

REGIONE PIEMONTE
Città Metropolitana di Torino
Comune di Scarmagno

Area denominata "Aree Urbane" nel comprensorio dell'Ex Polo Industriale Olivetti



DEVELOPER:



PANATTONI

Via San Raffaele 1,
 20121, Milano
 P.IVA 14985591008

PROGETTISTA / DESIGNER:



ENGINEERING PROJECT AND SERVICE

EP&S Via Treviso 12 10144 Torino
 Tel. 0039 011 7714685
 contact@eps-group.it - P.IVA 1140080019
 PROGETTO ARCHITETTONICO
 PROGETTO STRUTTURALE
 Ing. Stefano Dalmasso
 PROGETTO IMPIANTI MECCANICI:
 Ing. Giorgio BO
 PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI:
 Ing. Renzo ZORZI

CONSULENTI SPECIALISTICI:



URBANISTICA E PIANIFICAZIONE
STUDIO ASSOCIATO ARCHITETTI PAGLIA
 Via per Cuceglio 5, 10011 Agliè (TO)
 Tel. 0124330136 - P.IVA P. IVA 06441460018
 Arch. Giancarlo PAGLIA
 Arch. Maria Luisa PAGLIA
 Arch. Valeria SANTORO
 Arch. Elisa ZANETTA



ASPETTI AMBIENTALI
STUDIO PLANETA ECONSULTING
 Tenuta Cerello - Via Cerello, 21
 10034 Chivasso (To) Tel. 0124330136
 Tel 011 9103450 info@studioplaneta.it
 Per. Ind. Cesare RAMPI

STUDIO SINTESI INGEGNERIA E PAESAGGIO
 Via Mongrando 41/a 10153 Torino
 Dr. PhD Stefano ASSONE



STUDIO DEL TRAFFICO
 ACUSTICA
 STUDIO DI DISPERSIONE DEGLI
 INQUINANTI IN ATMOSFERA
TRM GROUP
 Via Giuseppe FERRARI 39
 20900 Monza Tel. 0124330136
 ufficio.tecnico@trmgroupp.it

LAVORO / WORK:

PIANO ESECUTIVO CONVENZIONATO
NUOVO POLO LOGISTICO
SU AREA EX "AREE URBANE" NEL COMUNE DI SCARMAGNO

OGGETTO / OBJECT:

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

REV.	DATA	OGGETTO EDIZIONE	DIS.	VER.	APP.
a	30/06/22	emissione	ER	EC	SD
		TAVOLA N.:	REV.:	FOGLIO DI:	SCALA:
09812202_ENT_is_004_01a		0891 22 02 ENT is RTE	004 a	1/1	varie

Questo disegno è di proprietà riservata. Ne è vietata la riproduzione anche parziale, nonché la presentazione a terzi senza esplicita autorizzazione.
 L'inosservanza è perseguibile ai termini di legge.

genovese & associati

genovese & associati

società tra professionisti s.r.l.

Regione Piemonte
Comune di Scarmagno
area ex Olivetti



Realizzazione di nuova area logistica

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA ai sensi D.M.11/03/88 - D.M.17/01/18

DATA
21 giugno 2022

geol. Giorgio Toselli

geol. Giuseppe Genovese

GIORGIO
TOSELLI
GEOLOGO
A.P. SEZ. A
N. 736
ALBO PROFESSIONALE

GIUSEPPE
GENOVESE
GEOLOGO
A.P. SEZ. A
N. 192
ALBO PROFESSIONALE

genovese & associati STP srl

via Camogli 10, 10134 Torino - tel./fax 0113199507 - toselli@genoveseassociati.it - p.iva 07282110019

1. PREMESSA

La presente relazione espone i risultati dello studio condotto ai sensi del vigente **D.M. 11/03/88**, "*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 del **D.M. 17/01/2018** "*Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni*", mirante a verificare le caratteristiche geologiche e sismiche e la parametrizzazione geotecnica del terreno interessato dal progetto di "**Realizzazione di nuova area logistica**" da realizzarsi nel Comune di Scarmagno, nell'area a Nord dell'ex stabilimento Olivetti, in fregio alla S.P.56.

Nella presente relazione vengono presi in esame i seguenti aspetti geologici, geotecnici e idrogeologici:

- caratterizzazione geomorfologica, geologica ed idrogeologica dell'area;
- definizione del modello geologico con descrizione dell'assetto litostratigrafico locale;
- definizione del modello geotecnico mediante la parametrizzazione geotecnica e sismica dei terreni;
- individuazione delle eventuali problematiche geologico-tecniche connesse agli interventi in progetto ed una verifica di massima di alcune strutture fondazionali agli stati limite ultimo e di esercizio;
- verifica della compatibilità tra l'assetto geologico e idrogeologico del territorio e le opere in progetto, nel rispetto delle prescrizioni degli strumenti di pianificazione vigenti.

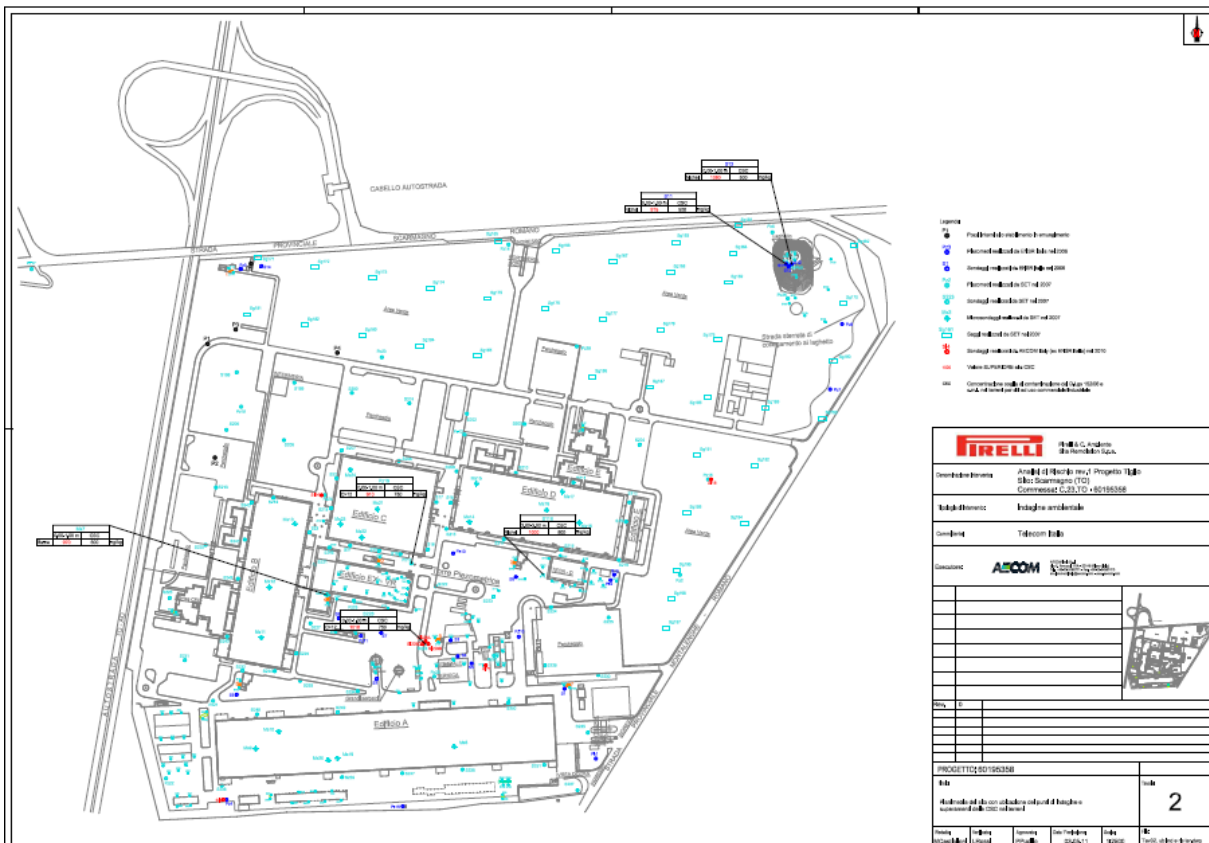
A tal fine si è proceduto all'effettuazione della seguente campagna d'indagine geognostica:

- n°3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti fino a 20 m di profondità, corredati da prove penetrometriche in foro di tipo SPT eseguite ogni 1,5 m di avanzamento fino a 9,0 m e quindi ogni 3,0 m per un totale di 27 prove SPT;
- ✓ n°16 prove penetrometriche dinamiche continue eseguite con penetrometro superpesante DPSH, semovente e cingolato;
- ✓ n°3 indagini geofisiche con metodo sismico attivo per onde superficiali MASW per la definizione del parametro V_{seq} .
- ✓ n°3 prospezioni sismiche passive HVSR per la misurazione delle frequenze di risonanza naturali del terreno.
- ✓ n°20 trincee geognostiche con escavatore spinte fino a 3,0 m di profondità dal p.c. per l'affinamento del modello stratigrafico locale.
- ✓ n°4 prove di infiltrazione in pozzetto quadrato per la definizione della permeabilità del suolo e per il supporto alle elaborazioni relative all'invarianza idraulica.



Veduta aerea dell'area in esame.

Si è inoltre preso in considerazione, oltre agli elaborati geologici del P.R.G.C., quanto emerso nella precedente campagna geognostica effettuata nell'area ex Olivetti nel 2010 da parte di AECOM per conto di Telecom Italia S.p.A. Nella planimetria qui riportata e desunta dall'indagine 2010 è riportata anche l'ubicazione di numerosi carotaggi e trincee geognostiche eseguite in precedenza (campagna SET, 2007 e campagna ENSR, 2008) di cui però non è stato possibile al momento reperire le stratigrafie.



Sono quindi risultate disponibili le stratigrafie relative alla sola campagna AECOM, 2010:

sondaggio	Profondità [m]
SI4	9,00
SI5	15,00
SI24	17,00
SI17	12,00



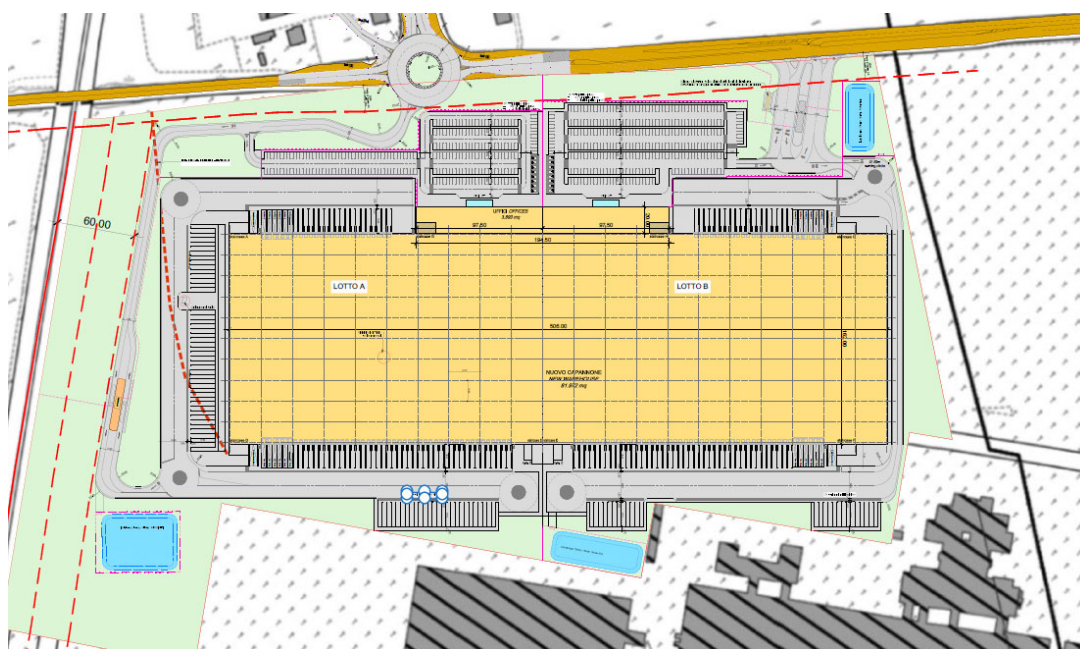
Nella Banca Dati della Città Metropolitana di Torino sono inoltre stati reperiti i dati relativi a due pozzi per acqua presenti nell'area dello stabilimento ed ubicati come segue:

2. STATO DI FATTO, OPERE IN PROGETTO E SITUAZIONE NORMATIVA

L'area di previsto intervento occupa la porzione più settentrionale dell'area ex Olivetti: il settore essenzialmente prativo compreso tra gli stabilimenti a Sud e la S.P.56 a Nord.

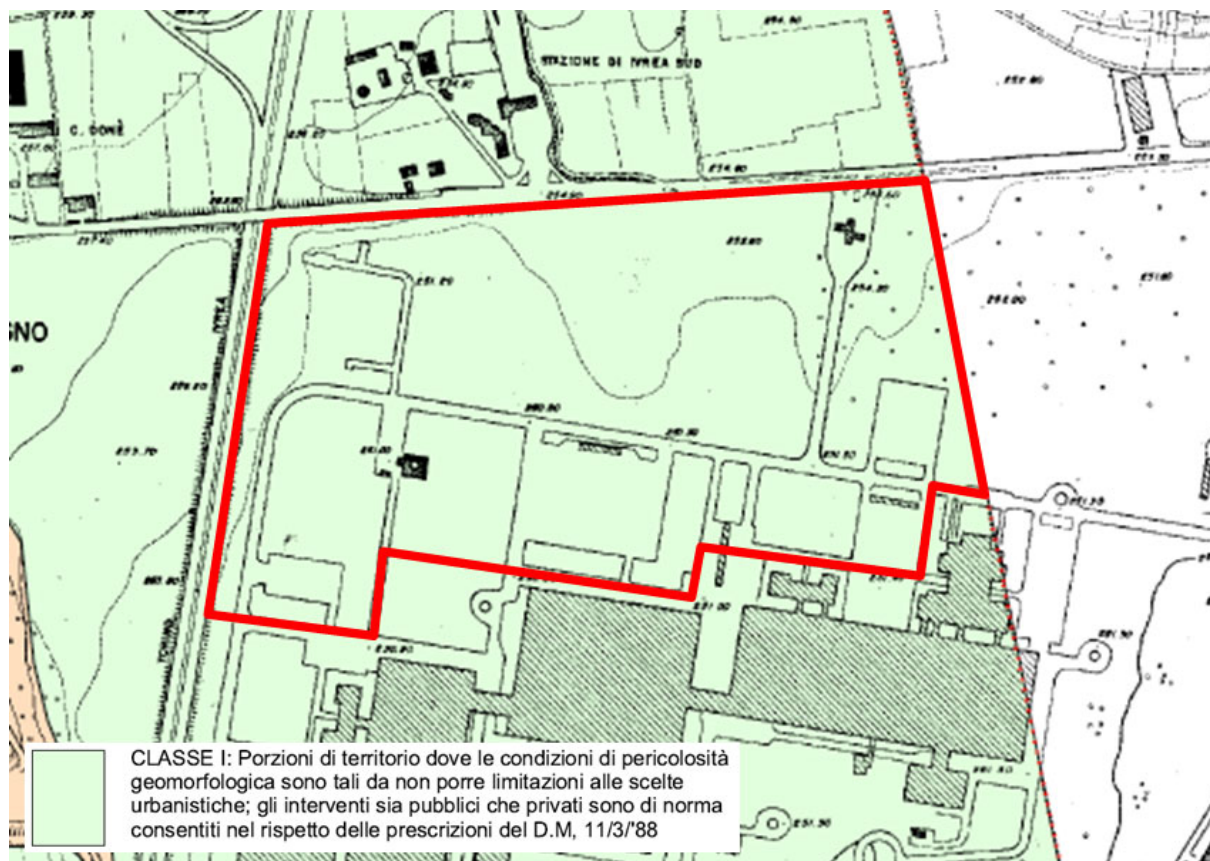
Il lotto si presenta pianeggiante, ineditato, salvo isolati manufatti di servizio, e ad oggi prevalentemente coperto da vegetazione erbacea.

Gli interventi in progetto prevedono il recupero dell'area con la realizzazione di una nuova area logistica costituita da un fabbricato principale a geometria rettangolare e un piano fuori terra, di dimensioni 506 x 162 m, allungato Est-Ovest.



Estratto da elaborati di progetto.

La **Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica** allegata al PRGC di Chivasso ascrive l'area in esame alla **Classe I**, ovvero *"porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche. Gli interventi sia pubblici che privati sono, di norma, consentiti, nel rispetto delle prescrizioni del D.M. 11/03/88."*



Estratto da Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica.

Il **PIANO STRALCIO per l'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)** - *Interventi sulla rete idrografica e sui versanti*, redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po ai sensi della Legge 18 maggio 1989, n.183, art.17, comma 6-ter e adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n.18 in data 26.04.2001, non riporta perimetrazioni inerenti l'area in esame.

Nelle mappe di pericolosità del **PIANO di GESTIONE dei RISCHI ALLUVIONE (PGRA)** – approvato con DPCM 27 Ottobre 2016 in osservanza della Direttiva Europea 2007/60/CE "Direttiva Alluvioni", recepita nel diritto italiano con D. Lgs 49/2010 – l'area in oggetto ricade al di fuori degli scenari di alluvioni.

L'area in esame **non è soggetta a vincolo idrogeologico**, ai sensi di R.D.L. 16/1926, L.R. 45/1989 e Circolare n. 3/AMB del 31/8/2018.

Sulla base della **D.G.R. n. 6-887 del 30 dicembre 2019** – *OPCM 3519/2006. Presa d'atto e approvazione dell'aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte, di cui alla D.G.R. del 21 maggio 2014, n. 65- 7656*, il Comune di Scarmagno ricade in **Zona 3**.

3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO

Come anticipato, il lotto in esame si presenta inedificato, prevalentemente prativo, salvo isolati manufatti per sottoservizi e piste di collegamento.

Dal punto di vista geomorfologico l'area di previsto intervento si colloca in corrispondenza della porzione settentrionale, prossima allo sbocco vallivo, della Pianura Eporediese caratterizzata dai depositi di pertinenza del Fiume Dora Baltea e quelli geneticamente correlabili all'evoluzione dei suoi affluenti, in particolare del Torrente Chiusella.

L'assetto geomorfologico risultante trova espressione nell'area d'indagine in una morfologia sub pianeggiante, con lieve pendenza verso sud-est e leggermente sospesa sulle alluvioni recenti e attuali che colmano le aree golenali dei corsi d'acqua. È da segnalare inoltre che il lotto in esame è posto ad una quota superiore di circa 5 metri rispetto al più recente comprensorio produttivo posto a sud dello Stabilimento Olivetti.

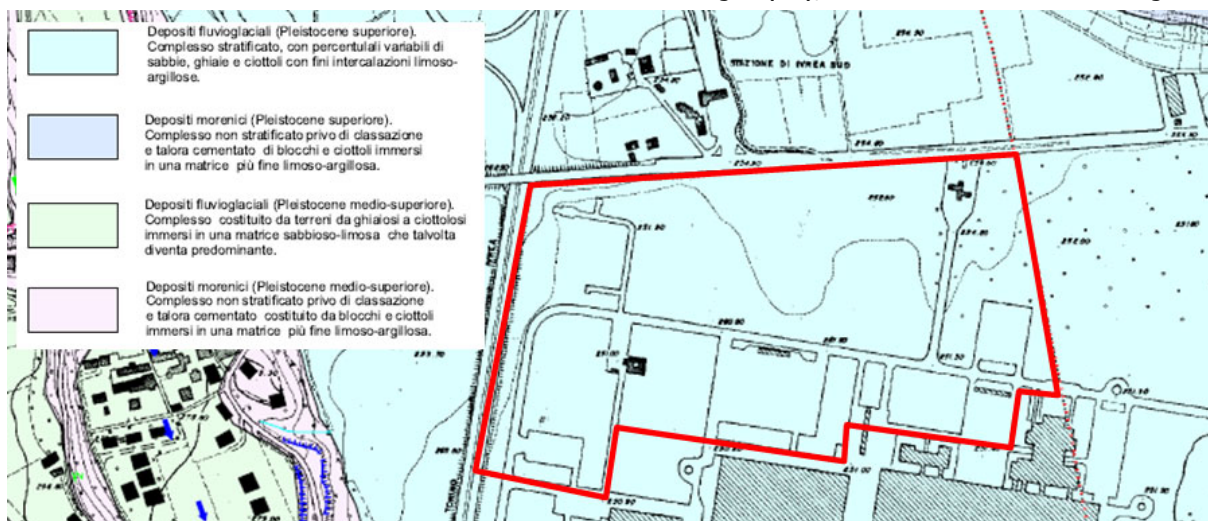
Per quanto concerne l'assetto geologico e litostratigrafico regionale, il Foglio 42-IVREA della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 ascrive l'area in esame alle alluvioni terrazzate costituiti da sedimenti ghiaioso-sabbiosi, perlopiù terrazzati, corrispondenti al livello fondamentale dell'alta pianura e raccordati con le cerchie moreniche rissiane.

Dal punto di vista strutturale, i rapporti geometrici tra i diversi litotipi sono assai semplici, costituiti da eteropie laterali e stratigrafiche di facies.



Stralcio fuori scala del Foglio 42 IVREA della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000.

Nella Carta Geologica allegata al PRGC - scala 1:5.000 a firma del geol. Nicola Lauria, l'area in esame ricade all'interno dei depositi fluvioglaciali (Pleistocene Superiore). Complesso stratificato, con percentuale variabile di sabbie, ghiaie e ciottoli con fini intercalazioni limoso-argillose.

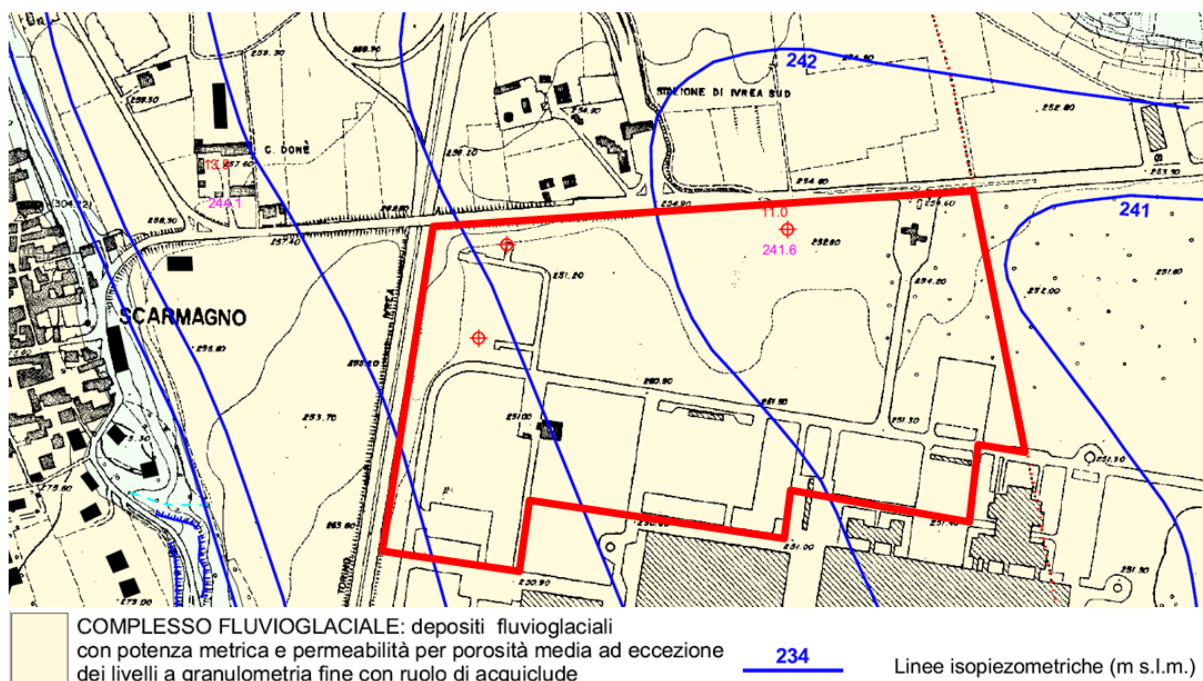


Stralcio fuori scala della Carta Geologica allegata al PRGC - scala 1:5.000.

3.1 Modello idrogeologico

Dai dati disponibili in letteratura il settore esaminato è caratterizzato da un potente materasso alluvionale dominato superficialmente da alternanze di terreni sabbiosi e sabbioso-limosi e ghiaie più o meno sabbiose: conseguentemente il modello di circolazione delle acque può essere riconducibile ad una falda superficiale variabile localmente da libera a semiconfinata in funzione della distribuzione areale dei depositi fini limoso-sabbiosi ed argillosi.

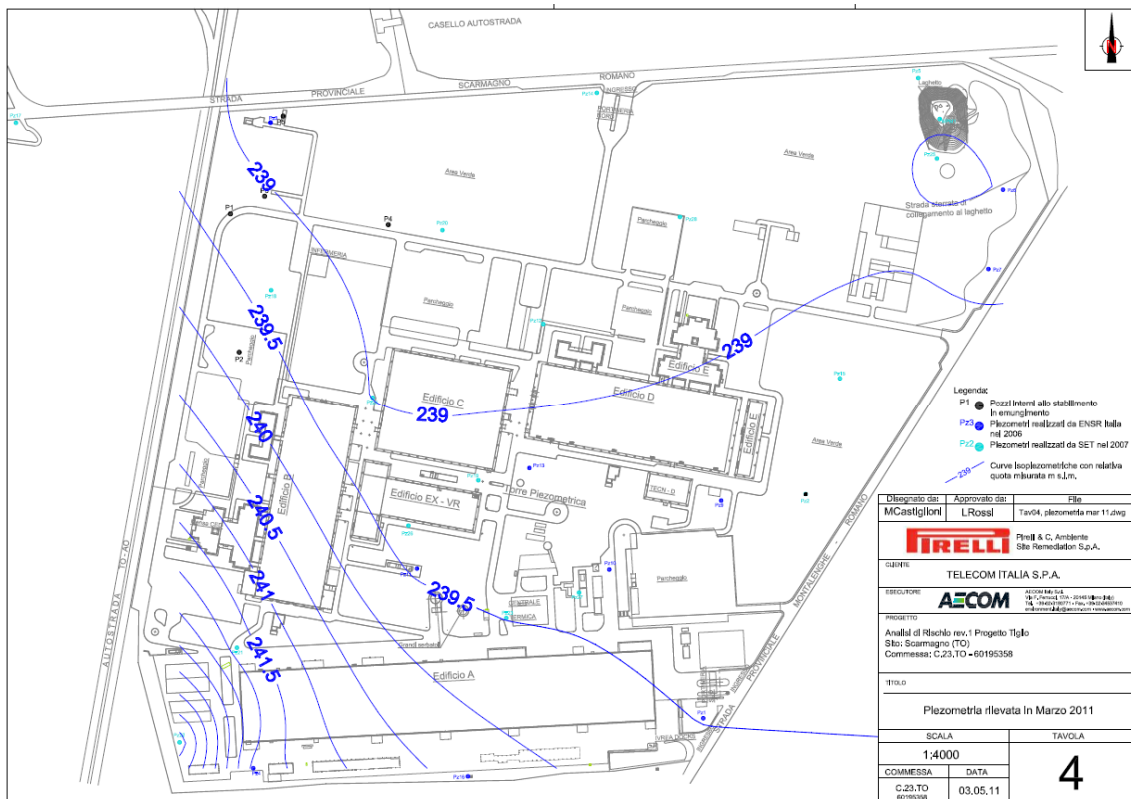
Nella Carta geoidrologica e della rete idrografica allegata al P.R.G.C. vigente nell'area in esame la falda freatica si attesterebbe a circa $-8 \div -10$ m di profondità dal p.c. attuale.



Estratto fuori scala dalla "Carta Idrogeologica" allegata al PRGC.

Le misure di soggiacenza effettuate nei numerosi pozzi e piezometri presenti all'interno dell'ex stabilimento Olivetti in occasione della campagna geognostica redatta da AECOM nei

mesi di ottobre 2009, luglio 2010 e marzo 2011, evidenziano la presenza della falda superficiale a profondità medie superiori (pari a 11÷13 m).



Carta della piezometria rilevata in marzo 2011, redatta da AECOM.

I rilievi piezometrici effettuati dallo scrivente in occasione della campagna geognostica di maggio 2022, dopo un semestre fortemente siccitoso, hanno evidenziato un ulteriore abbassamento del livello medio di **soggiacenza della falda superficiale**, risultata mediamente pari a **15 m dal p.c.**

<u>periodo</u>	<u>sondaggio - pozzo - piezometro</u>	<u>soggiacenza (da p.c.)</u>
maggio 2022	S1	15,00 m
	S2	15,50 m
	S3	15,40 m
	Pozzo 1	15,70 m
	Pozzo 3	15,20 m
	Pz 3	15,20 m
	Pozzo 5	15,07 m
	Pz 20	15,47 m
	Pozzo 2	14,53 m
	Pz 18	15,50 m
	Pz 12	14,75 m
	Pz 14	17,35 m

4. CARATTERIZZAZIONE DI DETTAGLIO DEL SITO D'INTERVENTO

4.1 Piano di indagini eseguito

Per la ricostruzione del modello concettuale litostratigrafico, idrogeologico, geotecnico e sismico dell'area tra il 19/05/2022 ed il 31/05/2022 è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche comprendente:

- n°3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (nel seguito S1÷S3) spinti fino a 20 m di profondità, corredati da prove penetrometriche in foro di tipo SPT eseguite ogni 1,5 m di avanzamento fino a 9,0 m e quindi ogni 3,0 m per un totale di 27 prove SPT. Tali sondaggi sono stati eseguiti dalla ditta CITIEMME S.r.l. di Torino tra il 25/05/2022 e il 31/05/2022 e, rispetto alla prevista sagoma d'ingombro del corpo fabbrica principale in progetto, sono stati realizzati rispettivamente nel settore occidentale (S1), centrale (S2) ed orientale (S3).
- n°16 prove penetrometriche dinamiche continue con penetrometro dinamico continuo superpesante DPSH tipo PAGANI TG 63/100 KN, effettuate in data 19/05/2022 e distribuite in maniera uniforme sull'impronta del fabbricato previsto. La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica (angolo di apertura = 60°) posta all'estremità di un'asta d'acciaio, prolungabile con l'aggiunta di successive aste; l'infissione avviene per battuta, facendo cadere da un'altezza di 0,75 m un maglio di peso pari a 63,5 kg e contando i colpi necessari per la penetrazione di ciascun tratto di 0,20 m (N_{20}). Per la parametrizzazione geotecnica tali valori verranno poi normalizzati al termine N_{SPT} della resistenza penetrometrica standard in base al rapporto di energia esistente con quella rilevata con il penetrometro DPSH Pagani TG 63/100 KN, assunto pari a $N_{SPT} = 1,475 N_{20}$.
- n°20 saggi geognostici realizzati con escavatore meccanico per l'osservazione diretta del sedime, disposti in maniera uniforme sull'impronta del fabbricato e dei settori immediatamente limitrofi.
- prelievo di n°10 campioni di terreno rappresentativi per l'esecuzione di analisi di geotecniche di laboratorio: n°6 campioni sono stati prelevati a differenti profondità durante l'esecuzione dei saggi geognostici con l'escavatore, mentre n°4 campioni sono stati prelevati a differenti profondità direttamente dalle cassette di sondaggio.
- n°4 prove di infiltrazione in pozzetto quadrato per la definizione della permeabilità del suolo e per il supporto alle elaborazioni relative all'invarianza idraulica, eseguiti per quanto possibile in corrispondenza e/o in adiacenza dei settori in cui sono previsti i bacini di laminazione e sulle aree destinate a parcheggi.

Per l'ubicazione di dettaglio delle suddette indagini, si rimanda all'immagine sottostante e alla relativa planimetria in allegato a fondo testo.



4.2 Assetto litostratigrafico generale dell'area

Sulla base di quanto sopra esposto, l'assetto stratigrafico generale dell'area in esame è schematizzabile nel modo seguente:

da p.c. a $-0,1 \div 1,4$ m c.ca: coltre superficiale sabbioso-limosa di colore da bruno-nocciola a rossastro, talora con locale presenza di ciottoli e/o blocchi arrotondati. Tale sottile orizzonte prettamente fine – con potenza media nelle verticali indagate pari circa a 0,5 m – è assente nei settori asfaltati (viabilità interna e piazzali parcheggio), posti a quote inferiori rispetto alle ampie porzioni destinate a verde.

oltre $-0,1 \div 1,4$ m c.ca: Ghiaie con sabbia e ghiaie sabbiose, con ciottoli e blocchi eterometrici (anche pluridecimetrici) e poligenici. Depositi con tessitura variabile tra matrix-supported (prevalente) e clast-supported, con matrice in prevalenza sabbiosa, talora con presenza di passate con maggior aliquota limosa e con sporadici sottili livelli francamente limoso-argillosi. Tali depositi ghiaiosi risultano affiorare con continuità, pur con le citate alternanze sulla percentuale di matrice, fino ad almeno

20 m di profondità (profondità massima raggiunta dai sondaggi); solo nel settore nord-orientale dell'area (sondaggio S1 e saggi geognostici P4 e P5) si è riscontrata la presenza di terreno rimaneggiato, fino a 2,0÷3,0 m di profondità, costituito da ghiaie eterometriche con ciottoli e blocchi (anche subangolosi) in matrice da sabbiosa a limosa con rari frammenti lateritici minuti.

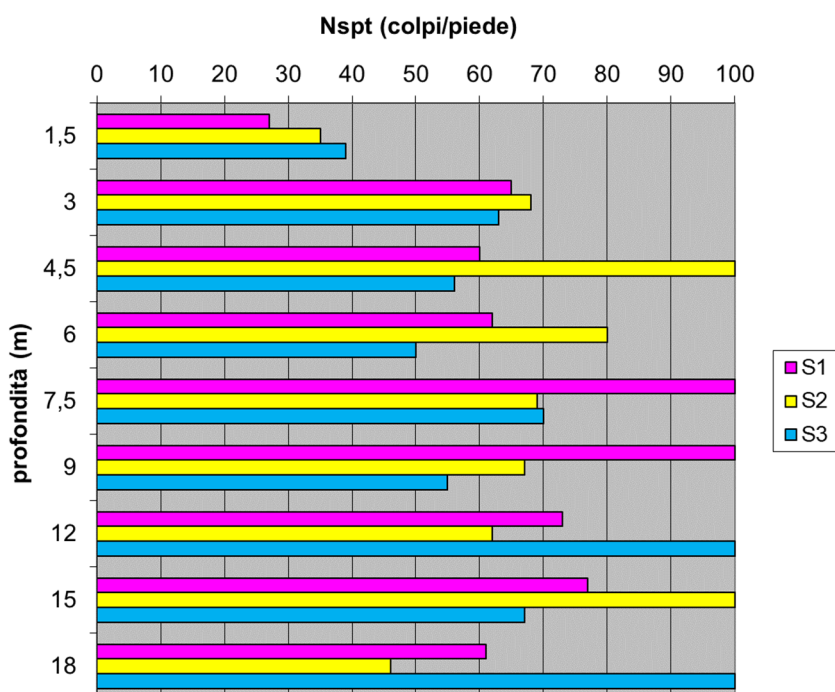
Per maggiori dettagli si rimanda alle stratigrafie dei sondaggi, dei saggi esplorativi e ai grafici delle prove penetrometriche dinamiche riportati in allegato a fondo testo.

4.3 Prove SPT eseguite nei fori di sondaggio

Per una valutazione del grado di addensamento e dei parametri geotecnici rappresentativi dei terreni attraversati, all'interno di ciascun foro di sondaggio, ogni 3 m di avanzamento, sono state effettuate prove penetrometriche dinamiche **SPT** (Standard Penetration Test) conformi alle normative AGI per terreni granulari.

La prova consiste nel far cadere, con un ritmo di 20 - 25 colpi al minuto, una massa di peso di kg 63,5 da un'altezza di mm 76,2 (standard europeo) su una batteria di aste che possiedono nella parte terminale una punta aperta (per i terreni fini) o una punta chiusa conica (per i terreni grossolani, come effettuato sull'area in esame).

I risultati delle prove penetrometriche dinamiche vengono espressi in termini di N_{SPT} , intendendo con tale quantità il numero di colpi necessario all'avanzamento della punta standard per un tratto di 30 cm. Il limite massimo per la penetrazione di ogni singolo tratto di 15 cm è di 50 colpi; al di sopra di tale valore si intende che il terreno offre rifiuto alla penetrazione.



La valutazione della consistenza dei terreni granulari attraversati è espressa - in funzione dei valori N_{SPT} - in termini di addensamento come da tabella seguente.

ADDENSAMENTO TERRENI GRANULARI

N_{SPT}	Stato di addensamento	Prove manuali
0 ÷ 4	sciolto	si scava facilmente con un badile
4 ÷ 10	poco addensato	si scava abbastanza facilmente con un badile e si penetra con una barra
10 ÷ 30	moderatamente addensato	difficile da scavare con un badile o da penetrare con una barra
30 ÷ 50	addensato	molto difficile da penetrare; si scava con piccone
> 50	molto addensato	difficile da scavare con piccone

Come osservabile dal grafico della pagina precedente, i terreni attraversati sono caratterizzati nel complesso da un grado di addensamento medio-alto, da moderatamente addensato ad addensato a 1,5 m di profondità dal p.c. e da addensato a molto addensato a profondità maggiori; si osserva una bassa percentuale di raggiungimento del rifiuto strumentale, a conferma della tessitura prevalentemente matrix-supported di tali depositi ghiaiosi.

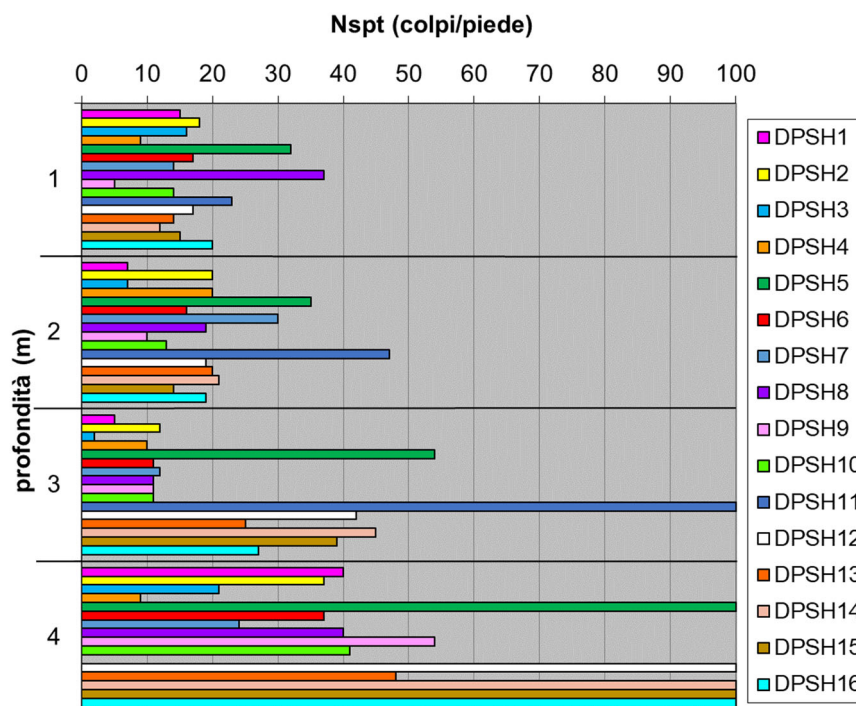
4.4 Prove penetrometriche dinamiche continue

Le n°16 prove penetrometriche dinamiche continue, eseguite a partire dal p.c. fino al rifiuto alla penetrazione, hanno consentito un affinamento del modello stratigrafico superficiale dell'intera area.

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica (angolo di apertura = 60°) posta all'estremità di un'asta d'acciaio, prolungabile con l'aggiunta di successive aste; l'infissione avviene per battuta, facendo cadere da un'altezza di 0,75 m un maglio di peso pari a 63,5 kg e contando i colpi necessari per la penetrazione di ciascun tratto di 0,20 m (N'). I risultati delle prove penetrometriche dinamiche vengono espressi in termini di N_{20} , intendendo con tale quantità il numero di colpi necessario all'avanzamento della punta del penetrometro DPSH per un tratto di 20 cm: per la parametrizzazione geotecnica tali valori verranno poi normalizzati al termine N_{SPT} della resistenza penetrometrica standard in base al rapporto di energia esistente con quella rilevata con il penetrometro DPSH Pagani TG 63/100 KN, assunto pari a $N_{SPT} = 1,475 N_{20}$.

Nel grafico seguente viene riportata, per ogni prova, la media dei valori di N_{SPT} per i primi 4 metri di profondità (solo la prova DPSH4 si è spinta infatti poco oltre i 5 m).

Si osserva come tali prove, essendo continue, hanno fatto registrare nei primi metri valori medi di resistenza inferiori rispetto ai valori N_{SPT} rilevati in foro di sondaggio, elemento che è stato tenuto in debito conto nella caratterizzazione geotecnica e nelle verifiche di capacità portante, come sarà nel seguito descritto.



Si rimanda per maggior dettaglio ai rapporti delle prove penetrometriche allegata a fondo testo.

4.5 Analisi geotecniche di laboratorio

In corrispondenza dei sondaggi e dei saggi geognostici realizzati sono stati prelevati n°10 campioni rimaneggiati di terreno destinati all'esecuzione di n°10 analisi granulometriche.

L'analisi granulometrica determina la composizione dimensionale dei terreni campionati, con la ripartizione in peso dei granuli secondo determinate classi dimensionali. La vagliatura viene riservata alle frazioni costitutive con granuli di diametro di dimensione superiore a 0,075 mm (ASTM 200). I risultati di tali analisi (vedasi report in allegato a fondo testo) mostrano la curva granulometrica in scala logaritmica e la percentuale di ghiaia, sabbia e limo-argilla, necessaria per definire la classificazione secondo le norme tecniche AGI. Solo in un campione (P4 C1, terreno rimaneggiato) la quantità di materiale fine passante al vaglio 0,075 mm, prossima al 20%, ha reso necessaria l'esecuzione dell'analisi per sedimentazione al fine di discriminare il contenuto di limo e argilla.

Campione	Profondità (m)	Classificazione A.G.I.
P1 C1	2,0÷2,5	Ghiaia con sabbia
P4 C1	1,5÷2,0	Ghiaia con sabbia limosa (terreno rimaneggiato)
P8 C1	2,5÷3,0	Ghiaia con sabbia
P12 C1	1,8÷2,3	Ghiaia con sabbia
P14 C1	1,5÷2,0	Ghiaia con sabbia
P17 C1	2,5÷3,0	Ghiaia con sabbia

S1 C1	8,0÷8,2	Ghiaia con sabbia debolmente limoso-argillosa
S2 C1	10,0÷10,2	Ghiaia sabbiosa
S2 C2	16,0÷16,2	Ghiaia con sabbia
S3 C1	6,0÷6,2	Ghiaia con sabbia

4.6 Prove di infiltrazione per la determinazione della permeabilità del suolo

Per la definizione della permeabilità del suolo e per il supporto alle elaborazioni relative all'invarianza idraulica, sono state effettuate n°4 prove di infiltrazione nel rispetto delle Norme A.G.I. 1977, distribuite per quanto possibile in corrispondenza e/o in adiacenza ai settori in cui sono previsti i bacini di laminazione e sulle aree destinate a parcheggi.

Sono stati realizzati pozzetti di forma all'incirca quadrata, approssimativamente di lato $b=20$ cm e altezza $h=20$ cm, terebrati all'interno della coltre superficiale sabbioso-limosa.

La prova di infiltrazione prevede, previa saturazione del terreno, il riempimento del cavo con acqua e la successiva misura degli abbassamenti nel tempo secondo intervalli logaritmici.

Interpretando i dati degli abbassamenti delle prove effettuate secondo i criteri per il calcolo della permeabilità in sito a carico variabile normati dall'AGI (1977) le prove effettuate hanno fornito i seguenti valori:

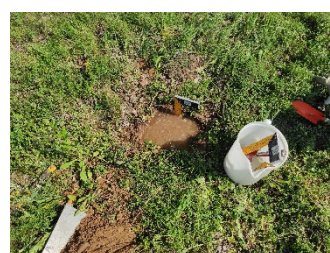
Prova	Orizzonte di terreno	k (cm/s)	k (m/s)
I 1	coltre sabbioso-limosa	$2,74 \times 10^{-4}$	$2,74 \times 10^{-6}$
I 2	coltre sabbioso-limosa	$2,70 \times 10^{-4}$	$2,70 \times 10^{-6}$
I 3	coltre sabbioso-limosa	$2,64 \times 10^{-4}$	$2,64 \times 10^{-6}$
I 4	coltre sabbioso-limosa	$2,81 \times 10^{-4}$	$2,81 \times 10^{-6}$



Prova I 1



Prova I 2



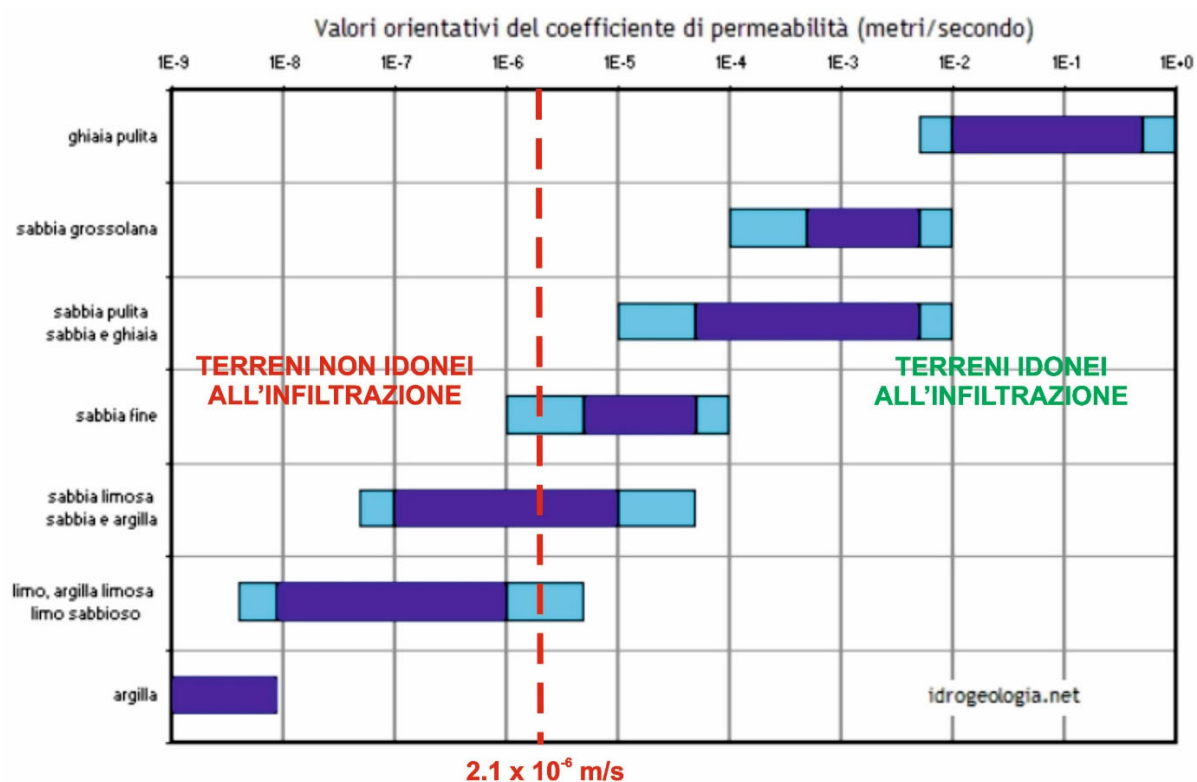
Prova I 3



Prova I 4

Le prove di infiltrazione hanno rilevato un coefficiente di permeabilità medio dell'ordine di $2,72 \times 10^{-6}$ m/s: si tratta di un valore coerente con la natura sabbioso-limosa del terreno superficiale. Per maggiori dettagli, si rimanda ai certificati delle prove allegati a fondo testo.

A titolo illustrativo, nel grafico a lato è riportata una stima degli intervalli di permeabilità dei terreni e della relativa idoneità all'infiltrazione: il valore limite di $2,1 \times 10^{-6}$ m/s al di sotto del quale il sedime risulta non adatto all'infiltrazione è tratto dal documento "Guidelines for geotechnical investigation and reporting low impact development stormwater infiltration" – County of Los Angeles department of public works, 06/2017.



Stante la riscontrata scarsa idoneità all'infiltrazione del terreno di coltivo superficiale, sarà dunque necessario, nelle successive fasi progettuali, predisporre sistemi di dispersione delle acque meteoriche negli strati di terreno ghiaioso-sabbiosi sottostanti: rimandando ad eventuali ulteriori prove di infiltrazione nelle successive fasi progettuali, si fornisce una stima indiretta del coefficiente di permeabilità dei suddetti terreni sulla base della relazione empirica di Hazen:

$$K = 10^{-2} * D_{10}^2 [m/s]$$

dove D_{10} è il diametro efficace espresso in mm.

Sulla base del D_{10} desunto dalle prove granulometriche di laboratorio effettuate (rif. campioni P1 C1, P12 C1 e P14 C1), si è calcolato quanto segue:

Campione	Tipologia di terreno	D_{10} (mm)	K (m/s)
P1 C1	Ghiaia con sabbia	0,94	$8,80 \times 10^{-3}$
P12 C1	Ghiaia con sabbia	0,34	$1,16 \times 10^{-3}$
P14 C1	Ghiaia con sabbia	0,60	$3,60 \times 10^{-3}$

5. PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SEDIME

Sulla base delle osservazioni di campagna, dei risultati delle prove penetrometriche dinamiche eseguite in corrispondenza del settore indagato, tenuto conto delle indicazioni della letteratura specifica, si è proceduto ad una parametrizzazione geotecnica degli orizzonti costituenti la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla realizzazione degli interventi in progetto.

Si è ritenuto corretto definire "una stratigrafia geotecnica" cercando di individuare materiali con comportamento meccanico simile e di utilizzare per essi parametri rappresentativi di una situazione "media" e piuttosto conservativa; sono state adottate le correlazioni esistenti in letteratura specifica tra:

- N_{SPT} e densità relativa (D_r) → Gibbs e Holtz (1957); Skempton (1986); Meyerhof (1965);
- N_{SPT} e angolo di attrito (ϕ') → Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956); Owasaki & Iwasaki (1959); Sowers (1961); De Mello (1971); Meyerhof (1965); JNR (1982); Road Bridge Specifications; Wolff (1989); Hatanaka & Uchida (1996).
- N_{SPT} e modulo elastico (E) → D'Apollonia et al. (1983); Tornaghi et al. (1977); Schmertmann (1978); Schultze-Menzebach (1978); Bowles (1982).

tenendo conto, a seconda della tipologia di terreni riscontrati, dei parametri di applicabilità delle suddette correlazioni, nonché – per quanto concerne le prove penetrometriche continue DPSH – del rapporto di energia esistente tra la resistenza penetrometrica standard (N_{SPT}) e quella rilevata con il penetrometro utilizzato (N_{20}).

Si anticipa che i terreni della coltre prettamente fini presenti fino a profondità variabili tra 0,1÷1,4 m, stante il loro ridotto spessore (potenza media nelle verticali indagate pari circa a 0,5 m), non sono stati caratterizzati come orizzonte a sé stante ma sono stati accorpati all'orizzonte geotecnico superficiale (ORIZZONTE 1). Anche il terreno rimaneggiato riscontrato nel settore nord-orientale dell'area, fino a 2,0÷3,0 m di profondità, è stato caratterizzato dal punto di vista geotecnico unitamente all'ORIZZONTE 1, dal quale si discosta solamente per una maggior aliquota limosa nella matrice (vedasi granulometria del campione P4 C1) e per la presenza di rari frammenti lateritici minuti.

Si è quindi proceduto, per ciascuno dei punti d'indagine realizzati, alla determinazione di valori medi di N_{SPT} rappresentativi degli orizzonti geotecnici riscontrati (ORIZZONTE 1 → orizzonte ghiaioso-sabbioso moderatamente addensato e ORIZZONTE 2 → orizzonte ghiaioso-sabbioso ben addensato); si specifica che la presente trattazione non ha tenuto conto dei valori di N_{20} o di N_{SPT} indicativi di rifiuto strumentale della prova.

A seguire sono state pertanto applicate, a partire da tali valori medi, le correlazioni summenzionate: a questo punto sono stati dunque calcolati, per ciascun punto di indagine e per ciascun orizzonte, valori medi rappresentativi di ciascuno dei parametri geotecnici considerati.

Stante la significativa quantità di dati a disposizione, si è quindi proceduto – in ottemperanza alle disposizioni del D.M. 17/01/2018 – alla trattazione statistica degli stessi mediante il calcolo del percentile 5% per resistenze compensate, ovvero secondo l'equazione:

$$\mu = t(n-1) \left(\frac{s}{\sqrt{n-1}} \right) + \bar{x}$$

dove: μ = media della popolazione di dati; n = numero di elementi costituenti la popolazione; s = deviazione standard, definendo in tal modo – per ciascuno dei parametri geotecnici considerati – valori caratteristici che rappresentano una stima cautelata e ponderata di tali parametri.

Per ogni unità geotecnica si è fornito inoltre un valore di peso di volume naturale (γ), stimato sulla base di correlazioni di natura litologica riportate in letteratura. Trattandosi di terreni a comportamento prettamente attritivo, è stata infine attribuita una coesione efficace c' nulla.

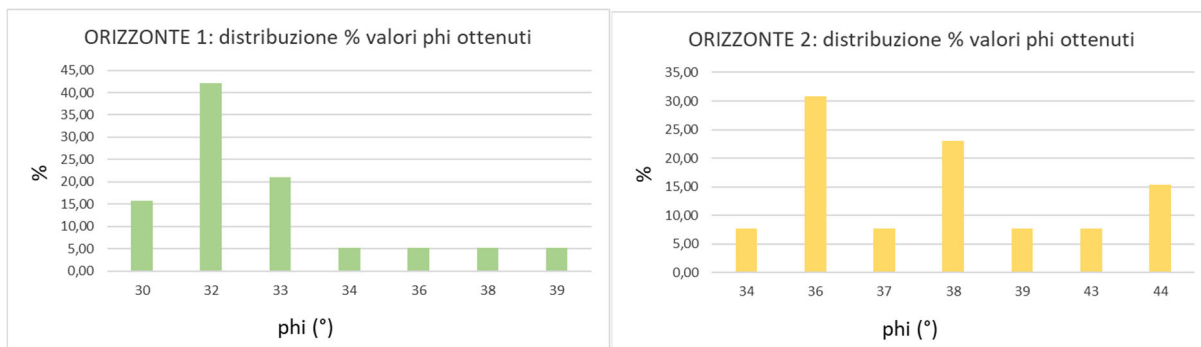
Si riporta nel seguito la tabella riassuntiva dei parametri geotecnici medi attribuiti, per ciascun punto d'indagine effettuato, ai due orizzonti individuati sulla base delle correlazioni summenzionate (laddove applicabili). Si ribadisce come le prove penetrometriche continue abbiano fatto registrare nei primi metri valori medi di resistenza inferiori rispetto ai valori N_{SPT} rilevati in foro di sondaggio.

Si è quindi proceduto ad elaborare statisticamente tali dati per la definizione dei valori caratteristici di ciascun orizzonte, come meglio dettagliato nel seguito:

indagine	N_{SPT} ORIZZONTE 1	phi (°)	E (kg/cm ²)	Dr (%)	N_{SPT} ORIZZONTE 2	phi (°)	E (kg/cm ²)	Dr (%)
DPSH1	9	30	207	44	-	-	-	-
DPSH2	16	32	294	57	-	-	-	-
DPSH3	9	30	207	44	34	37	505	65
DPSH4	13	32	258	52	-	-	-	-
DPSH5	19	33	331	62	37	38	540	67
DPSH6	14	32	270	54	-	-	-	-
DPSH7	17	33	306	59	-	-	-	-
DPSH8	22	34	366	66	-	-	-	-
DPSH9	9	30	207	44	41	39	585	71
DPSH10	13	32	258	52	33	34	494	64
DPSH11	11	32	258	52	40	38	574	70
DPSH12	16	32	294	57	31	36	471	62
DPSH13	17	33	306	59	29	36	448	60
DPSH14	16	32	294	57	30	36	459	61
DPSH15	14	32	270	54	39	38	562	69
DPSH16	19	33	331	62	30	36	459	61
S1	27	36	425	72	66	44	863	87
S2	35	38	517	81	65	44	852	87
S3	39	39	562	85	60	43	797	84

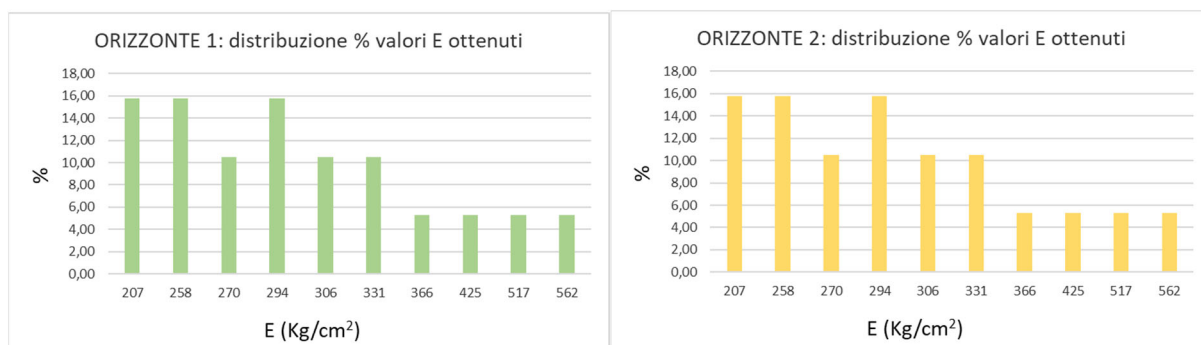
Si riportano anche i grafici di distribuzione dei valori ottenuti per ciascuno dei parametri stimati e le tabelle riportanti i principali dati statistici relativi alle suddette distribuzioni.

➤ angolo d'attrito ϕ (°)

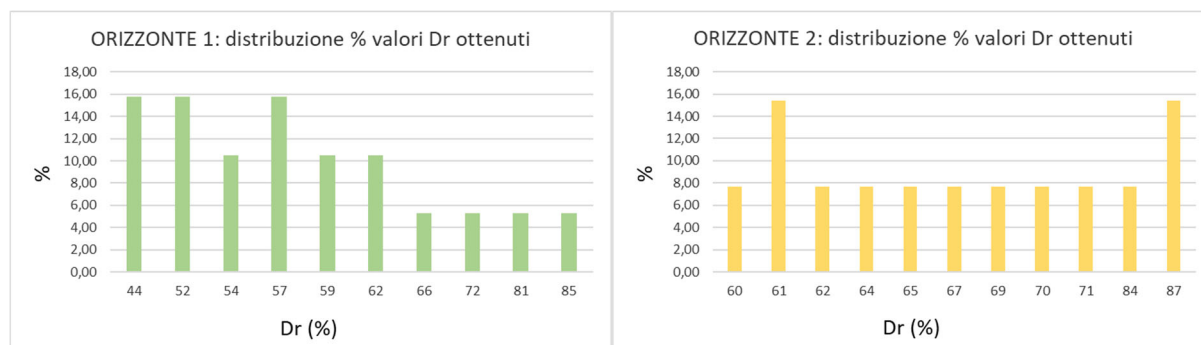


	ORIZZONTE 1	ORIZZONTE 2
	ϕ (°)	
n° dati	19	13
valore medio	33	38
dev. standard	2,42	3,28
valore caratteristico	32	37

➤ modulo di Young E (kg/cm²)



	ORIZZONTE 1	ORIZZONTE 2
	E (kg/cm ²)	
n° dati	19	13
valore medio	314	585
dev. standard	96,40	151,21
valore caratteristico	274	508

➤ densità relativa D_r (%)

	ORIZZONTE 1	ORIZZONTE 2
	E (kg/cm ²)	
n° dati	19	13
valore medio	59	70
dev. standard	11,25	9,88
valore caratteristico	54	65

I valori successivamente riportati, ottenuti mediante il metodo statistico applicato in maniera ragionata, possono essere considerati come valori caratteristici per la successiva modellizzazione.

ORIZZONTE 1 da p.c. a -0,2÷5,0 m c.ca

al di sotto della coltre superficiale sabbioso-limosa di spessore medio pari a 50 cm, alternanze di ghiaie con sabbia e ghiaie sabbiose, con ciottoli e blocchi eterometrici, nel complesso moderatamente addensate. Tale orizzonte è geotecnicamente caratterizzabile attraverso i seguenti parametri medi:

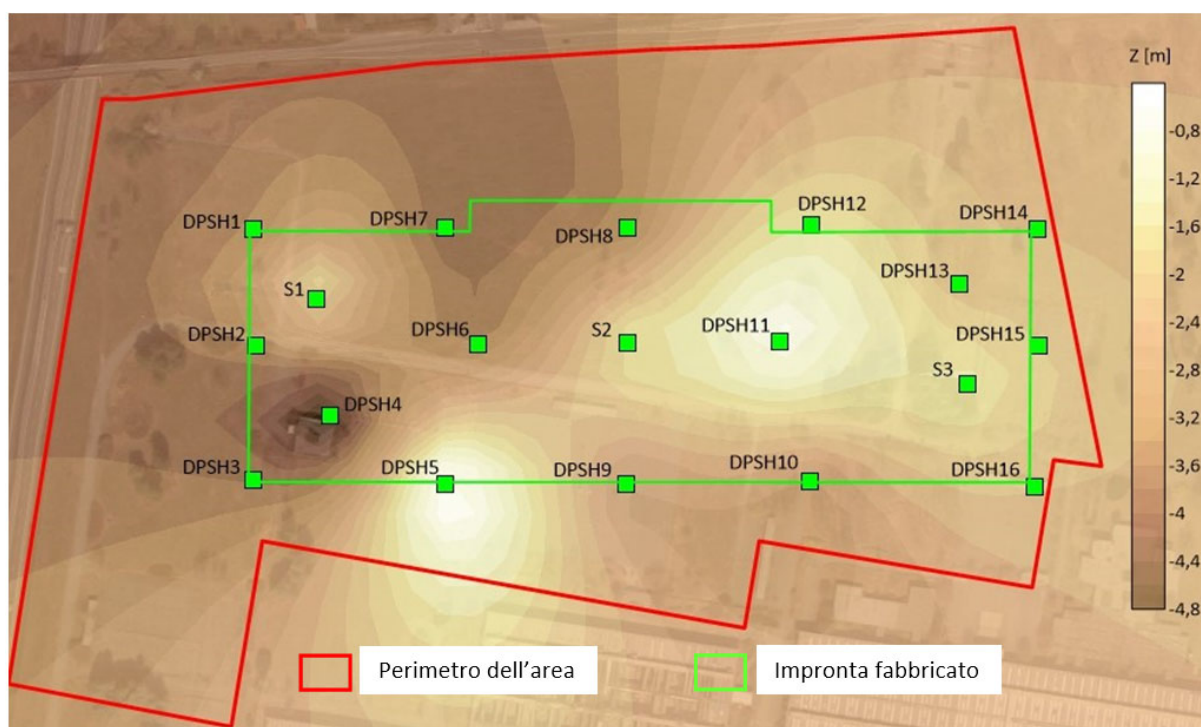
ORIZZONTE 1 (da p.c. a -0,2÷5,0 m c.ca)				
γ_n	=	peso di volume naturale	=	1900 kg/m ³
c'	=	coesione efficace	=	0,00 kg/cm ²
φ'_p	=	resistenza al taglio di picco	=	32°
E	=	Modulo di Young	=	274 kg/cm ²
D_r	=	Densità relativa	=	54 %

ORIZZONTE 2 da -0,2÷5,0 m ad almeno -20,0 m

alternanze di ghiaie con sabbia e ghiaie sabbiose, con ciottoli e blocchi eterometrici, nel complesso da addensate a molto addensate. Tale orizzonte è geotecnicamente caratterizzabile attraverso i seguenti parametri medi:

ORIZZONTE 2 (da -0,2÷5,0 m ad almeno -20,0 m)				
γ_n	=	peso di volume naturale	=	2000 kg/m ³
c'	=	coesione efficace	=	0,00 kg/cm ²
φ'_p	=	resistenza al taglio di picco	=	37°
E	=	Modulo di Young	=	508 kg/cm ²
Dr	=	Densità relativa	=	65 %

Al fine di evidenziare più nel dettaglio la variabilità laterale che caratterizza gli spessori dei suddetti orizzonti geotecnici, si riporta infine la seguente mappa rappresentativa dell'andamento dell'interfaccia tra l'ORIZZONTE 1 e l'ORIZZONTE 2 (realizzata mediante il software Surfer17.0.275©): si tenga presente che tale mappa semplificata restituisce un andamento della profondità di affioramento dell'ORIZZONTE 2 meramente indicativo, in quanto riferito ad un p.c. teorico e fittizio perfettamente orizzontale.



Mappa rappresentativa dell'andamento dell'interfaccia tra gli ORIZZONTI 1 e 2.

6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SEDIME

Come anticipato, il piano di indagini ha previsto la realizzazione di n°3 prove MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) finalizzate ad ottenere i valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio (V_{Seq}), parametro di riferimento per la classificazione sismica dei suoli secondo il D.M. 17/01/18) e n°3 prospezioni sismiche passive con il metodo HVSR di Nakamura: si illustrano nel seguito le metodologie adottate ed i risultati ottenuti.

6.1 Prospezione sismica attiva MASW

6.1.1 Cenni teorici sull'analisi multicanale delle onde superficiali (MASW)

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali.

Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga: questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici.

L'intero processo comprende tre passi successivi: l'acquisizione delle onde superficiali (ground roll), la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s .

Per ottenere un profilo V_s bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore.

Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi.

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati. Dei valori approssimati per il rapporto di Poisson e per la densità sono necessari per ottenere il profilo verticale V_s dalla curva di dispersione e vengono solitamente stimati utilizzando misure prese in loco o valutando le tipologie dei materiali.

Quando si generano le onde piane della modalità fondamentale delle onde di Reyleigh, vengono generate anche una molteplicità di tipi diversi di onde. Fra queste le onde di corpo, le onde superficiali non piane, le onde riverberate (back scattered) dalle disomogeneità superficiali, il rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane.

Le onde di corpo sono in vario modo riconoscibili in un sismogramma multicanale. Quelle rifratte e riflesse sono il risultato dell'interazione fra le onde e l'impedenza acustica (il contrasto di velocità) fra le superfici di discontinuità, mentre le onde di corpo dirette viaggiano, come è implicito nel nome, direttamente dalla sorgente ai ricevitori (geofoni).

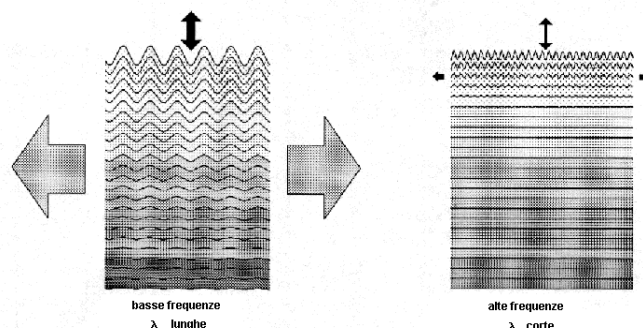
Le onde che si propagano a breve distanza dalla sorgente sono sempre onde superficiali. Queste onde, in prossimità della sorgente, seguono un complicato comportamento non lineare e non possono essere trattate come onde piane.

Le onde superficiali riverberate (back scattered) possono essere prevalenti in un sismogramma multicanale se in prossimità delle misure sono presenti discontinuità orizzontali quali fondazioni e muri di contenimento. Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente. Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno.

La scomposizione di un campo di onde registrate in un formato a frequenza variabile consente l'identificazione della maggior parte del rumore, analizzando la fase e la frequenza dipendentemente dalla distanza dalla sorgente. La scomposizione può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzare il rumore durante l'acquisizione. La scelta dei parametri di elaborazione così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatto con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale. Una volta scomposto il sismogramma, una opportuna misura di coerenza applicata nel tempo e nel dominio della frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di fase rispetto alla frequenza.

La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili (x ; y), il cui legame costituisce la curva di dispersione. E' anche possibile determinare l'accuratezza del calcolo della curva di dispersione analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma: in questo caso MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N.

Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo della curva di dispersione, mentre l'ampiezza di banda migliora la risoluzione e la possibile profondità di indagine del profilo V_s di inversione.



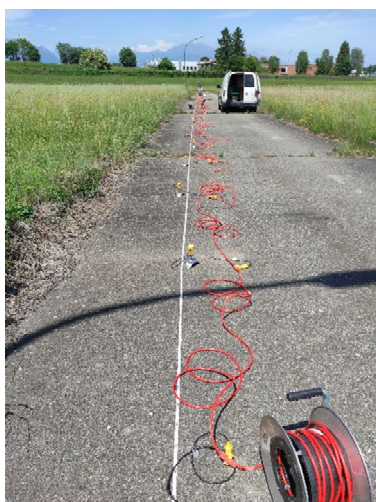
L'illustrazione mostra le proprietà di dispersione delle onde di superficie. Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte),

hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali quale la MASW può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità. La velocità delle onde S (V_s) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

Il principale vantaggio di un metodo di registrazione multicanale è la capacità di riconoscimento dei diversi comportamenti, che consente di identificare ed estrarre il segnale utile dall'insieme di varie e differenti tipi di onde sismiche. Quando un impatto è applicato sulla superficie del terreno, tutte queste onde vengono simultaneamente generate con differenti proprietà di attenuazione, velocità e contenuti spettrali. Queste proprietà sono individualmente identificabili in una registrazione multicanale e lo stadio successivo del processo fornisce grande versatilità nell'estrazione delle informazioni utili.

6.1.2 Strumentazione utilizzata e stendimento effettuato

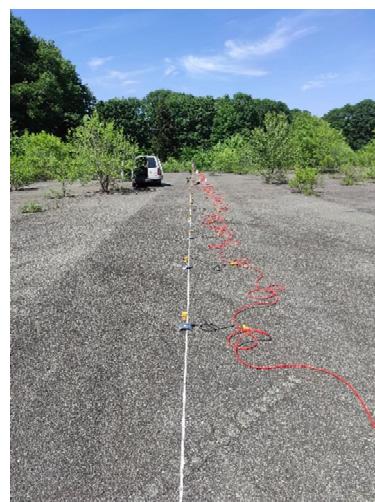
Come osservabile nella planimetria allegata, le due indagini sismiche sono state eseguite all'interno della prevista sagoma d'ingombro del fabbricato in progetto.



Masw 1



Masw 2



Masw 3

Le acquisizioni sono state effettuate con un sismografo GEA24 dotato di convertitore analogico/digitale integrato con un computer portatile su cui è installato un apposito programma che gestisce la visualizzazione, l'analisi e la memorizzazione delle forme d'onda registrate.

I geofoni utilizzati possiedono una frequenza di risonanza pari 4,5 Hz con distorsione inferiore allo 0,2%.

L'energizzazione è stata ottenuta con massa battente da 4 Kg su piastra metallica in alluminio; per l'innesco (trigger) si è utilizzato un geofono collegato connesso via cavo direttamente al sismografo.

Per l'acquisizione dei dati di campo sono stati realizzati due stendimenti geofonici di lunghezza pari a 46 m, posizionando n°24 geofoni con un interasse di 2 m. Sono stati

individuati 2 punti di energizzazione all'estremità degli stendimenti, distanti 2 m dall'estremità degli stessi. Per ogni punto di energizzazione sono stati generati 10 impulsi sismici.

6.1.3 Risultati dell'indagine MASW

In allegato a fondo testo sono riportati i risultati delle prove MASW: nei riquadri in alto sono riportati, da sinistra verso destra, il sismogramma acquisito, lo spettro velocità di fase-frequenze con rappresentazione della curva di dispersione sperimentale (punti rossi e azzurri) e il grafico di dettaglio della suddetta curva; nei riquadri in posizione mediana sono invece riportati, da sinistra verso destra, lo spettro di dispersione dell'energia sismica con confronto tra la curva di dispersione sperimentale e quella calcolata mediante il processo di inversione (linea continua rossa) il grafico riportante i diversi profili di velocità delle onde di taglio calcolati con individuazione di quello con fattore di disadattamento minimo (in nero) ed, infine, un grafico della sismografia ad esso correlata; in basso è invece riportata, a titolo indicativo, una tabella che riassume una stima dei principali moduli geotecnici dei diversi strati sismici di terreno individuati, effettuata sulla base delle Vs calcolate e dei parametri di densità (ρ) e coefficiente di Poisson (ν) – assunti a priori nella modellazione – mediante le seguenti correlazioni:

- Modulo di deformazione al taglio:

$$G = \rho \cdot V_s^2$$

- Modulo edometrico:

$$E_d = \rho \cdot V_p^2$$

- Modulo di compressibilità volumetrica:

$$M_0 = \rho \cdot (V_p^2 - \frac{4}{3} V_s^2)$$

- Modulo di Young:

$$E = 2 \cdot \rho \cdot V_s^2 (1 + \nu)$$

Dal profilo di velocità delle onde di taglio si può dunque ricavare il valore di V_{s10} , V_{s20} e così via, e quindi anche il valore di V_{s30} , quest'ultimo ovviamente alla profondità di 30 m.

In basso a destra è riportato il valore del parametro $V_{s,eq}$ calcolato utilizzando la stratigrafia Vs e la formula

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

Dove H è la profondità del substrato sismico ($V_s > 800$ m/s), h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato i-esimo, per un totale di N strati presenti fino al substrato sismico. Per depositi, tuttavia, con profondità H del substrato superiore a 30 m, la $V_{s,eq}$ è definita dal parametro V_{s30} ottenuto ponendo $H=30$ m nell'espressione generale.

Come illustrato nelle suddette tavole a fondo testo, il valore di V_{seq} ottenuto tramite le prove MASW è stato calcolato a partire dal p.c. e a differenti profondità in relazione a possibili quote di imposta delle fondazioni in progetto, risultando pari a

MASW 1	$V_{seq} = 378 \text{ m/s}$ a partire dal p.c.	$V_{seq} = 390 \text{ m/s}$ da -1,0 m dal p.c.	$V_{seq} = 400 \text{ m/s}$ da -2,0 m dal p.c.	$V_{seq} = 408 \text{ m/s}$ da -3,0 m dal p.c.
MASW 2	$V_{seq} = 376 \text{ m/s}$ a partire dal p.c.	$V_{seq} = 384 \text{ m/s}$ da -1,0 m dal p.c.	$V_{seq} = 393 \text{ m/s}$ da -2,0 m dal p.c.	$V_{seq} = 398 \text{ m/s}$ da -3,0 m dal p.c.
MASW 3	$V_{seq} = 402 \text{ m/s}$ a partire dal p.c.	$V_{seq} = 410 \text{ m/s}$ da -1,0 m dal p.c.	$V_{seq} = 419 \text{ m/s}$ da -2,0 m dal p.c.	$V_{seq} = 426 \text{ m/s}$ da -3,0 m dal p.c.

Per tutti i casi in riferimento al D.M. 17 Gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni", il sedime di fondazione è inquadrabile nell'ambito della **categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione 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."

Si riportano nel seguito i valori di riferimento e i coefficienti sismici, considerato che l'area in esame è posta in Zona 4 dalla D.G.R. n. 6-887 del 30/12/2019, con categoria topografica T1 e sottosuolo di categoria B.

VALORI DI RIFERIMENTO

	Operatività (SLO)	Danno (SLD)	Salvaguardia della vita (SLV)	Prevenzione dal collasso (SLC)
Probabilità di superamento [%]	81	63	10	5
Tr [anni]	30	50	475	975
ag [g]	0,018	0,022	0,043	0,051
Fo	2,559	2,584	2,661	2,728
Tc* [s]	0,162	0,191	0,284	0,297

COEFFICIENTI SISMICI

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss	1,200	1,200	1,200	1,200
Cc	1,580	1,530	1,420	1,400
St	1,000	1,000	1,000	1,000
Kh	0,004	0,005	0,010	0,012
Kv	0,002	0,003	0,005	0,006
Amax	0,216	0,264	0,509	0,604
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

6.2 Prospezione sismica passiva HVSR

6.2.1 Cenni metodologici e risultati ottenuti

La metodologia sismica HVSR (Horizontal to Vertical Spectrum Ratio) misura il rumore sismico ambientale che è presente ovunque sulla superficie terrestre, ed è prodotto dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, microterremoti, vento) e dall'attività antropica.

Il rumore sismico ambientale viene anche chiamato microtremore in quanto costituito da oscillazioni di piccolissima ampiezza se confrontate con quelle associate ai terremoti.

La denominazione di sismica passiva dipende dal fatto che il rumore non viene generato artificialmente, come nelle energizzazione della sismica attiva, ma è presente naturalmente.

In qualsiasi luogo pianeggiante sono presenti delle vibrazioni associate alle onde oceaniche con dei picchi a 0,14 e 0,07 Hz. A questo comportamento spettrale di "fondo", sempre presente in varia forma, e soggetto a scarsissima attenuazione, si sovrappongono le sorgenti locali dovute alle attività antropiche (traffico, macchinari ecc.) e naturali. L'effetto di queste sorgenti locali è soggetto ad attenuazioni quanto maggiori all'aumentare della frequenza e dovute all'assorbimento anelastico associato all'attrito interno delle rocce e dei terreni.

La metodologia HVSR è stata introdotta da Nakamura (1989) per la determinazione delle frequenze di risonanza dei terreni e la stima dell'amplificazione sismica locale, elementi di grande utilità per l'ingegneria sismica.

La frequenza fondamentale di risonanza (F) dello strato di terreno n è data dalla formula:

$$F_n = V_s / 4 h$$

in cui V_s è la velocità media delle onde S nello strato N ed h è lo spessore.

Teoricamente questo effetto è sommabile cosicché la curva HVSR mostra come massimi relativi le frequenze di risonanza dei vari strati. Questo, insieme ad una stima delle velocità è in grado di fornire previsioni sullo spessore h degli strati.

Viceversa, nota la stratigrafia è teoricamente possibile fornire una valutazione approssimativa della velocità delle onde S nei singoli strati.

I risultati (grafici) allegati a fondo testo, sono stati ottenuti mediante impiego di un geofono triassiale ed elaborati con apposito software: il segnale dei velocimetri (3) è acquisito in sito per un tempo t , e digitalizzato a 16 bit con due linee di preamplificatori.

Per ciascuna delle 3 componenti del moto, il software esegue le seguenti elaborazioni:

- divide il tracciato acquisito in finestre di lunghezza L ;
- elimina il trend da ciascuna finestra;
- fa il "pad" di ciascuna finestra con degli zero;
- calcola la trasformata di Fourier (FFT) per ciascuna finestra;
- calcola lo spettro di ampiezza per ciascuna finestra;
- liscia lo spettro di ogni finestra secondo opportuno smoothing;
- calcola il rapporto spettrale H/V ad ogni frequenza, per ciascuna finestra.

La funzione HVSR finale è data dalle media degli HVSR di ciascuna finestra.

Le n°3 indagini eseguite non hanno evidenziato picchi di risonanza alle frequenze significative dal punto di vista ingegneristico.

6.3 Valutazione della verifica a liquefazione

Secondo quanto previsto dall'art. 7.11.3.4.2 delle NTC del D.M. 17 Gennaio 2018, la verifica a liquefazione non risulta necessaria in quanto - con riferimento al punto 1 dell'articolo sopra citato - l'accelerazione massima attesa al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) risulta minore di 0,1 g.

7. VERIFICA PRELIMINARE DI CAPACITÀ PORTANTE

Come anticipato, gli interventi in progetto prevedono il recupero dell'area con la realizzazione di una nuova area logistica costituita da un fabbricato principale a geometria rettangolare e un piano fuori terra, di dimensioni 506 x 162 m, allungato Est-Ovest.

La ricostruzione stratigrafica ha evidenziato, al di sotto di una sottile coltre superficiale sabbioso-limosa, alternanze di ghiaie con sabbia e ghiaie sabbiose, con ciottoli e blocchi eterometrici. Tali terreni ghiaioso-sabbiosi dal punto di vista geotecnico sono stati raggruppati in due orizzonti: un orizzonte più superficiale nel complesso moderatamente addensato (ORIZZONTE 1), affiorante fino ad una profondità variabile tra **0,2÷5,0 m c.ca**, e un sottostante orizzonte da addensato a molto addensato (ORIZZONTE 2), affiorante fino ad almeno 20 m profondità.

Nella presente fase progettuale, stante la variabilità di spessore dell'ORIZZONTE 1, si procede nel seguito ad una prima verifica, con mero valore indicativo, di una soluzione fondazionale diretta isolata tipo **plinto di lato B = 2,5÷3,0 m** secondo i due possibili scenari stratigrafici del sedime d'imposta:

- fondazione impostata a -2,0 m dal p.c. sull'ORIZZONTE 1;
- fondazione impostata a -2,0 m dal p.c. sull'ORIZZONTE 2.

La valutazione della capacità portante limite ed ammissibile del terreno è stata verificata utilizzando il metodo di verifica ex **D.M. 17/01/2018** nei confronti degli **stati limite ultimi (SLU)**, introducendo i fattori correttivi per l'**azione sismica**, utilizzando l'**Approccio 2 (A1+M1+R3)** in cui la resistenza globale del sistema è ridotta tramite i coefficienti γ_R del gruppo R3; le azioni di progetto in fondazione derivano da analisi strutturali che devono essere svolte impiegando i coefficienti parziali del gruppo A1.

La verifica a carico limite delle fondazioni secondo l'approccio SLU si esegue con la seguente disequaglianza:

$$E_d \leq \frac{R_d}{\gamma_{RV}}$$

dove:

E_d = pressioni agenti alla base della fondazione

R_d = capacità portante di calcolo

γ_{RV} = coefficiente riduttivo della capacità portante verticale

Le pressioni agenti alla base della fondazione si calcolano con la seguente espressione:

$$E_d = \frac{N_d}{A_{ef}}$$

dove:

N_d = azione normale di progetto

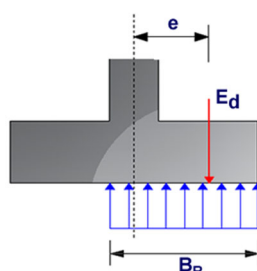
$A_{ef} = B \cdot L'$ = area ridotta

Per fondazioni quadrate o rettangolari l'area ridotta risulta $A_{ef} = B' \times L'$

$$L' = L - 2e_x; B' = B - e_y; e_x = \frac{M_x}{N}; e_y = \frac{M_y}{N}$$

Per le verifiche a carico limite allo SLU è lecito considerare la "plasticizzazione" del terreno, in tal caso si può assumere una distribuzione uniforme delle pressioni agenti sul piano di posa.

Come evidenziato nella seguente immagine, la distribuzione delle pressioni si considera estesa sulla base "ridotta" $B_R = B - 2e$.



dove:

$e = N_d / M_d$ = eccentricità dei carichi

In mancanza d'indicazioni sulle azioni di progetto, si è proceduto al calcolo della capacità portante del terreno: si evidenzia quindi che le azioni di progetto E_d [la cui definizione è demandata al progettista] dovranno risultare inferiori alle capacità portanti ridotte dai relativi fattori di sicurezza R (ed indicate nel seguito come R_d). Si è inoltre proceduto ad inserire nei calcoli i fattori correttivi per l'azione sismica, come precedentemente definiti.

I calcoli sono stati effettuati utilizzando il Programma LOADCAP® della Geostru: trattasi di un software per il calcolo del carico limite di fondazione su terreni sciolti secondo Terzaghi, Meyerhof, Hansen, Vesic e Brinch-Hansen e per il calcolo dei cedimenti con il loro decorso nel tempo. Il programma permette inoltre l'analisi in condizioni sismiche utilizzando le correzioni sismiche secondo Vesic e Sano.

Le verifiche sono state fatte adottando la soluzione di *BRINCH - HANSEN [1970]*; affinché una fondazione possa sopportare il carico di progetto con sicurezza nei riguardi della rottura

generale, per tutte le combinazioni di carico relative allo SLU (stato limite ultimo), deve essere soddisfatta la seguente disuguaglianza:

$$Vd \leq Rd$$

dove Vd è il carico di progetto allo SLU, normale alla base della fondazione, comprendente anche il peso della fondazione stessa, mentre Rd è il carico limite di progetto della fondazione nei confronti di carichi normali, tenendo conto anche dell'effetto di carichi inclinati o eccentrici.

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$R/A' = c' N_c s_c i_c + q' N_q s_q i_q + 0,5 \gamma' B' N_\gamma s_\gamma i_\gamma$$

dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi'} \tan^2(45 + \phi'/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 1,5(N_q - 1) \tan \phi'$$

s_c , s_q e s_γ sono i fattori di forma:

$$s_q = 1 + (B'/L') \sin \phi' \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_q = 1 + \sin \phi' \quad \text{per forma quadrata o circolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0,3(B'/L') \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 0,7 \quad \text{per forma quadrata o circolare}$$

$$s_c = (s_q \cdot N_q - 1)/(N_q - 1) \quad \text{per forma rettangolare, quadrata o circolare.}$$

i_c , i_q e i_γ sono i fattori d'inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H

$$i_q = [1 - H/(V + A' \cdot c' \cdot \cot \phi')]^m$$

$$i_\gamma = [1 - H/(V + A' \cdot c' \cdot \cot \phi')]^{m+1}$$

$$i_c = (i_q \cdot N_q - 1)/(N_q - 1)$$

in cui:

$$m = m_B = \frac{\left[2 + \left(\frac{B'}{L'}\right)\right]}{\left[1 + \left(\frac{B'}{L'}\right)\right]} \quad \text{con } H//B'$$

$$m = m_L = \frac{\left[2 + \left(\frac{L'}{B'}\right)\right]}{\left[1 + \left(\frac{L'}{B'}\right)\right]} \quad \text{con } H//L'$$

Se H forma un angolo θ con la direzione di L' , l'esponente "m" viene calcolato con la seguente espressione:

$$m = m_\theta = m_L \cos^2 \theta + m_B \sin^2 \theta$$

Oltre ai fattori correttivi di cui sopra sono considerati quelli complementari della profondità del piano di posa e dell'inclinazione del piano di posa e del piano campagna (Hansen).

Infine, per tener conto degli effetti inerziali indotti dal sisma sulla determinazione del q_{lim} vengono introdotti i fattori correttivi z di Paolucci e Pecker:

$$z_q = \left(1 - \frac{k_h}{\text{tg}\phi}\right)^{0,35}$$

$$z_c = 1 - 0,32 \cdot k_h$$

$$z_\gamma = z_q$$

dove k_h è il coefficiente sismico orizzontale.

Le verifiche effettuate utilizzando il metodo precedentemente descritto hanno fornito i valori R_d per la verifica allo stato limite ultimo (**SLU**) riportati nella tabella seguente.

p.f. ORIZZONTE 1	Approccio 2		
	$Q_{lim.}$ (kg/cm ²)	R_d (kg/cm ²)	coeff. di sottofondo k Winkler (kg/cm ³)
	M1	M1+R3	
plinto B = 2,5 m	8,72	3,79	3,49
plinto B = 3,0 m	9,52	4,14	3,81

p.f. ORIZZONTE 2	Approccio 2		
	$Q_{lim.}$ (kg/cm ²)	R_d (kg/cm ²)	coeff. di sottofondo k Winkler (kg/cm ³)
	M1	M1+R3	
plinto B = 2,5 m	18,84	8,19	7,53
plinto B = 3,0 m	20,84	9,06	8,34

I valori di R_d ottenuti non possono essere considerati pari alla pressione ammissibile poiché occorre effettuare anche la verifica nei confronti degli Stati Limite di Esercizio (SLE).

La verifica nei confronti degli Stati Limite di Esercizio (SLE) è stata eseguita con il medesimo programma, utilizzando il metodo di calcolo di *BURLAND e BURBIDGE* [1984].

Il programma infatti permette, qualora si disponga di dati ottenuti da prove penetrometriche dinamiche, di effettuare il calcolo dei cedimenti con il metodo di Burland e Burbidge (1985), nel quale viene correlato un indice di compressibilità I_c al risultato N della prova penetrometrica dinamica. L'espressione del cedimento proposta dai due autori è la seguente:

$$S = f_s \cdot f_H \cdot f_t \cdot \left[\sigma'_{v0} \cdot B^{0.7} \cdot I_c / 3 + (q' - \sigma'_{v0}) \cdot B^{0.7} \cdot I_c \right]$$

nella quale:

q' = pressione efficace lorda;

σ'_{v0} = tensione verticale efficace alla quota d'imposta della fondazione;

B = larghezza della fondazione;

I_c = indice di compressibilità;

f_s, f_H, f_t = fattori correttivi che tengono conto rispettivamente della forma, dello spessore dello strato compressibile e del tempo, per la componente viscosa.

L'indice di compressibilità I_c è legato al valore medio N_{av} di N_{spt} all'interno di una profondità significativa z :

$$I_C = \frac{1.706}{N_{AV}^{1.4}}$$

Per calcolare la profondità significativa z_i (profondità entro la quale viene calcolata la media dei valori di N_{spt}) viene utilizzata la seguente relazione:

$$z_i = 1,025 + 0,4286 \cdot B - 0,0001 \cdot 9,91 \cdot B^2$$



Andamento della Profondità significativa in funzione della base della fondazione

Per quanto riguarda i valori di N_{spt} da utilizzare nel calcolo del valore medio N_{AV} va precisato che i valori vanno corretti, per sabbie con componente limosa sotto falda e $N_{spt} > 15$, secondo l'indicazione di Terzaghi e Peck (1948)

$$N_c = 15 + 0,5 (N_{spt} - 15)$$

dove N_c è il valore corretto da usare nei calcoli.

Per depositi ghiaiosi o sabbioso-ghiaiosi il valore corretto è pari a:

$$N_c = 1,25 N_{spt}$$

Le espressioni dei fattori correttivi f_s , f_H ed f_t sono rispettivamente:

$$f_s = \left(\frac{1.25 \cdot L/B}{L/B + 0.25} \right)^2$$

$$f_H = \frac{H}{z_i} \left(2 - \frac{H}{z_i} \right)$$

$$f_t = \left(1 + R_3 + R \cdot \log \frac{t}{3} \right)$$

con:

t = tempo in anni > 3 ;

R_3 = costante pari a 0,3 per carichi statici e 0,7 per carichi dinamici;

R = 0,2 nel caso di carichi statici e 0,8 per carichi dinamici.

Nei calcoli dei cedimenti è stato utilizzato un valore di N_{AV} , che rappresenta la media "conservativa" dei valori N_{SPT} all'interno della profondità significativa z (funzione del lato della fondazione), assunti cautelativamente pari a 10 colpi/piede per l'ORIZZONTE 1 e cautelativamente pari a 30 colpi/piede per l'ORIZZONTE 2.

Per contenere i cedimenti differenziali su valori accettabili per la stabilità della struttura, si è imposto un cedimento massimo ammissibile nell'immediato (S_{imm}), stante la pressochè totale assenza di materiale limoso-argilloso, inferiore a 25 mm.

La verifica ha fornito i seguenti valori limite dell'effetto delle azioni C_d (portata ammissibile ai cedimenti):

PORTANZA AMMISSIBILE VERIFICATA AI CEDIMENTI (VERIFICA AGLI SLE)		
p.f. ORIZZONTE 1	S_{imm} (mm)	Cd (kg/cm²)
plinto B = 2,5 m	24,62	2,20
plinto B = 3,0 m	23,66	1,90

p.f. ORIZZONTE 2	S_{imm} (mm)	Cd (kg/cm²)
plinto B = 2,5 m	21,05	8,10
plinto B = 3,0 m	24,22	8,10

Le azioni di progetto E_d (ridotte dai relativi coefficienti del gruppo A) dovranno pertanto risultare inferiori ai valori di C_d sopra indicati.

Considerata la zona sismica 3 in cui ricade il territorio comunale di Scarmagno, si dovrà prevedere un collegamento orizzontale tra i plinti mediante un reticolo di travi di collegamento o una pavimentazione armata.

Si ribadisce il valore puramente indicativo delle verifiche riportate nel presente capitolo: per il dimensionamento strutturale si rimanda alla specifica relazione geotecnica redatta ai sensi del paragrafo 6.2.2 del D.M. 17/01/18.

8. STABILITÀ DEI FRONTI DI SCAVO E DELL'INSIEME OPERE-TERRENO

Gli interventi previsti non contemplano la formazione di scavi di sbancamento se non quelli per la realizzazione delle nuove opere di fondazione in progetto, scavi a sezione obbligata che dovranno essere eseguiti secondo le regole della buona pratica di cantiere.

Poiché gli interventi in progetto non modificheranno in modo sostanziale le condizioni di attuale equilibrio dell'insieme opere-territorio, non si ritiene necessario procedere ad una verifica numerica della stabilità dell'insieme opere-terreno.

9. GESTIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI E IPOGEE

La falda freatica si attesta ad una profondità di 15 m c.ca dal p.c. attuale in condizioni di regime idrogeologico ordinario con possibili risalite in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi, a profondità comunque non interferenti con le opere in progetto.

Le acque meteoriche ricadenti all'interno del lotto d'intervento dovranno essere adeguatamente raccolte e smaltite in un idoneo recettore o disperse nei primi strati superficiali del sottosuolo in conformità a quanto previsto in merito dalla normativa vigente: in questa prima fase di studio, si fa presente – come già anticipato in precedenza – che il terreno sabbioso-limoso superficiale non risulta idoneo alla dispersione delle acque meteoriche nel sottosuolo, in quanto caratterizzato da una conducibilità idraulica verticale molto ridotta ($K \sim 10^{-6}$ m/s): sarà pertanto necessario predisporre sistemi di dispersione che raggiungano i depositi sottostanti contrassegnati da adeguata conducibilità idraulica verticale ($K \sim 10^{-3}$ m/s).

10. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le analisi svolte ai punti precedenti hanno permesso di individuare le principali problematiche geologico-tecniche connesse alla realizzazione degli interventi edificatori in corrispondenza del lotto in esame: sulla base dei rilievi eseguiti e delle indagini condotte, è stato possibile pervenire a una definizione dettagliata dell'assetto litostratigrafico e dei parametri geotecnici dei terreni presenti, nonché ad una corretta attribuzione alla categoria sismica di profilo stratigrafico del suolo di fondazione.

Il modello concettuale geotecnico del sottosuolo ha inoltre consentito di valutare la capacità portante ammissibile del terreno in differenti configurazioni e scenari, e la compatibilità dell'intervento con l'assetto idrogeologico del territorio.

L'esame condotto nei capitoli precedenti permette quindi di esprimere un giudizio positivo circa la fattibilità geologico-geotecnica e la compatibilità degli interventi in progetto con l'assetto idrogeologico del territorio, fatti salvi i risultati e le prescrizioni riportate nella presente.

Torino, lì 21 giugno 2022

geol. Giorgio Toselli



The stamp is circular with a blue border. The text inside the stamp reads: "ORDINE GEOLOGI REGIONE PIEMONTE" at the top, "GIORGIO TOSELLI GEOLOGO" in the center, "A.P. SEZ. A" below that, and "N. 736" at the bottom. The words "ALBO PROFESSIONALE" are written along the bottom inner edge. A blue ink signature of Giorgio Toselli is written over the stamp.

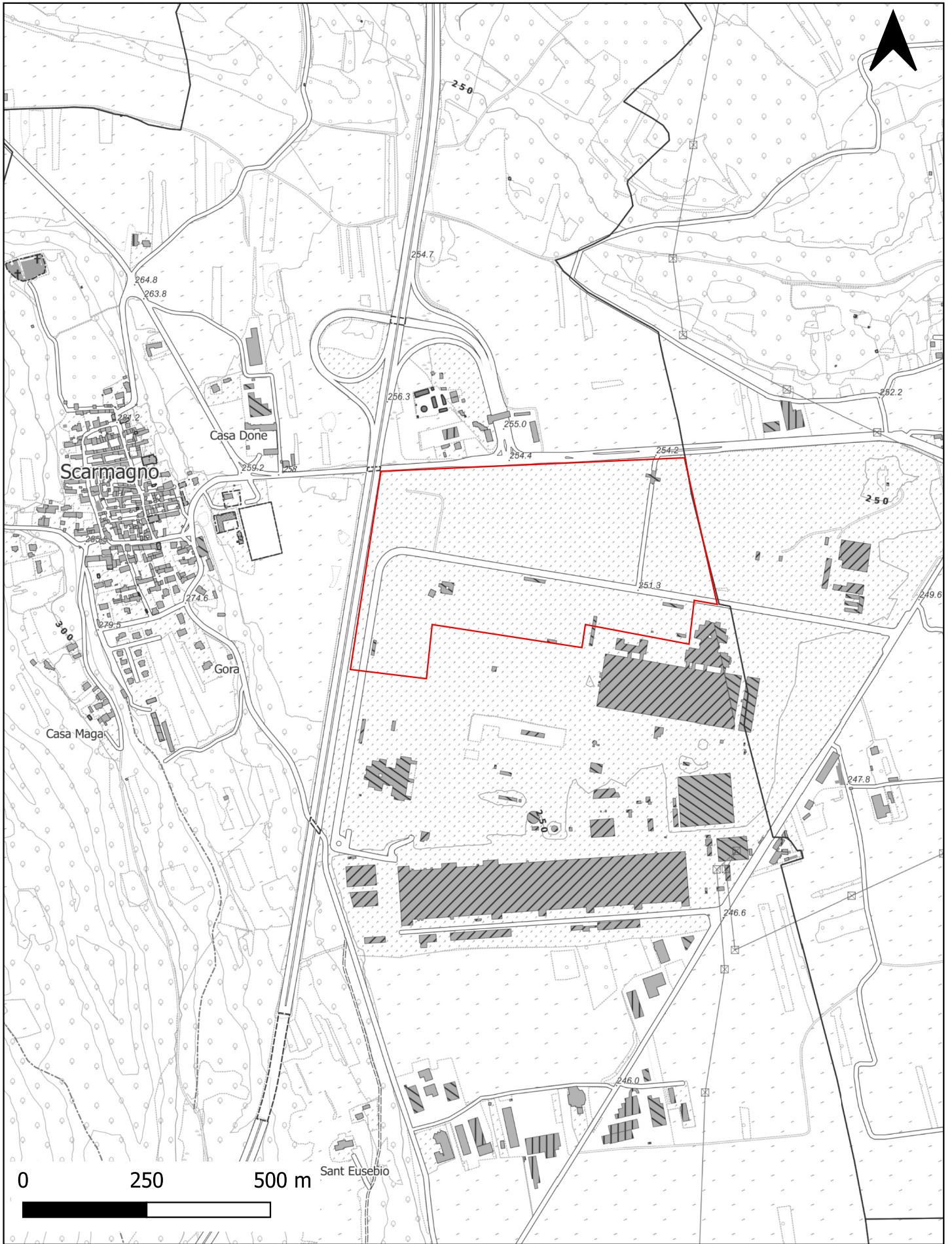
geol. Giuseppe Genovese



The stamp is circular with a blue border. The text inside the stamp reads: "ORDINE GEOLOGI REGIONE PIEMONTE" at the top, "GIUSEPPE GENOVESE GEOLOGO" in the center, "A.P. SEZ. A" below that, and "N. 192" at the bottom. The words "ALBO PROFESSIONALE" are written along the bottom inner edge. A blue ink signature of Giuseppe Genovese is written over the stamp.

ALLEGATI

- COROGRAFIA GENERALE - scala 1:10.000
- PLANIMETRIA GENERALE DELL'AREA D'INTERVENTO CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE EFFETTUATE
- STRATIGRAFIE DEI SAGGI GEOGNOSTICI CON ESCAVATORE
- RAPPORTI DI PROVA DELLE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE
- INDAGINI SISMICHE (MASW e HVSR)
- ANALISI GRANULOMETRICHE
- PROVE DI INFILTRAZIONE
- STRATIGRAFIE DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI A CAROTAGGIO CONTINUO (Citiemme S.r.l.)



COROGRAFIA DEL SITO SU BASE BDTRE
- scala 1:10.000 -

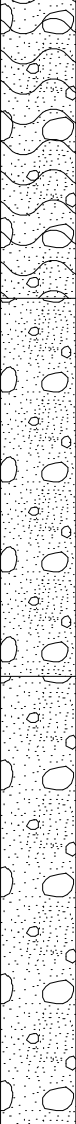


Planimetria generale dell'area d'intervento con ubicazione delle indagini geognostiche effettuate

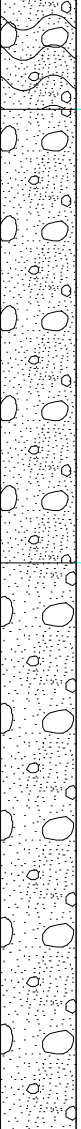
STRATIGRAFIE DEI SAGGI GEOGNOSTICI CON ESCAVATORE

Committente	Panattoni Italy Development S.r.l.	
Cantiere	area ex Olivetti	
Località	Scarmagno (TO)	
Data Inizio	25/05/2022	Data Fine 25/05/2022

SONDAGGIO	FOGLIO
P1	1/1
Il geologo Giorgio Toselli	

Stratigrafia	Profondità'	Descrizione	Campioni
	0.80	Coltre sabbioso-limosa di colore bruno-nocciola con locale presenza di blocchi arrotondati.	
	1.80	Ghiaia con ciottoli e blocchi arrotondati poligenici e eterometrici in matrice sabbiosa di colore grigio-nocciola, tessitura clast-supported.	
	3.00	Ghiaia eterometrica con ciottoli e blocchi in abbondante matrice sabbiosa (talora prevalente). Depositi di colore grigio-nocciola con tessitura matrix-supported.	2.00 C1 2.50



Stratigrafia	Profondità'	Descrizione	Campioni
	0.30	Coltre sabbioso-limosa di colore bruno-nocciola con locale presenza di ciottoli arrotondati e rari frammenti di mattoni.	
		Ghiaia con ciottoli e blocchi arrotondati poligenici e eterometrici in matrice sabbiosa di colore grigio-nocciola, tessitura clast-supported.	
	1.50	Ghiaia eterometrica con ciottoli e blocchi in abbondante matrice sabbiosa (talora prevalente). Depositi di colore grigio-nocciola con tessitura matrix-supported.	
	3.00		



Committente Panattoni Italy Development S.r.l.

Cantiere area ex Olivetti

Località Scarmagno (TO)

Data Inizio 25/05/2022

Data Fine 25/05/2022

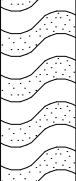
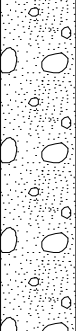
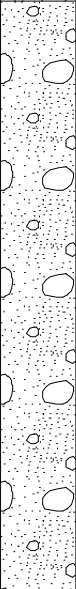
SONDAGGIO

FOGLIO

P3

1/1

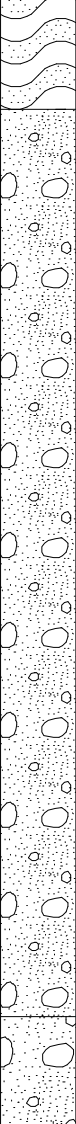
Il geologo
Giorgio Toselli

Stratigrafia	Profondità'	Descrizione	Campioni
		Coltre sabbioso-limosa di colore bruno-nocciola.	
	0.50	Ghiaia con ciottoli e numerosi blocchi pluridecimetrici arrotondati poligenici e eterometrici in matrice sabbiosa di colore grigio-nocciola, tessitura clast-supported.	
	1.40	Ghiaia eterometrica con ciottoli e blocchi in abbondante matrice sabbiosa (talora prevalente). Depositi di colore grigio-nocciola con tessitura matrix-supported.	
	3.00		




Stratigrafia	Profondità'	Descrizione	Campioni
0.40		Terreno di coltivo limoso-sabbioso di colore rossastro.	
2.00		Terreno rimaneggiato ghiaioso-limoso-sabbioso con ciottoli e blocchi pluridecimetrici anche subangolari e sporadici frammenti minuti di mattoni. Tessitura variabile tra clast-supported (prevalente) e matrix-supported con passate francamente limose.	1.50 C1
3.00		Ghiaia eterometrica con ciottoli e blocchi in abbondante matrice sabbiosa (talora prevalente). Depositi di colore grigio-nocciola con tessitura matrix-supported.	2.00




Stratigrafia	Profondita'	Descrizione	Campioni
	0.30	<p>Terreno di coltivo limoso-sabbioso di colore rossastro.</p> <p>Terreno rimaneggiato ghiaioso-limoso-sabbioso con ciottoli e blocchi pluridecimetrici anche subangolari, sporadici frammenti minuti di mattoni e tracce di cemento. Tessitura variabile tra clast-supported (prevalente) e matrix-supported con passate francamente limose.</p>	
	2.70	Ghiaia eterometrica con ciottoli e blocchi in abbondante matrice sabbiosa (talora prevalente). Depositi di colore grigio-nocciola con tessitura matrix-supported.	
	3.00		



Stratigrafia	Profondità'	Descrizione	Campioni
	0.10	<p>Terreno di coltivo limoso-sabbioso di colore rossastro.</p> <p>Ghiaia limoso-sabbiosa con ciottoli e blocchi poligenici eterometrici arrotondati (anche pluri-decimetrici). Tessitura variabile tra clast-supported (prevalente) e matrix-supported con suolo argilloso di colore grigio con screziature rossastre tra 2,0÷2,5 m dal p.c..</p>	
	3.20		



Stratigrafia	Profondità'	Descrizione	Campioni
	0.15	Asfalto.	
		Ghiaia con ciottoli e blocchi arrotondati poligenici e eterometrici in matrice sabbiosa di colore grigio-nocciola, tessitura clast-supported.	
	1.80	Ghiaia eterometrica con ciottoli e blocchi in abbondante matrice sabbiosa (talora prevalente). Depositi di colore grigio-nocciola con tessitura matrix-supported.	
	3.00		



Stratigrafia	Profondità'	Descrizione	Campioni
0.60		Coltre sabbioso-limosa di colore bruno-nocciola.	
1.80		Ghiaia con ciottoli e blocchi arrotondati poligenici e eterometrici in matrice sabbiosa di colore grigio-nocciola, tessitura clast-supported.	
3.00		Ghiaia eterometrica con ciottoli e blocchi in abbondante matrice sabbiosa (talora prevalente). Depositi di colore grigio-nocciola con tessitura matrix-supported.	2.50 C1 3.00



Committente Panattoni Italy Development S.r.l.

Cantiere area ex Olivetti

Località Scarmagno (TO)

Data Inizio 25/05/2022

Data Fine 25/05/2022

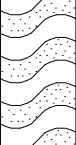
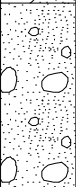
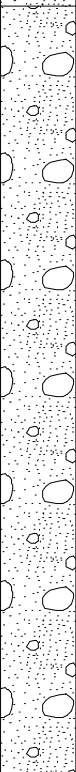
SONDAGGIO

FOGLIO

P9

1/1

Il geologo
Giorgio Toselli

Stratigrafia	Profondità'	Descrizione	Campioni
		Coltre sabbioso-limoso di colore bruno-nocciola.	
	0.40	Ghiaia con ciottoli e blocchi arrotondati poligenici e eterometrici in matrice sabbiosa di colore grigio-nocciola, tessitura clast-supported.	
	0.90	Ghiaia eterometrica con ciottoli e blocchi in abbondante matrice sabbiosa (talora prevalente). Depositi di colore grigio-nocciola con tessitura matrix-supported.	
	3.00		



Committente Panattoni Italy Development S.r.l.

Cantiere area ex Olivetti

Località Scarmagno (TO)

Data Inizio 25/05/2022

Data Fine 25/05/2022

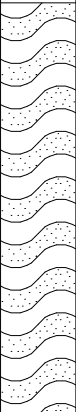
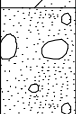
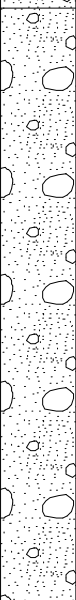

SONDAGGIO

FOGLIO

P10

1/1

Il geologo
Giorgio Toselli

Stratigrafia	Profondità'	Descrizione	Campioni
		Coltre sabbioso-limosa di colore bruno-nocciola.	
	1.10	Ghiaia con ciottoli e blocchi arrotondati poligenici e eterometrici in matrice sabbiosa di colore grigio-nocciola, tessitura clast-supported.	
	1.40	Ghiaia eterometrica con ciottoli e blocchi in abbondante matrice sabbiosa (talora prevalente). Depositi di colore grigio-nocciola con tessitura matrix-supported.	
	3.00		



Committente Panattoni Italy Development S.r.l.

Cantiere area ex Olivetti

Località Scarmagno (TO)

Data Inizio 25/05/2022

Data Fine 25/05/2022


SONDAGGIO

FOGLIO

P11

1/1

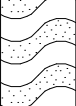
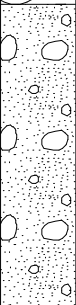
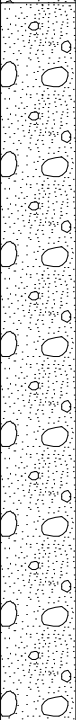
Il geologo
Giorgio Toselli

Stratigrafia	Profondità'	Descrizione	Campioni
	0.30	<p>Coltre sabbioso-limosa di colore bruno-nocciola con locale presenza di ciottoli arrotondati.</p> <p>Ghiaia con ciottoli e blocchi in matrice sabbiosa di colore rossastro fino a -1,3 m e poi di colore grigio. Struttura cast-supported ed embricatura di clasti.</p>	
	3.00		



Committente	Panattoni Italy Development S.r.l.	
Cantiere	area ex Olivetti	
Località	Scarmagno (TO)	
Data Inizio	25/05/2022	Data Fine 25/05/2022

SONDAGGIO	FOGLIO
P12	1/1
Il geologo Giorgio Toselli	

Stratigrafia	Profondità'	Descrizione	Campioni
		Coltre sabbioso-limosa di colore bruno-nocciola.	
	0.30	Ghiaia con ciottoli e blocchi in matrice sabbiosa di colore rossastro, struttura cast-supported.	
	1.10	Ghiaia con ciottoli e blocchi in matrice sabbiosa di colore grigio, struttura cast-supported.	
			1.80
			C1
			2.30
	3.00		



Committente Panattoni Italy Development S.r.l.

Cantiere area ex Olivetti

Località Scarmagno (TO)

Data Inizio 25/05/2022

Data Fine 25/05/2022

SONDAGGIO

FOGLIO

P13

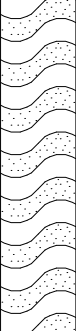

1/1

Il geologo
Giorgio Toselli

Stratigrafia	Profondita'	Descrizione	Campioni
		Coltre sabbioso-limosa di colore bruno-nocciola con locale presenza di blocchi arrotondati.	
	0.90	Ghiaia con ciottoli e blocchi arrotondati poligenici e eterometrici in matrice sabbiosa di colore grigio-nocciola, tessitura clast-supported.	
	1.90	Sabbie ghiaiose con ciottoli e blocchi di colore grigio nocciola.	
	3.00		



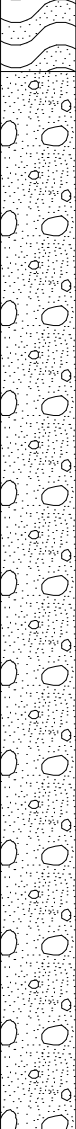
Committente	Panattoni Italy Development S.r.l.	
Cantiere	area ex Olivetti	
Località	Scarmagno (TO)	
Data Inizio	25/05/2022	Data Fine 25/05/2022

Stratigrafia	Profondita'	Descrizione	Campioni
		Coltre sabbioso-limoso di colore bruno-nocciola.	
	0.90	Ghiaia eterometrica con ciottoli e blocchi in abbondante matrice sabbiosa (talora prevalente). Depositi di colore grigio-nocciola con tessitura matrix-supported.	1.50 C1 2.00
	3.00		



Committente	Panattoni Italy Development S.r.l.	
Cantiere	area ex Olivetti	
Località	Scarmagno (TO)	
Data Inizio	25/05/2022	Data Fine 25/05/2022

SONDAGGIO	FOGLIO
P16	1/1
Il geologo Giorgio Toselli	

Stratigrafia	Profondità'	Descrizione	Campioni
	0.20	Coltre sabbioso-limoso di colore bruno-nocciola.	
	3.00	Ghiaia con ciottoli e blocchi arrotondati poligenici e eterometrici in matrice sabbiosa di colore grigio, tessitura clast-supported.	



Committente Panattoni Italy Development S.r.l.

Cantiere area ex Olivetti

Località Scarmagno (TO)

Data Inizio 25/05/2022

Data Fine 25/05/2022

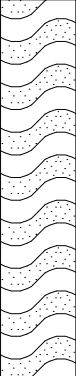
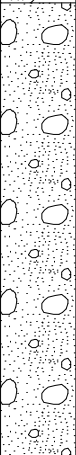
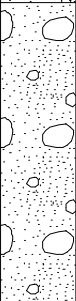
SONDAGGIO

FOGLIO

P17

1/1

Il geologo
Giorgio Toselli

Stratigrafia	Profondità'	Descrizione	Campioni
	1.00	Coltre sabbioso-limosa di colore bruno-nocciola.	
	2.20	Ghiaia con ciottoli e blocchi pluridecimetrici subangolosi in matrice sabbiosa di colore grigio-nocciola, tessitura clast-supported (difficile da scavare).	
	3.00	Ghiaia eterometrica con ciottoli e blocchi in abbondante matrice sabbiosa (talora prevalente). Depositi di colore grigio-nocciola con tessitura matrix-supported.	



Committente Panattoni Italy Development S.r.l.

Cantiere area ex Olivetti

Località Scarmagno (TO)

Data Inizio 25/05/2022

Data Fine 25/05/2022

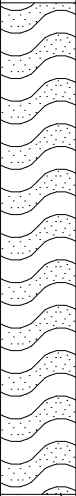
SONDAGGIO

FOGLIO

P18

1/1

Il geologo
Giorgio Toselli

Stratigrafia	Profondità'	Descrizione	Campioni
		Coltre sabbioso-limosa di colore bruno-nocciola.	
	1.30	Ghiaia con ciottoli e blocchi in matrice sabbiosa di colore rossastro, struttura cast-supported.	
	2.10	Ghiaia con ciottoli e blocchi in matrice sabbiosa di colore grigio, struttura cast-supported.	
	3.00		



Committente Panattoni Italy Development S.r.l.

Cantiere area ex Olivetti

Località Scarmagno (TO)

Data Inizio 25/05/2022

Data Fine 25/05/2022

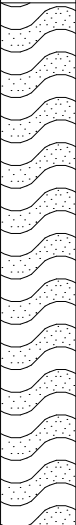

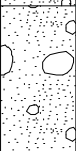
SONDAGGIO

FOGLIO

P19

1/1

Il geologo
Giorgio Toselli

Stratigrafia	Profondità'	Descrizione	Campioni
		Coltre sabbioso-limosa di colore bruno-nocciola.	
	1.40	Ghiaia con ciottoli e blocchi pluridecimetrici subangolosi in matrice sabbiosa di colore grigio-nocciola, tessitura clast-supported (difficile da scavare fino a -2,0 m).	
	2.60	Ghiaia eterometrica con ciottoli e blocchi in abbondante matrice sabbiosa (talora prevalente). Depositi di colore grigio-nocciola con tessitura matrix-supported.	
	3.00		



Committente Panattoni Italy Development S.r.l.

Cantiere area ex Olivetti

Località Scarmagno (TO)

Data Inizio 25/05/2022

Data Fine 25/05/2022

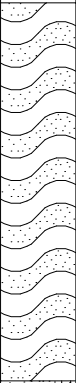
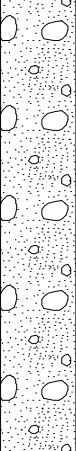
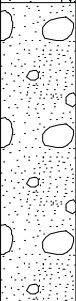
SONDAGGIO

FOGLIO

P20

1/1

Il geologo
Giorgio Toselli

Stratigrafia	Profondità'	Descrizione	Campioni
	1.00	Coltre sabbioso-limosa di colore bruno-nocciola.	
	2.20	Ghiaia con ciottoli e blocchi pluridecimetrici subangolosi in matrice sabbiosa di colore grigio-nocciola, tessitura clast-supported.	
	3.00	Ghiaia eterometrica con ciottoli e blocchi in abbondante matrice sabbiosa (talora prevalente). Depositi di colore grigio-nocciola con tessitura matrix-supported.	



RAPPORTI DI PROVA DELLE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
Penetrometro dinamico pesante DPSH PAGANI TG 63/100 KN

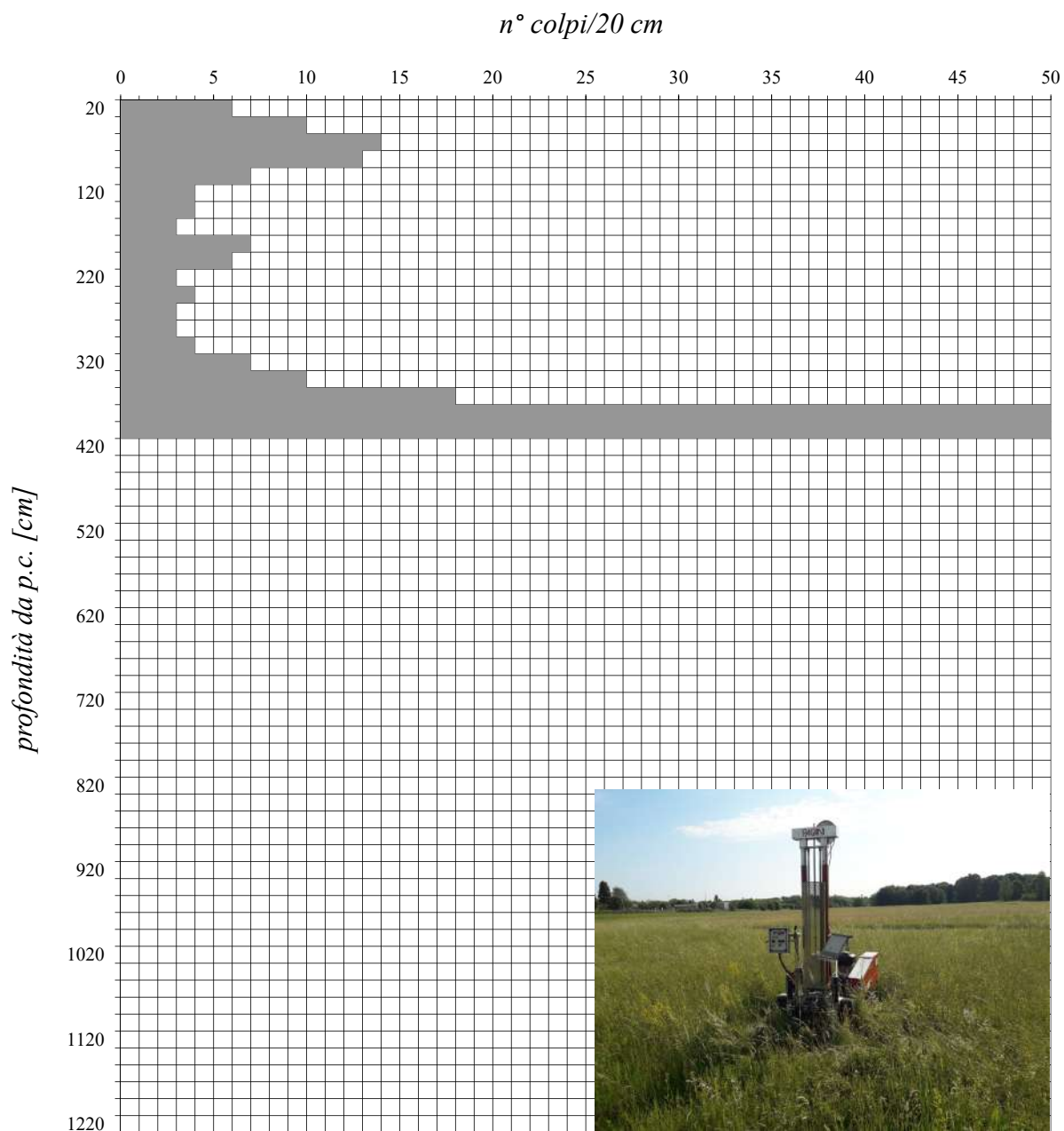
prova n°: **DPSH1**

località: **Scarmagno (TO), area ex Olivetti**

data: **19/05/2022**

quota inizio: **p.c.**

falda: **non rilevata**



Massa battente [Kg]	altezza di caduta [m]	punta conica diametro di base 51 mm	registrazione num. colpi ogni 0,20 m (N')
63,5	0,75	angolo di apertura 60°	coeff. teorico di energia N _{SPT} = 1,475 N'

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
Penetrometro dinamico pesante DPSH PAGANI TG 63/100 KN

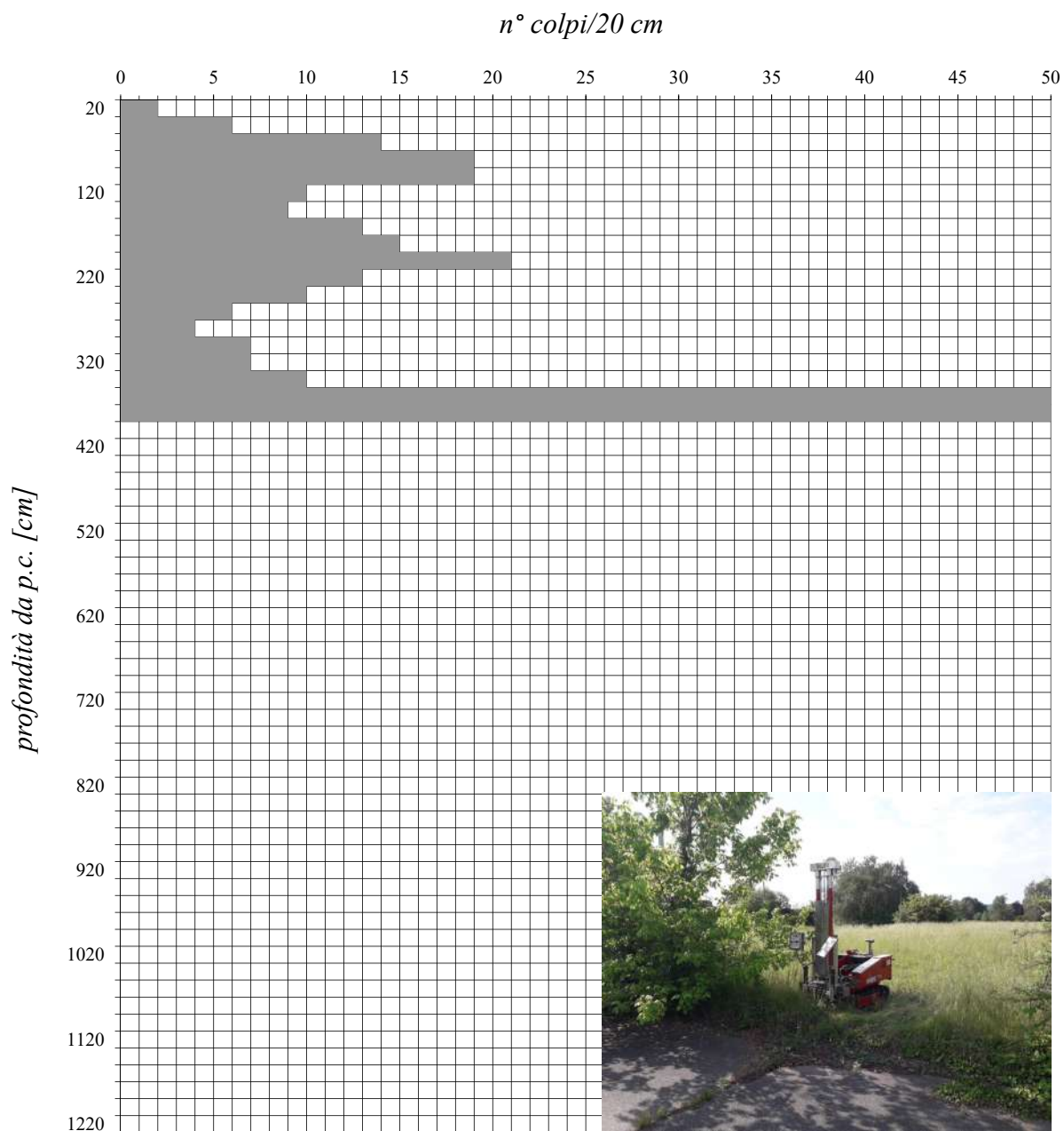
prova n°: **DPSH2**

località: **Scarmagno (TO), area ex Olivetti**

data: **19/05/2022**

quota inizio: **p.c.**

falda: **non rilevata**



Massa battente [Kg]	altezza di caduta [m]	punta conica diametro di base 51 mm	registrazione num. colpi ogni 0,20 m (N')
63,5	0,75	angolo di apertura 60°	coeff. teorico di energia N _{SPT} = 1,475 N'

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
Penetrometro dinamico pesante DPSH PAGANI TG 63/100 KN

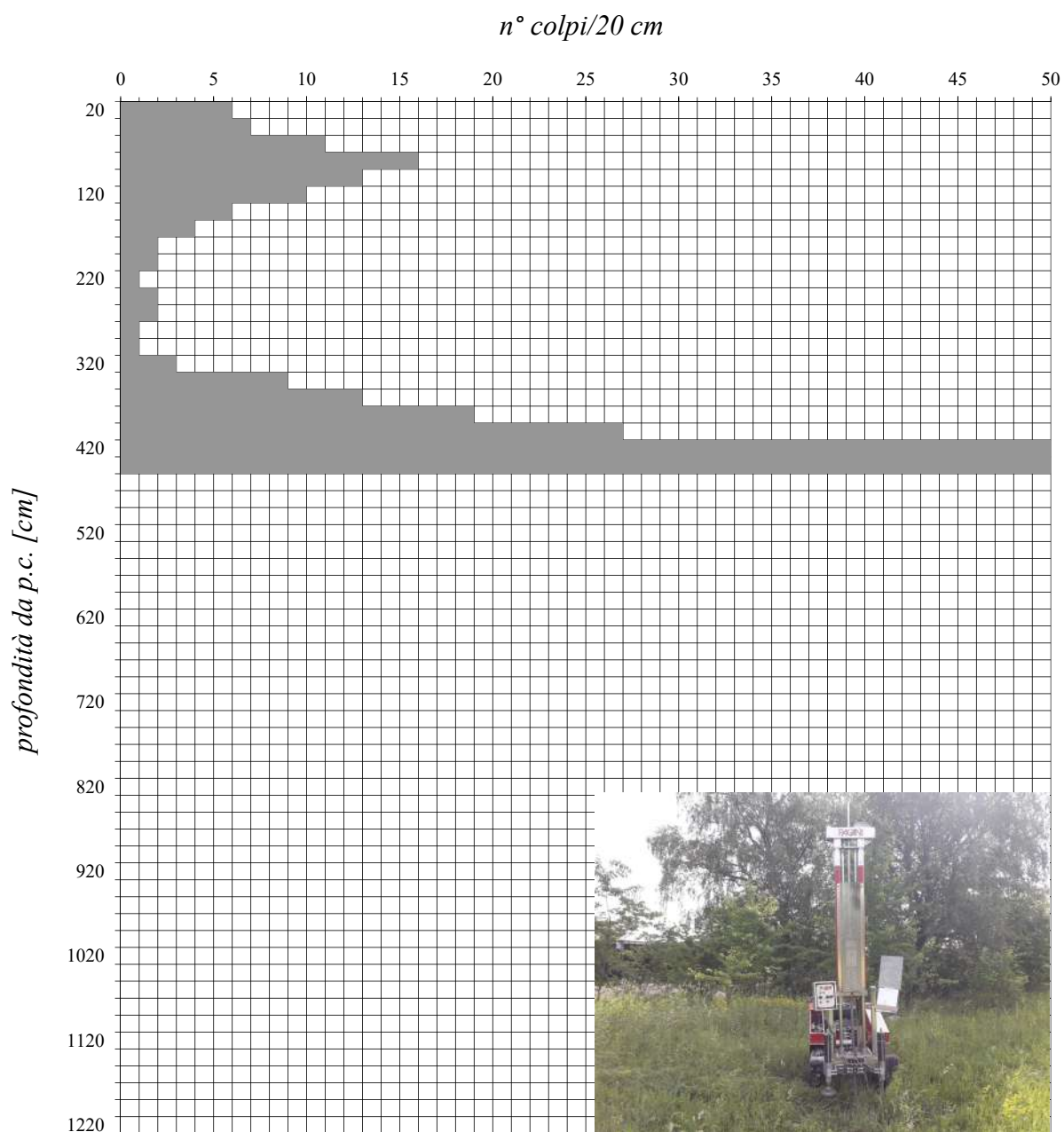
prova n°: **DPSH3**

località: **Scarmagno (TO), area ex Olivetti**

data: **19/05/2022**

quota inizio: **p.c.**

falda: **non rilevata**



Massa battente [Kg]	altezza di caduta [m]	punta conica diametro di base 51 mm	registrazione num. colpi ogni 0,20 m (N')
63,5	0,75	angolo di apertura 60°	coeff. teorico di energia N _{SPT} = 1,475 N'

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
Penetrometro dinamico pesante DPSH PAGANI TG 63/100 KN

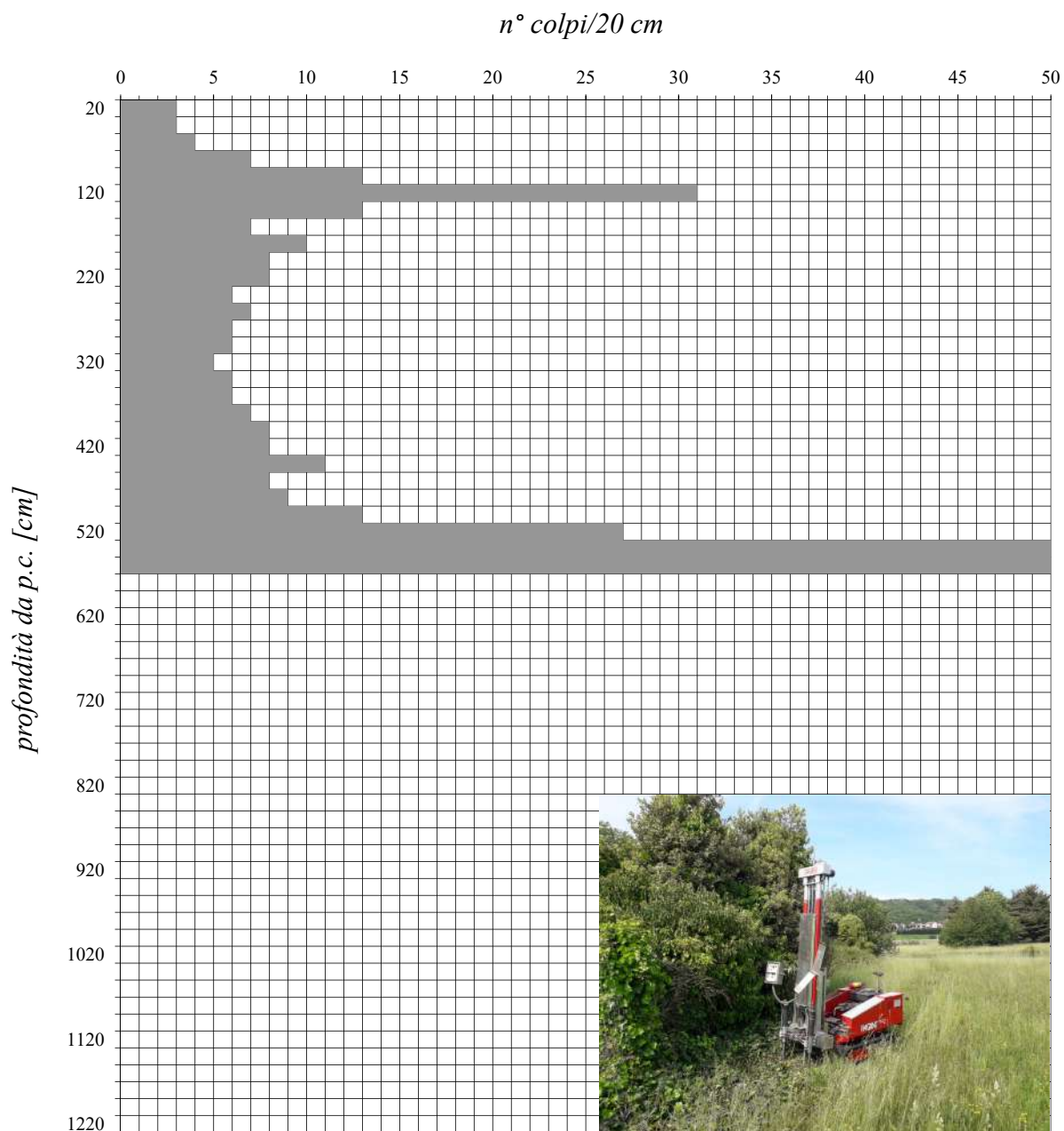
prova n°: **DPSH4**

località: **Scarmagno (TO), area ex Olivetti**

data: **19/05/2022**

quota inizio: **p.c.**

falda: **non rilevata**



Massa battente [Kg]	altezza di caduta [m]	punta conica diametro di base 51 mm	registrazione num. colpi ogni 0,20 m (N')
63,5	0,75	angolo di apertura 60°	coeff. teorico di energia N _{SPT} = 1,475 N'

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
Penetrometro dinamico pesante DPSH PAGANI TG 63/100 KN

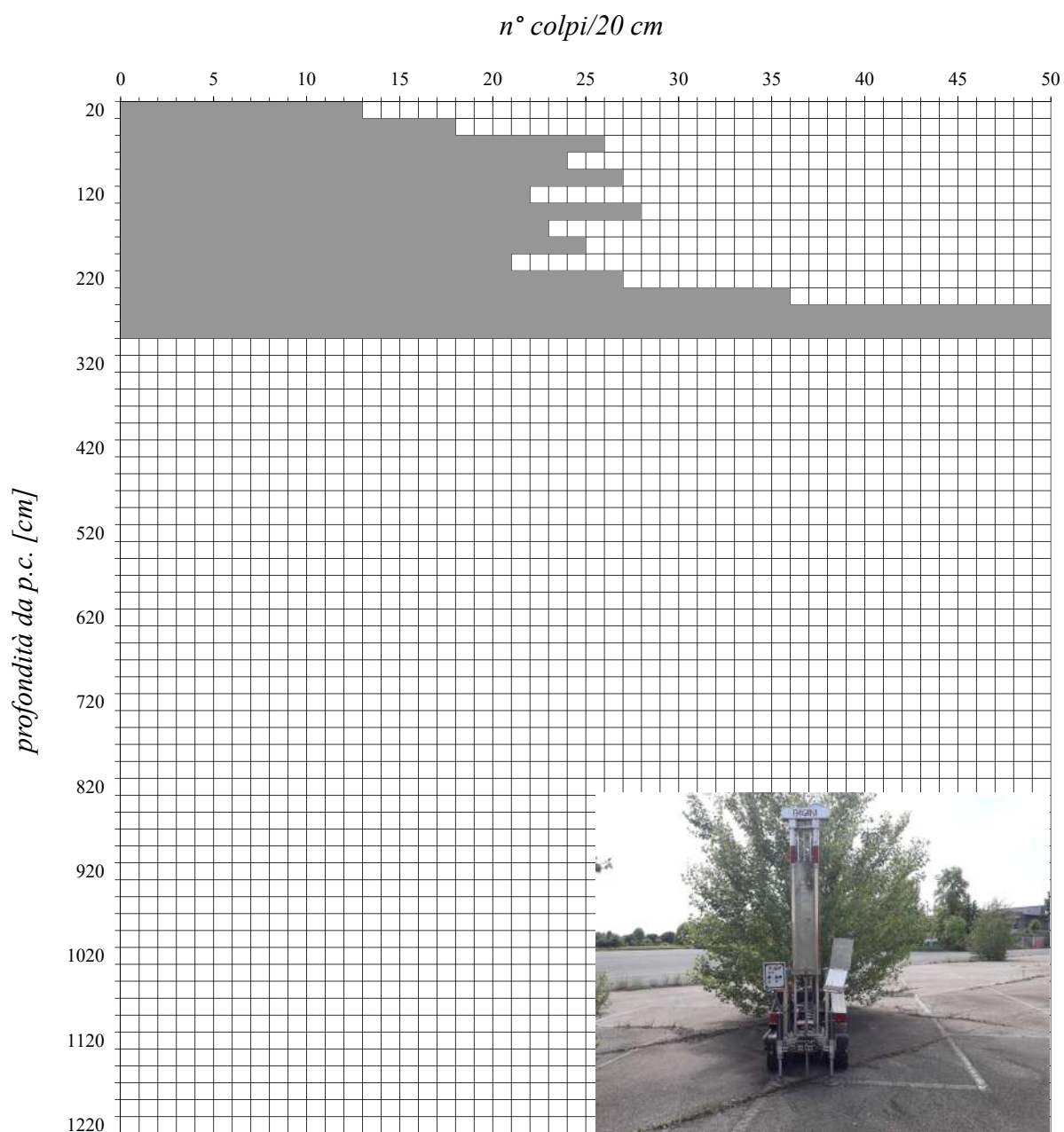
prova n°: **DPSH5**

località: **Scarmagno (TO), area ex Olivetti**

data: **19/05/2022**

quota inizio: **p.c.**

falda: **non rilevata**



Massa battente [Kg]	altezza di caduta [m]	punta conica diametro di base 51 mm	registrazione num. colpi ogni 0,20 m (N')
63,5	0,75	angolo di apertura 60°	coeff. teorico di energia N _{SPT} = 1,475 N'

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
Penetrometro dinamico pesante DPSH PAGANI TG 63/100 KN

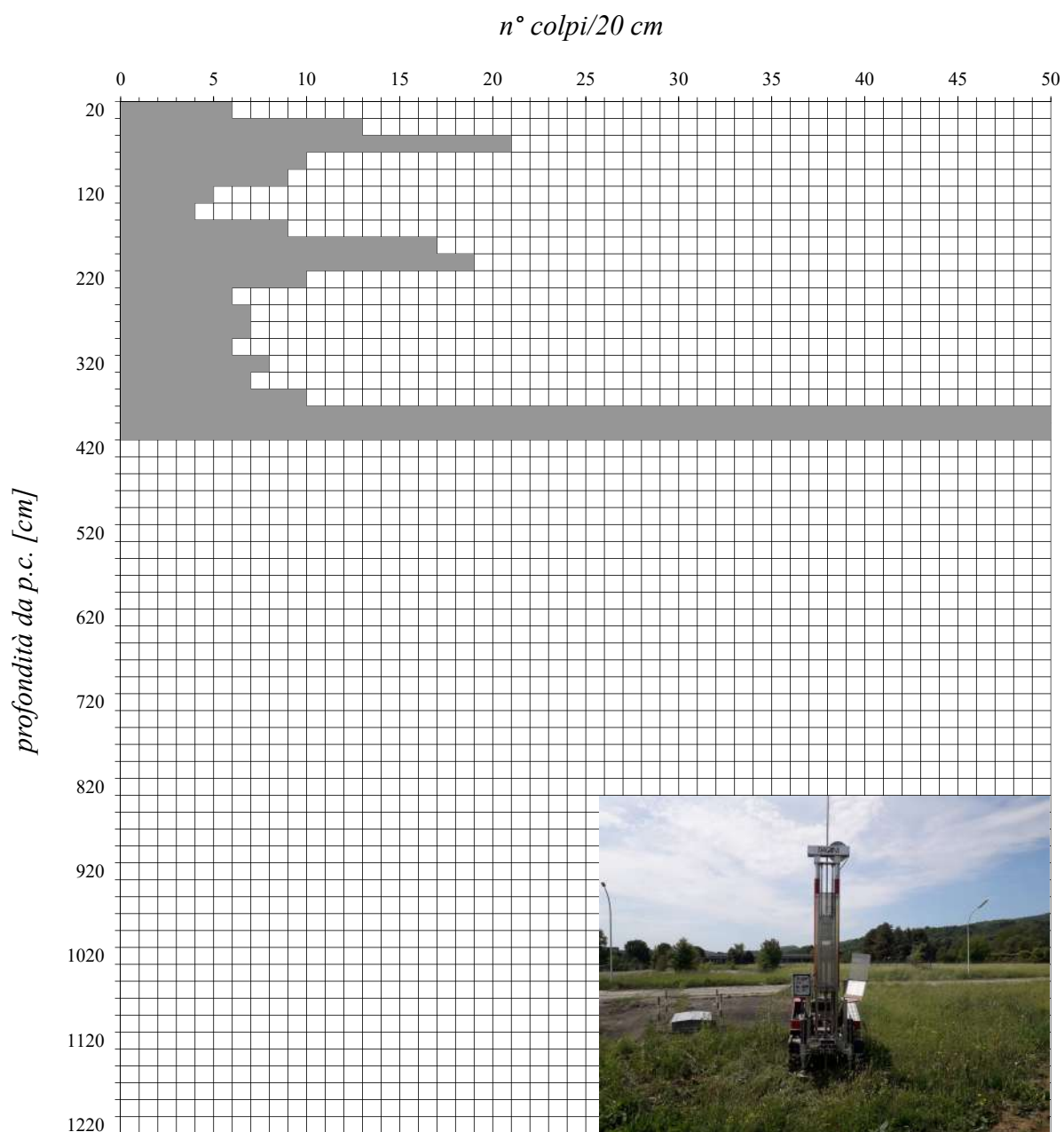
prova n°: **DPSH6**

località: **Scarmagno (TO), area ex Olivetti**

data: **19/05/2022**

quota inizio: **p.c.**

falda: **non rilevata**



Massa battente [Kg]	altezza di caduta [m]	punta conica diametro di base 51 mm	registrazione num. colpi ogni 0,20 m (N')
63,5	0,75	angolo di apertura 60°	coeff. teorico di energia N _{SPT} = 1,475 N'

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
Penetrometro dinamico pesante DPSH PAGANI TG 63/100 KN

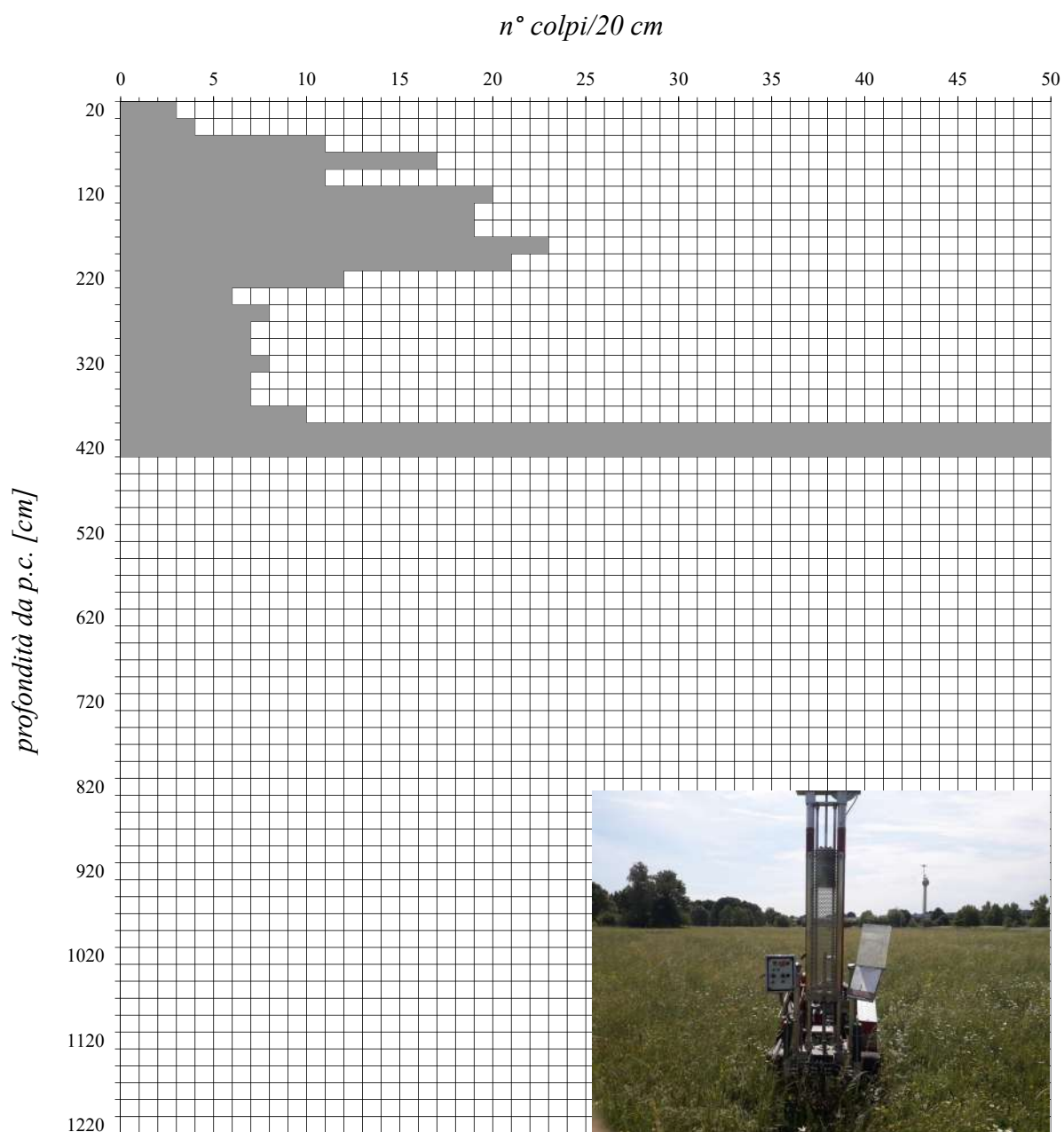
prova n°: **DPSH7**

località: **Scarmagno (TO), area ex Olivetti**

data: **19/05/2022**

quota inizio: **p.c.**

falda: **non rilevata**



Massa battente [Kg]	altezza di caduta [m]	punta conica diametro di base 51 mm	registrazione num. colpi ogni 0,20 m (N')
63,5	0,75	angolo di apertura 60°	coeff. teorico di energia N _{SPT} = 1,475 N'

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
Penetrometro dinamico pesante DPSH PAGANI TG 63/100 KN

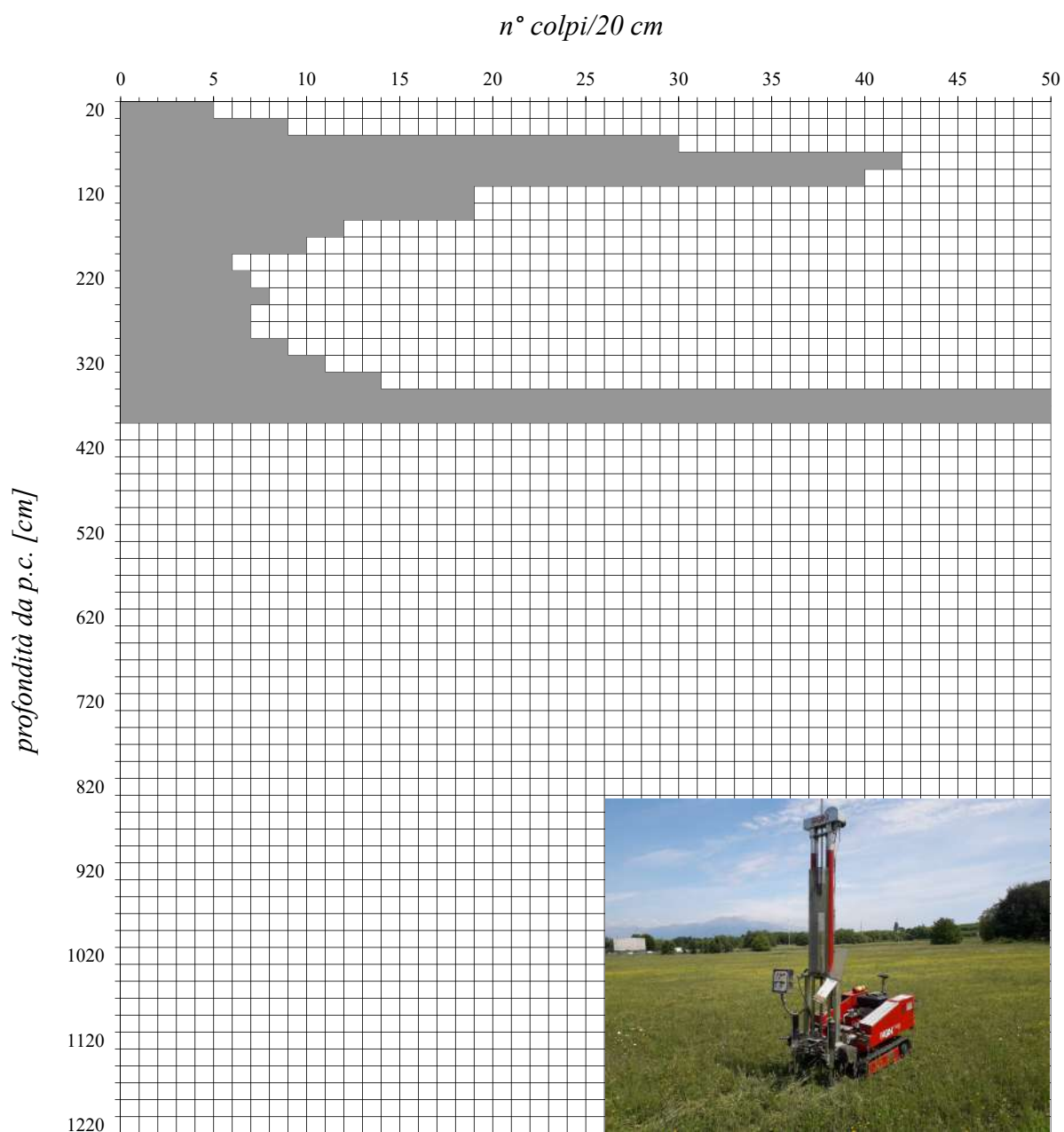
prova n°: **DPSH8**

località: **Scarmagno (TO), area ex Olivetti**

data: **19/05/2022**

quota inizio: **p.c.**

falda: **non rilevata**



Massa battente [Kg]	altezza di caduta [m]	punta conica diametro di base 51 mm	registrazione num. colpi ogni 0,20 m (N')
63,5	0,75	angolo di apertura 60°	coeff. teorico di energia N _{SPT} = 1,475 N'

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
Penetrometro dinamico pesante DPSH PAGANI TG 63/100 KN

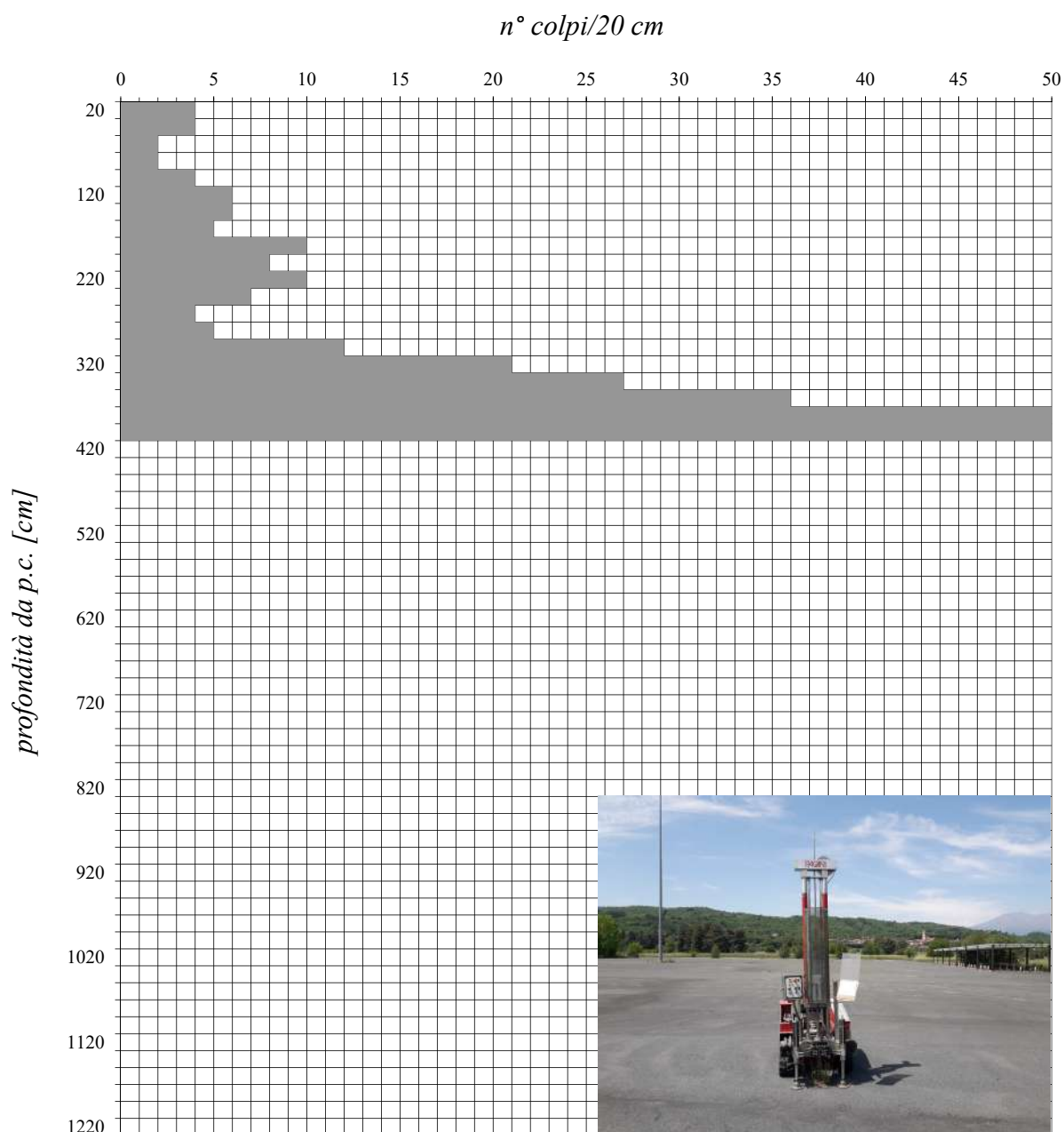
prova n°: **DPSH9**

località: **Scarmagno (TO), area ex Olivetti**

data: **19/05/2022**

quota inizio: **p.c.**

falda: **non rilevata**



Massa battente [Kg]	altezza di caduta [m]	punta conica diametro di base 51 mm	registrazione num. colpi ogni 0,20 m (N')
63,5	0,75	angolo di apertura 60°	coeff. teorico di energia N _{SPT} = 1,475 N'

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
Penetrometro dinamico pesante DPSH PAGANI TG 63/100 KN

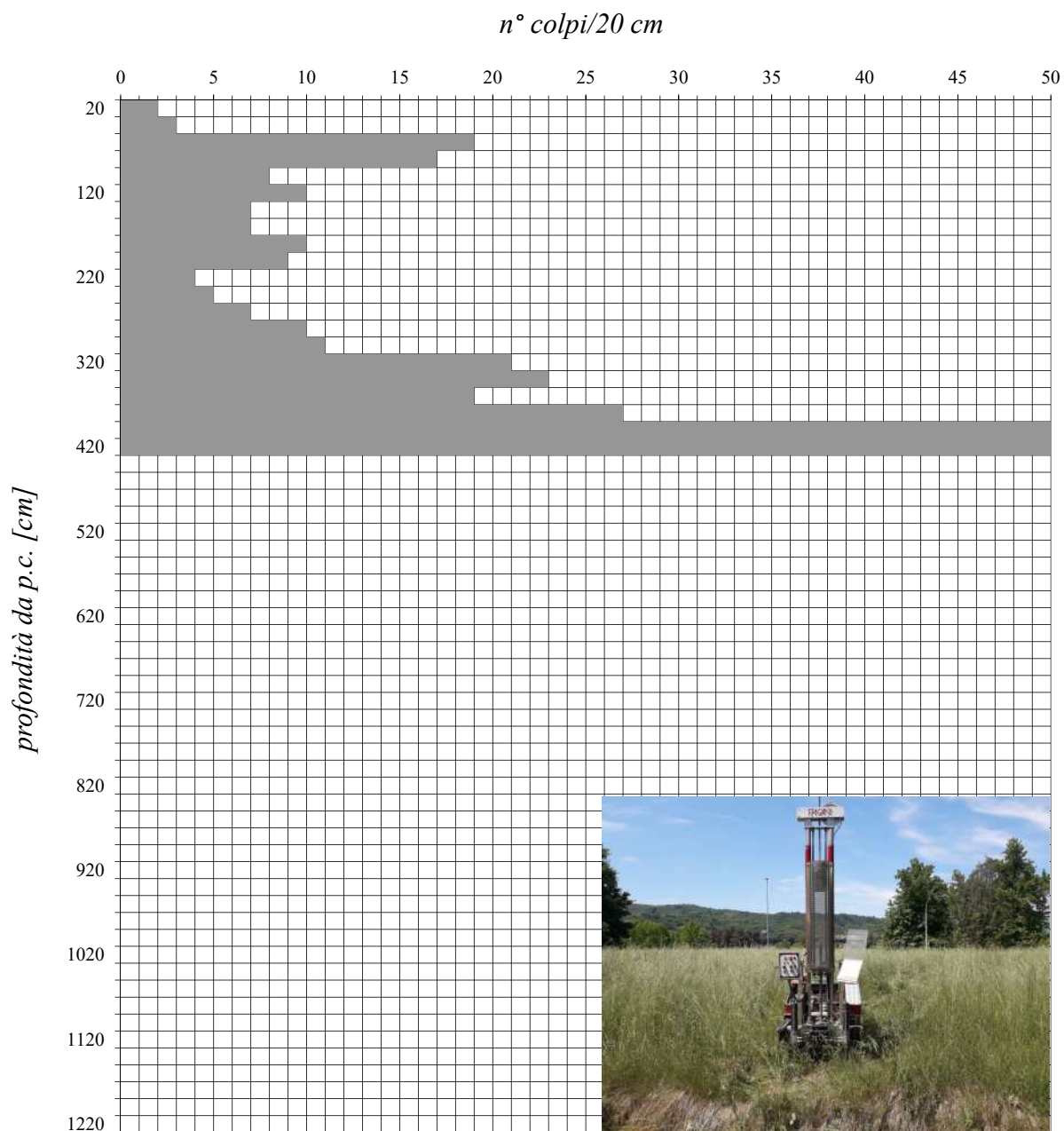
prova n°: **DPSH10**

località: **Scarmagno (TO), area ex Olivetti**

data: **19/05/2022**

quota inizio: **p.c.**

falda: **non rilevata**



Massa battente [Kg]	altezza di caduta [m]	punta conica diametro di base 51 mm	registrazione num. colpi ogni 0,20 m (N')
63,5	0,75	angolo di apertura 60°	coeff. teorico di energia N _{SPT} = 1,475 N'

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
Penetrometro dinamico pesante DPSH PAGANI TG 63/100 KN

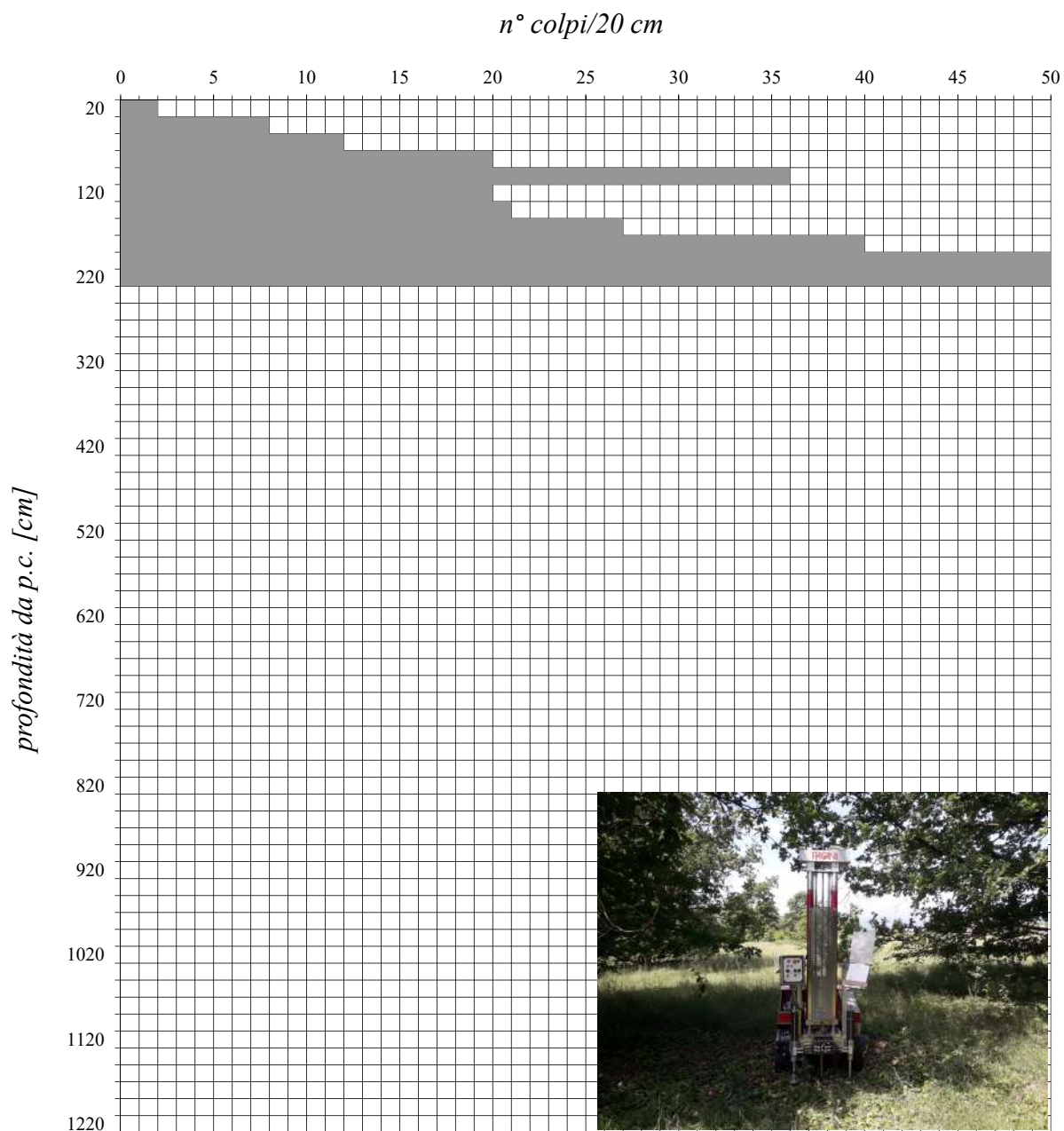
prova n°: **DPSH11**

località: **Scarmagno (TO), area ex Olivetti**

data: **19/05/2022**

quota inizio: **p.c.**

falda: **non rilevata**



Massa battente [Kg]	altezza di caduta [m]	punta conica diametro di base 51 mm	registrazione num. colpi ogni 0,20 m (N')
63,5	0,75	angolo di apertura 60°	coeff. teorico di energia N _{SPT} = 1,475 N'

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
Penetrometro dinamico pesante DPSH PAGANI TG 63/100 KN

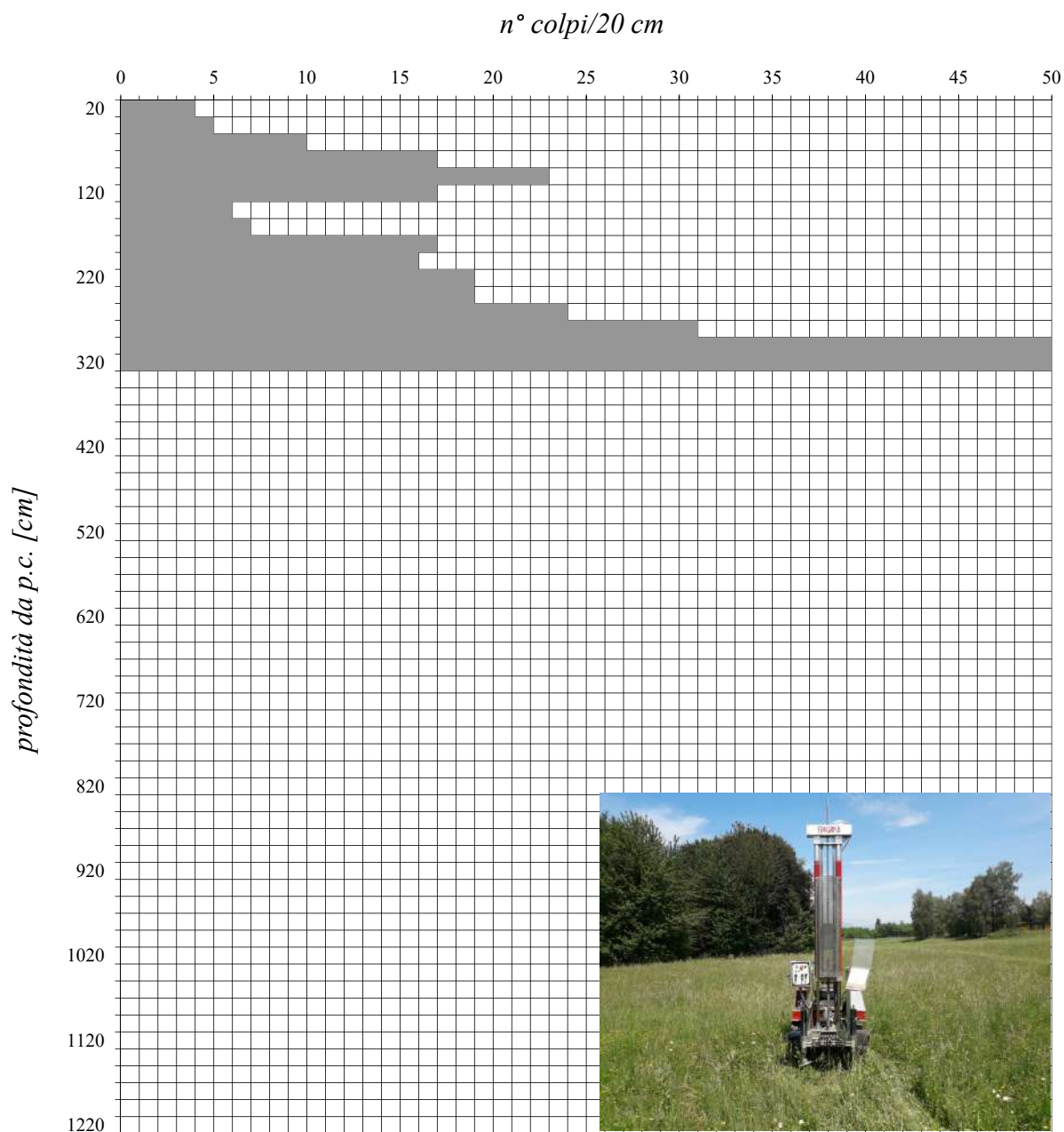
prova n°: **DPSH12**

località: **Scarmagno (TO), area ex Olivetti**

data: **19/05/2022**

quota inizio: **p.c.**

falda: **non rilevata**



Massa battente [Kg]	altezza di caduta [m]	punta conica diametro di base 51 mm	registrazione num. colpi ogni 0,20 m (N')
63,5	0,75	angolo di apertura 60°	coeff. teorico di energia N _{SPT} = 1,475 N'

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
Penetrometro dinamico pesante DPSH PAGANI TG 63/100 KN

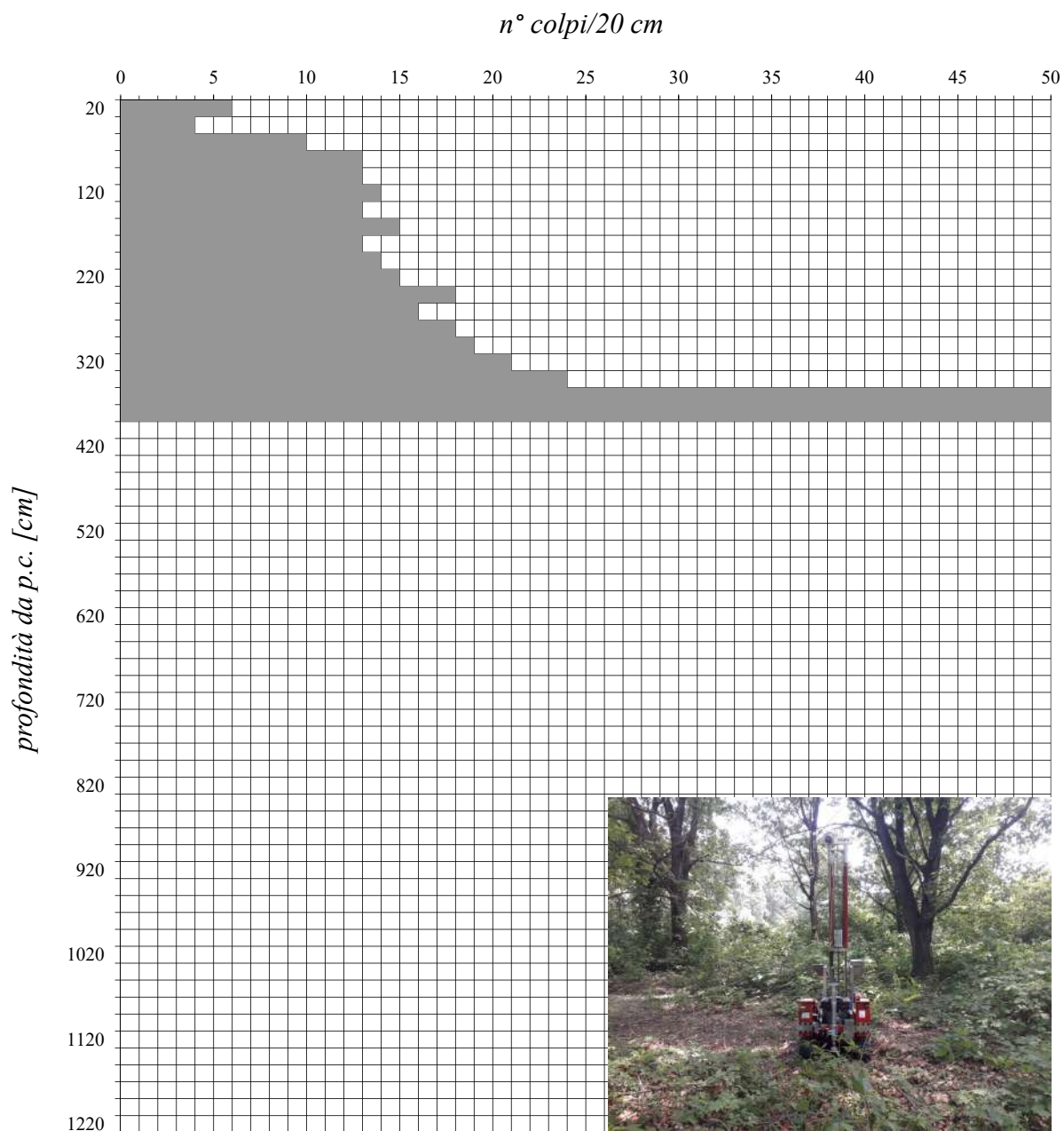
prova n°: **DPSH13**

località: **Scarmagno (TO), area ex Olivetti**

data: **19/05/2022**

quota inizio: **p.c.**

falda: **non rilevata**



Massa battente [Kg]	altezza di caduta [m]	punta conica diametro di base 51 mm	registrazione num. colpi ogni 0,20 m (N')
63,5	0,75	angolo di apertura 60°	coeff. teorico di energia N _{SPT} = 1,475 N'

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
Penetrometro dinamico pesante DPSH PAGANI TG 63/100 KN

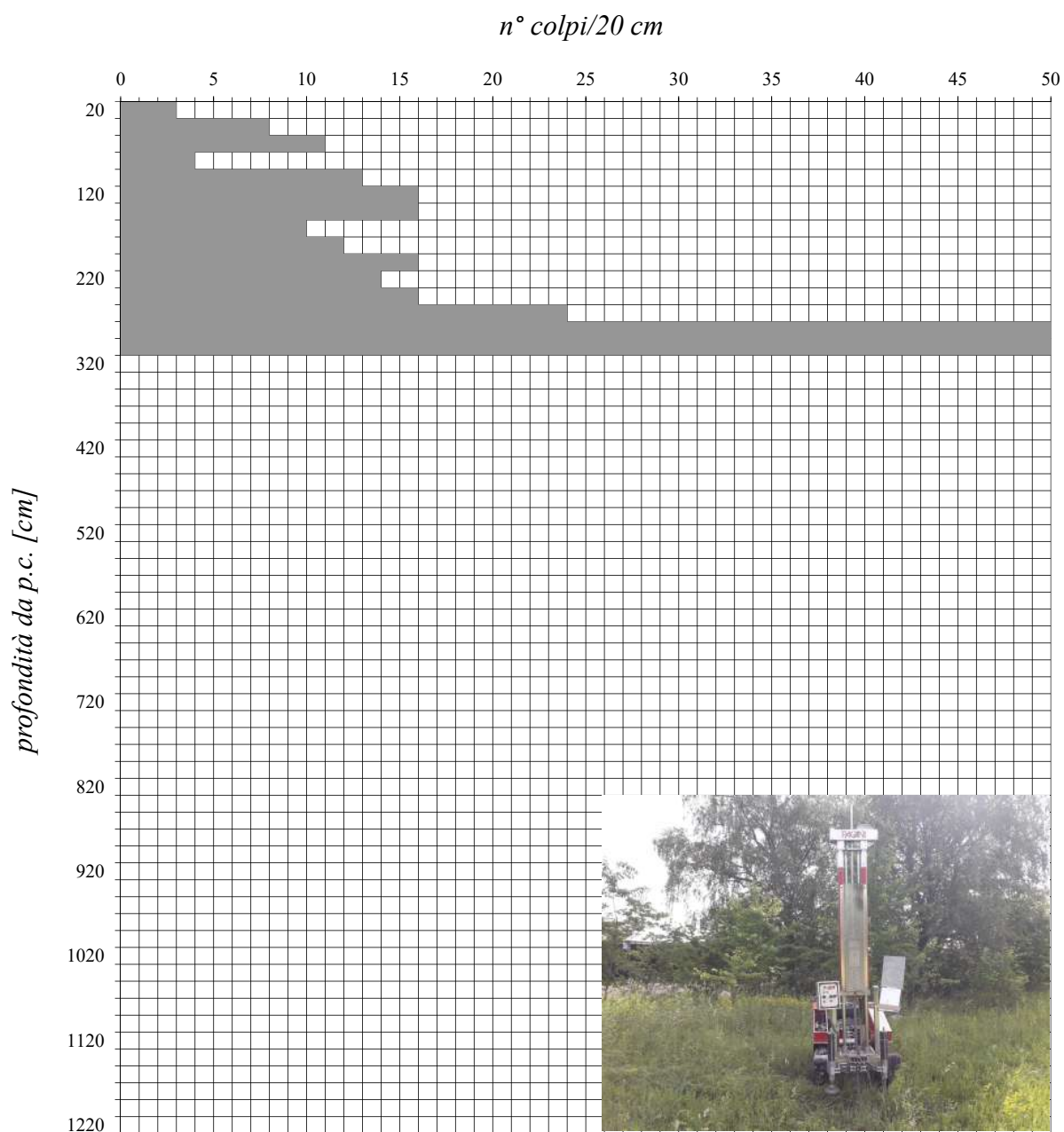
prova n°: **DPSH14**

località: **Scarmagno (TO), area ex Olivetti**

data: **19/05/2022**

quota inizio: **p.c.**

falda: **non rilevata**



Massa battente [Kg]	altezza di caduta [m]	punta conica diametro di base 51 mm	registrazione num. colpi ogni 0,20 m (N')
63,5	0,75	angolo di apertura 60°	coeff. teorico di energia N _{SPT} = 1,475 N'

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
Penetrometro dinamico pesante DPSH PAGANI TG 63/100 KN

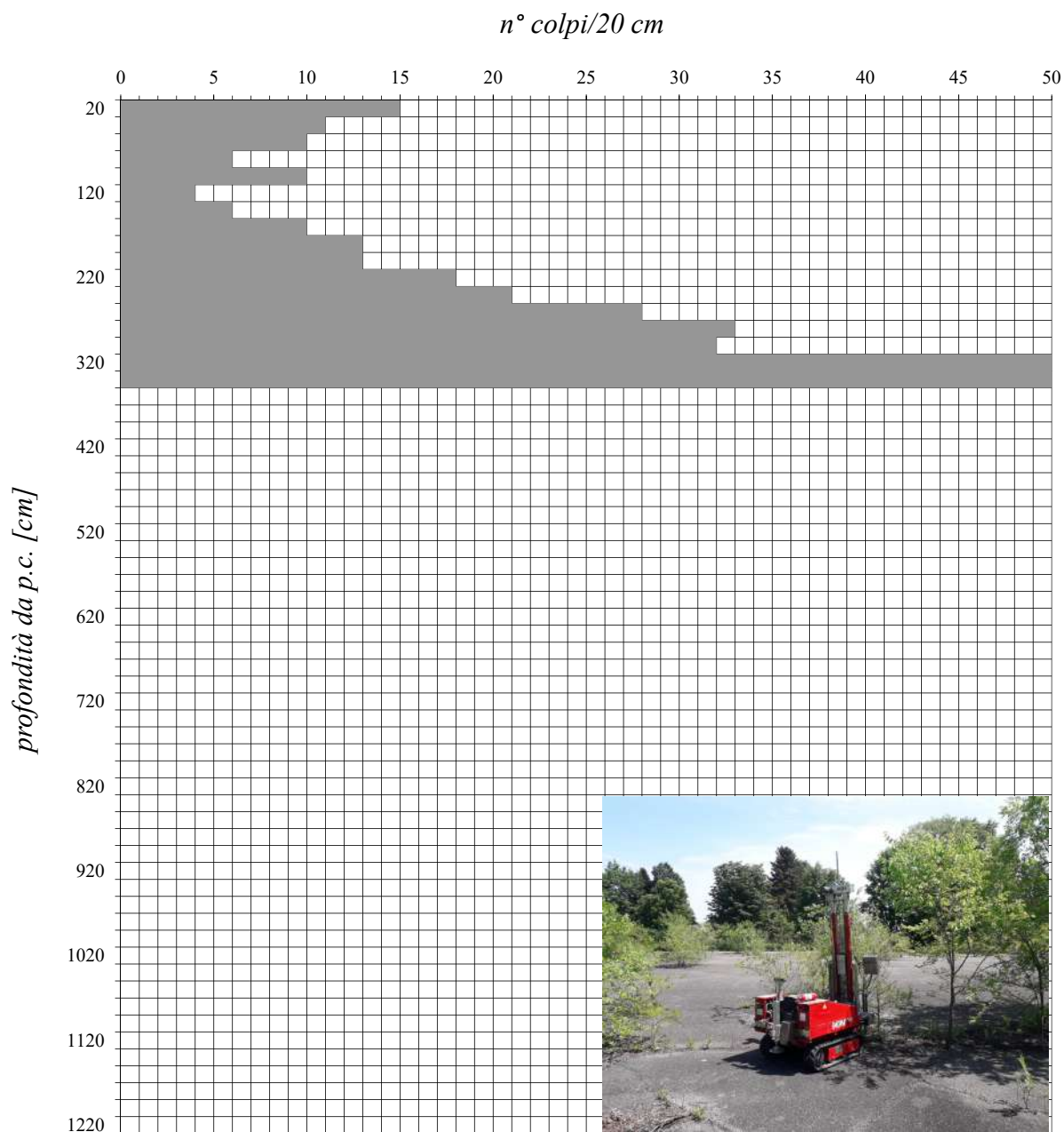
prova n°: **DPSH15**

località: **Scarmagno (TO), area ex Olivetti**

data: **19/05/2022**

quota inizio: **p.c.**

falda: **non rilevata**



Massa battente [Kg]	altezza di caduta [m]	punta conica diametro di base 51 mm	registrazione num. colpi ogni 0,20 m (N')
63,5	0,75	angolo di apertura 60°	coeff. teorico di energia N _{SPT} = 1,475 N'

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
Penetrometro dinamico pesante DPSH PAGANI TG 63/100 KN

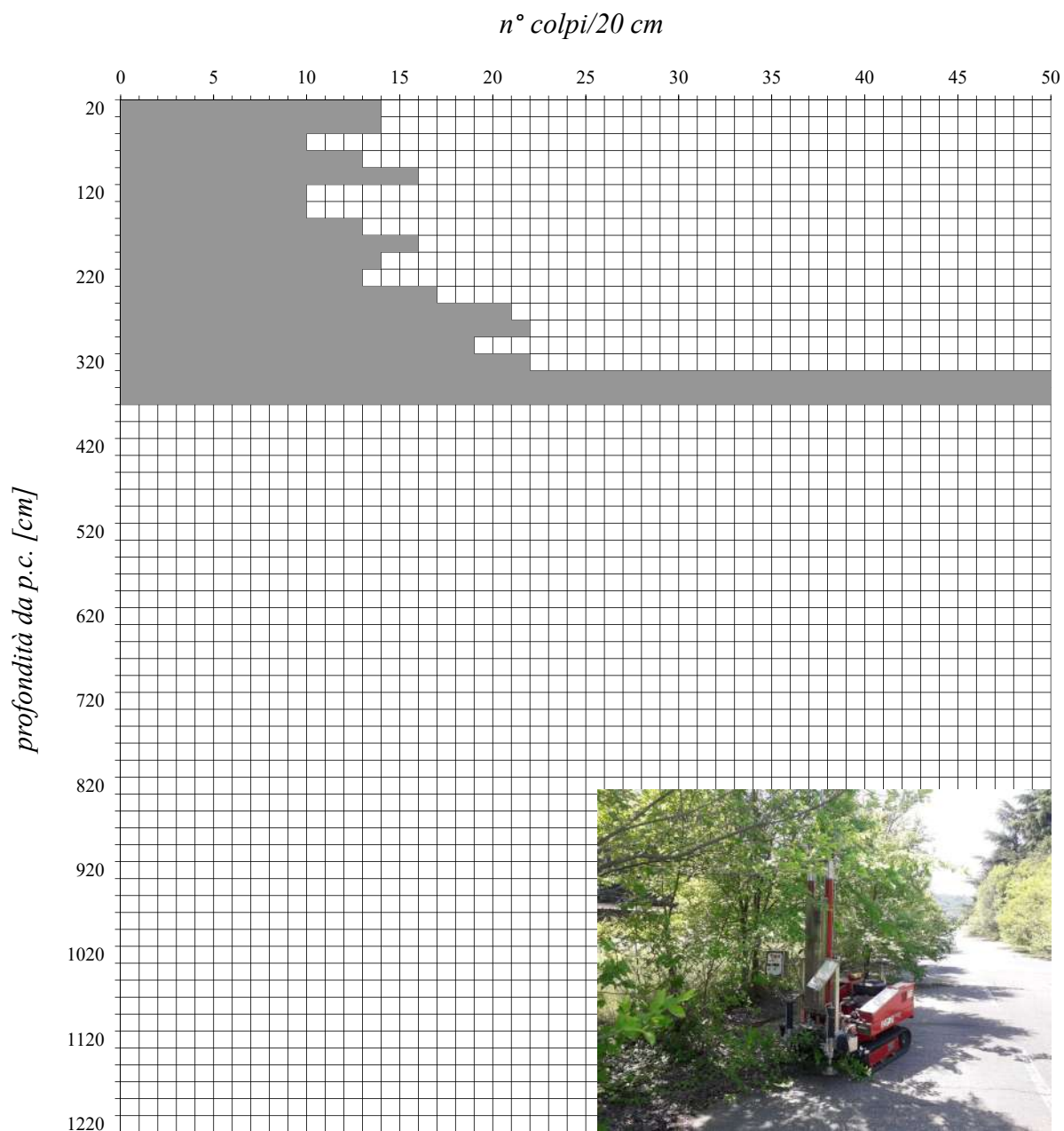
prova n°: **DPSH16**

località: **Scarmagno (TO), area ex Olivetti**

data: **19/05/2022**

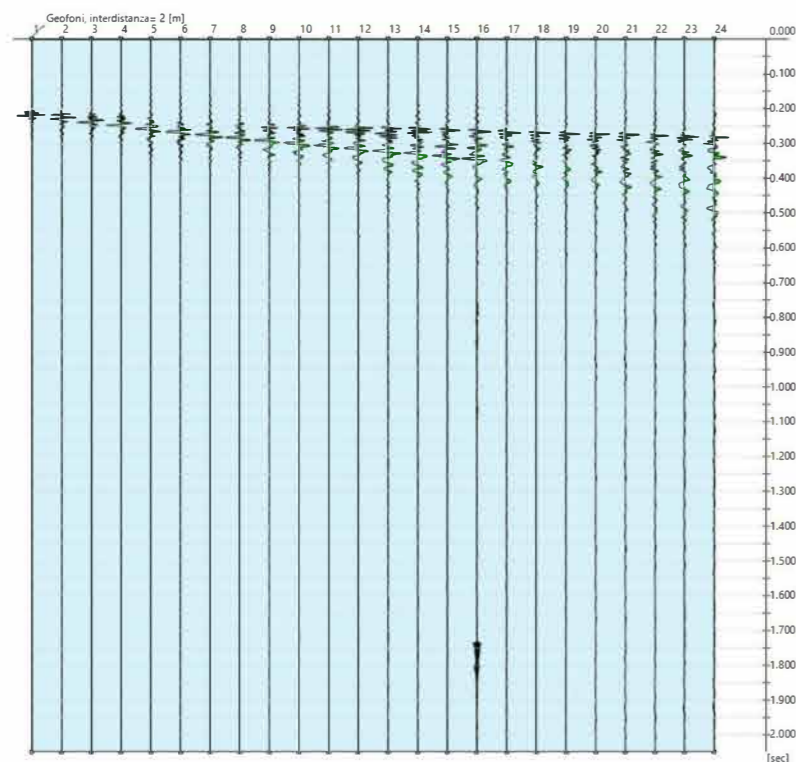
quota inizio: **p.c.**

falda: **non rilevata**

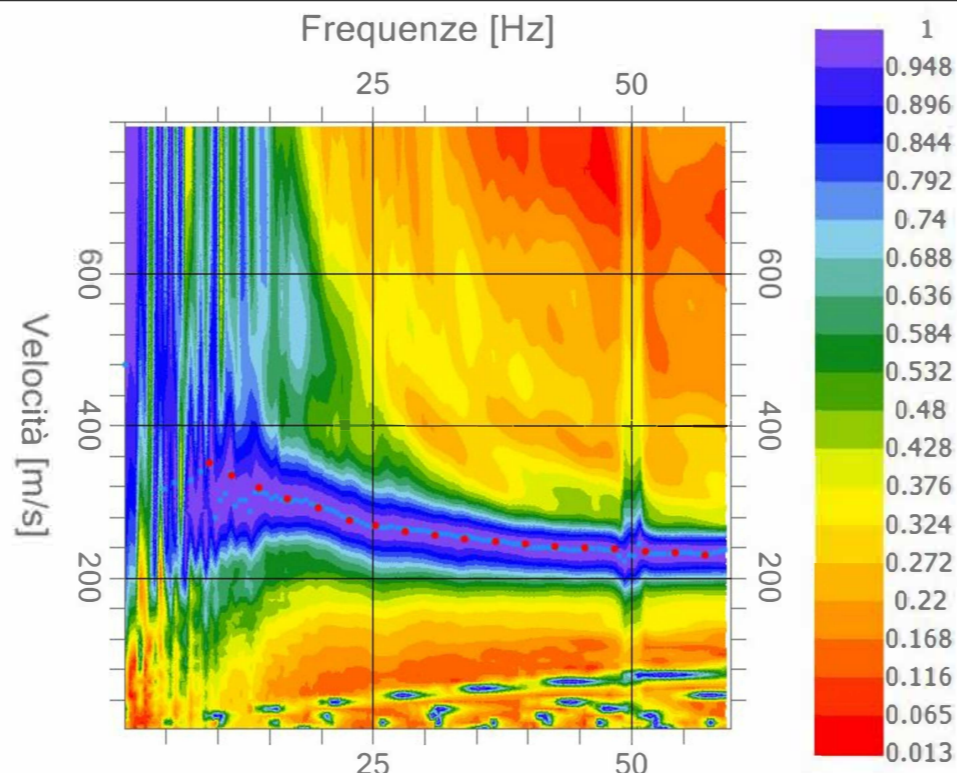


Massa battente [Kg]	altezza di caduta [m]	punta conica diametro di base 51 mm	registrazione num. colpi ogni 0,20 m (N')
63,5	0,75	angolo di apertura 60°	coeff. teorico di energia N _{SPT} = 1,475 N'

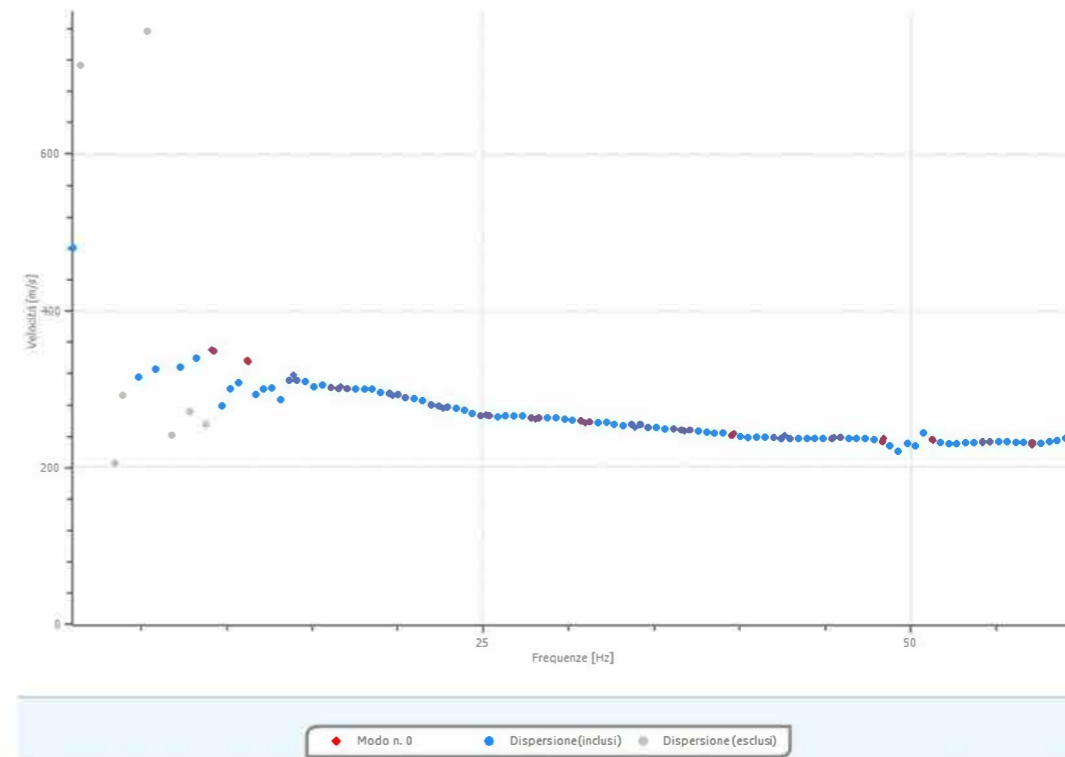
INDAGINI SISMICHE (MASW e HVSR)



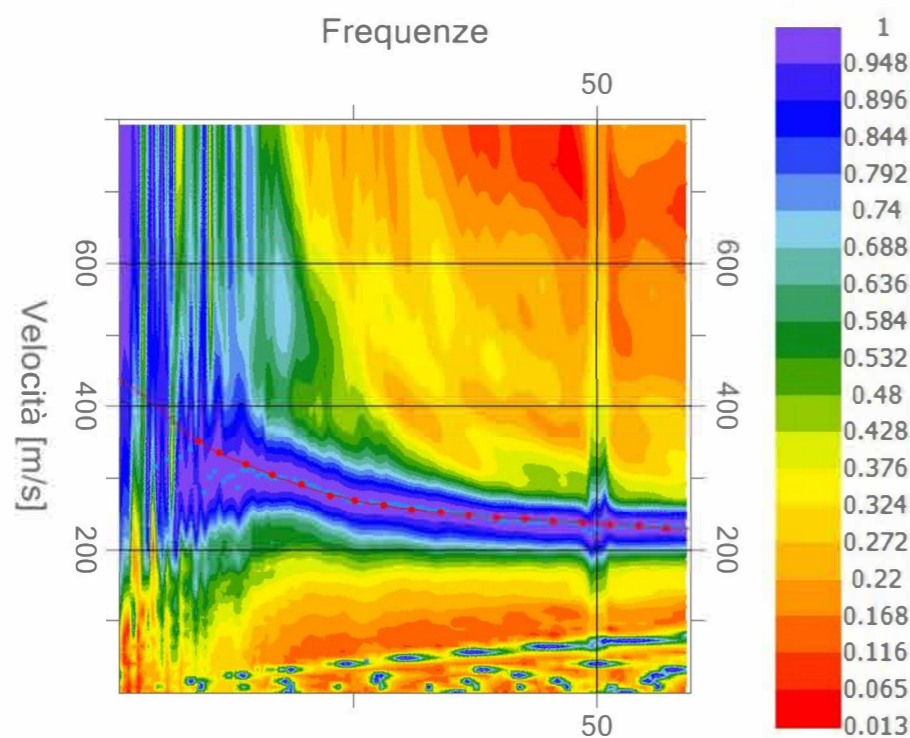
1. Sismogramma



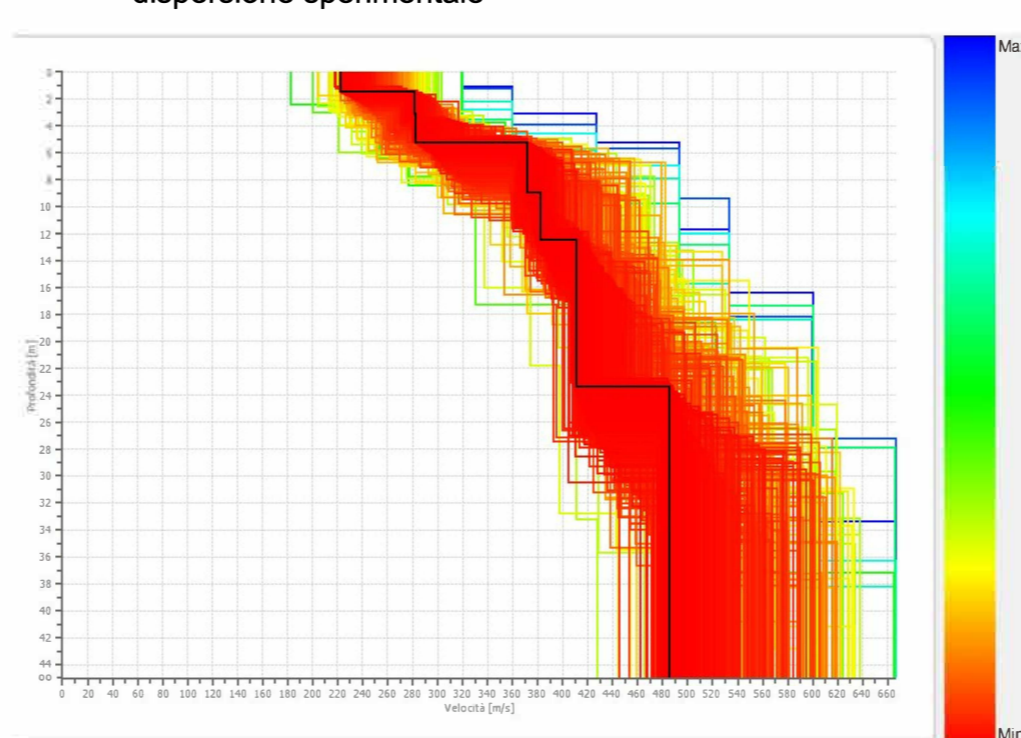
2. Spettro velocità di fase-frequenze: curva di dispersione sperimentale



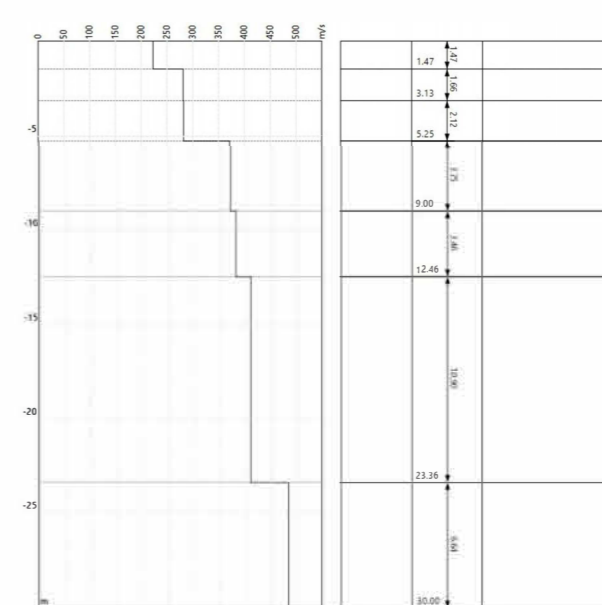
3. Curva di dispersione



4. Inversione: confronto tra curva di dispersione calcolata (linea continua rossa) e curva di dispersione sperimentale



5. Profili di Vs: in nero, profilo con fattore di disadattamento minimo



6. Sismostratigrafia

Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	
1	1.47	1.47	222.79	416.81	1900.00	0.30	94.31	330.08	204.34	245.2
2	3.13	1.66	281.32	526.30	1900.00	0.30	150.37	526.28	325.80	390.9
3	5.25	2.12	282.06	527.69	1900.00	0.30	151.16	529.06	327.52	393.0
4	9.00	3.75	371.46	694.94	1900.00	0.30	262.17	917.58	568.03	681.6
5	12.46	3.46	382.15	714.94	1900.00	0.30	277.48	971.17	601.20	721.4
6	23.36	10.90	411.34	769.54	1900.00	0.30	321.47	1125.16	696.53	835.8
7	oo	oo	485.42	908.13	1900.00	0.30	447.70	1566.94	970.01	1164.0

(N.B. densità e coefficiente di Poisson assunti a priori nella modellazione)

$V_{seq} = V_{s30} = 378$ m/s
calcolato a partire dal p.c.

$V_{seq} = V_{s30} = 390$ m/s
calcolato a partire da -1,0 m dal p.c.

$V_{seq} = V_{s30} = 400$ m/s
calcolato a partire da -2,0 m dal p.c.

$V_{seq} = V_{s30} = 408$ m/s
calcolato a partire da -3,0 m dal p.c.

INDAGINE SISMICA ATTIVA 1

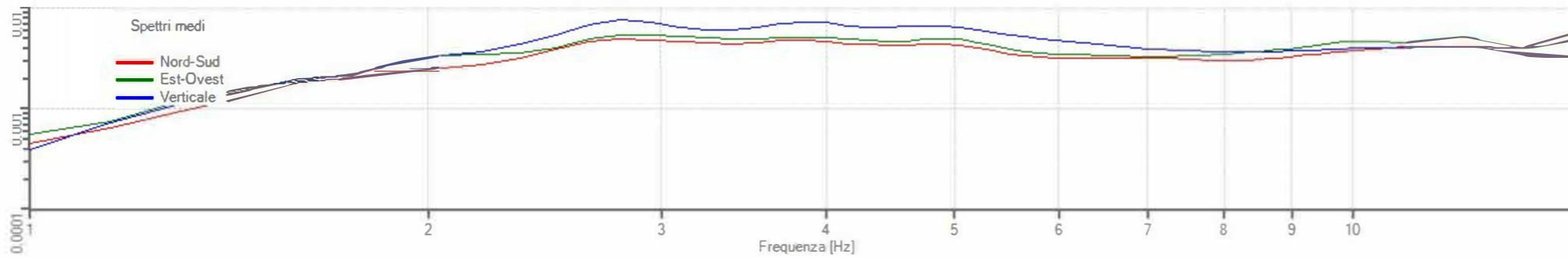
Scarmagno (TO) - ex Area Olivetti

Metodologia MASW

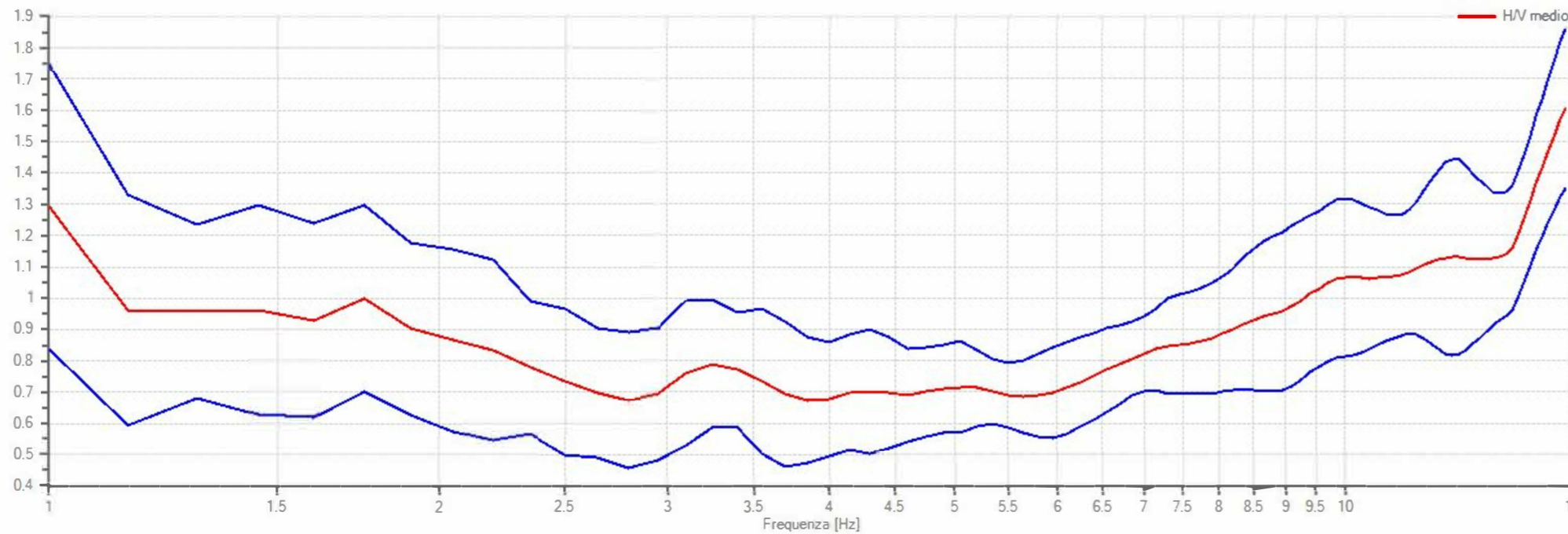
VELOCITA' DELLE ONDE S

maggio 2022

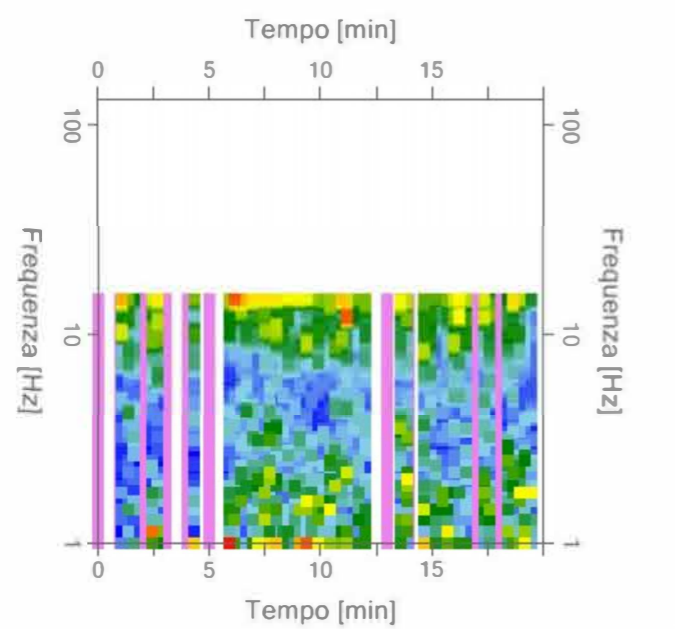
genovese&associati
società tra professionisti s.r.l.



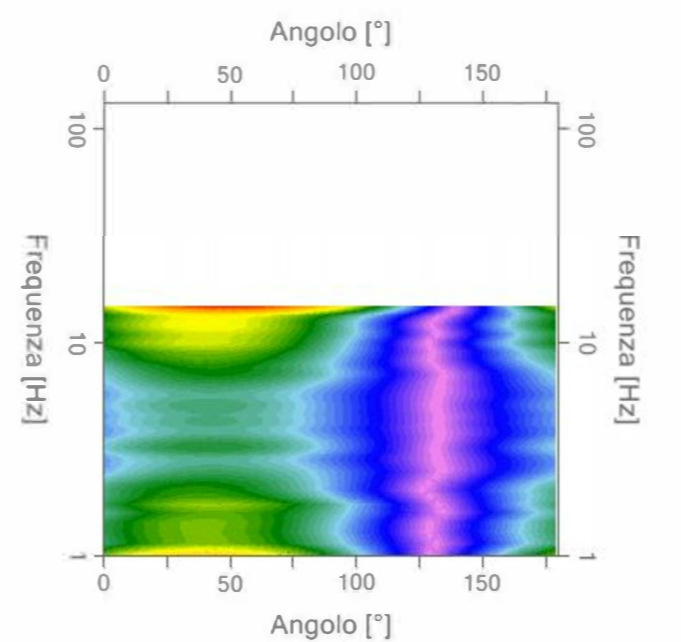
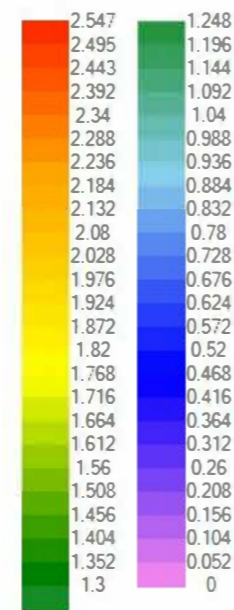
1. Spettri medi di frequenza per le tre direzioni



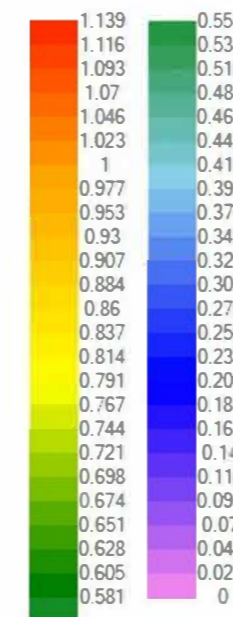
2. Rapporto spettrale H/V



3. Mappa di stazionarietà



4. Mappa di direzionalità



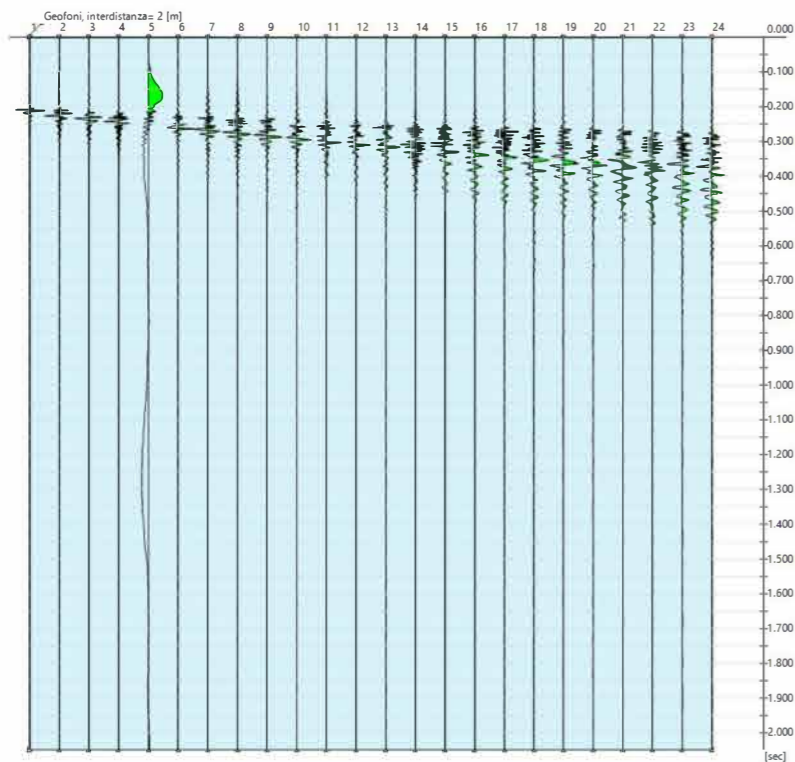
Spettro H/V	
<input checked="" type="checkbox"/> Affidabilità curva H/V - VERIFICATA	
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Ok
Comlessivo	
Ok	
<input checked="" type="checkbox"/> Affidabilità picco	
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	No
$A_0 > 2$	No
$f_{peak} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok
Comlessivo (5/6):	
No	

5. Criteri SESAME

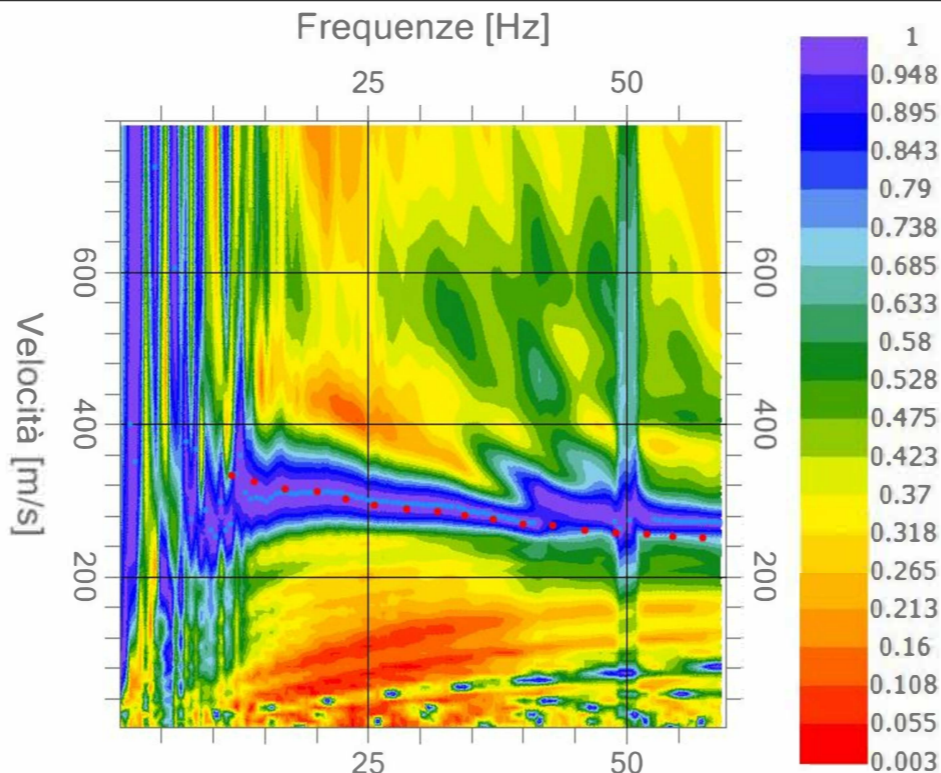
Durata della registrazione: 20 min
 Frequenza di campionamento: 125 Hz
 Finestra di selezione: 20 sec

Assenza di picchi significativi alle frequenze di interesse ingegneristico.

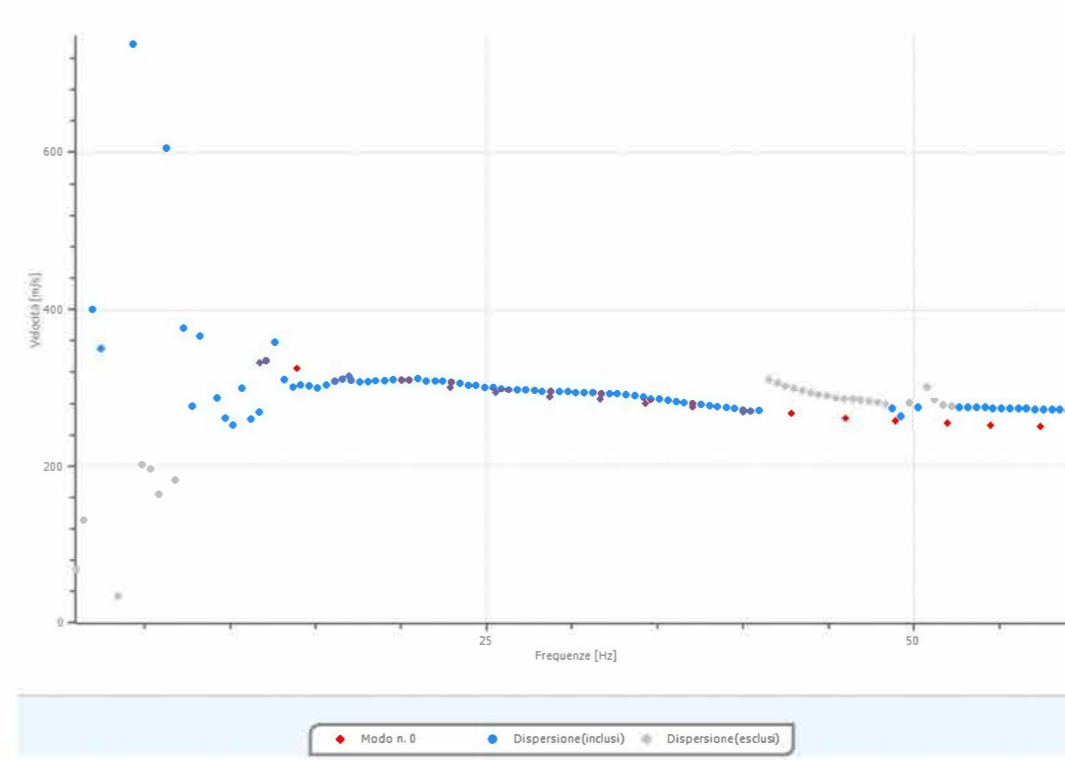
INDAGINE SISMICA PASSIVA 1	
Scarmagno (TO) - ex Area Olivetti	
Metodo Nakamura	
SPETTRI DI FREQUENZA	
maggio 2022	genovese&associati società tra professionisti s.r.l.



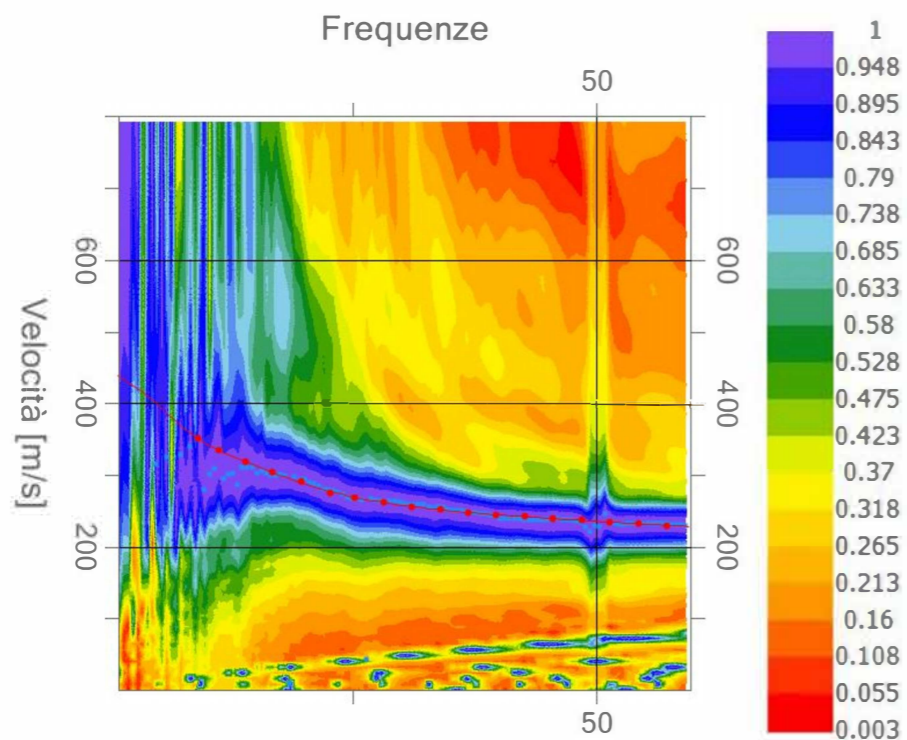
1. Sismogramma



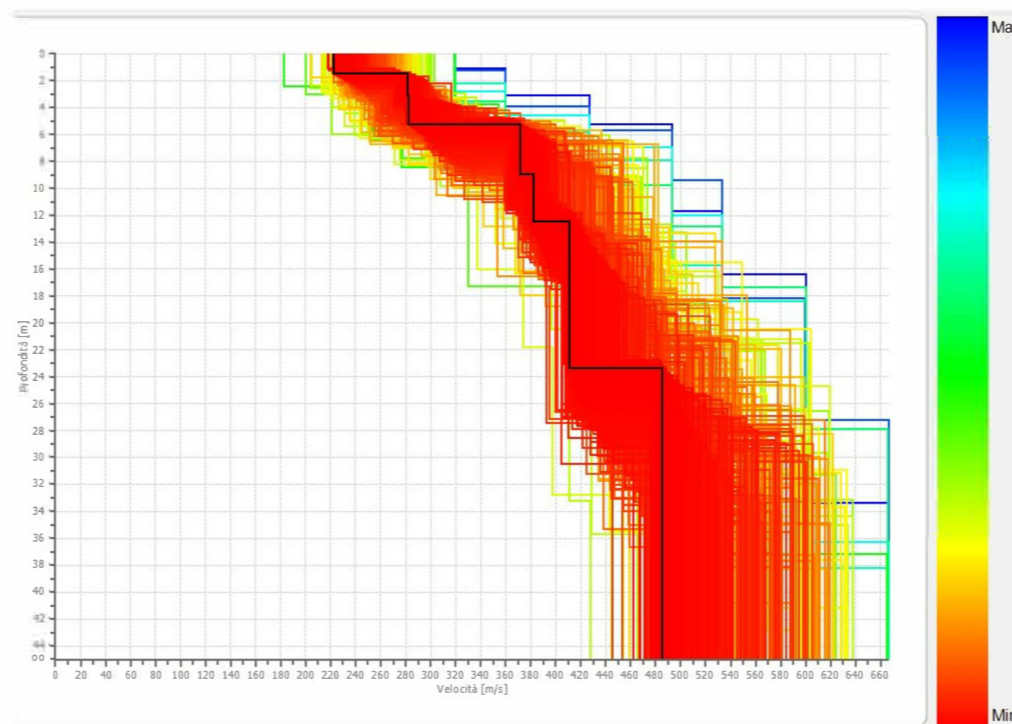
2. Spettro velocità di fase-frequenze: curva di dispersione sperimentale



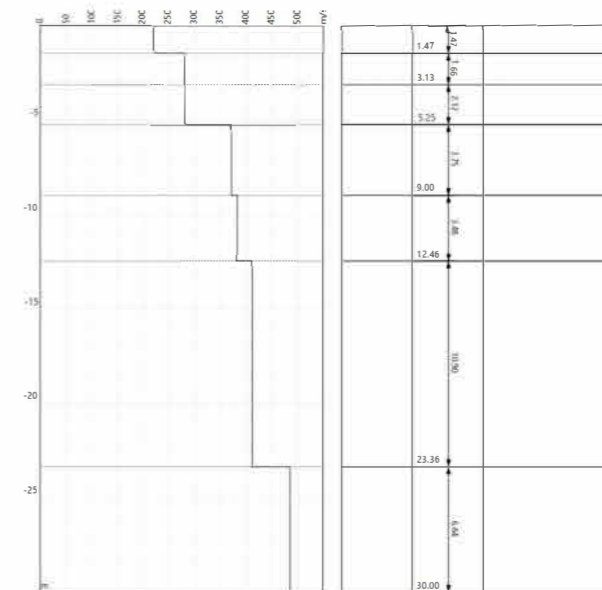
3. Curva di dispersione



4. Inversione: confronto tra curva di dispersione calcolata (linea continua rossa) e curva di dispersione sperimentale



5. Profili di Vs: in nero, profilo con fattore di disadattamento minimo



6. Sismostratigrafia

Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]
1	2.06	250.77	469.14	1900.00	0.30	119.48	418.18	258.87	310.6
2	4.97	323.80	605.78	1900.00	0.30	199.21	697.24	431.62	517.9
3	6.69	358.99	671.61	1900.00	0.30	244.86	857.02	530.54	636.6
4	9.81	368.28	688.99	1900.00	0.30	257.69	901.93	558.34	670.0
5	15.87	378.03	707.24	1900.00	0.30	271.53	950.35	588.31	705.9
6	24.76	412.21	771.17	1900.00	0.30	322.84	1129.93	699.48	839.3
7	oo	450.46	842.73	1900.00	0.30	385.53	1349.37	835.32	1002.3

(N.B. densità e coefficiente di Poisson assunti a priori nella modellazione)

$$V_{seq} = V_{s30} = 376 \text{ m/s}$$

calcolato a partire dal p.c.

$$V_{seq} = V_{s30} = 384 \text{ m/s}$$

calcolato a partire da -1,0 m dal p.c.

$$V_{seq} = V_{s30} = 393 \text{ m/s}$$

calcolato a partire da -2,0 m dal p.c.

$$V_{seq} = V_{s30} = 398 \text{ m/s}$$

calcolato a partire da -3,0 m dal p.c.

INDAGINE SISMICA ATTIVA 2

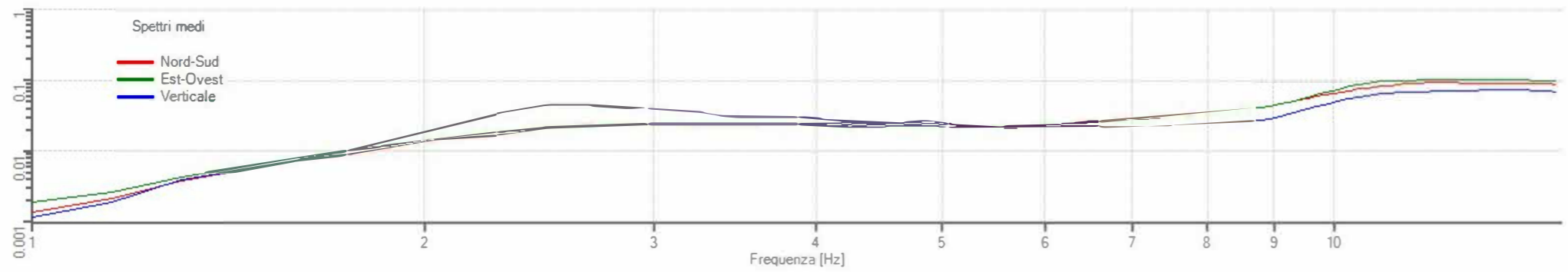
Scarmagno (TO) - ex Area Olivetti

Metodologia MASW

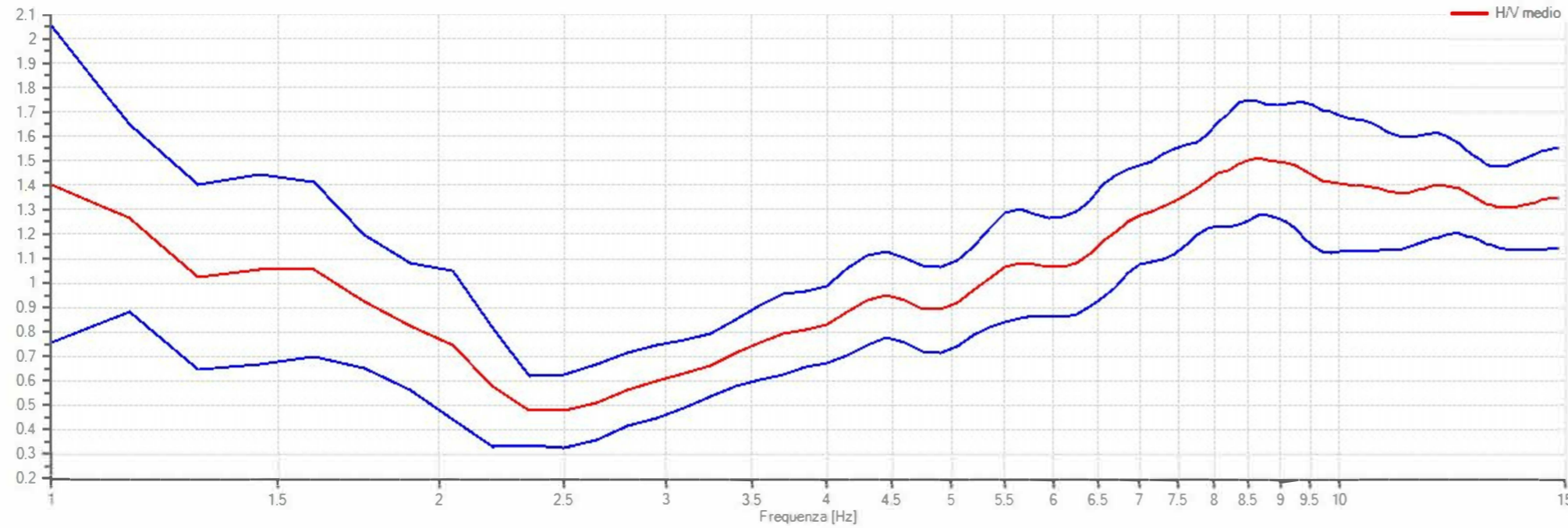
VELOCITA' DELLE ONDE S

maggio 2022

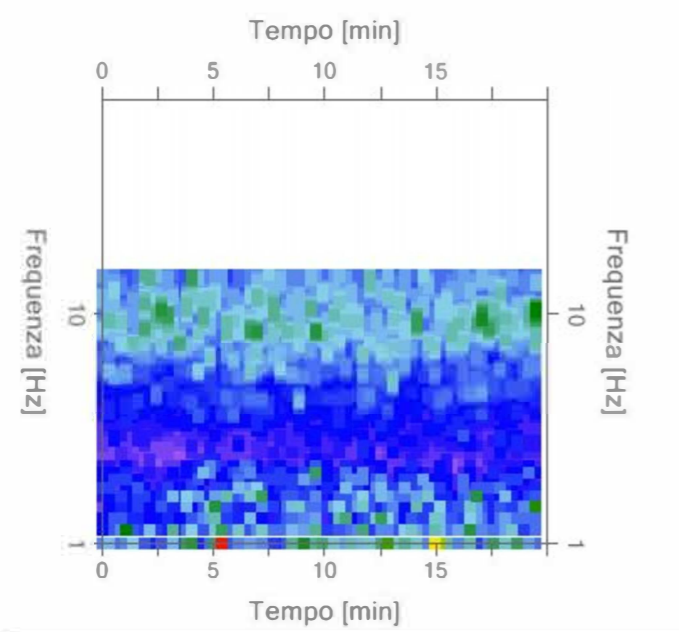
genovese & associati
società tra professionisti s.r.l.



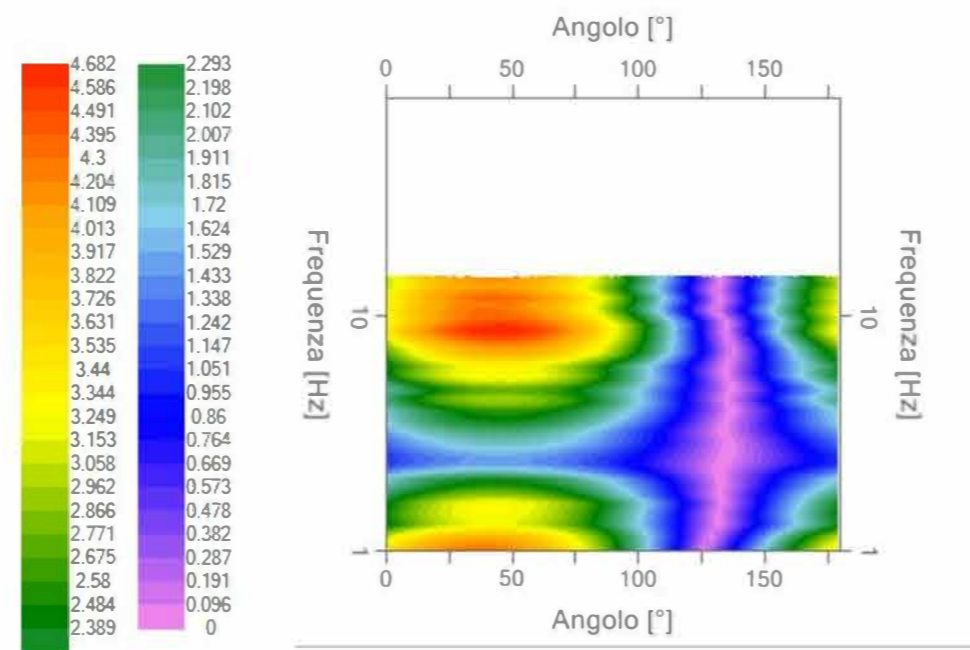
1. Spettri medi di frequenza per le tre direzioni



2. Rapporto spettrale H/V



3. Mappa di stazionarietà



4. Mappa di direzionalità

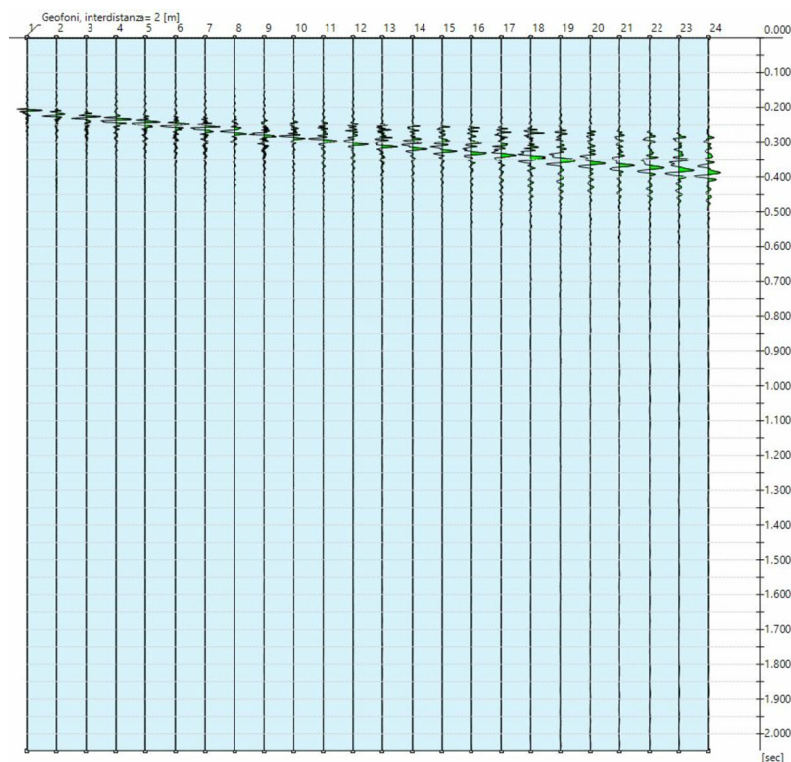
Spettro H/V	
<input checked="" type="checkbox"/> Affidabilità curva H/V - VERIFICATA	
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Ok
Comlessivo	Ok
<input checked="" type="checkbox"/> Affidabilità picco	
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	No
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	No
$A_0 > 2$	No
$f_{peak} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	No
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	No
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok
Comlessivo (5/6):	No

5. Criteri SESAME

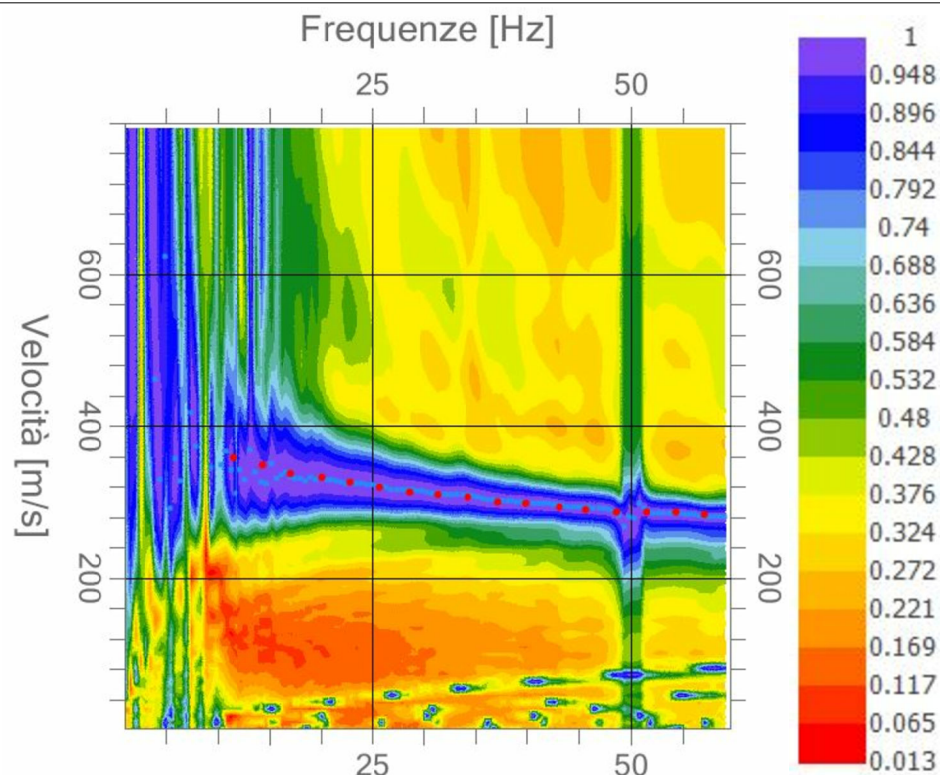
Durata della registrazione: 20 min
 Frequenza di campionamento: 125 Hz
 Finestra di selezione: 20 sec

Assenza di picchi significativi alle frequenze di interesse ingegneristico.

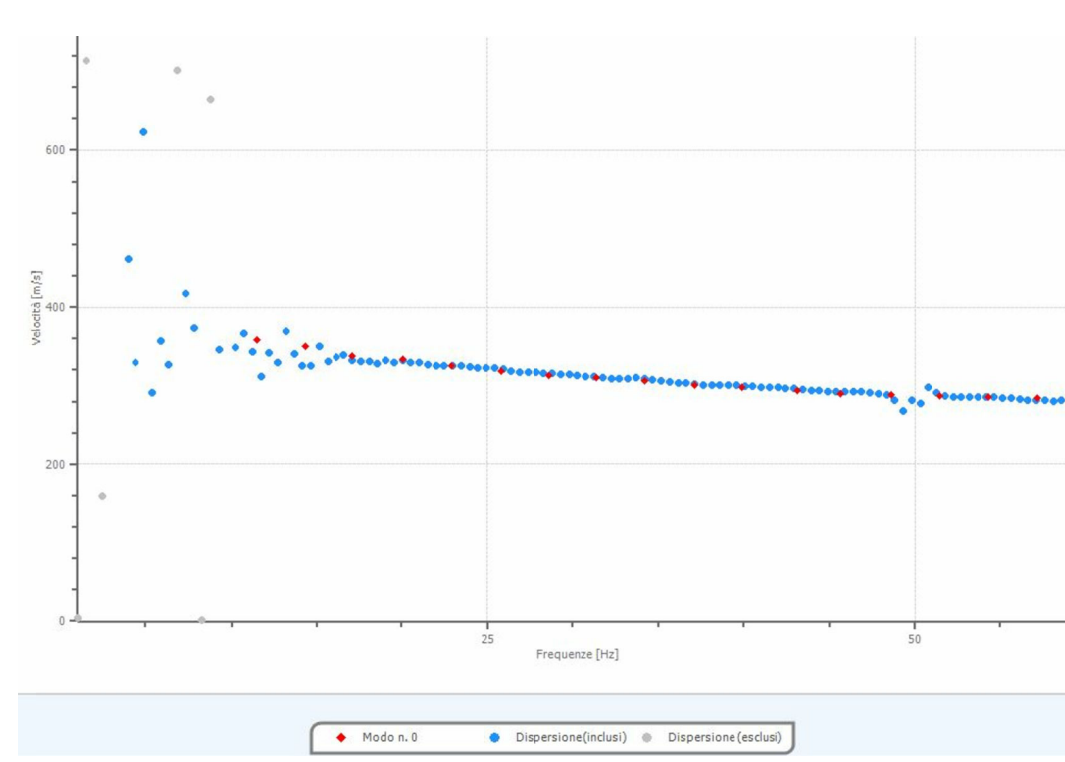
INDAGINE SISMICA PASSIVA 2	
Scarmagno (TO) - ex Area Olivetti	
Metodo Nakamura	
SPETTRI DI FREQUENZA	
maggio 2022	genovese&associati società tra professionisti s.r.l.



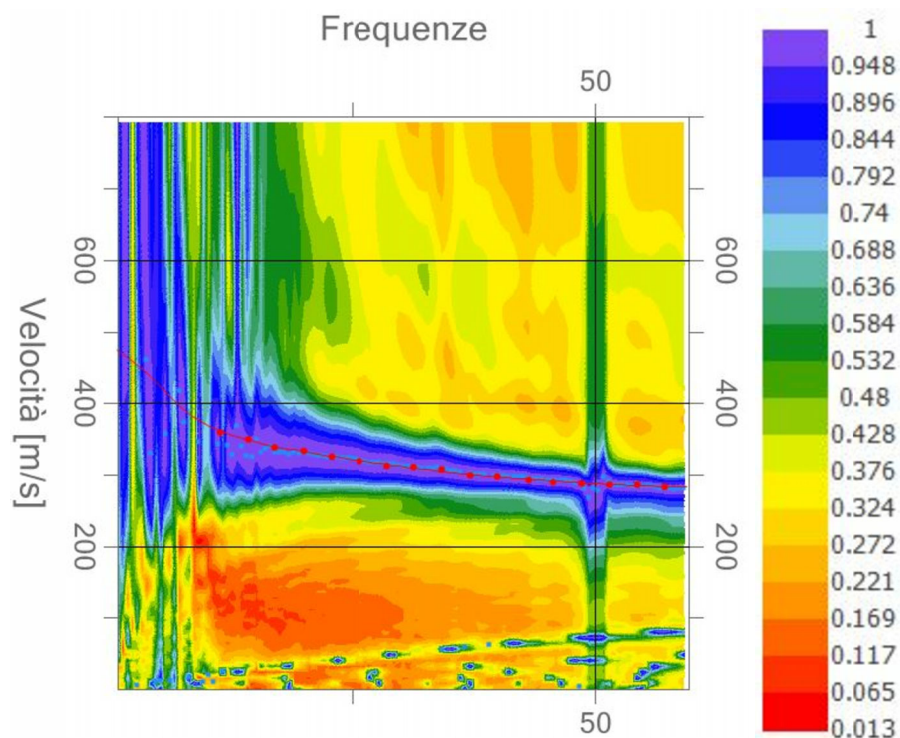
1. Sismogramma



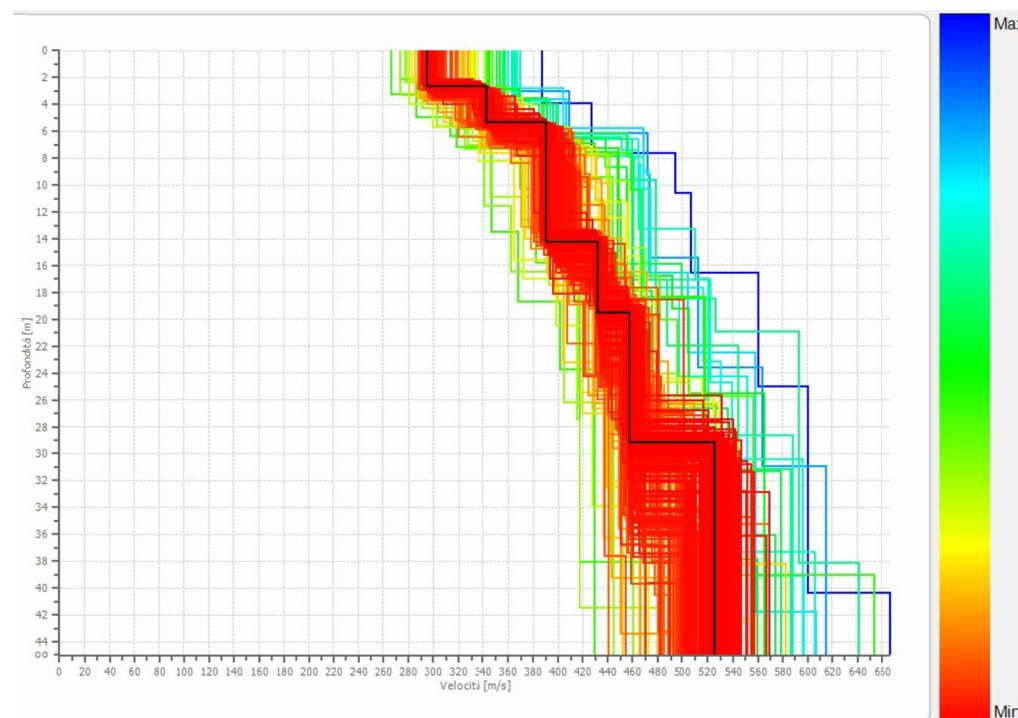
2. Spettro velocità di fase-frequenze: curva di dispersione sperimentale



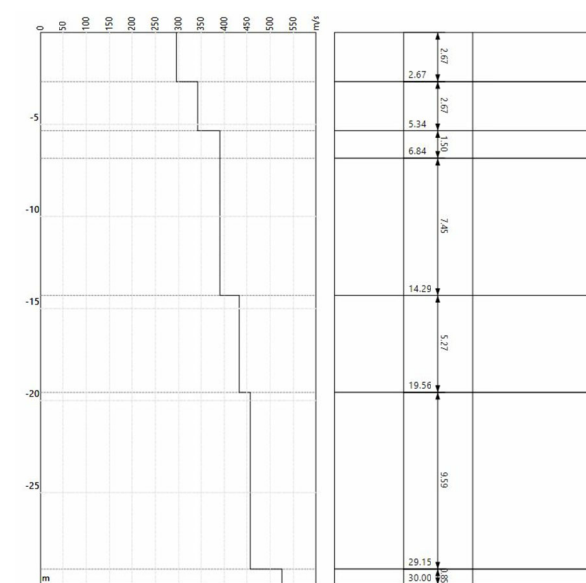
3. Curva di dispersione



4. Inversione: confronto tra curva di dispersione calcolata (linea continua rossa) e curva di dispersione sperimentale



5. Profili di Vs: in nero, profilo con fattore di disadattamento minimo



6. Sismostratigrafia

Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	
1	2.67	2.67	294.88	551.68	1900.00	0.30	165.22	578.26	357.97	429.5
2	5.34	2.67	342.70	641.13	1900.00	0.30	223.14	781.00	483.48	580.1
3	6.84	1.50	390.45	730.46	1900.00	0.30	289.66	1013.80	627.59	753.1
4	14.29	7.45	390.30	730.18	1900.00	0.30	289.43	1013.01	627.10	752.5
5	19.56	5.27	431.81	807.85	1900.00	0.30	354.28	1239.97	767.60	921.1
6	29.15	9.59	457.33	855.58	1900.00	0.30	397.38	1390.84	861.00	1033.2
7	oo	oo	525.14	982.45	1900.00	0.30	523.97	1833.91	1135.28	1362.3

(N.B. densità e coefficiente di Poisson assunti a priori nella modellazione)

V_{seq} = V_{s30} = 402 m/s
calcolato a partire dal p.c.

V_{seq} = V_{s30} = 410 m/s
calcolato a partire da -1,0 m dal p.c.

V_{seq} = V_{s30} = 419 m/s
calcolato a partire da -2,0 m dal p.c.

V_{seq} = V_{s30} = 426 m/s
calcolato a partire da -3,0 m dal p.c.

INDAGINE SISMICA ATTIVA 3

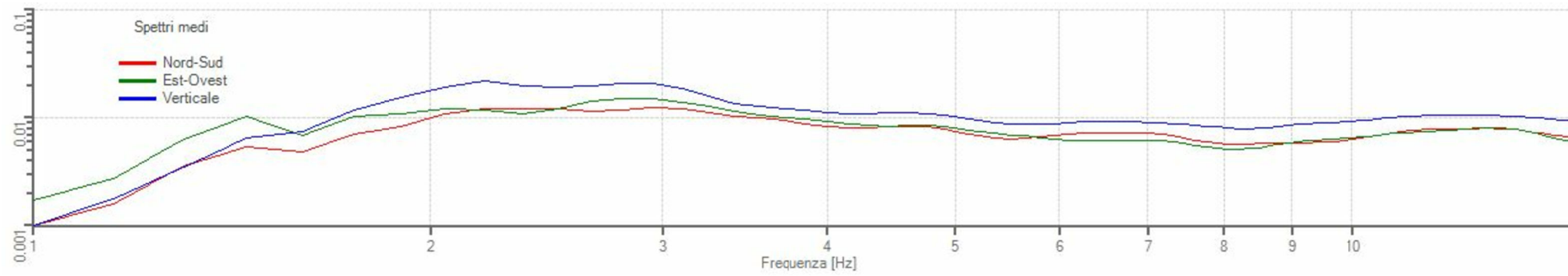
Scarmagno (TO) - ex Area Olivetti

Metodologia MASW

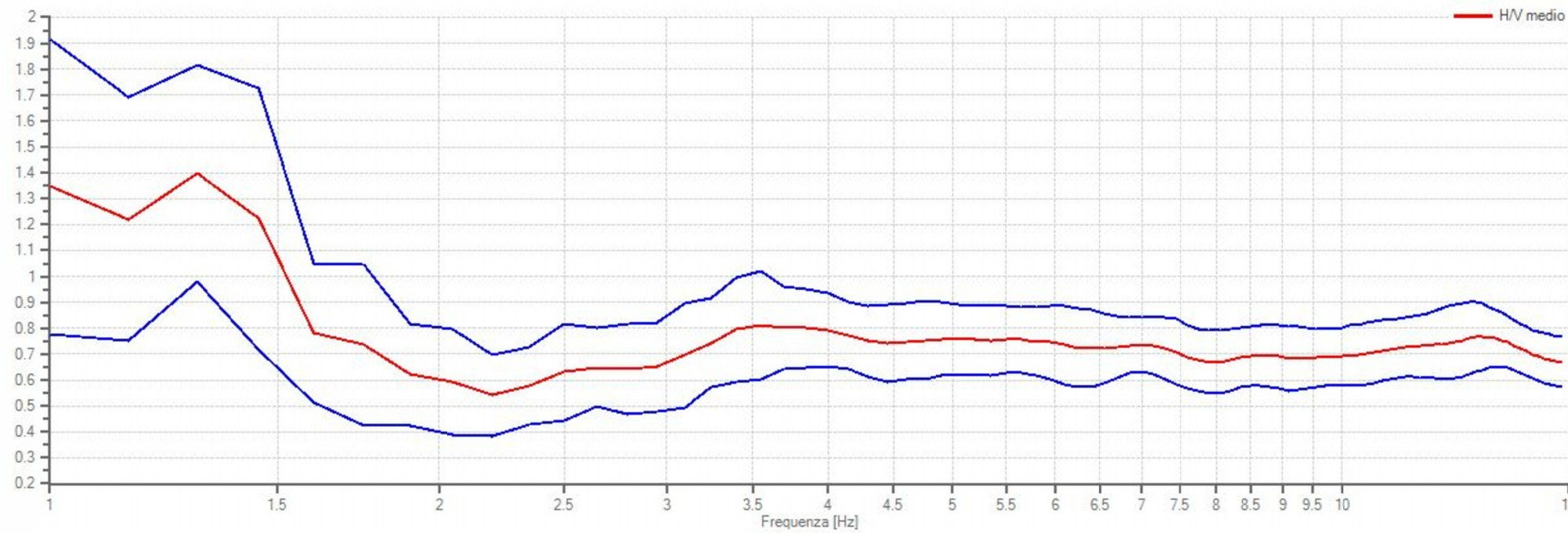
VELOCITA' DELLE ONDE S

maggio 2022

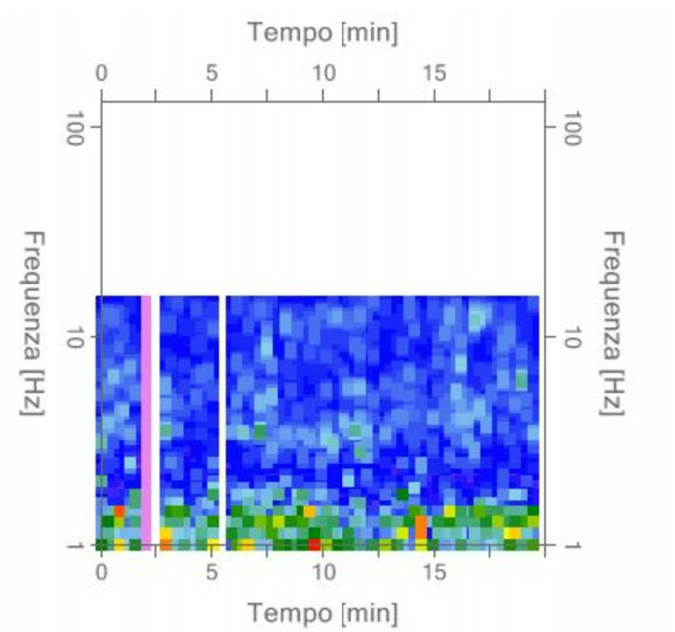
genovese & associati
società tra professionisti r.l.



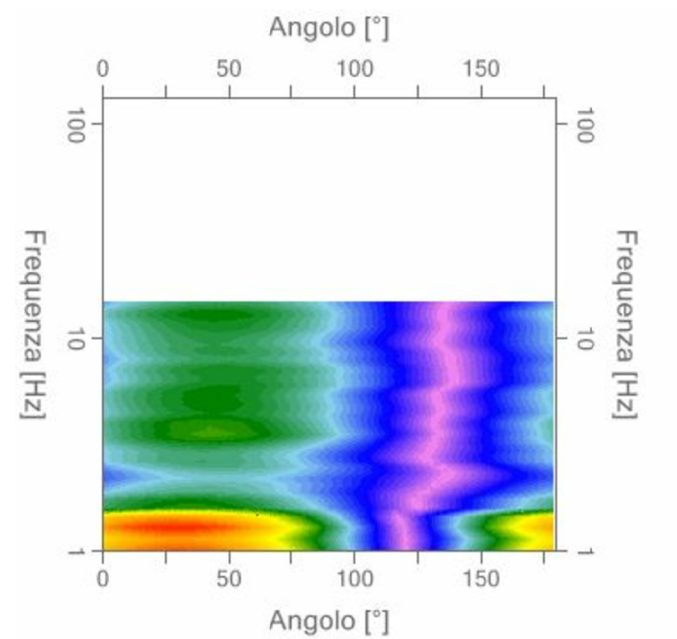
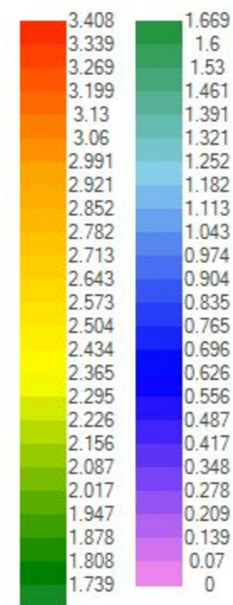
1. Spettri medi di frequenza per le tre direzioni



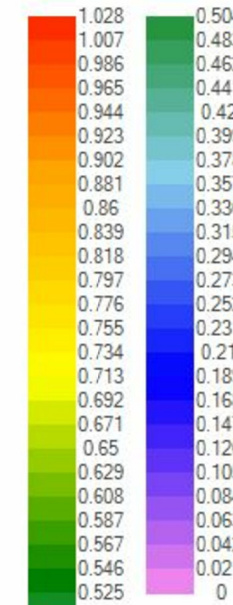
2. Rapporto spettrale H/V



3. Mappa di stazionarietà



4. Mappa di direzionalità



Spettro H/V	
<input checked="" type="checkbox"/> Affidabilità curva H/V - VERIFICATA	
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Ok
Comlessivo Ok	
<input checked="" type="checkbox"/> Affidabilità picco	
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	No
$A_0 > 2$	No
$f_{peak} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	No
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	No
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok
Comlessivo (5/6): No	

5. Criteri SESAME

Durata della registrazione: 20 min
 Frequenza di campionamento: 125 Hz
 Finestra di selezione: 20 sec

Assenza di picchi significativi alle frequenze di interesse ingegneristico.

INDAGINE SISMICA PASSIVA 3	
Scarmagno (TO) - ex Area Olivetti	
Metodo Nakamura	
SPETTRI DI FREQUENZA	
maggio 2022	genovese&associati società tra professionisti r.l.

ANALISI GRANULOMETRICHE

ANALISI GRANULOMETRICA

Sondaggio: **P1**

Campione: **C1**

Località: **Scarmagno (TO) - area ex Olivetti**

Profondità (m): **2,0 ÷ 2,5**

Committente: **Panattoni Italy Development S.r.l.**

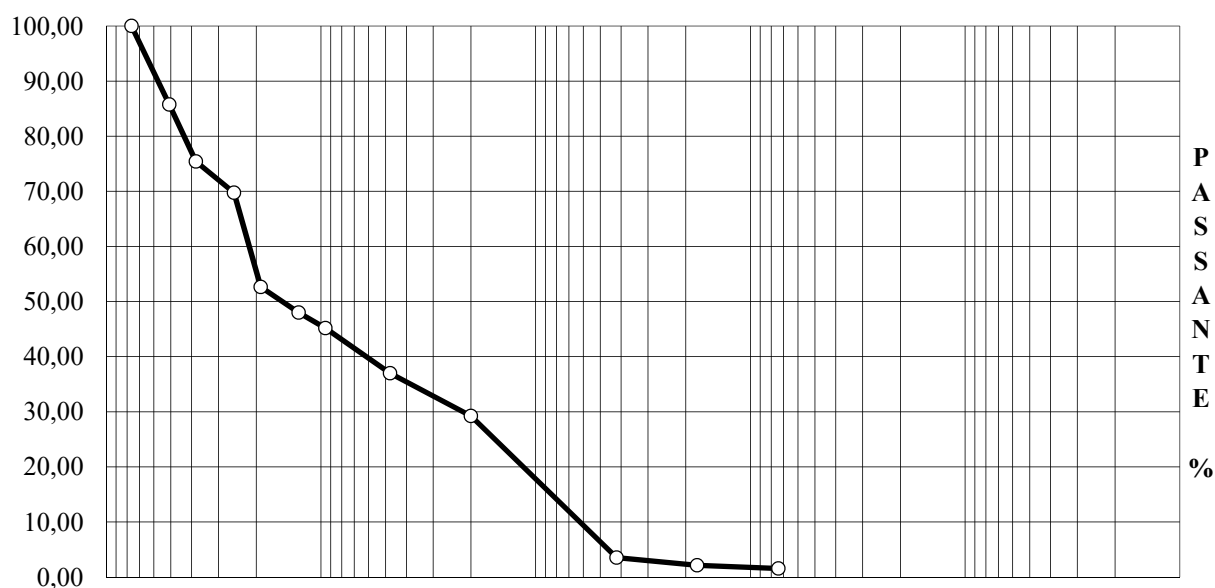
terreno analizzato (g):

Classificazione del terreno:

2026,5

Ghiaia con sabbia

Setaccio nr.	Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti %	Totale Trattenuti %	Totale Passante %
3"	76,200	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,800	288,50	14,24	14,24	85,76
1"½	38,200	209,50	10,34	24,57	75,43
1"	25,400	114,90	5,67	30,24	69,76
¾"	19,050	347,00	17,12	47,37	52,63
½"	12,700	94,10	4,64	52,01	47,99
3/8"	9,525	56,70	2,80	54,81	45,19
4	4,760	166,00	8,19	63,00	37,00
10	2,000	157,50	7,77	70,77	29,23
40	0,420	520,50	25,68	96,46	3,54
80	0,177	28,50	1,41	97,86	2,14
200	0,074	11,50	0,57	98,43	1,57
fondo	-	31,80	1,57	100,00	-



ciottoli	ghiaia	sabbia	limo	argilla
mm	60	2	0,06	0,002

L' analista: geol. Giorgio Toselli

ANALISI GRANULOMETRICA

Sondaggio: **P4**

Campione: **C1**

Località: **Scarmagno (TO) - area ex Olivetti**

Profondità (m): **1,5 ÷ 2,0**

Committente: **Panattoni Italy Development S.r.l.**

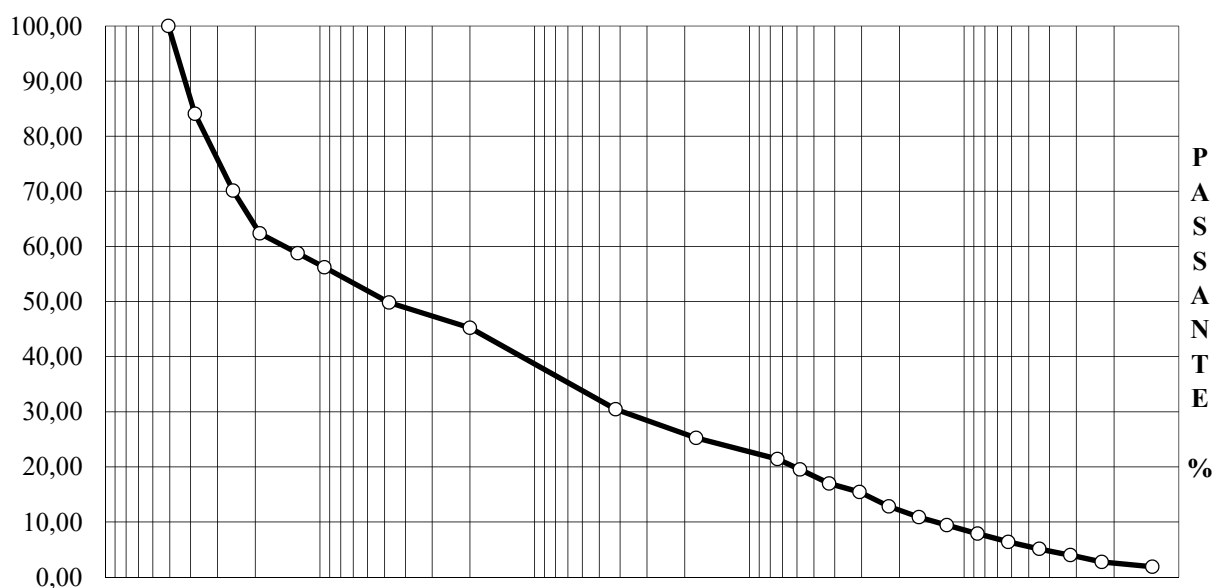
terreno analizzato (g):

Classificazione del terreno:

1574,5

Ghiaia con sabbia limosa

Setaccio nr.	Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti %	Totale Trattenuti %	Totale Passante %
3"	76,200	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,800	0,00	0,00	0,00	100,00
1"½	38,200	251,00	15,94	15,94	84,06
1"	25,400	219,50	13,94	29,88	70,12
¾"	19,050	122,00	7,75	37,63	62,37
½"	12,700	56,50	3,59	41,22	58,78
3/8"	9,525	40,50	2,57	43,79	56,21
4	4,760	100,50	6,38	50,17	49,83
10	2,000	72,00	4,57	54,75	45,25
40	0,420	233,00	14,80	69,55	30,45
80	0,177	82,00	5,21	74,75	25,25
200	0,074	60,00	3,81	78,56	21,44
fondo	-	337,50	21,44	100,00	-



ciottoli	ghiaia	sabbia	limo	argilla
mm	60	2	0,06	0,002

L' analista: geol. Giorgio Toselli

AEROMETRIA

Sondaggio: **P4** Campione: **C1**
 Località: **Scarmagno (TO) - area ex Olivetti**
 Profondità (m): **1,5 ÷ 2,0**

Committente: **Panattoni Italy Development S.r.l.**

terreno analizzato (g):

Classificazione del terreno:

1574,5

Ghiaia con sabbia limosa

ANALISI con AEROMETRO

Cilindro n. 1

Dispersivo = soluzione 4%

SODIO ESAMETAFOFATO
 BICARBONATO DI SODIO = 75 cc

tara n.		I	
peso tara	g	1,50	
campione secco + tara	g	41,50	
campione secco parziale (Pps)	g	40,00	
peso specifico della parte < 0,074 mm	γ_s	g/cmc 2,68	
peso specifico del liquido	γ_l	g/cmc 1,00	

tempo	temp. °C	R	R+Cm	R'=R+Ct	Hr (mm)	diam (mm)	%pass. parz.	%pass.totale
0,5	20,00	1,0250	25,5	23,0000	94,17	0,0580	91,13	19,53
1	20,00	1,0220	22,5	20,0000	101,07	0,0425	79,24	16,99
2	20,00	1,0202	20,7	18,2000	105,21	0,0307	72,11	15,46
4	20,00	1,0171	17,6	15,1000	112,34	0,0224	59,83	12,82
8	20,00	1,0148	15,3	12,8000	117,63	0,0162	50,71	10,87
15	20,00	1,0131	13,6	11,1000	121,54	0,0120	43,98	9,43
30	20,00	1,0113	11,8	9,3000	125,68	0,0087	36,85	7,90
60	20,00	1,0095	10	7,5000	129,82	0,0062	29,71	6,37
120	21,00	1,0078	8,3	6,0500	133,73	0,0045	23,97	5,14
240	22,00	1,0062	6,7	4,7000	137,41	0,0032	18,62	3,99
480	21,00	1,0050	5,5	3,2500	140,17	0,0023	12,88	2,76
1440	20,00	1,0042	4,7	2,2000	142,01	0,0013	8,72	1,87

Cm = correzione menisco
 Ct = correzione temperatura
 Corr. dispersivo = $100/P_{sp} \times \gamma_s / \gamma_s - \gamma_l$ = 4,052

L' analista: geol. Giorgio Toselli

ANALISI GRANULOMETRICA

Sondaggio: **P8**

Campione: **C1**

Località: **Scarmagno (TO) - area ex Olivetti**

Profondità (m): **1,5 ÷ 2,0**

Committente: **Panattoni Italy Development S.r.l.**

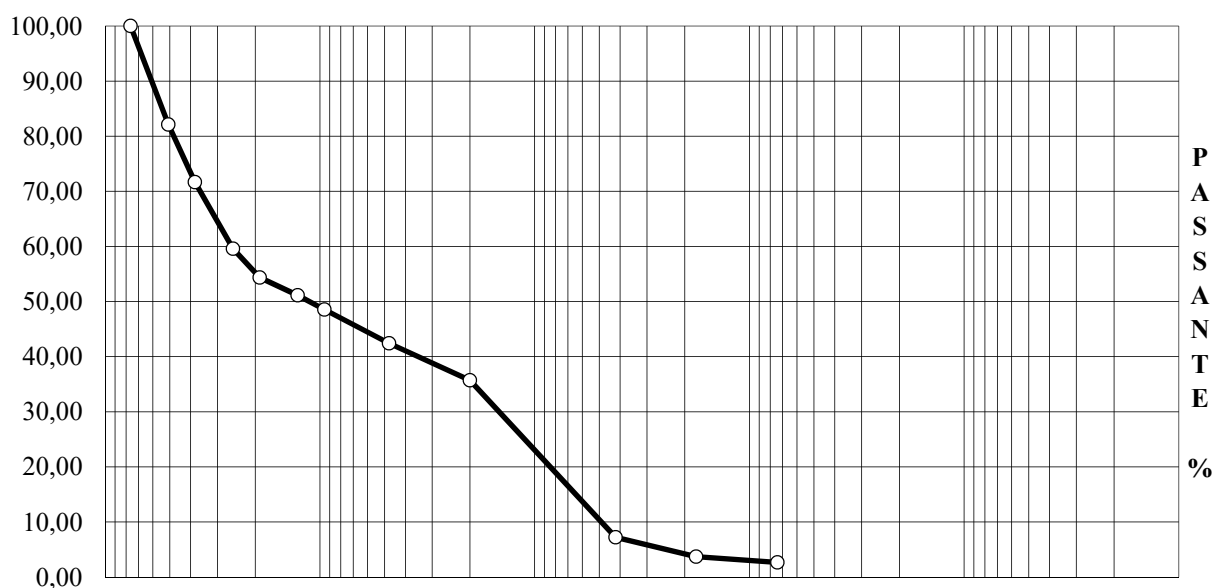
terreno analizzato (g):

Classificazione del terreno:

2343,5

Ghiaia con sabbia

Setaccio nr.	Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti %	Totale Trattenuti %	Totale Passante %
3"	76,200	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,800	419,00	17,88	17,88	82,12
1"½	38,200	245,00	10,45	28,33	71,67
1"	25,400	283,00	12,08	40,41	59,59
¾"	19,050	122,50	5,23	45,64	54,36
½"	12,700	75,50	3,22	48,86	51,14
3/8"	9,525	61,00	2,60	51,46	48,54
4	4,760	143,50	6,12	57,58	42,42
10	2,000	157,00	6,70	64,28	35,72
40	0,420	667,60	28,49	92,77	7,23
80	0,177	82,70	3,53	96,30	3,70
200	0,074	24,50	1,05	97,35	2,65
fondo	-	62,20	2,65	100,00	-



ciottoli	ghiaia	sabbia	limo	argilla
mm	60	2	0,06	0,002

L' analista: geol. Giorgio Toselli

ANALISI GRANULOMETRICA

Sondaggio: **P12**

Campione: **C1**

Località: **Scarmagno (TO) - area ex Olivetti**

Profondità (m): **1,8 ÷ 2,3**

Committente: **Panattoni Italy Development S.r.l.**

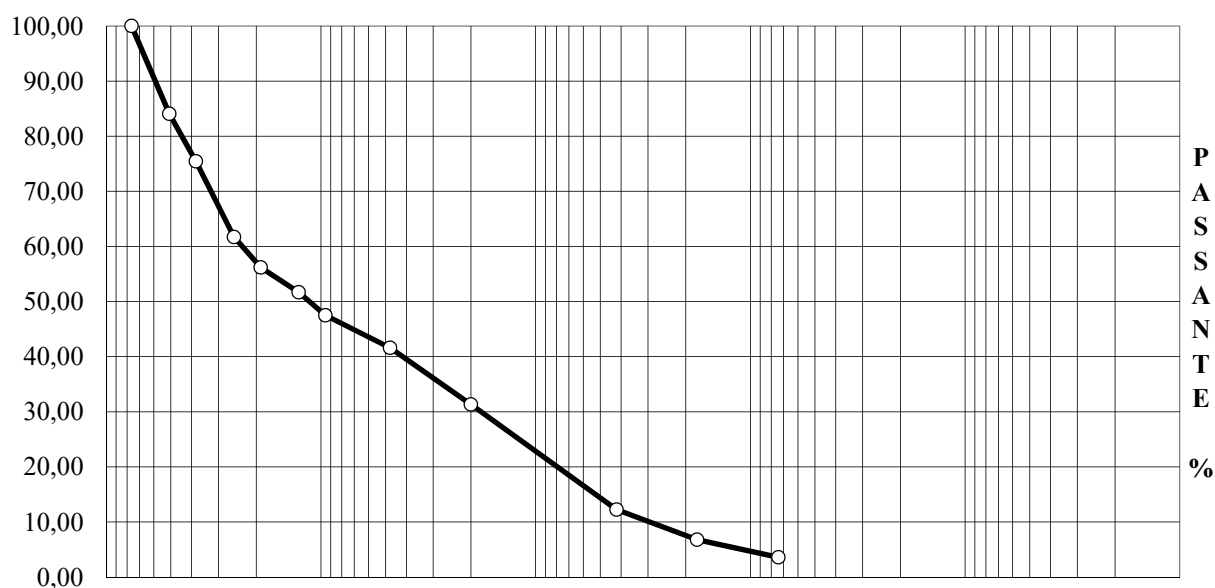
terreno analizzato (g):

Classificazione del terreno:

2041,5

Ghiaia con sabbia

Setaccio nr.	Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti %	Totale Trattenuti %	Totale Passante %
3"	76,200	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,800	325,00	15,92	15,92	84,08
1"½	38,200	176,50	8,65	24,57	75,43
1"	25,400	280,00	13,72	38,28	61,72
¾"	19,050	112,70	5,52	43,80	56,20
½"	12,700	92,00	4,51	48,31	51,69
3/8"	9,525	85,40	4,18	52,49	47,51
4	4,760	120,60	5,91	58,40	41,60
10	2,000	210,00	10,29	68,68	31,32
40	0,420	389,00	19,05	87,74	12,26
80	0,177	112,00	5,49	93,23	6,77
200	0,074	65,00	3,18	96,41	3,59
fondo	-	73,30	3,59	100,00	-



ciottoli	ghiaia	sabbia	limo	argilla
mm	60	2	0,06	0,002

L' analista: geol. Giorgio Toselli

ANALISI GRANULOMETRICA

Sondaggio: **P14**

Campione: **C1**

Località: **Scarmagno (TO) - area ex Olivetti**

Profondità (m): **1,5 ÷ 2,0**

Committente: **Panattoni Italy Development S.r.l.**

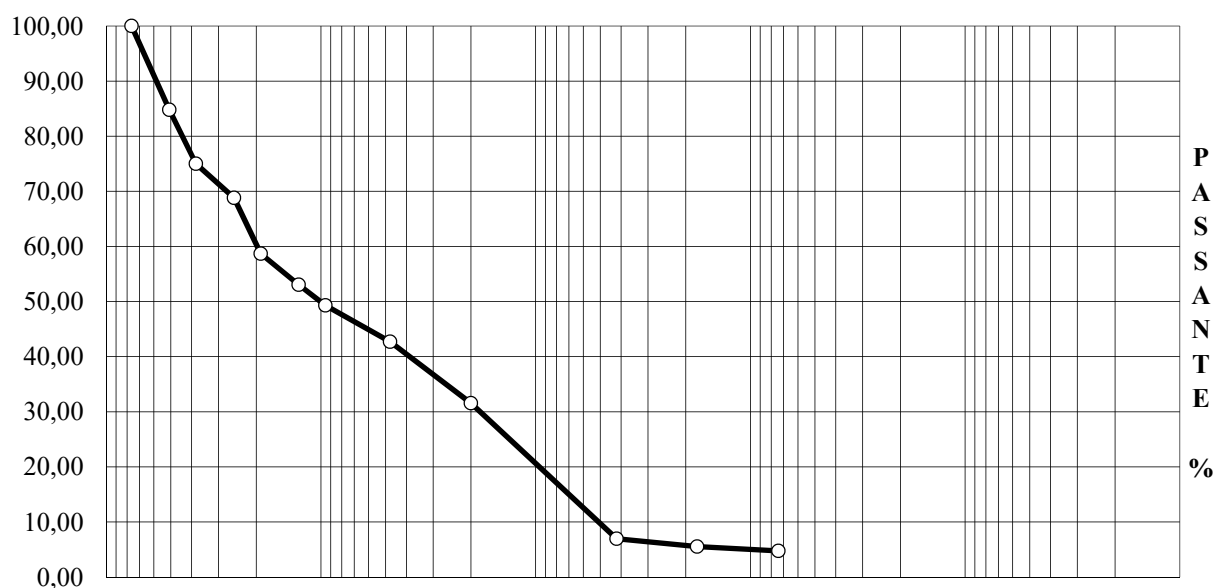
terreno analizzato (g):

Classificazione del terreno:

1980

Ghiaia con sabbia

Setaccio nr.	Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti %	Totale Trattenuti %	Totale Passante %
3"	76,200	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,800	301,20	15,21	15,21	84,79
1"½	38,200	193,50	9,77	24,98	75,02
1"	25,400	122,40	6,18	31,17	68,83
¾"	19,050	201,00	10,15	41,32	58,68
½"	12,700	111,30	5,62	46,94	53,06
3/8"	9,525	74,20	3,75	50,69	49,31
4	4,760	130,50	6,59	57,28	42,72
10	2,000	221,00	11,16	68,44	31,56
40	0,420	487,00	24,60	93,04	6,96
80	0,177	28,00	1,41	94,45	5,55
200	0,074	15,90	0,80	95,25	4,75
fondo	-	94,00	4,75	100,00	-



ciottoli	ghiaia	sabbia	limo	argilla
mm	60	2	0,06	0,002

L' analista: geol. Giorgio Toselli

ANALISI GRANULOMETRICA

Sondaggio: **P17**

Campione: **C1**

Località: **Scarmagno (TO) - area ex Olivetti**

Profondità (m): **2,5 ÷ 3,0**

Committente: **Panattoni Italy Development S.r.l.**

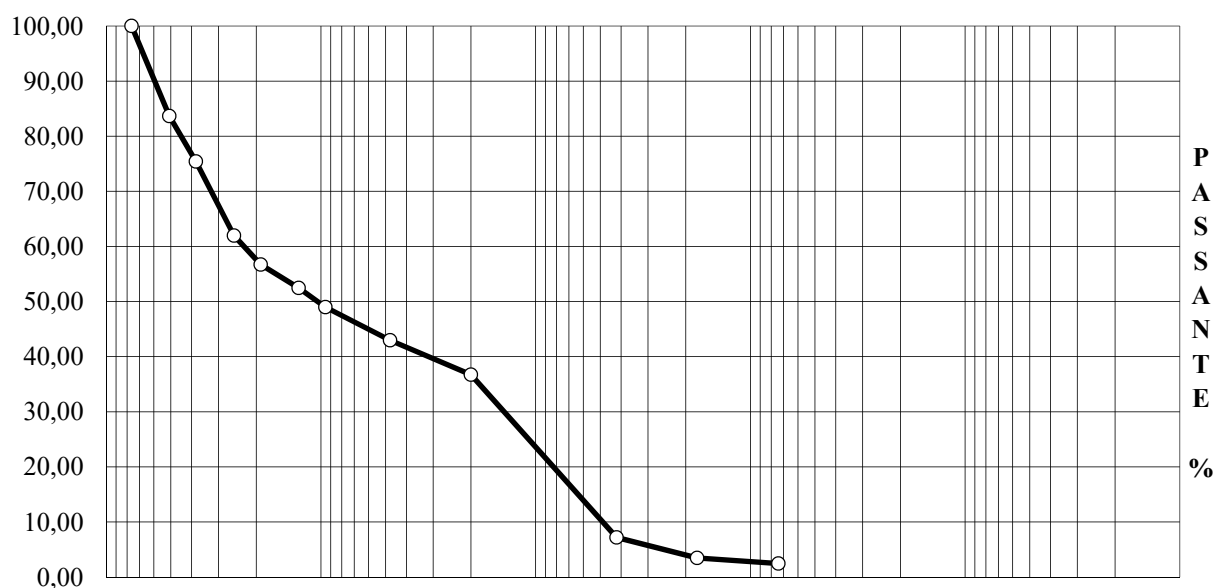
terreno analizzato (g):

Classificazione del terreno:

1877

Ghiaia con sabbia

Setaccio nr.	Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti %	Totale Trattenuti %	Totale Passante %
3"	76,200	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,800	306,50	16,33	16,33	83,67
1"½	38,200	155,10	8,26	24,59	75,41
1"	25,400	252,20	13,44	38,03	61,97
¾"	19,050	98,50	5,25	43,28	56,72
½"	12,700	80,00	4,26	47,54	52,46
3/8"	9,525	65,30	3,48	51,02	48,98
4	4,760	112,70	6,00	57,02	42,98
10	2,000	117,50	6,26	63,28	36,72
40	0,420	554,00	29,52	92,80	7,20
80	0,177	70,00	3,73	96,53	3,47
200	0,074	19,00	1,01	97,54	2,46
fondo	-	46,20	2,46	100,00	-



ciottoli	ghiaia	sabbia	limo	argilla
mm	60	2	0,06	0,002

L' analista: geol. Giorgio Toselli

ANALISI GRANULOMETRICA

Sondaggio: **S1**

Campione: **C1**

Località: **Scarmagno (TO) - area ex Olivetti**

Profondità (m): **8,0 ÷ 8,2**

Committente: **Panattoni Italy Development S.r.l.**

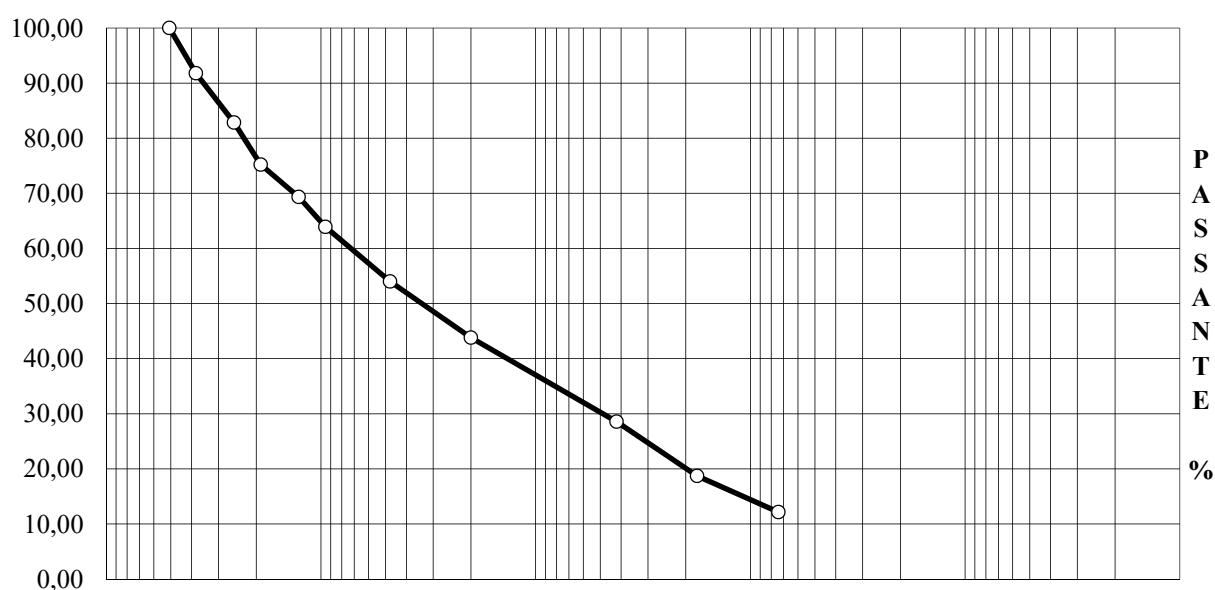
terreno analizzato (g):

Classificazione del terreno:

950,7

Ghiaia con sabbia debolmente limoso-argillosa

Setaccio nr.	Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti %	Totale Trattenuti %	Totale Passante %
3"	76,200	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,800	0,00	0,00	0,00	100,00
1"½	38,200	78,00	8,20	8,20	91,80
1"	25,400	85,00	8,94	17,15	82,85
¾"	19,050	72,70	7,65	24,79	75,21
½"	12,700	55,60	5,85	30,64	69,36
3/8"	9,525	51,90	5,46	36,10	63,90
4	4,760	94,00	9,89	45,99	54,01
10	2,000	97,00	10,20	56,19	43,81
40	0,420	145,00	15,25	71,44	28,56
80	0,177	93,40	9,82	81,27	18,73
200	0,074	62,50	6,57	87,84	12,16
fondo	-	115,60	12,16	100,00	-



ciottoli	ghiaia	sabbia	limo	argilla
mm	60	2	0,06	0,002

L' analista: geol. Giorgio Toselli

ANALISI GRANULOMETRICA

Sondaggio: **S2**

Campione: **C1**

Località: **Scarmagno (TO) - area ex Olivetti**

Profondità (m): **10,0 ÷ 10,2**

Committente: **Panattoni Italy Development S.r.l.**

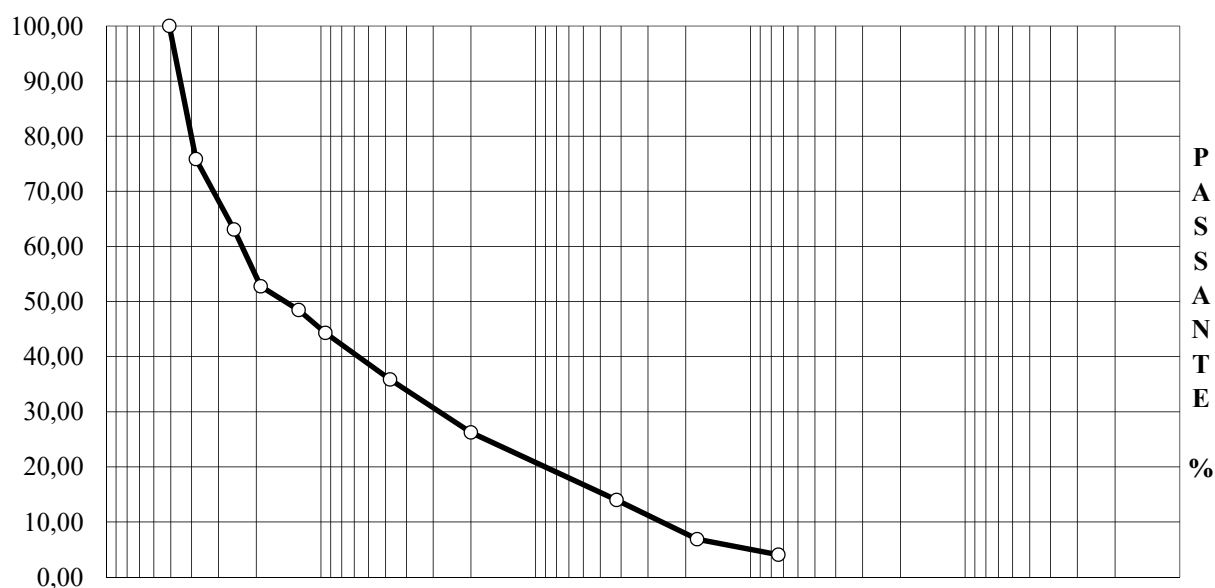
terreno analizzato (g):

Classificazione del terreno:

1250

Ghiaia sabbiosa

Setaccio nr.	Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti %	Totale Trattenuti %	Totale Passante %
3"	76,200	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,800	0,00	0,00	0,00	100,00
1"½	38,200	302,00	24,16	24,16	75,84
1"	25,400	159,50	12,76	36,92	63,08
¾"	19,050	129,00	10,32	47,24	52,76
½"	12,700	53,80	4,30	51,54	48,46
3/8"	9,525	51,90	4,15	55,70	44,30
4	4,760	105,60	8,45	64,14	35,86
10	2,000	120,20	9,62	73,76	26,24
40	0,420	153,10	12,25	86,01	13,99
80	0,177	88,90	7,11	93,12	6,88
200	0,074	35,20	2,82	95,94	4,06
fondo	-	50,80	4,06	100,00	-



ciottoli	ghiaia	sabbia	limo	argilla
mm	60	2	0,06	0,002

L' analista: geol. Giorgio Toselli

ANALISI GRANULOMETRICA

Sondaggio: **S2**

Campione: **C1**

Località: **Scarmagno (TO) - area ex Olivetti**

Profondità (m): **16,0 ÷ 16,2**

Committente: **Panattoni Italy Development S.r.l.**

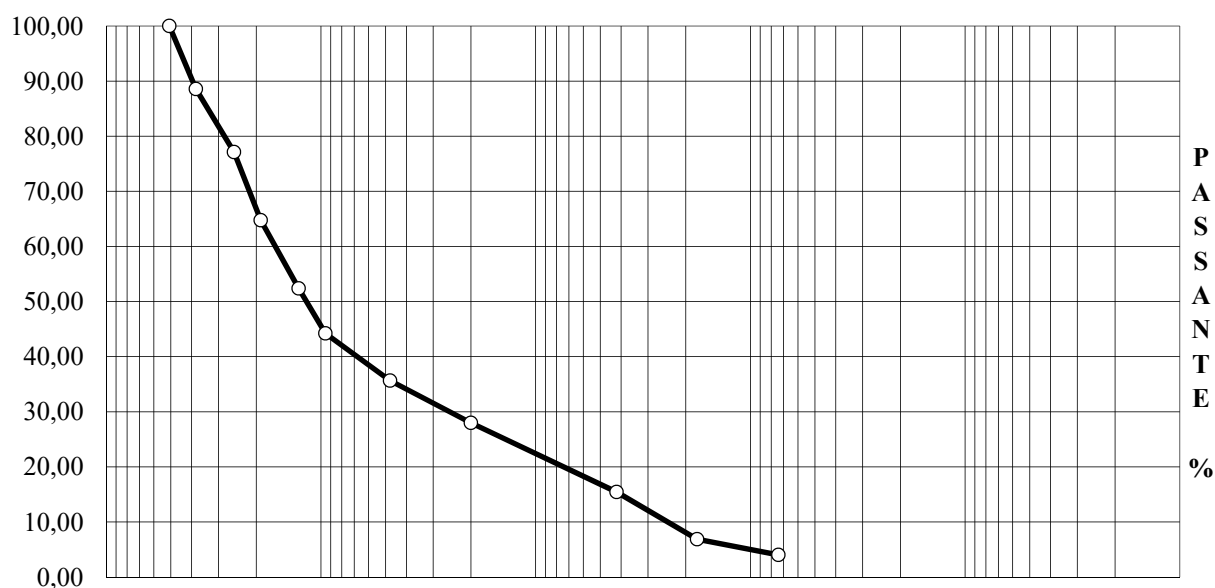
terreno analizzato (g):

Classificazione del terreno:

1050

Ghiaia con sabbia

Setaccio nr.	Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti %	Totale Trattenuti %	Totale Passante %
3"	76,200	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,800	0,00	0,00	0,00	100,00
1"½	38,200	120,00	11,43	11,43	88,57
1"	25,400	120,00	11,43	22,86	77,14
¾"	19,050	130,00	12,38	35,24	64,76
½"	12,700	130,00	12,38	47,62	52,38
3/8"	9,525	85,60	8,15	55,77	44,23
4	4,760	90,00	8,57	64,34	35,66
10	2,000	80,50	7,67	72,01	27,99
40	0,420	131,70	12,54	84,55	15,45
80	0,177	90,00	8,57	93,12	6,88
200	0,074	30,00	2,86	95,98	4,02
fondo	-	42,20	4,02	100,00	-



ciottoli	ghiaia	sabbia	limo	argilla
mm	60	2	0,06	0,002

L' analista: geol. Giorgio Toselli

ANALISI GRANULOMETRICA

Sondaggio: **S3**

Campione: **C1**

Località: **Scarmagno (TO) - area ex Olivetti**

Profondità (m): **6,0 ÷ 6,2**

Committente: **Panattoni Italy Development S.r.l.**

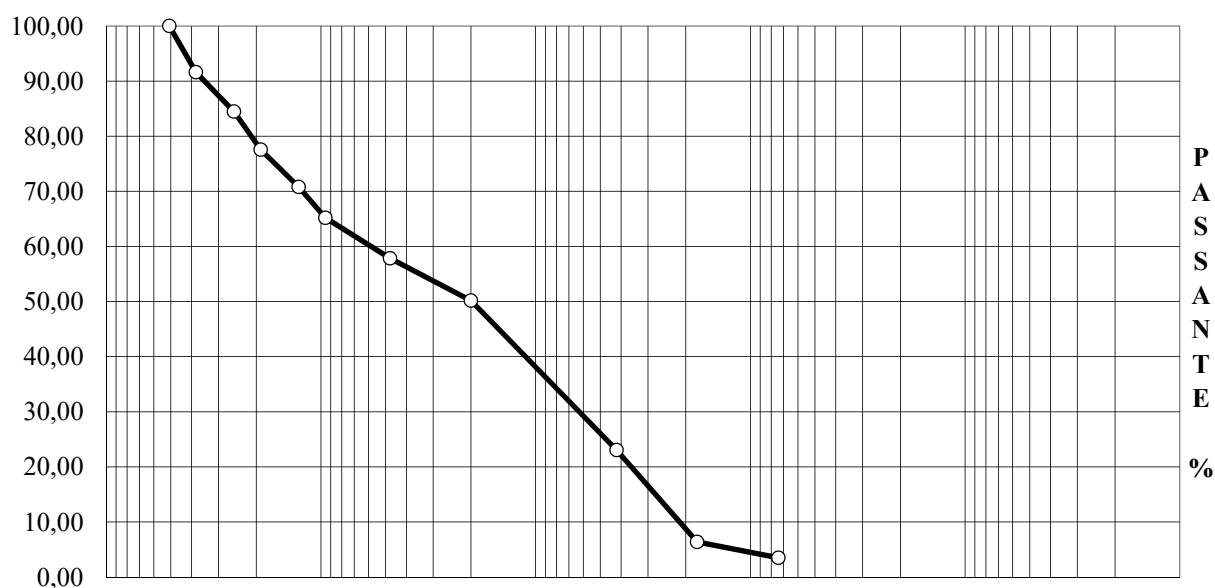
terreno analizzato (g):

Classificazione del terreno:

1050

Ghiaia con sabbia

Setaccio nr.	Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti %	Totale Trattenuti %	Totale Passante %
3"	76,200	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,800	0,00	0,00	0,00	100,00
1"½	38,200	88,00	8,38	8,38	91,62
1"	25,400	75,00	7,14	15,52	84,48
¾"	19,050	72,60	6,91	22,44	77,56
½"	12,700	71,00	6,76	29,20	70,80
3/8"	9,525	59,00	5,62	34,82	65,18
4	4,760	77,00	7,33	42,15	57,85
10	2,000	80,50	7,67	49,82	50,18
40	0,420	285,00	27,14	76,96	23,04
80	0,177	175,00	16,67	93,63	6,37
200	0,074	30,00	2,86	96,49	3,51
fondo	-	36,90	3,51	100,00	-



ciottoli	ghiaia	sabbia	limo	argilla
mm	60	2	0,06	0,002

L' analista: geol. Giorgio Toselli

PROVE DI INFILTRAZIONE

**STRATIGRAFIE DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI A CAROTAGGIO CONTINUO
(Citiemme S.r.l.)**

REGIONE PIEMONTE CITTA' METROPOLITANA DI TORINO COMUNE DI SCARMAGNO

INDAGINE GEOGNOSTICA INTEGRATIVA PRESSO EX STABILIMENTO OLIVETTI



RAPPORTO CERTIFICATIVO DELLE INDAGINI

CODICE ELABORATO


22001-28/ IG

COMMITTENTE

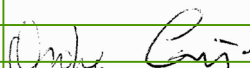
GENOVESE & ASSOCIATI STP S.r.l.
Via Camogli, 10
10134 Torino

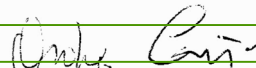


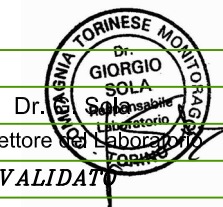
COMPAGNIA TORINESE MONITORAGGI Srl

 Decreto di autorizzazione
n. 4965 del 04/06/2010
per esecuzione e certificazione di
indagini geognostiche e prove in sito
ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/01

Accettazione n. 22001-28 del 20/05/2022


Dr. A. Cantù


Dr. A. Cantù



Il Direttore del Laboratorio

GIUGNO 2022
DATA EDIZIONE

Lo Sperimentatore
REDATTO

Lo Sperimentatore
CONTROLLATO

VALIDATO



REGIONE PIEMONTE
CITTA' METROPOLITANA DI TORINO
COMUNE DI SCARMAGNO

INDAGINE GEOGNOSTICA INTEGRATIVA PRESSO EX STABILIMENTO OLIVETTI

Rapporto certificativo delle indagini geognostiche

GIUGNO 2022

INDICE CERTIFICATI

22001-28/01 Rilievo stratigrafico di perforazione S1
22001-28/02 Prove penetrometriche dinamiche SPT sondaggio S1
22001-28/03 Rilievo stratigrafico di perforazione S2
22001-28/04 Prove penetrometriche dinamiche SPT sondaggio S2
22001-28/05 Rilievo stratigrafico di perforazione S3
22001-28/06 Prove penetrometriche dinamiche SPT sondaggio S3



INDAGINI GEOGNOSTICHE

Committente: Genovese & Associati SPT srl

Commessa: 22001-28

Cantiere: Scarmagno (TO) – ex stabilimento Olivetti

Indagine geognostica integrativa

~ ~ ~

Tra il 25/05/2022 e il 31/05/2022 sono stati realizzati n 3 sondaggi a carotaggio continuo in Comune di Scarmagno (TO) (Vedi corografia e Tav.01).

In particolare, si tratta dei sondaggi:

- S1: profondo 20 m,
- S2: profondo 20 m,
- S3: profondo 20 m.

La terebrazione è stata eseguita impiegando una sonda idraulica COMACCHIO MC 450P montata su carro cingolato; nella tabella a seguire ne vengono presentate le principali caratteristiche.



Particolare fotografico della sonda utilizzata

SONDA PERFORATRICE IDRAULICA		
Modello:	COMACCHIO- MC 450 P SN. 1380	
Coppia max.	kgm	1100
Velocità di rotazione	rpm	20÷550
Spinta	kg	4500
Tiro	kg	6500
Velocità rapida risalita	m/min	22
Velocità rapida discesa (min.-max.)	m/min	32
Tiro max. argano	kg	2000
Motore JOHN DEERE	KW	86
<i>Dimensioni</i>		
<i>Lunghezza</i>	m	5.46
<i>Larghezza</i>	m	2.00
<i>Altezza</i>	m	2.61
<i>Peso</i>	kg	8500
Pompa a pistoncini Triplex 200 per fanghi		
Portata max.	l/min	200
Pressione max. esercizio	bar	45



METODOLOGIA DI PERFORAZIONE

Carotaggio continuo

La perforazione dei sondaggi è stata condotta con rotazione a carotaggio continuo del terreno attraversato utilizzando carotieri semplici di diametro 131 mm e 101 mm, tali da rendere minimo il disturbo dei materiali attraversati e da consentire il prelievo dei campioni rappresentativi (carote).

La perforazione di carotaggio per il recupero dei campioni realizzata con carotiere semplice è stata eseguita, compatibilmente con la natura dei terreni attraversati, senza l'uso di fluido di circolazione (carotaggio a secco).

RIVESTIMENTO

La natura del terreno e la finalità dell'intervento hanno determinato la necessità di rivestire i fori per il sostegno delle pareti: a tal scopo sono stati impiegati rivestimenti provvisori consistenti in tubi di acciaio speciale filettati, della lunghezza di 1.5 m e del diametro di 152 mm e 127 mm alla profondità indicata in stratigrafia.

Durante le operazioni di posa del rivestimento provvisorio si è reso necessario l'impiego di fluidi di perforazione per il raffreddamento del tagliente (scarpa) e l'asportazione del detrito: a tale scopo si è impiegata circolazione diretta di acqua chiara.

PROVE GEOTECNICHE IN FORO

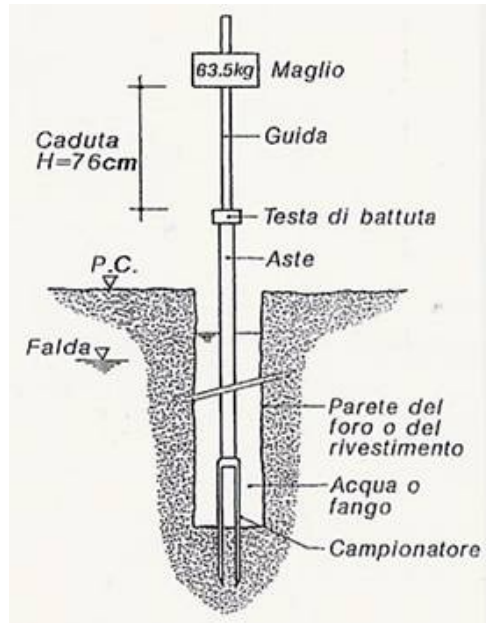
PROVE S.P.T.

Nei fori di sondaggio sono state eseguite complessivamente n. 27 prove S.P.T. ("Standard Penetration Test"), alle profondità indicate in stratigrafia.

La prova è di tipo discontinuo e viene eseguita nel corso della perforazione a carotaggio continuo, interrompendo l'avanzamento del sondaggio a intervalli regolari o prestabiliti; essa consente di ottenere dati sulla consistenza e sul grado di addensamento dei terreni attraversati.

Le prove S.P.T. si effettuano tramite l'infissione, a partire dal fondo foro raggiunto, di un campionatore a parete grossa tipo Raymond (diam. 51 mm, lunghezza utile 562 mm), collegato alla

sonda da una batteria di aste di dimensioni standardizzate (diam. 51 mm, peso 7.5 kg/m), per mezzo di un'apparecchiatura a percussione del peso standard di 63.5 kg con sganciamento automatico del maglio (Trip Monkey tipo Pilcon) dall'altezza prefissata di 760 mm. Il dispositivo di sollevamento è fornito dall'argano oleodinamico della sonda perforatrice.



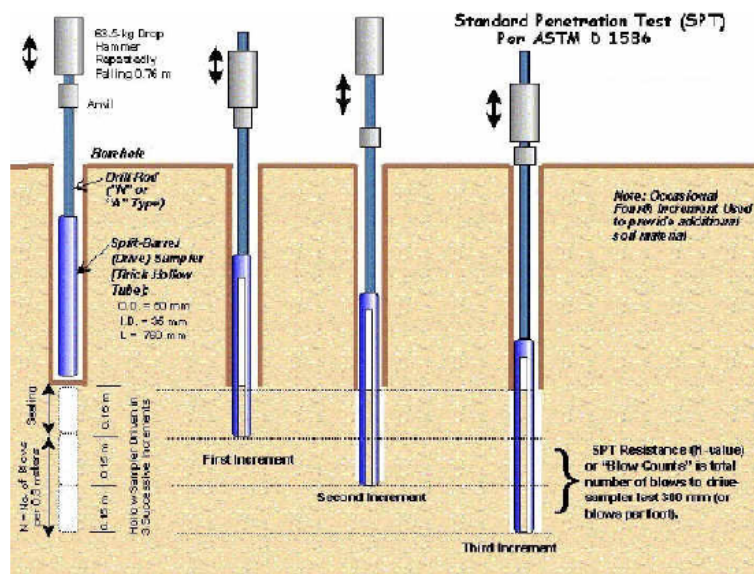
Il campionatore viene fatto penetrare nel terreno per una profondità di 45 cm, a partire dalla quota di fondo foro (eventualmente ripulito tramite apposita manovra), rilevando il numero di colpi (N) necessari per la penetrazione di ciascun intervallo di 15 cm. Il valore di N_{SPT} è ottenuto sommando i colpi necessari per il 2° e 3° tratto.

La prova viene sospesa ogni qualvolta il numero di colpi N, per un tratto di 15 cm, supera il valore di 50, annotando in tal caso il rifiuto alla penetrazione e registrando l'infissione in centimetri ottenuta con 50 colpi.

Nei casi in cui non vi è pericolo di repentino collasso del foro, la prova viene eseguita immediatamente dopo la manovra di carotaggio e prima della manovra di rivestimento, per evitare disturbi al terreno, previa verifica della quota del fondo foro.

In accordo con le Raccomandazioni AGI (1977), per l'esecuzione delle prove SPT si è utilizzato il campionatore Raymond corredato di una scarpa troncoconica a punta aperta di lunghezza standard pari a 76 mm o chiusa con angolo di apertura standard di 60° a seconda della granulometria riscontrata.

Per l'esecuzione della prova si veda lo schema a seguire:



≈ ≈ ≈

In allegato, dopo l'ubicazione dei punti di indagine, vengono forniti i certificati stratigrafici dei sondaggi geognostici, i certificati delle prove eseguite, le fotografie delle carote prelevate.

Scarmagno (TO) – ex stabilimento Olivetti
Corografia di inquadramento delle indagini


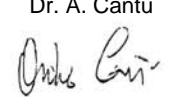
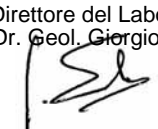


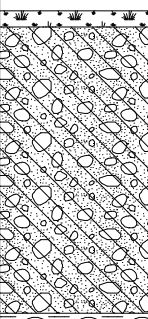
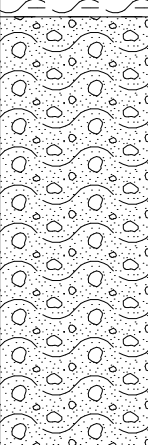
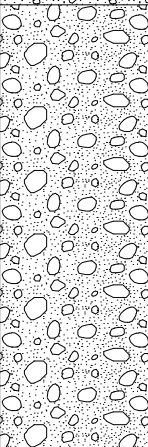
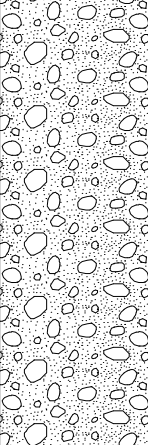
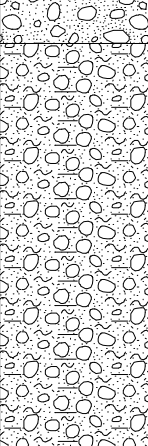

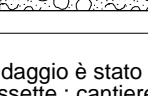
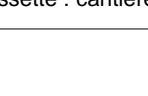

Scarmagno (TO) – ex stabilimento Olivetti

Tav. 01 – Ubicazione sondaggi




CERTIFICATI

 <p>Decreto di autorizzazione n. 4965 del 04/06/2010 per esecuzione e certificazione di indagini geognostiche e prove in sito ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/01</p>	Mod. 7.5.4 rev. 00	RILIEVO STRATIGRAFICO DI PERFORAZIONE	UNI EN ISO 22475-1:2007 UNI EN ISO 14688-1:2003 e 14689-1:2004	SONDAGGIO
	Committente	Genovese & Associati STP srl		S1
	Cantiere	Indagine geognostica integrativa		Pagina 1 di 1
	Località	Scarmagno (TO) - ex stabilimento Olivetti	Commissa n. 22001-28	Il Direttore del Laboratorio Dr. Geol. Giorgio Sola
Perforazione	inizio: 25/05/2022 fine: 26/05/2022	Sonda: Comacchio MC450P	Lo Sperimentatore Dr. A. Cantù	 
Coordinate:	N= 45°23'4.75" E= 7°50'55.13"	Scala 1 : 70		
Accettazione n. 22001-28	Certificato n. 22001-28/01	del 08/06/2022		

profondità dal p.c. [m]	potenza dello strato [m]	sezione stratigrafica	descrizione litologica	falda	metodo e diam. di perforazione	diametro rivestimenti	percentuale di carotaggio	piezometro tubo aperto	inclinometro	S.P.T.	pocket penetrometer	pocket vane test	campioni indisturbati	campioni rimaneggiati	permeabilità [m/s]
0.00 0.15	0.15		Terreno vegetale limoso-sabbioso.												
	2.65		Terreno rimaneggiato e/o di riporto ghiaioso-sabbioso con ciottoli sparsi e rari frammenti lateritici minuti, moderatamente addensato, colore grigio-nocciola.		carotaggio continuo 131 mm semplice	152 mm				1.50 11-13-14					
2.80 3.00	0.20		Limo argilloso-debolmente sabbioso, moderatamente consistente, colore bruno.							3.00 28-35-30					
	4.00		Ghiaia eterometrica in abbondante e/o prevalente matrice fine sabbioso-siltosa, ciottolosa (diam max 12-15 cm), debole ossidazione, molto addensata con subordinati livelli debolmente cementati, colore grigio-debolmente nocciola.							4.50 25-29-31					
	7.00		Ghiaia eterometrica con sabbia siltosa a tratti abbondante, subordinati ciottoli, molto addensata con livelli debolmente cementati, colore grigio.				90-100 %			6.00 45-35-27					
	8.60									7.50 R (8cm)					
	15.60		Ghiaia eterometrica in matrice sabbioso-debolmente limosa a livelli prevalente, ciottolosa (diam max 13-15 cm), debole ossidazione a tratti discreta, molto addensata, colore grigio-nocciola.		carotaggio continuo 101 mm semplice	127 mm				9.00 36-40-R (5cm)					
	4.40									12.00 25-30-43					
	20.00									15.00 29-38-39					
				15.00						18.00 25-30-31					

Il foro di sondaggio è stato ritombato al termine della perforazione.
Deposito cassette : cantiere

 <p>Decreto di autorizzazione n. 4965 del 04/06/2010 per esecuzione e certificazione di indagini geognostiche e prove in sito ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/01</p>	PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE		SONDAGGIO n. S1
	SPT (UNI EN ISO 22476-3:2012)		
	Mod. 7.5.13 rev. 01	Committente: <u>Genovese & Associati STP srl</u>	
	Cantiere: <u>Indagine geognostica integrativa</u>	Località: <u>Scarmagno (TO) - ex stabilimento Olivetti</u>	
Coordinate: <u>N=45°23'4.75" E=7°50'55.13"</u>	Accettazione n. 22001-28 - Certificato n. 22001-28/02 del 08/06/2022 - Commessa n. 22001-28		Eseguito il 25-26/05/2022

Prova n.	inizio prova prof. [m] da p.c.	N° colpi			note
		15 cm	30 cm	45 cm	
1	1.50	11	13	14	
2	3.00	28	35	30	
3	4.50	25	29	31	
4	6.00	45	35	27	
5	7.50	Rif.			Rifiuto alla penetrazione dopo 8 cm
6	9.00	36	40	Rif.	Rifiuto alla penetrazione dopo 5 cm
7	12.00	25	30	43	
8	15.00	29	38	39	
9	18.00	25	30	31	
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					


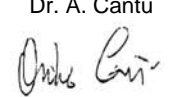
NOTE E OSSERVAZIONI:

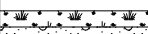

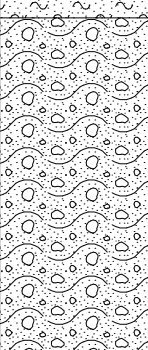
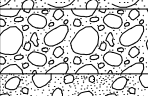
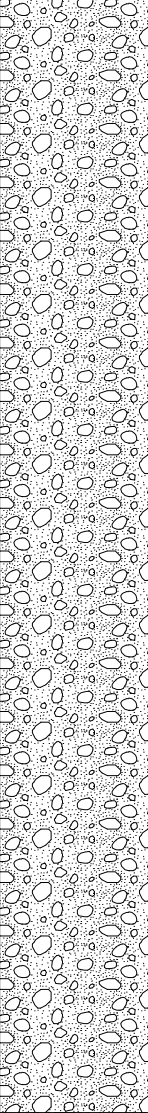
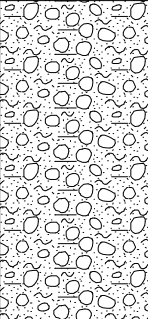
Lo Sperimentatore
Dr. A. Cantù




Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Giorgio Sola



 <p>Decreto di autorizzazione n. 4965 del 04/06/2010 per esecuzione e certificazione di indagini geognostiche e prove in sito ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/01</p>	Mod. 7.5.4 rev. 00	RILIEVO STRATIGRAFICO DI PERFORAZIONE	UNI EN ISO 22475-1:2007 UNI EN ISO 14688-1:2003 e 14689-1:2004	SONDAGGIO
	Committente	Genovese & Associati STP srl		S2
	Cantiere	Indagine geognostica integrativa		Pagina 1 di 1
	Località	Scarmagno (TO) - ex stabilimento Olivetti	Commissa n. 22001-28	Il Direttore del Laboratorio Dr. Geol. Giorgio Sola
Perforazione	inizio: 27/05/2022 fine: 30/05/2022	Sonda: Comacchio MC450P	Lo Sperimentatore Dr. A. Cantù	
Coordinate:	N= 45°23'3.67" E= 7°51'4.84"	Scala 1 : 70		
Accettazione n. 22001-28	Certificato n. 22001-28/03	del 08/06/2022		

profondità dal p.c. [m]	potenza dello strato [m]	sezione stratigrafica	descrizione litologica	falda	metodo e diam. di perforazione	diametro rivestimenti	percentuale di carotaggio	piezometro tubo aperto	inclinometro	S.P.T.	pocket penetrometer	pocket vane test	campioni indisturbati	campioni rimaneggiati	permeabilità [m/s]
0.00	0.15		Cotica erbosa.												
0.15	1.10		Limo sabbioso, talora debolmente argilloso, poco consistente, colore bruno-nocciola.												
1.25	3.15		Ghiaia eterometrica con sabbia siltosa a tratti abbondante, subordinati ciottoli, debole ossidazione, da addensata a molto addensata, colore grigio-debolmente nocciola.							1.50 13-15-20					
4.40	0.60		Ciottoli (diam max 15-18 cm) e ghiaia eterometrica in scarsa matrice fine sabbioso-siltosa, molto addensato, colore grigio.							4.50 39-R (4cm)					
5.00	10.50		Ghiaia eterometrica in matrice sabbioso-debolmente limosa a tratti abbondante e/o prevalente, ciottolosa (diam max 12-15 cm), molto addensata con subordinati livelli debolmente cementati, colore grigio-nocciola.		carotaggio continuo 131 mm semplice	152 mm				6.00 27-37-43					
							90-100 %			7.50 30-30-39					
										9.00 22-32-35					
										12.00 23-30-32					
15.50	4.50		Ghiaia eterometrica con sabbia debolmente limosa a tratti limosa a livelli prevalente, subordinati ciottoli, debole ossidazione, molto addensata, colore nocciola-grigiastro.	15.50	carotaggio continuo 101 mm semplice	127 mm				15.00 29-R (8cm)					
										18.00 20-21-25					
20.00															

Il foro di sondaggio è stato ritombato al termine della perforazione.
 Deposito cassette : cantiere
 E' stato fatto un primo tentativo di eseguire il sondaggio, poi sospeso a circa 3.50/4.00m per la presenza di grossi ciottoli o blocchi di difficile penetrazione.

 <p>Decreto di autorizzazione n. 4965 del 04/06/2010 per esecuzione e certificazione di indagini geognostiche e prove in sito ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/01</p>	PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SPT (UNI EN ISO 22476-3:2012)		SONDAGGIO n. S2
	Mod. 7.5.13 rev. 01 Committente: <u>Genovese & Associati STP srl</u> Cantiere: <u>Indagine geognostica integrativa</u> Località: <u>Scarmagno (TO) - ex stabilimento Olivetti</u> Coordinate: <u>N=45°23'3.67" E=7°51'4.84"</u>	Accettazione n. 22001-28 - Certificato n. 22001-28/04 del 08/06/2022 - Commessa n. 22001-28	

Prova n.	inizio prova prof. [m] da p.c.	N° colpi			note
		15 cm	30 cm	45 cm	
1	1.50	13	15	20	
2	3.00	25	33	35	
3	4.50	39	Rif.		Rifiuto alla penetrazione dopo 4 cm
4	6.00	27	37	43	
5	7.50	30	30	39	
6	9.00	22	32	35	
7	12.00	23	30	32	
8	15.00	29	Rif.		Rifiuto alla penetrazione dopo 8 cm
9	18.00	20	21	25	
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					


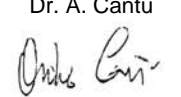
NOTE E OSSERVAZIONI:

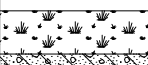

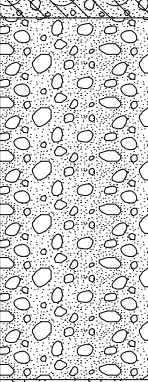
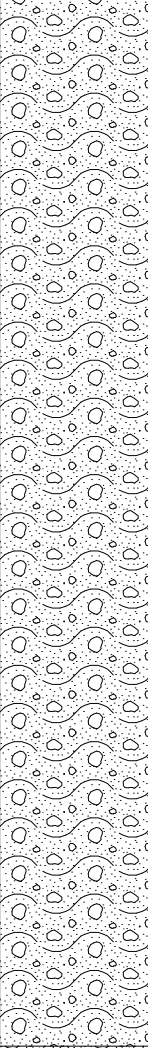

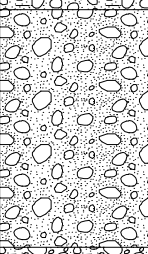
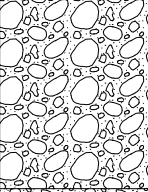

Lo Sperimentatore
Dr. A. Cantù




Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Giorgio Sola



 <p>Decreto di autorizzazione n. 4965 del 04/06/2010 per esecuzione e certificazione di indagini geognostiche e prove in sito ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/01</p>	Mod. 7.5.4 rev. 00	RILIEVO STRATIGRAFICO DI PERFORAZIONE	UNI EN ISO 22475-1:2007 UNI EN ISO 14688-1:2003 e 14689-1:2004	SONDAGGIO
	Committente	Genovese & Associati STP srl		S3
	Cantiere	Indagine geognostica integrativa		Pagina 1 di 1
	Località	Scarmagno (TO) - ex stabilimento Olivetti	Commissa n. 22001-28	Il Direttore del Laboratorio Dr. Geol. Giorgio Sola
Perforazione	inizio: 30/05/2022 fine: 31/05/2022	Sonda: Comacchio MC450P	Lo Sperimentatore Dr. A. Cantù	
Coordinate:	N= 45°23'2.44" E= 7°51'14.88"	Scala 1 : 70		
Accettazione n. 22001-28	Certificato n. 22001-28/05	del 08/06/2022		

profondità dal p.c. [m]	potenza dello strato [m]	sezione stratigrafica	descrizione litologica	falda	metodo e diam. di perforazione	diametro rivestimenti	percentuale di carotaggio	piezometro tubo aperto	inclinometro	S.P.T.	pocket penetrometer	pocket vane test	campioni indisturbati	campioni rimaneggiati	permeabilità [m/s]
0.00	0.40		Terreno vegetale limoso-sabbioso con cotica erbosa superficiale.												
0.40	0.85		Terreno rimaneggiato limoso-sabbioso con ghiaia fine sparsa e sporadici ciottoli, colore nocciola.												
1.25	3.35		Ghiaia eterometrica in abbondante matrice fine sabbioso-siltosa, subordinati ciottoli, debole ossidazione, da addensata a molto addensata con subordinati livelli debolmente cementati, colore grigio-debolmente nocciola.		carotaggio continuo 131 mm semplice	152 mm				1.50 14-19-20					
4.60	9.70		Ghiaia eterometrica con sabbia siltosa a tratti prevalente, subordinati ciottoli, molto addensata con subordinati livelli debolmente cementati, colore grigio.				90-100 %			3.00 25-31-32					
										4.50 22-23-33					
										6.00 20-21-29					
										7.50 29-33-37					
										9.00 25-25-30					
										12.00 28-38-R (4cm)					
14.30	0.70		Ghiaia prevalentemente medio-fine in matrice sabbioso-debolmente limosa a tratti discretamente ossidata, molto addensata, colore grigio con screziature bruno-nocciola.	15.40	carotaggio continuo 101 mm semplice	127 mm				15.00 29-33-34					
15.00	2.20		Ghiaia eterometrica con sabbia siltosa a tratti abbondante, subordinati ciottoli, molto addensata, colore grigio.												
17.20	1.80		Ghiaia medio-grossolana e ciottoli (diam max 10-12 cm) in matrice sabbioso-debolmente limosa talora scarsa, molto addensata, colore grigio.							18.00 36-R (3cm)					
19.00	1.00		Ghiaia eterometrica con sabbia debolmente limosa, talora limosa, debole ossidazione a tratti discreta, subordinati ciottoli, molto addensata, colore grigio-nocciola.												
20.00															

Il foro di sondaggio è stato ritombato al termine della perforazione.
Deposito cassette : cantiere

 <p>Decreto di autorizzazione n. 4965 del 04/06/2010 per esecuzione e certificazione di indagini geognostiche e prove in sito ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/01</p>	PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE		SONDAGGIO n. S3
	SPT (UNI EN ISO 22476-3:2012)		
	Mod. 7.5.13 rev. 01	Committente: <u>Genovese & Associati S'TP srl</u>	
	Cantiere: <u>Indagine geognostica integrativa</u>	Località: <u>Scarmagno (TO) - ex stabilimento Olivetti</u>	
Coordinate: <u>N=45°23'2.44" E=7°51'14.88"</u>	Accettazione n. 22001-28 - Certificato n. 22001-28/06 del 08/06/2022 - Commessa n. 22001-28		Eseguito il 30-31/05/2022

Prova n.	inizio prova prof. [m] da p.c.	N° colpi			note
		15 cm	30 cm	45 cm	
1	1.50	14	19	20	
2	3.00	25	31	32	
3	4.50	22	23	33	
4	6.00	20	21	29	
5	7.50	29	33	37	
6	9.00	25	25	30	
7	12.00	28	38	Rif.	Rifiuto alla penetrazione dopo 4 cm
8	15.00	29	33	34	
9	18.00	36	Rif.		Rifiuto alla penetrazione dopo 3 cm.
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

NOTE E OSSERVAZIONI:

Lo Sperimentatore
Dr. A. Cantù



Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Giorgio Sola



FOTOGRAFIE CASSETTE

Scarmagno (TO) – ex stabilimento Olivetti” - Sondaggio SI (L = 20.00 m a carotaggio)



Cassette 1-4 da 0.00 m a 20.00 m da p.c.

Scarmagno (TO) – ex stabilimento Olivetti” - Sondaggio S2 (L = 20.00 m a carotaggio)



Cassette 1-4 da 0.00 m a 20.00 m da p.c.

Scarmagno (TO) – ex stabilimento Olivetti - Sondaggio S3 (L = 20.00 m a carotaggio)

