

REGIONE VENETO

PROVINCIA DI VICENZA

COMUNE DI MARANO VICENTINO

PROCEDURA DI VERIFICA DI ASSOGGETTABILITÀ AI SENSI DELL'ART. 19
DEL D.Lgs 152/06 e ss.mm.ii. PER L'INSTALLAZIONE DEL NUOVO IMPIANTO
DI GESTIONE E RECUPERO RIFIUTI SITO NEL
COMUNE DI MARANO VICENTINO (VI)
STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE

Committente:

Vallortigara Servizi Ambientali S.p.A.

Sede legale:

Via dell'Artigianato n°21

36036 TORREBELVICINO

cod. fisc. e P.I. 02427080243

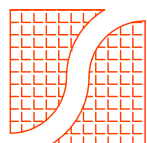
Oggetto:

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

Elaborato:

S7

Progettisti:



SIMMOS s.r.l.

PIANI & PROGETTI

30173 Venezia-Mestre Via Martiri della Libertà 242/B

Tel.: 041-5352593 Fax: 041-2667322

Email: info@simmos.it Web: http://www.simmos.it

Email PEC: simmosr1@pec.it



firmato digitalmente

Direttore tecnico: Ing. Antonio Colella

Collaboratori: Ing. Francesco Bertoncin

Ing. Gianluca Notarrigo

Ing. Alberto Colella

Ing. Giovanni Stocco

Scala:

-

Data:

OTTOBRE 2020

File:

s1907bk94-0.pdf

Sost. il:

-

IL PRESENTE DISEGNO E' DI NOSTRA PROPRIETA' ED E' SOTTO LA PROTEZIONE DELLA LEGGE SULLA PROPRIETA' LETTERARIA, NE E' QUINDI VIETATA, PER QUALSIASI MOTIVO, LA RIPRODUZIONE E CONSEGNA A TERZI

| rev. | data | descrizione | oper. | verif. R.C. | approv. D.T. |
|--------|------------|-----------------|-----------|-------------|--------------|
| rev. 0 | 02/10/2020 | PRIMA EMISSIONE | 117 - 122 | 117 | 113 |
| rev. 1 | - | - | - | - | - |



GE Ground Engineering S.r.l.

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

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

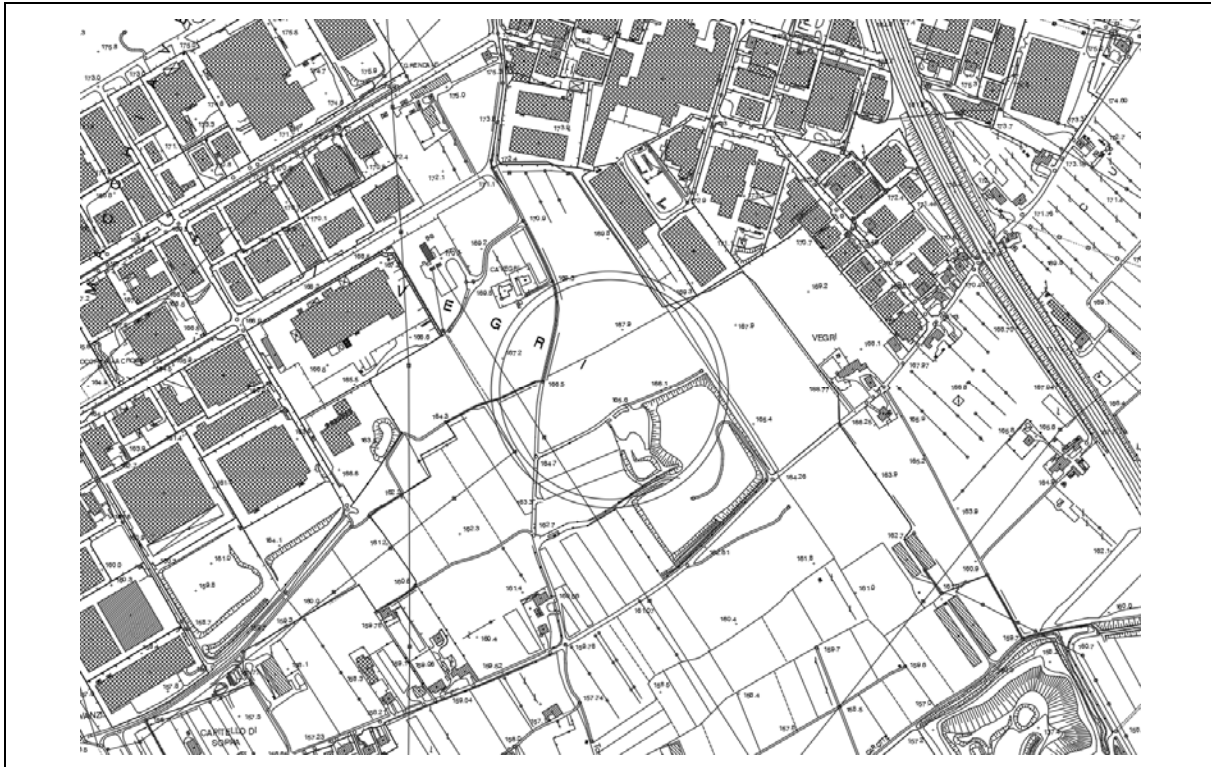
Tel: +39.049.9703506

P.IVA.: 03666520279

www.ground-eng.com - info@ground-eng.com - info@pec.ground-eng.com

COMUNE DI MARANO VICENTINO (VI)

Via Maestri del Lavoro



| | | |
|-------------------------------------|--|--|
| <p>Data: Settembre 2020</p> | <p>REALIZZAZIONE DEL NUOVO CENTRO ECOLOGICO</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p> | <p>Elaborato: unico</p> <p>Dott. Geol. Matteo Vian Albo dei Geologi della Regione Veneto N. 689.</p>  <p><i>Matteo Vian</i></p> |
| <p>Revisione V00</p> | <p>COMMITTENTE</p> <p>Vallortigara Servizi Ambientali S.p.A.</p> | <p>Dott. Geol. Basilio Zanninello Albo dei Geologi della Regione Veneto N. 608.</p>  <p><i>Basilio Zanninello</i></p> |

SOMMARIO

| | | |
|----------|--|------------------|
| 1 | <u>PREMESSA</u> | <u>1</u> |
| 2 | <u>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</u> | <u>3</u> |
| 3 | <u>DEFINIZIONE TERRITORIALE</u> | <u>4</u> |
| | 3.1 <u>INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO</u> | <u>4</u> |
| | 3.2 <u>INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO</u> | <u>6</u> |
| | 3.3 <u>COMPATIBILITÀ GEOLOGICA</u> | <u>8</u> |
| 4 | <u>INDAGINI IN SITO</u> | <u>9</u> |
| | 4.1 <u>PLANIMETRIA DELLE INDAGINI IN SITO</u> | <u>9</u> |
| | 4.2 <u>SONDAGGIO GEOGNOSTICO</u> | <u>10</u> |
| | 4.2.1 <u>Modalità esecutive dei sondaggi</u> | <u>12</u> |
| | 4.2.2 <u>Cassette catalogatrici</u> | <u>12</u> |
| | 4.2.3 <u>Scheda stratigrafica</u> | <u>12</u> |
| | 4.3 <u>PROVE SPT IN FORO</u> | <u>13</u> |
| | 4.4 <u>PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO</u> | <u>15</u> |
| | 4.5 <u>SISMICA ATTIVA - CENNI SULLE TECNICHE SISMICHE UTILIZZATE</u> | <u>16</u> |
| | 4.5.1 <u>Indagine sismica attiva con tecnica MASW</u> | <u>16</u> |
| 5 | <u>RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA E GEOTECNICA</u> | <u>17</u> |
| | 5.1 <u>MODELLO GEOLOGICO-GEOTECNICO DA SONDAGGIO E PROVE DINAMICHE IN FORO SPT</u> | <u>17</u> |
| 6 | <u>ANALISI SISMICA</u> | <u>18</u> |
| | 6.1 <u>CLASSIFICAZIONE SISMICA</u> | <u>18</u> |
| | 6.2 <u>CATEGORIA TOPOGRAFICA</u> | <u>19</u> |
| | 6.3 <u>CATEGORIA DI SOTTOSUOLO</u> | <u>19</u> |
| | 6.3.1 <u>Fattore di Frequenza</u> | <u>22</u> |
| | 6.4 <u>VERIFICA DELLA SUSCETTIBILITÀ A LIQUEFAZIONE</u> | <u>23</u> |
| 7 | <u>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</u> | <u>24</u> |

1 PREMESSA

Per incarico della committenza è stata eseguita un'indagine per la caratterizzazione geologica e geotecnica dell'area interessata dalla realizzazione del Nuovo Centro Ecologico, ubicata in Via Maestri del Lavoro nel Comune di Marano Vicentino (VI) (Figura 1).



Figura 1 – Estratto di CTR – Elemento 103063 "Molette"

Per la caratterizzazione del terreno è stata prevista la realizzazione delle seguenti attività:

- n° 2 sondaggi a carotaggio continuo fino alla profondità di 30 metri dal piano campagna, denominati CG01 e CG02;
- n° 1 sondaggio a carotaggio continuo fino alla profondità di 40 metri dal piano campagna, denominato CG03;
- n° 6 SPT in ciascun sondaggio da 30 metri e n° 8 SPT nel sondaggio CG03;
- prelievo ed esecuzione di prove geotecniche su n°12 campioni rimaneggiati;
- n° 1 indagine geofisica di sismica attiva (MASW).

Le modalità di esecuzione delle indagini sono descritte in seguito, mentre l'ubicazione delle stesse è riportata nella planimetria di Figura 7.

In allegato alla presente relazione si riportano i seguenti elaborati:

- Allegato 1: Schede stratigrafiche di sondaggio;
- Allegato 2: Dati e diagrammi delle prove SPT;
- Allegato 3: Certificati delle prove geotecniche di laboratorio;
- Allegato 4: Relazione geofisico - sismica;
- Allegato 5: Documentazione fotografica.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa di interesse specifico per la presente relazione è la seguente:

- D.M. 17/01/2018 "Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni" (NTC 2018);
- Circ. Min. 21/01/2019 - "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni";
- D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" (NTC 2008);
- Circ. Min. 02/02/2009 "Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche";
- O.P.C.M. 3274/2003 e succ. modd.;
- O.P.C.M. 3519/2006;
- "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" - D.M. 11/03/1988;
- Istruzioni applicative al D.M. 11.03.88 - Circ. Min. LL.PP. 24.09.88 n° 30483;
- "Raccomandazioni A.G.I. riguardanti l'esecuzione e programmazione delle indagini geotecniche" - A.G.I. 1977.

3 DEFINIZIONE TERRITORIALE

3.1 Inquadramento geologico e geomorfologico

Il territorio comunale di Marano Vicentino si colloca nella pianura a nord di Vicenza, in una zona pianeggiante degradante verso SSE con pendenza di poco superiore all'1%. La zona in esame si trova a quota 166 m s.l.m., circa 2,5 km a nord dell'abitato di Marano Vicentino.

La pianura a nord di Vicenza, di cui fa parte l'area in esame, è stata formata durante il quaternario dalla deposizione di materiali prevalentemente detritici di origine fluviale e fluvio-glaciale da parte delle acque correnti per successive avulsioni fluviali. In questa zona la coltre alluvionale è stata deposta principalmente ad opera del F. Astico (Figura 2).

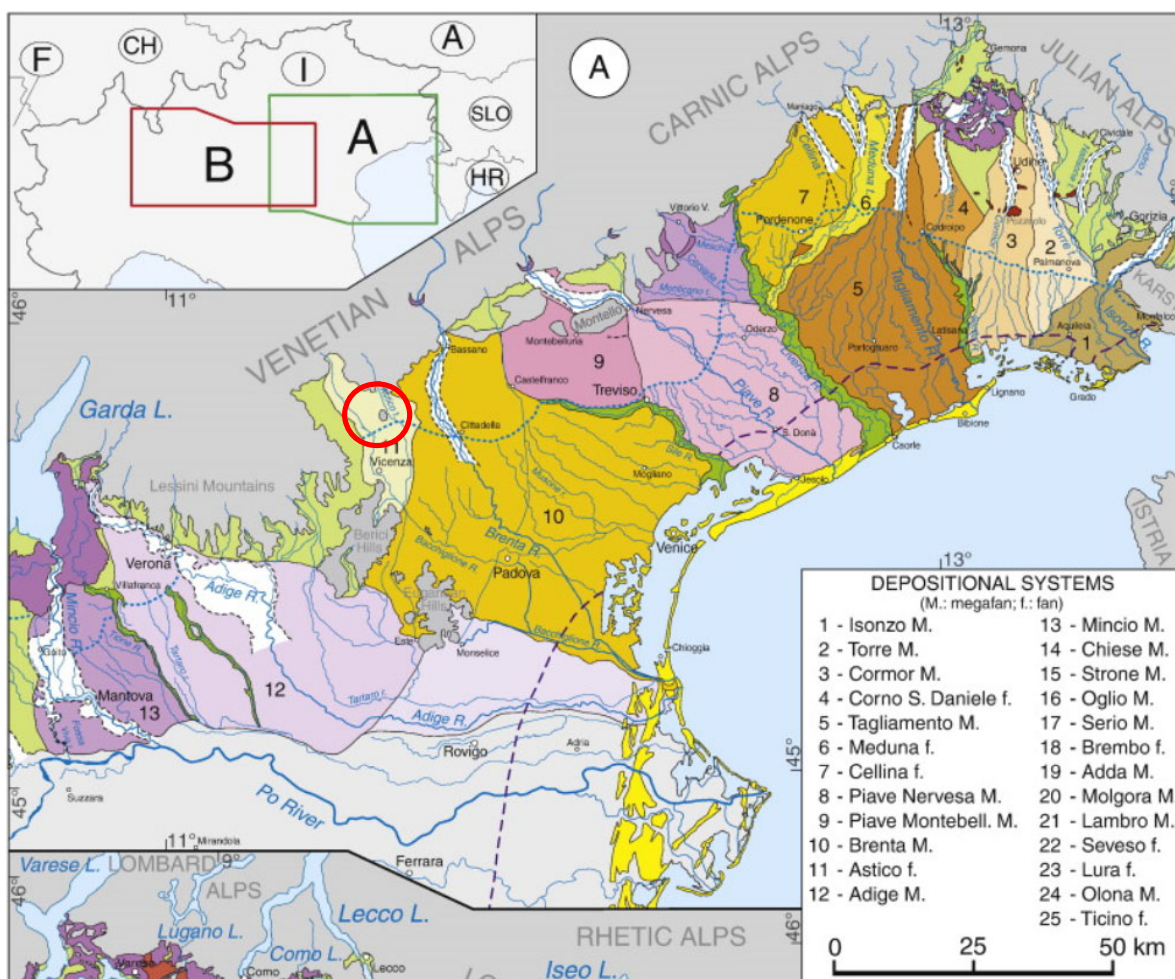


Figura 2 – Estratto dalla Carta dei Sistemi Deposizionali taro-quaternari della Pianura Veneto-Friulana.

Il Torrente Astico infatti, prima del 1500, scorreva lungo la direttrice Piovene-Thiene-Vicenza ad ovest di Breganze; soltanto in seguito ha assunto l'attuale percorso passando tra le colline di Sarcedo e Breganze (Figura 3).

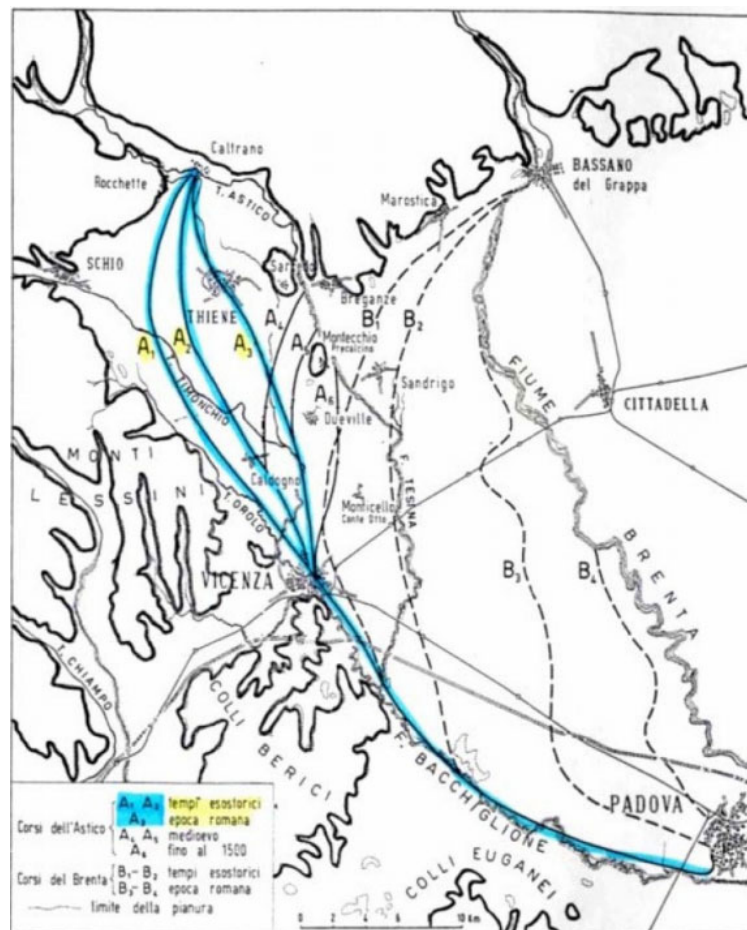


Figura 3 – Evoluzione dei percorsi del T. Astico

Dal punto di vista litologico, il sottosuolo del comune di Marano Vicentino è costituito in prevalenza da ghiaie e ciottoli con sabbia per spessori di diverse decine di metri, a cui si sovrappone una debole copertura di terreno agrario. La natura degli elementi litici rispecchia fedelmente quella delle formazioni presenti nel bacino montano dell'Astico. E cioè, essenzialmente calcarea e calcareo-dolomitica, con presenza di alcuni ciottoli e massi basaltici, provenienti dagli affioramenti vulcanici cenozoici delle colline ai margini della pianura, e rari elementi di porfido provenienti dall'erosione delle morene depositate dal ghiacciaio dell'Astico. Durante la massima espansione wurmiana tale ghiacciaio sboccava in pianura tra Rocchette e Chiuppano e, molto probabilmente, tali morene hanno col tempo favorito il cambiamento del corso fluviale dell'Astico verso la posizione attuale. All'interno del territorio comunale non esistono

livelli argillosi continui se non nel settore meridionale, ove al di sotto dei 40 m si ha l'imbocco del primo acquifero in pressione.

La carta geolitologica del PAT (Figura 4) colloca il sito all'interno dell'area composta da ghiaie e sabbie prevalenti con modesta copertura argilloso-limosa.

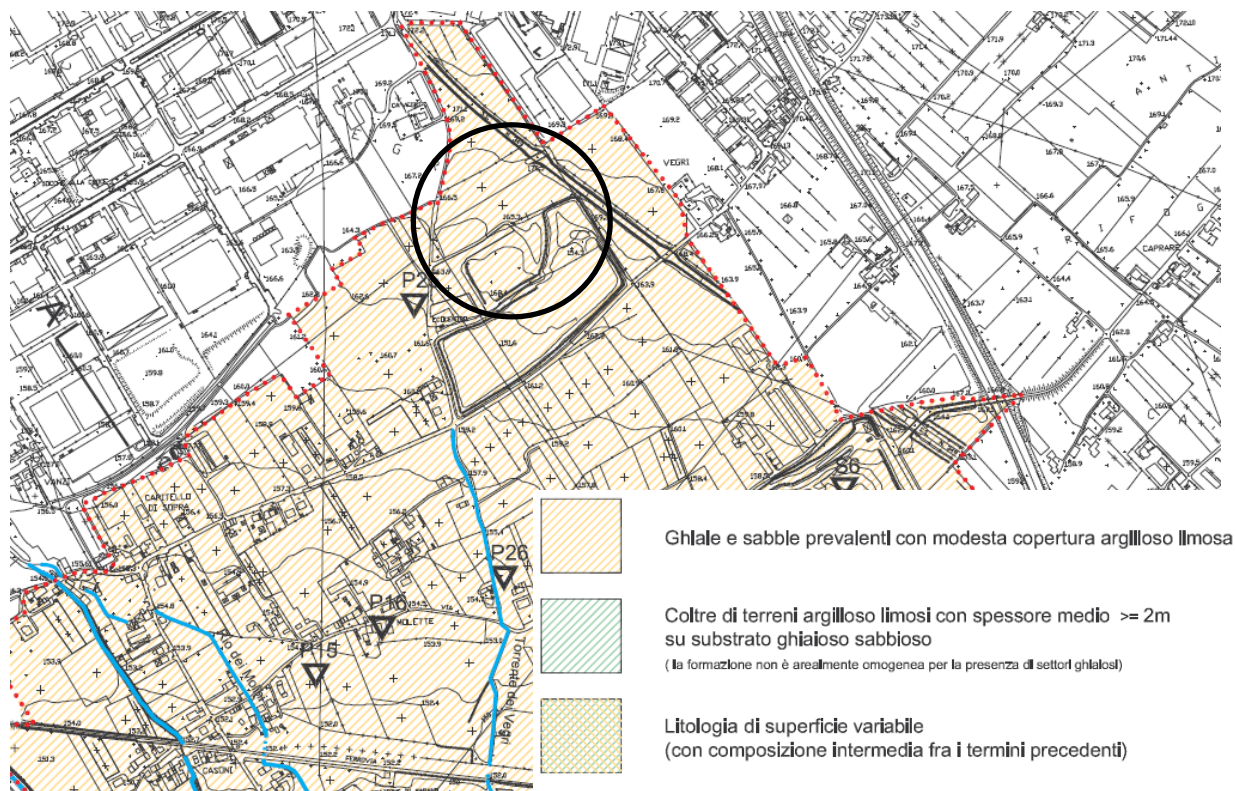


Figura 4 – Estratto della Carta Geolitologica del PAT di Marano Vicentino

3.2 Inquadramento idrogeologico

L'assetto idrogeologico della zona è quello tipico dell'alta pianura, dove il materasso ghiaioso-sabbioso permeabile ospita un acquifero freatico indifferenziato. Soltanto nell'estremo sud del territorio comunale l'acquifero indifferenziato sfuma nel sistema multifalde, con l'inizio del primo acquifero in pressione, presente presso a poco alla profondità di circa 40 m dal piano campagna.

Dalla lettura della Carta Idrogeologica del PAT risulta che la falda freatica nei pressi del sito si colloca ad una quota di circa 111 m s.l.m., pertanto la soggiacenza della falda è di circa 55 metri dal p.c.. La direzione di deflusso della falda è da NW a SE, con velocità comprese tra 2 e 4 metri/giorno.

Per quanto attiene le acque superficiali, nel territorio di Marano Vicentino sono presenti due corsi d'acqua principali: il torrente Leogra ed il torrente Timonchio, provenienti rispettivamente dalla Val Leogra e dalla zona del Tretto.

Essi confluiscono, in un'unica asta fluviale poco a sud di via Braglio, asta che conserva il nome del Timonchio fino alla confluenza con il torrente Igna, a sud del "Bosco" di Dueville, dove prende il nome di Bacchiglione.

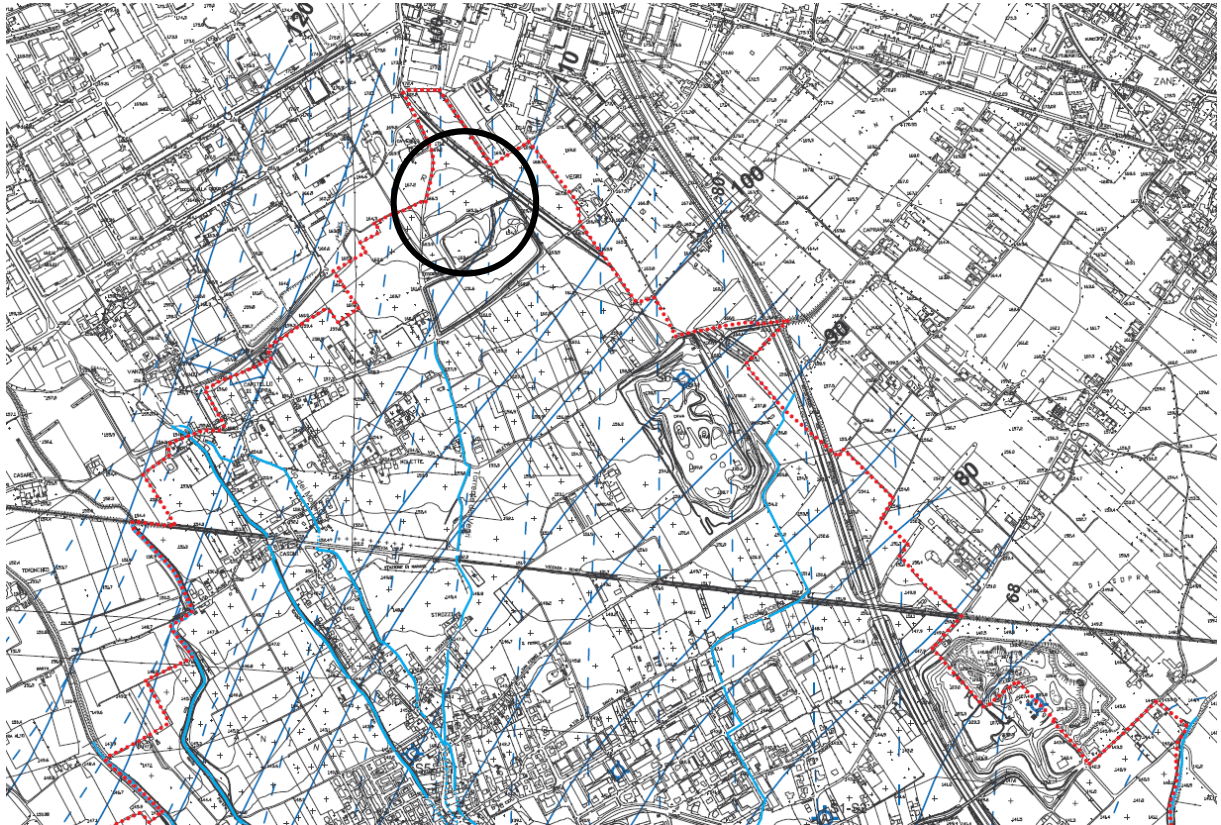


Figura 5 – Estratto della Carta Idrogeologica del PAT di Marano Vicentino

3.3 Compatibilità geologica

Dal punto di vista della compatibilità geologica ai fini urbanistici (Figura 6), il sedime del fabbricato è compreso nelle zone idonee.

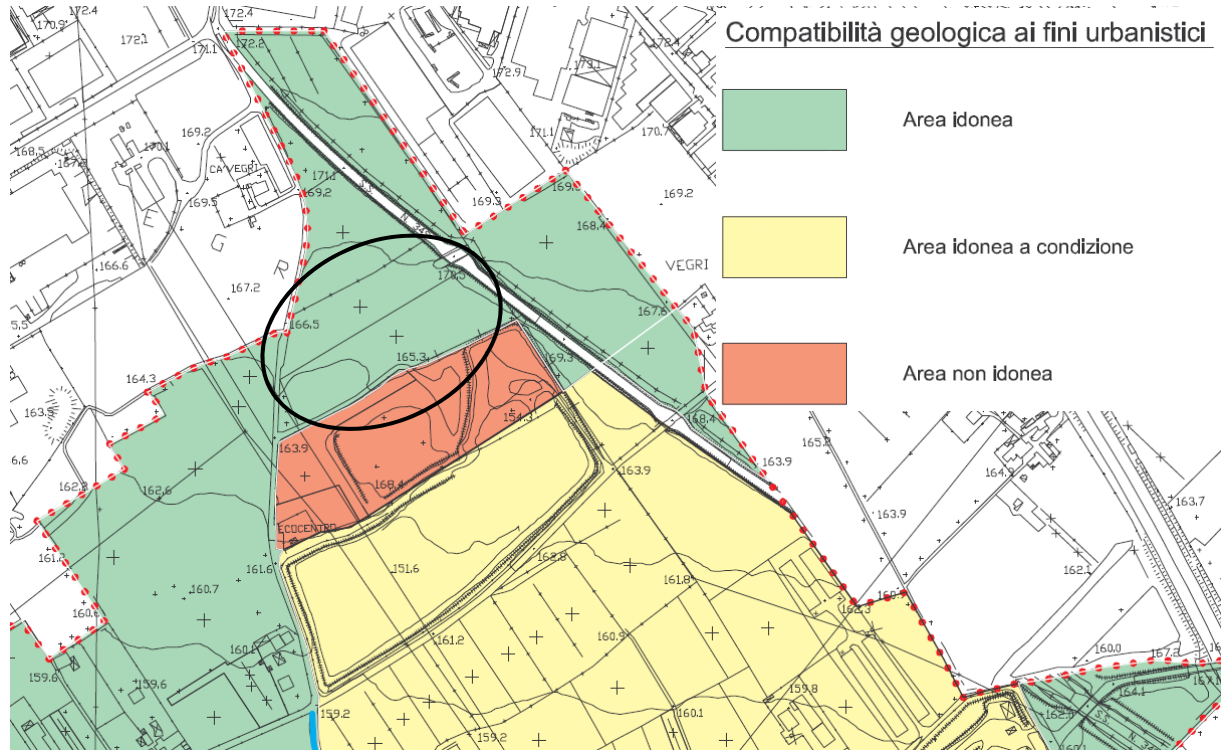


Figura 6 – Estratto della Carta delle Fragilità del PAT di Marano Vicentino

4 INDAGINI IN SITO

4.1 Planimetria delle indagini in sito

In Figura 7 si riporta l'ubicazione planimetrica dei punti di sondaggio.

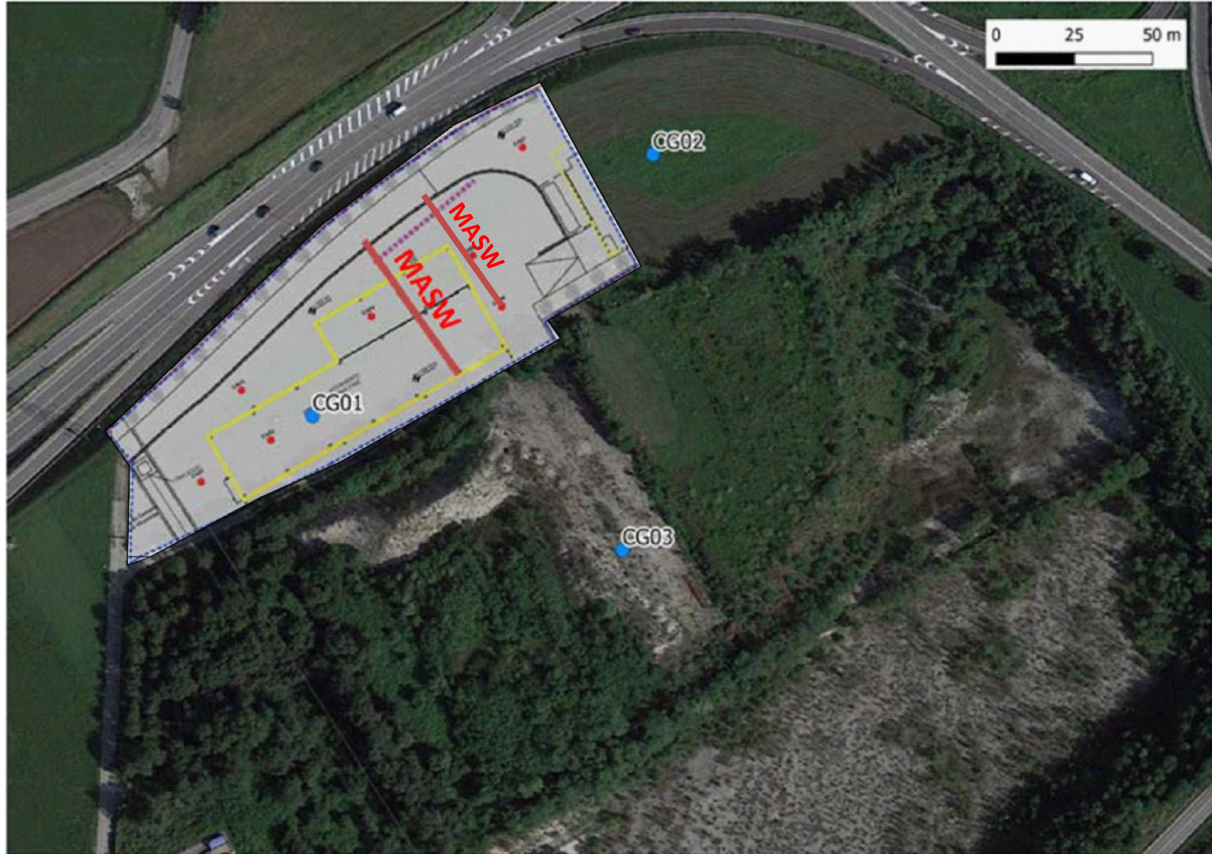


Figura 7 – Planimetria con ubicazione dei sondaggi

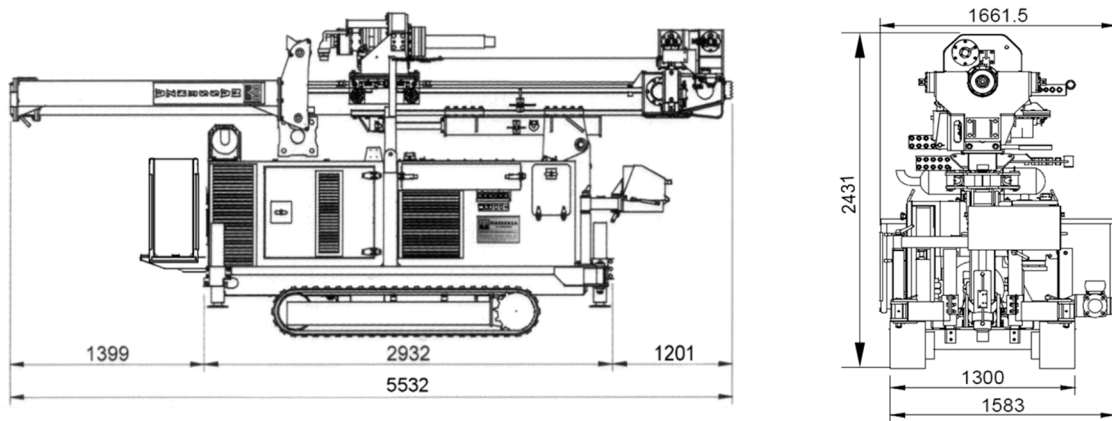
4.2 Sondaggio geognostico

I sondaggi a carotaggio continuo hanno permesso di verificare la composizione litologica dei terreni presenti nel sottosuolo. Per l'esecuzione della perforazione è stata utilizzata una sonda Massenza MI4, le cui caratteristiche vengono di seguito illustrate (Tabella 1).

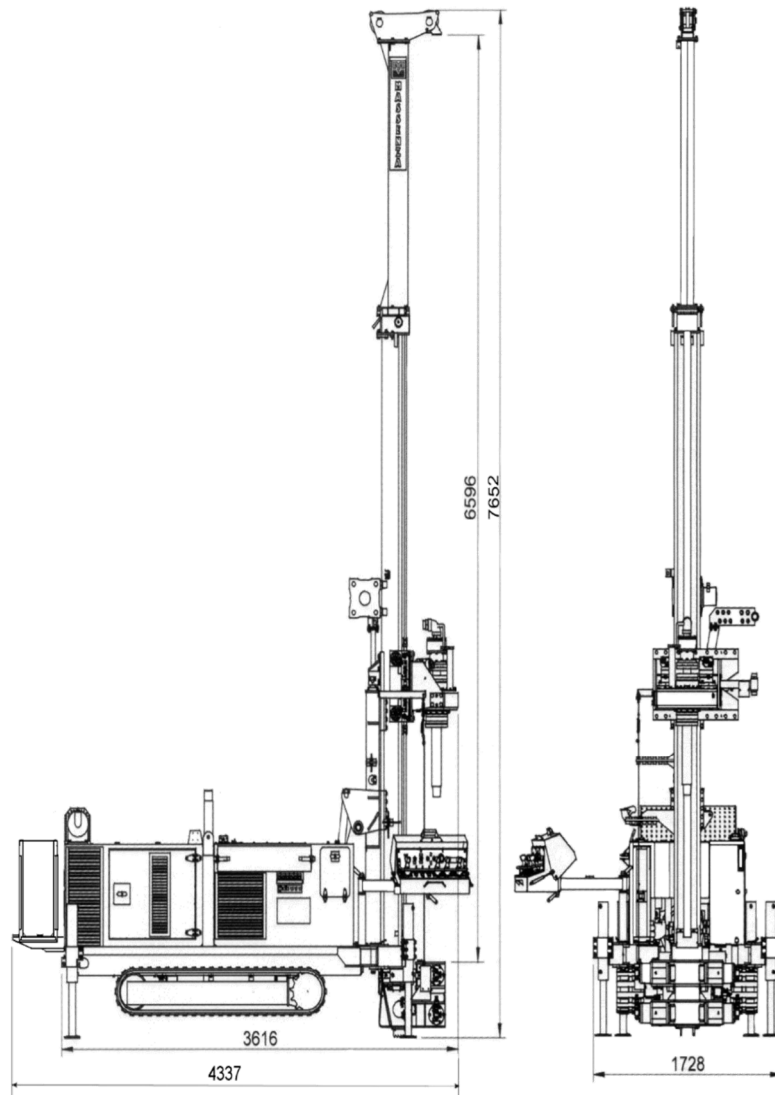
| | |
|---|------------------|
| CARRO CINGOLATO IN GOMMA | MATRICOLA: 2170 |
| Larghezza | 1600 mm |
| Larghezza suole | 400 mm |
| Velocità max. | 2 km/h |
| TORRE: Struttura tipo scatolato | |
| Capacità max. | 40 kN |
| Altezza | 7652 mm |
| TAGLIA FISSA: Ad una carrucola | |
| Capacità max. | 40 kN |
| TIRO E SPINTA: Mediante motoriduttore e catene | |
| Tiro e spinta max. di esercizio | 36 kN |
| Corsa max. (con aste da 1,5 m) | 3600 mm |
| TESTA DI ROTAZIONE TM4R | |
| Modello TM4R, azionata da 1 motore idraulico con cambio | |
| 1 ^a coppia max. di esercizio 6880 Nm | 0÷52 Rpm |
| 2 ^a coppia max. di esercizio 2480 Nm | 0÷148 Rpm |
| 3 ^a coppia max. di esercizio 750 Nm | 0÷500 Rpm |
| Traslazione laterale corsa | 460 mm |
| Filetto albero di rotazione | (2") 50 mm |
| MOTORE AUSILIARIO DIESEL: VM D754 IE3 | |
| Potenza max. | 95 HP (70 KW) |
| Potenza sonora | 94 Lwa (73 dba) |
| MORSA OLEODINAMICA MS205 | |
| Diametro max. passaggio | 205 mm |
| Diametro min. passaggio | 50 mm |
| Forza max. serraggio | 125 kN |
| Coppia min. svitamento | 23500 Nm |
| ARGANO MANOVRA | |
| Salita e discesa controllata | |
| Tiro diretto max. di picco (al 1° strato) | 2200 daN |
| Tiro diretto max. di esercizio (al 1° strato) (classe M3) | 1810 daN |
| IMPIANTO OLEODINAMICO | |
| Taratura max. circuito principale | 240 bar/280 bar |
| Taratura max. circuito ausiliario | 240 bar |
| Pressione max. di esercizio circuito principale | 160 bar/185 bar |
| Pressione max. di esercizio circuito ausiliario | 160 bar |
| POMPE ACQUA | |
| Monovite: CMO PS 50 | 150 l/min 30 bar |
| Pompa schiuma | 10 l/min 100 bar |
| PESO | 6700 kg |

Tabella 1 – Caratteristiche tecniche perforatrice Massenza MI-4

Configurazione in fase di movimentazione



Configurazione in fase di lavoro



4.2.1 Modalità esecutive dei sondaggi

I sondaggi sono stati eseguiti mediante perforazione a carotaggio continuo, utilizzando un carotiere semplice di diametro $\varnothing 101$ mm munito di corona in acciaio Widia e provvedendo al sostegno delle pareti del foro con tubi metallici provvisori di diametro $\varnothing 127$ mm.

Il materiale carotato è stato riposto in cassette catalogatrici idonee al contenimento di 5,0 metri di carota.

4.2.2 Cassette catalogatrici

Dopo l'estrazione, le carote sono state riposte in apposite cassette catalogatrici, ognuna in grado di contenere 5,0 m lineari di sondaggio; su ogni cassetta sono state apposte in maniera evidente e permanente le seguenti informazioni:

- Denominazione del cantiere e del Committente.
- Sigla sondaggio.
- Progressive di perforazione.
- Data di esecuzione del sondaggio.

Ciascuna cassetta è stata fotografata per documentare le caratteristiche dei terreni attraversati.

4.2.3 Scheda stratigrafica

Per i sondaggi sono state realizzate le colonne stratigrafiche, descrivendo dettagliatamente il terreno secondo le modalità contenute nelle "*Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche*" (A.G.I. 1977) e riportando le seguenti informazioni:

- Denominazione del sondaggio.
- Denominazione del cantiere, del Committente e del responsabile tecnico in cantiere.
- Data di inizio e fine della perforazione.
- Metodi di perforazione utilizzati, diametro del carotaggio e dei rivestimenti utilizzati.
- Profilo stratigrafico del terreno con indicazione delle quote dei vari livelli litologici incontrati durante la perforazione.

4.3 Prove SPT in foro

Sono state eseguite n.6 prove SPT in ciascun sondaggio da 30 metri e n.8 SPT nel sondaggio da 40 metri.

La prova consiste nel calare sul fondo del foro un campionatore Raymond (eventualmente con punta chiusa nel caso di ghiaie) posto all'estremità inferiore della batteria di aste, quindi nell'infiingere il campionatore stesso attraverso una massa battente del peso di 63,5 kg lasciata cadere da un'altezza di 0,76 m.

La massa battente è inserita in un sistema che consente di sollevarla e sganciarla automaticamente al raggiungimento dell'altezza di caduta.

In particolare si contano il numero di colpi necessario ad infingere il campionatore per 30 cm (N2+N3), dopo averlo infisso per 15 cm (N1).

La prova è interrotta quando si raggiunge un numero di colpi pari a 50 nell'avanzamento dei primi 15 cm o quando si raggiunge il numero di 100 nei restanti 30 cm.

L'esecuzione della prova richiede molta attenzione ed in particolare:

- il fondo del foro deve essere pulito;
- l'eventuale tubazione di rivestimento deve essere spinta ad una profondità inferiore a quella del fondo foro;
- il recupero della attrezzatura di perforazione deve essere eseguito con una velocità tale da non provocare il sifonamento del fondo del foro quando si opera in sabbie sotto falda.

La Tabella 2 mostra la sintesi dei risultati ottenuti dalle prove SPT, in allegato sono riportati i report di dettaglio.

| Sondaggio | Sigla SPT | Profondità (m da p.c.) | n° colpi/15 cm | N _{SPT} |
|-------------|-----------|------------------------|----------------|------------------|
| CG01 | SPT1 | 4,5 | 16 – 26 – 31 | 57 |
| | SPT2 | 9,0 | 21 – 29 – 37 | 66 |
| | SPT3 | 13,5 | 14 – 20 – 22 | 42 |
| | SPT4 | 18,0 | 22 – 31 – 39 | 70 |
| | SPT5 | 22,5 | 18 – 21 – 23 | 44 |
| | SPT6 | 27,0 | 26 – 37 – 42 | 79 |
| CG02 | SPT1 | 3,0 | 16 – 14 – 15 | 29 |
| | SPT2 | 7,5 | 21 – 24 – 28 | 52 |
| | SPT3 | 12,0 | 20 – 32 – 34 | 66 |
| | SPT4 | 16,5 | 18 – 22 – 19 | 41 |
| | SPT5 | 21,0 | 24 – 32 – 39 | 71 |
| | SPT6 | 27,0 | 30 – 46 – 42 | 88 |

| | | | | |
|-------------|------|------|--------------|----|
| CG03 | SPT1 | 3,0 | 2 – 3 – 5 | 8 |
| | SPT2 | 6,0 | 2 – 2 – 1 | 3 |
| | SPT3 | 9,0 | 3 – 3 – 2 | 5 |
| | SPT4 | 12,0 | 4 – 6 – 3 | 9 |
| | SPT5 | 16,5 | 18 – 29 – 32 | 61 |
| | SPT6 | 22,5 | 14 – 14 – 24 | 38 |
| | SPT7 | 27,0 | 26 – 34 – 37 | 71 |
| | SPT8 | 33,0 | 21 – 25 – 40 | 65 |

Tabella 2 – Sintesi indagini SPT

La Figura 8 mostra l'andamento del parametro N_{SPT} al variare della profondità di indagine.

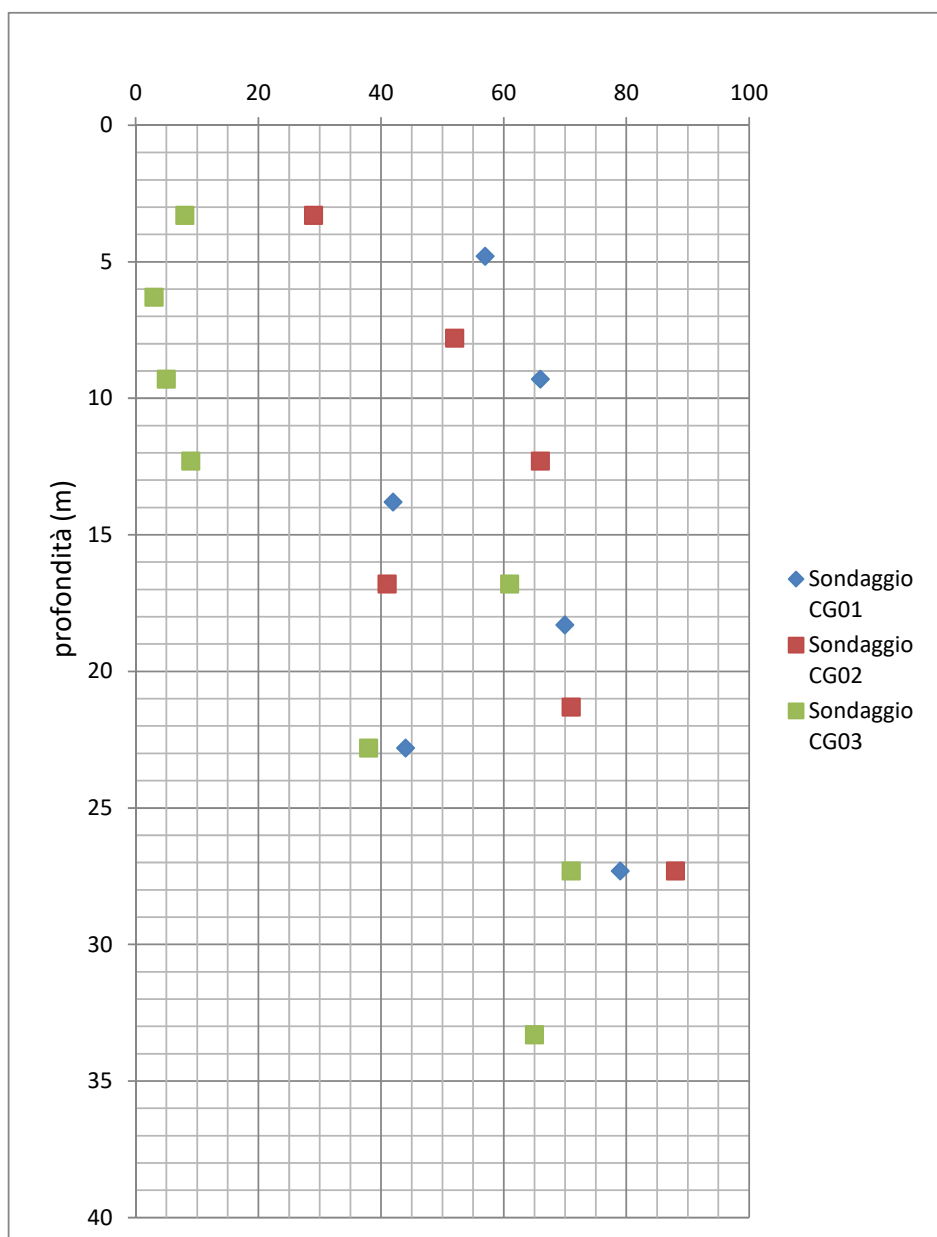


Figura 8 – Andamento N_{SPT} /profondità ottenuto dalla prova in foro di sondaggio

4.4 Prove geotecniche di laboratorio

Nel corso dei sondaggi sono stati prelevati n.12 campioni rimaneggiati, 6 dal sondaggio CG01 e 6 dal sondaggio CG02. In Tabella 3 sono elencate le sigle e le rispettive profondità dei campioni sottoposti alle prove geotecniche di laboratorio.

| Sigla Campione | Tipologia campione | Profondità (m da p.c.) |
|----------------|--------------------|------------------------|
| CG01-1 | rimaneggiato | 4,50 – 5,00 |
| CG01-2 | rimaneggiato | 9,00 – 9,50 |
| CG01-3 | rimaneggiato | 13,50 – 14,00 |
| CG01-4 | rimaneggiato | 18,00 – 18,50 |
| CG01-5 | rimaneggiato | 22,50 – 23,00 |
| CG01-6 | rimaneggiato | 27,00 – 27,50 |
| CG02-1 | rimaneggiato | 3,00 – 3,50 |
| CG02-2 | rimaneggiato | 7,50 – 8,00 |
| CG02-3 | rimaneggiato | 12,00 – 12,50 |
| CG02-4 | rimaneggiato | 16,50 – 17,00 |
| CG02-5 | rimaneggiato | 21,00 – 21,50 |
| CG02-6 | rimaneggiato | 27,00 – 27,50 |

Tabella 3 – Elenco dei campioni prelevati dai sondaggi

I campioni rimaneggiati sono stati analizzati presso il nostro laboratorio geotecnico e sottoposti alle seguenti prove:

1. Analisi granulometrica per via umida;
2. Aerometria (densimetria) della frazione di materiale inferiore a 0,063 mm;

I certificati delle prove eseguite sono riportati in Allegato 3.

4.5 Sismica Attiva - Cenni sulle tecniche sismiche utilizzate

Questi metodi di esplorazione geofisica consistono nella determinazione delle velocità sismiche dei vari strati del sottosuolo caratterizzati da diverse caratteristiche fisico - meccaniche.

4.5.1 Indagine sismica attiva con tecnica MASW

La procedura MASW è basata sulla determinazione della velocità delle onde di superficie al fine di definire le caratteristiche dinamiche dei terreni indagati. Considerando che le onde di Rayleigh campionano uno spessore di sottosuolo proporzionale alla lunghezza d'onda λ , è ragionevole ritenere di poter risalire alla rigidezza dei terreni dalla legge di variazione della V_r con λ (curva di dispersione). Dal punto di vista sperimentale l'acquisizione Masw viene eseguita con una metodologia simile alla tecnica sismica a rifrazione. La differenza sostanziale viene dalla configurazione geometrica dei ricevitori, in genere i geofoni (dai 12 ai 24) vengono spazati di 1, 2 o 3 metri, con una frequenza di campionamento pari a 4.5 Hz. Essendo una tecnica attiva, l'acquisizione Masw risulta comunque possibile in presenza di una sorgente polarizzata, essendo un metodo che utilizza una generazione energetica attiva per creare le onde sismiche, applicando le migliori metodologie di acquisizione sismica (filtri ecc.) che i moderni sismografi consentono (Figura 9).

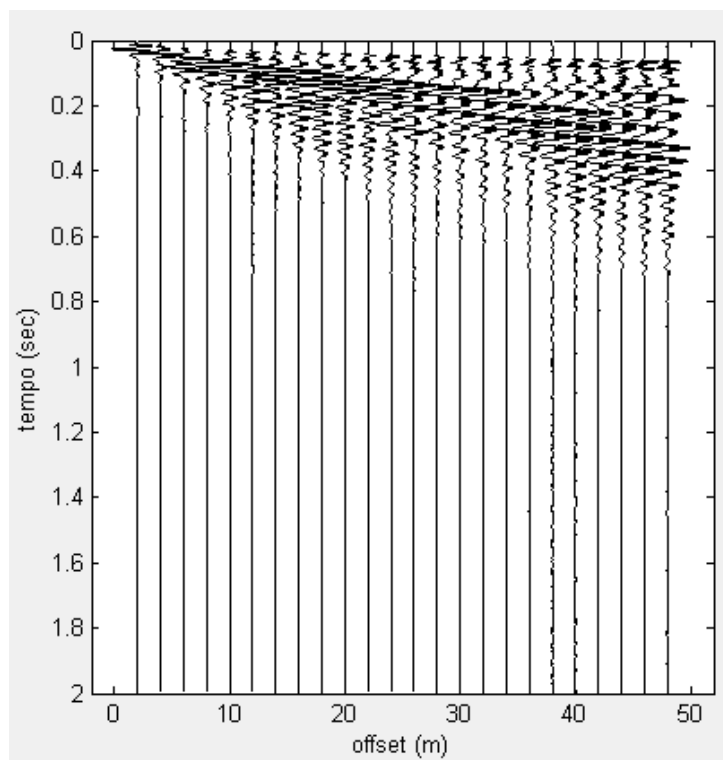


Figura 9 -- Esempio di acquisizione MASW

5 RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA E GEOTECNICA

5.1 Modello geologico-geotecnico da sondaggio e prove dinamiche in foro SPT

Dal sondaggio geognostico è stato ricostruito il modello geologico del sito. I parametri geotecnici dei singoli strati sono stati ottenuti dall'elaborazione delle prove SPT eseguita con il software *Geostru Dynamic Probing*, o stimati da bibliografia qualora non fossero state eseguite SPT all'interno dello strato individuato.

I parametri geotecnici espressi di seguito rappresentano valori caratteristici, ricavati utilizzando il programma *Geostru CV Soil* per l'elaborazione statistica.

| Profondità da p.c. [m] | Litologia | Angolo d'attrito (ϕ'_k) [°] | Modulo di Young $E_{v,k}$ [kN/m ²] | Peso di volume naturale [kN/m ²] | Peso di volume saturato [kN/m ²] |
|---------------------------|---|--|--|---|---|
| 0,0 – 7,0 | Ghiaia sabbiosa con ciottoli | 33,0 | 8183 | 15,91 | 19,71 |
| 7,0 – 13,0 | Ghiaia con ciottoli sabbiosa limosa | 41,4 | 37686 | 18,11 | 21,06 |
| 13,0 – 17,0 | Ghiaia con ciottoli sabbiosa debolmente limosa | 39,1 | 31645 | 17,52 | 20,70 |
| 17,0 - 22,0 | Ghiaia con ciottoli sabbiosa | 47,8 | 54396 | 19,03 | 21,62 |
| 22,0 – 25,0 | Ghiaia con ciottoli sabbiosa debolmente limosa | 40,2 | 34519 | 17,78 | 20,86 |
| 25,0 - 30,0 | Ghiaia con ciottoli sabbiosa | 48,9 | 57295 | 19,20 | 21,73 |

Tabella 4 – Modello geologico-geotecnico

La stratigrafia degli strati superficiali riscontrata nei sondaggi eseguiti per scopo ambientale nel mese di luglio 2020 è stata convalidata dall'indagine geotecnica oggetto del presente documento.

Il sondaggio geognostico CG03 è stato eseguito ai fini di una più ampia conoscenza della geologia del sottosuolo dell'area in prossimità del sito oggetto di intervento.

6 ANALISI SISMICA

6.1 Classificazione sismica

Sulla base dell'O.P.C.M. del 28 aprile 2006 n. 3519 (*Criteria generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*) il sito avente coordinate WGS84 N 45.716232, E 11.427105 in Comune di Marano Vicentino, risulta caratterizzato da valori di accelerazione massima al suolo a_g , (con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi caratterizzati da valori di $V_{S30} > 800$ m/s) pari a 0,188 g. I valori di accelerazione corrispondenti agli stati limite di verifica imposti dalle NTC 2018, sono evidenziati nella Tabella 5 (*avendo ipotizzato una vita nominale della struttura di 50 anni e classe d'uso III*).

| STATO LIMITE | T_r (anni) | a_g (g) | F_0 (-) | T_c^* (s) |
|--------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| SLO | 45 | 0,055 | 2,504 | 0,247 |
| SLD | 75 | 0,072 | 2,460 | 0,260 |
| SLV | 712 | 0,188 | 2,427 | 0,287 |
| SLC | 1462 | 0,241 | 2,416 | 0,292 |

Tabella 5 – Valori di a_g , F_0 e T_c associati agli stati limite da verificare

In Tabella 6 si riportano i coefficienti sismici corrispondenti.

| STATO LIMITE | SLO | SLD | SLV | SLC |
|--------------|-------|-------|-------|-------|
| S_s | 1,200 | 1,200 | 1,200 | 1,170 |
| C_c | 1,460 | 1,440 | 1,410 | 1,410 |
| S_t | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| K_h | 0,013 | 0,017 | 0,054 | 0,079 |
| K_v | 0,007 | 0,009 | 0,027 | 0,040 |
| A_{max} | 0,643 | 0,846 | 2,207 | 2,771 |
| β | 0,200 | 0,200 | 0,240 | 0,280 |

Tabella 6 – Valori $S_s, C_c, S_t, K_h, K_v, A_{max}, \beta$, per i diversi stati limite

6.2 Categoria topografica

Secondo la tabella 3.2.III delle NTC 2018, il sito ricade nella categoria topografica T1 "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$ ".

6.3 Categoria di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato nel par. 7.11.3 delle NTC18. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento. Secondo il punto 3.2.2 delle NTC 2018 ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità. In questo caso si è utilizzata l'elaborazione delle curve sperimentali di misura MASW.

Di seguito si riassume graficamente il risultato della ricostruzione dei sismostrati elaborati dall'indagine eseguita, che evidenzia l'andamento delle V_{s30} in profondità.

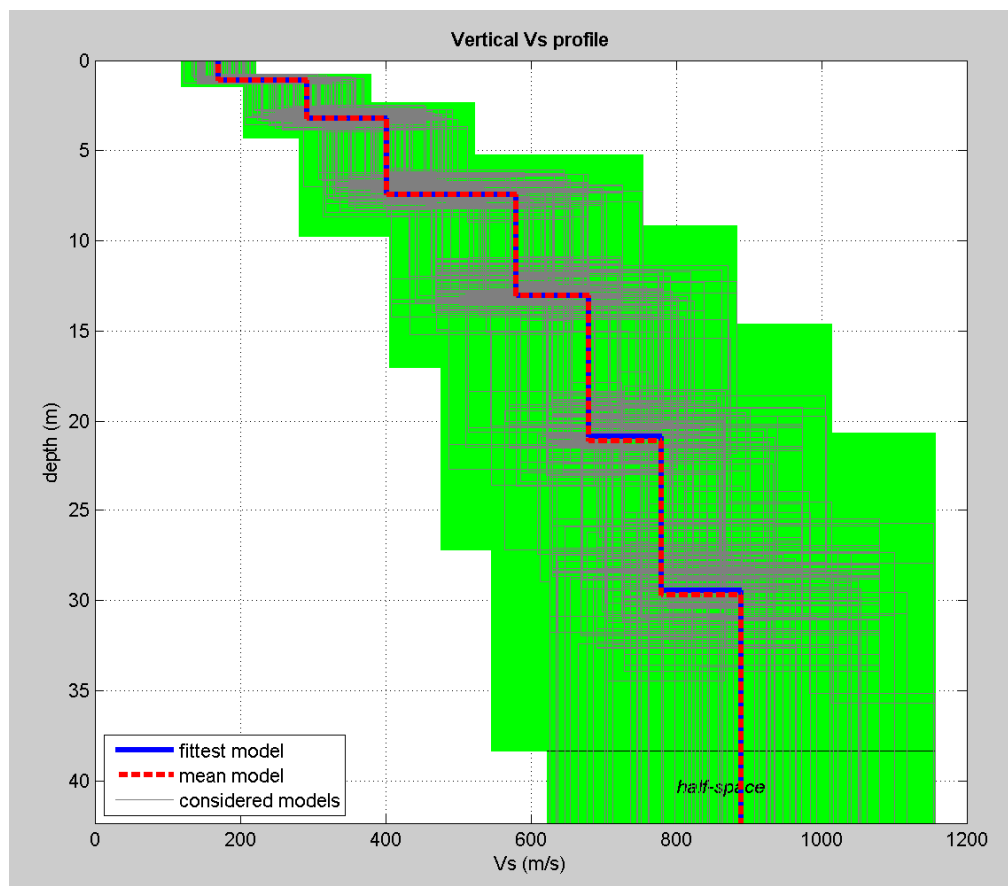


Figura 10 – Grafico dell'ipotetico andamento delle Vs in profondità

Il miglior *fit* tra i dati sperimentali e la curva teorica si ottiene per il modello dato in Tabella 7. L'andamento delle Vs è illustrato in Figura 10.

| Strato | Vp (m/s) | Vs (m/s) | Spessore (m) |
|--------|----------|----------|--------------|
| 1 | 354 | 170 | 1,1 |
| 2 | 608 | 292 | 2,1 |
| 3 | 837 | 402 | 4,2 |
| 4 | 1207 | 580 | 5,6 |
| 5 | 1416 | 680 | 8,1 |
| 6 | 1624 | 780 | 8,6 |
| 7 | 1665 | 890 | Inf, |

Tabella 7 - Modello di velocità delle onde S per il sito in esame

Dall'elaborazione si ottiene $V_{s,eq} = 524$ m/s; si assume perciò la **CATEGORIA B**, che comprende "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."

La dicitura "infinito" indica che è stata raggiunta la profondità massima di indagine, mentre con il programma Deepsoil v.3.5 dell'Università dell'Illinois è stato calcolato il bedrock o meglio il bedrock-like (700 m/s).

Esso risulta rilevante ai fini degli effetti di sito, perché tale strato presenta forti contrasti di impedenza rispetto ai terreni sovrastanti, potendo così determinare in questi ultimi l'intrappolamento delle onde sismiche e dunque l'amplificazione del moto del suolo in caso di terremoto.

N.B. Le velocità sismiche Vp sono ottenute da formule empiriche.

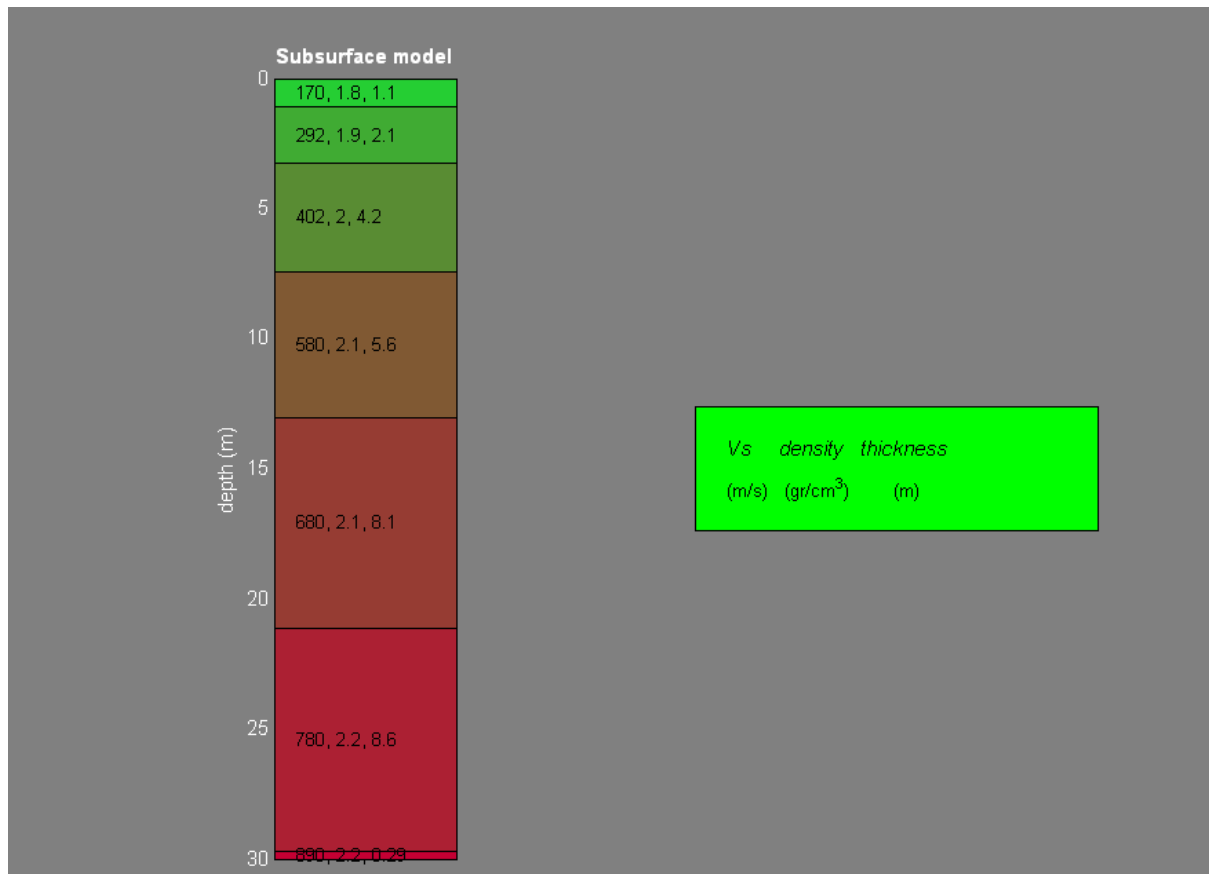


Figura 11 – Modello stratigrafico derivante dall'interpretazione del comportamento sismico dei terreni

PARAMETRI DINAMICI "Moduli elastici"

VS (m/sec) : 170, 292, 402, 580, 680, 780, 890

Spessori (m): 1.1, 2.1, 4.2, 5.6, 8.1, 8.6

Stima VP (m/sec): 354, 608, 837, 1207, 1416, 1624, 1665

Stima densità (gr/cm³): 1.80, 1.93, 2.01, 2.10, 2.14, 2.17, 2.18

Stima modulo di Poisson: 0.35, 0.35, 0.35, 0.35, 0.35, 0.35, 0.30

Stima modulo di taglio (MPa): 52, 165, 325, 706, 989, 1321, 1725

Stima modulo di compressione (MPa): 156, 495, 975, 2117, 2969, 3966, 3737

Stima modulo di Young (MPa): 141, 445, 877, 1907, 2670, 3568, 4485

Stima modulo di Lamé (MPa): 122, 385, 759, 1646, 2310, 3085, 2587

6.3.1 Fattore di Frequenza

L'andamento della funzione di amplificazione di un sito, è periodica ed assume sempre valori maggiori o uguali all'unità, cioè l'ampiezza dello spostamento alla superficie dello strato è sempre almeno pari a quella in corrispondenza della formazione rocciosa (secondo normativa vigente $V_s > 800$ m/s).

La *frequenza naturale* (F_n) di vibrazione dello strato di terreno corrisponde ai massimi della funzione di amplificazione: $F_n = \omega_n / 2\pi = (V_s / 4H) * (2n-1)$

La situazione più pericolosa in termini di fenomeni di amplificazione si verifica quando la frequenza dell'eccitazione armonica (ω) è pari ad una delle frequenze fondamentali dello strato (ω_n). Quando si verifica tale condizione ($\omega = \omega_n$) si ha la **risonanza** dello strato, ed il fattore di amplificazione è teoricamente infinito.

Frequenza di risonanza superficie formazione- bedrock-like: 5.1 Hz

Nel caso che una sollecitazione si prolunghi nel tempo essa può diventare particolarmente pericolosa per l'edificio, progettato come elastico, quando il terreno trasmette una componente del segnale sismico che abbia la stessa frequenza di oscillazione della struttura:

- Frequenza di oscillazione del terreno < F_n frequenza naturale di oscillazione della struttura → i danni sono "limitati"
- Frequenza di oscillazione del terreno = F_n frequenza naturale di oscillazione della struttura → i danni sono "illimitati".

Dal punto di vista empirico, è noto che la frequenza di risonanza di un edificio è governata principalmente dall'altezza e può essere pertanto calcolata, in prima approssimazione, secondo la formula (cfr. Es. Pratt):

freq. Naturale edificio ≈ 10 Hz / numero piani

è la coincidenza di risonanza tra terreno e struttura:

frequenza naturale edificio \approx frequenza fondamentale di risonanza del sito

ad essere particolarmente pericolosa, poiché dà luogo alla massima amplificazione e deve quindi essere oggetto di studi approfonditi.

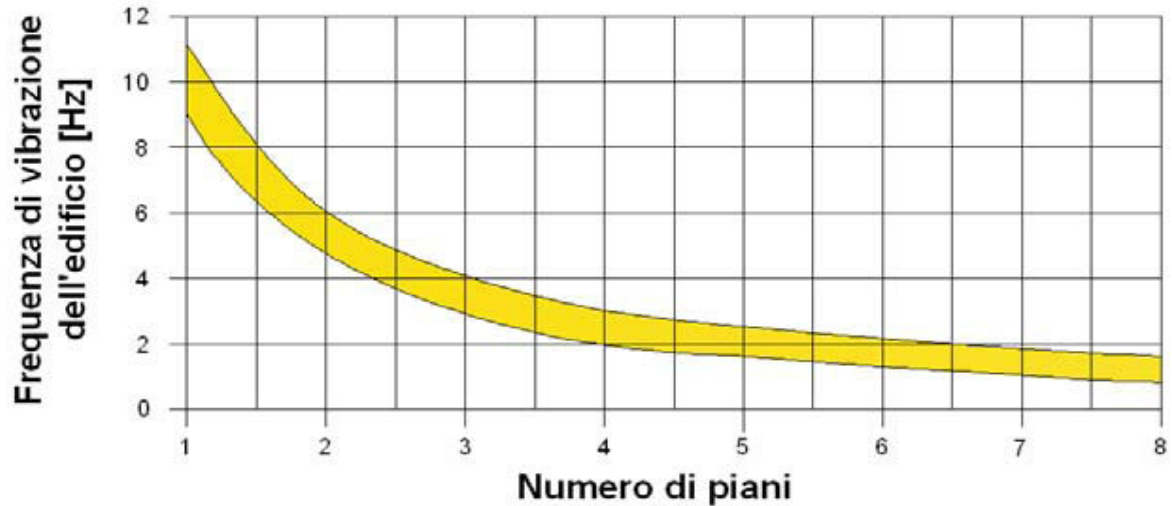


Figura 12 – Intervallo di valori di frequenza di vibrazione dell'edificio per cui si verifica il fenomeno di risonanza rapportato al numero di piani dello stesso

6.4 Verifica della suscettibilità a liquefazione

La verifica a liquefazione non è necessaria in riferimento alle NTC 2018 cap. 7.11.3.4.2, dal momento che non sono state rilevate evidenze della presenza di acqua entro 15 metri dal piano campagna, dato confermato anche dalla ricerca bibliografica.

7 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Dalle indagini eseguite risulta che il sottosuolo dell'area di studio è caratterizzato da buona omogeneità e continuità e risulta costituito da limi argillosi per i primi 50 cm e successivamente da ghiaie sabbiose, talvolta debolmente limose, con ciottoli; la situazione stratigrafica è confermata da tutte le verticali di indagine fino alla massima profondità investigata. Il modello geologico-geotecnico dell'area oggetto di intervento, riportato in Tabella 4, è il risultato delle stratigrafie e dell'elaborazione delle prove SPT eseguite nei sondaggi CG01 e CG02; il sondaggio CG03 non è stato considerato in quanto si posiziona al di fuori del sedime del fabbricato in progetto, ed ha avuto il solo scopo di verificare la continuità laterale dei depositi riscontrati.

DOTT. GEOL. MATTEO VIAN



DOTT. GEOL. BASILIO ZANNINELLO



ALLEGATO 1

SCHEDE STRATIGRAFICHE DI SONDAGGIO

SCHEDA DI SONDAGGIO

DOC. _____
 PAG. 1 DI 2

| RILIEVO H ₂ O DURANTE LA PERFORAZIONE | | | | | | DOC. |
|--|---------------|------|---|---------|---|-------------|
| PROF. FORO | PROF. RIVEST. | SERA | | MATTINA | | PAG. 1 DI 2 |
| | | GG | H | GG | H | |
| | | | | | | |

NOTE
 Materiale riposto in n°6 cassette catalogatrici

COMMITTENTE Vallortigara S.p.A.
CANTIERE Via Maestri del Lavoro - Marano Vicentino (VI)
 PERFORAZIONE N. CG01 DATA INIZIO 01/09/2020 ULTIMAZIONE 02/09/2020
 COORDINATE: Nord Est QUOTA P.C. =
 RESPONSABILE Dott. Andrea Moretto OPERATORE Sig. Constantin Enea ATTREZZATURA MASSENZA MI4

| Da m | A m | Profondità Finale m | PROFONDITA' m da p.c. | SIMBOLOGIA STRATIGRAFICA | CAMPIONI | | | S.P.T. | | | |
|--|-------|---------------------|-----------------------|--------------------------|----------|--------------|-----------------------|--|----------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| | | | | | TIPO | NUMERO | PROFONDITA' m da p.c. | POCKET PENETROMETER Kg/cm ² | TORVANE Kg/cm ² | N | H |
| DESCRIZIONE STRATIGRAFICA SECONDO RACCOMANDEZIONI A.G.I. 1977 | | | | | | | | | | | |
| 0.00 | 20.00 | 30.00 | 0.40 | | CG1-1 | 4.50 5.00 | | | 16* 26 31 | 4.50 4.65 4.80 4.95 | |
| Limo marrone scuro con ghiaia. | | | | | | | | | | | |
| Ghiaia, arrotondata ed eterometrica, sabbiosa con ciottoli. Clasti arrotondati ed eterometrici, prevalentemente carbonatici. | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | CG1-2 | 9.00 9.50 | | | 21* 29 37 | 9.00 9.15 9.30 9.45 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | 12.50 | | | CG1-3 | 13.50 14.00 | | | 14* 20 22 | 13.50 13.65 13.80 13.95 |
| Ghiaia arrotondata con ciottoli, sabbioso limosa. | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | CG1-4 | 18.00 18.50 | | | 22* 31 39 | 18.00 18.15 18.30 18.45 |

- 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

| 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 | NUMERO | PROFONDITA' m da p.c. | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | TIPO |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.50 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.50 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.50 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.50 | 100 | 100 | | | | | | | | | | | | | |
| 12.00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13.50 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15.00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16.50 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18.00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19.50 | | | | | | | | | | | | | | | |

*prova SPT eseguita con punta chiusa

01/09/2020

SCHEDA DI SONDAGGIO

DOC. _____
 PAG. 2 DI 2

| RILIEVO H ₂ O DURANTE LA PERFORAZIONE | | | | | | DOC. | |
|--|---------------|------|---|---------|---|--------|------|
| PROF. FORO | PROF. RIVEST. | SERA | | MATTINA | | PAG. 2 | DI 2 |
| | | GG | H | GG | 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

NOTE
 Materiale riposto in n°6 cassette catalogatrici

COMMITTENTE Vallortigara S.p.A.
CANTIERE Via Maestri del Lavoro - Marano Vicentino (VI)
 PERFORAZIONE N. CG01 DATA INIZIO 01/09/2020 ULTIMAZIONE 02/09/2020
 COORDINATE: Nord Est QUOTA P.C. = _____
 RESPONSABILE Dott. Andrea Moretto OPERATORE Sig. Constantin Enea ATTREZZATURA MASSENZA MI4

| Da m | A m | Profondità Finale m | PROFONDITA' m da p.c. | SIMBOLOGIA STRATIGRAFICA | CAMPIONI | | | S.P.T. | |
|--|-------|---------------------|-----------------------|--------------------------|----------|-----------------------|--|----------------------------|----------------------------------|
| 20.00 | 30.00 | 30.00 | | | NUMERO | PROFONDITA' m da p.c. | POCKET PENETROMETER Kg/cm ² | TORVANE Kg/cm ² | N |
| DESCRIZIONE STRATIGRAFICA SECONDO RACCOMANDEZIONI A.G.I. 1977 | | | | | | | | | |
| Ghiaia sabbiosa con ciottoli arrotondati, debolmente limosa. | | | | | | | | 18* 21 23 | 22.50 22.65 22.80 22.95 |
| Fine sondaggio. | | | 30.00 | | | | | 26* 37 42 | 27.00 27.15 27.30 27.45 |

| 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 | NUMERO | PROFONDITA' m da p.c. | | | | | |
| 21.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 22.50 | | | | | | | | | | | | | |
| 24.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 25.50 | 100 | 100 | | | | | | | | | | | |
| 27.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 28.50 | | | | | | | | | | | | | |
| 30.00 | 30.00 | 30.00 | | | | | | | | | | | |

*prova SPT eseguita con punta chiusa

02/09/2020

SCHEDA DI SONDAGGIO

DOC. _____
 PAG. 1 DI 2

| RILIEVO H ₂ O DURANTE LA PERFORAZIONE | | | | | |
|--|---------------|------|---|---------|---|
| PROF. FORO | PROF. RIVEST. | SERA | | MATTINA | |
| | | GG | H | GG | H |
| | | | | | |

DOC. _____
 PAG. 1 DI 2

NOTE
 Materiale riposto in n°6 cassette catalogatrici

- 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

COMMITTENTE Vallortigara S.p.A.
CANTIERE Via Maestri del Lavoro - Marano Vicentino (VI)
 PERFORAZIONE N. CG02 DATA INIZIO 02/09/2020 ULTIMAZIONE 04/09/2020
 COORDINATE: Nord Est QUOTA P.C. = _____
 RESPONSABILE Dott. Andrea Moretto OPERATORE Sig. Constantin Enea ATTREZZATURA MASSENZA MI4

| Da m | A m | Profondità Finale m | PROFONDITA' m da p.c. | SIMBOLOGIA STRATIGRAFICA | CAMPIONI | | POCKET PENETROMETER Kg/cm ² | TORVANE Kg/cm ² | S.P.T. | | |
|--|-------|---------------------|-----------------------|--------------------------|----------|-----------------------|--|----------------------------|--------|------|------|
| 0.00 | 20.00 | 30.00 | | | NUMERO | PROFONDITA' m da p.c. | | | TIPO | N | H |
| DESCRIZIONE STRATIGRAFICA SECONDO RACCOMANDEZIONI A.G.I. 1977 | | | | | | | | | | | |
| Limo ghiaioso marrone scuro. | | | 0.50 | | CG2-1 | 3.00 | 16 | 14 | 15 | 3.00 | |
| Ghiaia, arrotondata ed eterometrica, sabbiosa con ciottoli. Clasti arrotondati ed eterometrici, prevalentemente carbonatici. | | | 5.00 | | | 3.15 | | | | 3.30 | 3.45 |
| Ghiaia arrotondata con ciottoli, sabbioso limosa. | | | | | | CG2-2 | | | | 7.50 | 7.65 |
| | | | | | 8.00 | | 21 | 24 | 28 | | |
| | | | | | CG2-3 | 12.00 | 12.15 | 12.30 | 12.45 | | |
| | | | 12.50 | | | 20 | 32 | 34 | | | |
| | | | CG2-4 | | | 16.50 | 16.65 | 16.80 | 16.95 | | |
| | | | | | | 17.00 | 18 | 22 | 19 | | |

| 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 | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | |
| 1.50 | | | | | | | | | | | | | |
| 3.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 4.50 | | | | | | | | | | | | | |
| 6.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 7.50 | | | | | | | | | | | | | |
| 9.00 | | | | | | | | | | | | | 02/09/2020 |
| 10.50 | 100 | 100 | | | | | | | | | | | |
| 12.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 13.50 | | | | | | | | | | | | | |
| 15.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 16.50 | | | | | | | | | | | | | |
| 18.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 19.50 | | | | | | | | | | | | | 03/09/2020 |

*prova SPT eseguita con punta chiusa

CAROTAGGIO CONTINUO
 CAROTIERE SEMPLICE Ø=101 mm CON CORONA AL WIDIA
 RIVESTIMENTO IN ACCIAIO Ø=127 mm

SCHEDA DI SONDAGGIO

DOC. _____
 PAG. 2 DI 2

RILIEVO H₂O DURANTE LA PERFORAZIONE

| PROF. FORO | PROF. RIVEST. | SERA | | MATTINA | |
|------------|---------------|------|---|---------|---|
| | | GG | H | GG | H |
| | | | | | |

DOC. _____
 PAG. 2 DI 2

NOTE
 Materiale riposto in n°6 cassette catalogatrici

- 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

COMMITTENTE Vallortigara S.p.A.
CANTIERE Via Maestri del Lavoro - Marano Vicentino (VI)
 PERFORAZIONE N. CG02 DATA INIZIO 02/09/2020 ULTIMAZIONE 04/09/2020
 COORDINATE: Nord Est QUOTA P.C. = _____
 RESPONSABILE Dott. Andrea Moretto OPERATORE Sig. Constantin Enea ATTREZZATURA MASSENZA MI4

| Da m | A m | Profondità Finale m | PROFONDITA' m da p.c. | SIMBOLOGIA STRATIGRAFICA | CAMPIONI | | S.P.T. | | | |
|--|-----|---------------------|-----------------------|--------------------------|----------|-----------------------|--|----------------------------|-------|-------|
| | | | | | NUMERO | PROFONDITA' m da p.c. | POCKET PENETROMETER Kg/cm ² | TORVANE Kg/cm ² | N | H |
| DESCRIZIONE STRATIGRAFICA SECONDO RACCOMANDAZIONI A.G.I. 1977 | | | | | | | | | | |
| 21 | | | 25.00 | | | | | 24* | 21.00 | |
| 22 | | | | | | | | | 32 | 21.15 |
| 23 | | | | | | | | | 39 | 21.30 |
| 24 | | | | | | | | | | 21.45 |
| 25 | | | 30.00 | | | | | 30* | 27.00 | |
| 26 | | | | | | | | | 46 | 27.15 |
| 27 | | | | | | | | | 42 | 27.30 |
| 28 | | | | | | | | | | 27.45 |
| 29 | | | 30.00 | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | |

| 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 | NUMERO | PROFONDITA' m da p.c. | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | 100 | 100 | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | 30.00 | 30.00 | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | | | |

*prova SPT eseguita con punta chiusa

SCHEDA DI SONDAGGIO

| | |
|------|--------|
| DOC. | |
| PAG. | 1 DI 2 |

| RILIEVO H ₂ O DURANTE LA PERFORAZIONE | | | | | |
|--|---------------|------|---|---------|---|
| PROF. FORO | PROF. RIVEST. | SERA | | MATTINA | |
| | | GG | H | GG | H |
| | | | | | |

| | |
|------|--------|
| DOC. | |
| PAG. | 1 DI 2 |

- 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

NOTE
 Materiale riposto in n°8 cassette catalogatrici

COMMITTENTE Vallortigara S.p.A.
CANTIERE Via Maestri del Lavoro - Marano Vicentino (VI)
 PERFORAZIONE N. CG03 DATA INIZIO 08/09/2020 ULTIMAZIONE 09/09/2020
 COORDINATE: Nord Est QUOTA P.C. =
 RESPONSABILE Dott. Andrea Moretto OPERATORE Sig. Constantin Enea ATTREZZATURA MASSENZA MI4

| Da m | A m | Profondità Finale m | PROFONDITA' m da p.c. | SIMBOLOGIA STRATIGRAFICA | CAMPIONI | | POCKET PENETROMETER Kg/cm ² | TORVANE Kg/cm ² | S.P.T. | | | | | | | |
|--|-------|---------------------|-----------------------|--------------------------|----------|-----------------------|--|----------------------------|--------|---|------|------|-------|--|-------|-------|
| 0.00 | 20.00 | 40.00 | | | NUMERO | PROFONDITA' m da p.c. | | | N | H | | | | | | |
| DESCRIZIONE STRATIGRAFICA SECONDO RACCOMANDEZIONI A.G.I. 1977 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ghiaia e ciottoli, sabbiosa. | | | 1.20 | | CA3-1 | 3.00 | 2* | | 3.00 | | | | | | | |
| Ghiaia con limo argilloso scuro. | | | | | | 3.50 | | | 3.15 | | 3.30 | 3.45 | | | | |
| Limo argilloso ghiaioso di colore marrone. | | | 4.10 | | | | | | | | | | | | | |
| Ghiaia e sfridi di demolizione con limo argilloso marrone. | | | 5.50 | | | | | | | | | | | | | |
| Sabbia ghiaiosa debolmente limosa. | | | 6.00 | | | CA3-2 | | | 6.00 | | 2* | 1 | 6.00 | | | |
| Argilla limosa marrone chiaro. | | | 6.50 | | | | | | 6.50 | | | | 6.30 | | 6.45 | |
| Argilla limosa marrone scuro con sfridi di demolizione. | | | 7.00 | | | | | | | | | | | | | |
| Limo argilloso marrone. | | | 7.50 | | | | | | | | | | | | | |
| Sfridi di demolizione con limo e ghiaio. | | | 8.90 | | | CA3-3 | | | 9.00 | | 3* | 2 | 9.00 | | | |
| Argilla limosa marrone con radi clasti di ghiaio. | | | 9.30 | | | | | | 9.50 | | | | 9.15 | | 9.30 | 9.45 |
| Argilla limosa marrone con sfridi di demolizione e ghiaia. | | | 10.00 | | | | | | | | | | | | | |
| Ghiaia e ciottoli con limo sabbioso marrone. | | | 11.30 | | | CA3-4 | | | 12.00 | | 4* | 6 | 12.00 | | | |
| | | | | | | | | | 12.50 | | | | 12.15 | | 12.30 | 12.45 |
| Ghiaia sabbiosa con ciottoli arrotondati, debolmente limosa. | | | 13.20 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 18* | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 29 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 32 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | 16.50 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | 16.65 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | 16.80 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | 16.95 | | | | | | | |

| 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 | NUMERO | PROFONDITA' m da p.c. | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | |
| 1.50 | | | | | | | | | | | | | |
| 3.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 4.50 | | | | | | | | | | | | | |
| 6.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 7.50 | | | | | | | | | | | | | |
| 9.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 10.50 | 100 | 100 | | | | | | | | | | | |
| 12.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 13.50 | | | | | | | | | | | | | |
| 15.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 16.50 | | | | | | | | | | | | | |
| 18.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 19.50 | | | | | | | | | | | | | |

CAROTAGGIO CONTINUO
 CAROTIERE SEMPLICE Ø=101 mm CON CORONA AL WIDIA
 RIVESTIMENTO IN ACCIAIO Ø=127 mm

08/09/2020

*prova SPT eseguita con punta chiusa

SCHEDA DI SONDAGGIO

DOC. _____
 PAG. 2 DI 2

| RILIEVO H ₂ O DURANTE LA PERFORAZIONE | | | | | |
|--|---------------|------|---|---------|---|
| PROF. FORO | PROF. RIVEST. | SERA | | MATTINA | |
| | | GG | H | GG | H |
| | | | | | |

DOC. _____
 PAG. 2 DI 2

COMMITTENTE Vallortigara S.p.A.
CANTIERE Via Maestri del Lavoro - Marano Vicentino (VI)
 PERFORAZIONE N. CG03 DATA INIZIO 08/09/2020 ULTIMAZIONE 09/09/2020
 COORDINATE: Nord Est QUOTA P.C. = _____
 RESPONSABILE Dott. Andrea Moretto OPERATORE Sig. Constantin Enea ATTREZZATURA MASSENZA MI4

- 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

NOTE
 Materiale riposto in n°8 cassette catalogatrici

| Da m | A m | Profondità Finale m | PROFONDITA' m da p.c. | SIMBOLOGIA STRATIGRAFICA | CAMPIONI | | S.P.T. | | | |
|--|-------|---------------------|-----------------------|--------------------------|----------|--------|-----------------------|--|----------------------------|-------|
| DESCRIZIONE STRATIGRAFICA SECONDO RACCOMANDEZIONI A.G.I. 1977 | | | | | TIPO | NUMERO | PROFONDITA' m da p.c. | POCKET PENETROMETER Kg/cm ² | TORVANE Kg/cm ² | N |
| 21 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | | | | | | | |
| 21 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | | | | | | | |
| 22 | 22.00 | 22.00 | 22.00 | | | | | | 14* | 22.00 |
| 23 | 23.00 | 23.00 | 23.00 | | | | | | 14 | 22.65 |
| 24 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | | | | | 24 | 22.80 | |
| 25 | 24.50 | 24.50 | 24.50 | | | | | | | |
| 25 | 24.50 | 24.50 | 24.50 | | | | | | | |
| 26 | 26.00 | 26.00 | 26.00 | | | | | | 26* | 27.00 |
| 27 | 27.00 | 27.00 | 27.00 | | | | | | 34 | 27.15 |
| 28 | 28.00 | 28.00 | 28.00 | | | | | 37 | 27.30 | |
| 29 | 29.00 | 29.00 | 29.00 | | | | | | 27.45 | |
| 30 | 30.00 | 30.00 | 30.00 | | | | | | | |
| 31 | 31.00 | 31.00 | 31.00 | | | | | | | |
| 32 | 32.00 | 32.00 | 32.00 | | | | | | 21* | 33.00 |
| 33 | 33.00 | 33.00 | 33.00 | | | | | | 25 | 33.15 |
| 34 | 34.00 | 34.00 | 34.00 | | | | | 40 | 33.30 | |
| 35 | 35.00 | 35.00 | 35.00 | | | | | | 33.45 | |
| 36 | 36.00 | 36.00 | 36.00 | | | | | | | |
| 37 | 37.00 | 37.00 | 37.00 | | | | | | | |
| 38 | 38.00 | 38.00 | 38.00 | | | | | | | |
| 39 | 39.00 | 39.00 | 39.00 | | | | | | | |
| 40 | 40.00 | 40.00 | 40.00 | | | | | | | |
| Fine sondaggio. | | | 40.00 | | | | | | | |

| 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 | | | | | |
| 21.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 22.50 | | | | | | | | | | | | | 08/09/2020 |
| 24.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 25.50 | | | | | | | | | | | | | |
| 27.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 28.50 | | | | | | | | | | | | | |
| 30.00 | 100 | 100 | | | | | | | | CAROTAGGIO CONTINUO | CAROTIERE SEMPLICE Ø=101 mm CON CORONA AL WIDIA | RIVESTIMENTO IN ACCIAIO Ø=127 mm | 09/09/2020 |
| 31.50 | | | | | | | | | | | | | |
| 33.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 34.50 | | | | | | | | | | | | | |
| 36.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 37.50 | | | | | | | | | | | | | |
| 39.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 40.00 | 40.00 | 40.00 | | | | | | | | | | | |

*prova SPT eseguita con punta chiusa

ALLEGATO 2

DATI E DIAGRAMMI PROVE SPT

Dynamic

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA CG01

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

| Descrizione | NSPT | Prof. Strato (m) | N. Calcolo | Correlazione | Densità relativa (%) |
|----------------------|------|------------------|------------|------------------------------|----------------------|
| Strato (1) Strato | 57 | 0.00-4.95 | 57 | Schultze & Menzenbach (1961) | 100 |
| Strato (2) Strato | 66 | 4.95-9.45 | 66 | Schultze & Menzenbach (1961) | 100 |
| Strato (3) Strato | 42 | 9.45-13.95 | 42 | Schultze & Menzenbach (1961) | 78.96 |
| Strato (4) Strato | 70 | 13.95-18.45 | 70 | Schultze & Menzenbach (1961) | 92.5 |
| Strato (5) Strato | 44 | 18.45-22.95 | 44 | Schultze & Menzenbach (1961) | 69.45 |
| Strato (6) Strato | 79 | 22.95-27.45 | 79 | Schultze & Menzenbach (1961) | 87.14 |

Angolo di resistenza al taglio

| Descrizione | NSPT | Prof. Strato (m) | N. Calcolo | Correlazione | Angolo d'attrito (°) |
|----------------------|------|------------------|------------|---------------------------|----------------------|
| Strato (1) Strato | 57 | 0.00-4.95 | 57 | Japanese National Railway | 44.1 |
| Strato (2) Strato | 66 | 4.95-9.45 | 66 | Japanese National Railway | 46.8 |
| Strato (3) Strato | 42 | 9.45-13.95 | 42 | Japanese National Railway | 39.6 |
| Strato (4) Strato | 70 | 13.95-18.45 | 70 | Japanese National Railway | 48 |
| Strato (5) Strato | 44 | 18.45-22.95 | 44 | Japanese National Railway | 40.2 |
| Strato (6) Strato | 79 | 22.95-27.45 | 79 | Japanese National Railway | 50.7 |

Modulo di Young

| Descrizione | NSPT | Prof. Strato (m) | N. Calcolo | Correlazione | Modulo di Young (Kg/cm ²) |
|----------------------|------|------------------|------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| Strato (1) Strato | 57 | 0.00-4.95 | 57 | Schmertmann (1978) (Sabbie) | 456.00 |
| Strato (2) Strato | 66 | 4.95-9.45 | 66 | Schmertmann (1978) (Sabbie) | 528.00 |
| Strato (3) Strato | 42 | 9.45-13.95 | 42 | Schmertmann (1978) (Sabbie) | 336.00 |
| Strato (4) Strato | 70 | 13.95-18.45 | 70 | Schmertmann (1978) (Sabbie) | 560.00 |
| Strato (5) Strato | 44 | 18.45-22.95 | 44 | Schmertmann (1978) (Sabbie) | 352.00 |
| Strato (6) Strato | 79 | 22.95-27.45 | 79 | Schmertmann (1978) (Sabbie) | 632.00 |

Dynamic

Peso unità di volume

| Descrizione | NSPT | Prof. Strato (m) | N. Calcolo | Correlazione | Peso Unità di Volume (t/m ³) |
|----------------------|------|------------------|------------|-----------------------|--|
| Strato (1) Strato | 57 | 0.00-4.95 | 57 | Terzaghi-Peck 1948 | 1.89 |
| Strato (2) Strato | 66 | 4.95-9.45 | 66 | Terzaghi-Peck 1948 | 1.93 |
| Strato (3) Strato | 42 | 9.45-13.95 | 42 | Terzaghi-Peck 1948 | 1.80 |
| Strato (4) Strato | 70 | 13.95-18.45 | 70 | Terzaghi-Peck 1948 | 1.94 |
| Strato (5) Strato | 44 | 18.45-22.95 | 44 | Terzaghi-Peck 1948 | 1.81 |
| Strato (6) Strato | 79 | 22.95-27.45 | 79 | Terzaghi-Peck 1948 | 1.96 |

Peso unità di volume saturo

| Descrizione | NSPT | Prof. Strato (m) | N. Calcolo | Correlazione | Peso Unità Volume Saturo (t/m ³) |
|----------------------|------|------------------|------------|-----------------------|--|
| Strato (1) Strato | 57 | 0.00-4.95 | 57 | Terzaghi-Peck 1948 | 2.18 |
| Strato (2) Strato | 66 | 4.95-9.45 | 66 | Terzaghi-Peck 1948 | 2.20 |
| Strato (3) Strato | 42 | 9.45-13.95 | 42 | Terzaghi-Peck 1948 | 2.12 |
| Strato (4) Strato | 70 | 13.95-18.45 | 70 | Terzaghi-Peck 1948 | 2.21 |
| Strato (5) Strato | 44 | 18.45-22.95 | 44 | Terzaghi-Peck 1948 | 2.13 |
| Strato (6) Strato | 79 | 22.95-27.45 | 79 | Terzaghi-Peck 1948 | 2.22 |

Dynamic

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA CG02

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

| Descrizione | NSPT | Prof. Strato (m) | N. Calcolo | Correlazione | Densità relativa (%) |
|----------------------|------|------------------|------------|------------------------------|----------------------|
| Strato (1) Strato | 29 | 0.00-3.45 | 29 | Schultze & Menzenbach (1961) | 100 |
| Strato (2) Strato | 52 | 3.45-7.95 | 52 | Schultze & Menzenbach (1961) | 100 |
| Strato (3) Strato | 66 | 7.95-12.45 | 66 | Schultze & Menzenbach (1961) | 100 |
| Strato (4) Strato | 41 | 12.45-16.95 | 41 | Schultze & Menzenbach (1961) | 73.91 |
| Strato (5) Strato | 71 | 16.95-21.45 | 71 | Schultze & Menzenbach (1961) | 89.42 |
| Strato (6) Strato | 88 | 21.45-27.45 | 88 | Schultze & Menzenbach (1961) | 92.52 |

Angolo di resistenza al taglio

| Descrizione | NSPT | Prof. Strato (m) | N. Calcolo | Correlazione | Angolo d'attrito (°) |
|----------------------|------|------------------|------------|---------------------------|----------------------|
| Strato (1) Strato | 29 | 0.00-3.45 | 29 | Japanese National Railway | 35.7 |
| Strato (2) Strato | 52 | 3.45-7.95 | 52 | Japanese National Railway | 42.6 |
| Strato (3) Strato | 66 | 7.95-12.45 | 66 | Japanese National Railway | 46.8 |
| Strato (4) Strato | 41 | 12.45-16.95 | 41 | Japanese National Railway | 39.3 |
| Strato (5) Strato | 71 | 16.95-21.45 | 71 | Japanese National Railway | 48.3 |
| Strato (6) Strato | 88 | 21.45-27.45 | 88 | Japanese National Railway | 53.4 |

Modulo di Young

| Descrizione | NSPT | Prof. Strato (m) | N. Calcolo | Correlazione | Modulo di Young (Kg/cm ²) |
|----------------------|------|------------------|------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| Strato (1) Strato | 29 | 0.00-3.45 | 29 | Schmertmann (1978) (Sabbie) | 232.00 |
| Strato (2) Strato | 52 | 3.45-7.95 | 52 | Schmertmann (1978) (Sabbie) | 416.00 |
| Strato (3) Strato | 66 | 7.95-12.45 | 66 | Schmertmann (1978) (Sabbie) | 528.00 |
| Strato (4) Strato | 41 | 12.45-16.95 | 41 | Schmertmann (1978) (Sabbie) | 328.00 |
| Strato (5) Strato | 71 | 16.95-21.45 | 71 | Schmertmann (1978) (Sabbie) | 568.00 |
| Strato (6) Strato | 88 | 21.45-27.45 | 88 | Schmertmann (1978) (Sabbie) | 704.00 |

Dynamic

Peso unità di volume

| Descrizione | NSPT | Prof. Strato (m) | N. Calcolo | Correlazione | Peso Unità di Volume (t/m ³) |
|----------------------|------|------------------|------------|-----------------------|--|
| Strato (1) Strato | 29 | 0.00-3.45 | 29 | Terzaghi-Peck 1948 | 1.69 |
| Strato (2) Strato | 52 | 3.45-7.95 | 52 | Terzaghi-Peck 1948 | 1.86 |
| Strato (3) Strato | 66 | 7.95-12.45 | 66 | Terzaghi-Peck 1948 | 1.93 |
| Strato (4) Strato | 41 | 12.45-16.95 | 41 | Terzaghi-Peck 1948 | 1.79 |
| Strato (5) Strato | 71 | 16.95-21.45 | 71 | Terzaghi-Peck 1948 | 1.95 |
| Strato (6) Strato | 88 | 21.45-27.45 | 88 | Terzaghi-Peck 1948 | 1.97 |

Peso unità di volume saturo

| Descrizione | NSPT | Prof. Strato (m) | N. Calcolo | Correlazione | Peso Unità Volume Saturo (t/m ³) |
|----------------------|------|------------------|------------|-----------------------|--|
| Strato (1) Strato | 29 | 0.00-3.45 | 29 | Terzaghi-Peck 1948 | 2.05 |
| Strato (2) Strato | 52 | 3.45-7.95 | 52 | Terzaghi-Peck 1948 | 2.16 |
| Strato (3) Strato | 66 | 7.95-12.45 | 66 | Terzaghi-Peck 1948 | 2.20 |
| Strato (4) Strato | 41 | 12.45-16.95 | 41 | Terzaghi-Peck 1948 | 2.11 |
| Strato (5) Strato | 71 | 16.95-21.45 | 71 | Terzaghi-Peck 1948 | 2.21 |
| Strato (6) Strato | 88 | 21.45-27.45 | 88 | Terzaghi-Peck 1948 | 2.22 |

ALLEGATO 3

CERTIFICATI DELLE PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO



GE Ground Engineering S.r.l.

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

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

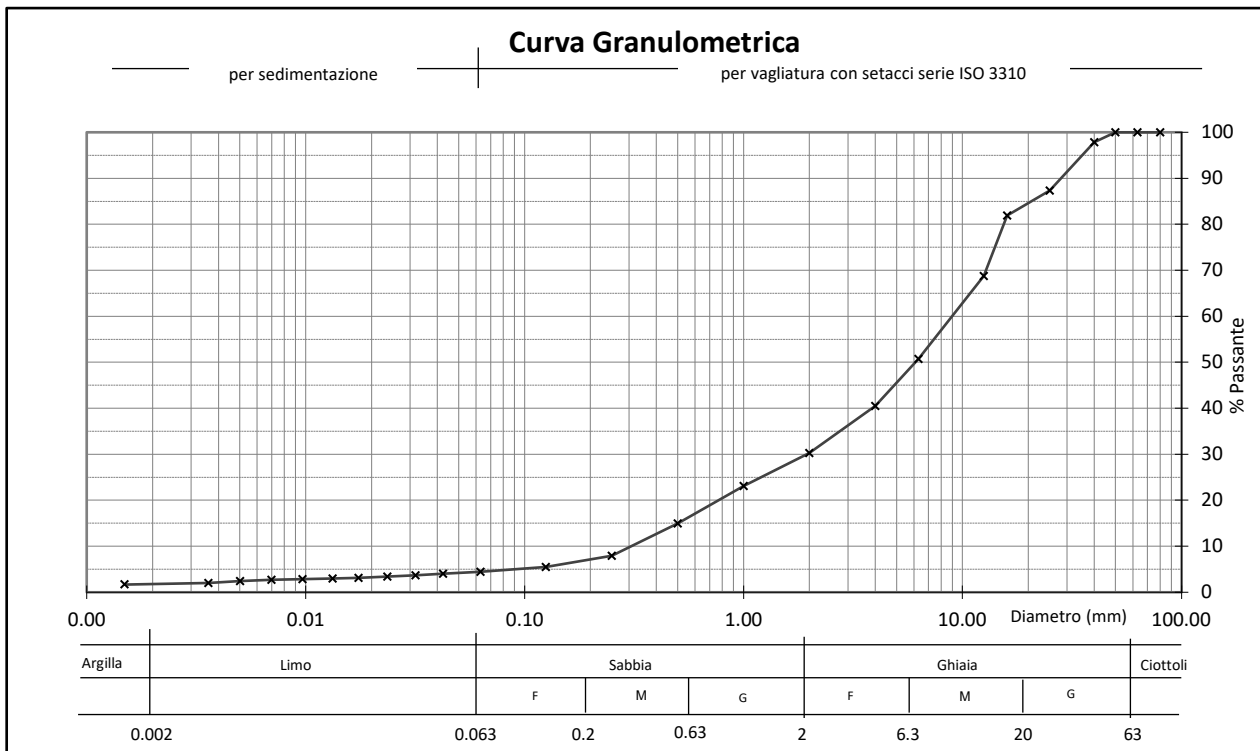
Tel: 049 9703506 e-mail: info@ground-eng.com

Certificato n° **2020-032**

Analisi Granulometrica

UNI CEN ISO/TS 17892-4

| | | | |
|-----------------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Committente | Vallortigara S.p.A. | Cantiere | Marano Vicentino (VI) |
| Sondaggio | CG01 | Campione | 1 |
| | | Profondità (m) | 4.50 - 5.00 |
| Data arrivo campione | 02/09/2020 | Data esecuzione prova: | da 03/09/2020 a 05/09/2020 |



| Analisi granulometrica per vagliatura | |
|---------------------------------------|--------------------------|
| Diametro vaglio (mm) | Percentuale passante (%) |
| 80 | 100.0 |
| 63 | 100.0 |
| 50 | 100.0 |
| 40.00 | 97.8 |
| 25.00 | 87.3 |
| 16.00 | 81.9 |
| 12.50 | 68.8 |
| 6.30 | 50.7 |
| 4.00 | 40.5 |
| 2.00 | 30.3 |
| 1 | 23.1 |
| 0.5 | 14.9 |
| 0.25 | 7.9 |
| 0.125 | 5.5 |

| Analisi granulometrica per sedimentazione | |
|---|-----------------------|
| Diametro (mm) | Percentuale pass. (%) |
| 0.0630 | 4.4 |
| 0.0317 | 3.7 |
| 0.0236 | 3.4 |
| 0.0174 | 3.1 |
| 0.0133 | 3.0 |
| 0.0097 | 2.8 |
| 0.0070 | 2.7 |
| 0.0050 | 2.4 |
| 0.0036 | 2.0 |
| 0.0015 | 1.7 |

| | | |
|--|--|---|
| Analisi granulometrica per vagliatura | per via secca <input checked="" type="checkbox"/> | per via umida <input type="checkbox"/> |
| Analisi granulometrica per sedimentazione | metodo con densimetro <input type="checkbox"/> | metodo con pipetta Andreasen <input type="checkbox"/> |
| Peso campione analizzato | 4810.0 (gr) | Massa volumica dei grani |
| | valore assunto <input checked="" type="checkbox"/> | valore determinato <input type="checkbox"/> |
| | | $r_s = 2.70 \text{ Mg/m}^3$ |



GE Ground Engineering S.r.l.

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

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

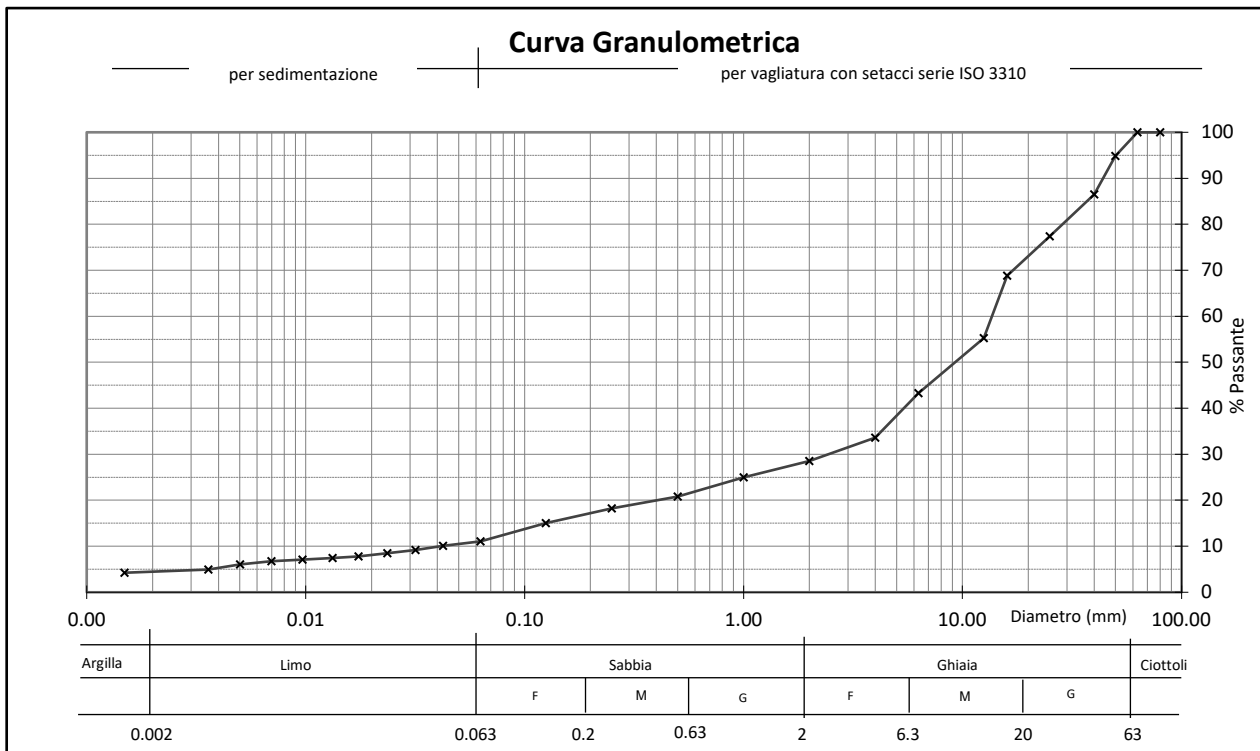
Tel: 049 9703506 e-mail: info@ground-eng.com

Certificato n° **2020-032**

Analisi Granulometrica

UNI CEN ISO/TS 17892-4

| | | | |
|-----------------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Committente | Vallortigara S.p.A. | Cantiere | Marano Vicentino (VI) |
| Sondaggio | CG01 | Campione | 2 |
| | | Profondità (m) | 9.00 - 9.50 |
| Data arrivo campione | 02/09/2020 | Data esecuzione prova: | da 03/09/2020 a 05/09/2020 |



| Analisi granulometrica per vagliatura | |
|---------------------------------------|--------------------------|
| Diametro vaglio (mm) | Percentuale passante (%) |
| 80 | 100.0 |
| 63 | 100.0 |
| 50 | 94.8 |
| 40.00 | 86.5 |
| 25.00 | 77.4 |
| 16.00 | 68.8 |
| 12.50 | 55.2 |
| 6.30 | 43.3 |
| 4.00 | 33.6 |
| 2.00 | 28.6 |
| 1 | 25.0 |
| 0.5 | 20.8 |
| 0.25 | 18.2 |
| 0.125 | 15.0 |

| Analisi granulometrica per sedimentazione | |
|---|-----------------------|
| Diametro (mm) | Percentuale pass. (%) |
| 0.0630 | 11.1 |
| 0.0317 | 9.2 |
| 0.0236 | 8.5 |
| 0.0174 | 7.8 |
| 0.0133 | 7.4 |
| 0.0097 | 7.1 |
| 0.0070 | 6.7 |
| 0.0050 | 6.0 |
| 0.0036 | 5.0 |
| 0.0015 | 4.3 |

| | | |
|--|--|---|
| Analisi granulometrica per vagliatura | per via secca <input checked="" type="checkbox"/> | per via umida <input type="checkbox"/> |
| Analisi granulometrica per sedimentazione | metodo con densimetro <input type="checkbox"/> | metodo con pipetta Andreasen <input type="checkbox"/> |
| Peso campione analizzato | 4281.0 (gr) | Massa volumica dei grani |
| | valore assunto <input checked="" type="checkbox"/> | valore determinato <input type="checkbox"/> |
| | | $r_s = 2.70 \text{ Mg/m}^3$ |



GE Ground Engineering S.r.l.

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

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

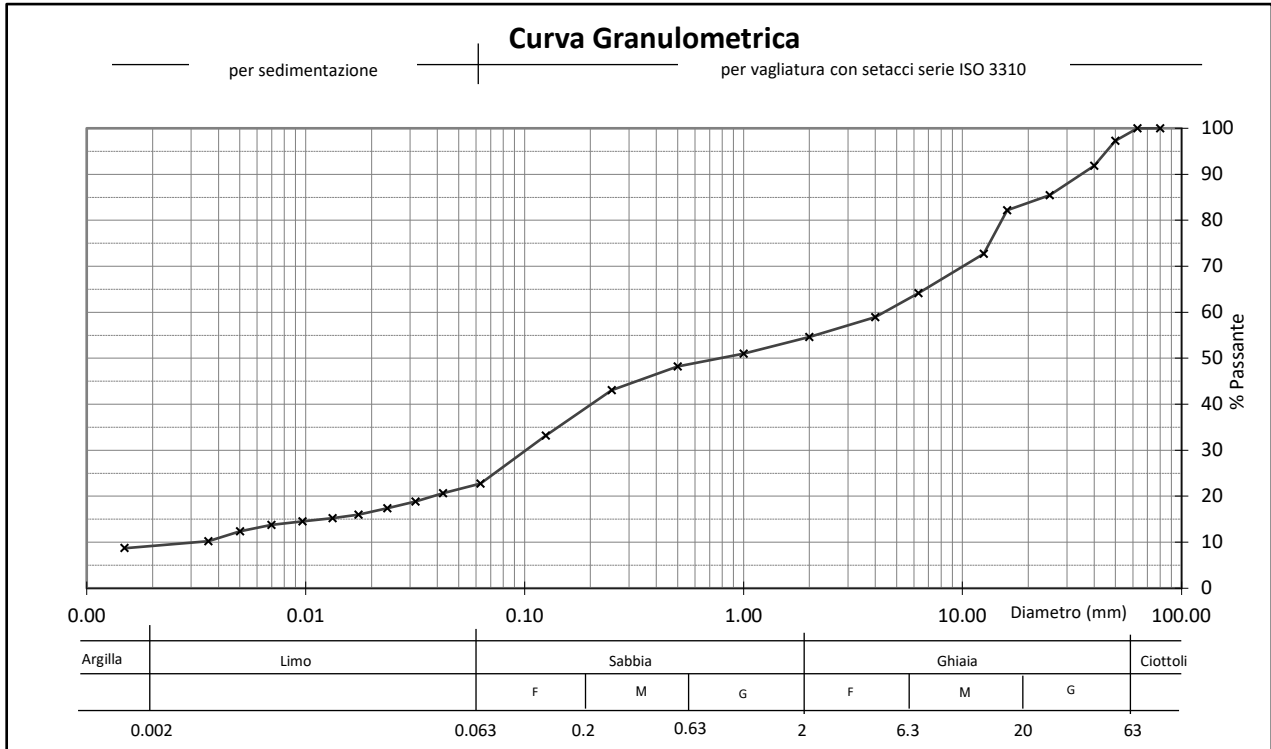
Tel: 049 9703506 e-mail: info@ground-eng.com

Certificato n° **2020-033**

Analisi Granulometrica

UNI CEN ISO/TS 17892-4

| | | | | | |
|-----------------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|
| Committente | Vallortigara S.p.A. | Cantiere | Marano Vicentino (VI) | | |
| Sondaggio | CG01 | Campione | 3 | Profondità (m) | 13.50 - 14.00 |
| Data arrivo campione | 02/09/2020 | Data esecuzione prova: | da | 03/09/2020 | a |
| | | | | 05/09/2020 | |



| Analisi granulometrica per vagliatura | |
|---------------------------------------|--------------------------|
| Diametro vaglio (mm) | Percentuale passante (%) |
| 80 | 100.0 |
| 63 | 100.0 |
| 50 | 97.3 |
| 40.00 | 91.9 |
| 25.00 | 85.4 |
| 16.00 | 82.2 |
| 12.50 | 72.7 |
| 6.30 | 64.2 |
| 4.00 | 58.9 |
| 2.00 | 54.6 |
| 1 | 51.0 |
| 0.5 | 48.2 |
| 0.25 | 43.1 |
| 0.125 | 33.2 |

| Analisi granulometrica per sedimentazione | |
|---|-----------------------|
| Diametro (mm) | Percentuale pass. (%) |
| 0.0630 | 22.7 |
| 0.0317 | 18.8 |
| 0.0236 | 17.4 |
| 0.0174 | 16.0 |
| 0.0133 | 15.2 |
| 0.0097 | 14.5 |
| 0.0070 | 13.8 |
| 0.0050 | 12.3 |
| 0.0036 | 10.2 |
| 0.0015 | 8.7 |

| | | |
|--|--|---|
| Analisi granulometrica per vagliatura | per via secca <input checked="" type="checkbox"/> | per via umida <input type="checkbox"/> |
| Analisi granulometrica per sedimentazione | metodo con densimetro <input type="checkbox"/> | metodo con pipetta Andreasen <input type="checkbox"/> |
| Peso campione analizzato | 4301.2 (gr) | Massa volumica dei grani |
| | valore assunto <input checked="" type="checkbox"/> | valore determinato <input type="checkbox"/> |
| | | $\rho_s = 2.70 \text{ Mg/m}^3$ |



GE Ground Engineering S.r.l.

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

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

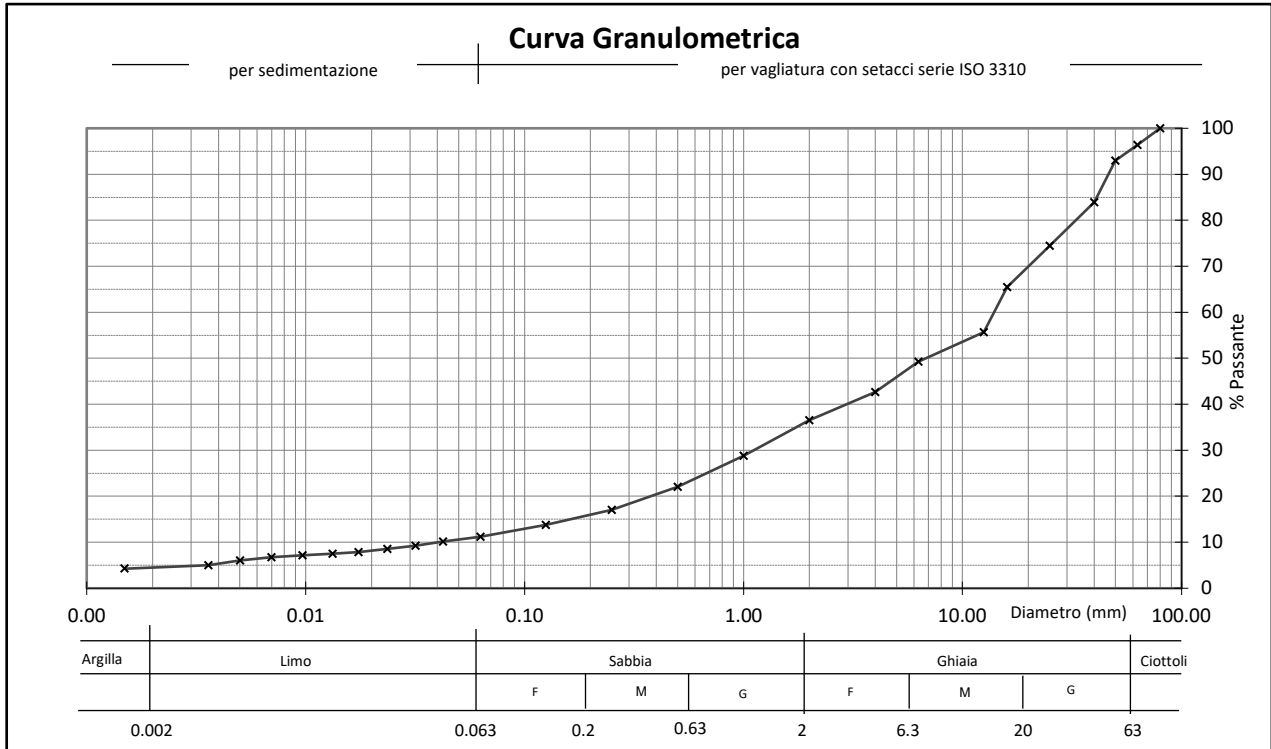
Tel: 049 9703506 e-mail: info@ground-eng.com

Certificato n° **2020-034**

Analisi Granulometrica

UNI CEN ISO/TS 17892-4

| | | | |
|-----------------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Committente | Vallortigara S.p.A. | Cantiere | Marano Vincentino (VI) |
| Sondaggio | CG01 | Campione | 4 |
| | | Profondità (m) | 18.00 - 18.50 |
| Data arrivo campione | 02/09/2020 | Data esecuzione prova: | da 03/09/2020 a 05/09/2020 |



| Analisi granulometrica per vagliatura | |
|---------------------------------------|--------------------------|
| Diametro vaglio (mm) | Percentuale passante (%) |
| 80 | 100.0 |
| 63 | 96.4 |
| 50 | 92.9 |
| 40.00 | 83.9 |
| 25.00 | 74.5 |
| 16.00 | 65.5 |
| 12.50 | 55.6 |
| 6.30 | 49.3 |
| 4.00 | 42.6 |
| 2.00 | 36.5 |
| 1 | 28.8 |
| 0.5 | 22.0 |
| 0.25 | 17.0 |
| 0.125 | 13.8 |

| Analisi granulometrica per sedimentazione | |
|---|-----------------------|
| Diametro (mm) | Percentuale pass. (%) |
| 0.0630 | 11.2 |
| 0.0317 | 9.2 |
| 0.0236 | 8.5 |
| 0.0174 | 7.8 |
| 0.0133 | 7.5 |
| 0.0097 | 7.1 |
| 0.0070 | 6.8 |
| 0.0050 | 6.1 |
| 0.0036 | 5.0 |
| 0.0015 | 4.3 |

| | | |
|--|--|---|
| Analisi granulometrica per vagliatura | per via secca <input checked="" type="checkbox"/> | per via umida <input type="checkbox"/> |
| Analisi granulometrica per sedimentazione | metodo con densimetro <input type="checkbox"/> | metodo con pipetta Andreasen <input type="checkbox"/> |
| Peso campione analizzato | 3252.4 (gr) | Massa volumica dei grani |
| | valore assunto <input checked="" type="checkbox"/> | valore determinato <input type="checkbox"/> |
| | | $\rho_s = 2.70 \text{ Mg/m}^3$ |



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° **2020-035**

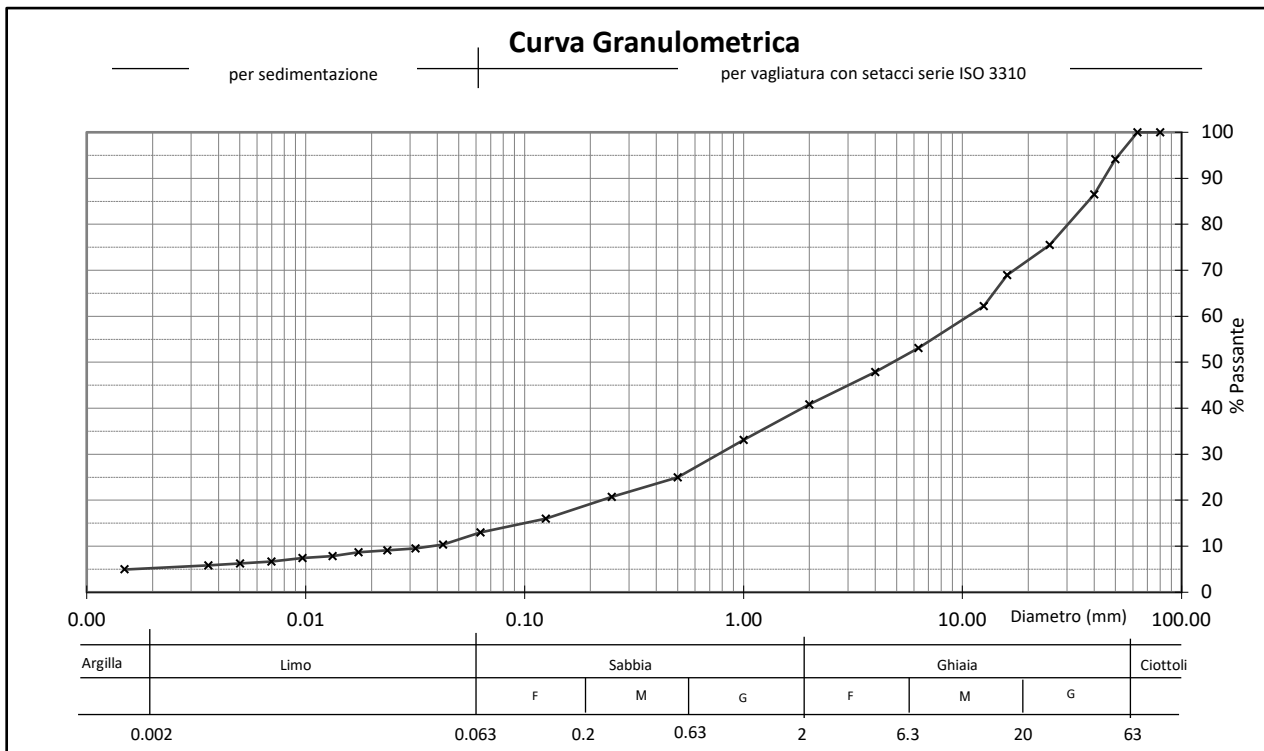
Analisi Granulometrica

UNI CEN ISO/TS 17892-4

Committente Vallortigara S.p.A. Cantiere Marano Vincentino (VI)

Sondaggio CG01 Campione 5 Profondità (m) 22.50 - 23.00

Data arrivo campione 02/09/2020 Data esecuzione prova: da 03/09/2020 a 05/09/2020



| Analisi granulometrica per vagliatura | |
|---------------------------------------|--------------------------|
| Diametro vaglio (mm) | Percentuale passante (%) |
| 80 | 100.0 |
| 63 | 100.0 |
| 50 | 94.1 |
| 40.00 | 86.5 |
| 25.00 | 75.5 |
| 16.00 | 69.0 |
| 12.50 | 62.2 |
| 6.30 | 53.1 |
| 4.00 | 47.8 |
| 2.00 | 40.9 |
| 1 | 33.1 |
| 0.5 | 25.0 |
| 0.25 | 20.8 |
| 0.125 | 16.0 |

| Analisi granulometrica per sedimentazione | |
|---|-----------------------|
| Diametro (mm) | Percentuale pass. (%) |
| 0.0630 | 13.0 |
| 0.0317 | 9.5 |
| 0.0236 | 9.1 |
| 0.0174 | 8.7 |
| 0.0133 | 7.9 |
| 0.0097 | 7.5 |
| 0.0070 | 6.6 |
| 0.0050 | 6.2 |
| 0.0036 | 5.8 |
| 0.0015 | 5.0 |

| | | |
|---|--|---|
| Analisi granulometrica per vagliatura | per via secca <input checked="" type="checkbox"/> | per via umida <input type="checkbox"/> |
| Analisi granulometrica per sedimentazione | metodo con densimetro <input type="checkbox"/> | metodo con pipetta Andreasen <input type="checkbox"/> |
| Peso campione analizzato | 3321.5 (gr) | Massa volumica dei grani |
| | valore assunto <input checked="" type="checkbox"/> | valore determinato <input type="checkbox"/> |
| | | $r_s = 2.70 \text{ Mg/m}^3$ |



GE Ground Engineering S.r.l.

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

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

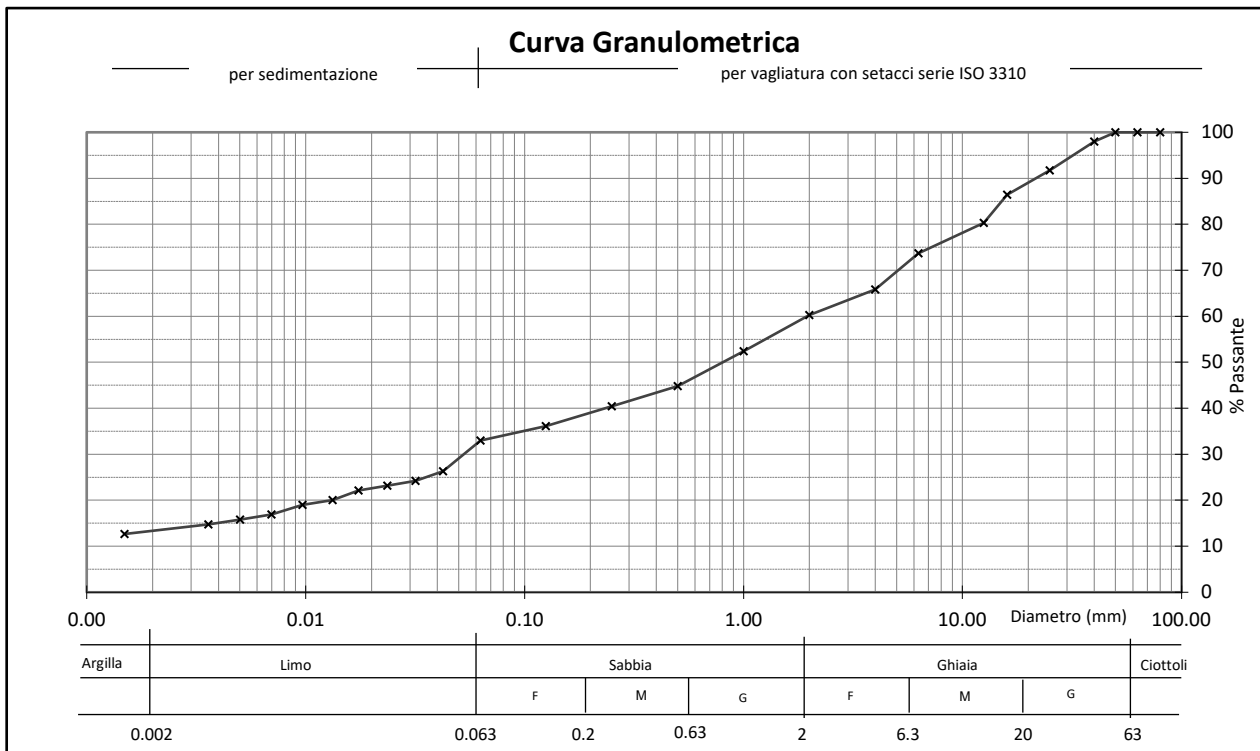
Tel: 049 9703506 e-mail: info@ground-eng.com

Certificato n° **2020-036**

Analisi Granulometrica

UNI CEN ISO/TS 17892-4

| | | | |
|-----------------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Committente | Vallortigara S.p.A. | Cantiere | Marano Vicentino (VI) |
| Sondaggio | CG01 | Campione | 6 |
| | | Profondità (m) | 27.00 - 27.50 |
| Data arrivo campione | 02/09/2020 | Data esecuzione prova: | da 03/09/2020 a 05/09/2020 |



| Analisi granulometrica per vagliatura | |
|---------------------------------------|--------------------------|
| Diametro vaglio (mm) | Percentuale passante (%) |
| 80 | 100.0 |
| 63 | 100.0 |
| 50 | 100.0 |
| 40.00 | 98.0 |
| 25.00 | 91.7 |
| 16.00 | 86.4 |
| 12.50 | 80.3 |
| 6.30 | 73.7 |
| 4.00 | 65.9 |
| 2.00 | 60.3 |
| 1 | 52.4 |
| 0.5 | 44.8 |
| 0.25 | 40.4 |
| 0.125 | 36.1 |

| Analisi granulometrica per sedimentazione | |
|---|-----------------------|
| Diametro (mm) | Percentuale pass. (%) |
| 0.0630 | 33.0 |
| 0.0317 | 24.2 |
| 0.0236 | 23.1 |
| 0.0174 | 22.1 |
| 0.0133 | 20.0 |
| 0.0097 | 19.0 |
| 0.0070 | 16.9 |
| 0.0050 | 15.8 |
| 0.0036 | 14.8 |
| 0.0015 | 12.7 |

| | | |
|--|--|---|
| Analisi granulometrica per vagliatura | per via secca <input checked="" type="checkbox"/> | per via umida <input type="checkbox"/> |
| Analisi granulometrica per sedimentazione | metodo con densimetro <input type="checkbox"/> | metodo con pipetta Andreasen <input type="checkbox"/> |
| Peso campione analizzato | 3851.7 (gr) | Massa volumica dei grani |
| | valore assunto <input checked="" type="checkbox"/> | valore determinato <input type="checkbox"/> |
| | | $\rho_s = 2.70 \text{ Mg/m}^3$ |



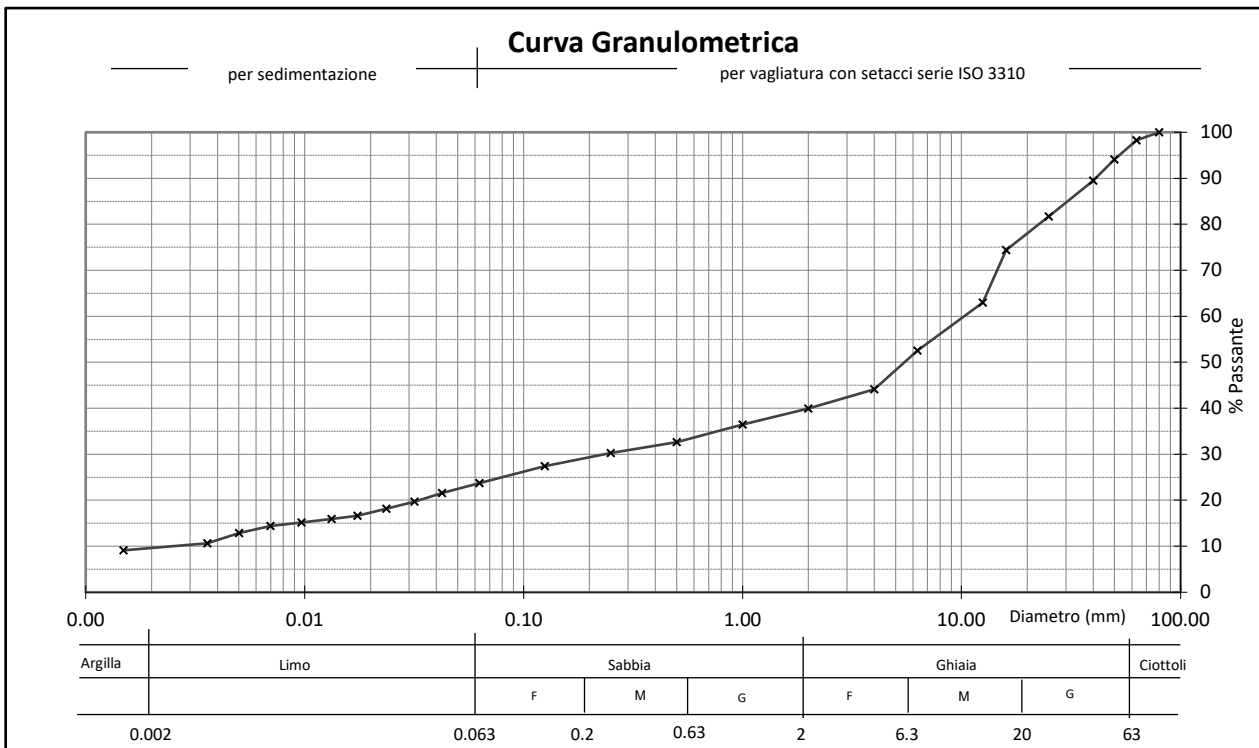
GE Ground Engineering S.r.l.

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° 2020-037 | Analisi Granulometrica UNI CEN ISO/TS 17892-4 | | |
| Committente Vallortigara S.p.A. | Cantiere Marano Vincentino (VI) | | |
| Sondaggio CG02 | Campione 1 | Profondità (m) 3.00 - 3.50 | |
| Data arrivo campione 04/09/2020 | Data esecuzione prova: da 07/09/2020 | a 09/09/2020 | |



| Analisi granulometrica per vagliatura | |
|---------------------------------------|--------------------------|
| Diametro vaglio (mm) | Percentuale passante (%) |
| 80 | 100.0 |
| 63 | 98.3 |
| 50 | 94.1 |
| 40.00 | 89.5 |
| 25.00 | 81.7 |
| 16.00 | 74.4 |
| 12.50 | 63.0 |
| 6.30 | 52.6 |
| 4.00 | 44.1 |
| 2.00 | 40.0 |
| 1 | 36.4 |
| 0.5 | 32.6 |
| 0.25 | 30.3 |
| 0.125 | 27.4 |

| Analisi granulometrica per sedimentazione | |
|---|-----------------------|
| Diametro (mm) | Percentuale pass. (%) |
| 0.0630 | 23.7 |
| 0.0317 | 19.7 |
| 0.0236 | 18.2 |
| 0.0174 | 16.6 |
| 0.0133 | 15.9 |
| 0.0097 | 15.1 |
| 0.0070 | 14.4 |
| 0.0050 | 12.9 |
| 0.0036 | 10.6 |
| 0.0015 | 9.1 |
| | |
| | |
| | |

| | | | |
|--|--|---|--|
| Analisi granulometrica per vagliatura | per via secca <input checked="" type="checkbox"/> | per via umida <input type="checkbox"/> | |
| Analisi granulometrica per sedimentazione | metodo con densimetro <input type="checkbox"/> | metodo con pipetta Andreasen <input type="checkbox"/> | |
| Peso campione analizzato 4921.0 (gr) | valore assunto <input checked="" type="checkbox"/> | valore determinato <input type="checkbox"/> | Massa volumica dei grani $r_s = 2.70 \text{ Mg/m}^3$ |



GE Ground Engineering S.r.l.

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

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

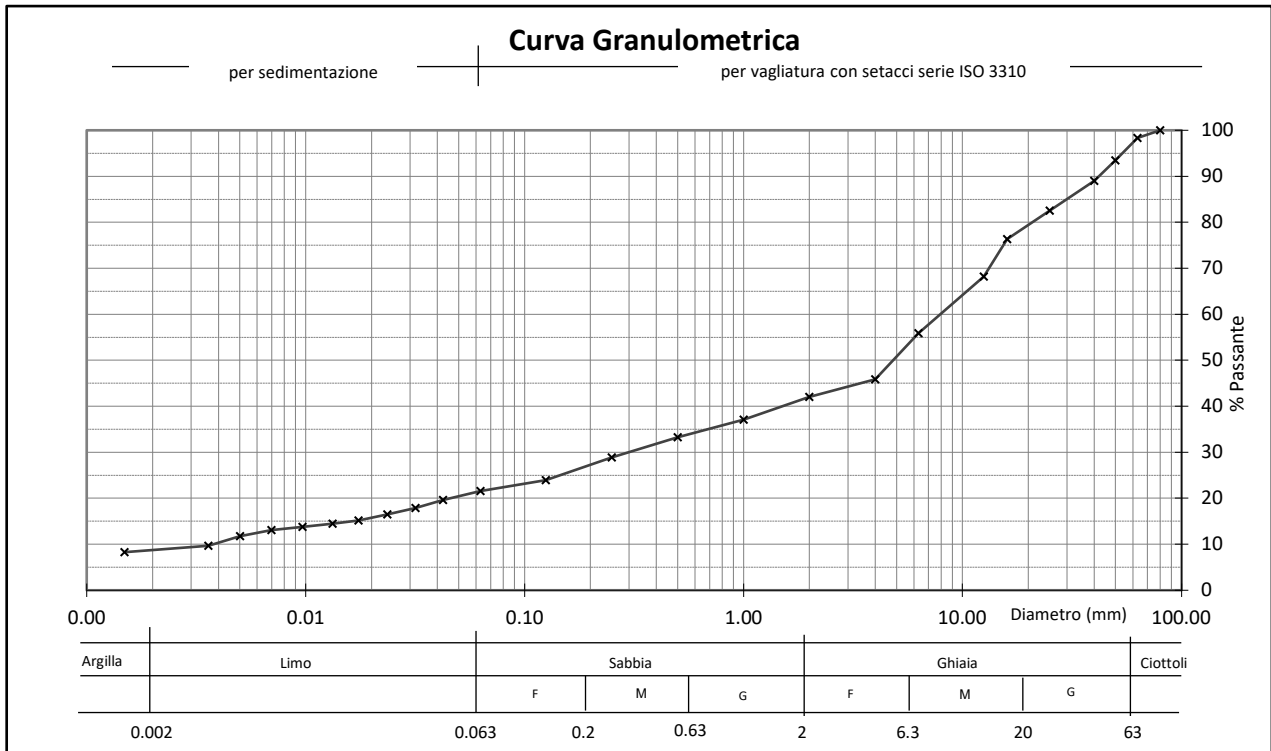
Tel: 049 9703506 e-mail: info@ground-eng.com

Certificato n° **2020-038**

Analisi Granulometrica

UNI CEN ISO/TS 17892-4

| | | | |
|-----------------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Committente | Vallortigara S.p.A. | Cantiere | Marano Vicentino (VI) |
| Sondaggio | CG02 | Campione | 2 |
| | | Profondità (m) | 7.50 - 8.00 |
| Data arrivo campione | 04/09/2020 | Data esecuzione prova: | da 07/09/2020 a 09/09/2020 |



| Diametro vaglio (mm) | Percentuale passante (%) |
|----------------------|--------------------------|
| 80 | 100.0 |
| 63 | 98.4 |
| 50 | 93.5 |
| 40.00 | 89.0 |
| 25.00 | 82.5 |
| 16.00 | 76.3 |
| 12.50 | 68.2 |
| 6.30 | 55.8 |
| 4.00 | 45.9 |
| 2.00 | 42.0 |
| 1 | 37.1 |
| 0.5 | 33.2 |
| 0.25 | 28.9 |
| 0.125 | 23.9 |

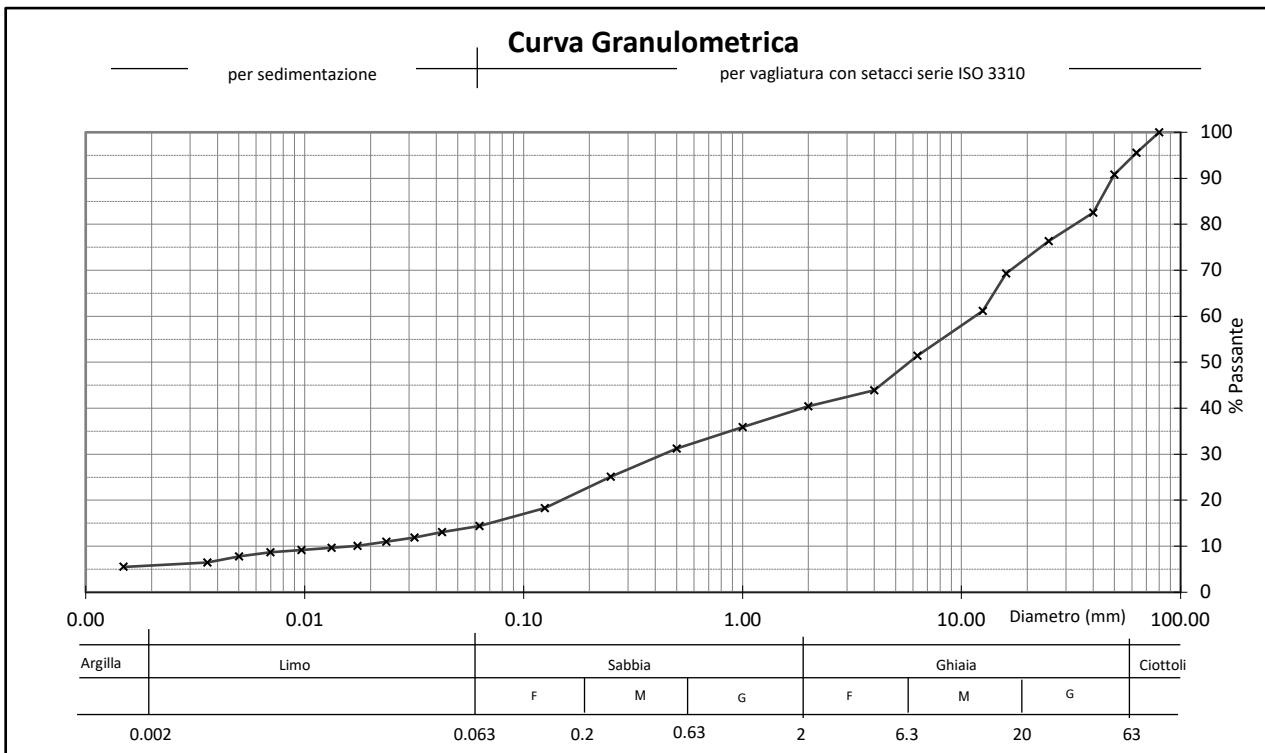
| Diametro (mm) | Percentuale pass. (%) |
|---------------|-----------------------|
| 0.0630 | 21.6 |
| 0.0317 | 17.9 |
| 0.0236 | 16.5 |
| 0.0174 | 15.1 |
| 0.0133 | 14.5 |
| 0.0097 | 13.8 |
| 0.0070 | 13.1 |
| 0.0050 | 11.7 |
| 0.0036 | 9.7 |
| 0.0015 | 8.3 |

| | | |
|--|--|---|
| Analisi granulometrica per vagliatura | per via secca <input checked="" type="checkbox"/> | per via umida <input type="checkbox"/> |
| Analisi granulometrica per sedimentazione | metodo con densimetro <input type="checkbox"/> | metodo con pipetta Andreasen <input type="checkbox"/> |
| Peso campione analizzato | 5161.0 (gr) | Massa volumica dei grani |
| | valore assunto <input checked="" type="checkbox"/> | valore determinato <input type="checkbox"/> |
| | | $r_s = 2.70 \text{ Mg/m}^3$ |



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° 2020-039 | Analisi Granulometrica UNI CEN ISO/TS 17892-4 | | |
| Committente Vallortigara S.p.A. | Cantiere Marano Vincentino (VI) | | |
| Sondaggio CG02 | Campione 3 | Profondità (m) 12.00 - 12,50 | |
| Data arrivo campione 04/09/2020 | Data esecuzione prova: da 07/09/2020 | a 09/09/2020 | |



| Analisi granulometrica per vagliatura | |
|---------------------------------------|--------------------------|
| Diametro vaglio (mm) | Percentuale passante (%) |
| 80 | 100.0 |
| 63 | 95.5 |
| 50 | 90.8 |
| 40.00 | 82.6 |
| 25.00 | 76.3 |
| 16.00 | 69.3 |
| 12.50 | 61.2 |
| 6.30 | 51.4 |
| 4.00 | 43.9 |
| 2.00 | 40.4 |
| 1 | 35.9 |
| 0.5 | 31.2 |
| 0.25 | 25.1 |
| 0.125 | 18.3 |

| Analisi granulometrica per sedimentazione | |
|---|-----------------------|
| Diametro (mm) | Percentuale pass. (%) |
| 0.0630 | 14.4 |
| 0.0317 | 11.9 |
| 0.0236 | 11.0 |
| 0.0174 | 10.1 |
| 0.0133 | 9.6 |
| 0.0097 | 9.2 |
| 0.0070 | 8.7 |
| 0.0050 | 7.8 |
| 0.0036 | 6.4 |
| 0.0015 | 5.5 |
| | |
| | |
| | |

| | | | |
|--|--|---|--|
| Analisi granulometrica per vagliatura | per via secca <input checked="" type="checkbox"/> | per via umida <input type="checkbox"/> | |
| Analisi granulometrica per sedimentazione | metodo con densimetro <input type="checkbox"/> | metodo con pipetta Andreasen <input type="checkbox"/> | |
| Peso campione analizzato 4325.2 (gr) | valore assunto <input checked="" type="checkbox"/> | valore determinato <input type="checkbox"/> | Massa volumica dei grani $r_s = 2.70 \text{ Mg/m}^3$ |



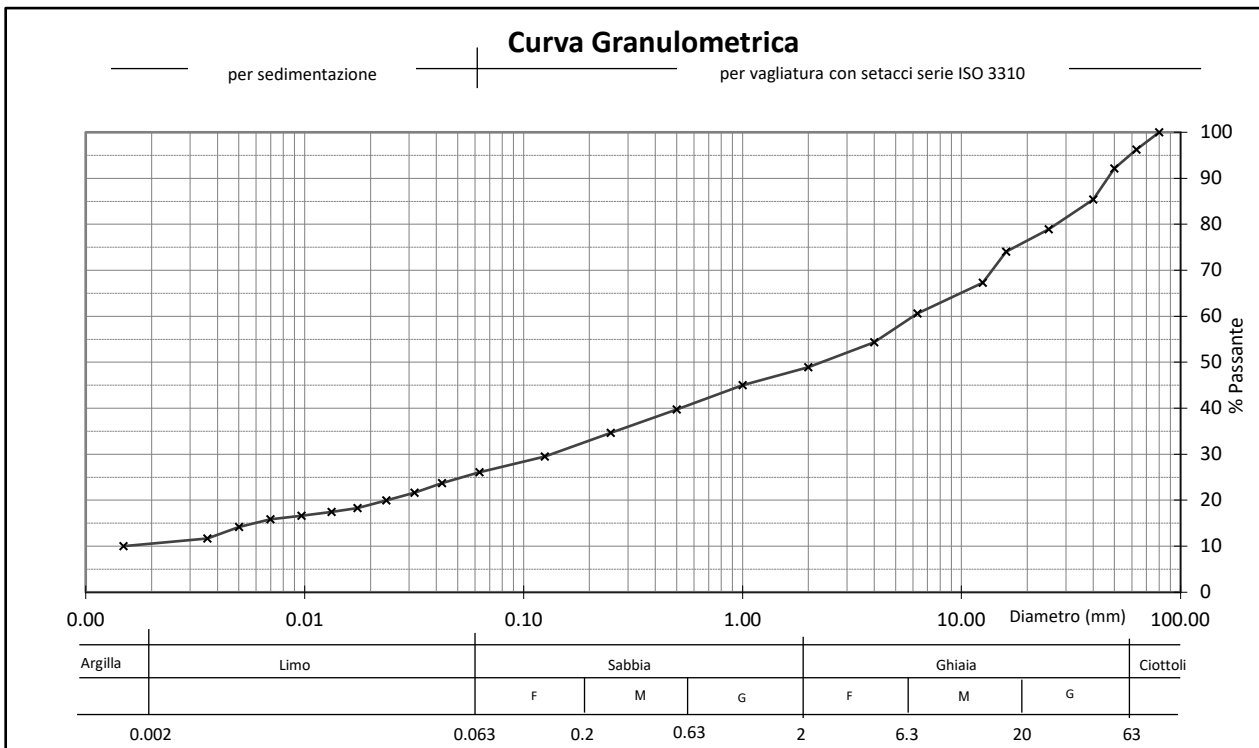
GE Ground Engineering S.r.l.

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° 2020-040 | Analisi Granulometrica UNI CEN ISO/TS 17892-4 | | |
| Committente Vallortigara S.p.A. | Cantiere Marano Vicentino (VI) | | |
| Sondaggio CG02 | Campione 4 | Profondità (m) 16.50 - 17.00 | |
| Data arrivo campione 04/09/2020 | Data esecuzione prova: da 07/09/2020 | a 09/09/2020 | |



| Analisi granulometrica per vagliatura | |
|---------------------------------------|--------------------------|
| Diametro vaglio (mm) | Percentuale passante (%) |
| 80 | 100.0 |
| 63 | 96.2 |
| 50 | 92.1 |
| 40.00 | 85.4 |
| 25.00 | 78.9 |
| 16.00 | 74.1 |
| 12.50 | 67.3 |
| 6.30 | 60.6 |
| 4.00 | 54.4 |
| 2.00 | 48.9 |
| 1 | 45.0 |
| 0.5 | 39.7 |
| 0.25 | 34.6 |
| 0.125 | 29.5 |

| Analisi granulometrica per sedimentazione | |
|---|-----------------------|
| Diametro (mm) | Percentuale pass. (%) |
| 0.0630 | 26.1 |
| 0.0317 | 21.6 |
| 0.0236 | 20.0 |
| 0.0174 | 18.3 |
| 0.0133 | 17.5 |
| 0.0097 | 16.7 |
| 0.0070 | 15.8 |
| 0.0050 | 14.2 |
| 0.0036 | 11.7 |
| 0.0015 | 10.0 |
| | |
| | |
| | |

| | | | |
|--|--|---|--|
| Analisi granulometrica per vagliatura | per via secca <input checked="" type="checkbox"/> | per via umida <input type="checkbox"/> | |
| Analisi granulometrica per sedimentazione | metodo con densimetro <input type="checkbox"/> | metodo con pipetta Andreasen <input type="checkbox"/> | |
| Peso campione analizzato 5936.3 (gr) | valore assunto <input checked="" type="checkbox"/> | valore determinato <input type="checkbox"/> | Massa volumica dei grani $r_s = 2.70 \text{ Mg/m}^3$ |



GE Ground Engineering S.r.l.

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

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

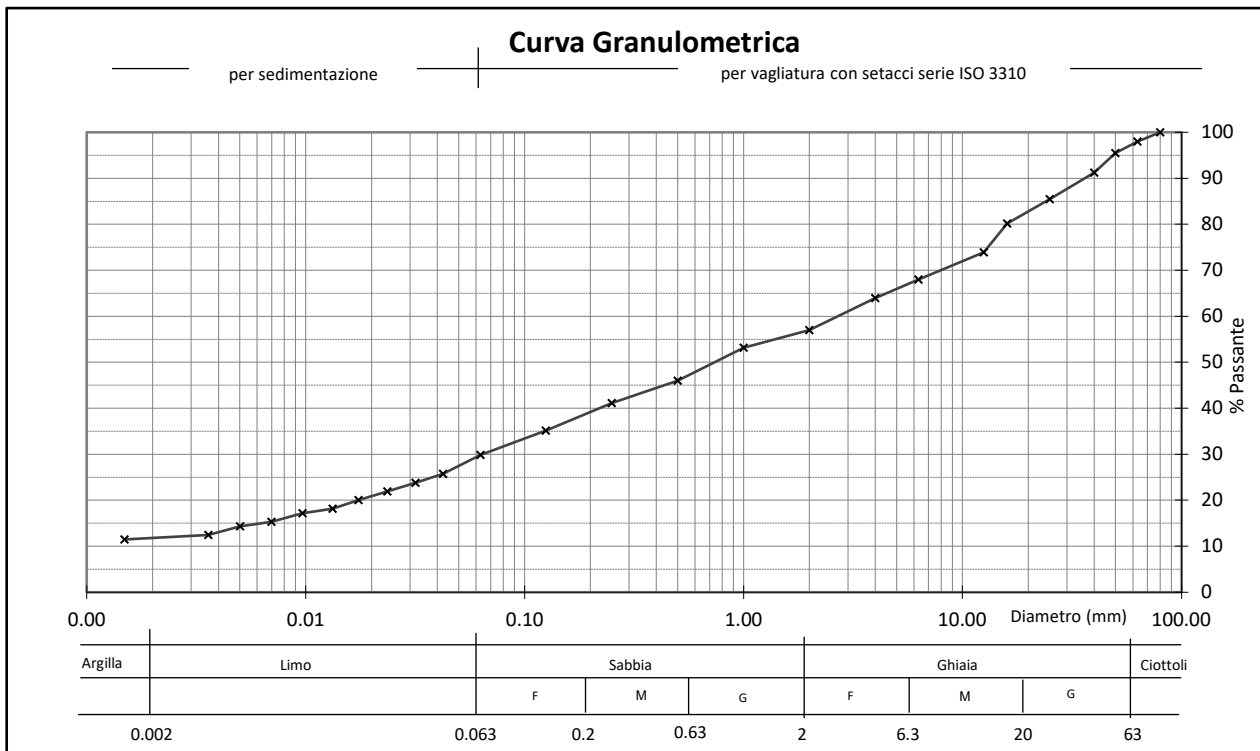
Tel: 049 9703506 e-mail: info@ground-eng.com

Certificato n° **2020-041**

Analisi Granulometrica

UNI CEN ISO/TS 17892-4

| | | | |
|-----------------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Committente | Vallortigara S.p.A. | Cantiere | Marano Vicentino (VI) |
| Sondaggio | CG02 | Campione | 5 |
| | | Profondità (m) | 21.00 - 21.50 |
| Data arrivo campione | 04/09/2020 | Data esecuzione prova: | da 07/09/2020 a 09/09/2020 |



| Analisi granulometrica per vagliatura | |
|---------------------------------------|--------------------------|
| Diametro vaglio (mm) | Percentuale passante (%) |
| 80 | 100.0 |
| 63 | 98.0 |
| 50 | 95.5 |
| 40.00 | 91.3 |
| 25.00 | 85.4 |
| 16.00 | 80.1 |
| 12.50 | 73.9 |
| 6.30 | 68.0 |
| 4.00 | 64.0 |
| 2.00 | 57.0 |
| 1 | 53.2 |
| 0.5 | 46.0 |
| 0.25 | 41.1 |
| 0.125 | 35.1 |

| Analisi granulometrica per sedimentazione | |
|---|-----------------------|
| Diametro (mm) | Percentuale pass. (%) |
| 0.0630 | 29.9 |
| 0.0317 | 23.8 |
| 0.0236 | 21.9 |
| 0.0174 | 20.0 |
| 0.0133 | 18.1 |
| 0.0097 | 17.2 |
| 0.0070 | 15.3 |
| 0.0050 | 14.3 |
| 0.0036 | 12.4 |
| 0.0015 | 11.5 |

| | | |
|--|---|---|
| Analisi granulometrica per vagliatura | per via secca <input checked="" type="checkbox"/> | per via umida <input type="checkbox"/> |
| Analisi granulometrica per sedimentazione | metodo con densimetro <input type="checkbox"/> | metodo con pipetta Andreasen <input type="checkbox"/> |
| Peso campione analizzato | 4202.1 (gr) | Massa volumica dei grani |
| | | valore assunto <input checked="" type="checkbox"/> |
| | | valore determinato <input type="checkbox"/> |
| | | $\rho_s = 2.70 \text{ Mg/m}^3$ |



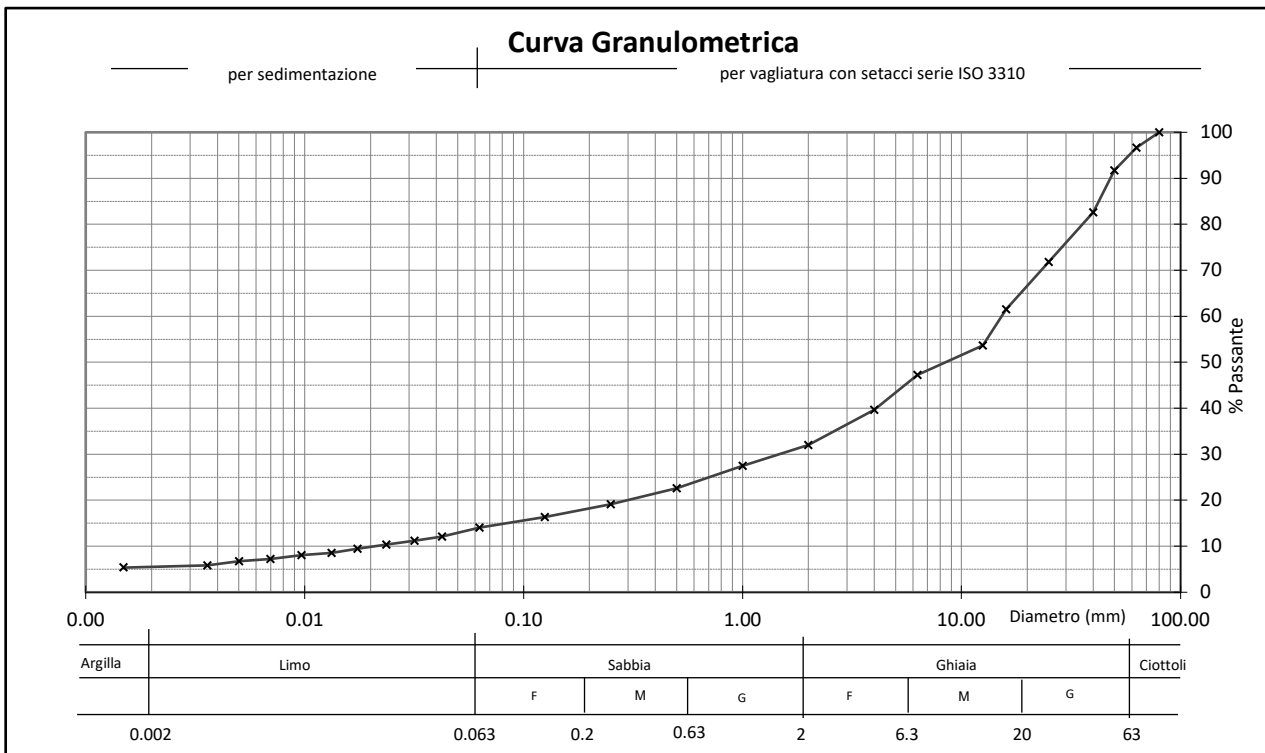
GE Ground Engineering S.r.l.

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° 2020-042 | Analisi Granulometrica UNI CEN ISO/TS 17892-4 | | |
| Committente Vallortigara S.p.A. | Cantiere Marano Vincentino (VI) | | |
| Sondaggio CG02 | Campione 6 | Profondità (m) 21.00 - 21.50 | |
| Data arrivo campione 04/09/2020 | Data esecuzione prova: da 07/09/2020 | a 09/09/2020 | |



| Analisi granulometrica per vagliatura | |
|---------------------------------------|--------------------------|
| Diametro vaglio (mm) | Percentuale passante (%) |
| 80 | 100.0 |
| 63 | 96.6 |
| 50 | 91.7 |
| 40.00 | 82.6 |
| 25.00 | 71.8 |
| 16.00 | 61.5 |
| 12.50 | 53.7 |
| 6.30 | 47.2 |
| 4.00 | 39.7 |
| 2.00 | 32.0 |
| 1 | 27.5 |
| 0.5 | 22.6 |
| 0.25 | 19.2 |
| 0.125 | 16.4 |

| Analisi granulometrica per sedimentazione | |
|---|-----------------------|
| Diametro (mm) | Percentuale pass. (%) |
| 0.0630 | 14.1 |
| 0.0317 | 11.2 |
| 0.0236 | 10.3 |
| 0.0174 | 9.4 |
| 0.0133 | 8.5 |
| 0.0097 | 8.1 |
| 0.0070 | 7.2 |
| 0.0050 | 6.7 |
| 0.0036 | 5.9 |
| 0.0015 | 5.4 |
| | |
| | |
| | |

| | | | |
|--|--|---|--|
| Analisi granulometrica per vagliatura | per via secca <input checked="" type="checkbox"/> | per via umida <input type="checkbox"/> | |
| Analisi granulometrica per sedimentazione | metodo con densimetro <input type="checkbox"/> | metodo con pipetta Andreasen <input type="checkbox"/> | |
| Peso campione analizzato 3351.3 (gr) | valore assunto <input checked="" type="checkbox"/> | valore determinato <input type="checkbox"/> | Massa volumica dei grani $r_s = 2.70 \text{ Mg/m}^3$ |

ALLEGATO 4

RELAZIONE GEOFISICO-SISMICA

1 Premessa

Per incarico della committenza è stato eseguito uno studio geofisico atto alla definizione delle caratteristiche sismo-stratigrafiche dei terreni nel comune di Marano Vicentino (VI) ai fini della valutazione e calcolo VSeq per la realizzazione del nuovo centro ecologico.

Lo studio ha come scopo l'elaborazione di un modello geofisico per il corpo investigato, conforme OPCM 3274 del 2003 e succ. integrazioni, ordinanza 3519 del 28/04/2006, D.M. 14 gennaio 2008 ed Eurocodice 8.

2 Cenni sulle tecniche sismiche utilizzate: sismica a rifrazione, sismica passiva Re.Mi e sismica attiva Masw

Questi metodi di esplorazione geofisica consistono nella determinazione delle velocità sismiche dei vari strati del sottosuolo caratterizzati da diverse caratteristiche fisico - meccaniche.

2.1 Sismica attiva Masw

La procedura Masw è basata sulla determinazione della velocità delle onde di superficie. Considerando che le onde di Rayleigh campionano uno spessore di sottosuolo proporzionale alla lunghezza d'onda λ , è ragionevole ritenere di poter risalire alla rigidità dei terreni dalla legge di variazione della V_r con λ (curva di dispersione). Dal punto di vista sperimentale l'acquisizione Masw viene eseguita con una metodologia simile alla tecnica sismica a rifrazione. La differenza sostanziale viene dalla configurazione geometrica dei ricevitori, in genere i geofoni (minimo 12-24) vengono spazati di 1, 2 o 3 metri, aventi una frequenza di campionamento pari a 4.5 Hz. Essendo una tecnica attiva in presenza di una sorgente polarizzata, l'acquisizione Masw risulta comunque possibile, essendo un metodo che utilizza una generazione energetica attiva per creare le onde sismiche, applicando le migliori metodologie di acquisizione sismica (filtri ecc.) che i moderni sismografi consentono.

Esempio acquisizione Masw:

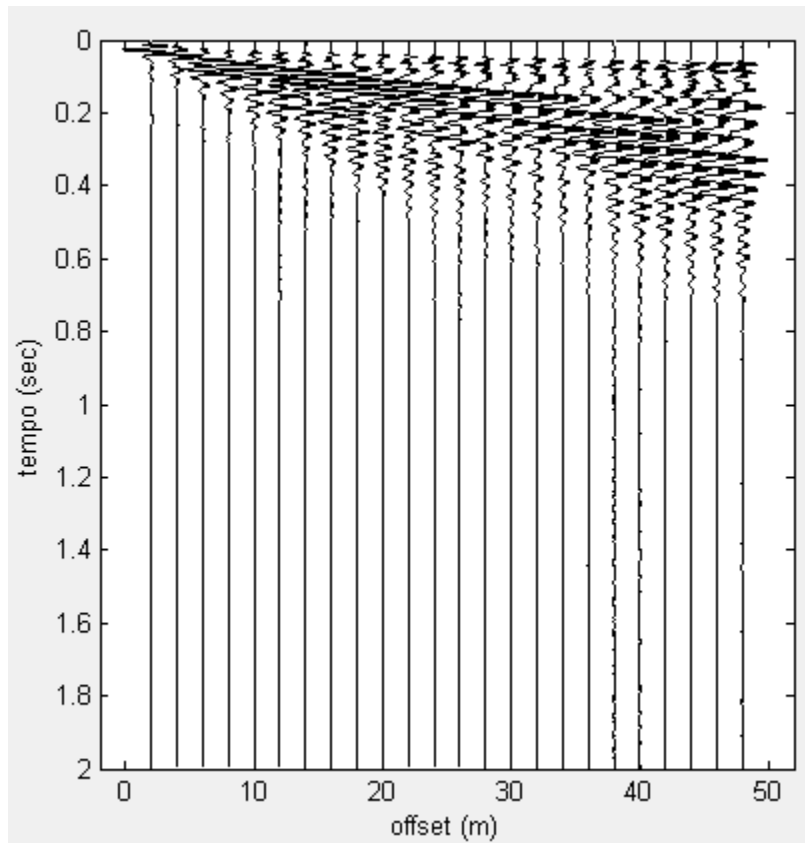


Figura 1 – Esempio di acquisizione MASW

2.2 Sismica passiva Re.Mi

La procedura Re.Mi si basa sull'utilizzo dei microtremori (rumore naturale della terra ed artificiale) come sorgente, con tempi di acquisizione minimo di 30 sec ed ottimali di 10- 20 minuti. Vengono utilizzati minimo 12-24 geofoni da 4.5 Hz (come nella tecnica Masw) spazati 1-3 metri collegati al sismografo in grado di acquisire con intervalli di campionamento minimo di 30 secondi, i quali vengono sommati nella fase di interpretazione. Questa tecnica utilizzando il rumore naturale "il microtremore", soffre di una limitazione particolare: se il profilo sismico viene eseguito in presenza di una sorgente di rumore fissa "polarizzata", l'interpretazione Re.Mi risulta di difficile applicazione, in virtù del principio che il microtremore non deve essere localizzato, ma proveniente con un raggio di 360° rispetto al profilo ricevente.

3 Interpretazione Masw e Re.Mi

Le tecniche sopra descritte differenziano per la metodologia di acquisizione del dato di campagna, mentre la tecnica di elaborazione risulta molto simile, di seguito brevemente descritta.

Il primo passo dell'elaborazione prevede la definizione della curva di dispersione, la quale gode di una certa "variabilità" giustificata dall'influenza sulle misure della distanza dei ricevitori, posizione della sorgente e il volume di terreno campionato. Il secondo passo consiste nell'inversione della curva di dispersione, al fine di individuare quale sia il profilo di rigidità che riproduce la curva sperimentale. I modelli di analisi adoperati sono molteplici, mentre il metodo utilizzato per ottenere lo spettro delle velocità e l'inversione della curva di dispersione nel presente lavoro si basa sul metodo phase shift, utilizzando la tecnica di calcolo degli algoritmi genetici (Figura 2).

Phase shift

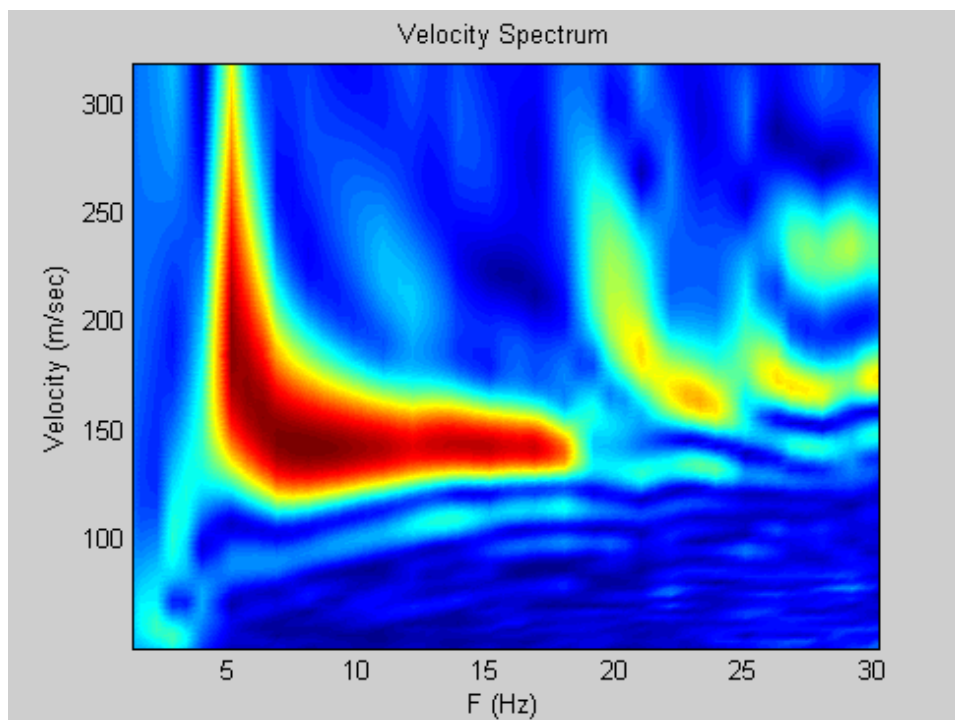


Figura 2 – Modello di analisi per MASW e Re.Mi

4 Operazioni di acquisizione dati

I profili sismici vengono eseguiti disponendo sul terreno una serie di sensori (*geofoni*), posti ad intervallo costante, collegati ad un sismografo mediante un cavo multipolare.

Dopo l'allestimento del dispositivo di ricezione, si provvede a generare artificialmente (sismica attiva) vibrazioni impulsive in corrispondenza di punti prestabiliti lungo i profili: nello stesso istante di partenza della vibrazione viene trasmesso al sismografo il comando di avvio della registrazione (*trigger*). Da questo istante inizia l'acquisizione digitale, con campionamento ad intervallo costante e predeterminato, dei segnali ricevuti dai sensori.

Per lo studio sopra descritto è stata utilizzata la tecnica Masw.

Tale tecnica ha soddisfatto pienamente la normativa sismica vigente, fornendo come di seguito descritto, un'ottima risoluzione nei primi 30 metri dal p.c. delle onde Vs ed ha raggiunto una profondità di indagine tale da individuare il bedrock-like.

5 Attività in sito

Le misure di campagna sono state eseguite nel mese di settembre 2020; è stato eseguito 1 stendimento, con tecnica Masw per il calcolo della Vs equivalente con le seguenti caratteristiche tecniche:

- a) **Sismografo utilizzato:** sismografo digitale ECHO 24-48 2010 della AMBROGEO srl caratterizzato da 24 canali di acquisizione digitale con dinamica a 24 bit e campionamento del segnale ad intervalli di 130 microsecondi e filtro analogico Low Pass a 50 Hz.
- b) **Numero geofoni:** 24 cad. con frequenza propria 4.5 Hz distanza geofonica 1.0 m;
- c) **Acquisizione** a 7651 Hz per 1 sec.
- d) **Numero profili:** 1 masw;
- e) **Tiri:** n. 5 cad profilo masw .

f)

- i. Tiro n. 1 eseguito – 2.0 metri dal geofono n. 1 con finestra di acquisizione pari a 1000 millisecondi
- ii. Tiro n. 2 eseguito – 4.0 metri dal geofono n. 1 con finestra di acquisizione pari a 1000 millisecondi
- iii. Tiro n. 3 eseguito – 6.0 metri dal geofono n. 1 con finestra di acquisizione pari a 1000 millisecondi
- iv. Tiro n. 4 eseguito – 8.0 metri dal geofono n. 1 con finestra di acquisizione pari a 1000 millisecondi
- v. Tiro n. 5 eseguito – 10.0 metri dal geofono n. 1 con finestra di acquisizione pari a 1000 millisecondi

g) **Lunghezza singolo profilo:** 23 + 10 metri;

h) **Sorgente utilizzata:** Mazza battente kg 10 con trigger (dispositivo per il comando di avvio della registrazione);

i) **Energia utilizzata:** numero 1 colpo (Masw) di mazza per tiro;

6 Interpretazione geofisica onde Vs tecnica Masw "VS eq"

Profilo MASW 2

- Numero geofoni utilizzati: 24 verticali lunghezza profilo 23+10 m

Su ognuna di tali acquisizioni è stata eseguita un'analisi ω -p (trasformata τ -p & trasformata di Fourier) al fine di discriminare l'energia associata alle onde di Rayleigh.

L'inversione della curva di dispersione con il metodo phase shift utilizzando la tecnica di calcolo degli algoritmi genetici.

Si riportano i grafici ad isolinee sui quali è identificata la curva di dispersione delle onde di Rayleigh (fig. 4).

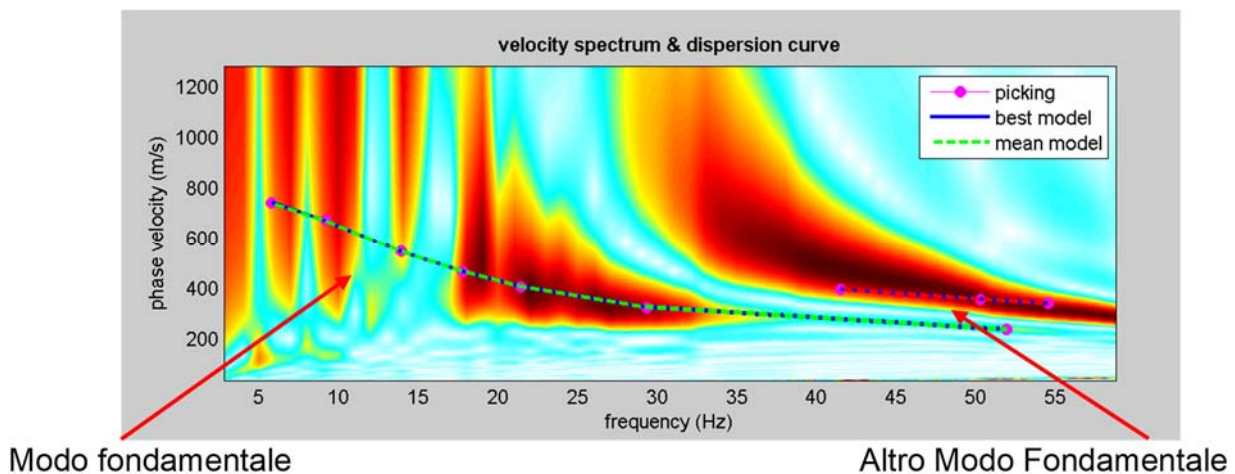


Figura 4 – Grafici ad Isolinee nel dominio velocità di fase – frequenza.

7 Analisi della curva di dispersione

La modellazione numerica della curva di dispersione prevede che alla base del modello sia posto un semispazio a spessore infinito.

Si riporta:

- 1) In Figura 5: il confronto tra la curva di dispersione sperimentale modello migliore (celeste) e modello medio (rosso);
- 2) In Figura 6: il profilo di velocità delle onde S associato alla curva teorica.

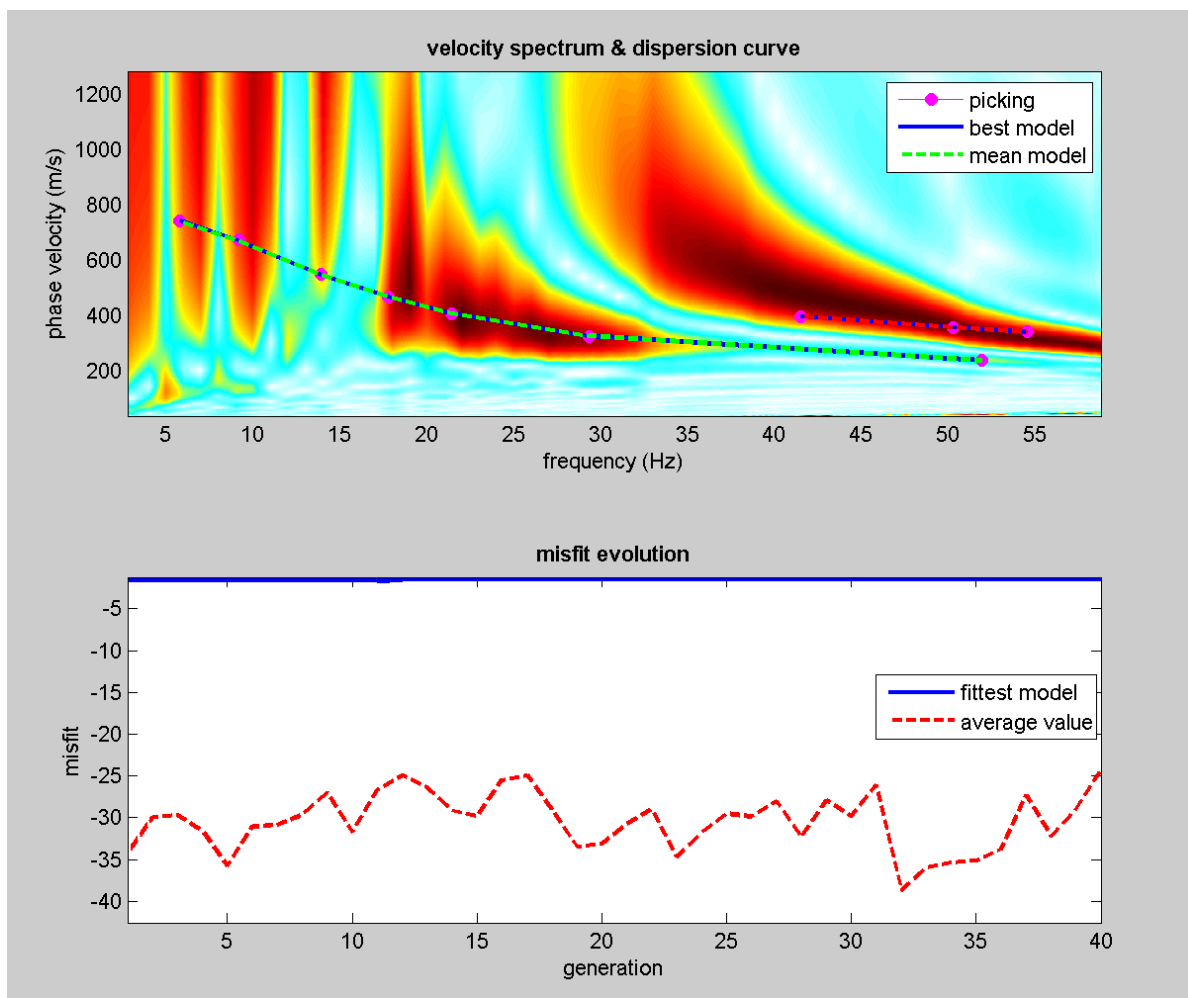


Figura 5 – Confronto tra la curva di dispersione sperimentale e quella teorica

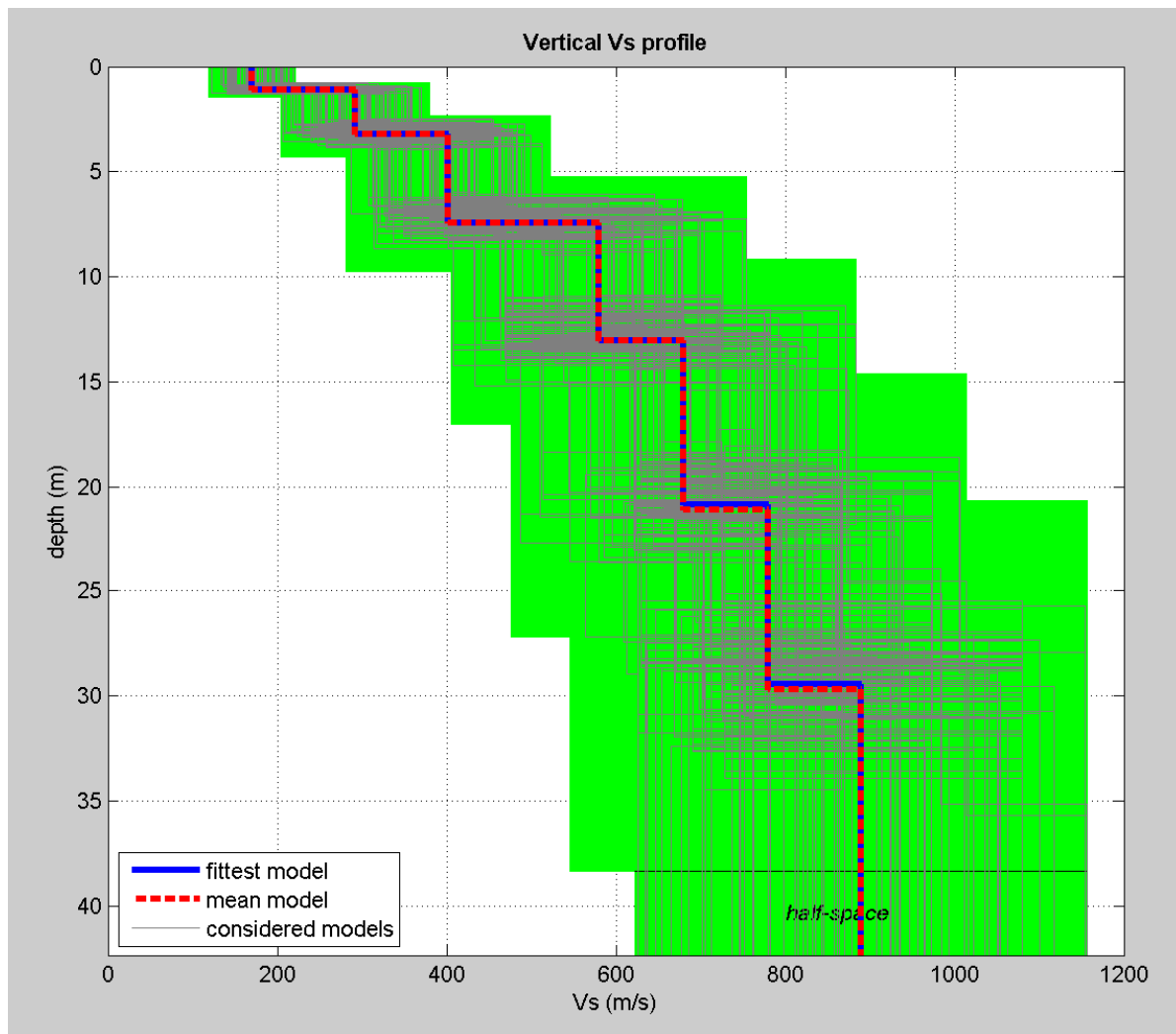


Figura 6 – Profilo di velocità delle onde S stimato nel sito in esame

Il miglior *fit* tra i dati sperimentali e la curva teorica si ottiene per il modello dato in Tabella 1.

L'andamento delle Vs è illustrato in Figura 6.

| Strato | Vp (m/s) | Vs (m/s) | Spessore |
|--------|----------|----------|----------|
| 1 | 354 | 170 | 1.1 |
| 2 | 608 | 292 | 2.1 |
| 3 | 837 | 402 | 4.2 |
| 4 | 1207 | 580 | 5.6 |
| 5 | 1416 | 680 | 8.1 |
| 6 | 1624 | 780 | 8.6 |
| 7 | 1665 | 890 | Inf. |

VS eq = 524 m/s

Suolo di tipo B

Tabella 1 – Modello di velocità delle onde S per il sito in esame

La dicitura "infinito" indica che è stata raggiunta la profondità massima di indagine, mentre con il programma Deepsoil v.3.5 dell'Università dell'Illinois è stato calcolato il bedrock o meglio il bedrock-like (700 m/s). Esso risulta rilevante ai fini degli effetti di sito, perché tale strato presenta forti contrasti di impedenza rispetto ai terreni sovrastanti, potendo così determinare in questi ultimi l'intrappolamento delle onde sismiche e dunque l'amplificazione del moto del suolo in caso di terremoto.

N.B. Le velocità sismiche V_p sono ottenute da formule empiriche.

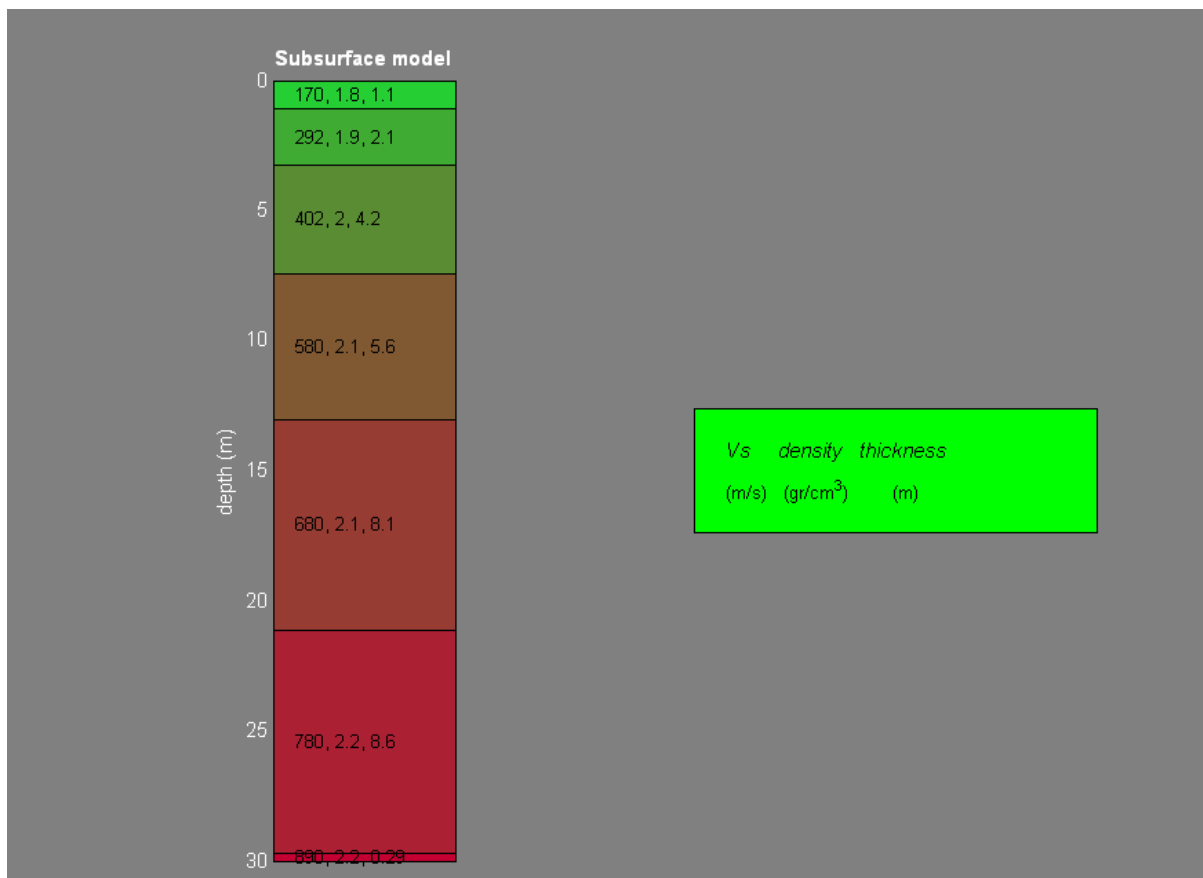


Figura 7 – Stratigrafia dei terreni

8 Parametri dinamici

VS (m/sec) : 170, 292, 402, 580, 680, 780, 890

Spessori (m): 1.1, 2.1, 4.2, 5.6, 8.1, 8.6

Stima VP (m/sec): 354, 608, 837, 1207, 1416, 1624, 1665

Stima densità (gr/cm³): 1.80, 1.93, 2.01, 2.10, 2.14, 2.17, 2.18

Stima modulo di Poisson: 0.35, 0.35, 0.35, 0.35, 0.35, 0.35, 0.30

Stima modulo di taglio (MPa): 52, 165, 325, 706, 989, 1321, 1725

Stima modulo di compressione (MPa): 156, 495, 975, 2117, 2969, 3966, 3737

Stima modulo di Young (MPa): 141, 445, 877, 1907, 2670, 3568, 4485

Stima modulo di Lamé (MPa): 122, 385, 759, 1646, 2310, 3085, 2587

Fattore di Frequenza:

L'andamento della funzione di amplificazione di un sito, è periodica ed assume sempre valori maggiori o uguali all'unità, cioè l'ampiezza dello spostamento alla superficie dello strato è sempre almeno pari a quella in corrispondenza della formazione rocciosa (secondo normativa vigente Vs > 800 m/s).

La *frequenza naturale* (F_n) di vibrazione dello strato di terreno corrisponde ai massimi della funzione di amplificazione: $F_n = \omega_n / 2\pi = (V_s / 4H) * (2n-1)$

La situazione più pericolosa in termini di fenomeni di amplificazione si verifica quando la frequenza dell'eccitazione armonica (ω) è pari ad una delle frequenze fondamentali dello strato (ω_n). Quando si verifica tale condizione ($\omega = \omega_n$) si ha la **risonanza** dello strato, ed il fattore di amplificazione è teoricamente infinito.

Frequenza risonanza superficie formazione bedrock-like: 5.1 Hz

Nel caso che una sollecitazione si prolunga nel tempo essa può diventare particolarmente pericolosa per l'edificio, progettato come elastico, quando il terreno trasmette una componente del segnale sismico che abbia la stessa frequenza di oscillazione della struttura:

- Frequenza di oscillazione del terreno < F_n frequenza naturale di oscillazione della struttura → i danni sono "limitati"

- Frequenza di oscillazione del terreno = f_n frequenza naturale di oscillazione della struttura → i danni sono "illimitati".

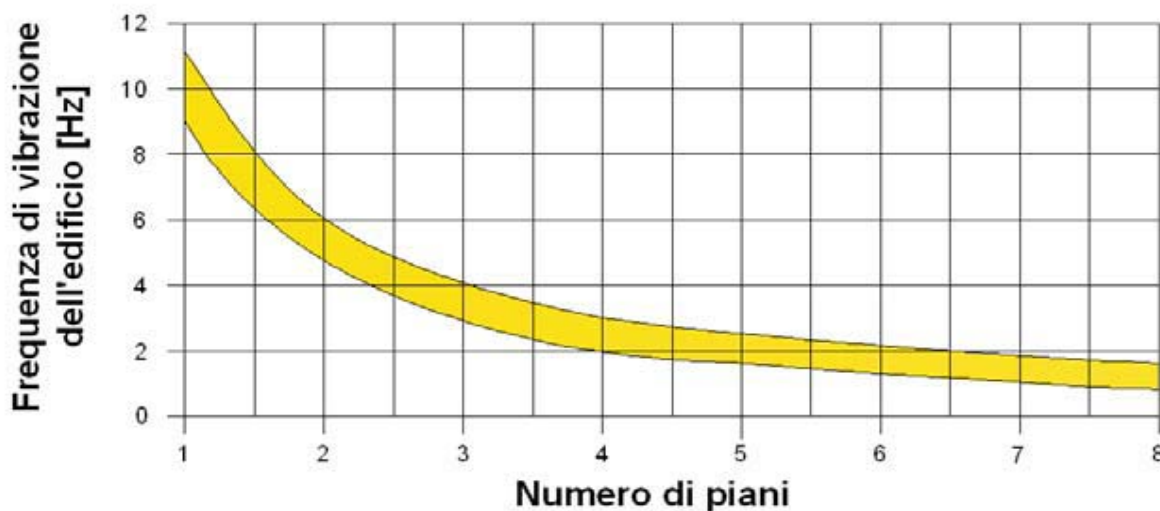
Dal punto di vista empirico, è noto che la frequenza di risonanza di un edificio è governata principalmente dall'altezza e può essere pertanto calcolata, in prima approssimazione, secondo la formula (cfr. Es. Pratt):

$$\text{freq. Naturale edificio} \approx 10 \text{ Hz} / \text{numero piani}$$

E' la coincidenza di risonanza tra terreno e struttura:

$$\text{freq. naturale edificio} \approx \text{freq. fondamentale di risonanza del sito}$$

ad essere particolarmente pericolosa, poiché dà luogo alla massima amplificazione e deve quindi essere oggetto di studi approfonditi.



ALLEGATO 5

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

| | |
|-------------|--|
| COMMITTENTE | VALLORTIGARA S.P.A. |
| CANTIERE | VIA MAESTRI DEL LAVORO – MARANO VICENTINO (VI) |
| SONDAGGIO | CG01 |
| DATA | 1-2/09/2020 |



POSIZIONAMENTO **CG01**



SONDAGGIO **CG01** – CASSA 1 – DA 0,0 A 5,0 M

| | |
|-------------|--|
| COMMITTENTE | VALLORTIGARA S.P.A. |
| CANTIERE | VIA MAESTRI DEL LAVORO – MARANO VICENTINO (VI) |
| SONDAGGIO | CG01 |
| DATA | 1-2/09/2020 |



SONDAGGIO **CG01** – CASSA 2 – DA 5,0 A 10,0 M



SONDAGGIO **CG01** – CASSA 3 – DA 10,0 A 15,0 M

| | |
|-------------|--|
| COMMITTENTE | VALLORTIGARA S.P.A. |
| CANTIERE | VIA MAESTRI DEL LAVORO – MARANO VICENTINO (VI) |
| SONDAGGIO | CG01 |
| DATA | 1-2/09/2020 |



SONDAGGIO CG01 – CASSA 4 – DA 15,0 A 20,0 M



SONDAGGIO CG01 – CASSA 5 – DA 20,0 A 25,0 M

| | |
|-------------|--|
| COMMITTENTE | VALLORTIGARA S.P.A. |
| CANTIERE | VIA MAESTRI DEL LAVORO – MARANO VICENTINO (VI) |
| SONDAGGIO | CG01 |
| DATA | 1-2/09/2020 |

SONDAGGIO CG01 – CASSA 6 – DA 25,0 A 30,0 M

| | |
|-------------|--|
| COMMITTENTE | VALLORTIGARA S.P.A. |
| CANTIERE | VIA MAESTRI DEL LAVORO – MARANO VICENTINO (VI) |
| SONDAGGIO | CG02 |
| DATA | 2-4/09/2020 |



POSIZIONAMENTO **CG02**



SONDAGGIO **CG02** – CASSA 1 – DA 0,0 A 5,0 M

| | |
|-------------|--|
| COMMITTENTE | VALLORTIGARA S.P.A. |
| CANTIERE | VIA MAESTRI DEL LAVORO – MARANO VICENTINO (VI) |
| SONDAGGIO | CG02 |
| DATA | 2-4/09/2020 |



SONDAGGIO **CG02** – CASSA 2 – DA 5,0 A 10,0 M



SONDAGGIO **CG02** – CASSA 3 – DA 10,0 A 15,0 M

| | |
|-------------|--|
| COMMITTENTE | VALLORTIGARA S.P.A. |
| CANTIERE | VIA MAESTRI DEL LAVORO – MARANO VICENTINO (VI) |
| SONDAGGIO | CG02 |
| DATA | 2-4/09/2020 |



SONDAGGIO **CG02** – CASSA 4 – DA 15,0 A 20,0 M



SONDAGGIO **CG02** – CASSA 5 – DA 20,0 A 25,0 M

| | |
|-------------|--|
| COMMITTENTE | VALLORTIGARA S.P.A. |
| CANTIERE | VIA MAESTRI DEL LAVORO – MARANO VICENTINO (VI) |
| SONDAGGIO | CG02 |
| DATA | 2-4/09/2020 |

SONDAGGIO CG02 – CASSA 6 – DA 25,0 A 30,0 M

| | |
|-------------|--|
| COMMITTENTE | VALLORTIGARA S.P.A. |
| CANTIERE | VIA MAESTRI DEL LAVORO – MARANO VICENTINO (VI) |
| SONDAGGIO | CG03 |
| DATA | 8-9/09/2020 |



POSIZIONAMENTO **CG03**



SONDAGGIO **CG03** – CASSA 1 – DA 0,0 A 5,0 M

| | |
|-------------|--|
| COMMITTENTE | VALLORTIGARA S.P.A. |
| CANTIERE | VIA MAESTRI DEL LAVORO – MARANO VICENTINO (VI) |
| SONDAGGIO | CG03 |
| DATA | 8-9/09/2020 |



SONDAGGIO **CG03** – CASSA 2 – DA 5,0 A 10,0 M



SONDAGGIO **CG03** – CASSA 3 – DA 10,0 A 15,0 M

| | |
|-------------|--|
| COMMITTENTE | VALLORTIGARA S.P.A. |
| CANTIERE | VIA MAESTRI DEL LAVORO – MARANO VICENTINO (VI) |
| SONDAGGIO | CG03 |
| DATA | 8-9/09/2020 |



SONDAGGIO **CG03** – CASSA 4 – DA 15,0 A 20,0 M



SONDAGGIO **CG03** – CASSA 5 – DA 20,0 A 25,0 M

| | |
|-------------|--|
| COMMITTENTE | VALLORTIGARA S.P.A. |
| CANTIERE | VIA MAESTRI DEL LAVORO – MARANO VICENTINO (VI) |
| SONDAGGIO | CG03 |
| DATA | 8-9/09/2020 |




SONDAGGIO **CG03** – CASSA 6 – DA 25,0 A 30,0 M




SONDAGGIO **CG03** – CASSA 7 – DA 30,0 A 35,0 M

| | |
|-------------|--|
| COMMITTENTE | VALLORTIGARA S.P.A. |
| CANTIERE | VIA MAESTRI DEL LAVORO – MARANO VICENTINO (VI) |
| SONDAGGIO | CG03 |
| DATA | 8-9/09/2020 |



The photograph shows a black soil sampling tray with four compartments. Each compartment contains a sample of soil. A white label is attached to the top of the tray, featuring the GE logo and the following information: DATA: 09/09/2020, COMMITTENTE: VALLORTIGARA, CANTIERE: MARANO VICENTINO, SONDAGGIO: CG03, CASSA: 8, PROFONDITÀ: da m. 35,0 a m. 40,0. Handwritten text at the bottom of the tray reads: VALLORTIGARA, DATA: 09/09/2020, SONDAGGIO: CG-03, PROF.: 35,00 a 40,00 m. A color calibration chart is visible in the top left corner of the tray.

SONDAGGIO CG03 – CASSA 8 – DA 35,0 A 40,0 M

| | |
|---|--|
| COMMITTENTE | VALLORTIGARA S.P.A. |
| CANTIERE | VIA MAESTRI DEL LAVORO – MARANO VICENTINO (VI) |
| SONDAGGIO | MASW |
|  | |
| UBICAZIONE DELL'INDAGINE MASW | |