



REGIONE DEL VENETO

REGIONE VENETO



COMUNE di PAESE



PROVINCIA di TREVISO

Proponente:

GREEN FACTORY**Green Factory S.r.l.**

Via Verizzo, 1030 - 31053 Pieve di Soligo (TV) Italia - Tel +39 0438 980098 - Fax +39 0438 89096

C.F. - P.IVA - R.I. (TV-BL) 05322150268 - REA TV 435802

PEC: greenfactory@pec.ascocert.it

Soggetta all'attività di direzione e coordinamento di Ascopiave S.p.A

Oggetto:

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO UNITARIO
"area Ex S.I.M.M.E.L."
scheda norma accordo n. 23
zto Fb-e / zto Fa

Progetto per convenzione urbanistica

Progetto esecutivo per titolo edilizio

**bergamoarchitetti**

arch. MATTIA e MORENO BERGAMO

COORDINAMENTO
PROGETTO
URBANISTICO - ATTUATIVO

ing. A. RUNFOLA

- rete energia elettrica
- rete telefonica e fibra
- rete gas metano
- rete illuminazione pubblica

Studio Tecnico
CONTE & PEGORER
 Ingegneria Civile e Ambientale

ing. R. PEGORER

- rete acque meteoriche
- rete acque nere
- rete acquedotto
- rete irrigazione

Titolo documento:

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

N.documento:

G

02.09.2024

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato

Firma:**Green Factory S.r.l.**

Scala

indicate

Rif.
Proposta/progetto

G8800G PUA

N. documento

Regione Veneto

Provincia di Treviso

Comune di PAESE

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED
ECONOMICA PER LA REALIZZAZIONE DI
STAZIONE DI RIFORNIMENTO A BASE DI
IDROGENO RINNOVABILE PER IL TRASPORTO
STRADALE SITO NEL COMUNE DI PAESE (TV)

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA E SISMICA

Data: Settembre 2023 Cod.: 1784/2

Committente

GREEN FACTORY



Green Factory S.r.l.

Via Verizzo, 1030 - 31053 Pieve di Soligo (TV) Italia - Tel +39 0438 980098 - Fax +39 0438 89096

C.F. - P.IVA - R.I. (TV-BL) 05322150268 - REA TV 435802

PEC: greenfactory@pec.ascocert.it

Soggetta all'attività di direzione e coordinamento di Ascopiave S.p.A

Studio Tecnico

CONTE & PEGORER

Ingegneria Civile e Ambientale

Via Siora Andriana del Vescovo, 7 – 31100 TREVISO

e-mail: contepegorer@gmail.com - Sito web: www.contepegorer.it

tel. 0422.30.10.20 r.a.



INDICE

1	PREMESSA	3
1.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
2	UBICAZIONE DELL'AREA IN ESAME	5
3	OPERA IN PROGETTO	8
4	MODELLO GEOLOGICO DEL SITO	9
4.1	PREMESSA	9
4.2	GEOLOGIA GENERALE	9
4.3	IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA	13
4.4	PIANO DELLE INDAGINI DI CAMPAGNA	15
4.5	IL SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO	15
4.5.1	<i>Analisi granulometrica</i>	19
4.6	PROVE PENETROMETRICHE STANDARD SPT	20
4.7	PROVE DI PERMEABILITÀ LE FRANC	22
4.8	ISTALLAZIONE DI PIEZOMETRO	24
4.9	LA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA (DPSH)	25
4.10	RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA DA PROVE DINAMICHE	29
5	MODELLO GEOTECNICO DEL SITO	35
5.1	VERIFICA NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI	36
5.2	VERIFICA NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO	39
6	MODELLAZIONE SISMICA	42
6.1	CATEGORIE DI SUOLO DI FONDAZIONE	42
6.2	DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA DI TERRENO	43
6.2.1	<i>MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves)</i>	43
6.3	CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	48
6.4	PARAMETRI SITO SPECIFICI	48
6.5	VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE	51
7	CONCLUSIONI	53

1 PREMESSA

Nel mese di dicembre 2022 è stata eseguita un'indagine geologica volta alla valutazione delle caratteristiche dell'area, sita in comune di Paese, tra via Bruxelles e via San Pio X, destinata alla realizzazione di un impianto di rifornimento idrogeno per mezzi pubblici.

L'indagine è consistita nell'esecuzione di due prove penetrometriche dinamiche spinte sino alla profondità massima di circa 4,6 m dal p.c..

Nel mese di settembre 2023 è stato attuato, in sito, un approfondimento di indagine dettagliato nell'area dove verranno edificati i fabbricati con fondazioni a platea e/o continue.

Durante questa fase sono stati realizzati:

- 1 sondaggio a carotaggio continuo, profondo 25 m,
- 2 prove dinamiche SPT in foro
- 1 prova di permeabilità in foro
- installazione di un piezometro
- 6 prove penetrometriche dinamiche continue DSPH
- 1 indagine sismica tipo MASW
- Analisi granulometriche di laboratorio

Lo scopo dell'indagine è la verifica analitica della consistenza e della natura del terreno di fondazione per la determinazione dei più significativi parametri geologici e geotecnici in relazione al progetto in esame.

L'interpretazione dei dati ricavati ha permesso di evidenziare le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dell'area campionata e di fornire le indicazioni necessarie alla progettazione delle più opportune opere di fondazione.

1.1 Normativa di riferimento

Il lavoro è stato condotto secondo quanto previsto dalla vigente normativa in materia. In particolare si è fatto riferimento a:

- D.M. 11/03/1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce";
- Ministero dei Lavori Pubblici - Circolare 9 Gennaio 1996, n. 218/24/3 Legge 2 febbraio 1974, n. 64. Decreto del Ministero dei lavori pubblici 11 marzo

1988. Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica

- A.G.I. (1977) "Raccomandazione sulla esecuzione e programmazione delle indagini geognostiche".
- Decreto del Presidente della Repubblica 5 Giugno 2001, n. 328 Regolamento attuativo dell'art. 1, comma 18 della legge 4/99 - Modifiche e integrazioni della disciplina dei requisiti per l'ammissione all'esame di Stato e delle relative prove delle professioni di dottore agronomo e dottore forestale, agrotecnico, architetto, assistente sociale, attuario, biologo, chimico, geologo, geometra, ingegnere, perito agrario, perito industriale, psicologo, nonché della disciplina del relativo ordinamento
- Ordinanza n. 3274 del 20/03/03 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".
- Decreto ministeriale (infrastrutture) 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".
- Decreto ministeriale (infrastrutture) 17 gennaio 2018 " Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni".
- Circolare esplicativa Circolare Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018. Gazzetta Ufficiale 11/2/2019, n. 35 - Suppl. ord. n. 5"

2 UBICAZIONE DELL'AREA IN ESAME

L'area indagata è sita nell'alta pianura trevigiana in comune di Paese, in Viale Bruxelles, laterale della SR 348 – Feltrina.

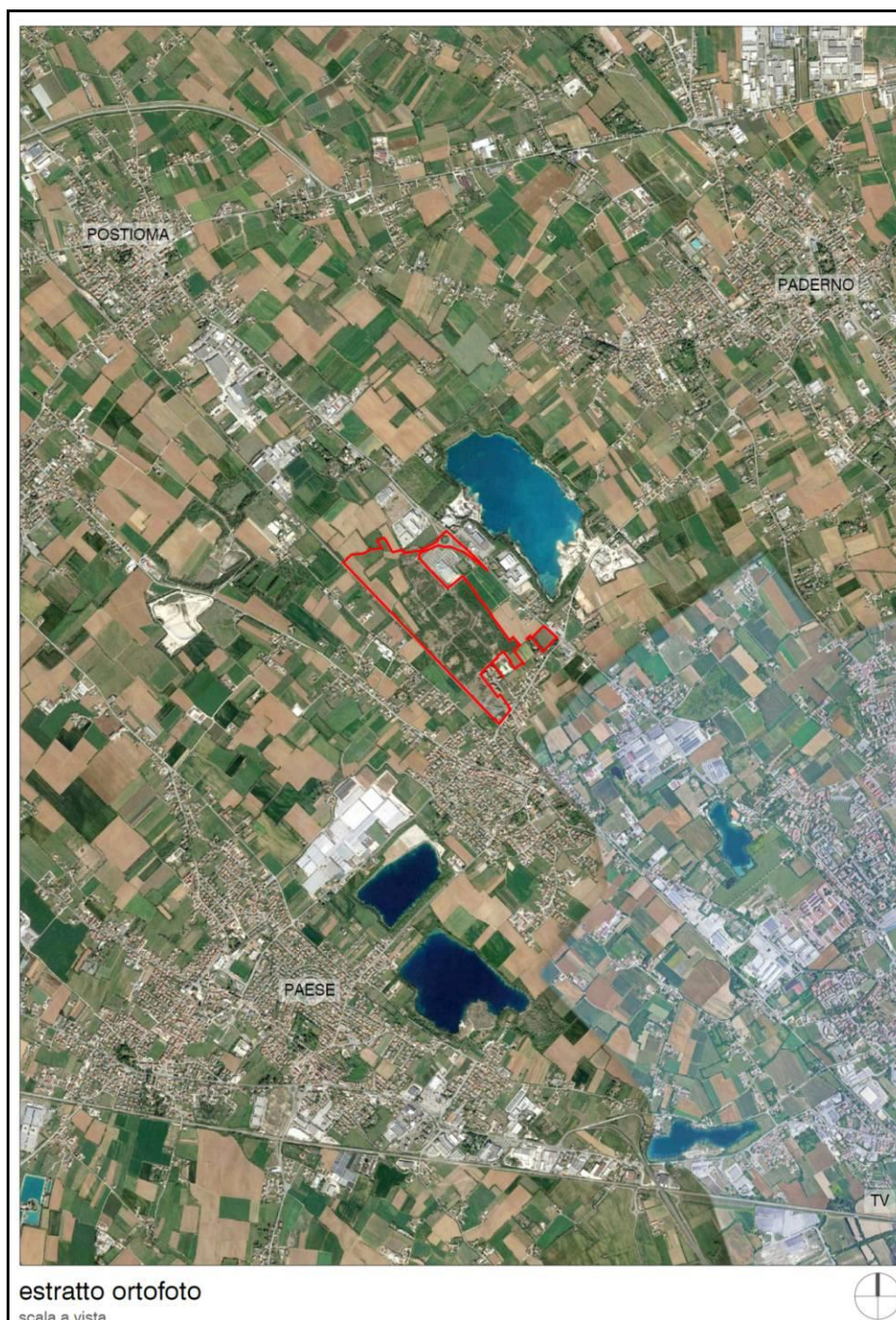


Figura 1: Ortofoto ad ampia scala

Di seguito la foto satellitare su base C.T.R. con individuata l'intera area oggetto di proposta di accordo ex art. 6 L.R. 11/2004 e l'ubicazione della nuova stazione di rifornimento idrogeno.

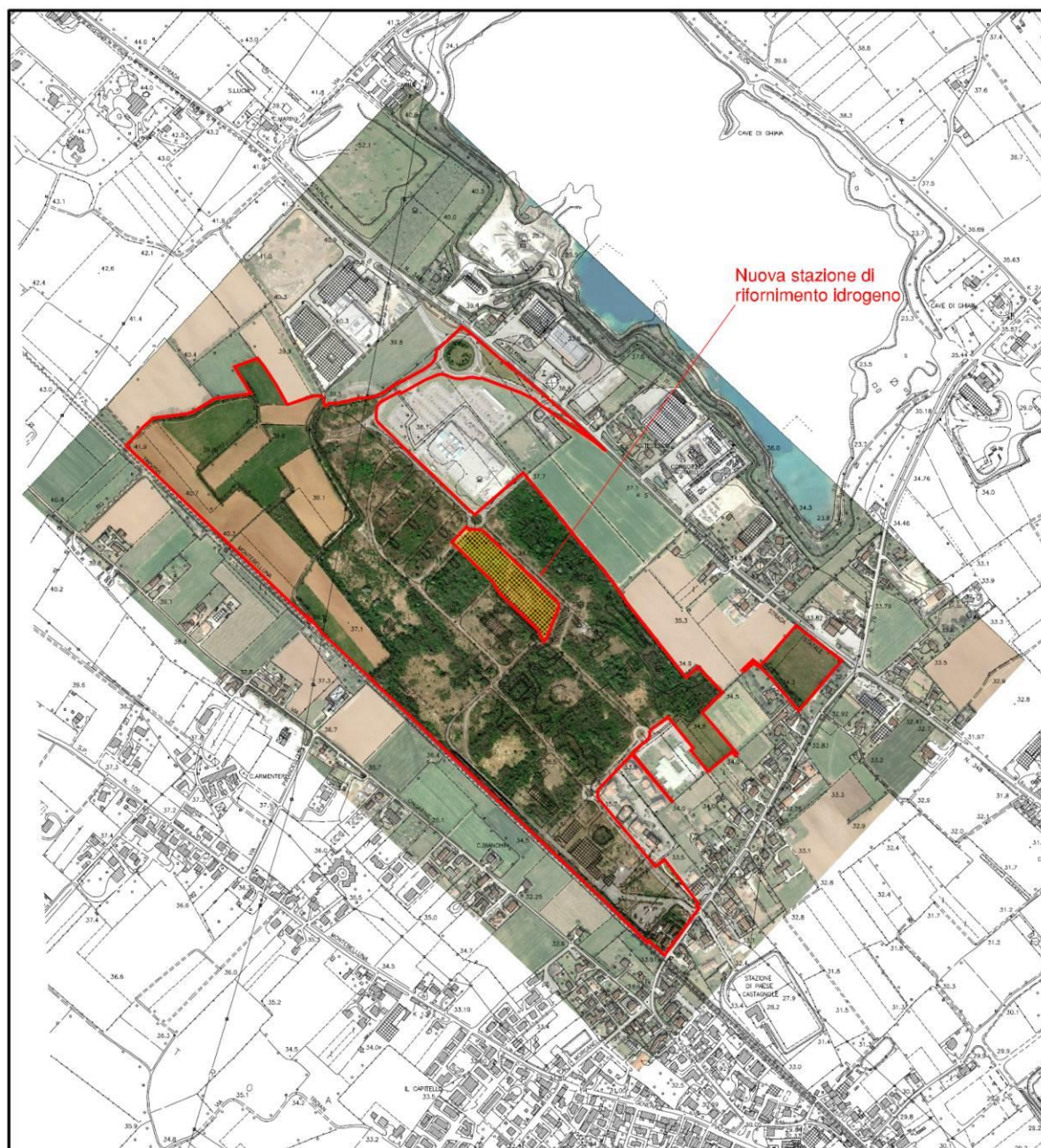


Figura 2: foto satellitare su C.T.R. con il sito d'intervento.

Il sito è catastalmente censito al comune di Paese ed è oggetto di un piano particellare, la stazione sorgerà sui mappali 472 e 353 del foglio 41.

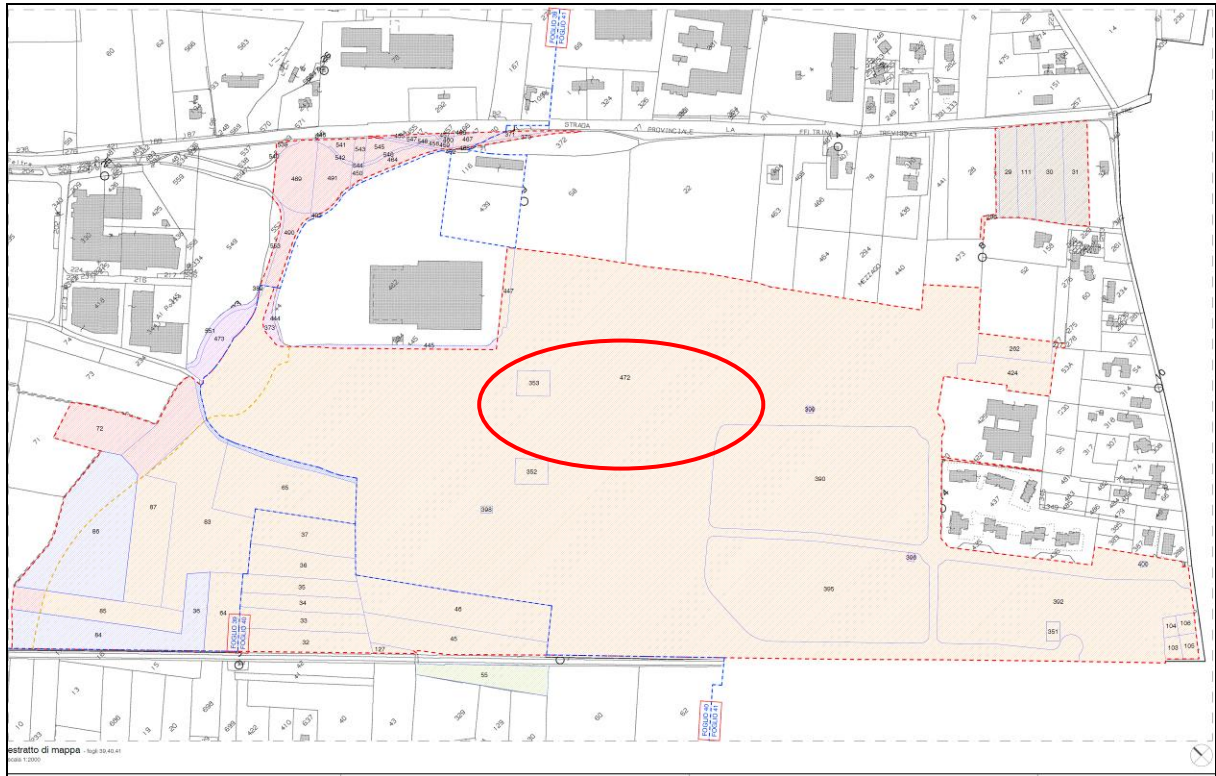


Figura 3 estratto catastale

3 OPERA IN PROGETTO

Il Progetto Idrogeno denominato “Green Factory SRH2” a Paese (TV) (parte del Progetto Globale del Gruppo Ascopiave denominato “Green Factory”, di cui SRH2 è una sezione specifica) ha l’obiettivo di realizzare una Hydrogen Valley con un nuovo impianto di produzione con solare fotovoltaico di potenza fino a 30 MW associato ad un impianto di produzione idrogeno con elettrolizzatore ed una nuova stazione di rifornimento, dedicata in particolare ad autobus del trasporto pubblico locale in collaborazione con MOM (Mobilità di Marca) che gestisce attualmente il trasporto pubblico locale nel territorio della provincia di Treviso, con linee extraurbane che raggiungono le principali città del Veneto (Padova, Vicenza, Belluno, Venezia).

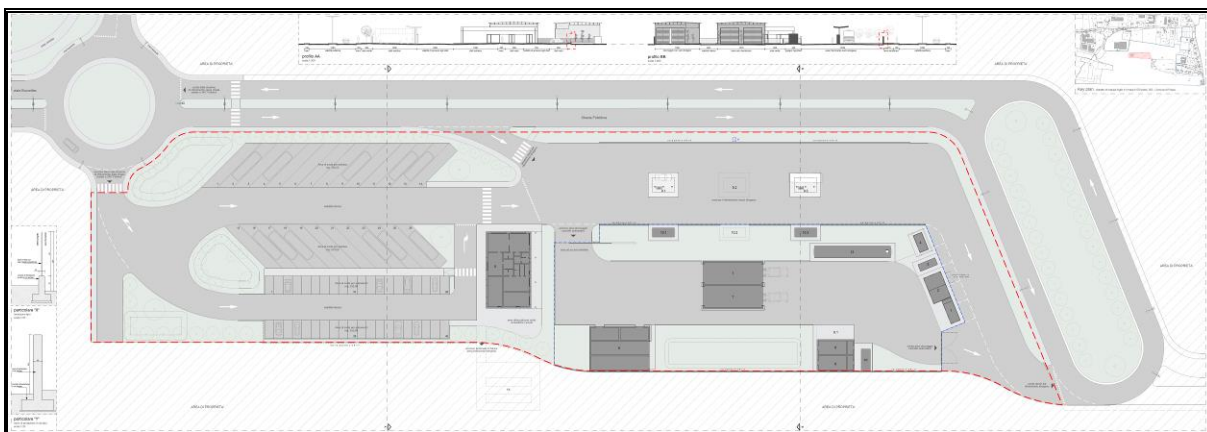


Figura 4 planimetria stato di progetto

4 MODELLO GEOLOGICO DEL SITO

4.1 Premessa

Il modello geologico del sito ricostruisce i caratteri stratigrafici e litologici strutturali ed idrogeologici del sito. Di seguito viene descritto quanto emerso dalle indagini specifiche eseguite in sito.

4.2 Geologia generale

Il suolo ed il sottosuolo dell'area presa in esame sono costituiti essenzialmente da depositi di origine alluvionale continentale molto recenti (Pleistocene ed Olocene).

I terreni presenti sono il risultato dell'azione deposizionale del fiume Piave.

La pianura trevigiana è suddivisa in due porzioni dalla cosiddetta "Fascia delle risorgive", che rappresenta un limite fisico e litologico; in particolare la porzione a nord della suddetta fascia viene denominata "Alta Pianura", quella a sud "Bassa Pianura".

- L'Alta Pianura si estende per una fascia larga mediamente una decina di chilometri ed è caratterizzata da un materasso alluvionale esteso dalla "fascia delle Risorgive" fino a ridosso dei rilievi prealpini e costituito quasi esclusivamente da ghiaie in matrice più o meno sabbiosa, per spessori di alcune centinaia di metri; intercalate a tali ghiaie si possono rinvenire delle sottili lenti sabbiose, talora limose, con potenza decimetrica. Nel sottosuolo è presente un acquifero unico, indifferenziato, di grande potenzialità, normalmente utilizzato per scopi idropotabili, alimentato dalle precipitazioni efficaci, dalla dispersione dei corsi d'acqua (in particolare del Piave), dal ruscellamento dei rilievi prealpini e dall'irrigazione.
- Nella Bassa Pianura le ghiaie vengono rapidamente sostituite da materiali fini a bassa o nulla permeabilità (argille e limi) alternati ad orizzonti sabbiosi, sabbioso-ghiaiosi. Tali orizzonti a più elevata permeabilità contengono normalmente delle falde in pressione ("falde artesiane" o "falde risalienti"), alimentate esclusivamente dal potente acquifero contenuto nell'Alta Pianura. Si genera quindi un sistema multistrato, con terreni acquiferi separati da potenti bancate di materiali argillosi. Si assiste quindi ad una venuta a giorno

della falda freatica in corrispondenza delle risorgive (che praticamente drenano completamente la falda freatica) ed alla conseguente formazione di una rilevante rete idrografica; contemporaneamente il monoacquifero dell'Alta Pianura comincia a differenziarsi in almeno 6 "falde confinate" profonde utilizzate per approvvigionamenti di varia natura. Non è più possibile invece sfruttare la falda freatica a scopi potabili in quanto, pur potendosi ancora localizzare in lenti di terreno prevalentemente sabbioso, vengono rapidamente a decadere i presupposti di permeabilità del mezzo e soprattutto la continuità e l'abbondanza dell'alimentazione. Inoltre, vista la superficialità della falda, la stessa è facilmente inquinabile e pertanto la qualità è generalmente scadente.

Il sito in esame ricade nelle porzioni meridionali dell'alta pianura, ed è caratterizzato dalla presenza di terreni ghiaioso-sabbiosi per spessori superiori ai 50 m.

Come deducibile dalla pubblicazione di A. Comel "Terreni agrari della provincia di Treviso" lo strato superficiale è formato da ghiaie di vecchia alluvione con scarsa alterazione o variamente commiste a sostanze terrose.

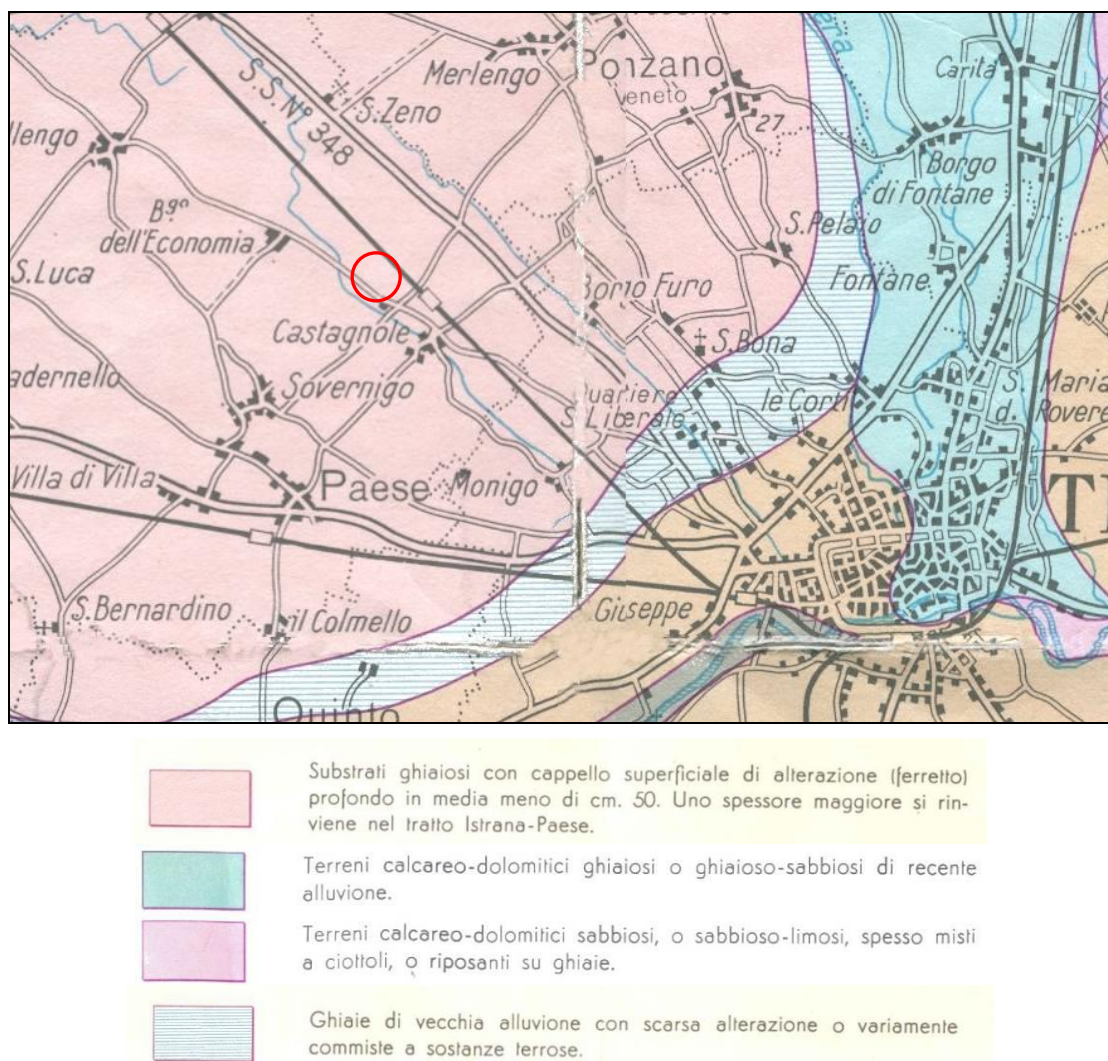


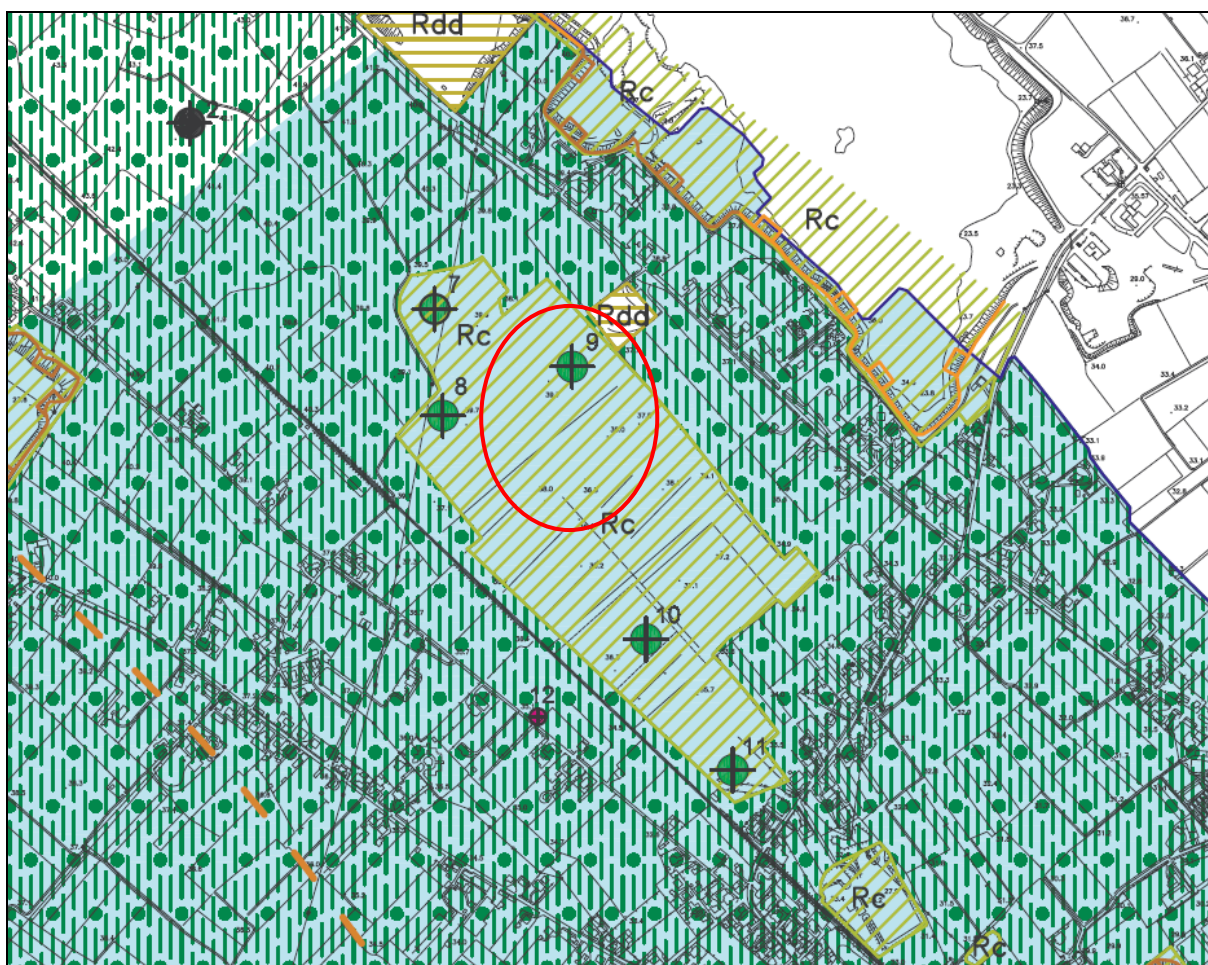
Figura 5 "Carta dei terreni agrari" . Comerio

Nello studio di Microzonazione sismica viene riportata la carta geologica tecnica:

Sul suolo presso il sito in esame si rileva uno strato superficiale di terreno di riporto

Il sottosuolo, presso il sito in esame, è costituito da depositi ghiaioso-sabbiosi con strato superficiale di alterazione (ferretto).

In profondità cominciano ad intercalarsi livelli argillosi che verso sud aumentano di spessore e frequenza.



- 1 Pozzo che ha raggiunto il substrato
- 5 Pozzo e/o sondaggio con piezometro che ha intercettato la falda e non ha raggiunto il substrato
- 3 Sondaggi che non hanno raggiunto il substrato
- 7 Ubicazione punti di misura HVSR (v.TAV.4)



	Materiali di riporto antropico di varia natura (vegetale, ghiaioso, sabbioso, limoso, ecc.), in area di cava, aree depresse in pianura alluvionale, aree bonificate e/o con bonifica in atto.	spessore variabile
	Materiali granulari fluvio-glaciali antichi prevalentemente ghiaiosi in matrice sabbiosa, da moderatamente addensati a sciolti.	



	Materiali granulari fluvio-glaciali antichi prevalentemente ghiaiosi in matrice sabbiosa, da moderatamente addensati a sciolti. Talvolta sono presenti livelli conglomeratici e limoso-argillosi, quest'ultimi di modesto spessore (massimo 1-2 metri sino a circa 45 metri di profondità, v. stratigrafie allegate). Nel territorio comunale lo spessore di questi materiali varia da 0 a circa 140-250 metri.	da 0 a circa 140 - 250 metri dal p.s.
--	---	---------------------------------------

Figura 6 estratto carta geologica tecnica dello studio di Microzonazione sismica di Paese

4.3 Idrografia ed idrogeologia

L'idrografia naturale è pressoché assente a causa dell'elevata permeabilità dei terreni, vi sono diversi laghi di cava risultato dell'estrazione sottofalda.

Dal punto di vista idrogeologico l'area in esame è posta nella zona di ricarica dell'acquifero, che pertanto risulta in loco complessivamente indifferenziato o al massimo caratterizzato da parziali suddivisioni dovute ad orizzonti di ghiaie più cementate, a ridotta permeabilità.

Dei sopraccitati depositi alluvionali non è ben nota la profondità del letto, che potrebbe risultare di parecchie decine se non centinaia di metri.

Nel complesso si tratta di termini piuttosto permeabili (ghiaie e ghiaie sabbiose);

I valori di permeabilità delle ghiaie variano da $k=10 \text{ E-1 cm/sec}$ a $k=10 \text{ E-3 cm/sec}$, con una porosità efficace del 20%.

4.4 Piano delle indagini di campagna

Per conoscere le caratteristiche dei terreni indagati, è stata eseguita una ricerca bibliografica volta a raccogliere tutti i dati disponibili sull'area in oggetto.

Il progetto consiste nella realizzazione di una stazione di rifornimento per idrogeno.

E' stato concordato con il progettista di realizzare prove penetrometriche dinamiche spinte sino alla profondità massima raggiungibile in base alla densità dei terreni pari a 4,5 metri, un sondaggio a carotaggio continuo con prove SPT, prove Lefranc e prelievo di campioni da avviare al laboratorio geotecnico. E' stata inoltre eseguita una indagine sismica.

4.5 Il sondaggio a carotaggio continuo

Presso il sito è stato realizzato un sondaggio a carotaggio continuo. Le carote di terreno estratte sono state deposte in cassette catalogatrici.

La stratigrafia derivata è la seguente:

- Da 0,0 a 1,8 m da p.c. Ghiaia poligenica eterometrica da sub-spigolosa a sub-arrotondata con limo argilloso marrone-nocciola.
- Da 1,8 a 15 m da p.c. Ghiaia poligenica eterometrica sub-arrotondata con sabbia limosa color nocciola. Rari ciottoli con diametro massimo 9 cm. A 2.80-3.00 m livello di ghiaia con limo argilloso marrone scuro.
- Da 15 m a 25 m da p.c. Ghiaia sub-arrotondata e ben classata con sabbia limosa color nocciola. Satura. Si intercalano livelli in matrice limosa deb. argillosa a 16.0-16.2, 19.8-20.0, 22.5-22.6.

Le foto che seguono sono relative alle cassette catalogatrici



Figura 8 posizionamento sonda



Figura 9 primi 5 metri di carotaggio continuo



Figura 10 da 5 a 10 metri di carotaggio continuo



Figura 11 da 10 a 15 metri di carotaggio continuo



Figura 12 da 15 a 20 metri di carotaggio continuo



Figura 13 da 20 a 25 metri di carotaggio continuo

4.5.1 ANALISI GRANULOMETRICA

Dal sondaggio sono stati prelevati due campioni di ghiaia, uno a 3 m ed uno a 6 m di profondità.

Le analisi granulometriche condotte sui campioni rimaneggiati hanno dato i seguenti risultati:

**GE Ground Engineering S.r.l.**

Sede legale: Via Villa, 5/c – 30010 Campolongo Maggiore (VE)

Sede operativa: Via Spagna, 6 – 35010 Vigonza (PD)

Tel: 049 9703506 e-mail: info@ground-eng.com

Certificato n°	375-23	Classificazione geotecnica visiva campione rimaneggiato			
Committente	Studio Tecnico Conte Pegorer		Cantiere	Paese (TV)	
Sondaggio	S1	Campione	CR1	Profondità (m)	3,00 - 3,50
Data arrivo campione	05/09/2023	Data esecuzione prova:		22/09/2023	

Classificazione geotecnica: Ghiaia con sabbia debolmente limoso-argillosa

**GE Ground Engineering S.r.l.**

Sede legale: Via Villa, 5/c – 30010 Campolongo Maggiore (VE)

Sede operativa: Via Spagna, 6 – 35010 Vigonza (PD)

Tel: 049 9703506 e-mail: info@ground-eng.com

Certificato n°	377-23	Classificazione geotecnica visiva campione rimaneggiato			
Committente	Studio Tecnico Conte Pegorer		Cantiere	Paese (TV)	
Sondaggio	S1	Campione	CR2	Profondità (m)	6,00 - 6,50
Data arrivo campione	05/09/2023	Data esecuzione prova:		22/09/2023	

Classificazione geotecnica: Ghiaia sabbiosa

4.6 Prove penetrometriche standard SPT

La prova penetrometrica S.P.T. (Standard Penetration Test) è un tipo particolare di prova penetrometrica che misura il numero di colpi necessario per infiggere il campionatore standard per la profondità di 30 cm (1 piede), battendo con un maglio del peso fisso di 63,5 kg con un'altezza di caduta pari a 76,2 cm. La prova viene eseguita sul fondo del foro di sondaggio infiggendo il campionatore per 45 cm e considerando solo il numero di colpi relativo all'ultimo tratto di infissione di 30 cm.

Si tratta quindi di una prova empirica standardizzata che, attraverso tabelle e diagrammi elaborati da studiosi americani, permette una correlazione tra risultati della prova e caratteristiche del terreno e carico ammissibile.

Durante la perforazioni sono state eseguite n. 2 prove SPT in foro. L'attrezzatura impiegata, in accordo alle Raccomandazioni AGI, è costituita da un maglio del peso

di 63,5 kg, predisposto per la caduta da un'altezza di 0,76 m. Le aste di collegamento del maglio alla punta terminale hanno un peso proprio pari a 7,2 kg/m.

L'esecuzione della prova è avvenuta secondo le seguenti modalità:

- perforazione a carotaggio;
- estrazione della batteria di perforazione;
- stabilizzazione delle pareti del foro con tubi di rivestimento metallico, con arresto della corona ad una quota superiore di circa 10 cm rispetto a quella prevista, di inizio prova;
- discesa nel foro della batteria di aste con punta
- controllo della quota di arresto della batteria di prova
- identificazione di 3 tratti contigui, di 15 cm ciascuno, lungo la porzione di batteria sporgente in superficie;
- collegamento del dispositivo di percussione (maglio) alla batteria di prova;
- inizio della prova vera e propria: il campionatore viene infisso nel terreno per mezzo di colpi impressi con la massa battente, ad un ritmo di percussione prossimo a 25 colpi al minuto. I colpi vengono contati in successione, avendo cura di separare il numero di colpi necessari per l'avanzamento del campionatore per i tre tratti consecutivi di 15 cm.

Le prove sono state effettuate nel sondaggio alle seguenti profondità con i relativi risultati:

Tabella 1 Risultati delle prove SPT in S1

	<i>Profondità di esecuzione (m da p.c.)</i>	<i>N° di colpi per l'infissione dei primi 15 cm</i>	<i>N° di colpi per l'infissione degli ultimi due tratti da 15 cm</i>	<i>N° di colpi risultante dalla somma precedente (da usare per le correlazioni)</i>
S1	3,00	10	13+ 15	28
	6,00	18	27+ 34	>50

Tabella 2 Risultati delle prove SPT in S1

*n.b con il termine rifiuto si intende che non è più apprezzabile un avanzamento della punta con l'aumentare del nr. di colpi.

Nella tabella sottostante vengono riportate le correlazioni tra numero di colpi necessario per l'infissione dell'ultimo tratto di 30 cm (piede) ed angolo di attrito.

Tabella 3 Tabella di correlazione N° colpi da SPT/angolo di attrito per terreni incoerenti

<i>Terreno</i>	<i>Penetrometro standard N° di colpi per piede</i>	<i>Angolo di attrito</i>
<i>Molto sciolto</i>	<i><4</i>	<i><30°</i>
<i>Sciolto</i>	<i>4 – 10</i>	<i>30° - 35°</i>
<i>Compatto</i>	<i>10 – 30</i>	<i>35° - 40°</i>
<i>Denso</i>	<i>30 – 50</i>	<i>40° - 45°</i>
<i>Molto denso</i>	<i>>50</i>	<i>>45°</i>

Dalle prove effettuate risulta quindi che gli strati ghiaiosi in corrispondenza del sondaggio S1 hanno un grado di addensamento "COMPATTO" con angolo di attrito compreso tra 35 e 40° a 3 m da p.c. e MOLTO DENSO con angolo di attrito >45° a 6 m di profondità .

4.7 Prove di permeabilità Le Franc

Per valutare la permeabilità dei terreni sondati è stata effettuata una prova di permeabilità in foro tipo "Le Franc" alla profondità di 18 m da p.c. Si tratta di prove che vengono effettuate all'interno del foro di sondaggio rivestito fino ad una certa profondità da bocca pozzo, lasciando un tratto di prova libero ed introducendo in foro acqua, si misura poi la portata d'acqua necessaria a mantenere costante il livello nel pozzo.

	PROVA DI PERMEABILITA' "LEFRANC" secondo Raccomandazioni AGI (1977) PROVA PER IMMISSIONE A CARICO COSTANTE	COMM. 365/23 PAG: 1 DI 1
---	--	-----------------------------

Rev.	DATA	CERTIFICATO	DIRETTORE
0		cerifS1-1cm365/23	Geol. Basilio Zanninello

COMMITTENTE: GREEN FACTORY

CANTIERE PAESE

SONDAGGIO: S1 DATA DI ESECUZIONE: 30/08/2023

PROVA N°: 1 RESPONSABILE: -

TRATTO IN PROVA	m da p.c. da	17,80 a 18,00
TEMPO DI PROVA	minuti	10
PROFONDITA' FONDO FORO	m da p.c.	-18,00
PROFONDITA' RIVESTIMENTO	m da p.c.	-17,80
ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO	m da p.c.	0,85
LIVELLO DELLA FALDA	m da p.c.	15,20
LUNGHEZZA TASCA	L m	0,20
DIAMETRO TASCA	D m	0,127
COEFFICIENTE DI FORMA	C	0,945
AREA DI BASE TASCA	A m2	0,013



PORTATA MANTENUTA COSTANTE	100	Litri/minuto
LIVELLO MANTENUTO COSTANTE	3,250	m da livello falda

$$K = Q/C \cdot H$$

K = coefficiente di permeabilità in metri al secondo

Q = portata a regime in metri cubi al secondo

C = coefficiente di forma

H = carico idraulico a regime in m dal livello della falda

LITOLOGIA TRATTO IN PROVA: Ghiaia con sabbia

PERMEABILITA' CALCOLATA K 5,43E-04 m/sec

Il valore di permeabilità pari a $5,43 \cdot 10^{-4}$ m/sec è caratteristico delle ghiaie sabbiose. I valori riscontrati permettono un buon drenaggio.

k cm/sec	10 ²	10 ¹	1	10	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
drenaggio	buono							povero			praticamente impermeabile		
	ghiaia pulita		sabbia pulita e miscele di sabbia e ghiaia pulita				sabbia fina, limi organici e inorganici, miscele di sabbia, limo e argilla, depositi di argilla stratificati			terreni impermeabili, argille omogenee sotto la zona alterata dagli agenti atmosferici			
							terreni impermeabili modificati dagli effetti della vegetazione e del tempo						

Figura 14 Valori indicativi del coefficiente di permeabilità K per vari terreni. (da Elementi di geotecnica. P.Colombo)

4.8 Installazione di piezometro

All'interno del sondaggio è stato installato un tubo piezometrico in PVC con diametro di 2 pollici filtrato tra -12 e -20 m da p.c..

L'intercapedine, nel tratto cieco, è stata colmata con bentonite in pellets mentre il tratto filtrante è protetto da filtro in ghiaino siliceo lavato e calibrato.

Il tubo fuoriesce dal terreno per 90 cm.

In data 30 agosto il livello della falda si poneva in data a 15,2 m da p.c., pari a 16,10 m da bocca pozzo.

Successivamente sono state effettuate altre 3 misure:

	Misura da bocca pozzo (m da b.p)	Misura da piano campagna (m da p.c.)
30/08/23	16.10	15.20
07/09/23	16.13	15.23
18/09/23	16.18	15.28
25/08/23	16.24	15.34



Figura 15 piezometro

4.9 La prova penetrometrica dinamica (DPSH)

La prova penetrometrica dinamica è particolarmente utile in terreni granulari sabbiosi o coesivi addensati, dove è difficile prelevare campioni e dove il penetrometro statico potrebbe rimanere bloccato, come ad esempio in coltri alluvionali resistenti.

I risultati sono attendibili per ridotte profondità, al massimo 20 m.

L'infissione del penetrometro a punta conica avviene con un maglio di determinato peso Q , da determinata altezza H e si contano i colpi N necessari a produrre un determinato affondamento.

In base al bilancio energetico si può ricavare la forza di penetrazione:

$$F = Q^2 H / (e + e_1) (Q + P)$$

Dove:

e è il rifiuto, e_1 è l'accorciamento elastico delle aste di peso P .

Tanto più numerosi sono i colpi richiesti per l'affondamento standard tanto maggiore è la resistenza dello strato, si riscontra inoltre una buona variazione di resistenza incontrando una falda d'acqua.

La prova penetrometrica più antica è lo Standard Penetration Test, eseguita con il campionatore standard infisso con un maglio di 63,5 kg e con un'altezza di caduta di 76,2 cm. Durante questo tipo di prova si registra il numero di colpi necessario per infiggere il campionatore negli ultimi 30 cm di 45 cm totali.

Empiricamente è poi possibile correlare il numero di colpi con le caratteristiche del terreno e con il carico ammissibile per fondazioni di varie dimensioni.

Nella tabella sottostante vengono riportate le relazioni tra densità relativa resistenza alla penetrazione statica e dinamica ed angolo di attrito per i terreni incoerenti.

	Densità relativa	SPT n.colpi	CPT Kg/cm ²	Angolo di attrito (φ)
Sabbia molto sciolta	<0,2	<4	<20	<30°
Sabbia sciolta	0,2-0,4	4-10	20-40	30°-35°
Sabbia compatta ghiaiosa	0,4-0,6	10-30	40-120	35°-40°
Sabbia densa ghiaiosa	0,6-0,8	30-50	120-200	40°-45°
Ghiaia	>0,8	>50	>200	>45°

Nel nostro caso è stata effettuata una tipologia differente di prove dinamiche denominate DPSH eseguite con penetrometro che infiggeva una punta conica, misurando il numero di colpi necessario per un abbassamento di 20.

Il sistema è caratterizzato da:

- peso massa battente di 63,5kg
- altezza caduta libera di 750 mm
- area della punta conica di 20 cm²
- angolo di apertura della punta di 60°

Il rendimento medio calcolato (73%) consente di normalizzare il valore di N_{20} , (n° colpi DPSH) con i dati di altre prove in sito e principalmente di N_{SPT} (n° di colpi da prova SPT), per semplificare le correlazioni.

L'efficienza del penetrometro DPSH è stata misurata in siti di differenti caratteristiche e queste esperienze hanno evidenziato che il rapporto tra N_{SPT} ed N_{20} , normalizzato al 60% di rendimento, varia tra 1,5 per i terreni sabbioso ghiaiosi, ed aumenta con l'aumentare della frazione fine raggiungendo valori superiori a 4 nei terreni argillosi non saturi.

4.9.1.1 Valutazioni statistiche - correlazioni n / n_{spt}

Il sottosuolo indagato viene suddiviso in strati.

Previa definizione della profondità di ciascuno strato, il programma effettua (con riferimento al numero di colpi N) una serie di elaborazioni statistiche dei dati in memoria, valutando:

Valore minimo m , massimo Max , media M , scarto quadratico medio s , valore medio/minimo $(M+m)^{1/2}$ media-scarto quadratico medio $(M-s)$

Ciò considerato, si potrà adottare il valore caratteristico VCA per N più adatto, a seconda delle esigenze, impostando uno dei valori elaborati sopracitati o un valore a scelta, in questo caso si è scelta la Media M .

4.9.1.2 Valutazione resistenza dinamica e coefficiente di energia

La resistenza alla punta dinamica R_{pd} viene comunemente valutata in base alla formula Olandese :

$R_{pd} = (M^2 H) / [A e (M + P)]$ ove :

$N = n.$ colpi per avanzamento δ R_{pd} = resist.dinam.punta [area A] M = massa battente [altezza caduta H]

e = avanzamento per colpo = δ / N P = peso tot. sistema battuta e aste ,

ovvero in base alla formula semplificata :

$R_{pd}' = (M H) / (A e) = (M H) N / (A \delta) = Q N$,

ove : $Q = (M H) / (A \delta)$ = energia specifica teorica per colpo .

Ciò considerato, volendo riferire la prova in esame (N, Q) alla prova SPT (N_{spt}, Q_{spt}),

dall 'uguaglianza dei valori di resistenza dinamica relativi alle due prove, si ricava teoricamente :

$$R_{pd} = Q N = Q_{spt} N_{spt} \Rightarrow N_{spt} = N [Q/Q_{spt}] = \beta_t N ,$$

ove il rapporto $\beta_t = Q/Q_{spt}$ viene definito coefficiente teorico di energia della prova in esame, relativamente alla prova SPT ($Q_{spt} = 7.83 \text{ kg/cm}^2 = 0.768 \text{ MPa}$) per $M = 63.5 \text{ kg}$, $H = 0.75 \text{ m}$, $D = 50.8 \text{ mm}$, $A = 20.27 \text{ cm}^2$, $d = 0.30 \text{ m}$) .

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al valore del numero dei colpi SPT equivalente prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi:

$N_{spt} \rightarrow Dr$ DENSITA' RELATIVA (Terreni granulari) - TERZAGHI & PECK (1948-1967)

$N_{spt} \rightarrow \phi'$ ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE (Terreni granulari) - PECK-HANSON-THORBURN (1953-1974)

$N_{spt} \rightarrow E'$ MODULO DI DEFORMAZIONE DRENATO (Terreni granulari) - D'APPOLONIA e altri (1970)

$N_{spt} \rightarrow Cu$ COESIONE NON DRENATA (Terreni coesivi) - TERZAGHI & PECK (1948-1967)

$N_{spt} \rightarrow \gamma$ PESO DI VOLUME

TERRENI GRANULARI (Terzaghi-Peck 1948/1967) [$e_{max} = 1$ e $e_{min} = 1/3$ $G = 2.65$]

TERRENI COESIVI (Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967) [$p_{specifico} G = 2.70$]

$R_{pd} \rightarrow Q_d$ CAPACITA' PORTANTE DINAMICA Herminier, Tchong & Lebegue(1965)

F.L. = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)

(g = accelerazione gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (A_{max}/g)]

V_s = velocità di propagazione delle onde sismiche (Iyisan 1996)

4.10 Ricostruzione stratigrafica da prove dinamiche

Dall'interpretazione delle prove penetrometriche si è tratta la seguente stratigrafia:

DPSH1 (quota piano campagna)

Da 0,0 a 0,4 m da p.c. terreno granulare/coesivo poco addensato con numero medio di colpi Nspt pari a 11.

Da 0,4 m a 1,0 m da p.c. terreno coesivo limoso con ghiaia poco compatto con numero medio di colpi Nspt pari a 6.

Da 1,0 a 2,6 m da p.c. terreno granulare/coesivo ghiaioso limoso mediamente addensato con numero medio di colpi Nspt pari a 24.

Da 2,6 a 4,2 m da p.c. terreno granulare ghiaioso con sabbia addensata con numero medio di colpi Nspt pari a 46.

Da 4,2 a 6,0 m da p.c. terreno granulare ghiaioso con sabbia molto addensata con numero medio di colpi Nspt pari a 72.



Foto 1 esecuzione della prova 1

DPSH2 (quota rilevato + 1 m)

Da 0,0 a 1,2 m da p.c. terreno di riporto granulare/coesivo ghiaia e limo poco addensato con numero medio di colpi Nspt pari a 8.

Da 1,2 m a 2,6 m da p.c. terreno granulare/coesivo ghiaioso limoso mediamente addensato con numero medio di colpi Nspt pari a 22.

Da 2,6 a 5,6 m da p.c. terreno granulare ghiaioso con sabbia addensata con numero medio di colpi Nspt pari a 44.

Da 5,6 a 6,2 m da p.c. terreno granulare ghiaioso con sabbia molto addensata con numero medio di colpi Nspt pari a 75.



Foto 2 esecuzione della prova 2

DPSH3 (quota rilevato + 0,5 m)

Da 0,0 a 0,4 m da p.c. terreno di riporto granulare/coesivo ghiaia e limo poco addensato con numero medio di colpi Nspt pari a 5.

Da 0,4 m a 1,6 m da p.c. terreno granulare/coesivo ghiaioso con sabbia limosa poco addensato con numero medio di colpi Nspt pari a 11.

Da 1,6 a 4,2 m da p.c. terreno granulare ghiaioso limoso sabbioso addensato con numero medio di colpi Nspt pari a 31.

Da 4,2 a 5,0 m da p.c. terreno granulare ghiaioso con sabbia molto addensata con numero medio di colpi Nspt pari a 69.



Foto 3 esecuzione della prova 3

DPSH4 (quota rilevato + 0,5 m)

Da 0,0 a 0,4 m da p.c. terreno di riporto granulare ghiaia sabbiosa mediamente addensata con numero medio di colpi Nspt pari a 20.

Da 0,4 m a 1,6 m da p.c. terreno granulare/coesivo ghiaioso con sabbia limosa poco addensata con numero medio di colpi Nspt pari a 13.

Da 1,6 a 5,0 m da p.c. terreno granulare ghiaioso con sabbia addensata con numero medio di colpi Nspt pari a 38.

Da 4,2 a 5,0 m da p.c. terreno granulare ghiaioso con sabbia molto addensata con numero medio di colpi Nspt pari a 77.



Foto 4 esecuzione della prova 4

DPSH5 (quota rilevato + 0,8 m)

Da 0,0 a 0,8 m da p.c. terreno di riporto coesivo limoso sabbioso con ghiaia poco addensata con numero medio di colpi Nspt pari a 9.

Da 0,8 m a 2,6 m da p.c. terreno granulare/coesivo ghiaioso limoso mediamente addensato con numero medio di colpi Nspt pari a 19.

Da 2,6 a 5,2 m da p.c. terreno granulare ghiaioso con sabbia addensata con numero medio di colpi Nspt pari a 45.

Da 5,2 a 5,8 m da p.c. terreno granulare ghiaioso con sabbia molto addensata con numero medio di colpi Nspt pari a 78.



Foto 5 esecuzione della prova 5

DPSH6 (quota rilevato + 0,6 m)

Da 0,0 a 0,6 m da p.c. terreno di riporto coesivo limoso sabbioso con ghiaia poco addensato con numero medio di colpi Nspt pari a 5.

Da 0,8 m a 1,6 m da p.c. terreno granulare/coesivo ghiaioso con sabbia limosa poco addensata con numero medio di colpi Nspt pari a 12.

Da 1,6 a 3,0 m da p.c. terreno granulare ghiaioso limoso mediamente addensato con numero medio di colpi Nspt pari a 24.

Da 3,0 a 5,6 m da p.c. terreno granulare ghiaioso con sabbia mediamente addensata con numero medio di colpi Nspt pari a 47.

Da 5,6 a 6,0 m da p.c. terreno granulare ghiaioso con sabbia molto addensata con numero medio di colpi Nspt pari a 79.



Foto 6 esecuzione della prova 6

5 MODELLO GEOTECNICO DEL SITO

Dalla rielaborazione delle prove effettuate (vedi allegati), si possono dedurre i parametri geotecnici caratteristici degli strati descritti a:

Per lo strato di terreno di riporto granulare presente nelle Prove 1 e Prova 4, tra 0,0 e 0,4 m da p.c., si possono assumere i seguenti parametri:

peso di volume (γ) 1,9 t/m³; angolo d'attrito (ϕ) 30°, densità relativa 40%, modulo di deformazione 335 kg/cm²

In tutte le prove:

Tra 0-0,4 e 1,0-1,6 m si rileva un terreno di riporto limoso sabbioso con ghiaia e ghiaioso con limo poco compatto con caratteristiche geotecniche mediocri.

Per questo strato si possono assumere i seguenti parametri:

peso di volume (γ) 1,9 t/m³; coesione (c_u) 0,46 kg/cm², Modulo di deformazione 55 Kg/cm²

Da 1,0-1,6 m a 2,6-3,0 m da p.c. si ha terreno ghiaioso limoso con discrete caratteristiche geotecniche.

Per questo strato si possono assumere i seguenti parametri:

peso di volume (γ) 2,0 t/m³; angolo d'attrito (ϕ) 34°, densità relativa 55%, modulo di deformazione 300 kg/cm²

Da 2,6-3,0 a 4,0-5,0 m da p.c. terreno ghiaioso con sabbia con buone caratteristiche geotecniche.

Per questo strato si possono assumere i seguenti parametri:

peso di volume (γ) 2,1 t/m³; angolo d'attrito (ϕ) 40°, densità relativa 80%, modulo di deformazione 490 kg/cm²

Da 4,0-5,0 a 5,0-6,0 m da p.c. terreno ghiaioso sabbioso addensato con ottime caratteristiche geotecniche

Per questo strato si possono assumere i seguenti parametri:

peso di volume (γ) 2,2 t/m³; angolo d'attrito (ϕ) 44°, densità relativa 94%, modulo di deformazione 760 kg/cm²

5.1 Verifica nei confronti degli stati limite ultimi

Di seguito viene valutato il carico limite ultimo in condizioni statiche e dinamiche dei terreni nel caso di fondazioni superficiali.

Il carico è stato calcolato con il metodo proposto da Brinch-Hansen (1970-74). Questo metodo rappresenta un'estensione dell'equazione di Buisman (1935) e Terzaghi (1943) ottenuta dalla sovrapposizione di soluzioni relative a meccanismi diversi.

$$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot S_c \cdot D_c \cdot I_c \cdot G_c \cdot b_c + \gamma \cdot D \cdot N_q \cdot S_q \cdot D_q \cdot I_q \cdot G_q \cdot B_q + \frac{1}{2} \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot D_\gamma \cdot I_\gamma \cdot G_\gamma \cdot B_\gamma$$

Inoltre consente di calcolare q_{lim} anche in caso di carico applicato eccentricamente.

In caso di carico eccentrico si usano B' ed L' al posto di B ed L :

$B' = B - 2 \cdot e_x$; $L' = L - 2 \cdot e_y$. (con e_x eccentricità della base e e_y eccentricità della lunghezza)

$$A_f = B' \cdot L'$$

La verifica di capacità portante è stata condotta per gli stati limite ultimi (SLU) di tipo geotecnico, applicando l'approccio 2 con la combinazione M1+R3 come stabilito dalle NTC 2018 per fondazioni superficiali nel caso di carico limite. In questo caso il γ_R da considerare è pari a 2,3.

Lo stesso calcolo è stato condotto anche in condizioni sismiche introducendo i parametri sismici locali più avanti elencati.

PROVE PENETROMETRICHE MECCANICHE CAPACITA' PORTANTE				DIN	
				riferimento	GreenFAscoP
Committente: Green Factory e Ascopiave				U.M.: kg/cm²	Data esec.: 05/09/2023
Cantiere: Nuova stazione ad idrogeno				Pagina: 1	Data certificato: 25/09/2023
Località: Paese via Bruxelles e via San Pio X				Elaborato:	Falda:
[1] Approccio 2					
· Tipo verifica: NON DRENATA		· Fondazione: TRAVE		· Falda: 0,00 m	
· Coesione: (cuk)	0,46 kg/cm²	· Larghezza: (B)	1,00 m	· Peso secco: (Gs)	1,85 t/m³
· Coef.parz.: (γ _{cu})	1,00	· Lunghezza: (L)	continua	· Peso saturo: (Gw)	0,00 t/m³
· Coesione: (cud)	0,46 kg/cm²	· Piano posa: (D)	-1,00 m	· Resistenza: (R)	3,31 kg/cm²
				· Coef.parz.: (γ _r)	2,30
				· Resis.prog.: (Rd)	1,44 kg/cm²

· Resistenza ammissibile :					
1,44 kg/cm²					
[2] Approccio 2					
· Tipo verifica: NON DRENATA		· Fondazione: TRAVE		· Falda: 0,00 m	
· Coesione: (cuk)	0,46 kg/cm²	· Larghezza: (B)	1,00 m	· Peso secco: (Gs)	1,85 t/m³
· Coef.parz.: (γ _{cu})	1,00	· Lunghezza: (L)	continua	· Peso saturo: (Gw)	0,00 t/m³
· Coesione: (cud)	0,46 kg/cm²	· Piano posa: (D)	-1,00 m	· Resistenza: (R)	3,26 kg/cm²
				· Coef.parz.: (γ _r)	2,30
				· Resis.prog.: (Rd)	1,42 kg/cm²

· Forze inerziali					
· Acc. max sito (ag)	0,167 g	· Fatt. amplif (Fo)	2,440	· Tempo cost. (Tc)	0,326 sec
· Ampl.strat. (Ss)	1,200 g	· Ampl.strat. (Cc)	1,376	· Ampl.topog. (St)	1,200

· Resistenza ammissibile :					
1,42 kg/cm²					

In condizioni **statiche**, il carico limite ultimo nel caso di trave continua è di 331 kN/mq (3,3 kg/cm_q), la capacità portante applicando il coefficiente di 2,3 stabilito per fondazioni superficiali dalle NTC18 è di 1,44 kg/cm_q.

In condizioni **dinamiche**, il carico limite ultimo nel caso di trave continua è di 326 kN/mq (3,2 kg/cm_q), la capacità portante applicando il coefficiente di 2,3 stabilito per fondazioni superficiali dalle NTC18 è di 1,42 kg/cm_q.

PROVE PENETROMETRICHE MECCANICHE CAPACITA' PORTANTE				DIN		
				riferimento		GreenFAscoP
Committente: Green Factory e Ascopiave				U.M.: kg/cm²	Data esec.: 05/09/2023	
Cantiere: Nuova stazione ad idrogeno				Pagina: 1	Data certificato: 25/09/2023	
Località: Paese via Bruxelles e via San Pio X					Falda:	

[1] Approccio 2

· Tipo verifica: NON DRENATA

· Coesione: (cuk) 0,46 kg/cm²

· Coef.parz.: (γ_{cu}) 1,00

· Coesione: (cud) 0,46 kg/cm²

· Fondazione: PLATEA

· Larghezza: (B) 13,00 m

· Lunghezza: (L) 21,00 m

· Piano posa: (D) -0,60 m

· Falda: 0,00 m

· Peso secco: (Gs) 1,85 t/m³

· Peso saturo: (Gw) 0,00 t/m³

· Resistenza: (R) 2,70 kg/cm²

· Coef.parz.: (γ_r) 2,30

· Resis.prog.: (Rd) 1,17 kg/cm²

· Resistenza ammissibile :

1,17 kg/cm²

[2] Approccio 2

· Tipo verifica: NON DRENATA

· Coesione: (cuk) 0,46 kg/cm²

· Coef.parz.: (γ_{cu}) 1,00

· Coesione: (cud) 0,46 kg/cm²

· Fondazione: PLATEA

· Larghezza: (B) 13,00 m

· Lunghezza: (L) 21,00 m

· Piano posa: (D) -0,60 m

· Falda: 0,00 m

· Peso secco: (Gs) 1,85 t/m³

· Peso saturo: (Gw) 0,00 t/m³

· Resistenza: (R) 2,66 kg/cm²

· Coef.parz.: (γ_r) 2,30

· Resis.prog.: (Rd) 1,16 kg/cm²

· Forze inerziali

· Acc. max sito (ag) 0,167 g

· Ampl.strat. (Ss) 1,200 g

· Fatt. amplif (Fo) 2,440

· Ampl.strat. (Cc) 1,376

· Tempo cost. (Tc) 0,326 sec

· Ampl.topog. (St) 1,200

· Resistenza ammissibile :

1,16 kg/cm²

In condizioni **statiche**, il carico limite ultimo nel caso di platea (13 m x 21 m) è di 270 kN/mq (2,7 kg/cmq), la capacità portante applicando il coefficiente di 2,3 stabilito per fondazioni superficiali dalle NTC18 è di 1,17 kg/cmq.

In condizioni **dinamiche**, il carico limite ultimo nel caso di platea (13 m x 21 m) è di 266 kN/mq (2,6 kg/cmq), la capacità portante applicando il coefficiente di 2,3 stabilito per fondazioni superficiali dalle NTC18 è di 1,16 kg/cmq.

PROVE PENETROMETRICHE MECCANICHE CAPACITA' PORTANTE				DIN		
				riferimento		GreenFAscoP
Committente: Green Factory e Ascopiave				U.M.: kg/cm²	Data esec.: 05/09/2023	
Cantiere: Nuova stazione ad idrogeno				Pagina: 1	Data certificato: 25/09/2023	
Località: Paese via Bruxelles e via San Pio X				Elaborato:	Falda:	
[1] Approccio 2						
· Tipo verifica: NON DRENATA		· Fondazione: PLATEA		· Falda: 0,00 m		
· Coesione: (cuk) 0,46 kg/cm²		· Larghezza: (B) 12,00 m		· Resistenza: (R) 2,76 kg/cm²		
· Coef.parz.: (γ _{cu}) 1,00		· Lunghezza: (L) 16,00 m		· Peso secco: (Gs) 1,85 t/m³		
· Coesione: (cud) 0,46 kg/cm²		· Piano posa: (D) -0,60 m		· Peso saturo: (Gw) 0,00 t/m³		
				· Coef.parz.: (γ _r) 2,30		
				· Resis.prog.: (Rd) 1,20 kg/cm²		

· Resistenza ammissibile :						
1,20 kg/cm²						
[2] Approccio 2						
· Tipo verifica: NON DRENATA		· Fondazione: PLATEA		· Falda: 0,00 m		
· Coesione: (cuk) 0,46 kg/cm²		· Larghezza: (B) 12,00 m		· Resistenza: (R) 2,72 kg/cm²		
· Coef.parz.: (γ _{cu}) 1,00		· Lunghezza: (L) 16,00 m		· Peso secco: (Gs) 1,85 t/m³		
· Coesione: (cud) 0,46 kg/cm²		· Piano posa: (D) -0,60 m		· Peso saturo: (Gw) 0,00 t/m³		
				· Coef.parz.: (γ _r) 2,30		
				· Resis.prog.: (Rd) 1,18 kg/cm²		

· Forze inerziali						
· Acc. max sito (ag) 0,167 g		· Fatt. amplif (Fo) 2,440		· Tempo cost. (Tc) 0,326 sec		
· Ampl.strat. (Ss) 1,200 g		· Ampl.strat. (Cc) 1,376		· Ampl.topog. (St) 1,200		

· Resistenza ammissibile :						
1,18 kg/cm²						

In condizioni **statiche**, il carico limite ultimo nel caso di platea (12 m x 16 m) è di 276 kN/mq (2,7 kg/cm^q), la capacità portante applicando il coefficiente di 2,3 stabilito per fondazioni superficiali dalle NTC18 è di 1,2 kg/cm^q.

In condizioni **dinamiche**, il carico limite ultimo nel caso di platea (13 m x 21 m) è di 272 kN/mq (2,7 kg/cm^q), la capacità portante applicando il coefficiente di 2,3 stabilito per fondazioni superficiali dalle NTC18 è di 1,18 kg/cm^q.

5.2 Verifica nei confronti degli stati limite di esercizio

Per le opere e i sistemi geotecnici, gli stati limite di esercizio si riferiscono al raggiungimento di valori critici di spostamenti e rotazioni, assoluti e/o relativi, e distorsioni che possano compromettere la funzionalità dell'opera. È quindi necessario valutare, utilizzando i valori caratteristici delle azioni e delle resistenze dei materiali, gli spostamenti e le rotazioni delle opere, nonché il loro andamento nel tempo.

Per effetto delle azioni trasmesse in fondazione, i terreni subiscono deformazioni che provocano spostamenti del piano di posa.

Le componenti verticali degli spostamenti (cedimenti) assumono in genere valori diversi sul piano di posa di un manufatto. Si definisce cedimento differenziale la differenza dei cedimenti tra punti di una stessa fondazione, di fondazioni distinte con sovrastrutture comuni e di fondazioni distinte con sovrastrutture staticamente indipendenti.

Di seguito viene stabilito il carico ammissibile sulla base dei cedimenti associati all'azione di compressione assiale a centro fondazione.

Metodo semplificato di Terzaghi (1943).

Si tratta di un metodo speditivo utile per avere una prima indicazione dell'ammontare del cedimento. La relazione è la seguente:

$$S = DH \times Q_z / E_d;$$

in cui:

DH=spessore dello strato;

Q_z=incremento di pressione dovuto al sovraccarico applicato dalla fondazione a metà strato;

E_d=modulo di deformazione dello strato.

Il cedimento calcolato corrisponde alla sola componente immediata, quella secondaria viene considerata trascurabile.

Nel caso di trave continua, applicando un carico di 1,2 kg/cmq, con il modulo di deformazione che per lo strato tra 0,0 e 1,6 m può essere stimato pari a 55 kg/cmq otteniamo un cedimento di:

$$S = 60 \text{ cm} \times 1,2 \text{ kg/cm}^2 / 55 \text{ kg/cm}^2$$

$$S = 1,3 \text{ cm}$$

Ad un carico di esercizio pari a 1,2 kg/cmq (120 kN/mq) alla profondità di 1 metro (strato coesivo) corrispondono cedimenti di 1-2 cm nel caso di trave continua.

Nel caso di platea 13 m x 21 m, applicando un carico di 1,2 kg/cmq, con i moduli di deformazione indicati nella stratigrafia otteniamo un cedimento di:

Carico applicato (Kg/cmq)	Spessore strato (cm)	Modulo deformazione (kg/cmq)	Cedimento (cm)
1,2	100	55	2,2
1,2	200	300	0,8
1,2	200	490	0,5
1,2	800	760	1,3
			S= 4,7

Ad un carico di esercizio pari a 1,2 kg/cmq (120 kN/mq) alla profondità di 0,6 metri (strato coesivo) corrispondono cedimenti di 4-5 cm nel caso di platea 13 m x 21 m.

Le caratteristiche generali di portanza del terreno sono idonee alla realizzazione dell'intervento edilizio in progetto.

Valori superiori del carico comporterebbero deformazioni poco accettabili e tensioni verticali nel sottosuolo poco compatibili con la resistenza allo schiacciamento del terreno.

6 MODELLAZIONE SISMICA

Il sito in costruzione ed i terreni in esso presenti dovranno essere esenti da rischi di instabilità di pendii e di cedimenti permanenti causati da fenomeni di liquefazione o eccessivo addensamento in caso di terremoto.

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

La zona è interessata dalla linea di Aviano e di sacile.

Si tratta di faglie inverse attive nel Pliocene e probabilmente anche attualmente, sepolte sotto la coltre alluvionale.

6.1 *Categorie di suolo di fondazione*

Secondo le Norme tecniche per le costruzioni 2018, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II delle NTC 2018, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, VS.

I valori di VS si possono ottenere mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, possono essere valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

Il paragrafo 3.2.2 delle Norme Tecniche per Le Costruzioni 2018 definisce, al fine della determinazione dell'azione sismica di progetto le seguenti categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione per un approccio semplificato:

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

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

6.2 Determinazione della categoria di terreno

Ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente V_s di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità se la profondità del substrato è maggiore di 30 m altrimenti fino alla profondità del substrato stesso.

Di seguito si esplica come è stata determinata la V_s equivalente.

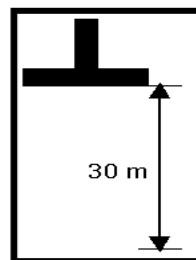
Allo scopo di caratterizzare il sito di intervento in prospettiva sismica, sono state effettuate acquisizioni con metodologia MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) e con metodologia d'Indagine Sismica passiva a Stazione singola HVSr (Horizontal to Vertical Spectral Ratio).

6.2.1 MASW (MULTI-CHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES)

La Masw ha permesso la definizione del modello sismico del sottosuolo, ovvero del profilo verticale di velocità delle onde di taglio V_s , dal quale si ricava il parametro V_s 30 se, come in questo caso la profondità del substrato è maggiore di 30 m e la categoria di sottosuolo.

La scelta della categoria di sottosuolo, ovvero la classificazione sismica dei terreni, si basa sul valore medio della velocità delle onde di taglio nei primi 30 metri di profondità (V_{s30}); essa è definita dalla relazione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$



L'area investigata con stendimento sismico è ubicata come segue:



Figura 16 Posizionamento dello stendimento.

La tecnica MASW è una metodologia d'indagine geofisica che permette di determinare il profilo di velocità delle onde di taglio V_s , basandosi sul calcolo della velocità delle onde superficiali. La determinazione della velocità delle onde superficiali avviene con l'utilizzo di sensori, posizionati con interdistanza regolare,

lungo un allineamento sulla superficie del sottosuolo da indagare. Da queste velocità superficiali è poi possibile ricavare la velocità delle onde di taglio V_s .

L'acquisizione è stata eseguita con sistema trigger wireless dotato di accelerometro starter triassiale Tromino®Engy elaborato con software Grilla.

La procedura di elaborazione dei dati acquisiti in campagna prevede le seguenti fasi:

- generazione ed ottimizzazione dell'immagine di dispersione
- calcolo della velocità di fase apparente numerica
- analisi delle curve di dispersione ed individuazione dei modi (picking)
- modellazione e/o inversione

L'analisi ha consentito di determinare il profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s) in funzione della profondità, dal quale si è ricavato il parametro V_{s30} , con riferimento al p.c. locale e la categoria di sottosuolo prevista dal NTC/2018.

E' stata eseguita n. 1 misura la cui analisi completa è riportata in allegato.

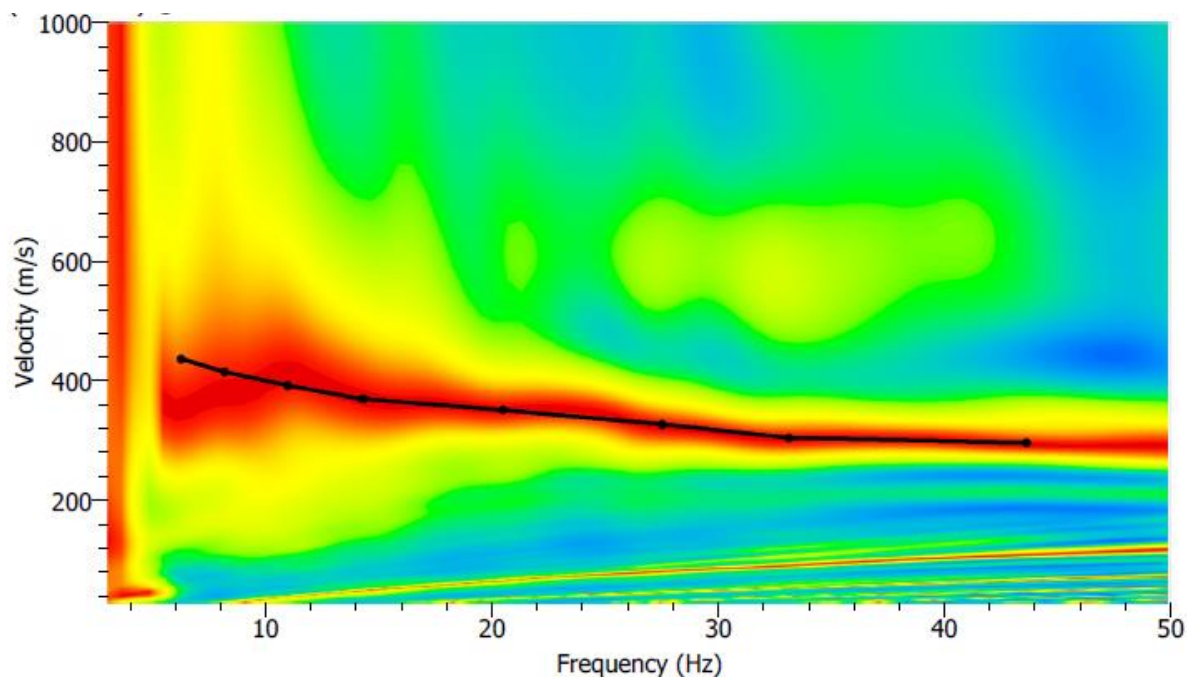


Figura 17 – Spettro di velocità di fase della componente verticale delle onde di Reyleigh (analisi ZVF) e picking della curva di dispersione del modo fondamentale

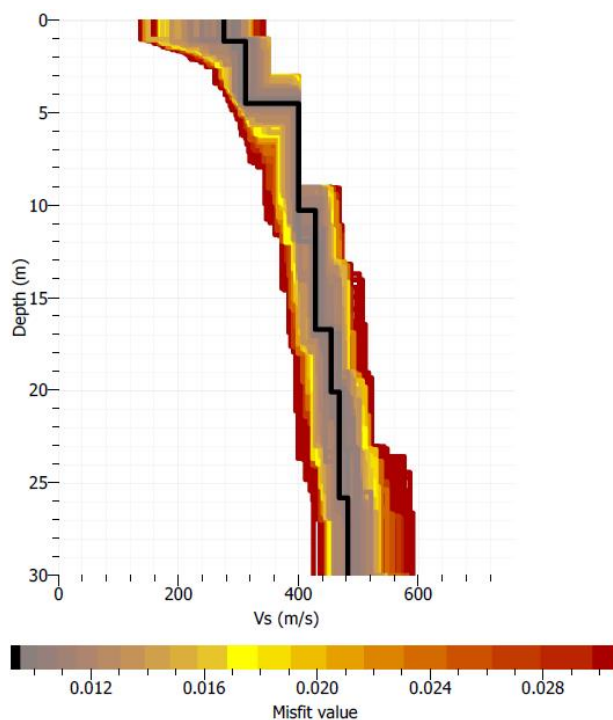


Figura 18 – Visualizzazione di tutti i profili elaborati. In nero il profilo di Vs che minimizza l'errore con le misure sperimentali

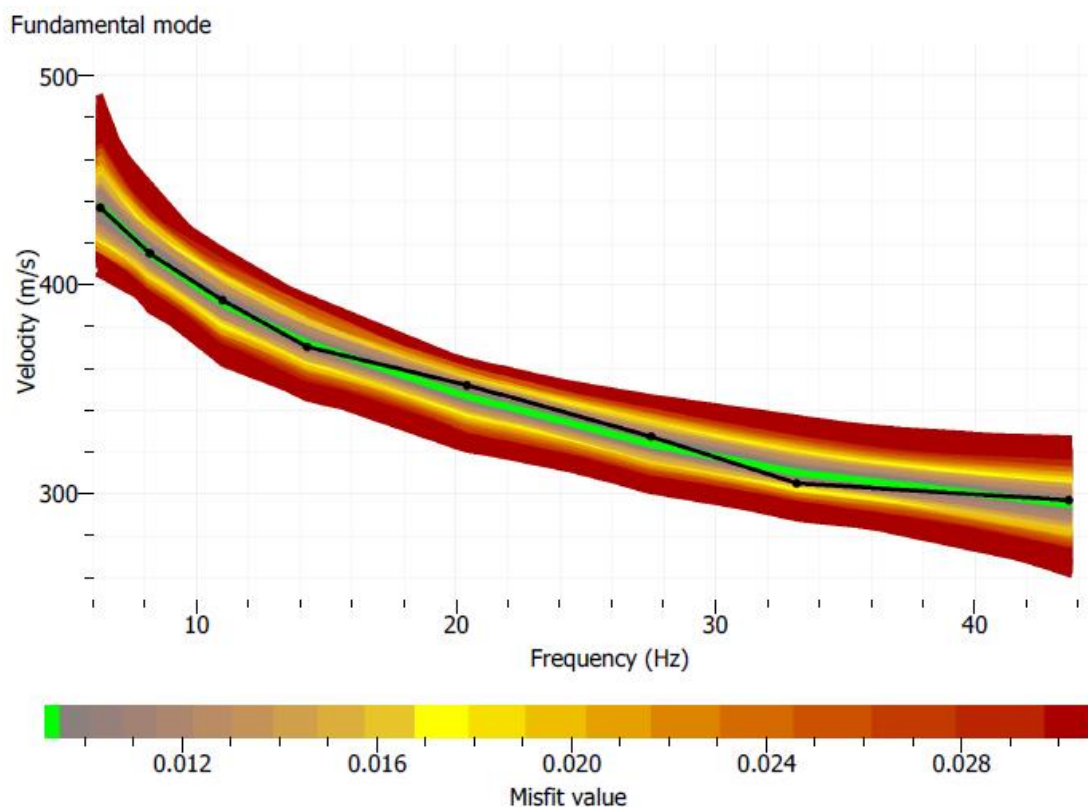


Figura 19 - Curva di dispersione sperimentale (in nero) e curve di dispersione numeriche del modello, entrambe riferite al modo fondamentale. In verde la curva di dispersione del modo fondamentale associata al profilo di colore nero in Figura 4

Strato	Vs [m/s]	Spessore [m]	Profondità [m]
1	276	1.1	1.1
2	310	3.4	4.5
3	399	5.8	10.3
4	427	6.4	16.7
5	454	3.4	20.1
6	467	5.7	25.8
7	482	Inf.	Inf.

$V_{seq} = 412 \text{ m/s}$

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO: B

Tabella 4 – Modello di velocità delle onde S – MASW1

Il sito oggetto di studio ricade in area caratterizzata da un suolo classificato B. A categoria B appartengono 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.

6.3 Condizioni topografiche

Le Norme Tecniche di attuazione 2018, per configurazioni superficiali semplici, indicano di adottare la seguente classificazione topografica del terreno:

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Nel nostro caso le condizioni topografiche del sito in esame rientrano nella categoria T1.

6.4 Parametri sito specifici

Per il sito in esame i parametri sismici specifici sono:

latitudine: 45,69963

longitudine: 12,180092

Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 [anni]

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 11636 Lat: 45,6773 Lon: 12,1323 Distanza: 4471,842
Sito 2 ID: 11637 Lat: 45,6780 Lon: 12,2037 Distanza: 3019,523
Sito 3 ID: 11415 Lat: 45,7280 Lon: 12,2026 Distanza: 3608,691
Sito 4 ID: 11414 Lat: 45,7273 Lon: 12,1311 Distanza: 4891,407

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 50anni
Coefficiente cu: 1
Operatività (SLO):
Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 30 [anni]
ag: 0,044 g
Fo: 2,485
Tc*: 0,238 [s]
Danno (SLD):
Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 50 [anni]
ag: 0,058 g
Fo: 2,468
Tc*: 0,256 [s]
Salvaguardia della vita (SLV):
Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,167 g
Fo: 2,440
Tc*: 0,326 [s]
Prevenzione dal collasso (SLC):
Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,224 g
Fo: 2,479
Tc*: 0,341 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss: 1,200
 Cc: 1,470
 St: 1,000
 Kh: 0,011
 Kv: 0,005
 Amax: 0,519
 Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,200
 Cc: 1,440
 St: 1,000
 Kh: 0,014
 Kv: 0,007
 Amax: 0,688
 Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,200
 Cc: 1,380
 St: 1,000
 Kh: 0,048
 Kv: 0,024
 Amax: 1,961
 Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,180
 Cc: 1,360
 St: 1,000
 Kh: 0,074
 Kv: 0,037
 Amax: 2,587
 Beta: 0,280

Le coordinate espresse sono in ED50.

6.5 Verifica alla liquefazione

Le norme tecniche per le costruzioni 2018 prescrivono altresì di valutare la suscettibilità alla liquefazione al fine di escludere fenomeni di instabilità che causino cedimenti permanenti.

Il fenomeno della liquefazione interessa i depositi sabbiosi saturi, che durante ed immediatamente dopo una sollecitazione di tipo ciclico, subiscono una drastica riduzione della resistenza al taglio. La causa di tale evento è determinata dall'aumento delle pressioni interstiziali, che assumendo valori prossimi alle pressioni totali, fanno sì che il terreno sabbioso si comporti come un liquido pesante.

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

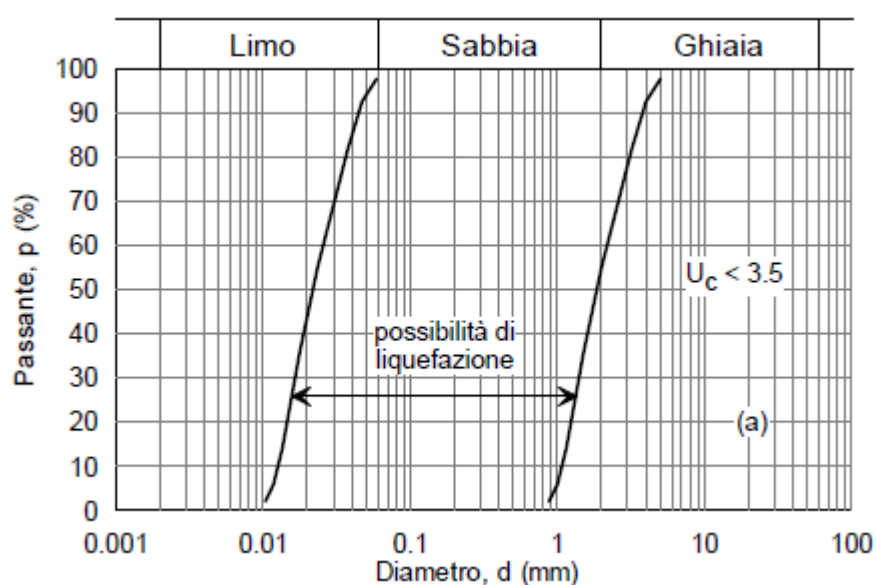


Figura a)

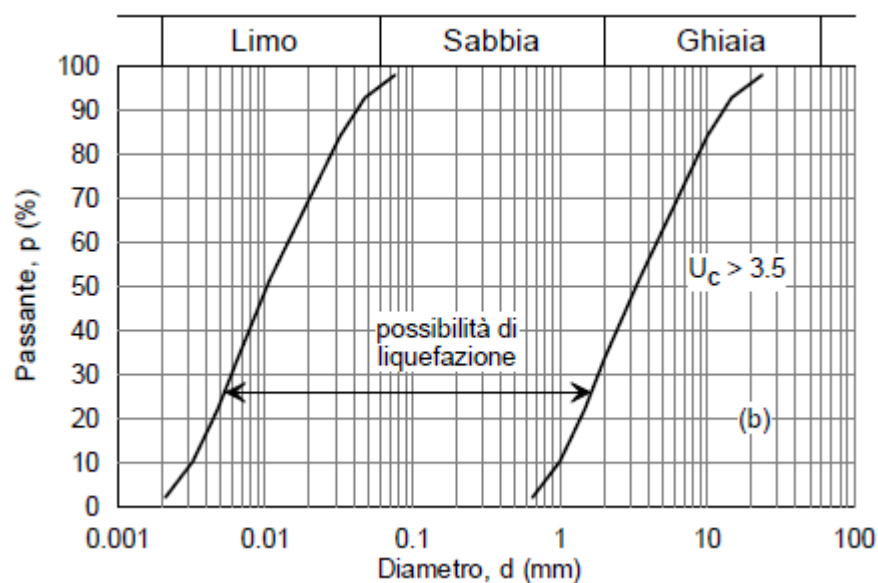


Figura b)

Nel nostro caso nel sito in esame $a_g > 0,10 \text{ g}$. Le indagini non hanno rivelato la presenza di strati sabbiosi saturi per i quali effettuare la verifica.

7 CONCLUSIONI

In previsione della realizzazione di un impianto di rifornimento idrogeno per mezzi pubblici in comune di Paese, tra via Bruxelles e via San PioX, è stato svolto uno studio geotecnico sull'area interessata dal progetto che si è avvalso dell'esecuzione di:

- 1 sondaggio a carotaggio continuo, profondo 25 m,
- 2 prove dinamiche SPT in foro
- 1 prova di permeabilità in foro
- installazione di un piezometro
- 6 prove penetrometriche dinamiche continue DSPH
- 1 indagine sismica tipo MASW
- Analisi granulometriche

Dall'indagine eseguita e dal confronto con i dati in possesso si sono delineate le caratteristiche stratigrafiche del terreno. Il sottosuolo è così caratterizzato:

- Nelle Prove 1 e Prova 4, tra 0,0 e 0,4 m da p.c., si rileva di terreno di riporto granulare
- In tutte le prove:
 - Tra 0-0,4 e 1,0-1,6 m si rileva un terreno limoso sabbioso con ghiaia e ghiaioso con limo poco compatto
 - Da 1,0-1,6 m a 2,6-3,0 m da p.c. si ha terreno ghiaioso limoso
 - Da 2,6-3,0 a 4,0-5,0 m da p.c. terreno ghiaioso con sabbia
 - Da 4,0-5,0 a 25 m da p.c. terreno ghiaioso sabbioso addensato

Il livello della falda si pone a circa 15 m da piano campagna.

La permeabilità dell'acquifero è dell'ordine di $5 \cdot 10^{-4}$ m/s

Il direttore lavori, come previsto dal D.M. 11/03/1988, punto B.2 dovrà controllare la validità delle ipotesi di progetto durante la costruzione, considerando, oltre ai dati raccolti in fase di progetto, anche quelli ottenuti con misure e osservazioni nel corso dei lavori per adeguare, eventualmente l'opera alla situazione riscontrata.

Qualora risultassero condizioni diverse da quanto fin qui esposto si dovrà darne comunicazione allo scrivente.

Treviso, settembre 2023

Dott. Geol. Stefano CONTE

STUDIO TECNICO CONTE & PEGORER

Allegati

Ubicazione dell'area

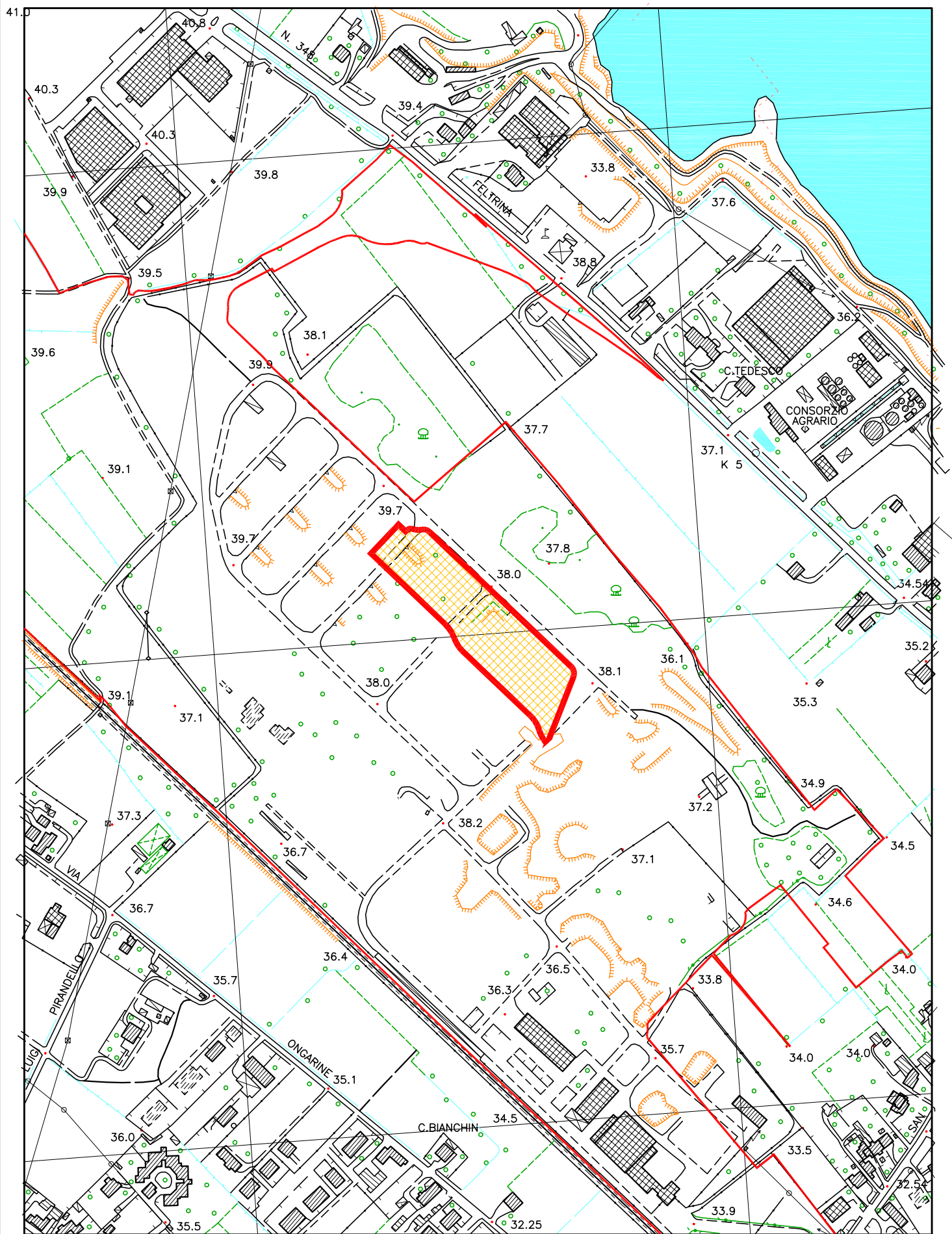
Ubicazione delle indagini

Scheda sondaggio

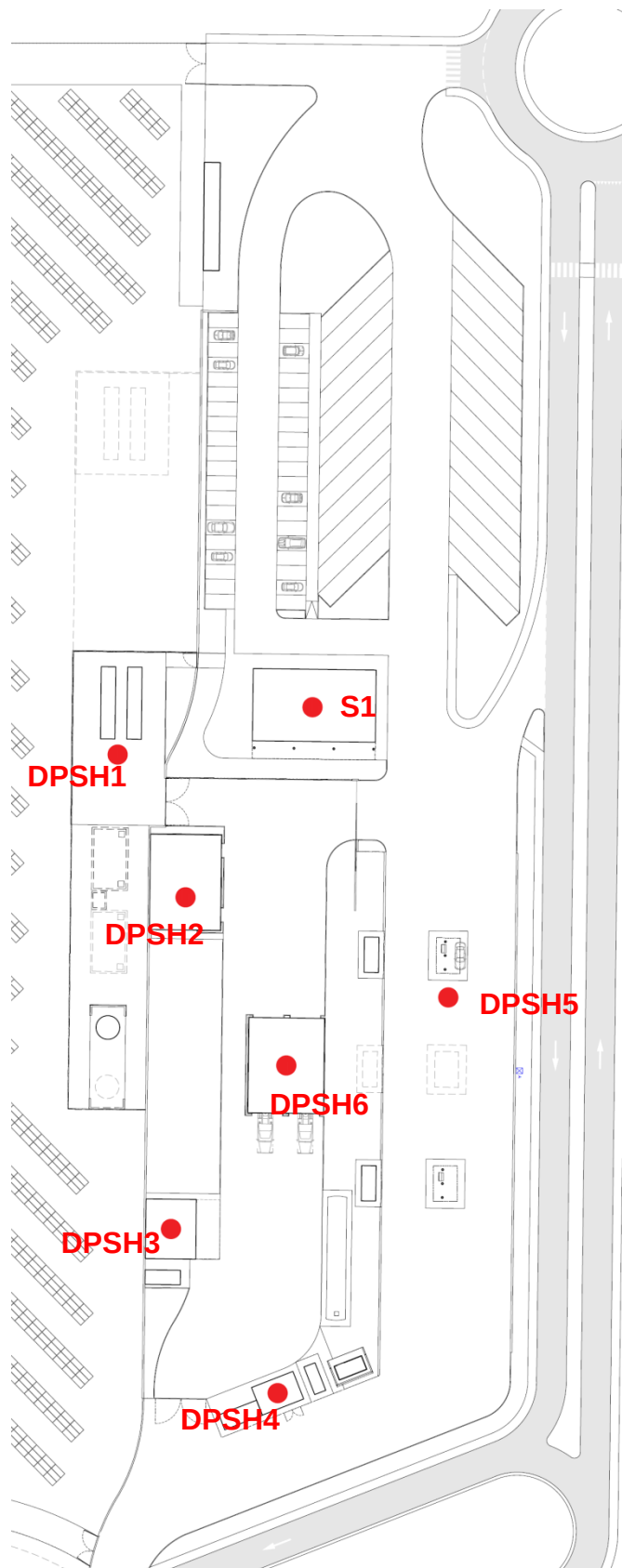
Report elaborazione prove penetrometriche

Report indagine sismica

Report prove granulometriche



UBICAZIONE DELL'AREA SCALA 1:5.000



UBICAZIONE DELLE INDAGINI

Sede Legale: via Villa 5/c 30010 Campolongo Maggiore (VE) Sede Operativa: via Spagna 6 35010 Vigonza (PD) Tel 049 9703506 Fax 049 8953540 e-mail: info@ground-eng.com						DOC. GE 365-23					
						PAG.	1	DI		2	
COMMITTENTE Green Factory CANTIERE Paese (TV) PERFORAZIONE N. S1 DATA INIZIO 28/08/2023 ULTIMAZIONE 30/08/2023 COORDINATE: Nord Est QUOTA P.C. = RESPONSABILE Geol. Luca Segato OPERATORE Sig. Motta ATTREZZATURA Atlas Copco A66R											
Da m 0.00A m 20.00Profondità Finale m 25.00			PROFONDITA' m da p.c.	SIMBOLOGIA STRATIGRAFICA	CAMPIONI			POCKET PENETROMETER Kg/cm²TORVANE Kg/cm²	S.P.T.		
DESCRIZIONE STRATIGRAFICA					TIPO	NUMERO	PROFONDITA' m da p.c.		NH		
Ghiaia poligenica eterometrica da sub-spigolosa a sub-arrotondata con limo argilloso marrone-nocciola. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20			1.80						10* — — — 3.003.153.303.45		
Ghiaia poligenica eterometrica sub-arrotondata con sabbia limosa color nocciola. Rari ciottoli con diametro massimo 9 cm. A 2.80-3.00 m livello di ghiaia con limo argilloso marrone scuro.								18* — — — 6.006.156.306.45			
Ghiaia sub-arrotondata e ben classata con sabbia limosa color nocciola. Saturata. Si intercalano livelli in matrice limosa deb. argillosa a 16.0-16.2, 19.8-20.0, 22.5-22.6.			15.00								

[illegible]

GE Ground Engineering S.r.l. Sede Legale: via Villa 5/c - 30010 Campolongo Maggiore (VE) Sede Operativa: via Spagna 6 - 35010 Vigonza (PD) Tel 049 9703506 Fax 049 8953540 e-mail: info@ground-eng.com

 Sede Legale: via Villa 5/c 30010 Campolongo Maggiore (VE) Sede Operativa: via Spagna 6 35010 Vigonza (PD) Tel 049 9703506 Fax 049 8953540 e-mail: info@ground-eng.com	SCHEDA DI SONDAGGIO		DOC. GE 365-23	
		PAG. 2	DI 2	
COMMITTENTE Green Factory				
CANTIERE Paese (TV)				
PERFORAZIONE N. S1 DATA INIZIO 28/08/2023 ULTIMAZIONE 30/08/2023				
COORDINATE: Nord Est QUOTA P.C. =				
RESPONSABILE Geol. Luca Segato OPERATORE Sig. Motta ATTREZZATURA Atlas Copco A66R				
Da m 20.00	A m 25.00	Profondità Finale m 25.00		
DESCRIZIONE STRATIGRAFICA		PROFONDITA' m da p.c.	SIMBOLOGIA STRATIGRAFICA	CAMPIONI
				TIPO NUMERO PROFONDITA' m da p.c. POCKET PENETROMETER Kg/cm ² TORVANE Kg/cm ²
Ghiaia sub-arrotondata e ben classata con sabbia limosa color nocciola. Satura. Si intercalano livelli in matrice limosa deb. argillosa a 16.0-16.2, 19.8-20.0, 22.5-22.6.		25.00		
FINE SONDAGGIO				
				S.P.T. N H

☐ CAMPIONE RIMANEGGIATO ☒ CAMPIONE RIMANEGGIATO DA S.P.T. ☒ CAMPIONE RIMANEGGIATO DA VANE TEST ☐ SPEZZONE DI CAROTA ☒ CAMPIONE INDISTURBATO PARETI SOTTILI ☒ CAMPIONE INDISTURBATO A PISTONE ☒ CAMPIONE INDISTURBATO ROTATIVO										RILIEVO H ₂ O DURANTE LA PERFORAZIONE				DOC. GE 201-23	
PROF. FORO		PROF. RIVEST.		SERA GG H		MATTINA GG H		PAG. 2		DI 2					
						30/08 -15.20		NOTE MATERIALE RIPOSTO IN n° 5 CASSETTE CATALOGATRICI							
PROVE IN FORO  Permeabilità Lefranc										* SPT ESEGUITO CON PUNTA CHIUSA					
MANOVRA DI CAROTAGGIO	T.C.R. %	S.C.R. %	R.Q.D. %	DIMENSIONE SPEZZONI			PROVE		STRUMENTAZIONE		METODO DI PERFORAZIONE	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	RIVESTIMENTO	DATA	
				< 5 cm	5-10 cm	> 10 cm	TIPO	NUMERO	PROFONDITA' m da p.c.	Piezometro a tubo aperto in PVC da 2"					
21.00										 Riempimento con materiale di risulta					
22.50	100	100													
24.00															
25.00	25.00	25.00									25.00	25.00	25.00	25.00	
											CAROTAGGIO CONTINUO A SECCO	CAROTIERE SEMPLICE Ø 101 mm CON CORONA AL WIDIA	RIVESTIMENTO IN ACCIAIO Ø=127 mm	30/08/2023	

GE Ground Engineering S.r.l. Sede Legale: via Villa 5/c - 30010 Campolongo Maggiore (VE) Sede Operativa: via Spagna 6 - 35010 Vigonza (PD) Tel 049 9703506 Fax 049 8953540 e-mail: info@ground-eng.com



GE Ground Engineering S.r.l.

Sede legale: Via Villa, 5/c – 30010 Campolongo Maggiore (VE)

Sede operativa: Via Spagna, 6 – 35010 Vigonza (PD)

Tel: 049 9703506 e-mail: info@ground-eng.com

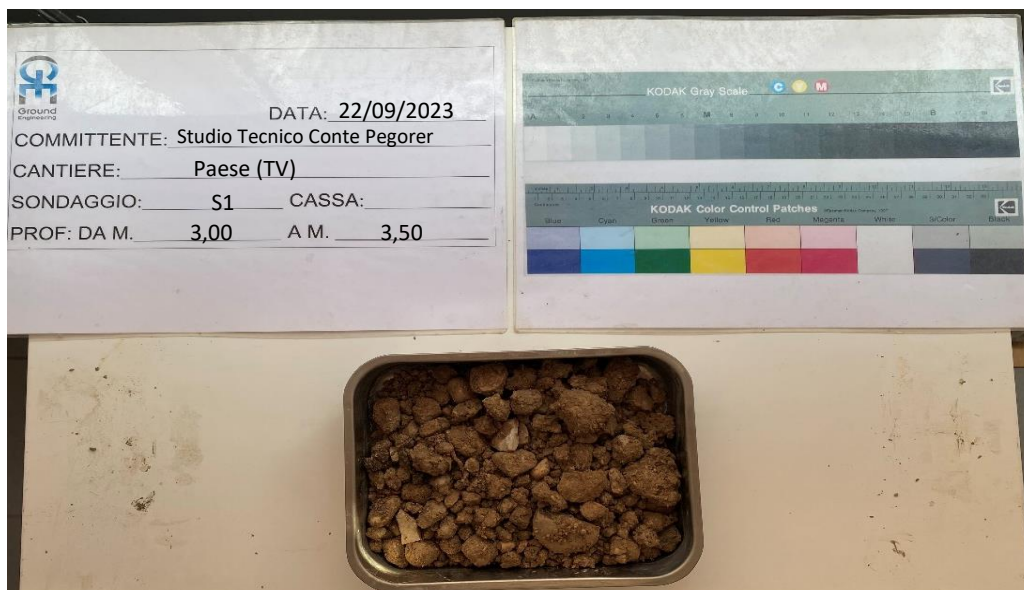
Certificato n° 375-23 **Classificazione geotecnica visiva campione rimaneggiato**

Committente Studio Tecnico Conte Pegorer **Cantiere** **Paese (TV)**

Sondaggio S1 **Campione** CR1 **Profondità (m)** 3,00 - 3,50

Data arrivo campione 05/09/2023 **Data esecuzione prova:** 22/09/2023

Qualità campione: Buona



Prove eseguite: Granulometria

note:

Data set-23 Sperimentatore: Dott. Stefano Marigo Direttore: Dott. Geol. Basilio Zanninello



GE Ground Engineering S.r.l.

Sede legale: Via Villa, 5/c - 30010 Campolongo Maggiore (VE)

Sede operativa: Via Spagna, 6 - 35010 Vigonza (PD)

Tel/fax 049 9703506 049 7388463 e-mail: info@ground-eng.com

Certificato n° **376-23**

Analisi Granulometrica

UNI CEN ISO/TS 17892-4

Committente **Studio Tecnico Conte Pegorer**

Sondaggio **S1** Campione **CR1**

Profondità (m) **3,00 - 3,50**

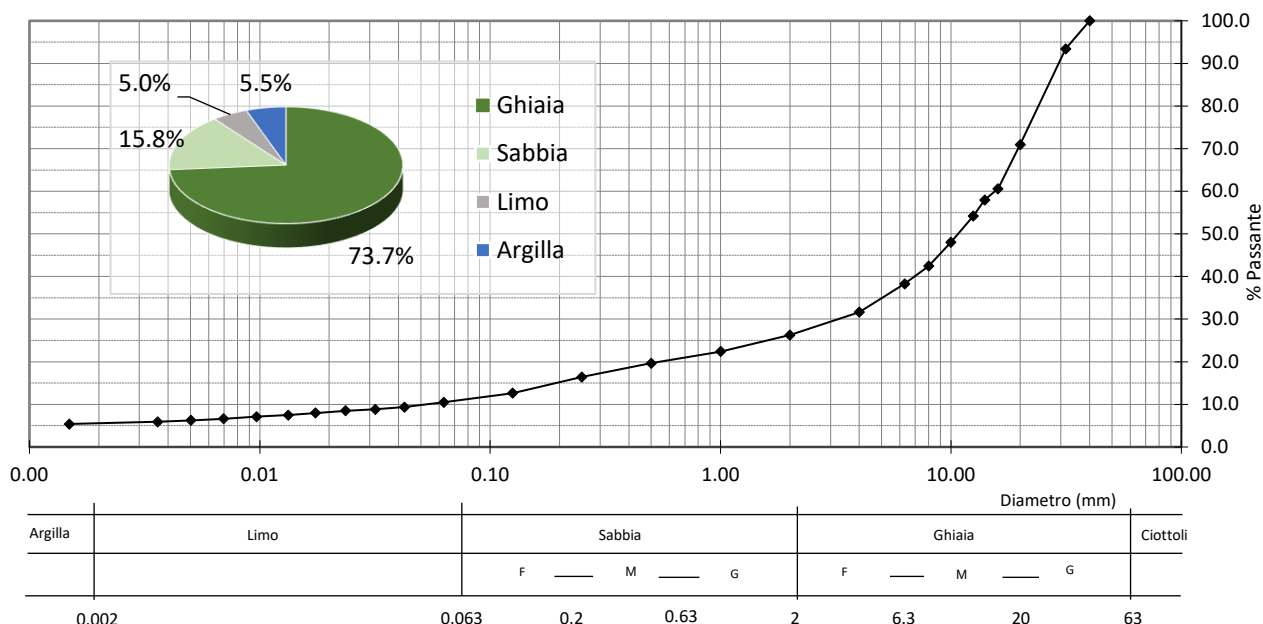
Data arrivo campione **05/09/2023**

Data esecuzione prova: da **22/09/2023** a **26/09/2023**

Curva Granulometrica

per sedimentazione

per vagliatura con setacci serie ISO 3310



UNI 11531-1

Ig

Classificazione geotecnica: **Ghiaia con sabbia debolmente limoso-argillosa**

Analisi granulometrica per vagliatura

Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
125	100.0
80	100.0
63	100.0
40	100.0
32	93.4
20	70.9
16	60.6
14	58.0
13	54.2
10	48.0
8	42.4
6.3	38.3
4	31.6
2	26.3
1	22.4
0.5	19.6
0.25	16.4
0.125	12.6

Analisi granulometrica per sedimentazione

Diametro (mm)	Percentuale pass. (%)
0.0630	10.5
0.0425	9.4
0.0317	8.8
0.0236	8.5
0.0174	8.0
0.0133	7.5
0.0097	7.1
0.0070	6.6
0.0050	6.3
0.0036	5.9
0.0015	5.4

Analisi granulometrica per vagliatura

per via secca ☒

per via umida ☐

Analisi granulometrica per sedimentazione

metodo con densimetro ☒

metodo con pipetta Andreasen ☐

Peso campione analizzato **1856.3** (gr)

valore assunto ☒

valore determinato ☐

Massa volumica dei grani

$r_s = 2.70$ Mg/m³



GE Ground Engineering S.r.l.

Sede legale: Via Villa, 5/c – 30010 Campolongo Maggiore (VE)

Sede operativa: Via Spagna, 6 – 35010 Vigonza (PD)

Tel: 049 9703506 e-mail: info@ground-eng.com

Certificato n° 377-23 **Classificazione geotecnica visiva campione rimaneggiato**

Committente Studio Tecnico Conte Pegorer Cantiere Paese (TV)

Sondaggio S1 Campione CR2 Profondità (m) 6,00 - 6,50

Data arrivo campione 05/09/2023 Data esecuzione prova: 22/09/2023

Qualità campione: Buona



Prove eseguite: Granulometria

note:

Data set-23 Sperimentatore: Dott. Stefano Marigo Direttore: Dott. Geol. Basilio Zanninello



GE Ground Engineering S.r.l.

Sede legale: Via Villa, 5/c - 30010 Campolongo Maggiore (VE)

Sede operativa: Via Spagna, 6 - 35010 Vigonza (PD)

Tel/fax 049 9703506 049 7388463 e-mail: info@ground-eng.com

Certificato n° **378-23**

Analisi Granulometrica

UNI CEN ISO/TS 17892-4

Committente **Studio Tecnico Conte Pegorer**

Sondaggio **S1** Campione **CR2**

Profondità (m) **6,00 - 6,50**

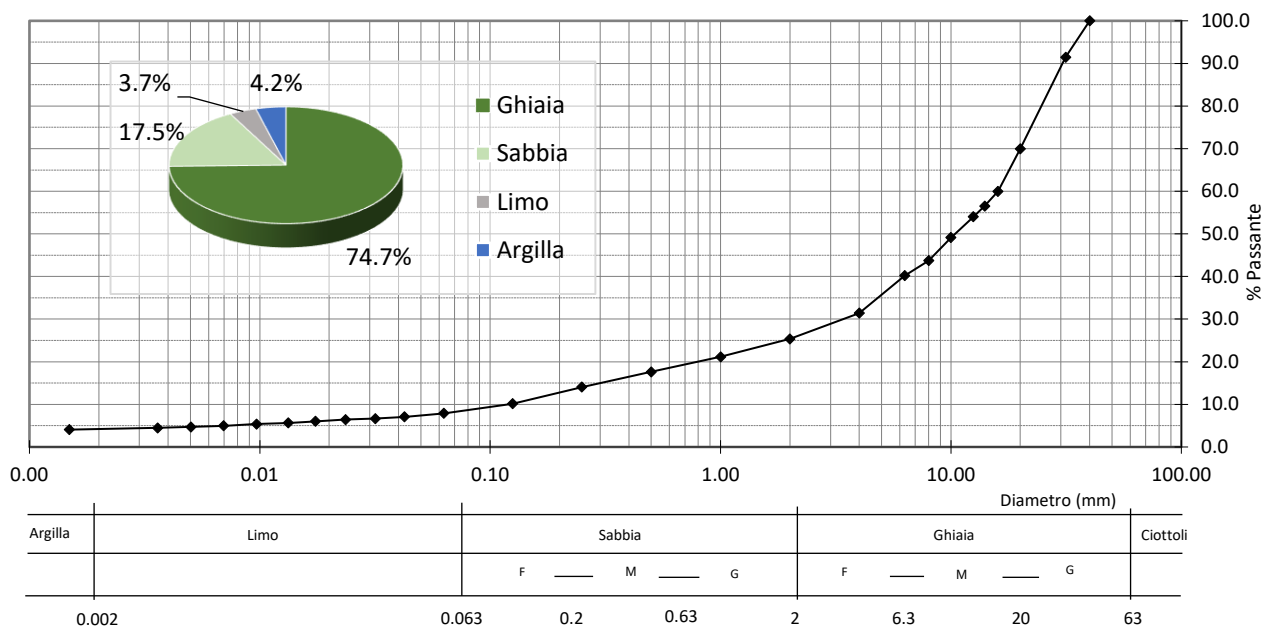
Data arrivo campione **05/09/2023**

Data esecuzione prova: da **22/09/2023** a **26/09/2023**

Curva Granulometrica

per sedimentazione

per vagliatura con setacci serie ISO 3310



UNI 11531-1

Ig

Classificazione geotecnica: **Ghiaia sabbiosa**

Analisi granulometrica per vagliatura

Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
125	100.0
80	100.0
63	100.0
40	100.0
32	91.5
20	69.9
16	60.0
14	56.5
13	54.0
10	49.1
8	43.7
6.3	40.2
4	31.4
2	25.3
1	21.2
0.5	17.6
0.25	14.1
0.125	10.2

Analisi granulometrica per sedimentazione

Diametro (mm)	Percentuale pass. (%)
0.0630	7.9
0.0425	7.1
0.0317	6.7
0.0236	6.4
0.0174	6.0
0.0133	5.6
0.0097	5.4
0.0070	5.0
0.0050	4.7
0.0036	4.5
0.0015	4.1

Analisi granulometrica per vagliatura

per via secca ☒

per via umida ☐

Analisi granulometrica per sedimentazione

metodo con densimetro ☒

metodo con pipetta Andreasen ☐

Peso campione analizzato **2044.3** (gr)

valore assunto ☒

valore determinato ☐

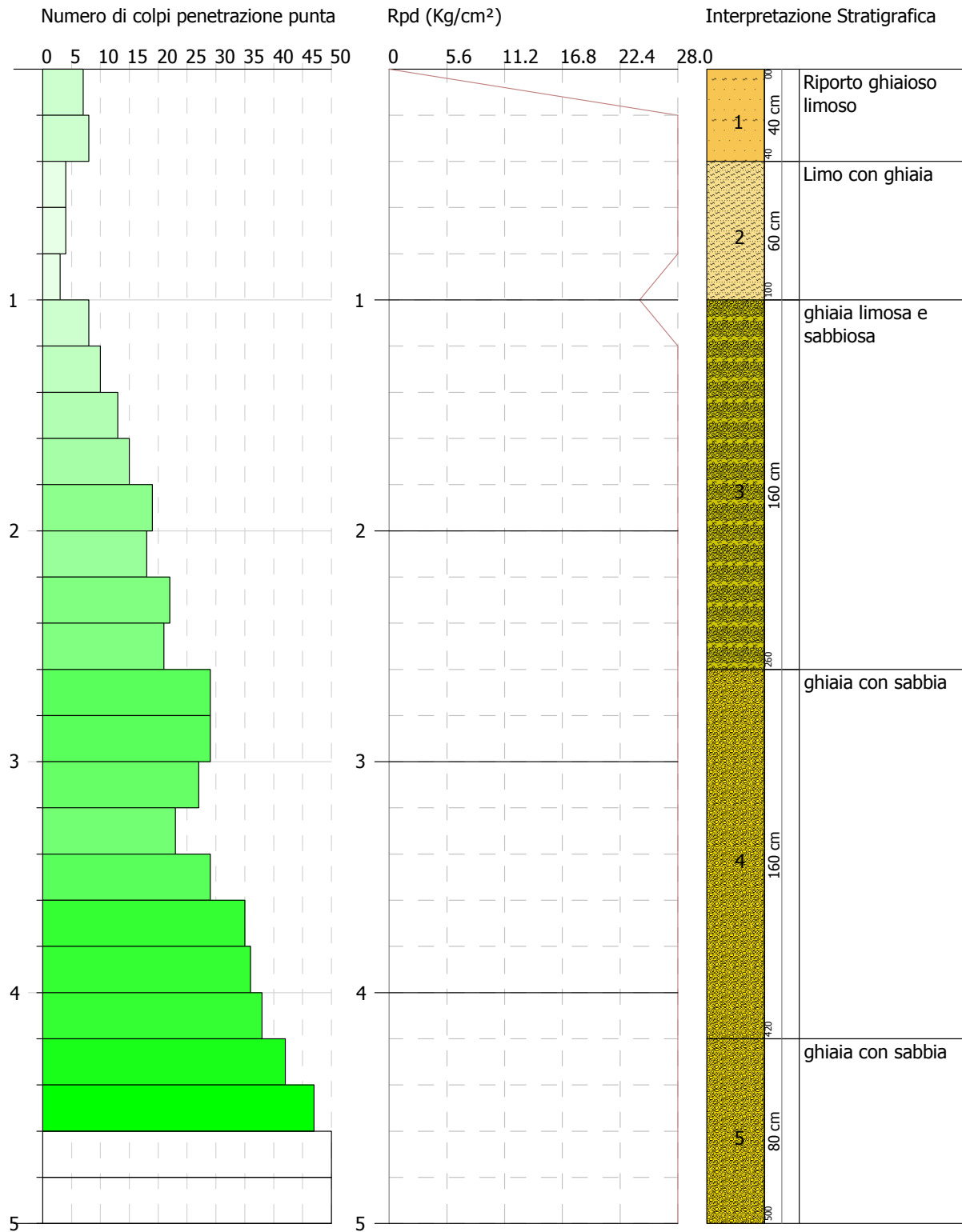
Massa volumica dei grani

$r_s = 2.70$ Mg/m³

Committente: Green Factory e Ascopiave
Descrizione: Stazione ad idrogeno
Localita': Paese - via Bruxelles e via San Pio X

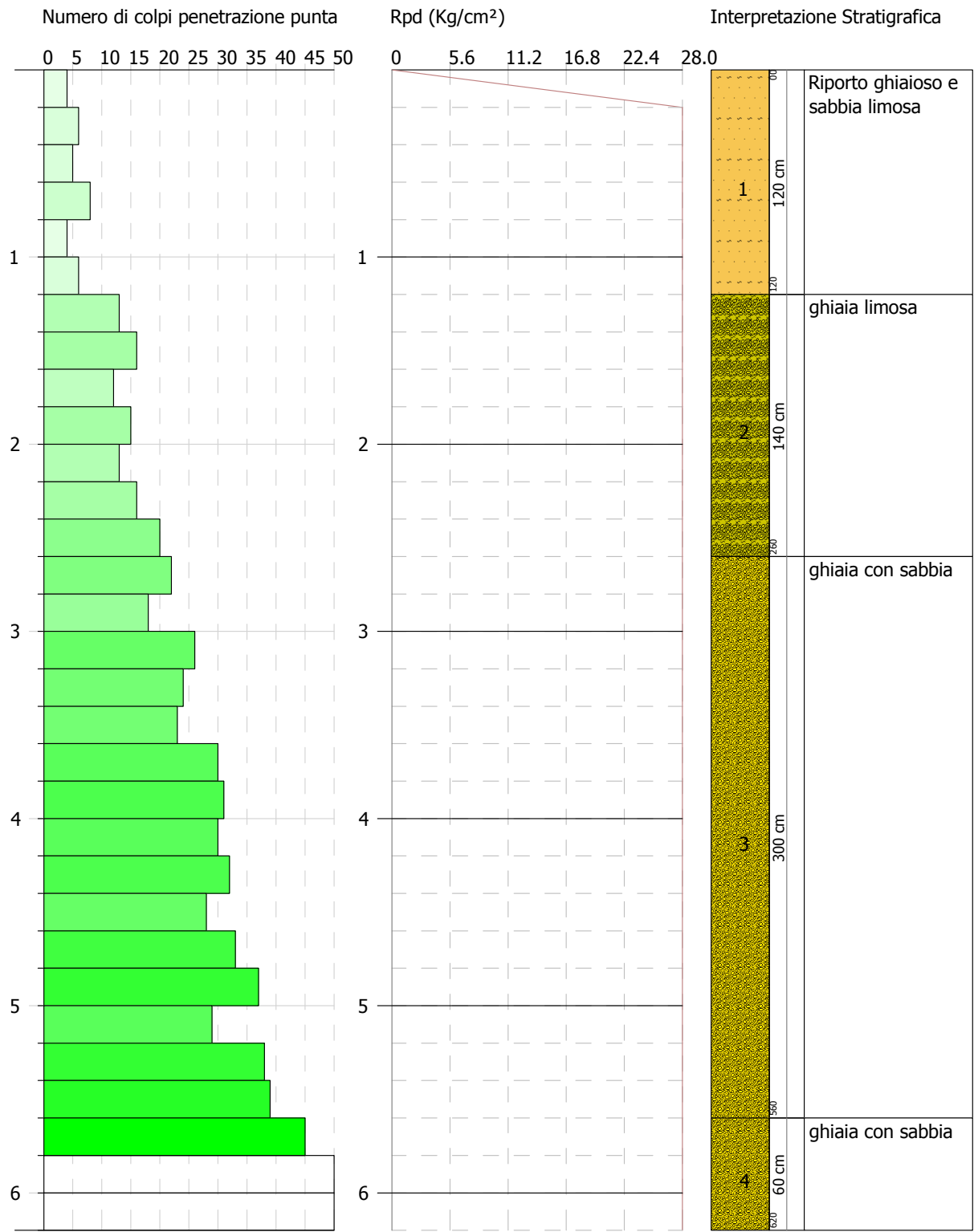
05-09-2023

Scala 1:25



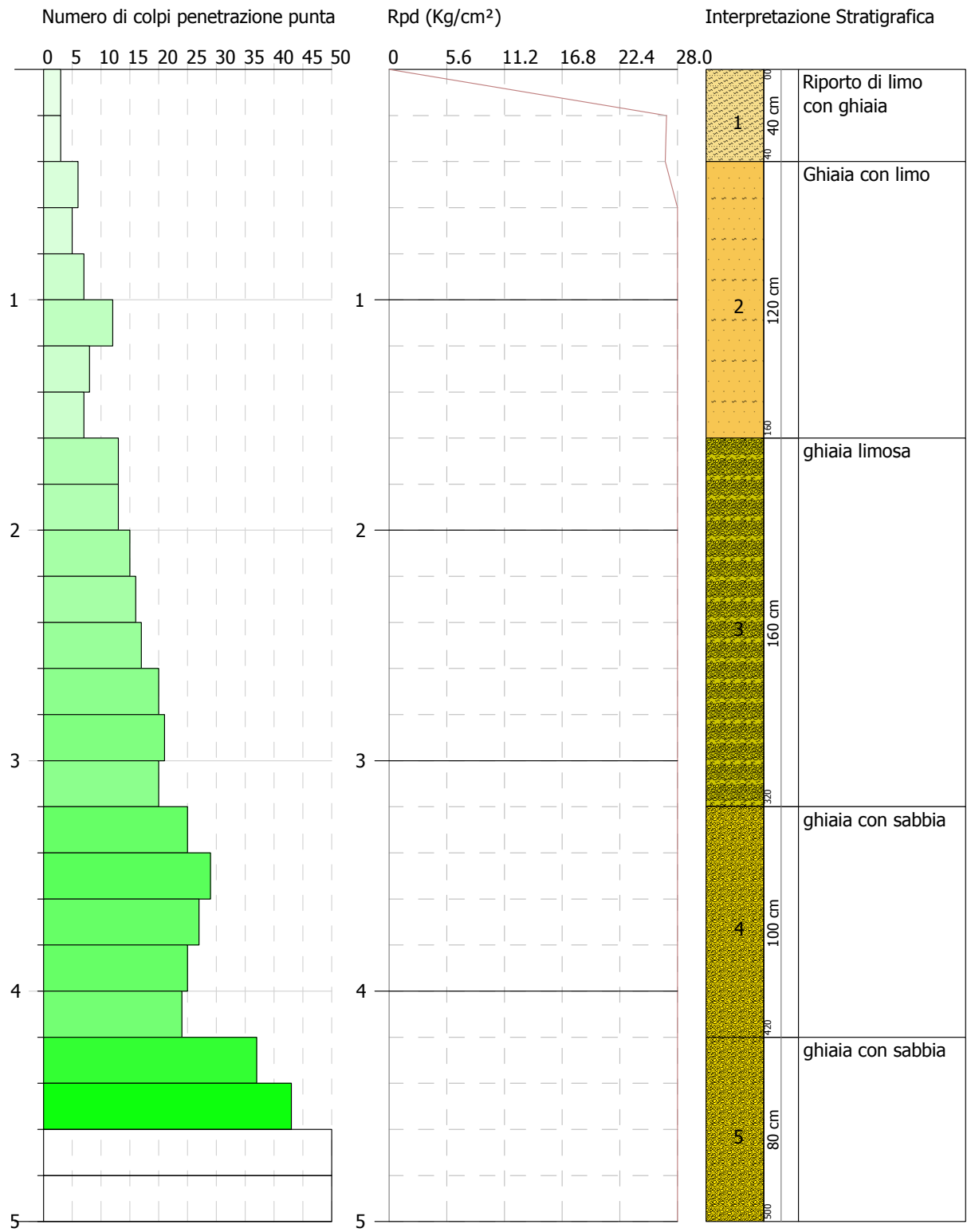
SIGNATURE 1

SIGNATURE 2



SIGNATURE 1

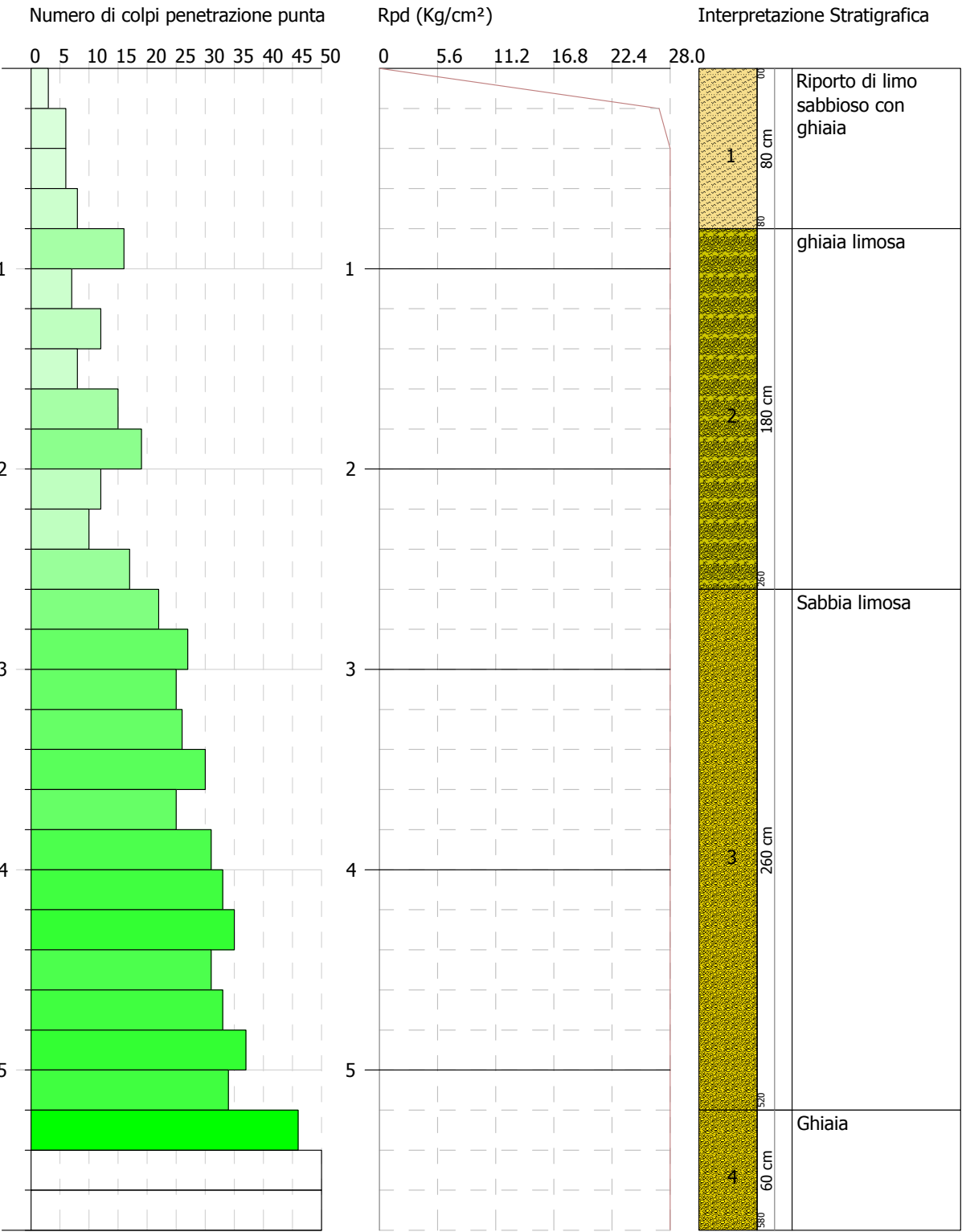
SIGNATURE 2

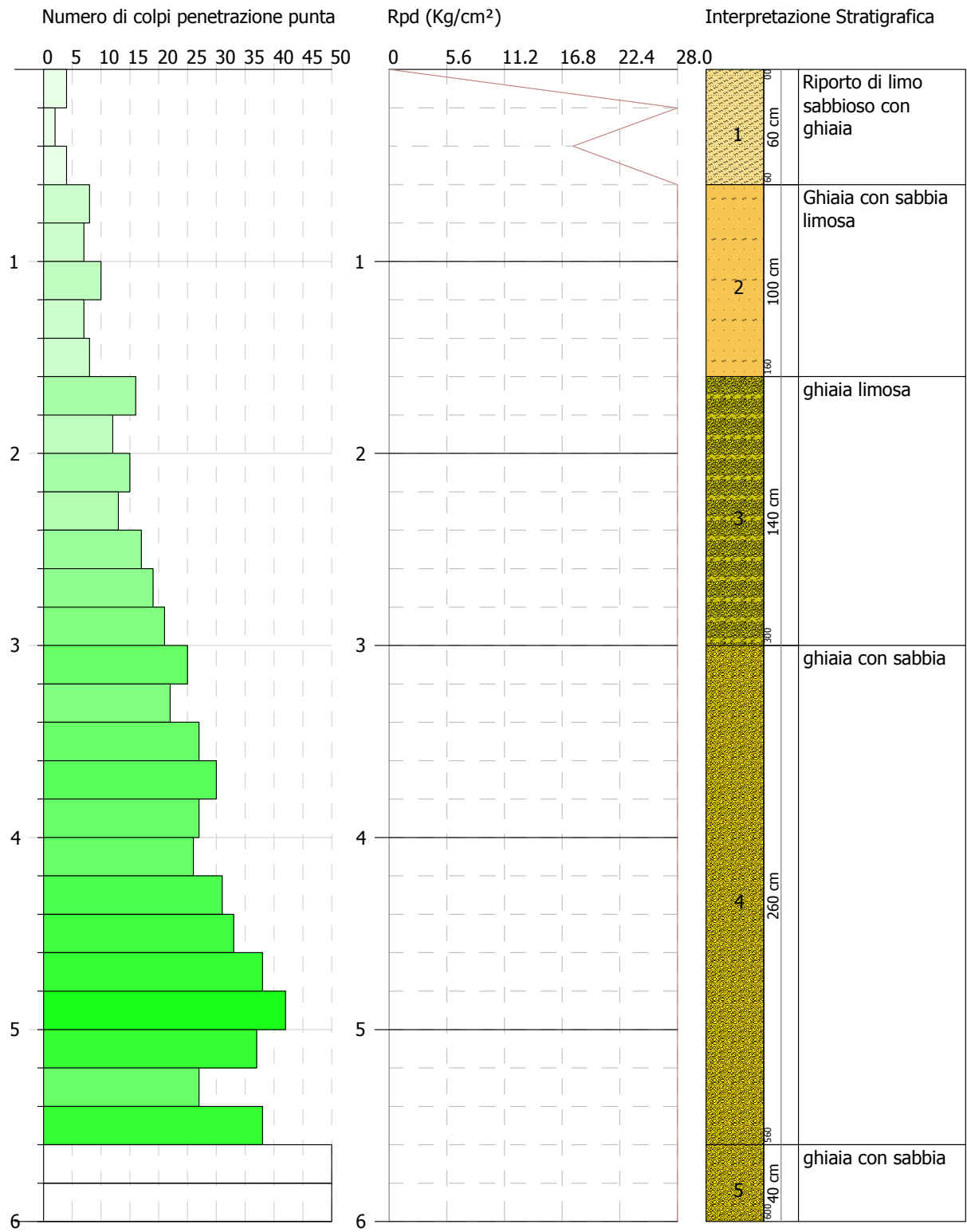


SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

SIGNATURE 2





SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI SPECIFICHE TECNICHE

VALUTAZIONI STATISTICHE - CORRELAZIONI N / Nspt

Il sottosuolo indagato viene suddiviso in strati .

Prima definizione della profondità di ciascuno strato , il programma effettua (con riferimento al numero di colpi N) una serie di elaborazioni statistiche dei dati in memoria, valutando :

valore minimo m , massimo Max , media M, scarto quadratico medio s, valore medio/minimo $(M+m)^{1/2}$

media-scarto quadratico medio (M-s)

Ciò considerato , si potrà adottare il valore caratteristico VCA per N più adatto , a seconda delle esigenze, impostando uno dei valori elaborati sopracitati o un valore a scelta.

Successivamente , con riferimento al valore caratteristico assunto per il numero di colpi N , si potrà avviare un tentativo di correlazione con il numero di colpi Nspt della prova SPT : $Nspt = \beta N$ [ove per il coefficiente β si potrà introdurre un valore sperimentale a piacere (vedi note illustrative), ovvero il coefficiente teorico di energia β fornito dal programma] .

VALUTAZIONE RESISTENZA DINAMICA E COEFFICIENTE DI ENERGIA

La resistenza alla punta dinamica Rpd viene comunemente valutata in base alla formula Olandese :

$$Rpd = (M^2 H) / [A e (M + P)] \text{ ove :}$$

N = n. colpi per avanzamento δ Rpd = resist.dinam.punta [area A] M = massa battente [altezza caduta H]

e = avanzamento per colpo = δ/N P = peso tot. sistema battuta e aste ,

ovvero in base alla formula semplificata :

$$Rpd = (M H) / (A e) = (M H) N / (A \delta) = Q N ,$$

ove : $Q = (M H) / (A \delta)$ = energia specifica teorica per colpo .

Ciò considerato, volendo riferire la prova in esame (N,Q) alla prova SPT (Nspt,Qspt),

dall'uguaglianza dei valori di resistenza dinamica relativi alle due prove, si ricava teoricamente :

$$Rpd = Q N = Qspt Nspt \Rightarrow Nspt = N [Q/Qspt] = \beta N ,$$

ove il rapporto $\beta = Q/Qspt$ viene definito coefficiente teorico di energia della prova in esame ,

relativamente alla prova SPT ($Qspt = 7.83 \text{ kg/cm}^2 = 0.768 \text{ MPa}$) per $M = 63.5 \text{ kg}$, $H = 0.75 \text{ m}$, $D = 50.8 \text{ mm}$, $A = 20.27 \text{ cm}^2$, $d = 0.30 \text{ m}$) .

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al valore del numero dei colpi SPT equivalente

prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

Nspt -> Dr DENSITA' RELATIVA (Terreni granulari) - TERZAGHI & PECK (1948-1967)

Nspt -> ϕ' ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE (Terreni granulari) - PECK-HANSON-THORBURN (1953-1974)

Nspt -> E' MODULO DI DEFORMAZIONE DRENATO (Terreni granulari) - D'APPOLONIA e altri (1970)

Nspt -> Cu COESIONE NON DRENATA (Terreni coesivi) - TERZAGHI & PECK (1948-1967)

Nspt -> Y PESO DI VOLUME

TERRENI GRANULARI (Terzaghi-Peck 1948/1967) [e.max = 1 e.min = 1/3 G = 2.65]

TERRENI COESIVI (Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967) [p.specifico G = 2.70]

Rpd -> Qd CAPACITA' PORTANTE DINAMICA Herminier, Tchong & Lebegue(1965)

F.L. = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)

(g = accelerazione gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (A_{max}/g)]

Vs = velocità di propagazione delle onde sismiche (Iyisan 1996)

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI SPECIFICHE TECNICHE

VALUTAZIONI STATISTICHE - CORRELAZIONI N / Nspt

Il sottosuolo indagato viene suddiviso in strati .

Previo definizione della profondità di ciascuno strato , il programma effettua (con riferimento al numero di colpi N) una serie di elaborazioni statistiche dei dati in memoria, valutando :

valore minimo m , massimo Max , media M, scarto quadratico medio s, valore medio/minimo $(M+m)^{1/2}$

media-scarto quadratico medio (M-s)

Ciò considerato , si potrà adottare il valore caratteristico VCA per N più adatto , a seconda delle esigenze, impostando uno dei valori elaborati sopracitati o un valore a scelta.

Successivamente , con riferimento al valore caratteristico assunto per il numero di colpi N , si potrà avviare un tentativo di correlazione con il numero di colpi Nspt della prova SPT : $Nspt = \beta t$ [ove per il coefficiente β si potrà introdurre un valore sperimentale a piacere (vedi note illustrative), ovvero il coefficiente teorico di energia βt fornito dal programma] .

VALUTAZIONE RESISTENZA DINAMICA E COEFFICIENTE DI ENERGIA

La resistenza alla punta dinamica Rpd viene comunemente valutata in base alla formula Olandese :

$$Rpd = (M^2 H) / [A e (M + P)] \text{ ove :}$$

N = n. colpi per avanzamento δ Rpd = resist.dinam.punta [area A] M = massa battente [altezza caduta H]

e = avanzamento per colpo = δ/N P = peso tot. sistema battuta e aste ,

ovvero in base alla formula semplificata :

$$Rpd' = (M H) / (A e) = (M H) N / (A \delta) = Q N ,$$

ove : $Q = (M H) / (A \delta)$ = energia specifica teorica per colpo .

Ciò considerato, volendo riferire la prova in esame (N,Q) alla prova SPT (Nspt,Qspt),

dall 'uguaglianza dei valori di resistenza dinamica relativi alle due prove, si ricava teoricamente :

$$Rpd' = Q N = Qspt Nspt \Rightarrow Nspt = N [Q/Qspt] = \beta N ,$$

ove il rapporto $\beta t = Q/Qspt$ viene definito coefficiente teorico di energia della prova in esame ,

relativamente alla prova SPT ($Qspt = 7.83 \text{ kg/cm}^2 = 0.768 \text{ MPa}$) per $M = 63.5 \text{ kg}$, $H = 0.75 \text{ m}$, $D = 50.8 \text{ mm}$,

$A = 20.27 \text{ cm}^2$, $d = 0.30 \text{ m}$) .

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al valore del numero dei colpi SPT equivalente

prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

Nspt -> Dr DENSITA' RELATIVA (Terreni granulari) - TERZAGHI & PECK (1948-1967)

Nspt -> ϕ' ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE (Terreni granulari) - PECK-HANSON-THORBURN (1953-1974)

Nspt -> E' MODULO DI DEFORMAZIONE DRENATO (Terreni granulari) - D'APPOLONIA e altri (1970)

Nspt -> Cu COESIONE NON DRENATA (Terreni coesivi) - TERZAGHI & PECK (1948-1967)

Nspt -> Y PESO DI VOLUME

TERRENI GRANULARI (Terzaghi-Peck 1948/1967) [e.max = 1 e.min = 1/3 G = 2.65]

TERRENI COESIVI (Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967) [p.specifico G = 2.70]

Rpd -> Qd CAPACITA' PORTANTE DINAMICA Herminier, Tchong & Lebeque(1965)

F.L. = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)

(g = accelerazione gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (Amax/g)]

Vs = velocità di propagazione delle onde sismiche (Iyisan 1996)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE	DIN	1
	riferimento	GreenFascoP
	certificato n°	

Committente: Green Factory e Ascopiave
 Cantiere: Nuova stazione ad idrogeno
 Località: Paese via Bruxelles e via San Pio X

U.M.: kg/cm² Data esec.: 05/09/2023
 Pagina: 1 Data certificato: 27/09/2023
 Elaborato: Falda:

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm ²	H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm ²
0,20	1	7		82,69					
0,40	1	8		88,20					
0,60	2	4		44,10					
0,80	2	4		44,10					
1,00	2	3		31,01					
1,20	2	8		82,69					
1,40	3	10		103,36					
1,60	3	13		134,37					
1,80	3	15		155,04					
2,00	3	19		184,83					
2,20	3	18		175,10					
2,40	4	22		214,01					
2,60	4	21		204,29					
2,80	4	29		266,44					
3,00	4	29		266,44					
3,20	5	27		248,06					
3,40	5	23		211,31					
3,60	5	29		266,44					
3,80	5	35		304,64					
4,00	5	36		313,34					
4,20	6	38		330,75					
4,40	6	42		365,57					
4,60	6	47		388,63					
4,80	6	50		413,44					
5,00	7	52		429,98					

H = profondità
 L1 = prima lettura (colpi punta)
 L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

qcd = resistenza dinamica punta
 Asta = numero di asta impiegata

Lo sperimentatore:

Il direttore laboratorio:

FON090

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA **LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE**

DIN**2**

riferimento

GreenFAscoP

certificato n°

Committente: **Green Factory e Ascopiave**
 Cantiere: **Nuova stazione ad idrogeno**
 Località: **Paese via Bruxelles e via San Pio X**

U.M.: **kg/cm²**Data esec.: **05/09/2023**Data certificato: **27/09/2023**Pagina: **1**

Elaborato:

Falda:

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²	H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²
0,20	1	4		47,25					
0,40	1	6		66,15					
0,60	2	5		55,13					
0,80	2	8		88,20					
1,00	2	4		41,34					
1,20	2	6		62,02					
1,40	3	13		134,37					
1,60	3	16		165,38					
1,80	3	12		124,03					
2,00	3	15		145,92					
2,20	3	13		126,46					
2,40	4	15		145,92					
2,60	4	20		194,56					
2,80	4	22		202,13					
3,00	4	18		165,38					
3,20	5	26		238,88					
3,40	5	24		220,50					
3,60	5	23		211,31					
3,80	5	30		261,12					
4,00	5	31		269,82					
4,20	6	30		261,12					
4,40	6	32		278,53					
4,60	6	28		231,53					
4,80	6	33		272,87					
5,00	7	37		305,94					
5,20	7	29		239,79					
5,40	7	38		314,21					
5,60	7	39		307,13					
5,80	7	45		354,38					
6,00	8	51		401,63					
6,20	8	53		417,38					

H = profondità

L1 = prima lettura (colpi punta)

L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

qcd = resistenza dinamica punta

Asta = numero di asta impiegata

Lo sperimentatore:

Il direttore laboratorio:

FON090

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA **LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE**

DIN

3

riferimento

GreenFAscoP

certificato n°

Committente: **Green Factory e Ascopiave**
Cantiere: **Nuova stazione ad idrogeno**
Località: **Paese via Bruxelles e via San Pio X**

U.M.: **kg/cm²**

Data esec.: **05/09/2023**

Data certificato: **27/09/2023**

Pagina: **1**

Elaborato:

Falda:

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²	H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²
0,20	1	3		35,44					
0,40	1	3		33,08					
0,60	2	6		66,15					
0,80	2	5		55,13					
1,00	2	7		72,35					
1,20	2	12		124,03					
1,40	3	8		82,69					
1,60	3	7		72,35					
1,80	3	13		134,37					
2,00	3	13		126,46					
2,20	3	15		145,92					
2,40	4	16		155,65					
2,60	4	17		165,38					
2,80	4	20		183,75					
3,00	4	21		192,94					
3,20	5	21		192,94					
3,40	5	25		229,69					
3,60	5	29		266,44					
3,80	5	27		235,01					
4,00	5	25		217,60					
4,20	6	24		208,89					
4,40	6	37		322,05					
4,60	6	43		355,56					
4,80	6	52		429,98					
5,00	7	52		429,98					

H = profondità
L1 = prima lettura (colpi punta)
L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

qcd = resistenza dinamica punta
Asta = numero di asta impiegata

Lo sperimentatore:

Il direttore laboratorio:

FON090

Software by dott. Geol. Diego Martin 0425-840820

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA **LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE**

DIN
4

 riferimento **GreenFascoP**

certificato n°

 Committente: **Green Factory e Ascopiave**
 Cantiere: **Nuova stazione ad idrogeno**
 Località: **Paese via Bruxelles e via San Pio X**

 U.M.: **kg/cm²**

 Data esec.: **05/09/2023**

 Data certificato: **27/09/2023**

 Pagina: **1**

 Elaborato: **Falda:**

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²	H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²
0,20	1	10		118,13					
0,40	1	16		176,40					
0,60	2	5		55,13					
0,80	2	6		66,15					
1,00	2	8		82,69					
1,20	2	10		103,36					
1,40	3	13		134,37					
1,60	3	11		113,70					
1,80	3	16		165,38					
2,00	3	20		194,56					
2,20	3	21		204,29					
2,40	4	23		223,74					
2,60	4	17		165,38					
2,80	4	22		202,13					
3,00	4	17		156,19					
3,20	5	20		183,75					
3,40	5	24		220,50					
3,60	5	27		248,06					
3,80	5	29		252,41					
4,00	5	30		261,12					
4,20	6	32		278,53					
4,40	6	35		304,64					
4,60	6	27		223,26					
4,80	6	29		239,79					
5,00	7	36		297,68					
5,20	7	47		388,63					
5,40	7	50		413,44					
5,60	7	55		433,13					

 H = profondità
 L1 = prima lettura (colpi punta)
 L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

 qcd = resistenza dinamica punta
 Asta = numero di asta impiegata

Lo sperimentatore:

Il direttore laboratorio:

FON090

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA **LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE**

DIN	5
referimento	GreenFAscoP
certificato n°	

Committente: **Green Factory e Ascopiave**
 Cantiere: **Nuova stazione ad idrogeno**
 Località: **Paese via Bruxelles e via San Pio X**

U.M.: **kg/cm²** Data esec.: **05/09/2023**
 Pagina: **1** Data certificato: **27/09/2023**
 Elaborato: Falda:

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²	H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²
0,20	1	3		35,44					
0,40	1	6		66,15					
0,60	2	6		66,15					
0,80	2	8		88,20					
1,00	2	16		165,38					
1,20	2	7		72,35					
1,40	3	12		124,03					
1,60	3	8		82,69					
1,80	3	15		155,04					
2,00	3	19		184,83					
2,20	3	12		116,74					
2,40	4	10		97,28					
2,60	4	17		165,38					
2,80	4	22		202,13					
3,00	4	27		248,06					
3,20	5	25		229,69					
3,40	5	26		238,88					
3,60	5	30		275,63					
3,80	5	25		217,60					
4,00	5	31		269,82					
4,20	6	33		287,23					
4,40	6	35		304,64					
4,60	6	31		256,33					
4,80	6	33		272,87					
5,00	7	37		305,94					
5,20	7	34		281,14					
5,40	7	46		380,36					
5,60	7	53		417,38					
5,80	7	55		433,13					

H = profondità qcd = resistenza dinamica punta
 L1 = prima lettura (colpi punta) Asta = numero di asta impiegata
 L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

Lo sperimentatore:

Il direttore laboratorio:

FON090

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE	DIN	6
	referimento	GreenFAscoP
	certificato n°	

Committente: Green Factory e Ascopiave	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 05/09/2023
Cantiere: Nuova stazione ad idrogeno	Pagina: 1	Data certificato: 27/09/2023
Località: Paese via Bruxelles e via San Pio X	Elaborato:	Falda:

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²	H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²
0,20	1	4		47,25					
0,40	1	2		22,05					
0,60	2	4		44,10					
0,80	2	8		88,20					
1,00	2	7		72,35					
1,20	2	10		103,36					
1,40	3	7		72,35					
1,60	3	8		82,69					
1,80	3	16		165,38					
2,00	3	12		124,03					
2,20	3	15		145,92					
2,40	4	13		126,46					
2,60	4	17		165,38					
2,80	4	19		174,56					
3,00	4	21		192,94					
3,20	5	25		229,69					
3,40	5	22		202,13					
3,60	5	27		248,06					
3,80	5	30		261,12					
4,00	5	27		235,01					
4,20	6	26		226,30					
4,40	6	31		269,82					
4,60	6	33		272,87					
4,80	6	38		314,21					
5,00	7	42		347,29					
5,20	7	37		305,94					
5,40	7	27		223,26					
5,60	7	38		299,25					
5,80	7	50		393,75					
6,00	8	55		433,13					

H = profondità
L1 = prima lettura (colpi punta)
L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

qcd = resistenza dinamica punta
Asta = numero di asta impiegata

Lo sperimentatore:

Il direttore laboratorio:

FON090

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

SUDDIVISIONE GEOTECNICA

DIN**1**riferimento **GreenFascoP**

certificato n°

Committente: **Green Factory e Ascopiave**
 Cantiere: **Nuova stazione ad idrogeno**
 Località: **Paese via Bruxelles e via San Pio X**

U.M.: **kg/cm²**Data esec.: **05/09/2023**Data certificato: **27/09/2023**Pagina: **1**Elaborato: **Falda:****PARAMETRI GENERALI**

n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rpq kg/cm²	qc kg/cm²	Vs m/sec	G kg/cm²	Q kg/cm²	natura	descrizione
1	0,00 : 0,40	Media	8	1,51	11	85,45	74,42	83	82	4,27	Coes./Gran.	
2	0,40 : 1,00	Media	4	1,51	6	39,74	28,30	49	87	1,99	Coesiva	
3	1,00 : 2,60	Media	16	1,51	24	156,71	146,51	145	153	7,84	Coes./Gran.	
4	2,60 : 4,20	Media	31	1,51	46	275,93	282,52	200	257	13,80	Granulare	
5	4,20 : 5,00	Media	48	1,51	72	399,41	394,83	229	367	19,97	Granulare	

NATURA COESIVA**NATURA GRANULARE**

n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm²	Ysat t/m³	W %	e -	Mo kg/cm²	Dr %	ϕ °	E' kg/cm²	Ysat t/m³	Yd t/m³	Mo kg/cm²	Liq. -
1	0,00 : 0,40	11	0,69	1,91	32,11	0,87	50	37	30	276	1,94	1,51	196	---
2	0,40 : 1,00	6	0,38	1,85	37,04	1,00	36	---	---	---	---	---	---	---
3	1,00 : 2,60	24	1,50	2,07	21,91	0,59	77	56	34	376	2,01	1,63	326	---
4	2,60 : 4,20	46	---	---	---	---	---	81	40	546	2,13	1,82	514	---
5	4,20 : 5,00	72	---	---	---	---	---	93	44	746	2,20	1,92	736	---

Lo sperimentatore:

Il direttore laboratorio:

FON090

Ingegneria Civile ed Ambientale

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

SUDDIVISIONE GEOTECNICA

DIN**2**riferimento **GreenFascoP**
certificato n°

Committente: **Green Factory e Ascopiave**
 Cantiere: **Nuova stazione ad idrogeno**
 Località: **Paese via Bruxelles e via San Pio X**

U.M.: **kg/cm²** Data esec.: **05/09/2023**
 Data certificato: **27/09/2023**
 Pagina: **1**
 Elaborato: **Falda:**

PARAMETRI GENERALI

n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rp kg/cm²	qc kg/cm²	Vs m/sec	G kg/cm²	Q kg/cm²	natura	descrizione
1	0,00 : 1,20	Media	6	1,51	8	60,02	42,45	59	89	3,00	Coesiva	
2	1,20 : 2,60	Media	15	1,51	22	148,09	130,08	144	142	7,40	Coes./Gran.	
3	2,60 : 5,60	Media	29	1,51	44	252,02	255,32	206	248	12,60	Granulare	
4	5,60 : 6,20	Media	50	1,51	75	391,13	391,13	242	380	19,56	Granulare	

NATURA COESIVA**NATURA GRANULARE**

n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm²	Ysat t/m³	W %	e -	Mo kg/cm²	Dr %	ϕ °	E' kg/cm²	Ysat t/m³	Yd t/m³	Mo kg/cm²	Liq. -
1	0,00 : 1,20	8	0,50	1,87	34,98	0,94	41	---	---	---	---	---	---	---
2	1,20 : 2,60	22	1,38	2,04	23,28	0,63	73	53	34	361	2,00	1,61	309	---
3	2,60 : 5,60	44	---	---	---	---	---	79	40	530	2,12	1,80	497	---
4	5,60 : 6,20	75	---	---	---	---	---	94	44	770	2,20	1,93	761	---

Lo sperimentatore:

Il direttore laboratorio:

FON090

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

Ingegneria Civile ed Ambientale

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

SUDDIVISIONE GEOTECNICA

DIN**3**

riferimento

GreenFAScoP

certificato n°

Committente: **Green Factory e Ascopiave**Cantiere: **Nuova stazione ad idrogeno**Località: **Paese via Bruxelles e via San Pio X**U.M.: **kg/cm²**Data esec.: **05/09/2023**Data certificato: **27/09/2023**Pagina: **1**

Elaborato:

Falda:

PARAMETRI GENERALI

n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rp kg/cm²	qc kg/cm²	Vs m/sec	G kg/cm²	Q kg/cm²	natura	descrizione
1	0,00 : 0,40	Media	3	1,51	5	34,26	23,15	43	66	1,71	Coesiva	
2	0,40 : 1,60	Media	8	1,51	11	78,78	69,77	113	82	3,94	Coes./Gran.	
3	1,60 : 3,20	Media	17	1,51	26	162,18	165,38	155	163	8,11	Granulare	
4	3,20 : 4,20	Media	26	1,51	39	231,53	226,30	198	225	11,58	Granulare	
5	4,20 : 5,00	Media	46	1,51	69	384,39	380,36	227	355	19,22	Granulare	

NATURA COESIVA**NATURA GRANULARE**

n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm²	Ysat t/m³	W %	e -	Mo kg/cm²	Dr %	ϕ °	E' kg/cm²	Ysat t/m³	Yd t/m³	Mo kg/cm²	Liq. -
1	0,00 : 0,40	5	0,31	1,83	39,28	1,06	33	---	---	---	---	---	---	---
2	0,40 : 1,60	11	0,69	1,91	32,11	0,87	50	37	30	276	1,94	1,51	196	---
3	1,60 : 3,20	26	---	---	---	---	---	59	35	392	2,03	1,65	343	---
4	3,20 : 4,20	39	---	---	---	---	---	74	38	492	2,10	1,76	454	---
5	4,20 : 5,00	69	---	---	---	---	---	92	44	723	2,19	1,91	710	---

Lo sperimentatore:

Il direttore laboratorio:

FON090

Ingegneria Civile ed Ambientale

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

SUDDIVISIONE GEOTECNICA

DIN**4**riferimento **GreenFascoP**

certificato n°

Committente: **Green Factory e Ascopiave**
 Cantiere: **Nuova stazione ad idrogeno**
 Località: **Paese via Bruxelles e via San Pio X**

U.M.: **kg/cm²**Data esec.: **05/09/2023**Data certificato: **27/09/2023**Pagina: **1**

Elaborato:

Falda:

PARAMETRI GENERALI

n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rpq kg/cm²	qc kg/cm²	Vs m/sec	G kg/cm²	Q kg/cm²	natura	descrizione
1	0,00 : 0,40	Media	13	1,51	20	147,27	143,33	92	132	7,36	Granulare	
2	0,40 : 1,60	Media	9	1,51	13	92,57	82,17	116	93	4,63	Coes./Gran.	
3	1,60 : 5,00	Media	25	1,51	38	224,79	229,69	192	220	11,24	Granulare	
4	5,00 : 5,60	Media	51	1,51	77	411,73	418,95	238	388	20,59	Granulare	

NATURA COESIVA**NATURA GRANULARE**

n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm²	Ysat t/m³	W %	e -	Mo kg/cm²	Dr %	ϕ °	E' kg/cm²	Ysat t/m³	Yd t/m³	Mo kg/cm²	Liq. -
1	0,00 : 0,40	20	---	---	---	---	---	50	33	345	1,99	1,59	292	---
2	0,40 : 1,60	13	0,81	1,93	30,31	0,82	55	40	31	291	1,95	1,53	218	---
3	1,60 : 5,00	38	---	---	---	---	---	73	38	484	2,09	1,75	446	---
4	5,00 : 5,60	77	---	---	---	---	---	95	44	785	2,21	1,94	778	---

Lo sperimentatore:

Il direttore laboratorio:

FON090

Ingegneria Civile ed Ambientale

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA **SUDDIVISIONE GEOTECNICA**

DIN**5**riferimento **GreenFAScoP**

certificato n°

Committente: **Green Factory e Ascopiave**Cantiere: **Nuova stazione ad idrogeno**Località: **Paese via Bruxelles e via San Pio X**U.M.: **kg/cm²**Data esec.: **05/09/2023**Data certificato: **27/09/2023**Pagina: **1**Elaborato: **Falda:**

PARAMETRI GENERALI

n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rp kg/cm²	qc kg/cm²	Vs m/sec	G kg/cm²	Q kg/cm²	natura	descrizione
1	0,00 : 0,80	Media	6	1,51	9	63,99	44,38	64	84	3,20	Coesiva	
2	0,80 : 2,60	Media	13	1,51	19	129,30	119,90	137	127	6,47	Coes./Gran.	
3	2,60 : 5,20	Media	30	1,51	45	260,77	260,45	205	252	13,04	Granulare	
4	5,20 : 5,80	Media	51	1,51	78	410,29	404,25	240	392	20,51	Granulare	

NATURA COESIVA

NATURA GRANULARE

n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm²	Ysat t/m³	W %	e -	Mo kg/cm²	Dr %	ϕ °	E' kg/cm²	Ysat t/m³	Yd t/m³	Mo kg/cm²	Liq. -
1	0,00 : 0,80	9	0,56	1,89	34,00	0,92	44	---	---	---	---	---	---	---
2	0,80 : 2,60	19	1,19	2,01	25,45	0,69	67	49	33	338	1,98	1,58	284	---
3	2,60 : 5,20	45	---	---	---	---	---	80	40	538	2,13	1,81	505	---
4	5,20 : 5,80	78	---	---	---	---	---	96	44	793	2,21	1,94	787	---

Lo sperimentatore:

Il direttore laboratorio:

FON090

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

Ingegneria Civile ed Ambientale

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

SUDDIVISIONE GEOTECNICA

DIN**6**

riferimento

GreenFAscoP

certificato n°

Committente: Green Factory e Ascopiave

Cantiere: Nuova stazione ad idrogeno

Località: Paese via Bruxelles e via San Pio X

U.M.: kg/cm²

Data esec.: 05/09/2023

Data certificato: 27/09/2023

Pagina: 1

Elaborato:

Falda:

PARAMETRI GENERALI

n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β -	Nspt colpi	rpq kg/cm²	qc kg/cm²	Vs m/sec	G kg/cm²	Q kg/cm²	natura	descrizione
1	0,00 : 0,60	Media	3	1,51	5	37,80	25,72	43	72	1,89	Coesiva	
2	0,60 : 1,60	Media	8	1,51	12	83,79	74,42	117	88	4,19	Coes./Gran.	
3	1,60 : 3,00	Media	16	1,51	24	156,38	157,04	152	153	7,82	Granulare	
4	3,00 : 5,60	Media	31	1,51	47	264,23	269,82	210	261	13,21	Granulare	
5	5,60 : 6,00	Media	53	1,51	79	413,44	413,44	243	396	20,67	Granulare	

NATURA COESIVA**NATURA GRANULARE**

n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm²	Ysat t/m³	W %	e -	Mo kg/cm²	Dr %	ϕ °	E' kg/cm²	Ysat t/m³	Yd t/m³	Mo kg/cm²	Liq. -
1	0,00 : 0,60	5	0,31	1,83	39,28	1,08	33	---	---	---	---	---	---	---
2	0,60 : 1,60	12	0,75	1,92	31,20	0,84	52	38	31	284	1,94	1,52	207	---
3	1,60 : 3,00	24	---	---	---	---	---	56	34	376	2,01	1,63	326	---
4	3,00 : 5,60	47	---	---	---	---	---	82	40	554	2,14	1,82	522	---
5	5,60 : 6,00	79	---	---	---	---	---	96	44	800	2,21	1,95	795	---

Lo sperimentatore:

Il direttore laboratorio:

FON090

Ingegneria Civile ed Ambientale

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

MASW 1

L'indagine MASW è stata eseguita utilizzando uno stendimento da 12 geofoni verticali dotati di frequenza propria 4.5 Hz e interdistanza geofonica di 4 m, per un profilo lungo in totale 44 m. Le energizzazioni sono state eseguite con mazza battente da 8 kg effettuando battute verticali a distanza di 5 m dall'estremità del profilo e stack per aumentare il rapporto segnale/rumore. La frequenza di campionamento è stata impostata a 1000 Hz per un tempo di acquisizione di 2 secondi. Questa configurazione e modalità di battuta ha permesso di acquisire la componente verticale delle onde di Rayleigh. I sismogrammi acquisiti sono stati elaborati con il software Geopsy analizzando la dispersione della componente verticale delle onde di Rayleigh.

Attività in sito:

- a) **Sismografo utilizzato:** sismografo Pasi GEA24;
- b) **Numero geofoni:** 12, con frequenza propria 4.5 Hz. distanza geofonica 4,0 m;
- c) **Acquisizione** a 1000 Hz per 2 secondi;
- d) **Numero profili:** 1;
- e) **Tiri:** n. 1
 - i. Tiro n. 1 eseguito -5 metri dal geofono n. 12 con finestra di acquisizione pari a 2000 millisecondi
- f) **Lunghezza singolo profilo:** 44,0 metri;
- g) **Sorgente utilizzata:** Mazza battente kg 8 con trigger (dispositivo per il comando di avvio della registrazione);
- h) **Energia utilizzata:** numero 5 colpi di mazza da 8 kg per tiro;
- i) **Tipologia di analisi:** analisi della dispersione della componente verticale delle onde di Rayleigh (MASW in configurazione ZVF);

	ID	Name	Component	Start time	End time	Sampling frequency	Sampling period	N samples	Duration	Rec x	Rec y
1	1	12	Vertical	2023-09-05 09:53:32.000000	2023-09-05 09:53:34.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	49	0
2	2	11	Vertical	2023-09-05 09:53:32.000000	2023-09-05 09:53:34.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	45	0
3	3	10	Vertical	2023-09-05 09:53:32.000000	2023-09-05 09:53:34.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	41	0
4	4	9	Vertical	2023-09-05 09:53:32.000000	2023-09-05 09:53:34.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	37	0
5	5	8	Vertical	2023-09-05 09:53:32.000000	2023-09-05 09:53:34.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	33	0
6	6	7	Vertical	2023-09-05 09:53:32.000000	2023-09-05 09:53:34.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	29	0
7	7	6	Vertical	2023-09-05 09:53:32.000000	2023-09-05 09:53:34.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	25	0
8	8	5	Vertical	2023-09-05 09:53:32.000000	2023-09-05 09:53:34.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	21	0
9	9	4	Vertical	2023-09-05 09:53:32.000000	2023-09-05 09:53:34.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	17	0
10	10	3	Vertical	2023-09-05 09:53:32.000000	2023-09-05 09:53:34.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	13	0
11	11	2	Vertical	2023-09-05 09:53:32.000000	2023-09-05 09:53:34.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	9	0
12	12	1	Vertical	2023-09-05 09:53:32.000000	2023-09-05 09:53:34.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	5	0

Figura 1 – Configurazione acquisizione (Trigger -5)

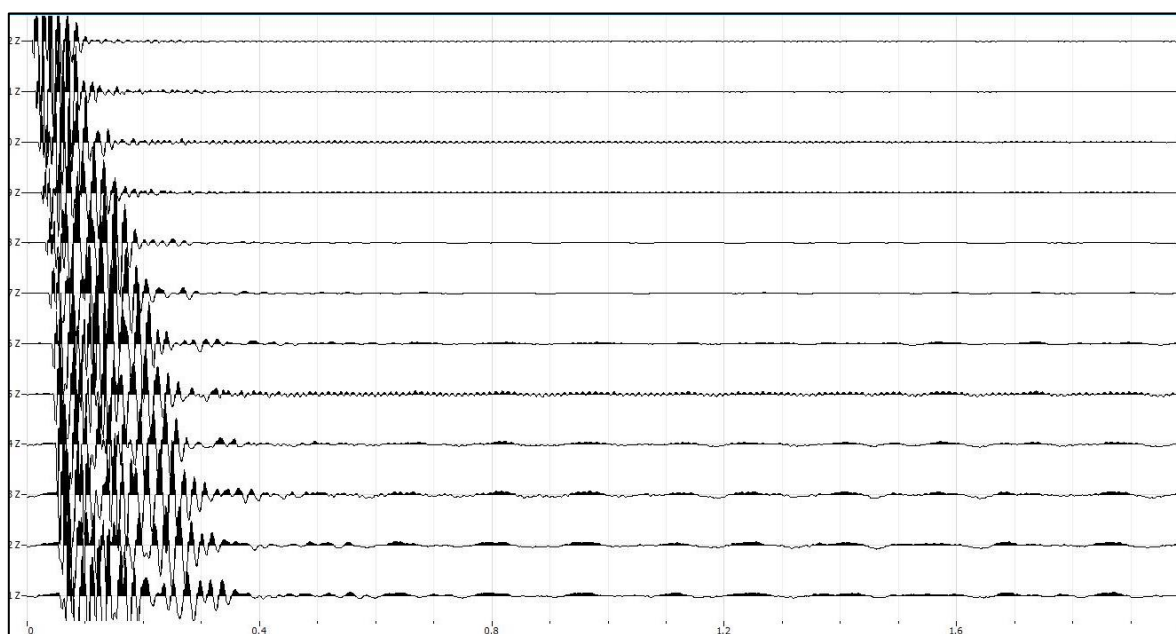


Figura 2 – Sismogrammi acquisiti dai geofoni – Trigger -5 m

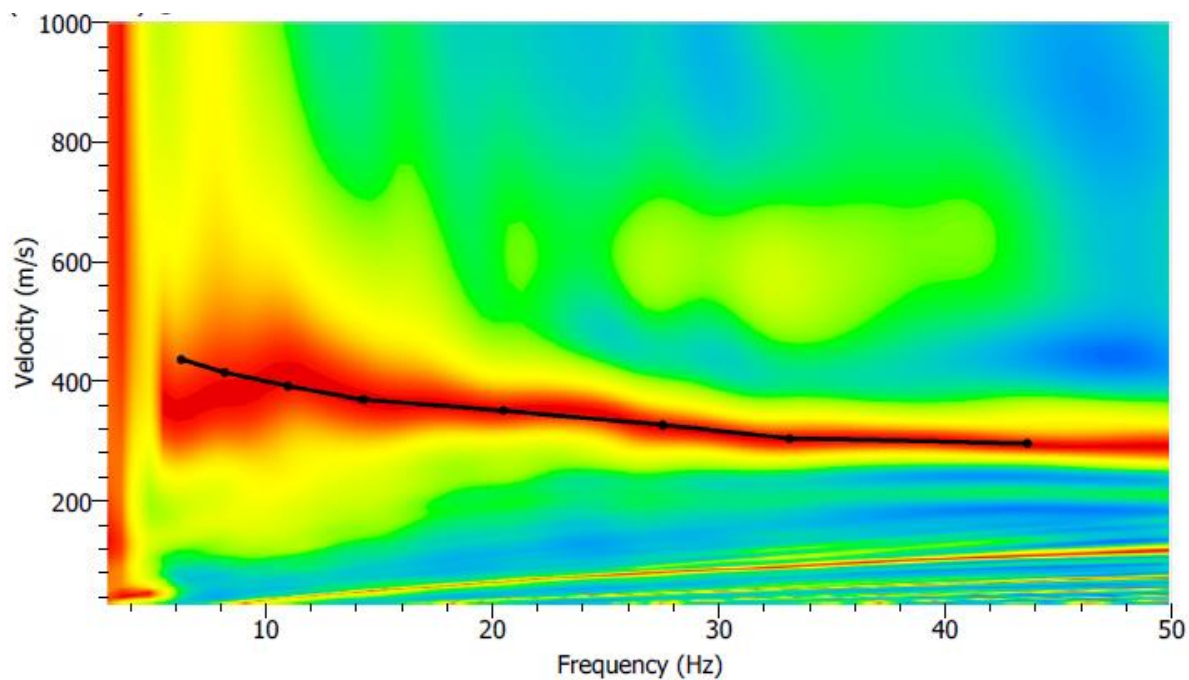


Figura 3 – Spettro di velocità di fase della componente verticale delle onde di Reyleigh (analisi ZVF) e picking della curva di dispersione del modo fondamentale

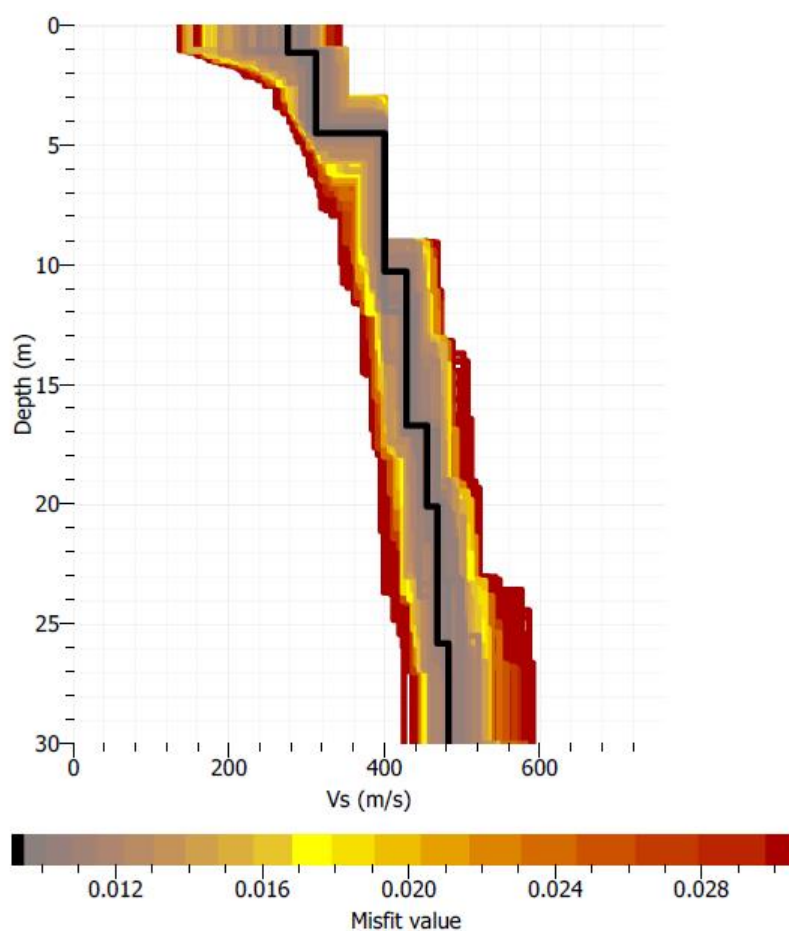


Figura 4 – Visualizzazione di tutti i profili elaborati. In nero il profilo di Vs che minimizza l'errore con le misure sperimentali

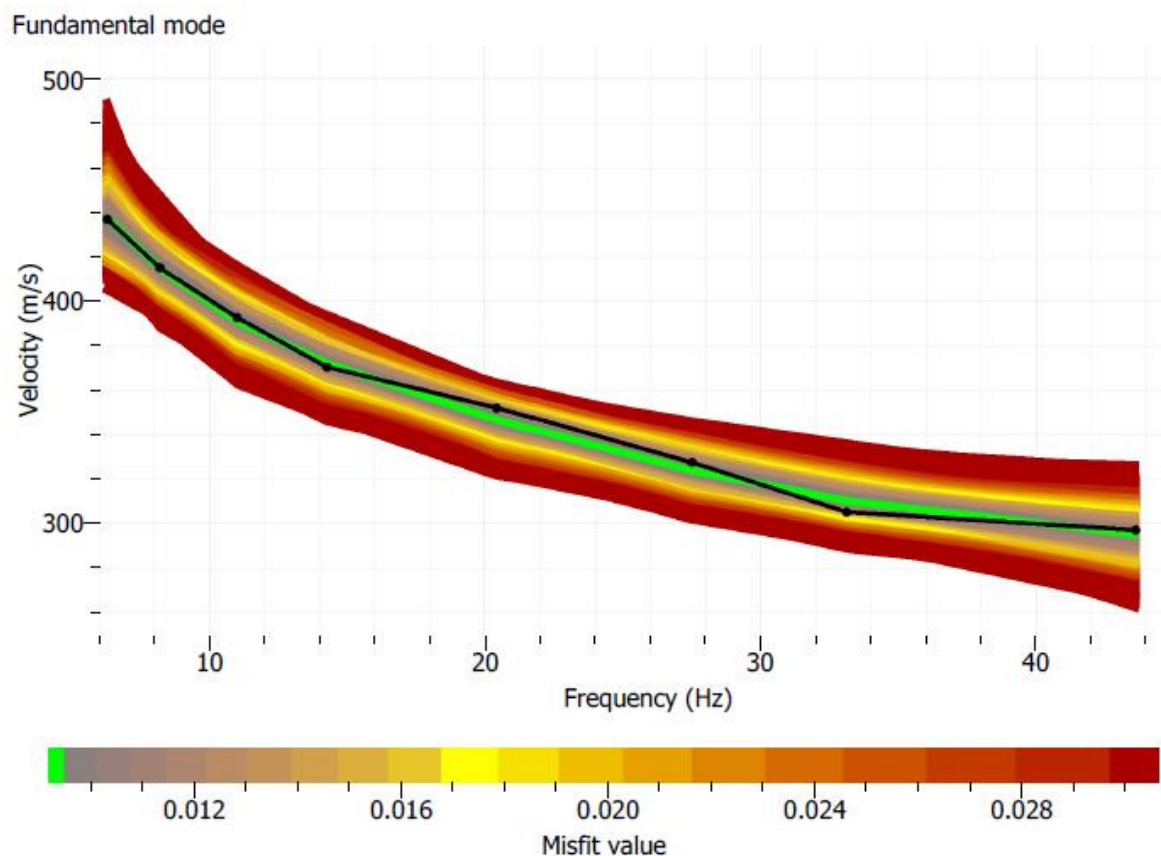


Figura 5 - Curva di dispersione sperimentale (in nero) e curve di dispersione numeriche del modello, entrambe riferite al modo fondamentale. In verde la curva di dispersione del modo fondamentale associata al profilo di colore nero in Figura 4

Strato	Vs [m/s]	Spessore [m]	Profondità [m]
1	276	1.1	1.1
2	310	3.4	4.5
3	399	5.8	10.3
4	427	6.4	16.7
5	454	3.4	20.1
6	467	5.7	25.8
7	482	Inf.	Inf.

V_{seq} = 412 m/s

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO: B

Tabella 1 – Modello di velocità delle onde S – MASW1

Full scale [mV]: 51

Start recording: 28/08/2023 13:51:42 End recording: 28/08/2023 14:05:37

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h13'48". Analyzed 85% trace (manual window selection)

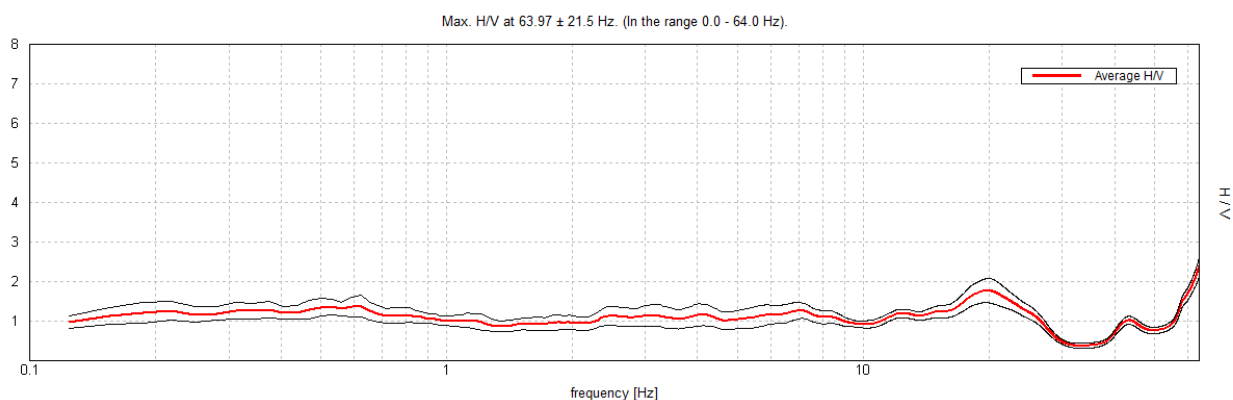
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

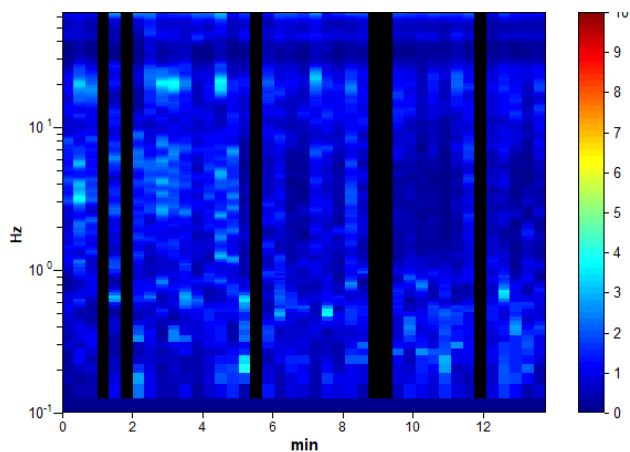
Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

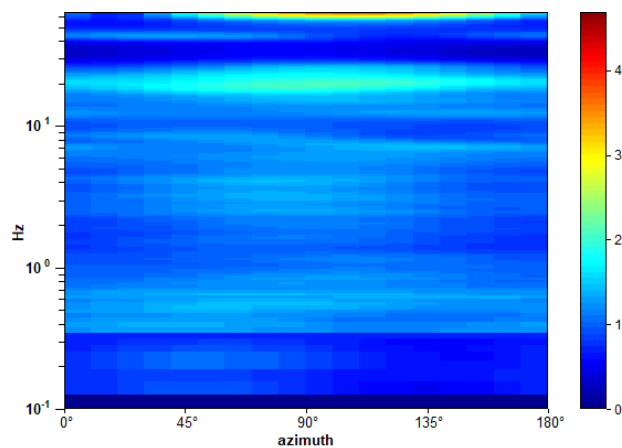
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



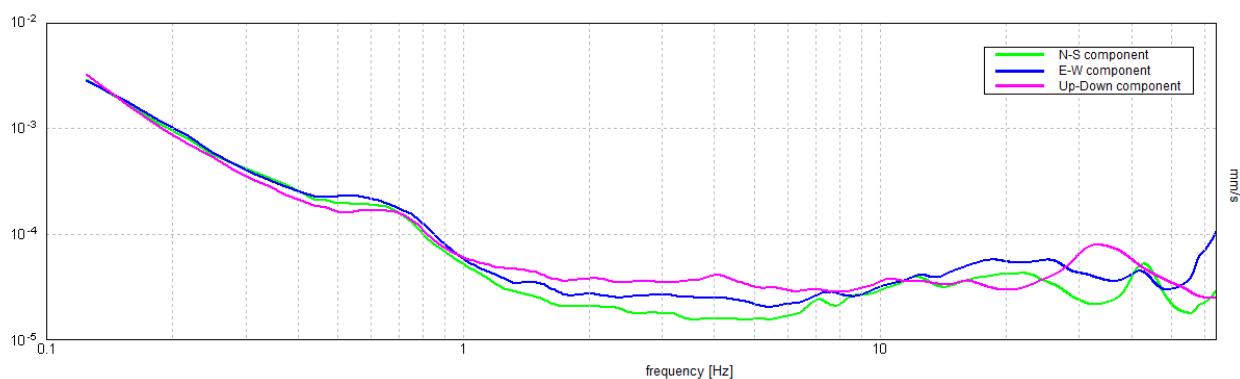
H/V TIME HISTORY



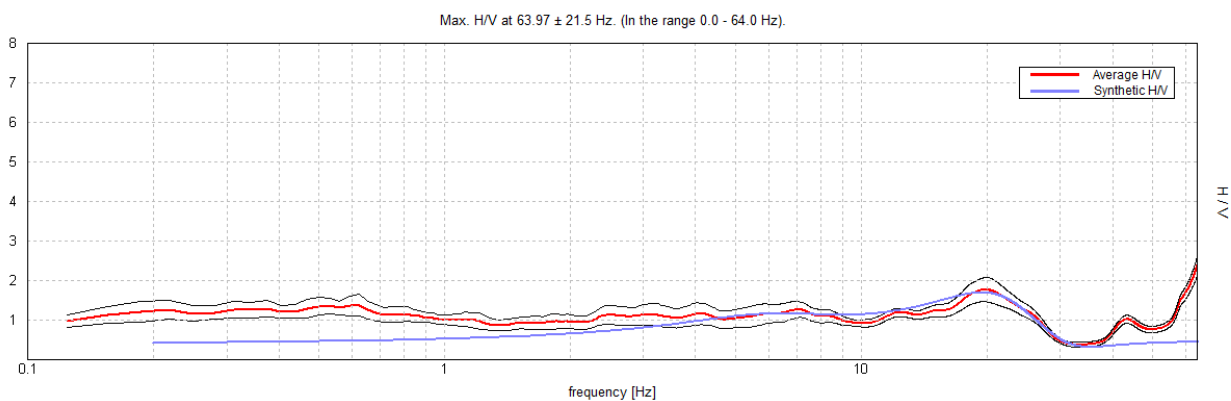
DIRECTIONAL H/V



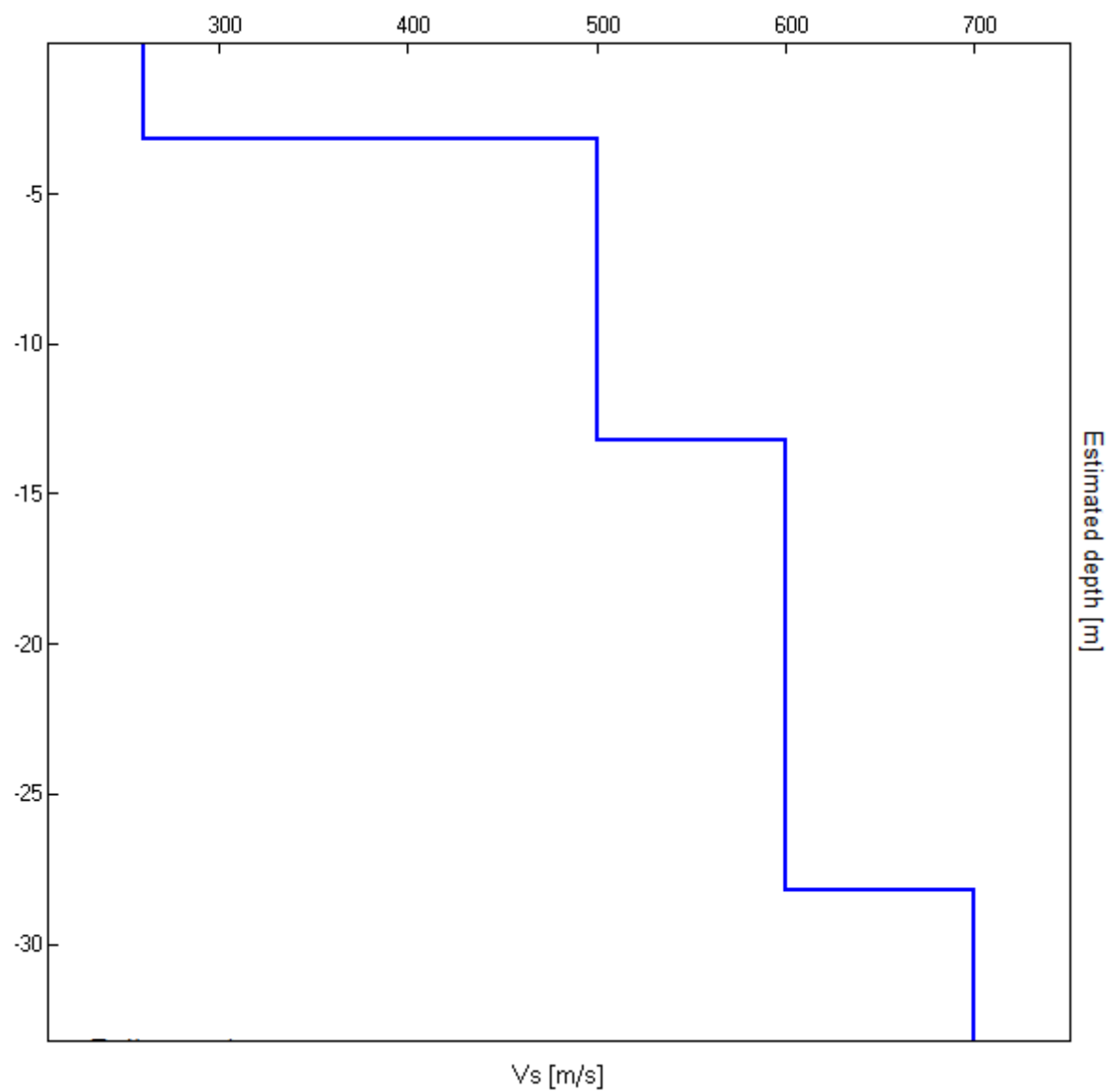
SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
3.20	3.20	260	0.42
13.20	10.00	500	0.42
28.20	15.00	600	0.42
inf.	inf.	700	0.42



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 63.97 ± 21.5 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	63.97 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	44778.1 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1026 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	56.813 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	2.41 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.33615 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	21.50286 < 3.19844		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2501 < 1.58	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20