

**PROGETTO ESECUTIVO DI MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE  
SULLA BASE DELLA CARATTERIZZAZIONE E ANALISI DI RISCHIO  
SITO ORFANO DENOMINATO "EX CAVA DI PATERNO" (COD. SISBON FI354)**

**RELAZIONE GEOLOGICA**

**SETTEMBRE 2025**

INDICE DI REV.	DESCRIZIONE	DATA	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO
REV00	Emissione	Settembre 2025	M. Raspolli	S. Dantoni	A. Lucioni

**DOCUMENTO A CURA DI:**



**GRUPPO DI LAVORO:**

Ing. Andrea Lucioni

Dott. Geol. Marco Raspolli

Dott.ssa Samanta Dantoni

Ing. Guido Fratini

Dott. Cristiano Barbieri

Dott. Matteo Lunardini



## SOMMARIO

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>6</b>
<b>2. CRONISTORIA DEL SITO .....</b>	<b>7</b>
<b>3. INQUADRAMENTO DEL SITO .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 LOCALIZZAZIONE, TIPOLOGIA E USO DEL SITO.....</b>	<b>12</b>
<b>3.2 INQUADRAMENTO URBANISTICO .....</b>	<b>13</b>
<b>3.3 Uso ATTUALE E PASSATO DELL'AREA .....</b>	<b>14</b>
<b>4. ASPETTI GEOLOGICI E IDROGEOLOGICI.....</b>	<b>17</b>
<b>4.1 ASPETTI GEOLOGICI .....</b>	<b>17</b>
4.1.1 Inquadramento geologico generale.....	17
4.1.2 Inquadramento geologico di dettaglio .....	21
<b>4.2 ASPETTI IDROGEOLOGICI .....</b>	<b>22</b>
4.2.1 Inquadramento idrogeologico di area vasta .....	22
4.2.2 Inquadramento idrogeologico di dettaglio .....	22
<b>5. PERICOLOSITÀ TERRITORIALE.....</b>	<b>24</b>
<b>6. PERICOLOSITÀ SISMICA .....</b>	<b>26</b>
<b>7. INDAGINI ESEGUITE.....</b>	<b>31</b>
<b>7.1 PROVE PENETROMETRICHE .....</b>	<b>31</b>
<b>7.2 INDAGINI SISMICHE.....</b>	<b>33</b>
<b>7.3 MASW.....</b>	<b>33</b>
<b>8. RISULTATI DELLE INDAGINI ESEGUITE .....</b>	<b>35</b>
<b>8.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE .....</b>	<b>35</b>
8.1.1 Gradone 1:.....	37
8.1.2 Gradone 2:.....	37
8.1.3 Gradone 3:.....	38
8.1.4 Gradone 4:.....	38
8.1.5 Gradone 5:.....	39
8.1.6 Pericolosità sismica .....	40
<b>9. REALIZZAZIONE DI SETTO ARMATO IN AREA 3 .....</b>	<b>42</b>

<b>9.1 SEZIONE 1</b> .....	<b>42</b>
----------------------------	-----------

<b>9.2 SEZIONE 2</b> .....	<b>45</b>
----------------------------	-----------

## INDICE FIGURE

<b>FIGURA 1:</b> COROGRAFIA AREA INDAGINE EX CAVA PATERNO .....	6
<b>FIGURA 2:</b> UBICAZIONE EX CAVA PATERNO .....	12
<b>FIGURA 3:</b> STRALCIO TAVOLE DISCIPLINA DEI SUOLI – TERRITORIO RURALE DIS 01 – PIANO OPERATIVO DEL COMUNE DI VAGLIA.....	13
<b>FIGURA 4:</b> FOTO STORICHE DAL 1954 AL 1996 .....	14
<b>FIGURA 5:</b> FOTO STORICHE DAL 2004 AL 2023.....	15
<b>FIGURA 6:</b> CONFIGURAZIONE ATTUALE DEL SITO.....	16
<b>FIGURA 7:</b> DETTAGLIO STRUTTURE PRESENTI NELL'AREA PIAZZALE .....	16
<b>FIGURA 8:</b> INQUADRAMENTO GEOLOGICO A GRANDE SCALA (BILLI A. ET AL., HIDDEN SINKHOLES AND KARST CAVITIES IN THE TRAVERTINE PLATEAU OF A HIGHLY-POPULATED GEOTHERMAL SEISMIC TERRITORY (TIVOLI, CENTRAL ITALY, 2015).....	18
<b>FIGURA 9:</b> INQUADRAMENTO SPECIFICO DELL'AREA DI CAVA PATERNO.....	21
<b>FIGURA 10:</b> ESTRATTO CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA DEL SITO .....	24
<b>FIGURA 11:</b> INQUADRAMENTO SPECIFICO DELL'AREA DI CAVA PATERNO .....	25
<b>FIGURA 12:</b> INQUADRAMENTO SISMICO DELL'AREA DI CAVA PATERNO.....	26
<b>FIGURA 13:</b> ESTRATTO PS CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS) 27	
<b>FIGURA 14:</b> INQUADRAMENTO SISMICO DELL'AREA DI CAVA PATERNO.....	28
<b>FIGURA 15:</b> RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFICA DELLE CSS (COMPOSITE SEISMOGENETIC SOURCE) .....	29
<b>FIGURA 16:</b> RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFICA DELLE CSS (COMPOSITE SEISMOGENETIC SOURCE) .....	29
<b>FIGURA 17:</b> LISTA DEI TERREMOTI NELL'AREA DI PATERNO .....	30
<b>FIGURA 18:</b> VARIE TIPOLOGIE DI ONDE SISMICHE .....	33



## INDICE TABELLA

---

<b>TABELLA 1:</b> PROFONDITÀ DELLE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE .....	32
<b>TABELLA 2:</b> COMPARAZIONE TRA SONDAGGI E PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE.....	36
<b>TABELLA 3:</b> PARAMETRI GEOTECNICI GRADONE 1 .....	37
<b>TABELLA 4:</b> PARAMETRI GEOTECNICI GRADONE 2 .....	37
<b>TABELLA 5:</b> PARAMETRI GEOTECNICI GRADONE 3 .....	38
<b>TABELLA 6:</b> PARAMETRI GEOTECNICI GRADONE 4 .....	38
<b>TABELLA 7:</b> PARAMETRI GEOTECNICI GRADONE 5 .....	39
<b>TABELLA 8:</b> STIMA DEI PARAMETRI GEOTECNICI DEL SITO .....	40
<b>TABELLA 9:</b> UBICAZIONE DEL SITO RISPETTO AI NODI DEL RETICOLO DI RIFERIMENTO - COORDINATE NODI DI RIFERIMENTO .....	40
<b>TABELLA 10:</b> CARATTERISTICHE DEL SITO DI PATERNO .....	41
<b>TABELLA 11:</b> PROFONDITÀ PRELIEVO CAMPIONI DA SONDAGGIO .....	42
<b>TABELLA 12:</b> PROFONDITÀ PRELIEVO CAMPIONI DA SONDAGGIO .....	45
<b>TABELLA 13:</b> PROFONDITÀ PRELIEVO CAMPIONI DA SONDAGGIO .....	47

## ALLEGATI

---

### ALLEGATO 1 – TAVOLE

TAVOLA 1 ubicazione indagini eseguite

TAVOLA 2: Sezione geologica

TAVOLA 3: carta piezometrica

TAVOLA 4: planimetria Area 3

TAVOLA 5: sezioni litologiche

**ALLEGATO 2** – Logs Stratigrafici di riferimento

**ALLEGATO 3** – Elaborazioni indagini penetrometriche dinamiche DPSH

**ALLEGATO 4** – Elaborazioni indagini sismiche

## 1. PREMESSA

Il presente documento, redatto su incarico di Veneto Acque, costituisce la relazione geologica a supporto del progetto di Messa in Sicurezza Permanente (MISP) che si prevede di attuare per il sito denominato "Ex Cava di Paterno" (Sito nel seguito), situato in via di Paterno, nel Comune di Vaglia (FI) e per il quale è stata accertata dagli enti competenti, una gestione non autorizzata di discarica abusiva di rifiuti speciali e pericolosi.



**FIGURA 1:** COROGRAFIA AREA INDAGINE EX CAVA PATERNO

### 1.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

**D. M. Infrastrutture Trasporti 17 gennaio 2018** (G.U. 20 febbraio 2018 n. 42 - Suppl. Ord.) "Norme tecniche per le Costruzioni"

Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione della norma precedente e per quanto con esse non in contrasto, sono state utilizzate le indicazioni contenute nella:

**Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.** (G.U. Serie Generale n. 35 del 11/02/2019 - Suppl. Ord. n. 5)

Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

## 2. CRONISTORIA DEL SITO

Di seguito si riporta un breve cronistoria che ha portato all'attivazione dell'attuale procedimento di bonifica e alla predisposizione del presente documento.

### Anno 1998:

- La ditta Calce Paterno Srl viene iscritta dalla Provincia di Firenze al n. 82 del registro provinciale delle imprese che effettuavano attività di recupero rifiuti non pericolosi in procedura semplificata di cui all'art. 33 dell'allora vigente D. Lgs. n. 22/1997 previste dal DM 05/02/1998, tra cui la tipologia 12.13 dell'Allegato 1 al citato DM (fanghi da impianti di decantazione, chiarificazione e decarbonatazione delle acque per la preparazione di acqua potabile o di acqua addolcita, demineralizzata per uso industriale).

### Anno 1999:

- ARPAT, nel corso di una verifica, accerta la presenza nell'area di cava di fanghi di chiarificazione delle acque di scarico delle gallerie dell'Alta Velocità (nel seguito AV) per circa 2.000 tonnellate, caratterizzati da forte odore di gasolio.
- L'area viene messa sotto sequestro da parte della Procura di Firenze per recupero di materiali non conformi ai requisiti indicati nella comunicazione di inizio attività (fanghi di depurazione contaminati da idrocarburi provenienti da lavori TAV).
- L'area, con particolare riferimento al piazzale di lavorazione posto a quota compresa fra 330-340 m slm e il 1° gradone della cava ("Terrazzamento a quota 350 m slm"), è risultata contaminata da idrocarburi e, pertanto, la società Calce Paterno Srl ha avviato un procedimento di bonifica ai sensi dell'allora vigente DM 471/99.
- La ditta Paterno Srl ha effettuato la caratterizzazione dell'area ed è stata approvata la successiva bonifica dei suoli da parte del comune con riferimento alla destinazione d'uso del sito commerciale/industriale.

### Anno 2005:

- Con Atto n. 323 del 07/02/2005 la Provincia di Firenze ha rilasciato certificato di avvenuta bonifica per il sito Calce Paterno, inserito nel Piano Provinciale Bonifiche Siti Inquinati con il codice FI229, costituito dalle particelle catastali 78, 102, 103 foglio di mappa 24 del Comune di Vaglia.
- A seguito della mutata destinazione d'uso nel corso del 2005 del sito da D2 (area estrattiva) a E1\* (speciale) e dell'entrata in vigore del D.Lgs. 152/06, è stato attivato un nuovo procedimento di bonifica finalizzato a rendere i parametri coerenti con la nuova destinazione urbanistica.

**Anno 2007:**

- La società Paterno s.r.l. ha presentato l'Analisi di Rischio sanitario ambientale sito specifica.

**Anno 2008:**

- L'Analisi di Rischio presentata è stata approvata dal Comune di Vaglia ai sensi del comma 4, art. 242 del D. Lgs. 152/2006 con Atto dirigenziale n. 66 del 23 gennaio 2008, fissando le CSR (concentrazioni soglia di rischio) per gli idrocarburi pari a 26 mg/kg.
- A seguito dell'approvazione dell'analisi di rischio il sito è risultato contaminato per la presenza nel suolo di Idrocarburi pesanti C>12 in concentrazione maggiore alle CSR approvate e la Provincia di Firenze con Atto Dirigenziale n. 533 del 11/02/2008 ha inserito l'area (Foglio 24 particelle 76-77 porzione 47-73-74-78-102) nell'anagrafe provinciale dei siti inquinati fino al rilascio della certificazione di avvenuta bonifica.
- La determina di approvazione dell'Analisi di Rischio, ha prescritto che il progetto di bonifica avrebbe dovuto garantire o la rimozione dei suoli con concentrazioni superiori alle CSR oppure, in alternativa, l'interruzione del percorso di esposizione da vapori indoor con lo stendimento, sull'attuale piano campagna, di materiali impermeabili ai vapori.
- La società Paterno s.r.l. ha presentato il progetto di bonifica mediante messa in sicurezza permanente che prevedeva l'utilizzo di teli impermeabili.
- Il progetto è stato valutato nella conferenza dei servizi del 22/09/2008; la CdS si è conclusa con richiesta di integrazioni ma il soggetto obbligato non deposita a seguire alcun riscontro rispetto a detta richiesta di integrazioni.

**Periodo 2013 - 2017:**

- il Corpo Forestale di Firenze (nel seguito CFS) e ARPAT nel corso di indagini iniziate nel 2013 rinvennero nel sito svariate tipologie di rifiuti abbandonati, speciali non pericolosi e pericolosi, depositati nei vari piazzali dell'impianto, nell'area dell'ex cava, nonché all'interno di alcuni capannoni (fusti con oli esausti, fanghi AV, fanghi di conceria, pneumatici, scarti di salamoie, ceneri da incenerimento, rifiuti misti da demolizione, manufatti in fibrocemento, big-bags di "polverino 500 mesh", quest'ultimo prodotto durante le attività di recupero di rifiuti costituiti da sabbie abrasive industriali); le indagini di ARPAT e CFS si susseguono fino al 2017 con individuazione e caratterizzazione di parte dei rifiuti conferiti illecitamente, sia all'interno dei capannoni sia all'esterno presso le aree dei vecchi piazzali di cava.
- Il Comune di Vaglia emana specifiche ordinanze sindacali nei riguardi dei soggetti responsabili, finalizzate alla rimozione dei rifiuti, alla messa in sicurezza del sito ed alla sua bonifica.

- Le ordinanze risultano non essere state ottemperate da parte dei destinatari delle stesse, se non per la presentazione da parte dei gestori del sito di piani di smaltimento dei rifiuti più volte integrati a seguito di prescrizioni di ARPAT, ma, di fatto, mai eseguiti.
- Presentazione di ricorso al TAR da parte di alcune società destinatarie delle ordinanze emanante dal Comune di Vaglia; contestualmente è stato avviato un procedimento penale a carico dei responsabili della società che hanno gestito il sito nel tempo.

#### **Anno 2019:**

- Con Ordinanza n. 6 del 12/09/2019 il Comune di Vaglia ha ordinato al liquidatore dell'Industriale Vaglia Srl, e legale rappresentante della Commerciale Vaglia Srl, di dare esecuzione al proseguimento di bonifica presentando un nuovo Piano di caratterizzazione dell'area esteso alle particelle n. 76, 77 porz., 47, 73, 74, 78, 102 del Foglio di Mappa n. 24.
- La Regione Toscana, al fine di sostenere il Comune di Vaglia per le attività di messa in sicurezza d'emergenza, caratterizzazione, esecuzione di indagini su matrici ambientali e rifiuti, analisi di rischio, progettazione della bonifica ed esecuzione dei lavori ha messo a disposizione, gli strumenti di programmazione e finanziario come di seguito indicato:
  - a) Decreto n. 5815 del\_27-11-2014: vengono impegnati e liquidati a favore del Comune di Vaglia somme finalizzate ad interventi di messa in sicurezza d'emergenza;
  - b) Delibera n.1494 del 27-12-2017: Documento di Indirizzo Bonifiche (DIB) 2018-2020 sulle Bonifiche Pubbliche, che includeva l'intervento presso il sito tra quelli prioritari;
  - c) Decreto n. 17207 del 01-10-2021: stanziamento di somme per l'esecuzione delle indagini di caratterizzazione dei rifiuti presenti e delle matrici ambientali.

#### **Anno 2020:**

- A seguito dell'entrata in vigore del DM. 269/20, il sito ex Cava Paterno di Vaglia viene individuato come "Sito Orfano" risultando, quindi, beneficiario di contributi pubblici appositamente istituiti, per tali tipologie di siti.

#### **Anno 2022:**

- Vengono completati gli interventi di MISE con particolare riferimento alle seguenti attività:
  - sigillatura e incapsulamento delle aperture degli edifici C, D ed E contenenti rifiuti, in modo da evitare fuoriuscite e spolvero degli stessi con dispersione in ambiente;
  - sigillatura delle tamponature mediante la posa in opera di materiali geosintetici impermeabili (guaine in EPDM da 1 mm di spessore) per una superficie complessiva di 1.886 mq comprendente anche le coperture degli abbancamenti dei rifiuti esposti alla base dei fabbricati suddetti;

- regimazione delle acque di ruscellamento superficiale su tutta l'area di cava e delle acque di dilavamento del piazzale principale dell'ex cava;
  - sistemazione cancelli d'accesso, movimentazione e messa in sicurezza di rifiuti presenti sui piazzali;
  - 5 sondaggi a carotaggio continuo, prelievo di campioni ed analisi. A seguito di tali sondaggi risultano riscontrati superamenti di CSC per il Rame, in terreni al di sotto dei rifiuti abbancati.
- In data 03/03/2022 è stato sottoscritto l'Accordo "Per la realizzazione di interventi di bonifica e ripristino ambientale dei siti orfani ricadenti nel territorio della Regione Toscana", tra Regione e MITE, nel quale tra gli altri era ricompreso il finanziamento dell'intervento presso il sito in argomento con uno stanziamento destinato alla realizzazione di un nuovo e rinnovato piano di caratterizzazione del sito ed avvio dell'esecuzione delle indagini della caratterizzazione e redazione analisi di rischio. Successivamente è stata sottoscritta la Convenzione specifica che regola i rapporti tra Comune di Vaglia e Regione Toscana.

**Periodo 2023 - 2024:**

- In data 27/09/2023 è stato sottoscritto l' "Accordo per la realizzazione degli interventi di bonifica e ripristino ambientale dei siti orfani ricadenti nel territorio della Regione Toscana" tra Regione Toscana e Comuni interessati, tra questi anche il comune di Vaglia, ai sensi dell'articolo 7 del Piano d'azione ex decreto del Ministro della transizione ecologica 4 agosto 2022, con il quale sono state assegnate risorse per il completamento della caratterizzazione e le altre fasi successive per il compimento dell'intervento di bonifica (target minimo 70 % di recupero dell'area interessata entro il primo trimestre 2026), successivamente registrato dalla Corte dei Conti in data in data 11/10/2023.
- A seguito della mancata attuazione delle ordinanze da parte dei soggetti obbligati, il Comune di Vaglia ai sensi e per gli effetti dell'art. 250 c. 1 del D.lgs. 152/2006 ha proceduto con la sostituzione in danno nelle attività di messa in sicurezza e bonifica del sito.
- Il Comune di Vaglia ha redatto, in considerazione delle risorse stanziare di cui al Programma Nazionale D.M.269/20, per il tramite del tecnico incaricato, il Piano di caratterizzazione (Pdc) dell'area ex Cava Paterno valutato positivamente nella conferenza dei servizi decisoria, tra gli enti interessati, convocata dal comune in data 26/02/2024, come da verbale agli atti (prot. reg.le n. 0155272 del 06/03/2024).
- Il piano di caratterizzazione è stato approvato con Determinazione del Responsabile del Settore IV del Comune di Vaglia n. 67 del 14/03/2024 e sua successiva rettifica con n. 107 del 02/04/2024.

- Nell'estate del 2024 sono state eseguite le indagini di caratterizzazione proposte all'interno del Piano approvato e successivamente è stata presentata agli enti territorialmente competenti la relazione inerente i risultati delle indagini geognostiche e delle analisi.
- Dall'analisi della documentazione presentata ARPAT, per quanto di competenza, evidenzia che le attività svolte non sono sufficienti alla ricostruzione di un modello concettuale di contaminazione esaustivo del sito e, pertanto, richiede alcuni chiarimenti e propone l'esecuzione di attività integrative.

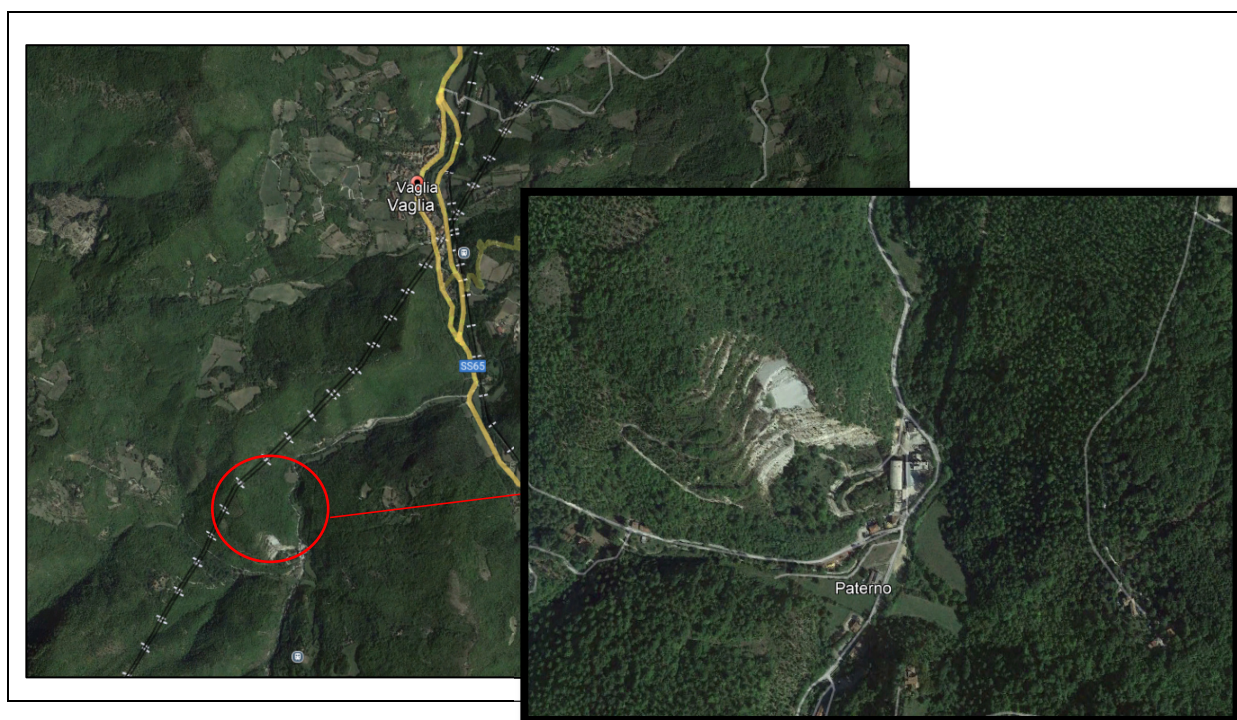
## **Anno 2025**

- La società Ambiente S.p.a (ad oggi Ambiente S.r.l), su incarico di Veneto Acque, predispone il Piano di indagini Integrative contenente il dettaglio delle indagini da attuare sul sito anche in ottemperanza a quanto richiesto dagli enti; il piano viene trasmesso nel marzo 2025.
- ARPAT risponde al Piano inviato richiedendo alcune integrazioni in merito ai set analitici da applicare ai campioni di rifiuto previsti e ai materiali dell'area piazzale.
- Nel giugno 2025 hanno inizio le attività di indagine sul sito così come previste nel piano di indagine presentato; tutte le attività si sono svolte in contraddittorio con ARPAT.
- In agosto 2025 esecuzione di prove penetrometriche dinamiche e prova sismica (MASW);
- Agosto 2025 Approvazione del Progetto Definitivo.

### 3. INQUADRAMENTO DEL SITO

#### 3.1 LOCALIZZAZIONE, TIPOLOGIA E USO DEL SITO

L'area oggetto del presente documento è rappresentata dall'ex Cava Paterno ubicata nel Comune di Vaglia nella frazione di Paterno a circa 3,5 km da via Bolognese e individuata come "Sito Orfano" a seguito dell'entrata in vigore del D.M. 269/20.



**FIGURA 2: UBICAZIONE EX CAVA PATERNO**

Il sito, all'interno del quale veniva svolta, da parte della Soc. Calce Paterno Sr, l'attività di cava e produzione di calce ventilata, ad oggi è oggetto di procedimento di bonifica in quanto è stata accertata, dagli enti competenti, una gestione non autorizzata di discarica abusiva di rifiuti speciali e pericolosi, che è ritenuta l'origine della potenziale contaminazione rilevata nella matrice suolo.

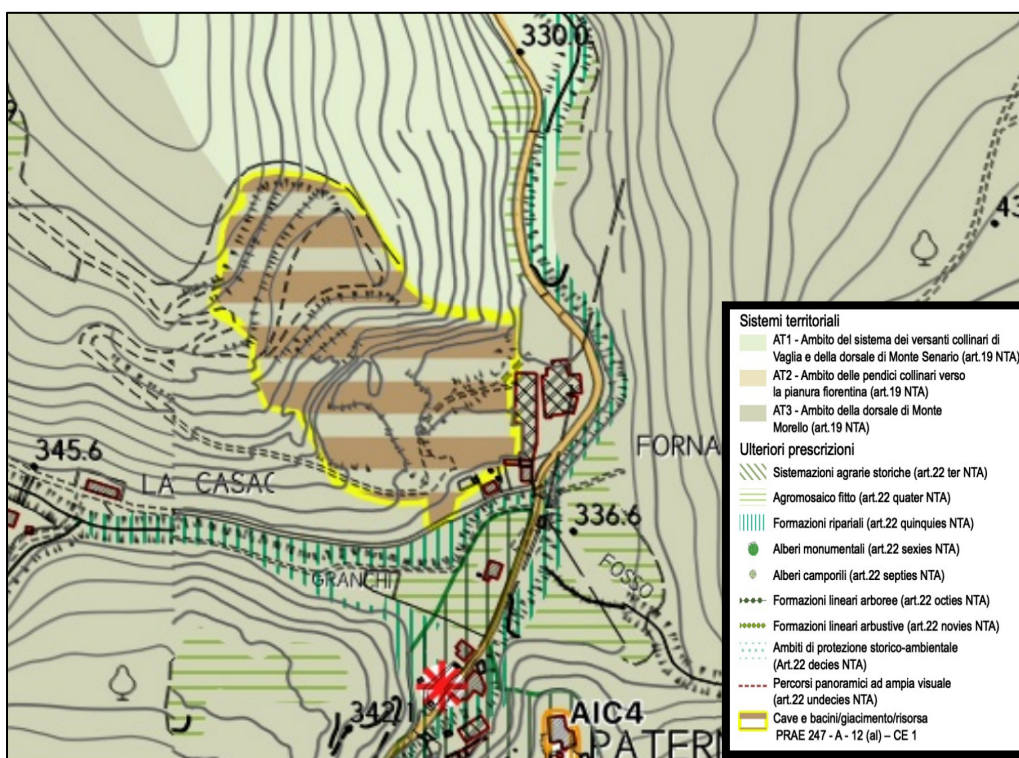
In ragione di quanto sopra, pertanto, il sito è censito all'interno del Sistema Informativo Siti Interessati da procedimento di BONifica (SISBON) della Regione Toscana con una superficie di intervento pari a circa 38.380 mq.

In particolare, l'ex area produttiva oggetto del procedimento di bonifica è costituita da una zona produzione calce (rappresentata dal piazzale e dai capannoni) e da un'area di estrazione dei materiali da cava e ricade nelle particelle 77, parte delle particelle 78, 79, 80, 99, 102 e 115 del Foglio 24 del Comune di Vaglia. Le particelle catastali sopraelencate risultano rispettivamente di proprietà:

- 77, 80, 102 e 115: INDUSTRIALE VAGLIA S.R.L. IN LIQUIDAZIONE;
- 78, 79 e 99: Istituto Diocesano per il Sostentamento del Clero.

### 3.2 INQUADRAMENTO URBANISTICO

Dal punto di vista urbanistico l'area è classificata come *AT3 – Ambito della dorsale di Monte Morello* per l'area del piazzale di cava, mentre l'area di cava è classificata come *Cave e bacini/giacimento/risorsa da PRAE 247 – A -12 (al) – CE1*, così come riportato sulla tavola Disciplina dei suoli – Territorio rurale DIS 01 del Piano Operativo vigente del Comune di Vaglia.



**FIGURA 3:** STRALCIO TAVOLE DISCIPLINA DEI SUOLI – TERRITORIO RURALE DIS 01 – PIANO OPERATIVO DEL COMUNE DI VAGLIA

La Variante del R.U. di Vaglia approvata dal consiglio comunale di Vaglia in data 29/09/2005 avente per oggetto "l.r. 1/05. Variante al R.U. del comune di Vaglia per realizzazione del progetto PREVAM nella cava di Paterno. Approvazione definitiva" individua l'area a seguito della Bonifica o realizzazione del progetto PREVAM come area **E1\* Zona Agricola speciale**.

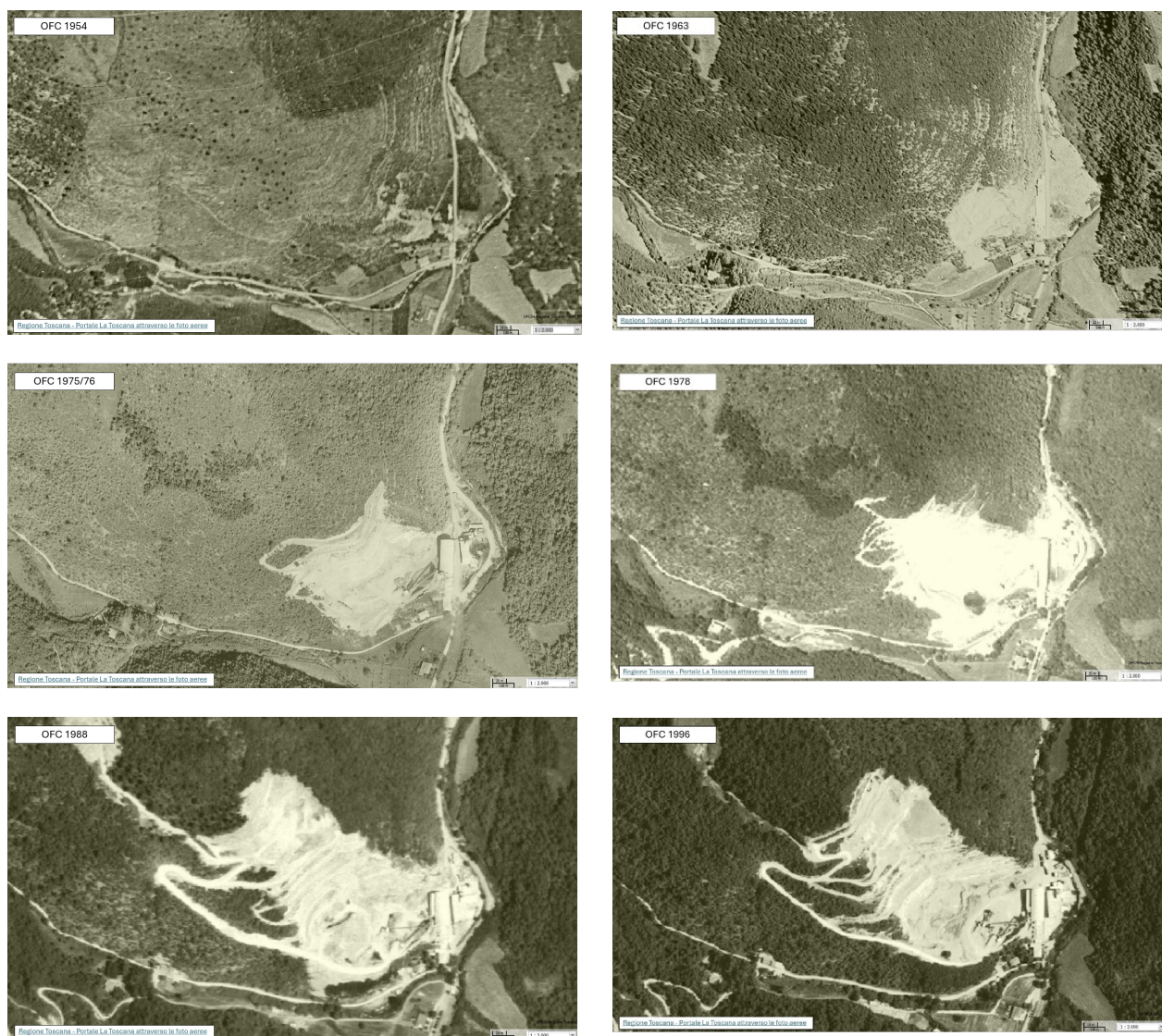


### 3.3 USO ATTUALE E PASSATO DELL'AREA

Il sito denominato ex Cava Paterno è un'area di cava che si colloca all'interno dell'area produttiva costituita da due zone:

- produzione della calce idrata (rappresentata dal piazzale e dai capannoni);
- area di estrazione materiali di cava.

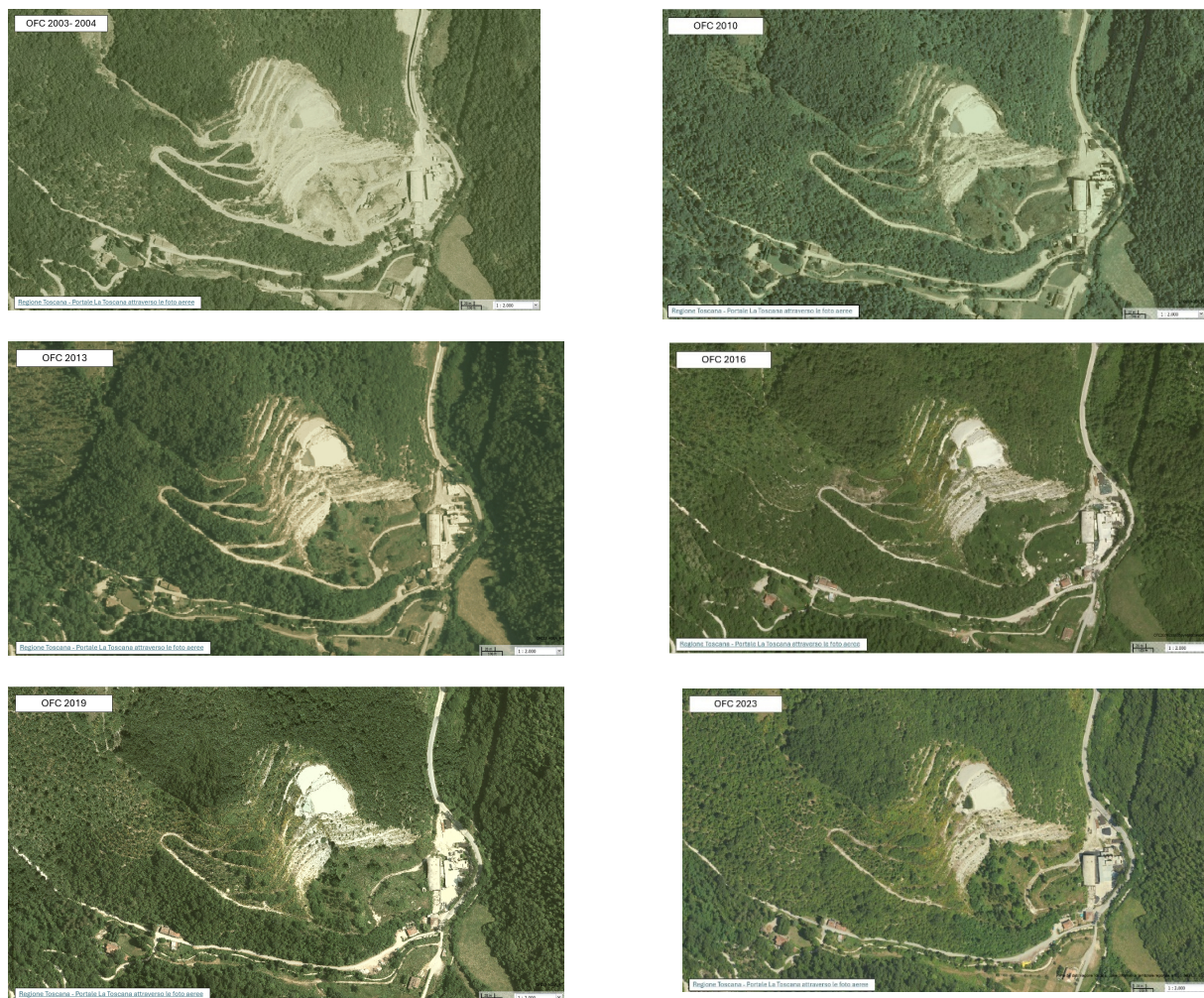
Fino all'incirca agli anni 2000 nel sito venivano svolte attività di cava legate alla produzione di calce ventilata.



**FIGURA 4:** FOTO STORICHE DAL 1954 AL 1996

Così come riportato nella documentazione agli atti, per il sito in questione, dal 2000 al 2016, è stata accertata una gestione non autorizzata di discarica abusiva di rifiuti speciali e pericolosi. Dall'analisi

delle foto storiche si nota un effettivo cambiamento nella configurazione del sito dovuto probabilmente alla presenza di cumuli di materiali conferiti presso il sito in modo non autorizzato; come si evince dalle foto storiche però sembra evidente che il conferimento di tali materiali abbia interessato solo l'area di cava e non l'area piazzale già presente prima delle attività di conferimento (anni 70).



**FIGURA 5:** FOTO STORICHE DAL 2004 AL 2023

Ad oggi l'area si presenta come un'area inutilizzata suddivisa sempre in un'area piazzale, dove sono presenti ancora la strutture utilizzate quando le attività di cava erano attive, e in un'area cava caratterizzata dalla presenza di una folta vegetazione che va a coprire i cumuli presenti in questa zona e che forniscono al sito una morfologia non pianeggiante ma contraddistinta da diversi dislivelli.



**FIGURA 6:** CONFIGURAZIONE ATTUALE DEL SITO



**FIGURA 7:** DETTAGLIO STRUTTURE PRESENTI NELL'AREA PIAZZALE



## 4. ASPETTI GEOLOGICI E IDROGEOLOGICI

### 4.1 ASPETTI GEOLOGICI

#### 4.1.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

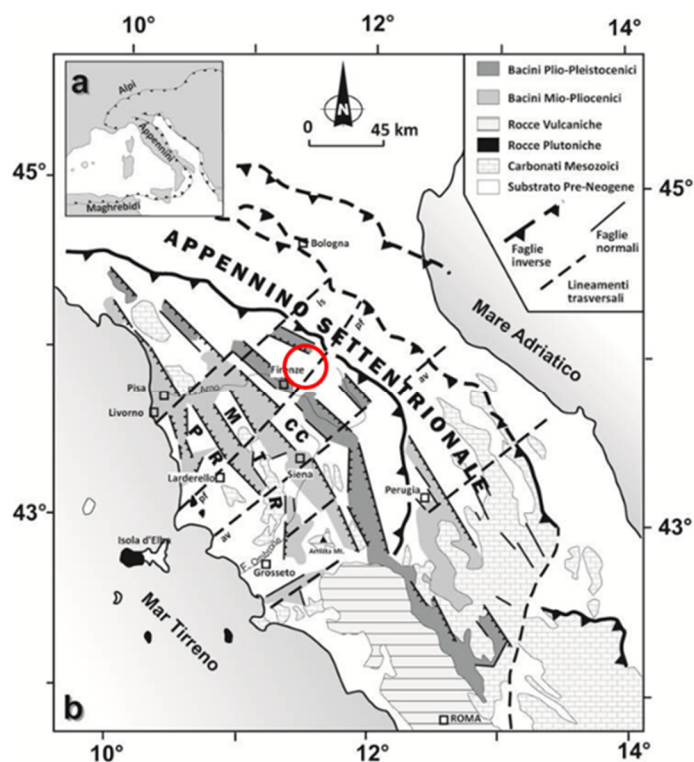
---

Il territorio comunale di Vaglia si trova nella zona nord-est della catena orogenica dell'Appennino Tosco-Emiliano caratterizzata da una struttura complessa costituita da falde e 'thrust' formatesi durante più fasi tettoniche a partire dal Cretaceo superiore (Boccaletti et alii, 1980-1983; Treves, 1984; Principi e Treves, 1984).

Il territorio geologicamente è caratterizzato dalla presenza di tre Unità principali con le relative formazioni lapidee:

- Unità Tettoniche Liguri (Unità di Monte Morello) → Formazione di Sillano (SIL), Formazione della Pietraforte (PTF), Formazione di Monte Morello (MLL), Formazione di Pescina (PSC);
- Unità Subliguri (Unità Tettonica di Canetolo) → Arenarie di Monte Senario (AMS), Brecciole di Monte Senario (BNS), Argille e calcari (ACC);
- Unità Tettoniche Toscane (Falda Toscana) → Marne di Pievepelago (PIE).

Oltre a tali unità, i cui litotipi sono di natura essenzialmente lapidea, sono presenti terreni di copertura recenti (depositi di origine continentale, quaternari) riconducibili a depositi alluvionali e a depositi di origine gravitativa (detritici e di frana) o depositi eluvio-colluviali; i primi risultano ubicati nel fondovalle, gli altri principalmente lungo le pendici dei versanti.



**FIGURA 8:** INQUADRAMENTO GEOLOGICO A GRANDE SCALA (BILLI A. ET AL., HIDDEN SINKHOLES AND KARST CAVITIES IN THE TRAVERTINE PLATEAU OF A HIGHLY-POPULATED GEOTHERMAL SEISMIC TERRITORY (TIVOLI, CENTRAL ITALY, 2015)

Nello specifico le unità sono così descritte:

#### UNITA' TETTONICHE LIGURI - UNITA' MONTE MORELLO

- Formazione della Pietraforte [PFT] (Cretaceo): E' costituita da alternanze di arenarie, in strati gradati da sottili a medi e talora anche molto spessi, con granulometria media o fine alla base e argilliti spesso abbondanti. Il rapporto A/P è però generalmente  $> 1$ . Le arenarie si presentano marroni-giallastre in superficie alterate e grigie al taglio fresco. I clasti presenti sono in prevalenze di rocce metamorfiche (gneiss, filladi e quarziti) e sedimentarie (dolomie, quarzo e scarsi calcari); la calcite è presente soprattutto come cemento (Cipriani e Malesani, 1966). Si tratta di depositi torbiditici di piana abissale che formano una lente spessa fino anche a centinaia di metri, intercalata nella Formazione di Sillano. Affiora nella zona meridionale del territorio in prossimità dell'abitato di Vetta Le Croci, la potenza si aggira a poche decine di metri.
- Formazione di Sillano [SIL] (Cretaceo -Paleocene): Alternanza di argilliti brune, verdi e meno frequentemente rosse, di calcisiltiti e calcareniti verdastre, di marne biancastre e più raramente arenarie, localmente le arenarie possono diventare molto abbondanti. Il passaggio alla soprastante Formazione di Monte Morello (MLL) avviene con graduale aumento della frazione calcareomarnosa e la conseguente diminuzione della frazione argillitica; dato il forte contrasto litologico tale passaggio risulta spesso tettonizzato. L'ambiente deposizionale è riferibile ad un

- contesto marino profondo con sporadici apporti torbiditici arenacei e calcarei. Lo spessore è difficilmente valutabile a causa dell'intensa tettonizzazione, la potenza visibile è stimabile in circa 100-150 m. Affiora estesamente nella porzione centro-meridionale del territorio comunale.
- **Formazione di Monte Morello [MLL] (Cretaceo -Paleocene):** La formazione di Monte Morello costituisce il termine stratigrafico superiore dell'Unità di Monte Morello. Alternanza di marne e marne calcaree giallo-brune con frattura a saponetta talora ben gradate in banchi plurimetrici, calcari marnosi bianco-giallastri a grana finissima e frattura concoide in starti da decimetrici a metrici, argilliti e argilliti marnose grigie di spessore variabile, arenarie calcaree micacee avana e rare calcareniti biancastre in strati decimetrici. Verso la base è talora presente una litofacies prevalentemente marnosa con rare intercalazioni di marne argillose brune. Al suo interno possono essere presenti estesi corpi di brecce e olistoliti ofiolitici di dimensioni chilometriche. Lo spessore massimo è stimabile in alcune centinaia di metri. L'ambiente deposizionale è riferibile ad un sistema torbiditico carbonatico. Affiora estesamente in tutta la porzione occidentale del territorio comunale (da sud a nord) e nella porzione settentrionale.
  - **Formazione di Pescina [PSC] (Eocene):** Al tetto della Formazione di Monte Morello si trova una formazione costituita da argilliti brune, grigie o rossastre intervallate con strati calcareo marnosi e marne calcaree tipo Formazione di Monte Morello e con rari strati sottili di calcareniti fini e di calcari fini verdastri. Localmente alla base della formazione si osserva la presenza di una sequenza di marne con interstrati argillitici che passano gradualmente verso l'alto alle Argilliti di Pescina. Il passaggio alla sottostante Formazione di Monte Morello è generalmente mediante contatto eteropico. Questa formazione affiora in lembi più o meno estesi in contatto stratigrafico o tettonico con la Formazione di Monte Morello in tutto il settore occidentale del territorio comunale ad ovest del Torrente Carza.

#### UNITA' SUBLIGURI - UNITA' DI CANETOLO

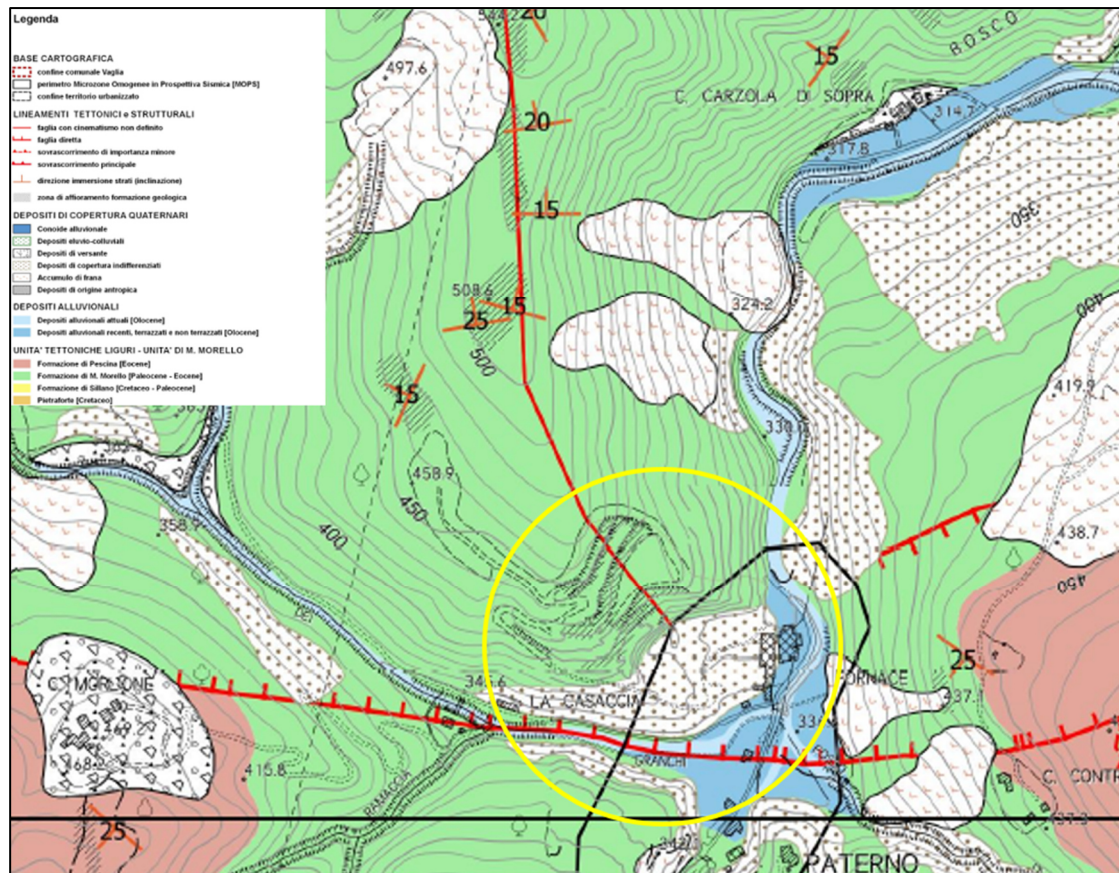
- **Argille e calcari di Canetolo [ACC] (Paleocene - Eocene):** Si tratta di un'alternanza di argilliti variegata fissili prevalenti sugli altri termini; argilliti marnose verdi, bruno-rossastre e grigie con intercalazioni di strati da sottili a spessi di calcilutiti color avana, calcareniti grigio scure, marne calcaree biancastre e grigie e di calcari marnosi scheggiosi grigi o verdi con spalmature di ossidi di manganese. Il contatto inferiore non è preservato in quanto questa formazione costituisce il livello di scollamento dell'Unità sovrascorsa sulle Unità Tettoniche Toscane. Le Argille e Calcari di Canetolo come la Formazione di Sillano, con cui presentano forti analogie (dove le due formazioni sono a contatto spesso risulta difficile mettere un limite certo), sono considerate depositi pelagici di piana bacinale con sporadici apporti torbiditici (più frequenti verso l'alto). Oltre alla litofacies tipica sopradescritta, all'interno della formazione sono distinte altre 2 litofacies in rapporti di sovrapposizione stratigrafica e parziale eteropia: calcarea e arenaceo-calcarea. Presenta deformazione tettonica molto intensa con foliazione estremamente pervasiva specie nelle

argilliti non permettendo la stima dello spessore stratigrafico; lo spessore geometrico della litofacies è di oltre 100 metri, quello totale di oltre 450 m.

- Litofacies Calcarea [ACCb] - (Paleocene - Eocene): Calcari e calcari marnosi fini, con base calcarenitica, silicei, in strati generalmente di spessore medio, intercalati a calcareniti in strati da medi a molto spessi, con sottili interstrati pelitico-marnosi. Marne e marne calcaree di colore grigio chiaro o biancastre e talora rosate, calcari marnosi rossastri in strati sottili e medi alternati ad argilliti variegate. La potenza di questa litofacies è di circa 150 m. La formazione delle Argille e calcari di Canetolo [ACC] e la Litofacies Calcarea [ACCb] affiorano essenzialmente nella porzione sud-orientale del territorio interessando l'abitato di Viliani e la porzione posta a sud di Mulinaccio.
- Arenarie di Monte Senario [AMS] (Eocene - Oligocene): Si tratta di alternanze di litotipi arenaceo-conglomeratici, arenacei, arenaceo pelitici e pelitici. Il litotipo arenaceo-conglomeratico si presenta ben gradato, in strati molto spessi o in banchi, spesso amalgamati o con sottilissimi veli argillitici. I litotipi arenacei e arenaceo-pelitici hanno grana più fine, presentano strati di spessore medio con laminazioni parallele. Tutti i termini arenacei, di colore giallastro, hanno composizione quarzoso-feldspatica. Raramente vi si trovano intercalazioni di strati calcareo-marnosi, di spessore medio, grigi, a fratture scheggiosa. La formazione rappresenta un sistema deposizionale torbiditico in un bacino di dimensioni ridotte situate nell'estrema parte occidentale della placca Adria. Il contatto inferiore è con [ACC]. La potenza è di circa 400 m. La formazione affiora nella porzione orientale del territorio comunale, interessando gli abitati di Bivigliano (compreso il Convento di M. Senario) e Mulinaccio.

#### UNITA' TETTONICHE TOSCANE - FALDA TOSCANA

- Marne di Pievepelago [PIE]: Litofacies calcarea costituita da marne siltose grigio-giallastre o più raramente rosa stratificate a frattura scagliosa o a saponetta con sottili interstrati di arenarie fini; presenti localmente argilliti varicolori. Livello in genere intercalato all'interno della Formazione del Macigno, affiora esclusivamente su una piccola porzione di territorio nella zona meridionale. (Miocene).



**FIGURA 9:** INQUADRAMENTO SPECIFICO DELL'AREA DI CAVA PATERNO

#### 4.1.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO DI DETTAGLIO

Il presente paragrafo contiene una sintesi delle caratteristiche geologiche e idrogeologiche dell'ex Cava Paterno, emerse a seguito delle indagini eseguite nell'estate del 2024 (indagini di caratterizzazione ambientale) e nell'estate del 2025 (indagini integrative); si precisa che per quanto riguarda l'area interposta tra il piede del fronte di cava piazzale del fronte di cava principale ed il lato tergale dei fabbricati posti sul piazzale adiacente la strada per Paterno le indagini integrative eseguite nel 2025 hanno confermato la sequenza stratigrafica già individuata dalle indagini di caratterizzazione del 2024.

In particolare, in questa zona i sondaggi eseguiti hanno individuato essenzialmente tre strati:

- Strato 1: abbancamento di rifiuti frammisti e/o intercalati a terreni di riporto e materiale detritico calcareo in rapporti stratigrafici tra loro o variazioni laterali lenticolari, aventi spessore estremamente variabile da 0 m a 11,3 m: tale strato appare insaturo di granulometria mediamente grossolana (sabbie e ghiaie);
- Strato 2: strato di alterazione del tetto del substrato roccioso costituito prevalentemente da argilliti e marne stratificate di spessore variabile da 0 m a 9,60 m;

- Strato 3: substrato roccioso calcilutitico stratificato in banchi di spessore plurimetrico, generalmente debolmente fratturato: la permeabilità di tale substrato è di tipo secondario e cioè strettamente connessa alla densità delle fratture che interessano la roccia.

Con riferimento l'area piazzale, invece, le indagini eseguite nel 2025 hanno confermato l'ipotesi avanzata nel Piano delle Indagini Integrative in cui si escludeva, in tale area, la presenza dei rifiuti oggetto di conferimento non autorizzato; dall'analisi dei logs stratigrafici dei nuovi sondaggi si evince, infatti, la presenza di terreno naturale che in alcuni punti risulta preceduto da un primo livello di spessore variabile costituito da materiali relativi al rifacimento del piazzale.

## 4.2 ASPETTI IDROGEOLOGICI

### 4.2.1 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO DI AREA VASTA

---

Nel territorio di Vaglia sono individuati due acquiferi principali:

- ✓ un acquifero in mezzo poroso che si trova all'interno dei depositi fluviali di fondovalle dotati di permeabilità per porosità di tipo primario e caratterizzati in genere da una permeabilità medio – alta;
- ✓ un acquifero in mezzo lapideo fratturato che si trova all'interno della formazione di Monte Morello; si tratta di un acquifero carbonatico racchiuso all'interno di un ammasso roccioso caratterizzato da permeabilità per porosità di tipo secondario anche molto elevata legata alla presenza di fratture e giunti di stratificazione.

In conclusione, nel territorio di Vaglia è possibile distinguere 2 tipologie di 'complessi idrogeologici': uno più superficiale presente all'interno dei depositi alluvionali di fondovalle ed uno all'interno degli ammassi rocciosi.

Altri acquiferi di secondaria importanza a livello di produttività si trovano all'interno degli ammassi rocciosi facenti parte delle altre formazioni geologiche presenti nel territorio.

### 4.2.2 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO DI DETTAGLIO

---

Dal punto di vista idrogeologico i rilievi piezometrici effettuati in data 08/10/2024 e in data 17/06/2025 hanno evidenziato che i primi 3-4 m di roccia attraversati dalle perforazioni, risultano privi di acqua per poi passare ad una successione calcarea satura.

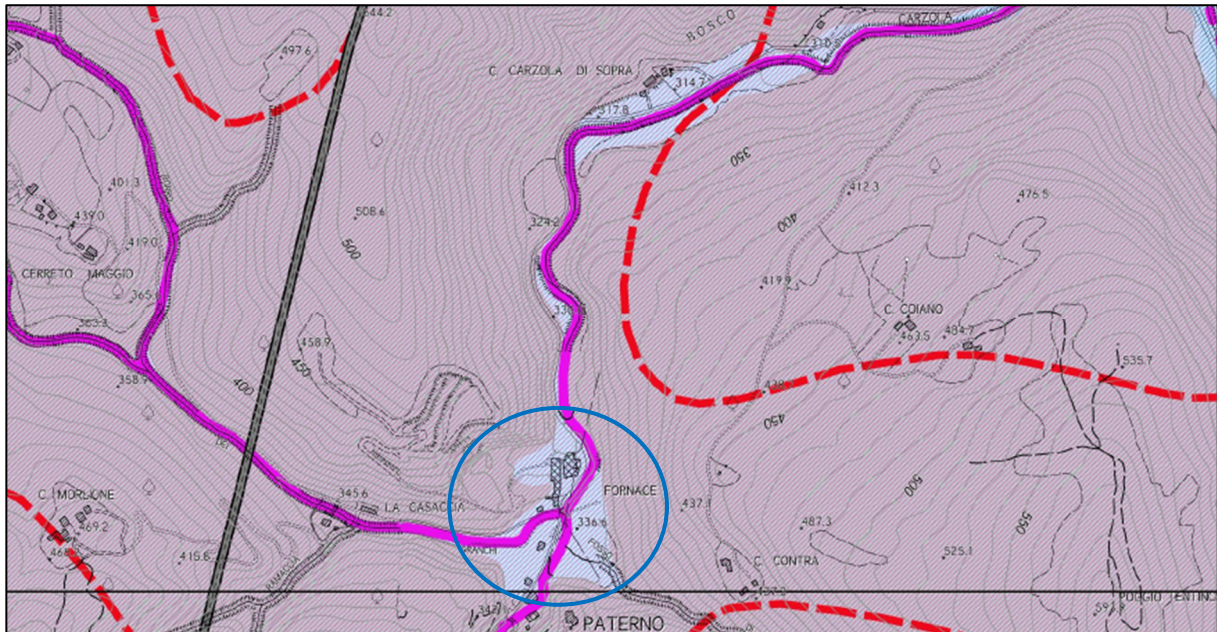
L'accumulo delle acque nel substrato avviene comunque lungo le superfici della fratturazione e/o lungo le superfici di strato e pertanto i livelli saturi possono essere molteplici e a varie profondità anche se probabilmente collegati tra loro.

Con le considerazioni precedenti si ottiene infatti la ricostruzione delle isopieze mostrata in **TAVOLA 3** (dati freaticometrici di giugno 2025).

Come per la precedente ricostruzione (ottobre 2024) anche la ricostruzione di giugno 2025 ha restituito una geometria delle linee isopiezometriche, delle principali linee di deflusso e delle zone di alimentazione che indicando un accumulo delle acque sotterranee in due falde distinte che possono, specialmente nei periodi di magra confluire in un unico acquifero localizzabile nella fascia altimetrica interposta tra quota 330 s.l.m. e 332 m s.l.m. corrispondente all'area esterna ai fabbricati posta a tergo degli stessi. La falda superficiale che è presente nei sedimenti fluviali del T. Carzola avente una soggiacenza variabile da 3,5 m nella parte settentrionale del piazzale a quasi 7 m dal p.c. nella porzione meridionale del piazzale di cava (isopieze di colore gialle), viene alimentata dalle acque del torrente ed ha una direzione di flusso media da E verso WNW. La falda profonda (isopieze di colore arancione), alimentata dalle acque che defluiscono a varie profondità entro le superfici di discontinuità del substrato calcareo calcilutitico (giunti di strato e fratture) scende dal versante da SW verso NE convergendo verso il punto S27PZ9 ed ha soggiacenza variabile da 12,5 a 18,6 m s.l.m. Le curve isopieze elaborate mediante il Software Surfer mostrano un'alimentazione della falda superficiale nell'area del piazzale da parte del T. Carzola, mentre le acque sotterranee alimentate dal versante sul quale è impostato il fronte principale di cava defluiscono verso valle scorrendo sotto l'area interposta tra il piede del fronte di cava e gli edifici e confluiscono verso il basso piezometrico di S27/PZ9. Localmente e cioè nell'area dei piezometri S24PZ8 e S23PZ7, come era stato evidenziato nei monitoraggi precedenti, si hanno altri fenomeni di richiamo del flusso, apparentemente anomali (in quanto generalmente associati a pozzi di emungimento o a cavità carsiche non individuate con le perforazioni dei piezometri suddette) che potrebbero dipendere da linee preferenziali di flusso sotterraneo localizzato richiamato da spessori di roccia caratterizzati da una maggiore densità di superfici di fratturazione e pertanto "drenanti" la superficie piezometrica. In tale area si verrebbe a generare uno spartiacque sotterraneo la cui presenza potrebbe generare un "bacino idrogeologico secondario" nel quale le acque sotterranee confluiscono per poi scendere a profondità maggiori.



- le aree a franosità diffusa e le aree interessate da soliflussi generalizzati, in quanto aree instabili per la presenza di processi attivi;
- erosione in alveo in quanto potenzialmente in grado di destabilizzare eventuali scarpate di origine fluviale;
- orlo di scarpate attive e relativa area di influenza.



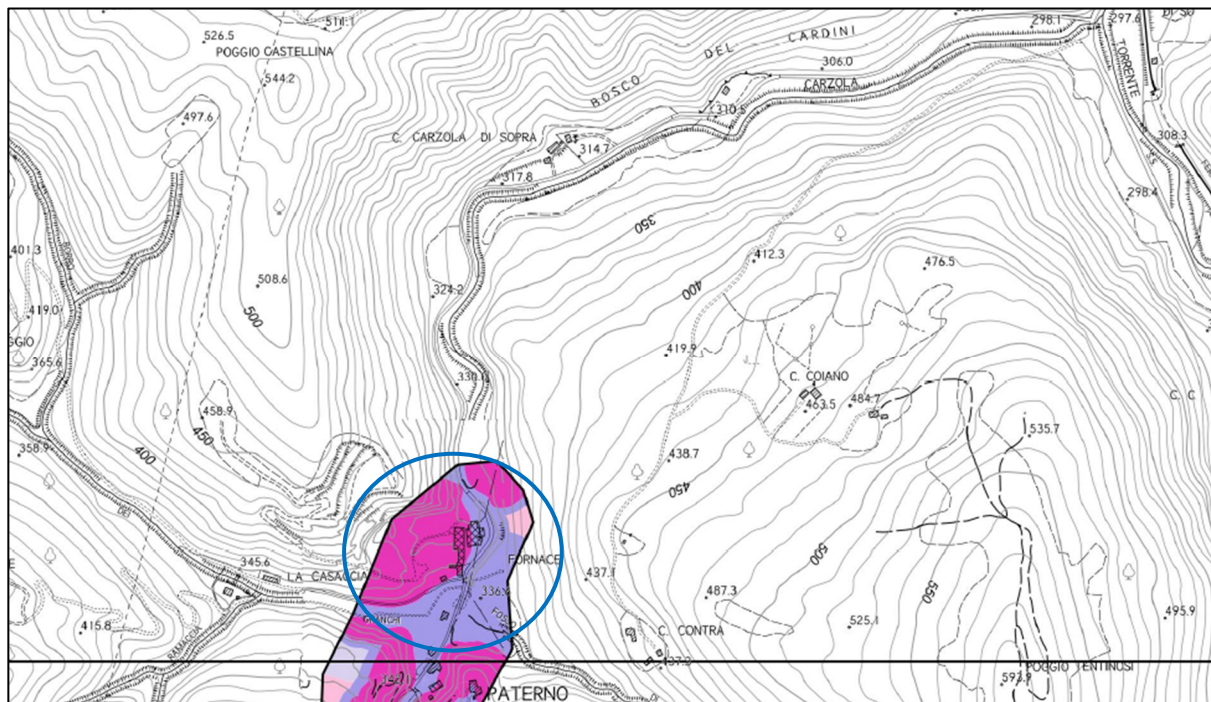
**COMPLESSI IDROGEOLOGICI**

- alluvionale
- ammasso roccioso

**FIGURA 11:** INQUADRAMENTO SPECIFICO DELL'AREA DI CAVA PATERNO

## 6. PERICOLOSITÀ SISMICA

La vigente classificazione sismica inserisce il territorio del Comune di Vaglia in zona sismica 2 pericolosità elevata con accelerazione pari a 0.25 g. Dalla figura successiva si evince che il sito ricade in zona sismica S4:



### PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE [D.P.G.R. n. 53R-2011]

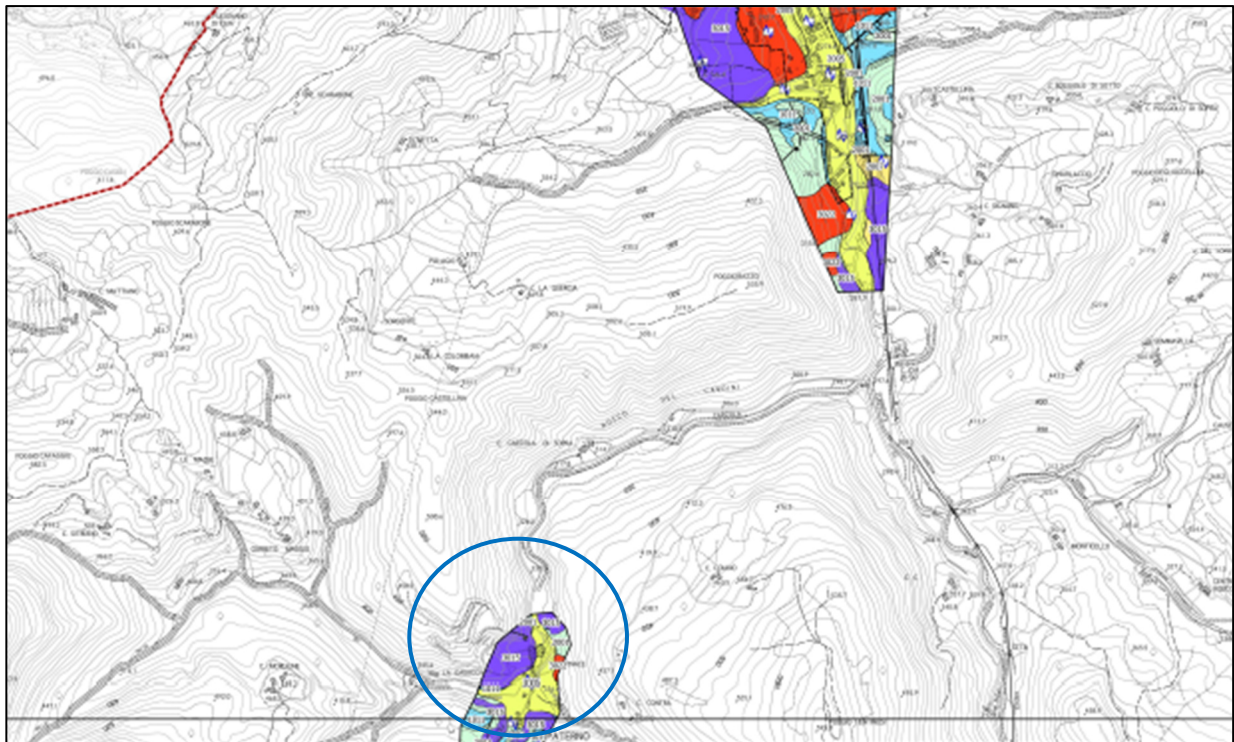
- [S1] pericolosità bassa
- [S2] pericolosità media
- [S3] pericolosità elevata
- [S4] pericolosità molto elevata

**FIGURA 12:** INQUADRAMENTO SISMICO DELL'AREA DI CAVA PATERNO

All'interno della classe di Pericolosità sismica locale molto elevata rientrano:

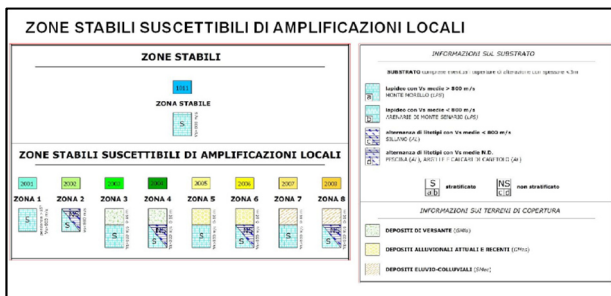
- zone suscettibili di instabilità di versante attiva che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici;
- terreni suscettibili di liquefazione dinamica in comuni classificati in zona sismica 2;
- fenomeni di instabilità di versante attivi e relative aree di influenza;

Per quanto riguarda la microzonazione sismica dei Comuni di Vaglia di seguito si riportano gli estratti della cartografia dei rispettivi piani comunali dai quali si evince la pericolosità sismica del sito:



**ZONE DI ATTENZIONE PER INSTABILITA' DI VERSANTE**

- zona 3011-3012-3015
- zona 3022



**FIGURA 13:** ESTRATTO PS CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)

La zonazione sismica di un territorio ha come scopo la definizione delle aree a maggiore probabilità di essere soggette a diversi livelli di scuotimento sismico. La scala a cui viene affrontato il problema va a definire due tipologie di zonazione:

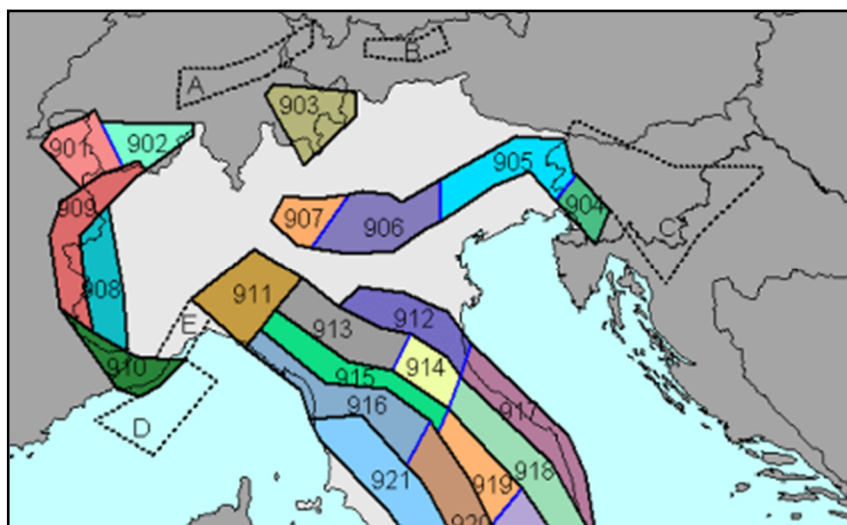
- quella riferita alla pericolosità sismica a livello regionale viene detta macrozonazione sismica;
- quella riferita alla pericolosità sismica a livello locale viene detta invece microzonazione sismica;

La Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) è il principale elaborato degli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 propedeutica per la definizione della pericolosità sismica del territorio ai sensi della D.P.G.R. n 53R/11. La carta delle 'MOPS' è costruita sulla base degli elementi predisponenti alle amplificazioni ed alle instabilità sismiche, utilizzando le informazioni riportate nella carta delle frequenze dei depositi, nella carta geologico-tecnica e nella carta dei sondaggi e dati di base; sono rappresentate le zone stabili suscettibili di amplificazione identificate nella porzione di territorio comunale studiato con le relative colonne stratigrafiche rappresentative del sottosuolo, le zone di attenzione per le instabilità di versante e per liquefazioni, i punti di misura di rumore ambientale (misure HVSR) e le forme di superficie e sepolte (scarpate, lineamenti tettonici). Una 'zona stabile suscettibile di amplificazione' rappresenta una zona caratterizzata da comportamento sismico omogeneo nei confronti dell'amplificazione di carattere stratigrafico

All'interno del sito di studio è stata individuata una zona di attenzione per instabilità di versante e due zone suscettibili ad amplificazione di versante.

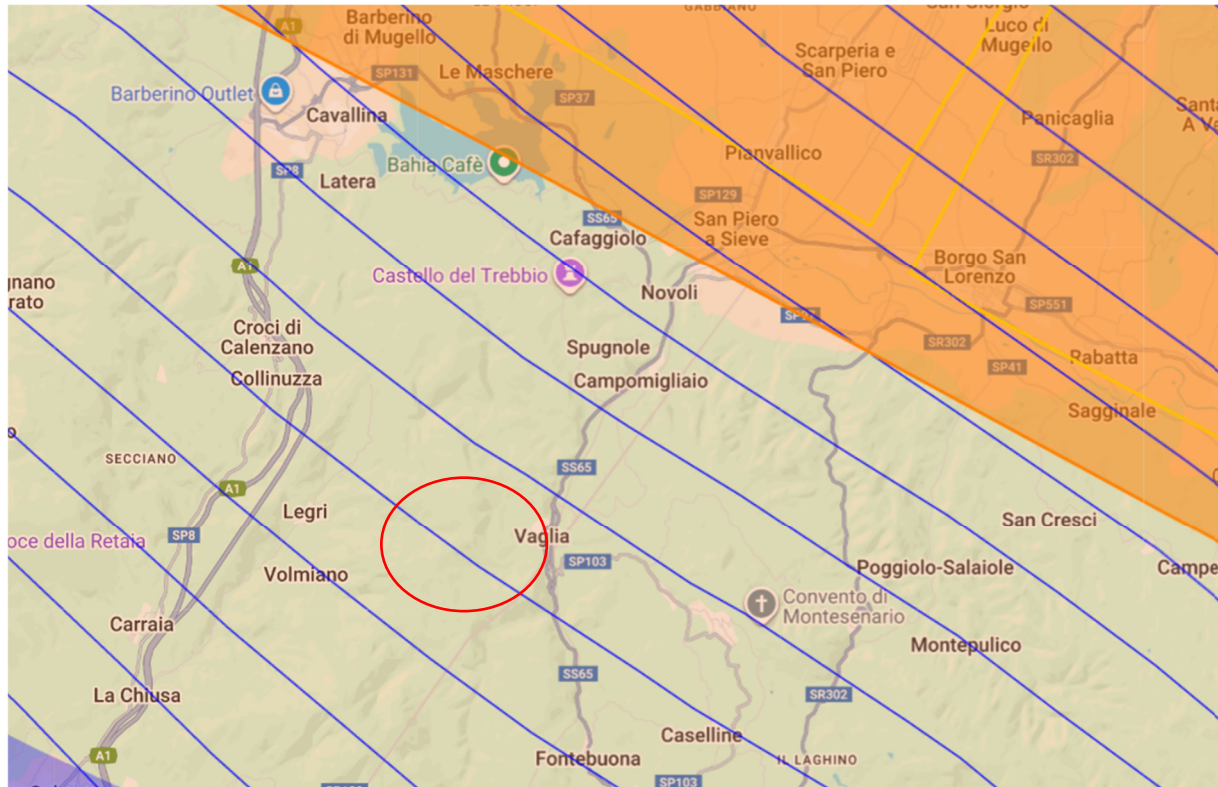
Nel territorio di Vaglia non sono state individuate durante i suddetti studi zone di attenzione per liquefazione.

Sulla base della zonazione sismogenetica denominata ZS9 realizzata dall'INGV nel 2004 (Meletti e Valensise, 2004) contestualmente alla realizzazione della mappa della pericolosità sismica prevista dall'O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003, il Comune di Vaglia ricade all'interno della zona sismogenetica identificata con il valore 915 Garfagnana - Mugello. (zonazione sismogenetica ZS9, INGV) caratterizzata da un valore di Mw pari a 6,60.



**FIGURA 14:** INQUADRAMENTO SISMICO DELL'AREA DI CAVA PATERNO

Più nel dettaglio la banca dati DISS 3.2 di cui uno stralcio viene rappresentato in figura successiva:



**FIGURA 15:** RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFICA DELLE CSS (COMPOSITE SEISMOGENETIC SOURCE)  
TRATTO DA DISS VERSIONE 3 A CURA DELL'INGV.

La figura mostra che nell'area di studio non sono presenti sorgenti sismogenetiche. Le sorgenti più vicine all'area d'intervento sono codificate dall'Ente come ITCS037 Mugello Città di Castello Leonessa e ubicata a circa 6 km (vedi figura successiva).



**FIGURA 16:** RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFICA DELLE CSS (COMPOSITE SEISMOGENETIC SOURCE)  
TRATTO DA DISS VERSIONE 3 A CURA DELL'INGV.

Queste sorgenti sismogenetiche risultano entrambi molto superficiali (comprese tra 1 e 10 km di profondità) e sono in grado di produrre eventi di magnitudo consistenti ( $M_w$  comprese tra 6 e 6,6). In considerazione della distanza esistente tra i margini delle sorgenti e l'area d'intervento non sono da prevedere eventi sismici di particolare intensità. Con l'Ordinanza PCM 3274/2003 si è avviato in Italia un processo per la stima della pericolosità sismica secondo il metodo classico di probabilità. Tale metodo prevede l'individuazione delle sorgenti sismiche e la suddivisione del territorio in zone con supposta uniforme probabilità di essere epicentro di futuri terremoti. Per ciascuna zona viene calcolato il tasso medio di terremoti di una certa magnitudo e il passaggio da magnitudo alla sorgente ad accelerazione risentibile al sito è effettuato attraverso opportune leggi di attenuazione. La probabilità di avere una certa PGA in un sito è data infine dal prodotto tra la probabilità condizionata di avere quella PGA da un terremoto di magnitudo  $M$  avvenuto a distanza  $R$  data e le probabilità indipendenti che si verifichino eventi di quella  $M$  a quella  $R$ , integrando su tutti i possibili valori di  $M$  e  $R$  e per tutte le sorgenti della zona.

### 5.1 Storia sismica del comune di Vaglia/Paterno

Sulla base del database denominato DBMI15 realizzato dall'INGV e contenente le osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI15, è stato possibile ricostruire la storia sismica del comune di Vaglia. In particolare in tale catalogo sono presenti i sismi presenti in figura successiva che hanno generato degli effetti macrosismici nel comune di interesse. Una parte dei sismi sono riportati nella tabella seguente:

Località vicine (entro 10km)		
Località	EQs	Distanza (km)
Fonte del Pidocchio	1	0
Arco del Camicia	1	1
Il Bigallo	1	1
Croce a Varliano	1	1
Le Corti	1	1
San Quirico a Ruballa	1	1
I Rosai	1	1
Meoste	1	1
San Giorgio a Ruballa	1	2
Osteria Nuova	1	2
Vicchio di Rimaggio	1	2
Baroncelli	1	2
Montisoni	1	2
Candeli	1	2
Bagno a Ripoli	16	3
Antella	5	3
L'incontro	1	3
Rignalla	1	3
Pieve a Ripoli	1	3
Croce a Balatro	1	3
Balatro	1	3
Villamagna	1	3
Sant'Andrea a Rovezzano	1	3
Nave a Rovezzano	2	4
San Donato in Collina	1	4
Rovezzano	2	4
San Piero a Ema	1	4

**FIGURA 17:** LISTA DEI TERREMOTI NELL'AREA DI PATERNO

## 7. INDAGINI ESEGUITE

Nel periodo compreso tra il 6 ed il 7 agosto 2025 la società Geognostica Medicea srl con sede in Firenze incaricata da Veneto Acque ha realizzato le indagini geognostiche per conto della Società Veneto Acque Regione Liguria. Lo scopo delle indagini geotecniche è stato quello di verificare le proprietà geomeccaniche dei rifiuti presenti in sito in quanto il progetto prevede la posa dei rifiuti presenti all'interno del capannone in demolizione in un'area di stoccaggio. Sono state eseguite n.12 prove penetrometriche dinamiche su vari gradoni del sito come rappresentato in tavola 1 ubicazione delle indagini ed uno stendimento sismico MASW al fine di verificare la Velocità sismica equivalente. Le prove geotecniche eseguite sono state correlate con i risultati degli studi ambientali eseguiti nel corso degli anni per la verifica dello spessore dei rifiuti presenti nel sottosuolo.

### 7.1 PROVE PENETROMETRICHE

Le prove penetrometriche sono state eseguite con attrezzo DPSH TG 63-100 PAGANI ed hanno raggiunto varie profondità in base alla resistenza del terreno attraversato. La prova consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica metallica, collegata ad un'asta di acciaio prolungabile con l'aggiunta di successive aste, di dimensioni standard, infissa verticalmente nel terreno per battitura, facendo cadere da un'altezza costante un maglio di dato peso. Le informazioni fornite dalla prova sono di tipo continuo, poiché le misure di resistenza alla penetrazione vengono eseguite durante tutta l'infissione. Si contano il numero di colpi necessari alla penetrazione di ciascun tratto di lunghezza stabilita. Le prove penetrometriche dinamiche continue possono essere realizzate secondo diversi standards in funzione delle combinazioni dei parametri adottati quali:

- massa del maglio (10 ÷ 100 kg)
- altezza di caduta (200 ÷ 760 mm)
- diametro della punta (22 ÷ 63 mm)
- forma della punta (angolo di apertura 60° – 90°, prolungamento alla base del cono)
- diametro esterno delle aste (16 ÷ 45 mm)
- penetrazione di riferimento (100 ÷ 300 mm)
- metodo per eliminare o ridurre l'attrito laterale lungo le aste (rivestimento, fango attraverso le aste, diametro punta > diametro aste).

Le caratteristiche dell'attrezzatura e le modalità esecutive sono state standardizzate nelle Procedure internazionali di Riferimento elaborate dall' ISSMFE. Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico che permette di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche. Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle



litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa. In particolare, consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici;
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche;
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e della resistenza alla punta.

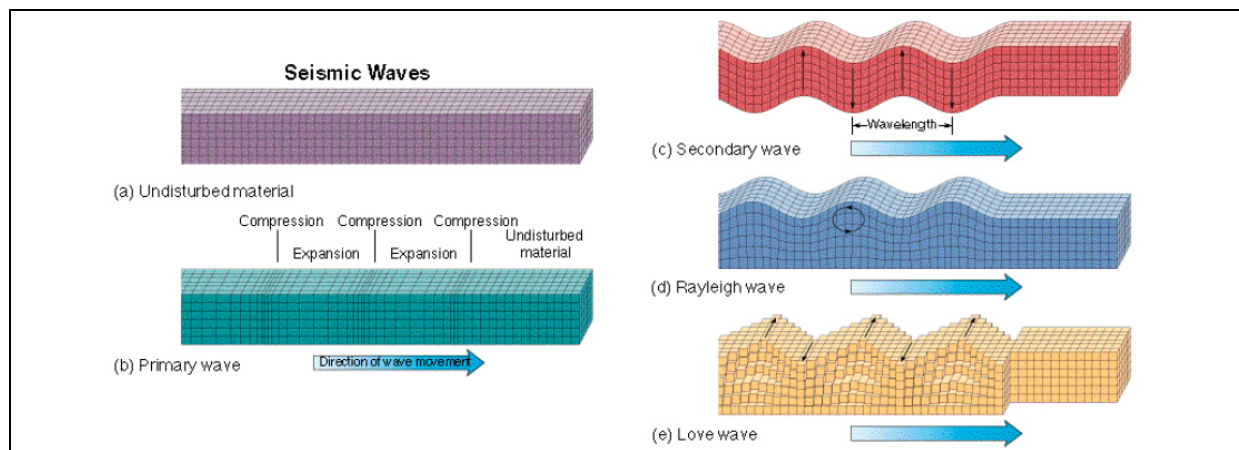
I risultati delle prove penetrometriche sono riportate nelle tabelle esposte nel capitolo dei "*Risultati delle indagini eseguite*". I certificati delle indagini sono riportati in Allegato 3. In Tavola 1 allegata al presente documento sono riportate le ubicazioni delle prove.

**TABELLA 1: PROFONDITÀ DELLE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE**

Prove	Profondità di investigazione
DPSH 1	12 m
DPSH 2	8,8m
DPSH 3	7,4m
DPSH 4	5,4m
DPSH 5	7,6m
DPSH 6	3,2m
DPSH 7	7,6m
DPSH 8	8,0m
DPSH 9	8,4m
DPSH 10	8,8m
DPSH 11	9,6m
DPSH 12	4,4m

## 7.2 INDAGINI SISMICHE

Sul sito in esame sono stati eseguiti tre stendimenti sismici MASW ed attraverso lo studio della dispersione delle onde superficiali si è determinato un primo modello monodimensionale del suolo tramite spessori e velocità.



**FIGURA 18:** VARIE TIPOLOGIE DI ONDE SISMICHE

## 7.3 MASW

La conoscenza dell'andamento nel primo sottosuolo della velocità di propagazione delle onde di taglio è, come noto, importante negli studi di microzonazione sismica dedicati alla stima di possibili effetti di sito, capaci di amplificare il moto del terreno durante un terremoto. Negli ultimi anni hanno avuto ampio sviluppo tecniche geofisiche basate sull'analisi della propagazione delle onde superficiali e, in particolare delle onde di Rayleigh. Le proprietà dispersive di tali onde in mezzi stratificati, nonché la stretta relazione esistente tra la loro velocità di propagazione e quella delle onde di taglio, consentono di risalire al profilo di velocità delle onde S. Il metodo di indagine attivo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è basato su una artificiale energizzazione sismica del suolo e sull'analisi spettrale delle onde superficiali presenti nel segnale (Nazarian e Stokoe, 1984; Park et al., 1999). La curva di dispersione delle onde di Rayleigh rappresenta la variazione di velocità di fase che tali onde hanno al variare della frequenza. Tali valori di velocità sono intimamente legati alle proprietà meccaniche del mezzo in cui l'onda si propaga (velocità delle onde S, delle onde P e densità). Tuttavia, diversi studi hanno in realtà messo in evidenza che la velocità delle onde P e la densità sono parametri di second'ordine rispetto alle onde S nel determinare la velocità di fase delle onde di Rayleigh. Quindi, dato che le onde superficiali campionano una porzione di sottosuolo che cresce in funzione del periodo dell'onda e che la loro velocità di fase è fortemente condizionata in massima parte dalle velocità delle onde S dello strato campionato, la forma di questa curva è essenzialmente condizionata dalla struttura

del sottosuolo ed in particolare dalle variazioni con la profondità delle velocità delle onde S. Pertanto, utilizzando appositi formalismi è possibile stabilire una relazione (analiticamente complessa ma diretta) fra la forma della curva di dispersione e la velocità delle onde S nel sottosuolo. Tale relazione consente il calcolo di curve di dispersione teoriche a partire da modelli del sottosuolo a strati piano-paralleli. L'operazione di inversione, quindi, consiste nella minimizzazione, attraverso una procedura iterativa, degli scarti tra i valori di velocità di fase sperimentali delle curve di dispersione e quelli teorici relativi ad una serie di modelli di prova "velocità delle onde S - profondità". I risultati delle prove sismiche eseguite sono riportati nelle tabelle esposte nel capitolo dei "Risultati delle indagini eseguite". I certificati delle prove sono riportati in Allegato 4.

## 8. RISULTATI DELLE INDAGINI ESEGUITE

### 8.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Le indagini ambientali eseguite durante la caratterizzazione del 2024 e le indagini integrative del 2025 indicano presenza di rifiuti per circa 10m di profondità. Le prove penetrometriche sono state realizzate sui vari gradoni della cava e correlate con log stratigrafici dei sondaggi ambientali pregressi. Sono stati individuati cinque aree su cui sono state eseguite le indagini penetrometriche i cui risultati sono utili alla caratterizzazione geotecnica dei rifiuti presenti nel sottosuolo della cava. In tabella successiva si confrontano le profondità delle prove penetrometriche con la profondità del tetto dell'alterazione del bedrock:

**TABELLA 2:** COMPARAZIONE TRA SONDAGGI E PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Area Prove	Sondaggio	Prof. alterazione bedrock (m)	Sondaggio	Prof. alterazione bedrock (m)	Prova penetrometrica dinamica	Profondità prova (m)	Prova penetrometrica dinamica	Profondità Prova (m)	Prova penetrometrica dinamica	Profondità prova (m)	Prova penetrometrica dinamica	Profondità prova (m)
Gradone 1	S24PZ8	11,30	S30/PZ12	11,80	Dpsh1	12,0	Dpsh2	8,8	-	-	-	-
Gradone 2	S33	8,7	-	-	Dpsh3	7,4	Dpsh4	5,4	-	-	-	-
Gradone 3	S22	7,8	-	-	Dpsh5	7,6	Dpsh6	3,2	Dpsh7	7,6	Dpsh8	8,0
Gradone 4	S14/PZ4	7,0	-	-	Dpsh9	8,4	Dpsh10	8,8	Dpsh11	9,6	-	-
Gradone 5	S27/PZ9	2,7	-	-	Dpsh12	4,4	-	-	-	-	-	-



### 8.1.1 GRADONE 1:

Su questo gradone sono stati realizzati n.1 sondaggi ambientali attrezzati a piezometro denominati S24/PZ8 e S30/PZ12 e due prove penetrometriche denominate DPSH1 e DPSH 2. Come si può notare dalla tabella 3 la profondità della prova DPSH1 è arrivata alla profondità dell'alterazione del bedrock attraversando tutti i rifiuti mentre la DPSH2 si è fermata qualche metro prima probabilmente per il ritrovamento di un ciottolo lungo la verticale. Di seguito la parametrizzazione geotecnica desunta dalla prova per il gradone 1:

**TABELLA 3: PARAMETRI GEOTECNICI GRADONE 1**

Profondità		Litologia	$\gamma$ t/mc	C <sub>uk</sub>	$\emptyset$	M	E
da (m)	a (m)						
0	0,0—3,4	rifiuto	19,5	141,1	35,1	18,3	59,6
1	3,4-9,6	rifiuto	18,2	64,6	28,1	9,7	27,3
2	9,6-11,0	rifiuto	19,7	147,1	31,0	19,0	62,1
3	11,0-12,0	bedrock	21,3	324,5	35,9	36,3	137

### 8.1.2 GRADONE 2:

Su questo argine abbiamo considerato n.1 sondaggio ambientale denominato S33 e successivamente sono state eseguite due prove penetrometriche denominate DPSH3 e DPSH4. Come si può notare dalla tabella 4 la profondità di entrambe le prove penetrometriche è leggermente inferiore alla profondità dell'alterazione del bedrock probabilmente per il ritrovamento di un ciottolo lungo la verticale. Di seguito la parametrizzazione geotecnica desunta dalle prove per il gradone 2:

**TABELLA 4: PARAMETRI GEOTECNICI GRADONE 2**

Profondità		Litologia	$\gamma$ t/mc	C <sub>uk</sub>	$\emptyset$	M	E
da (m)	a (m)						
1	0,0-1,8	rifiuto	18,8	89,4	32,7	12,6	37,7
2	1,8-6,6	rifiuto	18,3	70,5	29,2	10,4	29,8
3	6,6-7,4	rifiuto	20,2	194	33,9	23,8	81,9

### 8.1.3 GRADONE 3:

Su questo gradone è stato considerato n.1 sondaggio ambientale denominato S22 e successivamente sono state eseguite tre prove penetrometriche denominate DPSH5, DPSH6, DPSH7 e DPSH8. Come si può notare dalla tabella 5 la profondità della prova DPSH6 si è interrotta alla profondità di 3,2m probabilmente per il ritrovamento di un ciottolo lungo la verticale per cui, è stata realizzata alla prova DPSH 8 nelle immediate vicinanze della stessa. Tutte le prove considerate, tranne la DPSH6, hanno attraversato i rifiuti e si sono fermate sull'alterazione del bedrock ritrovato nel sondaggio a circa 8,0 m di profondità. Di seguito la parametrizzazione geotecnica desunta dalle prove per il gradone 3:

**TABELLA 5:** PARAMETRI GEOTECNICI GRADONE 3

Profondità		Litologia	$\gamma$ t/mc	C <sub>uk</sub>	$\emptyset$	M	E
da (m)	a (m)			KPa	gradi	MPa	MPa
1	0,0-0,8	Rifiuto	19,7	148,1	36,8	19,1	62,5
2	0,6-5,6	Rifiuto	17,9	55,8	28,7	8,6	23,6
3	5,6-8,0	Rifiuto	18,6	83,5	29,1	11,9	35,2

### 8.1.4 GRADONE 4:

Su questo gradone è stato considerato n.1 sondaggio ambientale denominato S14/PZ4 attrezzato successivamente a piezometro dove il bedrock è stato ritrovato a circa 7,0; sono state eseguite tre prove penetrometriche denominate DPSH9, DPSH10, DPSH11. Come si può notare dalla tabella 6 la profondità di tutte e tre le prove DPSH ha attraversato interamente lo spessore del rifiuto entrando nell'alterazione del bed rock oltre i 2,0m come nella DPSH11.

**TABELLA 6:** PARAMETRI GEOTECNICI GRADONE 4

Profondità		Litologia	$\gamma$ t/mc	C <sub>uk</sub>	$\emptyset$	M	E
da (m)	a (m)			KPa	gradi	MPa	MPa
1	0,0-3,0		19,4	132,6	34,9	17,4	56
2	3,0-8,6		18,3	66,5	28,5	9,9	28,1
3	8,6-9,6		20,9	296,3	36,1	33,7	125,1

### 8.1.5 GRADONE 5:

L'ultimo gradone investigato con una prova penetrometrica dinamica (DPSH12) è il gradone 4 su cui da progetto si prevede uno scavo di materiale "rifiuto" fino alla profondità dell'alterazione del bedrock utile per la modellazione del sito. Dalla tabella 7 il sondaggio di riferimento è il S27/Pz9 in cui la profondità del bedrock è stata rilevata a 2,7 m dal locale p.c.. La prova DPSH è arrivata alla profondità di 4,4m per cui circa 2,0 m sotto l'inizio dell'alterazione della roccia. Di seguito la parametrizzazione geotecnica desunta dalle prove per il gradone 4:

**TABELLA 7: PARAMETRI GEOTECNICI GRADONE 5**

Profondità		Litologia	$\gamma$ t/mc	C <sub>uk</sub>	$\emptyset$	M	E
da (m)	a (m)			KPa	gradi	MPa	MPa
1	0,0-0,8	rifiuto	20,3	225,7	40,8	27	95,3
2	0,8-3,0	Rifiuto	17,7	50	28,8	7,8	21,1
3	3,0-3,8	Rifiuto	19,6	151,7	34,2	19,5	64
4	3,8-4,4	rifiuto	22,1	479,7	44,3	50	202,5

Dall'analisi dei risultati delle prove penetrometriche eseguite possiamo dire che la maggior parte delle prove hanno investigato i rifiuti presenti nel sottosuolo di cava Paterno; in alcuni casi le prove si sono fermate a profondità inferiori (DPSH6) allo spessore del rifiuto previsto in quanto sulla verticale di indagine è stato ritrovato probabilmente un ciottolo che ha portato al rifiuto strumentale. L'indagine è comunque stata eseguita nuovamente a breve distanza dalla precedente. Le prove dinamiche evidenziano quanto visivamente appurato sia durante la realizzazione dei sondaggi ambientali integrativi (maggio 2025) sia dall'analisi delle cassette catalogatrici presenti in sito delle indagini ambientali pregresse ovvero presenza di rifiuti per lo più inerti. Le caratteristiche geomeccaniche dei rifiuti attraversati sono abbastanza simili tra di loro con uno spessore centrale a profondità compresa tra 1,5-8,0m avente angolo di attrito stimato  $\emptyset = 26^\circ-28^\circ$  e coesione  $C_{uk} = 70-90$  KPa. A profondità maggiori le caratteristiche tendono a migliorare considerevolmente con angoli di attrito che superano i  $30^\circ$ . I gradoni di indagine n.2, n.3 e n.4 (area denominata AREA 3 nel progetto esecutivo) su cui è prevista la posa dei rifiuti presenti all'interno del capannone da demolire non risultano avere particolari problematiche geomeccaniche sarà necessario prevedere una rimodellazione del versante di contorno con la posa di opere strutturali di contenimento come muri in c.a. o gabbionate in grado di contenere i rifiuti soprattutto verso il lato strada. I risultati del quinto gradone indicano uno spessore inferiore dei rifiuti ed una alterazione del bedrock più superficiale (sondaggio S27e DPSH12). Il capitolo 8 descrive in maniera più approfondita l'opera di contenimento in progetto da realizzare nell'AREA 3 con la redazione di due sezioni litologiche che indicano la profondità del bedrock.

Attraverso i risultati delle prove possiamo stimare un modello geologico del sito schematizzato nella successiva tabella costituito da 3 strati di cui i primi due costituiti da rifiuti più compatti nello strato superficiale:

**TABELLA 8:** STIMA DEI PARAMETRI GEOTECNICI DEL SITO

Profondità		Litologia	$\gamma$ t/mc	Cu <sub>k</sub>	$\phi$	M	E
da (m)	a (m)			KPa	Gradi (°)	MPa	MPa
1	0,0-2,0	rifiuto	20,3	100-120	30-32	15-30	20-40
2	2,0-10,0	Rifiuto	17,7	70-90	26-28	10-20	20-40
3	10,0-12,0	Alterazione bed rock	22	280-300	36-38	160-180	140-160

$\phi$  (°) angolo di attrito; Cu (kPa): resistenza al taglio non drenata media dello strato;

E(Mpa) : modulo di Young medio dello strato ;  $\gamma$  (kN/m<sup>3</sup>): peso di volume medio dello strato

### 8.1.6 PERICOLOSITÀ SISMICA

In questo paragrafo, sulla base delle indagini svolte dei dati acquisiti, ai sensi del D.M. 17/01/18, viene determinata l'azione sismica mediante un approccio "sito dipendente" che prevede la stima dei parametri spettrali di progetto, facendo ricorso all'approccio semplificato con le informazioni derivanti dalla Tab.1 dell'Allegato B del D.M. medesimo, relative al "reticolo di riferimento". Di seguito le caratteristiche sismiche con la:

- identificazione delle coordinate geografiche del sito;
- identificazione dei 4 nodi della griglia di riferimento più vicini al sito;

Per il sito di Vaglia le coordinate nel sistema di riferimento ED50 Lat. 43,8888 e Long. 11,2672, ricadente entro l'area individuata dai quattro punti del reticolo di riferimento più vicini sono:

#### Coordinate geografiche del punto:

(WGS84) Latitudine: 44.1610985° Longitudine: 9.8746004°

(ED50) Latitudine : 44.1620598° Longitudine: 9.8756208°

**TABELLA 9:** UBICAZIONE DEL SITO RISPETTO AI NODI DEL RETICOLO DI RIFERIMENTO - COORDINATE NODI DI RIFERIMENTO

Punto	ID	Latitudine (°) (ED50)	Longitudine (°)	Distanza [m]
1	19614	43,8626	11,2020	5993,749
2	19615	43,8639	11,2713	2787,468
3	19393	43,9139	11,2695	2794,148
4	19392	43,9126	11,2001	5993,814

Dall'indagine geofisica effettuata, il bedrock sismico ( $V_s > 800$  m/s) è stato intercettato alla profondità di 13,0 m dal piano campagna di indagine, l'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh ha consentito di determinare il profilo verticale delle  $V_s$  e quindi di ottenere:

**parametro  $V_s$  eq ( $V_{s13}$ )= 433 m/s**

Il deposito di terreno ai sensi della TAB.3.2.II del DM 17/01/2018 può essere considerato appartenere alla categoria B

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

➤ **Condizioni topografiche**

Il sito può essere considerato appartenente alla categoria topografica T1 "superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i > 15^\circ$ " (Tab. 3.2.III del D.M. 17/01/2018) per superfici pianeggianti.

➤ **Vita nominale e coefficiente d'uso**

In relazione al tipo di intervento si assume una vita nominale della struttura pari a  $V_n = 50$  anni (Tab. 2.4.I del D.M.17/01/2018 "costruzioni con livelli di prestazioni ordinarie") ed una classe d'uso II (Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali) da cui un coefficiente d'uso  $C_u = 1,0$  (Tab. 2.4.II del D.M.17/01/2018) da cui il periodo di riferimento :  $V_r = V_n \times C_u = 50$  In tabella successiva si riepilogano sulla base delle disposizioni previste dalle "Norme Tecniche per le Costruzioni" (anno 2018) i seguenti parametri sismici:

**TABELLA 10:** CARATTERISTICHE DEL SITO DI PATERNO

Vita della struttura	
<b>Vita Nominale dell'opera (Vn)</b> <i>Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale VN di progetto per i diversi tipi di costruzioni</i>	<b>50 anni</b> <i>Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari</i>
<b>Classe d'uso</b> <i>Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C</i>	<b>II</b> <i>Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti</i>
<b>Coefficiente d'uso</b>	<b><math>C_u = 1,0</math></b>
<b>Periodo di riferimento per le azioni sismico strutturali ( Vr)</b>	<b><math>V_r = V_n \times C_u</math></b> <b><math>V_r = 50</math> anni</b>
Caratteristiche sismiche del sito	
<b>Categoria topografica</b> <i>Tab. 3.2.III – Categorie topografiche Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media <math>i \neq 15^\circ</math></i>	<b>T1</b>
<b>Coefficiente di amplificazione topografico</b> <i>Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica ST</i>	<b>St = 1,0</b>
<b>Categoria suolo</b> <i>Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato</i>	<b>B</b> <b>CATEGORIA B:</b> Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Si rimanda al tecnico progettista la scelta di adottare il modello sismico proposto.

## 9. REALIZZAZIONE DI SETTO ARMATO IN AREA 3

I rifiuti presenti all'interno del capannone saranno posizionati all'interno di una vasca di contenimento identificata in Tavola 4 come AREA 3. Al fine di contenere il materiale sarà realizzato un setto in cemento armato di altezza  $H= 4,0\text{m}$  fuori terra la cui fondazione sarà costituita da una paratia berlinese. Il documento progettuale dell'opera è all'interno della relazione strutturale allegata al progetto. In Tavola 5 sono rappresentate due sezioni litologiche "monte-valle" al fine di verificare la litologia in sito e progettare la profondità di imposta della berlinese. In entrambe le sezioni sono riportate le indagini ambientali eseguite sia sondaggi sia prove penetrometriche.

### 9.1 SEZIONE 1

Per quanto riguarda la sezione 1 sono stati utilizzati i log stratigrafici dei sondaggi S21 e S17 eseguiti tra luglio e ottobre 2024 e le prove penetrometriche denominate DPSH 5 e DPSH 8 eseguite ad Agosto 2025. In Allegato 2 si riportano i log stratigrafici. Di seguito si mostrano le foto delle cassette catalogatrici dei due sondaggi S21 (profondità 15,0m da p.c.) e S17 (profondità 12, m da p.c.) presenti nel documento Allegato B Documentazione fotografica "*Piano di Caratterizzazione, ai sensi dell'art. 242 del D.Lgs. 152/2006, per il sito orfano codice SISBON FI 354 "Ex Cava Paterno"* redatta dalla Società Terre e Opere. Dal sondaggio S17 sono stati prelevati n. 3 campioni di rifiuto:

**TABELLA 11:** PROFONDITÀ PRELIEVO CAMPIONI DA SONDAGGIO

Sondaggio-Campione	Profondità di prelievo (m da p.c.)
S17-R1	0,0-1,0
S17-R2	1,0-2,2
S17-R3	2,5-3,5
S21 -T1	1,2-3,0
S21-T2	4,2-7,5

Di seguito le foto delle cassette catalogatrici:



Foto 1: S17 cassetta 0,0-5,0 m



Foto 2: S17 cassetta 5,0-10 m



Foto 3: S17 cassetta 10,0-15,0 m

Come si può vedere dalle cassette catalogatrici e dal log stratigrafico allegato a circa 8,0m di profondità iniziano le calciliti ( bed rock) mentre il terreno al di sopra corrisponde a rifiuto fino a 4,0 m per passare a detrito di falda in matrice argillosa, probabilmente rifiuto, fino a 8,0 m

Per quanto riguarda il sondaggio S21 di seguito si riportano le foto delle cassette catalogatrici:



**Foto 4:** S21 cassetta 0,0-5,0 m



**Foto 5:** S21 cassetta 5,0-10,0 m



**Foto 6:** S21 cassetta 10,0-12,0 m

Durante la realizzazione del sondaggio S21 sono stati prelevati due campioni di rifiuto. Come si può vedere dalle cassette catalogatrici e dal log stratigrafico allegato a circa 8,0m di profondità iniziano le calcilutiti (bed rock) mentre il terreno al di sopra corrisponde a rifiuto da piano campagna fino a 7,5 m di profondità.

## 9.2 SEZIONE 2

Per quanto riguarda la sezione 2 sono stati utilizzati i log stratigrafici dei sondaggi S21 e S18 eseguiti tra luglio e ottobre 2024 e le prove penetrometriche denominate DPSH 4 eseguita ad Agosto 2025. In Allegato 2 si riportano i log stratigrafici. Di seguito si mostrano le foto delle cassette catalogatrici del sondaggio S18 (profondità 15,0m) in quanto il sondaggio S21 è stato utilizzato anche nella sezione 1. La descrizione delle attività è riportata nel documento Allegato B Documentazione fotografica "Piano di Caratterizzazione, ai sensi dell'art. 242 del D.Lgs. 152/2006, per il sito orfano codice SISBON FI 354 "Ex Cava Paterno". Dal sondaggio S18 sono stati prelevati n. 3 campioni di rifiuto:

**TABELLA 12:** PROFONDITÀ PRELIEVO CAMPIONI DA SONDAGGIO

Sondaggio-Campione	Profondità di prelievo (m da p.c.)
S18-T1	0,0-1,2
S18-R1	1,3-3,5
S18-R2	4,5-5,5
S18 -T2	6,0-7,4

Di seguito le foto delle cassette catalogatrici:



**Foto 7:** S18 cassetta 0,0-5,0 m



**Foto 8:** S18 cassetta 5,0-10,0 m



**Foto 9:** S18 cassetta 10,0-15,0 m

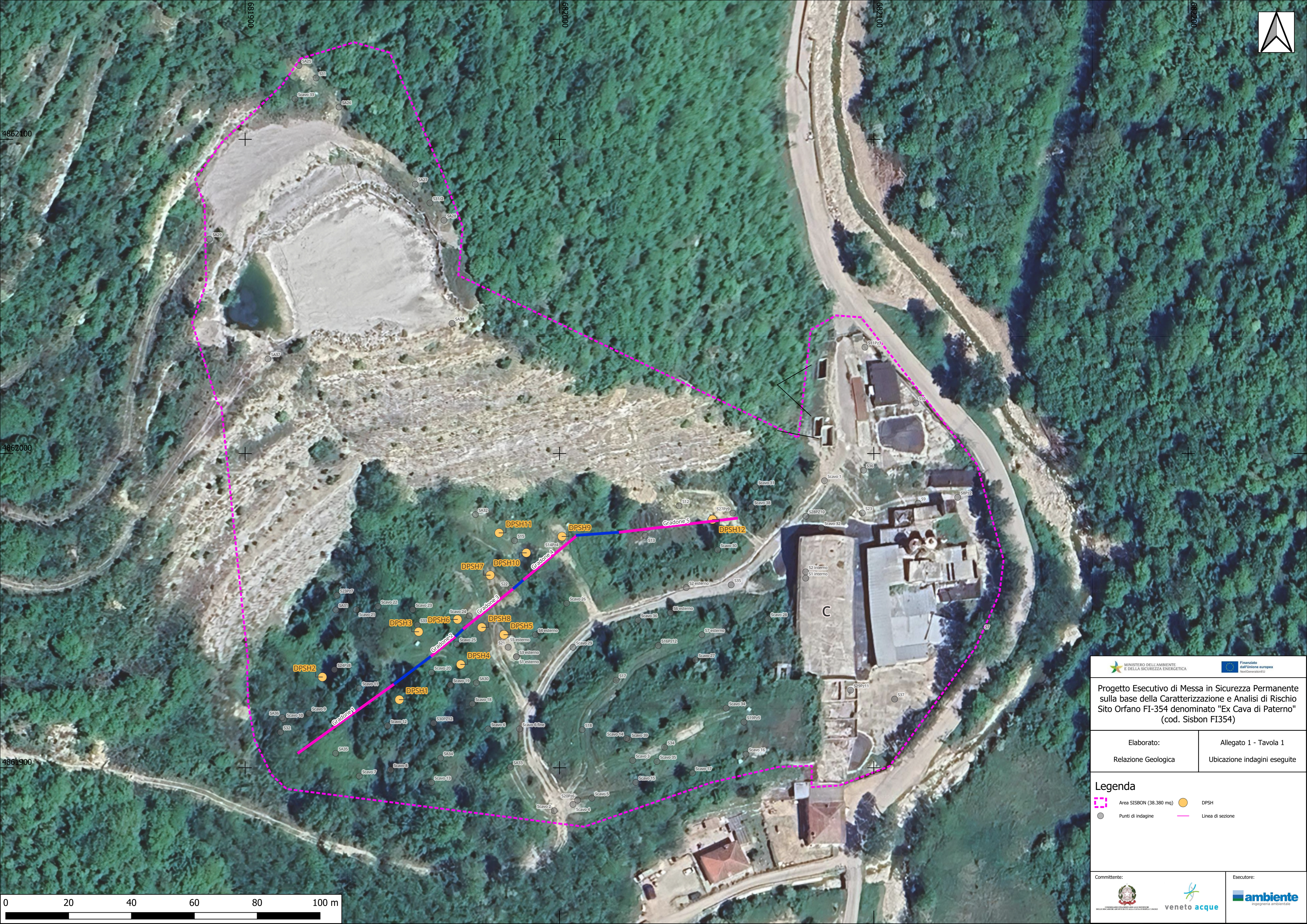
Attraverso i risultati delle prove penetrometriche DPSH 5, DPSH8 e DPS4 possiamo stimare un modello geologico del sito che segue il precedente modello generale e schematizzato nella successiva tabella costituito da 3 strati di cui i primi due costituiti da rifiuti:

**TABELLA 13:** PROFONDITÀ PRELIEVO CAMPIONI DA SONDAGGIO

Profondità		Litologia	$\gamma$ t/mc	C <sub>u<sub>k</sub></sub>	Ø	M	E
da (m)	a (m)						
1	0,0-1,0	rifiuto	20,3	100-120	30-32	15-20	30-50
2	1,0-8,0	Rifiuto	17,7	30-50	26-28	10	20-30
3	8,0-15,0	Alterazione bed rock	22	280-300	36-38	160-180	140-160

Riteniamo che i pali di progetto debbano intestarsi all'interno della roccia compatta e superare lo strato di rifiuti di riporto presenti al di sopra. In tavola 3 sono rappresentate le sezioni litologiche di riferimento.

## Allegato 1 - TAVOLE



4862100

4862000

4861900

681900

682000

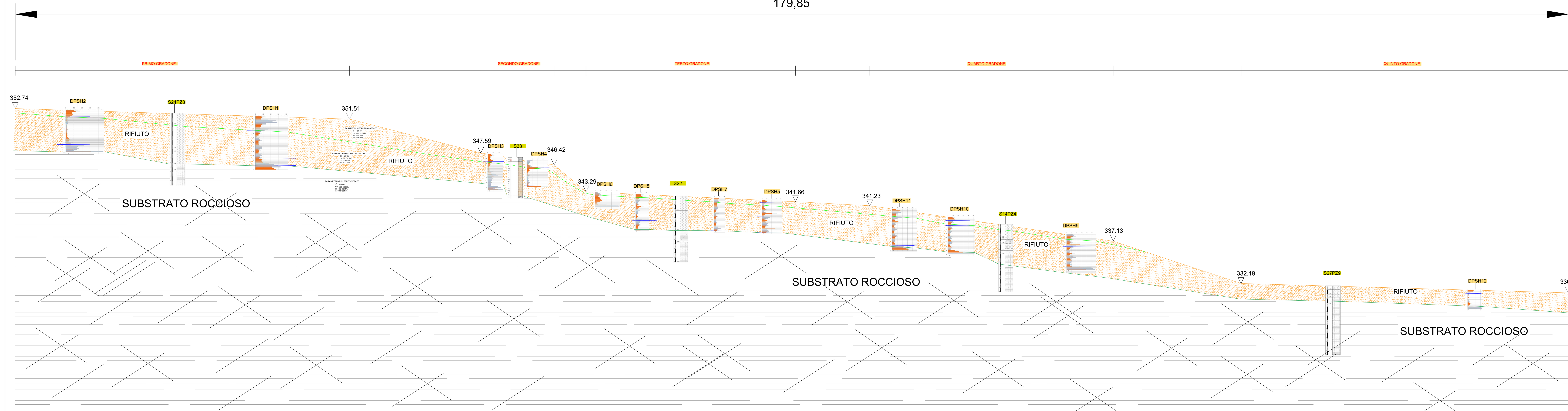
682100

682200



<p>Progetto Esecutivo di Messa in Sicurezza Permanente sulla base della Caratterizzazione e Analisi di Rischio Sito Orfano FI-354 denominato "Ex Cava di Paterno" (cod. Sisbon FI354)</p>	
<p>Elaborato: Relazione Geologica</p>	<p>Allegato 1 - Tavola 1 Ubicazione indagini eseguite</p>
<p><b>Legenda</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Area SISBON (38.380 mq)</li> <li> DPSH</li> <li> Punti di indagine</li> <li> Linea di sezione</li> </ul>	
<p>Committente:</p>	<p>Esecutore:</p>

179,85



MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA



Progetto esecutivo di Messa in Sicurezza Permanente sulla base della Caratterizzazione e Analisi di Rischio  
 Sito Orfano FI-354 denominato "Ex Cava di Paterno" (cod. Sisbon FI354)

Elaborato:  
 Relazione Geologica

Commitente:  
  
 Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica

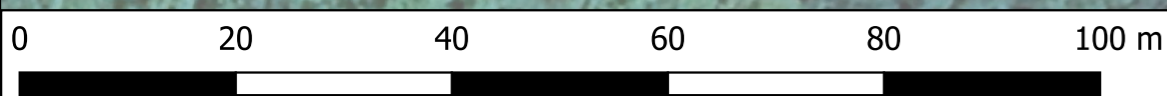
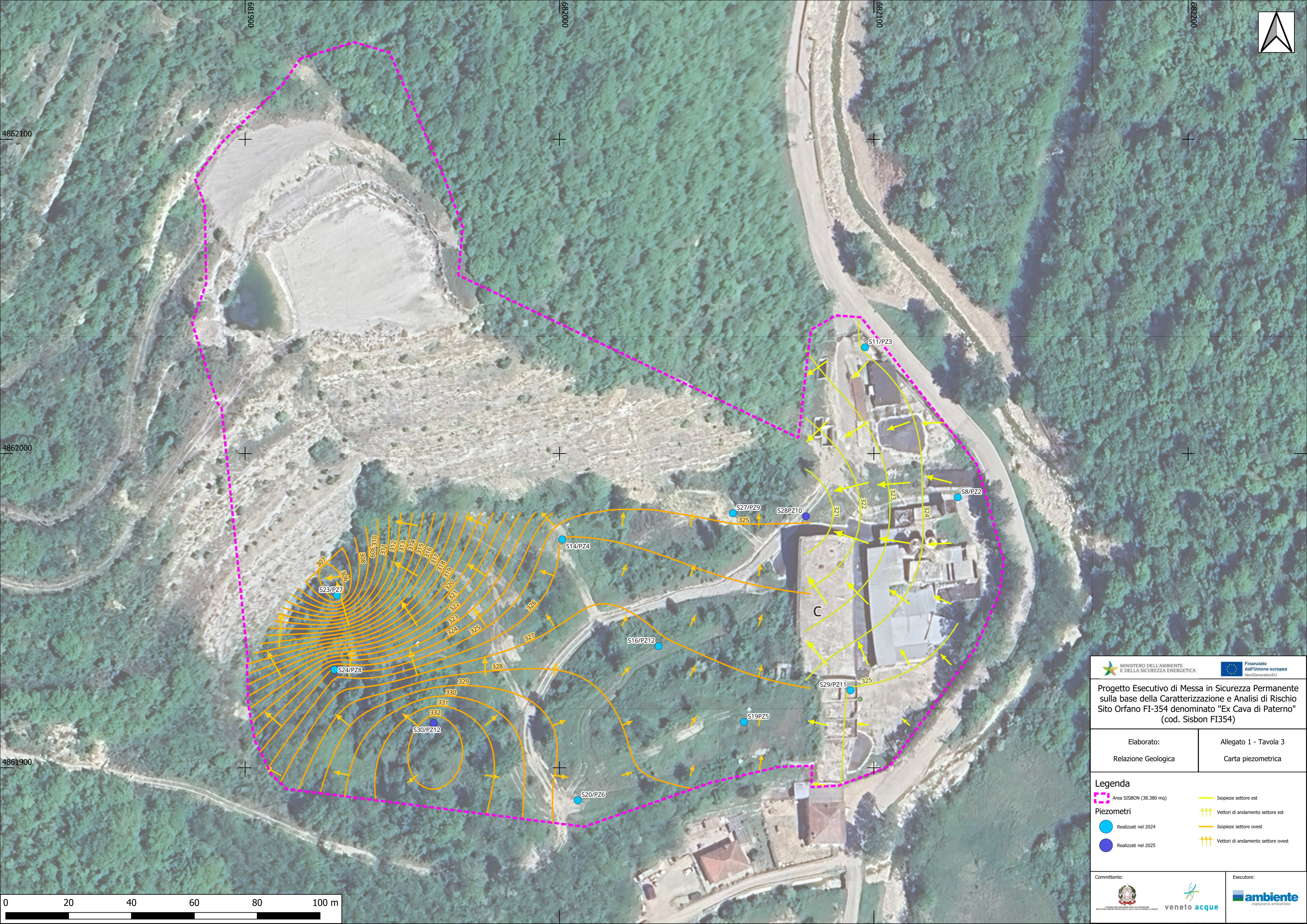
Esecutore:  
  
 veneto acque

Allegato 1 - Tavola 2  
 Sezioni geologica

Esecutore:  
  
 ambiente  
 ingegneria ambientale

rev	data	descrizione	redatto	verificato	approvato
0	Set. 2025		M. Rospioli	S. Darmani M. Rospioli	A. Luciani








SCALA	formato	rev
1:100	A 0	0

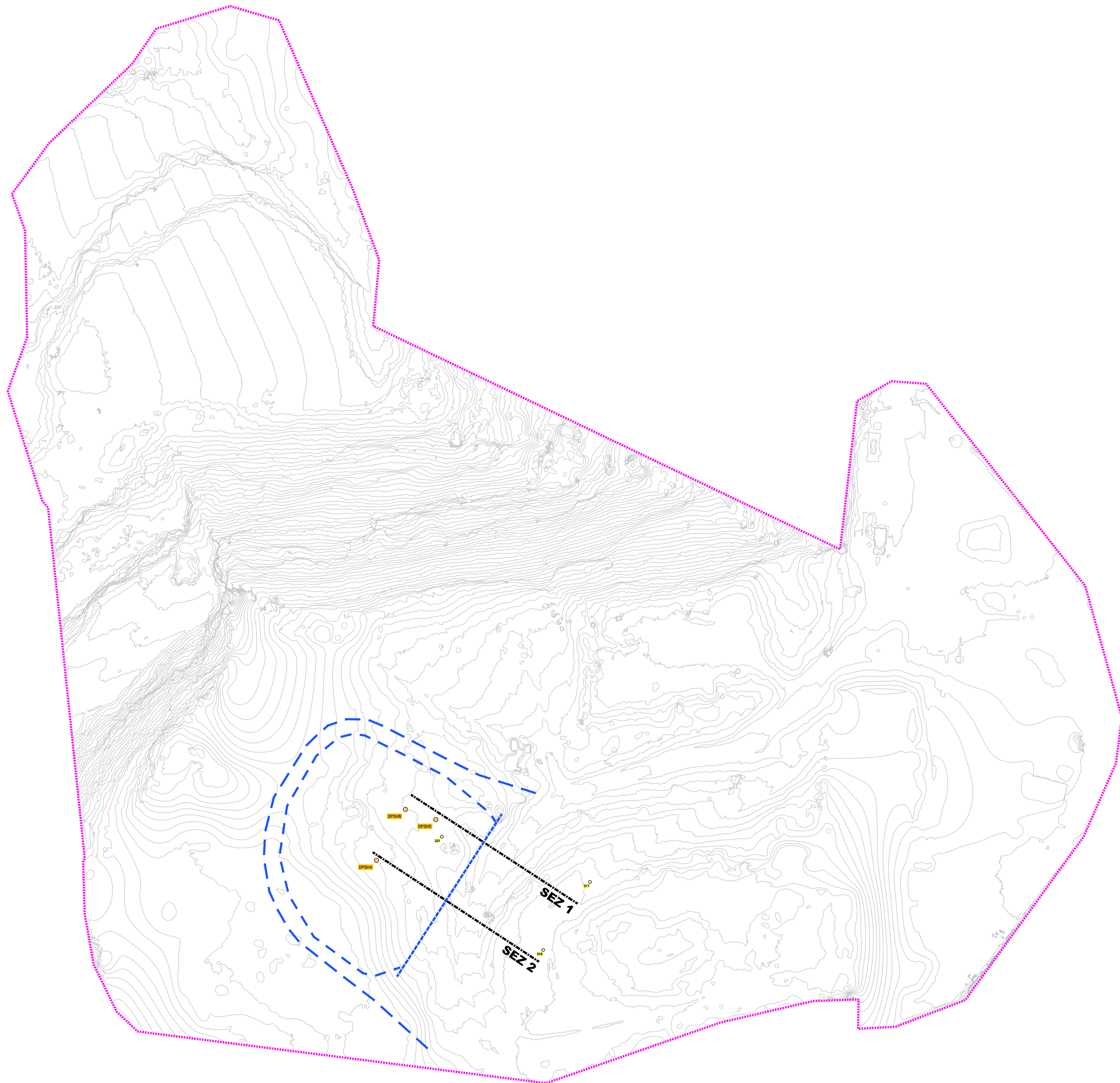


Progetto Esecutivo di Messa in Sicurezza Permanente  
 sulla base della Caratterizzazione e Analisi di Rischio  
 Sito Orfano FI-354 denominato "Ex Cava di Paterno"  
 (cod. Sisbon FI354)

Elaborato:	Allegato 1 - Tavola 3
Relazione Geologica	Carta piezometrica

**Legenda**

 Area SISBON (38.380 mq)	 Isopezze settore est
<b>Piezometri</b>	 Vettori di andamento settore est
 Realizzati nel 2024	 Isopezze settore ovest
 Realizzati nel 2025	 Vettori di andamento settore ovest



Progetto esecutivo di Messa in Sicurezza Permanente sulla base della Caratterizzazione e Analisi di Rischio

Sito Orfano FI-354 denominato "Ex Cava di Paterno" (cod. Sisbon FI354)

Elaborato:  
Relazione Geologica

Committente:



Allegato 1 - Tavola 4  
Planimetria Area 3

Esecutore:



rev	data	descrizione	redatto	verificato	approvato
0	Set. 2025		M.Raspoli	S.Dantoni/ M.Raspoli	A.Lucioni

SCALA

1:500

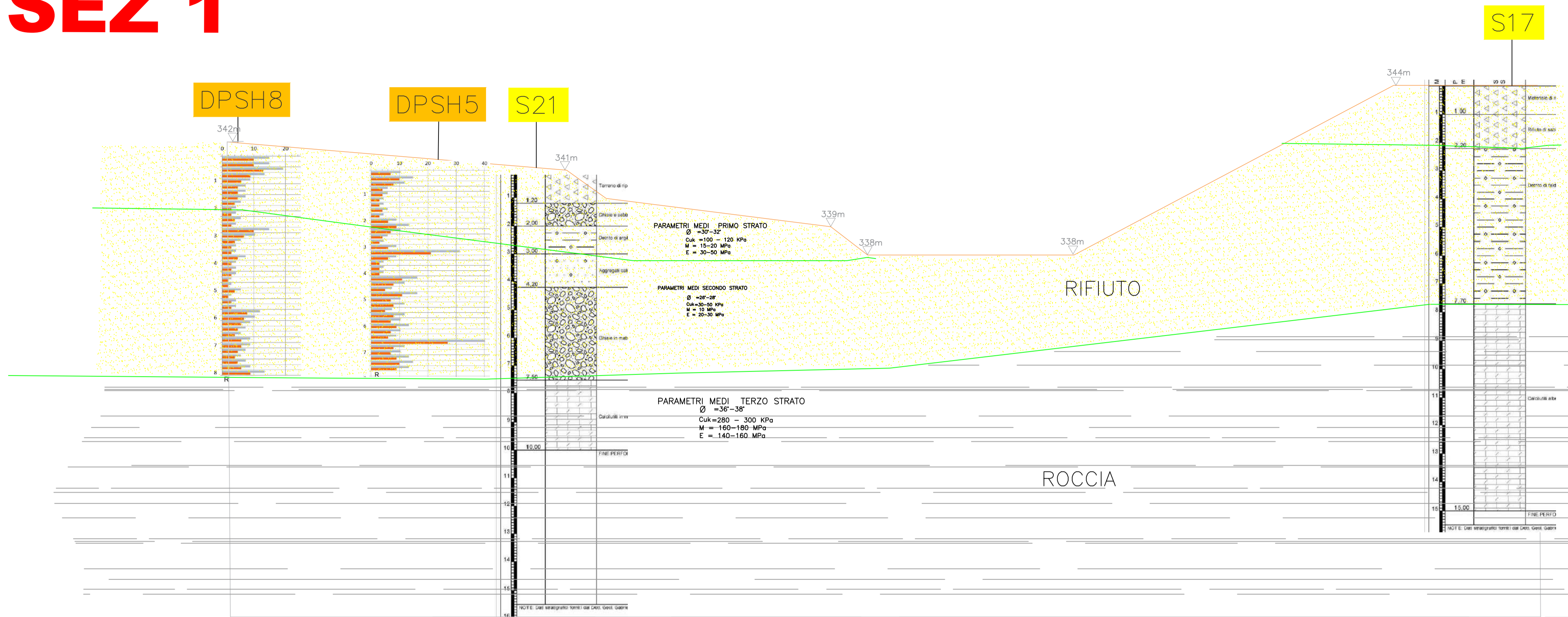
formato

A 1

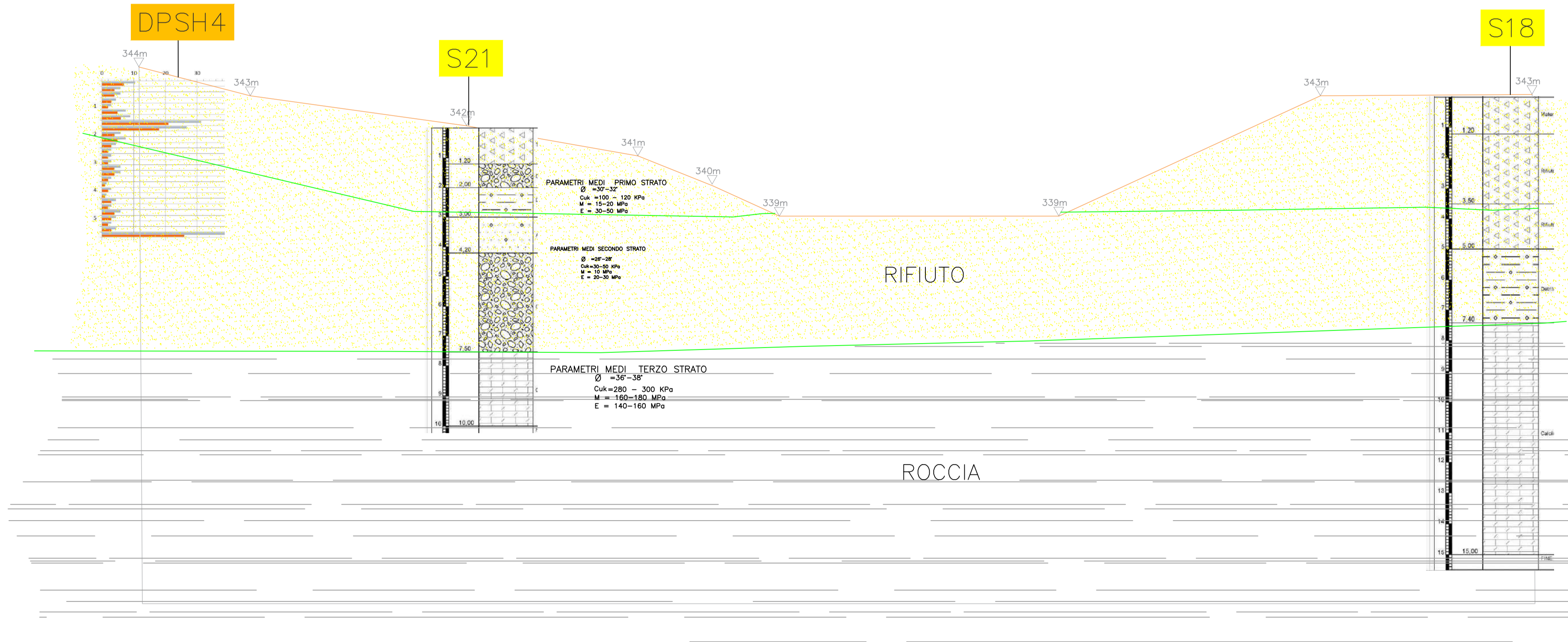
rev

0

# SEZ 1



# SEZ 2



Progetto esecutivo di Messa in Sicurezza Permanente sulla base della Caratterizzazione e Analisi di Rischio

Sito Orfano FI-354 denominato "Ex Cava di Paterno" (cod. Sisbon FI354)

Elaborato:  
Relazione Geologica



Allegato 1 - Tavola 5  
Sezioni litologiche



rev	data	descrizione	redatto	verificato	approvato
0	Set. 2025		M.Raspoli	S.Dantoni/ M.Raspoli	A.Lucioni

SCALA  
1:100

formato  
A 1

rev  
0

## Allegato 2 - Logs Stratigrafici di riferimento

COMMITTENTE <b>Comune di Vaglia</b>	CANTIERE <b>Ex Cava di Paterno</b>	SONDAGGIO N. <b>S17</b>
COORDINATE GAUSS BOAGA X: 1682048,489 Y: 4861943,965	IMPRESA ESECUTRICE <b>Mesa S.r.l.</b>	PERFORATORE <b>Antonio Greco</b>
DATA INIZIO/FINE inizio 22/07/2024 fine 23/07/2024	SISTEMA DI PERFORAZIONE <b>Carotaggio continuo</b>	TIPO DI SONDA <b>EGT FD 316</b>
QUOTA ASSOLUTA PIANO CAMPAGNA <b>343,878 m s.l.m.</b>	METODO DI PERFORAZIONE/CAROTIERE <b>Aste/Carotiere tradizionale</b>	PROFONDITA' RAGGIUNTA <b>15 m</b>
SOGGIACENZA DELLA FALDA -	DIAMETRO CAROTIERE / RIVESTIMENTO <b>φ 101 mm / φ 127 mm</b>	CASSETTE CATALOGATRICI N. <b>3</b>

METRI	PROFONDITA' m da p.c.	SIMBOLOGIA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE DEI TERRENI ATTRAVERSATI ED INDICAZIONE DEGLI SPESSORI	CAMPIONI SUOLO		CAMPIONI RIPORTO		CAMPIONI GEOTECNICI		FALDA	PIEZOMETRO
				SIGLA	PROFONDITA'	SIGLA	PROFONDITA'	SIGLA	PROFONDITA'		
1	1,00	△△△△△△△△	Materiale di riporto			S17-R1	0,00				
2	2,20	△△△△△△△△	Rifiuto di sabbia grossolana biancastra			S17-R2	1,00				
3		—◆—◆—◆—◆	Detrito di falda in matrice limoso argillosa	S17-T1	2,50						
4		—◆—◆—◆—◆			3,50						
7	7,70	—◆—◆—◆—◆									
8		▧▧▧▧▧▧▧▧	Calcilutiti alberese localmente fratturato.								
9		▧▧▧▧▧▧▧▧									
10		▧▧▧▧▧▧▧▧									
11		▧▧▧▧▧▧▧▧									
12		▧▧▧▧▧▧▧▧									
13		▧▧▧▧▧▧▧▧									
14		▧▧▧▧▧▧▧▧									
15	15,00		FINE PERFORAZIONE								

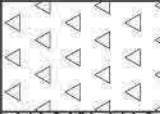

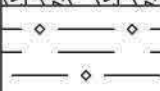
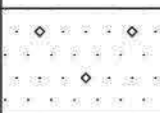

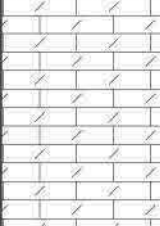
NOTE: Dati stratigrafici forniti dal Dott. Geol. Gabriele Paolini

COMMITTENTE <b>Comune di Vaglia</b>	CANTIERE <b>Ex Cava di Paterno</b>	SONDAGGIO N. <b>S18</b>
COORDINATE GAUSS BOAGA X: 1682037,647 Y: 4861928,191	IMPRESA ESECUTRICE <b>Mesa S.r.l.</b>	PERFORATORE <b>Antonio Greco</b>
DATA INIZIO/FINE inizio 18/07/2024 fine 19/07/2024	SISTEMA DI PERFORAZIONE <b>Carotaggio continuo</b>	TIPO DI SONDA <b>EGT FD 316</b>
QUOTA ASSOLUTA PIANO CAMPAGNA <b>345,010 m s.l.m.</b>	METODO DI PERFORAZIONE/CAROTIERE <b>Aste/Carotiere tradizionale</b>	PROFONDITA' RAGGIUNTA <b>15 m</b>
SOGGIACENZA DELLA FALDA -	DIAMETRO CAROTIERE / RIVESTIMENTO <b>φ 101 mm / φ 127 mm</b>	CASSETTE CATALOGATRICI N. <b>3</b>

METRI	PROFONDITA' m da p.c.	SIMBOLOGIA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE DEI TERRENI ATTRAVERSATI ED INDICAZIONE DEGLI SPESSORI	CAMPIONI SUOLO		CAMPIONI RIPORTO		CAMPIONI GEOTECNICI		FALDA	PIEZOMETRO
				SIGLA	PROFONDITA'	SIGLA	PROFONDITA'	SIGLA	PROFONDITA'		
1	1,20	△△△△△△△△△△	Materiale di riporto	S18-T1	0,00 1,20						
2		△△△△△△△△△△	Rifiuto di sabbia grossolana biancastra			S18-R1	1,30				
3	3,50	△△△△△△△△△△					3,50				
4		△△△△△△△△△△	Rifiuto di fanghi di lavaggio di colore grigio inclusi frammenti di laterizio								
5	5,00	△△△△△△△△△△				S18-R2	4,50				
6		◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇	Detrito di falda con matrice limosa argillosa beige grigiastra				5,50				
7	7,40	◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇		S18-T2	6,00 7,40						
8		◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇									
9		◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇									
10		◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇									
11		◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇	Calcilutite alberese								
12		◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇									
13		◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇									
14		◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇									
15	15,00	◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇	FINE PERFORAZIONE								

NOTE: Dati stratigrafici forniti dal Dott. Geol. Gabriele Paolini

COMMITTENTE <b>Comune di Vaglia</b>	CANTIERE <b>Ex Cava di Paterno</b>	SONDAGGIO N. <b>S21</b>
COORDINATE GAUSS BOAGA X: 1682014,145 Y: 4861954,439	IMPRESA ESECUTRICE <b>Mesa S.r.l.</b>	PERFORATORE <b>Antonio Greco</b>
DATA INIZIO/FINE inizio 09/10/2024 fine 09/10/2024	SISTEMA DI PERFORAZIONE <b>Carotaggio continuo</b>	TIPO DI SONDA <b>EGT FD 316</b>
QUOTA ASSOLUTA PIANO CAMPAGNA <b>342,023 m s.l.m.</b>	METODO DI PERFORAZIONE/CAROTIERE <b>Aste/Carotiere tradizionale</b>	PROFONDITA' RAGGIUNTA <b>10 m</b>
SOGGIACENZA DELLA FALDA -	DIAMETRO CAROTIERE / RIVESTIMENTO <b>φ 101 mm / φ 127 mm</b>	CASSETTE CATALOGATRICI N. <b>2</b>

METRI	PROFONDITA' m da p.c.	SIMBOLOGIA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE DEI TERRENI ATTRAVERSATI ED INDICAZIONE DEGLI SPESSORI	CAMPIONI SUOLO		CAMPIONI RIPORTO		CAMPIONI GEOTECNICI		FALDA	PIEZOMETRO
				SIGLA	PROFONDITA'	SIGLA	PROFONDITA'	SIGLA	PROFONDITA'		
1	1,20		Terreno di riporto in matrice grossolana color marrone-rossastro								
2	2,00		Ghiaie e sabbie con sporadici ciottoli grigio chiaro.	S21-T1	1,20						
3	3,00		Detrito di argilliti e marne grigio scuro				3,00				
4	4,20		Aggregati calcarei misti a terreni di riporto e calcareniti								
5	4,20		Ghiaie in matrice limo-argillosa marrone chiaro-grigiastro	S21-T2	4,20						
6	7,50								7,50		
7	7,50		Calcolutiti in matrice chiara debolmente fratturata (alberese)								
8	10,00										
9	10,00		FINE PERFORAZIONE								
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											

Allegato 3 - Elaborazioni indagini penetrometriche dinamiche  
DPSH

## UBICAZIONE INDAGINI E COORDINATE GEOGRAFICHE



Immagine aerea Google Maps

	X (LONG)	Y (LAT)
<b>DPSH1</b>	<b>11.2653110</b>	<b>43.8878613</b>
<b>DPSH2</b>	<b>11.2648389</b>	<b>43.8880063</b>
<b>DPSH3</b>	<b>11.2652305</b>	<b>43.8881338</b>
<b>DPSH4</b>	<b>11.2653781</b>	<b>43.8880546</b>
<b>DPSH5</b>	<b>11.2655444</b>	<b>43.8881135</b>
<b>DPSH6</b>	<b>11.2654008</b>	<b>43.8881590</b>
<b>DPSH7</b>	<b>11.2654357</b>	<b>43.8883571</b>
<b>DPSH8</b>	<b>11.2654478</b>	<b>43.8881300</b>
<b>DPSH9</b>	<b>11.2657791</b>	<b>43.8884064</b>
<b>DPSH10</b>	<b>11.2656785</b>	<b>43.8883890</b>
<b>DPSH11</b>	<b>11.2655578</b>	<b>43.8884286</b>
<b>DPSH12</b>	<b>11.2664416</b>	<b>43.8884422</b>

Coordinate geografich

## PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH

<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolti – Ambiente Srl
<b>Località</b>	Cava Paterno – Vaglia (FI)
<b>Data</b>	06-07/08/2025
<b>N° di prove</b>	12
<b>Rif. N°</b>	50/25
<b>Intervento</b>	Ripristino ambientale

**Strumentazione utilizzata** TG-63 200 EML. Pagani (DPSH-B)

### CARATTERISTICHE TECNICHE

Rif. Norme	ISSMFE (1988)
	EN ISO 22476-2-2003
Peso massa battente	63,5 Kg
Altezza caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	< 30 Kg
Diametro punta conica	50,5 mm
Area di base punta conica	20,43 cm <sup>2</sup>
Angolo apertura punta	90°
Lunghezza aste	1,0 m
Peso aste/metro	6,0 Kg
Passo di avanzamento	0,2 m
Energia specifica per colpo (Q)	11,65 kg/cm <sup>2</sup>
Coefficiente teorico di energia ( $\beta t$ )	1,489

## DPSH1



<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolli	<b>Profondità prova (m)</b>	12.00
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-1	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	06/08/2025	<b>Note</b>	

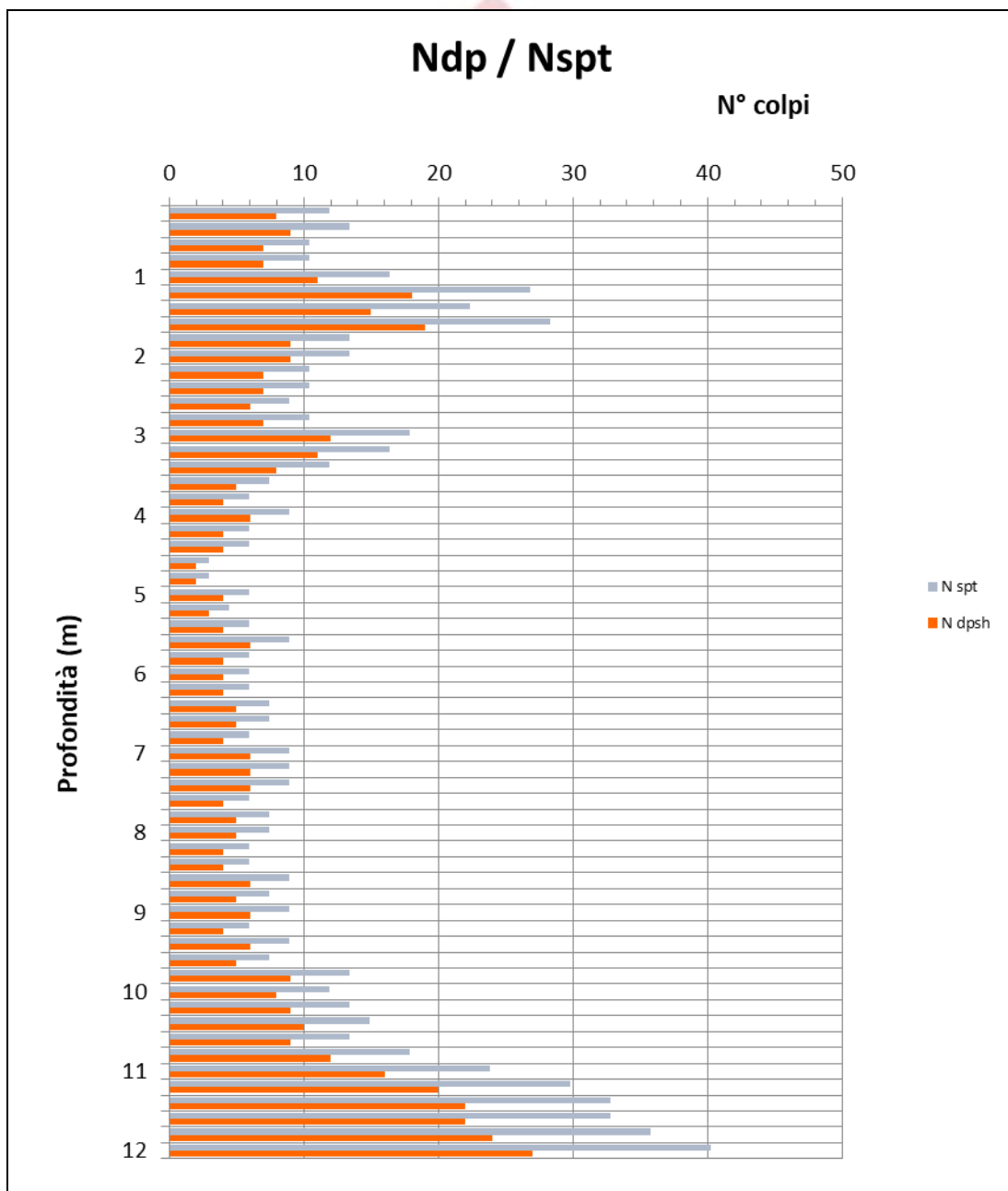
### TABELLA RIASSUNTIVA

Profondità	N <sub>DP</sub>	N <sub>SPT</sub>	N <sub>1(60)</sub>	Granulometria	Dr (%)	φ (°) medio	C <sub>u</sub> (kPa)
0.2	8	11.9	21.1	cg	59.4	36.9	148.9
0.4	9	13.4	23.0	cg	62.0	37.5	167.5
0.6	7	10.4	17.4	cg	53.9	35.4	130.3
0.8	7	10.4	16.9	cg	53.1	35.2	130.3
1	11	16.4	25.7	cg	65.4	38.4	204.7
1.2	18	26.8	40.6	cg	82.2	42.7	335.0
1.4	15	22.3	32.9	cg	74.1	40.6	279.2
1.6	19	28.3	40.4	cg	82.1	42.7	353.6
1.8	9	13.4	18.9	cg	56.2	36.0	167.5

2	9	13.4	18.5	cg	55.5	35.8	167.5
2.2	7	10.4	14.1	cg	48.5	33.9	130.3
2.4	7	10.4	13.8	cg	47.9	33.7	130.3
2.6	6	8.9	11.6	cg	43.9	32.6	111.7
2.8	7	10.4	13.2	cg	46.8	33.5	130.3
3	12	17.9	21.7	cg	60.1	37.1	223.4
3.2	11	16.4	19.5	cg	57.0	36.3	204.7
3.4	8	11.9	14.0	cg	48.4	33.9	148.9
3.6	5	7.4	8.7	cg	38.2	31.0	93.1
3.8	4	6.0	6.9	cg	33.9	29.8	74.5
4	6	8.9	10.0	cg	40.8	31.8	111.7
4.2	4	6.0	6.6	cg	33.3	29.6	74.5
4.4	4	6.0	6.5	cg	33.0	29.5	74.5
4.6	2	3.0	3.3	cg	23.4	26.6	37.2
4.8	2	3.0	3.2	cg	23.2	26.5	37.2
5	4	6.0	6.2	cg	32.1	29.3	74.5
5.2	3	4.5	4.6	cg	27.7	27.9	55.8
5.4	4	6.0	6.0	cg	31.6	29.1	74.5
5.6	6	8.9	8.7	cg	38.0	31.0	111.7
5.8	4	6.0	5.8	cg	31.1	29.0	74.5
6	4	6.0	5.7	cg	30.8	28.9	74.5
6.2	4	6.0	5.6	cg	30.6	28.8	74.5
6.4	5	7.4	6.8	cg	33.7	29.8	93.1
6.6	5	7.4	6.7	cg	33.5	29.7	93.1
6.8	4	6.0	5.4	cg	29.9	28.6	74.5
7	6	8.9	7.8	cg	35.9	30.5	111.7
7.2	6	8.9	7.6	cg	35.7	30.4	111.7
7.4	6	8.9	7.5	cg	35.4	30.3	111.7
7.6	4	6.0	5.0	cg	29.0	28.4	74.5
7.8	5	7.4	6.2	cg	32.0	29.3	93.1
8	5	7.4	6.1	cg	31.8	29.3	93.1
8.2	4	6.0	4.8	cg	28.4	28.2	74.5
8.4	4	6.0	4.8	cg	28.2	28.2	74.5
8.6	6	8.9	6.9	cg	34.0	30.0	111.7
8.8	5	7.4	5.7	cg	30.9	29.0	93.1
9	6	8.9	6.7	cg	33.5	29.8	111.7
9.2	4	6.0	4.5	cg	27.5	28.0	74.5
9.4	6	8.9	6.6	cg	33.1	29.7	111.7
9.6	5	7.4	5.5	cg	30.2	28.8	93.1
9.8	9	13.4	9.4	cg	39.5	31.8	167.5
10	8	11.9	8.3	cg	37.2	31.0	148.9
10.2	9	13.4	9.1	cg	39.0	31.6	167.5
10.4	10	14.9	10.0	cg	40.8	32.2	186.1
10.6	9	13.4	8.9	cg	38.6	31.5	167.5
10.8	12	17.9	11.6	cg	43.9	33.2	223.4
11	16	23.8	15.0	cg	49.9	35.0	297.8
11.2	20	29.8	18.2	cg	55.1	36.6	372.3
11.4	22	32.8	19.7	cg	57.3	37.3	409.5
11.6	22	32.8	19.5	cg	56.9	37.2	409.5
11.8	24	35.7	20.9	cg	59.0	37.8	446.7
12	27	40.2	23.0	cg	62.0	38.7	502.5
<b>Legenda</b>	<b>N<sub>DP</sub></b>	n° colpi della prova DP		<b>Dr%</b>	(Skempton, 1989)		
	<b>N<sub>SPT</sub></b>	corrispondente n° di colpi SPT		<b>φ(°)</b>	valore medio dei 4 metodi proposti		
	<b>N<sub>1(60)</sub></b>	N <sub>SPT</sub> corretto per falda e stato tensionale		<b>Cu (kPa)</b>	(Sanglerat, 1972)		
	<b>Granulometria</b>	"c"= coesivo ; "g"= granulare; "cg" = misto					

<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolli	<b>Profondità prova (m)</b>	12.00
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-1	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	06/08/2025	<b>Note</b>	

**Resistenza alla penetrazione [Ndp/Nspt] - Profondità [m]**



<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolli	<b>Profondità prova (m)</b>	12.00
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-1	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	06/08/2025	<b>Note</b>	

### PARAMETRI GEOTECNICI MEDI DEI VARI LIVELLI

Strato	Intervallo	H strato	Litologia	Nspt *	γ'	Consistenza	Addensamento	Dr %		φ (°)				Cu (Kpa)	E coesivi (Mpa)	E granulari (Mpa)	M (Mpa)		OCR						
								Terzaghi - Peck	Skempton	Wolff	Hatanaka & Uchida	Muromachi	valore medio				valore medio	Sh. & Fu (1982)		Komornik (1974)	Mayne e Frost (1988)	Schultze e Menzenbach (1961)	Mayne e Kemper (1988)		
1	0.0 - 3.4	3.4	terreni misti con riporto antropico	14.9	19.5	consistente	moderatamente addensato	35-65	59.7	33.3	38.1	33.5	<b>35.1</b>	<b>141.1</b>	39.5	59.6	18.3	13.7	3.8						
2	3.4 - 9.6	6.2	argille limose mediamente consistenti/fanghi	6.8	18.2	moderatamente consistente	poco addensato	15-35	32.2	28.8	29.8	29.1	<b>28.1</b>	<b>64.6</b>	18.1	27.3	9.7	6.7	0.3						
3	9.6 - 11.0	1.4	argille limose molto consistenti/fanghi	15.5	19.7	molto consistente	moderatamente addensato	35-65	41.5	30.0	32.6	33.8	<b>31.0</b>	<b>147.1</b>	41.1	62.1	19.0	14.2	0.4						
4	11.0 - 12.0	1.0	substrato litoide/MLL	34.2	21.3	estremamente consistente	addensato	35-65	58.1	32.9	37.7	40.5	<b>35.9</b>	<b>324.5</b>	90.8	137.0	36.3	30.4	0.7						
<b>Legenda</b>		<b>H</b>	spessore dello strato ipotizzata		<b>Dr (%)</b>	densità relativa media dello strato		<b>Consistenza</b>	Classifica AGI (1977)		<b>φ (°)</b>	angolo di attrito medio dello strato		<b>Addensamento</b>	Classifica AGI (1977)		<b>Cu (kPa)</b>	resistenza al taglio non drenata media dello strato		<b>OCR</b>	(Mayne & Kemper, 1988)		<b>E (Mpa)</b>	Modulo edometrico medio dello strato	
		<b>Nspt*</b>	valore di SPT corretto medio dello strato																						
		<b>γ (kN/m³)</b>	peso di volume medio dello strato																						

## DPSH2



**GEOGNOSTICA  
MEDICEA**

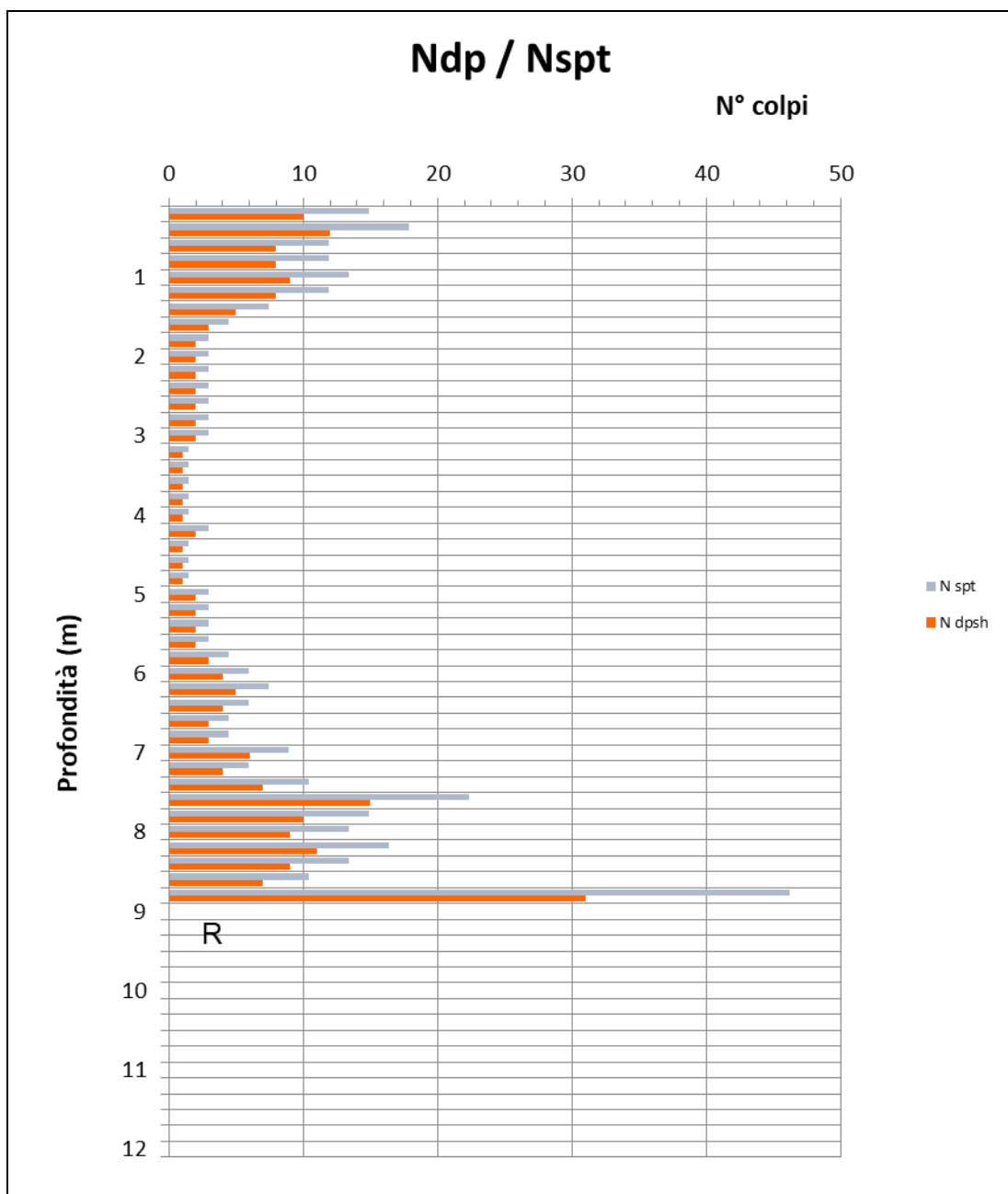
<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolti	<b>Profondità prova (m)</b>	8.80
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-2	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	06/08/2025	<b>Note</b>	

### TABELLA RIASSUNTIVA

Profondità	N <sub>DP</sub>	N <sub>SPT</sub>	N1 <sub>(60)</sub>	Granulometria	Dr (%)	φ (°) medio	C <sub>u</sub> (kPa)
0.2	10	14.9	26.4	cg	66.4	38.7	186.1
0.4	12	17.9	30.7	cg	71.5	40.0	223.4
0.6	8	11.9	19.9	cg	57.6	36.4	148.9
0.8	8	11.9	19.3	cg	56.7	36.1	148.9
1	9	13.4	21.1	cg	59.3	36.8	167.5
1.2	8	11.9	18.3	cg	55.2	35.7	148.9
1.4	5	7.4	11.2	cg	43.2	32.5	93.1
1.6	3	4.5	6.6	cg	33.2	29.6	55.8
1.8	2	3.0	4.3	cg	26.9	27.7	37.2
2	2	3.0	4.2	cg	26.6	27.6	37.2
2.2	2	3.0	4.2	cg	26.3	27.5	37.2
2.4	2	3.0	4.1	cg	26.0	27.4	37.2
2.6	2	3.0	4.0	cg	25.7	27.3	37.2
2.8	2	3.0	3.9	cg	25.5	27.2	37.2
3	2	3.0	3.8	cg	25.2	27.1	37.2
3.2	1	1.5	1.9	cg	17.8	24.7	18.6
3.4	1	1.5	1.9	cg	17.7	24.7	18.6
3.6	1	1.5	1.8	cg	17.5	24.6	18.6
3.8	1	1.5	1.8	cg	17.4	24.6	18.6
4	1	1.5	1.8	cg	17.2	24.5	18.6
4.2	2	3.0	3.4	cg	23.8	26.7	37.2
4.4	1	1.5	1.7	cg	16.9	24.4	18.6
4.6	1	1.5	1.7	cg	16.8	24.4	18.6
4.8	1	1.5	1.7	cg	16.6	24.3	18.6
5	2	3.0	3.2	cg	23.0	26.4	37.2
5.2	2	3.0	3.1	cg	22.8	26.4	37.2
5.4	2	3.0	3.1	cg	22.7	26.3	37.2
5.6	2	3.0	3.0	cg	22.5	26.2	37.2
5.8	3	4.5	4.4	cg	27.1	27.7	55.8
6	4	6.0	5.7	cg	30.8	28.9	74.5
6.2	5	7.4	6.9	cg	34.0	29.9	93.1
6.4	4	6.0	5.5	cg	30.3	28.7	74.5
6.6	3	4.5	4.1	cg	26.2	27.5	55.8
6.8	3	4.5	4.1	cg	26.0	27.4	55.8
7	6	8.9	7.8	cg	35.9	30.5	111.7
7.2	4	6.0	5.2	cg	29.4	28.5	74.5
7.4	7	10.4	8.7	cg	38.1	31.2	130.3
7.6	15	22.3	17.7	cg	54.3	35.9	279.2
7.8	10	14.9	11.9	cg	44.5	33.1	186.1
8	9	13.4	10.6	cg	42.0	32.4	167.5
8.2	11	16.4	12.6	cg	45.8	33.5	204.7
8.4	9	13.4	10.3	cg	41.4	32.2	167.5
8.6	7	10.4	8.0	cg	36.5	30.8	130.3
8.8	31	46.2	32.1	cg	73.2	41.5	577.0
9	R	-	-	cg	-	-	-
<b>Legenda</b>	<b>N<sub>DP</sub></b>	n° colpi della prova DP		<b>Dr%</b>	(Skempton, 1989)		
	<b>N<sub>SPT</sub></b>	corrispondente n° di colpi SPT		<b>φ(°)</b>	valore medio dei 4 metodi proposti		
	<b>N1<sub>(60)</sub></b>	N <sub>SPT</sub> corretto per falda e stato tensionale		<b>C<sub>u</sub> (kPa)</b>	(Sanglerat, 1972)		
	<b>Granulometria</b>	"c"= coesivo ; "g"= granulare; "cg" = misto					

<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolli	<b>Profondità prova (m)</b>	8.80
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-2	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	06/08/2025	<b>Note</b>	

**Resistenza alla penetrazione [Ndp/Nspt] - Profondità [m]**



<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolli	<b>Profondità prova (m)</b>	8.80
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-2	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	06/08/2025	<b>Note</b>	

### PARAMETRI GEOTECNICI MEDI DEI VARI LIVELLI

Strato	Intervallo	H strato	Litologia	Nspt *	γ'	Consistenza	Addensamento	Dr %		φ (°)				Cu (Kpa)	E coesivi (Mpa)	E granulari (Mpa)	M (Mpa)		OCR
								Terzaghi - Peck	Skempton	Wolff	Hatanaka & Uchida	Muromachi	valore medio				valore medio	Sh. & Fu (1982)	
1	0.0 - 1.4	1.4	terreni misti con riporto antropico	12.8	19.3	consistente	moderatamente addensato	35-65	59.1	33.2	38.0	32.5	<b>35.0</b>	<b>120.9</b>	33.8	51.1	16.2	11.8	7.1
2	1.4 - 7.2	5.8	argille limose poco consistenti/fanghi	3.4	16.9	poco consistente	sciolto	15-35	25.0	28.1	27.6	26.5	<b>26.1</b>	<b>32.6</b>	9.1	13.8	5.5	3.8	0.3
3	7.2 - 8.8	1.6	argille molto consistenti con trovanti sparsi	18.4	19.8	molto consistente	moderatamente addensato	35-65	48.3	31.1	34.7	35.0	<b>32.8</b>	<b>174.6</b>	48.8	73.7	21.8	16.7	0.6

<b>Legenda</b>	<b>H</b>	spessore dello strato	<b>Dr (%)</b>	densità relativa media dello strato	<b>Consistenza</b>	Classifica AGI (1977)
	<b>Litologia</b>	ipotizzata	<b>φ (°)</b>	angolo di attrito medio dello strato	<b>Addensamento</b>	Classifica AGI (1977)
	<b>N<sub>SPT</sub></b>	valore di SPT corretto medio dello strato	<b>C<sub>u</sub> (kPa)</b>	resistenza al taglio non drenata media dello strato	<b>OCR</b>	(Mayne & Kemper, 1988)
	<b>γ (kN/m<sup>3</sup>)</b>	peso di volume medio dello strato	<b>E (Mpa)</b>	Modulo di Young medio dello strato	<b>M (Mpa)</b>	Modulo edometrico medio dello strato

## DPSH3



**GEOGNOSTICA  
MEDICEA**

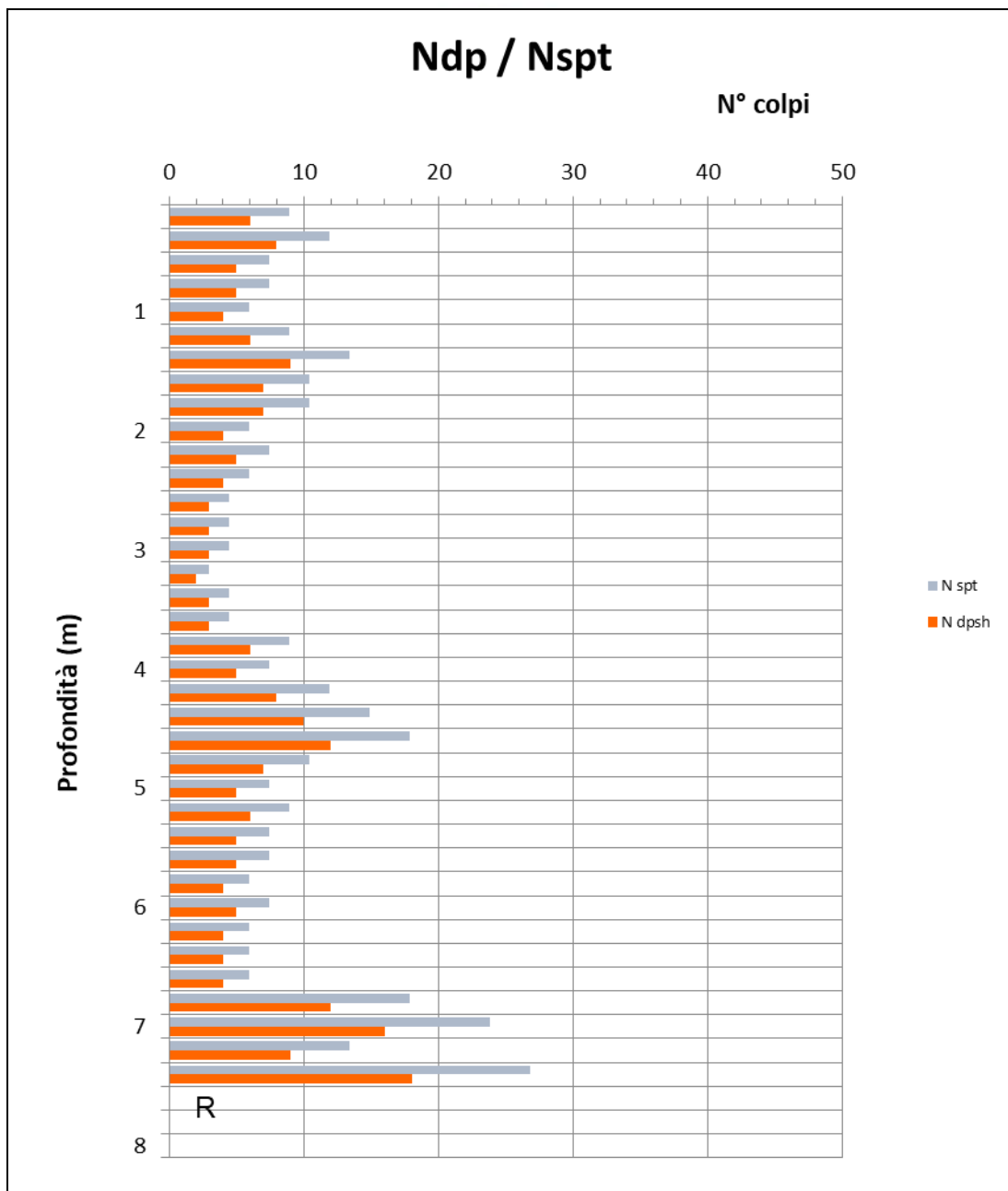
<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolli	<b>Profondità prova (m)</b>	7.40
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-3	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	06/08/2025	<b>Note</b>	

### TABELLA RIASSUNTIVA

Profondità	N <sub>DP</sub>	N <sub>SPT</sub>	N <sub>1(60)</sub>	Granulometria	Dr (%)	φ (°) medio	C <sub>u</sub> (kPa)
0.2	6	8.9	15.9	cg	51.4	34.8	111.7
0.4	8	11.9	20.5	cg	58.5	36.6	148.9
0.6	5	7.4	12.5	cg	45.6	33.2	93.1
0.8	5	7.4	12.1	cg	45.0	33.0	93.1
1	4	6.0	9.5	cg	39.7	31.5	74.5
1.2	6	8.9	13.8	cg	47.9	33.8	111.7
1.4	9	13.4	20.0	cg	57.7	36.4	167.5
1.6	7	10.4	15.2	cg	50.3	34.4	130.3
1.8	7	10.4	14.8	cg	49.7	34.2	130.3
2	4	6.0	8.4	cg	37.3	30.8	74.5
2.2	5	7.4	10.2	cg	41.1	31.9	93.1
2.4	4	6.0	8.0	cg	36.5	30.5	74.5
2.6	3	4.5	5.9	cg	31.4	29.0	55.8
2.8	3	4.5	5.8	cg	31.0	28.9	55.8
3	3	4.5	5.7	cg	30.7	28.8	55.8
3.2	2	3.0	3.7	cg	25.0	27.1	37.2
3.4	3	4.5	5.4	cg	30.1	28.6	55.8
3.6	3	4.5	5.3	cg	29.8	28.5	55.8
3.8	6	8.9	10.2	cg	41.3	31.9	111.7
4	5	7.4	8.4	cg	37.4	30.8	93.1
4.2	8	11.9	13.0	cg	46.5	33.4	148.9
4.4	10	14.9	15.7	cg	51.2	34.7	186.1
4.6	12	17.9	18.4	cg	55.4	35.9	223.4
4.8	7	10.4	10.8	cg	42.4	32.3	130.3
5	5	7.4	7.7	cg	35.7	30.3	93.1
5.2	6	8.9	9.0	cg	38.7	31.2	111.7
5.4	5	7.4	7.4	cg	35.1	30.2	93.1
5.6	5	7.4	7.3	cg	34.8	30.1	93.1
5.8	4	6.0	5.8	cg	31.1	29.0	74.5
6	5	7.4	7.0	cg	34.3	29.9	93.1
6.2	4	6.0	5.6	cg	30.6	28.8	74.5
6.4	4	6.0	5.5	cg	30.3	28.7	74.5
6.6	4	6.0	5.4	cg	30.1	28.7	74.5
6.8	12	17.9	15.2	cg	50.3	34.7	223.4
7	16	23.8	19.7	cg	57.2	36.7	297.8
7.2	9	13.4	11.2	cg	43.2	32.7	167.5
7.4	18	26.8	21.3	cg	59.6	37.4	335.0
7.6	R	-	-	cg	-	-	-
<b>Legenda</b>	<b>N<sub>DP</sub></b>	n° colpi della prova DP		<b>Dr%</b>	(Skempton, 1989)		
	<b>N<sub>SPT</sub></b>	corrispondente n° di colpi SPT		<b>φ (°)</b>	valore medio dei 4 metodi proposti		
	<b>N<sub>1(60)</sub></b>	N <sub>SPT</sub> corretto per falda e stato tensionale		<b>C<sub>u</sub> (kPa)</b>	(Sanglerat, 1972)		
	<b>Granulometria</b>	"c"= coesivo ; "g"= granulare; "cg" = misto					

<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolli	<b>Profondità prova (m)</b>	7.40
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-3	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	06/08/2025	<b>Note</b>	

**Resistenza alla penetrazione [Ndp/Nspt] - Profondità [m]**



<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolli	<b>Profondità prova (m)</b>	7.40
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-3	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	06/08/2025	<b>Note</b>	

### PARAMETRI GEOTECNICI MEDI DEI VARI LIVELLI

Strato	Intervallo	H strato	Litologia	Nspt *	γ'	Consistenza	Addensamento	Dr %		φ (°)				Cu (Kpa)	E coesivi (Mpa)	E granulari (Mpa)	M (Mpa)		OCR
								Terzaghi - Peck	Skempton	Wolff	Hatanaka & Uchida	Muromachi	valore medio				valore medio	Sh. & Fu (1982)	
1	0.0 - 1.8	1.8	terreni misti con riporto antropico	9.4	18.8	consistente	poco addensato	35-65	49.8	31.4	35.2	30.7	<b>32.7</b>	<b>89.4</b>	25.0	37.7	12.6	9.0	4.1
2	1.8 - 6.6	4.8	argille limose mediamente consistenti con trovanti/fanghi	7.4	18.3	moderatamente consistente	poco addensato	35-65	36.8	29.4	31.2	29.5	<b>29.2</b>	<b>70.5</b>	19.7	29.8	10.4	7.2	0.5
3	6.6 - 7.4	0.8	terreni argillosi molto consistenti con trovanti sparsi	20.5	20.2	molto consistente	moderatamente addensato	35-65	53.0	31.9	36.1	35.8	<b>33.9</b>	<b>194.0</b>	54.3	81.9	23.8	18.5	0.8

<b>Legenda</b>	<b>H</b>	spessore dello strato	<b>Dr (%)</b>	densità relativa media dello strato	<b>Consistenza</b>	Classifica AGI (1977)
	<b>Litologia</b>	ipotizzata	<b>φ (°)</b>	angolo di attrito medio dello strato	<b>Addensamento</b>	Classifica AGI (1977)
	<b>Nspt*</b>	valore di SPT corretto medio dello strato	<b>Cu (kPa)</b>	resistenza al taglio non drenata media dello strato	<b>OCR</b>	(Mayne & Kemper, 1988)
	<b>γ (kN/m³)</b>	peso di volume medio dello strato	<b>E (Mpa)</b>	Modulo di Young medio dello strato	<b>M (Mpa)</b>	Modulo edometrico medio dello strato

MEDICEA

## DPSH4



**GEOGNOSTICA  
MEDICEA**

<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolli	<b>Profondità prova (m)</b>	5.40
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-4	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	06/08/2025	<b>Note</b>	

### TABELLA RIASSUNTIVA

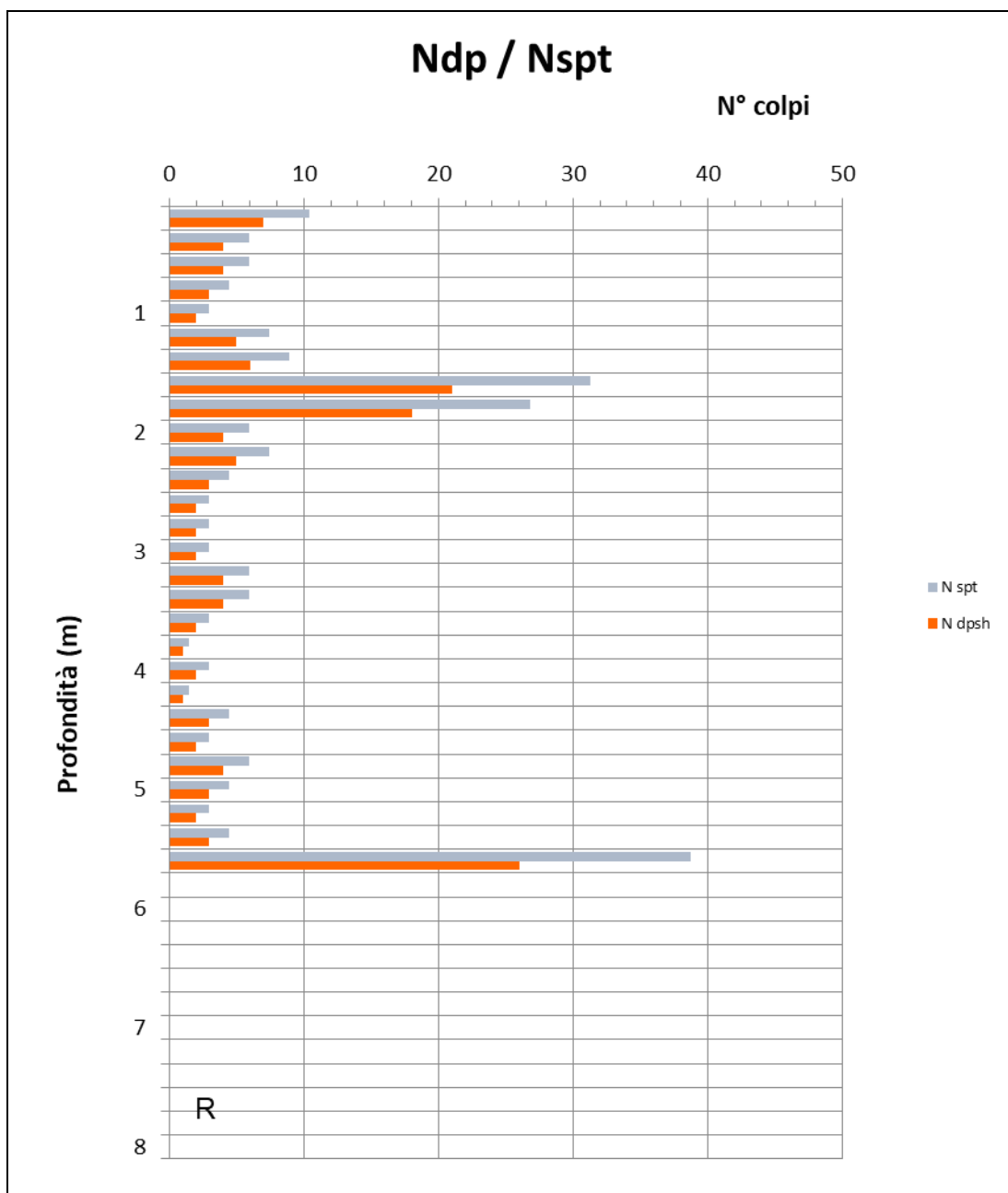
Profondità	N <sub>DP</sub>	N <sub>SPT</sub>	N1 <sub>(60)</sub>	Granulometria	Dr (%)	φ (°) medio	C <sub>u</sub> (kPa)
0.2	7	10.4	18.5	cg	55.5	35.9	130.3
0.4	4	6.0	10.3	cg	41.4	32.1	74.5
0.6	4	6.0	10.0	cg	40.8	31.9	74.5
0.8	3	4.5	7.3	cg	34.9	30.2	55.8
1	2	3.0	4.8	cg	28.2	28.2	37.2
1.2	5	7.4	11.5	cg	43.8	32.6	93.1
1.4	6	8.9	13.4	cg	47.3	33.6	111.7
1.6	21	31.3	44.6	cg	86.2	43.7	390.9
1.8	18	26.8	37.3	cg	78.8	41.9	335.0
2	4	6.0	8.4	cg	37.3	30.8	74.5
2.2	5	7.4	10.2	cg	41.1	31.9	93.1
2.4	3	4.5	6.0	cg	31.7	29.1	55.8
2.6	2	3.0	4.0	cg	25.7	27.3	37.2
2.8	2	3.0	3.9	cg	25.5	27.2	37.2
3	2	3.0	3.8	cg	25.2	27.1	37.2
3.2	4	6.0	7.3	cg	35.0	30.1	74.5
3.4	4	6.0	7.2	cg	34.6	30.0	74.5
3.6	2	3.0	3.6	cg	24.5	26.9	37.2
3.8	1	1.5	1.8	cg	17.4	24.6	18.6
4	2	3.0	3.5	cg	24.1	26.8	37.2
4.2	1	1.5	1.7	cg	17.1	24.5	18.6
4.4	3	4.5	4.9	cg	28.7	28.2	55.8
4.6	2	3.0	3.3	cg	23.4	26.6	37.2
4.8	4	6.0	6.3	cg	32.4	29.3	74.5
5	3	4.5	4.7	cg	28.0	28.0	55.8
5.2	2	3.0	3.1	cg	22.8	26.4	37.2
5.4	3	4.5	4.5	cg	27.5	27.8	55.8
5.6	26	38.7	35.1	cg	76.5	41.9	483.9
5.8	R	-	-	cg	-	-	-

<b>Legenda</b>	<b>N<sub>DP</sub></b>	n° colpi della prova DP	<b>Dr%</b>	(Skempton, 1989)
	<b>N<sub>SPT</sub></b>	corrispondente n° di colpi SPT	<b>φ (°)</b>	valore medio dei 4 metodi proposti
	<b>N1<sub>(60)</sub></b>	N <sub>SPT</sub> corretto per falda e stato tensionale	<b>C<sub>u</sub> (kPa)</b>	(Sanglerat, 1972)
	<b>Granulometria</b>	"c"= coesivo ; "g"= granulare; "cg" = misto		

<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolli	<b>Profondità prova (m)</b>	5.40
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-4	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	06/08/2025	<b>Note</b>	

**Resistenza alla penetrazione [Ndp/Nspt] - Profondità [m]**



<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolli	<b>Profondità prova (m)</b>	5.40
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-4	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	06/08/2025	<b>Note</b>	

### PARAMETRI GEOTECNICI MEDI DEI VARI LIVELLI

Strato	Intervallo	H strato	Litologia	Nspt *	γ'	Consistenza	Addensamento	Dr %		φ (°)				Cu (Kpa)	E coesivi (Mpa)	E granulari (Mpa)	M (Mpa)		OCR
								Terzaghi - Peck	Skempton	Wolff	Hatanaka & Uchida	Muromachi	valore medio				valore medio	Sh. & Fu (1982)	
1	0.0 - 1.8	1.8	terreni misti con riporto antropico e trovanti	11.6	18.7	consistente	moderatamente addensato	35-65	54.0	32.2	36.4	31.9	<b>33.9</b>	<b>109.7</b>	30.7	46.3	14.9	10.8	4.1
2	1.8 - 5.6	3.8	argille limose mediamente consistenti con trovanti/fanghi	5.9	17.5	moderatamente consistente	poco addensato	15-35	32.9	28.9	30.0	28.5	<b>28.4</b>	<b>55.7</b>	15.6	23.5	8.6	5.9	0.4
<b>Legenda</b>		<b>H</b>	spessore dello strato		<b>Dr (%)</b>	densità relativa media dello strato		<b>Consistenza</b>		Classifica AGI (1977)									
		<b>Litologia</b>	ipotizzata		<b>φ (°)</b>	angolo di attrito medio dello strato		<b>Addensamento</b>		Classifica AGI (1977)									
		<b>N<sub>SPT</sub>*</b>	valore di SPT corretto medio dello strato		<b>Cu (kPa)</b>	resistenza al taglio non drenata media dello strato		<b>OCR</b>		(Mayne & Kemper, 1988)									
		<b>γ (kN/m<sup>3</sup>)</b>	peso di volume medio dello strato		<b>E(Mpa)</b>	Modulo di Young medio dello strato		<b>M(Mpa)</b>		Modulo edometrico medio dello strato									

## DPSH5



GEOGNOSTICA  
MEDICEA

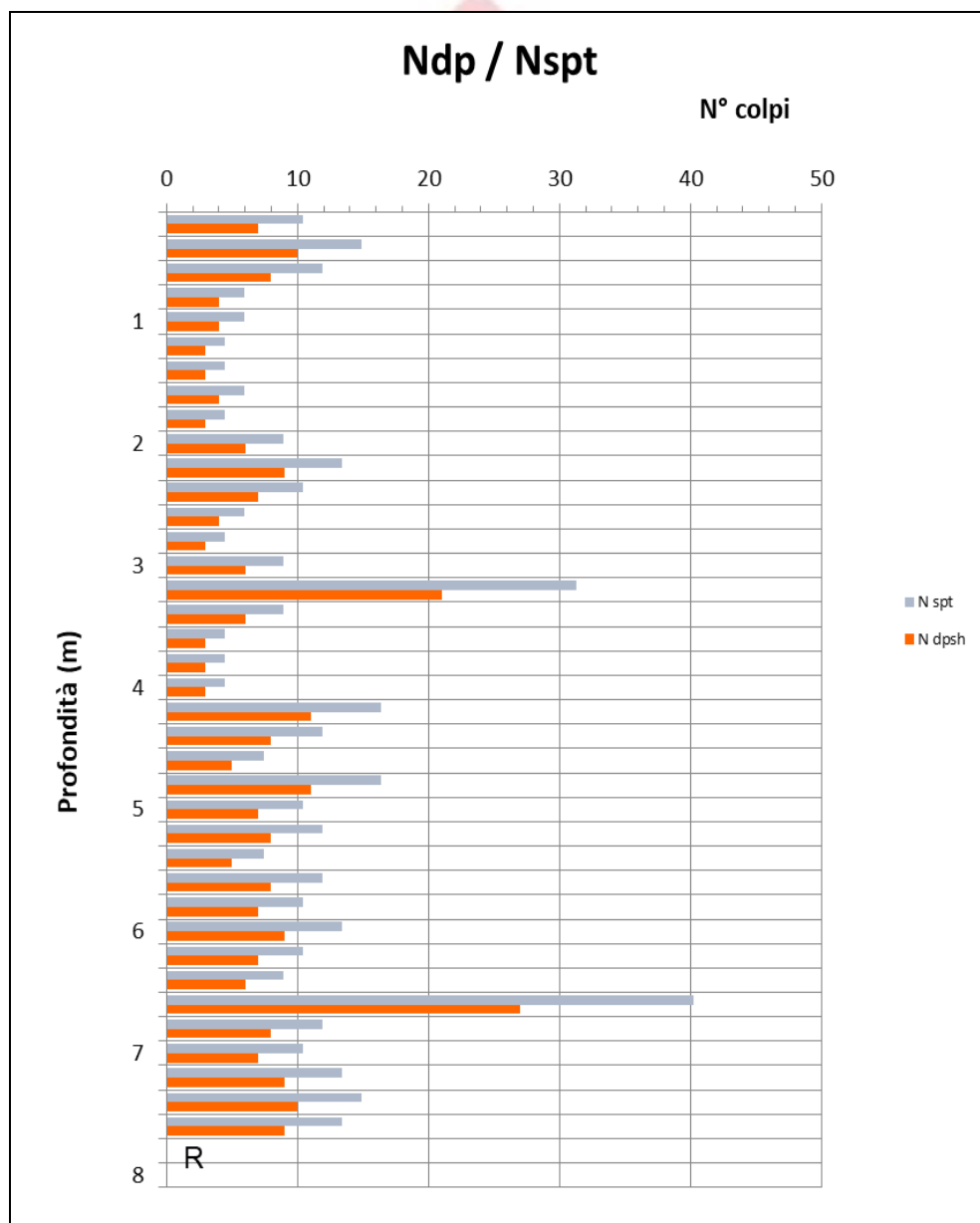
<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolli	<b>Profondità prova (m)</b>	7.60
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-5	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	06/08/2025	<b>Note</b>	

### TABELLA RIASSUNTIVA

Profondità	N <sub>DP</sub>	N <sub>SPT</sub>	N <sub>1(60)</sub>	Granulometria	Dr (%)	φ (°) medio	C <sub>u</sub> (kPa)
0.2	7	10.4	18.5	cg	55.5	35.9	130.3
0.4	10	14.9	25.6	cg	65.3	38.4	186.1
0.6	8	11.9	19.9	cg	57.6	36.4	148.9
0.8	4	6.0	9.7	cg	40.3	31.7	74.5
1	4	6.0	9.5	cg	39.7	31.5	74.5
1.2	3	4.5	6.9	cg	34.0	29.9	55.8
1.4	3	4.5	6.8	cg	33.6	29.8	55.8
1.6	4	6.0	8.8	cg	38.2	31.1	74.5
1.8	3	4.5	6.5	cg	32.8	29.5	55.8
2	6	8.9	12.4	cg	45.5	33.1	111.7
2.2	9	13.4	18.0	cg	54.8	35.6	167.5
2.4	7	10.4	13.8	cg	47.9	33.7	130.3
2.6	4	6.0	7.8	cg	36.1	30.4	74.5
2.8	3	4.5	5.8	cg	31.0	28.9	55.8
3	6	8.9	11.1	cg	43.0	32.4	111.7
3.2	21	31.3	36.4	cg	77.9	41.8	390.9
3.4	6	8.9	10.6	cg	42.1	32.1	111.7
3.6	3	4.5	5.3	cg	29.8	28.5	55.8
3.8	3	4.5	5.2	cg	29.5	28.5	55.8
4	3	4.5	5.1	cg	29.2	28.4	55.8
4.2	11	16.4	17.6	cg	54.1	35.5	204.7
4.4	8	11.9	12.7	cg	46.0	33.3	148.9
4.6	5	7.4	7.9	cg	36.4	30.5	93.1
4.8	11	16.4	16.6	cg	52.6	35.2	204.7
5	7	10.4	10.6	cg	42.0	32.2	130.3
5.2	8	11.9	11.8	cg	44.4	32.9	148.9
5.4	5	7.4	7.4	cg	35.1	30.2	93.1
5.6	8	11.9	11.4	cg	43.6	32.7	148.9
5.8	7	10.4	9.9	cg	40.6	31.8	130.3
6	9	13.4	12.3	cg	45.3	33.2	167.5
6.2	7	10.4	9.6	cg	39.9	31.6	130.3
6.4	6	8.9	8.1	cg	36.8	30.7	111.7
6.6	27	40.2	33.3	cg	74.5	41.5	502.5
6.8	8	11.9	10.3	cg	41.5	32.1	148.9
7	7	10.4	9.0	cg	38.7	31.3	130.3
7.2	9	13.4	11.2	cg	43.2	32.7	167.5
7.4	10	14.9	12.2	cg	45.1	33.2	186.1
7.6	9	13.4	10.9	cg	42.6	32.5	167.5
7.8	R	-	-	cg	-	-	-
<b>Legenda</b>	<b>N<sub>DP</sub></b>	n° colpi della prova DP			<b>Dr%</b>	(Skempton, 1989)	
	<b>N<sub>SPT</sub></b>	corrispondente n° di colpi SPT			<b>φ(°)</b>	valore medio dei 4 metodi proposti	
	<b>N<sub>1(60)</sub></b>	N <sub>SPT</sub> corretto per falda e stato tensionale			<b>C<sub>u</sub> (kPa)</b>	(Sanglerat, 1972)	
	<b>Granulometria</b>	"c"= coesivo ; "g"= granulare; "cg" = misto					

<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolti	<b>Profondità prova (m)</b>	7.60
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-5	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	06/08/2025	<b>Note</b>	

**Resistenza alla penetrazione [Ndp/Nspt] - Profondità [m]**



<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolli	<b>Profondità prova (m)</b>	7.60
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-5	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	06/08/2025	<b>Note</b>	

### PARAMETRI GEOTECNICI MEDI DEI VARI LIVELLI

Strato	Intervallo	H strato	Litologia	Nspt *	γ'	Consistenza	Addensamento	Dr %		φ (°)				Cu (Kpa)	E coesivi (Mpa)	E granulari (Mpa)	M (Mpa)		OCR
								Terzaghi - Peck	Skempton	Wolff	Hatanaka & Uchida	Muromachi	valore medio				valore medio	Sh. & Fu (1982)	
1	0.0 - 0.6	0.6	terreni misti con riporto antropico	12.4	19.3	consistente	moderatamente addensato	35-65	59.6	33.3	38.1	32.3	<b>35.2</b>	<b>117.6</b>	32.9	49.6	15.8	11.5	10.1
2	0.6 - 4.0	3.4	argille limose consistenti con trovanti sparsi/fanghi	8.1	18.3	consistente	poco addensato	35-65	42.0	30.1	32.8	29.9	<b>30.6</b>	<b>76.4</b>	21.4	32.2	11.1	7.8	1.1
3	4.0 - 7.6	3.6	argille consistenti con trovanti sparsi	13.4	19.3	consistente	moderatamente addensato	35-65	45.4	30.6	33.8	32.8	<b>31.8</b>	<b>127.0</b>	35.5	53.6	16.8	12.4	0.6

<b>Legenda</b>	<b>H</b>	spessore dello strato ipotizzata	<b>Dr (%)</b>	densità relativa media dello strato	<b>Consistenza</b>	Classifica AGI (1977)
	<b>Litologia</b>		<b>φ (°)</b>	angolo di attrito medio dello strato	<b>Addensamento</b>	Classifica AGI (1977)
	<b>N<sub>SPT</sub></b>	valore di SPT corretto medio dello strato	<b>C<sub>u</sub> (kPa)</b>	resistenza al taglio non drenata media dello strato	<b>OCR</b>	(Mayne & Kemper, 1988)
	<b>γ (kN/m<sup>3</sup>)</b>	peso di volume medio dello strato	<b>E (Mpa)</b>	Modulo di Young medio dello strato	<b>M (Mpa)</b>	Modulo edometrico medio dello strato

## DPSH6



**GEOGNOSTICA  
MEDICEA**

<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolli	<b>Profondità prova (m)</b>	3.20
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-6	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	06/08/2025	<b>Note</b>	

### TABELLA RIASSUNTIVA

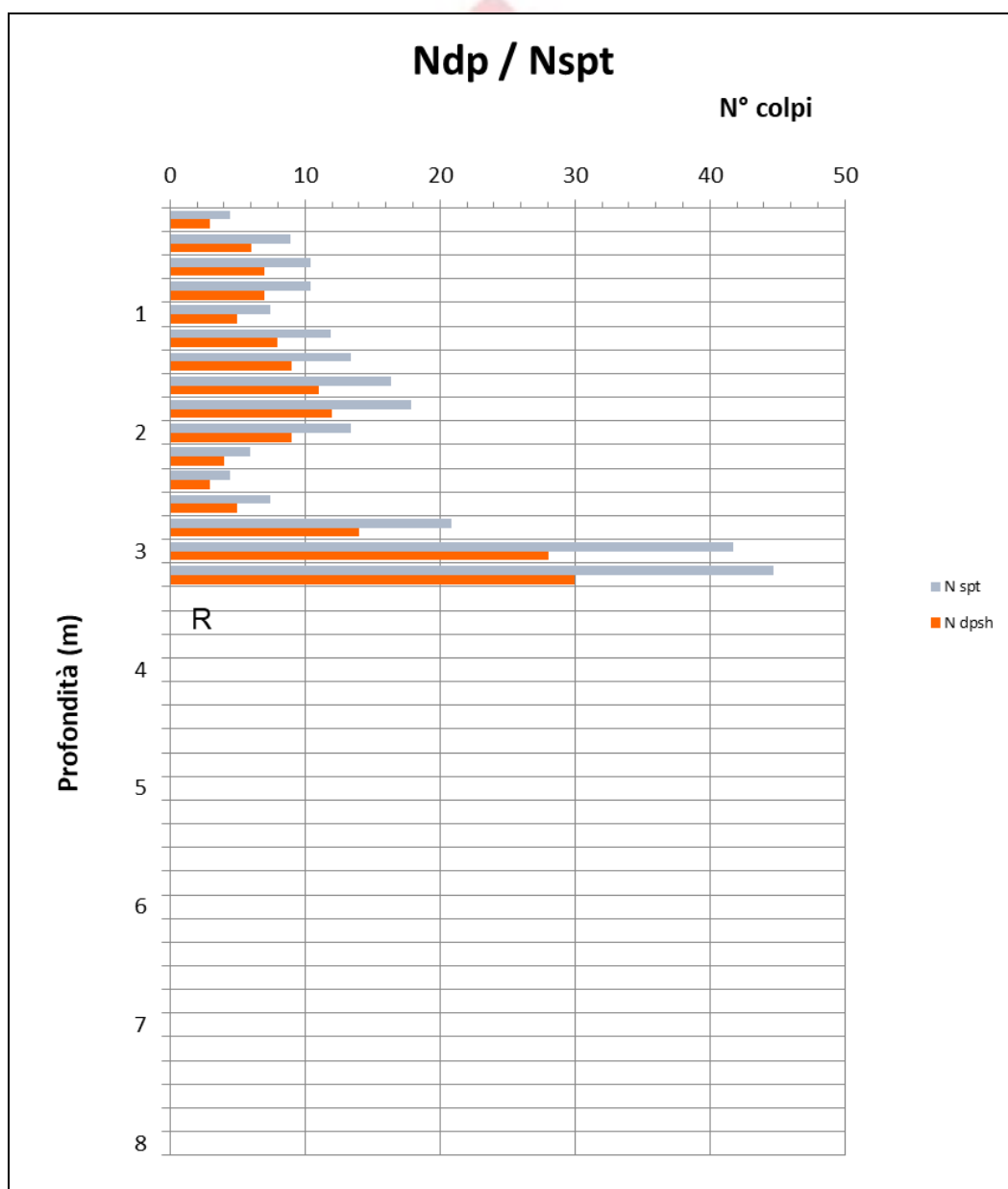
Profondità	N <sub>DP</sub>	N <sub>SPT</sub>	N1 <sub>(60)</sub>	Granulometria	Dr (%)	φ (°) medio	C <sub>u</sub> (kPa)
0.2	3	4.5	8.0	cg	36.4	30.7	55.8
0.4	6	8.9	15.4	cg	50.7	34.6	111.7
0.6	7	10.4	17.4	cg	53.9	35.4	130.3
0.8	7	10.4	16.9	cg	53.1	35.2	130.3
1	5	7.4	11.8	cg	44.4	32.8	93.1
1.2	8	11.9	18.3	cg	55.2	35.7	148.9
1.4	9	13.4	20.0	cg	57.7	36.4	167.5
1.6	11	16.4	23.7	cg	62.8	37.7	204.7
1.8	12	17.9	25.1	cg	64.7	38.2	223.4
2	9	13.4	18.5	cg	55.5	35.8	167.5
2.2	4	6.0	8.2	cg	36.9	30.7	74.5
2.4	3	4.5	6.0	cg	31.7	29.1	55.8
2.6	5	7.4	9.7	cg	40.2	31.6	93.1
2.8	14	20.8	25.8	cg	65.5	38.5	260.6
3	28	41.7	49.2	cg	90.6	45.1	521.2
3.2	30	44.7	51.4	cg	92.6	45.7	558.4

<b>Legenda</b>	<b>N<sub>DP</sub></b>	n° colpi della prova DP	<b>Dr%</b>	(Skempton, 1989)
	<b>N<sub>SPT</sub></b>	corrispondente n° di colpi SPT	<b>φ(°)</b>	valore medio dei 4 metodi proposti
	<b>N1<sub>(60)</sub></b>	N <sub>SPT</sub> corretto per falda e stato tensionale	<b>C<sub>u</sub> (kPa)</b>	(Sanglerat, 1972)
	<b>Granulometria</b>	"c"= coesivo ; "g"= granulare; "cg" = misto		

<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolti	<b>Profondità prova (m)</b>	3.20
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-6	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	06/08/2025	<b>Note</b>	

**Resistenza alla penetrazione [Ndp/Nspt] - Profondità [m]**



<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolli	<b>Profondità prova (m)</b>	3.20
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-6	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	06/08/2025	<b>Note</b>	

### PARAMETRI GEOTECNICI MEDI DEI VARI LIVELLI

Strato	Intervallo	H strato	Litologia	Nspt *	γ'	Consistenza	Addensamento	Dr %		φ (°)				Cu (Kpa)	E coesivi (Mpa)	E granulari (Mpa)	M (Mpa)		OCR				
								Terzaghi - Peck	Skempton	Wolff	Hatanaka & Uchida	Muromachi	valore medio				valore medio	Sh. & Fu (1982)		Komornik (1974)	Mayne e Frost (1988)	Schultze e Menzenbach (1961)	Mayne e Kemper (1988)
1	0.0 - 3.2	3.2	terreni misti con riporto antropico e trovanti	15.0	19.3	consistente	moderatamente addensato	35-65	58.2	33.0	37.7	33.5	<b>35.0</b>	<b>142.0</b>	39.7	59.9	18.4	13.8	3.0				
<b>Legenda</b>		<b>H</b>	spessore dello strato ipotizzata		<b>Dr (%)</b>	densità relativa media dello strato		<b>φ (°)</b>		angolo di attrito medio dello strato		<b>Consistenza</b>		Classifica AGI (1977)		<b>Addensamento</b>		Classifica AGI (1977)		<b>OCR</b>		(Mayne & Kemper, 1988)	
		<b>N<sub>SPT</sub></b>	valore di SPT corretto medio dello strato		<b>C<sub>u</sub> (kPa)</b>	resistenza al taglio non drenata media dello strato		<b>E (Mpa)</b>		Modulo di Young medio dello strato		<b>M (Mpa)</b>		Modulo edometrico medio dello strato									

## DPSH7



**GEOGNOSTICA  
MEDICEA**

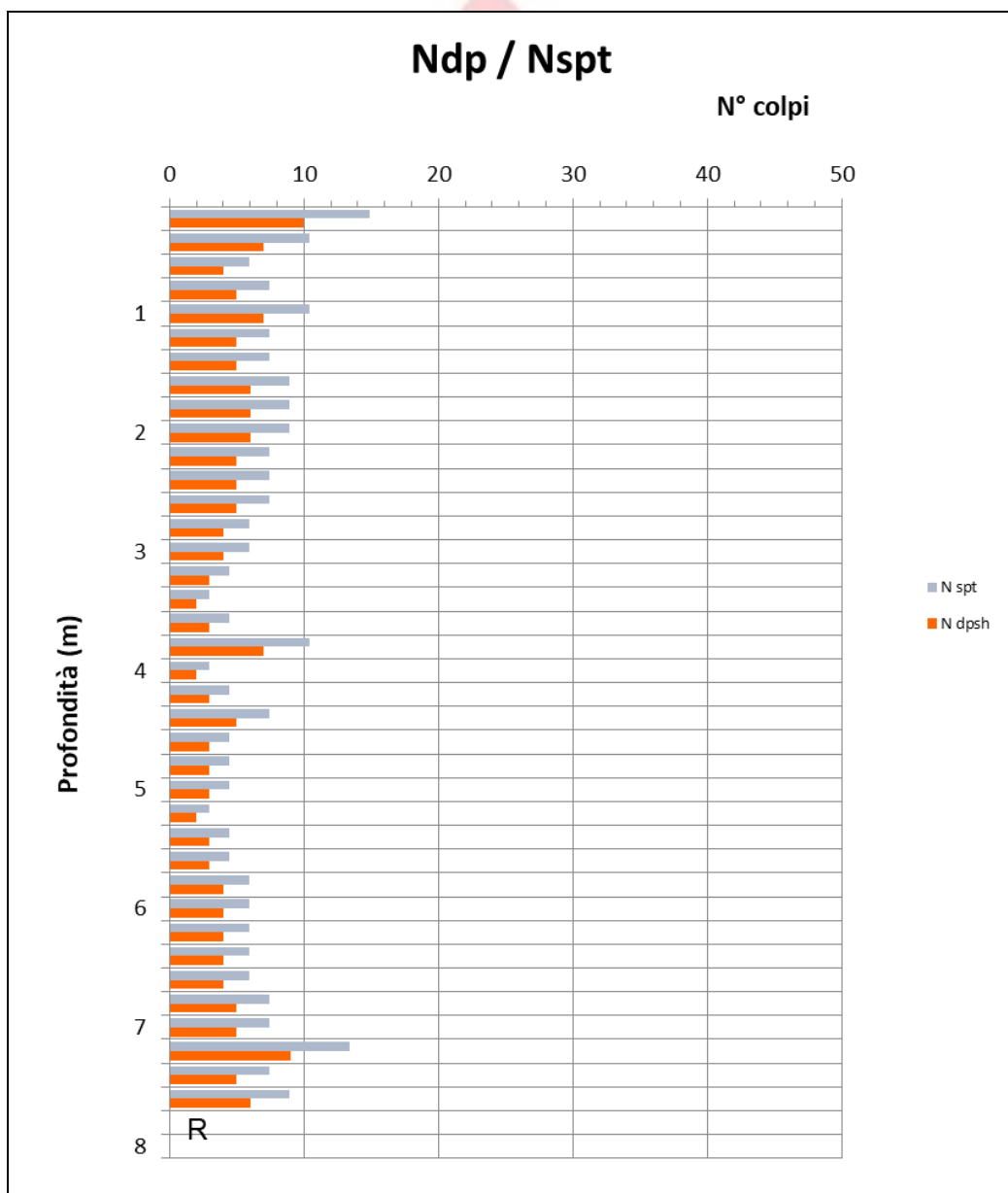
<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolli	<b>Profondità prova (m)</b>	7.60
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-7	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	06/08/2025	<b>Note</b>	

### TABELLA RIASSUNTIVA

Profondità	N <sub>DP</sub>	N <sub>SPT</sub>	N <sub>1(60)</sub>	Granulometria	Dr (%)	φ (°) medio	C <sub>u</sub> (kPa)
0.2	10	14.9	26.4	cg	66.4	38.7	186.1
0.4	7	10.4	18.0	cg	54.7	35.6	130.3
0.6	4	6.0	10.0	cg	40.8	31.9	74.5
0.8	5	7.4	12.1	cg	45.0	33.0	93.1
1	7	10.4	16.5	cg	52.4	35.0	130.3
1.2	5	7.4	11.5	cg	43.8	32.6	93.1
1.4	5	7.4	11.2	cg	43.2	32.5	93.1
1.6	6	8.9	13.1	cg	46.7	33.4	111.7
1.8	6	8.9	12.7	cg	46.1	33.2	111.7
2	6	8.9	12.4	cg	45.5	33.1	111.7
2.2	5	7.4	10.2	cg	41.1	31.9	93.1
2.4	5	7.4	9.9	cg	40.7	31.7	93.1
2.6	5	7.4	9.7	cg	40.2	31.6	93.1
2.8	4	6.0	7.6	cg	35.7	30.3	74.5
3	4	6.0	7.5	cg	35.3	30.2	74.5
3.2	3	4.5	5.5	cg	30.4	28.7	55.8
3.4	2	3.0	3.7	cg	24.7	27.0	37.2
3.6	3	4.5	5.3	cg	29.8	28.5	55.8
3.8	7	10.4	11.8	cg	44.4	32.8	130.3
4	2	3.0	3.5	cg	24.1	26.8	37.2
4.2	3	4.5	5.0	cg	29.0	28.3	55.8
4.4	5	7.4	8.1	cg	36.7	30.6	93.1
4.6	3	4.5	4.9	cg	28.5	28.1	55.8
4.8	3	4.5	4.8	cg	28.2	28.1	55.8
5	3	4.5	4.7	cg	28.0	28.0	55.8
5.2	2	3.0	3.1	cg	22.8	26.4	37.2
5.4	3	4.5	4.5	cg	27.5	27.8	55.8
5.6	3	4.5	4.5	cg	27.3	27.8	55.8
5.8	4	6.0	5.8	cg	31.1	29.0	74.5
6	4	6.0	5.7	cg	30.8	28.9	74.5
6.2	4	6.0	5.6	cg	30.6	28.8	74.5
6.4	4	6.0	5.5	cg	30.3	28.7	74.5
6.6	4	6.0	5.4	cg	30.1	28.7	74.5
6.8	5	7.4	6.6	cg	33.2	29.6	93.1
7	5	7.4	6.5	cg	33.0	29.6	93.1
7.2	9	13.4	11.2	cg	43.2	32.7	167.5
7.4	5	7.4	6.3	cg	32.5	29.4	93.1
7.6	6	8.9	7.4	cg	35.2	30.3	111.7
7.8	R	-	-	cg	-	-	-
<b>Legenda</b>	<b>N<sub>DP</sub></b>	n° colpi della prova DP		<b>Dr%</b>	(Skempton, 1989)		
	<b>N<sub>SPT</sub></b>	corrispondente n° di colpi SPT		<b>φ(°)</b>	valore medio dei 4 metodi proposti		
	<b>N<sub>1(60)</sub></b>	N <sub>SPT</sub> corretto per falda e stato tensionale		<b>C<sub>u</sub> (kPa)</b>	(Sanglerat, 1972)		
	<b>Granulometria</b>	"c"= coesivo ; "g"= granulare; "cg" = misto					

<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolti	<b>Profondità prova (m)</b>	7.60
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-7	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	06/08/2025	<b>Note</b>	

**Resistenza alla penetrazione [Ndp/Nspt] - Profondità [m]**



<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolli	<b>Profondità prova (m)</b>	7.60
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-7	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	06/08/2025	<b>Note</b>	

**PARAMETRI GEOTECNICI MEDI DEI VARI LIVELLI**

Strato	Intervallo	H strato	Litologia	Nspt *	γ'	Consistenza	Addensamento	Dr %		φ (°)				Cu (Kpa)	E coesivi (Mpa)	E granulari (Mpa)	M (Mpa)		OCR
								Terzaghi - Peck	Skempton	Wolff	Hatanaka & Uchida	Muromachi	valore medio				valore medio	Sh. & Fu (1982)	
1	0.0 - 1.0	1.0	terreni misti con riporto antropico	9.8	18.8	consistente	poco addensato	35-65	52.6	31.9	36.0	31.0	<b>33.4</b>	<b>93.1</b>	26.0	39.3	13.0	9.3	7.2
2	1.0 - 7.6	6.6	argille limose mediamente consistenti/fanghi	6.5	18.1	moderatamente consistente	poco addensato	15-35	34.9	29.1	30.6	28.9	<b>28.7</b>	<b>61.1</b>	17.1	25.8	9.2	6.4	0.6

<b>Legenda</b>	<b>H</b>	spessore dello strato	<b>Dr (%)</b>	densità relativa media dello strato	<b>Consistenza</b>	Classifica AGI (1977)
	<b>Litologia</b>	ipotizzata	<b>φ (°)</b>	angolo di attrito medio dello strato	<b>Addensamento</b>	Classifica AGI (1977)
	<b>N<sub>SPT</sub></b>	valore di SPT corretto medio dello strato	<b>C<sub>u</sub> (kPa)</b>	resistenza al taglio non drenata media dello strato	<b>OCR</b>	(Mayne & Kemper, 1988)
	<b>γ (kN/m<sup>3</sup>)</b>	peso di volume medio dello strato	<b>E (Mpa)</b>	Modulo di Young medio dello strato	<b>M (Mpa)</b>	Modulo edometrico medio dello strato

## DPSH8



GEOGNOSTICA  
MEDICEA

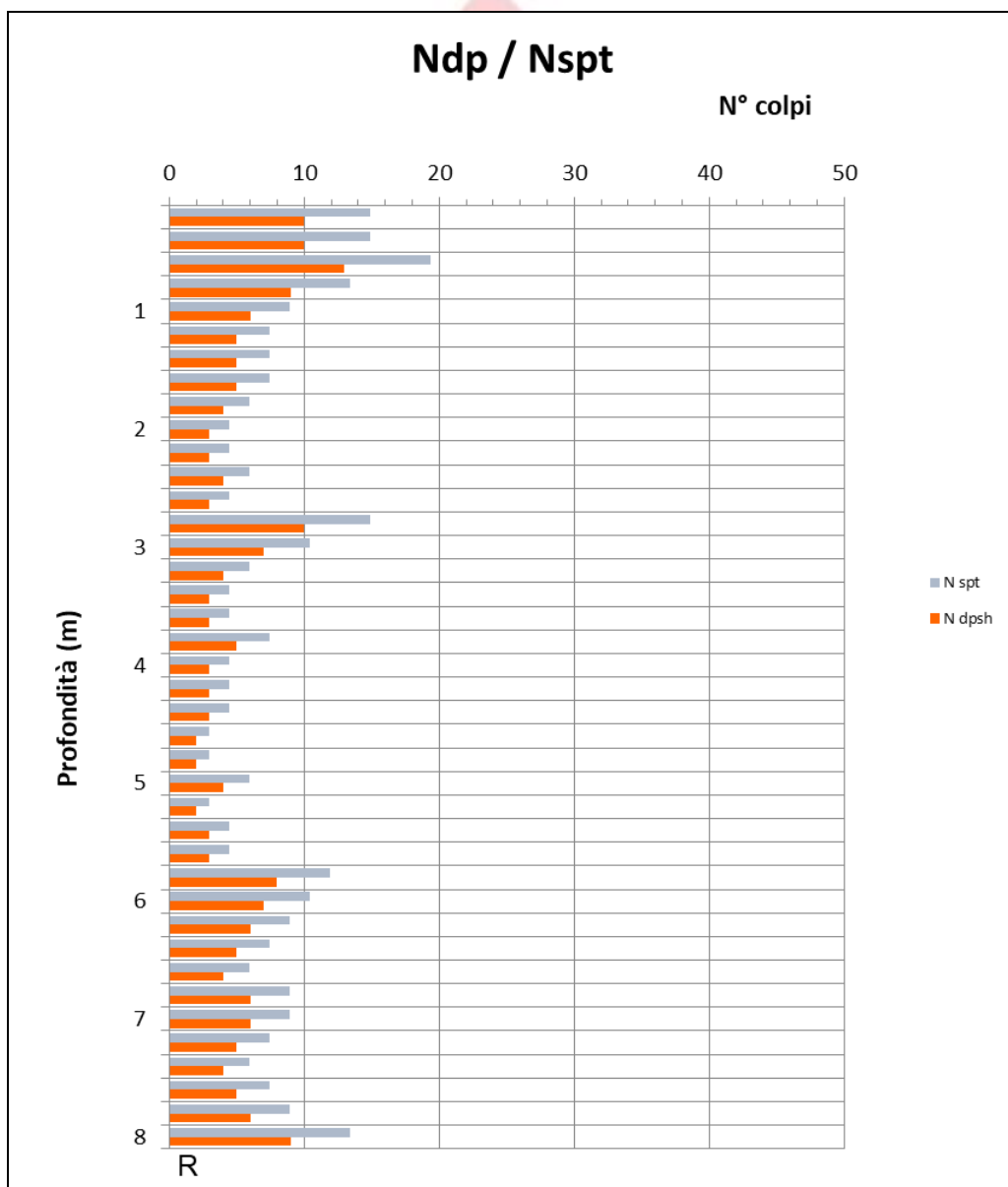
<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolli	<b>Profondità prova (m)</b>	8.00
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-8	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	07/08/2025	<b>Note</b>	

### TABELLA RIASSUNTIVA

Profondità	N <sub>DP</sub>	N <sub>SPT</sub>	N <sub>1(60)</sub>	Granulometria	Dr (%)	φ (°) medio	C <sub>u</sub> (kPa)
0.2	10	14.9	26.4	cg	66.4	38.7	186.1
0.4	10	14.9	25.6	cg	65.3	38.4	186.1
0.6	13	19.4	32.2	cg	73.2	40.4	242.0
0.8	9	13.4	21.7	cg	60.1	37.0	167.5
1	6	8.9	14.1	cg	48.5	33.9	111.7
1.2	5	7.4	11.5	cg	43.8	32.6	93.1
1.4	5	7.4	11.2	cg	43.2	32.5	93.1
1.6	5	7.4	10.9	cg	42.7	32.3	93.1
1.8	4	6.0	8.6	cg	37.8	30.9	74.5
2	3	4.5	6.3	cg	32.4	29.4	55.8
2.2	3	4.5	6.2	cg	32.1	29.3	55.8
2.4	4	6.0	8.0	cg	36.5	30.5	74.5
2.6	3	4.5	5.9	cg	31.4	29.0	55.8
2.8	10	14.9	18.6	cg	55.7	35.9	186.1
3	7	10.4	12.9	cg	46.3	33.3	130.3
3.2	4	6.0	7.3	cg	35.0	30.1	74.5
3.4	3	4.5	5.4	cg	30.1	28.6	55.8
3.6	3	4.5	5.3	cg	29.8	28.5	55.8
3.8	5	7.4	8.6	cg	37.8	30.9	93.1
4	3	4.5	5.1	cg	29.2	28.4	55.8
4.2	3	4.5	5.0	cg	29.0	28.3	55.8
4.4	3	4.5	4.9	cg	28.7	28.2	55.8
4.6	2	3.0	3.3	cg	23.4	26.6	37.2
4.8	2	3.0	3.2	cg	23.2	26.5	37.2
5	4	6.0	6.2	cg	32.1	29.3	74.5
5.2	2	3.0	3.1	cg	22.8	26.4	37.2
5.4	3	4.5	4.5	cg	27.5	27.8	55.8
5.6	3	4.5	4.5	cg	27.3	27.8	55.8
5.8	8	11.9	11.2	cg	43.2	32.6	148.9
6	7	10.4	9.7	cg	40.2	31.7	130.3
6.2	6	8.9	8.2	cg	37.1	30.8	111.7
6.4	5	7.4	6.8	cg	33.7	29.8	93.1
6.6	4	6.0	5.4	cg	30.1	28.7	74.5
6.8	6	8.9	7.9	cg	36.2	30.6	111.7
7	6	8.9	7.8	cg	35.9	30.5	111.7
7.2	5	7.4	6.4	cg	32.7	29.5	93.1
7.4	4	6.0	5.1	cg	29.2	28.4	74.5
7.6	5	7.4	6.2	cg	32.2	29.4	93.1
7.8	6	8.9	7.3	cg	34.9	30.2	111.7
8	9	13.4	10.6	cg	42.0	32.4	167.5
8.2	R	-	-	cg	-	-	-
<b>Legenda</b>	<b>N<sub>DP</sub></b>	n° colpi della prova DP		<b>Dr%</b>	(Skempton, 1989)		
	<b>N<sub>SPT</sub></b>	corrispondente n° di colpi SPT		<b>φ(°)</b>	valore medio dei 4 metodi proposti		
	<b>N<sub>1(60)</sub></b>	N <sub>SPT</sub> corretto per falda e stato tensionale		<b>C<sub>u</sub> (kPa)</b>	(Sanglerat, 1972)		
	<b>Granulometria</b>	"c"= coesivo ; "g"= granulare; "cg" = misto					

<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolti	<b>Profondità prova (m)</b>	8.00
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-8	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	07/08/2025	<b>Note</b>	

**Resistenza alla penetrazione [Ndp/Nspt] - Profondità [m]**



<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolti	<b>Profondità prova (m)</b>	8.00
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-8	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	07/08/2025	<b>Note</b>	

### PARAMETRI GEOTECNICI MEDI DEI VARI LIVELLI

Strato	Intervallo	H strato	Litologia	Nspt *	γ'	Consistenza	Addensamento	Dr %		φ (°)				Cu (Kpa)	E coesivi (Mpa)	E granulari (Mpa)	M (Mpa)		OCR	
								Terzaghi - Peck	Skempton	Wolff	Hatanaka & Uchida	Muromachi	valore medio				valore medio	Sh. & Fu (1982)		Komornik (1974)
1	0.0 - 0.8	0.8	terreni misti con riporto antropico con trovanti	15.6	19.7	molto consistente	moderatamente addensato	65-85	66.4	34.8	40.2	33.8	<b>36.8</b>	<b>148.1</b>	41.4	62.5	19.1	14.3	10.8	
2	0.8 - 5.6	4.8	argille limose mediamente consistenti/fanghi	5.9	17.9	moderatamente consistente	poco addensato	15-35	35.4	29.2	30.8	28.5	<b>28.7</b>	<b>55.8</b>	15.6	23.6	8.6	5.9	0.7	
3	5.6 - 8.0	2.4	argille limose consistenti/fanghi	8.8	18.6	consistente	poco addensato	15-35	35.9	29.2	30.9	30.4	<b>29.1</b>	<b>83.5</b>	23.3	35.2	11.9	8.4	0.4	
<b>Legenda</b>	<b>H</b> spessore dello strato		<b>Dr (%)</b> densità relativa media dello strato		<b>Consistenza</b> Classifica AGI (1977)		<b>φ (°)</b> angolo di attrito medio dello strato		<b>Addensamento</b> Classifica AGI (1977)		<b>OCR</b> (Mayne & Kemper, 1988)		<b>M (Mpa)</b> Modulo edometrico medio dello strato							
	<b>Litologia</b> ipotizzata		<b>φ (°)</b> angolo di attrito medio dello strato		<b>Consistenza</b> Classifica AGI (1977)		<b>φ (°)</b> angolo di attrito medio dello strato		<b>Addensamento</b> Classifica AGI (1977)		<b>OCR</b> (Mayne & Kemper, 1988)		<b>M (Mpa)</b> Modulo edometrico medio dello strato							
	<b>Nspt*</b> valore di SPT corretto medio dello strato		<b>Cu (kPa)</b> resistenza al taglio non drenata media dello strato		<b>Consistenza</b> Classifica AGI (1977)		<b>φ (°)</b> angolo di attrito medio dello strato		<b>Addensamento</b> Classifica AGI (1977)		<b>OCR</b> (Mayne & Kemper, 1988)		<b>M (Mpa)</b> Modulo edometrico medio dello strato							
	<b>γ (kN/m³)</b> peso di volume medio dello strato		<b>E (Mpa)</b> Modulo di Young medio dello strato		<b>Consistenza</b> Classifica AGI (1977)		<b>φ (°)</b> angolo di attrito medio dello strato		<b>Addensamento</b> Classifica AGI (1977)		<b>OCR</b> (Mayne & Kemper, 1988)		<b>M (Mpa)</b> Modulo edometrico medio dello strato							

## DPSH9



GEOGNOSTICA  
MEDICEA

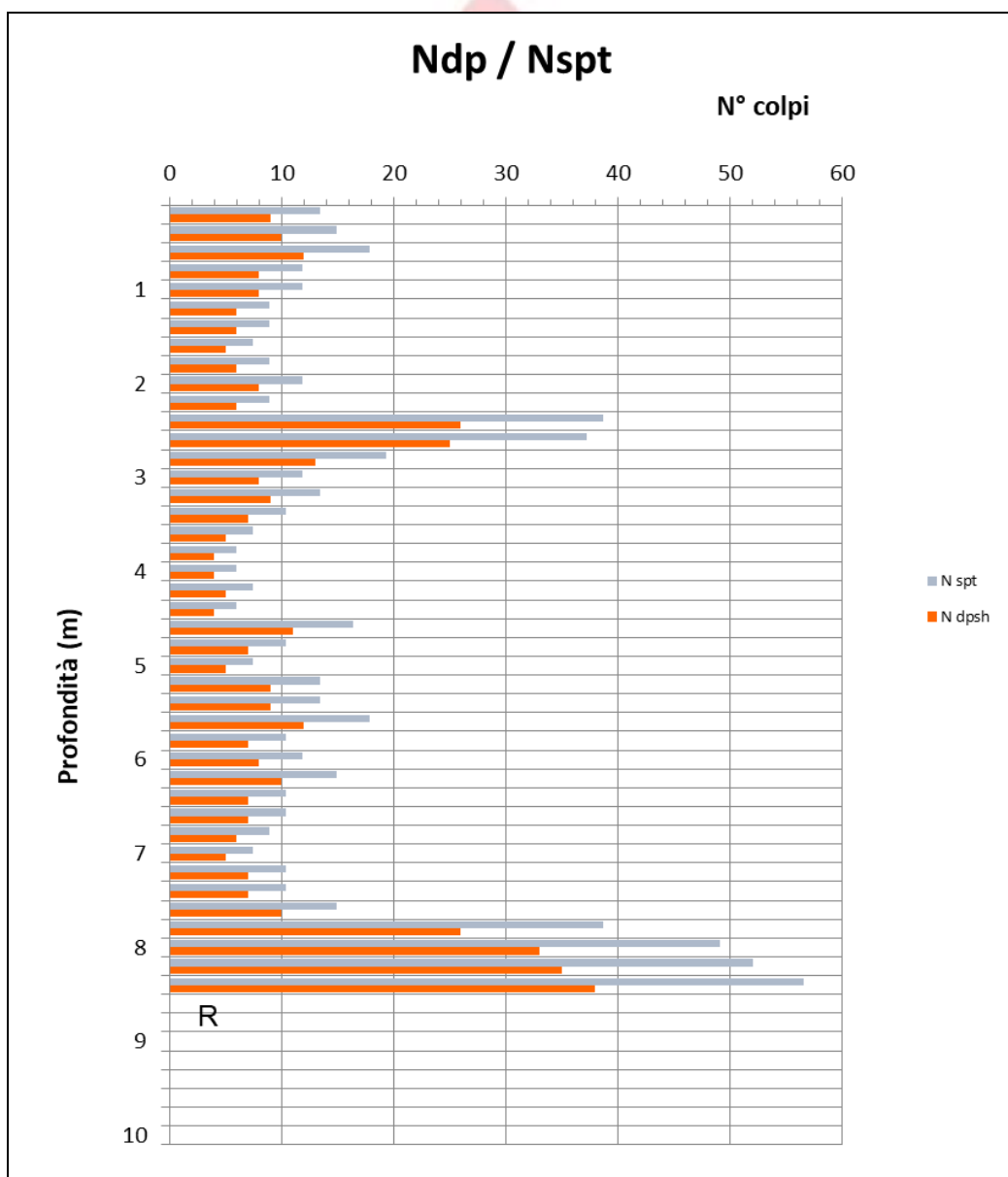
<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolti	<b>Profondità prova (m)</b>	8.40
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-9	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	07/08/2025	<b>Note</b>	

### TABELLA RIASSUNTIVA

Profondità	N <sub>DP</sub>	N <sub>SPT</sub>	N <sub>1(60)</sub>	Granulometria	Dr (%)	φ (°) medio	C <sub>u</sub> (kPa)
0.2	9	13.4	23.8	cg	63.0	37.8	167.5
0.4	10	14.9	25.6	cg	65.3	38.4	186.1
0.6	12	17.9	29.7	cg	70.4	39.7	223.4
0.8	8	11.9	19.3	cg	56.7	36.1	148.9
1	8	11.9	18.8	cg	55.9	35.9	148.9
1.2	6	8.9	13.8	cg	47.9	33.8	111.7
1.4	6	8.9	13.4	cg	47.3	33.6	111.7
1.6	5	7.4	10.9	cg	42.7	32.3	93.1
1.8	6	8.9	12.7	cg	46.1	33.2	111.7
2	8	11.9	16.5	cg	52.4	35.0	148.9
2.2	6	8.9	12.1	cg	45.0	32.9	111.7
2.4	26	38.7	49.3	cg	90.7	45.0	483.9
2.6	25	37.2	46.3	cg	87.9	44.3	465.3
2.8	13	19.4	24.0	cg	63.2	37.9	242.0
3	8	11.9	14.7	cg	49.4	34.2	148.9
3.2	9	13.4	16.1	cg	51.8	34.8	167.5
3.4	7	10.4	12.3	cg	45.4	33.1	130.3
3.6	5	7.4	8.7	cg	38.2	31.0	93.1
3.8	4	6.0	6.9	cg	33.9	29.8	74.5
4	4	6.0	6.8	cg	33.6	29.7	74.5
4.2	5	7.4	8.2	cg	37.1	30.7	93.1
4.4	4	6.0	6.5	cg	33.0	29.5	74.5
4.6	11	16.4	16.9	cg	53.1	35.3	204.7
4.8	7	10.4	10.8	cg	42.4	32.3	130.3
5	5	7.4	7.7	cg	35.7	30.3	93.1
5.2	9	13.4	13.2	cg	46.9	33.6	167.5
5.4	9	13.4	13.0	cg	46.5	33.5	167.5
5.6	12	17.9	16.8	cg	52.9	35.3	223.4
5.8	7	10.4	9.9	cg	40.6	31.8	130.3
6	8	11.9	11.0	cg	42.9	32.5	148.9
6.2	10	14.9	13.4	cg	47.3	33.8	186.1
6.4	7	10.4	9.4	cg	39.6	31.5	130.3
6.6	7	10.4	9.3	cg	39.3	31.5	130.3
6.8	6	8.9	7.9	cg	36.2	30.6	111.7
7	5	7.4	6.5	cg	33.0	29.6	93.1
7.2	7	10.4	8.8	cg	38.4	31.2	130.3
7.4	7	10.4	8.7	cg	38.1	31.2	130.3
7.6	10	14.9	12.0	cg	44.8	33.2	186.1
7.8	26	38.7	29.3	cg	69.8	40.4	483.9
8	33	49.1	36.1	cg	77.6	42.6	614.2
8.2	35	52.1	37.6	cg	79.2	43.1	651.4
8.4	38	56.6	40.0	cg	81.7	43.9	707.3
8.6	R	-	-	cg	-	-	-
<b>Legenda</b>	<b>N<sub>DP</sub></b>	n° colpi della prova DP			<b>Dr%</b>	(Skempton, 1989)	
	<b>N<sub>SPT</sub></b>	corrispondente n° di colpi SPT			<b>φ(°)</b>	valore medio dei 4 metodi proposti	
	<b>N<sub>1(60)</sub></b>	N <sub>SPT</sub> corretto per falda e stato tensionale			<b>C<sub>u</sub> (kPa)</b>	(Sanglerat, 1972)	
	<b>Granulometria</b>	"c"= coesivo ; "g"= granulare; "cg" = misto					

<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolti	<b>Profondità prova (m)</b>	8.40
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-9	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	07/08/2025	<b>Note</b>	

**Resistenza alla penetrazione [Ndp/Nspt] - Profondità [m]**



<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolli	<b>Profondità prova (m)</b>	8.40
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-9	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	07/08/2025	<b>Note</b>	

### PARAMETRI GEOTECNICI MEDI DEI VARI LIVELLI

Strato	Intervallo	H strato	Litologia	Nspt *	γ'	Consistenza	Addensamento	Dr %		φ (°)				Cu (Kpa)	E coesivi (Mpa)	E granulari (Mpa)	M (Mpa)		OCR
								Terzaghi - Peck	Skempton	Wolff	Hatanaka & Uchida	Muromachi	valore medio				valore medio	Sh. & Fu (1982)	
1	0.0 - 3.2	3.2	terreni misti con riporto antropico e trovanti	15.4	19.5	molto consistente	moderatamente addensato	35-65	60.1	33.4	38.3	33.7	<b>35.4</b>	<b>145.5</b>	40.7	61.4	18.8	14.1	4.1
2	3.2 - 4.4	1.2	argille limose mediamente consistenti	7.2	18.3	moderatamente consistente	poco addensato	35-65	37.1	29.4	31.3	29.4	<b>29.3</b>	<b>68.2</b>	19.1	28.8	10.1	7.0	0.5
3	4.4 - 7.6	3.2	argille consistenti/argilliti tenere	11.8	19.2	consistente	moderatamente addensato	35-65	42.7	30.2	33.0	32.0	<b>31.0</b>	<b>112.0</b>	31.3	47.3	15.2	11.0	0.6
4	7.6 - 8.4	0.8	substrato litoide	49.1	22.0	estremamente consistente	addensato	65-85	77.2	37.6	43.5	44.5	<b>40.8</b>	<b>465.6</b>	130.2	196.5	48.8	43.3	1.5

<b>Legenda</b>	<b>H</b>	spessore dello strato	<b>Dr (%)</b>	densità relativa media dello strato	<b>Consistenza</b>	Classifica AGI (1977)
	<b>Litologia</b>	ipotizzata	<b>φ (°)</b>	angolo di attrito medio dello strato	<b>Addensamento</b>	Classifica AGI (1977)
	<b>Nspt*</b>	valore di SPT corretto medio dello strato	<b>Cu (kPa)</b>	resistenza al taglio non drenata media dello strato	<b>OCR</b>	(Mayne & Kemper, 1988)
	<b>γ (kN/m³)</b>	peso di volume medio dello strato	<b>E (Mpa)</b>	Modulo di Young medio dello strato	<b>M (Mpa)</b>	Modulo edometrico medio dello strato

MEDICEA

## DPSH10



GEOGNOSTICA  
MEDICEA

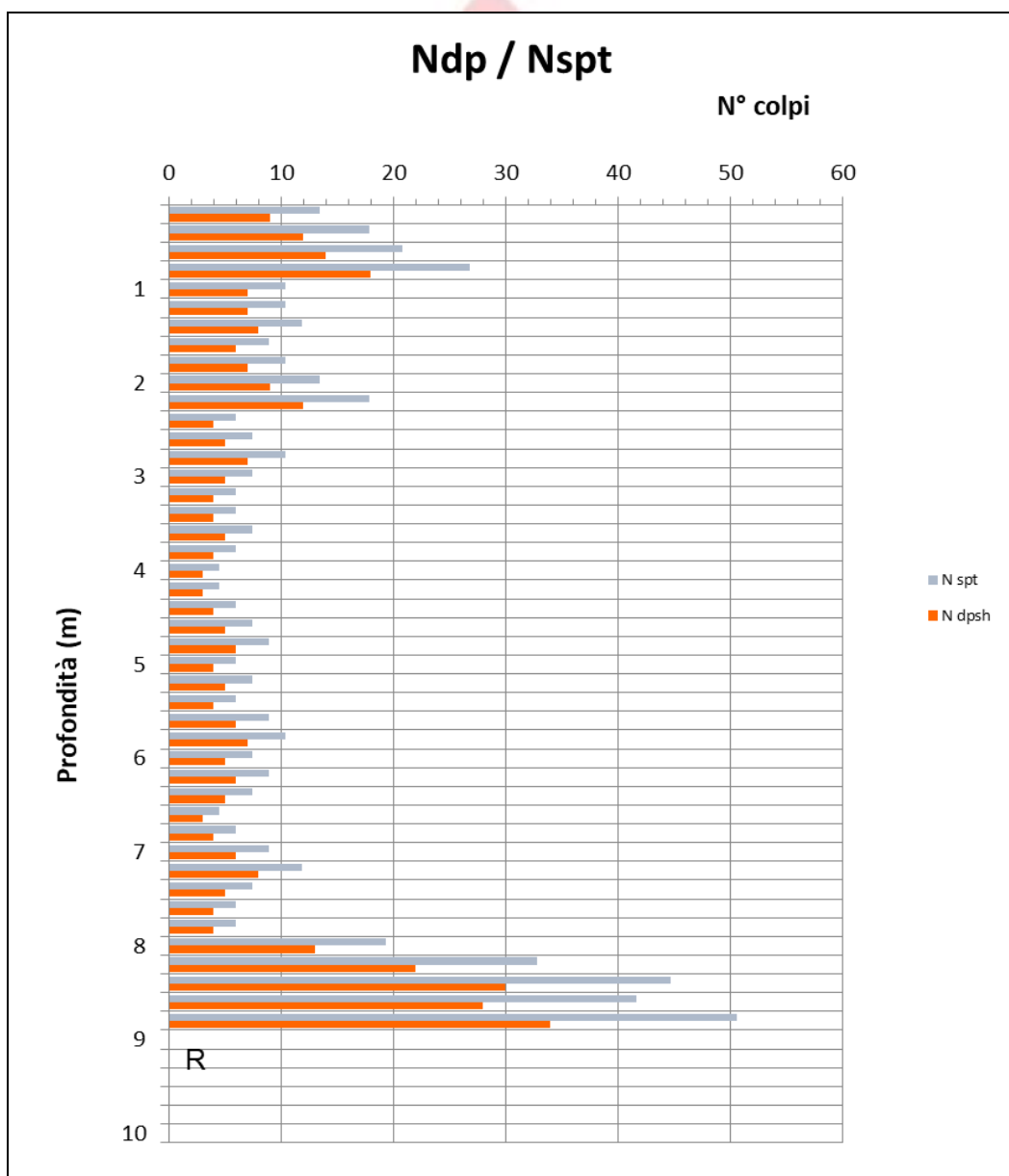
<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolli	<b>Profondità prova (m)</b>	8.80
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-10	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	07/08/2025	<b>Note</b>	

### TABELLA RIASSUNTIVA

Profondità	N <sub>DP</sub>	N <sub>SPT</sub>	N1 <sub>(60)</sub>	Granulometria	Dr (%)	φ (°) medio	C <sub>u</sub> (kPa)
0.2	9	13.4	23.8	cg	63.0	37.8	167.5
0.4	12	17.9	30.7	cg	71.5	40.0	223.4
0.6	14	20.8	34.6	cg	76.0	41.1	260.6
0.8	18	26.8	43.1	cg	84.7	43.3	335.0
1	7	10.4	16.5	cg	52.4	35.0	130.3
1.2	7	10.4	16.0	cg	51.7	34.8	130.3
1.4	8	11.9	17.8	cg	54.4	35.5	148.9
1.6	6	8.9	13.1	cg	46.7	33.4	111.7
1.8	7	10.4	14.8	cg	49.7	34.2	130.3
2	9	13.4	18.5	cg	55.5	35.8	167.5
2.2	12	17.9	23.8	cg	63.0	37.8	223.4
2.4	4	6.0	8.0	cg	36.5	30.5	74.5
2.6	5	7.4	9.7	cg	40.2	31.6	93.1
2.8	7	10.4	13.2	cg	46.8	33.5	130.3
3	5	7.4	9.3	cg	39.4	31.4	93.1
3.2	4	6.0	7.3	cg	35.0	30.1	74.5
3.4	4	6.0	7.2	cg	34.6	30.0	74.5
3.6	5	7.4	8.7	cg	38.2	31.0	93.1
3.8	4	6.0	6.9	cg	33.9	29.8	74.5
4	3	4.5	5.1	cg	29.2	28.4	55.8
4.2	3	4.5	5.0	cg	29.0	28.3	55.8
4.4	4	6.0	6.5	cg	33.0	29.5	74.5
4.6	5	7.4	7.9	cg	36.4	30.5	93.1
4.8	6	8.9	9.3	cg	39.3	31.4	111.7
5	4	6.0	6.2	cg	32.1	29.3	74.5
5.2	5	7.4	7.5	cg	35.4	30.3	93.1
5.4	4	6.0	6.0	cg	31.6	29.1	74.5
5.6	6	8.9	8.7	cg	38.0	31.0	111.7
5.8	7	10.4	9.9	cg	40.6	31.8	130.3
6	5	7.4	7.0	cg	34.3	29.9	93.1
6.2	6	8.9	8.2	cg	37.1	30.8	111.7
6.4	5	7.4	6.8	cg	33.7	29.8	93.1
6.6	3	4.5	4.1	cg	26.2	27.5	55.8
6.8	4	6.0	5.4	cg	29.9	28.6	74.5
7	6	8.9	7.8	cg	35.9	30.5	111.7
7.2	8	11.9	10.0	cg	40.9	32.0	148.9
7.4	5	7.4	6.3	cg	32.5	29.4	93.1
7.6	4	6.0	5.0	cg	29.0	28.4	74.5
7.8	4	6.0	5.0	cg	28.8	28.3	74.5
8	13	19.4	15.0	cg	50.0	34.7	242.0
8.2	22	32.8	24.3	cg	63.6	38.7	409.5
8.4	30	44.7	32.0	cg	73.1	41.4	558.4
8.6	28	41.7	29.6	cg	70.2	40.6	521.2
8.8	34	50.6	35.0	cg	76.4	42.4	632.8
9	R	-	-	cg	-	-	-
<b>Legenda</b>	<b>N<sub>DP</sub></b>	n° colpi della prova DP		<b>Dr%</b>	(Skempton, 1989)		
	<b>N<sub>SPT</sub></b>	corrispondente n° di colpi SPT		<b>φ (°)</b>	valore medio dei 4 metodi proposti		
	<b>N1<sub>(60)</sub></b>	N <sub>SPT</sub> corretto per falda e stato tensionale		<b>C<sub>u</sub> (kPa)</b>	(Sanglerat, 1972)		
	<b>Granulometria</b>	"c"= coesivo ; "g"= granulare; "cg" = misto					

<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolti	<b>Profondità prova (m)</b>	8.80
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-10	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	07/08/2025	<b>Note</b>	

**Resistenza alla penetrazione [Ndp/Nspt] - Profondità [m]**



<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolli	<b>Profondità prova (m)</b>	8.80
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-10	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	07/08/2025	<b>Note</b>	

### PARAMETRI GEOTECNICI MEDI DEI VARI LIVELLI

Strato	Intervallo	H strato	Litologia	Nspt *	γ'	Consistenza	Addensamento	Dr %		φ (°)				Cu (Kpa)	E coesivi (Mpa)	E granulari (Mpa)	M (Mpa)		OCR
								Terzaghi - Peck	Skempton	Wolff	Hatanaka & Uchida	Muromachi	valore medio				valore medio	Sh. & Fu (1982)	
1	0.0 - 2.2	2.2	terreni misti con riporto antropico e trovanti	14.8	19.5	consistente	moderatamente addensato	35-65	61.9	33.8	38.8	33.4	<b>35.7</b>	<b>139.8</b>	39.1	59.0	18.2	13.6	5.7
2	2.2 - 7.8	5.6	argille limose mediamente consistenti	7.2	18.3	moderatamente consistente	poco addensato	15-35	35.2	29.2	30.7	29.4	<b>28.8</b>	<b>68.0</b>	19.0	28.7	10.1	7.0	0.5
3	7.8 - 8.8	1.0	substrato litoide	37.8	21.4	estremamente consistente	addensato	65-85	67.3	35.0	40.5	41.5	<b>38.1</b>	<b>358.4</b>	100.2	151.3	39.4	33.5	1.1

<b>Legenda</b>	<b>H</b>	spessore dello strato ipotizzata	<b>Dr (%)</b>	densità relativa media dello strato	<b>Consistenza</b>	Classifica AGI (1977)
	<b>Litologia</b>		<b>φ (°)</b>	angolo di attrito medio dello strato	<b>Addensamento</b>	Classifica AGI (1977)
	<b>N<sub>SPT</sub>*</b>	valore di SPT corretto medio dello strato	<b>C<sub>u</sub> (kPa)</b>	resistenza al taglio non drenata media dello strato	<b>OCR</b>	(Mayne & Kemper, 1988)
	<b>γ (kN/m<sup>3</sup>)</b>	peso di volume medio dello strato	<b>E (Mpa)</b>	Modulo di Young medio dello strato	<b>M (Mpa)</b>	Modulo edometrico medio dello strato

## DPSH11



<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolli	<b>Profondità prova (m)</b>	9.60
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-11	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	07/08/2025	<b>Note</b>	

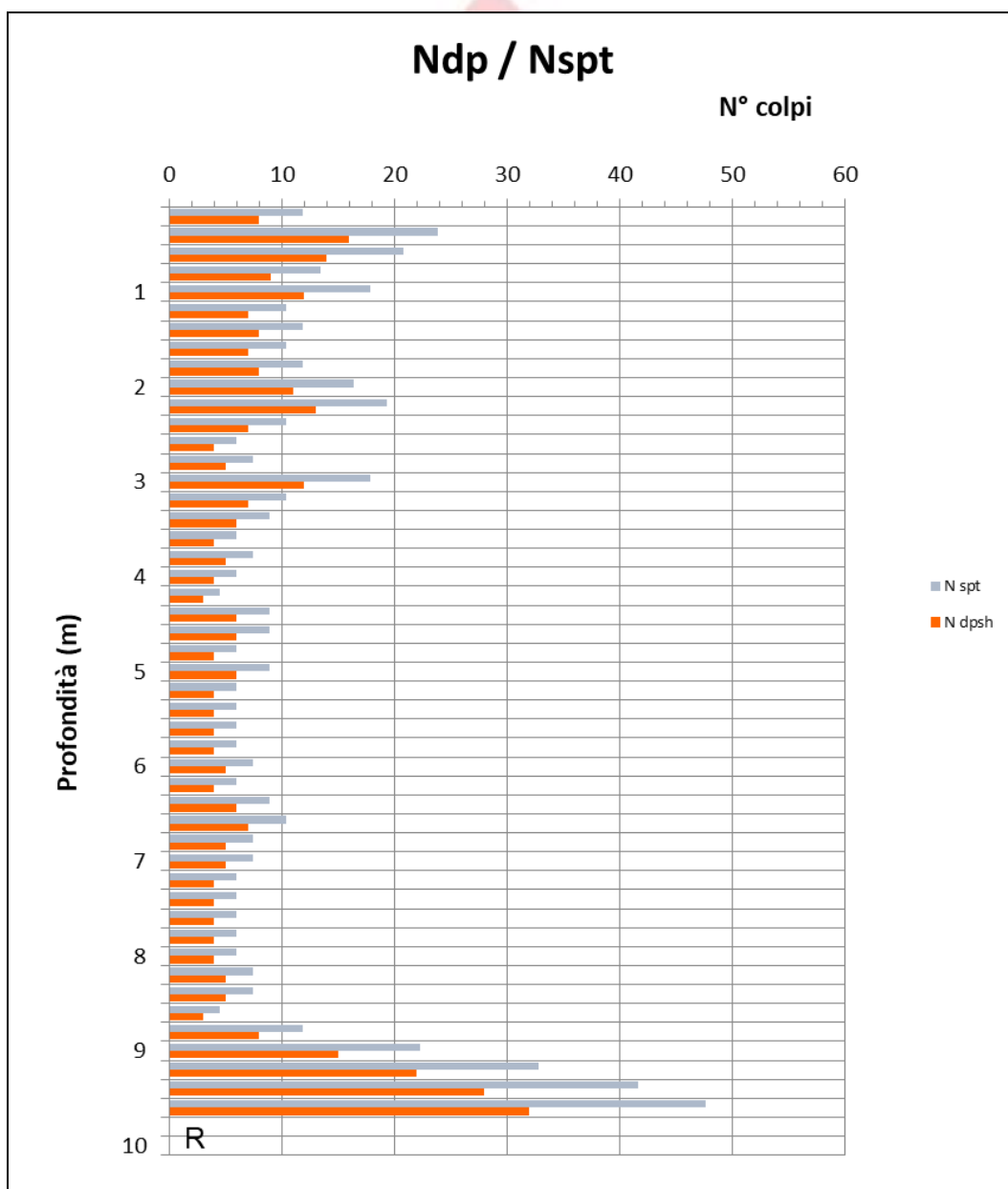
### TABELLA RIASSUNTIVA

Profondità	N <sub>DP</sub>	N <sub>SPT</sub>	N <sub>1(60)</sub>	Granulometria	Dr (%)	φ (°) medio	C <sub>u</sub> (kPa)
0.2	8	11.9	21.1	cg	59.4	36.9	148.9
0.4	16	23.8	40.8	cg	82.5	42.7	297.8
0.6	14	20.8	34.6	cg	76.0	41.1	260.6
0.8	9	13.4	21.7	cg	60.1	37.0	167.5
1	12	17.9	28.0	cg	68.3	39.1	223.4
1.2	7	10.4	16.0	cg	51.7	34.8	130.3

1.4	8	11.9	17.8	cg	54.4	35.5	148.9
1.6	7	10.4	15.2	cg	50.3	34.4	130.3
1.8	8	11.9	16.9	cg	53.0	35.1	148.9
2	11	16.4	22.5	cg	61.2	37.3	204.7
2.2	13	19.4	25.8	cg	65.6	38.5	242.0
2.4	7	10.4	13.8	cg	47.9	33.7	130.3
2.6	4	6.0	7.8	cg	36.1	30.4	74.5
2.8	5	7.4	9.5	cg	39.8	31.5	93.1
3	12	17.9	21.7	cg	60.1	37.1	223.4
3.2	7	10.4	12.6	cg	45.8	33.2	130.3
3.4	6	8.9	10.6	cg	42.1	32.1	111.7
3.6	4	6.0	7.0	cg	34.3	29.9	74.5
3.8	5	7.4	8.6	cg	37.8	30.9	93.1
4	4	6.0	6.8	cg	33.6	29.7	74.5
4.2	3	4.5	5.0	cg	29.0	28.3	55.8
4.4	6	8.9	9.6	cg	40.1	31.6	111.7
4.6	6	8.9	9.5	cg	39.7	31.5	111.7
4.8	4	6.0	6.3	cg	32.4	29.3	74.5
5	6	8.9	9.1	cg	39.0	31.3	111.7
5.2	4	6.0	6.1	cg	31.8	29.2	74.5
5.4	4	6.0	6.0	cg	31.6	29.1	74.5
5.6	4	6.0	5.9	cg	31.3	29.0	74.5
5.8	4	6.0	5.8	cg	31.1	29.0	74.5
6	5	7.4	7.0	cg	34.3	29.9	93.1
6.2	4	6.0	5.6	cg	30.6	28.8	74.5
6.4	6	8.9	8.1	cg	36.8	30.7	111.7
6.6	7	10.4	9.3	cg	39.3	31.5	130.3
6.8	5	7.4	6.6	cg	33.2	29.6	93.1
7	5	7.4	6.5	cg	33.0	29.6	93.1
7.2	4	6.0	5.2	cg	29.4	28.5	74.5
7.4	4	6.0	5.1	cg	29.2	28.4	74.5
7.6	4	6.0	5.0	cg	29.0	28.4	74.5
7.8	4	6.0	5.0	cg	28.8	28.3	74.5
8	4	6.0	4.9	cg	28.6	28.3	74.5
8.2	5	7.4	6.0	cg	31.6	29.2	93.1
8.4	5	7.4	5.9	cg	31.4	29.1	93.1
8.6	3	4.5	3.6	cg	24.5	26.9	55.8
8.8	8	11.9	9.0	cg	38.6	31.4	148.9
9	15	22.3	16.0	cg	51.6	35.3	279.2
9.2	22	32.8	22.6	cg	61.4	38.2	409.5
9.4	28	41.7	28.0	cg	68.3	40.2	521.2
9.6	32	47.6	31.3	cg	72.2	41.4	595.6
9.8	R	-	-	cg	-	-	-
<b>Legenda</b>	<b>N<sub>DP</sub></b>	n° colpi della prova DP			<b>Dr%</b>	(Skempton, 1989)	
	<b>N<sub>SPT</sub></b>	corrispondente n° di colpi SPT			<b>φ(°)</b>	valore medio dei 4 metodi proposti	
	<b>N1<sup>(60)</sup></b>	N <sub>SPT</sub> corretto per falda e stato tensionale			<b>Cu (kPa)</b>	(Sanglerat, 1972)	
	<b>Granulometria</b>	"c"= coesivo ; "g"= granulare; "cg" = misto					

<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolti	<b>Profondità prova (m)</b>	9.60
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-11	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	07/08/2025	<b>Note</b>	

**Resistenza alla penetrazione [Ndp/Nspt] - Profondità [m]**



<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolli	<b>Profondità prova (m)</b>	9.60
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-11	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	07/08/2025	<b>Note</b>	

### PARAMETRI GEOTECNICI MEDI DEI VARI LIVELLI

Strato	Intervallo	H strato	Litologia	Nspt *	γ'	Consistenza	Addensamento	Dr %		φ (°)				Cu (Kpa)	E coesivi (Mpa)	E granulari (Mpa)	M (Mpa)		OCR
								Terzaghi - Peck	Skempton	Wolff	Hatanaka & Uchida	Muromachi	valore medio				valore medio	Sh. & Fu (1982)	
1	0.0 - 3.0	3.0	terreni misti con riporto antropico e trovanti	14.0	19.4	consistente	moderatamente addensato	35-65	59.0	33.2	37.9	33.1	<b>34.9</b>	<b>132.6</b>	37.1	56.0	17.4	12.9	4.5
2	3.0 - 8.6	5.6	argille limose mediamente consistenti	7.0	18.3	moderatamente consistente	poco addensato	15-35	33.9	29.0	30.3	29.3	<b>28.5</b>	<b>66.5</b>	18.6	28.1	9.9	6.9	0.4
3	8.6 - 9.6	1.0	substrato litoide	31.3	20.9	estremamente consistente	addensato	35-65	59.7	33.3	38.1	39.6	<b>36.1</b>	<b>296.3</b>	82.9	125.1	33.7	27.8	0.8

<b>Legenda</b>	<b>H</b>	spessore dello strato ipotizzata	<b>Dr (%)</b>	densità relativa media dello strato	<b>Consistenza</b>	Classifica AGI (1977)
	<b>Litologia</b>		<b>φ (°)</b>	angolo di attrito medio dello strato	<b>Addensamento</b>	Classifica AGI (1977)
	<b>N<sub>SPT</sub>*</b>	valore di SPT corretto medio dello strato	<b>C<sub>u</sub> (kPa)</b>	resistenza al taglio non drenata media dello strato	<b>OCR</b>	(Mayne & Kemper, 1988)
	<b>γ (kN/m<sup>3</sup>)</b>	peso di volume medio dello strato	<b>E (Mpa)</b>	Modulo di Young medio dello strato	<b>M (Mpa)</b>	Modulo edometrico medio dello strato

## DPSH12



**GEOGNOSTICA  
MEDICEA**

<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolli	<b>Profondità prova (m)</b>	4.40
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-12	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	07/08/2025	<b>Note</b>	

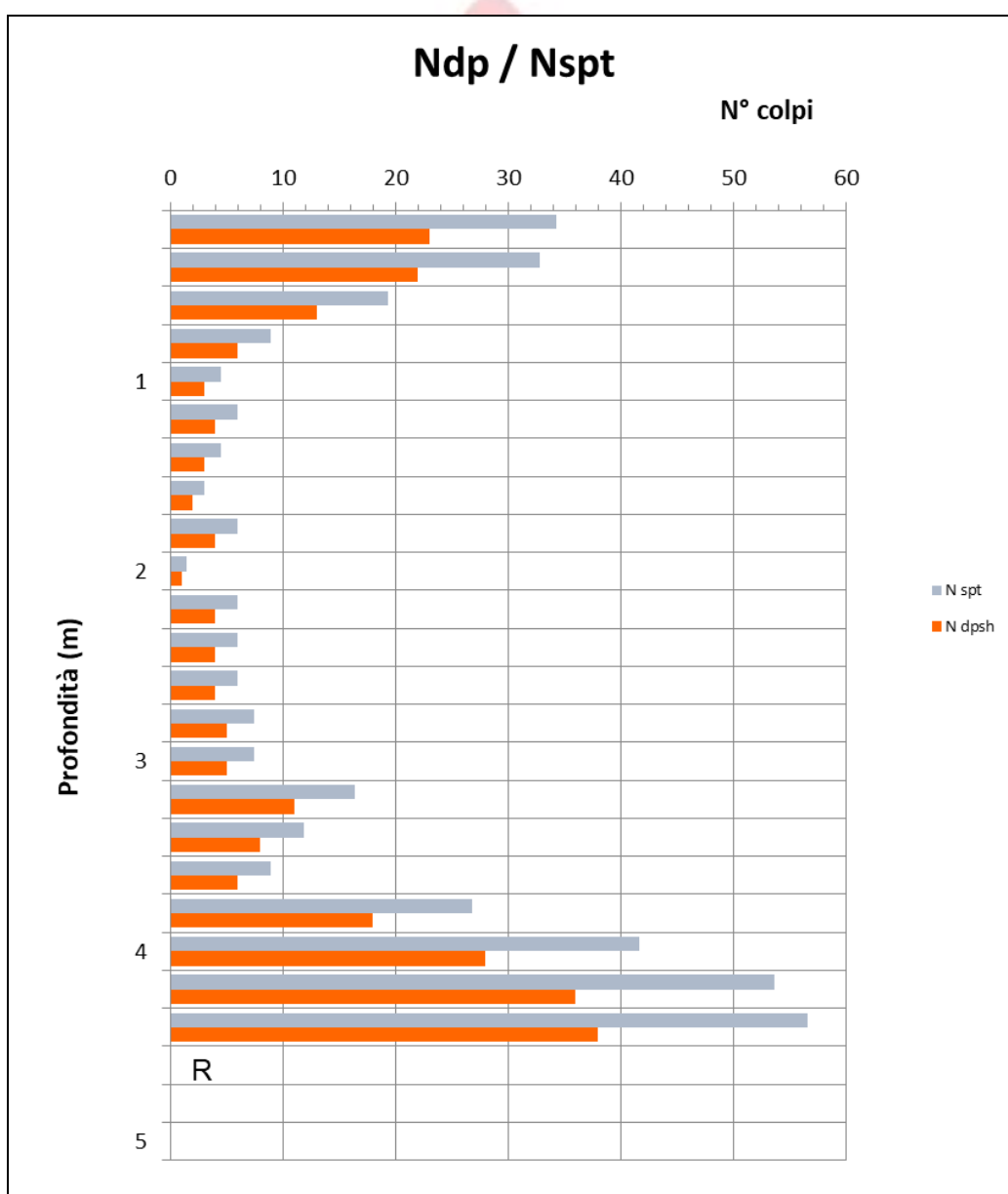
### TABELLA RIASSUNTIVA

Profondità	N <sub>DP</sub>	N <sub>SPT</sub>	N <sub>1(60)</sub>	Granulometria	Dr (%)	φ (°) medio	C <sub>u</sub> (kPa)
0.2	23	34.2	60.6	cg	100.5	47.1	428.1
0.4	22	32.8	56.0	cg	96.6	46.2	409.5
0.6	13	19.4	32.2	cg	73.2	40.4	242.0
0.8	6	8.9	14.5	cg	49.2	34.1	111.7
1	3	4.5	7.1	cg	34.5	30.0	55.8
1.2	4	6.0	9.2	cg	39.2	31.4	74.5
1.4	3	4.5	6.8	cg	33.6	29.8	55.8
1.6	2	3.0	4.4	cg	27.2	27.8	37.2
1.8	4	6.0	8.6	cg	37.8	30.9	74.5
2	1	1.5	2.2	cg	18.9	25.2	18.6
2.2	4	6.0	8.2	cg	36.9	30.7	74.5
2.4	4	6.0	8.0	cg	36.5	30.5	74.5
2.6	4	6.0	7.8	cg	36.1	30.4	74.5
2.8	5	7.4	9.5	cg	39.8	31.5	93.1
3	5	7.4	9.3	cg	39.4	31.4	93.1
3.2	11	16.4	19.5	cg	57.0	36.3	204.7
3.4	8	11.9	14.0	cg	48.4	33.9	148.9
3.6	6	8.9	10.4	cg	41.7	32.0	111.7
3.8	18	26.8	29.4	cg	70.0	39.8	335.0
4	28	41.7	44.0	cg	85.7	44.0	521.2
4.2	36	53.6	54.9	cg	95.6	46.7	670.1
4.4	38	56.6	56.6	cg	97.1	47.1	707.3
4.6	R	-	-	cg	-	-	-
<b>Legenda</b>	<b>N<sub>DP</sub></b>	n° colpi della prova DP			<b>Dr%</b>	(Skempton, 1989)	
	<b>N<sub>SPT</sub></b>	corrispondente n° di colpi SPT			<b>φ(°)</b>	valore medio dei 4 metodi proposti	
	<b>N<sub>1(60)</sub></b>	N <sub>SPT</sub> corretto per falda e stato tensionale			<b>C<sub>u</sub> (kPa)</b>	(Sanglerat, 1972)	
	<b>Granulometria</b>	"c"= coesivo ; "g"= granulare; "cg" = misto					

GEOGNOSTICA  
MEDICEA

<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolti	<b>Profondità prova (m)</b>	4.40
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-12	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	07/08/2025	<b>Note</b>	

**Resistenza alla penetrazione [Ndp/Nspt] - Profondità [m]**



<b>Committente</b>	Dott. Geol. Marco Raspolli	<b>Profondità prova (m)</b>	4.40
<b>Località</b>	Cava Paterno, Vaglia (FI)	<b>Quota inizio</b>	p.c.
<b>Prova</b>	DPSH-12	<b>Profondità falda (m)</b>	non rilevata
<b>Data</b>	07/08/2025	<b>Note</b>	

### PARAMETRI GEOTECNICI MEDI DEI VARI LIVELLI

Strato	Intervallo	H strato	Litologia	Nspt *	γ'	Consistenza	Addensamento	Dr %		φ (°)				Cu (Kpa)	E coesivi (Mpa)	E granulari (Mpa)	M (Mpa)		OCR
								Terzaghi - Peck	Skempton	Wolff	Hatanaka & Uchida	Muromachi	valore medio				valore medio	Sh. & Fu (1982)	
1	0.0 - 0.8	0.8	terreni misti con riporto antropico e trovanti	23.8	20.3	molto consistente	moderatamente addensato	65-85	82.5	39.1	45.1	37.1	<b>40.8</b>	<b>225.7</b>	63.1	95.3	27.0	21.4	18.8
2	0.8 - 3.0	2.2	argille limose mediamente consistenti	5.3	17.7	moderatamente consistente	poco addensato	15-35	35.0	29.1	30.7	28.0	<b>28.8</b>	<b>50.0</b>	14.0	21.1	7.8	5.4	0.8
3	3.0 - 3.8	0.8	marne e argilliti tenere	16.0	19.6	molto consistente	moderatamente addensato	35-65	55.3	32.4	36.8	34.0	<b>34.2</b>	<b>151.7</b>	42.4	64.0	19.5	14.6	1.2
4	3.8 - 4.4	0.6	substrato litoide	50.6	22.1	estremamente consistente	molto addensato	85-100	92.9	42.4	48.2	44.9	<b>44.3</b>	<b>479.7</b>	134.2	202.5	50.0	44.6	2.9

<b>Legenda</b>	<b>H</b>	spessore dello strato	<b>Dr (%)</b>	densità relativa media dello strato	<b>Consistenza</b>	Classifica AGI (1977)
	<b>Litologia</b>	ipotizzata	<b>φ (°)</b>	angolo di attrito medio dello strato	<b>Addensamento</b>	Classifica AGI (1977)
	<b>Nspt*</b>	valore di SPT corretto medio dello strato	<b>Cu (kPa)</b>	resistenza al taglio non drenata media dello strato	<b>OCR</b>	(Mayne & Kemper, 1988)
	<b>γ (kN/m³)</b>	peso di volume medio dello strato	<b>E (Mpa)</b>	Modulo di Young medio dello strato	<b>M (Mpa)</b>	Modulo edometrico medio dello strato

## Allegato 4 – Elaborazioni indagini sismiche



**COMUNE DI VAGLIA**

PROVINCIA DI FIRENZE

**PROVA DI CARATTERIZZAZIONE SISMICA  
MEDIANTE ACQUISIZIONE MASW  
FINALIZZATA ALLA DETERMINAZIONE  
DELLA CATEGORIA DI SUOLO**

*Località:*

**Ex cava Paterno – Vaglia (FI)**

*Committente:*

**Società Veneto Acque S.p.A.**

*Il Tecnico:*

**Dott. Geol. Daniele Panzani**

**Agosto 2025**

## 1 - INTRODUZIONE

Nel mese di agosto 2025, al fine di caratterizzare la risposta sismica del sito in esame, sono state effettuate una serie di acquisizioni **MASW** (*Multi-channel Analysys of Surface Waves*) utili a definire il profilo verticale delle Vs (velocità di propagazione delle onde di taglio) di supporto al progetto di bonifica del sito denominato ex cava di Paterno, ubicato nel Comune di Vaglia (FI).

Nel loro insieme, le procedure adottate sono state eseguite in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al recente D.M. 17/01/2018. Queste, in buona misura, raccomandano la stima degli effetti di sito e della categoria di suolo tramite la caratterizzazione diretta del profilo di velocità delle onde di taglio (Vs). La classificazione dei terreni è stata dunque svolta sulla base del valore della Vs equivalente definita dalla relazione:

$$V_{s,eq} = H / [\sum_{i=1}^N (h_i / V_{s,i})]$$

**N** = numero di strati;

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

**h<sub>i</sub>** = spessore in metri dell'*i*-esimo strato;

**H** = profondità del bedrock sismico con Vs > 800 m/s.

Per i depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente corrisponde alla "vecchia" Vs30 della normativa precedente.

## 2 - MODELLO GEOLOGICO DEL SITO E DATI DI BASE

L'area in esame (fig. 1) si localizza nell'area collinare che delimita a NE la piana di Firenze-Prato-Pistoia, in corrispondenza della porzione meridionale del Comune di Vaglia, in località Paterno.



fig. 1: ubicazione traccia MASW (in rosso)

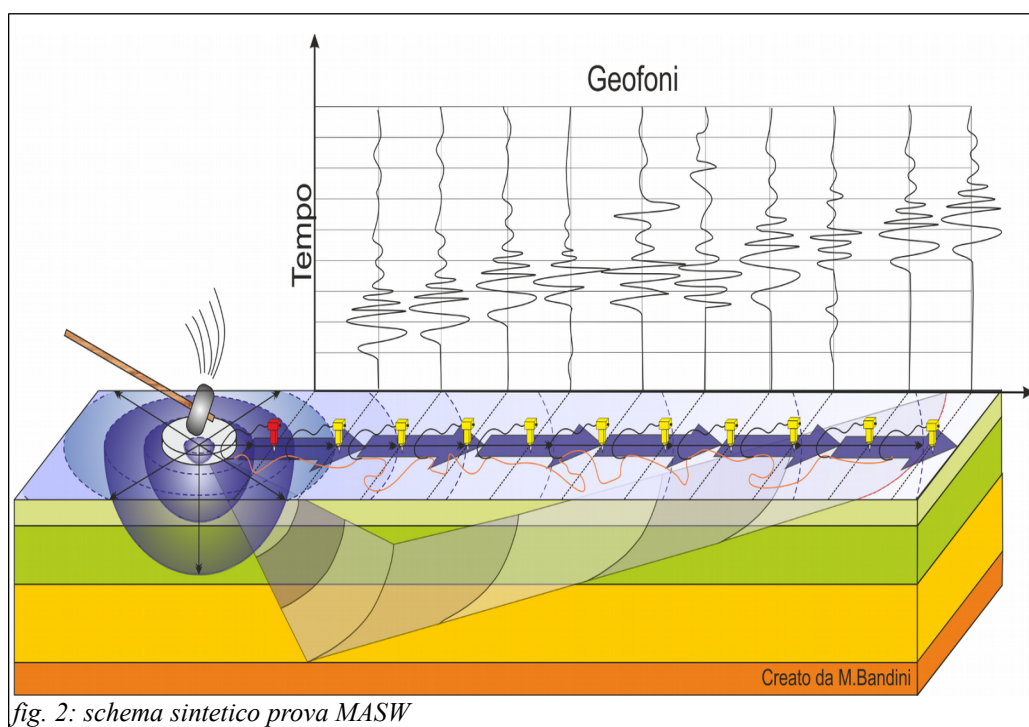
Da un punto di vista fisiografico il sito si colloca nella porzione inferiore di un versante che immerge in direzione SE verso il Torrente Carzola, alla quota di circa 350 m s.l.m..

I terreni affioranti, come risultato dall'indagine geognostica eseguita mediante penetrometrie DPSH, sono costituiti dai depositi torbiditici di età Paleocene-Eocene classificabili nella Formazione di Monte Morello.

### **3 - STRUMENTAZIONE DI ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE**

Come hardware per l'acquisizione è stato impiegato il sismografo della **DOLANG DBS280** (risoluzione 24 bit using Delta-Sigma A/D converter) a 12 canali collegato a geofoni verticali di frequenza propria da 4,5 Hz, distanziati fra loro di 1,5 metri.

Per l'energizzazione, eseguita a 3 m dallo stendimento dei geofoni, è stata utilizzata una mazza battente da 10 kg, con un passo di acquisizione temporale di 1,2 ms per 2048 campioni ed una registrazione complessiva del segnale di 2,45 secondi.



I dati acquisiti sono stati elaborati (determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime) per ricostruire il profilo verticale delle onde di taglio (VS). Per l'elaborazione del segnale è stato utilizzato il software *Masw 3.0.1.1*.

### **4 – CENNI TEORICI ED ANALISI DEI DATI ACQUISITI**

Il metodo MASW è una tecnica d'indagine non invasiva che individua il profilo di velocità delle onde

di taglio basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante delle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh che, in un mezzo stratificato, hanno un comportamento dispersivo (differenti lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase) dove la velocità di fase è fortemente condizionata dalla velocità delle onde  $s$  dello strato campionato. In particolare, onde ad alta frequenza si propagano negli strati più superficiali mentre le basse frequenze interessano gli strati più profondi del suolo.

Con il metodo MASW utilizzato, definito attivo, che consente di ottenere una curva di dispersione nel range di frequenze tra 10 Hz e 70 Hz, è possibile dunque risalire al profilo di velocità  $V_s$  dei primi 30 m di profondità, consentendo la classificazione sismica dei suoli come richiesto dal D.M. 14/01/2008.

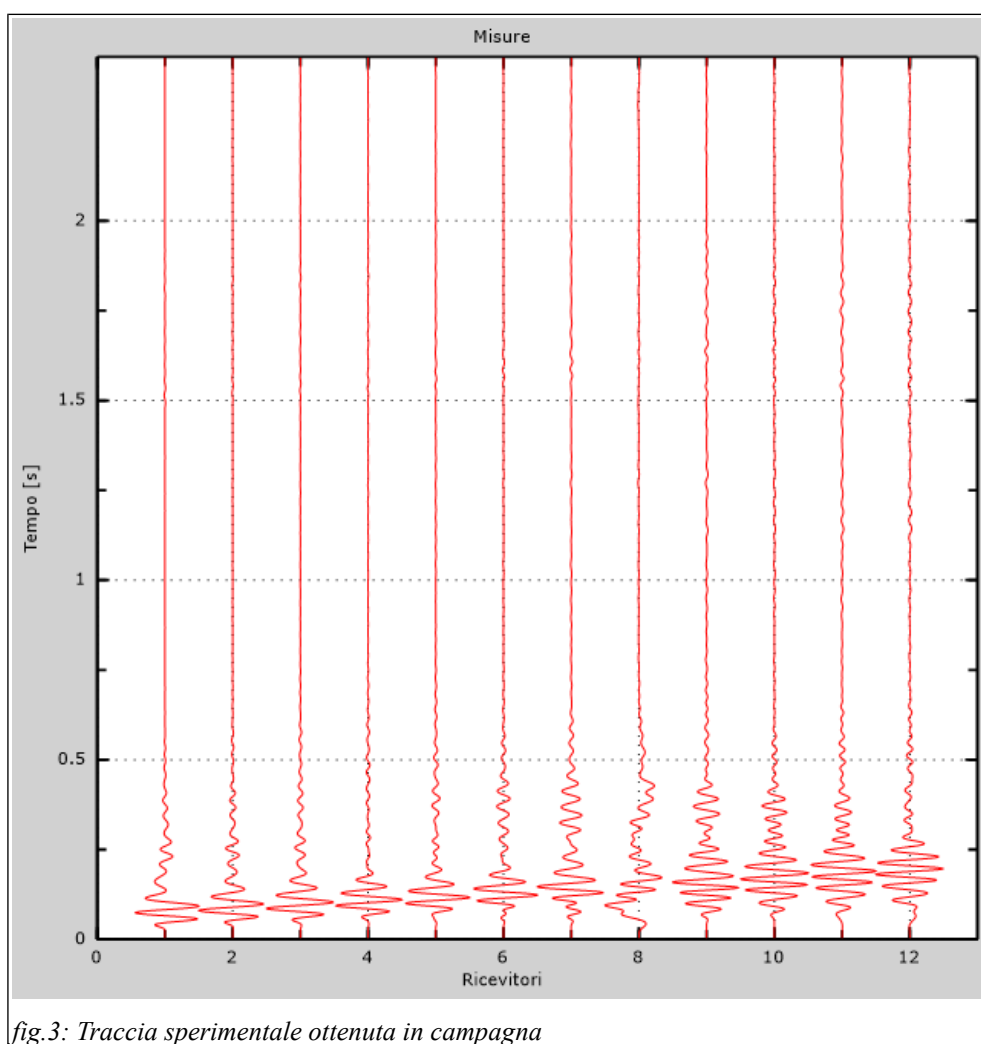


fig.3: Traccia sperimentale ottenuta in campagna

Il metodo MASW consiste in tre fasi (Ing Roma, 2002): (1) la prima prevede il calcolo della velocità di fase (o curva di dispersione) apparente sperimentale, (2) la seconda fase consiste nel calcolare la velocità di fase apparente numerica, (3) la terza ed ultima fase consiste nella minimizzazione, attraverso una procedura iterativa (inversione), degli scarti tra le curve sperimentali suddette,

andando ad agire sullo spessore degli strati e sulla velocità delle onde di taglio e di compressione. Per quest'ultimo punto assume significativa importanza la conoscenza lito-stratigrafica del sito in esame.

Nello specifico del comparto investigato, vengono di seguito rappresentati i principali elaborati del software di analisi Masw 3.0.1.1. In particolare, partendo dalla traccia sperimentale ottenuta in campagna (fig. 3), è stata determinata la curva di dispersione numerica, utilizzando il solo modo fondamentale di Rayleigh, alla quale è associato un profilo di velocità delle onde Vs entro i primi 30 m di profondità.

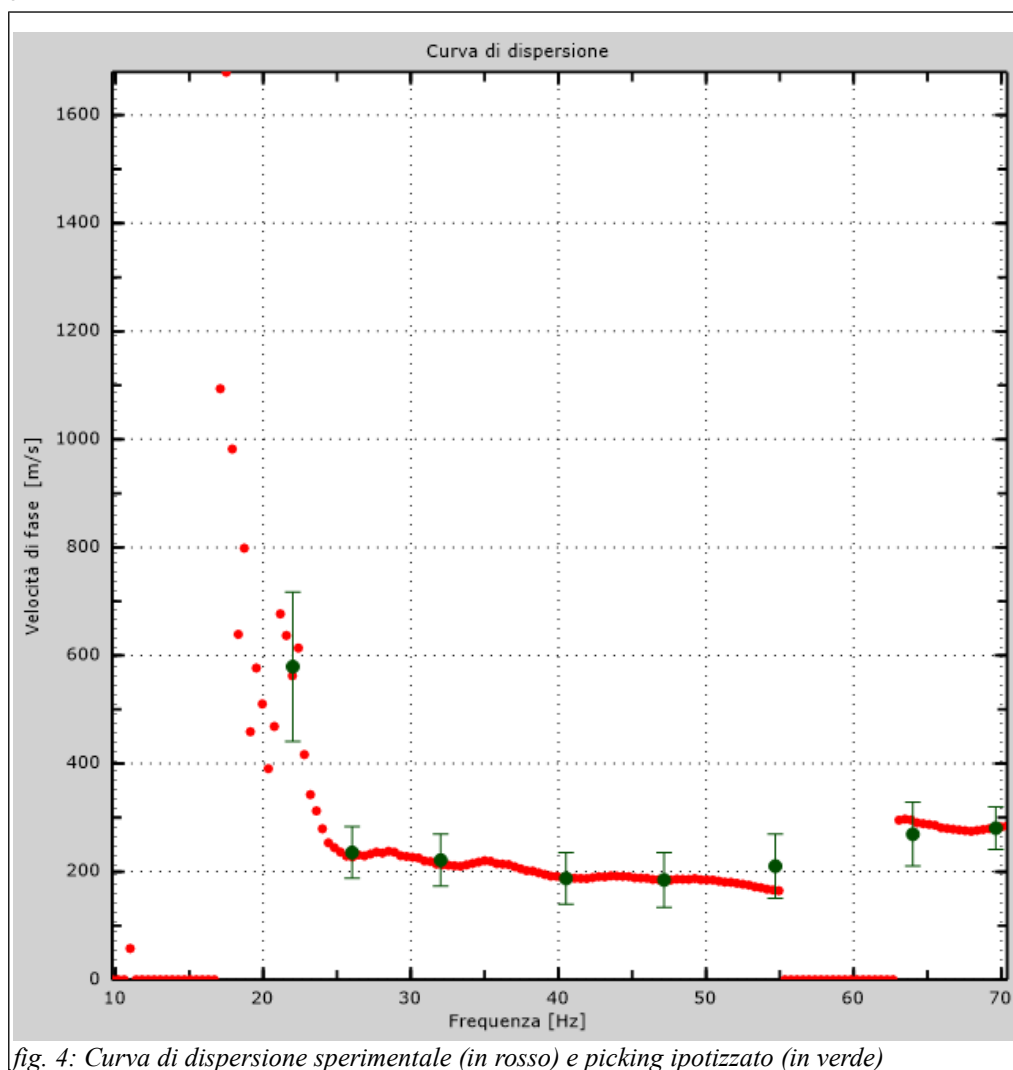


fig. 4: Curva di dispersione sperimentale (in rosso) e picking ipotizzato (in verde)

Dalla presente interpretazione, in accordo con le indicazioni ottenute con le penetrometrie dinamiche, si evince la presenza di uno spessore superficiale di materiale sciolto di origine probabilmente eluvio-colluviale, il quale sovrasta, alla profondità di circa 4 m dal p.c., il substrato litoide costituito dalla formazione di Monte Morello. Oltre i 13 m si ha un ulteriore e significativo innalzamento della velocità delle Vs, probabilmente imputabile al passaggio dall'alterazione alla roccia integra.

Avendo raggiunto il bedrock sismico ( $V_s > 800$  m/s) alla profondità di 13 m, nel caso in esame dunque è stato calcolato il valore di  $V_{s13}$ , risultato pari a **433 m/sec**.

SPESSORE STRATO (m)	Vs (m/s)
1	302
1	262
2	262
2	555
3	555
4	644
5	889
SEMI-SPAZIO	889



Foto 1: particolare esecuzione prova MASW

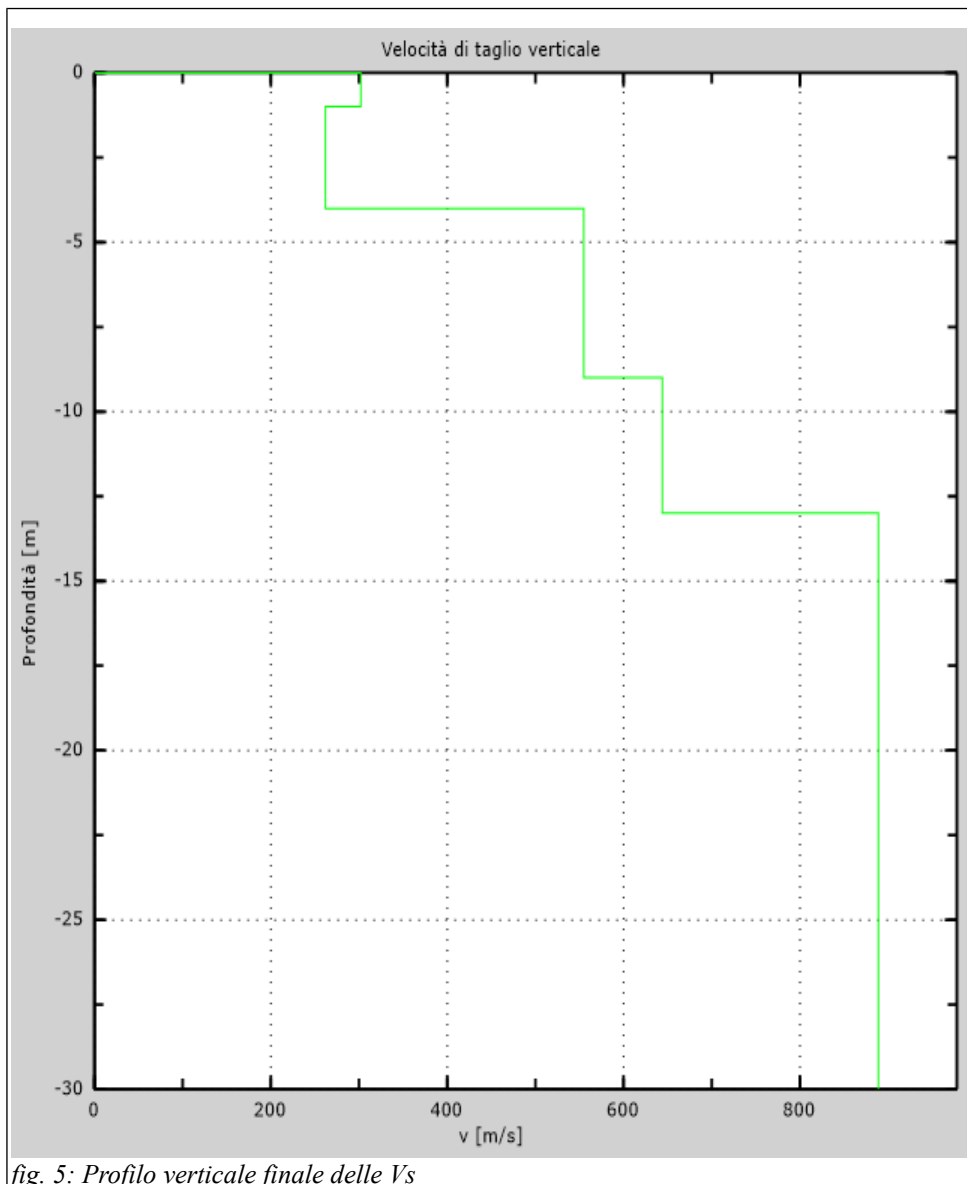


fig. 5: Profilo verticale finale delle Vs

## **5 – CONCLUSIONI**

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh ha consentito di determinare il profilo verticale delle Vs e quindi di ottenere:

**parametro Vseq (Vs13)= 433 m/s**

Il bedrock sismico ( $V_s > 800$  m/s) è stato intercettato alla profondità di 13 m dal p.c. d'indagine. Ai sensi del D.M. 17/01/2018, considerando quanto rilevato dalla presente prospezione geofisica, in accordo alle risultanze della campagna geognostica sito-specifica eseguita, il sito in esame viene classificato in:

### **CATEGORIA "B"**

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

Scandicci, 27 agosto 2025

**Dott. Geol.  
Daniele Panzani**



Geognostica Medicea di Panzani Daniele & C. Snc  
P.IVA / C.F. 07098320489 – CODICE SDI W7YVJK9  
Sede Legale: Via del Botteghino n.103 - 50018 Scandicci (FI)  
[www.geognosticamedicea.it](http://www.geognosticamedicea.it)  
[info@geognosticamedicea.it](mailto:info@geognosticamedicea.it)