....	12
CONCLUSIONI.....	17

*GEOMA* di Marco Marzupini  
Res. Pisa Via Brancaleta 1/E  
52048 Monte S. Savino (AR)  
Cell. 328-7255608 - marzupinimarco@gmail.com  
C.F. MRZ MRC 88801 A390P - P.I. 03318000928

## PREMESSA

Presso la *Sieci* in data 26/02/2020, con obiettivo la valutazione della velocità media di propagazione delle onde elastiche e lo studio sismo-stratigrafico sono state eseguite le seguenti misure:

- un *Downhole* per l'acquisizione delle onde *P* e *Sh*





## TEORIA ALLA BASE DELLE PROVE IN FORO (Downhole)

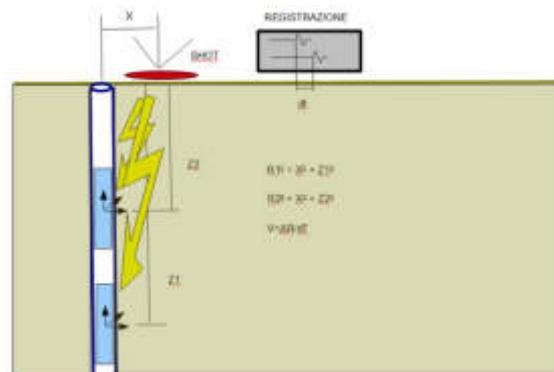
Le prove in foro possono essere classificate in ragione della posizione della sorgente e dei ricevitori. Si possono distinguere le misure Down-Hole (DH), Up-Hole (UH) e Cross-Hole (CH). Nelle prove DH la sorgente rimane in superficie e i geofoni vengono immessi nel foro mentre nella prova UP la sorgente si inverte con i ricevitori. Nella CH sia i ricevitori che le sorgenti sono posizionate in foro.



*Illustrazione 1: Foto Sito*

## IL DOWNHOLE

Nella tecnica di misura Down-Hole, (DH), si installa in superficie una sorgente ad impulsi verticali e orizzontali e nel foro di misura con uno o più ricevitori a distanza nota ed opportunamente orientati, si determina il tempo di arrivo delle varie fasi P od SH (Illustrazione 2).

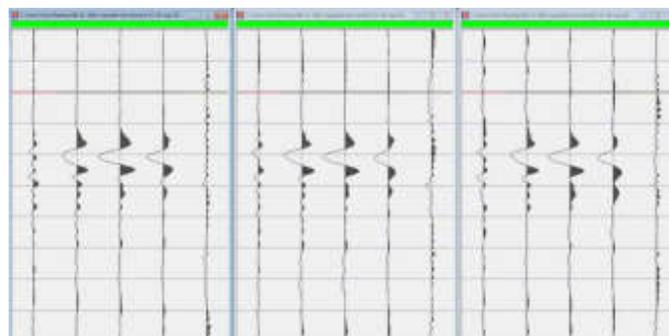


*Illustrazione 2: Configurazione Downhole*

L'impulso alla sorgente produce lungo la direzione di propagazione verticale prevalentemente onde longitudinali P se la battuta è effettuata verticalmente sulla piastra, mentre produce impulsi prevalentemente orizzontali e quindi onde di taglio polarizzate orizzontalmente (le cosiddette onde SH) se vengono effettuate battute parallele al terreno di superficie. L'arrivo è registrato dai geofoni, alle diverse profondità in cui sono posizionati. I geofoni vengono bloccati nel foro mediante un pistoncino elettrico.

Per ogni registrazione, di entrambi i tipi di onda, si effettuano un minimo di tre battute per ciascuna profondità (Illustrazione 3) che durante l'elaborazione verranno sommate (stacking) sia per aumentare il rapporto S/N, sia per minimizzare eventuale errore di localizzazione dei primi arrivi.

*Illustrazione 3: Esempio di 3 shot prestacking orizzontali (SD)*



La velocità delle onde P e SH, ovvero il rapporto tra il tempo di arrivo delle onde al geofono e la distanza che separa la sorgente dal ricevitore, si rileva mediante il picking del primo arrivo.

Quindi la misurazione dei tempi di arrivo delle onde P è relativamente semplice.

Per le onde di taglio (SH), invece, la situazione è abbastanza diversa in quanto essendo più lente delle onde di compressione, raggiungono il geofono quando il primo fronte d'onda compressiva è già transitato, causando un disturbo nella misura delle onde trasversali.

Per migliorare il rapporto fra le onde P e le onde Sh in modo da favorire l'identificazione di queste ultime è sempre preferibile realizzare una doppia energizzazione orizzontale con verso opposto.

Ciò permette di effettuare la sottrazione delle forme d'onda relative a queste due acquisizioni facendo ridurre sensibilmente la componente apportata dalle onde P presente nel segnale.

Le procedure di interpretazione convenzionali permettono di determinare la velocità delle onde di taglio  $V_s$  dalla conoscenza della lunghezza e del tempo di percorrenza del percorso sorgente-ricevitore o del percorso tra coppie di ricevitori.

In generale, le onde di taglio viaggiano attraverso strati di terreno di diversa rigidità. Il tempo di viaggio misurato è quello necessario per attraversare l'insieme dei diversi strati, ognuno caratterizzato dalla propria velocità di propagazione. A rigore anche la lunghezza del percorso di propagazione è influenzata dalla presenza di strati con rigidità diversa.

### **DOWNHOLE (ONDE P)**

L'utilizzo delle onde P per il downhole si basa sulla misurazione dei tempi dei primi arrivi delle onde sismiche di tipo compressionale P.

Le onde P muovono le particelle con un movimento longitudinale che risulta nella stessa direzione di propagazione del moto a una velocità  $V_p$  inversamente proporzionale alla densità  $\rho$  e direttamente proporzionale alle costanti elastiche  $\lambda$  e  $\mu$

Tali onde vengono misurate mediante un geofono verticale da 10 Hz posto in un sensore da foro SS-BH e generate da un maglio battuto operante su una piastra metallica poggiata nel terreno.

### **DOWNHOLE (ONDE SH)**

L'utilizzo delle onde S nel downhole si basa sulla misurazione dei primi arrivi delle onde sismiche di tipo trasversale Sh. Nelle onde Sh, cioè trasversali di taglio, il moto delle particelle avviene nella direzione perpendicolare alla direzione di propagazione; esse sono più lente delle onde P e la loro velocità dipende solamente dal modulo di rigidità  $\mu$  e non si propagano nei fluidi. Tali onde vengono misurate mediante l'utilizzo di un sistema di coppie geofoni da 10 Hz posti orizzontalmente ogni  $90^\circ$  ( $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $135^\circ$ ) in un geofono da pozzo .

La energizzazione per la creazione di onde di taglio vengono eseguite battendo una mazza di 8 kg sui due lati di una trave (traversina) adeguatamente appesantita, in questo caso mediante una macchina, per una migliore aderenza con il terreno.

## MISURA E STRUMENTAZIONE ADOTTATA

La misura è stata eseguita inserendo il geofono da foro fino alla profondità di 34 m da dove, in risalita, ogni metro sono state effettuate le registrazioni (zero posto al livello di campagna). Le stazioni totali sono risultate 34. Le sorgenti sono poste a una distanza di 2 m dalla bocca foro

Le energizzazioni registrazioni per ogni metro sono:

**1** uno shot per le Onde P

**1.1** 5 canali

**1.1.1** primi 4 canali onde Sh ma non sono utilizzati perché la sorgente è verticale

**1.1.2** ultimo canale onde P utilizzato

**2** uno shot per le Onde SH (SD Destra)

**2.1** 5 canali

**2.1.1** primi 4 canali utilizzati per le onde Sh con polarizzazione destra

**2.1.2** ultimo canale non utilizzato perché sorgente orizzontale

**3** uno shot per le Onde SH (SS Sinistra )

**3.1** 5 canali

**3.1.1** primi 4 canali utilizzati per le onde Sh con polarizzazione sinistra

**3.1.2** ultimo canale non utilizzato perché sorgente orizzontale

In tutto sono stati eseguite 102 registrazioni composte da 5 canali ognuno per 510 tracce totali; oltre a questi sono stati effettuati degli shots di prova per la taratura dello strumento.

## STRUMENTAZIONE

Per il conseguimento di questa misura geofisica sono stati utilizzati:

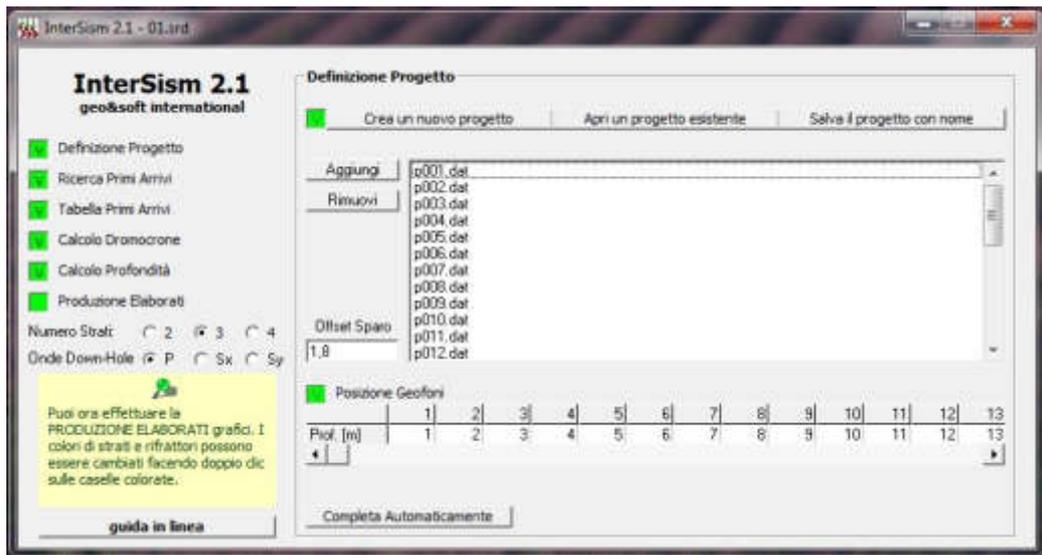
- un Geofono da foro 5 D (Borehole) della Sara Elettronics configurato nel seguente modo:
  - 1 geofono verticale da 10 Hz
  - 4 geofoni orizzontali da 10 Hz posti orizzontalmente ogni 45°. L'utilizzo di 4 geofoni orizzontali disposti ogni 45° invece dei 2 posti ogni 90° si avrà una migliore registrazione anche se uno dei geofoni non è completamente parallelo alla sorgente.
- Un sistema di energizzazione per le onde P le onde P vengono create mediante utilizzo di una massa battente (maglio) del peso di 8 kg su una piastra di alluminio del diametro di 20 cm resa aderente al terreno .
- Un sistema composto da 24 geofoni con movimento della massa verticale da 4,5 Hz del tipo elettromagnetico (Geospace GS11D 4.5Hz 4kΩ).

## ELABORAZIONE SOFTWARE

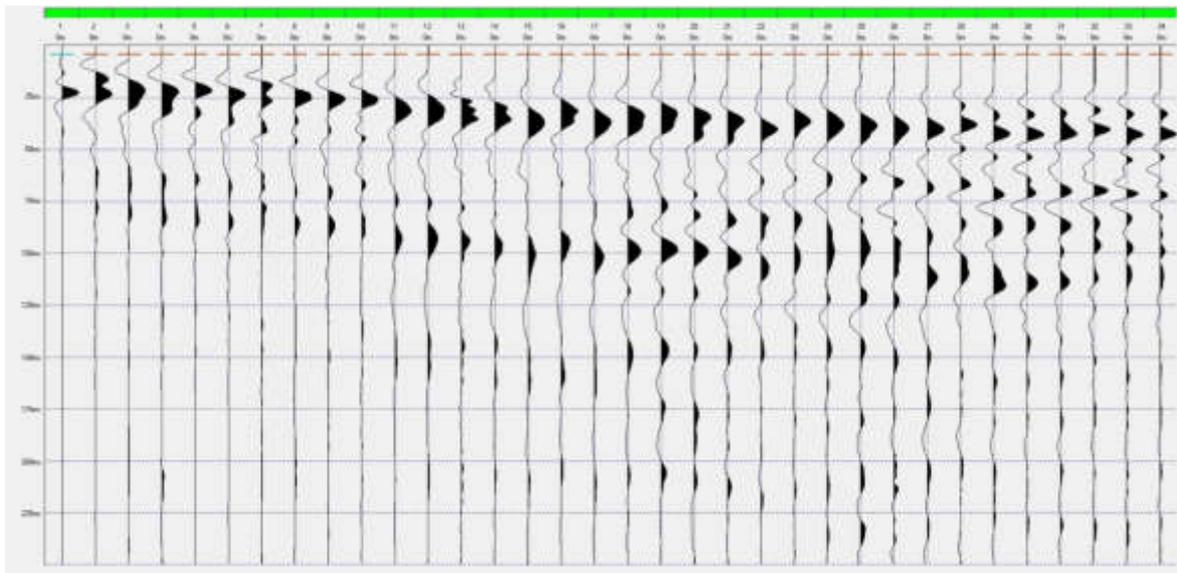
L'elaborazione può essere riassunta nelle seguenti fasi fondamentali:

1. Prima della elaborazione vera e propria i 3 shot di ogni tipo di onda sono stati sommati e scartati i più rumorosi.
2. Nella seconda fase le tracce delle onde di taglio SH sia con la polarizzazione diretta (SD) sia con polarizzazione inversa (SS), al fine di attenuare l'eventuale influenza dell'arrivo di onde longitudinali più veloci, sono state invertite di fase e poi sommate. Questa fase è stata effettuata mediante l'utilizzo di script e programmi scritti con il linguaggio Matlab su piattaforma Octave (per qualsiasi chiarimento rivolgersi al sottoscritto).
3. Aggiornamento delle headers e creazione dei database (Illustrazione 4). In questa fase vengono caricati i sismogrammi e impostate le caratteristiche dello stendimento: profondità, distanza bocca foro, ecc.. Questo stadio è uguale sia per lo studio delle onde P che per le onde Sh essendo identico lo stendimento. Se presente, vengono adottati dei filtri per eliminare o ridurre eventuali rumori o segnali non ritenuti utili.

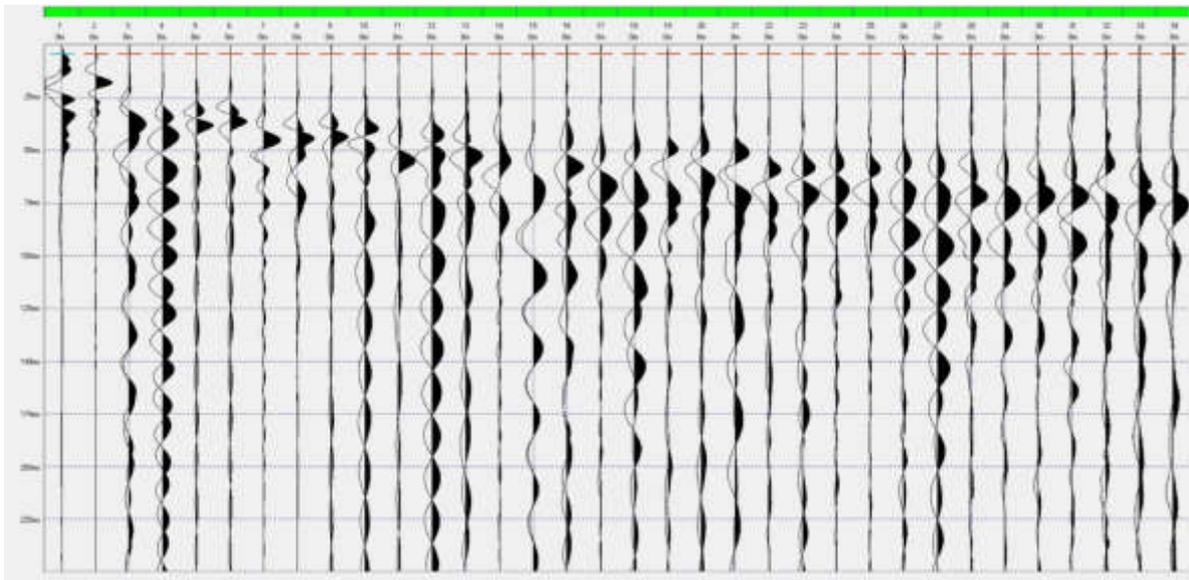
*Illustrazione 4: Database*



4. Picking dei primi arrivi sia per le tracce delle onde P, onde Sx e le Sy posizionate a 90° rispetto le Sx.
5. Ricostruzione e traslazione delle dromocrone .  
Modellizzazione e calcolo di un profilo del sottosuolo.



*Illustrazione 5: Picking Onde P*



*Illustrazione 6: Picking Sovrapposizione Onde SH Sx e Sy*

Fra una fase e l'altra vengono eseguiti dei controlli tali da garantire la qualità e la congruenza fra il modello di sottosuolo ottenuto e la geologia nota (stratigrafia e caratteristiche geotecniche).

## INTERPRETAZIONE

Le sezioni sismiche ottenute dalla modellizzazione e interpretazione dei segnali acquisiti (riportati mediante sezioni litosismografiche) permettono di individuare le principali unità geologiche.

Si ricorda che le tecniche di geofisica applicata hanno un margine intrinseco di errore dovuto a:

- Limiti della modellizzazione dell'ambiente naturale non sempre coerente (esempio strati piano-paralleli)
- Rumori di vario genere: cavi elettrici, mezzi vari, vento.
- Rumore dovuto alla strumentazione esempio: contatti dovuti all'umidità, rumore termico ecc
- Basso rapporto segnale/rumore dovute alle caratteristiche della sorgente.
- In presenza di falda le onde P possono essere sovrastimate.

Di seguito, viene riportato il profilo di velocità dal livello campagna.(calcolato ogni metro) delle onde SH e P.

## ANALISI SISMICA DOWN-HOLE

### PRIMI ARRIVI

N° Geof.	Profondità [m]	Onde P [ms]	Onde S (X) [ms]	Onde S (Y) [ms]	Onde P (corretti) [ms]	Onde S (X) (corretti) [ms]	Onde S (Y) (corretti) [ms]
1	1.00	5.00	21.20	21.20	2.24	9.48	9.48
2	2.00	5.80	27.00	24.60	4.10	19.09	17.39
3	3.00	8.00	31.80	28.40	6.66	26.46	23.63
4	4.00	10.40	33.60	27.00	9.30	30.05	24.15
5	5.00	11.60	35.20	28.40	10.77	32.68	26.37
6	6.00	13.00	38.20	39.40	12.33	36.24	37.38
7	7.00	12.40	40.20	35.60	11.92	38.65	34.23
8	8.00	14.80	40.60	42.40	14.36	39.39	41.13
9	9.00	14.20	42.40	37.00	13.86	41.39	36.12
10	10.00	14.80	44.00	45.00	14.51	43.15	44.13
11	11.00	15.20	46.20	44.00	14.95	45.45	43.29
12	12.00	14.20	49.80	47.20	14.01	49.12	46.56
13	13.00	16.00	49.20	49.60	15.81	48.63	49.02
14	14.00	17.40	45.20	51.80	17.23	44.75	51.28
15	15.00	18.60	51.80	52.00	18.44	51.35	51.54
16	16.00	16.00	49.80	49.60	15.88	49.42	49.22
17	17.00	18.20	54.80	57.40	18.08	54.42	57.01
18	18.00	19.40	53.60	52.80	19.28	53.27	52.48
19	19.00	17.40	62.40	52.80	17.30	62.06	52.51
20	20.00	20.60	61.00	52.20	20.50	60.70	51.94
21	21.00	19.60	64.40	58.00	19.51	64.11	57.74
22	22.00	19.40	69.00	66.80	19.32	68.72	66.53
23	23.00	18.20	65.00	64.00	18.13	64.76	63.76
24	24.00	19.40	63.40	61.80	19.33	63.18	61.59
25	25.00	19.00	62.80	65.00	18.94	62.60	64.79
26	26.00	21.00	62.00	67.40	20.94	61.82	67.20
27	27.00	21.40	63.80	65.20	21.34	63.63	65.02
28	28.00	20.20	67.00	66.80	20.15	66.83	66.63
29	29.00	24.00	63.00	72.60	23.94	62.85	72.43
30	30.00	24.20	71.60	71.00	24.15	71.44	70.84
31	31.00	21.80	67.60	70.00	21.75	67.46	69.85
32	32.00	22.60	70.00	60.60	22.56	69.86	60.48
33	33.00	23.80	71.80	69.80	23.76	71.67	69.67
34	34.00	23.00	74.20	71.80	22.96	74.07	71.68

### VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]
1	6	482
2	12	1233
3	34	2454

### PARAMETRI ONDE SX

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]
1	4	127

2	11	459
3	34	848

PARAMETRI ONDE SY

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]
1	4	138
2	11	421
3	34	833

VELOCITÀ' ONDE SH

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]
<b>1</b>	<b>4</b>	<b>132</b>
<b>2</b>	<b>11</b>	<b>440</b>
<b>3</b>	<b>34</b>	<b>840</b>

Illustrazione 7: Dromocrona Onde P

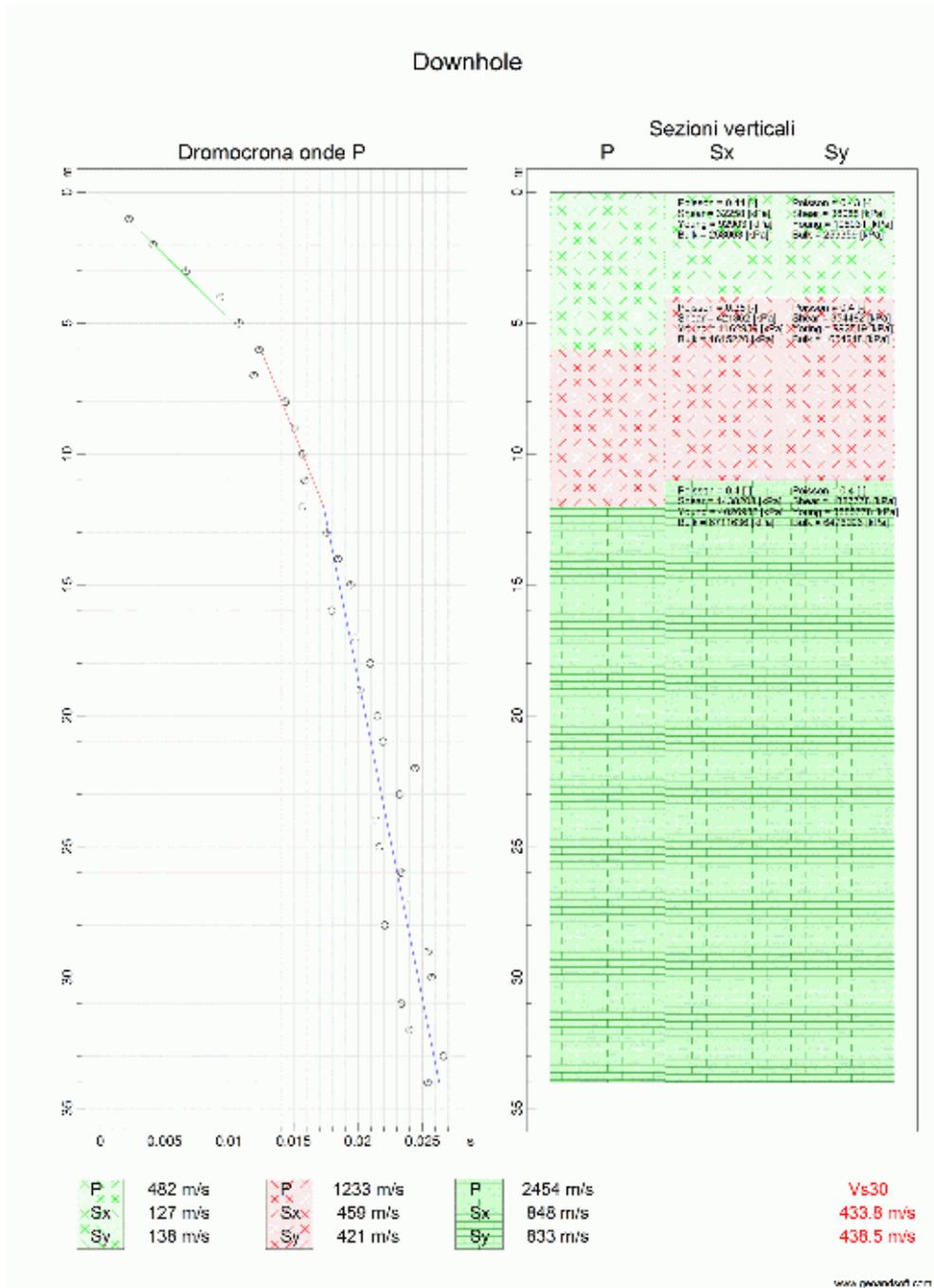
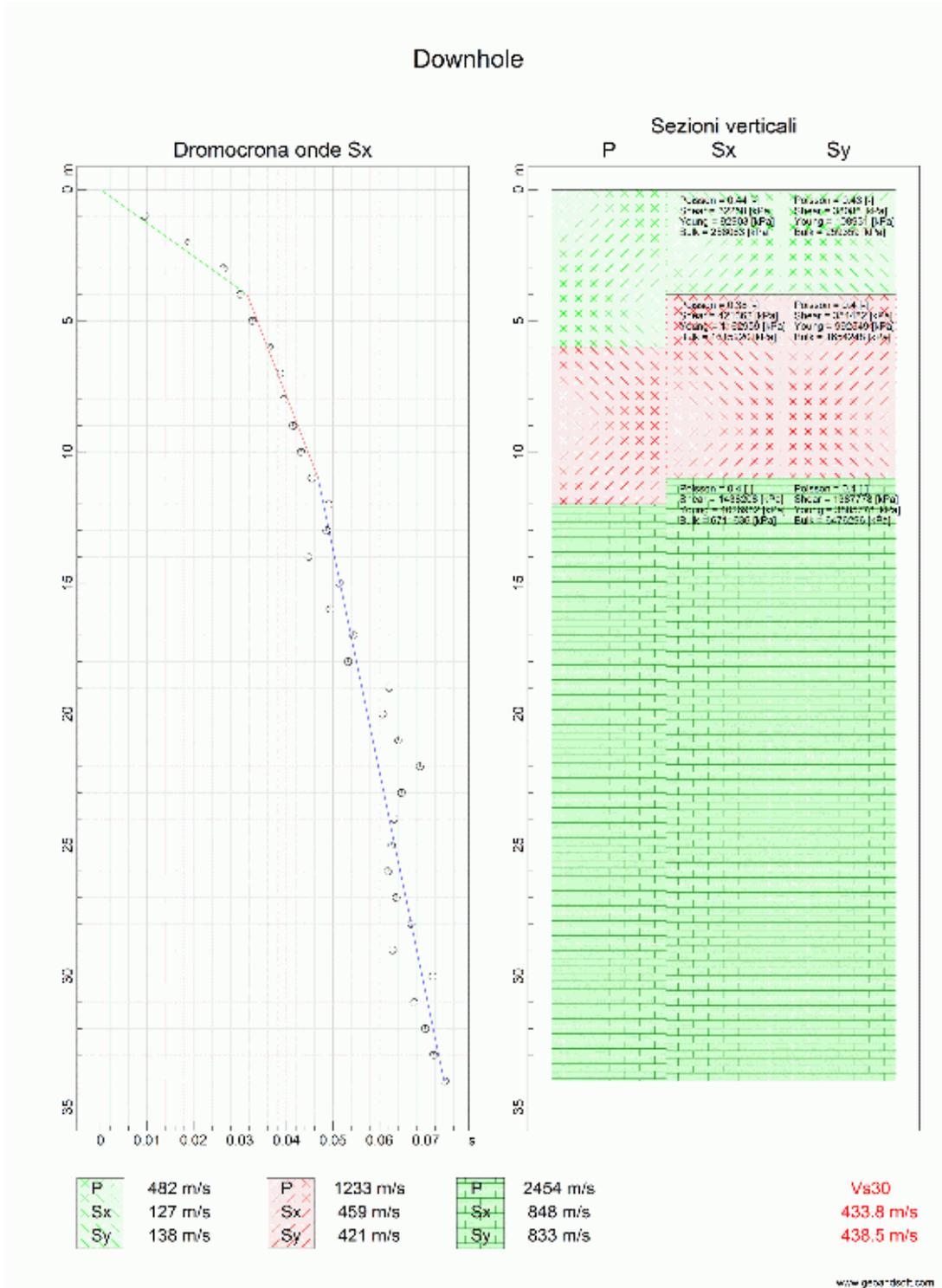


Illustrazione 8: Dromocrone Onde SHX



## Downhole

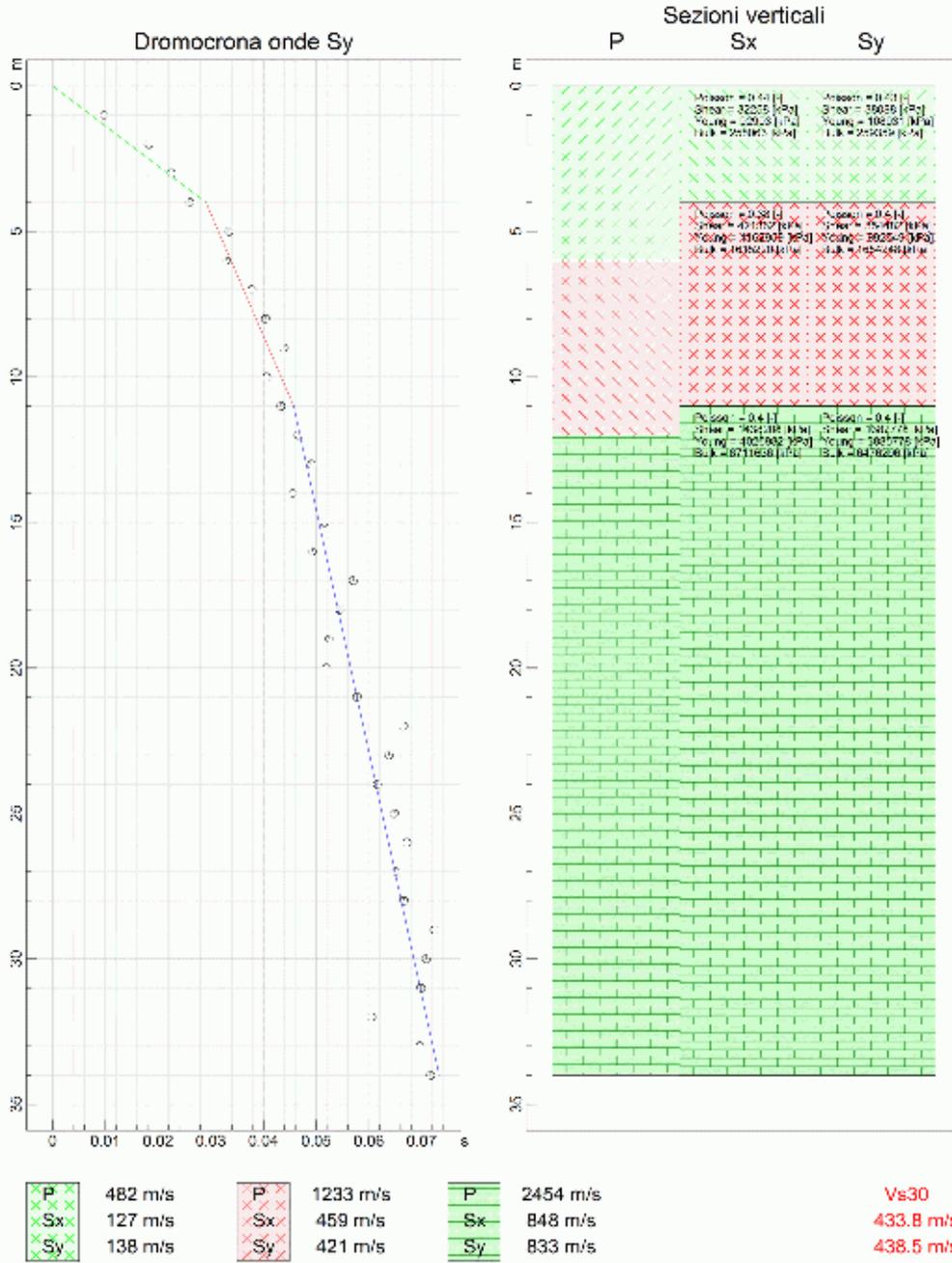


Illustrazione 9: Dromocrona Onde SHY

## CONCLUSIONI

La misura sismica in foro delle onde P e SH ha reso il seguente profilo sismico dal livello di campagna. Il profilo sismico rispetto le onde Sh è così suddiviso:

VS e PARAMETRI ELASTICI						
					Profondità (m) liv fond	
Strato	Vs (m/s)	Vp (m/s)	Rapporto (Vp/Vs)	Spessore (m)	da	a
1	132	482	3,65	4	0	-4
2	440	1233	2,80	7	-4	-11
3	840	2454	2,92	34	-11	-34

- Un primo livello con velocità 132 m/s e spessore 4 m.
- Un secondo livello con velocità 440 m/s e spessore 7 m
- La sezione ottenuta mostra dai 11 m di profondità una velocità delle onde S di circa 840 m/s fino alla profondità di circa 34 m

*GEOMA* di Marco Marzupini  
Res. Fisca. Via Brancolella 1/E  
52048 Monte S. Savino (AR)  
Cell. 328-7255608 - marzupinimarco@gmail.com  
C.F. MRZ MRC 88801 A390P - P.I. 03318000928

26/02/2020

*Dott. Marco Marzupini*

*Id 311550260220D34*



**PROGETTO:**

**COMMITTENTE**



snc di Moretti Dr. Giuliano & C.

**Tecna S.r.l.**

Via Grandi, 51  
52100, Arezzo  
C.I. e P. Iva 01358250510

**OGGETTO:**

Analisi di laboratorio e consulenza su  
campioni di terreno in località  
Castellare-Sieci (FI) per stabilimento  
TOD'S Spa



**DATA:**

26/05/2020

**ELABORATO:**

Report analisi di  
laboratorio e consulenza

**FILE:**

Report\_VA493.pdf

**PROTOCOLLO:**

**PROGETTO CGT:**

PR 1015

**SCALA:**

- - -

REVISIONE	DESCRIZIONE	ELABORATO:	VERIFICATO:	APPROVATO:	DATA:
0	Emissione	CGT Staff	CGT Staff	Prof. Carmignani 	26/05/2020

## TABELLA RIASSUNTIVA

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA' (m)	GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA	Contenuto d'acqua	LL	LP	IP	Peso di Volume	Gs	$\phi$	c	EDO	TTC
N.	N.	(m)	%	%	%	%	%	%	%	%	KN/m <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	°	kPa		
4	2	5,00 – 5,50	5,4	47,7	31,0	15,9	18,6	37	19	18	2,01	2,67	31 <sup>CD</sup>	21 <sup>CD</sup>	X	X
<b>Località:</b> Tod's Spa, Castellare Sieci (FI) <b>Data:</b> 26/05/2020 <b>Verbale d'Accettazione:</b> VA493																

<sup>CD</sup> = Prova di taglio diretto consolidata drenata

## **DESCRIZIONE E RIPRESA FOTOGRAFICA DELLA CAROTA ESTRUSA**

**Committente:** Tecna Srl per TOD's Spa  
**Cantiere/Località:** Castellare, Sieci (FI)  
**Sondaggio:** 4  
**Campione:** 2  
**Profondità prelievo (m):** 5,00-5,50  
**Data prelievo:** 20/01/2020  
**Data apertura:** 06/03/2020

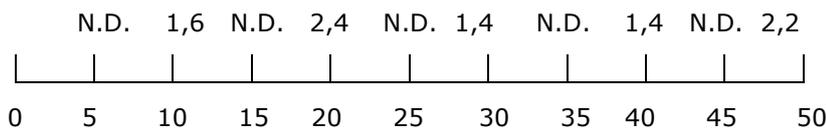
**Verbale accettazione n° 493**

**Descrizione:** Campione con inclusi centimetrici carbonatici.

*Sabbia con limo argillosa (Raccomandazioni AGI 1977).*

Colore: 2.5 YR 4/6 Olive brown (*Munsell Soil Color Chart*)

**Pocket (kg/cm<sup>2</sup>):**



**Lunghezza carota: 50 cm**  
**Diametro carota: 88,9 mm**

PARAMETRI ALL'APERTURA	Valore
<b>W</b> - Contenuto naturale d'acqua (%)	18,6
<b>p<sub>w</sub></b> - Densità umida (g/cm <sup>3</sup> )	2,01
<b>p<sub>D</sub></b> - Densità secca (g/cm <sup>3</sup> )	1,64
<b>p<sub>sat</sub></b> - Densità satura (g/cm <sup>3</sup> )	2,02
<b>θ</b> - Porosità (adim.)	0,25
<b>e</b> - Indice dei vuoti (adim.)	0,63
<b>S<sub>r</sub></b> - Grado di saturazione (%)	97,9



**Modalità di prelievo:** Sondaggio a rotazione

**Tipo di fustella:** Shelby

**Classe di qualità del campione:** **Q4/Q5** (*Raccomandazioni AGI 1977*)  
**C2/C1** (*Eurocodice 7*)

**Prove eseguite:**

Cont. Acqua <b>W</b>	<b>X</b>	Granulom. <b>Gr</b>	<b>X</b>	T. Residuo <b>TR</b>	-
Peso Volume <b>γ</b>	<b>X</b>	Compress. <b>ELL</b>	-	Sostanza Organica <b>SO</b>	-
Peso Specifico <b>G<sub>s</sub></b>	<b>X</b>	Edometria <b>Ed</b>	<b>X</b>	Triass. <b>TX CU</b>	-
Limiti Cons. <b>LL</b>	<b>X</b>	T. Diretto <b>TD</b>	<b>X</b>	Colonna Risonante <b>RC</b>	<b>X</b>



Committente Tecna per Tod's Spa  
Cantiere Castellare, Sieci (FI)

Data prova 06/03/2020  
Data certificato 22/05/2020  
Verb. Accettazione 493  
N. Certificato 7969/2020



Sondaggio 4 Campione 2 Profondità (m) 5,00-5,50

### CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Numero Prova	1	2	3
P <sub>T</sub> - Massa Contenitore (g)	17,56	17,98	17,75
P <sub>1</sub> - Massa Campione Umido + Contenitore (g)	62,25	73,05	69,75
P <sub>2</sub> - Massa Campione Secco + Contenitore (g)	55,26	64,79	61,23
W - Contenuto d'Acqua %	18,5	17,6	19,6
Valore medio %	18,6		

#### Procedimento di calcolo

$$W = \frac{(P_1 - P_2)}{(P_2 - P_T)} \cdot 100$$

Norme di riferimento:  
ASTM D2216  
BS 1377 : Part 2 : 1990  
ISO 17892-1

Note:

Il direttore del Laboratorio

Lo sperimentatore





**Committente** Tecna per TOD's Spa  
**Cantiere** Castellare, Sieci (FI)

**pagina 1 di 2**

**PESO SPECIFICO DEI GRANI**

Norma di riferimento **ASTM D5550-00**

Data prova 05/05/2020  
 Data certificato 22/05/2020  
 Verb. Accettazione 493  
 N. certificato 7973/2020

Sample: S4-C2  
 Operator: Alessia Basianoni  
 Submitter: Tecna Srl  
 Bar Code:  
 File: C:\1340\DATA\2020\493\S4-C2.SMP



Analysis Gas: Helium  
 Reported: 25/05/2020 10.03.59  
 Sample Mass: 9.2080 g  
 Temperature: 24.78 °C  
 Number of Purges: 10  
 Chamber Insert: None

Analysis Start: 05/05/2020 12.41.39  
 Analysis End: 05/05/2020 13.12.56  
 Equilib. Rate: 0.005 psig/min  
 Expansion Volume: 9.2291 cm<sup>3</sup>  
 Cell Volume: 11.8023 cm<sup>3</sup>

Comments: VA493 - Tecna Srl - TOD'S Spa - Sondaggio: 4 - Campione: 2 - Prof. (m) 5,00 - 5,50

**Combined Report**

Cycle#	P1		P2		Tabular 1		
	Pressure (psig)	Pressure (psig)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Total Pore Volume (cm <sup>3</sup> /g)	Total Pore Volume Deviation (cm <sup>3</sup> /g)	
1	19.703	9.360	3.4499	2.6690	0.1253	0.0002	
2	19.701	9.359	3.4502	2.6688	0.1253	0.0001	
3	19.648	9.333	3.4506	2.6685	0.1253	0.0001	
4	19.704	9.360	3.4511	2.6681	0.1252	0.0000	
5	19.643	9.331	3.4519	2.6675	0.1251	0.0000	
6	19.688	9.352	3.4521	2.6673	0.1251	-0.0001	
7	19.708	9.361	3.4523	2.6672	0.1251	-0.0001	
8	19.714	9.364	3.4521	2.6674	0.1251	-0.0001	
9	19.704	9.359	3.4519	2.6675	0.1251	-0.0001	
10	19.650	9.333	3.4523	2.6672	0.1251	-0.0001	

Summary Data	Average	Standard Deviation
Volume:	3.4515 cm <sup>3</sup>	0.0009 cm <sup>3</sup>
Density:	2.6679 g/cm <sup>3</sup>	0.0007 g/cm <sup>3</sup>
Total Pore Volume:	0.1252 cm <sup>3</sup> /g	0.0001 cm <sup>3</sup> /g

**Note:** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Il direttore del Laboratorio

Lo sperimentatore



**Committente** Tecna per TOD's Spa  
**Cantiere** Castellare, Sieci (FI)

pagina 2 di 2

**PESO SPECIFICO DEI GRANI**

Data prova 05/05/2020  
 Data certificato 22/05/2020  
 Verb. Accettazione 493  
 N. certificato 7973/2020

Norma di riferimento ASTM D5550-00

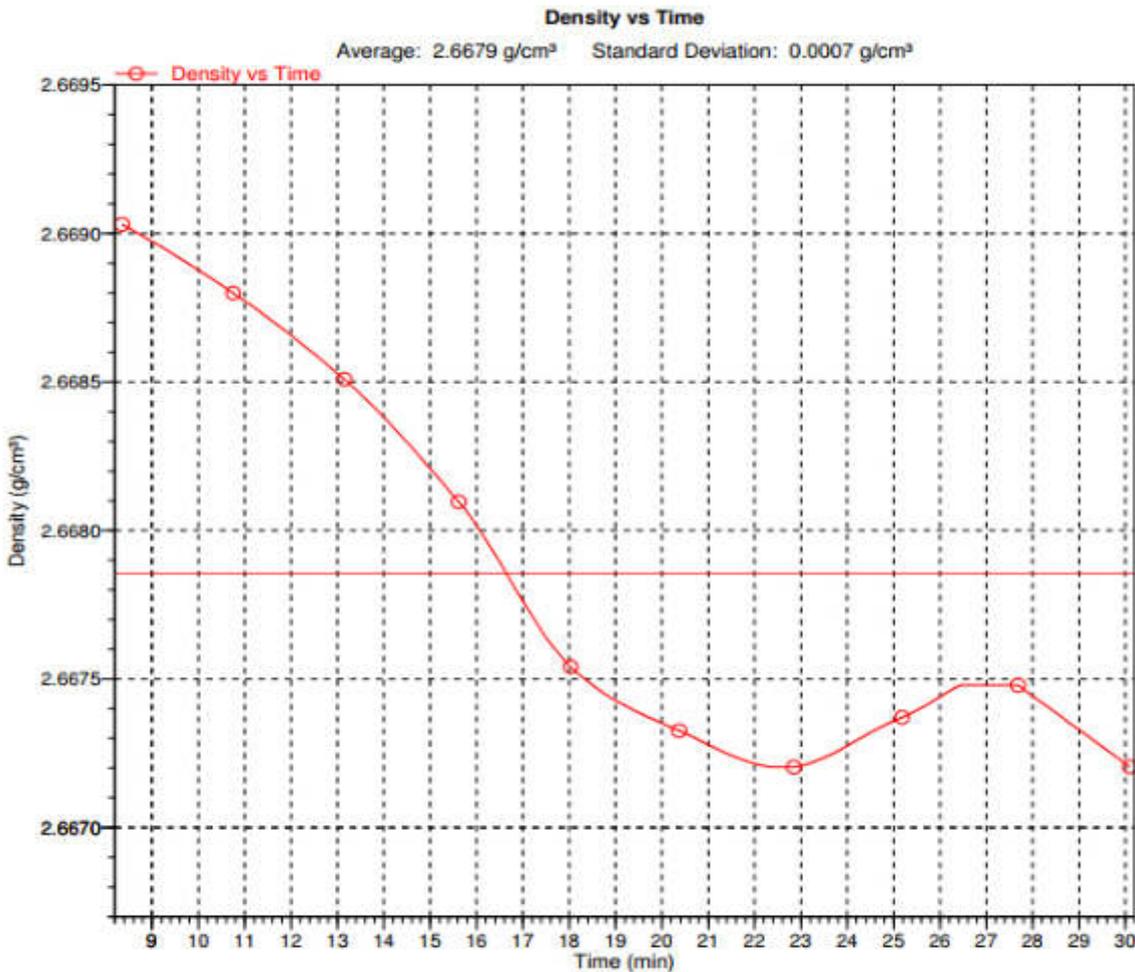
Sample: S4-C2  
 Operator: Alessia Basianoni  
 Submitter: Tecna Srl  
 Bar Code:  
 File: C:\1340\DATA\2020\493\S4-C2.SMP



Analysis Gas: Helium  
 Reported: 25/05/2020 10.03.59  
 Sample Mass: 9.2080 g  
 Temperature: 24.78 °C  
 Number of Purges: 10  
 Chamber Insert: None

Analysis Start: 05/05/2020 12.41.39  
 Analysis End: 05/05/2020 13.12.56  
 Equilib. Rate: 0.005 psig/min  
 Expansion Volume: 9.2291 cm<sup>3</sup>  
 Cell Volume: 11.8023 cm<sup>3</sup>

Comments: VA493 - Tecna Srl - TOD'S Spa - Sondaggio: 4 - Campione: 2 - Prof. (m) 5,00 - 5,50



Il direttore del Laboratorio

Lo sperimentatore

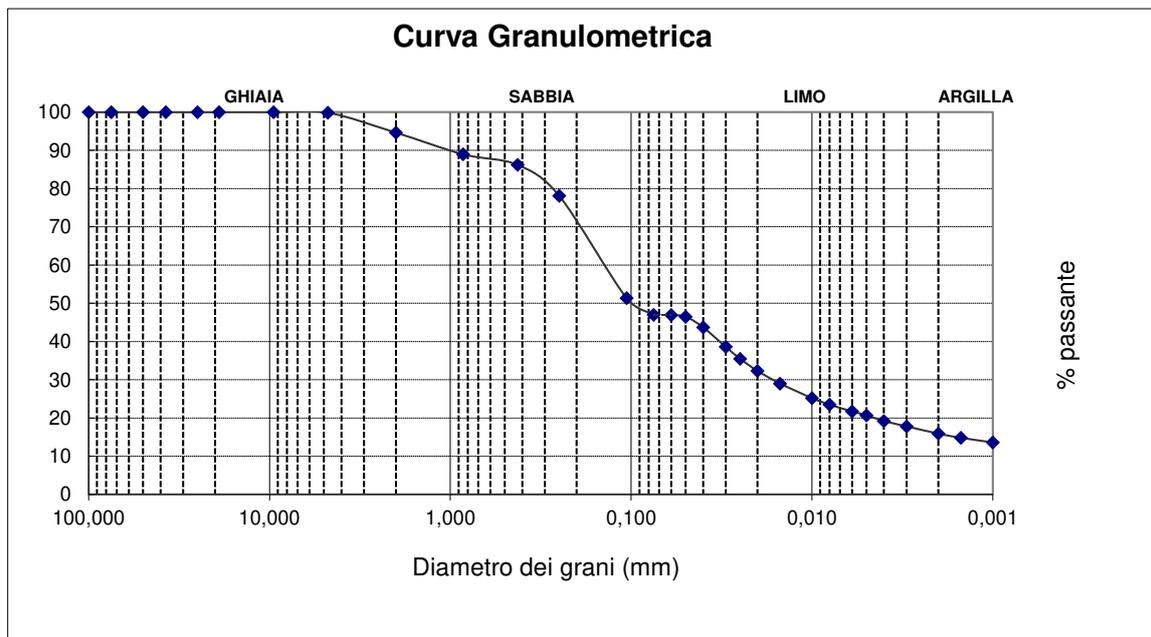
Committente Tecna Srl per Tod's Spa  
 Cantiere Castellare, Sieci (FI)

Data prova 05/05/2020  
 Data certificato 22/05/2020  
 Verb. Accettazione 493  
 N. Certificato 7971/2020

Pag. 1 di 2

Sondaggio 4 Campione 2 Profondità (m) 5,00 - 5,50

**ANALISI GRANULOMETRICA PER STACCIATURA E PER SEDIMENTAZIONE (SEDIGRAFIA RAGGI X) (ASTM D421, D422, D1140, D2217; BS 1377 : Part 2 : 1990; UNI 8520 - Parte 5; Raccomandazioni AGI - 1994; ISO 17892-4)**



Classificazione AGI 1994

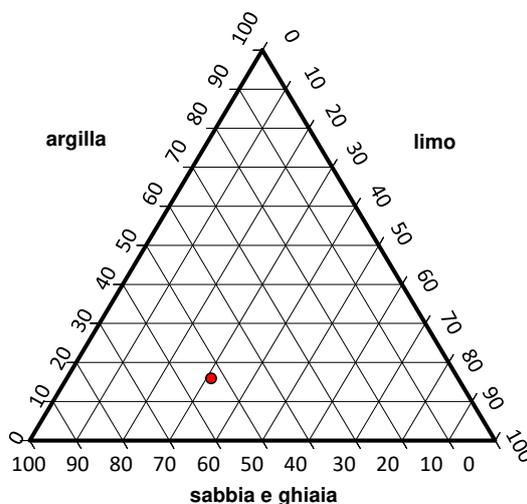
**Riepilogo dei risultati**

Componente	Intervallo (mm)	%	Valore
Ciottoli	(> 60 mm)	%	0,0
Ghiaia	(60 - 2 mm)	%	5,4
Sabbia	(2 - 0,060 mm)	%	47,7
Limo	(0,060-0,002mm)	%	31,0
Argilla	(< 0,002 mm)	%	15,9

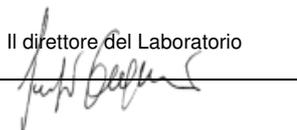
D10	< 0.001
D30	0,0165
D60	0,1526

Coefficiente di uniformità, UC	> 171.20
Coefficiente di Curvatura, Cc	-

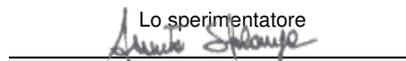
**Diagramma**



Il direttore del Laboratorio



Lo sperimentatore



Committente Tecna Srl per Tod's Spa  
 Cantiere Castellare, Sieci (FI)

Data prova 05/05/2020  
 Data certificato 22/05/2020  
 Verb. Accettazione 493  
 N. Certificato 7971/2020

Pag. 2 di 2

Sondaggio 4 Campione 2 Profondità (m) 5,00 - 5,50

**ANALISI GRANULOMETRICA PER STACCIATURA E PER SEDIMENTAZIONE (SEDIGRAFIA RAGGI X) (ASTM D421, D422, D1140, D2217; BS 1377 : Part 2 : 1990; UNI 8520 - Parte 5; Raccomandazioni AGI - 1994; ISO 17892-4)**

**Setacciatura grossa:**

Massa campione iniziale (g): 1500,00

**Setacciatura fine:**

Massa campione iniziale (g): 143,67

	Vagli ASTM	Apertura vagli (mm)	Massa Trattenuta (g)	Trattenuto %	Passante %
<b>Setacciatura a grossa</b>	3"	75,000	0,00	0,0	100,0
	2"	50,000	0,00	0,0	100,0
	1,5"	37,500	0,00	0,0	100,0
	1"	25,000	0,00	0,0	100,0
	3/4"	19,000	0,00	0,0	100,0
	3/8"	9,500	0,00	0,0	100,0
<b>Setacciatura fine</b>	No.4	4,750	0,26	0,2	99,8
	No.10	2,000	7,47	5,4	94,6
	No.20	0,850	8,14	11,0	89,0
	No.40	0,425	3,95	13,8	86,2
	No.60	0,250	11,65	21,9	78,1
	No.140	0,106	38,44	48,7	51,3
	No.200	0,075	6,24	53,0	47,0

**Sedigrafia:**

Material Mass (g): 5,191  
 Material/Liquid: soil / 0.20% Sodium Metaphosphate (w/w)  
 Measurement Principle: X-Ray monitored gravity sedimentation  
 Calculation Method: Stokes sedimentation and Beer's law of extinction  
 Test Number: 2  
 Analyzed: 10/12/2019  
 Reported: 10/12/2019  
 Liquid Visc: 0.7099 mPa·s  
 Analysis Temp: 35.9 °C  
 Full Scale Mass: 39,40%  
 Analysis Type: High Speed(Adj)  
 Run Time: 0:04 hrs:min  
 Sample Density: 2.673 g/cm<sup>3</sup>  
 Liquid Density: 0.9938 g/cm<sup>3</sup>  
 Base/Full Scale: 135 / 85 kCnts/s  
 Reynolds Number: 0,92

Diametro (mm)	Trattenuto %	Passante %
0,0600	53,1	46,9
0,0500	53,5	46,5
0,0400	56,3	43,7
0,0300	61,4	38,6
0,0250	64,5	35,5
0,0200	67,7	32,3
0,0150	71,0	29,0
0,0100	74,8	25,2
0,0080	76,5	23,5
0,0060	78,3	21,7
0,0050	79,3	20,7
0,0040	80,8	19,2
0,0030	82,2	17,8
0,0020	84,1	15,9
0,0015	85,2	14,8
0,0010	86,4	13,6

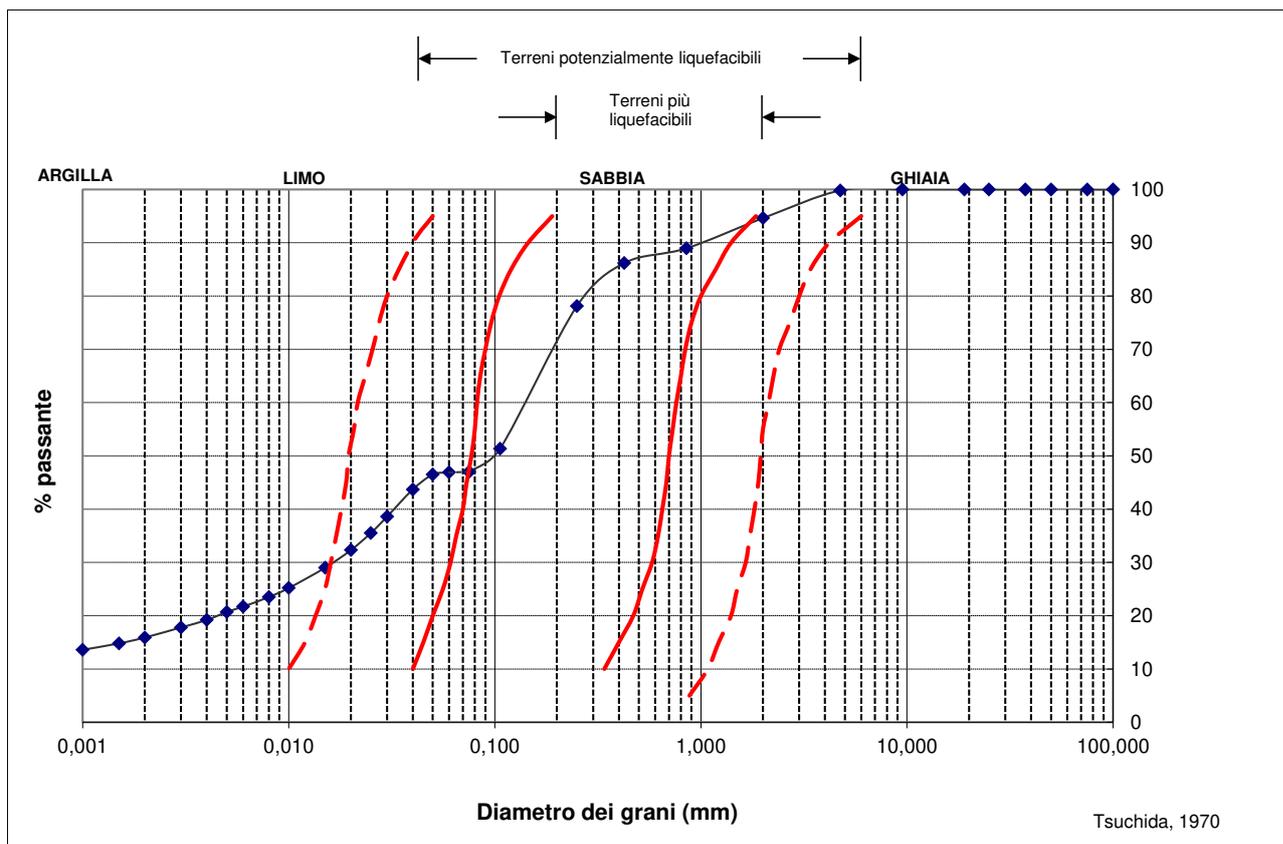
Il direttore del Laboratorio

Lo sperimentatore



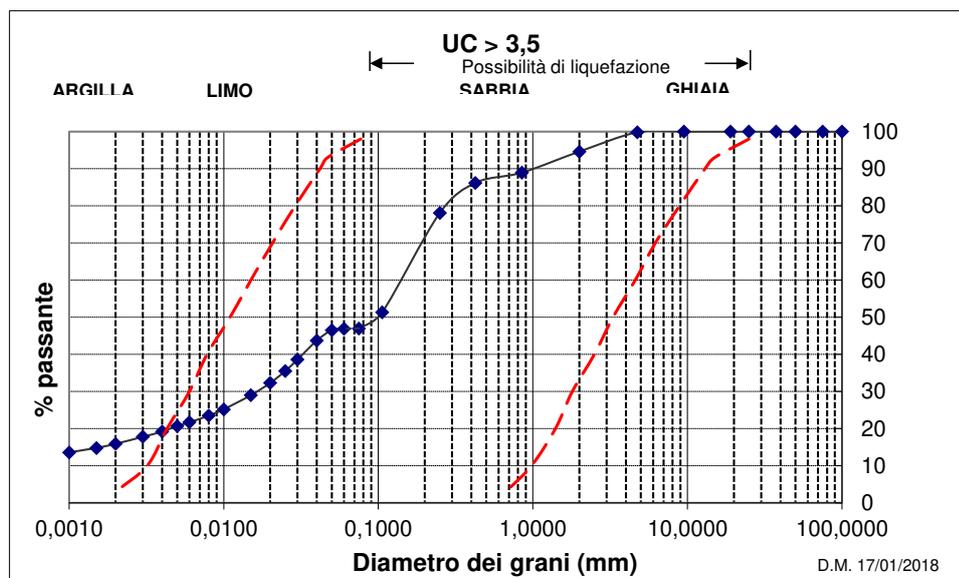
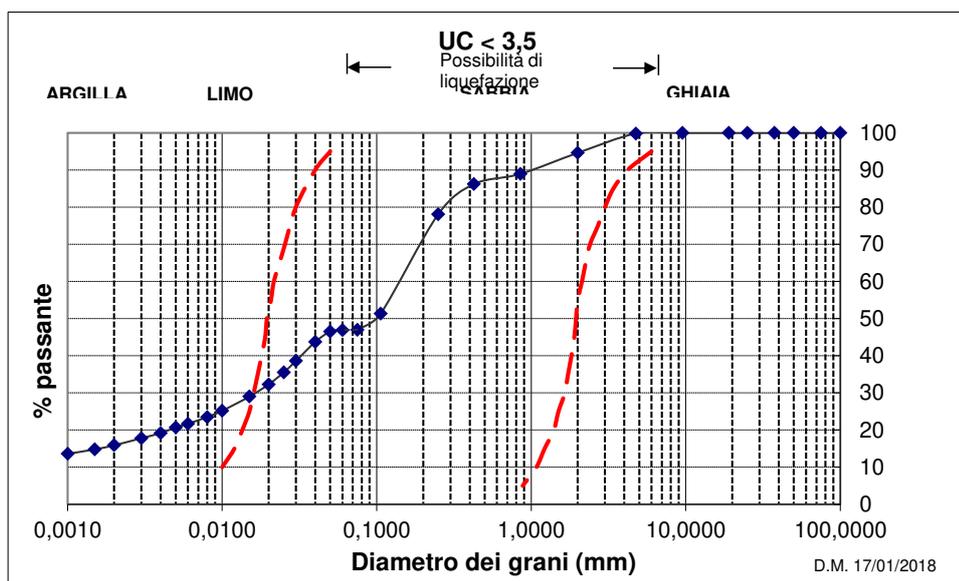
Committente	Tecna Srl per Tod's Spa				
Cantiere	Castellare, Sieci (FI)				
Data prova	05/05/2020				
Verb.Accettazione	493				
Sondaggio	4	Campione	2	Profondità (m)	5,00 - 5,50

### POTENZIALE DI LIQUEFACIBILITA'



Committente	Tecna Srl per Tod's Spa		
Cantiere	Castellare, Sieci (FI)		
Data prova	05/05/2020		
Verb.Accettazione	493		
Sondaggio	4	Campione	2
			Profondità (m) 5,00 - 5,50

**SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE (NTC 2018)**



Committente Tecna per TOD'S Spa  
 Cantiere \_\_\_\_\_

Pag. 1 di 1

**LIMITI DI CONSISTENZA O DI ATTERBERG**

Data prova 06/05/20

Data certificato 7972/2020

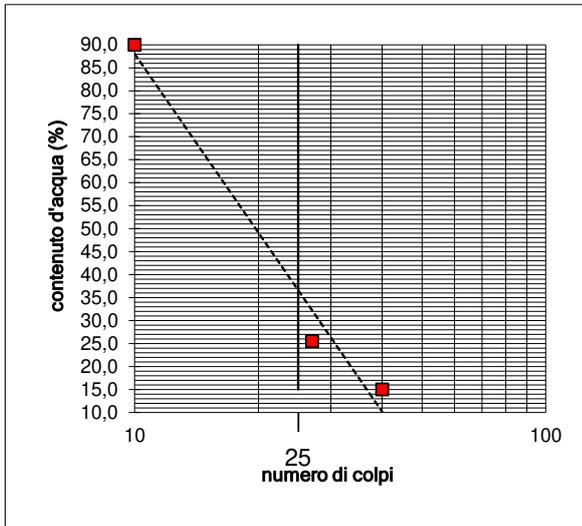
Verb. Accettazione 493

Norma di riferimento ASTM D4318; BS 1377 : Part 2 : 1990; ISO 17892-12

N. Certificato \_\_\_\_\_

Sondaggio 4 Campione 2 Profondità (m) 5,00 - 5,50

<b>Limite Liquido</b>				<b>36,6</b>
Numero tara		B25	A07	A09
Numero dei colpi		10	27	40
P. umido + tara	g	57,51	47,24	57,24
P. secco + tara	g	38,37	41,25	52,15
Peso tara	g	17,10	17,76	18,25
Peso umido	g	40,41	29,48	38,99
Peso secco	g	21,27	23,49	33,90
Contenuto d'acqua	%	89,99	25,50	15,01

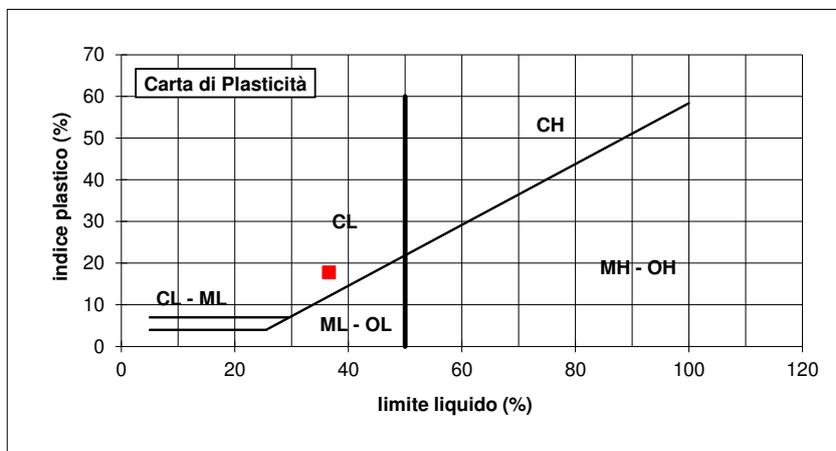


<b>Limite Plastico</b>				<b>18,8</b>
Numero tara		A08	B15	
P. umido + tara	g	30,77	26,93	
P. secco + tara	g	28,72	25,46	
Peso tara	g	17,83	17,60	
Peso umido	g	12,94	9,33	
Peso secco	g	10,89	7,86	
Contenuto d'acqua	%	18,82	18,70	

<b>Umidità Naturale</b>				<b>18,6</b>
Contenuto d'acqua	%			

<b>Limite Liquido LL</b>	<b>36,6</b>
<b>Limite Plastico LP</b>	<b>18,8</b>
<b>Indice di Plasticità Ip</b>	<b>17,8</b>
<b>Umidità Naturale Wn</b>	<b>18,6</b>
<b>Indice di Consistenza Ic</b>	<b>1,0</b>

$$I_p = LL - LP \quad I_c = \frac{LL - W_n}{I_p}$$



- ML** Limi inorganici di bassa plasticità
- MH** Limi inorganici di alta plasticità
- CL** Argille inorganiche di bassa plasticità
- CH** Argille inorganiche di alta plasticità
- OL** Argille organiche di bassa plasticità
- OH** Argille organiche di alta plasticità

Il direttore del Laboratorio

Lo sperimentatore



DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)  
 Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

**TEST REPORT - SUMMARY**

Project location	TECNA srl per TODS'		
Project reference	Castellare - Sieci (FI)	Sample depth (m)	5.00/5.50
Borehole number	2	Sample type	Undisturbed cohesive
Sample number	4	Specimen orientation	Vertical
Sample description	Sabbia con limo argillosa		
Particle density (Mg/m <sup>3</sup> )	003 (Measured)	Specimens tested submerged	

INITIAL CONDITIONS	Specimen 1	Specimen 2	Specimen 3
Specimen depth (m)	5.10/5.20	5.10/5.20	5.10/5.20
Height (mm)	20,0	20,0	20,0
Length (mm)	60,0	60,0	60,0
Width (mm)	60,0	60,0	60,0
Area (mm <sup>2</sup> )	3600,0	3600,0	3600,0
Moisture content (measured) (%)	22	19	19
Moisture content (trimmings) (%)	19	18	19
Bulk density (Mg/m <sup>3</sup> )	1,97	1,96	1,98
Dry density (Mg/m <sup>3</sup> )	1,61	1,64	1,66
Voids ratio	0,656	0,630	0,606
Degree of saturation (%)	90	82	85

Voids ratio at the end of consolidation	0,555	0,537	0,426
---	-------	-------	-------

SHEARING	Specimen 1	Specimen 2	Specimen 3
Rate of displacement (mm/min)	0,010000	0,010000	0,010000
<b>Conditions at peak shear stress</b>			
Normal stress (kPa)	100	200	400
Shear stress (kPa)	74	143	269
Horizontal displacement (mm)	4,29	5,49	5,49
Vertical deformation (mm)	0,563	0,749	0,578

Apparent cohesion (kPa)	21,4
Angle of shearing resistance (°)	31,0

Comments / variations from procedures:  
*Strumento utilizzato: Taglio N° 4.*  
*Verbale di accettazione N. 493*  
*Il presente certificato è costituito da 17 pagine. Data del Certificato: 25/05/2020. Cert. N. 7974/2020*



*[Signature]*

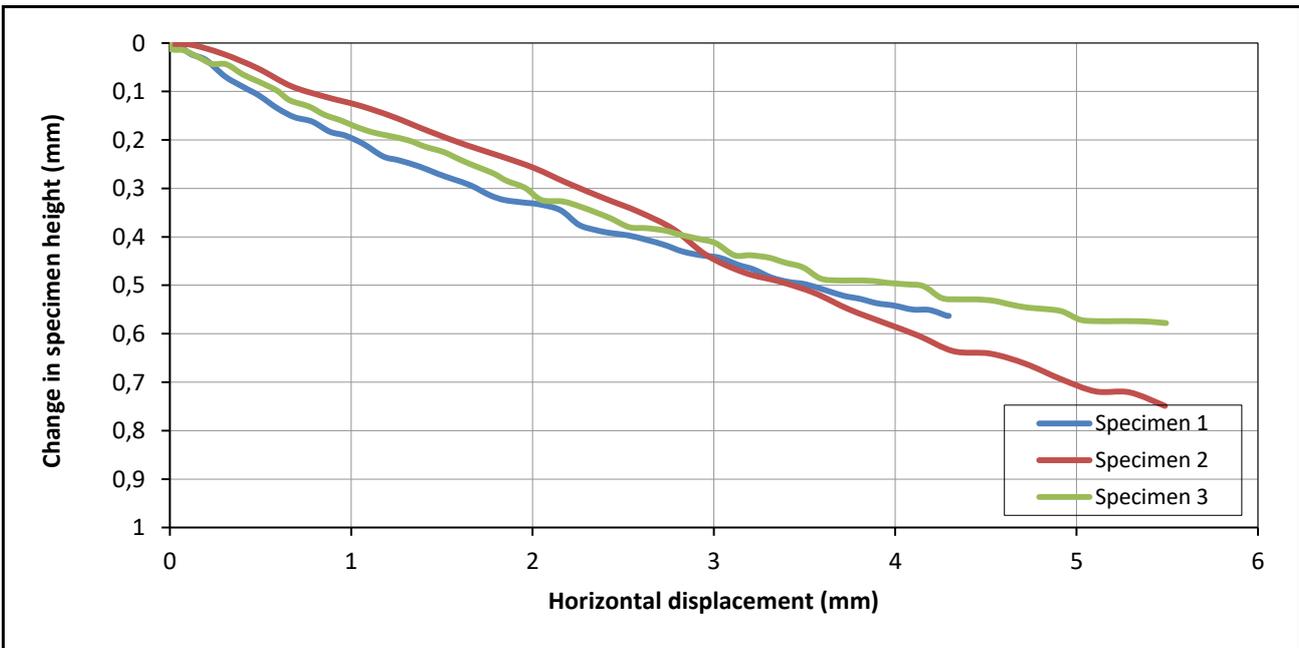
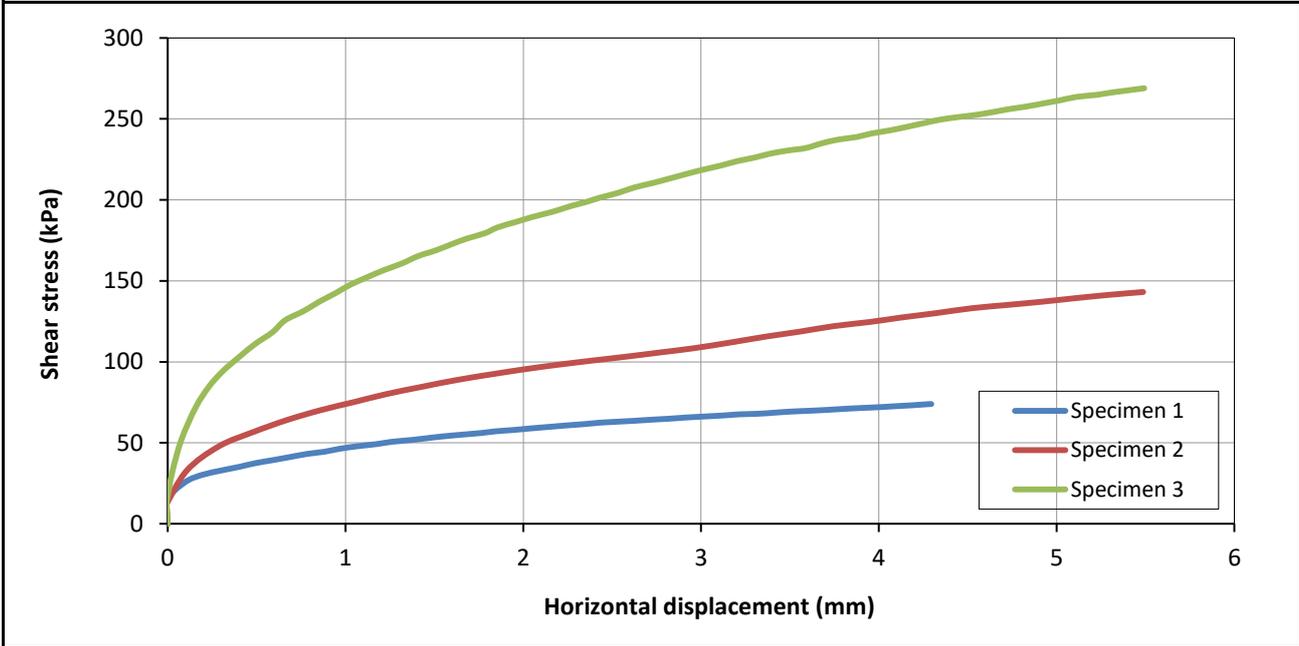
Tested	Dr. Baggiani	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	21/05/2020	Date	22/05/2020	Date	25/05/2020



DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)  
Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

**TEST REPORT - SHEARING**

Project location	TECNA srl per TODS'		
Project reference	Castellare - Sieci (FI)	Sample depth (m)	5.00/5.50
Borehole number	2	Sample type	Undisturbed cohesive
Sample number	4	Specimen orientation	Vertical



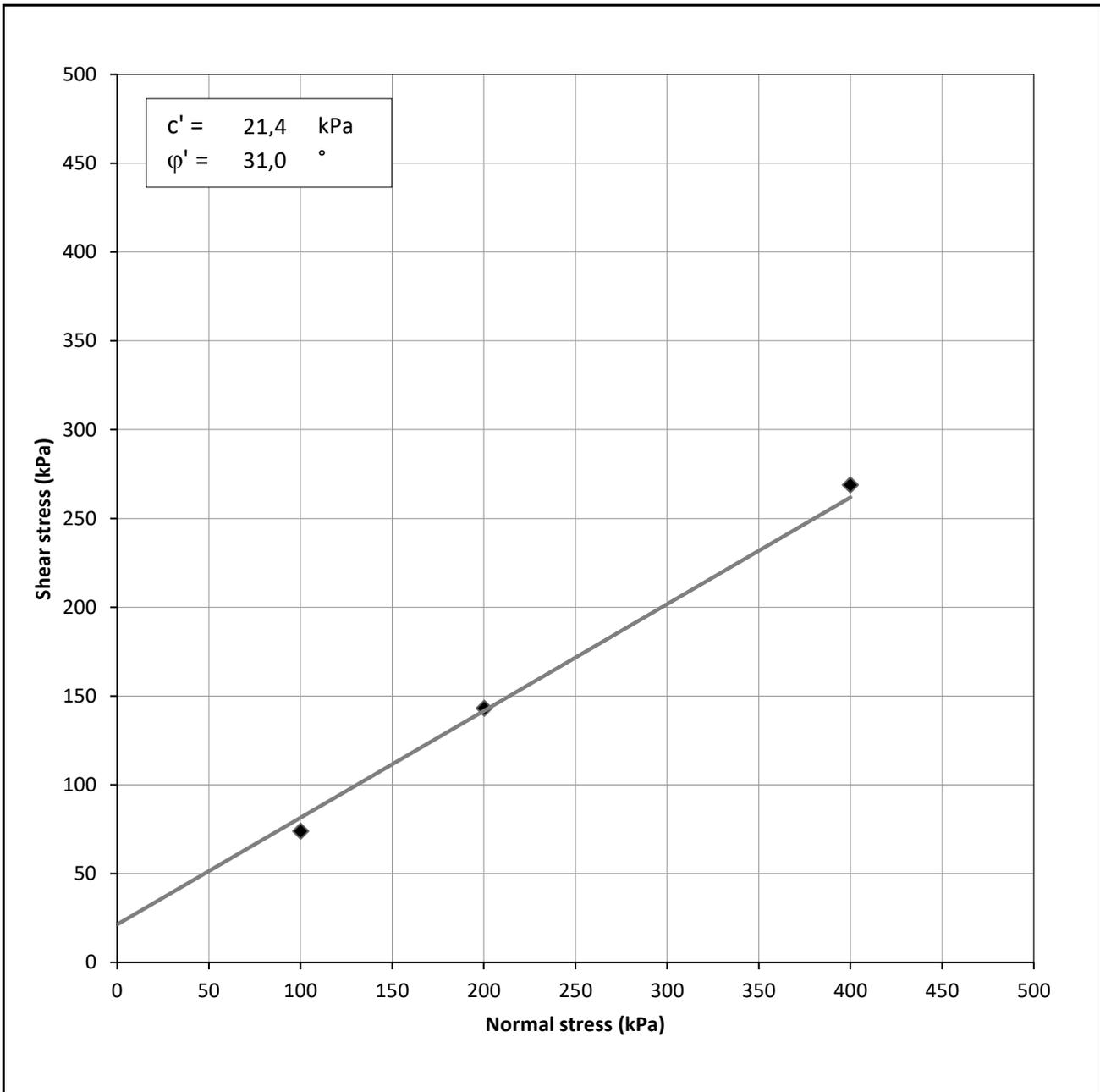
Tested	Dr. Baggiani	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	21/05/2020	Date	22/05/2020	Date	25/05/2020



DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)  
Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

**TEST REPORT - SHEARING**

Project location	TECNA srl per TODS'		
Project reference	Castellare - Sieci (FI)	Sample depth (m)	5.00/5.50
Borehole number	2	Sample type	Undisturbed cohesive
Sample number	4	Specimen orientation	Vertical



Tested	Dr. Baggiani	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	21/05/2020	Date	22/05/2020	Date	25/05/2020



DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)  
 Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

**TEST DATA - CONSOLIDATION**

Project location	<i>TECNA srl per TODS'</i>		
Project reference	<i>Castellare - Sieci (FI)</i>	Sample depth (m)	<i>5.00/5.50</i>
Borehole number	<i>2</i>	Sample type	<i>Undisturbed cohesive</i>
Sample number	<i>4</i>	Specimen orientation	<i>Vertical</i>

**SPECIMEN 1**

**Normal stress (kPa) 100**

Recorded data		Calculated data	
Time (mins)	Vertical displacement (mm)	Time (root mins)	Vertical deformation of specimen (mm)
0,05	0,627	0,2	0,000
0,08	1,155	0,3	0,528
0,13	1,218	0,4	0,591
0,21	1,253	0,5	0,626
0,32	1,285	0,6	0,658
0,51	1,313	0,7	0,686
0,81	1,337	0,9	0,710
1,29	1,373	1,1	0,746
2,05	1,401	1,4	0,774
3,25	1,426	1,8	0,799
5,16	1,469	2,3	0,842
8,21	1,530	2,9	0,903
13,06	1,614	3,6	0,987
20,76	1,701	4,6	1,074
33,00	1,755	5,7	1,128
52,48	1,798	7,2	1,171
83,43	1,815	9,1	1,188
132,66	1,829	11,5	1,202
210,92	1,837	14,5	1,210
335,36	1,842	18,3	1,215
533,23	1,842	23,1	1,215
847,83	1,843	29,1	1,216
1320,57	1,845	36,3	1,218

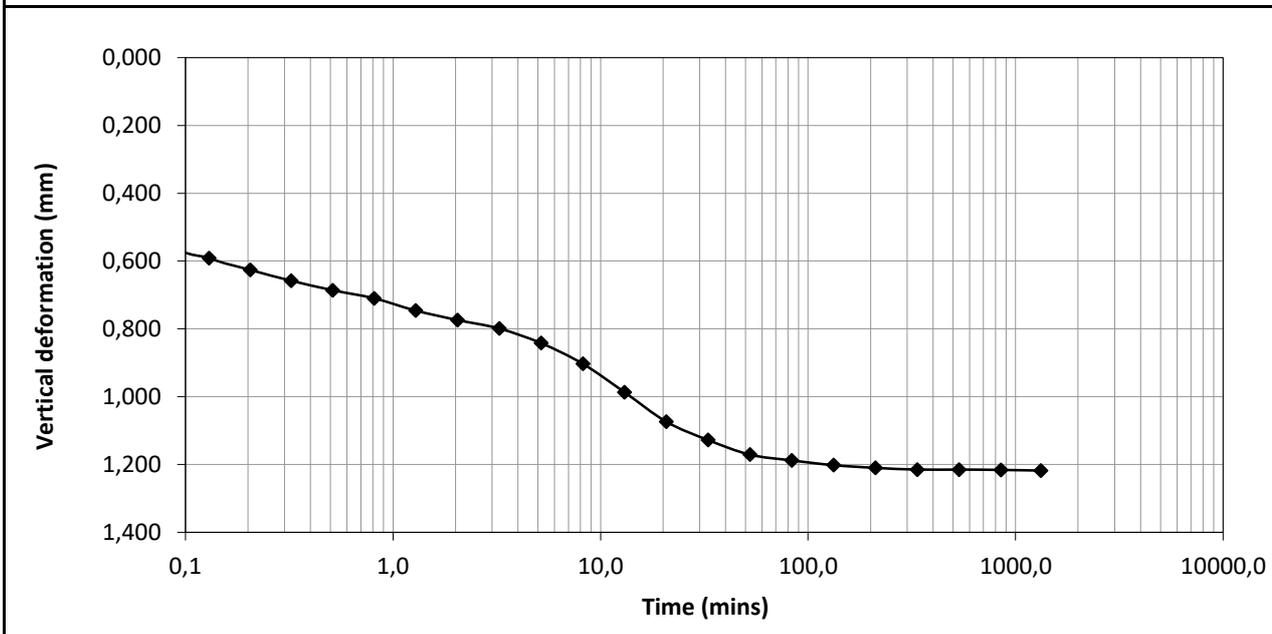
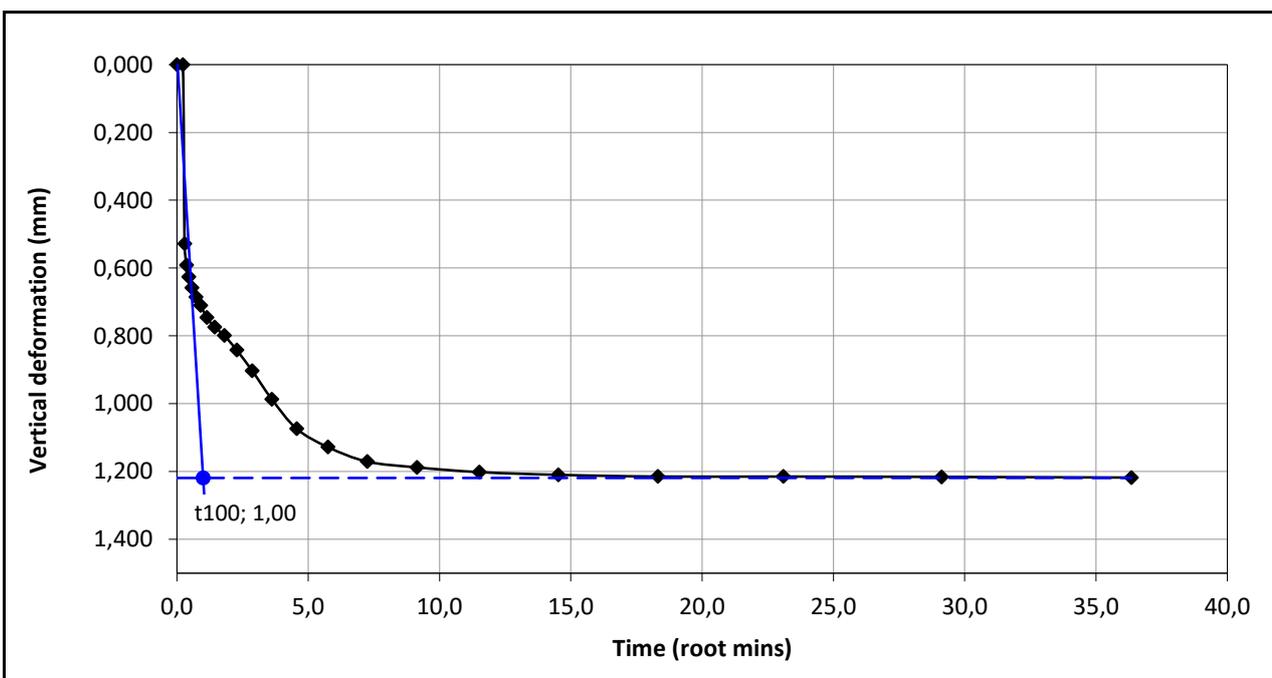


DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)  
 Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

**TEST DATA - CONSOLIDATION**

Project location	TECNA srl per TODS'		
Project reference	Castellare - Sieci (FI)	Sample depth (m)	5.00/5.50
Borehole number	2	Sample type	Undisturbed cohesive
Sample number	4	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 1** **Normal stress (kPa) 100**



Tested	Dr. Baggiani	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	11/03/2020	Date	22/05/2020	Date	25/05/2020



DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)  
 Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	<i>TECNA srl per TODS'</i>		
Project reference	<i>Castellare - Sieci (FI)</i>	Sample depth (m)	<i>5.00/5.50</i>
Borehole number	<i>2</i>	Sample type	<i>Undisturbed cohesive</i>
Sample number	<i>4</i>	Specimen orientation	<i>Vertical</i>

**SPECIMEN 1**

**Normal stress (kPa) 100**

Recorded data				Calculated data			
Elapsed time (mins)	Vertical disp. (mm)	Horizontal disp. (mm)	Horizontal force (N)	Vertical deformation (mm)	Horizontal disp. (mm)	Horizontal force (N)	Shear stress (kPa)
0,01	0,000	0,00	-2,3	0,000	0,00	0,0	0,0
10,00	0,005	-0,03	18,5	0,005	-0,03	20,8	5,8
20,00	0,000	-0,03	22,8	0,000	-0,03	25,1	7,0
30,01	0,002	-0,03	43,7	0,002	-0,03	46,0	12,8
40,00	0,004	0,04	72,5	0,004	0,04	74,8	20,8
50,00	0,023	0,12	94,8	0,023	0,12	97,1	27,0
60,00	0,035	0,20	107,0	0,035	0,20	109,3	30,4
70,00	0,069	0,30	116,4	0,069	0,30	118,7	33,0
80,00	0,091	0,41	124,6	0,091	0,41	126,9	35,2
90,00	0,108	0,49	132,2	0,108	0,49	134,5	37,4
100,00	0,135	0,59	139,4	0,135	0,59	141,7	39,4
110,00	0,153	0,69	146,0	0,153	0,69	148,3	41,2
120,00	0,162	0,78	153,0	0,162	0,78	155,3	43,1
130,00	0,183	0,88	157,9	0,183	0,88	160,2	44,5
140,00	0,191	0,97	164,5	0,191	0,97	166,8	46,3
150,00	0,208	1,07	170,0	0,208	1,07	172,3	47,9
160,00	0,234	1,18	174,9	0,234	1,18	177,2	49,2
170,00	0,242	1,26	180,0	0,242	1,26	182,3	50,6
180,00	0,255	1,38	184,2	0,255	1,38	186,5	51,8
190,00	0,270	1,48	188,9	0,270	1,48	191,2	53,1
200,00	0,281	1,56	192,5	0,281	1,56	194,8	54,1
210,00	0,294	1,66	196,0	0,294	1,66	198,3	55,1
220,00	0,314	1,76	199,5	0,314	1,76	201,8	56,1
230,00	0,324	1,84	203,3	0,324	1,85	205,6	57,1
240,00	0,329	1,95	206,3	0,329	1,95	208,6	57,9
250,00	0,333	2,04	209,6	0,333	2,04	211,9	58,9
260,00	0,345	2,15	213,4	0,345	2,15	215,7	59,9
270,00	0,375	2,25	216,7	0,375	2,26	219,0	60,8
280,00	0,386	2,35	219,4	0,386	2,35	221,7	61,6
290,00	0,392	2,43	222,3	0,392	2,43	224,6	62,4
300,00	0,397	2,53	224,6	0,397	2,53	226,9	63,0
310,00	0,406	2,63	226,7	0,406	2,63	229,0	63,6
320,00	0,417	2,73	229,3	0,417	2,73	231,6	64,3
330,00	0,430	2,82	231,4	0,430	2,83	233,7	64,9



DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)  
 Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	<i>TECNA srl per TODS'</i>		
Project reference	<i>Castellare - Sieci (FI)</i>	Sample depth (m)	<i>5.00/5.50</i>
Borehole number	<i>2</i>	Sample type	<i>Undisturbed cohesive</i>
Sample number	<i>4</i>	Specimen orientation	<i>Vertical</i>

**SPECIMEN 1** **Normal stress (kPa) 100**

Recorded data				Calculated data			
Elapsed time (mins)	Vertical disp. (mm)	Horizontal disp. (mm)	Horizontal force (N)	Vertical deformation (mm)	Horizontal disp. (mm)	Horizontal force (N)	Shear stress (kPa)
340,00	0,438	2,93	234,2	0,438	2,93	236,5	65,7
350,00	0,443	3,03	236,4	0,443	3,03	238,7	66,3
360,00	0,458	3,13	238,7	0,458	3,14	241,0	66,9
370,00	0,467	3,22	241,1	0,467	3,22	243,4	67,6
380,00	0,484	3,32	242,2	0,484	3,32	244,5	67,9
390,01	0,493	3,41	244,6	0,493	3,41	246,9	68,6
400,00	0,498	3,51	247,2	0,498	3,51	249,5	69,3
410,00	0,511	3,62	249,1	0,511	3,62	251,4	69,8
420,00	0,522	3,72	251,1	0,522	3,72	253,4	70,4
430,01	0,528	3,81	253,2	0,528	3,81	255,5	71,0
440,00	0,537	3,90	255,1	0,537	3,90	257,4	71,5
450,00	0,542	4,00	256,8	0,542	4,00	259,1	72,0
460,00	0,550	4,09	259,1	0,550	4,09	261,4	72,6
470,00	0,551	4,19	261,2	0,551	4,19	263,5	73,2
480,00	0,563	4,28	263,8	0,563	4,29	266,1	73,9
480,96	0,563	4,29	263,8	0,563	4,30	266,1	73,9



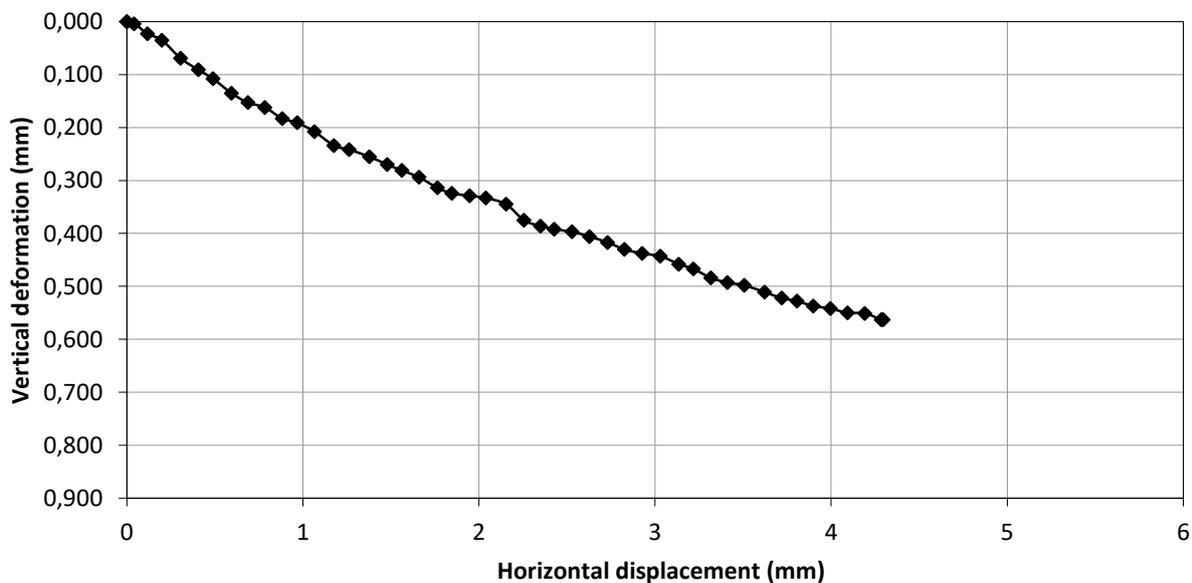
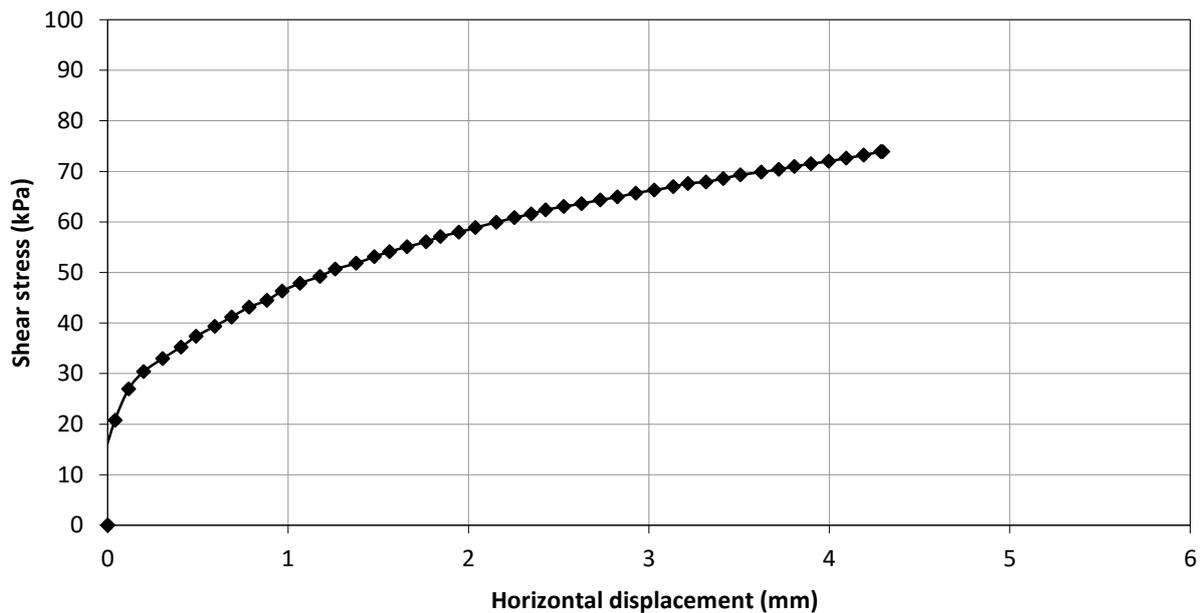
DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)  
Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	TECNA srl per TODS'		
Project reference	Castellare - Sieci (FI)	Sample depth (m)	5.00/5.50
Borehole number	2	Sample type	Undisturbed cohesive
Sample number	4	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 1**

**Normal stress (kPa) 100**



Tested	Dr. Baggiani	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	11/03/2020	Date	22/05/2020	Date	25/05/2020



DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)  
 Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

**TEST DATA - CONSOLIDATION**

Project location	TECNA srl per TODS'		
Project reference	Castellare - Sieci (FI)	Sample depth (m)	5.00/5.50
Borehole number	2	Sample type	Undisturbed cohesive
Sample number	4	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 2** **Normal stress (kPa) 200**

Recorded data		Calculated data	
Time (mins)	Vertical displacement (mm)	Time (root mins)	Vertical deformation of specimen (mm)
0,05	1,147	0,2	0,000
0,08	1,747	0,3	0,600
0,13	1,940	0,4	0,793
0,20	1,976	0,5	0,829
0,32	2,004	0,6	0,857
0,51	2,036	0,7	0,889
0,81	2,063	0,9	0,916
1,29	2,092	1,1	0,945
2,04	2,121	1,4	0,974
3,25	2,155	1,8	1,008
5,16	2,182	2,3	1,035
8,21	2,202	2,9	1,055
13,06	2,218	3,6	1,071
20,76	2,237	4,6	1,090
33,00	2,248	5,7	1,101
52,47	2,257	7,2	1,110
83,43	2,263	9,1	1,116
132,66	2,268	11,5	1,121
210,92	2,274	14,5	1,127
335,37	2,278	18,3	1,131
533,23	2,282	23,1	1,135
847,84	2,286	29,1	1,139
1044,68	2,287	32,3	1,140



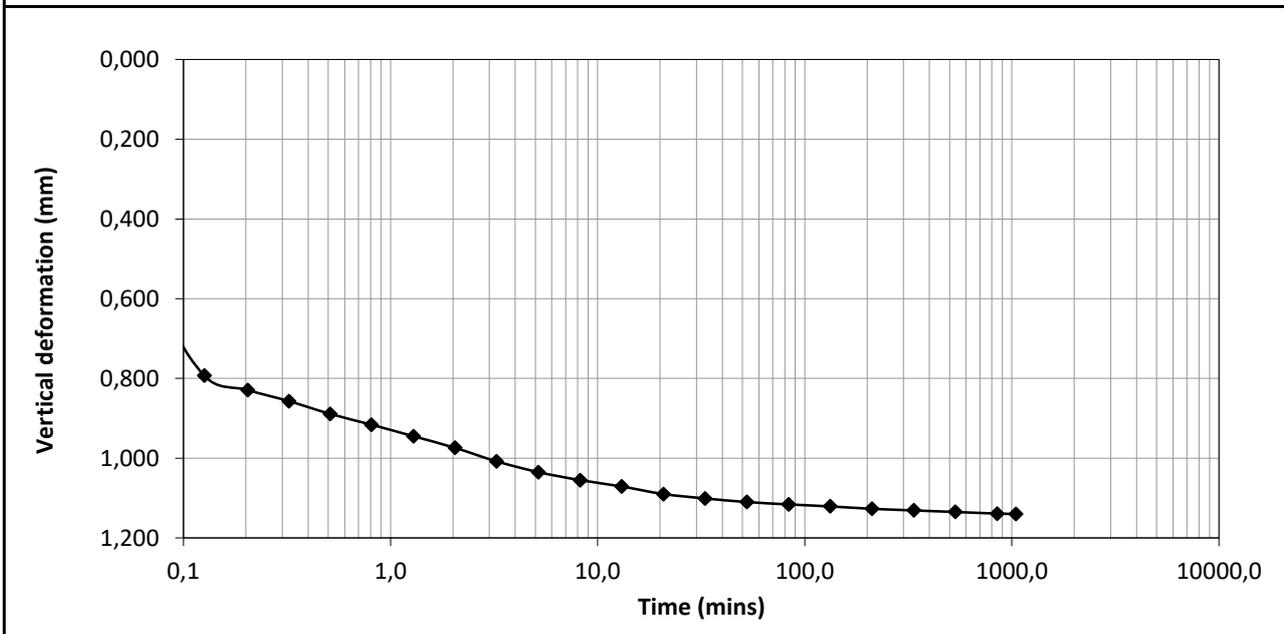
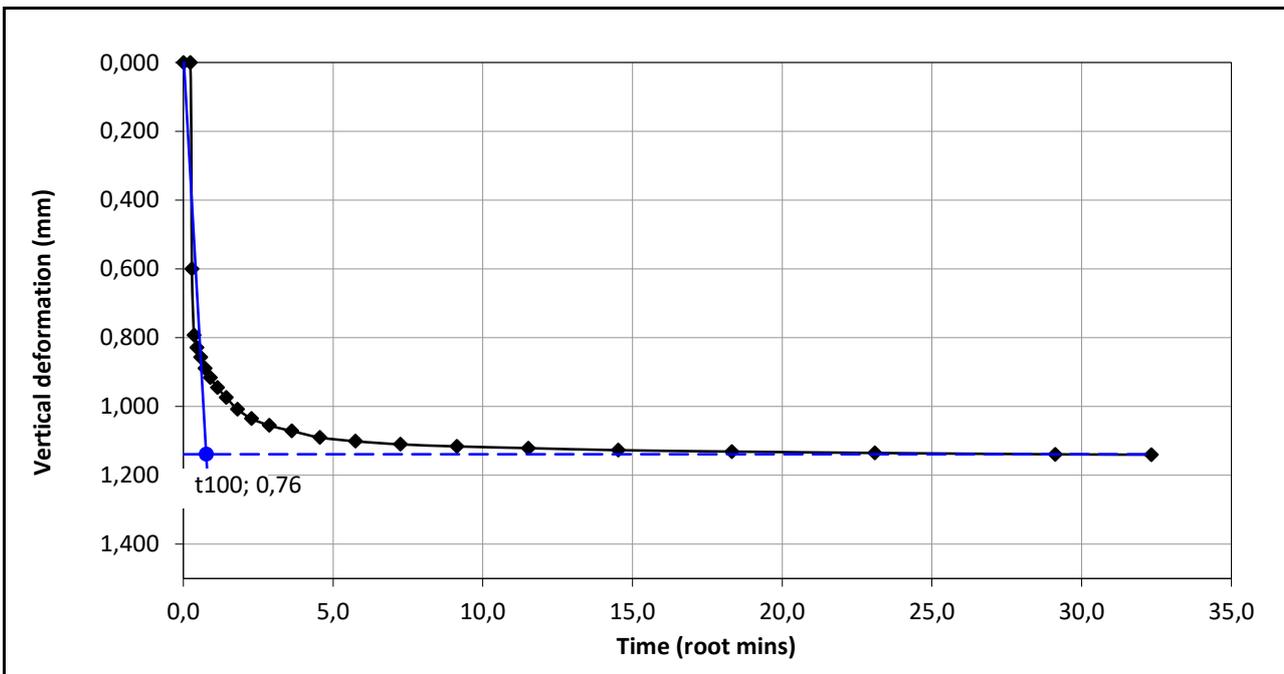
DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)  
Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

**TEST DATA - CONSOLIDATION**

Project location	TECNA srl per TODS'		
Project reference	Castellare - Sieci (FI)	Sample depth (m)	5.00/5.50
Borehole number	2	Sample type	Undisturbed cohesive
Sample number	4	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 2**

Normal stress (kPa) **200**



Tested	Dr. Baggiani	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	18/05/2020	Date	22/05/2020	Date	25/05/2020



DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)  
 Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	TECNA srl per TODS'		
Project reference	Castellare - Sieci (FI)	Sample depth (m)	5.00/5.50
Borehole number	2	Sample type	Undisturbed cohesive
Sample number	4	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 2**

**Normal stress (kPa) 200**

Recorded data				Calculated data			
Elapsed time (mins)	Vertical disp. (mm)	Horizontal disp. (mm)	Horizontal force (N)	Vertical deformation (mm)	Horizontal disp. (mm)	Horizontal force (N)	Shear stress (kPa)
0,01	0,000	0,00	-0,2	0,000	0,00	0,0	0,0
10,00	0,000	-0,01	37,1	0,000	-0,01	37,3	10,4
20,00	0,005	-0,01	40,2	0,005	-0,01	40,4	11,2
30,00	0,003	0,11	118,5	0,003	0,11	118,7	33,0
40,00	0,022	0,29	172,5	0,022	0,29	172,7	48,0
50,00	0,052	0,48	204,0	0,052	0,48	204,2	56,7
60,00	0,089	0,67	230,2	0,089	0,67	230,4	64,0
70,00	0,111	0,86	252,1	0,111	0,86	252,3	70,1
80,00	0,129	1,05	270,1	0,129	1,05	270,3	75,1
90,00	0,152	1,23	288,0	0,152	1,23	288,2	80,1
100,00	0,182	1,43	304,2	0,182	1,43	304,4	84,6
110,00	0,210	1,63	319,7	0,210	1,63	319,9	88,9
120,00	0,234	1,83	332,4	0,234	1,83	332,6	92,4
130,00	0,258	2,01	343,4	0,258	2,01	343,6	95,4
140,00	0,289	2,19	353,2	0,289	2,19	353,4	98,2
150,01	0,321	2,40	363,1	0,321	2,40	363,3	100,9
160,00	0,348	2,58	371,5	0,348	2,58	371,7	103,3
170,00	0,384	2,78	381,0	0,384	2,78	381,2	105,9
180,00	0,438	2,96	390,1	0,438	2,96	390,3	108,4
190,00	0,474	3,17	403,0	0,474	3,17	403,2	112,0
200,00	0,493	3,37	416,2	0,493	3,37	416,4	115,7
210,00	0,516	3,56	426,9	0,516	3,56	427,1	118,6
220,00	0,550	3,75	439,2	0,550	3,75	439,4	122,1
230,00	0,579	3,95	448,5	0,579	3,95	448,7	124,6
240,00	0,604	4,13	458,4	0,604	4,13	458,6	127,4
250,00	0,636	4,32	468,0	0,636	4,32	468,2	130,1
260,00	0,641	4,52	479,0	0,641	4,52	479,2	133,1
270,00	0,662	4,72	486,1	0,662	4,72	486,3	135,1
280,00	0,694	4,92	493,4	0,694	4,92	493,6	137,1
290,00	0,719	5,11	501,3	0,719	5,11	501,5	139,3
300,00	0,721	5,29	508,6	0,721	5,29	508,8	141,3
310,00	0,749	5,49	515,0	0,749	5,49	515,2	143,1



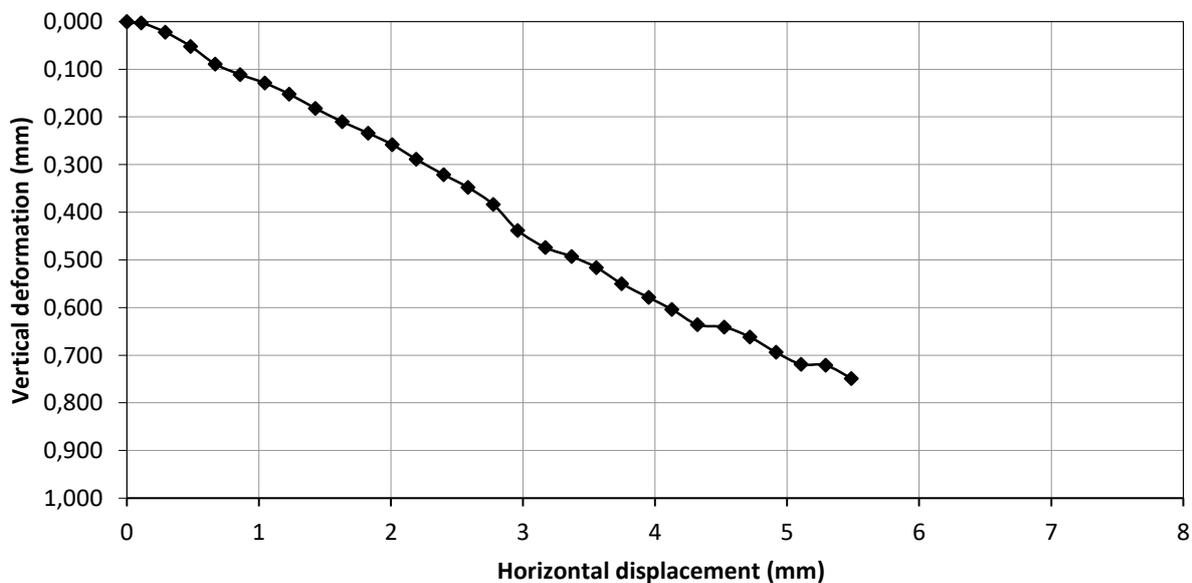
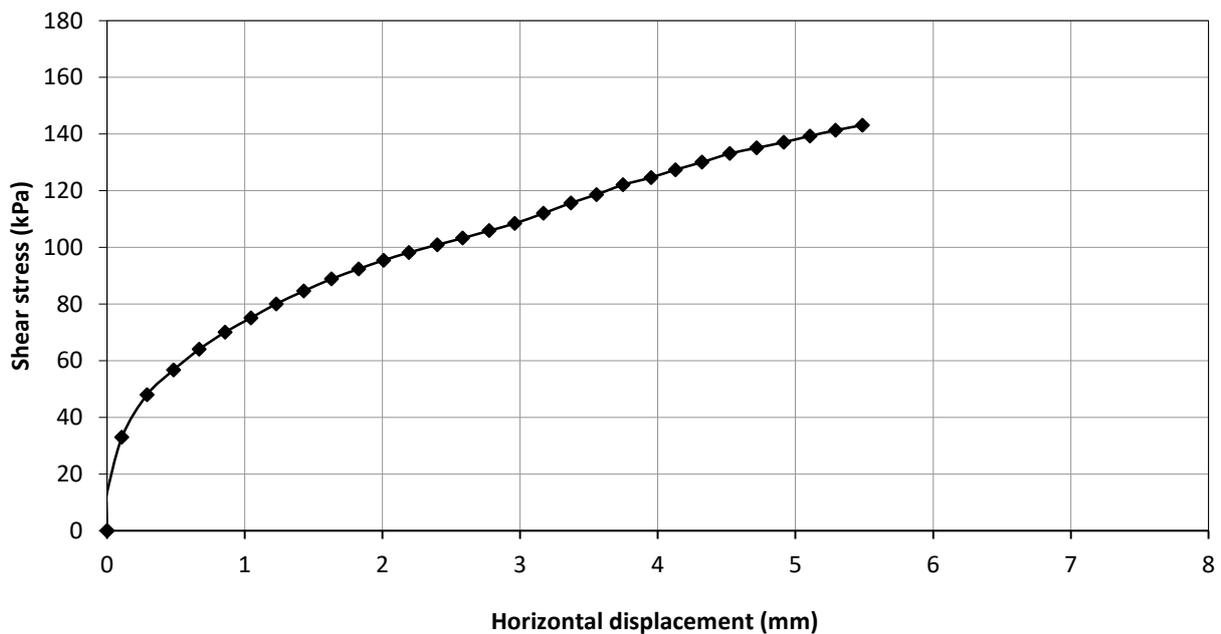
DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)  
Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	TECNA srl per TODS'		
Project reference	Castellare - Sieci (FI)	Sample depth (m)	5.00/5.50
Borehole number	2	Sample type	Undisturbed cohesive
Sample number	4	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 2**

**Normal stress (kPa) 200**



Tested	Dr. Baggiani	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	18/05/2020	Date	22/05/2020	Date	25/05/2020



DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)  
 Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

**TEST DATA - CONSOLIDATION**

Project location	TECNA srl per TODS'		
Project reference	Castellare - Sieci (FI)	Sample depth (m)	5.00/5.50
Borehole number	2	Sample type	Undisturbed cohesive
Sample number	4	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 3**

**Normal stress (kPa) 400**

Recorded data		Calculated data	
Time (mins)	Vertical displacement (mm)	Time (root mins)	Vertical deformation of specimen (mm)
0,05	0,659	0,2	0,000
0,08	1,155	0,3	0,496
0,13	1,994	0,4	1,335
0,20	2,411	0,4	1,752
0,32	2,497	0,6	1,838
0,51	2,557	0,7	1,898
0,81	2,613	0,9	1,954
1,29	2,655	1,1	1,996
2,04	2,696	1,4	2,037
3,25	2,740	1,8	2,081
5,17	2,766	2,3	2,107
8,21	2,801	2,9	2,142
13,06	2,823	3,6	2,164
20,76	2,834	4,6	2,175
33,00	2,845	5,7	2,186
52,48	2,856	7,2	2,197
83,43	2,864	9,1	2,205
132,66	2,874	11,5	2,215
210,92	2,885	14,5	2,226
335,37	2,892	18,3	2,233
533,23	2,898	23,1	2,239
847,83	2,902	29,1	2,243
999,36	2,905	31,6	2,246

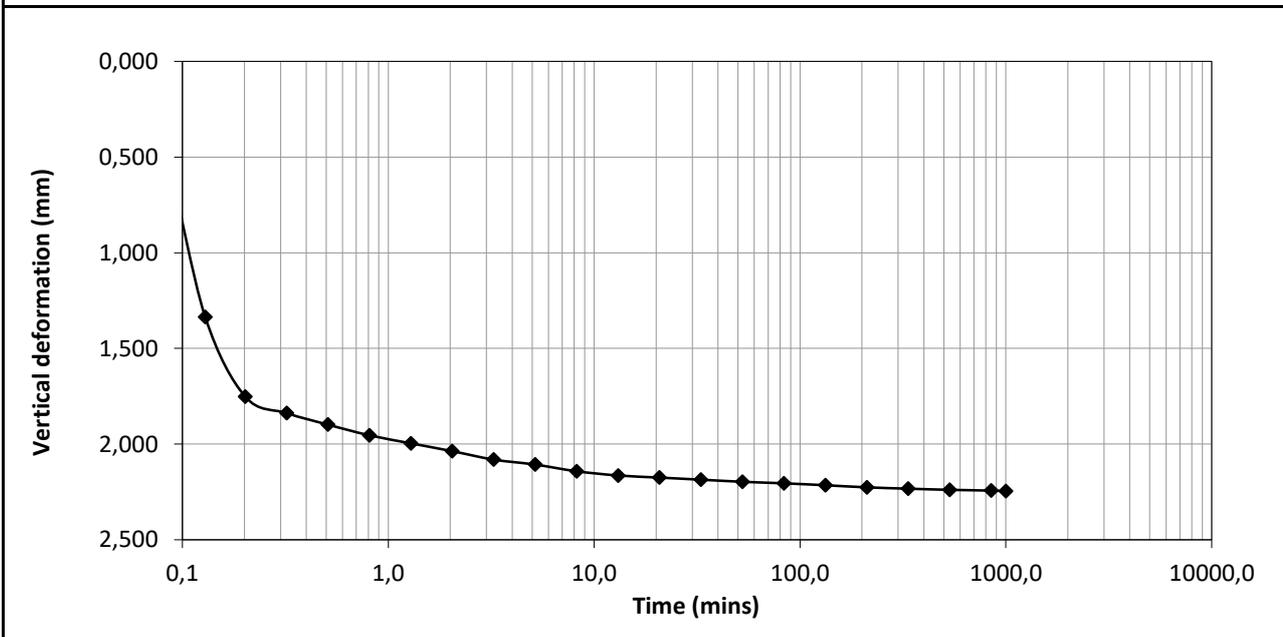
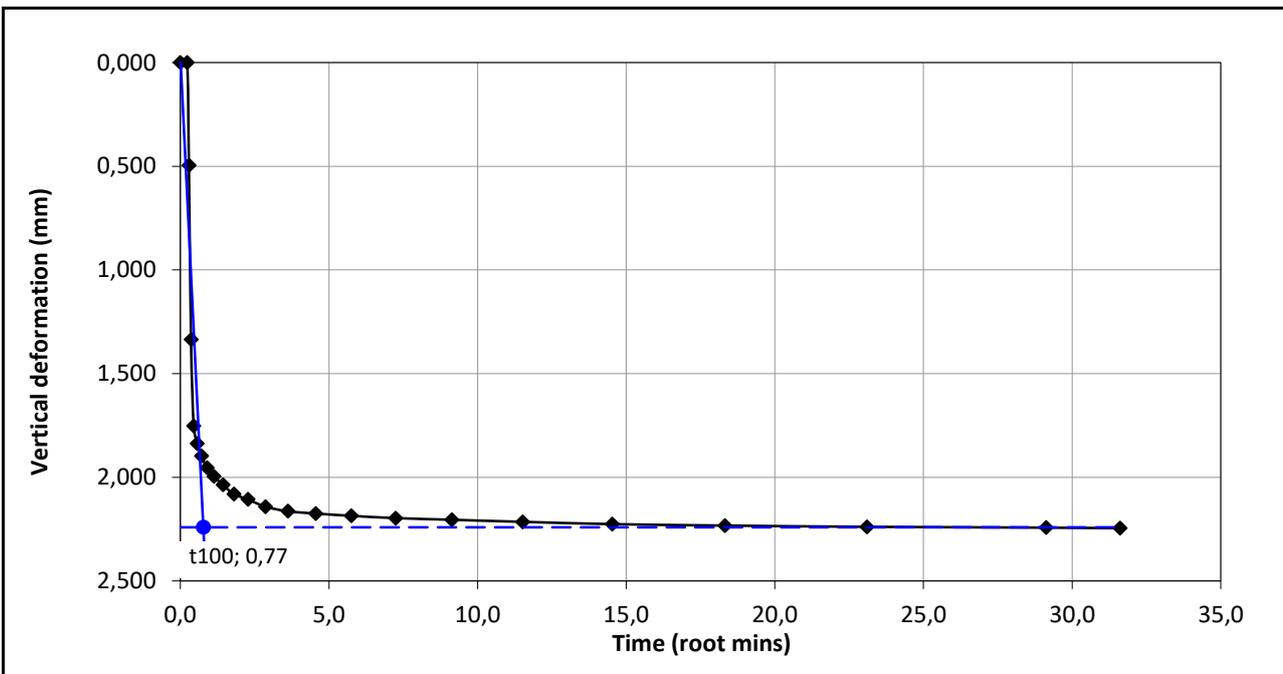


DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)  
 Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

**TEST DATA - CONSOLIDATION**

Project location	TECNA srl per TODS'		
Project reference	Castellare - Sieci (FI)	Sample depth (m)	5.00/5.50
Borehole number	2	Sample type	Undisturbed cohesive
Sample number	4	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 3** **Normal stress (kPa) 400**



Tested	Dr. Baggiani	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	19/05/2020	Date	22/05/2020	Date	25/05/2020



DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)  
 Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	TECNA srl per TODS'		
Project reference	Castellare - Sieci (FI)	Sample depth (m)	5.00/5.50
Borehole number	2	Sample type	Undisturbed cohesive
Sample number	4	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 3** **Normal stress (kPa) 400**

Recorded data				Calculated data			
Elapsed time (mins)	Vertical disp. (mm)	Horizontal disp. (mm)	Horizontal force (N)	Vertical deformation (mm)	Horizontal disp. (mm)	Horizontal force (N)	Shear stress (kPa)
0,02	0,000	0,00	0,0	0,000	0,00	0,0	0,0
10,00	0,008	-0,01	36,6	0,008	-0,01	36,6	10,2
20,00	0,011	-0,01	47,7	0,011	-0,01	47,7	13,3
30,00	0,014	0,03	115,5	0,014	0,03	115,5	32,1
40,00	0,015	0,08	186,8	0,015	0,08	186,8	51,9
50,00	0,029	0,16	258,0	0,029	0,16	258,0	71,7
60,00	0,043	0,23	304,9	0,043	0,23	304,9	84,7
70,00	0,044	0,31	340,1	0,044	0,31	340,1	94,5
80,00	0,065	0,40	371,1	0,065	0,40	371,1	103,1
90,00	0,080	0,49	399,5	0,080	0,49	399,5	111,0
100,00	0,098	0,59	426,0	0,098	0,59	426,0	118,3
110,00	0,118	0,66	452,3	0,118	0,66	452,3	125,6
120,00	0,131	0,77	473,4	0,131	0,77	473,4	131,5
130,00	0,148	0,85	493,6	0,148	0,85	493,6	137,1
140,00	0,160	0,95	512,9	0,160	0,95	512,9	142,5
150,00	0,172	1,02	530,2	0,172	1,02	530,2	147,3
160,00	0,184	1,12	546,9	0,184	1,12	546,9	151,9
170,00	0,192	1,21	563,5	0,192	1,21	563,5	156,5
180,00	0,201	1,32	578,6	0,201	1,32	578,6	160,7
190,00	0,214	1,41	595,0	0,214	1,41	595,0	165,3
200,00	0,225	1,51	608,1	0,225	1,51	608,1	168,9
210,00	0,241	1,60	622,3	0,241	1,60	622,3	172,9
220,00	0,254	1,68	634,2	0,254	1,68	634,2	176,2
230,00	0,269	1,78	645,9	0,269	1,78	645,9	179,4
240,00	0,284	1,86	658,8	0,284	1,86	658,8	183,0
250,00	0,299	1,96	671,0	0,299	1,96	671,0	186,4
260,00	0,324	2,05	681,8	0,324	2,05	681,8	189,4
270,00	0,327	2,17	693,8	0,327	2,17	693,8	192,7
280,00	0,338	2,27	706,2	0,338	2,27	706,2	196,2
290,00	0,350	2,35	715,2	0,350	2,35	715,2	198,7
300,00	0,362	2,43	725,1	0,362	2,43	725,1	201,4
310,00	0,380	2,53	735,6	0,380	2,53	735,6	204,3
320,00	0,382	2,63	747,8	0,382	2,63	747,8	207,7
330,00	0,387	2,73	757,6	0,387	2,73	757,6	210,4



DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)  
 Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	TECNA srl per TODS'		
Project reference	Castellare - Sieci (FI)	Sample depth (m)	5.00/5.50
Borehole number	2	Sample type	Undisturbed cohesive
Sample number	4	Specimen orientation	Vertical

<b>SPECIMEN 3</b>	<b>Normal stress (kPa)</b>	<b>400</b>
-------------------	----------------------------	------------

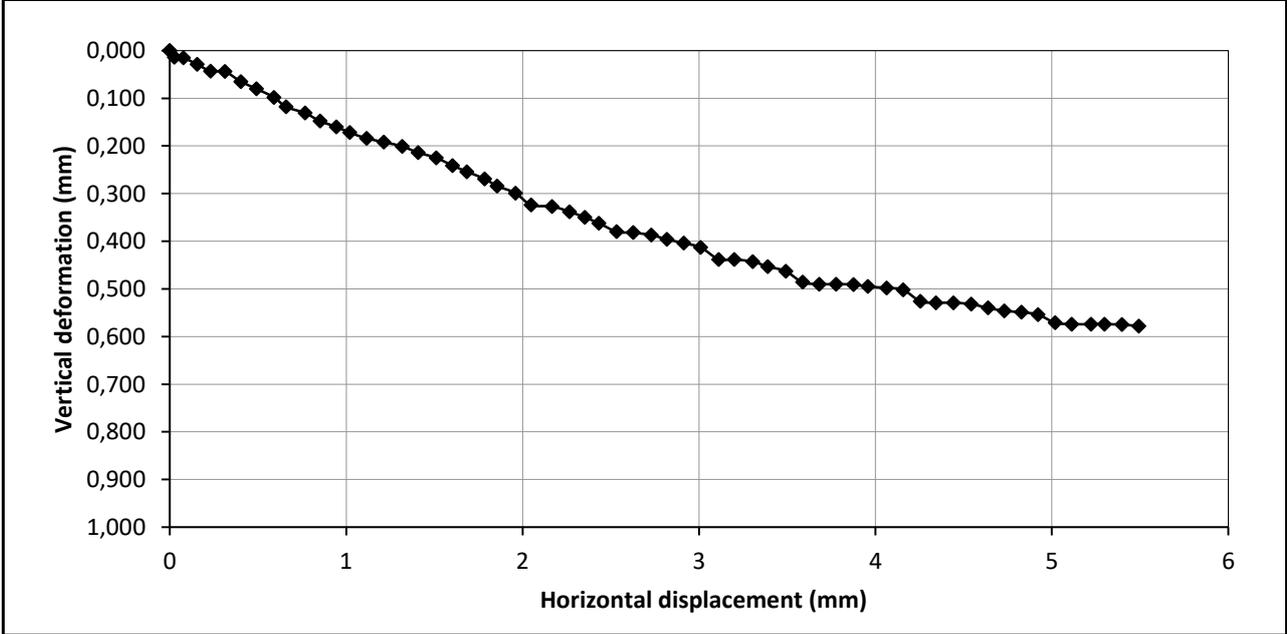
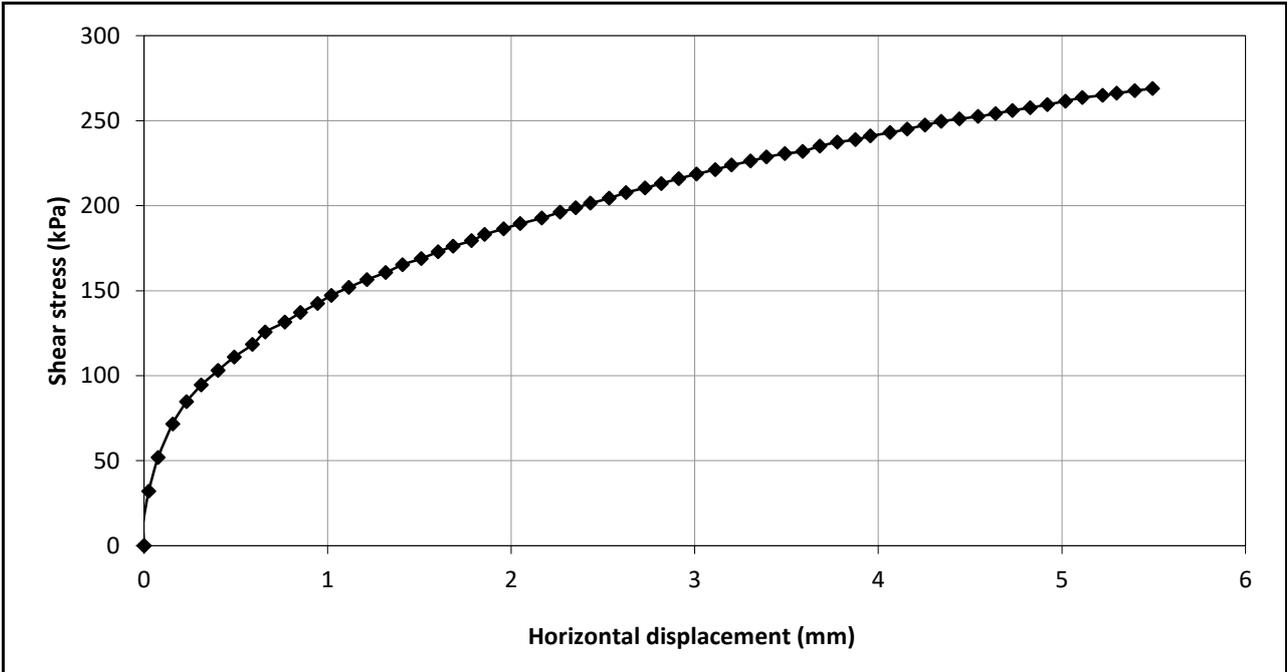
Recorded data				Calculated data			
Elapsed time (mins)	Vertical disp. (mm)	Horizontal disp. (mm)	Horizontal force (N)	Vertical deformation (mm)	Horizontal disp. (mm)	Horizontal force (N)	Shear stress (kPa)
340,00	0,396	2,82	767,0	0,396	2,82	767,0	213,1
350,00	0,404	2,91	777,2	0,404	2,91	777,2	215,9
360,00	0,413	3,01	787,0	0,413	3,01	787,0	218,6
370,00	0,438	3,11	796,4	0,438	3,11	796,4	221,2
380,00	0,438	3,20	805,8	0,438	3,20	805,8	223,8
390,00	0,443	3,30	814,4	0,443	3,30	814,4	226,2
400,00	0,453	3,39	822,9	0,453	3,39	822,9	228,6
410,00	0,463	3,49	830,0	0,463	3,49	830,0	230,6
420,00	0,486	3,59	835,1	0,486	3,59	835,1	232,0
430,00	0,490	3,68	846,1	0,490	3,68	846,1	235,0
440,00	0,490	3,78	854,4	0,490	3,78	854,4	237,3
450,00	0,491	3,88	859,8	0,491	3,88	859,8	238,8
460,00	0,495	3,96	867,5	0,495	3,96	867,5	241,0
470,00	0,498	4,06	874,6	0,498	4,06	874,6	242,9
480,00	0,502	4,16	882,3	0,502	4,16	882,3	245,1
490,00	0,526	4,25	890,7	0,526	4,25	890,7	247,4
500,00	0,529	4,34	898,2	0,529	4,34	898,2	249,5
510,00	0,529	4,44	903,9	0,529	4,44	903,9	251,1
520,00	0,532	4,54	908,8	0,532	4,54	908,8	252,4
530,00	0,540	4,64	915,1	0,540	4,64	915,1	254,2
540,00	0,546	4,73	921,7	0,546	4,73	921,7	256,0
550,00	0,549	4,83	927,4	0,549	4,83	927,4	257,6
560,00	0,554	4,92	934,2	0,554	4,92	934,2	259,5
570,00	0,571	5,02	941,4	0,571	5,02	941,4	261,5
580,00	0,574	5,11	949,0	0,574	5,11	949,0	263,6
590,00	0,574	5,22	953,4	0,574	5,22	953,4	264,8
600,00	0,574	5,30	958,1	0,574	5,30	958,1	266,1
610,00	0,575	5,40	963,3	0,575	5,40	963,3	267,6
620,01	0,578	5,49	968,2	0,578	5,49	968,2	268,9



DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)  
 Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)  
**TEST DATA - SHEARING**

Project location	TECNA srl per TODS'		
Project reference	Castellare - Sieci (FI)	Sample depth (m)	5.00/5.50
Borehole number	2	Sample type	Undisturbed cohesive
Sample number	4	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 3** **Normal stress (kPa) 400**



Tested	Dr. Baggiani	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	19/05/2020	Date	22/05/2020	Date	25/05/2020



#### PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO

Pag. 1 di 3

N.VERB.ACCETT.	493	Data ricevimento	11/05/20	Certificato n.	7968/2020	del 21/05/2020
		Data prelievo	-	Data inizio prova	12/05/2020	
		Data apertura	12/05/20	Data fine prova	15/05/2020	
COMMESSA	493	Sondaggio	S4	Provino	1	
COMMITTENTE	TECNA s.r.l.	Campione	C2	Profondità (m)	5,00-5,50	
CANTIERE	TODS' - Le Sieci (FI)					

Modalità di prova	Modello dinamico di riferimento	Fixed free
	Campo di deformazione esplorato (%)	$10^{-4}$ e $10^{-1}$
	Tipo di onda utilizzata	Sinusoidale
	Frequenza (Hz)	0,1

Dati generali di prova		Unità	Valori	
Condizioni inizio prova	Altezza del provino	Hi	mm	100,00
	Diametro del provino	Di	mm	50,00
	Volume del provino	Vi	cm <sup>3</sup>	196,35
	Peso umido del provino	P	g	410,06
	Contenuto naturale d'acqua	W <sub>i</sub>	%	15,6
	Peso specifico dei grani	G <sub>s</sub>	-	2,670
	Peso di volume umido	γ <sub>wi</sub>	kN/m <sup>3</sup>	20,48
	Peso di volume secco	γ <sub>wd</sub>	kN/m <sup>3</sup>	17,72
	Indice dei vuoti iniziale	e <sub>i</sub>	-	0,478
	Grado di saturazione iniziale	Sr	%	87,15
Condizioni di prova	Pressione di cella	σ <sub>c</sub>	kPa	410
	Back pressure	PU	kPa	300
	Pressione efficace	σ' <sub>c</sub>	kPa	110
	Coefficiente di Skempton	B	-	0,95
	Altezza a fine consolidazione	Hf	mm	99,39
	Diametro a fine consolidazione	Df	mm	49,62
	Peso di volume a fine consolidazione	γ <sub>wf</sub>	kN/m <sup>3</sup>	20,96
	Contenuto d'acqua finale	W <sub>f</sub>	%	17,3
	Indice dei vuoti finale	e <sub>f</sub>	-	0,465
	Grado di saturazione finale	Sr	%	99,33

Università degli Studi di Siena - CGT - Centro di GeoTecnologie - Laboratori Prove  
Via Bruxelles n. 10 -12, Zona Industriale Bomba - 52022 Cavriglia (AR)  
Tel. 055-0330342 - Fax. 055-9119439  
[www.geotecnologie.unisi.it](http://www.geotecnologie.unisi.it)



*[Handwritten signature]*

Tested : Dott. Roberto Bracaglia

Checked : Dott.ssa Sfalanga

Approved : Prof. Carmignani



#### PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO

N.VERB.ACCELT.	493	Data ricevimento	11/05/20	Certificato n.	7968/2020	del 21/05/2020
		Data prelievo	-	Data inizio prova	12/05/2020	
		Data apertura	12/05/20	Data fine prova	15/05/2020	
COMMESSA	493	Sondaggio	S4	Provino	1	
COMMITTENTE	TECNA s.r.l.	Campione	C2	Profondità (m)	5,00-5,50	
CANTIERE	TODS' - Le Sieci (FI)					

Valori misurati				Valori normalizzati		Numero di cicli
$\gamma_{sa}$	G	D	U	G/Gmax	$\Delta U/\sigma'_c$	
%	MPa	%	kPa	-	-	-
0,00010	88,07	1,45	300,00	1,000	0,000	10
0,00020	89,15	1,64	300,00	1,012	0,000	10
0,00050	86,43	1,73	300,00	0,981	0,000	10
0,00075	86,56	1,47	300,00	0,983	0,000	10
0,00100	86,02	1,73	300,00	0,977	0,000	10
0,00150	85,27	1,62	300,00	0,968	0,000	10
0,00200	84,28	1,74	300,00	0,957	0,000	10
0,00255	83,13	1,76	300,00	0,944	0,000	10
0,00400	79,54	2,36	300,00	0,903	0,000	25
0,00550	75,88	2,80	300,00	0,862	0,000	25
0,00930	68,55	3,96	300,50	0,778	0,005	25
0,01395	61,05	5,11	301,80	0,693	0,016	25
0,01995	53,38	6,44	304,20	0,606	0,038	25
0,02800	45,95	7,83	307,80	0,522	0,071	25
0,03840	38,87	9,16	312,90	0,441	0,117	25
0,05250	34,17	10,59	320,50	0,388	0,186	25
0,07390	25,99	12,08	327,90	0,295	0,254	25
0,10700	19,98	13,87	337,50	0,227	0,341	25

LEGENDA			
$\gamma_{sa}$	Def di taglio in singola ampiezza	U	Pore pressure
G	Modulo di taglio	G/Gmax	Modulo di taglio normalizzato
D	Rapporto di smorzamento di taglio	$\Delta U/\sigma'_c$	Rapporto pressione interstiziale

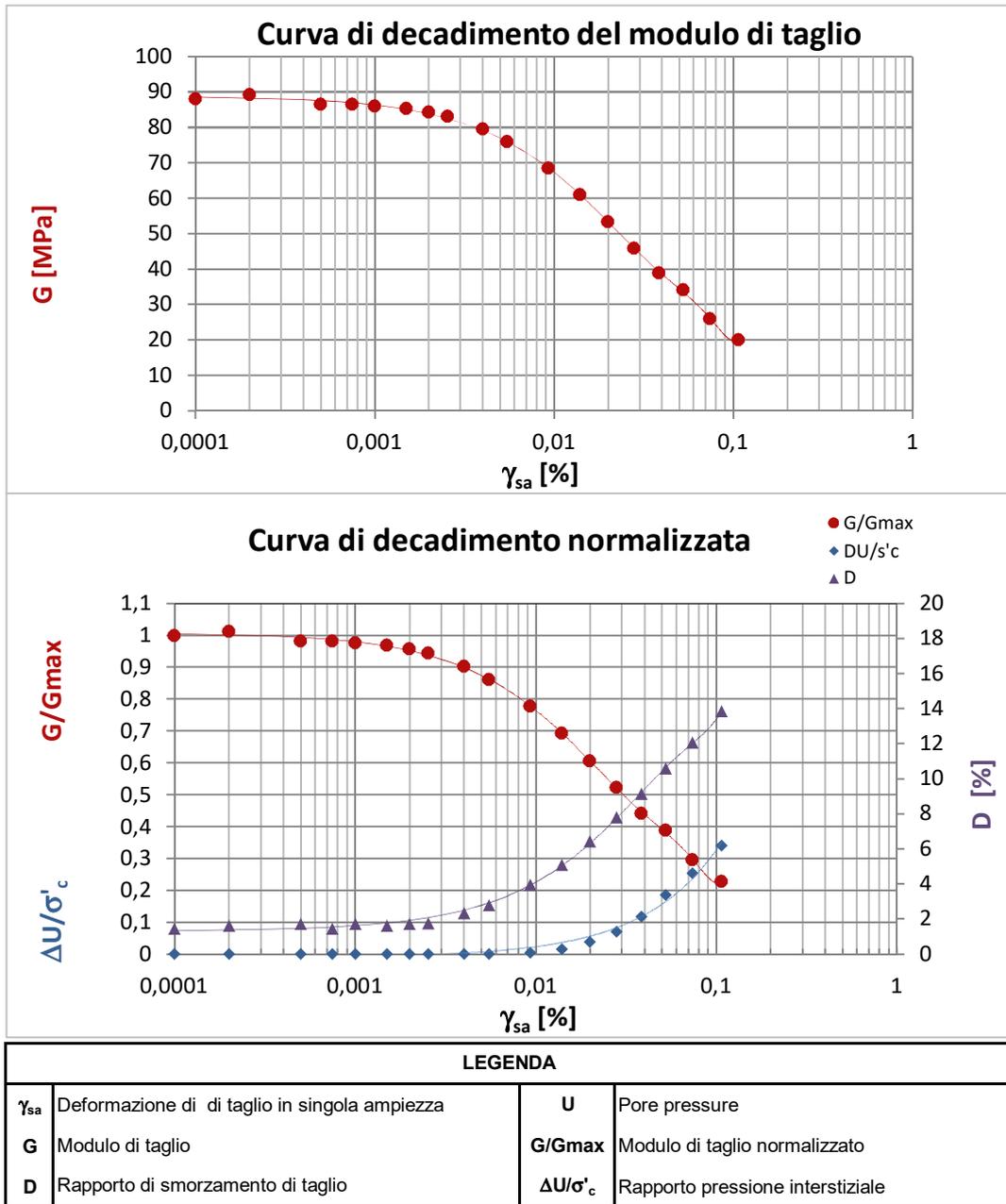


*Prof. Carmignani*



**PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO**

N.VERB.ACCETT.	493	Data ricevimento	11/05/20	Certificato n.	7968/2020	del 21/05/2020
		Data prelievo	-	Data inizio prova	12/05/2020	
		Data apertura	12/05/20	Data fine prova	15/05/2020	
COMMESSA	493	Sondaggio	S4	Provino	1	
COMMITTENTE	TECNA s.r.l.	Campione	C2	Profondità (m)	5,00-5,50	
CANTIERE	TODS' - Le Sieci (FI)					

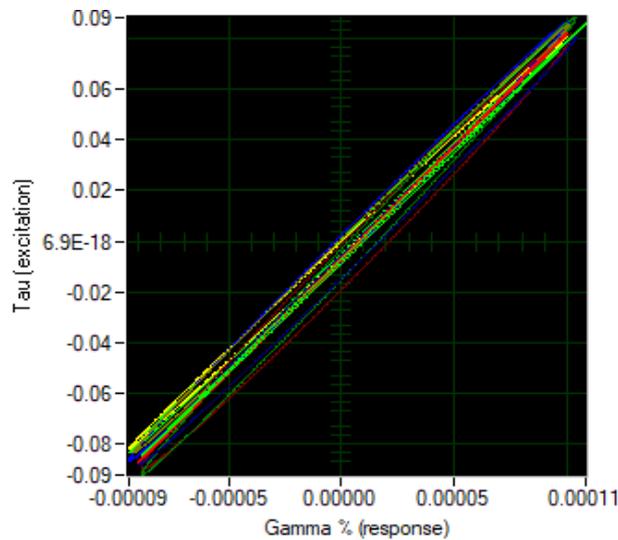


*Handwritten signature*

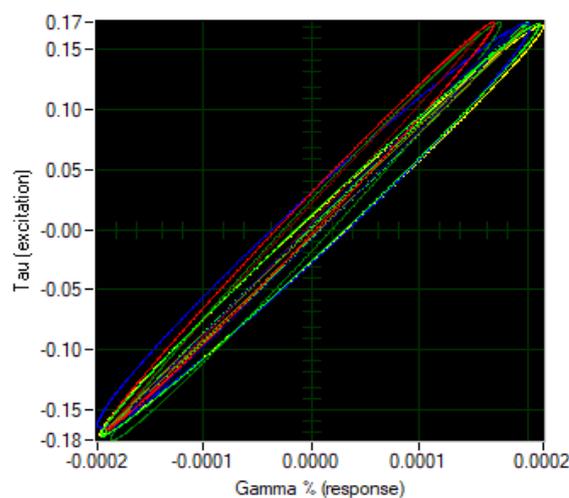


**PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO**

N.VERB.ACCETT.	493	Data ricevimento	12/05/20	Certificato n.	7968/20	del	21/05/2020
		Data prelievo	-	Data inizio prova	12/05/20		
		Data apertura	12/05/20	Data fine prova	15/05/20		
COMMESSA	493	Sondaggio	S4	Provino	1		
COMMITTENTE	TECNA s.r.l.	Campione	C2	Profondità (m)	5,00-5,50		
CANTIERE	TODS' - Le Sieci (Fi)						



STEP N°1

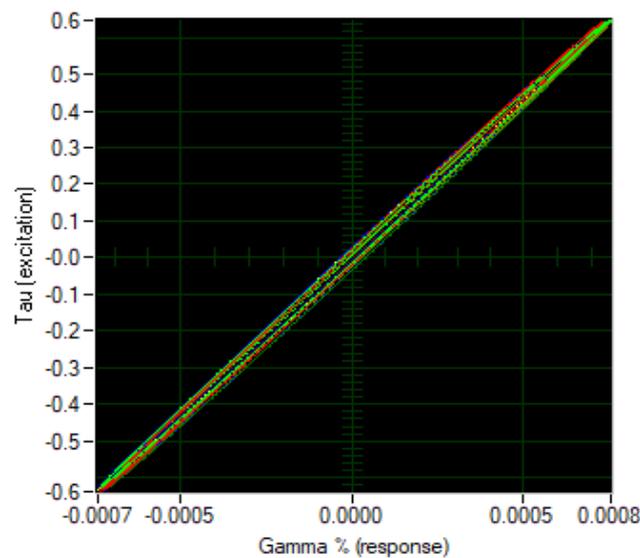
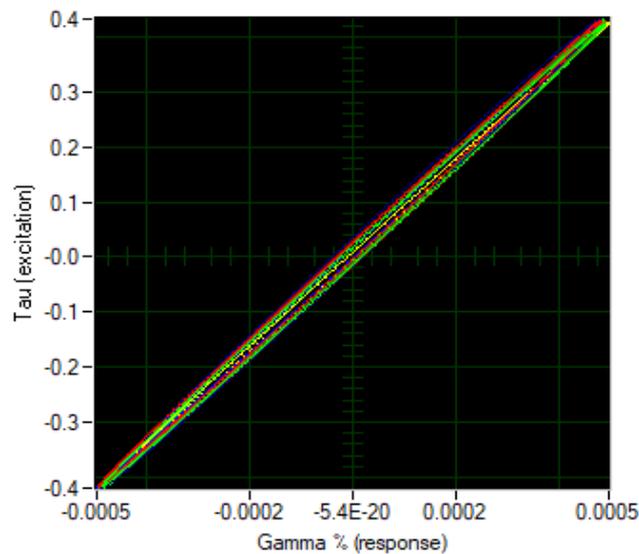


STEP N°2



**PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO**

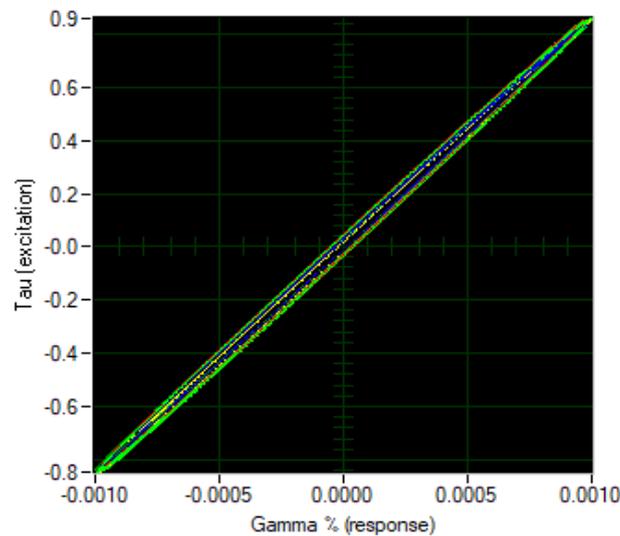
N.VERB.ACCELT.	493	Data ricevimento	12/05/20	Certificato n.	7968/20	del	21/05/2020
		Data prelievo	-	Data inizio prova	12/05/20		
		Data apertura	12/05/20	Data fine prova	15/05/20		
COMMESSA	493	Sondaggio	S4	Provino	1		
COMMITTENTE	TECNA s.r.l.	Campione	C2	Profondità (m)	5,00-5,50		
CANTIERE	TODS' - Le Sieci (Fi)						



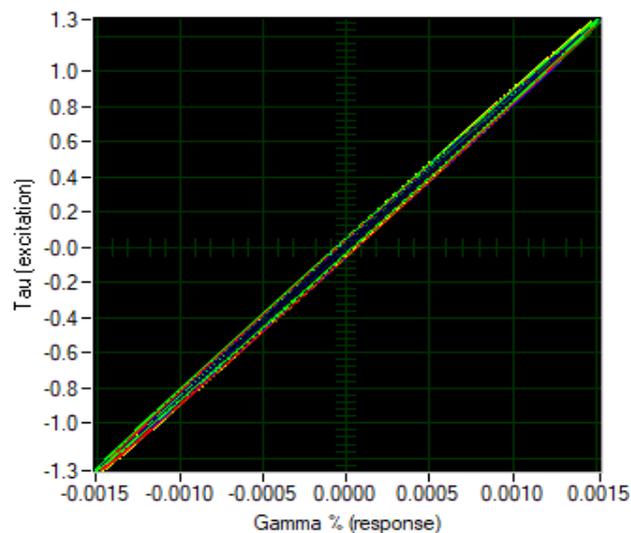


**PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO**

N.VERB.ACCETT.	493	Data ricevimento	12/05/20	Certificato n.	7968/20	del	21/05/2020
		Data prelievo	-	Data inizio prova	12/05/20		
		Data apertura	12/05/20	Data fine prova	15/05/20		
COMMESSA	493	Sondaggio	S4	Provino	1		
COMMITTENTE	TECNA s.r.l.	Campione	C2	Profondità (m)	5,00-5,50		
CANTIERE	TODS' - Le Sieci (Fi)						



STEP N°5

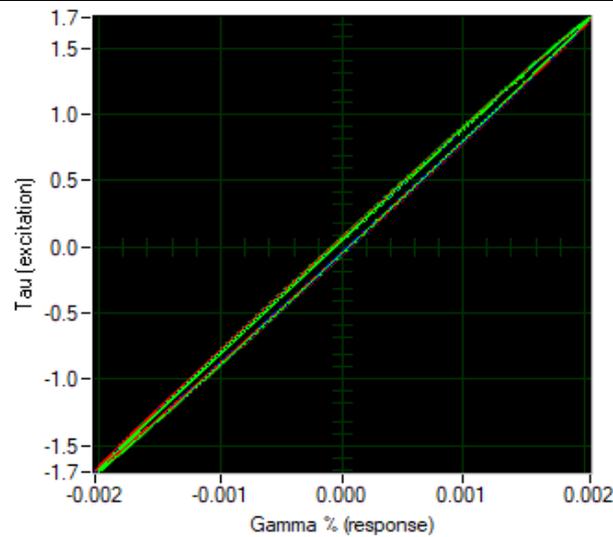


STEP N°6

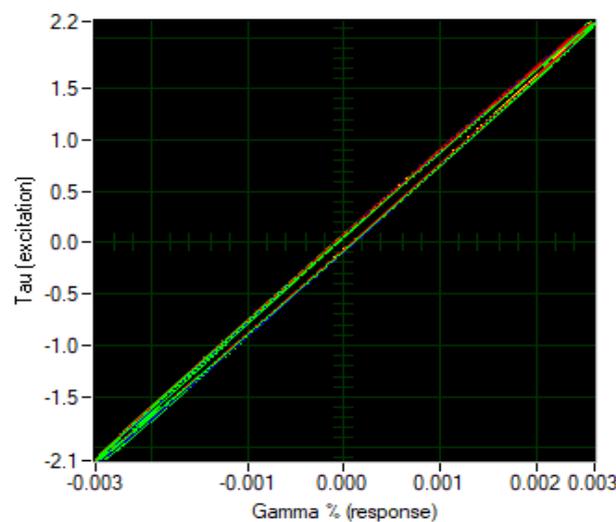


**PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO**

N.VERB.ACCETT.	493	Data ricevimento	12/05/20	Certificato n.	7968/20	del	21/05/2020
		Data prelievo	-	Data inizio prova	12/05/20		
		Data apertura	12/05/20	Data fine prova	15/05/20		
COMMESSA	493	Sondaggio	S4	Provino	1		
COMMITTENTE	TECNA s.r.l.	Campione	C2	Profondità (m)	5,00-5,50		
CANTIERE	TODS' - Le Sieci (Fi)						



STEP N°7

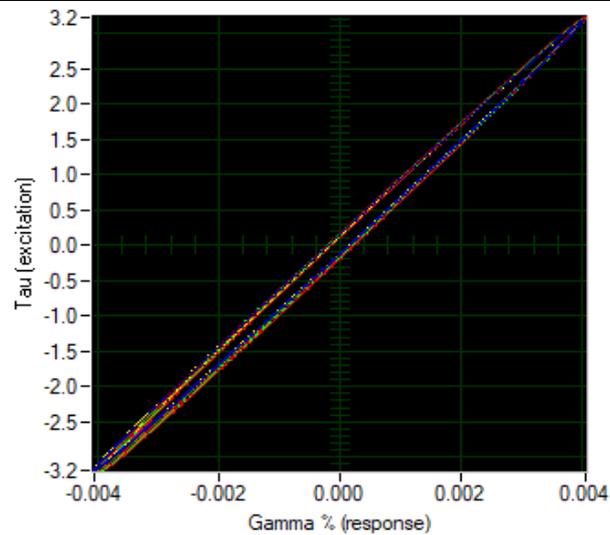


STEP N°8

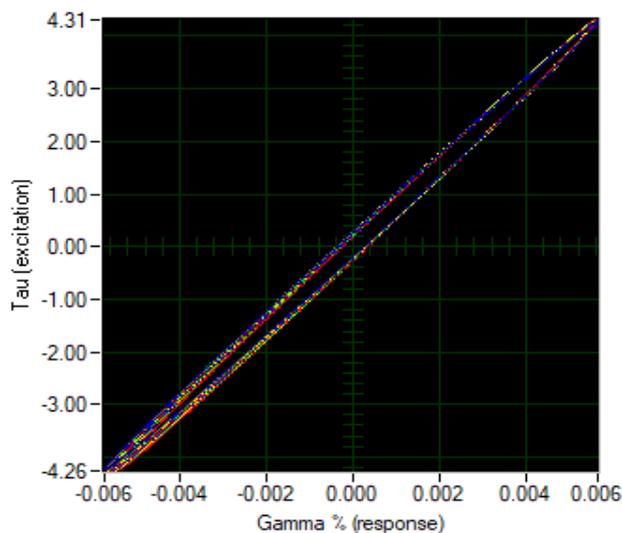


**PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO**

N.VERB.ACCETT.	493	Data ricevimento	12/05/20	Certificato n.	7968/20	del	21/05/2020
		Data prelievo	-	Data inizio prova	12/05/20		
		Data apertura	12/05/20	Data fine prova	15/05/20		
COMMESSA	493	Sondaggio	S4	Provino	1		
COMMITTENTE	TECNA s.r.l.	Campione	C2	Profondità (m)	5,00-5,50		
CANTIERE	TODS' - Le Sieci (Fi)						



STEP N° 9

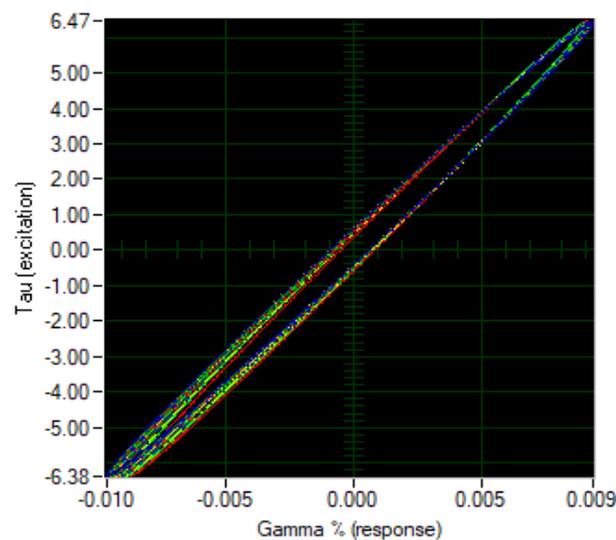


STEP N° 10

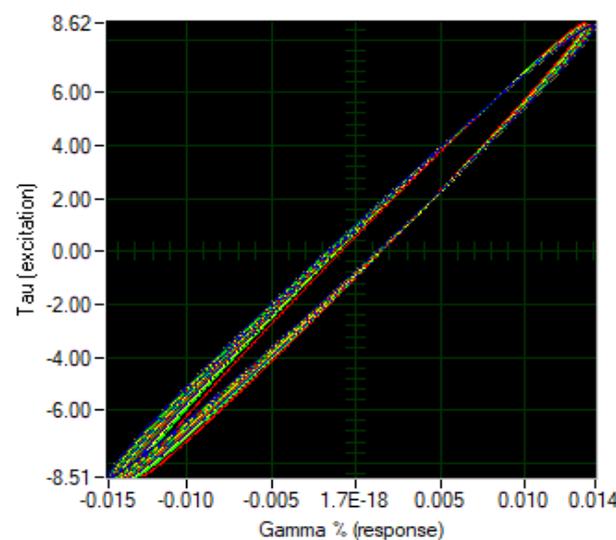


**PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO**

N.VERB.ACCETT.	493	Data ricevimento	12/05/20	Certificato n.	7968/20	del	21/05/2020
		Data prelievo	-	Data inizio prova	12/05/20		
		Data apertura	12/05/20	Data fine prova	15/05/20		
COMMESSA	493	Sondaggio	S4	Provino	1		
COMMITTENTE	TECNA s.r.l.	Campione	C2	Profondità (m)	5,00-5,50		
CANTIERE	TODS' - Le Sieci (Fi)						



STEP N°11

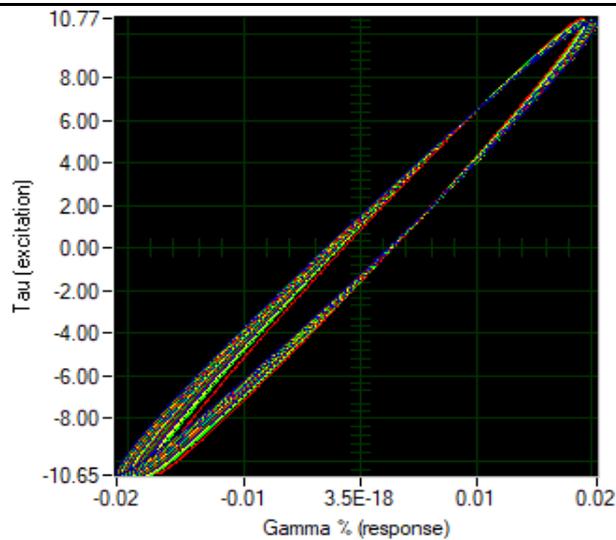


STEP N° 12

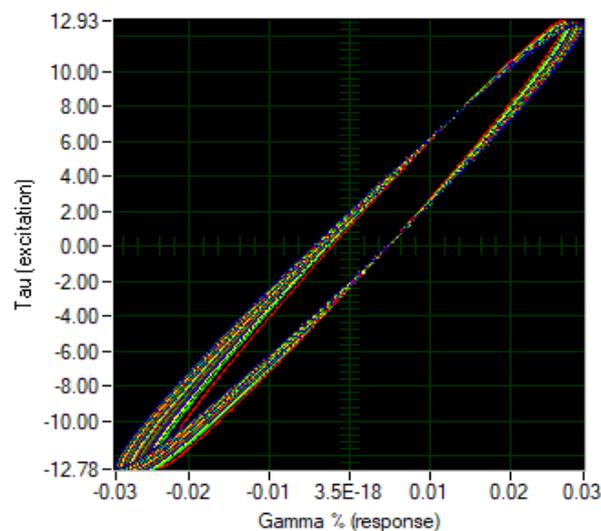


**PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO**

N.VERB.ACCETT.	493	Data ricevimento	12/05/20	Certificato n.	7968/20	del	21/05/2020
		Data prelievo	-	Data inizio prova	12/05/20		
		Data apertura	12/05/20	Data fine prova	15/05/20		
COMMESSA	493	Sondaggio	S4	Provino	1		
COMMITTENTE	TECNA s.r.l.	Campione	C2	Profondità (m)	5,00-5,50		
CANTIERE	TODS' - Le Sieci (Fi)						



STEP N° 13

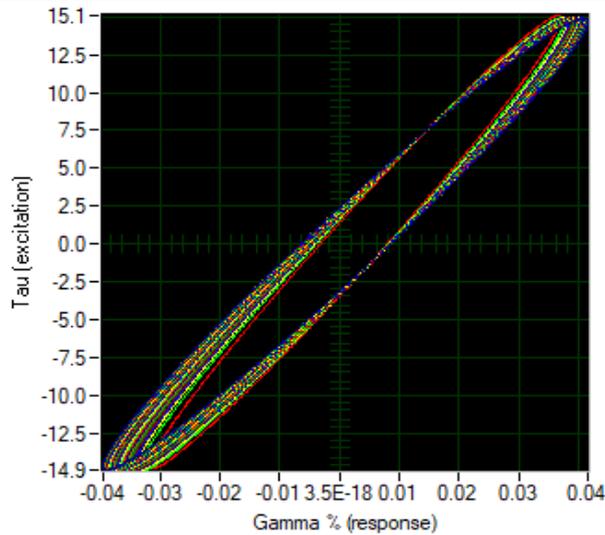


STEP N° 14

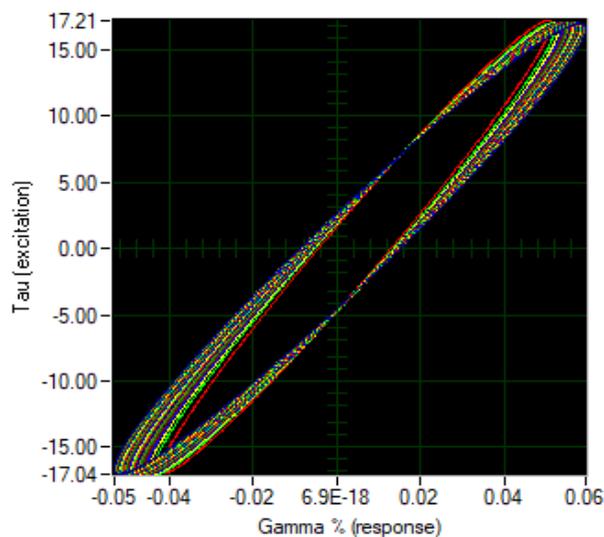


**PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO**

N.VERB.ACCETT.	493	Data ricevimento	12/05/20	Certificato n.	7968/20	del	21/05/2020
		Data prelievo	-	Data inizio prova	12/05/20		
		Data apertura	12/05/20	Data fine prova	15/05/20		
COMMESSA	493	Sondaggio	S4	Provino	1		
COMMITTENTE	TECNA s.r.l.	Campione	C2	Profondità (m)	5,00-5,50		
CANTIERE	TODS' - Le Sieci (Fi)						



STEP N° 15

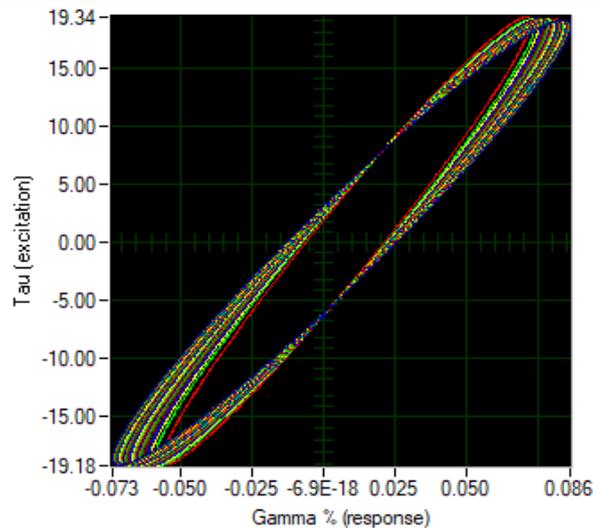


STEP N° 16

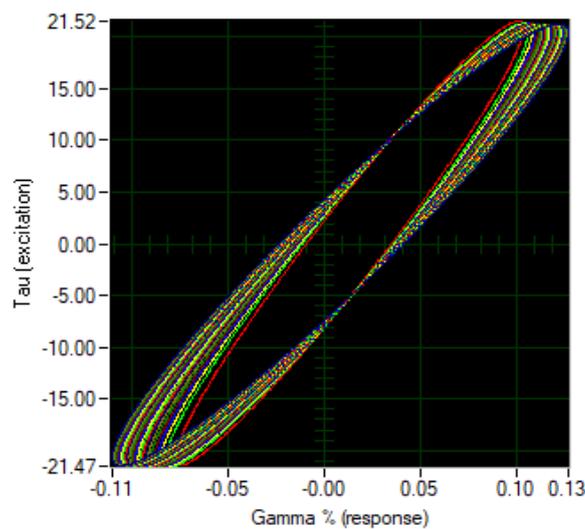


**PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO**

N.VERB.ACCETT.	493	Data ricevimento	12/05/20	Certificato n.	7968/20	del	21/05/2020
		Data prelievo	-	Data inizio prova	12/05/20		
		Data apertura	12/05/20	Data fine prova	15/05/20		
COMMESSA	493	Sondaggio	S4	Provino	1		
COMMITTENTE	TECNA s.r.l.	Campione	C2	Profondità (m)	5,00-5,50		
CANTIERE	TODS' - Le Sieci (Fi)						



STEP N° 17



STEP N° 18



PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA AD INCREMENTO DI CARICO

Eseguita secondo la Norma ASTM D 2435 (Metodo B)

**RAPPORTO DI PROVA**

Cantiere	TECNA srl per TODS'		
Progetto	Castellare - Sieci (FI)	Numero Campione	2
Numero Sondaggio	4	Profondità prelievo (m)	5.00/5.50
Descrizione provino			
Metodo preparazione	Trimming mediante tornietto		
Peso spec. dei grani	2.67 (Determinato in conformità con ASTM D 854)		
Condizioni di prova	Contenuto d'acqua		

Pressione di sovraconsolidazione (kPa)	
Carico di rigonfiamento (kPa)	N/A
Variazione altezza provino prima del primo gradino (mm)	

CONDIZIONI INIZIALI	
Altezza (mm)	20,00
Diametro (mm)	50,00
Contenuto d'acqua ottenuto da trimming (%)	19,4
Contenuto d'acqua misura diretta (%)	19,7
Densità secca (Mg/m <sup>3</sup> )	1,67
Peso secco unitario (kN/m <sup>3</sup> )	16,4
Indice dei vuoti	0,598
Grado di saturazione (%)	88

CONDIZIONI FINALI	
Contenuto d'acqua (%)	17,1
Densità secca (Mg/m <sup>3</sup> )	1,83
Peso secco unitario (kN/m <sup>3</sup> )	18,0
Indice dei vuoti	0,457
Grado di saturazione (%)	100

Commenti / variazioni delle procedure::	
Data inizio prova: 06/03/2020	
Data fine prova: 22/03/2020	
Strumento utilizzato: Edometro 4	
Data Certificato: 26/05/2020	
Certificato N. 7975/2020	
Il presente verbale è costituito da 8 pagine	
	



PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA AD INCREMENTO DI CARICO

Eseguita secondo la Norma ASTM D 2435 (Metodo B)

**RAPPORTO DI PROVA**

Cantiere	TECNA srl per TODS'		
Progetto	Castellare - Sieci (FI)	Numero Campione	2
Numero Sondaggio	4	Profondità prelievo (m)	5.00/5.50

Metodo di misura				Log of time method		
Fase di carico	Durata gradino di carico	Altezza a fine gradino	Altezza a fine consolidazione primaria	Coefficiente di consolidazione	$m_v$	$1/m_v$
(kPa)	(hh:mm)	(mm)	(mm)	$c_v$ (mm <sup>2</sup> /sec)	(m <sup>2</sup> /MN)	(MN/m <sup>2</sup> )
0 - 25	69:28	19,88	19,86	3,03E-02	0,234	4,274
25 - 50	23:44	19,75	19,79	3,13E-01	0,266	3,766
50 - 100	24:27	19,56	19,57	3,24E-01	0,195	5,117
100 - 200	29:13	19,29	19,38	8,78E-01	0,137	7,325
200 - 400	24:04	18,97	19,02	1,11E+00	0,083	12,057
400 - 800	35:43	18,63	-	-	0,045	22,451
800 - 1600	24:16	18,09	-	-	0,036	27,656
1600 - 800	23:54	18,13	-	-	-	-
800 - 400	24:02	18,16	-	-	-	-
400 - 200	24:03	18,19	-	-	-	-
200 - 100	42:27	18,23	-	-	-	-

$m_v$  Coeff. di compressibilità volumetrica

$1/m_v$  Modulo edometrico

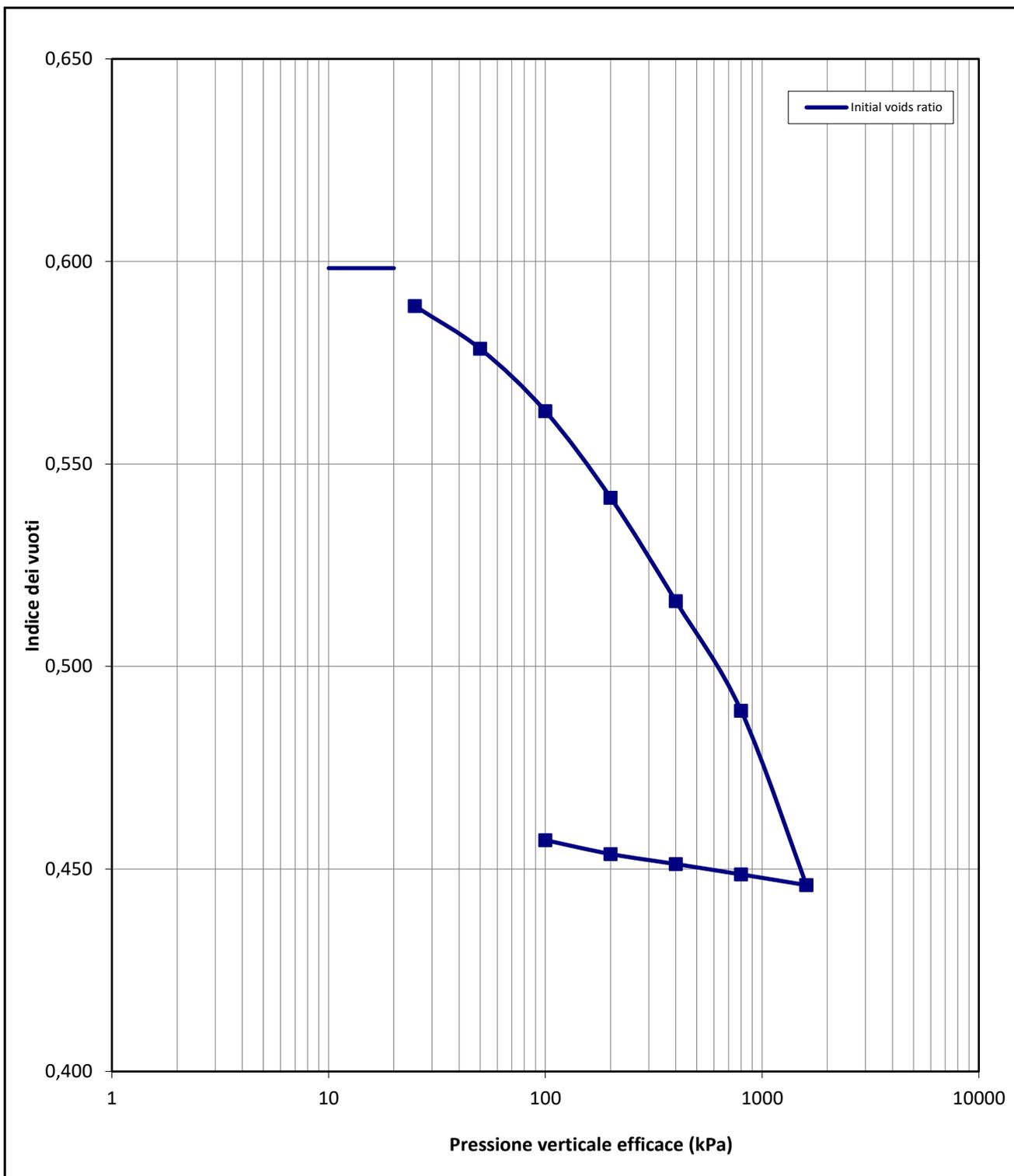


PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA AD INCREMENTO DI CARICO

Eseguita secondo la Norma ASTM D 2435 (Metodo B)

**RAPPORTO DI PROVA**

Cantiere	TECNA srl per TODS'	Numero Campione	2
Progetto	Castellare - Sieci (FI)	Profondità prelievo (m)	5.00/5.50
Numero Sondaggio	4		



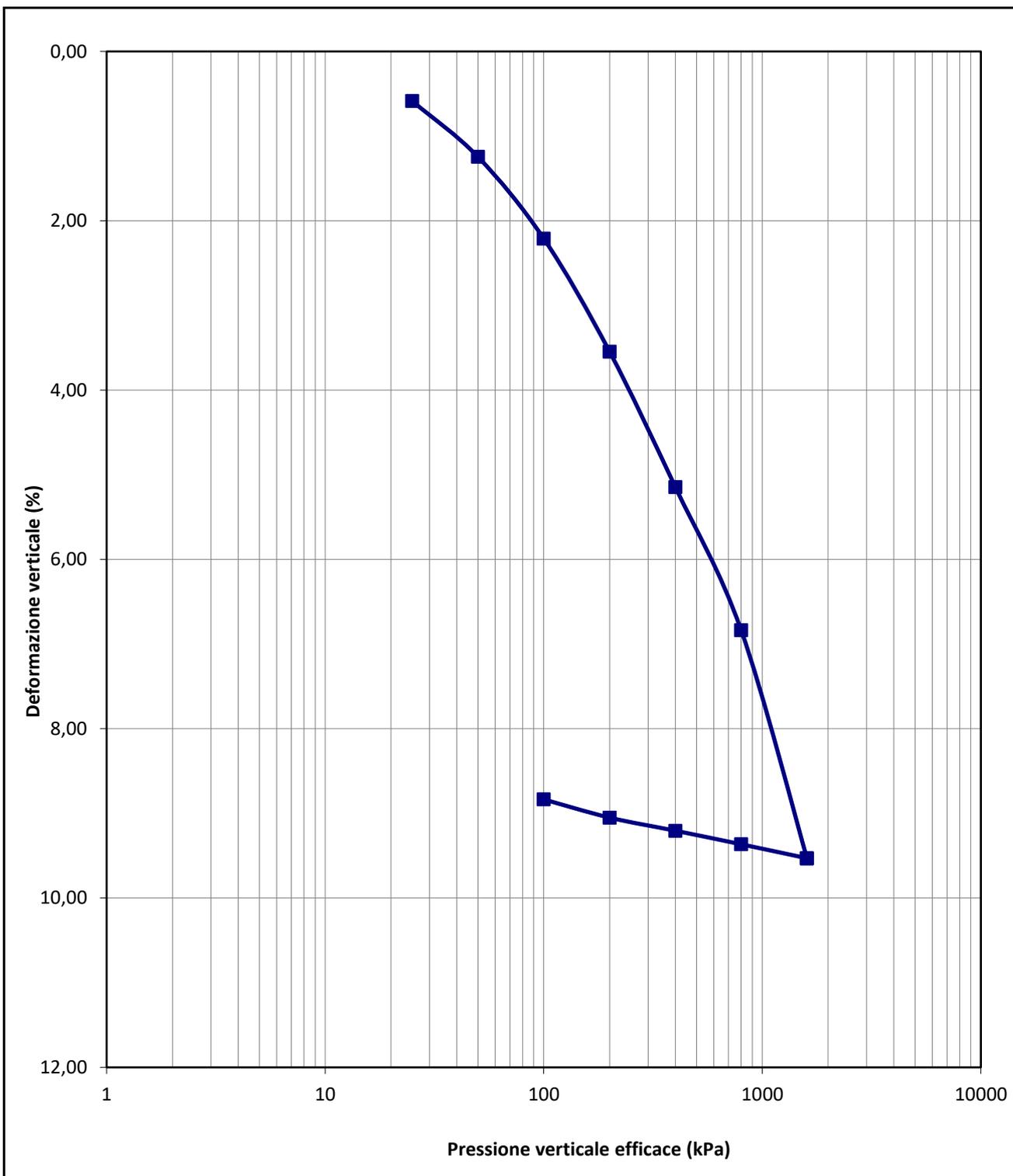


PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA AD INCREMENTO DI CARICO

Eseguita secondo la Norma ASTM D 2435 (Metodo B)

**RAPPORTO DI PROVA**

Cantiere	TECNA srl per TODS'	Numero Campione	2
Progetto	Castellare - Sieci (FI)	Profondità prelievo (m)	5.00/5.50
Numero Sondaggio	4		



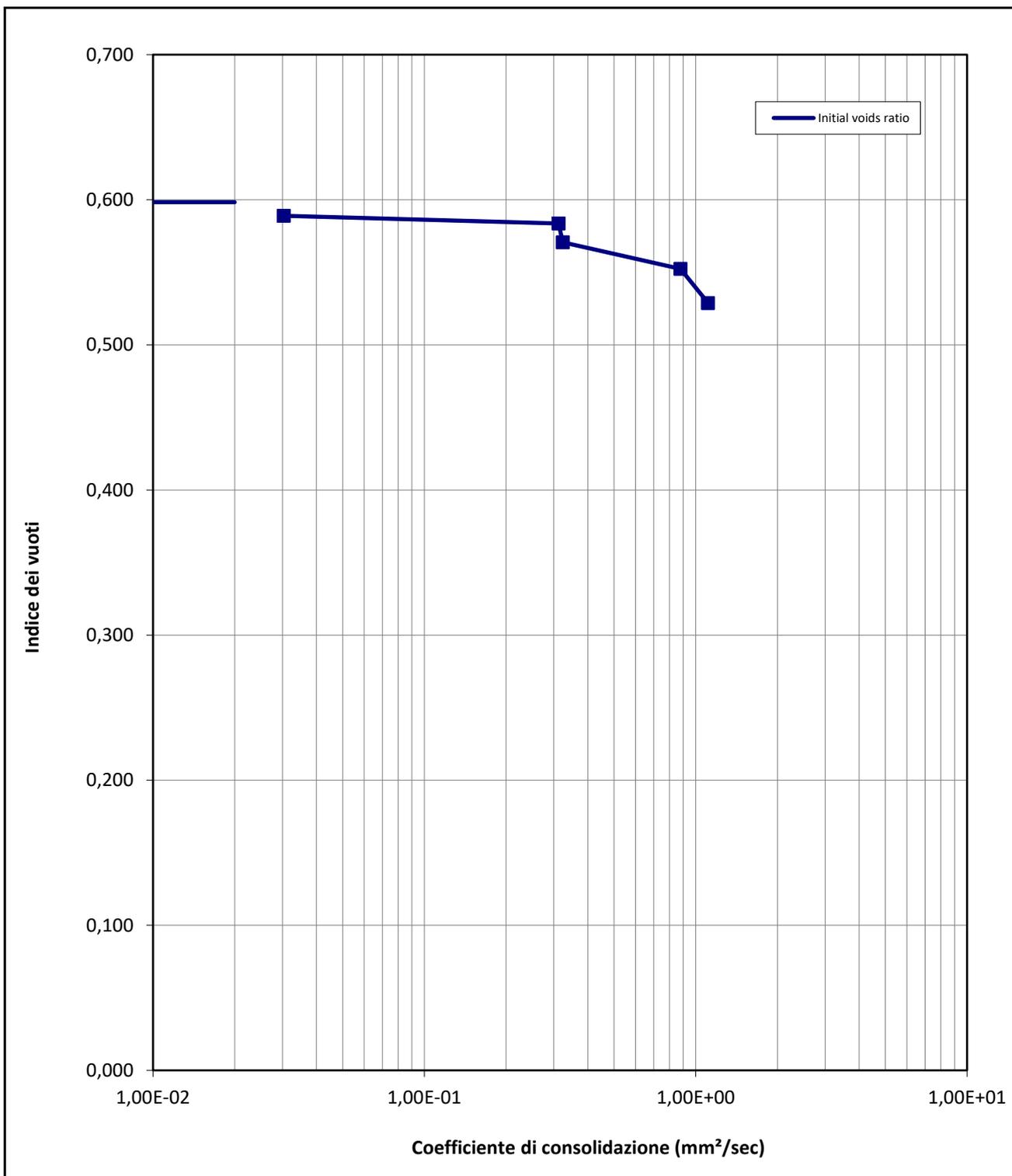


PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA AD INCREMENTO DI CARICO

Eseguita secondo la Norma ASTM D 2435 (Metodo B)

RAPPORTO DI PROVA

Cantiere	TECNA srl per TODS'	Numero Campione	2
Progetto	Castellare - Sieci (FI)	Profondità prelievo (nr	5.00/5.50
Numero Sondaggio	4		



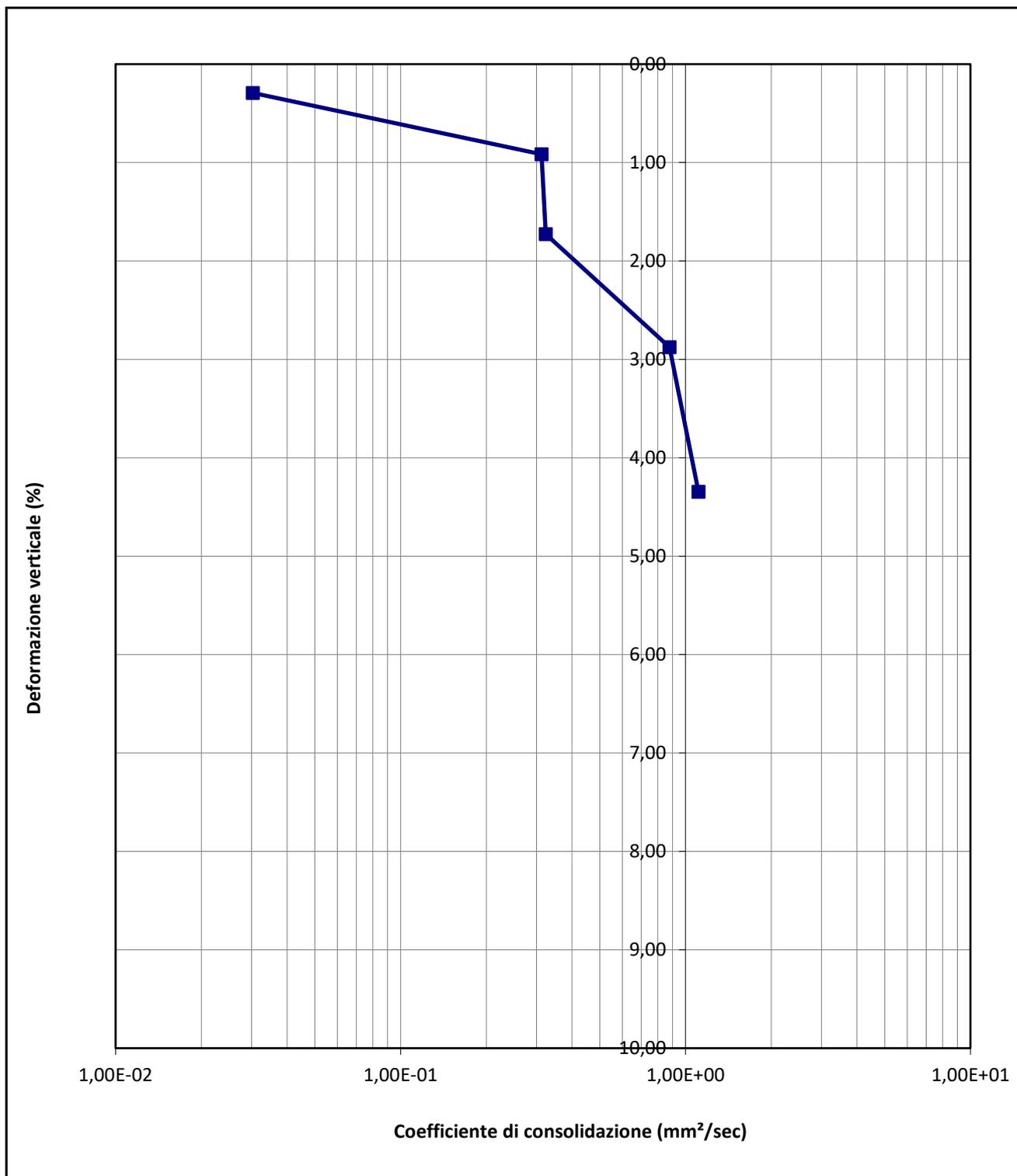


PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA AD INCREMENTO DI CARICO

Eseguita secondo la Norma ASTM D 2435 (Metodo B)

**RAPPORTO DI PROVA**

Cantiere	TECNA srl per TODS'	Numero Campione	2
Progetto	Castellare - Sieci (FI)	Profondità prelievo (m)	5.00/5.50
Numero Sondaggio	4		



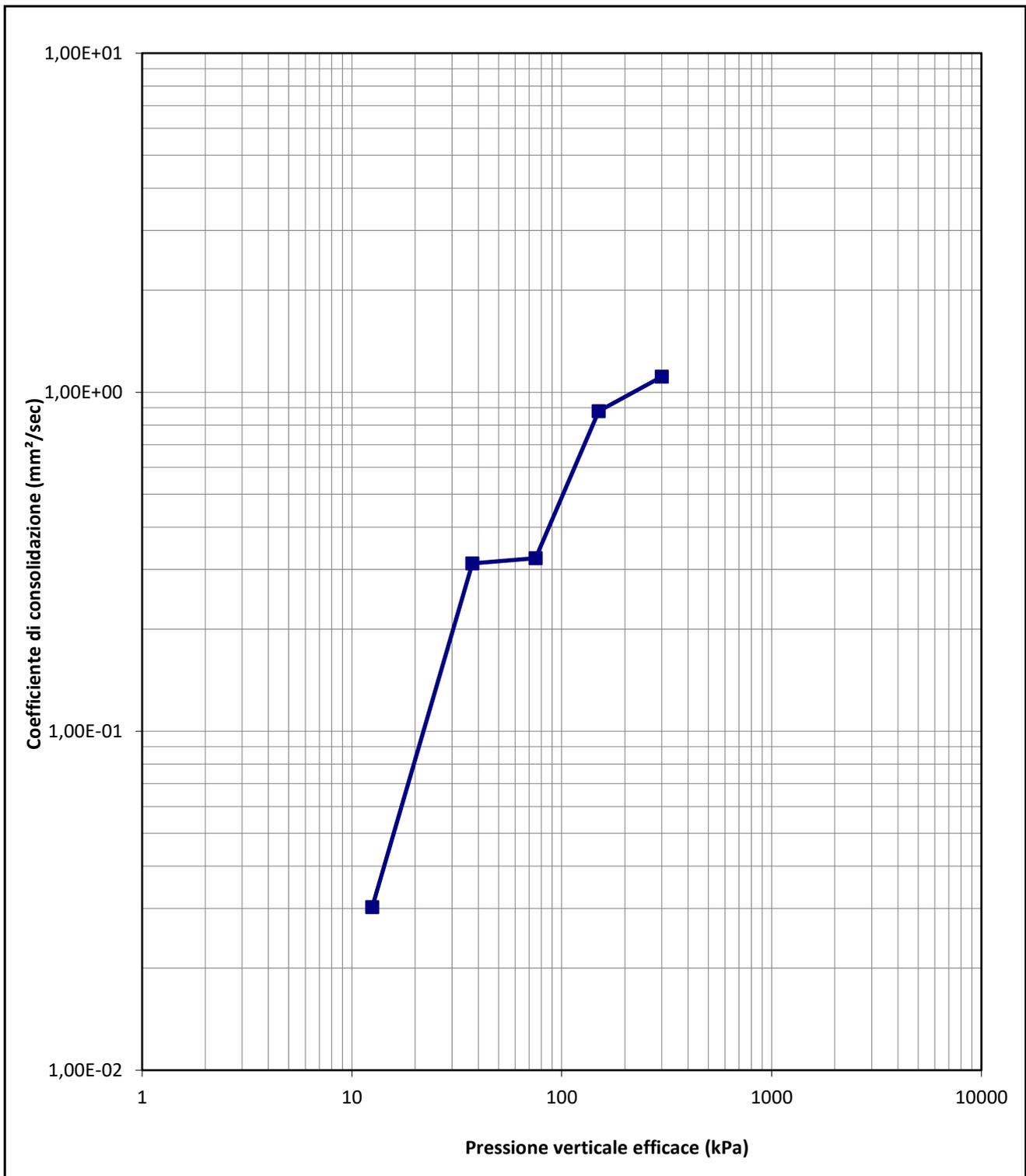


PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA AD INCREMENTO DI CARICO

Eseguita secondo la Norma ASTM D 2435 (Metodo B)

RAPPORTO DI PROVA

Cantiere	TECNA srl per TODS'	Numero Campione	2
Progetto	Castellare - Sieci (FI)	Profondità prelievo (m)	5.00/5.50
Numero Sondaggio	4		





PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA AD INCREMENTO DI CARICO

Eseguita secondo la Norma ASTM D 2435

**MODULO EDOMETRICO**

Cantiere	TECNA srl per TODS'	Numero Campione	2
Progetto	Castellare - Sieci (FI)	Profondità prelievo (n° 5.00/5.50)	
Numero Sondaggio	4		

