

*PROPOSTA DI VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO
DEL COMUNE DI FIRENZUOLA PER AREA DI COMPLETAMENTO D2*



COMUNE DI FIRENZUOLA (FI)

RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITA'

Committente: GALEOTTI PIUME SRL

Firenze, Gennaio 2023

*Dott. Geol. Francesco Baccianti
Ordine Geologi Toscana n. 1059*



INDICE

1. PREMESSA	3
2. CARATTERI GEOLOGICI GENERALI	3
2.1 Forme del terreno e processi geomorfici	3
2.2 Storia Geologica del Terreno	4
2.3 Unità geologiche e litologiche	4
2.4 Idrogeologia	4
3. RISCHIO IDRAULICO E IDROGEOLOGICO	5
3.1 PIT – Piano di Indirizzo Territoriale	5
3.2 Pericolosità P.S.A.I – Piano Stralcio Assetto Idrogeologico	5
3.3 PGRA – Piano Gestione rischio alluvioni	5
4. CLASSI DI PERICOLOSITA'	5
4.1 Geologica	5
4.2 Sismica	6
4.3 Idraulica	6
5. DEFINIZIONE DELLA FATTIBILITÀ	6
6. INDAGINI GEOGNOSTICHE	8
6.1 Sondaggio geognostico	8
6.2 Prove SPT fondo foro	8
6.3 Pocket penetrometer	9
6.4 Analisi di laboratorio	9
6.5 Indagine sismica a rifrazione e Masw	9
6.6 Prove Penetrometriche DPSH	10
7. RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO E PARAMETRI FISICO-MECCANICI DEI TERRENI – CARATTERISTICHE SISMICHE DEI TERRENI	10

TAVOLE

Tav. 1 – Corografia scala 1:10.000

Tav. 2 – Carta Geomorfologica scala 1:10.000

Tav. 3 – Carta Geologica scala 1:10.000

Tav. 4 – Carta Pericolosità Geologica scala 1:10.000

Tav. 5 – Carta MOPS scala 1:10.000

Tav. 6 – Carta Microzonazione sismica FAMAX scala 1:10.000

Tav. 7 – Carta Pericolosità Sismica scala 1:10.000

Tav. 8 – Carta Pericolosità Idraulica 1:10.000

Tav. 9 – Sezione litostratigrafica scala 1:200

ALLEGATI

STRATIGRAFIA SONDAGGIO

PROVE DI LABORATORIO

INDAGINI SISMICHE

1. PREMESSA

La presente relazione, redatta su incarico della proprietà Galeotti Piume Srl, espone i risultati dello studio geologico di fattibilità condotto per la proposta di variante al regolamento urbanistico del Comune di Firenzuola per area di completamento D2.

In particolare la proposta di variante riguarda la realizzazione di un edificio per attività produttiva di circa 925 metri quadri. Per gli elaborati progettuali si rimanda alle tavole redatte dal Tecnico incaricato.

L'area oggetto di intervento si trova nel centro urbano di Firenzuola in particolare nella porzione settentrionale ed insiste in un'area pianeggiante di fondo valle posta sulla sinistra orografica del Fosso Barondoli (Tav. 1)

Lo studio ha preso in considerazione i seguenti riferimenti normativi e pianificatori:

- **D. P. G. R. 53/R del 25.10.2011**
- **D. P. G. R. 30/01/2020 Regolamento 5/R**
- **PIANO DI BACINO DEL FIUME RENO, STRALCIO "ASSETTO IDROGEOLOGICO" - PSAI**
- **Piano Gestione Rischio Alluvioni PGRA autorità di bacino Fiume Reno**
- **D.P.G.R. 1/R DEL 19 GENNAIO 2022** ["Regolamento di attuazione dell'articolo 181 della legge regionale 10 Novembre 2014 n. 65 (Norme per il governo del territorio). Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico.]
- **STRUMENTI URBANISTICI COMUNALI E INTERCOMUNALI (R.U. e P.S.)**

2. CARATTERI GEOLOGICI GENERALI

2.1 Forme del terreno e processi geomorfici

Il sito oggetto di indagine, posto ad una quota di circa 429 m s.l.m., si colloca nella porzione settentrionale dell'abitato di Firenzuola ed insiste in una zona di fondo valle posta in sinistra orografica del Fosso Rio Barondoli affluente del Torrente Santerno

Sotto l'aspetto morfologico, l'area oggetto di indagine risulta completamente pianeggiante con debole gradiente di pendenza verso sud.

Dall'esame dell'edifici esistenti non si notano indizi di instabilità riferibili a scarse caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione e a movimenti gravitativi in atto, quali crepe o fessure sui muri perimetrali e sulle strutture portanti.

In definitiva l'area risulta in buone condizioni di stabilità in un intorno significativo (Tav.2).

2.2 Storia Geologica del Terreno

Il territorio in esame appartiene al comprensorio geologico - strutturale dell'Appennino settentrionale, rispecchiandone i caratteri salienti. Dopo una fase in cui si verifica l'ampliamento delle coperture oceaniche e di parte del loro basamento ("Unità Liguri") iniziata nel Cretaceo e conclusa nell'Eocene medio con la chiusura dell'Oceano Ligure-Piemontese, fa seguito a partire dall'Eocene medio-superiore una fase intracontinentale, all'interno della quale sono riconoscibili due stili tettonici sovrapposti, conseguenza di due episodi distinti: uno plicativo-compressivo correlato all'orogenesi appenninica, e uno rigido-distensivo legato alla fase post-orogenica, ambedue caratterizzati dalla progressiva migrazione verso Est del fronte delle deformazioni.

Il primo episodio ha prodotto il corrugamento della Serie Toscana con lo sradicamento e il sovrascorrimento su di essa dei terreni ascrivibili alle Successioni Liguri; a partire dal Miocene medio, il movimento successivo ha originato la struttura a blocchi sollevati e ribassati delimitati da faglie normali ("horst" e "graben") caratteristica di gran parte del territorio toscano, costituito da una serie di dorsali e bacini intermontani ad andamento pressoché parallelo, orientati in direzione appenninica (NW - SE) e via via più recenti spostandosi da occidente a oriente.

2.3 Unità geologiche e litologiche

La geologia della zona è caratterizzata dalla presenza di formazioni riconducibili alla successione Epiligure. In particolare, limitatamente all'area esaminata si riscontrano (Tav. 3):

- **Brecce Poligeniche del Sasso Simone (*Burdigaliano*)**
Brecce matrice sostenute con matrice derivante dall'alterazione di argilliti, clasti di argilliti policrome calcilutiti e arenarie. Costituiscono il substrato dell'aria di intervento coperto da:
- **Depositi alluvionali attuali e recenti (*Olocene*)**
Depositi alluvionali costituiti da argille limose con clasti fino alla profondità di circa 5 metri cui seguono argille limose fino alla profondità di circa 13 metri.

2.4 Idrogeologia

Sotto l'aspetto idrogeologico, il substrato roccioso presenta generalmente una permeabilità per porosità secondaria, in ogni caso molto legata al grado di fratturazione della roccia

stessa ma data la natura litologica è da ritenersi pochissimo permeabile.

I depositi alluvionali più superficiali data la prevalenza di matrice argilloso limosa presentano una permeabilità medio bassa per porosità primaria mentre il sottostante livello di argille limose è da ritenersi praticamente impermeabile. Nel corso dell'esecuzione del sondaggio è stato installato un piezometro da 3 pollici. Le misurazioni eseguite hanno rilevato una profondità della falda a - 2.7 metri dal piano di campagna. Si tratta di una falda superficiale sospesa e confinata verso il basso dall'orizzonte argilloso limoso. Sono state effettuate anche delle prove di pompaggio dalle quali risulta una bassa ricarica dell'acquifero superficiale.

3. RISCHIO IDRAULICO E IDROGEOLOGICO

3.1 PIT – Piano di Indirizzo Territoriale

Il sito in esame risulta posto in area di fondo valle in sinistra orografica del Fosso Barondoli; Come evidenziato dagli elaborati progettuali viene comunque rispettata la distanza limite di 10 metri dal piede dell'argine del Fosso stesso. Vengono inoltre rispettati i vincoli riguardanti l'intero territorio regionale relativi alle superfici da lasciare libere all'infiltrazione senza ridurne la permeabilità, pari almeno al 25% della superficie fondiaria.

3.2 Pericolosità P.S.A.I – Piano Stralcio Assetto Idrogeologico

Con riferimento al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'AUTORITA' di BACINO del RENO (art.1 c.1 L.3.08.98 n.267 e s.m.i.) in cui il territorio del Comune di Firenzuola ricade, si è provveduto ad esaminare la relativa cartografia e le norme di attuazione per quanto riguarda il *rischio da Frana e assetto dei versanti*

In particolare per quanto riguarda il rischio frana ed assetto dei versanti, l'area non risulta perimetrata nella carta di pericolosità.

3.3 PGRA – Piano Gestione rischio alluvioni

Per quanto riguarda le disposizioni del **Piano di Gestione Rischio Alluvioni** approvato con la **D.C.I. n° 231 232 del 17.12.2015** l'area in esame, risulta interamente classificata in **classe di pericolosità P2** – alluvioni poco frequenti (Tav.8).

4. CLASSI DI PERICOLOSITA'

4.1 Geologica

Sulla base degli elaborati geologici relativi al Piano Strutturale intercomunale del Mugello

l'area interessata dall'intervento ricade in una **classe di pericolosità geologica 2** (*pericolosità media – terreni pianeggianti sostanzialmente stabili e senza particolari prescrizioni – depositi alluvionali e di terrazzamento* (Tav.4).

4.2 Sismica

Sulla base degli elaborati geologici allegati Piano Strutturale intercomunale del Mugello, l'area interessata dall'intervento ricade in una **classe di pericolosità sismica S2** (*pericolosità media – zone stabili suscettibili di amplificazioni locali*) (Tav.7). L'elaborato MOPS individua tale area come zona Z6 zona stabile suscettibile di amplificazione locale (Tav.5). La carta della microzonazione sismica FAMAX si rileva un FA pari a 1.1-1.2 (Tav.6).

In relazione alle problematiche di liquefazione le indagini condotte nell'area in esame hanno permesso di riconoscere la presenza di terreni caratterizzati litologie argilloso limose con clasti sovrastanti un substrato prevalentemente argillitico. Pertanto, non sussistono le condizioni per il verificarsi della liquefazione sotto sollecitazione sismica.

4.3 Idraulica

Per quanto concerne la pericolosità l'area in oggetto risulta per la maggior parte in **classe di pericolosità I3** (*pericolosità elevata – allagabile per eventi frequenti con Tr 30 anni*) e in piccola parte in **classe di pericolosità I2** (*pericolosità media – allagabile per eventi poco frequenti con Tr 200 anni*).

5. DEFINIZIONE DELLA FATTIBILITÀ

Fattibilità senza particolari limitazioni (F1): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Fattibilità con normali vincoli (F2): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Fattibilità condizionata (F3): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

Fattibilità limitata (F4): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico, sulla base di studi, dati da attività di monitoraggio e verifiche atte a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

In funzione dei gradi di pericolosità geologica - idraulica - sismica sopra dettagliati e delle caratteristiche dell'intervento in previsione si indicano le seguenti classi di fattibilità in relazione ai vari aspetti:

- **FATTIBILITÀ GEOLOGICA F2 con normali vincoli**

L'area non presenta particolari condizionamenti sotto l'aspetto geologico geomorfologico e geotecnico. I requisiti di attuazione dell'intervento in oggetto devono essere indicati in funzione di specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio ai sensi del D.M 17/01/2018 e ai sensi del D.P.G.R 19/01/2022 n. 1R. Gli interventi in progetto non devono comunque andare a peggiorare le condizioni di stabilità dell'area. Già in questa fase sono comunque state eseguite le indagini come da normativa tenendo conto che l'edificio da realizzarsi risulta collocato nella classe 3 di indagine. I risultati delle indagini sono esposti nei capitoli successivi.

- **FATTIBILITÀ SISMICA F2 con normali vincoli**

I requisiti di attuazione dell'intervento in oggetto devono essere indicati in funzione di specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio ai sensi del D.M 17/01/2018 e ai sensi del D.P.G.R 19/01/2022 n. 1R. Già in questa fase sono comunque state eseguite le indagini come da normativa tenendo conto che l'edificio da realizzarsi risulta collocato nella classe 3 di indagine. I risultati delle indagini sono esposti nei capitoli successivi.

- **FATTIBILITÀ IDRAULICA F3 condizionata**

Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali ai fini dell'individuazione delle situazioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine.

In relazione a ciò si rimanda alla relazione di fattibilità idraulica redatta dallo studio A4 Ingegneria allegata alla documentazione della proposta di variante.

6. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Come premesso nel capitolo precedente per la caratterizzazione stratigrafica, geotecnica e sismica del sottosuolo si è proceduto già in fase di variante all'esecuzione una campagna geognostica (vedi ubicazione in Tav.9) articolata nelle seguenti indagini di campagna e di laboratorio:

- N. 1 SONDAGGIO GEOGNOSTICO VERTICALE:
- SONDAGGIO S1 PROFONDITA' 15 METRI ATTREZZATO CON PIEZOMETRO DA 3"**
- N. 3 PROVE SPT FONDO FORO
- N. 2 PROVE PENETROMETRICHE DPSH
- N. 2 CAMPIONI INDISTURBATI CON ANALISI DI LABORATORIO
- N. 1 STENDIMENTI SISMICA A RIFRAZIONE IN ONDE P
- N. 1 INDAGINI SISMICHE METODOLOGIA MASW

6.1 Sondaggio geognostico

I sondaggi geognostici sono stati eseguiti con sonda perforatrice idraulica Comacchio GEO 205 cingolata usando carotieri standard di lunghezza 150 cm con diametro 101 mm e rivestimento del foro con diametro 127 mm.

Nei fori risultanti dalla perforazione è stato installato un piezometro a tubo aperto da 3" per la misurazione del livello di falda. Le carote estratte dalle perforazioni sono state deposte in apposite cassette catalogatrici e fotografate; in ogni carota estratta sono state eseguite (nei terreni coesivi) misurazioni tramite pocket penetrometer. Le stratigrafie risultanti e la documentazione fotografica sono riportati in allegato.

6.2 Prove SPT fondo foro

Le prove SPT sono state eseguite nei fori di perforazione a varie profondità utilizzando attrezzatura standard ed infiggendo il campionatore SPT per un primo tratto di 15 cm detto di avviamento (N1) e per 1 tratto successivo di 30cm contando separatamente i colpi dei primi 15 cm (N2) e dei secondi 15 cm (N3) fino al limite massimo di 100 colpi.

Il dispositivo utilizzato per la prova ha le seguenti caratteristiche:

- *Maglio in acciaio del peso di 63,5 kg*
- *Dispositivo di sganciamento per una caduta libera di 0,76 m*
- *Aste di collegamento del diametro di 50 mm*
- *Punta conica con diametro di 50,8 mm e angolo di apertura di 60°*

Le prove sono state eseguite alle profondità di seguito riportate:

Sondaggio	Profondità (m)	N_{spt} (colpi) $N_1-N_2-N_3$
S1	2,0 – 2,45	5-7-8
S1	7,5 – 7,95	2-2-3
S1	14,5	12 - Rifiuto

6.3 Pocket penetrometer

Il “*Penetrometro tascabile*” (pocket penetrometer) fornisce una misura in campagna della resistenza alla rottura di un terreno coesivo e semicoesivo.

I valori della resistenza misurati con penetrometro tascabile, forniti dallo sforzo necessario per far penetrare la punta nel terreno, costituiscono un valido ausilio per la classificazione e la descrizione di una terra e forniscono anche utili indicazioni preliminari sulla resistenza al taglio non drenata.

6.4 Analisi di laboratorio

Per quanto concerne le analisi di laboratorio sui campioni indisturbati di terreno prelevati con campionatore shelly a parete sottile sono state eseguite le seguenti determinazioni complessive:

- Descrizione litologica.
- Peso di volume naturale γ
- Umidità naturale w .
- Peso di volume secco γ_d
- Prova di taglio consolidata drenata (CD) per la determinazione dei valori dell'angolo di attrito Φ' e della coesione c' in termini di tensioni efficaci.
- Prova di compressione semplice (ELL) per la determinazione della resistenza del terreno a compressione con espansione laterale libera $q_u = 2C_u$ in condizioni non drenate da cui si ricava la coesione non drenata C_u
- Prova Edometrica per la determinazione del modulo edometrico

6.5 Indagine sismica a rifrazione e Masw

Al fine di ricostruire la geometria delle morfologie sepolte e fornire le prime indicazioni sulle caratteristiche sismiche dei terreni di sottofondazione sono stati eseguiti uno stendimento sismico a rifrazione in onde P e una indagine sismica con metodologia MASW la cui ubicazione è riportata in allegato. Per la descrizione metodologica delle indagini sismiche e la strumentazione utilizzata si rimanda alla relazione tecnica allegata.

6.6 Prove Penetrometriche DPSH

La prova, che fornisce una registrazione della resistenza che i terreni offrono alla penetrazione, è stata condotta mediante un *penetrometro statico-dinamico PAGANI* utilizzato in configurazione dinamica con le seguenti caratteristiche:

- peso massa battente: 63.50 Kg
- altezza caduta libera: 0.75 metri
- diametro punta conica: 51.00 mm
- area base punta conica: 20.43 cmq
- angolo apertura punta: 90°

La penetrometria dinamica superpesante “DPSH” consiste nell’infissione di una punta di dimensioni standard mediante maglio battente, registrando il numero di colpi (N) necessario per un approfondimento di 20 cm. I grafici e i dati relativi all’indagine sono riportati nei certificati in allegato.

7. RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO E PARAMETRI FISICO-MECCANICI DEI TERRENI – CARATTERISTICHE SISMICHE DEI TERRENI

L’analisi dei dati ricavati dalle indagini eseguite ha permesso di ricostruire la stratigrafia di massima del sottosuolo e la seguente parametrizzazione geotecnica (vedi Tav. 9):

<i>Litologia</i>	<i>Prof</i>	γ	c'	C_u	ϕ'	E_d
	<i>m</i>	<i>kN/m³</i>	<i>kPa</i>	<i>kPa</i>	<i>°</i>	<i>kPa</i>
<i>Argille limose marroni consistenti con abbondanti clasti</i>	0 – 5,2	18.7	18.3	109	23.9	7119
<i>Argille debolmente limose grigie plastiche</i>	5,2 – 13,3	19.0	-	40	-	4086
<i>Argilliti fogliettate e argille con inclusi elementi calcarei e calcareo marnosi (substrato roccioso)</i>		20.0	-	200	-	16000

γ = peso dell’unità di volume naturale

c' = coesione drenata

ϕ = angolo di attrito interno drenato

C_u = coesione non drenata (kg/cm²);

E_d = modulo edometrico

La campagna di sismica a rifrazione condotta ha portato all'individuazione di 3 sismo strati principali aventi le seguenti caratteristiche:

SISMOSTRATO 1: valori di Vp 816 m/sec

SISMOSTRATO 2: valori di Vp 1220 m/sec

SISMOSTRATO 3: valori di Vp 2388 m/sec

Contemporaneamente all'indagine sismica a rifrazione è stata effettuata nel medesimo stendimento un'indagine sismica con metodologia MASW che ha portato ai seguenti risultati: Vseq pari a 370 m/sec tendenzialmente crescente con la profondità.

In conclusione, alla luce di quanto emerso dallo studio, si ritiene che le condizioni geologiche geomorfologiche, idrogeologiche e le caratteristiche sismiche del sito siano tali da ritenere l'intervento fattibile. Anche da un punto di vista Idraulico l'intervento risulta fattibile tenendo conto delle prescrizioni riportate nella relazione di fattibilità idraulica

Firenze, gennaio 2023

Dott. Geol. Francesco Baccianti
Ordine Geologi Toscana n. 1059





Area oggetto di indagine

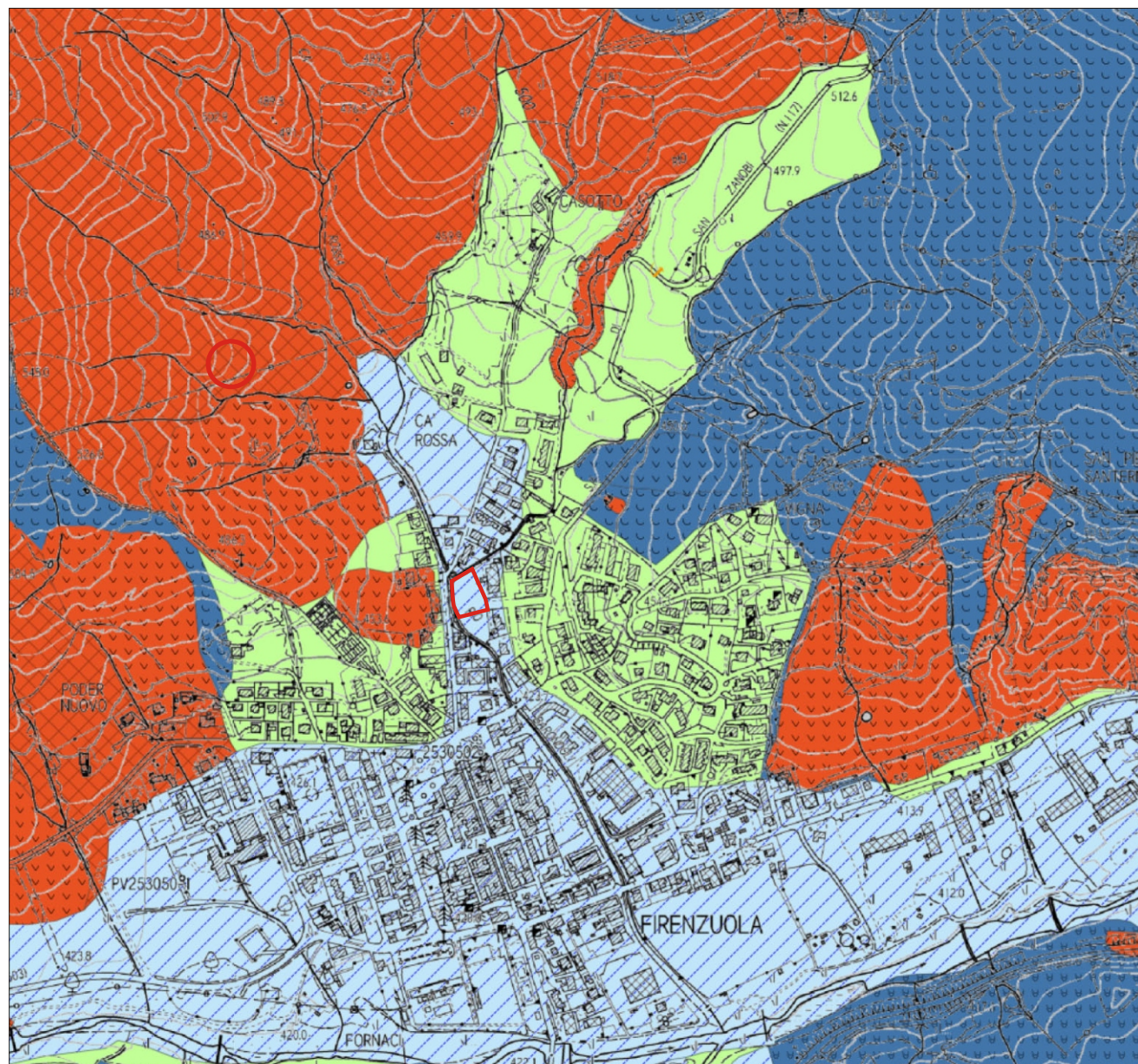




Area oggetto di indagine

QC.B02 - CARTA GEOMORFOLOGICA Legenda

- | | | | |
|---|--|------------------------------------|--|
| | Confine Regionale | | Forme e processi dovuti alla gravità |
| | Confine dell'Unione Montana dei Comuni | | Orlo di terrazzo fluviale |
| | Confini Comunali | | Tratto di alveo in approfondimento |
| FORME E PROCESSI DOVUTI ALLA GRAVITÀ | | | Erosione fluviale attiva e relative aree di instabilità indotta |
| Forme di denudazione | | | Forma di erosione catenclivica |
| | Corona di frana attiva | | Fascia di dinamica fluviale legata a processi erosivi |
| | Corona di frana quiescente | Forme antropiche | |
| | Cresta di degradazione | | Orlo di scarpata antropica |
| | Orlo di scarpata di degradazione attiva | | Riperti di spessore significativo |
| | Orlo di scarpata di degradazione quiescente | | Area estrattiva |
| | Area a franosità diffusa attiva | | Area di coltivazione mineraria in sotterraneo |
| | Area con fenomeni di solifussione e/o deformazione superficiale attivi | Forme strutturali | |
| | Area potenzialmente soggetta a fenomeni di deformazione superficiale | | Scarpata di faglia con incidenza morfologica |
| | Fenomeni di soliflusso non cartografabili | | Glacitura di strato incidente su morfologia o stabilità (Scarpate in roccia a reggipoggio, versanti a franapoggio) |
| | Sommità di corona di frana | Predisposizione al dissesto | |
| Deformazioni gravitative profonde | | | Area con elevata propensione al dissesto (PAI 2019) |
| | Deformazione gravitativa profonda di versante quiescente | | Area con potenziale instabilità connessa alla glacitura, all'acclività, alla litologia |
| Forme dovute a gravità e relativi depositi | | | |
| | Frana per crollo attiva | | |
| | Frana per scivolamento attiva | | |
| | Frana per colamento attiva | | |
| | Frana complessa attiva | | |
| | Frana per crollo quiescente | | |
| | Frana per scivolamento quiescente | | |
| | Frana per colamento quiescente | | |
| | Frana complessa quiescente | | |
| | Dissesto non cartografabile a carico di manufatti o viabilità | | |
| | Coperture detritiche su versanti con pendenze >25% | | |
| | Depositi eluvio-colluviali su versanti con pendenze <25% | | |





Area oggetto di indagine

QC.B01 - CARTA GEOLOGICA

Legenda

Confine Regionale

Confine dell'Unione Montana dei Comuni

Confini Comunali

Invaso artificiale

ELEMENTI TETTONICI PRINCIPALI

Faglia

Faglia diretta

Sovrascorrimento principale

Sovrascorrimento di importanza minore

Depositi olocenici

b - Depositi alluvionali attuali

bna - Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati

Depositi del Pleistocene Medio-Superiore

bnb - Depositi alluvionali terrazzati

e3b - Depositi palustri

Depositi continentali rusciniani-villafranchiani

VILg - Conglomerati e ciottolami ad elementi arenacei

VILe - Sabbie e conglomerati

VILc - Argille e argille sabbiose lignifere lacustri e fluvio-lacustri

VILb - Sabbie, sabbie ciottolose e sabbie siltoso-argillose e limi sabbiosi

VILa - Conglomerati e ciottolami poligenici

Successione epiligure

CIG - Formazione di Cigarello (Langhiano-Serravalliano)

BAP - Breccie poligeniche del Sasso di Simone (Burdigaliano)

BAPct - Breccie poligeniche del Sasso di Simone, Lembi della Formazione di Contignaco (Burdigaliano)

BAPpa - Breccie poligeniche del Sasso di Simone, Lembi della Formazione di Pantano (Burdigaliano)

BAPci - Breccie poligeniche del Sasso di Simone, Lembi della Formazione di Cigarello (Burdigaliano)

BAPan - Breccie poligeniche del Sasso di Simone, Lembi di Marne di Antognola (Burdigaliano)

CTG - Formazione di Contignaco (Aquitano-Burdigaliano inferiore)

DOMINIO LIGURE INTERNO

Unità di M. Gottero

MOH - Formazione di Monghidoro (Maastrichtiano-Paleocene)

MOV - Formazione di Montevenero (Campaniano-Maastrichtiano)

APA - Argille a Palombini (Cretacico inferiore)

APAc - Argille a Palombini, Litofacies delle filladi nere (Cretacico inferiore)

APAb - Argille a Palombini, Litofacies arenacea (Cretacico inferiore)

APAA - Argille a Palombini, Litofacies calcareo-mamosa (Cretacico inferiore)

CCL - Calcarei a calponelle (Cretacico inferiore)

BRci - Breccie ofiolitiche monogeniche e poligeniche (Giurassico superiore)

PLG - Plagiograniti (Giurassico superiore)

DOMINIO LIGURE ESTERNO

Unità di Monte Morello

PSC - Formazione di Pescina (Eocene medio)

MLL - Formazione di Monte Morello (Paleocene superiore-Eocene medio)

SIL - Formazione di Sillano (Cretacico superiore-Paleocene)

SIL1 - Formazione di Sillano, Membro di Rio Scalai (Cretacico superiore-Paleocene)

SILb - Formazione di Sillano, Litofacies delle argilliti vari colorati (Cretacico superiore-Paleocene)

PTF - Pietraforte (Cretacico superiore)

PTFb - Pietraforte, Arenarie e siltiti (Cretacico superiore)

AVR - Argille varicolori (Cretacico)

AVRc - Argille varicolori, Olistostroma di Rio delle Pioppe (Cretacico)

BRoe - Breccie ofiolitiche monogeniche e poligeniche (Giurassico superiore)

BRoe - Breccie ofiolitiche monogeniche e poligeniche (Giurassico superiore)

bm - Basalti (Giurassico superiore)

Ostioliti

pm - Peridotiti, serpentiniti (Giurassico superiore)

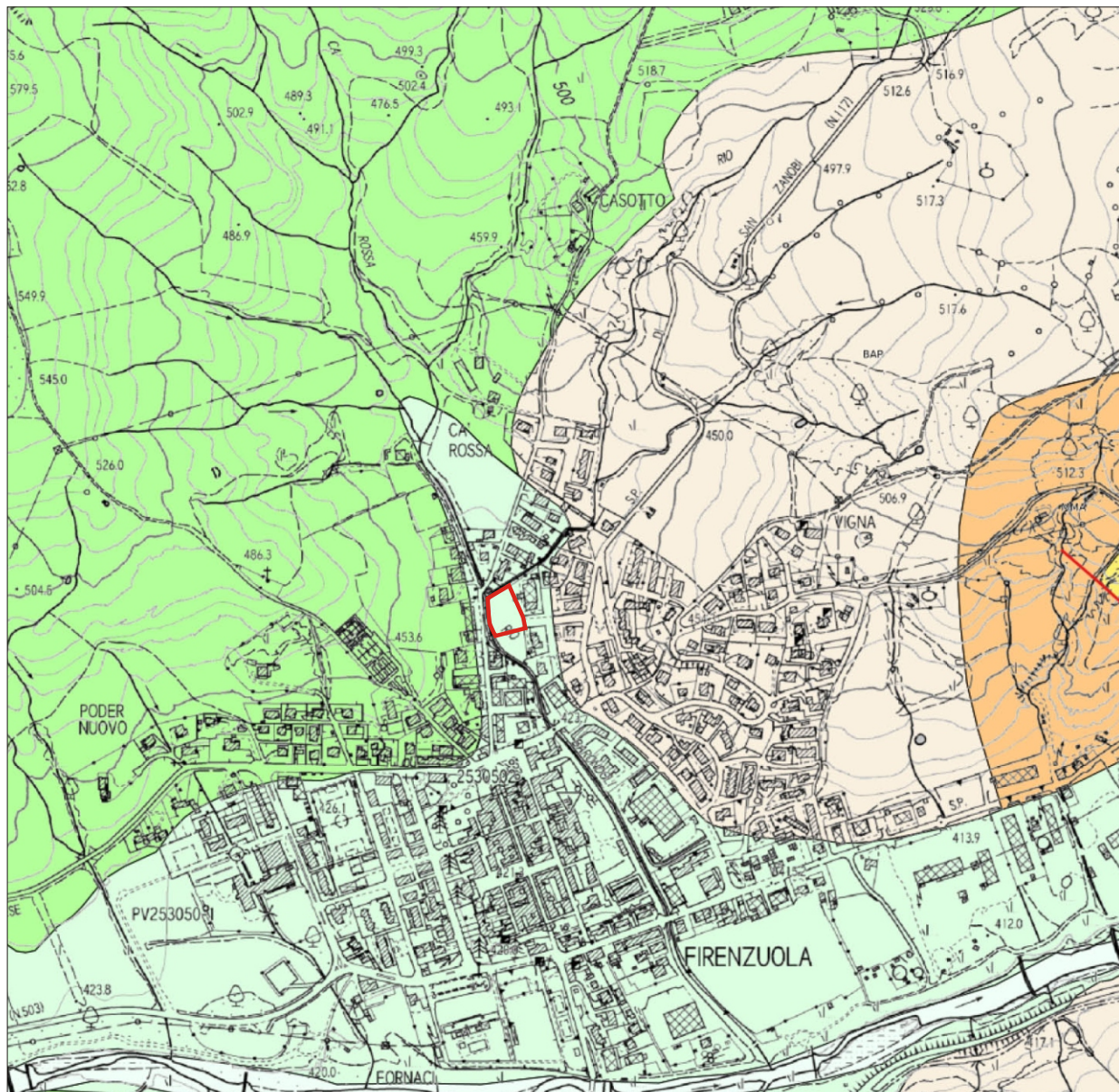
DOMINIO SUBLIGURE

Unità di Canetolo

SEN - Arenarie di Monte Senario (Eocene-Oligocene)

BMSB - Breccie di Monte Senario, Argilliti policrome e calcari (Eocene-Oligocene)






ARB - Arenarie di Ponte Bratica (Eocene-Oligocene)

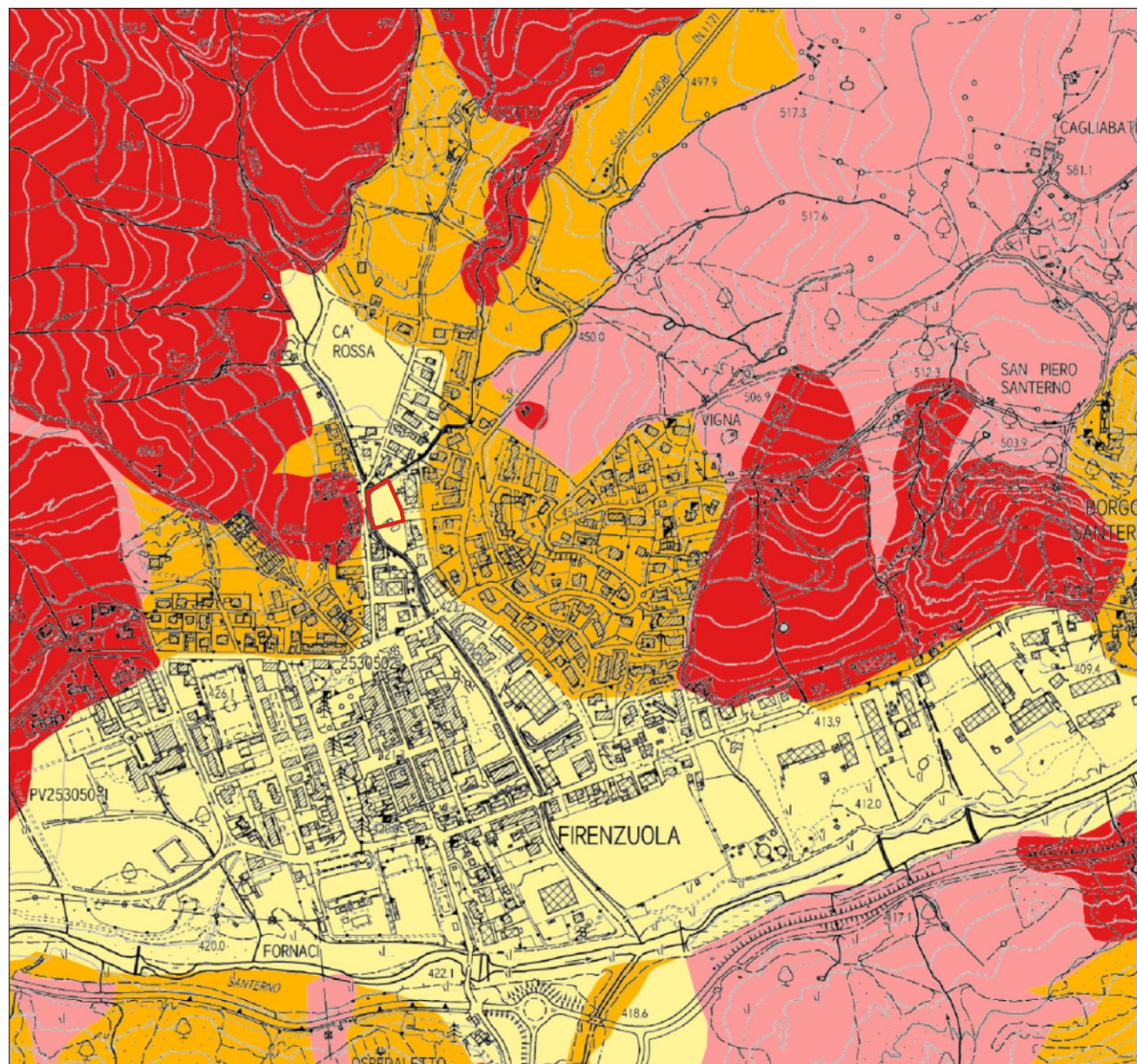




Area oggetto di indagine

CLASSI DI PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

-  G1 - pericolosità geologica bassa
-  G2 - pericolosità geologica media
-  G2pl - pericolosità geologica medio-elevata
-  G3 - Pericolosità geologica elevata
-  G4 - pericolosità geologica molto elevata



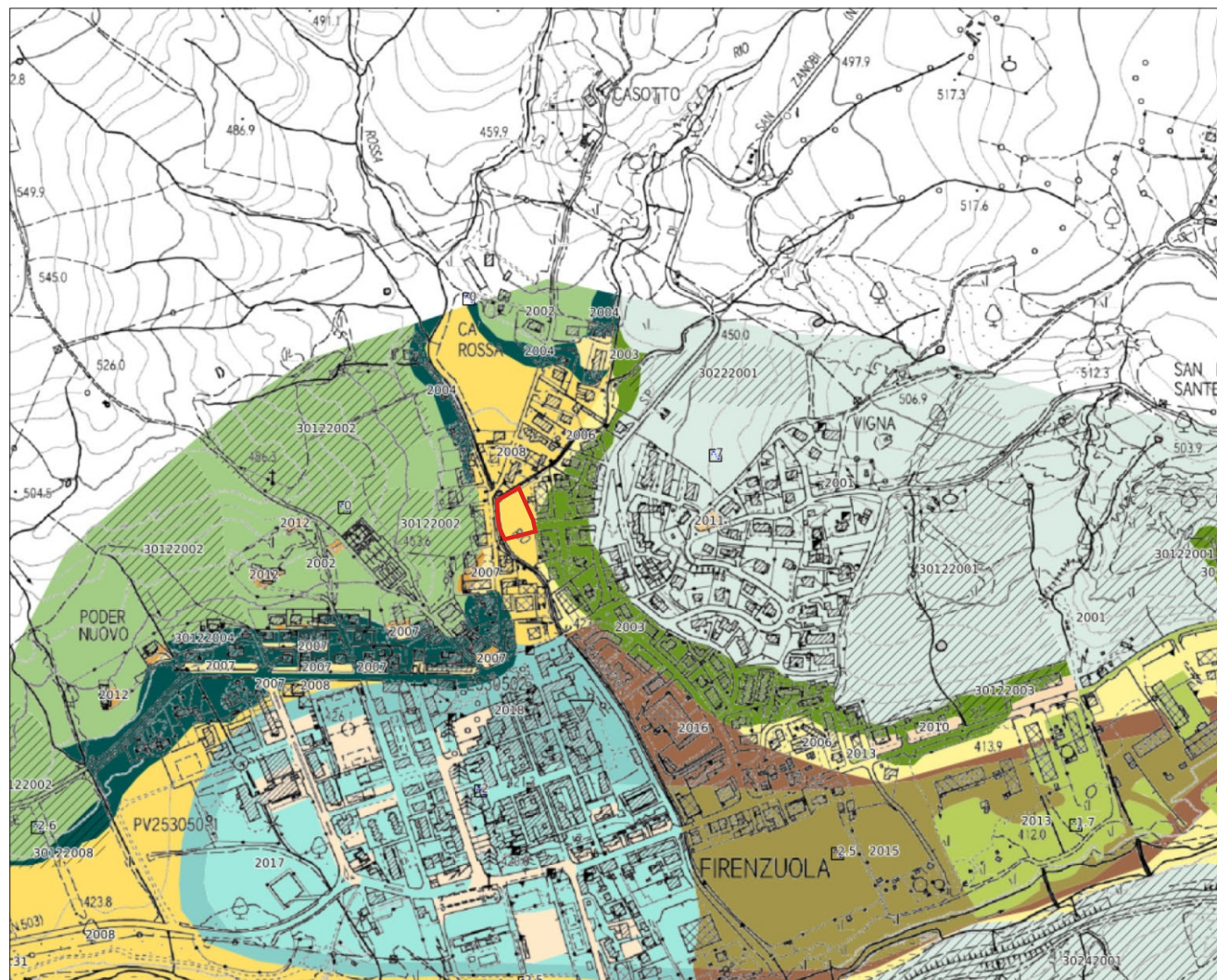


Area oggetto di indagine

QC.B06 - CARTA DELLA MICRONAZIONE SISMICA - MOPS

Legenda

	Confine Regionale		Zona 24
	Confine dell'Unione Montana dei Comuni		Zona 25
	Confini Comunali		Zona 26
ZONE STABILI			
	Substrato lapideo		Zona 27
	Alteranza litologiche		Zona 28
ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI			
	Zona 1		Zona 30
	Zona 2		Zona 31
	Zona 3		Zona 32
	Zona 4		Zona 33
	Zona 5		Zona 34
	Zona 6		Zona 35
	Zona 7		Zona 36
	Zona 8		Zona 37
	Zona 9		Zona 38
	Zona 10		Zona 39
	Zona 11		Zona 40
	Zona 12		Zona 41
	Zona 13		Zona 42
	Zona 14		Zona 43
	Zona 15		Zona 44
	Zona 16		Zona 45
	Zona 17		Zona 46
	Zona 18		Zona 47
	Zona 19		Zona 48
	Zona 20		Substrato fratturato o alterato
	Zona 21	ZONE DI ATTENZIONE PER INSTABILITÀ	
	Zona 22		Zona di attenzione per instabilità di versante - Zona 1
	Zona 23		Zona di attenzione per instabilità di versante - Zona 2
			Zona di attenzione per instabilità di versante - Zona 3





Area oggetto di indagine

QC.B06 - CARTA DELLA MICRONAZIONE SISMICA - Famax

Legenda

- Confine Regionale
- Confine dell'Unione Montana dei Comuni
- Confini Comunali

ZONE STABILI

- FA=1.0

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

- FA=1.1-1.2
- FA=1.3-1.4
- FA=1.5-1.6
- FA=1.7-1.8
- FA=1.9-2.0
- FA=2.1-2.2
- FA=2.3-2.4
- FA=2.5-3.0
- FA=3.1-3.5
- FA>3.5

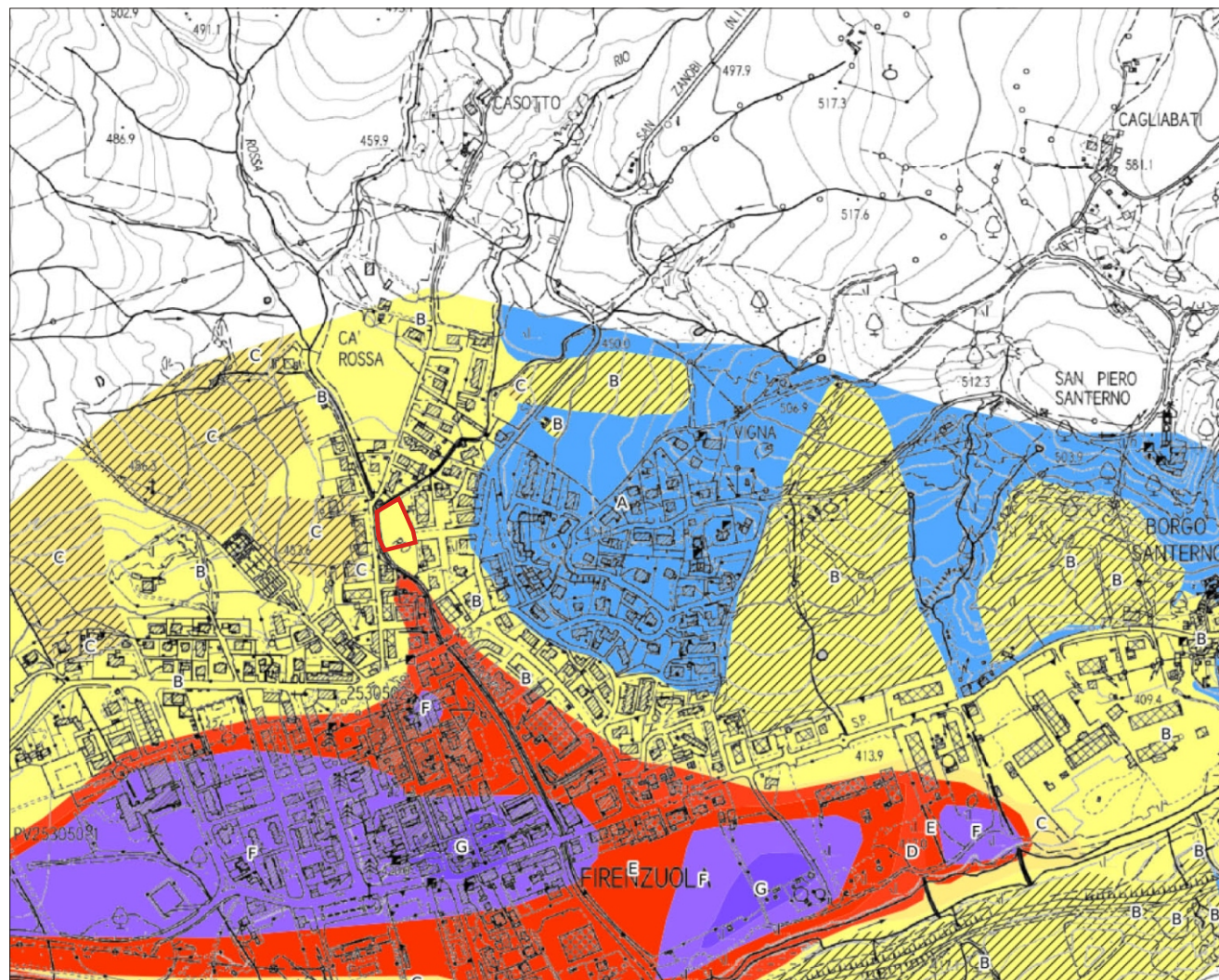
ZONE DI ATTENZIONE PER INSTABILITÀ

- Zona di attenzione per instabilità di versante - FA=1.1-1.2
- Zona di attenzione per instabilità di versante - FA=1.3-1.4
- Zona di attenzione per instabilità di versante - FA=1.5-1.6
- Zona di attenzione per instabilità di versante - FA=1.7-1.8
- Zona di attenzione per instabilità di versante - FA=1.9-2.0
- Zona di attenzione per instabilità di versante - FA=2.1-2.2
- Zona di attenzione per instabilità di versante - FA=2.3-2.4
- Zona di attenzione per instabilità di versante - FA=2.5-3.0
- Zona di attenzione per instabilità di versante - FA=3.1-3.5
- Zona di attenzione per instabilità di versante - FA>3.5

ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITÀ

- Zona di suscettibilità per liquefazione - FA=1.0; IL<5
- Zona di suscettibilità per liquefazione - FA=1.0; IL>5





- Zona di attenzione per liquefazioni - FA=1.0
- Zona di suscettibilità per liquefazione - FA=1.1-1.2; IL<5
- Zona di suscettibilità per liquefazione - FA=1.1-1.2; IL>5
- Zona di attenzione per liquefazioni - FA=1.1-1.2
- Zona di suscettibilità per liquefazione - FA=1.3-1.4; IL<5
- Zona di suscettibilità per liquefazione - FA=1.3-1.4; IL>5
- Zona di attenzione per liquefazioni - FA=1.3-1.4
- Zona di suscettibilità per liquefazione - FA=1.5-1.6; IL<5
- Zona di suscettibilità per liquefazione - FA=1.5-1.6; IL>5
- Zona di attenzione per liquefazioni - FA=1.5-1.6
- Zona di suscettibilità per liquefazione - FA=1.7-1.8; IL<5
- Zona di suscettibilità per liquefazione - FA=1.7-1.8; IL>5
- Zona di attenzione per liquefazioni - FA=1.7-1.8
- Zona di suscettibilità per liquefazione - FA=1.9-2.0; IL<5
- Zona di suscettibilità per liquefazione - FA=1.9-2.0; IL>5
- Zona di attenzione per liquefazioni - FA=1.9-2.0
- Zona di suscettibilità per liquefazione - FA=2.1-2.2; IL<5
- Zona di suscettibilità per liquefazione - FA=2.1-2.2; IL>5
- Zona di attenzione per liquefazioni - FA=2.1-2.2
- Zona di suscettibilità per liquefazione - FA=2.3-2.4; IL<5
- Zona di suscettibilità per liquefazione - FA=2.3-2.4; IL>5
- Zona di attenzione per liquefazioni - FA=2.3-2.4
- Zona di suscettibilità per liquefazione - FA=2.5-3.0; IL<5
- Zona di suscettibilità per liquefazione - FA=2.5-3.0; IL>5
- Zona di attenzione per liquefazioni - FA=2.5-3.0
- Zona di suscettibilità per liquefazione - FA=3.1-3.5; IL<5
- Zona di suscettibilità per liquefazione - FA=3.1-3.5; IL>5
- Zona di attenzione per liquefazioni - FA=3.1-3.5
- Substrato fratturato o alterato

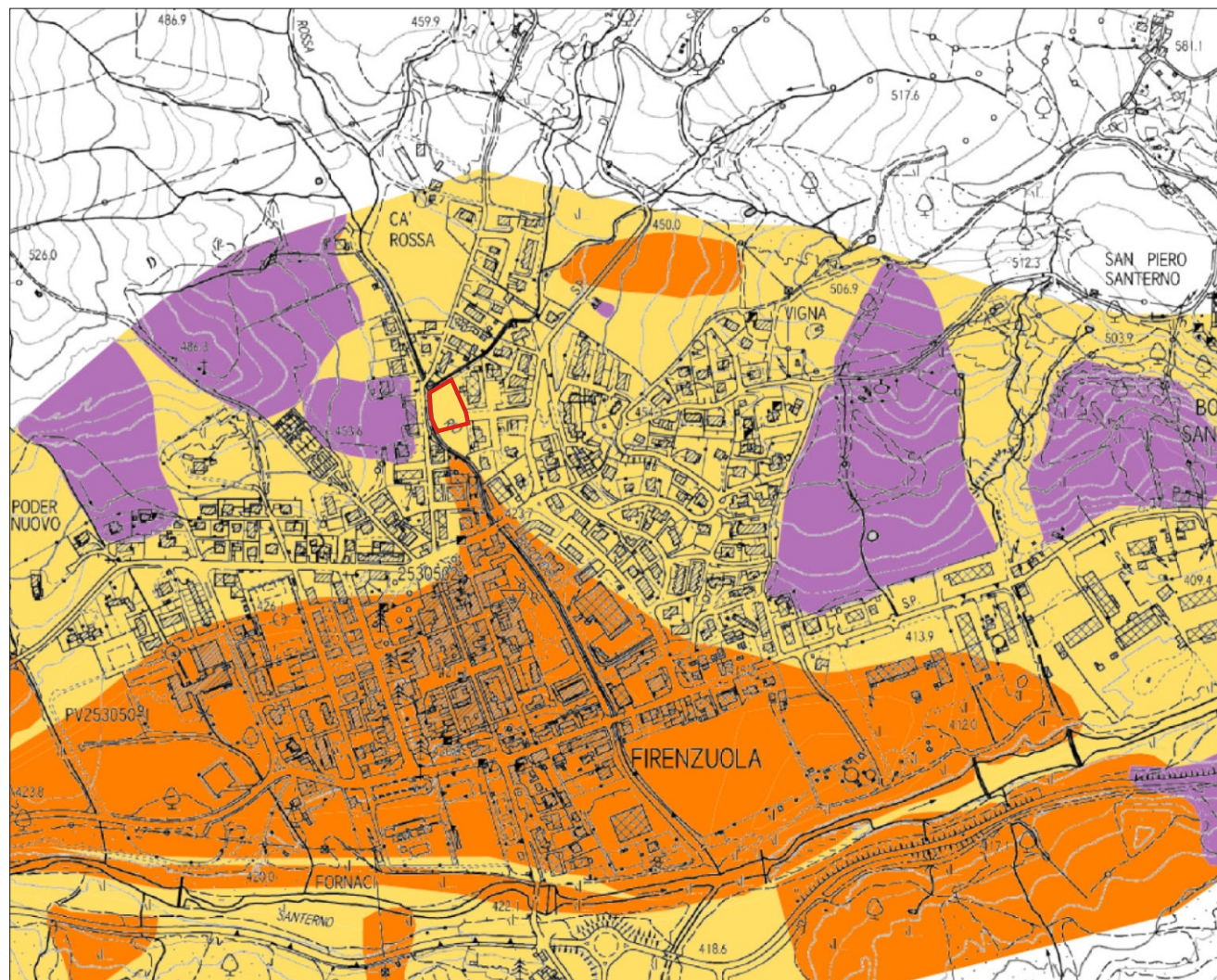




Area oggetto di indagine

CLASSI DI PERICOLOSITÀ SISMICA




-  S1 - pericolosità bassa
-  S2 - pericolosità media
-  S3 - pericolosità elevata
-  S4 - pericolosità molto elevata







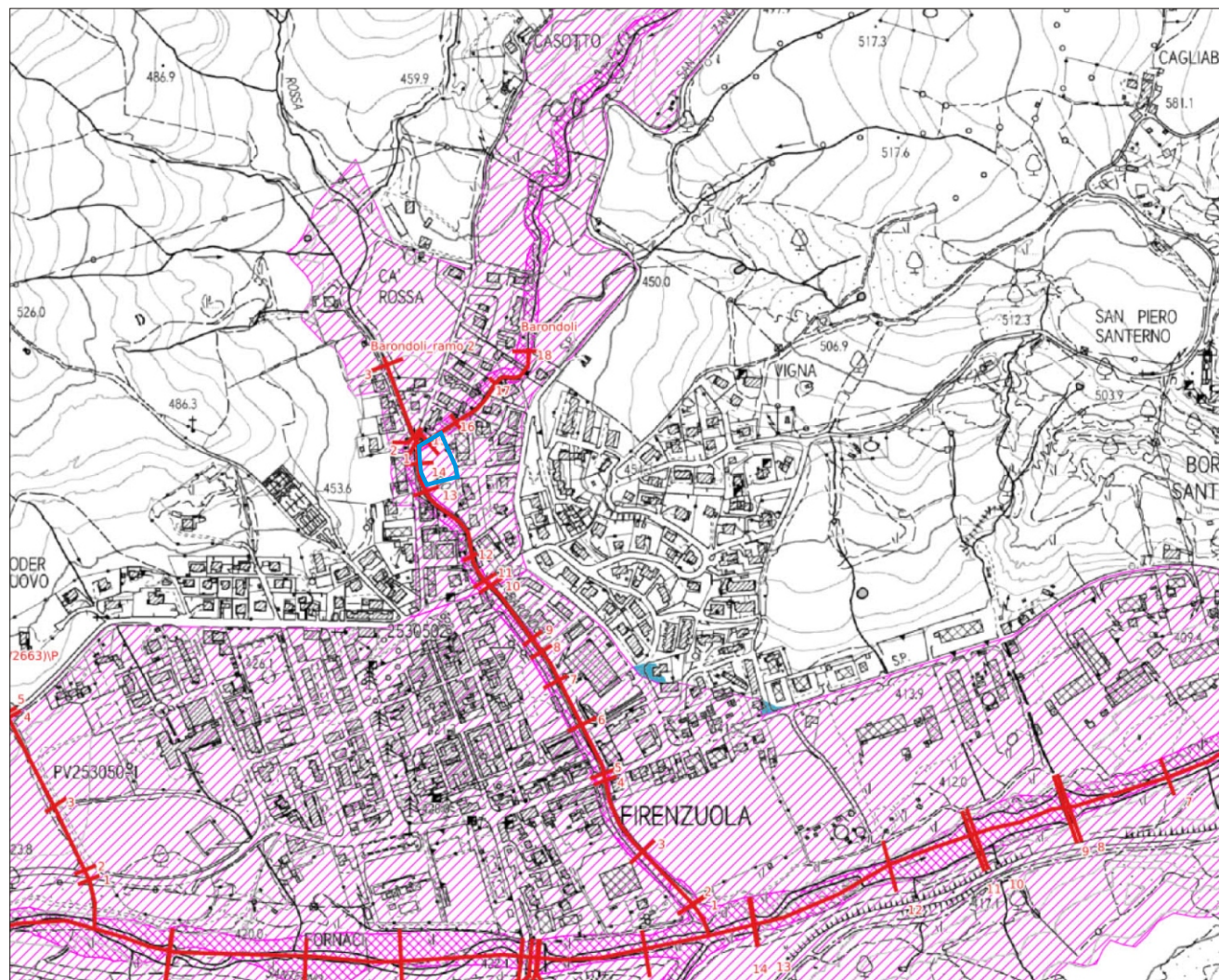
Area oggetto di indagine

PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONI

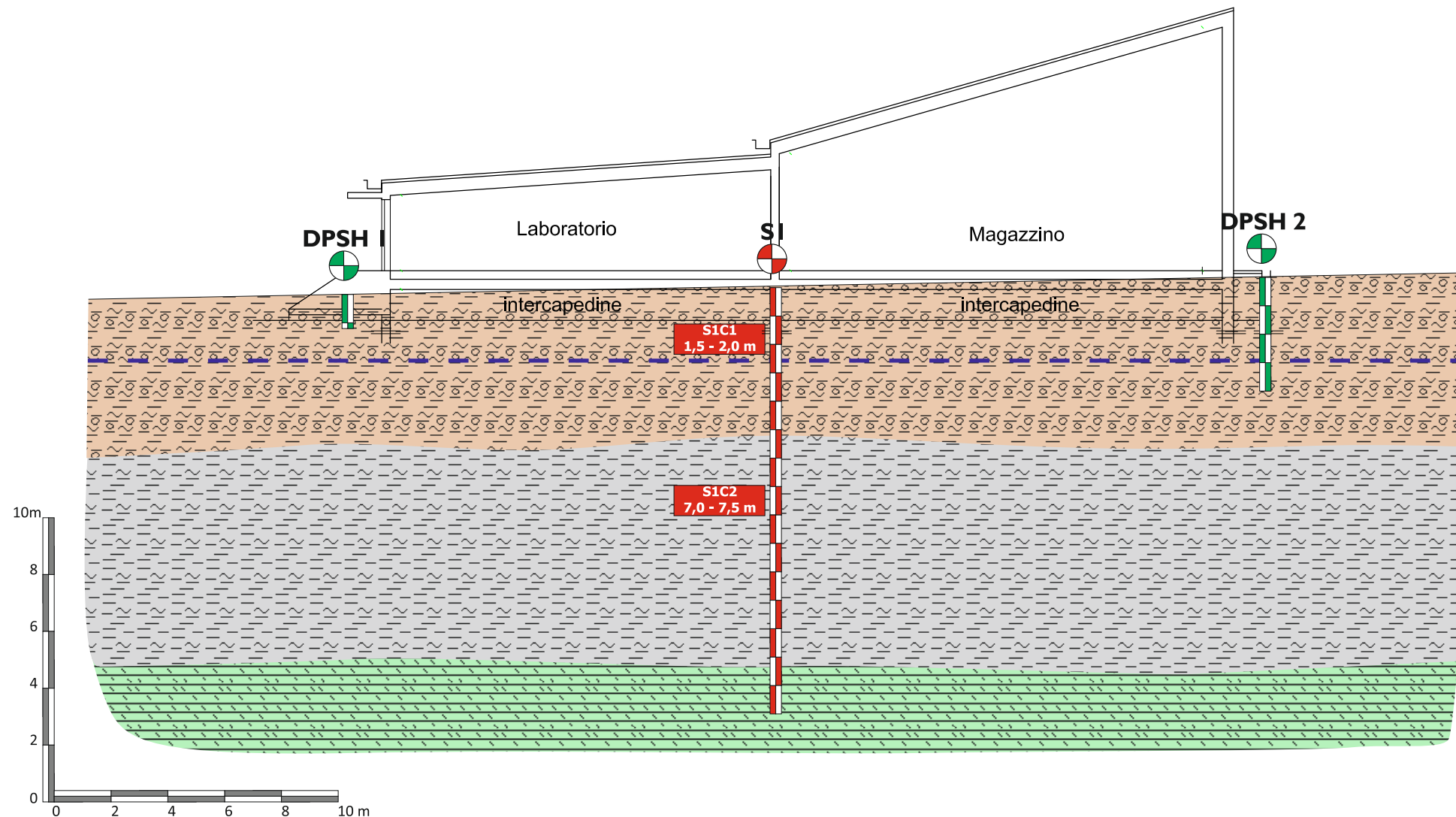
-  Aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti (TR = 200 anni)
-  Aree a pericolosità per alluvioni frequenti (TR = 30 anni)
-  I.3 - Pericolosità idraulica elevata (Punto C2, secondo capoverso, punto B dell'Allegato A al D.P.G.R. N. 53/R)

PGRA AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DEL FIUME PO

-  P2
-  P3



SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA - Scala 1:200



LEGENDA

Unità litotecnica	Litologia		
A	Argille limose marroni consistenti con abbondanti clasti	DPSH	Verticale prova penetrometrica dinamica DPSH
B	Argille debolmente limose grigie plastiche	S	Sondaggio geognostico
C	Argilliti fogliettate e argille con inclusi elementi calcarei e calcareo marnosi (substrato roccioso)	S1C1 1,5 - 2,0 m	Campione di terreno indisturbato con profondità del prelievo

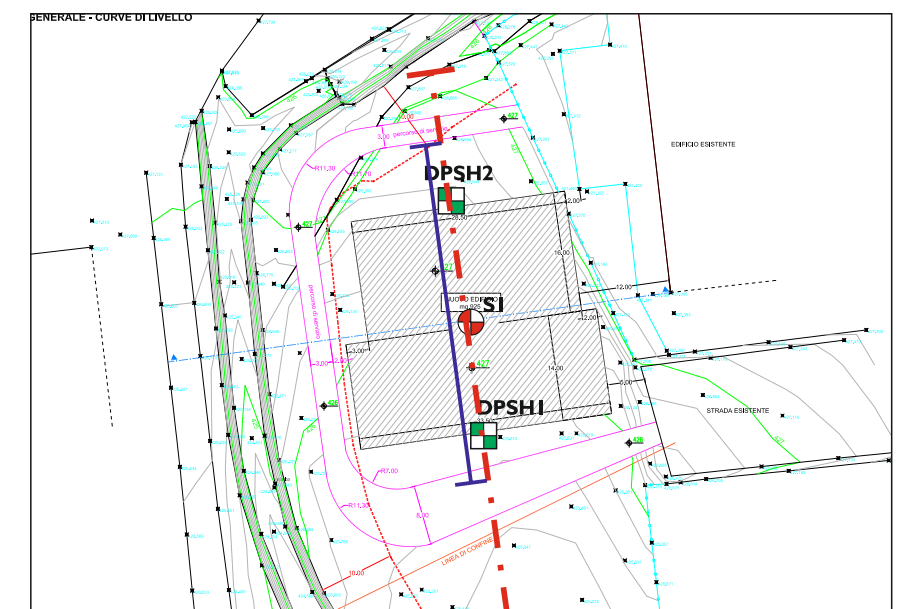
--- Livello falda - settembre 2022

TAVOLA 9

UBICAZIONE DELLE INDAGINI
Scala 1:1.000

SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA
Scala 1:200

UBICAZIONE DELLE INDAGINI - Scala 1:1000



S	Sondaggio geognostico	—	Traccia di sezione
P	Prova penetrometrica dinamica DPSH	— · —	Sismica a rifrazione MASW



COMMITTENTE: GALEOTTI PIUME SRL	CANTIERE: FIRENZUOLA	SONDAGGIO: S01	PROFONDITA': 15 m
TIPO DI SONDA: COMACCHIO GEO 205	METODO DI PERFORAZIONE e INCLINAZIONE: ROTAZIONE-VERTICALE	TIPO DI RIVESTIMENTO: 127 mm	
DATA DI INIZIO/FINE: 12/09/2022	Legenda: Piez. Ciechi Piez. Fessurati Bentonite Cementazione Drenaggio Campione Shelby Campione Osterberg Campione Denison Campione disturbato		

Prof. dal p.c. m	Stratigrafia (disegno)	Descrizione	Profondità (m)	Recupero %	Campioni	SPT		Pocket Penet. Kg/cm ²	Vane test kg/cm ²	R.Q.D. %	Falda m da p.c.	Piezometro 3"
						SPT	N					
0.3		Terreno vegetale	0.3									
1.3		Clasti centimetrici in matrice argilloso limosa marrone consistente	1.3					3.5				
2.0		Argille limose marroni consistenti con clasti	2.0		C1 1.5 - 2.0			2.5			2.7	
3.5			3.5					3.0				
5.2			5.2					0.9				
7.0		Argille limose debolmente sabbiose bagnate con abbonati clasti	7.0					0.9				
7.5			7.5		C2 7.0 - 7.5			1.0				
10.0			10.0					1.0				
13.3			13.3					1.1				
15.0		Argilliti grigie con frustoli carboniosi moderatamente consistenti	15.0					1.2				
15.0			15.0					1.3				
15.0		Argilliti grigie con clasti calcarei	15.0					2.5				
15.0			15.0					>6.0				
15.0			15.0									
16.0												
17.0												
18.0												
19.0												
20.0												

NOTE



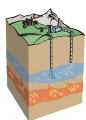
COMMITTENTE:
GALEOTTI PIUME SRL

CANTIERE: I FIRENZUOLA

SONDAGGIO:
S01

PROFONDITA':15m





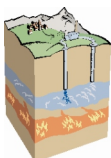
COMMITTENTE:
GALEOTTI PIUME SRL

CANTIERE: I FIRENZUOLA

SONDAGGIO:
S01

PROFONDITA': 15m





PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPERPESANTE DPSH

Committente : Galeotti Piume

Località : via Brunetti snc

Comune : Firenzuola

Prova n° : 1

Data : 05/09/2022

z	N	Rd	Nspt	z	N	Rd	Nspt
20	3	32,33	5				
40	5	53,89	8				
60	8	86,22	12				
80	21	226,33	32				
100	19	187,04	29				
120	32	315,02	49				
140	RIF						

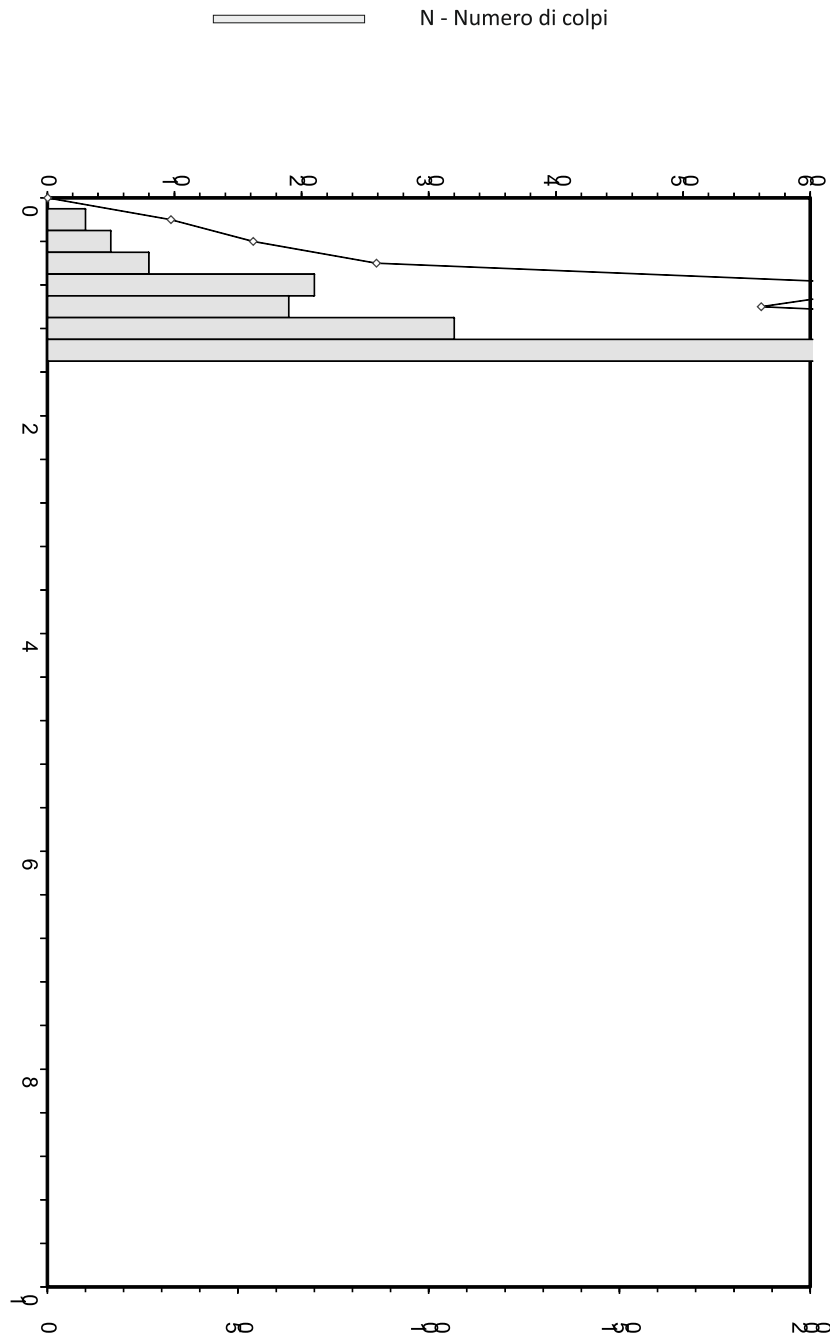
Penetrometro dinamico superpesante DPSH FONDECO cingolato

Area punta : 20 cm² - Passo : 20 cm - Massa battente : 63,5 kg - Altezza di caduta : 75 cm - Peso aste : 6,6 kg

z = profondità dal p.c. (cm) **N** = Numero colpi **Rd** = resistenza dinamica (kg/cm²) calcolata con la "formula degli Olandesi" **Nspt** = Numero colpi Spt correlati.



GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE DPSH

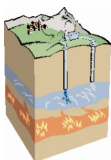


Committente : GALEOTTI PIUME

Prova n° : 1

Data : 05 settembre 2022

Località : Via Brunetti snc - firenzuola



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPERPESANTE DPSH

Committente : Galeotti Piume

Località : via Brunetti snc

Comune : Firenzuola

Prova n° : 2

Data : 05/09/2022

z	N	Rd	Nspt	z	N	Rd	Nspt
20	6	64,67	9				
40	8	86,22	12				
60	7	75,44	11				
80	8	86,22	12				
100	9	88,60	14				
120	10	98,44	15				
140	10	98,44	15				
160	13	127,98	20				
180	10	98,44	15				
200	8	72,48	12				
220	3	27,18	5				
240	3	27,18	5				
260	3	27,18	5				
280	2	18,12	3				
300	3	25,17	5				
320	5	41,96	8				
340	16	134,26	24				
360	8	67,13	12				
380	16	134,26	24				
400	10	78,14	15				
420	39	304,76	59				
440	RIF						

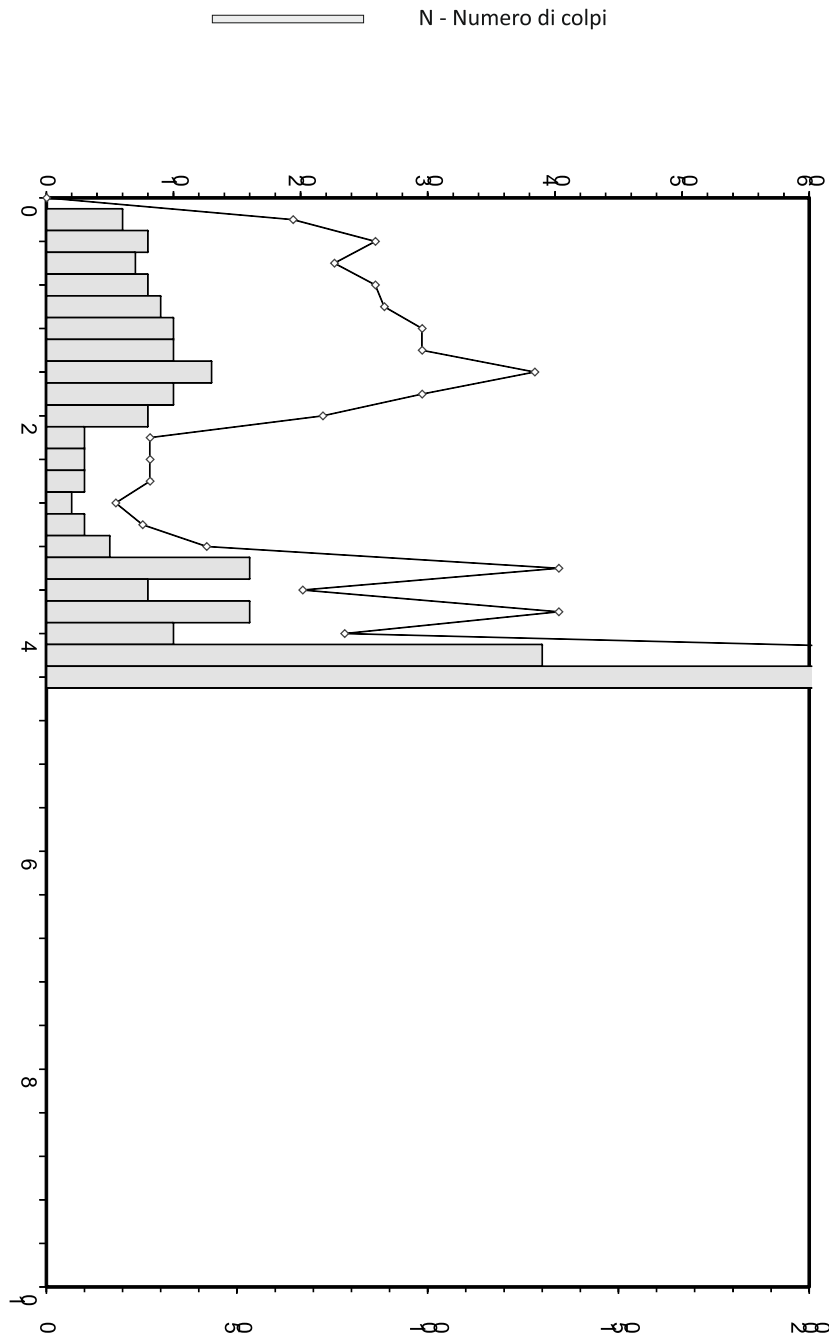
Penetrometro dinamico superpesante DPSH FONDECO cingolato

Area punta : 20 cm² - Passo : 20 cm - Massa battente : 63,5 kg - Altezza di caduta : 75 cm - Peso aste : 6,6 kg

z = profondità dal p.c. (cm) N = Numero colpi Rd = resistenza dinamica (kg/cm²) calcolata con la "formula degli Olandesi" Nspt = Numero colpi Spt correlati.



GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE DPSH



Committente : GALEOTTI PIUME

Prova n° : 2

Data : 05 settembre 2022

Località : Via Brunetti snc - firenzuola



Autorizzazione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Settore A – Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 – ART. 59 DPR 380/2001 – Circolare 7618/STC 2010

LABOTER Srl

Lab. Geotecnico - C.S.LL.PP. Decr. 2436/13

Committente : GALEOTTIPIUME SRL
Cantiere : Firenzuola

Verbale Accettazione n° : 418 del 19/09/2022
Data Certificazione : 17/10/2022
Campioni n°: 2
Certificati da n° a n° : 04649 a 04657



**LABOTER S.r.l.**

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

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

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

COMMITTENTE: GALEOTTIPIUME SRL		
RIFERIMENTO: Firenzuola		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 1.5-2.0

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	24,3	%
Peso di volume	18,7	kN/m ³
Peso di volume secco	15,0	kN/m ³
Peso di volume saturo	19,3	kN/m ³
Peso specifico	26,5	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,764	
Porosità	43,3	%
Grado di saturazione	86,0	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		%
Passante al set. n° 40		%
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	%
Sabbia	%
Limo	%
Argilla	%
D 10	mm
D 50	mm
D 60	mm
D 90	mm
Passante set. 10	%
Passante set. 42	%
Passante set. 200	%

COMPRESSIONE

σ	218	kPa
c_u	109	kPa
σ_{Rim}		kPa
$c_{u\ Rim}$		kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta		
c'	18,3	kPa
ϕ'	23,9	°
c'_{Res}		kPa
ϕ'_{Res}		°

PERMEABILITA'

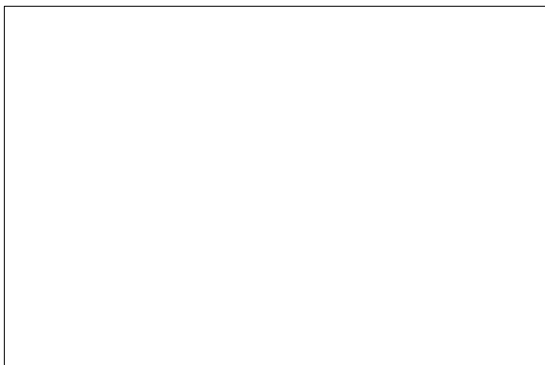
Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE TRIASSIALE

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

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
49,2 ÷ 98,4	5190	0,000698	1,32E-08
98,4 ÷ 196,8	5843	0,000328	5,50E-09
196,8 ÷ 393,6	8396	0,000215	2,51E-09
393,6 ÷ 787,2	12713	0,000163	1,25E-09
787,2 ÷ 1574,4	19504	0,000133	6,67E-10

FOTOGRAFIA**OSSERVAZIONI**

Tipo di campione: Cilindrico		Qualità del campione: Q 5
------------------------------	--	---------------------------

Posizione delle prove		cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
CF	CS	ED	TD			
						Argilla con tracce torbose e rare concrezioni
				250		
				200		
				175		
				175		
				150		
					54	



LABOTER S.r.l.

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

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

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 04649	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/10/22	Inizio analisi: 29/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 418 del 19/09/22		Apertura campione: 29/09/22	Fine analisi: 30/09/22

COMMITTENTE: GALEOTTIPIUME SRL		
RIFERIMENTO: Firenzuola		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 1.5-2.0

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

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

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

**LABOTER S.r.l.**Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 04650	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/10/22	Inizio analisi: 29/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 418 del 19/09/22		Apertura campione: 29/09/22	Fine analisi: 29/09/22

COMMITTENTE: GALEOTTIPIUME SRL			
RIFERIMENTO: Firenzuola			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1.5-2.0

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,7 kN/m³

**LABOTER S.r.l.**Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

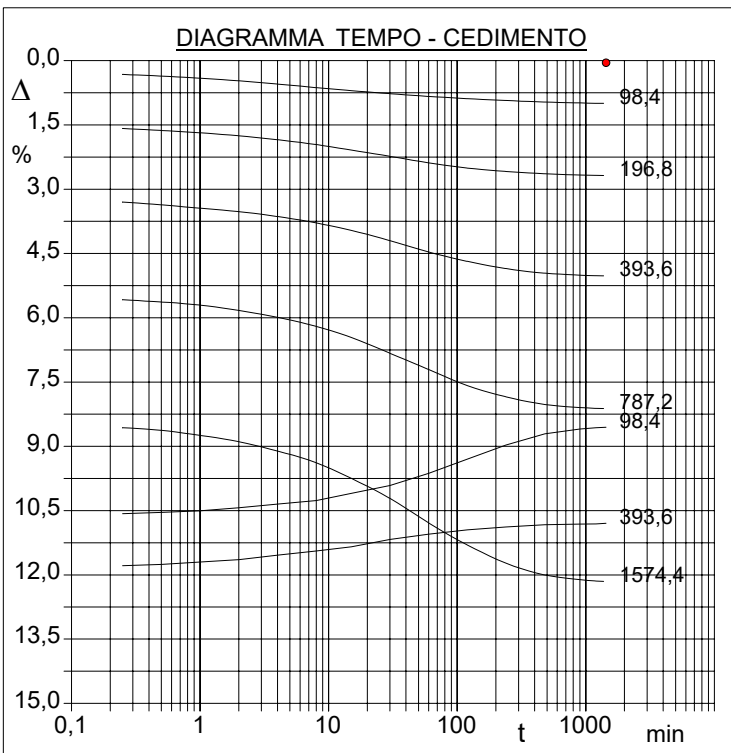
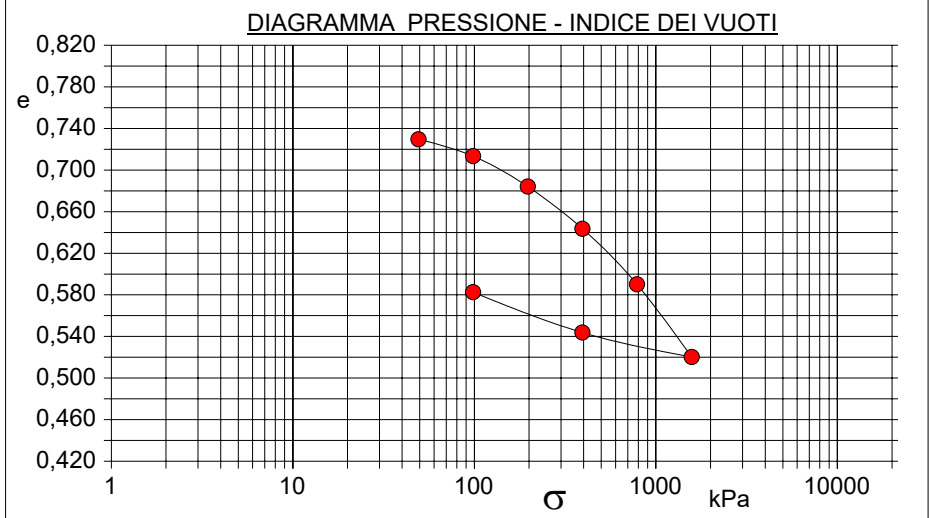
CERTIFICATO DI PROVA N°: 04651	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 17/10/22	Inizio analisi: 29/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 418 del 19/09/22		Apertura campione: 29/09/22	Fine analisi: 10/10/22

COMMITTENTE: GALEOTTIPIUME SRL			
RIFERIMENTO: Firenzuola			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1.5-2.0

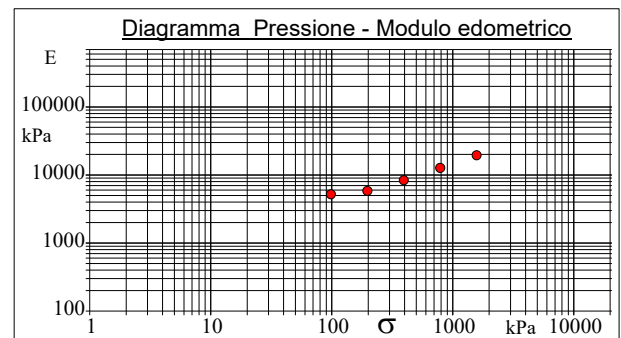
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435-11

Caratteristiche del campione	
Peso di volume (kN/m ³)	18,98
Umidità (%)	24,1
Peso specifico (kN/m ³)	26,47
Altezza provino (cm)	2,50
Diametro provino (cm)	5,00
Sezione provino (cm ²)	19,63
Volume provino (cm ³)	49,09
Volume dei vuoti (cm ³)	20,72
Indice dei vuoti	0,73
Porosità (%)	42,21
Saturazione (%)	89,1



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
49,2	1,2	0,730				
98,4	24,9	0,713	0,054	5190	0,000698	1,32E-08
196,8	67,0	0,684	0,097	5843	0,000328	5,50E-09
393,6	125,6	0,644	0,135	8396	0,000215	2,51E-09
787,2	203,0	0,590	0,178	12713	0,000163	1,25E-09
1574,4	303,9	0,520	0,232	19504	0,000133	6,67E-10
393,6	269,9	0,544				
98,4	213,9	0,582				



**LABOTER S.r.l.**Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 04651	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 17/10/22	Inizio analisi: 29/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 418 del 19/09/22		Apertura campione: 29/09/22	Fine analisi: 10/10/22

COMMITTENTE: GALEOTTIPIUME SRL			
RIFERIMENTO: Firenzuola			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1.5-2.0

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435-11

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 98,4 kPa		Pressione 196,8 kPa		Pressione 393,6 kPa		Pressione 787,2 kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,02	1,2	0,02	24,9	0,02	67,0	0,02	125,6
0,25	8,0	0,25	39,6	0,25	82,5	0,25	139,5
0,50	9,0	0,50	40,7	0,50	84,1	0,50	140,8
1,00	10,2	1,00	42,1	1,00	86,0	1,00	142,6
2,00	11,7	2,00	43,8	2,00	88,1	2,00	145,7
4,00	13,6	4,00	46,1	4,00	90,9	4,00	149,7
8,00	15,7	8,00	49,0	8,00	94,6	8,00	155,0
15,00	17,5	15,00	52,2	15,00	99,0	15,00	161,5
30,00	19,3	30,00	55,8	30,00	105,0	30,00	170,7
60,00	20,8	60,00	59,6	60,00	111,6	60,00	180,2
120,00	22,2	120,00	62,7	120,00	117,1	120,00	189,6
240,00	23,2	240,00	64,6	240,00	121,3	240,00	196,1
480,00	24,1	480,00	66,0	480,00	124,0	480,00	200,6
900,00	24,7	900,00	66,7	900,00	125,1	900,00	202,4
1200,00	24,8	1200,00	66,9	1200,00	125,5	1200,00	202,8
1440,00	24,9	1440,00	67,0	1440,00	125,6	1440,00	203,0

Pressione 1574,4 kPa		Pressione 393,6 kPa		Pressione 98,4 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,02	203,0	0,02	303,9	0,02	269,9		
0,25	214,1	0,25	294,7	0,25	264,3		
0,50	215,7	0,50	293,9	0,50	263,5		
1,02	218,7	1,00	292,5	1,00	262,6		
2,02	222,4	2,02	291,1	2,00	260,9		
4,02	227,8	4,02	288,5	4,00	258,7		
8,02	234,6	8,02	286,1	8,00	256,7		
15,02	243,7	15,02	283,6	15,00	252,4		
30,02	255,4	30,02	279,3	30,00	247,9		
60,02	269,7	60,02	276,2	60,00	240,7		
120,02	282,6	120,02	273,7	120,00	232,5		
240,02	293,2	240,02	272,1	240,00	224,2		
480,02	300,0	480,02	270,8	480,00	217,7		
900,02	302,8	900,03	270,4	900,02	214,9		
1200,02	303,6	1200,03	270,3	1200,02	214,2		
1440,02	303,9	1440,03	269,9	1440,02	213,9		

**LABOTER S.r.l.**Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

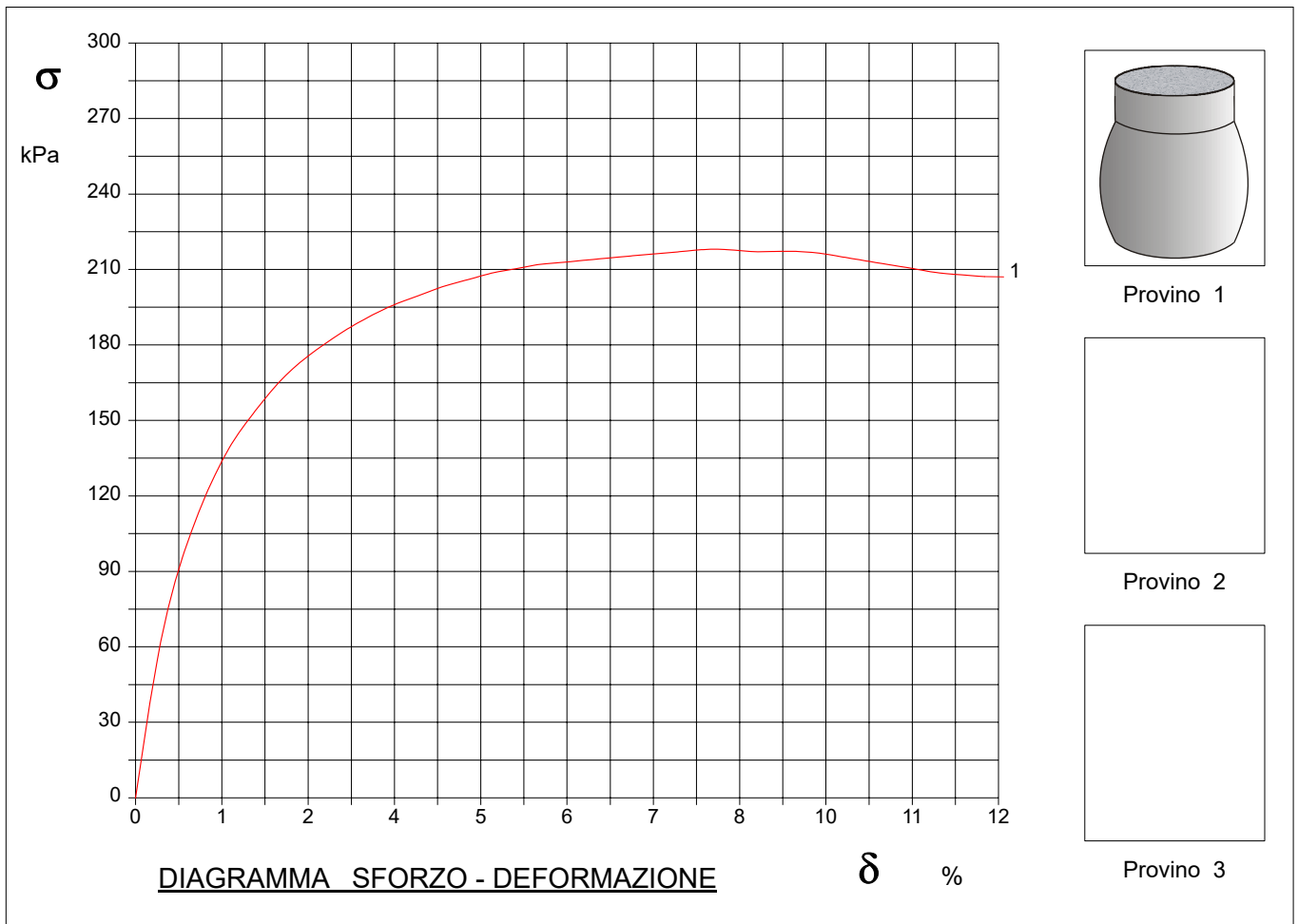
CERTIFICATO DI PROVA N°: 04652	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/10/22	Inizio analisi: 29/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 418 del 19/09/22		Apertura campione: 29/09/22	Fine analisi: 30/09/22

COMMITTENTE: GALEOTTIPIUME SRL			
RIFERIMENTO: Firenzuola			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1.5-2.0

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166-06

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	----	----
Velocità di deformazione (mm/min):	1,270	----	----
Altezza (cm):	7,62	----	----
Sezione (cm²):	11,58	----	----
Peso di volume (kN/m³):	18,9	----	----
Umidità naturale (%):	23,7	----	----



Moduli di elasticità kPa	Tangente	Provino 1: 17703	Provino 2: ---	Provino 3: ---
	Secante	Provino 1: ---	Provino 2: ---	Provino 3: ---
	A rottura	Provino 1: ---	Provino 2: ---	Provino 3: ---

**LABOTER S.r.l.**Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 04652	Pagina 0/1	DATA DI EMISSIONE: 17/10/22	Inizio analisi: 29/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 418 del 19/09/22		Apertura campione: 29/09/22	Fine analisi: 30/09/22

COMMITTENTE: GALEOTTIPIUME SRL			
RIFERIMENTO: Firenzuola			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 1.5-2.0	

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166-06

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione
%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa
0,35	62,0										
0,68	97,8										
1,01	122,2										
1,33	140,6										
1,66	153,7										
1,99	165,0										
2,32	173,8										
2,65	180,7										
2,97	186,8										
3,30	192,0										
3,63	196,4										
3,96	199,9										
4,29	203,3										
4,62	205,9										
4,94	208,5										
5,27	210,2										
5,60	211,9										
5,93	212,8										
6,26	213,7										
6,58	214,6										
6,91	215,4										
7,24	216,3										
7,57	217,1										
7,90	217,9										
8,22	217,9										
8,55	217,1										
8,88	217,2										
9,21	217,2										
9,54	216,4										
9,86	214,8										
10,19	213,3										
10,52	211,7										
10,85	210,2										
11,18	208,6										
11,50	207,8										
11,83	207,1										

Lo sperimentatore
Dott. Geologo Paolo TognelliIl direttore del laboratorio
Dott. Geologo Paolo Tognelli

**LABOTER S.r.l.**Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 04653	Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 17/10/22	Inizio analisi: 29/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 418 del 19/09/22		Apertura campione: 29/09/22	Fine analisi: 03/10/22

COMMITTENTE: GALEOTTIPIUME SRL			
RIFERIMENTO: Firenzuola			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 1.5-2.0	

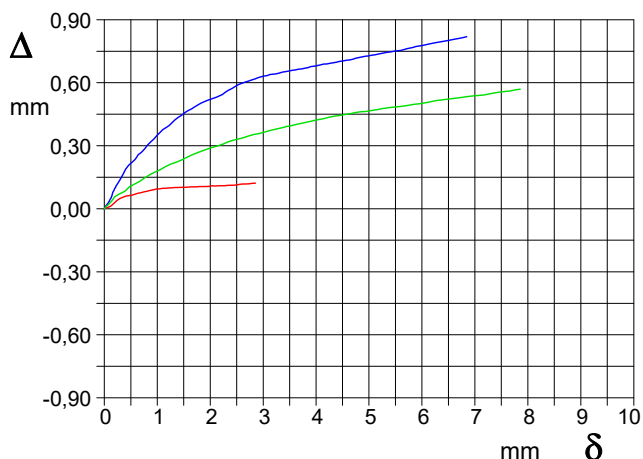
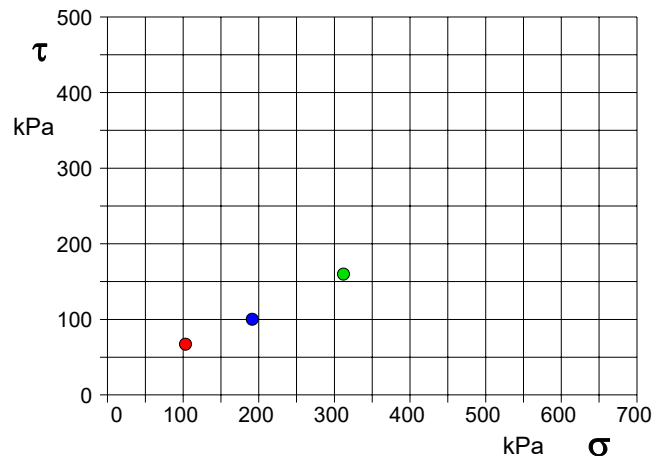
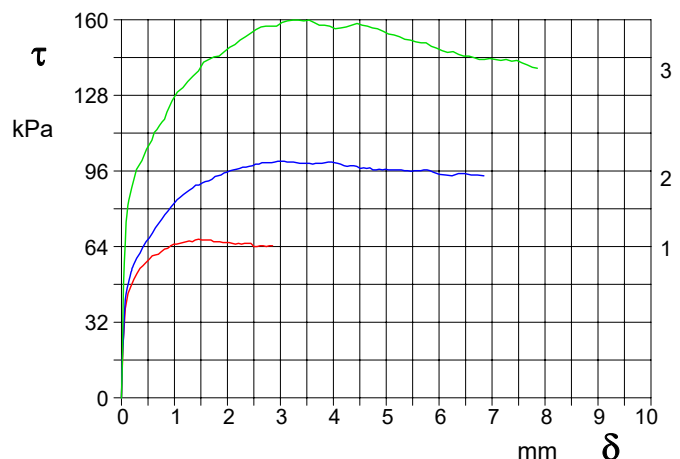
PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	103		191		312	
Tensione a rottura (kPa):	67		100		160	
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	1,46		2,95		3,24	
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,10		0,63		0,38	
Umidità iniziale e umidità finale (%):	---	28,0	---	27,4	---	26,5
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	18,6	23,8	18,6	26,0	18,8	24,8

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

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

**DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.****DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.**



LABOTER S.r.l.

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

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

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 04653	Pagina 0/4	DATA DI EMISSIONE: 17/10/22	Inizio analisi: 29/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 418 del 19/09/22		Apertura campione: 29/09/22	Fine analisi: 03/10/22

COMMITTENTE: GALEOTTIPIUME SRL			
RIFERIMENTO: Firenze			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 1.5-2.0	

<u>PROVA DI TAGLIO DIRETTO</u>
Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0,025	21,9	0,00	0,016	16,2	0,01	0,020	18,8	0,01
0,123	44,2	0,01	0,053	34,9	0,02	0,052	57,6	0,02
0,234	50,2	0,04	0,108	46,5	0,04	0,101	77,3	0,03
0,351	54,8	0,06	0,162	51,4	0,08	0,193	88,9	0,06
0,460	57,2	0,06	0,199	54,8	0,10	0,474	105,2	0,10
0,580	60,1	0,07	0,234	56,6	0,11	0,668	113,4	0,13
0,697	60,8	0,08	0,400	63,7	0,19	0,811	117,9	0,15
0,814	62,9	0,08	0,588	69,8	0,24	1,056	129,4	0,19
0,930	64,3	0,09	0,760	75,6	0,29	1,350	136,1	0,22
1,041	65,0	0,10	0,937	80,8	0,33	1,651	143,2	0,26
1,162	65,7	0,10	1,107	84,8	0,38	1,943	146,5	0,28
1,277	66,4	0,10	1,283	87,8	0,41	2,241	151,3	0,31
1,393	66,8	0,10	1,464	90,0	0,45	2,538	155,8	0,33
1,514	66,8	0,10	1,648	91,8	0,48	2,823	157,3	0,35
1,629	66,8	0,10	1,818	94,0	0,50	3,131	159,5	0,37
1,740	66,1	0,10	1,995	95,5	0,52	3,445	159,5	0,39
1,857	66,1	0,11	2,171	96,7	0,54	3,737	157,7	0,41
1,977	65,7	0,11	2,351	97,6	0,57	4,037	156,2	0,42
2,091	65,4	0,11	2,532	98,9	0,59	4,346	157,7	0,44
2,209	65,4	0,11	2,717	99,5	0,61	4,645	157,3	0,45
2,324	65,4	0,11	2,895	99,8	0,62	4,943	155,1	0,46
2,443	65,4	0,11	3,075	100,1	0,63	5,251	152,8	0,48
2,559	64,0	0,12	3,246	99,8	0,64	5,558	150,6	0,49
2,676	64,3	0,12	3,428	99,2	0,65	5,854	148,7	0,50
2,793	64,3	0,12	3,612	98,9	0,66	6,159	146,1	0,51
			3,784	99,2	0,67	6,462	144,7	0,52
			3,968	99,8	0,68	6,759	143,2	0,53
			4,141	98,9	0,69	7,060	143,2	0,54
			4,321	98,3	0,70	7,369	142,4	0,55
			4,510	97,0	0,70	7,666	140,9	0,56
			4,692	97,3	0,71			
			4,869	96,7	0,72			
			5,043	96,4	0,73			
			5,224	96,4	0,74			
			5,404	96,1	0,75			
			5,594	96,1	0,75			
			5,772	96,4	0,77			
			6,004	94,6	0,78			
			6,364	94,9	0,80			
			6,724	94,3	0,81			

**LABOTER S.r.l.**Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 04653	Pagina 3/4	DATA DI EMISSIONE: 17/10/22	Inizio analisi: 29/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 418 del 19/09/22		Apertura campione: 29/09/22	Fine analisi: 03/10/22

COMMITTENTE: GALEOTTIPIUME SRL			
RIFERIMENTO: Firenzuola			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1.5-2.0

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	103
Altezza iniziale (cm)	2,400
Altezza finale (cm)	2,385
Sezione (cm ²):	28,27
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

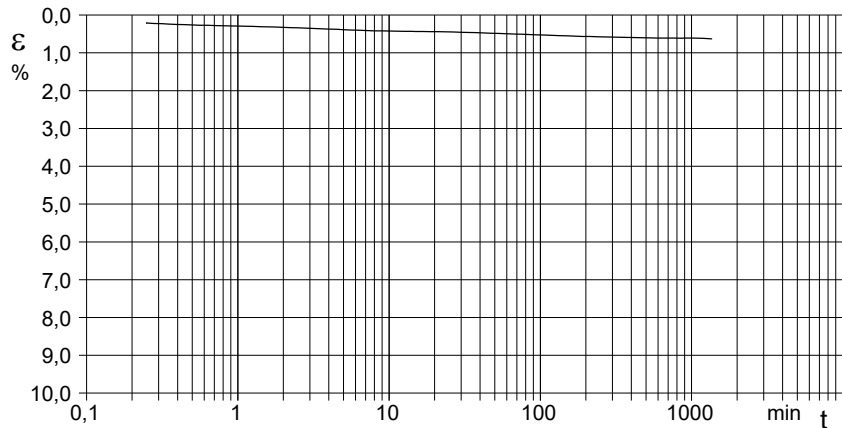


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	191
Altezza iniziale (cm)	2,400
Altezza finale (cm)	2,188
Sezione (cm ²):	28,27
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

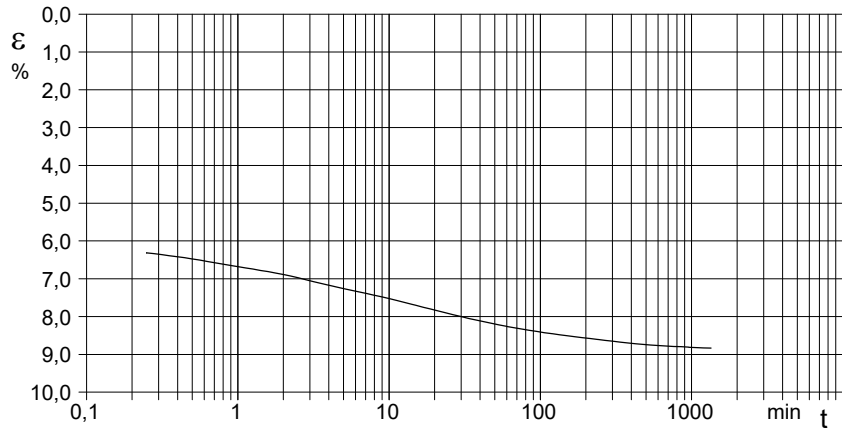
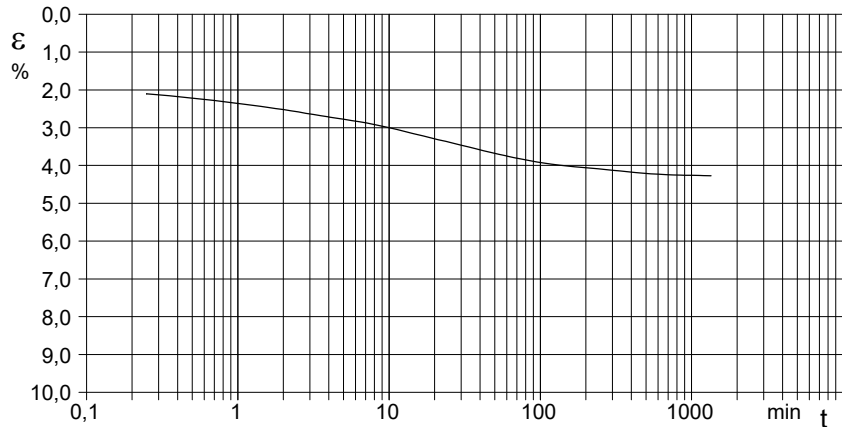


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	312
Altezza iniziale (cm)	2,400
Altezza finale (cm)	2,297
Sezione (cm ²):	28,27
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000



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



CERTIFICATO DI PROVA N°: 04653	Pagina 4/4	DATA DI EMISSIONE:	17/10/22	Inizio analisi:	29/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 418 del 19/09/22		Apertura campione:	29/09/22	Fine analisi:	03/10/22

COMMITTENTE:	GALEOTTIPIUME SRL				
RIFERIMENTO:	Firenzuola				
SONDAGGIO:	1	CAMPIONE:	1	PROFONDITA': m	1.5-2.0

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Tempo	Cedim.	Cedim.	Tempo	Cedim.	Cedim.	Tempo	Cedim.	Cedim.
minuti	mm/100	%	minuti	mm/100	%	minuti	mm/100	%
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,25	5,10	0,21	0,25	151,50	6,31	0,25	50,50	2,10
0,50	6,30	0,26	0,50	155,40	6,47	0,50	53,20	2,22
1,00	7,00	0,29	1,00	160,30	6,68	1,00	56,60	2,36
2,00	7,80	0,33	2,00	165,30	6,89	2,00	60,50	2,52
4,00	8,90	0,37	4,00	172,10	7,17	4,00	65,20	2,72
8,00	10,00	0,42	8,00	178,40	7,43	8,00	70,00	2,92
15,00	10,40	0,43	15,00	184,80	7,70	15,00	76,10	3,17
30,00	10,90	0,45	30,00	192,00	8,00	29,98	83,10	3,46
60,00	11,90	0,50	60,00	198,20	8,26	59,97	90,00	3,75
120,00	12,90	0,54	120,00	202,90	8,45	119,93	95,20	3,97
240,00	13,80	0,58	240,00	206,50	8,60	239,87	98,10	4,09
480,00	14,40	0,60	480,00	209,70	8,74	479,75	100,90	4,20
900,00	14,70	0,61	960,00	211,40	8,81	900,00	102,20	4,26
1210,00	14,80	0,62	1200,00	211,90	8,83	1200,00	102,40	4,27
1440,00	15,30	0,64	1440,00	212,10	8,84	1440,00	102,70	4,28

COMMITTENTE: GALEOTTIPIUME SRL			
RIFERIMENTO: Firenzeuola			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1.5-2.0

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	103	191	312
Tensione a rottura (kPa):	67	100	160
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	1,46	2,95	3,24
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,10	0,63	0,38
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 28,0	--- 27,4	--- 26,5
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	18,6 23,8	18,6 26,0	18,8 24,8

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Coesione:	18,3 kPa
Angolo di attrito interno:	23,9 °

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

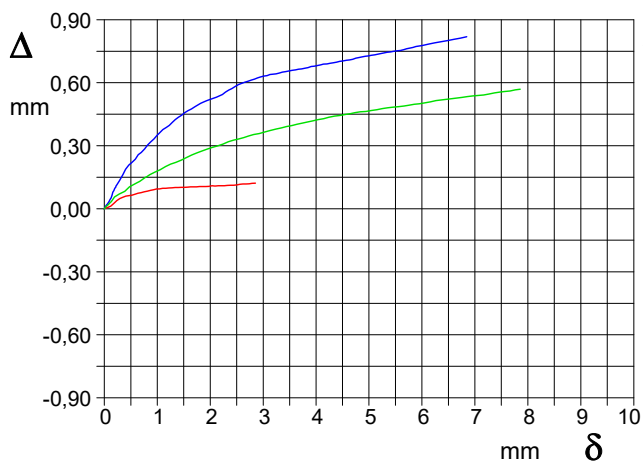
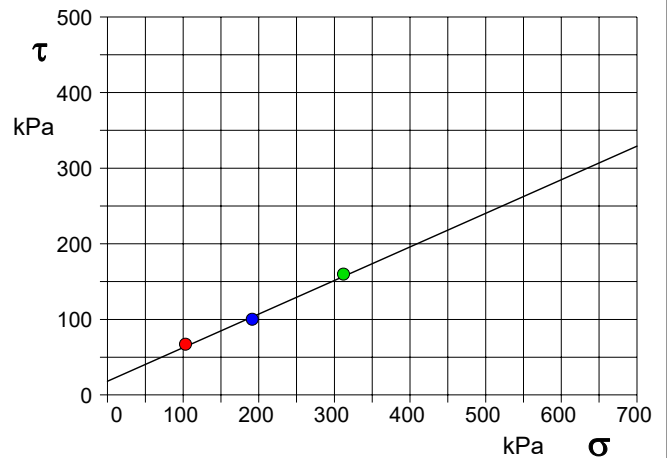


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

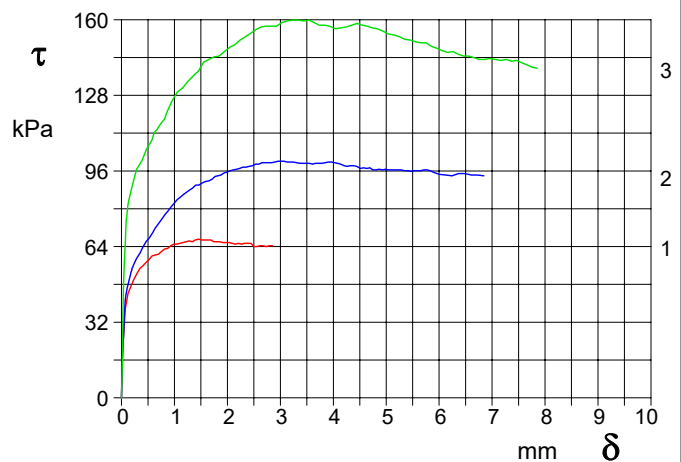


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

**LABOTER S.r.l.**Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

COMMITTENTE: GALEOTTIPIUME SRL		
RIFERIMENTO: Firenzuola		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 7.0-7.3

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	29,1	%
Peso di volume	19,0	kN/m ³
Peso di volume secco	14,7	kN/m ³
Peso di volume saturo	19,1	kN/m ³
Peso specifico	26,5	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,801	
Porosità	44,5	%
Grado di saturazione	97,8	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		%
Passante al set. n° 40		%
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	%
Sabbia	%
Limo	%
Argilla	%
D 10	mm
D 50	mm
D 60	mm
D 90	mm
Passante set. 10	%
Passante set. 42	%
Passante set. 200	%

COMPRESSIONE

σ	80	kPa
c_u	40	kPa
σ_{Rim}		kPa
$c_{u Rim}$		kPa

TAGLIO DIRETTO

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

PERMEABILITA'

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

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C _d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	C' _{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	C _{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	C _u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C _v cm ² /sec	k cm/sec
24,6 ÷ 49,2	1382	0,000369	2,62E-08
49,2 ÷ 98,4	1976	0,000376	1,87E-08
98,4 ÷ 196,8	3313	0,000359	1,06E-08
196,8 ÷ 393,6	4859	0,000303	6,12E-09
393,6 ÷ 787,2	12475	0,000752	5,91E-09
787,2 ÷ 1574,4	31551	0,000809	2,51E-09

FOTOGRAFIA**OSSERVAZIONI**

Tipologia di campione: Cilindrico	Qualità del campione: Q 5
-----------------------------------	---------------------------

Posizione delle prove CF CS ED	cm	R _p kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				Argilla plastica MUNSELL SOIL COLOR: 5Y 6/2 Light olive gray
	5				
	10	75			Classificazione del terreno in base alla resistenza al pocket penetrometer e vane test < 24.5 kPa molto molle 24.5 - 49.1 kPa molle 49.1 - 98.1 kPa plastico 98.1 - 196.2 kPa consistente 196.2 - 392.4 kPa molto consistente >392,4 kPa duro
	15				
	20	75			
				24	



LABOTER S.r.l.

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

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

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 04654	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/10/22	Inizio analisi: 29/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 418 del 19/09/22		Apertura campione: 29/09/22	Fine analisi: 30/09/22

COMMITTENTE: GALEOTTIPIUME SRL			
RIFERIMENTO: Firenzuola			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	7.0-7.3

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale = 29,1 %

Struttura del materiale:

Omogeneo

Stratificato

Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

**LABOTER S.r.l.**Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 04655	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/10/22	Inizio analisi: 29/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 418 del 19/09/22		Apertura campione: 29/09/22	Fine analisi: 29/09/22

COMMITTENTE: GALEOTTIPIUME SRL		
RIFERIMENTO: Firenzuola		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 7.0-7.3

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 19,0 kN/m³



**LABOTER S.r.l.**Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

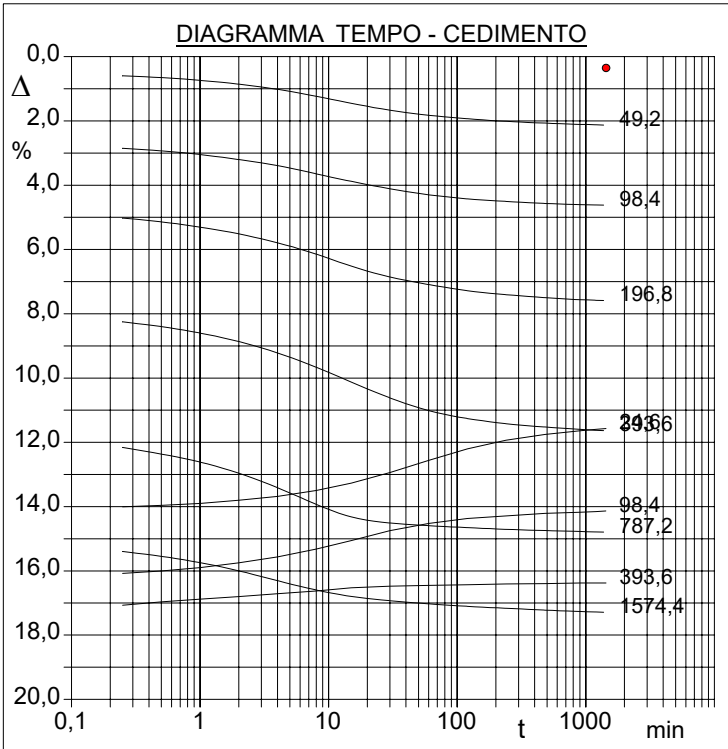
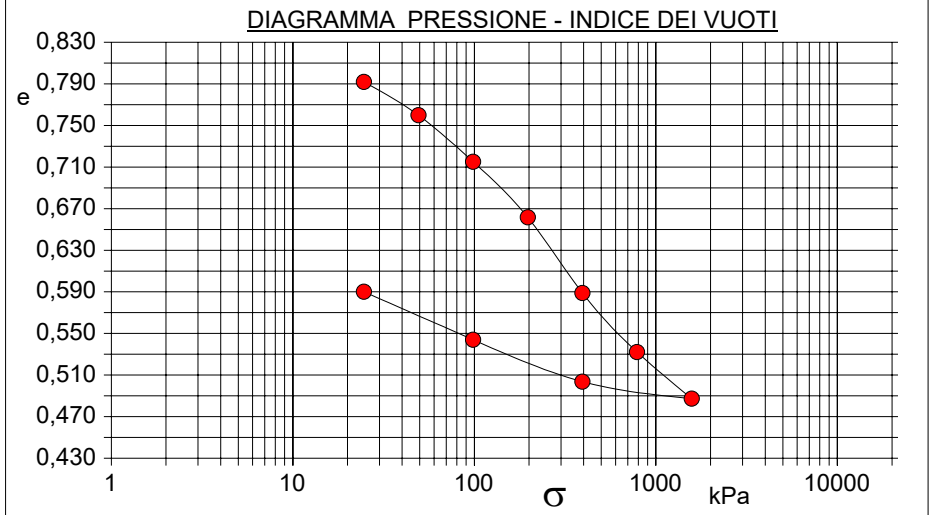
CERTIFICATO DI PROVA N°: 04656	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 17/10/22	Inizio analisi: 29/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 418 del 19/09/22		Apertura campione: 29/09/22	Fine analisi: 11/10/22

COMMITTENTE: GALEOTTIPIUME SRL			
RIFERIMENTO: Firenzeuola			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 7.0-7.3	

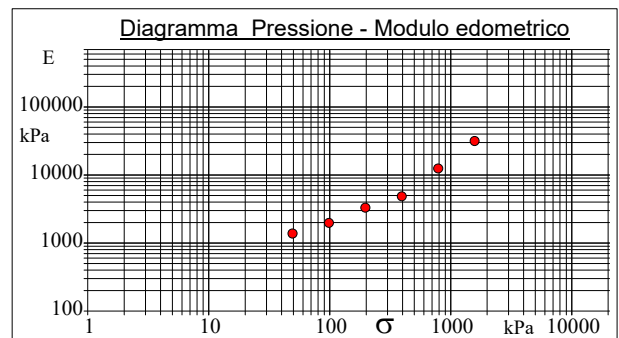
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435-11

Caratteristiche del campione	
Peso di volume (kN/m ³)	18,96
Umidità (%)	28,8
Peso specifico (kN/m ³)	26,47
Altezza provino (cm)	2,00
Diametro provino (cm)	5,00
Sezione provino (cm ²)	19,63
Volume provino (cm ³)	39,27
Volume dei vuoti (cm ³)	17,43
Indice dei vuoti	0,80
Porosità (%)	44,39
Saturazione (%)	97,5



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
24,6	7,0	0,792				
49,2	42,6	0,760	0,106	1382	0,000369	2,62E-08
98,4	92,4	0,715	0,149	1976	0,000376	1,87E-08
196,8	151,8	0,662	0,177	3313	0,000359	1,06E-08
393,6	232,8	0,589	0,242	4859	0,000303	6,12E-09
787,2	295,9	0,532	0,188	12475	0,000752	5,91E-09
1574,4	345,8	0,487	0,149	31551	0,000809	2,51E-09
393,6	327,6	0,504				
98,4	282,8	0,544				
24,6	231,5	0,590				



**LABOTER S.r.l.**Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 04656	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 17/10/22	Inizio analisi: 29/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 418 del 19/09/22		Apertura campione: 29/09/22	Fine analisi: 11/10/22

COMMITTENTE: GALEOTTIPIUME SRL			
RIFERIMENTO: Firenzuola			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 7.0-7.3	

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435-11

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 49,2 kPa				Pressione 98,4 kPa				Pressione 196,8 kPa				Pressione 393,6 kPa			
Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100
0,02	7,0			0,02	42,6			0,02	92,4			0,02	151,8		
0,25	11,9			0,25	57,0			0,25	100,4			0,25	165,0		
0,50	13,0			0,50	58,6			0,50	102,8			0,50	168,0		
1,00	14,7			1,00	60,9			1,00	106,1			1,00	172,0		
2,00	17,1			2,00	64,0			2,02	110,3			2,00	177,3		
4,00	20,3			4,00	67,8			4,02	115,9			4,00	184,4		
8,00	24,6			8,02	72,9			8,02	122,9			8,00	193,3		
15,00	29,0			15,02	77,6			15,02	130,4			15,00	202,5		
30,00	33,3			30,02	82,2			30,02	137,1			30,00	212,3		
60,00	36,5			60,02	85,9			60,02	141,8			60,00	220,2		
120,00	38,6			120,02	88,5			120,02	145,6			120,00	225,2		
240,00	40,3			240,02	90,1			240,02	148,1			240,00	228,4		
480,00	41,3			480,02	91,3			480,02	150,0			480,00	230,5		
900,00	42,1			900,02	92,1			900,02	151,2			900,00	231,9		
1200,00	42,4			1200,02	92,3			1200,03	151,6			1200,00	232,5		
1440,00	42,6			1440,02	92,4			1440,03	151,8			1440,00	232,8		

Pressione 787,2 kPa				Pressione 1574,4 kPa				Pressione 393,6 kPa				Pressione 98,4 kPa			
Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100
0,02	232,8			0,02	295,9			0,02	345,8			0,02	327,6		
0,25	243,2			0,25	307,9			0,25	341,4			0,25	321,6		
0,50	247,3			0,50	311,0			0,50	339,3			0,50	320,1		
1,00	252,3			1,00	314,9			1,00	337,6			1,00	318,0		
2,00	259,2			2,00	320,0			2,00	336,0			2,00	315,0		
4,00	268,2			4,00	326,1			4,00	334,2			4,00	311,3		
8,00	278,6			8,00	331,9			8,00	332,5			8,00	306,4		
15,00	286,4			15,00	335,9			15,00	330,5			15,00	301,1		
30,00	290,2			30,00	338,6			30,00	329,6			30,00	295,0		
60,00	291,9			60,00	340,5			60,00	329,0			60,00	290,5		
120,00	293,1			120,00	342,1			120,00	328,7			120,00	287,4		
240,00	294,2			240,00	343,3			240,00	328,2			240,00	285,8		
480,00	294,9			479,98	344,4			480,00	327,9			480,00	284,3		
900,00	295,5			899,98	345,3			900,00	327,6			900,00	283,5		
1200,00	295,8			1199,98	345,6			1200,00	327,6			1200,00	283,1		
1440,00	295,9			1439,98	345,8			1440,00	327,6			1432,92	282,8		

Pressione 24,6 kPa				Pressione -- kPa				Pressione -- kPa				Pressione -- kPa			
Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100
0,02	282,8														
0,25	280,1														
0,50	279,2														
1,00	278,0														
2,00	276,0														
4,00	273,6														
8,00	270,0														
15,00	265,4														
30,00	258,8														
60,00	251,2														
120,00	244,1														
240,00	238,7														
480,00	235,1														
900,00	232,8														
1200,00	232,0														
1440,00	231,5														

**LABOTER S.r.l.**Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

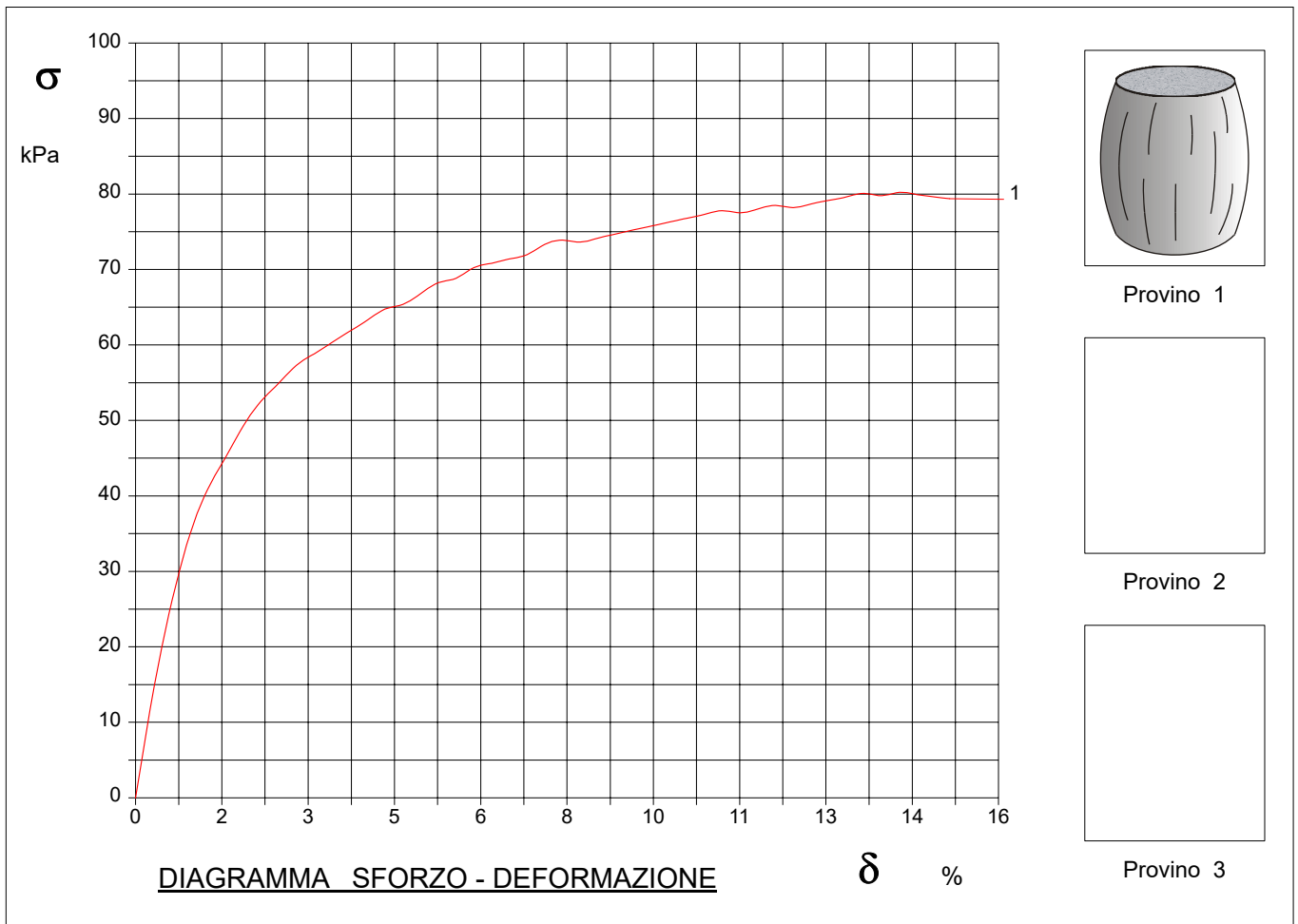
CERTIFICATO DI PROVA N°: 04657	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/10/22	Inizio analisi: 29/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 418 del 19/09/22		Apertura campione: 29/09/22	Fine analisi: 30/09/22

COMMITTENTE: GALEOTTIPIUME SRL			
RIFERIMENTO: Firenzuola			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 7.0-7.3	

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166-06

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	----	----
Velocità di deformazione (mm/min):	1,270	----	----
Altezza (cm):	7,60	----	----
Sezione (cm²):	11,34	----	----
Peso di volume (kN/m³):	18,9	----	----
Umidità naturale (%):	30,3	----	----



Moduli di elasticità kPa	Tangente	Provino 1: 4257	Provino 2: ---	Provino 3: ---
	Secante	Provino 1: ---	Provino 2: ---	Provino 3: ---
	A rottura	Provino 1: ---	Provino 2: ---	Provino 3: ---

**LABOTER S.r.l.**Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 570566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

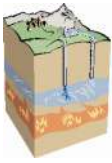
CERTIFICATO DI PROVA N°: 04657	Pagina 0/1	DATA DI EMISSIONE: 17/10/22	Inizio analisi: 29/09/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 418 del 19/09/22		Apertura campione: 29/09/22	Fine analisi: 30/09/22

COMMITTENTE: GALEOTTIPIUME SRL			
RIFERIMENTO: Firenzuola			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	7.0-7.3

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166-06

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione
%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa
0,35	14,9	12,85	79,1								
0,68	26,3	13,18	79,6								
1,01	34,9	13,51	80,1								
1,34	40,9	13,84	79,8								
1,67	45,1	14,17	80,2								
2,00	49,3	14,50	79,9								
2,32	52,5	14,82	79,6								
2,65	54,9	15,15	79,3								
2,98	57,3										
3,31	58,8										
3,64	60,3										
3,97	61,8										
4,30	63,3										
4,63	64,8										
4,96	65,4										
5,29	66,8										
5,61	68,2										
5,94	68,8										
6,27	70,2										
6,60	70,8										
6,93	71,4										
7,26	72,0										
7,59	73,3										
7,92	73,9										
8,25	73,6										
8,57	74,2										
8,90	74,7										
9,23	75,2										
9,56	75,8										
9,89	76,3										
10,22	76,8										
10,55	77,3										
10,88	77,8										
11,21	77,5										
11,54	78,0										
11,86	78,5										
12,19	78,2										
12,52	78,7										



Geologia & Ambiente S.n.c.

INDAGINE GEOFISICA PRESSO GALEOTTI PIUME FIRENZUOLA (FI)



RIFRAZIONE ONDE P M.A.S.W./Re.Mi

Tecnico:
Geol. L. Salvi

GEOLOGIA & AMBIENTE S.N.C.
di Naselli Gino & C.
Via Fiorentina, 630/a - 51100 BOTTIGONE - PISTOIA
C.F. e P.IVA 01427880479
USAL8PV

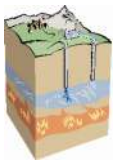
IVA 01427880479 - C.U. USAL8PV Via Fiorentina 630/a - Loc. Bottigone - 51100 PISTOIA - Tel. 0573766345 - info@geologiaeambiente.com

UBICAZIONE DELLE INDAGINI SISMICHE

A ● ——— ● **R**

Stendimento Sismica a rifrazione
MASW e Re.Mi





Geologia & Ambiente S.n.c.

INDAGINE GEOFISICA PRESSO GALEOTTI PIUME FIRENZUOLA (FI)



RIFRAZIONE ONDE P

Tecnico:
Geol. L. Salvi

GEOLOGIA & AMBIENTE S.N.C.
di Naselli Gino & C.
Via Fiorentina, 630/a - 51100 BOTTEGONE - PISTOIA
C.F. e P.IVA 01427880479
USAL8PV

IVA 01427880479 - C.U. USAL8PV Via Fiorentina 630/a - Loc. Bottegone - 51100 PISTOIA - Tel. 0573766345 - info@geologiaeambiente.com

Easy Refract

Le indagini di sismica a rifrazione consentono di interpretare la stratigrafia del sottosuolo attraverso il principio fisico del fenomeno della rifrazione totale di un'onda sismica che incide su una discontinuità, individuata fra due corpi aventi proprietà meccaniche diverse (orizzonte rifrattorio). La condizione fondamentale per eseguire studi di sismica a rifrazione è quella per cui la successione di strati da investigare sia caratterizzata da velocità sismiche crescenti all'aumentare della profondità. In questo modo si possono valutare fino a 4 o 5 orizzonti rifrattori differenti.

Le prove si basano sulla misura dei tempi di percorso delle onde elastiche per le quali, ipotizzando le superfici di discontinuità estese rispetto alla lunghezza d'onda o, comunque, con deboli curvature, i fronti d'onda sono rappresentati mediante i relativi raggi sismici. L'analisi si avvale, poi, del principio di Fermat e della legge di Snell.

Il principio di Fermat stabilisce che il raggio sismico percorre la distanza tra sorgente e rilevatore seguendo il percorso per cui il tempo di tragitto è minimo. Per tale principio, dato un piano che separa due mezzi con caratteristiche elastiche diverse, il raggio sismico è quello che si estende lungo un piano perpendicolare alla discontinuità contenente sia la sorgente che il ricevitore.

La legge di Snell è una formula che descrive le modalità di rifrazione di un raggio sismico nella transizione tra due mezzi caratterizzati da diversa velocità di propagazione delle onde o, equivalentemente, da diversi indici di rifrazione. L'angolo formato tra la superficie di discontinuità e il raggio sismico è chiamato angolo di incidenza θ_i mentre quello formato tra il raggio rifratto e la superficie normale è detto angolo di rifrazione θ_r . La formulazione matematica è:

$$v_2 \sin \theta_i = v_1 \sin \theta_r$$

Dove v_1 e v_2 sono le velocità dei due mezzi separati dalla superficie di discontinuità.

Per $v_1 > v_2$ si ha che $\theta_i > \theta_r$ e la sismica a rifrazione non è attuabile poiché il raggio rifratto andrebbe ad inclinarsi verso il basso. Per $v_1 < v_2$ si ha che $\theta_i < \theta_r$ ed esiste un angolo limite di incidenza per cui $\theta_r = 90^\circ$ ed il raggio rifratto viaggia parallelamente alla superficie di discontinuità. L'espressione che definisce l'angolo limite è:

$$\theta_i = \arcsin(v_1 / v_2)$$

Il modo più semplice per analizzare i dati di rifrazione è quello di costruire un diagramma tempi-distanze in cui l'origine del sistema di riferimento è posto in corrispondenza della sorgente di generazione delle onde elastiche. In ascissa sono rappresentate le posizioni dei geofoni ed in ordinata i tempi dei primi arrivi. Ai geofoni più vicini alla sorgente giungono per primi gli impulsi che hanno seguito il percorso diretto in un tempo T dato dalla relazione

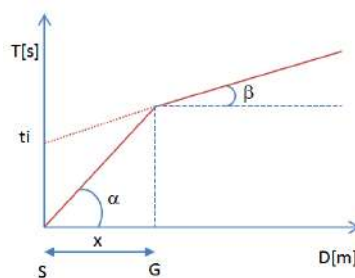
$$T = x_i / V_1$$

dove x_i è la distanza tra il punto di energizzazione e il punto di rilevazione.

L'equazione precedente rappresenta una retta che passa per l'origine degli assi tempi-distanze e il suo coefficiente angolare consente di calcolare la velocità V_1 del primo mezzo come

$$V_1 = 1 / \tan \alpha$$

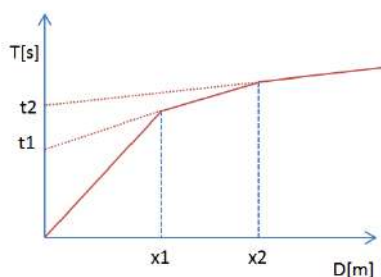
I tempi di arrivo dei raggi rifratti, nel diagramma tempi-distanze, si dispongono secondo una retta che avrà pendenza minore di quella delle onde dirette.



La curva tempi-distanze tende ad avere un andamento regolare secondo una spezzata i cui vertici sono i chiamati *punti di ginocchio* e rappresentano, fisicamente, la condizione in cui si verifica l'arrivo contemporaneo delle onde dirette e rifratte. Per ciascuno di segmenti individuati si determina, dunque, il tempo di ritardo t_i che rappresenta la differenza tra il tempo che il raggio

sismico impiega a percorrere un tratto alla velocità propria dello strato in cui si trasmette ed il tempo che impiegherebbe a viaggiare lungo la componente orizzontale di quel tratto alla massima velocità raggiunta in tutto il percorso di rifrazione.

Graficamente il tempo di ritardo è dato dall'intersezione della retta che comprende un segmento della curva tempi-distanze con l'asse dei tempi.

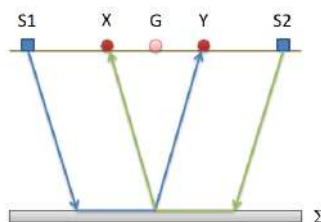


Infine, dalla conoscenza dei tempi t_i è possibile ricavare gli spessori dei rifrattori mediante la relazione:

$$h_{(i-1)} = \frac{V_{(i-1)}V_i}{2\sqrt{V_i^2 - V_{(i-1)}^2}} \left(t_i - \frac{2h_1\sqrt{V_i^2 - V_1^2}}{V_1V_i} - \dots - \frac{2h_{(i-2)}\sqrt{V_i^2 - V_{(i-2)}^2}}{V_1V_{(i-2)}} \right)$$

In situazioni morfologiche complesse può essere utilizzato come metodo di elaborazione il Metodo Reciproco Generalizzato (Generalized Reciprocal Method) discusso da Palmer nel 1980.

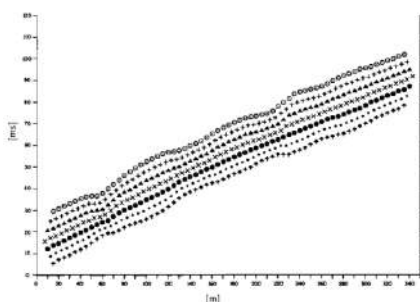
Il metodo è basato sulla ricerca di una distanza intergeofonica virtuale XY tale che i raggi sismici che partono da punti di energizzazione simmetrici rispetto allo stendimento, arrivino al geofono posto in posizione X e a quello posto in posizione Y provenendo da un medesimo punto del rifrattore.



Il primo passo operativo è quello di costruire un diagramma tempi-distanze individuando nei sismogrammi ottenuti dai dati di campagna i primi arrivi delle onde sismiche. Per determinare la distanza XY ottimale è necessario considerare più punti di energizzazione tanto agli estremi quanto all'interno dello stendimento. Ciò permette di individuare con maggiore accuratezza i tempi relativi ad un medesimo rifrattore utili a caratterizzare le dromocrone, fondamentali all'interpretazione. Nelle interpretazioni multi strato, la generazione delle dromocrone può sfruttare tecniche di phantoming per sopperire alla mancanza dei dati per alcuni rifrattori.

Dalla costruzione delle dromocrone è possibile determinare **la funzione velocità** secondo l'equazione

$$T_v = \frac{T_{S_1Y} - T_{S_2X} + T_{S_1S_2}}{2}$$



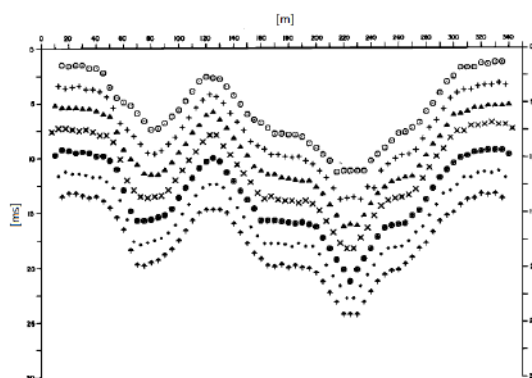
dove T_{S_1Y} e T_{S_2X} sono i tempi di percorrenza dei raggi sismici per giungere, rispettivamente, dalla sorgente S_1 ad X e dalla sorgente S_2 ad Y mentre $T_{S_1S_2}$ è il tempo di tragitto tra i due punti di scoppio S_1 ed S_2 , esternamente simmetrici rispetto allo stendimento. T_V è il tempo calcolato su un geofono G posto tra X ed Y , non necessariamente coincidente con la posizione di un geofono dello stendimento.

Il calcolo della funzione T_V viene eseguito per ogni valore di XY compreso tra zero e metà dello stendimento con variazione pari alla distanza reale tra i geofoni dello stendimento. La migliore retta di regressione delle funzioni velocità ottenute, permette di determinare l' XY ottimo e la velocità del rifrattore che è ricavata dal coefficiente angolare.

Per mezzo della **funzione tempo-profondità** è possibile trovare la profondità del rifrattore espressa in unità di tempo. L'espressione di tale funzione è:

$$T_G = \frac{T_{S_1Y} + T_{S_2X} - \left(T_{S_1S_2} + \frac{XY}{V_n} \right)}{2}$$

Dove V_n è la velocità del rifrattore.



Analogamente a quanto avviene per la funzione velocità si determinano diverse funzioni tempo-profondità per l'insieme dei valori XY di studio. Tra le funzioni trovate, quella che presenta la maggiore articolazione compete al valore di XY ottimo. Infine, è possibile determinare lo spessore del rifrattore in corrispondenza delle posizioni dei geofoni G mediante la relazione:

$$h = T_G \sqrt{\frac{V_n XY}{2T_G}}$$

h rappresenta la profondità minima dal geofono G dunque la morfologia del rifrattore è definita dall'involuppo delle semicirconferenze di raggio h .

Uno dei principali vantaggi del G.R.M. è che il fattore di conversione della profondità è relativamente insensibile alle inclinazioni fino a circa 20°

Dati generali

Descrizione	Rifrazione Nuovo edificio industriale Galeotti Piume
Committente	Galeotti Piume
Zona	Firenzuola (FI)
Data indagine	05/09/2022

Geometria geofoni

	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	6.0	0.0
2	9.0	0.0
3	12.0	0.0
4	15.0	0.0
5	18.0	0.0
6	21.0	0.0
7	24.0	0.0
8	27.0	0.0
9	30.0	0.0
10	33.0	0.0
11	36.0	0.0
12	39.0	0.0
13	42.0	0.0
14	45.0	0.0
15	48.0	0.0
16	51.0	0.0
17	54.0	0.0
18	57.0	0.0
19	60.0	0.0
20	63.0	0.0
21	66.0	0.0
22	69.0	0.0
23	72.0	0.0
24	75.0	0.0

Dati battute

Battuta 1

Posizione sorgente X 0

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
6.0	10.1721
9.0	11.7371
12.0	14.0845
15.0	16.0000
18.0	20.0000
21.0	23.2000
24.0	31.2000
27.0	33.6000
30.0	37.5587
33.0	39.9061
36.0	42.2535
39.0	43.8185
42.0	43.8185
45.0	46.1659
48.0	46.9484
51.0	48.5133
54.0	50.8607
57.0	51.6432
60.0	52.4257
63.0	53.3646
66.0	54.3036
69.0	56.3380
72.0	58.6854
75.0	61.0329

Battuta 2

Posizione sorgente X 5

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
6.0	1.5649
9.0	6.2598
12.0	7.8247
15.0	11.2000
18.0	14.4000
21.0	16.8000
24.0	20.0000
27.0	24.2567
30.0	28.9515
33.0	32.8638
36.0	35.9937
39.0	38.3412
42.0	39.1236
45.0	41.4710
48.0	43.0360
51.0	44.8000
54.0	47.2000
57.0	48.5133
60.0	50.4000
63.0	51.2000
66.0	53.2081
69.0	55.5556
72.0	57.1205
75.0	57.9030

Battuta 3

Posizione sorgente X 14

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
6.0	10.1721
9.0	7.8247
12.0	6.2598
15.0	6.2598
18.0	11.7371
21.0	15.6495
24.0	17.6000
27.0	23.4742
30.0	26.6041
33.0	28.9515
36.0	30.5164
39.0	33.6463
42.0	34.4288
45.0	35.9937
48.0	37.6000
51.0	40.0000
54.0	41.6000
57.0	42.4000
60.0	44.8000
63.0	45.6000
66.0	46.4000
69.0	48.8000
72.0	50.4000
75.0	52.0000

Battuta 4

Posizione sorgente X 23

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
6.0	23.4742
9.0	20.3443
12.0	17.2144
15.0	14.8670
18.0	10.9546
21.0	7.0423
24.0	5.4773
27.0	13.3020
30.0	15.2000
33.0	16.8000
36.0	19.2000
39.0	20.8000
42.0	23.2000
45.0	26.4000
48.0	28.0000
51.0	32.0000
54.0	34.4000
57.0	36.0000
60.0	37.6000
63.0	40.0000
66.0	41.6000
69.0	42.4000
72.0	43.2000
75.0	44.0000

Battuta 5

Posizione sorgente X 32

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
6.0	35.2000
9.0	31.2000
12.0	30.4000
15.0	24.0000
18.0	19.2000
21.0	16.0000
24.0	12.0000
27.0	9.6000
30.0	7.2000
33.0	4.8000
36.0	8.0000
39.0	10.4000
42.0	15.2000
45.0	16.8000
48.0	18.4000
51.0	22.4000
54.0	24.0000
57.0	25.6000
60.0	27.2000
63.0	28.8000
66.0	32.0000
69.0	34.4000
72.0	36.0000
75.0	36.8000

Battuta 6

Posizione sorgente X 41

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
6.0	35.2000
9.0	32.8000
12.0	31.2000
15.0	29.6000
18.0	27.2000
21.0	22.0344
24.0	17.4272
27.0	13.8216
30.0	11.6182
33.0	8.6135
36.0	6.8106
39.0	4.6072
42.0	2.6041
45.0	6.6103
48.0	11.2175
51.0	11.6182
54.0	15.0235
57.0	17.6275
60.0	21.8341
63.0	25.6000
66.0	28.8000
69.0	28.8000
72.0	30.4000
75.0	32.0000

Battuta 7

Posizione sorgente X 50

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
6.0	44.8000
9.0	44.0000
12.0	43.2000
15.0	40.0000
18.0	37.6000
21.0	35.2000
24.0	32.8000
27.0	30.4000
30.0	25.6000
33.0	20.8000
36.0	16.0000
39.0	16.0000
42.0	14.4000
45.0	9.6000
48.0	7.2000
51.0	6.4000
54.0	10.4000
57.0	14.4000
60.0	17.6000
63.0	20.8000
66.0	22.4000
69.0	26.4000
72.0	27.2000
75.0	28.8000

Battuta 8

Posizione sorgente X 59

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
6.0	51.2000
9.0	49.6000
12.0	48.8000
15.0	45.6000
18.0	42.4000
21.0	39.2000
24.0	38.4000
27.0	36.0000
30.0	34.4000
33.0	29.6000
36.0	28.0000
39.0	24.8000
42.0	21.6000
45.0	17.6000
48.0	15.2000
51.0	13.6000
54.0	8.0000
57.0	4.0000
60.0	4.0000
63.0	7.2000
66.0	7.2000
69.0	12.8000
72.0	16.0000
75.0	18.4000

Battuta 9

Posizione sorgente X 68

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
6.0	52.8000
9.0	52.0000
12.0	50.4000
15.0	48.0000
18.0	44.0000
21.0	40.8000
24.0	39.2000
27.0	38.4000
30.0	36.8000
33.0	34.4000
36.0	32.0000
39.0	28.0000
42.0	25.6000
45.0	24.8000
48.0	23.2000
51.0	17.6000
54.0	12.8000
57.0	12.0000
60.0	7.2000
63.0	5.6000
66.0	3.2000
69.0	5.6000
72.0	8.0000
75.0	12.8000

Battuta 10

Posizione sorgente X 77

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
6.0	56.0000
9.0	55.2000
12.0	53.6000
15.0	52.0000
18.0	48.8000
21.0	46.4000
24.0	44.8000
27.0	44.0000
30.0	42.4000
33.0	42.4000
36.0	40.0000
39.0	39.2000
42.0	32.8000
45.0	32.0000
48.0	30.4000
51.0	27.2000
54.0	23.2000
57.0	21.6000
60.0	18.4000
63.0	14.4000
66.0	12.8000
69.0	10.4000
72.0	6.4000
75.0	4.0000

Battuta 11

Posizione sorgente X 81

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
6.0	60.0000
9.0	59.2000
12.0	58.4000
15.0	57.6000
18.0	56.8000
21.0	55.2000
24.0	54.4000
27.0	52.0000
30.0	49.6000
33.0	48.8000
36.0	48.0000
39.0	44.0000
42.0	41.6000
45.0	36.8000
48.0	34.4000
51.0	29.6000
54.0	28.8000
57.0	26.4000
60.0	22.4000
63.0	21.6000
66.0	19.2000
69.0	17.6000
72.0	15.2000
75.0	12.0000

Interpretazione col metodo G,,R.M.

	Strato n. 1	Strato n. 2	Strato n. 3
G= 6.0 [m]	2.6	13.4	--
G= 9.0 [m]	2.3	14.0	--
G= 12.0 [m]	0.8	15.4	--
G= 15.0 [m]	1.0	15.0	--
G= 18.0 [m]	0.9	16.5	--
G= 21.0 [m]	0.8	16.6	--
G= 24.0 [m]	1.4	16.8	--
G= 27.0 [m]	2.8	16.4	--
G= 30.0 [m]	3.6	16.3	--
G= 33.0 [m]	3.9	16.5	--
G= 36.0 [m]	4.9	16.4	--
G= 39.0 [m]	4.6	16.1	--
G= 42.0 [m]	2.6	16.9	--
G= 45.0 [m]	3.4	17.3	--
G= 48.0 [m]	4.7	16.6	--
G= 51.0 [m]	4.1	17.7	--
G= 54.0 [m]	4.7	18.0	--
G= 57.0 [m]	4.4	18.3	--
G= 60.0 [m]	4.7	18.5	--
G= 63.0 [m]	5.8	18.0	--
G= 66.0 [m]	8.4	16.9	--
G= 69.0 [m]	8.0	17.7	--
G= 72.0 [m]	7.7	18.2	--
G= 75.0 [m]	7.5	18.6	--
Velocità [m/sec]	816.4	1220.2	2388.3

**NUOVO EDIFICIO INDUSTRIALE
GALEOTTI PIUME
FIRENZUOLA**

PROSPEZIONE SISMICA
A RIFRAZIONE
IN ONDE P

SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA
INTERPRETATIVA

Base sismica: SIM I




Committente:

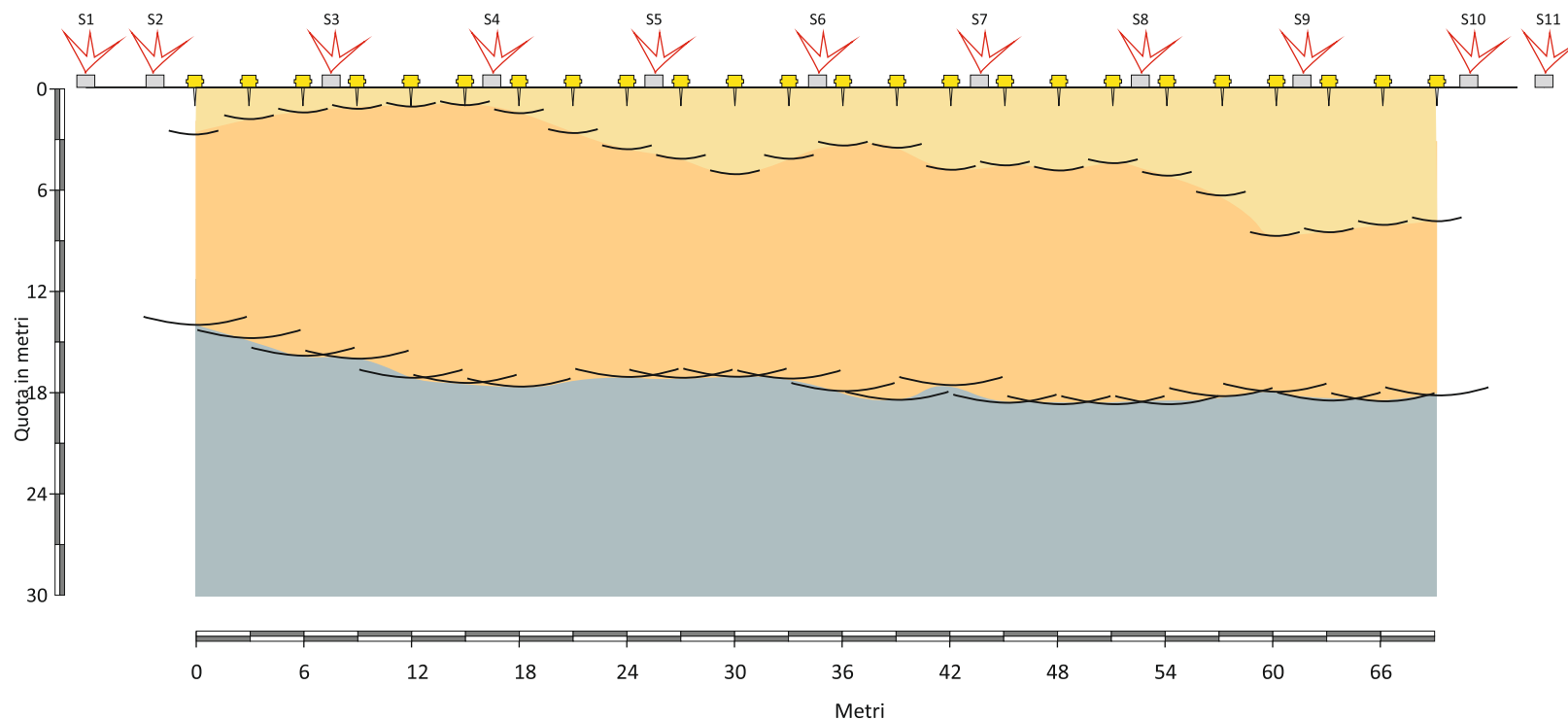
GALEOTTI PIUME

Data :

20 DICEMBRE 2022

LEGENDA

- Vp** Velocità sismica onde P in metri al secondo
-  Sismostrato 1 - Vp = 816 m/sec
 -  Sismostrato 2 - Vp = 1220 m/sec
 -  Sismostrato 3 - Vp = 2388 m/sec



**NUOVO EDIFICIO INDUSTRIALE
GALEOTTI PIUME
FIRENZUOLA**

PROSEZIONE SISMICA
A RIFRAZIONE
IN ONDE P

DROMOCRONE

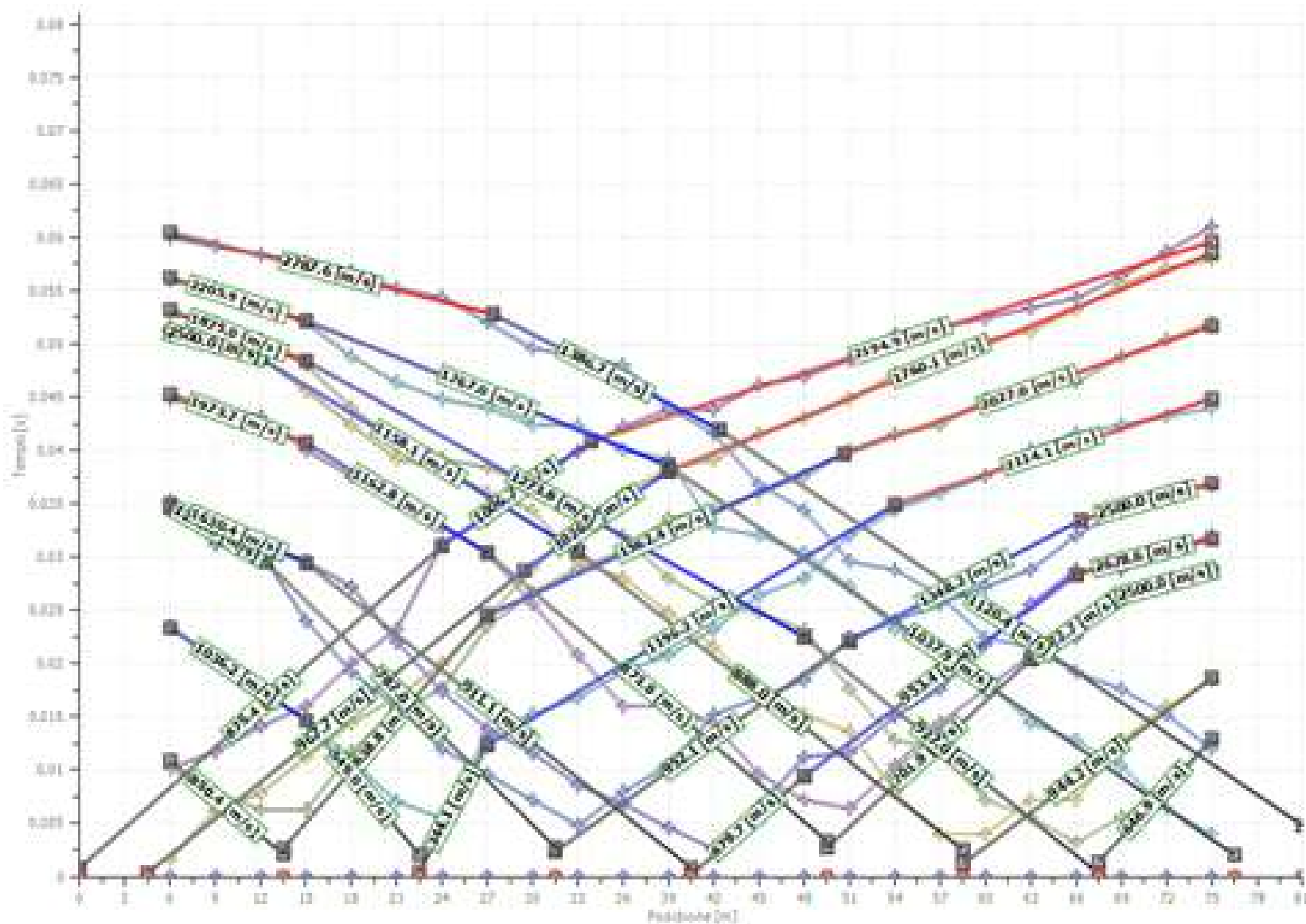
Base sismica: SIM I

Committente:
GALEOTTI PIUME

Data :
20 DICEMBRE 2022

LEGENDA

- Strato 1
- Strato 2
- Strato 3
- Posizioni sarganti
- Posizioni geofoni
- Battuta 1
- Battuta 2
- Battuta 3
- Battuta 4
- Battuta 5
- Battuta 6
- Battuta 7
- Battuta 8
- Battuta 9
- Battuta 10
- Battuta 11



**NUOVO EDIFICIO INDUSTRIALE
GALEOTTI PIUME
FIRENZUOLA**

PROSPEZIONE SISMICA
A RIFRAZIONE
IN ONDE P

SISMOGRAMMI

Base sismica: SIM I

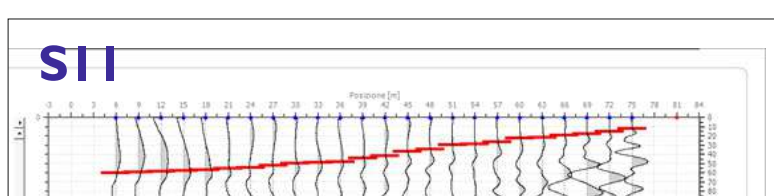
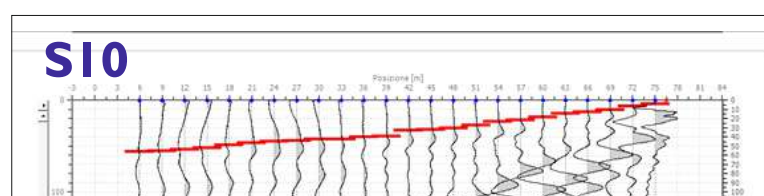
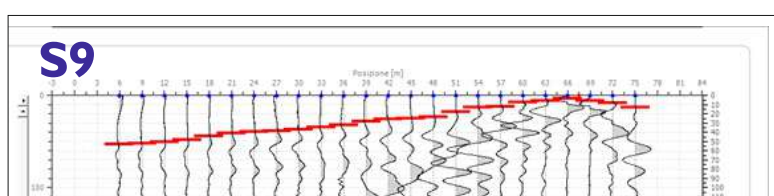
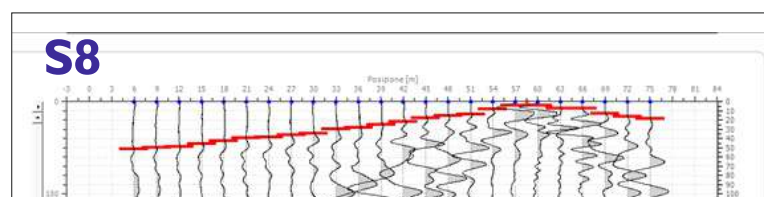
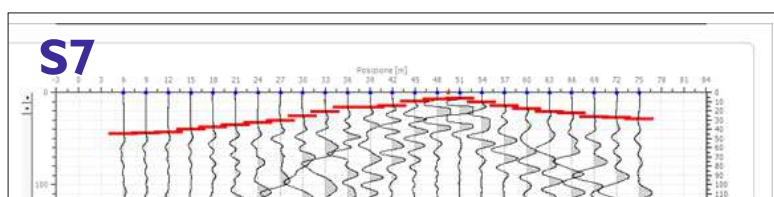
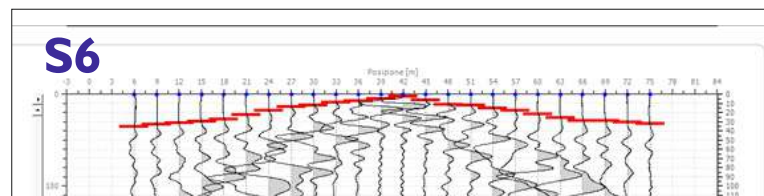
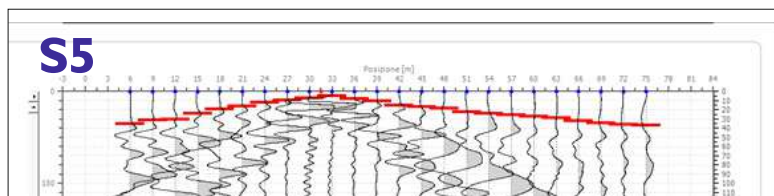
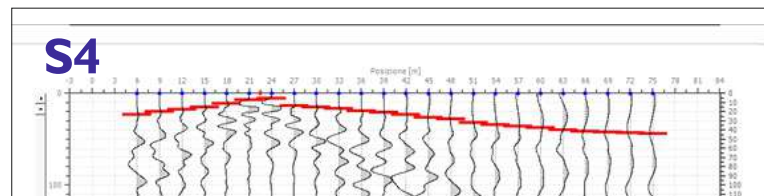
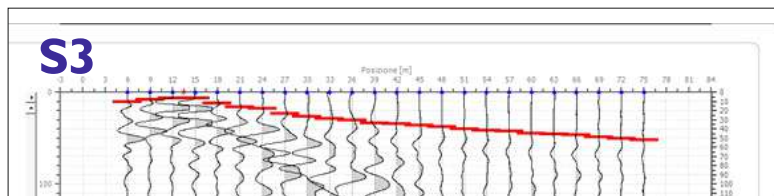
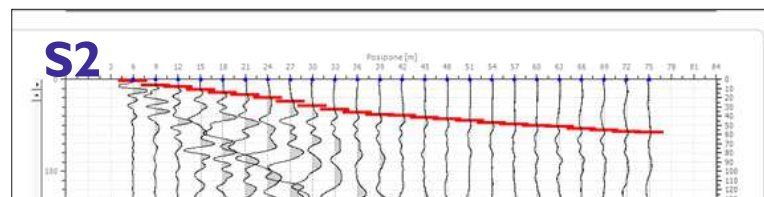
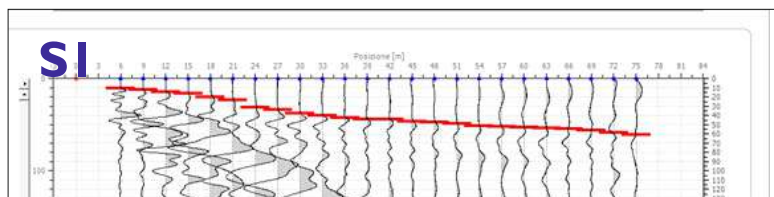
GALEOTTI PIUME

20 DICEMBRE 2022

LEGENDA

S8 Punto di scoppio

— Tempi di primo arrivo ai geofoni





Geologia & Ambiente S.n.c.

INDAGINE GEOFISICA PRESSO GALEOTTI PIUME FIRENZUOLA (FI)

M.A.S.W./Re.Mi



Tecnico:
Geol. L. Salvi

GEOLOGIA & AMBIENTE s.n.c.
di Naselli Gino & C.
Via Fiorentina, 630/a - 51100 BOTTIGONE - PISTOIA
C.F. e P.IVA 01427880479
USAL8PV

IVA 01427880479 - **C.U. USAL8PV** Via Fiorentina 630/a - Loc. Bottigone - 51100 PISTOIA - Tel. 0573766345 - info@geologiaeambiente.com



Premessa

La presente relazione riporta i risultati di una campagna di prospezione geofisica in corrispondenza di un'area ubicata in Via G. di Vittorio nel territorio comunale di Firenzuola (FI). Tale indagine è stata finalizzata alla determinazione del profilo verticale di velocità delle onde di taglio (Onde S), al calcolo del parametro Vseq. L'indagine, svolta il 05 settembre 2022, è stata condotta conformemente alla vigente normativa sismica e in particolare ai contenuti dell'O.P.C.M. n. 3274/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e s.m.i., al D.M. 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni" e alla Circolare 2 febbraio 2009, n. 617, del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, contenente le Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. L'indagine tiene altresì conto di quanto previsto nel nuovo D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni".

TIPO DI INDAGINE E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Introduzione

Per la ricostruzione del profilo verticale di velocità delle onde S e per il calcolo del parametro Vseq si è deciso di eseguire: n. 1 prospezione sismica superficiale mediante la tecnica MASW ("Multichannel Analysis of Surface Waves") e n. 1 Re.Mi. (Refraction Microtremor).

Strumentazione utilizzata

L'indagine è stata eseguita con la seguente strumentazione:

- sistema di energizzazione ad impatto verticale per le onde di Rayleigh costituito da una mazza del peso di 10 kg battente verticalmente su piastra rotonda in alluminio di dimensioni di 20 x 20 x 5 cm posta direttamente sul piano di campagna per la generazione di onde Rayleigh;
- un sistema di ricezione costituito da 24 geofoni verticali Geospace verticali con frequenza propria di 4.5 Hz;
- un sistema di acquisizione dati: costituito da un sismografo DoReMi della SARA s.r.l., un cavo sismico con 24 canali; un notebook PC Windows 7 con software di acquisizione Do.Re.Mi. a 24 canali; un sistema di trigger rappresentato da un geofono starter



METODOLOGIA E ACQUISIZIONE

Metodologia

Il metodo *MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)* è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio Vs, sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni nel caso specifico) posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o, detto in maniera equivalente, la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo; onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo. I metodi di utilizzo delle MASW sono di tipo attivo e passivo; nel primo caso il concetto è quello di energizzare verticalmente con i metodi tradizionali e procedere ad un'analisi del segnale non più nel campo nel tempo, come si fa abitualmente con la rifrazione, ma nel dominio della frequenza. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5-10 Hz e 70-100 Hz, quindi fornisce informazioni sulla parte più superficiale del suolo, generalmente compresa nei primi 30m-50m, in funzione della rigidità del suolo e delle caratteristiche della sorgente. Nel caso invece del metodo passivo, denominato anche NASW, MAM o *ReMI (Refraction Microtremor)* a seconda degli autori, l'analisi delle frequenze viene condotta su registrazioni, che in questo caso devono essere prolungate per un tempo sufficientemente lungo, dei "naturali" rumori di fondo.

I principali vantaggi pratici nell'utilizzo di queste tecniche sono evidentemente nella semplicità di acquisizione rispetto alla sismica a rifrazione; le onde di taglio infatti non sempre possono essere rilevate in modo soddisfacente sia per il basso rapporto segnale/rumore, sia per la mancanza degli spazi necessari per effettuare profili di lunghezza adeguata. Il metodo passivo risulta inoltre particolarmente indicato in situazioni di elevato rumore di fondo caratteristico delle aree urbane, anche se può risentire negativamente di fonti di rumore orientate (fonti industriali). La bibliografia abbonda di documenti che discutono sul grado di dettaglio delle ricostruzioni stratigrafiche ottenute con questi metodi. Un dato comunque su cui c'è univoca concordanza è il buon grado di affidabilità nella determinazione delle Vs medie entro lo spessore indagato. In altre parole, indipendentemente dalla situazione stratigrafica, il valore medio delle onde superficiali, e quindi di quelle di taglio, all'interno del volume di sottosuolo indagato è da ritenersi valido



I fondamenti teorici del metodo MASW fanno riferimento ad un semispazio stratificato con strati paralleli e orizzontali, quindi una limitazione alla sua applicabilità potrebbe essere rappresentata dalla presenza di pendenze significative superiori a 20°, sia della topografia sia delle diverse discontinuità elastiche.

Acquisizione

La metodologia di acquisizione si sviluppa in quattro fasi:

- 1) acquisizione dei dati di campagna energizzando a più riprese e alternativamente ai due estremi dello stendimento geofonico;
- 2) determinazione dello spettro di velocità sperimentale dal campo di moto acquisito nel dominio spazio-tempo lungo lo stendimento;
- 3) calcolo della curva di dispersione attraverso il picking o la modellazione diretta;
- 4) inversione della curva di dispersione per l'individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs e il parametro Vs30.

L'elaborazione è stata eseguita tramite il software MASW (Vitantonio). Le acquisizioni sono state eseguite secondo le seguenti configurazioni spaziali e temporali

PARAMETRI CONFIGURAZIONALI DELLO STENDIMENTO MASW		
CARATTERISTICHE SPAZIALI DELLO STENDIMENTO		
DISLIVELLO ALTIMETRICO TRA GLI ESTREMI	0	
LUNGHEZZA STENDIMENTO	78 m	
OFFSET INTERGEOFONICO	3 m	
OFFSET PUNTI ENERGIZZAZIONE	6 m	
IMPOSTAZIONI DI CAMPIONAMENTO		
	MASW	REMI
DURATA CAMPIONAMENTO	2sec	60 sec
FREQUENZA	1.000 Hz	500 Hz
PERIODO	1 μsec	5msec

Durante il processo di elaborazione, al fine di minimizzare le possibili soluzioni e cercare la più sensata coerenza tra lo spettro di velocità sperimentale e le curve di dispersione teoriche che possono generare tale spettro, ci si è avvalsi sia dei dati derivanti dal rilevamento geologico e da indagini geognostiche dirette eseguite in aree limitrofe e disponibili in bibliografia.



ANALISI DEI RISULTATI

Nel complesso la prospezione geofisica eseguita, per mezzo delle analisi della prova MASW e ReMi, hanno permesso di ricavare sia il modello medio di distribuzione della velocità delle onde "S" che il parametro V_{seq} relativi al sottosuolo del sito indagato.

Nella tabella seguente si riporta il profilo verticale delle Onde S ricavato mediante elaborazione dei dati di campagna:

SPESSORE DELLO STRATO [m]	PROFONDITA' DELLA BASE DELLO STRATO [m]	Vs [m/sec]
5	-5	260
7	-12	370
20	-32	420

I profili MASW e ReMi indicano una V_{seq} pari a 370 m/s.

Pistoia, dicembre 2022

Geologia e Ambiente

GEOLOGIA & AMBIENTE snc
di Naselli Gino & C.
Via Panciatici 11 - 51100 PISTOIA
Tel. e Fax 0573-36649
P.IVA 01427880479
e mail: geologiaeambiente@tiscalinet.it

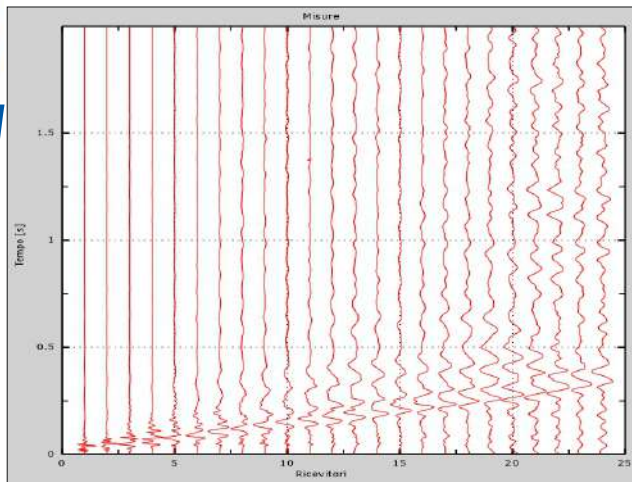


Figura 1: Tracce sperimentali tecnica attiva MASW

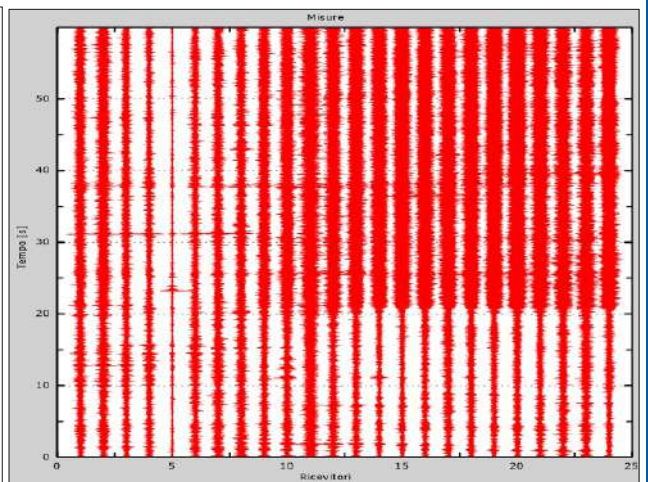


Figura 2: Tracce sperimentali tecnica passiva REMI

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
2.64894	839.296	704.872	973.72
3.80329	529.809	382.88	676.737
6.25629	364.124	264.087	464.16
8.13211	245.331	176.556	314.106
10.8737	207.817	157.799	257.835
14.6975	198.439	154.673	242.204
19.0263	207.817	182.808	232.826
23.2109	214.069	185.934	242.204
26.3853	214.069	185.934	242.204
29.6319	220.322	204.691	235.952
33.2393	214.069	195.313	232.826
35.9809	220.322	198.439	242.204

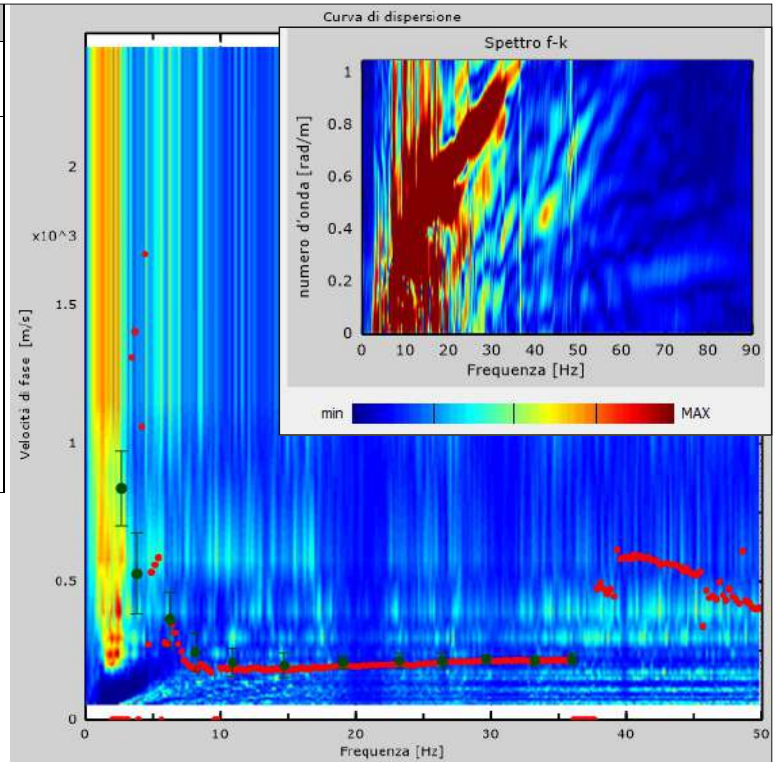


Figura 3: Curva di dispersione e spettro f-k

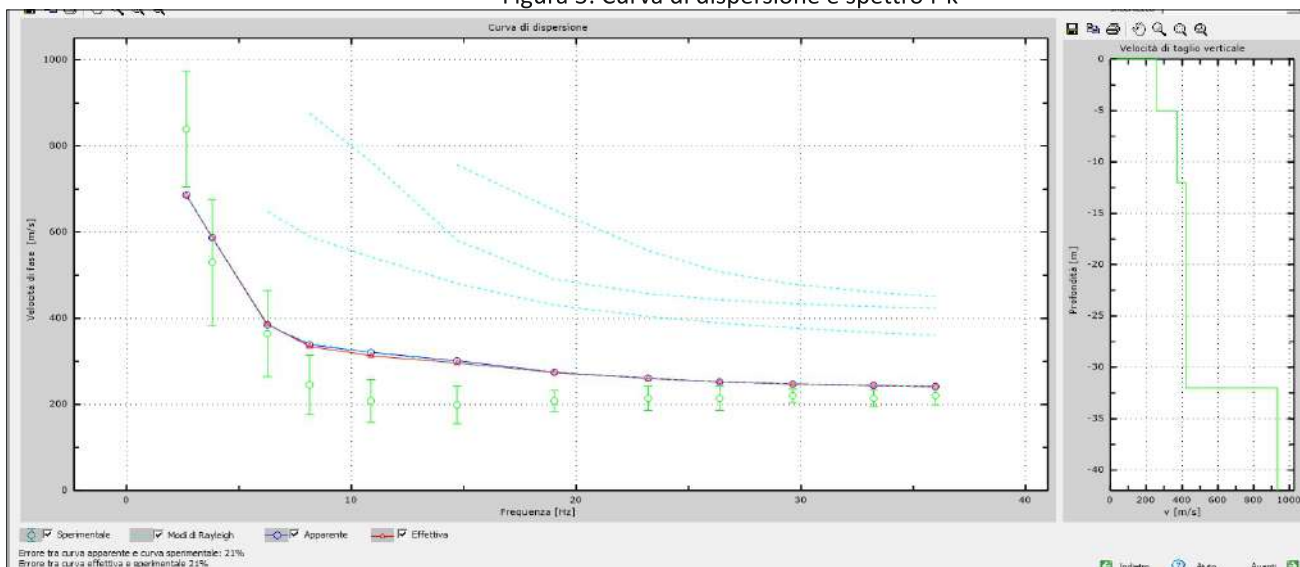


Figura 5: Velocità numeriche punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente(blu), curva numerica (rosso)

Figura 6: Profilo Vs numerico