



# COMUNE DI VOLPIANO

Città Metropolitana di Torino  
 Servizio Lavori Pubblici e Patrimonio



Finanziato  
 dall'Unione europea  
 NextGenerationEU



MINISTERO  
 DELL'INTERNO

**PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR).** Missione 5,  
 Componente 2, Investimento/Subinvestimento 2.1 “Rigenerazione Urbana”  
 Realizzazione struttura di copertura aree sportive presso la Scuola G. Ghirotti

COMMITTENTE

COMUNE DI VOLPIANO  
 Piazza Vittorio Emanuele II, n.12  
 10088 Volpiano (TO)

TIMBRO E FIRMA:

OGGETTO:

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLIZZAZIONE GEOLOGICA E  
 GEOTECNICA DEL SITO AI SENSI NTC 2018**

ELABORATO:

SCALA:

PRATICA: .....

| REVISIONE | DATA          | OGGETTO | SIGLA | VISTO |
|-----------|---------------|---------|-------|-------|
| 0         | Dicembre 2022 |         |       |       |
|           |               |         |       |       |
|           |               |         |       |       |

dr. geol. Maurizio Canepa



Studio di Geologia dr. Maurizio Canepa Cod. Fisc. CNP MRZ 61H11 L219 I - Part. IVA 06964550013  
 Via Montenero n.26 - 1086 RIVAROLO C.SE (TO) - tel.0124 424728 Fax. 0124 25909 - Email: maurizio.canepa@gmail.com

## SOMMARIO

|  |    |
|--|----|
| 1. Premessa. Descrizione dell'opera e degli interventi .....   | 2  |
| 2. Relazione geologica.....  | 3  |
| 2.1. Inquadramento geologico generale .....  | 3  |
| 2.2. Idrogeologia.....   | 7  |
| 2.3. Analisi del rischio geomorfologico (sintesi dati da PRGC Comune di Volpiano)....  | 8  |
| 3. Relazione geotecnica (caratterizzazione fisico meccanica del sottosuolo) - litostratigrafia di dettaglio e deduzione dei parametri geotecnici caratteristici..... | 10 |
| 3.1. Verifica a liquefazione .....   | 30 |
| 4. Caratterizzazione sismica .....   | 31 |
| 4.1. Strumentazione utilizzata .....   | 31 |
| 4.2. Cenni sulla metodologia MASW .....  | 31 |
| 4.3. Acquisizione ed elaborazione dei dati.....  | 33 |
| 4.4. Risultati .....   | 37 |
| 5. Calcolo parametri sismici .....   | 37 |
| 6. Verifica preliminare del rispetto delle C.S.C. di cui alla tabella 4.1 del D.P.R. 120/2017.   | 39 |
| 7. Conclusioni .....   | 41 |

---

DR. GEOL. MAURIZIO CANEPA IDROGEOLOGIA GEOTECNICA GEOLOGIA AMBIENTALE CAVE E MINIERE

---

## **1. PREMESSA. DESCRIZIONE DELL'OPERA E DEGLI INTERVENTI**

---

La presente relazione prende in considerazione gli aspetti geologici e geotecnici relativamente al progetto di realizzazione della nuova struttura di copertura dell'area sportiva della scuola G. Ghirotti in comune di Volpiano (TO). Il progetto fa capo al Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) – Missione 5, Componente 2, Investimento/Subinvestimento 2.1 “Rigenerazione Urbana”. Il comune di Volpiano ha affidato al sottoscritto l'incarico per la realizzazione delle indagini geognostiche e la redazione della relazione geologica, con determina n. 970 del 21/12/2022. Il CIG dell'incarico è 95298400C1.

Per quanto concerne gli aspetti di tipo geologico – geotecnici, la presente relazione viene redatta ai sensi dei:

- **D.M. LL. PP. 11/03/1988 n. 47** recante “*Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*” e relative Istruzioni applicative con **Circ. LL.PP. 24/09/1988 n. 30483**;
- **D.M. 17/01/2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” e succ. Circ. Espl.**;
- **Piano Regolatore Generale – Variante strutturale di adeguamento al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**;
- **O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 e succ. modifiche del 2005**, contenente “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per la costruzione in zona sismica*”;
- **O.P.C.M. n. 3519 del 28/04/2006** riferita all'adozione della mappa di pericolosità a livello nazionale predisposta dall'INGV e aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte di cui alla **D.G.R. del 30 dicembre 2019, n.6-887**.

In questa relazione si prendono quindi in considerazione gli aspetti geotecnici e di compatibilità geomorfologica relativamente al progetto localizzato in Via C. A. Dalla Chiesa, dove l'Amministrazione comunale intende realizzare una nuova struttura di copertura della piastra sportiva.

Per l'espletamento dell'incarico sono state eseguite le seguenti indagini/prove geotecniche in sito:

1. la realizzazione di n. 3 prove penetrometriche dinamiche continue da superficie (prof. fino all'ottenimento di rifiuto);
2. l'esecuzione di n. 2 scavi geognostici con terna estesi a profondità di 1.2 m ca.;
3. campionamenti del terreno nello scavo geognostico per la caratterizzazione dello stesso ai sensi del D.P.R. 13 giugno 2017 n. 120 per la verifica della possibilità di smaltimento del terreno di risulta degli scavi come “terre e rocce da scavo”;
4. esecuzione di profilo sismico MASW.

## 2. RELAZIONE GEOLOGICA

### 2.1. Inquadramento geologico generale

Il territorio comunale è impostato in piccola parte sui terreni dell'alto terrazzo ondulato coincidente con la paleoconoide Mindeliana della Stura di Lanzo e in parte sulla sottostante pianura di natura parzialmente alluvionale e parzialmente fluvio glaciale di età da recente a Rissiana (Figura 1).

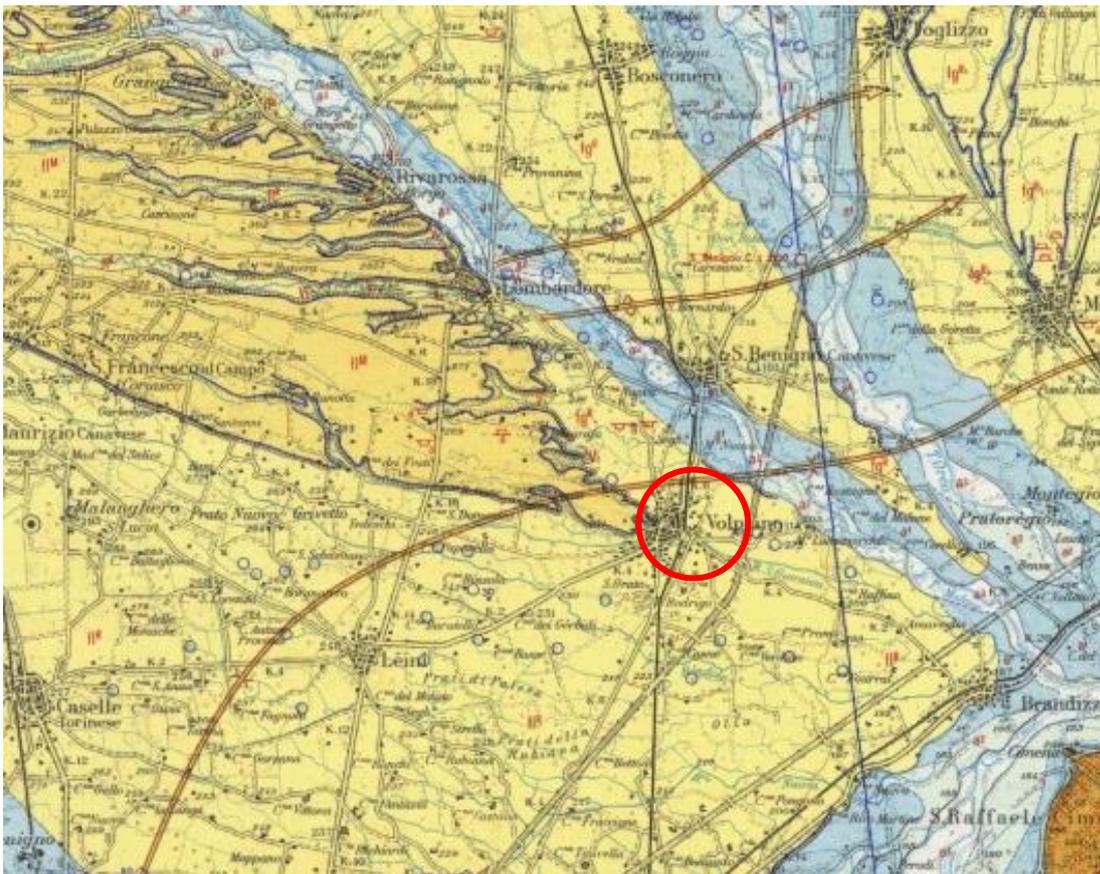


Figura 1: inquadramento geologico generale (F. 56 Carta Geologica d'Italia) e localizzazione dei dati di sondaggio disponibili

In particolare la conoide della Stura costituisce una dorsale a forma triangolare confinata nell'ambito occidentale del territorio comunale.

La legenda della Carta Geologica d'Italia, per il settore in esame è:

- vi**: depositi di origine fluvio – lacustre, senza limite netto con il Pliocene sottostante, costituiti da ghiaie e sabbie quarzose, frequentemente alternanti con banchi di argille grige, verdi e rossicce e contenenti talora deboli livelli lignitiferi (villafranchiano);
- fl<sub>m</sub>**: depositi fluviali costituenti i lembi relitti delle antiche conoidi della Dora Riparia e della Stura di Lanzo (fluviale mindel);

DR. GEOL. MAURIZIO CANEPA IDROGEOLOGIA GEOTECNICA GEOLOGIA AMBIENTALE CAVE E MINIERE

**fg**: depositi ghiaioso – sabbiosi con paleosuolo rosso – arancio, per lo più terrazzati, corrispondenti al livello fondamentale dell’alta pianura, raccordantisi con le cerchie moreniche rissiane (fluvioglaciale riss);

**a<sup>1</sup>**: alluvioni ghiaioso sabbiose postglaciali, ricoprenti in parte i precedenti depositi del fluviale – fluvioglaciale Wurmiano (alluvioni antiche);

**a<sup>2</sup>**: depositi ghiaiosi con lenti sabbioso argillose, fiancheggianti i principali corsi d’acqua, talora debolmente terrazzati, anche attualmente inondabili (alluvioni medio – recenti);

**a<sup>3</sup>**: alluvioni ghiaioso – sabbiose recenti ed attuali.

I primi terreni sono geneticamente connessi con l’attività torrentizia della Stura di Lanzo che ha depositato l’ingente quantità di depositi terrigeni (essenzialmente ghiaie con intercalazioni e lenti di sabbie) successivamente incisa dagli scolatoi che traggono alimentazione in bacini imbriferi localizzati esclusivamente sulla conoide stessa, oppure in parte anche nei rilievi collinari che sovrastano la zona apicale della conoide stessa nella zona di Balangero (ad es. T. Fisca).

Tuttavia la maggior parte del territorio di Volpiano, è impostata in gran parte sui depositi fluviali rissiani di rimaneggiamento dei più vecchi depositi fluvioglaciali mindeliani e, in misura minore, sulle alluvioni recenti, medio recenti ed attuali connesse al T. Malone.

Il limite tra i depositi fluvioglaciali rissiani e le alluvioni più antiche del T. Malone risulta individuabile sulla base di evidenze morfologiche (essenzialmente orlo di terrazzo), ma, a volte, tale limite risulta di più difficile individuazione, soprattutto dove le pratiche agricole hanno portato ad un rimodellamento generalizzato della superficie topografica.

Il sito oggetto della presente relazione si trova ca. 1.6 km a nord del cimitero comunale, dove la Regione Piemonte ha fatto trivellare un piezometro nell’acquifero superficiale per il monitoraggio dei livelli piezometrici e della qualità delle acque. La stratigrafia di tale piezometro è riportata in Figura 2 e viene riassunta nel seguito:

| Prof. da<br>– a (m) | Terreno   |
|---------------------|---|
| 0.0 – 3.2           | Sabbia debolmente limosa marrone con ghiaia e ciottoli poligenici subarrotondati                |
| 3.2 – 3.3           | Limo sabbioso   |
| 3.3 – 4.7           | Ghiaia e ciottoli poligenici, sub arrotondati in matrice sabbiosa, localmente debolmente limosa |
| 4.7 –<br>11.5       | Ghiaia e ciottoli poligenici sub arrotondati in matrice sabbioso limosa                         |
| 11.5 –<br>12.7      | Trovanti  |
| 12.7 –<br>15.5      | Ghiaia e ciottoli poligenici sub arrotondati in matrice sabbiosa, localmente debolmente limosa  |
| 15.5 –<br>16.0      | Limo sabbioso   |
| 16.0 –<br>20.0      | Sabbia limosa marrone chiaro oca con ghiaia e ciottoli poligenici subarrotondati                |

DR. GEOL. MAURIZIO CANEPA IDROGEOLOGIA GEOTECNICA GEOLOGIA AMBIENTALE CAVE E MINIERE

Talora i depositi fluvio glaciali sono caratterizzati da un livello sommitale costituito da limi argillosi potenti in genere ca. 1.0 – 2.0 m.

La stratigrafia del piezometro mette in evidenza una potente successione prevalentemente ghiaiosa con ciottoli che si estende da piano campagna sino a 15.5 m. Al di sotto di tale profondità inizia una sequenza a granulometria più fine che esordisce con un livello a grana fine (limo sabbioso) e che può essere ascritta ai depositi fluvio – lacustri “Villafranchiani”.

DR. GEOL. MAURIZIO CANEPA IDROGEOLOGIA GEOTECNICA GEOLOGIA AMBIENTALE CAVE E MINIERE

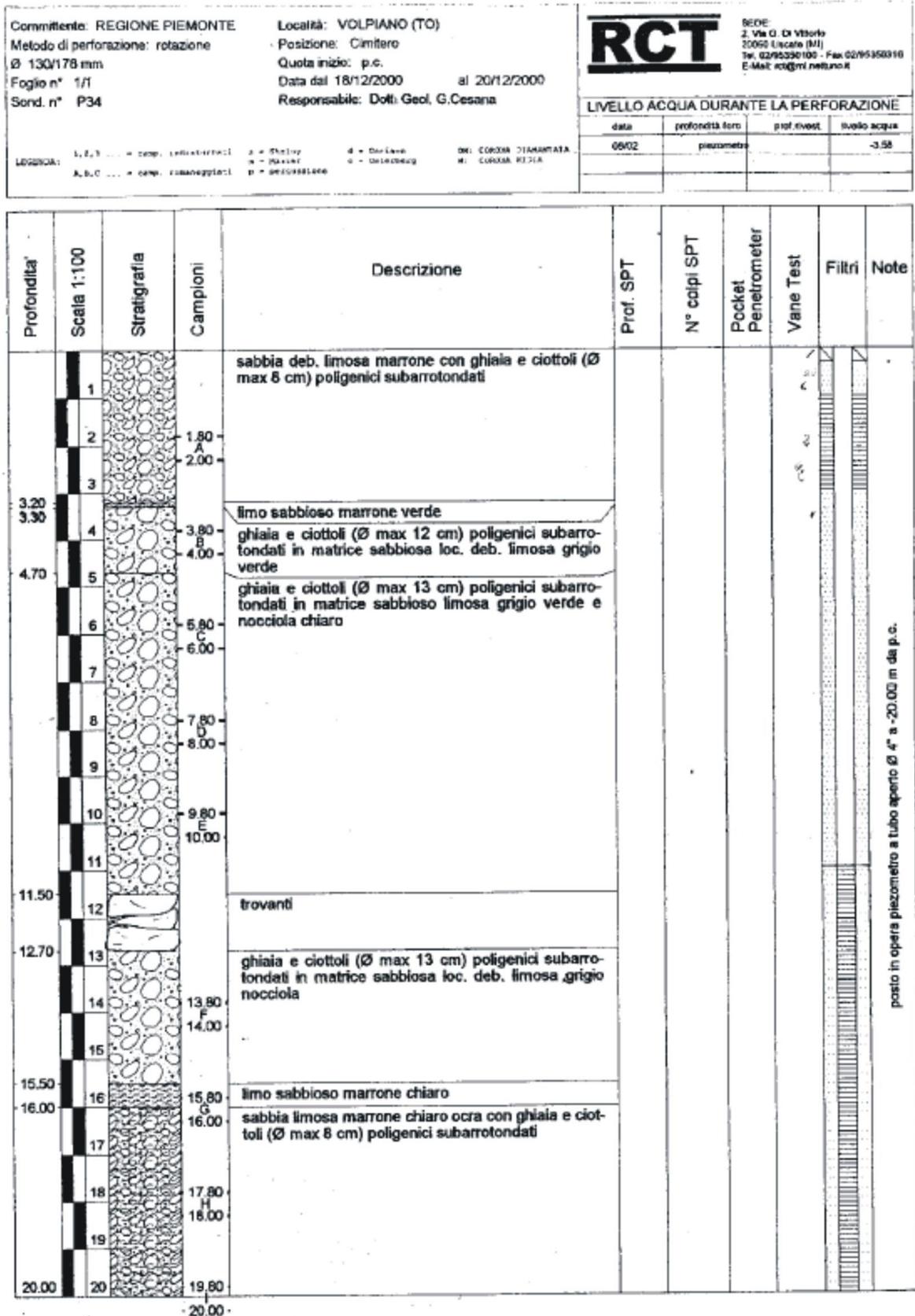


Figura 2: stratigrafia del piezometro della Regione Piemonte situato presso il cimitero comunale di Volpiano

## 2.2. Idrogeologia

L'assetto idrogeologico della zona è organizzato in funzione della ripartizione verticale ed orizzontale dei terreni che presentano gradi di permeabilità variabili.

In generale è possibile ricostruire il seguente assetto idrogeologico:

falda freatica superficiale: permea i depositi ghiaioso – ciottolosi afferenti indifferentemente al fluvioglaciale / fluviale mindel, riss e i depositi alluvionali antichi, recenti ed attuali dei corsi d'acqua. Nonostante sia possibile una ripartizione verticale in livelli discontinui aventi una permeabilità differente gli uni dagli altri, l'acquifero può venire, a grande scala, considerato omogeneo, anche se la definizione più corretta per esso è quella di acquifero semiconfinato a strato conduttore.

Inferiormente la ripartizione dei livelli acquiferi segue fedelmente la stratificazione di livelli impermeabili (o scarsamente permeabili, argille e limi argillosi) e livelli permeabili (sabbie e ghiaie). Il grado di confinamento è variabile in funzione della continuità laterale dei livelli impermeabili. Ad una continuità laterale significativa si accompagna una effettiva difficoltà al mescolamento dei livelli acquiferi. Tale continuità, consente di ipotizzare un grado di protezione sicuramente elevato (e quindi di bassa vulnerabilità all'inquinamento) dei livelli acquiferi più profondi. Per quanto riguarda i livelli più superficiali, a quanto noto allo scrivente da dati in possesso in zone geologicamente e idrogeologicamente confrontabili con quella in esame, è verosimile ipotizzare un'alimentazione anche a carico della falda freatica, come dimostrato dalla notevole risalienza talora mostrata dalla prima falda villafranchiana che si trova in semiequilibrio piezometrico con la freatica.

Per quanto attiene la direzione di deflusso della falda freatica si riporta quanto indicato da Accotto<sup>1</sup> (v. Figura 3), che ha ricostruito una direzione di deflusso da WSW verso ENE, con un gradiente pari a ca. il 6.6 ‰. La zona, nel vigente PRGC di Volpiano, non è compresa tra quelle perimetrata come “settori caratterizzati da soggiacenza della falda minore di 2 m”. Sulla base della ricostruzione piezometrica eseguita dal collega, considerando che il piano campagna dell'area sia posto ad una quota di ca. 216 m s.l.m. e una quota piezometrica di ca. 212 m s.l.m., si ottiene una soggiacenza di ca. 4 m. Naturalmente è verosimile aspettarsi che, in occasione di periodi piovosi prolungati il livello di falda possa risalire indicativamente almeno di 2 m ca. Tuttavia non essendo previste opere interrato e/o semi interrato, si escludono possibili interferenze significative con l'opera in progetto.

---

<sup>1</sup> Da A. Accotto: studio geologico allegato al vigente P.R.G.C. – Variante strutturale n. 6

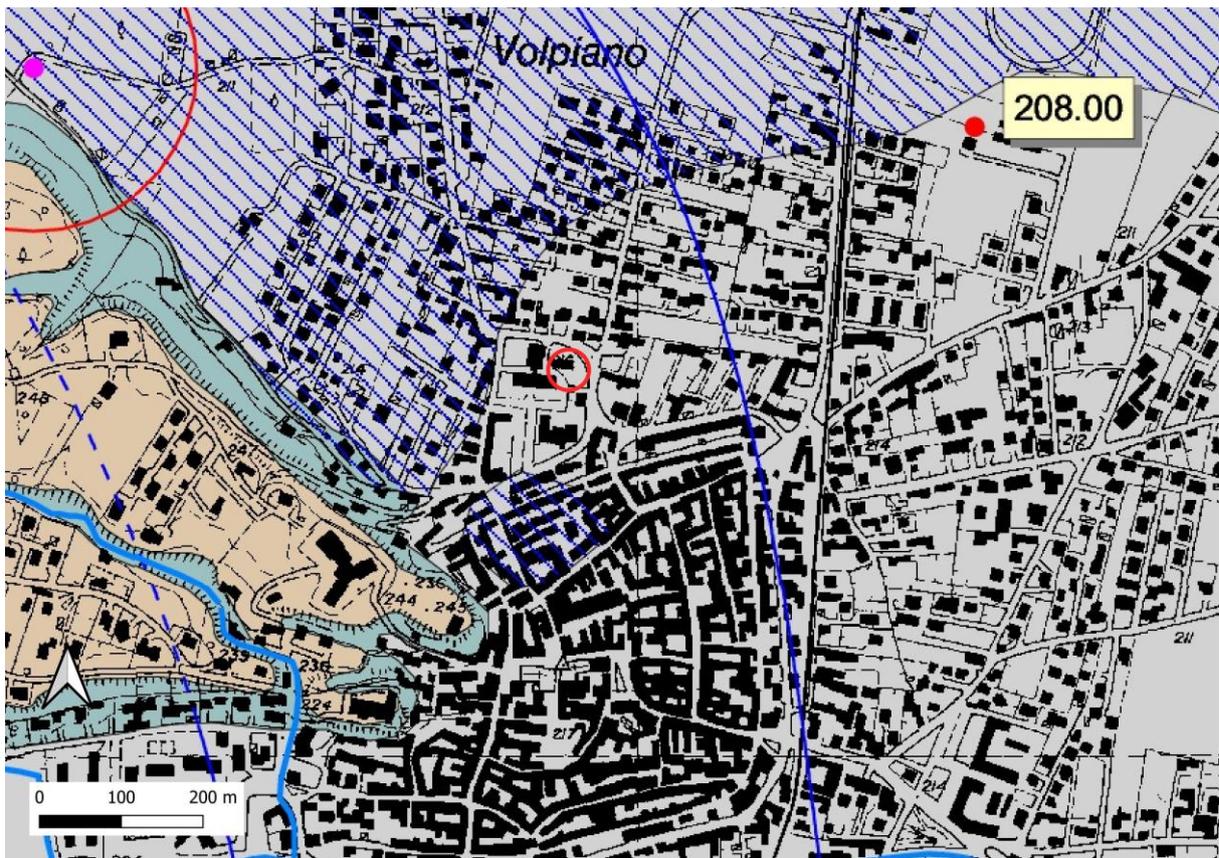


Figura 3: stralcio della carta idrogeologica allegata al P.R.G.C. (non in scala)

### 2.3. Analisi del rischio geomorfologico (sintesi dati da PRGC Comune di Volpiano)

La morfologia del territorio comunale fa sì che i principali e più importanti elementi di rischio geomorfologico siano rappresentati dall'attività fluviale e torrentizia dei corsi d'acqua che lo solcano. Questi, in ordine di importanza sono:

- il T. Malone;
- il T. Bendola;
- il Rio San Giovanni;
- il Rio Ritano.

Tutti i corsi d'acqua hanno una direzione di sviluppo approssimativa est – ovest, con un verso di scorrimento da ovest verso est.

Dalla tavola 6g “*Carta dell’evento alluvionale del novembre 1994*” allegata al P.R.G.C. del comune di Volpiano<sup>2</sup>, si rileva che la zona di intervento non è stata interessata da fenomeni di esondazione connessi con il reticolato idrografico che solca l’areale di Volpiano (v. Figura 4). L’area ricade totalmente in classe di pericolosità I (v. Figura 5). In questa classe valgono le prescrizioni previste per la classe I: (...)Rispetto del D.M. 11/03/88 – **oggi sostituito dalle NTC 2018** – in particolare per quanto riguarda il punto C (opere di fondazione) e G (stabilità dei fronti di scavo); eventuale attenzione alla massima risalita della superficie piezometrica.(...)

<sup>2</sup> Da A. Accotto: studio geologico allegato al vigente P.R.G.C. – Variante strutturale n. 6

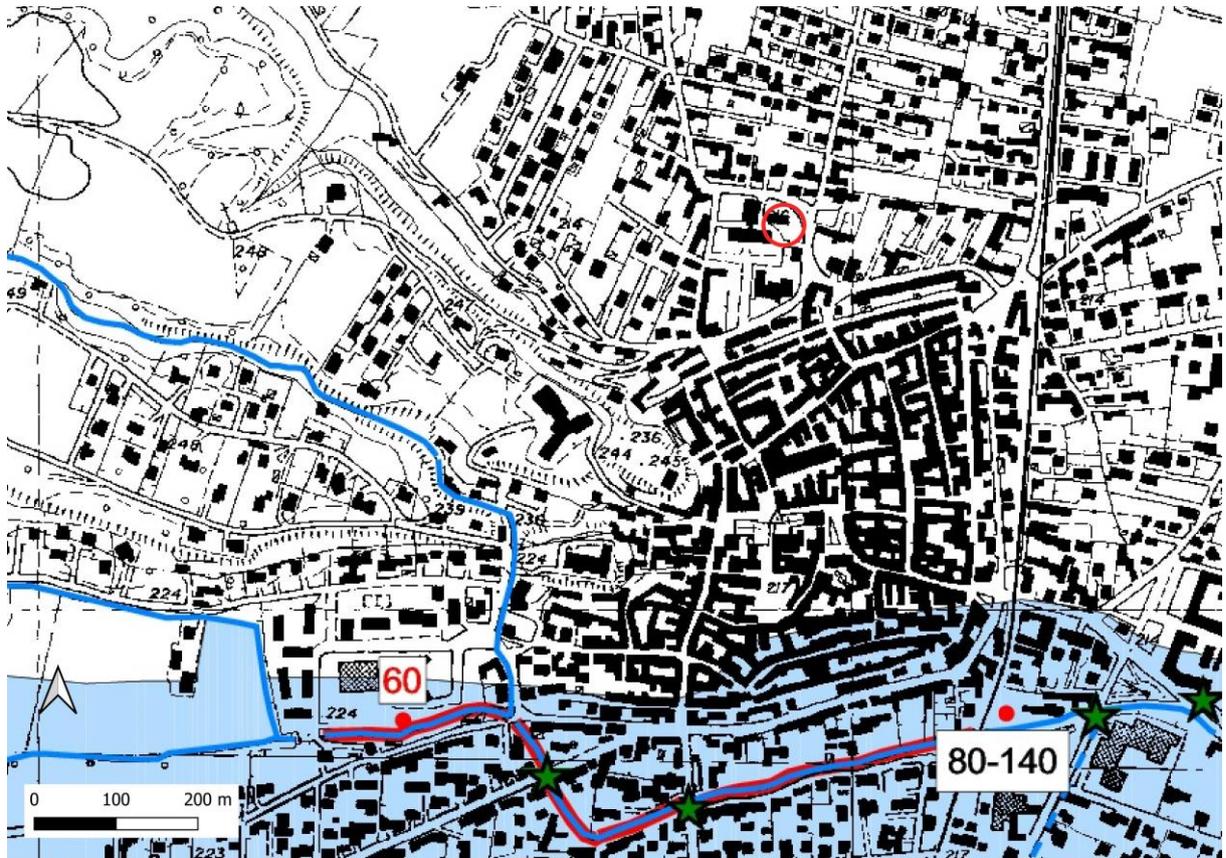


Figura 4: stralcio della carta degli effetti dell'evento alluvionale del novembre 1994 allegata al vigente P.R.G.C.del Comune di Volpiano

DR. GEOL. MAURIZIO CANEPA IDROGEOLOGIA GEOTECNICA GEOLOGIA AMBIENTALE CAVE E MINIERE

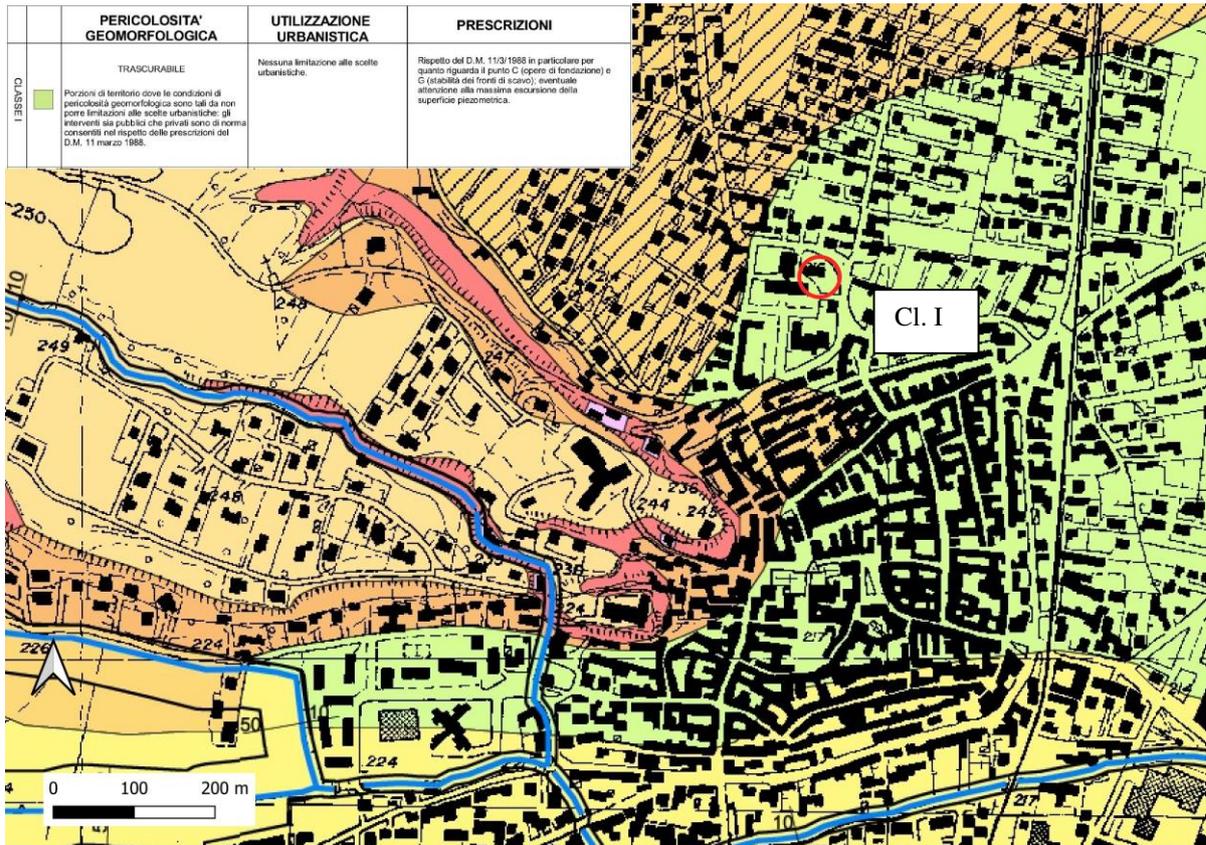


Figura 5: stralcio della Carta di Sintesi allegata al P.R.G.C. del comune di Volpiano

### 3. RELAZIONE GEOTECNICA (CARATTERIZZAZIONE FISICO MECCANICA DEL SOTTOSUOLO) - LITOSTRATIGRAFIA DI DETTAGLIO E DEDUZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI

La caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione è stata eseguita tramite l'esecuzione di n. 3 prove penetrometriche continue da superficie. Inoltre sono stati eseguiti due scavi geognostici dove è stato prelevato il terreno da sottoporre a successive analisi di laboratorio chimico per definire le modalità di smaltimento del terreno di scavo risultante dalla realizzazione delle nuove fondazioni.

La profondità degli scavi è stata limitata ai primi 1.20 m di terreno, considerando che la caratterizzazione geotecnica dei livelli più profondi sarebbe stata eseguita tramite le prove penetrometriche.

L'ubicazione delle prove è riportata Figura 6.



**Figura 6: ubicazione delle prove geognostiche**

Le stratigrafie nei due scavi sono le seguenti:

### **SC1**

Da piano campagna sino a 0.90 m: terreno di riporto mediamente addensato costituito da ciottoli di fiume in matrice sabbioso – limosa con frammenti di mattoni;

da 0.90 a 1.20 m: limi sabbiosi scarsamente addensati, autoctoni.

### **SC2**

Da piano campagna sino a 0.90 m: terreno di riporto con ciottoli di fiume, misto a ghiaia, passante a terreno limoso con frammenti di mattoni;

da 0.90 a 1.20 m: limi sabbiosi scarsamente addensati, autoctoni.

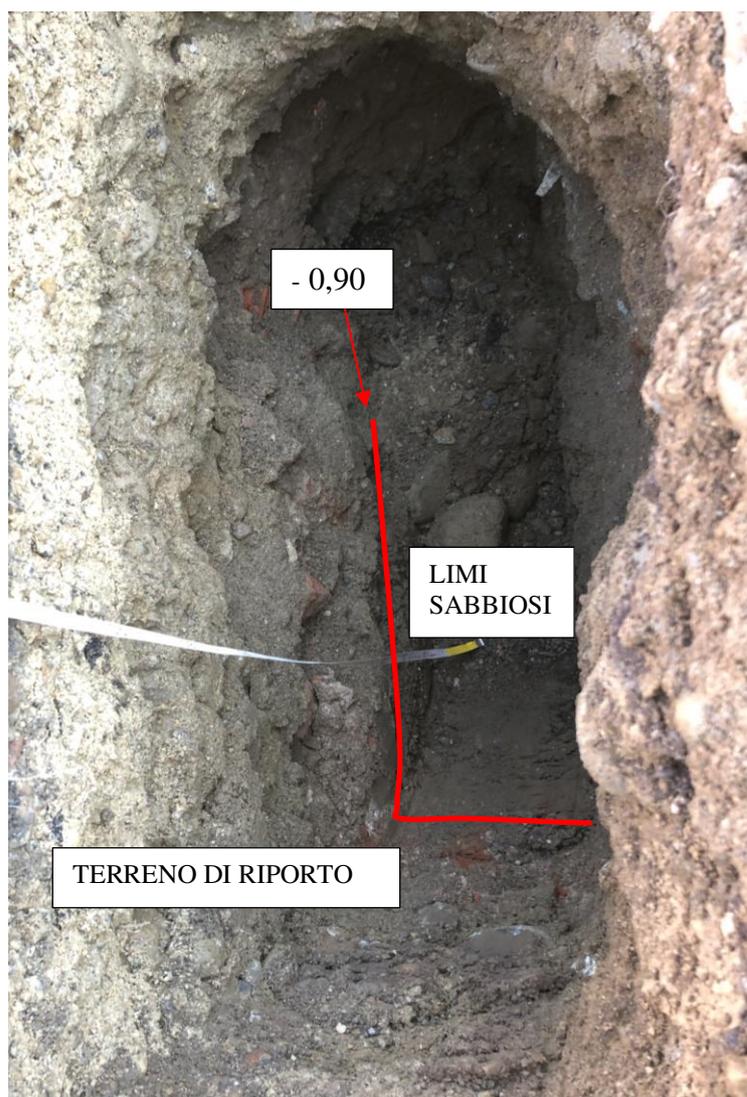


Foto 1: SC1



Foto 2: SC2

**Figura 7: lo scavo geognostico eseguito presso la piscina comunale**

Le 3 prove penetrometriche continue da superficie sono state eseguite con penetrometro mod. Pagani superpesante.



**Figura 8: posizionamento del penetrometro per l'esecuzione della seconda prova**

Lo strumento utilizzato per l'esecuzione delle prove è descritto nel seguito:

| CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO DINAMICO<br>"PAGANI 63/100" |                       |
|---|-----------------------|
| Peso massa battente   | 73 kg                 |
| Altezza di caduta libera  | 0,75 m                |
| Diametro punta conica   | 51,00 mm              |
| Area di base della punta  | 20,43 cm <sup>2</sup> |
| Angolo di apertura della punta                                    | 60°                   |
| Lunghezza delle aste  | 1,00 m                |
| Peso di 1 asta  | 6.31 Kg/m             |
| Avanzamento punta   | 0,30 m                |
| Numero colpi  | N <sub>(30)</sub>     |
| Lavoro specifico per colpo  | 265 KJ/m <sup>2</sup> |
| Norma di riferimento  | A.G.I. 1977           |

**Figura 9: Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-200 PAGANI**

I penetrogrammi sono riportati nel seguito.

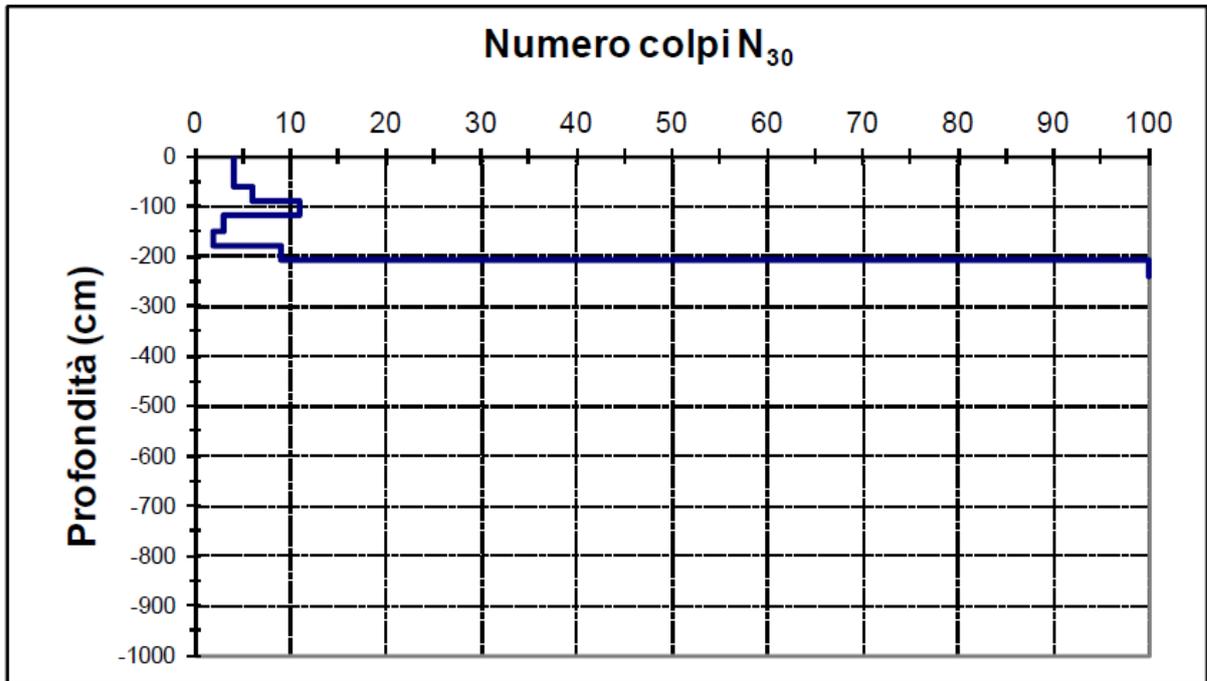


Figura 10: la prima prova penetrometrica realizzata presso la piscina (DPSH2)

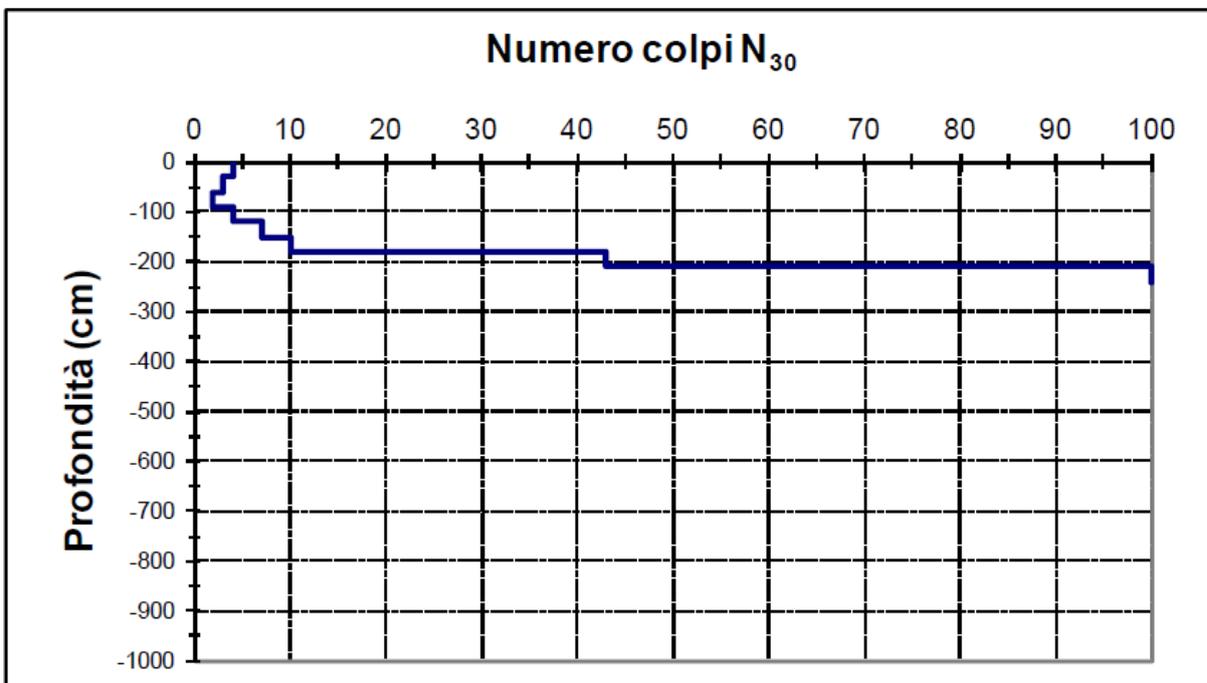


Figura 11: la seconda prova penetrometrica realizzata presso la piscina comunale (DPSH3)

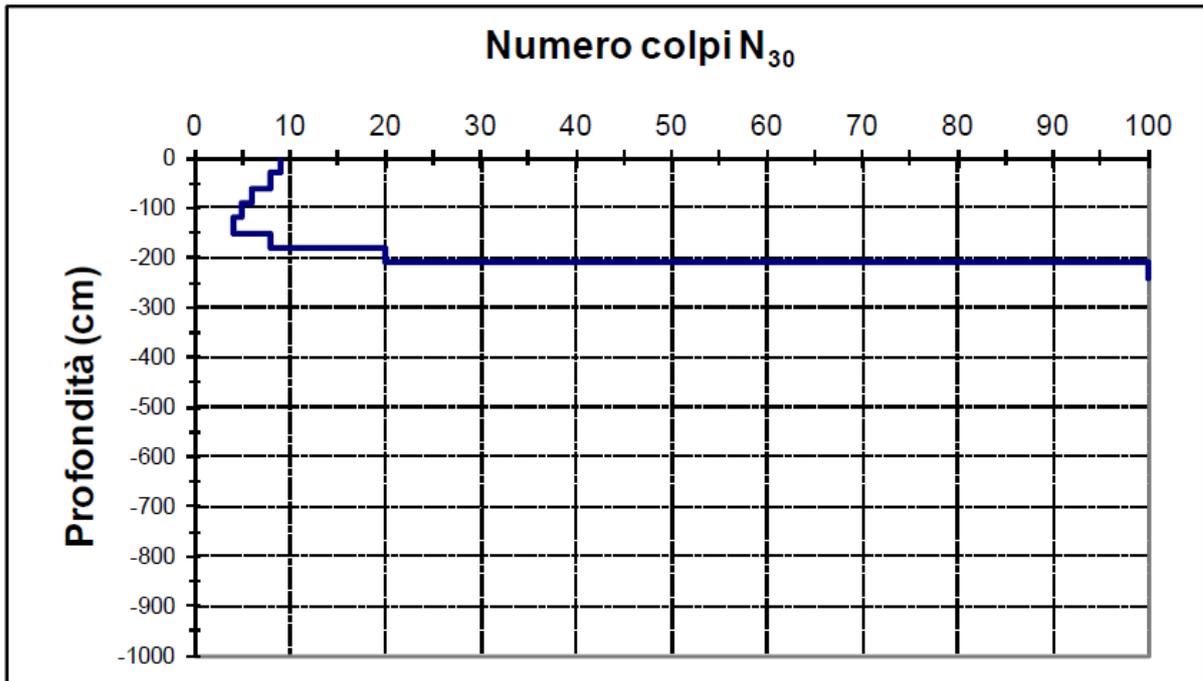


Figura 12: la prova penetrometrica DPSH3

Le tre prove evidenziano la presenza di terreni geotecnicamente scadenti per i primi 2 m di profondità, raggiunti i quali le prove non hanno potuto essere proseguite a causa della consistenza del terreno che ha portato al rifiuto all'infissione delle aste.

La prova DPSH3 è stata condotta in prossimità allo scavo SC1 per poter verificare il comportamento geotecnico dei primi 90 cm di terreno di riporto. Questo è caratterizzato da livelli di resistenza medio bassi, che denotano un leggero maggior grado di addensamento rispetto ai limi sottostanti.

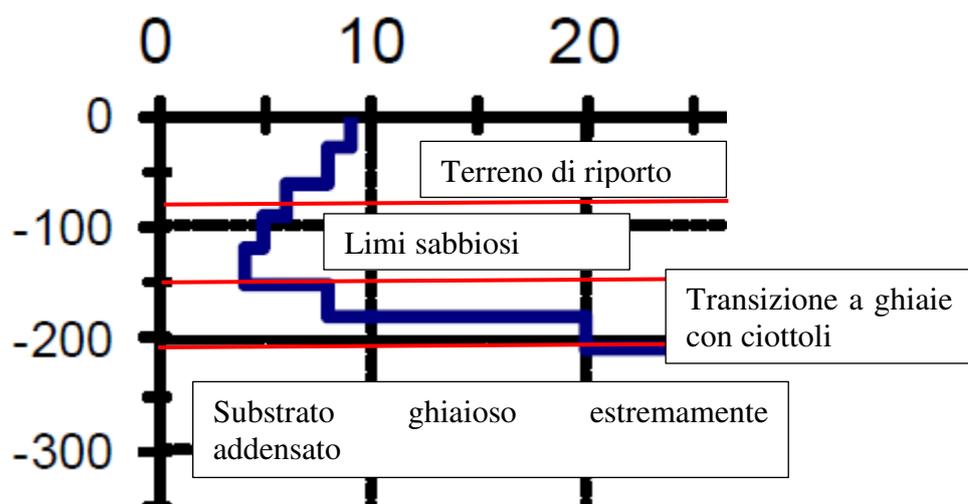


Figura 13: ingrandimento del penetrogramma della prova DPSH3

L'interpretazione basata sull'andamento della resistenza con la profondità porta a una ricostruzione differente per le prove DPSH1 e DPSH3 dalla prova DPSH2:

Per la prova DPSH2 si evidenzia un modello a 2 strati:

- 1) un primo strato a scarsa consistenza costituito da limi debolmente sabbiosi;
- 2) un secondo strato costituito da un insieme di ciottoli immersi in matrice ghiaioso – sabbiosa debolmente limosa e caratterizzata da un elevato grado di addensamento.

Per le prove DPSH1 e DPSH3 è possibile invece evidenziare un modello a tre strati nel quale a quelli riconosciuti con l'altra prova, si aggiunge il livello superficiale di materiale di riporto.

### 1.1 Determinazione dei parametri geotecnici

La determinazione dei parametri geotecnici è stata eseguita tramite il software Geostru “Dynamic Probing”. Nel seguito si espone la teoria alla base dell'interpretazione delle prove.

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'inghiottire nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi d) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura  $\alpha$ )
- avanzamento (penetrazione) d
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL)
- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESANTE (DPH)
- tipo SUPERPESANTE (DPSH)

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

| Tipo | Sigla di riferimento | peso della massa M (kg) | prof.max battente (m) | indagine |
|------|----------------------|-------------------------|-----------------------|----------|
|      |                      |                         |                       |          |

DR. GEOL. MAURIZIO CANEPA IDROGEOLOGIA GEOTECNICA GEOLOGIA AMBIENTALE CAVE E MINIERE

|                             |              |          |       |
|-----------------------------|--------------|----------|-------|
| Leggero                     | DPL (Light)  | M £10    | 8     |
| Medio                       | DPM (Medium) | 10<M <40 | 20-25 |
| Pesante                     | DPH (Heavy)  | 40£M <60 | 25    |
| Super pesante (Super Heavy) | DPSH         | M³60     | 25    |

### Penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE) massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento d = 10 cm, punta conica (a=60-90°), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE) massa battente M = 20 kg, altezza di caduta H=0.20 m, avanzamento d = 10 cm, punta conica (a= 60-90°), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE) massa battente M = 73 kg, altezza di caduta H=0.75 m, avanzamento d=30 cm, punta conica (a = 60°), diametro D = 50.8 mm, area base cono A=20.27 cm² rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;
- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA) massa battente M=63.5 kg, altezza caduta H=0.75 m, avanzamento d=20-30 cm, punta conica conica (a = 60°-90°) diametro D = 50.5 mm, area base cono A = 20 cm², rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

### Correlazione con N<sub>spt</sub>

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N<sub>spt</sub> ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di riportare il numero di colpi di una prova dinamica con N<sub>spt</sub>. Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = bt N$$

Dove:

**Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.**

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q<sub>spt</sub> è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

**Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.**

in cui

- M = peso massa battente;
- M' = peso aste;
- H = altezza di caduta;
- A = area base punta conica;
- d = passo di avanzamento.

### Valutazione resistenza dinamica alla punta R<sub>pd</sub>

Formula Olandese

Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.

Rpd = resistenza dinamica punta (area A);  
 e = infissione media per colpo (d/ N);  
 M = peso massa battente (altezza caduta H);  
 P = peso totale aste e sistema battuta.

### Calcolo di (N 1)60

(N1)60 è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$(N1)60 = CN \times N60$  con  $CN = \frac{1}{\sqrt{Pa/s'vo}}$   $CN < 1.7$   $Pa = 101.32 \text{ kPa}$  (Liao e Whitman 1986)

$N60 = NSPT \times (ER/60) \times Cs \times Cr \times Cd$

ER/60: Rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.

Cs: Parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).

Cd: Funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).

Cr: Parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

### Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Permette inoltre 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 delle resistenza alla punta.

### Valutazioni statistiche e correlazioni

#### Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono:

#### **Media**

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Media minima**

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Massimo**

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Minimo**

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Scarto quadratico medio**

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Media deviata**

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Media + s**

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Media - s**

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Distribuzione normale R.C.**

Il valore di  $N_{spt,k}$  viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

**Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.**

dove  $s_{Nspt}$  è la deviazione standard di  $N_{spt}$

**Distribuzione normale R.N.C.**

Il valore di  $N_{spt,k}$  viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di  $N_{spt}$  distribuiti normalmente:

**Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.**

dove  $n$  è il numero di letture.

**Pressione ammissibile**

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 mt. ed immersione  $d = 1$  mt..

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

**Liquefazione**

Permette di calcolare utilizzando dati  $N_{spt}$  il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di SHI-MING (1982), applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se  $N_{spt}$  dello strato considerato risulta inferiore a  $N_{spt}$  critico calcolato con l'elaborazione di SHI-MING.

Correzione  $N_{spt}$  in presenza di falda

$$N_{spt} \text{ corretto} = 15 + 0.5 \times (N_{spt} - 15)$$

$N_{spt}$  è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda) .

**Angolo di Attrito**

Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica

DR. GEOL. MAURIZIO CANEPA IDROGEOLOGIA GEOTECNICA GEOLOGIA AMBIENTALE CAVE E MINIERE

---

molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)

Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).

Sowers 1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda)  $s > 5$  t/mq.

De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .

Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m. e per valori di angolo di attrito < 38° ).

Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.

Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $s > 15$  t/mq.

Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONALE RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose .

Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $s > 15$  t/mq.

Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.

Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

### **Densità relativa (%)**

Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Meyerhof (1957).

Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC , metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

### **Modulo Di Young (Ey)**

Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.

Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici .

Schultze-Menzenbach , correlazione valida per vari tipi litologici.

D'Appollonia ed altri (1970) , correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia

Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

### **Modulo Edometrico**

Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

Buisman-Sanglerat , correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.

Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).

DR. GEOL. MAURIZIO CANEPA IDROGEOLOGIA GEOTECNICA GEOLOGIA AMBIENTALE CAVE E MINIERE

Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

**Stato di consistenza**

Classificazione A.G.I. 1977

**Peso di Volume Gamma**

Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

**Peso di volume saturo**

Terzaghi-Peck 1948-1967

**Modulo di poisson**

Classificazione A.G.I.

**Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)**

Seed-Idriss 1978-1981. Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio  $t$  e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

**Velocità onde di taglio  $V_s$  (m/sec)**

Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

**Modulo di deformazione di taglio (G)**

Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.

Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

**Modulo di reazione ( $K_0$ )**

Navfac 1971-1982 - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso .

**Resistenza alla punta del Penetrometro Statico ( $Q_c$ )**

Robertson 1983  $Q_c$

Correlazioni geotecniche terreni coesivi

**Coesione non drenata**

Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA 1983.

Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con  $N_{spt} < 8$  , argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.

Terzaghi-Peck (1948).  $C_u$  min-max.

Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività  $> 5$ , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.

Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche  $< 10$  colpi, per resistenze penetrometriche  $> 10$  l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.

DR. GEOL. MAURIZIO CANEPA IDROGEOLOGIA GEOTECNICA GEOLOGIA AMBIENTALE CAVE E MINIERE

(U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , (Cu-Nspt-grado di plasticità).

Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille** e **limi argillosi** con  $N_c=20$  e  $Q_c/N_{spt}=2$ .

Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .

Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata Cu (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità .

Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.

Shioi-Fukuni 1982 , valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.

Begemann.

De Beer.

### **Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Qc)**

Robertson 1983 Qc

### **Modulo Edometrico-Confinato (Mo)**

Stroud e Butler (1975) - per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.

Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ) - da esperienze su argille glaciali .

Vesic (1970) correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).

Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato -Mo (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto  $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$ ).

Buisman- Sanglerat, valida per argille compatte (  $N_{spt} < 30$ ) medie e molli (  $N_{spt} < 4$ ) e argille sabbiose ( $N_{spt}=6-12$ ).

### **Modulo Di Young (EY)**

Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P.  $> 15$

D'Appollonia ed altri (1983) - correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

### **Stato di consistenza**

Classificazione A.G.I. 1977

### **Peso di Volume**

Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

### **Peso di volume saturo**

Meyerhof ed altri.

### **STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA dpsh1**

#### **TERRENI INCOERENTI I**

Densità relativa

| Descrizione  | Nspt  | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione  | Densità relativa (%) |
|--------------|-------|------------------|----------------------------------|---------------|----------------------|
| [1] - Strato | 11.88 | 1.20             | 11.88                            | Meyerhof 1957 | 80.88                |

DR. GEOL. MAURIZIO CANEPA IDROGEOLOGIA GEOTECNICA GEOLOGIA AMBIENTALE CAVE E MINIERE

|              |       |      |       |               |       |
|--------------|-------|------|-------|---------------|-------|
| [2] - Strato | 2.88  | 1.80 | 2.88  | Meyerhof 1957 | 36.66 |
| [3] - Strato | 10.35 | 2.10 | 10.35 | Meyerhof 1957 | 67.09 |

Angolo di resistenza al taglio

| Descrizione  | Nspt  | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione                                  | Angolo d'attrito (°) |
|--------------|-------|------------------|----------------------------------|---|----------------------|
| [1] - Strato | 11.88 | 1.20             | 11.88                            | Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) | 28.35                |
| [2] - Strato | 2.88  | 1.80             | 2.88                             | Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) | 21.57                |
| [3] - Strato | 10.35 | 2.10             | 10.35                            | Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) | 27.46                |

Modulo Edometrico

| Descrizione  | Nspt  | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione                      | Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------|-------|------------------|----------------------------------|-----------------------------------|---|
| [1] - Strato | 11.88 | 1.20             | 11.88                            | Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia) | 51.87                                   |
| [2] - Strato | 2.88  | 1.80             | 2.88                             | Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia) | 33.38                                   |
| [3] - Strato | 10.35 | 2.10             | 10.35                            | Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia) | 48.72                                   |

Classificazione AGI

| Descrizione  | Nspt  | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione                | Classificazione AGI     |
|--------------|-------|------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| [1] - Strato | 11.88 | 1.20             | 11.88                            | Classificazione A.G.I. 1977 | MODERATAMENTE ADDENSATO |
| [2] - Strato | 2.88  | 1.80             | 2.88                             | Classificazione A.G.I. 1977 | SCIOLTO                 |
| [3] - Strato | 10.35 | 2.10             | 10.35                            | Classificazione A.G.I. 1977 | MODERATAMENTE ADDENSATO |

Peso unità di volume

| Descrizione  | Nspt  | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione      | Gamma (t/m <sup>3</sup> ) |
|--------------|-------|------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------------|
| [1] - Strato | 11.88 | 1.20             | 11.88                            | Meyerhof ed altri | 1.79                      |
| [2] - Strato | 2.88  | 1.80             | 2.88                             | Meyerhof ed altri | 1.44                      |
| [3] - Strato | 10.35 | 2.10             | 10.35                            | Meyerhof ed altri | 1.74                      |

Peso unità di volume saturo

| Descrizione  | Nspt  | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione            | Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> ) |
|--------------|-------|------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| [1] - Strato | 11.88 | 1.20             | 11.88                            | Terzaghi-Peck 1948-1967 | 1.93                             |
| [2] - Strato | 2.88  | 1.80             | 2.88                             | Terzaghi-Peck 1948-1967 | 1.87                             |
| [3] - Strato | 10.35 | 2.10             | 10.35                            | Terzaghi-Peck 1948-1967 | 1.92                             |

Modulo di Poisson

DR. GEOL. MAURIZIO CANEPA IDROGEOLOGIA GEOTECNICA GEOLOGIA AMBIENTALE CAVE E MINIERE

| Descrizione  | Nspt  | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Poisson |
|--------------|-------|------------------|----------------------------------|--------------|---------|
| [1] - Strato | 11.88 | 1.20             | 11.88                            | (A.G.I.)     | 0.33    |
| [2] - Strato | 2.88  | 1.80             | 2.88                             | (A.G.I.)     | 0.35    |
| [3] - Strato | 10.35 | 2.10             | 10.35                            | (A.G.I.)     | 0.33    |

Modulo di reazione Ko

| Descrizione  | Nspt  | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione     | Ko   |
|--------------|-------|------------------|----------------------------------|------------------|------|
| [1] - Strato | 11.88 | 1.20             | 11.88                            | Navfac 1971-1982 | 2.50 |
| [2] - Strato | 2.88  | 1.80             | 2.88                             | Navfac 1971-1982 | 0.48 |
| [3] - Strato | 10.35 | 2.10             | 10.35                            | Navfac 1971-1982 | 2.18 |

PROVA ... DPSH2

Strumento utilizzato... PAGANI TG73-200 (Superpesante)  
 Prova eseguita in data 18/11/2022  
 Profondità prova 2.10 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

| Profondità (m) | Nr. Colpi | Calcolo coeff. riduzione sonda Chi | Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----------------|-----------|------------------------------------|---|-------------------------------------|--|--|
| 0.30           | 4         | 0.853                              | 26.92                                       | 31.57                               | 1.35   | 1.58   |
| 0.60           | 3         | 0.847                              | 20.05                                       | 23.68                               | 1.00   | 1.18   |
| 0.90           | 2         | 0.842                              | 11.98                                       | 14.23                               | 0.60   | 0.71   |
| 1.20           | 4         | 0.836                              | 23.81                                       | 28.47                               | 1.19   | 1.42   |
| 1.50           | 7         | 0.831                              | 41.41                                       | 49.82                               | 2.07   | 2.49   |
| 1.80           | 10        | 0.826                              | 58.81                                       | 71.17                               | 2.94   | 3.56   |
| 2.10           | 43        | 0.622                              | 190.23                                      | 306.02                              | 9.51   | 15.30  |

| Prof. Strato (m) | NPDM | Rd (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Tipo       | Clay Fraction (%) | Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> ) | Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> ) | Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Coeff. di correlaz. con Nspt | Nspt  | Descrizione |
|------------------|------|--------------------------|------------|-------------------|--|---|---|------------------------------|-------|-------------|
| 1.5              | 4    | 29.55                    | Incoerente | 0                 | 1.52                                     | 1.88  | 0.11                                    | 1.15                         | 4.6   | Strato      |
| 2.1              | 26.5 | 188.59                   | Incoerente | 0                 | 2.14                                     | 2.5   | 0.29                                    | 1.15                         | 30.47 | Strato      |

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH2**

**TERRENI INCOERENTI I**

Densità relativa

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato | Nspt corretto per | Correlazione | Densità relativa |
|-------------|------|--------------|-------------------|--------------|------------------|
|-------------|------|--------------|-------------------|--------------|------------------|

DR. GEOL. MAURIZIO CANEPA IDROGEOLOGIA GEOTECNICA GEOLOGIA AMBIENTALE CAVE E MINIERE

|              |       | (m)  | presenza falda |               | (%)   |
|--------------|-------|------|----------------|---------------|-------|
| [1] - Strato | 4.6   | 1.50 | 4.6            | Meyerhof 1957 | 49.92 |
| [2] - Strato | 30.47 | 2.10 | 30.47          | Meyerhof 1957 | 100   |

Angolo di resistenza al taglio

| Descrizione  | Nspt  | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione                                  | Angolo d'attrito (°) |
|--------------|-------|------------------|----------------------------------|---|----------------------|
| [1] - Strato | 4.6   | 1.50             | 4.6                              | Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) | 23.31                |
| [2] - Strato | 30.47 | 2.10             | 30.47                            | Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) | 36.38                |

Modulo Edometrico

| Descrizione  | Nspt  | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione                      | Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------|-------|------------------|----------------------------------|-----------------------------------|---|
| [1] - Strato | 4.6   | 1.50             | 4.6                              | Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia) | 36.91                                   |
| [2] - Strato | 30.47 | 2.10             | 30.47                            | Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia) | 90.05                                   |

Classificazione AGI

| Descrizione  | Nspt  | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione                | Classificazione AGI |
|--------------|-------|------------------|----------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| [1] - Strato | 4.6   | 1.50             | 4.6                              | Classificazione A.G.I. 1977 | POCO ADDENSATO      |
| [2] - Strato | 30.47 | 2.10             | 30.47                            | Classificazione A.G.I. 1977 | ADDENSATO           |

Peso unità di volume

| Descrizione  | Nspt  | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione      | Gamma (t/m <sup>3</sup> ) |
|--------------|-------|------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------------|
| [1] - Strato | 4.6   | 1.50             | 4.6                              | Meyerhof ed altri | 1.52                      |
| [2] - Strato | 30.47 | 2.10             | 30.47                            | Meyerhof ed altri | 2.14                      |

Peso unità di volume saturo

| Descrizione  | Nspt  | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione            | Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> ) |
|--------------|-------|------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| [1] - Strato | 4.6   | 1.50             | 4.6                              | Terzaghi-Peck 1948-1967 | 1.88                             |
| [2] - Strato | 30.47 | 2.10             | 30.47                            | Terzaghi-Peck 1948-1967 | 2.50                             |

Modulo di Poisson

| Descrizione  | Nspt  | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Poisson |
|--------------|-------|------------------|----------------------------------|--------------|---------|
| [1] - Strato | 4.6   | 1.50             | 4.6                              | (A.G.I.)     | 0.34    |
| [2] - Strato | 30.47 | 2.10             | 30.47                            | (A.G.I.)     | 0.29    |

Modulo di reazione Ko

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Ko |
|-------------|------|------------------|----------------------------------|--------------|----|
|             |      |                  |                                  |              |    |

DR. GEOL. MAURIZIO CANEPA IDROGEOLOGIA GEOTECNICA GEOLOGIA AMBIENTALE CAVE E MINIERE

|              |       |      |       |                  |      |
|--------------|-------|------|-------|------------------|------|
| [1] - Strato | 4.6   | 1.50 | 4.6   | Navfac 1971-1982 | 0.89 |
| [2] - Strato | 30.47 | 2.10 | 30.47 | Navfac 1971-1982 | 5.67 |

PROVA ... DPSH3

Strumento utilizzato... PAGANI TG73-200 (Superpesante)  
 Prova eseguita in data 18/11/2022  
 Profondità prova 2.10 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

| Profondità (m) | Nr. Colpi | Calcolo coeff. riduzione sonda Chi | Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----------------|-----------|------------------------------------|---|-------------------------------------|--|--|
| 0.30           | 9         | 0.853                              | 60.56                                       | 71.03                               | 3.03   | 3.55   |
| 0.60           | 8         | 0.847                              | 53.48                                       | 63.13                               | 2.67   | 3.16   |
| 0.90           | 6         | 0.842                              | 35.93                                       | 42.70                               | 1.80   | 2.14   |
| 1.20           | 5         | 0.836                              | 29.76                                       | 35.58                               | 1.49   | 1.78   |
| 1.50           | 4         | 0.831                              | 23.66                                       | 28.47                               | 1.18   | 1.42   |
| 1.80           | 8         | 0.826                              | 47.05                                       | 56.93                               | 2.35   | 2.85   |
| 2.10           | 20        | 0.772                              | 109.83                                      | 142.33                              | 5.49   | 7.12   |

| Prof. Strato (m) | NPDM | Rd (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Tipo       | Clay Fraction (%) | Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> ) | Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> ) | Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Coeff. di correlaz. con Nspt | Nspt | Descrizione |
|------------------|------|--------------------------|------------|-------------------|--|---|---|------------------------------|------|-------------|
| 0.9              | 7.67 | 58.95                    | Incoerente | 0                 | 1.69                                     | 1.91  | 0.08                                    | 1.15                         | 8.82 | Strato      |
| 1.5              | 4.5  | 32.03                    | Incoerente | 0                 | 1.55                                     | 1.89  | 0.2                                     | 1.15                         | 5.17 | Strato      |
| 2.1              | 14   | 99.63                    | Incoerente | 0                 | 1.91                                     | 1.96  | 0.3                                     | 1.15                         | 16.1 | Strato      |

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH3

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

| Descrizione  | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione  | Densità relativa (%) |
|--------------|------|------------------|----------------------------------|---------------|----------------------|
| [1] - Strato | 8.82 | 0.90             | 8.82                             | Meyerhof 1957 | 70.8                 |
| [2] - Strato | 5.17 | 1.50             | 5.17                             | Meyerhof 1957 | 50.37                |
| [3] - Strato | 16.1 | 2.10             | 16.1                             | Meyerhof 1957 | 84.16                |

Angolo di resistenza al taglio

| Descrizione  | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione                                  | Angolo d'attrito (°) |
|--------------|------|------------------|----------------------------------|---|----------------------|
| [1] - Strato | 8.82 | 0.90             | 8.82                             | Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) | 26.5                 |

DR. GEOL. MAURIZIO CANEPA IDROGEOLOGIA GEOTECNICA GEOLOGIA AMBIENTALE CAVE E MINIERE

|              |      |      |      |   |       |
|--------------|------|------|------|---|-------|
| [2] - Strato | 5.17 | 1.50 | 5.17 | Shioi-Fukuni 1982<br>(ROAD BRIDGE SPECIFICATION ) | 23.81 |
| [3] - Strato | 16.1 | 2.10 | 16.1 | Shioi-Fukuni 1982<br>(ROAD BRIDGE SPECIFICATION ) | 30.54 |

Modulo Edometrico

| Descrizione  | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione                         | Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------|------|------------------|----------------------------------|--------------------------------------|---|
| [1] - Strato | 8.82 | 0.90             | 8.82                             | Begemann 1974<br>(Ghiaia con sabbia) | 45.58                                   |
| [2] - Strato | 5.17 | 1.50             | 5.17                             | Begemann 1974<br>(Ghiaia con sabbia) | 38.08                                   |
| [3] - Strato | 16.1 | 2.10             | 16.1                             | Begemann 1974<br>(Ghiaia con sabbia) | 60.53                                   |

Classificazione AGI

| Descrizione  | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione                | Classificazione AGI     |
|--------------|------|------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| [1] - Strato | 8.82 | 0.90             | 8.82                             | Classificazione A.G.I. 1977 | POCO ADDENSATO          |
| [2] - Strato | 5.17 | 1.50             | 5.17                             | Classificazione A.G.I. 1977 | POCO ADDENSATO          |
| [3] - Strato | 16.1 | 2.10             | 16.1                             | Classificazione A.G.I. 1977 | MODERATAMENTE ADDENSATO |

Peso unità di volume

| Descrizione  | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione      | Gamma (t/m <sup>3</sup> ) |
|--------------|------|------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------------|
| [1] - Strato | 8.82 | 0.90             | 8.82                             | Meyerhof ed altri | 1.69                      |
| [2] - Strato | 5.17 | 1.50             | 5.17                             | Meyerhof ed altri | 1.55                      |
| [3] - Strato | 16.1 | 2.10             | 16.1                             | Meyerhof ed altri | 1.91                      |

Peso unità di volume saturo

| Descrizione  | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione            | Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> ) |
|--------------|------|------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| [1] - Strato | 8.82 | 0.90             | 8.82                             | Terzaghi-Peck 1948-1967 | 1.91                             |
| [2] - Strato | 5.17 | 1.50             | 5.17                             | Terzaghi-Peck 1948-1967 | 1.89                             |
| [3] - Strato | 16.1 | 2.10             | 16.1                             | Terzaghi-Peck 1948-1967 | 1.96                             |

Modulo di Poisson

| Descrizione  | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Poisson |
|--------------|------|------------------|----------------------------------|--------------|---------|
| [1] - Strato | 8.82 | 0.90             | 8.82                             | (A.G.I.)     | 0.34    |
| [2] - Strato | 5.17 | 1.50             | 5.17                             | (A.G.I.)     | 0.34    |
| [3] - Strato | 16.1 | 2.10             | 16.1                             | (A.G.I.)     | 0.32    |

DR. GEOL. MAURIZIO CANEPA IDROGEOLOGIA GEOTECNICA GEOLOGIA AMBIENTALE CAVE E MINIERE

Modulo di reazione Ko

| Descrizione  | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione     | Ko   |
|--------------|------|------------------|----------------------------------|------------------|------|
| [1] - Strato | 8.82 | 0.90             | 8.82                             | Navfac 1971-1982 | 1.85 |
| [2] - Strato | 5.17 | 1.50             | 5.17                             | Navfac 1971-1982 | 1.03 |
| [3] - Strato | 16.1 | 2.10             | 16.1                             | Navfac 1971-1982 | 3.34 |

In definitiva i parametri geotecnici del sottosuolo della zona in esame possono essere riassunti come esposto nella Tabella 1.

**Tabella 1**

| prof. (m)   | litotipo   | fi (°) |        |        |              | gamma (t/m <sup>3</sup> ) |        |        |             | ed (kg/m <sup>2</sup> ) |        |        |              |
|-------------|--|--------|--------|--------|--------------|---------------------------|--------|--------|-------------|-------------------------|--------|--------|--------------|
|             |  | DPSH 1 | DPSH 2 | DPSH 3 | Val medio    | DPSH 1                    | DPSH 2 | DPSH 3 | Val medio   | DPSH 1                  | DPSH 2 | DPSH 3 | Val medio    |
| 0.00 - 0.90 | Terreno di riporto costituito da ciottoli in matrice sabbioso limosa | 28.35  |        | 26.5   | <b>27.42</b> | 1.79                      |        | 1.69   | <b>1.74</b> | 51.87                   |        | 45.58  | <b>48.73</b> |
| 0.90 - 1.80 | Limi sabbiosi scarsamente addensati                                  | 21.57  | 23.31  | 23.81  | <b>22.90</b> | 1.44                      | 1.52   | 1.55   | <b>1.50</b> | 33.38                   | 36.91  | 38.03  | <b>36.11</b> |
| 1.80 - 2.10 | Livello di passaggio a ciottoli con ghiaia in matrice sabbiosa       | 27.46  | 36.38  | 30.54  | <b>31.46</b> | 1.74                      | 2.14   | 1.91   | <b>1.93</b> | 48.72                   | 90.05  | 60.53  | <b>66.43</b> |

Inferiormente alla profondità di 2.10 m si prevede un ulteriore incremento delle caratteristiche di resistenza del terreno, per cui, avendo cura di impostare le fondazioni alla quota di ca. 2 m di profondità oppure di eseguire uno riporto di bonifica geotecnica sostituendo il terreno presente in sito sino a tale profondità con altro di caratteristiche idonee e considerando i parametri geotecnici riportati nella Tabella 1, le verifiche alla sicurezza geotecniche delle fondazioni saranno condotte in termini cautelativi.

Per quanto riguarda il materiale da utilizzare come terreno di bonifica esso potrebbe essere costituito da terreni di origine naturale da rullare e costipare in sito. Tuttavia essendo gli scavi fondazionali a sezione obbligata di limitata larghezza, la rullatura risulta praticamente impossibile da realizzare (a meno di non rimuovere una porzione di terreno sufficientemente ampia da poter utilizzare un rullo per la costipazione). Si concorda con la scelta progettuale di utilizzare, come strato di bonifica, uno strato di “magrone”, secondo lo schema proposto dal progettista Ing. Finazzi e riportato in stralcio in Figura 14.

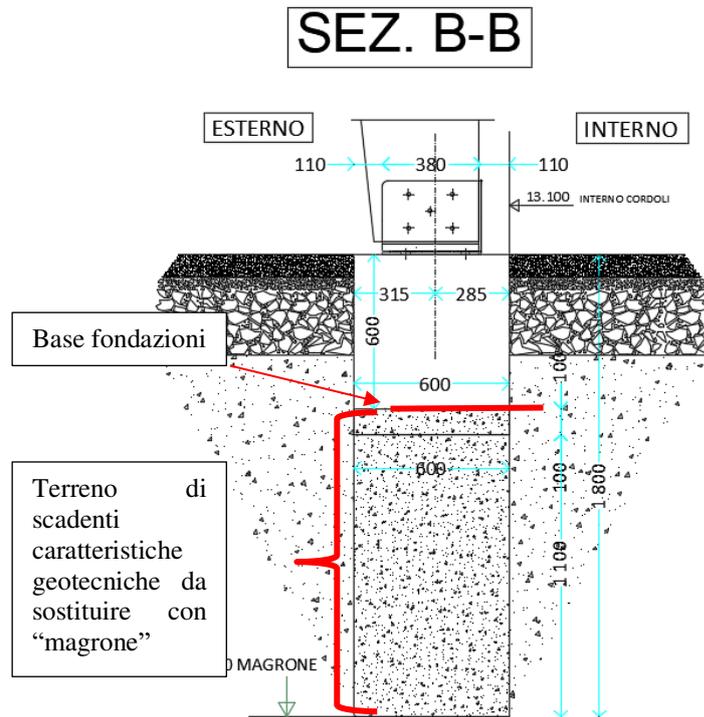


Figura 14: schema di esecuzione delle fondazioni con strato di bonifica geotecnica

### 3.1. Verifica a liquefazione

La verifica a liquefazione può essere omessa, in accordo a quanto indicato al par. 7.11.3.4.2 (*Esclusione della verifica a liquefazione*), se nel sito in esame si manifesta almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)60 > 30$  oppure  $qc1N > 180$  dove  $(N1)60$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc1N$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .

Nello specifico si verifica sicuramente la condizione di cui al punto 1 (accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti in condizioni di campo libero minori di 0,1g). Infatti in questo caso si ha  $a_g = 0.051g$  (per lo stato limite SLV).

Si esclude pertanto la verifica a liquefazione.

#### 4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

---

La presente relazione tecnica illustra e descrive le indagini geofisiche di tipo sismico (MASW – Multichannel Analysis of Surface Waves) realizzato presso:

Regione: Piemonte

Comune: Volpiano

Zona: 3

Coordinate UTM WGS84

- E: 403.885
- N: 5.006.463



*Figura 15 – ubicazione stendimento MASW*

##### *4.1. Strumentazione utilizzata*

Per l'acquisizione dei dati sismici è stato utilizzato un sismografo multicanale per geofisica DoReMi della SARA electronic instruments a 12 canali.

I geofoni utilizzati possiedono una frequenza di risonanza pari 4.5Hz.  
L'energizzazione è stata ottenuta con massa battente di 10 Kg su piastra.

##### *4.2. Cenni sulla metodologia MASW*

L'indagine si realizza disponendo lungo una linea retta, a intervalli regolari, una serie di geofoni collegati ad un sismografo. Una fonte puntuale di energia, quale una mazza battente su piastra

metallica, produce treni d'onda che attraversano il terreno con percorsi, velocità e frequenze variabili. Il passaggio del treno d'onda sollecita la massa inerziale presente nel geofono, e l'impulso così prodotto viene convertito in segnale elettrico e acquisito dal sismografo. Il risultato è un sismogramma che contiene molteplici informazioni, quali tempo di arrivo ai geofoni rispetto all'istante di energizzazione, frequenze e relative ampiezze dei treni d'onda. La successiva elaborazione consente di ottenere un diagramma 1D (profondità/velocità onde di taglio) tramite modellizzazione matematica con algoritmi finalizzati a minimizzare le differenze tra i modelli elaborati e i dati di partenza. Il diagramma, riferibile al centro della linea sismica, rappresenta un valor medio della sezione di terreno interessata dall'indagine, di lunghezza circa corrispondente a quella della linea sismica e profondità variabile principalmente in funzione delle caratteristiche dei materiali attraversati e della geometria dello stendimento.

Il metodo MASW sfrutta le caratteristiche di propagazione delle onde di Rayleigh per ricavare le equivalenti velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), essendo le onde di Rayleigh prodotte dall'interazione delle onde di taglio verticali e delle onde di volume ( $V_p$ ).

Onde di Rayleigh ad alte frequenze e piccole lunghezze d'onda trasportano informazioni relative agli strati più superficiali mentre quelle a basse frequenze e lunghezze d'onda maggiori interessano anche gli strati più profondi. Il metodo MASW di tipo attivo opera in intervalli di frequenze comprese tra 5 e 70 Hz circa, permettendo di indagare una profondità massima variabile, in funzione delle caratteristiche dei terreni interessati, tra 30 e 50 metri.

La geometria della linea sismica ha influenza sui dati e quindi sul risultato finale. La massima lunghezza d'onda acquisibile è circa corrispondente alla lunghezza dello stendimento; la distanza tra i geofoni, solitamente compresa tra 1 e 3 metri, definisce la minima lunghezza d'onda individuabile evitando fenomeni di aliasing.

### **Interpretazione dei dati**

Dal sismogramma è possibile risalire alla curva di dispersione (cioè un grafico ampiezza/frequenza) mediante la relazione

$$VR(f)=f/k,$$

dove  $f$  = frequenza e  $k$  = numero d'onda.

Il processo di individuazione della curva di dispersione caratteristica del sito in esame è eseguito tramite software. La successiva fase di elaborazione-interpretazione è condotta eseguendo una "analisi spettrale", e consiste sostanzialmente nella risoluzione del cosiddetto problema inverso: a partire dalla curva di dispersione misurata in situ, si arriva al modello di stratificazione del terreno con i relativi parametri sismici, secondo il seguente schema:

- Concatenazione dei file contenenti i record di registrazione in situ.
- Fase di pre-processing per "ottimizzare" i record stessi in modo da migliorare la qualità dell'interpretazione cioè eventuale filtraggio o "pulizia" dei dati grezzi.
- Passaggio dal sismogramma al dominio spettrale mediante trasformata FK.
- Picking dei punti dello spettro per ottenere la curva di dispersione sperimentale; la procedura consiste nel trovare per ogni frequenza i massimi assoluti/relativi dello spettro FK, ed è finalizzata alla individuazione del modo fondamentale di propagazione dell'onda (ovvero quello a velocità minore), senza trascurare (analisi multimodale) di ricercare eventuali modi superiori.
- Estrazione della curva di dispersione sperimentale mediante la procedura sopra indicata dallo spettro FK.

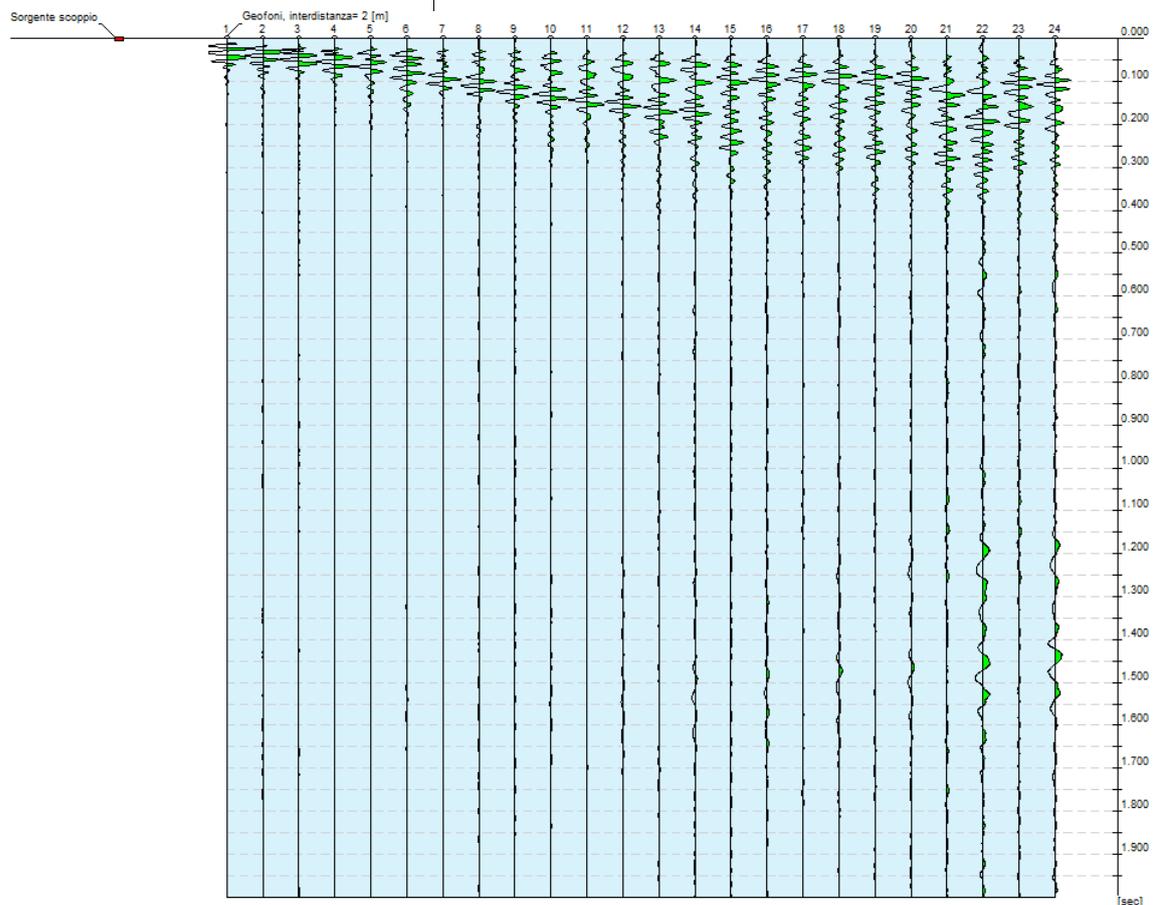
DR. GEOL. MAURIZIO CANEPA IDROGEOLOGIA GEOTECNICA GEOLOGIA AMBIENTALE CAVE E MINIERE

- Inversione: tale procedura è effettuata allo scopo di ottimizzare un modello stratigrafico che sia relativo e sovrapponibile alla curva di dispersione sperimentale propria del sito.
- Fase di ottimizzazione e di taratura della curva teorica, realizzata contestualmente alla procedura d'inversione, con inserimento di strati, assegnazione di moduli di Poisson e taratura dello spessore degli strati mediante prove dirette o più frequentemente osservazioni di campagna, ed eseguendo ulteriori processi di inversione allo scopo di raffinare il risultato ottenuto, cioè una curva di dispersione teorica finale molto ben sovrapposta a quella sperimentale
- Ottenimento di un profilo verticale delle Vs, minimizzando le imprecisioni (risultati random), e ottenendo un modello finale ad elevata attendibilità e fortemente rappresentativo, mediante le tarature del reale profilo Vs/profondità del sito in analisi.

#### 4.3. Acquisizione ed elaborazione dei dati

##### Tracce

|  |        |
|--|--------|
| <b>N. tracce</b>                       | 24     |
| <b>Durata acquisizione [msec]</b>      | 2000.0 |
| <b>Interdistanza geofoni [m]</b>       | 2.0    |
| <b>Periodo di campionamento [msec]</b> | 1.00   |



##### Analisi spettrale

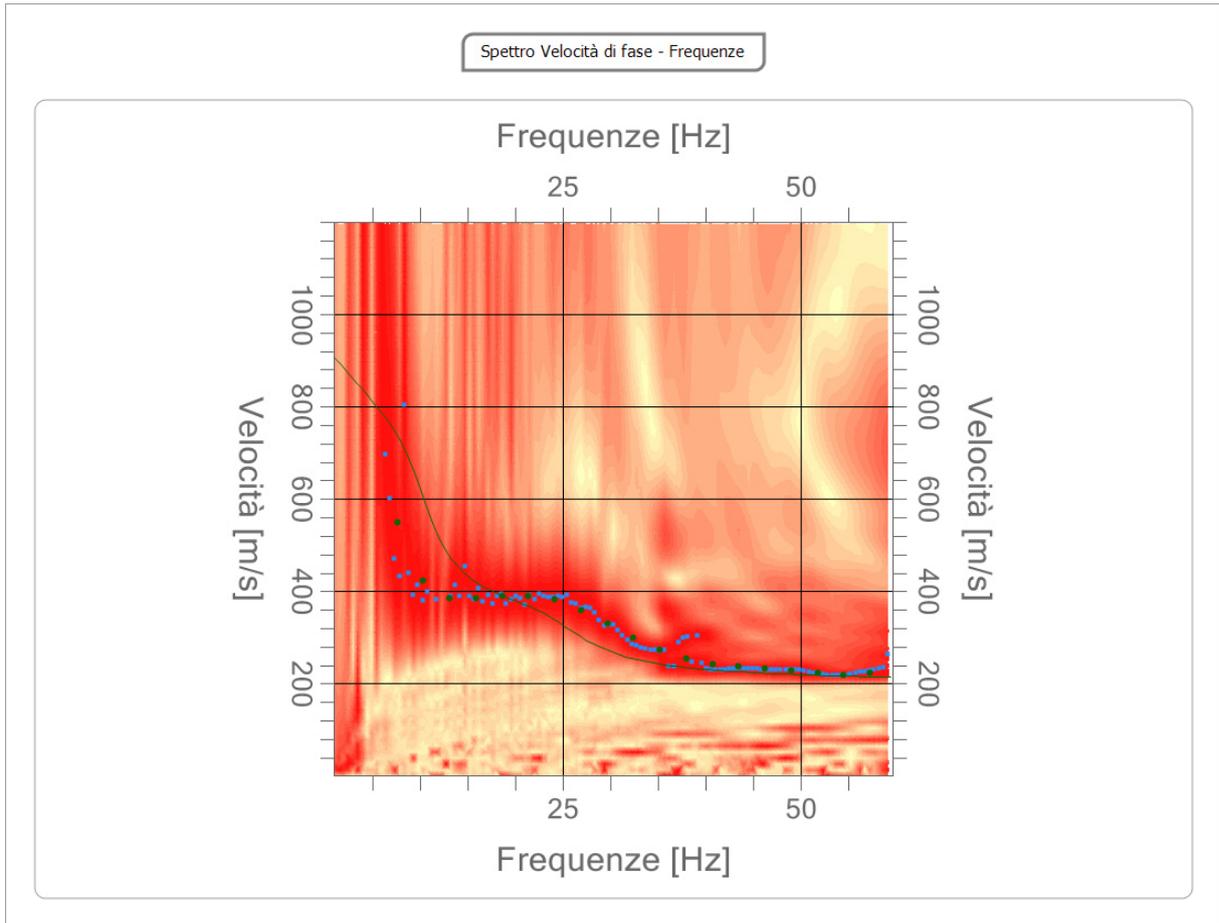
Frequenza minima di elaborazione [Hz] | 1

DR. GEOL. MAURIZIO CANEPA IDROGEOLOGIA GEOTECNICA GEOLOGIA AMBIENTALE CAVE E MINIERE

|   |             |
|---|-------------|
| <b>Frequenza massima di elaborazione [Hz]</b>   | <b>60</b>   |
| <b>Velocità minima di elaborazione [m/sec]</b>  | <b>1</b>    |
| <b>Velocità massima di elaborazione [m/sec]</b> | <b>1200</b> |
| <b>Intervallo velocità [m/sec]</b>              | <b>1</b>    |

**Curva di dispersione**

| n. | Frequenza [Hz] | Velocità [m/sec] | Modo |
|----|----------------|------------------|------|
| 1  | 7.6            | 548.9            | 0    |
| 2  | 10.4           | 423.4            | 0    |
| 3  | 13.1           | 385.9            | 0    |
| 4  | 15.9           | 386.2            | 0    |
| 5  | 18.6           | 390.3            | 0    |
| 6  | 21.4           | 390.6            | 0    |
| 7  | 24.2           | 383.3            | 0    |
| 8  | 26.9           | 360.0            | 0    |
| 9  | 29.7           | 330.3            | 0    |
| 10 | 32.4           | 299.9            | 0    |
| 11 | 35.2           | 273.8            | 0    |
| 12 | 38.0           | 254.8            | 0    |
| 13 | 40.7           | 243.3            | 0    |
| 14 | 43.5           | 237.5            | 0    |
| 15 | 46.2           | 234.0            | 0    |
| 16 | 49.0           | 229.5            | 0    |
| 17 | 51.7           | 223.0            | 0    |
| 18 | 54.5           | 218.5            | 0    |
| 19 | 57.3           | 223.6            | 0    |



**Inversione**

| n. | Profondità [m] | Spessore [m] | Coefficiente Poisson | Vp [m/sec] | Vs [m/sec] |
|----|----------------|--------------|----------------------|------------|------------|
| 1  | 1.54           | 1.54         | 0.3                  | 407.1      | 217.6      |
| 2  | 3.77           | 2.23         | 0.3                  | 497.1      | 265.7      |
| 3  | 7.09           | 3.32         | 0.3                  | 1312.4     | 701.5      |
| 4  | 12.80          | 5.71         | 0.3                  | 829.2      | 443.2      |
| 5  | 19.52          | 6.72         | 0.3                  | 752.1      | 402.0      |
| 6  | 31.51          | 11.99        | 0.3                  | 1196.0     | 639.3      |
| 7  | ∞              | ∞            | 0.3                  | 1986.8     | 1062.0     |

Percentuale di errore

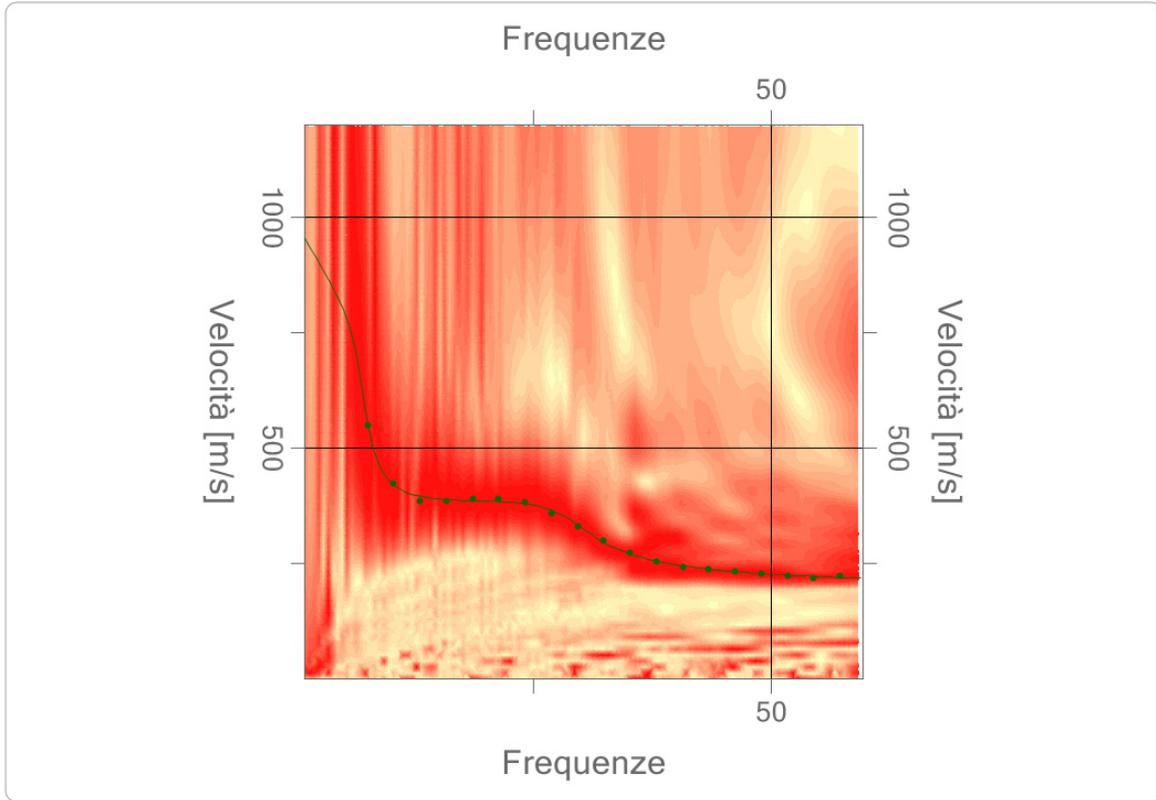
0.014

%

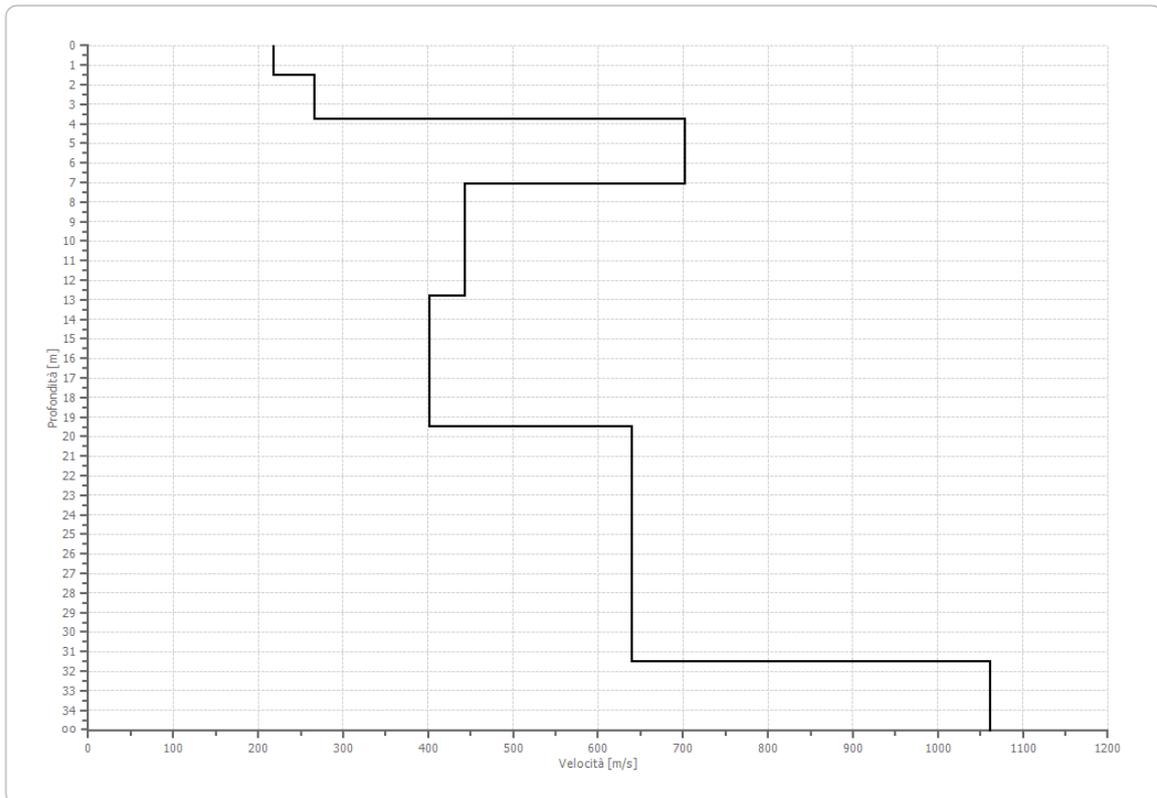
Fattore di disadattamento della soluzione

0.012

Inversione



Profilo di velocità



#### 4.4. Risultati

L'analisi del profilo stratigrafico, evidenzia un assetto sismostratigrafico descritto nella tabella seguente:

| Livello | Profondità     | Descrizione       | Velocità Vs    |
|---------|----------------|-------------------|----------------|
| 1       | Ca. 3/4 m      | Materiale sciolto | Vs < 250 m/s   |
| 2       | Da ca. 4 a 7 m | Ghiaie            | Vs = 700 m/s   |
| 3       | Da 7 a 30 m    | Sabbie e ghiaie   | Vs ca. 400 m/s |
| 4       | Oltre 30 m     | Depositi compatti | Vs > 800 m/s   |

Il valore di Vs equivalente calcolato al piano campagna è pari a 453.23 m/s. pertanto è possibile definire il contesto geotecnico esaminato come suolo di classe sismica "B".

|                              |        |
|------------------------------|--------|
| Profondità piano di posa [m] | 0      |
| Vs,eq [m/sec] (H=30.0 m)     | 453.23 |
| Categoria del suolo          | B      |

**Suolo di tipo 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.**

## 5. CALCOLO PARAMETRI SISMICI

I parametri sismici vengono calcolati con il software on line della Geostru

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 45,194726  
 longitudine: 7,789115  
 Classe: 3  
 Vita nominale: 50

Siti di riferimento

|                    |           |              |             |
|--------------------|-----------|--------------|-------------|
| Sito 1             | ID: 13128 | Lat: 45,1978 | Lon: 7,7454 |
| Distanza: 3441,058 |           |              |             |
| Sito 2             | ID: 13129 | Lat: 45,2012 | Lon: 7,8161 |
| Distanza: 2231,651 |           |              |             |
| Sito 3             | ID: 13351 | Lat: 45,1513 | Lon: 7,8208 |
| Distanza: 5435,586 |           |              |             |
| Sito 4             | ID: 13350 | Lat: 45,1479 | Lon: 7,7502 |
| Distanza: 6033,535 |           |              |             |

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B  
 Categoria topografica: T1

DR. GEOL. MAURIZIO CANEPA IDROGEOLOGIA GEOTECNICA GEOLOGIA AMBIENTALE CAVE E MINIERE

|                                 |        |        |     |
|---------------------------------|--------|--------|-----|
| Periodo di riferimento:         | 75anni |        |     |
| Coefficiente cu:                | 1,5    |        |     |
| Operatività (SLO):              |        |        |     |
| Probabilità di superamento:     | 81     | %      |     |
| Tr:                             | 45     | [anni] |     |
| ag:                             | 0,023  | g      |     |
| Fo:                             | 2,604  |        |     |
| Tc*:                            |        | 0,181  | [s] |
| Danno (SLD):                    |        |        |     |
| Probabilità di superamento:     | 63     | %      |     |
| Tr:                             | 75     | [anni] |     |
| ag:                             | 0,028  | g      |     |
| Fo:                             | 2,654  |        |     |
| Tc*:                            |        | 0,201  | [s] |
| Salvaguardia della vita (SLV):  |        |        |     |
| Probabilità di superamento:     | 10     | %      |     |
| Tr:                             | 712    | [anni] |     |
| ag:                             | 0,051  | g      |     |
| Fo:                             | 2,742  |        |     |
| Tc*:                            |        | 0,286  | [s] |
| Prevenzione dal collasso (SLC): |        |        |     |
| Probabilità di superamento:     | 5      | %      |     |
| Tr:                             | 1462   | [anni] |     |
| ag:                             | 0,059  | g      |     |
| Fo:                             | 2,804  |        |     |
| Tc*:                            |        | 0,300  | [s] |

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

|       |       |
|-------|-------|
| SLO:  |       |
| Ss:   | 1,200 |
| Cc:   | 1,550 |
| St:   | 1,000 |
| Kh:   | 0,006 |
| Kv:   | 0,003 |
| Amax: | 0,274 |
| Beta: | 0,200 |
| SLD:  |       |
| Ss:   | 1,200 |
| Cc:   | 1,520 |
| St:   | 1,000 |
| Kh:   | 0,007 |
| Kv:   | 0,003 |
| Amax: | 0,330 |
| Beta: | 0,200 |
| SLV:  |       |
| Ss:   | 1,200 |
| Cc:   | 1,410 |
| St:   | 1,000 |
| Kh:   | 0,012 |
| Kv:   | 0,006 |
| Amax: | 0,597 |
| Beta: | 0,200 |
| SLC:  |       |
| Ss:   | 1,200 |
| Cc:   | 1,400 |

St: 1,000  
 Kh: 0,014  
 Kv: 0,007  
 Amax: 0,694  
 Beta: 0,200

## 6. VERIFICA PRELIMINARE DEL RISPETTO DELLE C.S.C. DI CUI ALLA TABELLA 4.1 DEL D.P.R. 120/2017.

Il terreno di risulta degli scavi che verranno eseguiti per realizzare l'intervento in progetto potrebbe essere classificato come "terre e rocce da scavo". Questa classificazione consentirebbe di gestire questi materiali come sottoprodotti e non come rifiuti se soddisfano in primis i requisiti di cui al c. 2 dell'Art. 4 del D.P.R. 120/2017. Al riguardo si precisa che l'art. 2, comma 1, lettera c) del D.P.R. 13 giugno 2017 definisce come "terre e rocce da scavo" il suolo escavato derivante da attività finalizzate alla realizzazione di un'opera, tra le quali:

- scavi in genere (sbancamento, fondazioni, trincee);
- perforazione, trivellazione, palificazione, consolidamento;
- opere infrastrutturali (gallerie, strade);
- rimozione e livellamento di opere in terra.

In merito all'obbligatorietà dell'esecuzione di analisi chimico – fisiche dei terreni per verificarne la non contaminazione, si riporta quanto indicato nelle "Faq" (punto 12) disponibili nel sito di Arpa Piemonte <http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/temi-ambientali/rifiuti/terre-e-rocce-1/terre-e-rocce-faq-2019>:

*(...)per i cantieri di piccole dimensioni e cantieri di grandi dimensioni non sottoposti a Via e AIA non sembra esistere nell'articolato un obbligo esplicito in tal senso; tuttavia il dichiarante si assume la responsabilità (anche penale) di rispettare i limiti qualitativi previsti dalla norma, per cui è opportuno che disponga di valide informazioni tecniche a supporto di quanto dichiarato, da esibire in fase di eventuali controlli -omissis- Si ricorda infatti che, in base a quanto prescritto dal comma 1 dell'articolo 20 del D.P.R., il produttore deve "dimostrare" il rispetto dei limiti tabellari e la sussistenza di tale condizione è attestata tramite una dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà resa ai sensi dell'articolo 47 del decreto del Presidente della Repubblica 28 dicembre 2000, n. 445; è perciò opportuno che il dichiarante disponga di una certificazione analitica, in considerazione del fatto che si assume la responsabilità (anche penale) del rispetto di tali limiti.*

*Risulta inoltre importante porre attenzione ai possibili superamenti dovuti a valori di fondo naturale, per i quali le conoscenze sulla storia pregressa del sito potrebbero non essere sufficienti a far emergere situazioni che richiedono una particolare procedura (art. 20 c.2, che richiama l'art. 11). (...)*

Per quanto riguarda le modalità di campionamento ed analisi, si fa sempre riferimento alle citate Faq di Arpa Piemonte (punto 13):

*(...)Per il numero di campioni da prelevare, si può fare riferimento all'Allegato 2 in caso di grandi cantieri, mentre per i piccoli cantieri si ritiene debba essere fatta una valutazione caso per caso a cura del tecnico che effettua il campionamento, garantendo in ogni caso che il*

DR. GEOL. MAURIZIO CANEPA IDROGEOLOGIA GEOTECNICA GEOLOGIA AMBIENTALE CAVE E MINIERE

*campione o i campioni prelevati siano rappresentativi delle terre e rocce che si intendono movimentare.(...)*

Pertanto, in previsione della futura esecuzione degli scavi di fondazione della nuova struttura (verosimilmente inferiori come volumetria a 6000 mc e quindi implicitamente riconducibile a “piccoli cantieri”), sono stati eseguiti n. 4 prelievi di terreno per verificare, in via cautelativa e preliminare, il rispetto delle concentrazioni soglia di contaminazione (nel seguito C.S.C.) del set minimale definito dalla tabella 4.1 del D.P.R. 120/2017 in funzione della gestione del terreno di risulta.

I campioni sono stati prelevati tramite escavatore a benna rovescia alle profondità di 0.40 m e di 0.70 m.

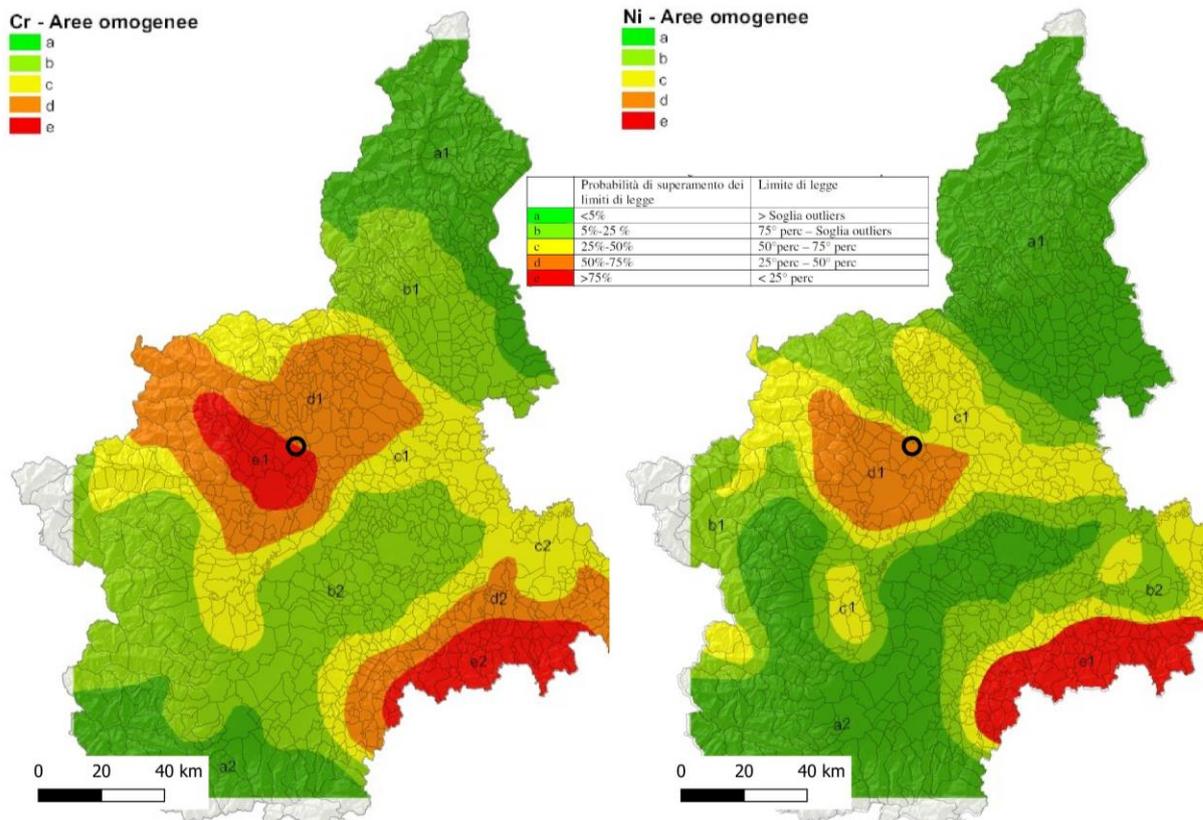
E' stata eseguita la determinazione del set analitico minimale di cui alla tabella 4.1 del D.P.R. 120/2017:

1. Arsenico
2. Cadmio
3. Cobalto
4. Nichel
5. Piombo
6. Rame
7. Zinco
8. Mercurio
9. Idrocarburi C>12
10. Cromo totale
11. Cromo VI

Le analisi eseguite non hanno evidenziato superamenti delle CSC definite dalla Tabella 1, colonna B del D.Lgs. 152/2006 – Allegato 5, parte IV e hanno evidenziato un lieve superamento per quanto riguarda i parametri Cromo totale e Nichel in riferimento ai valori soglia della colonna A.

È possibile (se non altamente probabile) che si tratti di un superamento legato a cause di origine naturale. È verosimile, infatti, che Cromo e Nichel derivino dalla loro lisciviazione dai ciottoli e dalla matrice dei depositi che si originano in gran parte dal disfacimento di ammassi rocciosi basici ed ultrabasici contenenti elevate quantità di minerali che contengono a loro volta elevate concentrazioni dei suddetti metalli. È nota infatti l'elevata probabilità di superamento delle CSC per tali metalli in alcune aree della Regione Piemonte, come ben evidenziato in uno studio di Arpa, dal quale sono tratte le mappe di percentuale di superamento delle CSC riportate in Figura 16.

In tal senso la Regione Piemonte, con D.G.R. n. 8-3474 del 2/07/2021 ha formalizzato la presa d'atto dello studio di Arpa Piemonte, datato dicembre 2020, sui valori di concentrazione di Cromo, Nichel e Cobalto nei suoli del Comune di Torino e cintura ed indirizzi per la predisposizione dei piani per l'inquinamento diffuso e valori di fondo naturale.



**Figura 16: individuazione delle zone omogenee di concentrazione dei metalli Cr tot e Ni del Piemonte (fonte Arpa Piemonte).**

Tuttavia da una verifica informale eseguita dal sottoscritto con Arpa Piemonte, risulta che i dati della rete di monitoraggio ambientale dei suoli per la zona di interesse sono in fase di elaborazione e i risultati saranno disponibili prevedibilmente entro il primo semestre 2023. Di fatto quindi non esiste attualmente un valore validato di fondo naturale per il sito in esame. È altamente probabile altresì che, sulla base della cartografia disponibile i valori riscontrati siano compatibili con quelli di fondo naturale che verranno definiti.

Pertanto, per quanto riguarda l'utilizzo del materiale di risulta degli scavi legati all'esecuzione delle nuove opere, in assenza di valori validati circa il fondo naturale, volendo utilizzare il terreno come sottoprodotto, occorrerebbe avviare la procedura ai sensi dell'art. 11 "Terre e rocce da scavo conformi ai valori di fondo naturale" del D.P.R. 120/2017. Con tale procedura, in contraddittorio con Arpa Piemonte, sarebbe possibile dimostrare che la concentrazione rilevata in sito di tali parametri sia compatibile con il valore del fondo naturale esistente.

## 7. CONCLUSIONI

Le indagini eseguite in sito (scavo e prove penetrometriche) evidenziano terreni scarsamente consistenti per i primi 1.8 – 2.0 m da piano campagna.

L'interpretazione è basata sia sull'andamento della resistenza con la profondità sia sull'assetto litostratigrafico riconosciuto nell'ambito dei primi 2 m di sottosuolo tramite escavatore a benna rovescia.

In definitiva si può considerare il seguente assetto litotecnico:

| prof. (m)   | litotipo   | fi (°) |        |        |              | gamma (t/m <sup>3</sup> ) |        |        |             | ed (kg/m <sup>2</sup> ) |        |        |              |
|-------------|--|--------|--------|--------|--------------|---------------------------|--------|--------|-------------|-------------------------|--------|--------|--------------|
|             |  | DPSH 1 | DPSH 2 | DPSH 3 | Val medio    | DPSH 1                    | DPSH 2 | DPSH 3 | Val medio   | DPSH 1                  | DPSH 2 | DPSH 3 | Val medio    |
| 0.00 - 0.90 | Terreno di riporto costituito da ciottoli in matrice sabbioso limosa | 28.35  |        | 26.5   | <b>27.42</b> | 1.79                      |        | 1.69   | <b>1.74</b> | 51.87                   |        | 45.58  | <b>48.73</b> |
| 0.90 - 1.80 | Limi sabbiosi scarsament e addensati                                 | 21.57  | 23.31  | 23.81  | <b>22.90</b> | 1.44                      | 1.52   | 1.55   | <b>1.50</b> | 33.38                   | 36.91  | 38.03  | <b>36.11</b> |
| 1.80 - 2.10 | Livello di passaggio a ciottoli con ghiaia in matrice sabbiosa       | 27.46  | 36.38  | 30.54  | <b>31.46</b> | 1.74                      | 2.14   | 1.91   | <b>1.93</b> | 48.72                   | 90.05  | 60.53  | <b>66.43</b> |

Da notare che il primo orizzonte non è detto che sia ubiquitario (non sembra essere presente in corrispondenza della DPSH2), ma questo aspetto non cambia le conclusioni circa la quota di imposta delle fondazioni. Inferiormente alla profondità di 2.10 m si prevede un ulteriore incremento delle caratteristiche di resistenza del terreno, per cui, avendo cura di impostare le fondazioni alla quota di ca. 2 m di profondità oppure di eseguire uno riporto di bonifica geotecnica sostituendo il terreno presente in sito sino a tale profondità con altro di caratteristiche idonee e considerando i parametri geotecnici riportati nella Tabella 1, le verifiche alla sicurezza geotecniche delle fondazioni saranno condotte in termini cautelativi.

Per quanto riguarda il materiale da utilizzare come terreno di bonifica esso potrebbe essere costituito da terreni di origine naturale da rullare e costipare in sito. Tuttavia essendo gli scavi fondazionali a sezione obbligata di limitata larghezza, la rullatura risulta praticamente impossibile da realizzare (a meno di non rimuovere una porzione di terreno sufficientemente ampia da poter utilizzare un rullo per la costipazione). Si concorda con la scelta progettuale di utilizzare, come strato di bonifica, uno strato di "magrone", secondo lo schema proposto dal progettista Ing. Finazzi e riportato in stralcio in Figura 14.

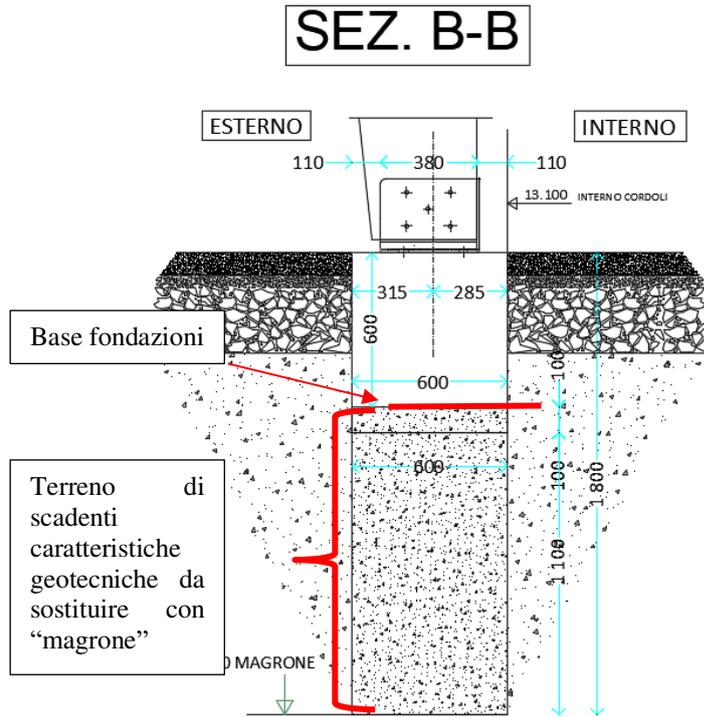


Figura 17: schema di esecuzione delle fondazioni con strato di bonifica geotecnica

Per quanto riguarda la verifica preliminare del rispetto delle C.S.C. di cui alla tabella 4.1 del D.P.R. 120/2017, si rimanda a quanto dettagliatamente esposto al precedente capitolo 6.

Dicembre 2022

Dr. Geol. Maurizio Canepa  
n. 314 Ordine Geologi Piemonte



DR. GEOL. MAURIZIO CANEPA IDROGEOLOGIA GEOTECNICA GEOLOGIA AMBIENTALE CAVE E MINIERE

Allegato 1: certificato delle prove penetrometriche

Certificato n° 1357 del 15/12/2022



**Dott. Geol. Maurizio Canepa**

CANTIERE: SCUOLA PRIMARIA “GIGI GHIROTTI”  
VOLPIANO (TO)

**INDAGINE GEOGNOSTICA**

Note tecnico – esecutive

| Rev. | Data       | Redazione             | Verifica                 | Approvazione              | Descrizione     |
|------|------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------|
| Ø    | 15/12/2022 | dott. Stellato S.<br> | dott. geol. Mosso E.<br> | dott. geol. Chiesa G.<br> | Prima Emissione |

**Sondeco S.r.l.** - Strada della Commenda 11 - 10149 Torino - Tel 011.7393610 - Fax 011.19875394  
sondeco@sondeco.it - sondeco@pec.it - www.sondeco.it  
C.F. e P. IVA 06855970015 - CCIAA TO 818733 - Cap. Soc. € 16.640,00 i.v.

Certificato n° 1357 del 15/12/2022

**Dott. Geol. Maurizio Canepa****INDAGINE GEOGNOSTICA****Scuola Primaria “Gigi Ghirotti” - Volpiano (TO)**

Su incarico del Dott. Geol. Maurizio Canepa è stata eseguita nella giornata del 13.12.2022 una indagine geognostica costituita da n° 3 prove penetrometriche dinamiche (DPSH) presso il cortile della Scuola Primaria “Gigi Ghirotti” (Fig. 1 e 2), in Viale C.A. Dalla Chiesa nel territorio comunale di Volpiano (TO).

L’indagine aveva lo scopo di verificare l’assetto litostratigrafico e le caratteristiche geotecniche dei materiali presenti in corrispondenza alla piattaforma sportiva multifunzione in cemento presente nel giardino dell’istituto nell’ambito del progetto di copertura della stessa.

**PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE TIPO DPSH**

Per l’esecuzione dell’indagine si è utilizzato un penetrometro dinamico superpesante (DPSH - “Meardi - AGI”) tipo Pagani modello TG 63/100, semovente, avente le seguenti caratteristiche standard:

| CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO DINAMICO<br>“PAGANI 63/100”<br>(CONFIGURAZIONE AGI) |                       |
|---|-----------------------|
| Peso massa battente   | 73 kg                 |
| Altezza di caduta libera  | 0,75 m                |
| Diametro punta conica   | 51,00 mm              |
| Area di base della punta  | 20,43 cm <sup>2</sup> |
| Angolo di apertura della punta  | 60°                   |
| Lunghezza delle aste  | 1,00 m                |
| Peso di 1 asta  | 6.31 Kg/m             |
| Avanzamento punta   | 0,30 m                |
| Numero colpi  | N <sub>(30)</sub>     |
| Lavoro specifico per colpo  | 265 KJ/m <sup>2</sup> |
| Norma di riferimento  | A.G.I. 1977           |

**Tabella 1**

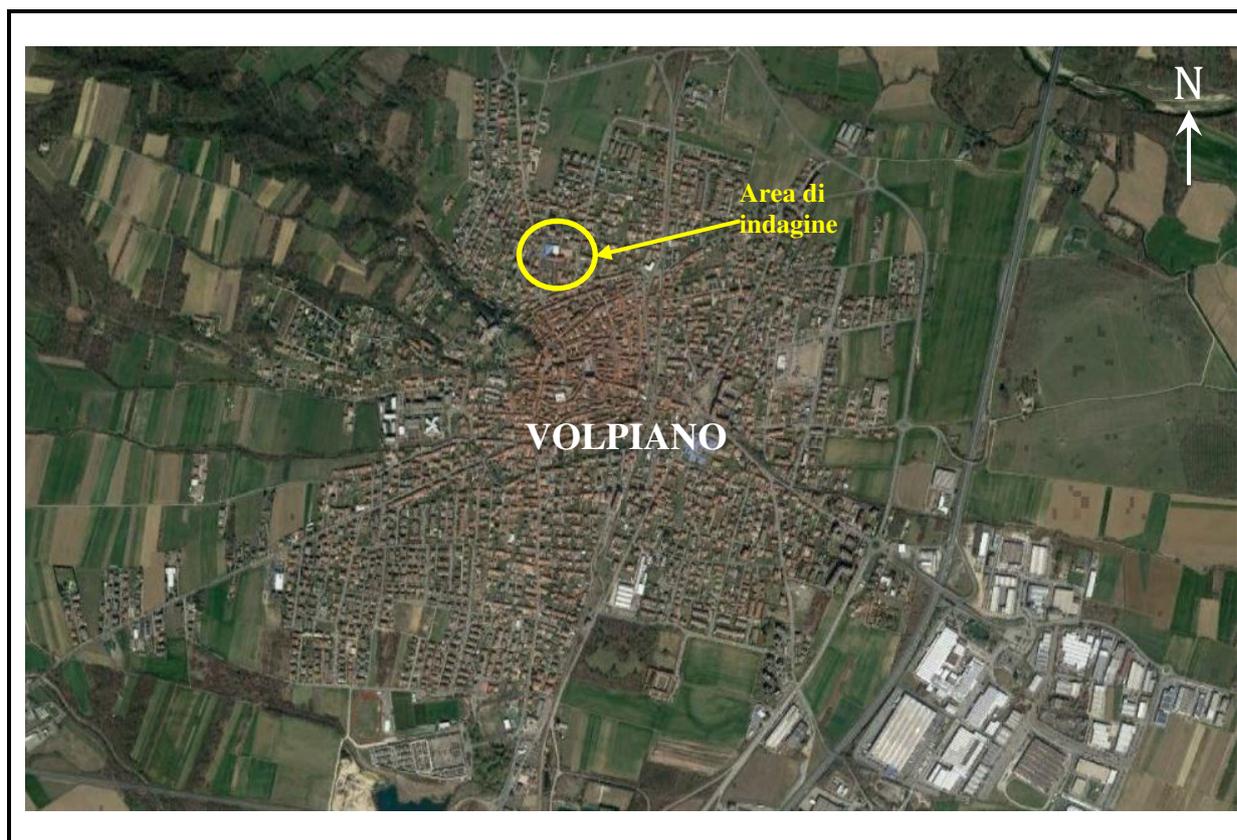
**Certificato n° 1357 del 15/12/2022**

Le verticali penetrometriche, denominate *DPSH1*, *DPSH2* e *DPSH3*, sono state spinte fino alla profondità di raggiungimento del rifiuto alla penetrazione; le coordinate di ubicazione e le profondità raggiunte da ciascuna prova sono riportate nella **Tabella 2** seguente:

| <b>Prova n°</b> | <b>Coordinate del punto di indagine (GPS – gradi decimali)</b> | <b>Profondità da p.c. (m)</b> |
|-----------------|--|-------------------------------|
| <b>DPSH1</b>    | 45.205042,<br>7.776361   | 2.40<br>(Rifiuto)             |
| <b>DPSH2</b>    | 45.205203,<br>7.775937   | 2.40<br>(Rifiuto)             |
| <b>DPSH3</b>    | 45.205002,<br>7.776172   | 2.10<br>(Rifiuto)             |

**Tabella 2**

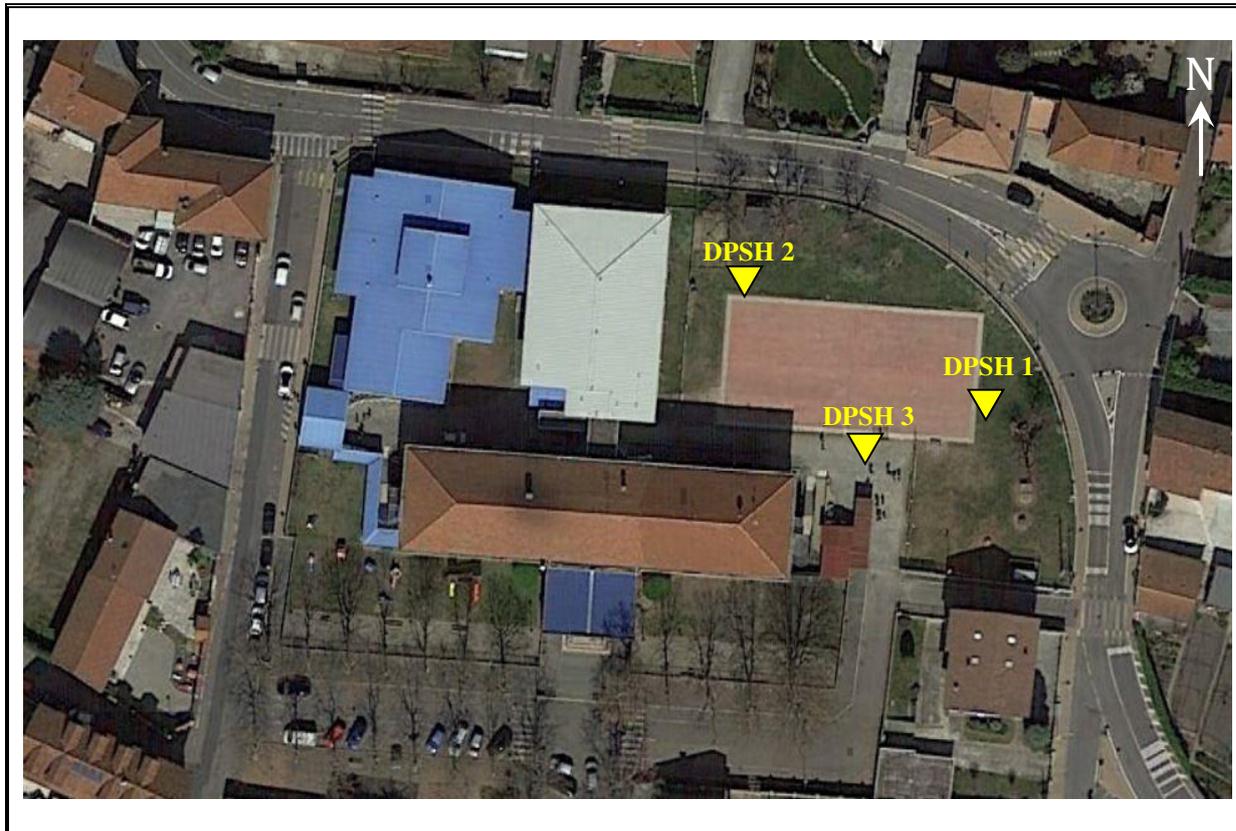
Certificato n° 1357 del 15/12/2022



**Fig. 1:** Inquadramento area di indagine.

*(immagine satellitare estratta da Google Earth Pro)*

Certificato n° 1357 del 15/12/2022



**Fig. 2:** Ubicazione delle indagini eseguite.

*(immagine satellitare estratta da Google Earth Pro)*

**Certificato n° 1357 del 15/12/2022**

**Allegato  
penetrometrico**

Certificato n° 1357 del 15/12/2022

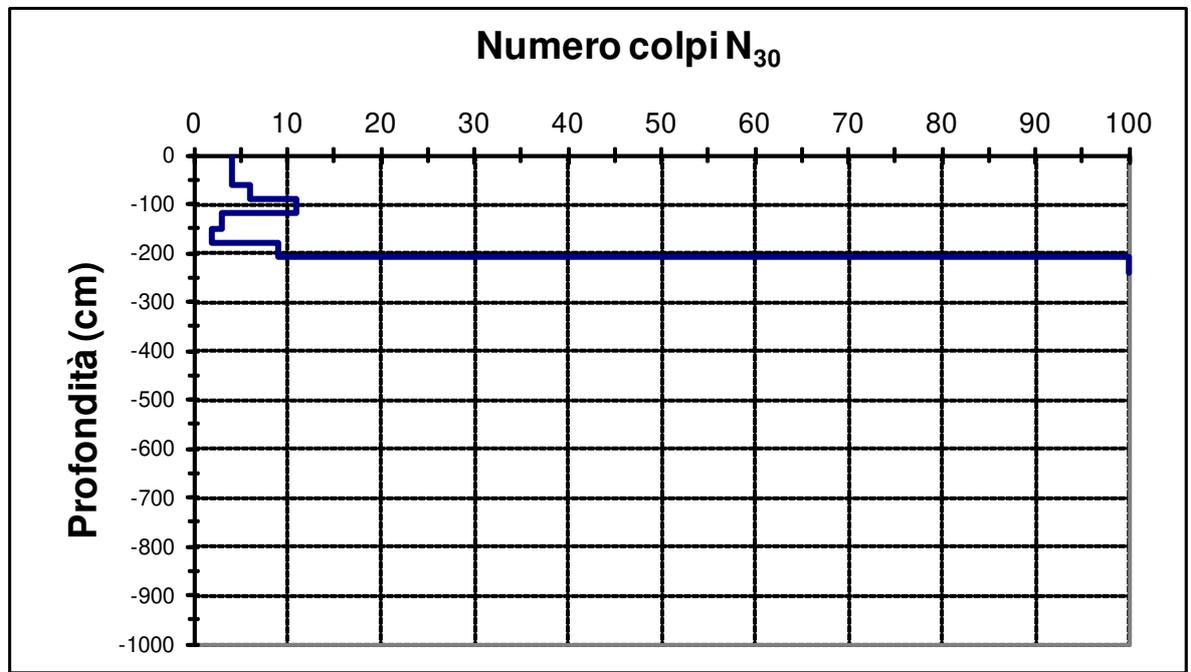


**Committente: Dott. Geol. Maurizio Canepa**  
**Località: Volpiano (TO)**  
**Cantiere: Scuola Primaria "Gigi Ghirotti"**  
**Data: 13/12/2022**

**Prova n° DPSH 1**  
 Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 63/100

Livello falda alla data di esecuzione: non rilevata  
 Quota di riferimento: p.c.

| Quota (cm) | N° colpi |
|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
|            |          | 510        |          | 1020       |          | 1530       |          |
| 30         | 4        | 540        |          | 1050       |          | 1560       |          |
| 60         | 4        | 570        |          | 1080       |          | 1590       |          |
| 90         | 6        | 600        |          | 1110       |          | 1620       |          |
| 120        | 11       | 630        |          | 1140       |          | 1650       |          |
| 150        | 3        | 660        |          | 1170       |          | 1680       |          |
| 180        | 2        | 690        |          | 1200       |          | 1710       |          |
| 210        | 9        | 720        |          | 1230       |          | 1740       |          |
| 240        | R        | 750        |          | 1260       |          | 1770       |          |
| 270        |          | 780        |          | 1290       |          | 1800       |          |
| 300        |          | 810        |          | 1320       |          | 1830       |          |
| 330        |          | 840        |          | 1350       |          | 1860       |          |
| 360        |          | 870        |          | 1380       |          | 1890       |          |
| 390        |          | 900        |          | 1410       |          | 1920       |          |
| 420        |          | 930        |          | 1440       |          | 1950       |          |
| 450        |          | 960        |          | 1470       |          | 1980       |          |
| 480        |          | 990        |          | 1500       |          | 2010       |          |



Certificato n° 1357 del 15/12/2022



**Committente: Dott. Geol. Maurizio Canepa**

**Località: Volpiano (TO)**

**Cantiere: Scuola Primaria "Gigi Ghirotti"**

**Data: 13/12/2022**

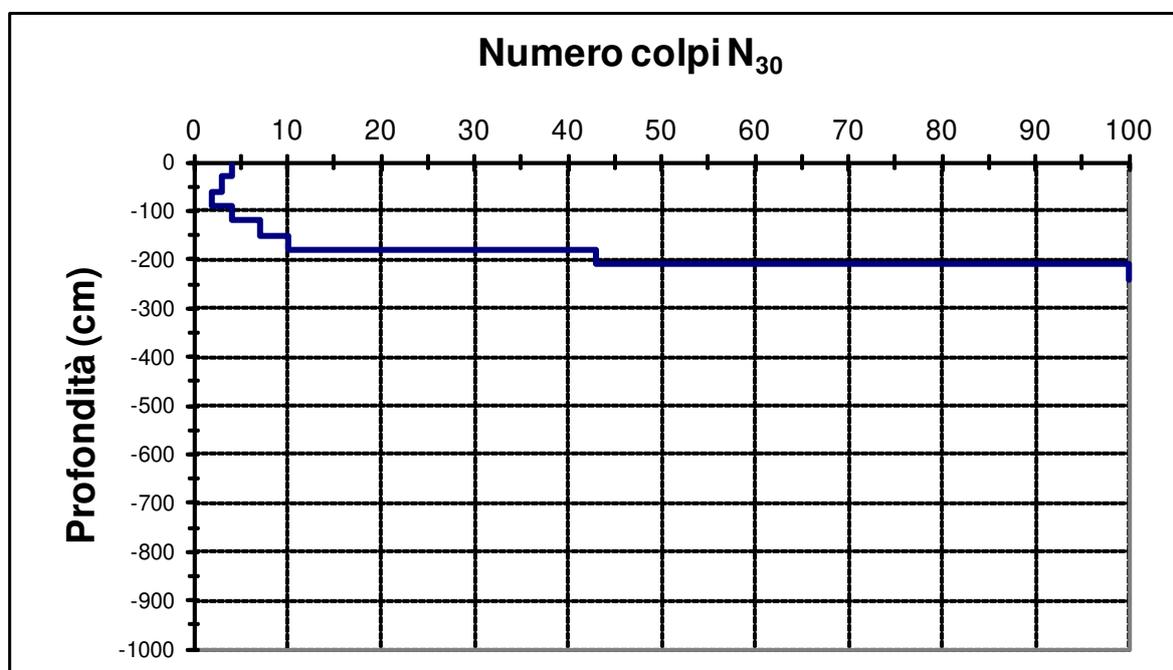
**Prova n° DPSH 2**

Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 63/100

Livello falda alla data di esecuzione: non rilevata

Quota di riferimento: p.c.

| Quota (cm) | N° colpi |
|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
|            |          | 510        |          | 1020       |          | 1530       |          |
| 30         | 4        | 540        |          | 1050       |          | 1560       |          |
| 60         | 3        | 570        |          | 1080       |          | 1590       |          |
| 90         | 2        | 600        |          | 1110       |          | 1620       |          |
| 120        | 4        | 630        |          | 1140       |          | 1650       |          |
| 150        | 7        | 660        |          | 1170       |          | 1680       |          |
| 180        | 10       | 690        |          | 1200       |          | 1710       |          |
| 210        | 43       | 720        |          | 1230       |          | 1740       |          |
| 240        | R        | 750        |          | 1260       |          | 1770       |          |
| 270        |          | 780        |          | 1290       |          | 1800       |          |
| 300        |          | 810        |          | 1320       |          | 1830       |          |
| 330        |          | 840        |          | 1350       |          | 1860       |          |
| 360        |          | 870        |          | 1380       |          | 1890       |          |
| 390        |          | 900        |          | 1410       |          | 1920       |          |
| 420        |          | 930        |          | 1440       |          | 1950       |          |
| 450        |          | 960        |          | 1470       |          | 1980       |          |
| 480        |          | 990        |          | 1500       |          | 2010       |          |



Certificato n° 1357 del 15/12/2022



**Committente: Dott. Geol. Maurizio Canepa**  
**Località: Volpiano (TO)**  
**Cantiere: Scuola Primaria "Gigi Ghirotti"**  
**Data: 13/12/2022**

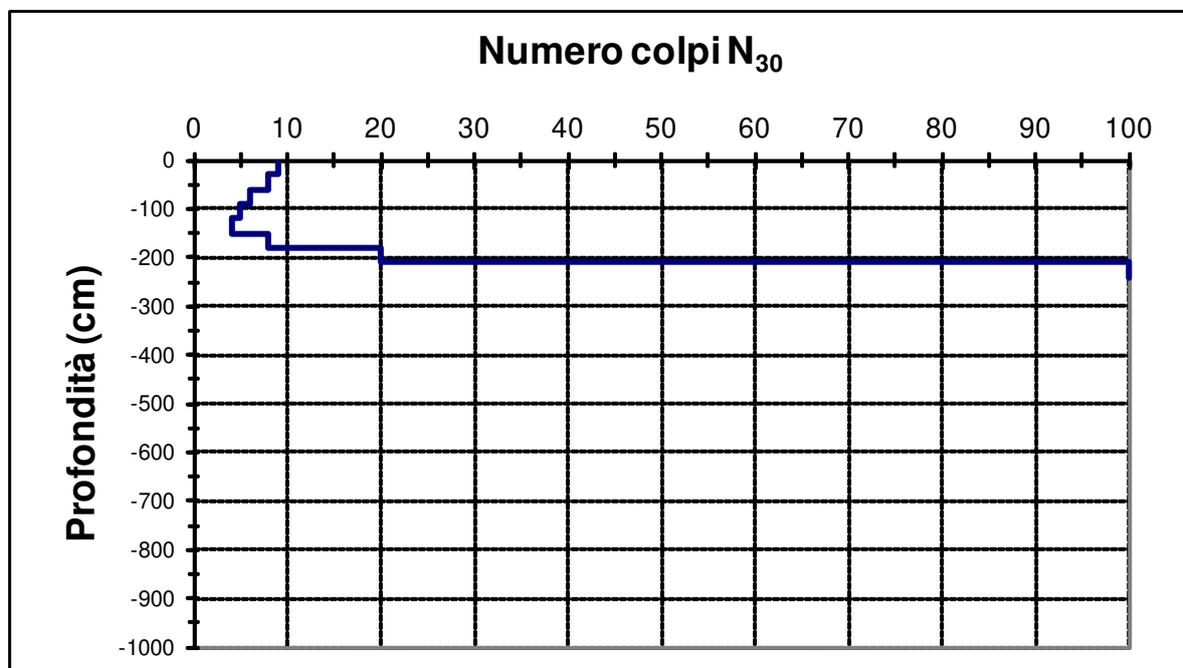
**Prova n° DPSH 3**

Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 63/100

Livello falda alla data di esecuzione: non rilevata

Quota di riferimento: p.c.

| Quota (cm) | N° colpi |
|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
|            |          | 510        |          | 1020       |          | 1530       |          |
| 30         | 9        | 540        |          | 1050       |          | 1560       |          |
| 60         | 8        | 570        |          | 1080       |          | 1590       |          |
| 90         | 6        | 600        |          | 1110       |          | 1620       |          |
| 120        | 5        | 630        |          | 1140       |          | 1650       |          |
| 150        | 4        | 660        |          | 1170       |          | 1680       |          |
| 180        | 8        | 690        |          | 1200       |          | 1710       |          |
| 210        | 20       | 720        |          | 1230       |          | 1740       |          |
| 240        | R        | 750        |          | 1260       |          | 1770       |          |
| 270        |          | 780        |          | 1290       |          | 1800       |          |
| 300        |          | 810        |          | 1320       |          | 1830       |          |
| 330        |          | 840        |          | 1350       |          | 1860       |          |
| 360        |          | 870        |          | 1380       |          | 1890       |          |
| 390        |          | 900        |          | 1410       |          | 1920       |          |
| 420        |          | 930        |          | 1440       |          | 1950       |          |
| 450        |          | 960        |          | 1470       |          | 1980       |          |
| 480        |          | 990        |          | 1500       |          | 2010       |          |



**Certificato n° 1357 del 15/12/2022**

**Allegato  
fotografico**

**Certificato n° 1357 del 15/12/2022**



**Foto 1:** Posizionamento prova penetrometrica dinamica DPSH1.



**Foto 2:** Posizionamento prova penetrometrica dinamica DPSH2.

**Certificato n° 1357 del 15/12/2022**



**Foto 3:** Posizionamento prova penetrometrica dinamica DPSH3.

DR. GEOL. MAURIZIO CANEPA IDROGEOLOGIA GEOTECNICA GEOLOGIA AMBIENTALE CAVE E MINIERE

Allegato 2: analisi chimiche dei terreni



**STILLAB S.R.L.**  
 C.so Indipendenza, 53  
 10086 Rivarolo Canavese (TO)  
 CF/PI 09939360013  
 TEL. +39 0124 28436  
 FAX +39 0124 25909  
 MAIL laboratorio@stillab.it  
 PEC stillab@pec.it



LAB N° 1746 L

**RAPPORTO DI PROVA N° 5250/2022**

**Cliente:** **Maurizio Canepa**  
 Via Montenero 26 - Rivarolo Canavese (TO)  
**Luogo di campionamento:** <sup>a</sup> Scuola Ghirotti, Volpiano  
**Denominazione campione:** <sup>a</sup> VOLP SC1 - 0,40 m  
**Campione n°:** 5250  
**Matrice:** <sup>a</sup> Suolo e sottosuolo  
**Prodotto:** <sup>a</sup> Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale  
**Modalità campionamento:** <sup>a</sup> Secondo istruzioni operative fornite da STILLAB (a cura del Cliente) - rif. PG02\_IO01  
**Contenitore:** Bottiglia in PET  
**Campionato da:** <sup>a</sup> A cura del Cliente

| Data campionamento <sup>a</sup> | Ora campionamento <sup>a</sup> | Ricevimento campione | Data inizio analisi | Data fine analisi |
|---------------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------------|-------------------|
| 13/12/2022                      | 14:30                          | 13/12/2022           | 16/12/2022          | 28/12/2022        |

| Parametro di prova                         | Metodo   | U.M.       | Risultato | Incertezza | Limiti              | LOQ  |
|--|--|------------|-----------|------------|---------------------|------|
| Granulometria: frazione > 2 mm (scheletro) | DM 13/09/1999 SO n° 185<br>GU n° 248 21/10/1999 Met.<br>II.1 | g/kg       | 363       | ± 27       |                     | 1    |
| Residuo secco a 105°C *                    | UNI EN 14346:2007  | %          | 91        |            |                     | 0,01 |
| Arsenico                                   | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009             | mg/kg s.s. | 2,7       | ± 1        | ≤20 <sup>(1)</sup>  | 0,9  |
| Cadmio                                     | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009             | mg/kg s.s. | 2,0       | ± 0,7      | ≤2 <sup>(1)</sup>   | 0,2  |
| Cobalto                                    | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009             | mg/kg s.s. | 13        | ± 5        | ≤20 <sup>(1)</sup>  | 0,2  |
| Nichel                                     | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009             | mg/kg s.s. | 160       | ± 56       | ≤120 <sup>(1)</sup> | 0,5  |
| Piombo                                     | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009             | mg/kg s.s. | 5,8       | ± 2        | ≤100 <sup>(1)</sup> | 0,9  |
| Rame                                       | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009             | mg/kg s.s. | 19        | ± 5        | ≤120 <sup>(1)</sup> | 0,5  |
| Zinco                                      | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009             | mg/kg s.s. | 28        | ± 10       | ≤150 <sup>(1)</sup> | 0,9  |
| Mercurio *                                 | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009             | mg/kg s.s. | < 0,2     |            | ≤1 <sup>(1)</sup>   | 0,2  |
| Cromo totale                               | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009             | mg/kg s.s. | 260       | ± 92       | ≤150 <sup>(1)</sup> | 1    |
| Cromo VI *                                 | UNI EN ISO 15192:2021  | mg/kg s.s. | < 0,2     |            | ≤2 <sup>(1)</sup>   | 0,2  |
| Idrocarburi pesanti C ≥ 12                 | UNI EN ISO 16703:2011  | mg/kg s.s. | < 5       |            | ≤50 <sup>(1)</sup>  | 5    |

(1) Decreto Legislativo n° 152 del 03 aprile 2006 - Allegato 5 al Titolo V Parte IV - Tabella 1

\* Prova non accreditata Accredia



I risultati si riferiscono solo agli oggetti sottoposti a prova. I risultati si riferiscono al campione così come ricevuto. Il rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del laboratorio. Questo rapporto di prova è sottoscritto con firma digitale ai sensi della normativa vigente (D.Lgs. 82/2005 e s.m.i).

Il laboratorio declina ogni responsabilità relativamente a dichiarazioni fornite dal Cliente che possano influenzare la validità dei risultati.



**STILLAB S.R.L.**  
 C.so Indipendenza, 53  
 10086 Rivarolo Canavese (TO)  
 CF/PI 09939360013  
 TEL. +39 0124 28436  
 FAX +39 0124 25909  
 MAIL laboratorio@stillab.it  
 PEC stillab@pec.it



LAB N° 1746 L

**RAPPORTO DI PROVA N°**

**5250/2022**

| Parametro di prova | Metodo | U.M. | Risultato | Incertezza | Limiti | LOQ |
|--------------------|--------|------|-----------|------------|--------|-----|
|--------------------|--------|------|-----------|------------|--------|-----|

a) Dato fornito dal Cliente

**Dichiarazione di conformità:**

Sulla base dei risultati delle analisi, limitatamente ai parametri considerati, il campione è da considerarsi **NON CONFORME** ai limiti di riferimento indicati in TAB. 1A, All. 5, Titolo V del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.

**Data di emissione:**

28/12/2022

Responsabile Gestione Qualità Laboratorio  
 chim. dott. Daniele Rosso



**Fine Rapporto di Prova**

**Note Rapporto di Prova n° 5250**

L'incertezza di misura relativa ai singoli parametri analizzati è calcolata in base a quanto previsto nei singoli metodi normati riportati nel presente Rapporto di Prova, applicando la procedura interna PG08 e per le prove microbiologiche le norme UNI EN ISO 8199:2018 e ISO 29201:2012, utilizzando un livello di probabilità pari al 95% con un fattore di copertura K=2. Il contributo dell'incertezza di misura derivante dal campionamento non è incluso nell'incertezza estesa indicata sul rapporto di prova.

Nelle dichiarazioni di conformità il confronto tra i valori misurati e i limiti di riferimento, ove applicabile, è stato effettuato considerando il range di incertezza associato, qualora indicato. La dichiarazione di conformità viene così effettuata: per le prove chimiche viene applicato quanto previsto nel Manuale ISPRA 52/2009 "L'analisi di conformità con i valori limite di legge: il ruolo dell'incertezza associata a risultati di misura"; per la matrice "Acque destinate al consumo umano" e per le prove microbiologiche non viene considerato l'intervallo di confidenza della singola prova ma unicamente il confronto del dato con i limiti di riferimento indicati dalla normativa vigente.

**stillab.it**

I risultati si riferiscono solo agli oggetti sottoposti a prova. I risultati si riferiscono al campione così come ricevuto. Il rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del laboratorio. Questo rapporto di prova è sottoscritto con firma digitale ai sensi della normativa vigente (D.Lgs. 82/2005 e s.m.i). Il laboratorio declina ogni responsabilità relativamente a dichiarazioni fornite dal Cliente che possano influenzare la validità dei risultati.

Firmato da:  
 Daniele Rosso  
 Ruolo: Chimico  
 Certificato emesso da: ArubaPEC S.p.A. NG CA 3, ArubaPEC S.p.A., IT



**STILLAB S.R.L.**  
 C.so Indipendenza, 53  
 10086 Rivarolo Canavese (TO)  
 CF/PI 09939360013  
 TEL. +39 0124 28436  
 FAX +39 0124 25909  
 MAIL laboratorio@stillab.it  
 PEC stillab@pec.it



LAB N° 1746 L

**RAPPORTO DI PROVA N°**

**5251/2022**

**Cliente:** **Maurizio Canepa**  
 Via Montenero 26 - Rivarolo Canavese (TO)  
**Luogo di campionamento:** <sup>a</sup> Scuola Ghirotti, Volpiano  
**Denominazione campione:** <sup>a</sup> VOLP SC1 - 0,70 m  
**Campione n°:** 5251  
**Matrice:** <sup>a</sup> Suolo e sottosuolo  
**Prodotto:** <sup>a</sup> Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale  
**Modalità campionamento:** <sup>a</sup> Secondo istruzioni operative fornite da STILLAB (a cura del Cliente) - rif. PG02\_IO01  
**Contenitore:** Bottiglia in PET  
**Campionato da:** <sup>a</sup> A cura del Cliente

| Data campionamento <sup>a</sup> | Ora campionamento <sup>a</sup> | Ricevimento campione | Data inizio analisi | Data fine analisi |
|---------------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------------|-------------------|
| 13/12/2022                      | 14:45                          | 13/12/2022           | 16/12/2022          | 28/12/2022        |

| Parametro di prova                         | Metodo  | U.M.       | Risultato | Incertezza | Limiti              | LOQ  |
|--|---|------------|-----------|------------|---------------------|------|
| Granulometria: frazione > 2 mm (scheletro) | DM 13/09/1999 SO n° 185<br>GU n° 248 21/10/1999 Met. II.1 | g/kg       | 300       | ± 22       |                     | 1    |
| Residuo secco a 105°C *                    | UNI EN 14346:2007   | %          | 91        |            |                     | 0,01 |
| Arsenico                                   | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009          | mg/kg s.s. | 3,9       | ± 1        | ≤20 <sup>(1)</sup>  | 0,9  |
| Cadmio                                     | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009          | mg/kg s.s. | 2,3       | ± 0,8      | ≤2 <sup>(1)</sup>   | 0,2  |
| Cobalto                                    | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009          | mg/kg s.s. | 15        | ± 5        | ≤20 <sup>(1)</sup>  | 0,2  |
| Nichel                                     | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009          | mg/kg s.s. | 200       | ± 70       | ≤120 <sup>(1)</sup> | 0,5  |
| Piombo                                     | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009          | mg/kg s.s. | 6,9       | ± 2        | ≤100 <sup>(1)</sup> | 0,9  |
| Rame                                       | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009          | mg/kg s.s. | 20        | ± 5        | ≤120 <sup>(1)</sup> | 0,5  |
| Zinco                                      | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009          | mg/kg s.s. | 30        | ± 11       | ≤150 <sup>(1)</sup> | 0,9  |
| Mercurio *                                 | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009          | mg/kg s.s. | < 0,2     |            | ≤1 <sup>(1)</sup>   | 0,2  |
| Cromo totale                               | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009          | mg/kg s.s. | 310       | ± 110      | ≤150 <sup>(1)</sup> | 1    |
| Cromo VI *                                 | UNI EN ISO 15192:2021                                     | mg/kg s.s. | < 0,2     |            | ≤2 <sup>(1)</sup>   | 0,2  |
| Idrocarburi pesanti C ≥ 12                 | UNI EN ISO 16703:2011                                     | mg/kg s.s. | 20        | ± 7        | ≤50 <sup>(1)</sup>  | 5    |

(1) Decreto Legislativo n° 152 del 03 aprile 2006 - Allegato 5 al Titolo V Parte IV - Tabella 1

\* Prova non accreditata Accredia



I risultati si riferiscono solo agli oggetti sottoposti a prova. I risultati si riferiscono al campione così come ricevuto. Il rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del laboratorio. Questo rapporto di prova è sottoscritto con firma digitale ai sensi della normativa vigente (D.Lgs. 82/2005 e s.m.i). Il laboratorio declina ogni responsabilità relativamente a dichiarazioni fornite dal Cliente che possano influenzare la validità dei risultati.



**STILLAB S.R.L.**  
 C.so Indipendenza, 53  
 10086 Rivarolo Canavese (TO)  
 CF/PI 09939360013  
 TEL. +39 0124 28436  
 FAX +39 0124 25909  
 MAIL laboratorio@stillab.it  
 PEC stillab@pec.it



LAB N° 1746 L

RAPPORTO DI PROVA N°

5251/2022

| Parametro di prova | Metodo | U.M. | Risultato | Incertezza | Limiti | LOQ |
|--------------------|--------|------|-----------|------------|--------|-----|
|--------------------|--------|------|-----------|------------|--------|-----|

a) Dato fornito dal Cliente

**Dichiarazione di conformità:**

Sulla base dei risultati delle analisi, limitatamente ai parametri considerati, il campione è da considerarsi NON CONFORME ai limiti di riferimento indicati in TAB. 1A, All. 5, Titolo V del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.

**Data di emissione:**

28/12/2022

Responsabile Gestione Qualità Laboratorio  
 chim. dott. Daniele Rosso

**Fine Rapporto di Prova****Note Rapporto di Prova n° 5251**

L'incertezza di misura relativa ai singoli parametri analizzati è calcolata in base a quanto previsto nei singoli metodi normati riportati nel presente Rapporto di Prova, applicando la procedura interna PG08 e per le prove microbiologiche le norme UNI EN ISO 8199:2018 e ISO 29201:2012, utilizzando un livello di probabilità pari al 95% con un fattore di copertura  $K=2$ . Il contributo dell'incertezza di misura derivante dal campionamento non è incluso nell'incertezza estesa indicata sul rapporto di prova.

Nelle dichiarazioni di conformità il confronto tra i valori misurati e i limiti di riferimento, ove applicabile, è stato effettuato considerando il range di incertezza associato, qualora indicato. La dichiarazione di conformità viene così effettuata: per le prove chimiche viene applicato quanto previsto nel Manuale ISPRA 52/2009 "L'analisi di conformità con i valori limite di legge: il ruolo dell'incertezza associata a risultati di misura"; per la matrice "Acque destinate al consumo umano" e per le prove microbiologiche non viene considerato l'intervallo di confidenza della singola prova ma unicamente il confronto del dato con i limiti di riferimento indicati dalla normativa vigente.

stillab.it

Firmato da:

Daniele Rosso

Ruolo: Chimico

Certificato emesso da: ArubaPEC S.p.A. NG CA 3, ArubaPEC S.p.A., IT

I risultati si riferiscono solo agli oggetti sottoposti a prova. I risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.  
 Il rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del laboratorio.  
 Questo rapporto di prova è sottoscritto con firma digitale ai sensi della normativa vigente (D.Lgs. 82/2005 e s.m.i).

Il laboratorio declina ogni responsabilità relativamente a dichiarazioni fornite dal Cliente che possano influenzare la validità dei risultati.



**STILLAB S.R.L.**  
 C.so Indipendenza, 53  
 10086 Rivarolo Canavese (TO)  
 CF/PI 09939360013  
 TEL. +39 0124 28436  
 FAX +39 0124 25909  
 MAIL laboratorio@stillab.it  
 PEC stillab@pec.it



LAB N° 1746 L

**RAPPORTO DI PROVA N°**

**5252/2022**

**Cliente:** **Maurizio Canepa**  
 Via Montenero 26 - Rivarolo Canavese (TO)  
**Luogo di campionamento:** <sup>a</sup> Scuola Ghirotti, Volpiano  
**Denominazione campione:** <sup>a</sup> VOLP SC2 - 0,40 m  
**Campione n°:** 5252  
**Matrice:** <sup>a</sup> Suolo e sottosuolo  
**Prodotto:** <sup>a</sup> Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale  
**Modalità campionamento:** <sup>a</sup> Secondo istruzioni operative fornite da STILLAB (a cura del Cliente) - rif. PG02\_IO01  
**Contenitore:** Bottiglia in PET  
**Campionato da:** <sup>a</sup> A cura del Cliente

| Data campionamento <sup>a</sup> | Ora campionamento <sup>a</sup> | Ricevimento campione | Data inizio analisi | Data fine analisi |
|---------------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------------|-------------------|
| 13/12/2022                      | 15:00                          | 13/12/2022           | 16/12/2022          | 28/12/2022        |

| Parametro di prova                         | Metodo  | U.M.       | Risultato | Incertezza | Limiti              | LOQ  |
|--|---|------------|-----------|------------|---------------------|------|
| Granulometria: frazione > 2 mm (scheletro) | DM 13/09/1999 SO n° 185<br>GU n° 248 21/10/1999 Met. II.1 | g/kg       | 413       | ± 30       |                     | 1    |
| Residuo secco a 105°C *                    | UNI EN 14346:2007   | %          | 93        |            |                     | 0,01 |
| Arsenico                                   | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009          | mg/kg s.s. | 2,3       | ± 1        | ≤20 <sup>(1)</sup>  | 0,9  |
| Cadmio                                     | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009          | mg/kg s.s. | 1,7       | ± 0,6      | ≤2 <sup>(1)</sup>   | 0,2  |
| Cobalto                                    | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009          | mg/kg s.s. | 9,9       | ± 4        | ≤20 <sup>(1)</sup>  | 0,2  |
| Nichel                                     | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009          | mg/kg s.s. | 160       | ± 56       | ≤120 <sup>(1)</sup> | 0,5  |
| Piombo                                     | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009          | mg/kg s.s. | 8,0       | ± 3        | ≤100 <sup>(1)</sup> | 0,9  |
| Rame                                       | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009          | mg/kg s.s. | 14        | ± 3        | ≤120 <sup>(1)</sup> | 0,5  |
| Zinco                                      | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009          | mg/kg s.s. | 29        | ± 10       | ≤150 <sup>(1)</sup> | 0,9  |
| Mercurio *                                 | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009          | mg/kg s.s. | < 0,2     |            | ≤1 <sup>(1)</sup>   | 0,2  |
| Cromo totale                               | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009          | mg/kg s.s. | 170       | ± 60       | ≤150 <sup>(1)</sup> | 1    |
| Cromo VI *                                 | UNI EN ISO 15192:2021                                     | mg/kg s.s. | < 0,2     |            | ≤2 <sup>(1)</sup>   | 0,2  |
| Idrocarburi pesanti C ≥ 12                 | UNI EN ISO 16703:2011                                     | mg/kg s.s. | 13        | ± 4        | ≤50 <sup>(1)</sup>  | 5    |

(1) Decreto Legislativo n° 152 del 03 aprile 2006 - Allegato 5 al Titolo V Parte IV - Tabella 1

\* Prova non accreditata Accredia



I risultati si riferiscono solo agli oggetti sottoposti a prova. I risultati si riferiscono al campione così come ricevuto. Il rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del laboratorio. Questo rapporto di prova è sottoscritto con firma digitale ai sensi della normativa vigente (D.Lgs. 82/2005 e s.m.i). Il laboratorio declina ogni responsabilità relativamente a dichiarazioni fornite dal Cliente che possano influenzare la validità dei risultati.



**STILLAB S.R.L.**  
 C.so Indipendenza, 53  
 10086 Rivarolo Canavese (TO)  
 CF/PI 09939360013  
 TEL. +39 0124 28436  
 FAX +39 0124 25909  
 MAIL laboratorio@stillab.it  
 PEC stillab@pec.it



LAB N° 1746 L

RAPPORTO DI PROVA N°

5252/2022

| Parametro di prova | Metodo | U.M. | Risultato | Incertezza | Limiti | LOQ |
|--------------------|--------|------|-----------|------------|--------|-----|
|--------------------|--------|------|-----------|------------|--------|-----|

a) Dato fornito dal Cliente

**Dichiarazione di conformità:**

Sulla base dei risultati delle analisi, limitatamente ai parametri considerati, il campione è da considerarsi NON CONFORME ai limiti di riferimento indicati in TAB. 1A, All. 5, Titolo V del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.

**Data di emissione:**

28/12/2022

Responsabile Gestione Qualità Laboratorio  
 chim. dott. Daniele Rosso

**Fine Rapporto di Prova****Note Rapporto di Prova n° 5252**

L'incertezza di misura relativa ai singoli parametri analizzati è calcolata in base a quanto previsto nei singoli metodi normati riportati nel presente Rapporto di Prova, applicando la procedura interna PG08 e per le prove microbiologiche le norme UNI EN ISO 8199:2018 e ISO 29201:2012, utilizzando un livello di probabilità pari al 95% con un fattore di copertura  $K=2$ . Il contributo dell'incertezza di misura derivante dal campionamento non è incluso nell'incertezza estesa indicata sul rapporto di prova.

Nelle dichiarazioni di conformità il confronto tra i valori misurati e i limiti di riferimento, ove applicabile, è stato effettuato considerando il range di incertezza associato, qualora indicato. La dichiarazione di conformità viene così effettuata: per le prove chimiche viene applicato quanto previsto nel Manuale ISPRA 52/2009 "L'analisi di conformità con i valori limite di legge: il ruolo dell'incertezza associata a risultati di misura"; per la matrice "Acque destinate al consumo umano" e per le prove microbiologiche non viene considerato l'intervallo di confidenza della singola prova ma unicamente il confronto del dato con i limiti di riferimento indicati dalla normativa vigente.

stillab.it

Firmato da:

Daniele Rosso

Ruolo: Chimico

Certificato emesso da: ArubaPEC S.p.A. NG CA 3, ArubaPEC S.p.A., IT

I risultati si riferiscono solo agli oggetti sottoposti a prova. I risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.  
 Il rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del laboratorio.  
 Questo rapporto di prova è sottoscritto con firma digitale ai sensi della normativa vigente (D.Lgs. 82/2005 e s.m.i).

Il laboratorio declina ogni responsabilità relativamente a dichiarazioni fornite dal Cliente che possano influenzare la validità dei risultati.



**STILLAB S.R.L.**  
 C.so Indipendenza, 53  
 10086 Rivarolo Canavese (TO)  
 CF/PI 09939360013  
 TEL. +39 0124 28436  
 FAX +39 0124 25909  
 MAIL laboratorio@stillab.it  
 PEC stillab@pec.it



LAB N° 1746 L

**RAPPORTO DI PROVA N°**

**5253/2022**

**Cliente:** **Maurizio Canepa**  
 Via Montenero 26 - Rivarolo Canavese (TO)  
**Luogo di campionamento:** <sup>a</sup> Scuola Ghirotti, Volpiano  
**Denominazione campione:** <sup>a</sup> VOLP SC2 - 0,70 m  
**Campione n°:** 5253  
**Matrice:** <sup>a</sup> Suolo e sottosuolo  
**Prodotto:** <sup>a</sup> Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale  
**Modalità campionamento:** <sup>a</sup> Secondo istruzioni operative fornite da STILLAB (a cura del Cliente) - rif. PG02\_IO01  
**Contenitore:** Bottiglia in PET  
**Campionato da:** <sup>a</sup> A cura del Cliente

| Data campionamento <sup>a</sup> | Ora campionamento <sup>a</sup> | Ricevimento campione | Data inizio analisi | Data fine analisi |
|---------------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------------|-------------------|
| 13/12/2022                      | 15:30                          | 13/12/2022           | 16/12/2022          | 28/12/2022        |

| Parametro di prova                         | Metodo   | U.M.       | Risultato | Incertezza | Limiti              | LOQ  |
|--|--|------------|-----------|------------|---------------------|------|
| Granulometria: frazione > 2 mm (scheletro) | DM 13/09/1999 SO n° 185<br>GU n° 248 21/10/1999 Met.<br>II.1 | g/kg       | 338       | ± 25       |                     | 1    |
| Residuo secco a 105°C *                    | UNI EN 14346:2007  | %          | 90        |            |                     | 0,01 |
| Arsenico                                   | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009             | mg/kg s.s. | 1,2       | ± 0        | ≤20 <sup>(1)</sup>  | 0,9  |
| Cadmio                                     | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009             | mg/kg s.s. | 1,9       | ± 0,7      | ≤2 <sup>(1)</sup>   | 0,2  |
| Cobalto                                    | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009             | mg/kg s.s. | 11        | ± 4        | ≤20 <sup>(1)</sup>  | 0,2  |
| Nichel                                     | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009             | mg/kg s.s. | 170       | ± 59       | ≤120 <sup>(1)</sup> | 0,5  |
| Piombo                                     | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009             | mg/kg s.s. | 11        | ± 4        | ≤100 <sup>(1)</sup> | 0,9  |
| Rame                                       | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009             | mg/kg s.s. | 18        | ± 4        | ≤120 <sup>(1)</sup> | 0,5  |
| Zinco                                      | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009             | mg/kg s.s. | 35        | ± 13       | ≤150 <sup>(1)</sup> | 0,9  |
| Mercurio *                                 | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009             | mg/kg s.s. | < 0,2     |            | ≤1 <sup>(1)</sup>   | 0,2  |
| Cromo totale                               | UNI EN ISO 54321:2021 +<br>UNI EN ISO 11885:2009             | mg/kg s.s. | 280       | ± 99       | ≤150 <sup>(1)</sup> | 1    |
| Cromo VI *                                 | UNI EN ISO 15192:2021  | mg/kg s.s. | < 0,2     |            | ≤2 <sup>(1)</sup>   | 0,2  |
| Idrocarburi pesanti C ≥ 12                 | UNI EN ISO 16703:2011  | mg/kg s.s. | 37        | ± 12       | ≤50 <sup>(1)</sup>  | 5    |

(1) Decreto Legislativo n° 152 del 03 aprile 2006 - Allegato 5 al Titolo V Parte IV - Tabella 1

\* Prova non accreditata Accredia

**stillab.it**

I risultati si riferiscono solo agli oggetti sottoposti a prova. I risultati si riferiscono al campione così come ricevuto. Il rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del laboratorio. Questo rapporto di prova è sottoscritto con firma digitale ai sensi della normativa vigente (D.Lgs. 82/2005 e s.m.i).

Il laboratorio declina ogni responsabilità relativamente a dichiarazioni fornite dal Cliente che possano influenzare la validità dei risultati.



**STILLAB S.R.L.**  
 C.so Indipendenza, 53  
 10086 Rivarolo Canavese (TO)  
 CF/PI 09939360013  
 TEL. +39 0124 28436  
 FAX +39 0124 25909  
 MAIL laboratorio@stillab.it  
 PEC stillab@pec.it



LAB N° 1746 L

RAPPORTO DI PROVA N°

5253/2022

| Parametro di prova | Metodo | U.M. | Risultato | Incertezza | Limiti | LOQ |
|--------------------|--------|------|-----------|------------|--------|-----|
|--------------------|--------|------|-----------|------------|--------|-----|

a) Dato fornito dal Cliente

**Dichiarazione di conformità:**

Sulla base dei risultati delle analisi, limitatamente ai parametri considerati, il campione è da considerarsi NON CONFORME ai limiti di riferimento indicati in TAB. 1A, All. 5, Titolo V del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.

**Data di emissione:**

28/12/2022

Responsabile Gestione Qualità Laboratorio  
 chim. dott. Daniele Rosso

**Fine Rapporto di Prova****Note Rapporto di Prova n° 5253**

L'incertezza di misura relativa ai singoli parametri analizzati è calcolata in base a quanto previsto nei singoli metodi normati riportati nel presente Rapporto di Prova, applicando la procedura interna PG08 e per le prove microbiologiche le norme UNI EN ISO 8199:2018 e ISO 29201:2012, utilizzando un livello di probabilità pari al 95% con un fattore di copertura  $K=2$ . Il contributo dell'incertezza di misura derivante dal campionamento non è incluso nell'incertezza estesa indicata sul rapporto di prova.

Nelle dichiarazioni di conformità il confronto tra i valori misurati e i limiti di riferimento, ove applicabile, è stato effettuato considerando il range di incertezza associato, qualora indicato. La dichiarazione di conformità viene così effettuata: per le prove chimiche viene applicato quanto previsto nel Manuale ISPRA 52/2009 "L'analisi di conformità con i valori limite di legge: il ruolo dell'incertezza associata a risultati di misura"; per la matrice "Acque destinate al consumo umano" e per le prove microbiologiche non viene considerato l'intervallo di confidenza della singola prova ma unicamente il confronto del dato con i limiti di riferimento indicati dalla normativa vigente.

stillab.it

Firmato da:

Daniele Rosso

Ruolo: Chimico

Certificato emesso da: ArubaPEC S.p.A. NG CA 3, ArubaPEC S.p.A., IT

I risultati si riferiscono solo agli oggetti sottoposti a prova. I risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.  
 Il rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del laboratorio.  
 Questo rapporto di prova è sottoscritto con firma digitale ai sensi della normativa vigente (D.Lgs. 82/2005 e s.m.i).

Il laboratorio declina ogni responsabilità relativamente a dichiarazioni fornite dal Cliente che possano influenzare la validità dei risultati.