

# PROVINCIA DI VICENZA COMUNE DI NANTO

**GRASSI PIETRE SRL**  
**Via Madonetta, 2,**  
**Nanto (VI)**

## PROGETTO PER UNA DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1) (LIMI DI LAVORAZIONE)

**RELAZIONE**

**GEOLOGICA,**

**GEOTECNICA E**

**GEOSISMICA**



GRUPPO DI PROGETTAZIONE

DATA: Giugno 2025

IL COMMITTENTE	PROGETTISTI	REV. 00	
	Dott. For. Cesare Cariolato Dott. For. Michele Carta  Collaboratori al progetto Dott.ssa For. Elena Comparin Dott. For. Eracle Donà  SUPPORTO SPECIALISTICO Dott. Geol. Enrico Marcato	SCALA:	
		<input type="checkbox"/> VARIE	<input type="checkbox"/> 1:500
		<input type="checkbox"/> 1:20	<input type="checkbox"/> 1:1000
		<input type="checkbox"/> 1:2000	<input type="checkbox"/> 1:5000
		<b>CODICE: A2</b>	

Committente: GRASSI PIETRE SRL	Riferimento: 2513-126
Progetto: DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1)	Località: VIA MADONETTA 2, NANTO (VI)
Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e geosismica	Data Editing: GIUGNO 2025

## SOMMARIO

<b>1 PREMESSE</b>	<b>3</b>
<b>2 INQUADRAMENTO GENERALE</b>	<b>5</b>
2.1 TOPOGRAFIA E MORFOLOGIA	5
2.2 GEOLOGIA	6
2.3 IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA	6
2.4 STRUMENTI URBANISTICI	7
<b>3 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DI DETTAGLIO</b>	<b>11</b>
3.1 OSSERVAZIONI GEOLOGICHE PRELIMINARI DI SUPERFICIE	11
3.2 PROVE PENETROMETRICHE	12
3.3 ACQUA SOTTERRANEA	15
3.4 VALUTAZIONE DELLA PERMEABILITÁ DEI TERRENI SUPERFICIALI	15
3.1 CARATTERIZZAZIONE DEI RIFIUTI INERTI DI STOCCAGGIO	18
3.2 INDAGINI SISMICHE HVSR	19
3.2.1 CENNI PRELIMINARI	19
3.2.2 RISULTATI OTTENUTI DALLE HVSR	20
<b>4 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO</b>	<b>22</b>
4.1 MAGNITUDO E AMPLIFICAZIONE SISMICA	24
4.2 VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE	25
<b>5 VALUTAZIONI SULL'INTERVENTO DI PROGETTO</b>	<b>26</b>
5.1 PORTANZA DELLE FONDAZIONI	26
5.2 CEDIMENTO DELLE FONDAZIONI	28
5.3 ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE	29

Committente: GRASSI PIETRE SRL	Riferimento: 2513-126
Progetto: DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1)	Località: VIA MADONETTA 2, NANTO (VI)
Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e geosismica	Data Editing: GIUGNO 2025

## 1 PREMESSE

Su incarico da parte della ditta **GRASSI PIETRE SRL** ed in seguito agli accordi con lo **STUDIO PROGEA** è stato redatto il presente documento a supporto del *Progetto per una discarica di rifiuti inerti non pericolosi, con operazioni di smaltimento (D1) (limi di lavorazione)* da realizzare presso la propria Unità Produttiva situata in via Madonetta a Nanto (VI) (vedi **Figura 1**).

Tale discarica risulta necessaria in quanto quella già autorizzata e posta nel lotto a nord del sito di progetto risulta essere in corso di esaurimento, con l'intenzione di mantenere l'attuale stato gestionale da parte della Committenza che vede tutto il materiale (limi e materiale litoide) prodotto, mantenuto all'interno dell'area di proprietà senza alcun conferimento in siti esterni.

L'indagine mira in particolare alla caratterizzazione geologico-tecnica, geosismica ed idrogeologica del sito in esame, con lo scopo di valutare l'interazione tra opere di progetto e substrato naturale e definire, quindi, gli accorgimenti tecnici necessari per la loro realizzazione.

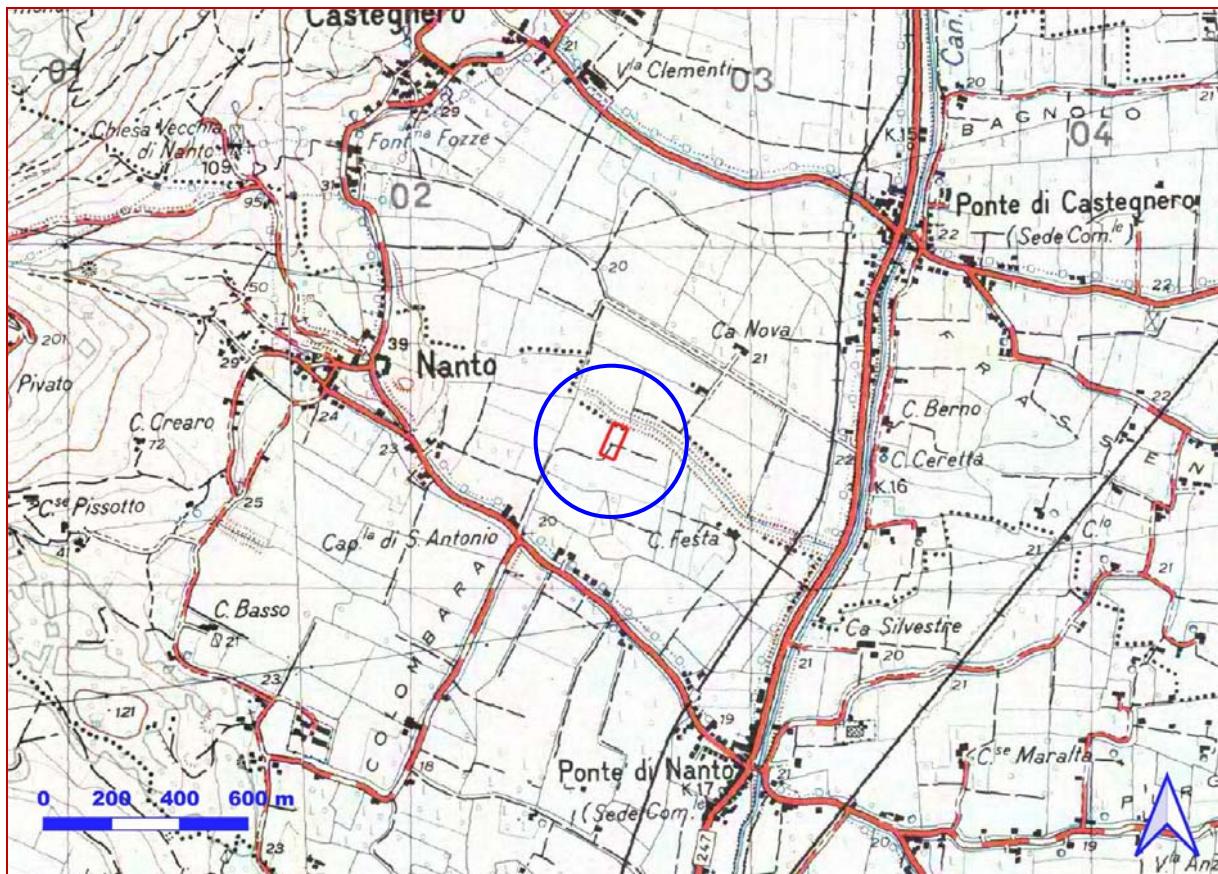


Figura 1 – Estratto cartografia IGM alla scala 1:25 000, Tavoletta n. 50 III NE "Montegaldà".

Committente: GRASSI PIETRE SRL	Riferimento: 2513-126
Progetto: DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1)	Località: VIA MADONETTA 2, NANTO (VI)
Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e geosismica	Data Editing: GIUGNO 2025

Per la stesura del presente documento sono state prese in esame le seguenti disposizioni di legge:

- OPCM 20 marzo 2003 n. 3274 e OPCM 28 aprile 2006 n. 3519 «*Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*».
- Decreto 17 gennaio 2018 «*Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni*».
- Circolare C.S.LL.PP. 20 marzo 2018 «*Prima applicazione del DM 17.01.2018 riportante l'aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" alle procedure autorizzative e di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale*».
- Circolare C.S.LL.PP. del 21 gennaio 2019 n. 7 «*Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018*».
- DGRV 9.03.2021 n. 244 «*Aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche del Veneto. D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380, articolo 83, comma 3; D.lgs. 31 marzo 1998, n. 112, articoli 93 e 94. D.G.R./CR n. 1 del 19/01/2021*».

Lo studio è stato condotto mediante una ricerca geologica conoscitiva dell'area, attuando delle indagini in situ ed effettuando l'analisi e l'elaborazione dei dati raccolti. Sono state condotte in particolare le seguenti attività:

- a. raccolta di dati bibliografici e d'archivio esistenti e inquadramento geomorfologico e geologico generale;
- b. definizione geologica e geotecnica di dettaglio del sottosuolo con l'ausilio delle seguenti indagini:
  - prove penetrometriche statiche realizzate nel 2021 per la realizzazione di un capannone industriale nell'area di proprietà
  - misura della falda sotterranea nel 2021 entro i fori delle prove di cui al precedente punto;
  - stima della permeabilità del piano d'appoggio della discarica condotta in situ nel 2007;
  - determinazione della permeabilità del fango contenuto nella discarica eseguito in laboratorio nel 2007
  - prove sismiche passive HVSR di nuova realizzazione;
- c. interpretazione dei risultati ottenuti mediante l'approntamento di tabelle e grafici esplicativi
- d. elaborazione della presente sintesi tecnica conclusiva.

Committente: GRASSI PIETRE SRL	Riferimento: 2513-126
Progetto: DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1)	Località: VIA MADONETTA 2, NANTO (VI)
Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e geosismica	Data Editing: GIUGNO 2025

## 2 INQUADRAMENTO GENERALE

### 2.1 TOPOGRAFIA E MORFOLOGIA

La zona d'indagine si localizza nel settore sud-orientale della Provincia di Vicenza, nell'ambito del territorio pianeggiante del Comune di Nanto, e più precisamente in via Madonetta, presso la località Colombara, individuabile nel settore centro-orientale del territorio amministrativo di pertinenza. Dal punto di vista geografico l'area è caratterizzata da quote altimetriche tra 19,3 m e 19,5 m s.l.m. (vedi Figura 2).

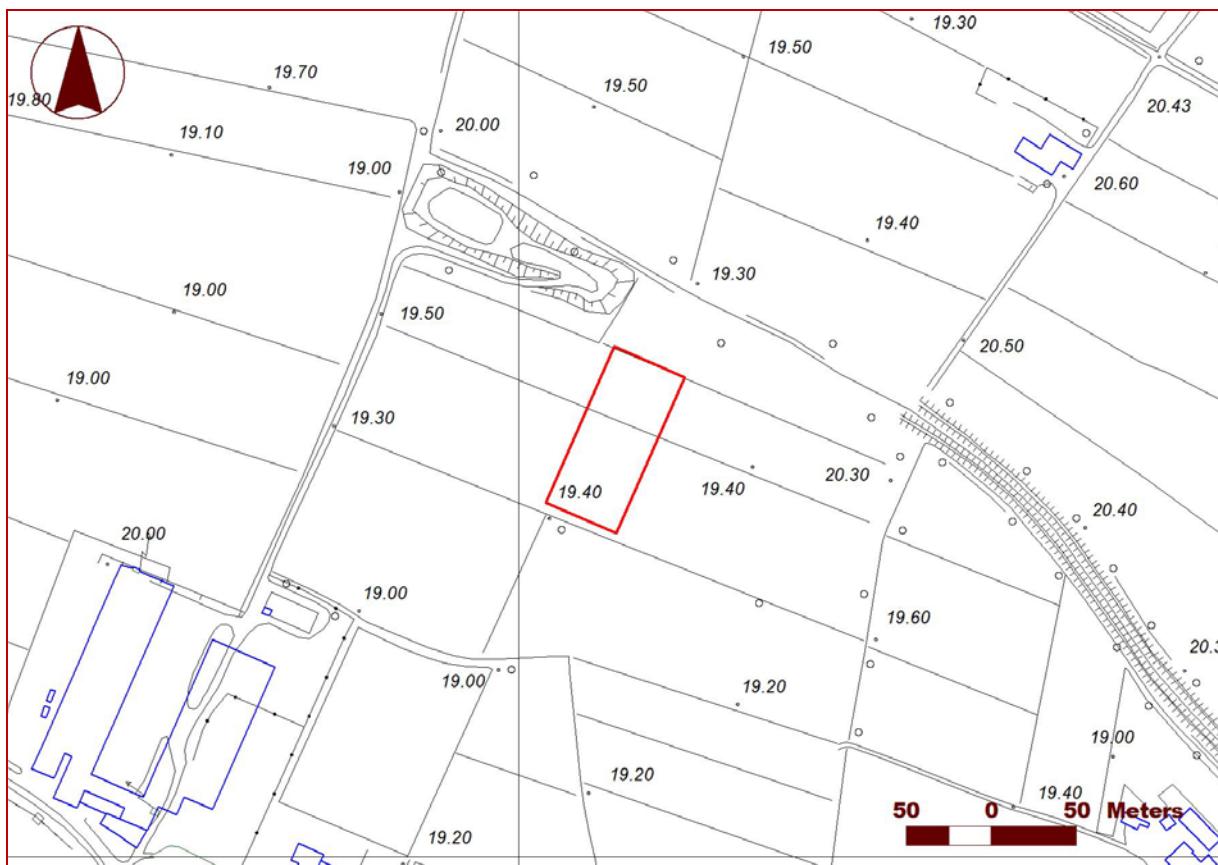


Figura 2 – Estratto CTR alla scala 1:5 000, Elemento n. 125164 "Villaganzerla".

Per quanto attiene ai caratteri morfologici, il tracciato in esame si ubica nell'ambito dei conoidi di pianura, ossia depositi di materiale sciolto, accumulati dai fiumi principali Bacchiglione, Astichello ed Astico per trasporto solido a colmare progressivamente il settore marino prossimale alla zona prealpina durante il periodo geologico compreso tra il Pliocene ed il Quaternario.

La caratteristica principale di questo settore è la bassa pendenza del territorio, in generale progredante verso sud-est. Unici motivi morfologici d'interesse risultano essere i solchi d'incisione naturale e/o artificiale per il drenaggio delle acque superficiali, gli argini naturali ed artificiali, quest'ultimi atti al contenimento delle piene fluviali, i rilevati stradali e ferroviari, ecc..

Committente: GRASSI PIETRE SRL	Riferimento: 2513-126
Progetto: DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1)	Località: VIA MADONETTA 2, NANTO (VI)
Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e geosismica	Data Editing: GIUGNO 2025

## 2.2 GEOLOGIA

Dalla consultazione della *Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio n. 50 "Padova"* si evince che il sito in esame è collocato nell'ambito delle ALLUVIONI SABBIOSE E ARGILLOSE (vedi Figura 3, campitura azzurra).

In altri termini, il sottosuolo in studio è caratterizzato da alternanze di materiali sabbiosi e limoso-argillosi con passaggi granulometrici nel complesso graduali. Tale situazione è il risultato di molteplici eventi deposizionali succedutisi nel corso dei secoli in seguito al trasporto solido dei corsi d'acqua superficiali.

La dinamica fluviale di sedimentazione dei fiumi che solcano questo lembo di pianura (Bacchiglione), attraverso esondazioni e divagazioni, direttamente connesse con le fluttuazioni del livello marino ad opera delle ripetute alternanze delle fasi glaciali nel corso della storia geologica plio-quaternaria, ha generato il tratto di pianura su cui sarà eseguito l'intervento, giustificandone così l'eteropia laterale e verticale di facies.

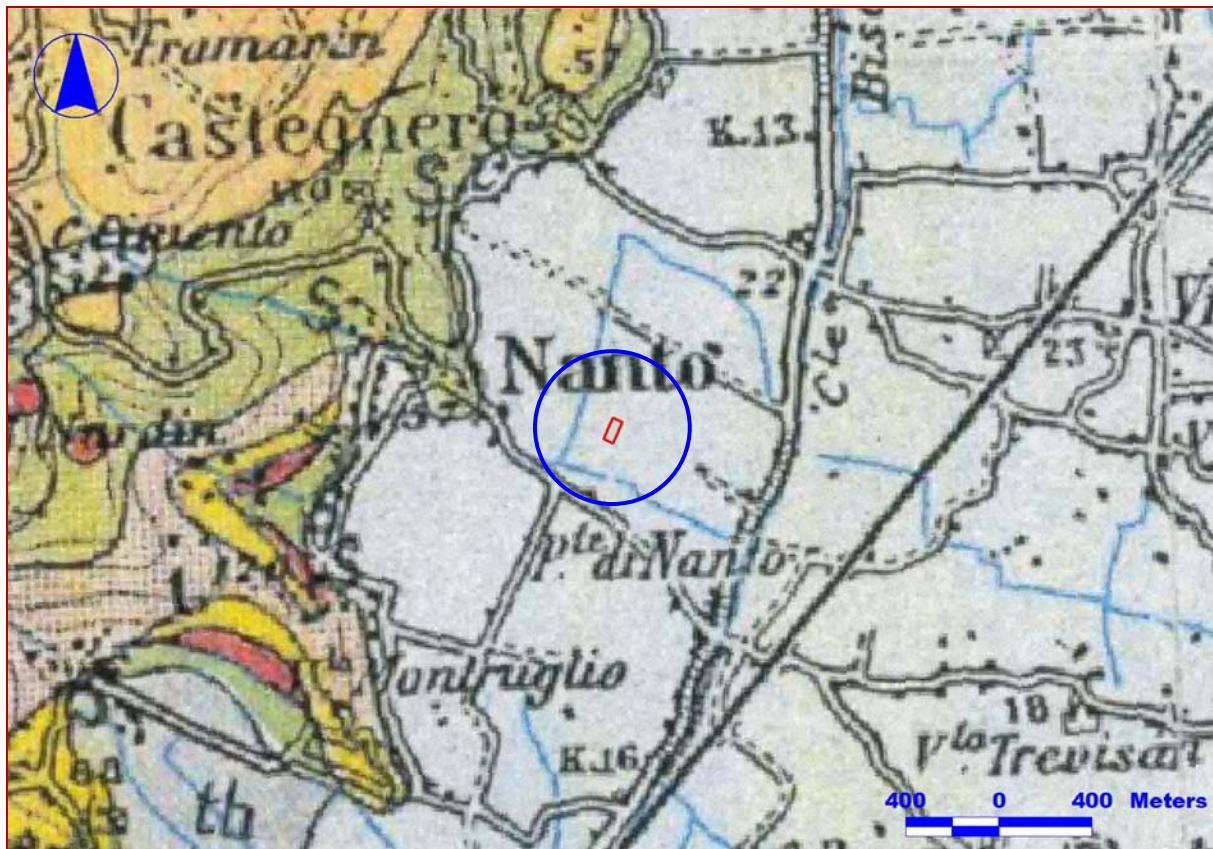


Figura 3 – Estratto del Foglio Geologico n. 50 "Padova".

## 2.3 IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA

Per quanto attiene ai caratteri idrografici, il sito in esame è collocato nel bacino del Fiume Bacchiglione, importante corso d'acqua di risorgiva che nasce nell'area dei comuni di Caldognو, Dueville e Villaverla in seguito alla confluenza del Torrente Igna nel Torrente Timonchio. Il corso d'acqua in questione scorre circa 4,5 km a nord-est del sito in esame con andamento meandriforme tipico dei tratti di pianura a debole pendenza.

Committente: GRASSI PIETRE SRL	Riferimento: 2513-126
Progetto: DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1)	Località: VIA MADONETTA 2, NANTO (VI)
Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e geosismica	Data Editing: GIUGNO 2025

Nel territorio d'interesse sono presenti, poi, numerosi altri assi di drenaggio superficiale e scoli naturali e/o artificiali per la regimazione delle acque nelle aree campestri e nelle aree urbanizzate. In particolare, le acque di scolo provenienti dall'area in esame vengono inizialmente raccolte da alcune scoline per confluire inizialmente nella Valle Scaranto, quindi più a sud nello Scolo Riello, quindi nello Scolo Arnalda e nel canale Bisatto per afferire infine nel Fiume Bacchiglione presso Bovolenta con la denominazione di Canale Cagnola.

In riferimento agli aspetti idrogeologici, l'area si localizza nella Bassa Pianura Veneta (vedi **figura 4**), circa 18 km a sud del limite inferiore della fascia dei fontanili, settore di pianura allungato circa E-O, che separa una zona nord con un acquifero indifferenziato, da una a sud con sempre maggiore differenziazione.

Il sottosuolo di questo settore di pianura, quindi, è caratterizzato da un'alternanza di strati limoso-argillosi, talora frammati a torbe, e strati sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi fini, determinando un sistema multifalde ad acquiferi sovrapposti. In tale contesto strutturale, gli orizzonti granulari sabbiosi e talora sabbioso-ghiaiosi contengono falde idriche in pressione, mentre quelli fini coesivi costituiscono il limite impermeabile al tetto ed al letto dei precedenti.

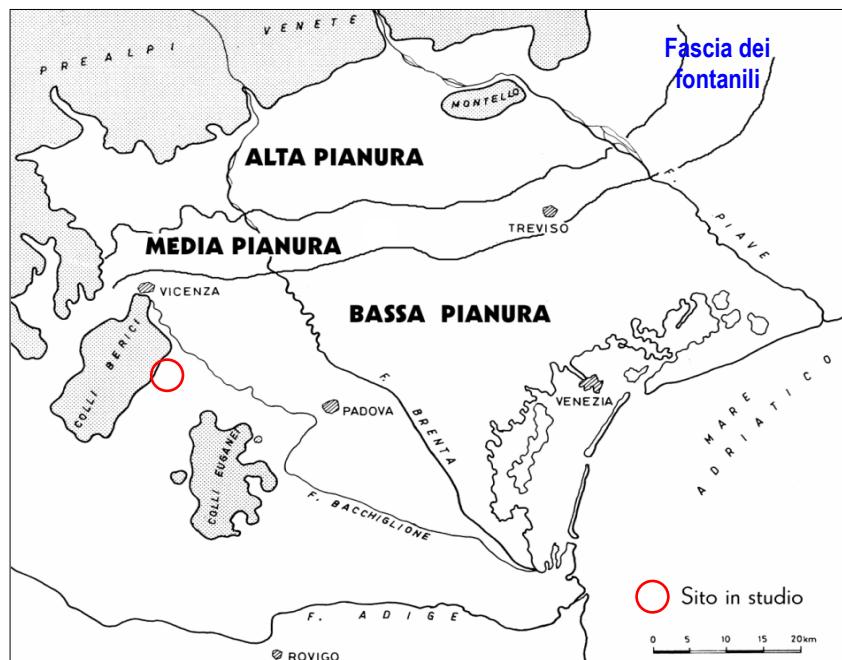


Figura 4 – Assetto idrostrutturale della Pianura Veneta.

## 2.4 STRUMENTI URBANISTICI

Il Comune di Nanto è dotato di Piano di Assetto del Territorio con le relative Norme Tecniche. Tra gli elaborati del Piano, quelli d'interesse ai fini del presente studio sono la *Carta dei Vincoli e della Pianificazione Territoriale* (Elaborato 01) e la *Carta delle Fragilità* (Elaborato 03) redatte alla scala 1:10.000 per tutto il territorio comunale.

Dalla consultazione della *Carta dei Vincoli* (vedi **Figura 5**) si desume che sull'area in esame sono presenti:

- Vincolo sismico OPCM n. 3274/2003 (Intero territorio comunale).
- Piani d'area o di settore vigenti i adottati (limite asteriscato verde).
- Fascia di rispetto di discarica (limite tratto doppio punto nero).

Committente: GRASSI PIETRE SRL	Riferimento: 2513-126
Progetto: DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1)	Località: VIA MADONETTA 2, NANTO (VI)
Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e geosismica	Data Editing: GIUGNO 2025

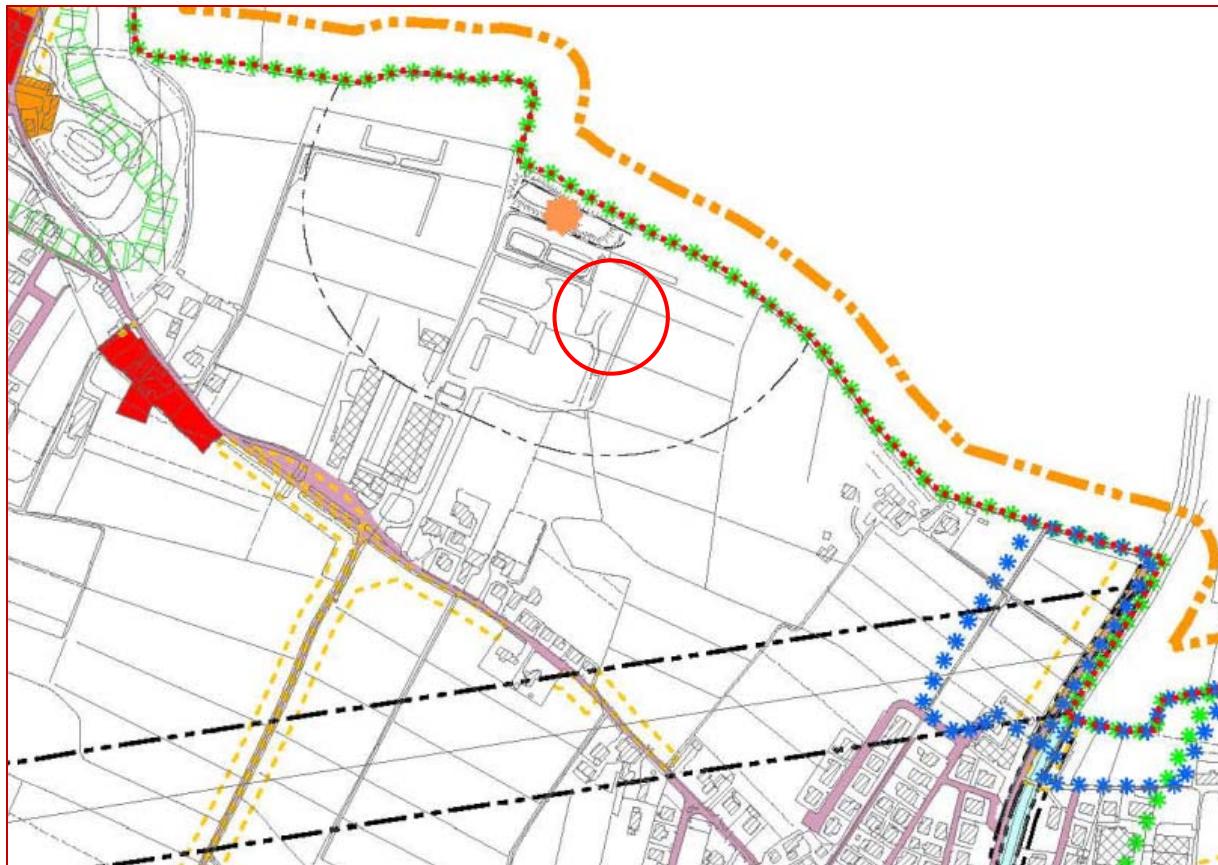


Figura 5 – Stralcio Carta dei vincoli e della pianificazione territoriale, allegata al P.A.T.

Dalla *Carta delle Fragilità* (vedi Figura 6) si evince poi che il sito in studio si ubica in:

- Area idonea a condizione, sottoclasse Tipo A: aree di pianura con falda superficiale (sfondo giallo)

Riguardo l' **area idonea a condizione**, nell'articolo 28 delle NTA sono riportate le seguenti prescrizioni e vincoli: “8. *Ogni intervento urbanistico-edilizio e opera in genere soggetta a permesso di costruire e D.I.A. che interagiscono con il sottosuolo, ricadenti in “Area idonea a condizione” dovrà essere correlato da un’indagine geologica estesa per un intorno e profondità significativi, rapportati all’importanza delle opere previste, con rilievi di superficie, indagini, prove geologiche, geotecniche, idrogeologiche; in particolare, si richiamano le prescrizioni prima descritte per ogni singola tipologia di condizione individuata (Tipo A, Tipo B, Tipo C, Tipo D).* Tutto ciò al fine di garantire la corretta realizzazione degli interventi e le necessarie condizioni di idoneità, cioè di massima sicurezza, per gli abitanti, le strutture e le infrastrutture..”.

Dalla consultazione della *Carta delle Fragilità* allegata al PTCP di Vicenza (vedi Figura 7) si evince poi che il sito in studio non va ad interessare elementi di criticità, in special modo non sono presenti nelle vicinanze sorgenti e pozzi ad uso idropotabile che potrebbero rappresentare un elemento ostativo alla realizzazione dell'opera di progetto: infatti, il primo pozzo acquedottistico dista circa 3,5 km a SSW del sito in esame, mentre le sorgenti si trovano a monte dal punto di vista idrogeologico essendo localizzate nell'area collinare ad ovest.

Committente: GRASSI PIETRE SRL	Riferimento: 2513-126
Progetto: DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1)	Località: VIA MADONETTA 2, NANTO (VI)
Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e geosismica	Data Editing: GIUGNO 2025

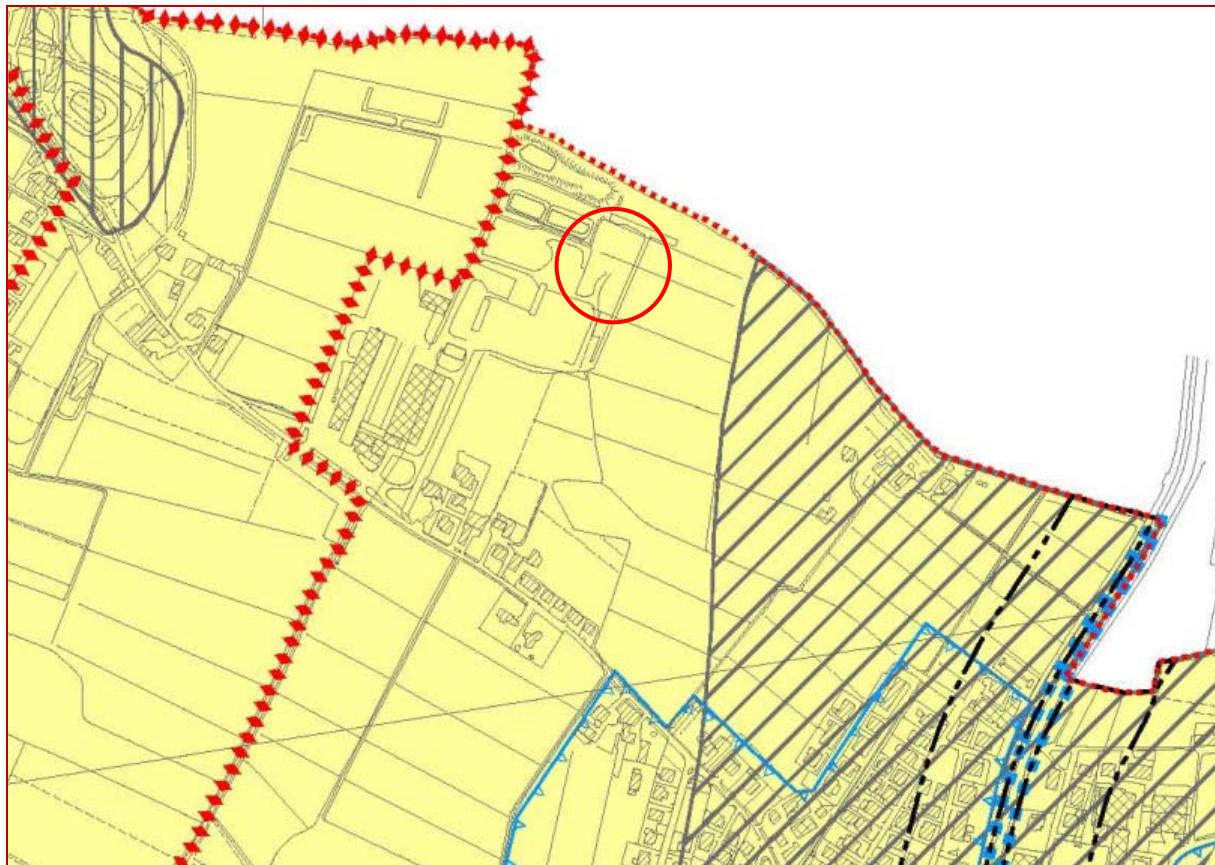


Figura 6 – Stralcio Carta delle Fragilità allegata al P.A.T.

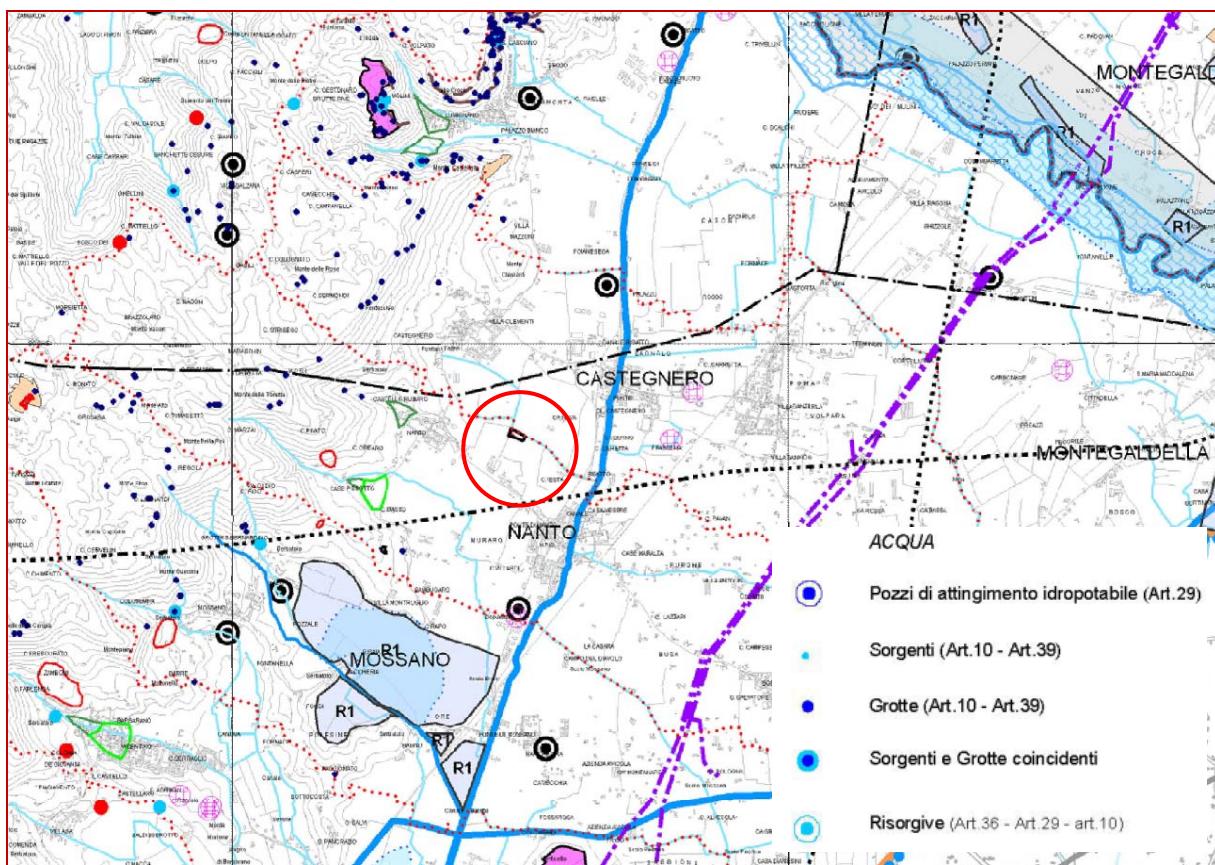
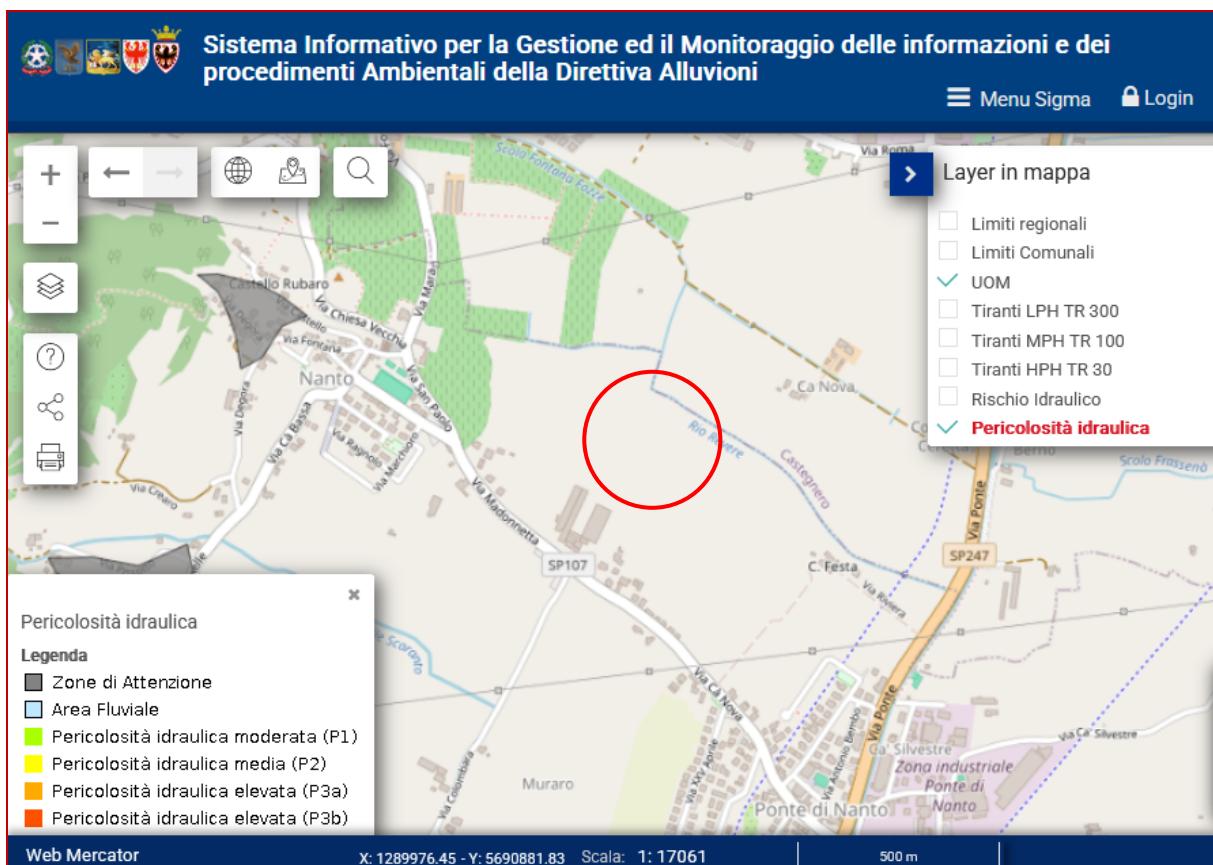


Figura 7 – Stralcio Carta delle Fragilità allegata al P.T.C.P.

Committente: GRASSI PIETRE SRL	Riferimento: 2513-126
Progetto: DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1)	Località: VIA MADONETTA 2, NANTO (VI)
Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e geosismica	Data Editing: GIUGNO 2025

Per quanto concerne le pericolosità idraulica, geologica e da valanga la cartografia di riferimento è quella proposta dal Piano di Gestione Rischio Alluvioni e dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei bacini Brenta-Bacchiglione reperibili presso il sito web dell'Autorità di bacino delle Alpi Orientali.

L'analisi dei documenti disponibili presso il sito evidenzia che la *Carta della pericolosità da valanga* per il Comune di Nanto non è presente, mentre nella *Carta della pericolosità geologica* e dalla consultazione della mappa interattiva del *Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni* (stralcio in **figura 8**), non sono evidenziati elementi di pericolo e di rischio per il territorio oggetto di indagine, a conferma di quanto già evidenziato nella documentazione urbanistica del medesimo comune.



*Figura 8 – Piano di Gestione del Rischio Alluvioni: estratto mappa della pericolosità idraulica.*

In conclusione, sulla base delle caratteristiche dell'intervento e fatte salvo le prescrizioni riportate nei vari strumenti urbanistici, si ritiene che l'intervento in esame sia compatibile con tutti gli elementi di vincolo e fragilità riportati negli strumenti urbanistici di riferimento.

Committente: GRASSI PIETRE SRL	Riferimento: 2513-126
Progetto: DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1)	Località: VIA MADONETTA 2, NANTO (VI)
Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e geosismica	Data Editing: GIUGNO 2025

### 3 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DI DETTAGLIO

Al fine di ricostruire nel dettaglio la struttura litologica del sottosuolo nell'area d'intervento e di parametrizzare dal punto di vista geotecnico, idrogeologico e geofisico le diverse unità geologiche riconosciute, sono state utilizzate alcune indagini pregresse integrate da nuove indagini e.

Nello specifico, le indagini prese in esame, la cui ubicazione è riportata in **figura 9**, sono le seguenti:

- n. 2 prove penetrometriche di tipo statico **CPT** fino alla profondità massima di 15,0 m dal p.c.;
- verifica della eventuale presenza d'acqua di falda nell'ambito della profondità investigata;
- n. 2 prove sismiche passive **HVS**.

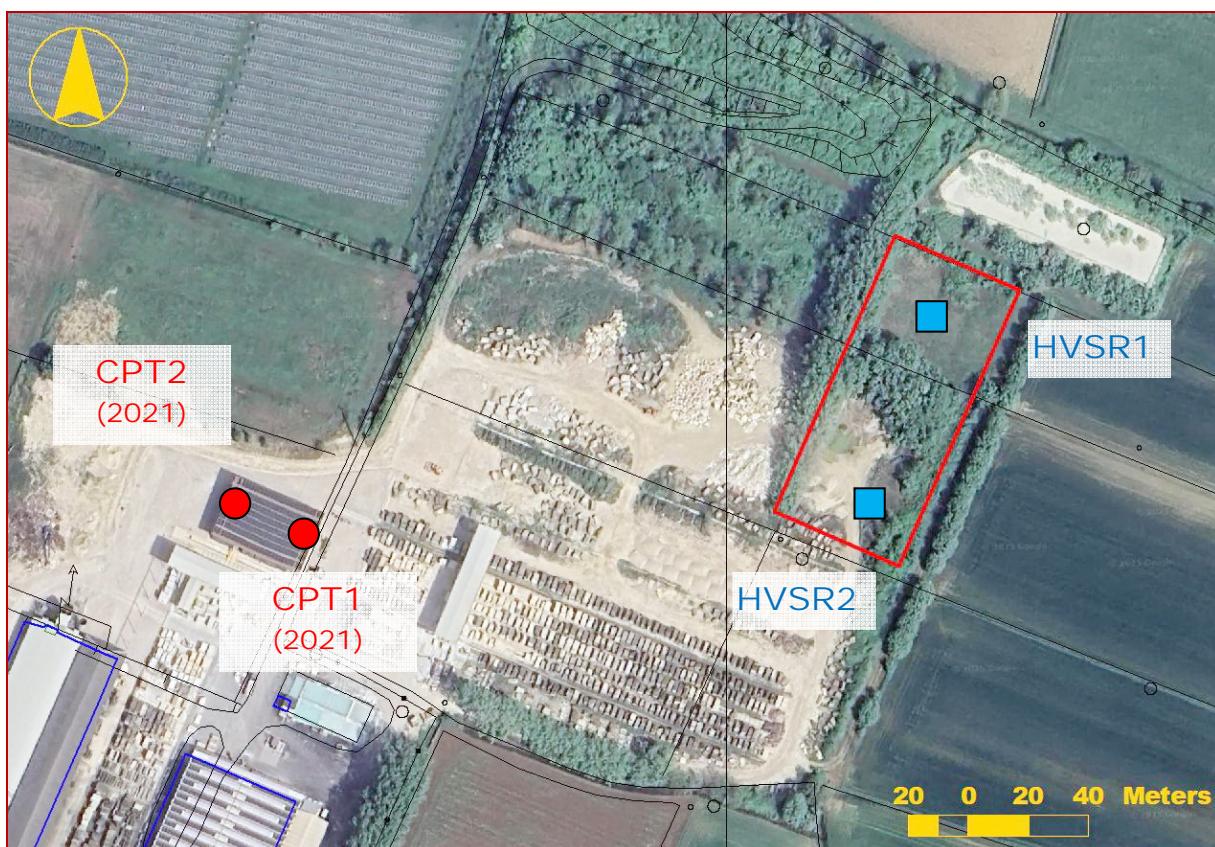


Figura 9 - Planimetria con ubicazione delle prove.

#### 3.1 OSSERVAZIONI GEOLOGICHE PRELIMINARI DI SUPERFICIE

In relazione al sopralluogo effettuato per l'esecuzione delle indagini in situ, sono state desunte le seguenti informazioni geologiche preliminari:

- come si può osservare anche dalla foto aerea digitale di **figura 10**, il sito si ubica in un'area destinata ad attività industriali e spazi annessi, circondata da aree prettamente agricole di tipo arabilo in aree irrigue con un tessuto urbano discontinuo medio, principalmente residenziale dislocato lungo le arterie stradali;
- il territorio ove ricade l'area di progetto, individuabile tra l'abitato di Nanto (ad ovest) di Ponte di Nanto

Committente: GRASSI PIETRE SRL	Riferimento: 2513-126
Progetto: DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1)	Località: VIA MADONETTA 2, NANTO (VI)
Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e geosismica	Data Editing: GIUGNO 2025

(ad est), nel complesso è sub- pianeggiante e solo localmente si riscontrano leggere depressioni dovute all'irregolare deposizione degli ammassi alluvionali trasportati dai corsi d'acqua principali;

- elementi morfologici d'interesse sono costituiti dalle infrastrutture antropiche principali, quali le strade, e secondariamente da depressioni morfologiche lineari rappresentate dai fossi di regimazione idrica, talora, nelle aree agricole, delimitati lateralmente dagli argini di sponda.

Il contesto morfologico e geografico locale permette di ritenere la zona dal punto di vista morfodinamico relativamente stabile. Gli accorgimenti da adottarsi per la realizzazione delle opere di progetto sono legati, quindi, all'interazione delle stesse con il terreno di fondazione e con i manufatti esistenti limitrofi.



Figura 10 - Inquadramento del sito su foto aerea digitale.

### 3.2 PROVE PENETROMETRICHE

La penetrometria statica permette di redigere una stratigrafia dei depositi sciolti, sulla base della loro granulometria (purché non abbiano dimensioni superiori alla sabbia grossolana) e di caratterizzarli dal punto di vista geotecnico. Il test consiste nell'infiggere a pressione nel terreno una punta conica misurando, in maniera semi-continua, la resistenza alla penetrazione di "punta" e quella di adesione del terreno sul "manicotto d'attrito".

L'infissione meccanica della "Punta Begemann" alla velocità di 2 cm/s fornisce, quindi, la resistenza alla rottura statica (o di punta)  $R_p$  e la resistenza all'attrito laterale locale  $R_L$  ogni 20 cm di profondità. Ai fini di una caratterizzazione litologica delle terre, la letteratura scientifica propone la relazione diretta tra il rapporto  $R_p / R_L$  e l'incidenza percentuale della frazione granulometrica inferiore a 16  $\mu\text{m}$  (Begemann, 1966) e tra il rapporto  $R_p / R_L$

Committente: GRASSI PIETRE SRL	Riferimento: 2513-126
Progetto: DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1)	Località: VIA MADONETTA 2, NANTO (VI)
Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e geosismica	Data Editing: GIUGNO 2025

e la resistenza alla punta (Schmertmann, 1978). Nel presente documento si fa riferimento alla soluzione riportata nelle raccomandazioni A.G.I. (1977) che fornisce i domini litologici di riferimento per questo tipo di analisi basandosi sugli studi di Begemann. I risultati e l'elaborazione dell'indagine penetrometrica sono riportati nelle tabelle e nei grafici allegati a fine relazione.

Nella **tavella 1** sono riportati nel dettaglio per ciascuna prova la suddivisione stratigrafica e i parametri geotecnici di ogni singolo orizzonte litologico riconosciuto nell'ambito della verticale, mentre in **tavella 2** si riportano i valori caratteristici dei parametri per ciascun orizzonte.

*Tavella 1 – Distinzioni litologiche e parametrizzazione geotecnica per ciascuna prova.*

PROVA: CPT1						Terreni coesivi		Terreni granulari			
ID	Litologia prevalente (A.G.I. 1977)	Prof. (m) da a	R <sub>P</sub> Max (kPa)	R <sub>P</sub> Min (kPa)	R <sub>P</sub> Med. (kPa)	C <sub>u</sub> (kPa)	Ed (kPa)	Φ (°)	Dr (%)	γ rapp. (kN/m <sup>3</sup> )	E' (kPa)
A	Limì ed argille	0,0 2,6	3236	785	1675	82,7	6,0,E+03	-	-	17,2	5.160
B	Limì sabbiosi e sabbie limose	2,6 4,2	7061	1079	4108	-	-	33	58	18,1	7.936
C	Limì ed argille	4,2 5,2	2059	785	1530	74,0	5,1,E+03	-	-	18,3	4.994
D	Limì sabbiosi e sabbie limose	5,2 6,8	16279	3138	9978	-	-	35	81	19,8	14.634
E	Limì ed argille	6,8 8,0	5198	981	2337	113,2	1,1,E+04	-	-	19,0	5.916
F	Limì sabbiosi e sabbie limose	8,0 9,6	21869	1177	11866	-	-	33	72	20,3	16.788
G	Limì ed argille	9,6 10,0	1471	1177	1324	61,5	4,4,E+03	-	-	19,1	4.759
H	Limì sabbiosi e sabbie limose	10,0 10,8	20790	6570	12577	-	-	34	77	20,6	17.599
I	Limì ed argille	10,8 13,8	3530	785	1608	74,7	5,6,E+03	-	-	19,0	5.084
L	Limì sabbiosi e sabbie limose	13,8 15,0	9022	3334	5622	-	-	28	44	20,0	9.664

PROVA: CPT2						Terreni coesivi		Terreni granulari			
ID	Litologia prevalente (A.G.I. 1977)	Prof. (m) da a	R <sub>P</sub> Max (kPa)	R <sub>P</sub> Min (kPa)	R <sub>P</sub> Med. (kPa)	C <sub>u</sub> (kPa)	Ed (kPa)	Φ (°)	Dr (%)	γ rapp. (kN/m <sup>3</sup> )	E' (kPa)
A	Limì ed argille	0,0 2,6	1863	98	1169	57,3	4,3,E+03	-	-	17,3	4.582
B	Limì sabbiosi e sabbie limose	2,6 4,2	6767	1177	4781	-	-	33	64	18,7	8.704
C	Limì ed argille	4,2 5,6	4805	883	2760	135,2	1,4,E+04	-	-	18,7	6.398
D	Limì sabbiosi e sabbie limose	5,6 6,6	17260	11278	14573	-	-	38	95	20,8	19.876
E	Limì ed argille	6,6 7,6	4217	588	1922	92,4	8,1,E+03	-	-	18,8	5.442
F	Limì sabbiosi e sabbie limose	7,6 9,4	25301	2550	14688	-	-	35	82	20,6	20.008
G	Limì ed argille	9,4 10,0	1079	883	981	44,3	3,6,E+03	-	-	18,5	4.368

Simbologia impiegata: N<sub>DP</sub> = numero di colpi, R<sub>DP</sub> = resistenza di punta, N<sub>SPT</sub> = numero di colpi SPT, DR = Densità relativa, φ = angolo d'attrito, C<sub>u</sub> = coesione non drenata.

*Tavella 2 – Parametrizzazione geotecnica caratteristica di ciascun orizzonte litologico.*

	LITOLOGIA	γ kN/m <sup>3</sup>	R <sub>p</sub> kPa	kW x N/cm <sup>3</sup>	kW y N/cm <sup>3</sup>	kW z N/cm <sup>3</sup>	φ (°)	DR	C <sub>u</sub> kPa	C' kPa	Ed kPa	E' kPa
A	Limì e argille	17,2	1.422	4,50	4,50	12,59	0	0	69,96	23,32	4,80E+03	4.871
B	Limì sabbiosi	18,4	4.444	11,15	11,15	31,21	33	61	0,00	0,00	2,51E+04	8.320
C	Limì e argille	18,5	2.145	6,72	6,72	18,83	0	0	104,60	34,87	7,03E+03	5.696
D	Limì sabbiosi	20,3	12.275	32,75	32,75	91,69	37	88	0,00	0,00	1,85E+06	17.255
E	Limì e argille	18,9	2.130	6,61	6,61	18,51	0	0	102,82	34,27	6,89E+03	5.679
F	Limì sabbiosi	20,5	13.277	11,54	11,54	32,32	34	77	0,00	0,00	3,17E+06	18.398

Committente: GRASSI PIETRE SRL	Riferimento: 2513-126
Progetto: DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1)	Località: VIA MADONETTA 2, NANTO (VI)
Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e geosismica	Data Editing: GIUGNO 2025

G	Limi e argille	18,8	1.152	3,40	3,40	9,52	0	0	52,91	17,64	3,98E+03	4.564
H	Limi sabbiosi	20,6	12.577	11,52	11,52	32,26	34	77	0,00	0,00	2,14E+06	17.599
I	Limi e argille	19,0	1.608	4,80	4,80	13,45	0	0	74,72	24,91	5,06E+03	5.084
L	Limi sabbiosi	20,0	5.622	3,37	3,37	9,43	28	44	0,00	0,00	4,57E+04	9.664

Simbologia impiegata:  $\gamma$  = peso di volume,  $R_p$  = resistenza di punta,  $k_w$  = costante di Winkler,  $\phi$  = angolo d'attrito, DR = Densità Relativa,  $C_u$  = coesione non drenata,  $C'$  = coesione efficace,  $E_d$  = modulo edometrico,  $E'$  = modulo elastico (o di Young).

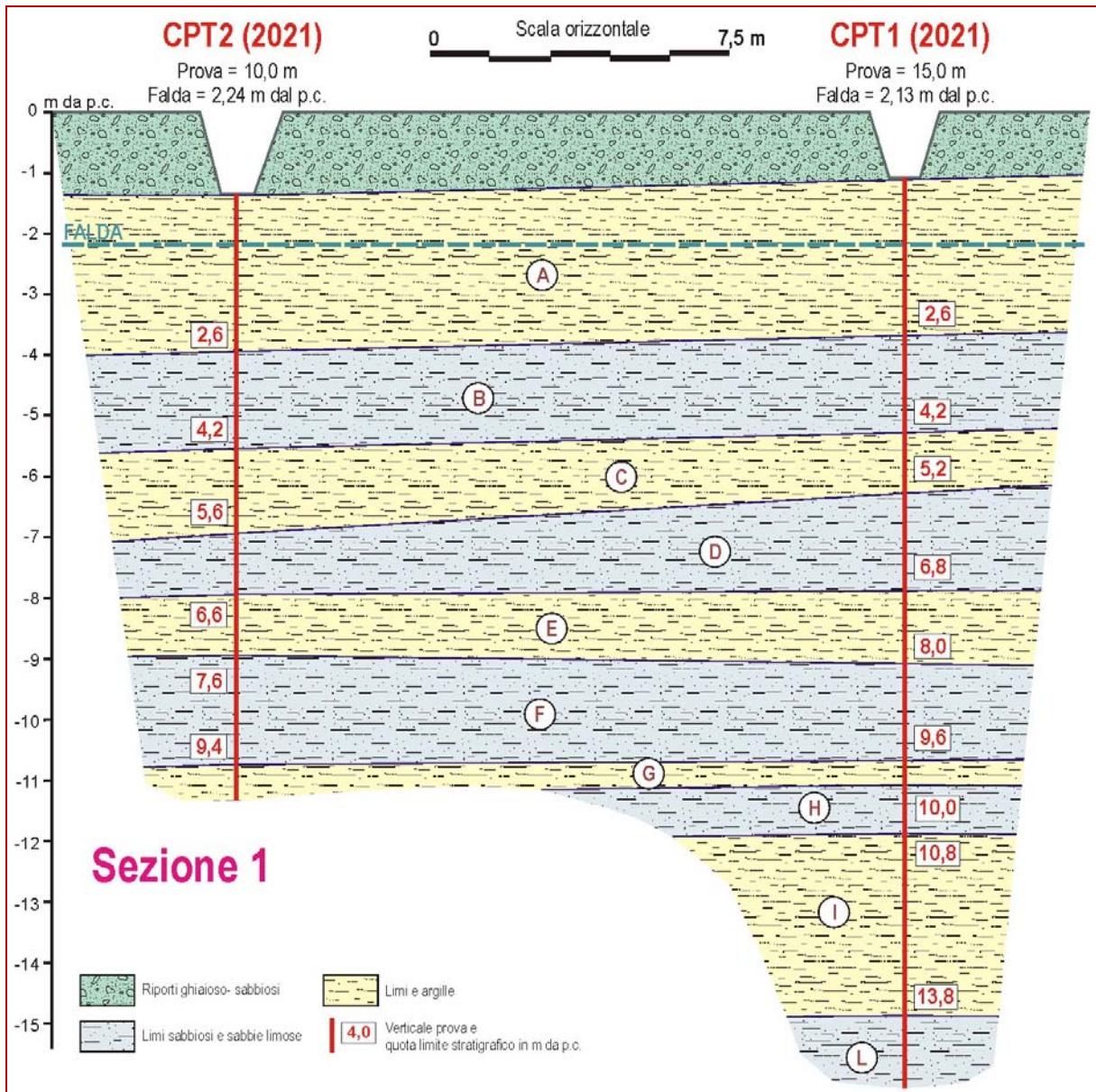


Figura 11 – Profilo geologico- interpretativo lungo la sezione 1.

Come proposto nella sezione interpretativa di **figura 11**, nel sottosuolo locale si evidenzia la presenza di n. 6 orizzonti stratigrafici, alternanza di sabbie, limi e argille, talora organiche e torbose, il cui assetto strutturale risulta essere relativamente tabulare.

Committente: GRASSI PIETRE SRL	Riferimento: 2513-126
Progetto: DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1)	Località: VIA MADONETTA 2, NANTO (VI)
Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e geosismica	Data Editing: GIUGNO 2025

### 3.3 ACQUA SOTTERRANEA

La valutazione sulla presenza dell'acqua nel sottosuolo e sulla sua profondità dal piano campagna è stata condotta nei fori delle prove penetrometriche. Così come riassunto in **tavella 3**, le misure effettuate mediante l'utilizzo di un freatimetro elettrico a segnalazione luminosa, non hanno rilevato presenza d'acqua nell'ambito delle profondità investigate.

*Tabella 3 – Livello piezometrico nei vari punti di misura.*

PIEZOMETRO	CPT1	CPT2
DATA	14.09.2021	14.09.2021
PROF. FALDA m da p.rif.	1,08	0,89
PROF. FALDA m da p.c.	2,13	2,24

Sulla base della successione geologica e dell'assetto lito-strutturale, delineati nel precedente paragrafo, si ritiene che il deflusso idrico sotterraneo avvenga principalmente negli orizzonti più permeabili **B, D, F, H** ed **L**. Essendo che il livello statico si posizione entro l'orizzonte ha, la falda risulta essere in pressione di tipo risaliente.

Si precisa infine che le misure sono state effettuate nella sola giornata delle prove in situ, e rappresentano quindi un dato puntuale nell'ambito dell'anno idrogeologico locale. Le informazioni sopra date risultano di conseguenza assolutamente indicative non essendo stimabile nel dettaglio, con questi unici valori, i locali regimi di deflusso idrico sotterraneo.

### 3.4 VALUTAZIONE DELLA PERMEABILITÀ DEI TERRENI SUPERFICIALI

Nel corso dell'attività di indagine in situ svolta 2007 per la progettazione della discarica già autorizzata, furono effettuate una misura diretta del grado di permeabilità del deposito superficiale costituito da *Limì* e *argille*, costituente l'orizzonte **A**, su cui andrebbe realizzato il nuovo impianto di stoccaggio.

La grandezza stimata, nel dettaglio, è la *conducibilità idraulica* ossia la capacità di un terreno a lasciarsi attraversare da un fluido (in questo caso l'acqua). Essa dipende dalla curva granulometrica, dalla forma delle particelle, dal grado di addensamento e dalle dimensioni e geometria dei vuoti.

Il duplice test per la valutazione della conducibilità idraulica in situ (Prova di permeabilità) dei depositi naturali è stato condotto in due piezometri del diametro interno di 7,6 cm posizionati in fori profondi 0,5 m p.c.; i piezometri sono stati realizzati mediante la posa di uno strato basale di 10 cm di sabbia lavata su cui poggia il tubo piezometrico lungo 105 cm, quindi uno strato di altri 5 cm ne circonda la parte inferiore e infine lo spazio esterno al tubo è sigillato con bentonite in modo da impedire la risalita laterale dell'acqua di misura. Le procedure esecutive rispettano quanto suggerito dalle "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche" pubblicate dall'A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana) nel 1977.

Committente: GRASSI PIETRE SRL	Riferimento: 2513-126
Progetto: DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1)	Località: VIA MADONETTA 2, NANTO (VI)
Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e geosismica	Data Editing: GIUGNO 2025

Le misure del coefficiente di permeabilità K sono state eseguite con il "Metodo Lefranc" a carico variabile.  
L'interpretazione delle due prove ha fornito le curve caratteristiche riportate di seguito.

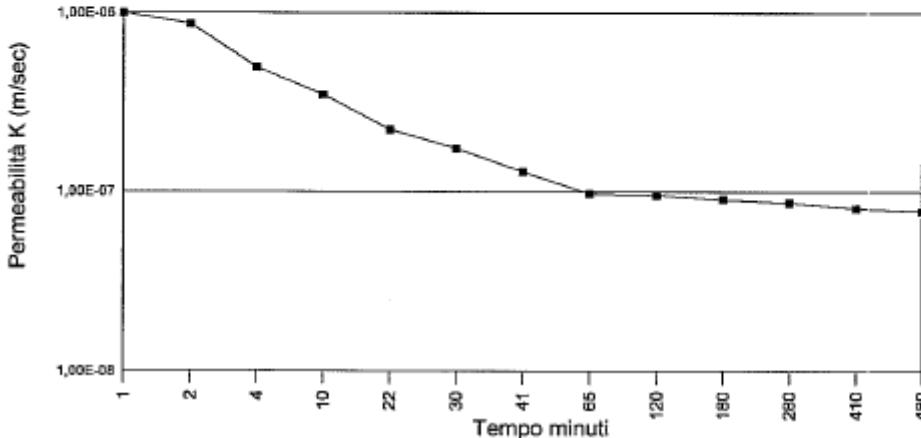
**Committ : GRASSI PIETRE s.r.l. Data : 30/08/07**

**Cantiere: Discarica Fanghi segheria Sond. N° : 2**

Prof. da p.c. m:	<b>0,5</b>
Lungh. Tubo piezometrico m:	<b>1,05</b>
Lunghezza tratto disperdente m:	<b>0,15</b>
Diametro int. Piezometro m:	<b>0,076</b>

Ora inizio	Ora lettura	Δt totale sec	Δt totale min	K m/sec	K cm/sec
09.50.00	09.51.00	60	1	1,00E-06	1,00E-04
		120	2	8,66E-07	8,66E-05
		240	4	4,98E-07	4,98E-05
		600	10	3,50E-07	3,50E-05
		1320	22	2,24E-07	2,24E-05
		1800	30	1,75E-07	1,75E-05
		2460	41	1,30E-07	1,30E-05
		3900	65	9,80E-08	9,80E-06
		7200	120	9,60E-08	9,60E-06
		10800	180	9,10E-08	9,10E-06
		16800	280	8,70E-08	8,70E-06
		24600	410	8,10E-08	8,10E-06
	17.50.00	28800	480	7,80E-08	7,80E-06

Diagramma Permeabilità - Tempo

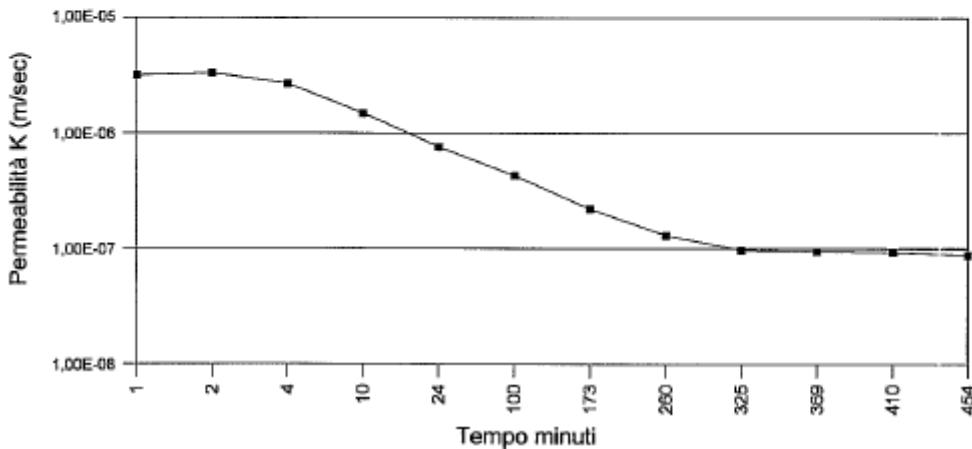


Committente: GRASSI PIETRE SRL	Riferimento: 2513-126
Progetto: DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1)	Località: VIA MADONETTA 2, NANTO (VI)
Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e geosismica	Data Editing: GIUGNO 2025

**Committente :** GRASSI PIETRE s.r.l. **Data :** 30/08/07  
**Cantiere:** Discarica fanghi segheria **SOND. n°:** 3  
**Prof. da p.c. m:** 0,5  
**Lunghezza tubopiezometrico m:** 1,05 Coeff. Forma = 0,884  
**Lunghezza tratto disperdente m:** 0,15  
**Diametro int. Piezometro m:** 0,076

Ora inizio	Ora lettura	Δt totale sec	Δt totale min	K m/sec	K cm/sec
10.38.00	10.39.00	60	1	3,20E-06	3,20E-04
		120	2	3,34E-06	3,34E-04
		240	4	2,70E-06	2,70E-04
		600	10	1,50E-06	1,50E-04
		1440	24	7,60E-07	7,60E-05
		6000	100	4,30E-07	4,30E-05
		10380	173	2,20E-07	2,20E-05
		15600	260	1,30E-07	1,30E-05
		19500	325	9,70E-08	9,70E-06
		22140	369	9,50E-08	9,50E-06
		24600	410	9,30E-08	9,30E-06
18.12.00	27240	454	8,80E-08	8,80E-06	

Diagramma Permeabilità - Tempo



Committente: GRASSI PIETRE SRL	Riferimento: 2513-126
Progetto: DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1)	Località: VIA MADONETTA 2, NANTO (VI)
Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e geosismica	Data Editing: GIUGNO 2025

Come dettagliatamente riportato nelle precedenti tabelle e grafici, il valore della conducibilità idraulica del materiale indagato risulta inferiore a  $10^{-7}$  m/s. Sulla base di quanto esemplificato nella **Tabella 4**, si può affermare che l'orizzonte naturale A ha il seguente grado di permeabilità:

AUTORE	GRADO DI PERMEABILITÀ	LITO TIPO
Casagrande e Fadum (1940)	SCARSO	Limo e argilla
Colombo (1974)	BASSO – MOLTO BASSO	silt
Castany (1968)	BASSO	terreni semi-permeabili

*Tabella 4 – Correlazione tra litologia e valori di permeabilità.*

VALORE DI CONDUCIBILITÀ K (m/s)	$10^1$	$10^0$	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-5}$	$10^{-6}$	$10^{-7}$	$10^{-8}$	$10^{-9}$	$10^{-10}$	$10^{-11}$								
Grado di permeabilità (Casagrande e Fadum, 1940)	Buono						Scarso			Praticamente nullo											
Tipo di terreno (Casagrande e Fadum, 1940)	Ghiaia pulita.		Sabbie pulite; mescolanza di sabbia pulita e ghiaia.			Sabbie molto fini; limi organici ed inorganici; mescolanze di sabbia, limo e argilla; till glaciale, depositi stratificati di argilla, ecc.			Terreni "impermeabili" modificati dall'azione della vegetazione e degli agenti atmosferici.												
Grado di permeabilità (Colombo, 1974)	Alto			Medio		Basso		Molto basso		Impermeabile											
Granulometria (Castany, 1968)	Ghiaia		Sabbia		Sabbia molto fine			Silt		Argilla											
	Ghiaia grossa e media	Ghiaia e sabbia		Sabbia e argilla con limi					Argilla												
Grado di permeabilità (Castany, 1968)	Elevato				Basso				Nullo												
Tipi di formazioni (Castany, 1968)	Permeabili				Semi - permeabili				Impermeabili												

### 3.1 CARATTERIZZAZIONE DEI RIFIUTI INERTI DI STOCCAGGIO

Nel corso dell'attività di indagine effettuata nel corso del 2007 ai fini della progettazione dell'esistente impianto di discarica, venne prelevato dalla superficie della precedente discarica un blocco indisturbato di fanghi del volume pari a circa 30x25x20 cm<sup>3</sup> cui sono state condotte, dal Laboratorio Geotechnica di Torri di Quartesolo (VI), le seguenti determinazioni:

- analisi granulometrica con setacci e sedimentazione,
- prova di permeabilità a carico variabile in cella edometrica modificata alle pressioni di 20 e 40 kPa.

Come riportato nei referti di laboratorio allegati alla presente relazione, tali analisi hanno stabilito che dal punto di vista granulometrico gli inerti di stoccaggio sono costituiti essenzialmente da **limi argillosi con sabbia**:

Committente: GRASSI PIETRE SRL	Riferimento: 2513-126
Progetto: DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1)	Località: VIA MADONETTA 2, NANTO (VI)
Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e geosismica	Data Editing: GIUGNO 2025

Sabbie fine	( >0.063 mm)	14 %
Limi	(0.063 – 0.002 mm)	61 %
Argille	(< 0.002 mm)	25 %

con **permeabilità da molto bassa**, (Colombo, 1974) a **praticamente nulla** (Casagrande e Fadum, 1940):

Pressione verticale KN/m <sup>2</sup>	Coefficiente di permeabilità K (m/sec)
20	0.7 x 10 <sup>-8</sup>
40	0.5 x 10 <sup>-8</sup>

Dal punto di vista geotecnico, l'analisi granulometrica e la prova di compressione con espansione laterale libera condotte nel 1897 e sulla base di quanto riportato nella relazione sulla "Verifica geologica geotecnica dell'argine della nuova discarica" redatta dal Geol. S. Bartolomei nel 2009, ai rifiuti inerti ed ai materiali che costituiscono gli argini della discarica sono stati dati i parametri riportati nella **tavella 5**.

*Tavella 5 – Parametri geotecnici assegnati agli argini ed ai materiali stoccati nella discarica.*

	Peso di volume secco KN/m <sup>3</sup>	Peso di volume satura KN/m <sup>3</sup>	Coesione KN/m <sup>2</sup>	Phi °
Argine	20	22	10	42
Fanghi	14	16	0	20
Sigillo discarica	17	19	10	33

### 3.2 INDAGINI SISMICHE HVSR

#### 3.2.1 CENNI PRELIMINARI

Come accennato in precedenza, nel sito in esame sono state condotte n. 2 prove sismiche passive **HVSR** la cui ubicazione è riportata nella **Figura 9**. L'indagine HVSR è una tecnica a stazione singola che ha lo scopo di determinare il rapporto spettrale H/V, ossia il rapporto tra le componenti orizzontali H e verticali V dei microtremori presenti nell'area (Nogoshi e Igarashi, 1979; Nakamura, 1989). Questa determinazione si avvale della metodologia basata sulla tecnica dei rapporti spettrali o HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) di Nakamura. Essa è di tipo non distruttivo e permette d'ottenere le seguenti informazioni:

- frequenze di risonanza del sito, dati che consentono il corretto dimensionamento degli edifici in modo da evitare che la loro frequenza di vibrazione corrisponda a una di quelle del sito. Se ciò dovesse essere, infatti, in caso di terremoto si può generare l'effetto di "doppia risonanza" e determinare così il collasso della struttura realizzata;
- velocità media delle onde Vs calcolata tramite la creazione di un modello, che simuli il più possibile quello effettivamente ottenuto, partendo dalla profondità nota di almeno un riflettore (di norma quello più superficiale);

Committente: GRASSI PIETRE SRL	Riferimento: 2513-126
Progetto: DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1)	Località: VIA MADONETTA 2, NANTO (VI)
Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e geosismica	Data Editing: GIUGNO 2025

- stratigrafia sismica del sottosuolo basata sul contrasto d'impedenza (rapporto tra velocità delle onde sismiche e densità del mezzo attraversato) che un'unità geologica ha rispetto quella soprastante e quella sottostante. La stratigrafia diviene litologica qualora si possieda un'indagine geognostica diretta di taratura (carotaggio, penetrometria, ecc.).

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un tromometro digitale della ditta Micromed s.r.l., modello "TrominoZero", che racchiude al suo interno tre velocimetri elettrodinamici ortogonali tra loro ad alta definizione con intervallo di frequenza compreso tra 0,1 e 256 Hz. I dati vengono memorizzati in una scheda di memoria interna evitando così la presenza di qualsiasi cavo che possa introdurre rumore meccanico ed elettronico. Gli spettri di potenza sono espressi in termini di accelerazione e sono relativi alla componente verticale del moto.

### 3.2.2 RISULTATI OTTENUTI DALLE HVSR

I risultati ottenuti, riassunti nel report allegato a fine testo, si prestano a vari gradi di approfondimento interpretativo. Nel caso specifico, l'analisi delle prove sismiche **HVSR** permette di affermare quanto segue:

- **esiste possibilità di risonanza** nel campo di frequenze di interesse ingegneristico (0,5÷10 Hz): come evidenziato con la freccia azzurra in **Figura 12**, il picco in questione si trova ad una frequenza variabile **f<sub>0</sub> = 1,03 ÷ 1,10 Hz** e possiede un'intensità H/V molto elevata;
- **non esistono altri disturbi naturali** significativi quali cavità, litologie soffici o altro nel sottosuolo che possono interferire in modo negativo con le opere di progetto.

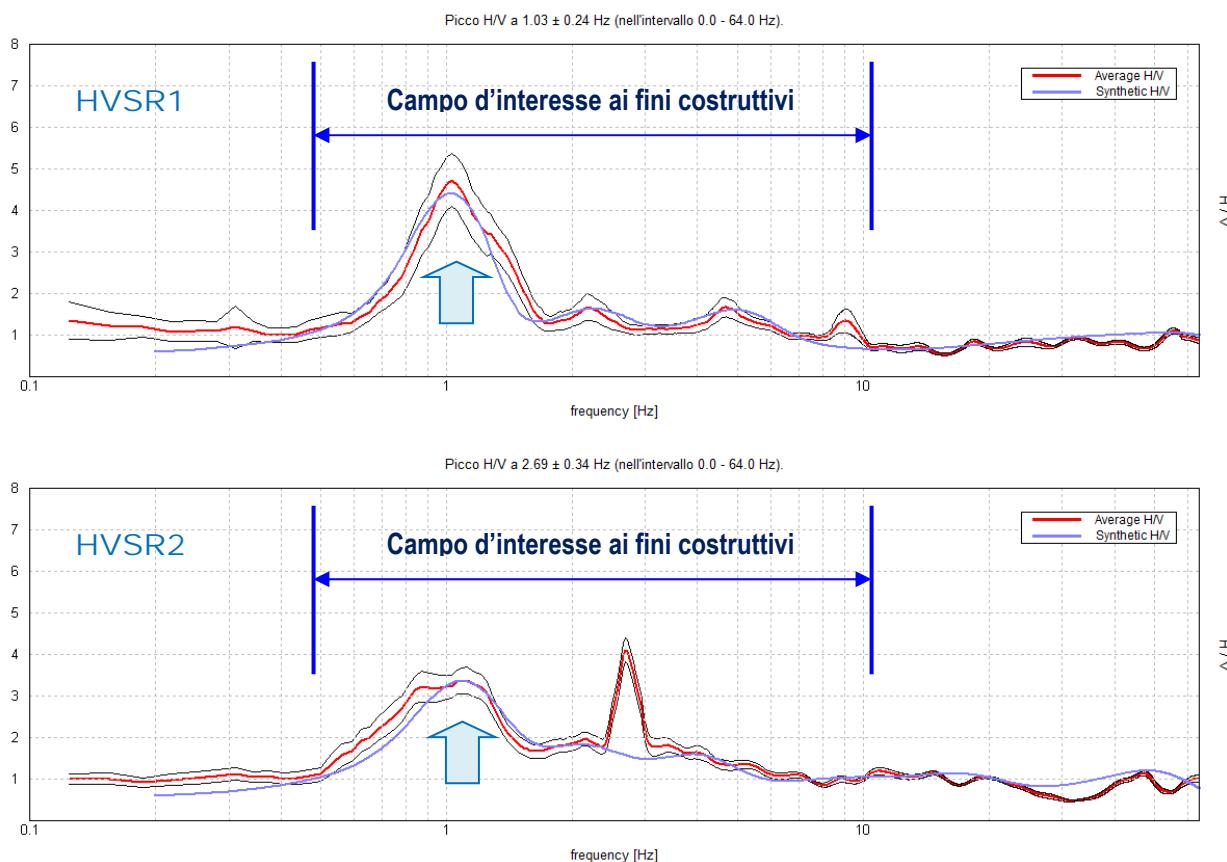


Figura 12 – HVSR: Curva H/V registrata in situ (linea rossa) e curva sintetica generata dal modello (linea blu).

Committente: GRASSI PIETRE SRL	Riferimento: 2513-126
Progetto: DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1)	Località: VIA MADONETTA 2, NANTO (VI)
Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e geosismica	Data Editing: GIUGNO 2025

Osservando poi il medesimo grafico si evidenziano numerosi altri picchi H/V, dovuti ad un contrasto di impedenza tra le varie litologie. Nel complesso però tutti questi picchi possiedono ampiezze più contenute o si trovano fuori l'intervallo d'interesse, e perciò non inficiano in modo negativo ai fini costruttivi.

Previa taratura con la prova penetrometrica è stata possibile determinare la velocità media dello onde sismiche S nei primi 30 m di profondità oltre che la definizione di una stratigrafia sismica del sottosuolo. Nel caso specifico lo studio, definito tecnicamente "inversione", ha fornito il modello sintetico locale riportato schematicamente nelle **tabelle 6 e 7** ed indicato con la curva blu nei grafici di **Figura 12** (Synthetic H/V).

*Tabella 6 – Risultati dell'inversione per la prova HVSR1*

Profondità del sismostrato (m)	Spessore sismostrato (m)	Vs media (m/s)	Unità litologiche associabili
0,00 - 0,30	0,30	75	Limo argilloso organico
0,30 - 1,20	0,90	130	Limo argilloso
1,20 - 5,00	3,80	150	Limo sabbioso e argilloso
5,00 - 12,00	7,00	220	Limo sabbioso e argilloso
12,00 - 42,00	30,00	330	Alluvioni indistinte
42,00 - 142,00	100,00	540	Alluvioni indistinte
142,00 - inf.	inf.	1030	Substrato roccioso

*Tabella 7 – Risultati dell'inversione per la prova HVSR2*

Profondità del sismostrato (m)	Spessore sismostrato (m)	Vs media (m/s)	Unità litologiche associabili
0,00 - 0,30	0,30	60	Limo argilloso organico
0,30 - 1,70	1,40	110	Limo argilloso
1,70 - 6,00	4,30	170	Limo sabbioso e argilloso
6,00 - 16,00	10,00	230	Limo sabbioso e argilloso
16,00 - 51,00	35,00	370	Alluvioni indistinte
51,00 - 146,00	95,00	590	Alluvioni indistinte
146,00 - inf.	inf.	960	Substrato roccioso

La velocità media delle onde S nei primi 30 m dal piano campagna è stimata pari a  $Vs_{30} \approx 245-241 \text{ m/s}$ .

Committente: GRASSI PIETRE SRL	Riferimento: 2513-126
Progetto: DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1)	Località: VIA MADONETTA 2, NANTO (VI)
Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e geosismica	Data Editing: GIUGNO 2025

## 4 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Sulla base dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri n. 3274 del 20.03.2003 e s.m.i., ai fini amministrativi il Comune di Nanto risulta classificato dal punto di vista sismico in Zona 3. Con DGRV n. 244 del 09.01.2021 il comune è stato confermato dalla Regione Veneto in Zona 3.

Con Ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri n. 3519 del 28.04.2006, è stata approvata la mappa di pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale. Le mappe interattive sono consultabili presso il seguente indirizzo web <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>.

Dall'analisi delle sopracitate mappe risulta che l'area in esame, le cui coordinate sono le seguenti:

Latitudine: 45,432300 Nord

Longitudine: 11,589300 Est

è caratterizzata da una accelerazione massima del suolo ( $ag = \frac{a}{g}$  = frazione della accelerazione di gravità) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita ai suoli rigidi ( $V_{s30} > 800 \text{ m/s}$ )  $ag/g$  di **0,100-0,125** (vedi Figura 13, campitura di colore verde chiaro).

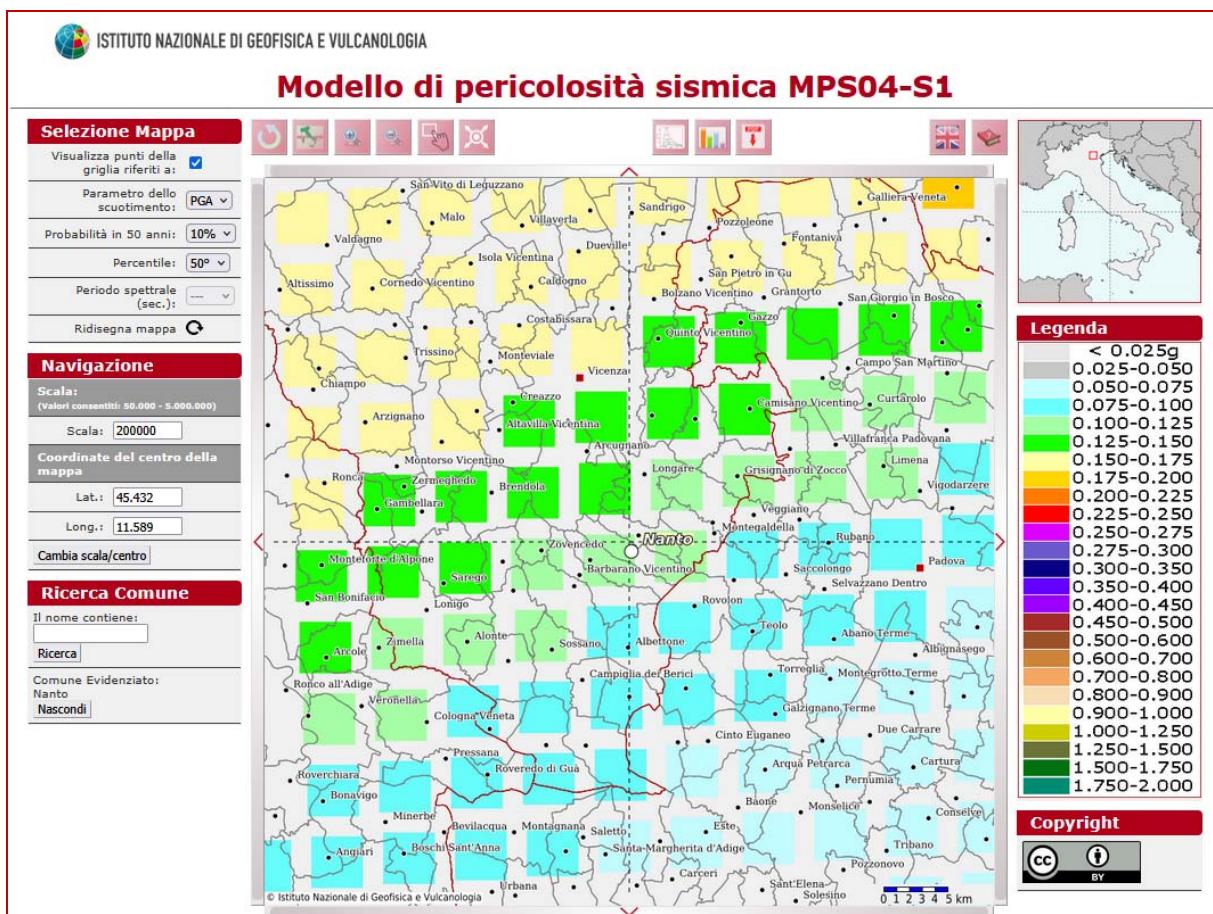


Figura 13 – Valori di pericolosità sismica per il sito in esame ed aree limitrofe.

Committente: GRASSI PIETRE SRL	Riferimento: 2513-126
Progetto: DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1)	Località: VIA MADONETTA 2, NANTO (VI)
Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e geosismica	Data Editing: GIUGNO 2025

La definizione dell'azione sismica di progetto del sottosuolo locale è stata condotta mediante l'approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento secondo quanto espresso nella Tab. 3.2.II dalle NTC 2018 riportata di seguito.

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

La classificazione dei terreni nelle diverse categorie sopra elencate avviene mediante la definizione del parametro sismico  $V_{S,eq}$ , che nel caso il substrato sia a profondità superiori ai 30 m corrisponde alle  $V_{S30}$ , ossia alla velocità media di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità.

Sulla base del quadro geologico ottenuto mediante le prove HVSR, che forniscono come già detto una  $V_{S30}$  di ca. 241-245 m/s, si ritiene opportuno inserire il sito in oggetto di studio nella **Categoria C**.

La classificazione delle condizioni topografiche fa poi riferimento alla seguente tabella:

CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
T1	<i>Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media <math>i \leq 15^\circ</math></i>
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Nel caso specifico il sito, posto in una zona pianeggiante, si può classificare come T1.

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso poi da una forma spettrale (spettro normalizzato), riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore dell'accelerazione orizzontale massima  $a_g$  su sito di riferimento rigido orizzontale.

Lo *Spettro di Risposta Elastico (SLE)* per la componente orizzontale del sito in esame è stato calcolato secondo le seguenti ipotesi:

Classe d'uso dell'edificio	Coefficiente d'uso $C_U$	Vita nominale $V_N$
II	1,0	50 anni

In riferimento a quanto sopra per il sito in esame sono stati determinati i seguenti valori per i parametri

Committente: GRASSI PIETRE SRL	Riferimento: 2513-126
Progetto: DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1)	Località: VIA MADONETTA 2, NANTO (VI)
Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e geosismica	Data Editing: GIUGNO 2025

sismici caratteristici in funzione del tempo di ritorno  $T_R$  per ogni stato limite.

SLATO LIMITE	TR [anni]	ag [g]	Fo [-]	TC * [s]
SLO	30	0,034	2,550	0,221
SLD	50	0,043	2,564	0,263
<b>SLV</b>	<b>475</b>	<b>0,115</b>	<b>2,462</b>	<b>0,297</b>
SLC	975	0,151	2,478	0,299

Nella tabella seguente si riportano, quindi, i parametri di riferimento Amplificazione stratigrafica ( $S_s$ ), Coefficiente funzione della categoria ( $C_c$ ) e Amplificazione topografica ( $S_T$ ) in base allo Stato Limite considerato.

STATO LIMITE		$S_s$	$C_c$	$S_T$
DI ESERCIZIO	<b>SLO</b> (di operatività)	1,50	1,73	1,00
	<b>SLD</b> (di danno)	1,50	1,63	1,00
ULTIMO	<b>SLV</b> (di salvaguardia della vita)	<b>1,50</b>	<b>1,57</b>	<b>1,00</b>
	<b>SLC</b> (di prevenzione del Collasco)	1,48	1,56	1,00

#### 4.1 MAGNITUDO E AMPLIFICAZIONE SISMICA

Per quanto riguarda la magnitudo attesa, sempre in relazione al “periodo di riferimento per l’azione sismica”, l’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) fornisce i valori medi per ciascun nodo del reticolo di riferimento (Allegato A delle NTC 2018). Per il nodo più prossimo all’area in esame (ID: 12738) si ottengono i seguenti valori medi.

Magnitudo	Distanza	Epsilon
5,17	21,5	1,1

Ai fini delle verifiche agli stati limite, le NTC 2018 illustrano nel dettaglio la procedura per la stima della forza statica equivalente, mediante la determinazione dei **coefficienti sismici orizzontale e verticale** secondo le formulazioni:  $k_h = \beta_s \cdot (a_{max}/g) - k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$ . Nelle formulazioni appena esposte  $\beta_s$  è il coefficiente di riduzione dell’accelerazione massima attesa al sito,  $a_{max}$  è l’accelerazione orizzontale massima attesa al sito, mentre  $g$  è l’accelerazione di gravità.

Riguardo l’intervento in esame, secondo la classe d’uso e la vita nominale riportate in precedenza, nella **tabelle 8 e 9** sono stati determinati i coefficienti sismici da utilizzare nel caso specifico secondo quanto stabilito dalle NTC del 17 gennaio 2018.

*Tabella 8 - Coefficienti sismici di progetto per le verifiche sismiche di fondazioni*

Coefficienti	<b>SLO</b>	<b>SLD</b>	<b>SLV</b>	<b>SLC</b>
kh	0,010	0,013	<b>0,042</b>	0,054
kv	0,005	0,006	<b>0,021</b>	0,027
Amax (m/s <sup>2</sup> )	0,502	0,627	<b>1,697</b>	2,195
Beta	0,200	0,200	<b>0,240</b>	0,240

Committente: GRASSI PIETRE SRL	Riferimento: 2513-126
Progetto: DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1)	Località: VIA MADONETTA 2, NANTO (VI)
Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e geosismica	Data Editing: GIUGNO 2025

**Tabella 9 - Coefficienti sismici di progetto per le verifiche sismiche di rilevati**

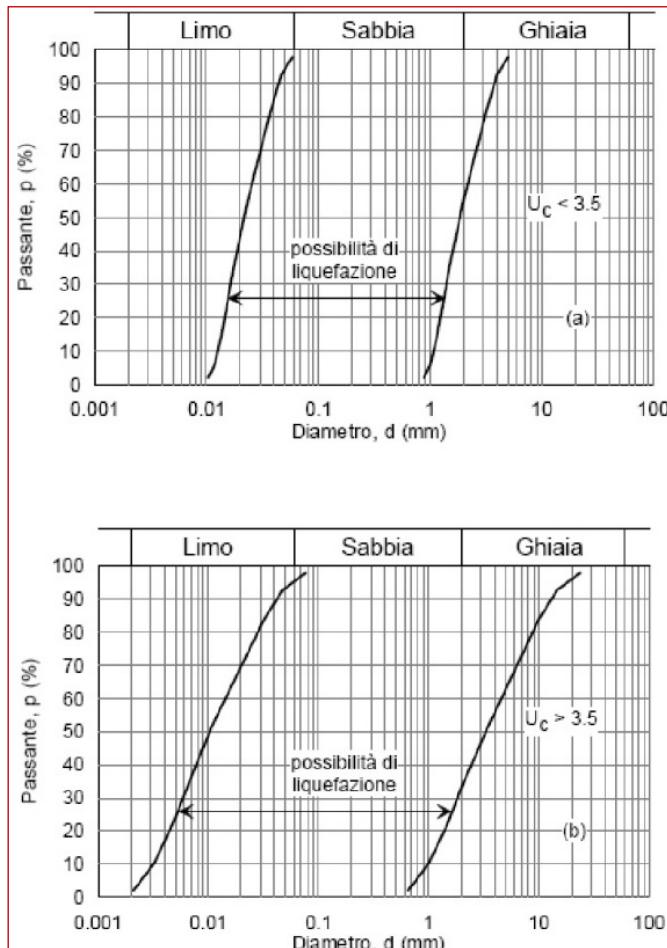
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,000	0,030	0,066	0,000
kv	-	0,015	0,033	-
Amax (m/s <sup>2</sup> )	0,502	0,627	1,697	2,195
Beta	-	0,470	0,380	-

## 4.2 VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

In ottemperanza alla nuova normativa in materia antisismica, la valutazione della vulnerabilità del sito in esame deve essere condotta anche mediante una **verifica alla liquefazione** dei terreni sabbiosi.

Secondo quanto prescritto dalle NTC (DM 17.01.2018) al paragrafo 7.11.3.4.2, la verifica in questione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- accelerazioni massime attese al p.c. in assenza di manufatti (condizioni campo libero) minori di 0,1g,
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal p.c., per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali,
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica dinamica SPT normalizzata (ad una tensione efficace verticale  $\sigma'$  di 100 kPa)  $(N1)_{60} > 30$ , oppure con resistenza penetrometrica statica CPT normalizzata ( $\sigma'$  di 100 kPa)  $qc1N > 180$ ,
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate in **figura 14** (in alto terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  e in basso terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ ).



**Figura 14 – Fusi granulometrici suscettibili di liquefazione (figura 7.11.1 delle NTC 2018).**

Nel caso in esame la verifica, condotta sulla base della CPT1 mediante i fogli di calcolo proposti da Sebastiano G. Monaco (2014), di cui si riportano i report in allegato a fine testo, e considerando le caratteristiche di sismicità locali, ha evidenziato un rischio di liquefazione molto basso con fattori di sicurezza ottenuti, alle varie profondità e per i diversi strati, ampiamente all'interno dei limiti di sicurezza richiesti dalle NTC2018.

Committente: GRASSI PIETRE SRL	Riferimento: 2513-126
Progetto: DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1)	Località: VIA MADONETTA 2, NANTO (VI)
Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e geosismica	Data Editing: GIUGNO 2025

## 5 VALUTAZIONI SULL'INTERVENTO DI PROGETTO

Il progetto prevede la costruzione di un'ampia vasca fuori terra finalizzata allo stoccaggio dei rifiuti inerti, prevalentemente limosi, che inizialmente vi verranno riversati alla stato semi- liquido. Tale manufatto presenta sagoma rettangolare con ingombro massimo pari a 45 m di larghezza e 98 m di lunghezza. La discarica sarà elevata di circa 5,5 m dal piano campagna e gli inerti saranno contenuti da argini in terra perimetrali aventi forma trapezoidale con larghezza di base pari a circa 12,5 m ed inclinazione delle scarpate pari a circa 45°.

In tale contesto le considerazioni dal punto di vista geotecnico ed idrogeologico, che saranno effettuate nei paragrafi successivi, forniscono una valutazione preliminare sulla fattibilità dell'opera e l'impatto che la stessa ha su suolo e sottosuolo, in quanto le scelte tecniche e strutturali finali spettano comunque al progettista incaricato.

### 5.1 PORTANZA DELLE FONDAZIONI

Nell'ambito delle verifiche agli STATI LIMITE ULTIMO, finalizzati alla scelta ed al dimensionamento delle opere di fondazione, è stata condotta nel presente paragrafo la stima del *collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali* e del *collasso per carico limite di sfilamento nei riguardi dei carichi assiali di trazione* ipotizzando l'utilizzo di fondazioni profonde (pali battuti troncoconici).

Tale determinazione, che è di tipo **GEO**, è stata condotta utilizzando l'**Approccio 2 (A1+M1+R3)**, consigliato dal DM 17.01.2018 per le fondazioni superficiali, che risulta valido anche per le verifiche in condizioni sismiche mediante l'applicazione di fattori correttivi proposti rispettivamente nelle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 7.11.II delle NTC.

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G <sub>1</sub>	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti G <sub>2</sub> <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_Q$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_Y$	$\gamma_Y$	1,0	1,0

Committente: GRASSI PIETRE SRL	Riferimento: 2513-126
Progetto: DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1)	Località: VIA MADONETTA 2, NANTO (VI)
Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e geosismica	Data Editing: GIUGNO 2025

**Tab. 7.11.II - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche degli stati limite (SLV) delle fondazioni superficiali con azioni sismiche**

Verifica	Coefficiente parziale $\gamma_R$
Carico limite	2.3
Scorrimento	1.1
Resistenza sulle superfici laterali	1.3

La verifica è soddisfatta qualora le Resistenze ottenute siano maggiori o uguali alle Azioni applicate:

$$R_d \geq E_d$$

A prescindere dall'entità delle Azioni  $E_d$ , la cui stima per soddisfare l'equazione appena esposta dovrà tener conto, come detto, dei fattori correttivi A1 (tabella 6.2.I delle NTC), la presente analisi è stata condotta nello specifico valutando le Resistenze limite  $R_d$  per il sito in esame a partire dalle seguenti ipotesi tecniche:

- fondazioni superficiali continue in *Sabbia ghiaiosa* (orizzonte B);
- piano di posa orizzontale in un contesto di pianura;
- introduzione dei fattori correttivi sismici "z" secondo il metodo proposto da *Paolucci & Pencker (1997)* per l'analisi in condizioni dinamiche.

La determinazione della portanza è stata condotta secondo la classica formula trinomia di Terzaghi-Meyerhof (vedi fogli di calcolo allegato a fine testo).

Nella **tavola 10** vengono proposte varie casistiche di portanza per fondazioni dirette continue al variare della profondità di posa D e della larghezza delle medesime B, in condizioni statiche ed in presenza di sisma.

**Tabella 10 - Resistenze per fondazioni superficiali continue.**

Base B (m)	Profondità D (m)	Portanza $q_{SLU}$ C. Statiche (kPa)	Portata lineare C. Statiche (kN/m)	Portanza $q_{SLU}$ C. Dinamiche (kPa)	Portata lineare C. Dinamiche (kN/m)
10,50	0,20	130	1360,6	128	1339,6
11,50	0,20	130	1490,1	128	1467,2
12,50	0,20	130	1619,7	128	1594,8
13,50	0,20	130	1749,3	128	1722,4
14,50	0,20	130	1878,9	128	1849,9
10,50	0,40	131	1376,1	129	1352,1
11,50	0,40	131	1507,1	129	1480,9
12,50	0,40	131	1638,2	129	1609,6
13,50	0,40	131	1769,2	129	1738,4
14,50	0,40	131	1900,3	129	1867,2
10,50	0,60	133	1391,6	130	1364,6
11,50	0,60	133	1524,1	130	1494,5
12,50	0,60	133	1656,7	130	1624,5
13,50	0,60	133	1789,2	130	1754,4
14,50	0,60	133	1921,7	130	1884,4

Committente: GRASSI PIETRE SRL	Riferimento: 2513-126
Progetto: DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1)	Località: VIA MADONETTA 2, NANTO (VI)
Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e geosismica	Data Editing: GIUGNO 2025

Sulla base delle caratteristiche strutturali del rilevato, è stato stimato che il carico lineare risulta essere massimo sull'asse del rilevato e nullo ai margini. Indicativamente il massimo carico risulta pari a 99 kPa, inferiore al valore determinato in condizioni sismiche alla profondità di posa (stimato a circa 0,4 m di profondità):

$$129 \text{ kPa} (R_d) > 99 \text{ kPa} (E_d) \rightarrow \text{equazione verificata}$$

Qualora le problematiche progettuali richiedessero di modificare le considerazioni e le ipotesi sopra riportate, si consiglia di effettuare una nuova valutazione del Carico S.L.U. per il terreno di posa, al fine di predisporre il miglior dimensionamento dell'opera di fondazione stessa.

## 5.2 CEDIMENTO DELLE FONDAZIONI

Il DM 17.01.2018 impone di effettuare oltre che le verifiche di Portanza (SLU) anche quelle allo STATO LIMITE DI ESERCIZIO (SLE) ai fini del controllo della stabilità complessiva tra terreno di fondazione ed opere di progetto. Tale verifica per il caso specifico è stata condotta valutando sia i cedimenti assoluti che quelli differenziali che si potrebbero verificare nel terreno di fondazione in seguito alle *Azioni* applicate (manufatto di progetto).

Qualora i cedimenti calcolati non dovessero rientrare entro i limiti di sicurezza, si dovrà intervenire sulla tipologia e/o sul dimensionamento delle fondazioni, al fine di attenuare l'impatto dell'opera e quindi rientrare nei domini di riferimento per il tipo di struttura da edificare.

Nello specifico la formulazione è la seguente:

$$C_d \geq E_d$$

ove  $C_d$  rappresenta il valore ammissibile di deformazione (cedimento) che è funzione del tipo di struttura che sto progettando, mentre  $E_d$  è il valore da me calcolato. Nel calcolo della deformazione le NTC impongono di usare i valori delle *Azioni* (A) e dei parametri geotecnici (M) effettivi, quindi privi di fattori correttivi.

Per il caso in esame, ove l'edificio risulta essere esistente, la determinazione è stata effettuata ipotizzando:

- fondazioni continue con larghezza di base B pari a 12,5 m;
- profondità di posa D pari a 0,4 m dal p.c. entro lo strato A;
- carico unitario medio applicato pari a 60 kPa.

Ai fini della realizzazione della nuova palestra, la presente verifica è stata eseguita utilizzando i dati delle prove **CPT1** e **CPT2**. Come meglio specificato nei fogli di calcolo allegati a fine testo, l'analisi ha fornito i seguenti valori di cedimento assoluto rispettivamente pari a **4,5 cm** e **5,1 cm**, con un cedimento differenziale di 0,6 cm.

Sulla base di tali ipotesi e considerazioni, tenendo presente che gli argini sono comunque delle strutture in terra che potranno essere via via risagomate non corso delle fasi di esercizio, si può affermare che sia il cedimento assoluto, sia quello differenziale saranno valori ammissibili, andando così a soddisfare l'equazione  $C_d \geq E_d$  come richiesto dalle NTC DM 17.01.2018.

Committente: GRASSI PIETRE SRL	Riferimento: 2513-126
Progetto: DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1)	Località: VIA MADONETTA 2, NANTO (VI)
Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e geosismica	Data Editing: GIUGNO 2025

### 5.3 ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE

Per quanto attiene all'acqua di falda, che nella giornata delle prove in situ (settembre 2021) risultava essere alla profondità minima di 2,1 m dal p.c., e visto che l'opera risulta erigersi fuori terra, fatto salvo uno scotico di 0,4 m superficiale, essa non crea problematiche tali da richiedere interventi correttivi.

Inoltre, essendo di tipo confinato in quanto protetta da un orizzonte di Limi e argille a bassa permeabilità, eventuali dispersioni di acque provenienti dalla discarica non avranno modo di contaminarla. Si evidenzia comunque, a tal proposito, che non sono presenti fonti di approvvigionamento idropotabile nelle immediate vicinanze: il primo pozzo acquedottistico dista circa 3,5 km a SSW del sito in esame, mentre le sorgenti si trovano a monte dal punto di vista idrogeologico essendo localizzate nell'area collinare ad ovest.

In merito poi all'acqua d'origine meteorica, adottando le opportune precauzioni al fine di allontanare ogni deflusso idrico di tipo effimero ed incontrollato dalla zona di cantiere in fase esecutiva, data anche la presenza in superficie di terreni poco permeabili, e adottando idonei sistemi per lo scolo delle acque di pioggia dalla zona d'intervento, non si ravvedono situazioni pregiudizievoli all'intervento in questione.

Infine, anche per quanto concerne l'acqua in scorrimento superficiale, l'unico impluvio d'interesse è rappresentato dal Rio Rovere ubicato al margine nord dell'attuale discarica e che comunque non ha mai interferito con l'area di attuale esercizio. Si ritiene, pertanto, che non si rendono necessari particolari accorgimenti se non mirati alla sua conservazione, preservandolo da possibili ostruzioni da parte dell'inerte riversato nelle discariche.

### 5.4 ANALISI DI STABILITÀ GLOBALE

L'analisi di stabilità che verrà discussa in questo paragrafo, di tipo GEO *Instabilità globale dell'insieme terreno-opera*, ha lo scopo di verificare la stabilità dei rilevati che costituiscono gli argini, prevedendone uno sviluppo verticale massimo di circa 5,5 m, sia in condizioni di discarica vuota che in quella di completo riempimento secondo le geometrie di progetto.

#### 5.4.1 METODOLOGIA IMPIEGATA

Le analisi sono state eseguite utilizzando il classico metodo dell'equilibrio limite globale mediante lo schema risolutivo proposto da **Morgestern e Price (1965)**. Esse intendono valutare la possibilità dello svilupparsi di una rottura generalizzata nell'ambito del rilevato artificiale e nel sottostante terreno di fondazione. Le varie unità geologiche verranno considerate come un "mezzo continuo equivalente".

Il metodo di calcolo utilizzato, applicato al PC da software dedicato, ricerca in modo iterativo la superficie di scorrimento critica, sui vari archi di cerchio analizzati, alla quale è associato il minimo fattore di sicurezza. Tali archi di cerchio vengono generati con centro compreso entro una maglia virtuale antistante il profilo geologico considerato. Essa viene traslata nello spazio fintantoché non venga individuato in modo certo il centro del sopracitato fattore di sicurezza minimo.

Committente: GRASSI PIETRE SRL	Riferimento: 2513-126
Progetto: DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1)	Località: VIA MADONETTA 2, NANTO (VI)
Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e geosismica	Data Editing: GIUGNO 2025

Le verifiche di stabilità sono state condotte attribuendo ai diversi materiali i parametri di resistenza al taglio minimi riportati nelle **tabelle 1, 2 e 5**.

Come detto, tali parametri sono stati utilizzati con coefficienti di sicurezza parziali ( $\gamma_\phi$ ,  $\gamma_c$ ) pari all'unità così come previsto dalla nuova N.T.C. (DM 17.01.2018) per le Verifiche nei confronti degli Stati Limite Ultimo (S.L.U.) in condizioni sismiche essendo l'opera a lungo termine.

#### 5.4.2 RISULTATI DELLE VERIFICHE

L'analisi di stabilità di seguito descritta ha preso in considerazione una sezione tipo di progetto, visto che gli argini presentano tutti la stessa geometria e dislivello. Tale sezione è disposta in senso trasversale rispetto all'andamento dell'argine di contenimento di progetto e prevede una prima verifica ipotizzando la discarica vuota, ed una seconda che ipotizza la discarica completamente riempita.

Nella seconda caso è stata considerata anche la presenza di falda all'interno dell'accumulo di discarica, dato che i limi vi vengono riversati allo stato liquido e, nella zona di stoccaggio, vengono lasciati asciugare sia per evaporazione e in seconda battuta per drenaggio verticale.

Tale duplice analisi fornisce un'idea sull'incidenza che ha il corpo di discarica nei confronti della stabilità degli argini e quindi della stabilità complessiva dell'opera.

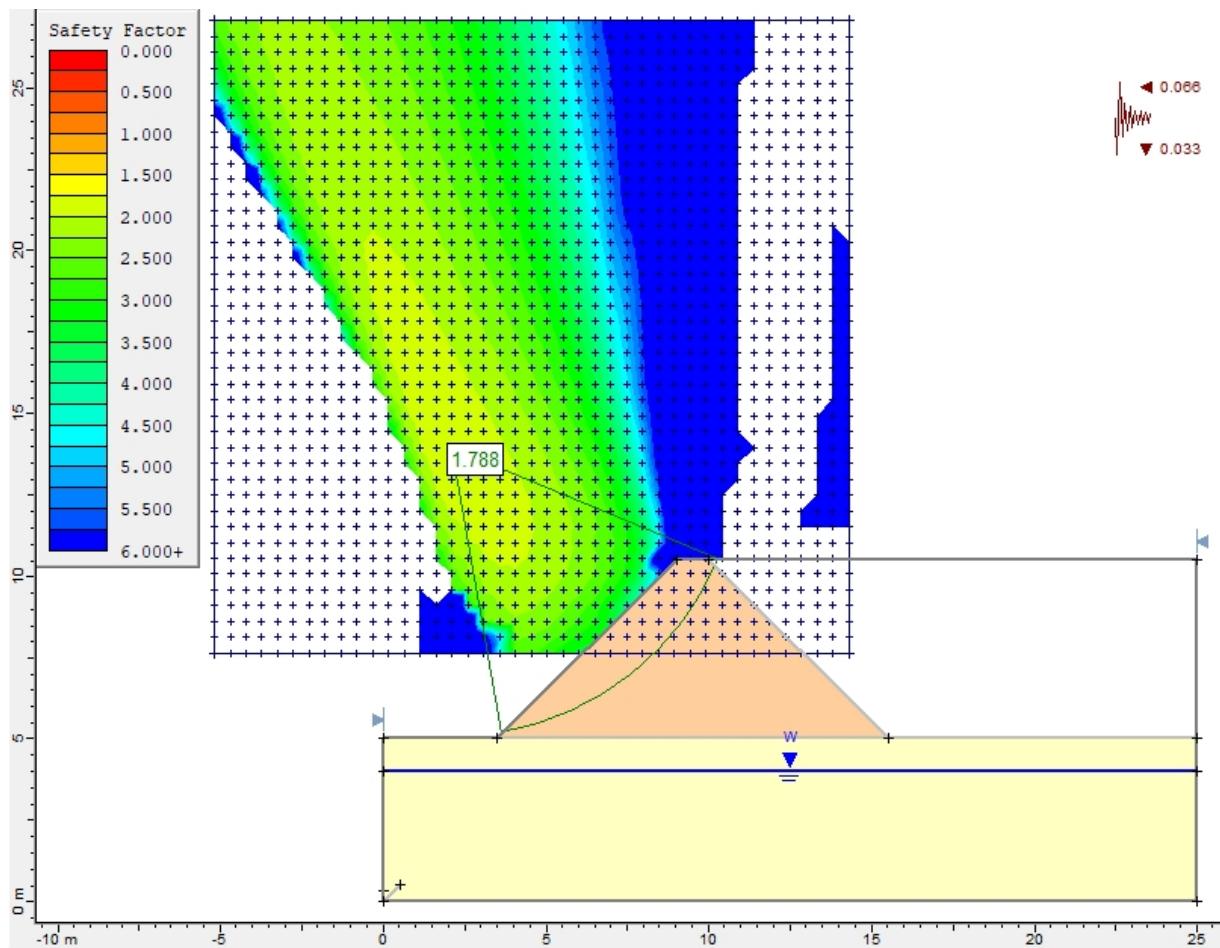


Figura 15 – Risultato grafico analisi sulla sezione tipo in condizioni di discarica vuota.

Committente: GRASSI PIETRE SRL	Riferimento: 2513-126
Progetto: DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1)	Località: VIA MADONETTA 2, NANTO (VI)
Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e geosismica	Data Editing: GIUGNO 2025

Nella figura 15 si riporta l'esito grafico della verifica analitica svolta al calcolatore per i soli argini, quindi a discarica vuota. Come si può osservare la sezione tipo considerata risulta verificata in quanto fornisce un fattore di sicurezza **FS = 1,788**, ossia nettamente maggiore di quello richiesto dalla normativa che è  $FS \geq 1,2$  (NTC2018).

Nella figura 16 si riporta, invece, l'esito grafico della verifica per la discarica completamente riempita. Come si può osservare anche in questo caso la sezione tipo considerata risulta verificata fornendo un fattore di sicurezza FS = 1,619, ossia nettamente maggiore di quello richiesto dalla normativa che è  $FS \geq 1,2$  (NTC2018).

Tali valori, inoltre, concordano con quelli ottenuti nelle verifiche eseguite nel 2009 del Geol. S. Bartolomei per la discarica già autorizzata.

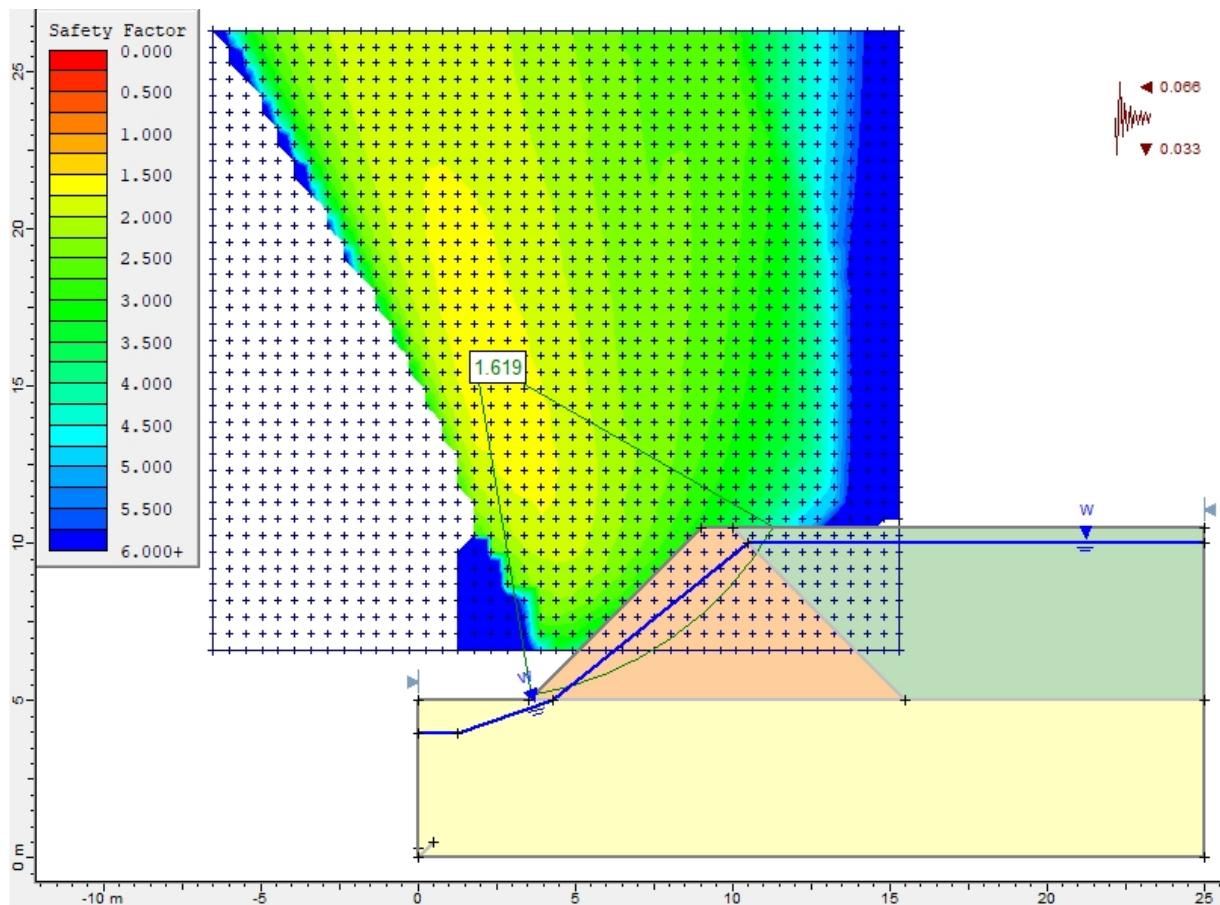


Figura 16 – Risultato grafico analisi sulla sezione tipo in condizioni di discarica piena.

Vicenza, giugno 2025

Dott. Geol. Enrico Marcato



Committente: GRASSI PIETRE SRL	Riferimento: 2513-126
Progetto: DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1)	Località: VIA MADONETTA 2, NANTO (VI)
Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e geosismica	Data Editing: GIUGNO 2025

## ALLEGATI

1. TABULATI PROVE PENETROMETRICHE DEL 2021
2. REFERTI PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO DEL 1989 - 2007
3. REPORT ANALISI GEOSISMICA DEL 2025
4. VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE DELLE SABBIE
5. VERIFICA DELLA PORTANZA (CARICO LIMITE)
6. DETERMINAZIONE DEI CEDIMENTI
7. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

## CONE PENETRATION TEST - DATI

CPT1

**MARCATO**  
 studio di geologia

COMITENTE: GRASSI PIETRE SRL

PROGETTO: Discarica di rifiuti inerti non pericolosi, con operazioni di smaltimento

LOCALITA': Via Modonetta, Nanto (VI)

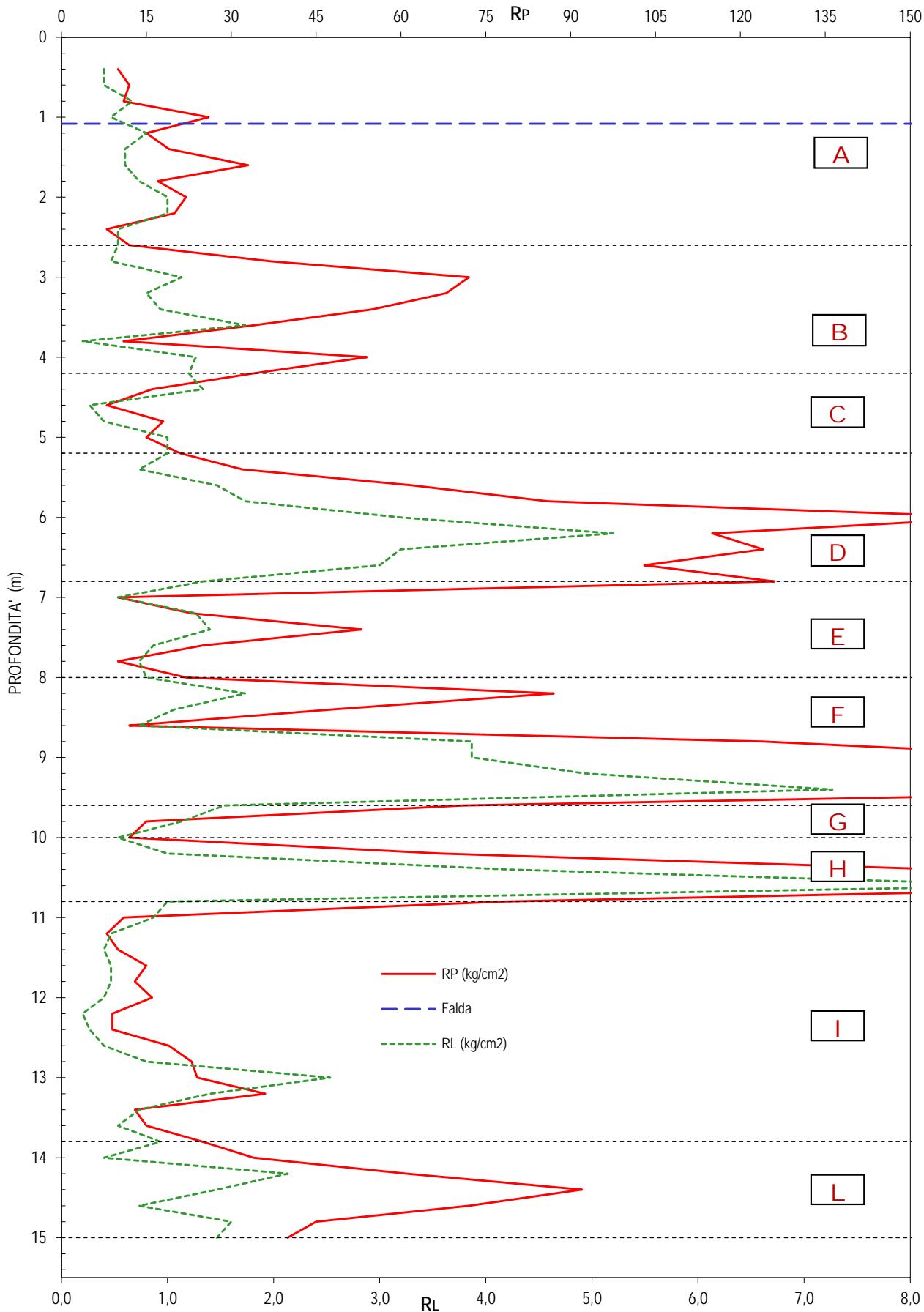
PROF. FALDA DA P.C. (m):

1,08

DATA: 14 settembre 2021

QUOTA INIZIO PROVA:

piano campagna



## CONE PENETRATION TEST - DATI CPT1

COMITENTE: GRASSI PIETRE SRL

PROGETTO: Discarica di rifiuti inerti non pericolosi, con operazioni di smaltimento

LOCALITA': Via Modonetta, Nanto (VI)

DATA: 14 settembre 2021

CPT1

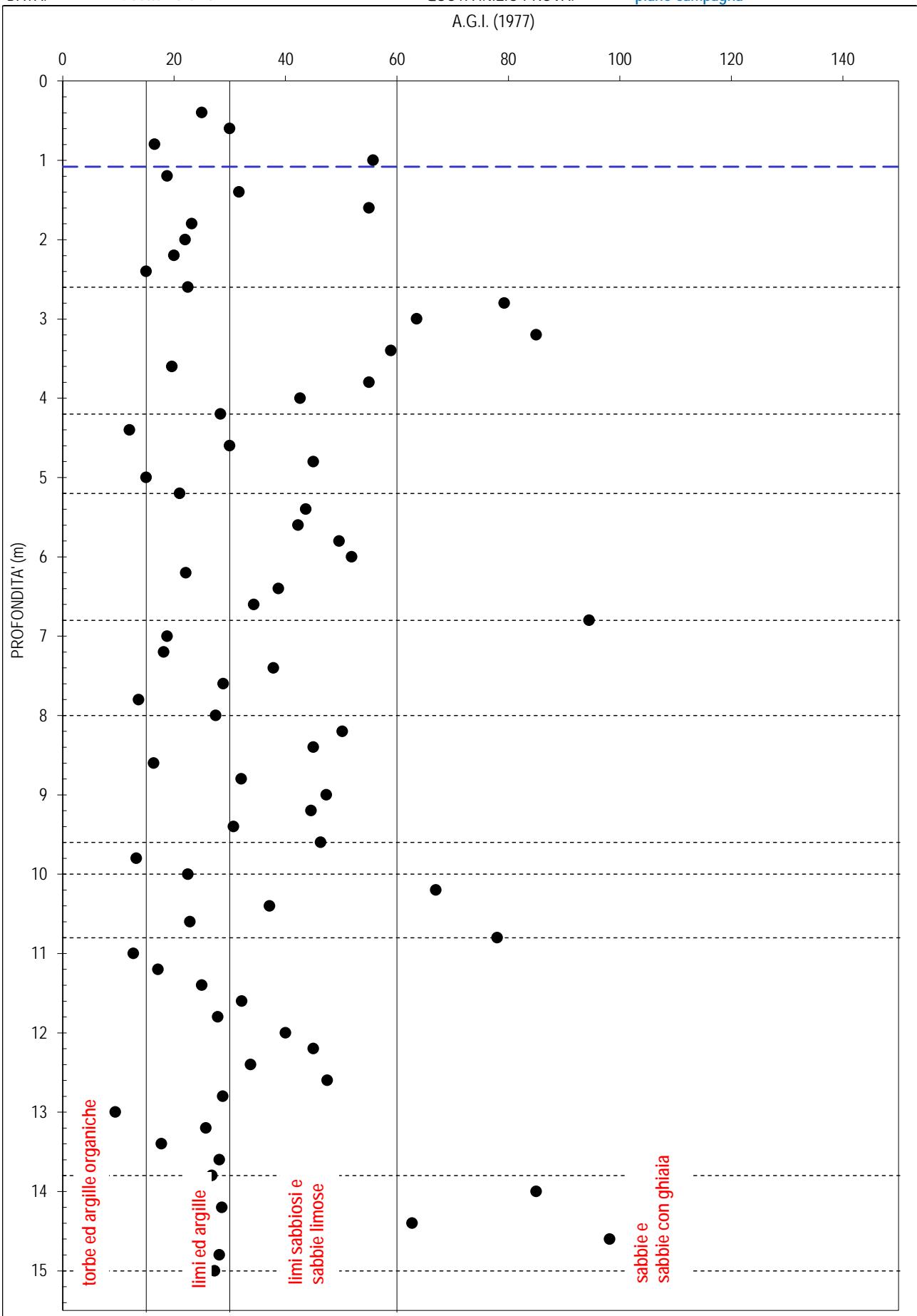
MARCATO  
studio di geologia

PROF. FALDA DA P.C. (m):

1,08

QUOTA INIZIO PROVA:

piano campagna



## CONE PENETRATION TEST - DATI

CPT2

**MARCATO**  
 studio di geologia

COMITENTE: GRASSI PIETRE SRL

PROGETTO: Discarica di rifiuti inerti non pericolosi, con operazioni di smaltimento

LOCALITA': Via Modonetta, Nanto (VI)

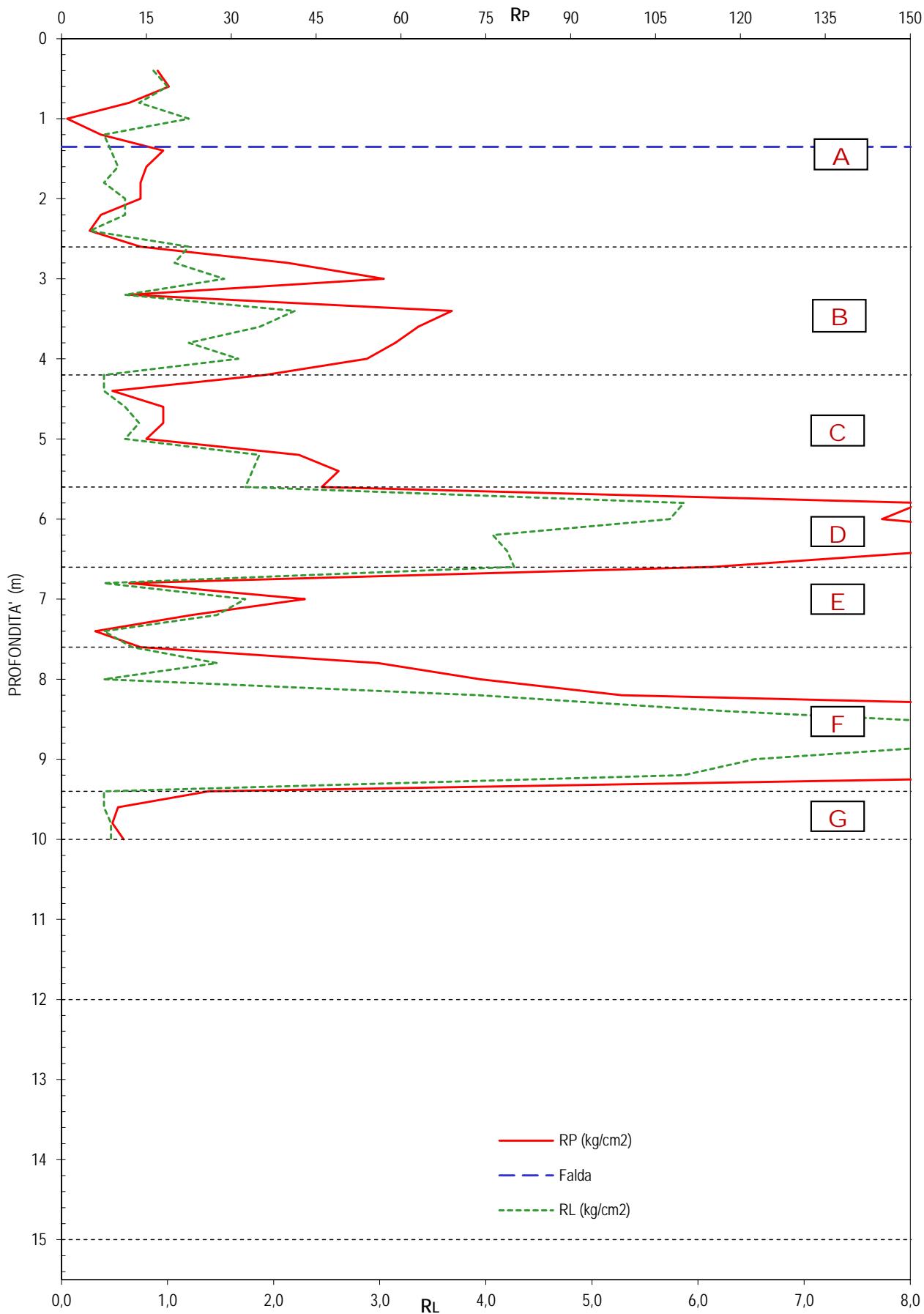
PROF. FALDA DA P.C. (m):

1,35

DATA: 14 settembre 2021

QUOTA INIZIO PROVA:

piano campagna



## CONE PENETRATION TEST - DATI

CPT2

COMITENTE: GRASSI PIETRE SRL

PROGETTO: Discarica di rifiuti inerti non pericolosi, con operazioni di smaltimento

LOCALITA': Via Modonetta, Nanto (VI)

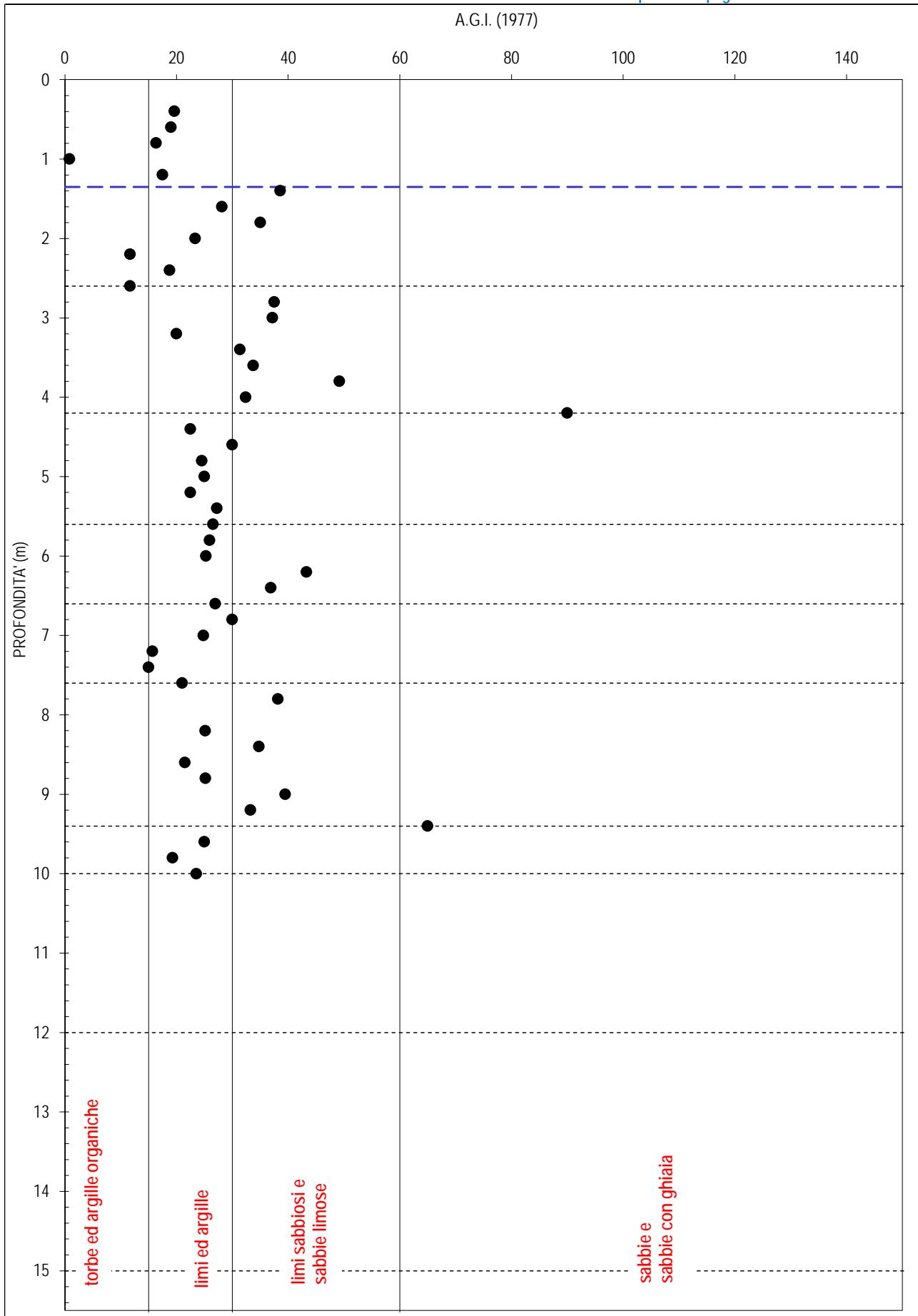
DATA: 14 settembre 2021

PROF. FALDA DA P.C. (m):

QUOTA INIZIO PROVA:

1,35

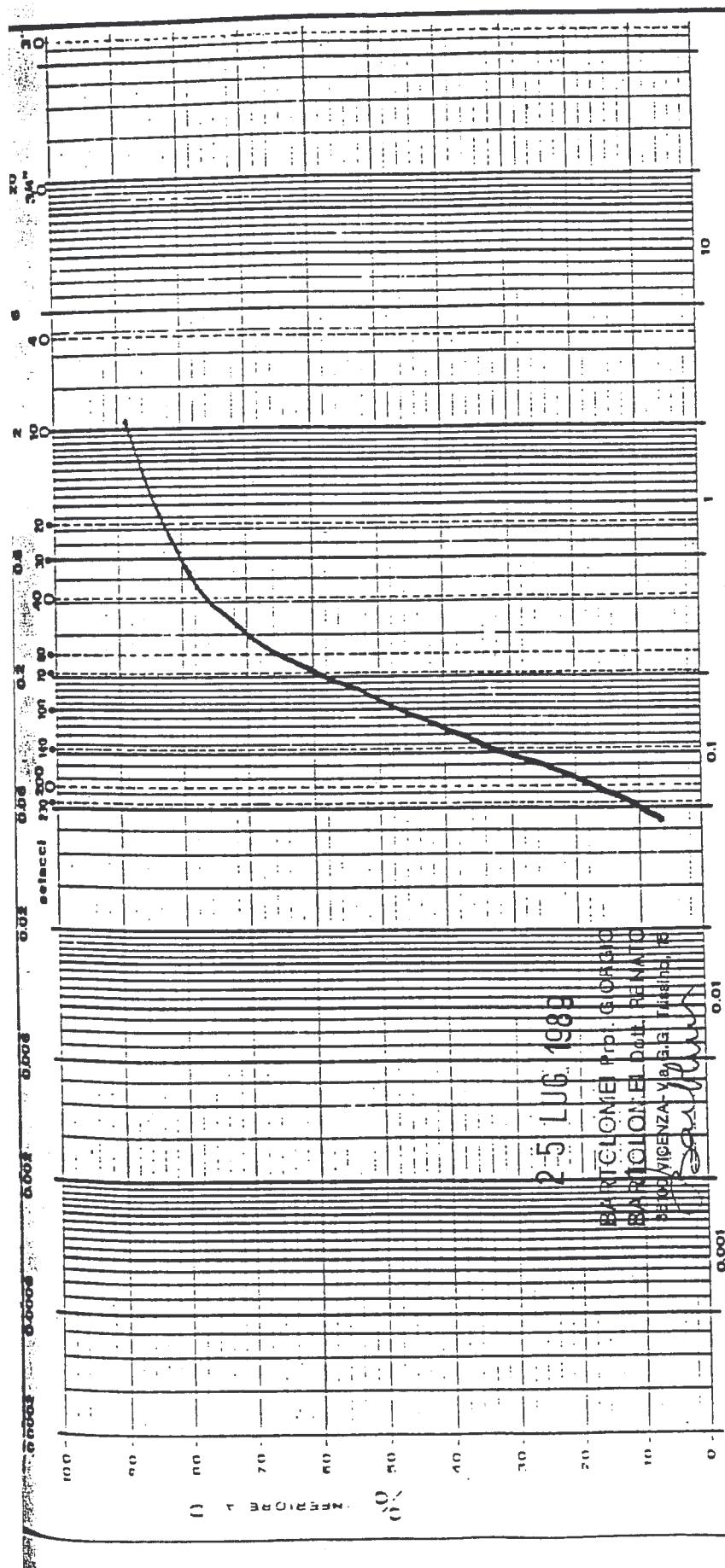
piano campagna

MARCATO  
studio di geologia

**GRASSI MARMI**

Località : Via Capitello - Nanto - VI

## PROVE DI CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA



mittente : Ditta GRASSI MARMI  
 località : Via Capitello - Nanto - VI

### PROVA DI COMPRESSIONE CON ESPANSIONE LATERALE LIBERA

ondaggio n° : 1 Campione n° : 1/1 L  $\Delta$  n° : 22 %  
 altezza provino : 10,0 cm Ø provino : 4,1 cm

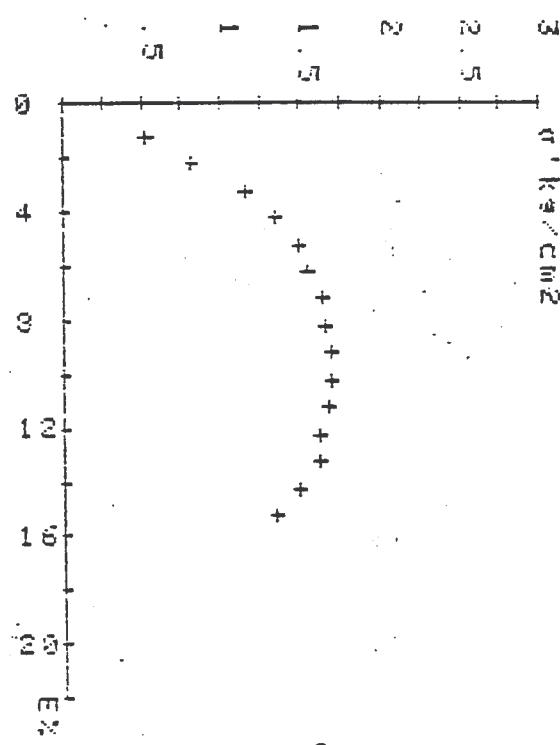
% = deformazione in %       $\sigma$  = tensione effettiva in kg/cm<sup>2</sup>

BARTOLOMEI R. & C. SNC.  
 STUDIO INDAGINI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE  
 36100 VICENZA - Via Gian Giorgio Trissino, 15 - Tel. (0444) 504551  
 P. IVA 00673940243

### PROVA COMPRESSIONE LAT. LIBERA

CAMPIONE n° 1/1

M(I)	EX	$\sigma_u$ kg/cm <sup>2</sup>
1.00	0.00	445
2.00	0.00	746
4.00	0.00	884
5.00	0.00	270
6.00	0.00	425
7.00	0.00	487
8.00	0.00	570
9.00	0.00	580
10.00	0.00	625
11.00	0.00	632
12.00	0.00	682
13.00	0.00	560
14.00	0.00	542
15.00	0.00	430



*Barbieri*  
 BARTOLOMEI Prof. GIORGIO  
 BARTOLOMEI Dott. RENATO  
 36100 VICENZA - via G.G. Trissino, 15

25 LUG. 1989

36040 TORRI DI QUARTESOLO (VICENZA)  
Via degli Avieri, 26 0444 38.94.95  
e-mail: geotechna@tin.it fax 0444 26.34.13  
R.I. VI 9567 - R.E.A. 145793 Vicenza - Cap. Soc. € 31.200 i.v.  
P. IVA/C.F. 00673940243



GRASSI PIETRE srl

Via Modonnetta, 2

36024 NANTO VI

COPIA CONFORME  
ALL'ORIGINALE

## PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

cantiere di esecuzione e/o provenienza campioni:

PONTE DI NANTO (VI)

rapporti di prova allegati:

prove geotecniche in sito:

rapporti relativi a ciascun campione:

2643/L

il presente fascicolo contiene n. 5 pagine compresa la presente.

Sperimentatore

Dr. Geol. Andrea Baldracchi

Direttore di Laboratorio

GEOTECHNA srl

36040 Torri di Quartesolo (VI)  
Via degli Avieri, 26 P. IVA 00673940243  
Tel. 0444 389495 Fax 0444 263413

Dr. Geol. Renato Bartolomei

GEOTECHNA  
srl

36040 Torri di Quartesolo (VI)  
Via degli Avieri, 26  
Tel. 0444.389495 - Fax 0444.263413

archivio n. 062/07

Torri di Quartesolo (VI), 04/09/2007

QUESTO DOCUMENTO NON POTRA' ESSERE DUPLICATO PARZIALMENTE SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI GEOTECHNA S.R.L.



36040 TORRI DI QUARTESOLO (VICENZA)  
 Via degli Avieri, 26 0444 38.94.95  
 e-mail: geotechna@tin.it fax 0444 26.34.13  
 R.I. VI 9567 - R.E.A. 145793 Vicenza - Cap. Soc. € 31.200 i.v.  
 P. IVA/C.F. 00673940243



Archivio

n° 062/07

data: 30/08/2007

Committente: GRASSI PIETRE srl  
 Indirizzo: Via Modonetta, 2  
 36024 NANTO VI  
 Cantiere: PONTE DI NANTO (VI)  
 Oggetto:

**TABELLA RIASSUNTIVA RAPPORTI DI PROVA EMESSI****INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO**

documentazione fotografica

n. rapporti n. fogli

planimetria con ubicazione punti indagine

stratigrafie sondaggi meccanici a rotazione

diagrammi prove penetrometriche statiche e relativo tabulato (CPT,CPTE,CPTU)

tabulato prove penetrometriche SPT

diagrammi prove penetrometriche dinamiche

**INDAGINI GEOTECNICHE DI LABORATORIO**

documentazione fotografica

descrizione campione indisturbato

descrizione campione rimaneggiato e classificazione

prove di classificazione: umidità naturale, peso di volume, limiti di liquidità e plasticità, etc.

analisi granulometrica: mediante setacci e/o sedimentazione (Aerometro)

peso specifico dei grani(Gs)

prova di consolidazione edometrica (ED)

rilevamento misure 'sedimenti / tempo' (c/t, se permeabilità edo P)

prova di compressione semplice 'qu' (espansione laterale libera)

prova di compressione triassiale U.U. (non consolidata, non drenata)

prova di compressione triassiale C.I.U. (consolidata, isotropica, non drenata)

prova di compressione triassiale C.I.D. (consolidata, isotropica, drenata)

prova di taglio diretto (TD o TDR)

prova carbonati (CC)

prova permeabilità carico variabile alle pressioni 20 kN/m<sup>2</sup> e 40 kN/m<sup>2</sup>

prova di compattazione (S)td o (M)od

prova C.B.R. in laboratorio (CBR)

1 1

totali

3 3

Sperimentatore

Dr. Geol. Andrea Baldracchi

GEOTECHNA srl

36040 Torri di Quartesolo (VI)  
 Via degli Avieri, 26 P. IVA 00673940243  
 Tel 0444 389495 Fax 0444 263413

Direttore di Laboratorio

Dr. Geol. Renato Bartolomei

P10\_A7 rev. 2

36040 Torri di Quartesolo (VI)  
 Via degli Avieri, 26

**LABORATORIO GEOTECNICO AUTORIZZATO**  
 Decreto n° 52499 del 11.10.2004 rilasciato da Ministero Infrastrutture e Trasporti

per esecuzione di prove geotecniche in situ e in laboratorio (settori a e c) e rilascio dei relativi certificati ufficiali - DPR 246/93 - Circ 349/STC/99



36040 TORRI DI QUARTESOLO (VICENZA)  
 Via degli Avieri, 26  
 e-mail: geotechna@tin.it

0444 38.94.95  
 fax 0444 26.34.13

R.I. VI 9567 - R.E.A. 145793 Vicenza - Cap. Soc. € 31.200 i.v.  
 P. IVA/C.F. 00673940243



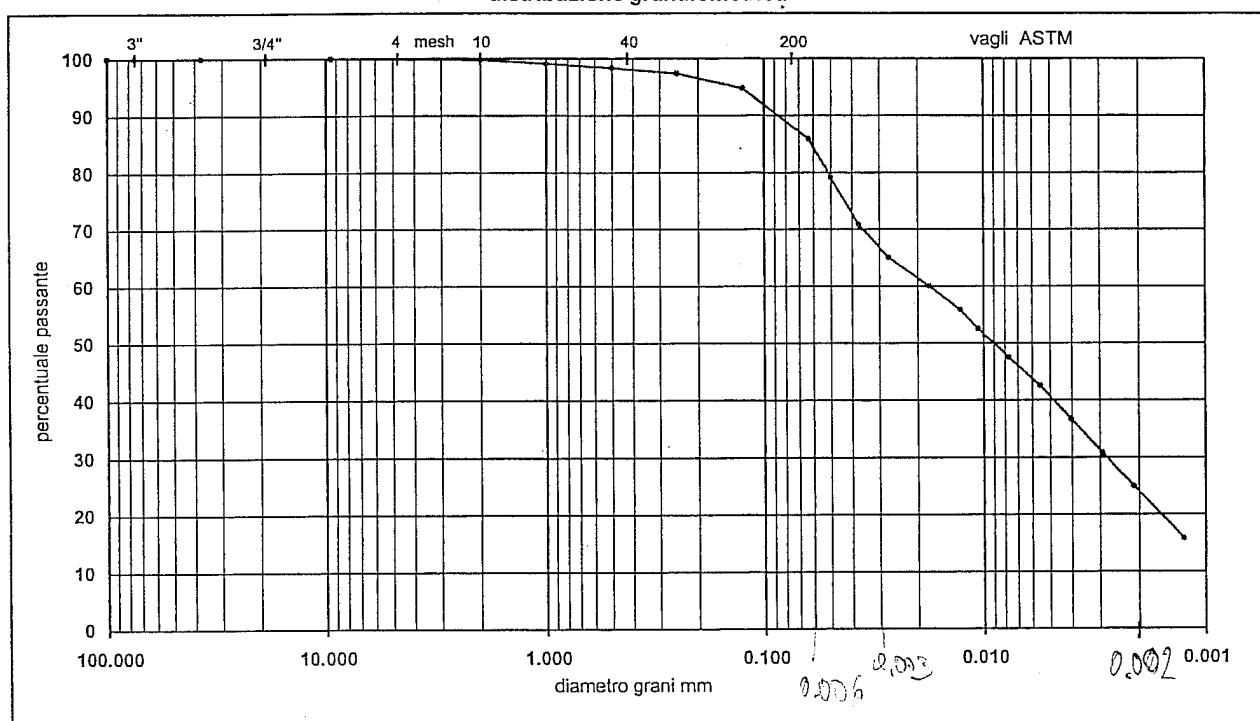
archivio n°	062/07	rapporto prova n° : gr	2643/L	pagina	1/1
campione ricevuto il	30.08.07	esecuzione prova	03.09.07	emissione	04.09.07
Committente :	GRASSI PIETRE				
Cantiere :	PONTE DI NANTO (VI)				
Sondaggio n°	-	Campione n°	4	quota m	superficiale

## ANALISI GRANULOMETRICA (A.S.T.M. D 422)

DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

classificazione granulometrica (AGI): limo argilloso sabbioso di colore grigio chiaro

distribuzione granulometrica



dati di prova

SETACCIATURA		SEDIMENTAZIONE		peso secco totale utilizzato per setacciatura + sedimentazione (g)	60.0
Ø setacci mm	terreno trattenuto g	Ø equival. grani mm	terreno in sospensione %	peso secco della frazione utilizzata per la sedimentazione (g)	51.5
100	-	0.0501	79.2	temperatura media della soluzione durante la sedimentazione (°C)	24.9
75	-	0.0373	70.8		
37.5	-	0.0272	65.0	densimetro utilizzato: ASTM 152H	
19.0	-	0.0177	60.0		
9.5	-	0.0128	55.8	antiflocculante: soluzione di esametafosfato di sodio preparata al momento della prova	
4.75	-	0.0106	52.5		
2.00	0.18	0.0077	47.5	Limiti di Atterberg : non eseguiti	
1.00	0.34	0.0055	42.5		
0.50	0.49	0.0040	36.7		
0.250	0.57	0.0029	30.8	classifica ASTM D2487	
0.125	1.55	0.0021	25.0		
0.063	5.34	0.0013	15.8	GEOTECHNA	

Sperimentatore

(Dr. Geol. Andrea Baldracchi)

LABORATORIO GEOTECNICO AUTORIZZATO

GEOTECHNA srl  
 36040 Torri di Quartesolo (VI)  
 Via degli Avieri, 26  
 Tel. 0444 389495 - Fax 0444 263413

Via degli Avieri, 26 P. IVA 00673940243

(Dr. Geol. Renato Bartolomei)



36040 TORRI DI QUARTESOLO (VICENZA)  
 Via degli Avieri, 26  
 e-mail: geotechna@tin.it

0444 38.94.95  
 fax 0444 26.34.13

R.I.VI 9567 - R.E.A. 145793 Vicenza - Cap. Soc. € 31.200 i.v.  
 P. IVA/C.F. 00673940243



archivio n°	062/07	rapporto n°:	pe 2643/L	pagina	1/1
campione ricevuto il	30.08.07	inizio prova	30.08.07	emissione	04.08.07
Committente :	GRASSI PIETRE				
Cantiere :	PONTE DI NANTO (VI)				
Sondaggio n°	-	Campione n°	4	quota m	SUPERFICIALE

## PROVA DI PERMEABILITÀ A CARICO VARIABILE IN CELLA EDOMETRICA MODIFICATA

descrizione campione :	<i>fango di segheria marmi</i>			
condizioni campione :	indisturbato	.	rimaneggiato	x
sezione provino $A_0 \text{ cm}^2$	40.0	altezza iniziale provino $L_i \text{ cm}$	2.00	
sezione buretta graduata $a_b \text{ cm}^2$	0.50	peso specifico $G_s \text{ g/cm}^3$	-	
contenuto d'acqua :	iniziale $W_i \%$	26	finale $W_f \%$	-
peso di volume	iniziale $\gamma_i \text{ g/cm}^3$	1.97	finale $\gamma_f \text{ g/cm}^3$	-
indice dei vuoti	iniziale $e_i$	-	finale $e_f$	-
grado di saturazione:	iniziale $Sr_i \%$	-	finale $Sr_f \%$	-
temperatura ambiente $T \text{ }^\circ\text{C}$	26	pressione verticale	KN/m <sup>2</sup>	20

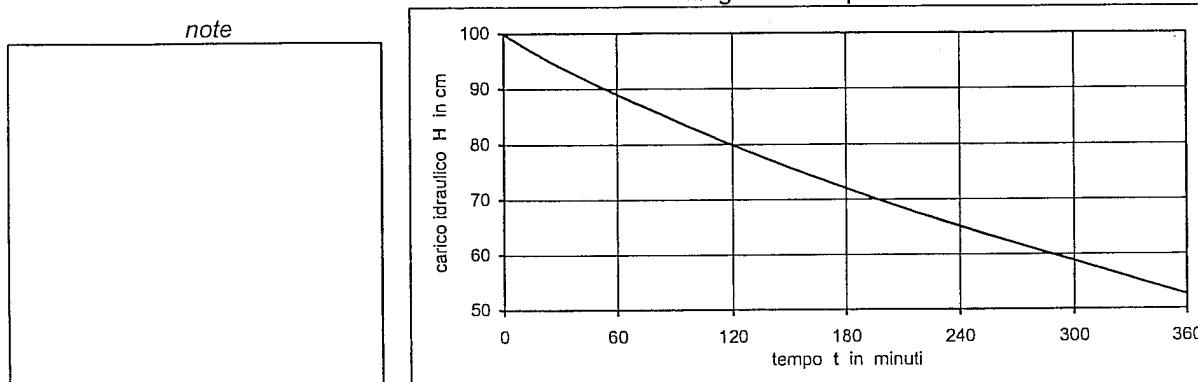
formula di calcolo

$$K = \frac{(L_0 - \delta L) a}{A_0 \delta t} \ln \frac{h_0}{h}$$

K = coefficiente di permeabilità  
 a = sezione buretta graduata in  $\text{cm}^2$   
 L = altezza provino in cm  
 $\delta L$  = cedimento provino in cm  
 $A_0$  = sezione provino in  $\text{cm}^2$   
 $\delta t$  = intervallo di tempo in sec  
 $H_0$  = lettura iniziale del carico idraulico in cm  
 $H$  = lettura al tempo t in cm

dati di prova				
tempo	intervallo tempo	carico idraulico	altezza provino	coeff. di permeabilità
t min	$\delta t$ sec	h cm	L cm	K m/sec
0	-	100.0	1.85	-
4	240	99.0	1.85	9.7E-09
8	480	98.2	1.85	8.7E-09
16	960	96.6	1.85	8.3E-09
30	1800	94.0	1.85	7.9E-09
60	3600	89.0	1.85	7.5E-09
120	7200	79.9	1.85	7.2E-09
180	10800	72.0	1.85	7.0E-09
240	14400	65.1	1.85	6.9E-09
360	21600	52.5	1.85	6.9E-09

diagramma di prova

coefficiente di permeabilità  $K$  m/sec $0.7 \times 10^{-8}$  GEOTECHNA

il coefficiente di permeabilità è stato determinato considerando l'ultimo intervallo di tempo

36040 Torri di Quartesolo (VI)

Via degli Avieri, 26

0444 38.94.95 - Fax 0444 26.34.13

Sperimentatore

LABORATORIO GEOTECNICO AUTORIZZATO

Direttore del laboratorio

36040 TORRI DI QUARTESOLO (VICENZA)  
Via degli Avieri, 26

0444 38.94.95

e-mail: geotechna@tin.it

fax 0444 26.34.13

R.I. VI 9567 - R.E.A. 145793 Vicenza - Cap. Soc. € 31.200 i.v.

P. IVA/C.F. 00673940243



archivio n°	062/07	rapporto n°:	pe 2643/L	pagina	1/1
campione ricevuto il	30.08.07	inizio prova	30.08.07	emissione	04.08.07
Committente :	GRASSI PIETRE				
Cantiere :	PONTE DI NANTO (VI)				
Sondaggio n°	-	Campione n°	4	quota m	SUPERFICIALE

## PROVA DI PERMEABILITÀ A CARICO VARIABILE IN CELLA EDOMETRICA MODIFICATA

descrizione campione :	fango di segheria marmi		
condizioni campione :	indisturbato	.	rimaneggiato
sezione provino $A_0 \text{ cm}^2$	40.0	altezza iniziale provino $L_i \text{ cm}$	2.00
sezione buretta graduata $a_b \text{ cm}^2$	0.50	peso specifico $G_s \text{ g/cm}^3$	-
contenuto d'acqua :	iniziale $W_i \%$	-	finale $W_f \%$
peso di volume	iniziale $\gamma_i \text{ g/cm}^3$	-	finale $\gamma_f \text{ g/cm}^3$
indice dei vuoti	iniziale $e_i$	-	finale $e_f$
grado di saturazione:	iniziale $Sr_i \%$	-	finale $Sr_f \%$
temperatura ambiente T °C	26	pressione verticale	KN/m² 40

formula di calcolo

$$K = \frac{(L_0 - \delta L) a}{A_0 \delta t} \ln \frac{h_0}{h}$$

K = coefficiente di permeabilità

a = sezione buretta graduata in  $\text{cm}^2$

L = altezza provino in cm

$\delta L$  = cedimento provino in cm

$A_0$  = sezione provino in  $\text{cm}^2$

$\delta t$  = intervallo di tempo in sec

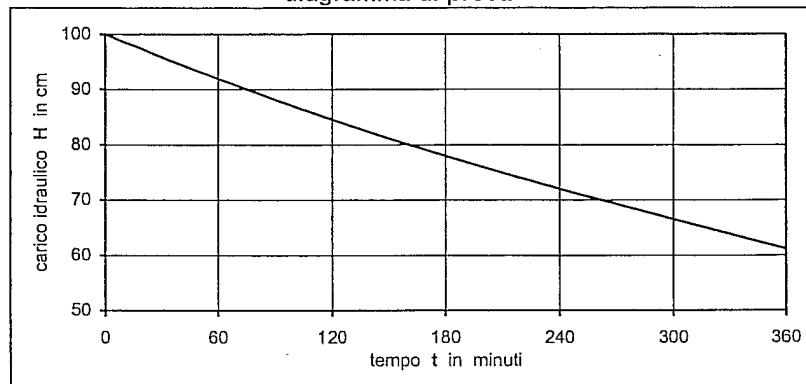
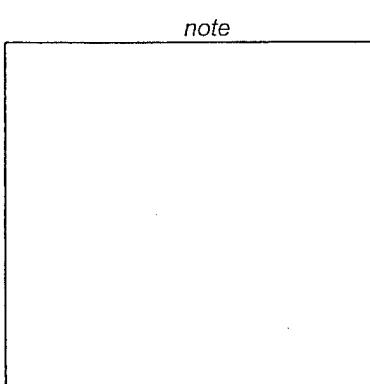
$H_0$  = lettura iniziale del carico idraulico in cm

H = lettura al tempo t in cm

dati di prova

tempo t min	intervallo tempo $\delta t$ sec	carico idraulico h cm	altezza provino L cm	coeff. di permeabilità K m/sec
0	-	100.0	1.82	-
4	240	99.4	1.82	5.7E-09
8	480	98.8	1.82	5.7E-09
16	960	97.8	1.82	5.3E-09
30	1800	95.8	1.82	5.4E-09
60	3600	91.9	1.82	5.3E-09
120	7200	84.6	1.82	5.3E-09
180	10800	78.0	1.82	5.2E-09
240	14400	72.0	1.82	5.2E-09
360	21600	61.1	1.82	5.2E-09

diagramma di prova



coefficiente di permeabilità K m/sec

$0.5 \times 10^{-8}$  GEOTECHNA

il coefficiente di permeabilità è stato determinato considerando l'ultimo intervallo di tempo

GEOTECHNA srl

36040 Torri di Quartesolo (VI)  
Via degli Avieri, 26

Direttore del laboratorio

Renato Bartolomei

tel. 0444 38.94.95 - Fax 0444 26.34.13

Sperimentatore

LAVORATORIO GEOTECNICO AUTORIZZATO

36040 Torri di Quartesolo (VI)  
Via degli Avieri, 26 - P. IVA 00673940243  
tel. 0444 38.94.95 - fax 0444 26.34.13

**2513 NANTO,**      **HVSRI**

Strumento: TRZ-0078/01-10

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: 51

Inizio registrazione: 19/05/25 09:40:55 Fine registrazione: 19/05/25 09:52:55

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

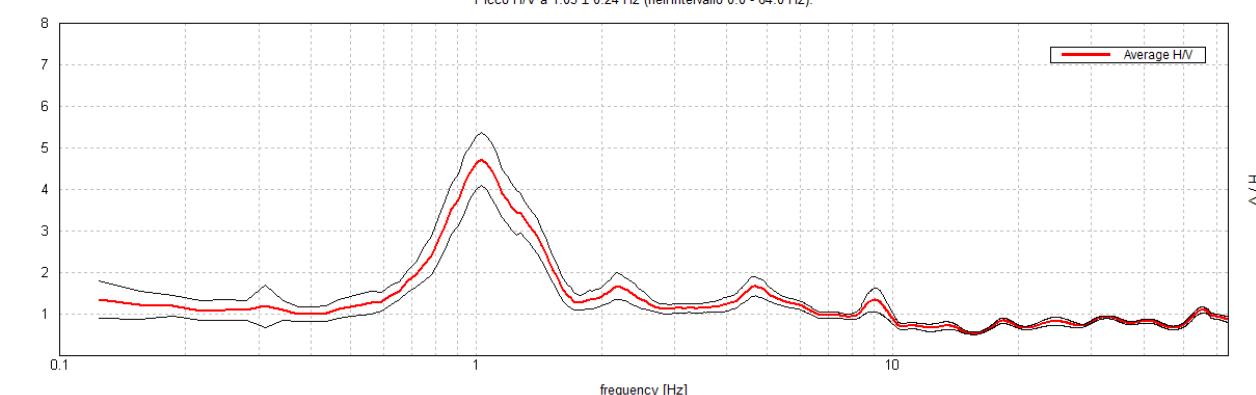
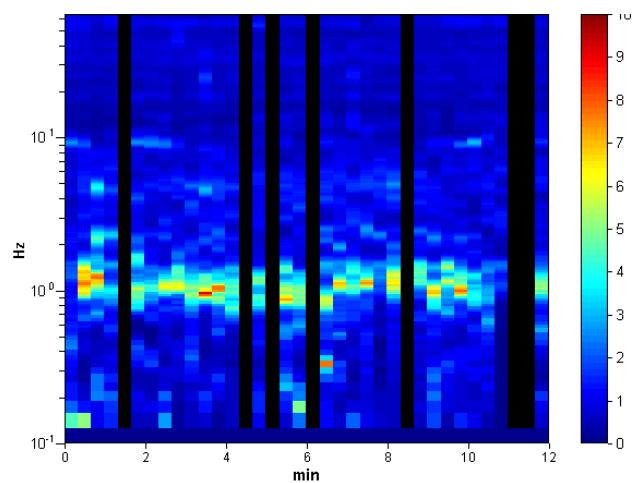
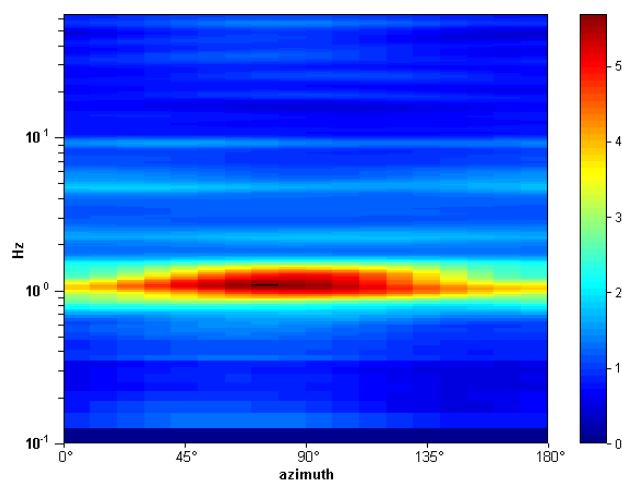
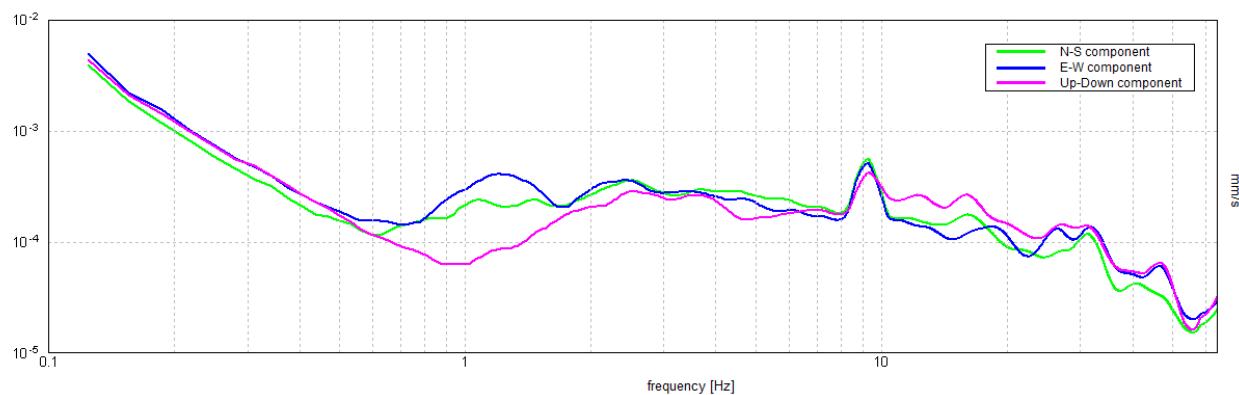
Durata registrazione: 0h12'00".      Analizzato 81% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

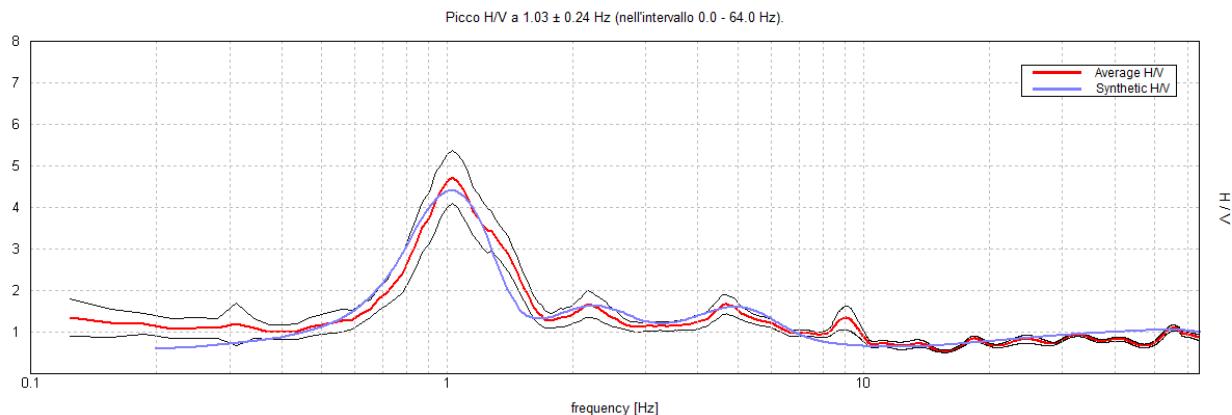
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

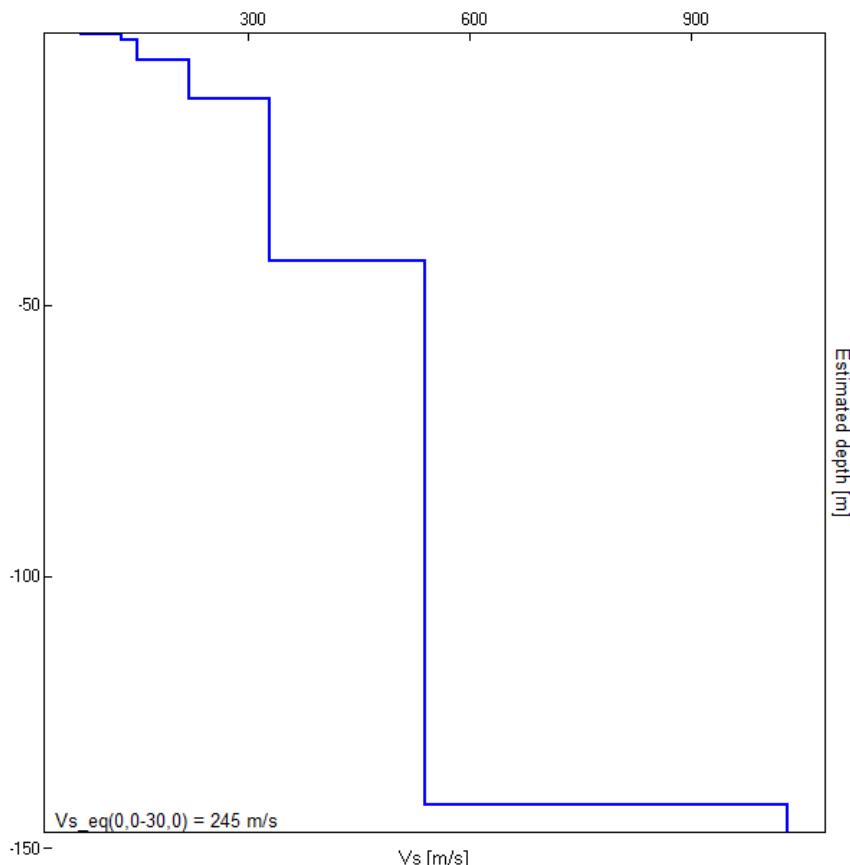
**HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO**Picco H/V a  $1.03 \pm 0.24$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**H/V TIME HISTORY****DIRECTIONAL H/V****SINGLE COMPONENT SPECTRA**

## EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0,30	0,30	75	0,35
1,20	0,90	130	0,35
5,00	3,80	150	0,35
12,00	7,00	220	0,35
42,00	30,00	330	0,35
142,00	100,00	540	0,35
inf.	inf.	1030	0,35

$$Vs_{eq}(0,0-30,0) = 245 \text{ m/s}$$



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

**Picco H/V a  $1.03 \pm 0.24$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

**Criteria for a reliable H/V curve**

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$1,03 > 0,50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$598,1 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 50 times	OK	

**Criteria for a clear H/V peak**

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0,75 Hz	OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1,5 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$4,73 > 2$	OK	
$f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0,23452  < 0,05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0,24185 < 0,10313$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0,6378 < 1,78$	OK	

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

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

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

**2513 NANTO,**      **HVS2**

Strumento: TRZ-0078/01-10

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: 51

Inizio registrazione: 19/05/25 11:26:07 Fine registrazione: 19/05/25 11:46:07

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

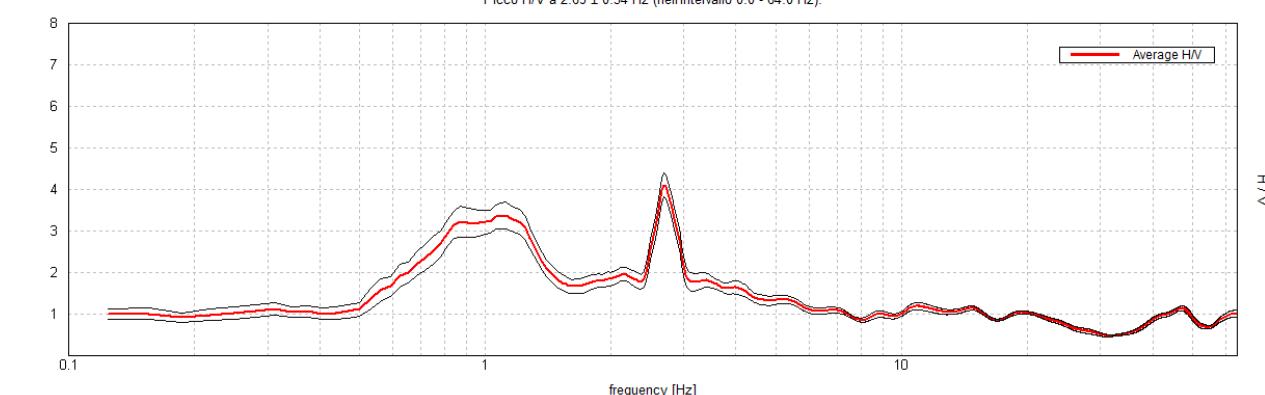
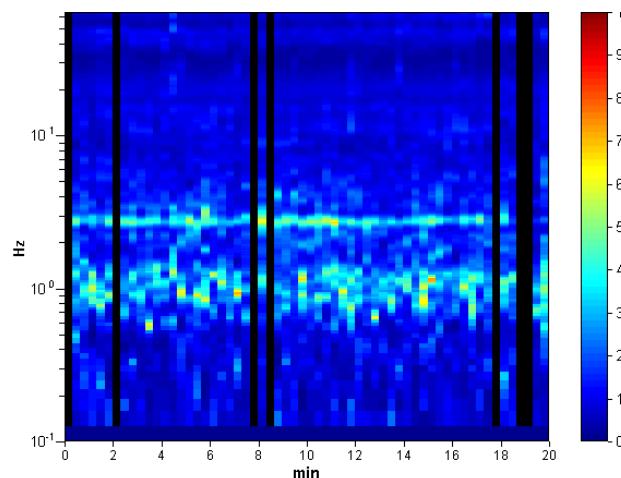
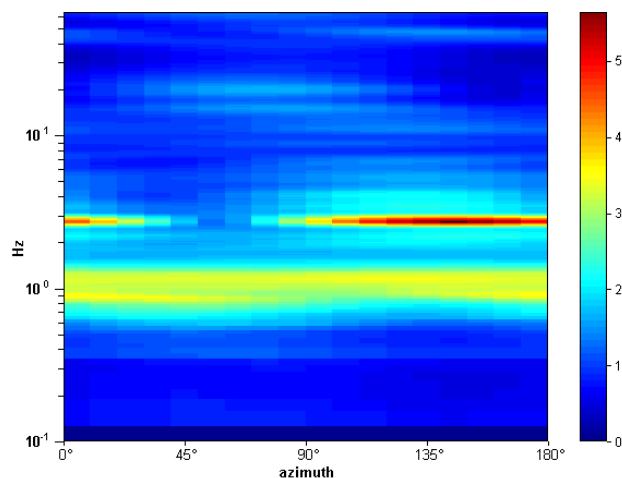
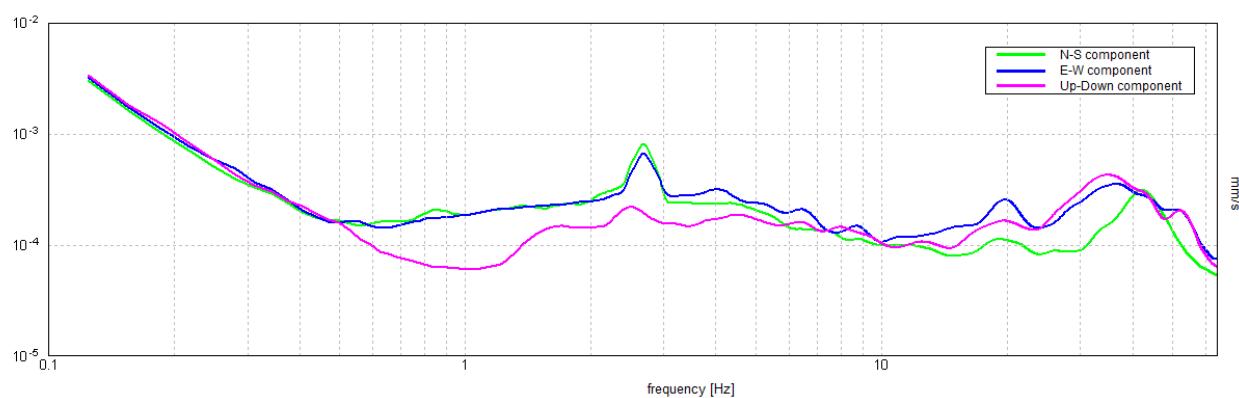
Durata registrazione: 0h20'00".      Analizzato 88% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

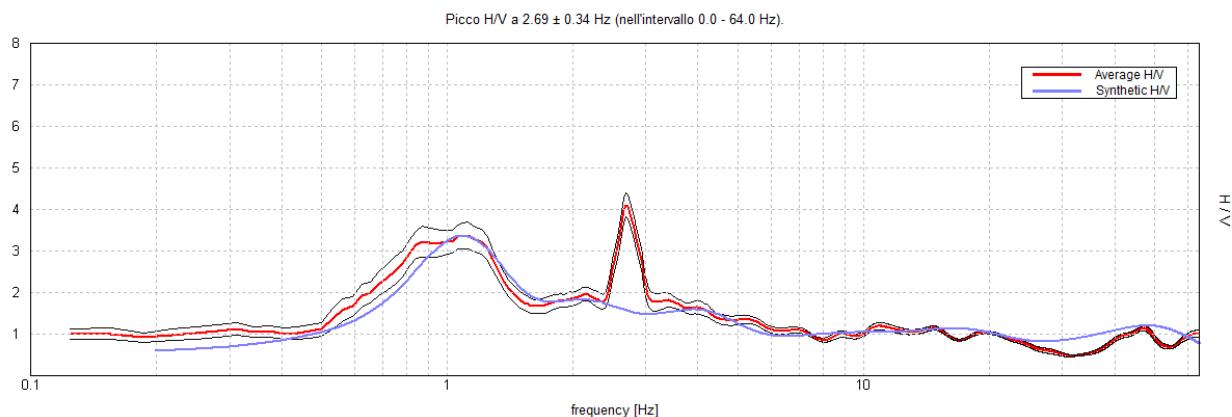
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

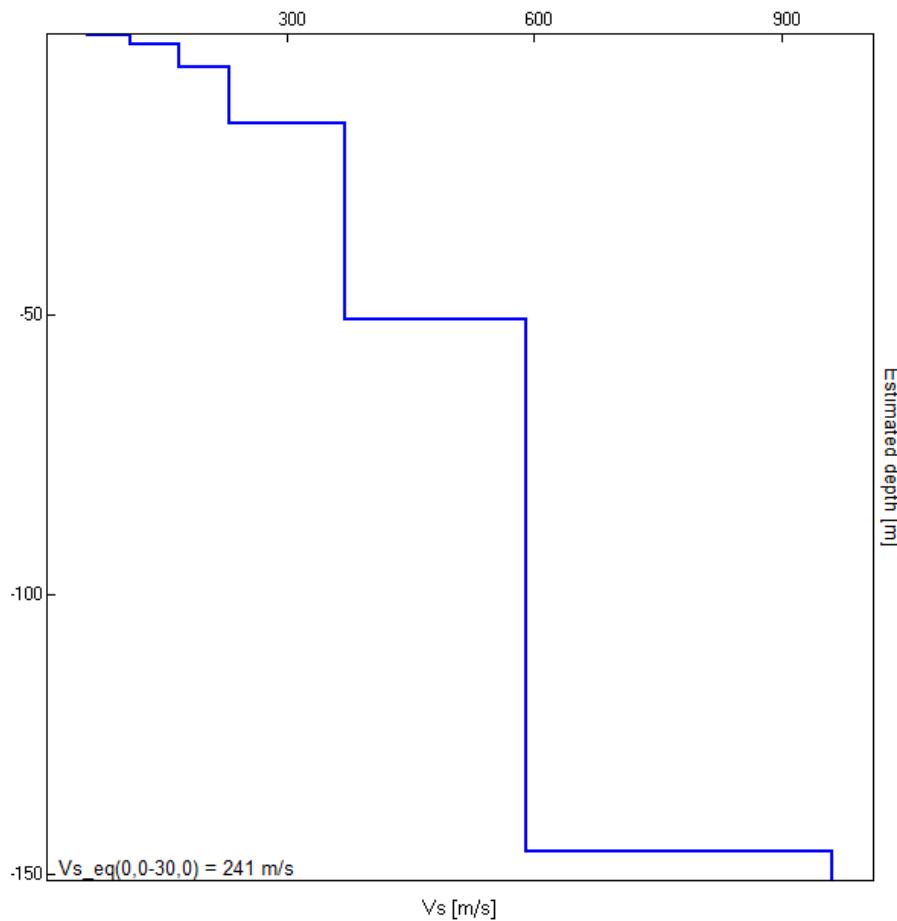
**HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO**Picco H/V a  $2.69 \pm 0.34$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**H/V TIME HISTORY****DIRECTIONAL H/V****SINGLE COMPONENT SPECTRA**

## EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0,30	0,30	60	0,35
1,70	1,40	110	0,35
6,00	4,30	170	0,35
16,00	10,00	230	0,35
51,00	35,00	370	0,35
146,00	95,00	590	0,35
inf.	inf.	960	0,35

$$Vs_{eq}(0,0-30,0) = 241 \text{ m/s}$$



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

**Picco H/V a  $2.69 \pm 0.34$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

**Criteria for a reliable H/V curve**

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$2,69 > 0,50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$2848,8 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 130 times	OK	

**Criteria for a clear H/V peak**

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2,438 Hz	OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3,031 Hz	OK	
$A_0 > 2$	4,11 > 2	OK	
$f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0,12654  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0,34009 < 0,13438$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0,293 < 1,58$	OK	

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

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

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

# VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

## INSERIMENTO DATI CPT:

**Intervallo**

**0,2**

n°	Prof. (m)	resistenza alla punta qc (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistenza laterale fs (kg/cm <sup>2</sup> )	$\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )	q <sub>c1N CS</sub>	rd	MSF	CSR	CRR	Fs
1	0,20	10	0,4	1,6	157,4	0,998	3,413	0,022	0,44	20,26
2	0,40	10	0,4	1,606077	185,4	0,997	3,413	0,022	N.C.	N.C.
3	0,60	12	0,4	1,645629	121,2	0,995	3,413	0,022	0,25	11,27
4	0,80	11	0,666666667	1,726391	190,4	0,994	3,413	0,022	N.C.	N.C.
5	1,00	26	0,466666667	1,712615	110,0	0,992	3,413	0,022	0,20	9,38
6	1,20	15	0,8	1,78241	179,0	0,991	3,413	0,023	N.C.	N.C.
7	1,40	19	0,6	1,760109	121,9	0,989	3,413	0,025	0,25	9,99
8	1,60	33	0,6	1,767752	116,0	0,988	3,413	0,027	0,23	8,50
9	1,80	17	0,733333333	1,79641	156,2	0,986	3,413	0,028	0,43	15,64
10	2,00	22	1	1,837095	175,0	0,985	3,413	0,029	N.C.	N.C.
11	2,20	20	1	1,843649	174,0	0,983	3,413	0,030	N.C.	N.C.
12	2,40	8	0,533333333	1,781387	N.L.	0,982	3,413	0,031	N.L.	N.L.
13	2,60	12	0,533333333	1,787066	N.L.	0,980	3,413	0,032	N.L.	N.L.
14	2,80	37	0,466666667	1,778173	97,8	0,979	3,413	0,033	0,17	5,10
15	3,00	72	1,133333333	1,88081	152,7	0,977	3,413	0,032	0,41	12,68
16	3,20	68	0,8	1,846977	134,5	0,976	3,413	0,033	0,31	9,19
17	3,40	55	0,933333333	1,86904	128,7	0,974	3,413	0,034	0,28	8,28
18	3,60	34	1,733333333	1,944652	194,6	0,972	3,413	0,033	N.C.	N.C.
19	3,80	11	0,2	1,712456	78,1	0,971	3,413	0,037	0,12	3,40
20	4,00	54	1,266666667	1,917456	140,4	0,969	3,413	0,034	0,34	9,84
21	4,20	34	1,2	1,915522	140,8	0,968	3,413	0,035	0,34	9,81
22	4,40	16	1,333333333	1,931827	N.L.	0,966	3,413	0,035	N.L.	N.L.
23	4,60	8	0,266666667	1,757653	N.L.	0,965	3,413	0,037	N.L.	N.L.
24	4,80	18	0,4	1,804561	94,2	0,963	3,413	0,037	0,16	4,27
25	5,00	15	1	1,910261	N.L.	0,962	3,413	0,036	N.L.	N.L.
26	5,20	21	1	1,913863	N.L.	0,960	3,413	0,036	N.L.	N.L.
27	5,40	32	0,733333333	1,882011	106,1	0,959	3,413	0,037	0,19	5,23
28	5,60	62	1,466666667	1,965412	140,2	0,957	3,413	0,036	0,34	9,45
29	5,80	86	1,733333333	1,988632	154,2	0,956	3,413	0,035	0,42	11,88
30	6,00	166	3,2	2,066604	232,2	0,954	3,413	0,035	N.C.	N.C.
31	6,20	115	5,2	2,131158	259,9	0,953	3,413	0,034	N.C.	N.C.
32	6,40	124	3,2	2,073256	204,8	0,951	3,413	0,035	N.C.	N.C.
33	6,60	103	3	2,068435	192,1	0,950	3,413	0,035	N.C.	N.C.
34	6,80	126	1,333333333	1,973171	160,6	0,948	3,413	0,036	N.C.	N.C.
35	7,00	10	0,533333333	1,870364	N.L.	0,946	3,413	0,038	N.L.	N.L.
36	7,20	23	1,266666667	1,972825	N.L.	0,945	3,413	0,036	N.L.	N.L.
37	7,40	53	1,4	1,987489	130,6	0,943	3,413	0,036	0,29	7,93
38	7,60	25	0,866666667	1,933759	N.L.	0,942	3,413	0,037	N.L.	N.L.
39	7,80	10	0,733333333	1,917036	N.L.	0,940	3,413	0,037	N.L.	N.L.
40	8,00	22	0,8	1,929594	N.L.	0,939	3,413	0,037	N.L.	N.L.
41	8,20	87	1,733333333	2,02381	140,7	0,937	3,413	0,036	0,34	9,43
42	8,40	48	1,066666667	1,968172	112,8	0,936	3,413	0,037	0,21	5,81
43	8,60	12	0,733333333	1,926783	N.L.	0,934	3,413	0,037	N.L.	N.L.
44	8,80	124	3,866666667	2,131462	203,0	0,933	3,413	0,035	N.C.	N.C.
45	9,00	183	3,866666667	2,133978	220,3	0,931	3,413	0,035	N.C.	N.C.
46	9,20	220	4,933333333	2,167908	253,2	0,930	3,413	0,034	N.C.	N.C.
47	9,40	223	7,266666667	2,221394	288,5	0,925	3,413	0,034	N.C.	N.C.
48	9,60	71	1,533333333	2,025664	127,1	0,920	3,413	0,036	0,27	7,56
49	9,80	15	1,133333333	1,991434	N.L.	0,914	3,413	0,036	N.L.	N.L.
50	10,00	12	0,533333333	1,905421	N.L.	0,909	3,413	0,037	N.L.	N.L.

n°	z	resistenza alla punta qc (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistenza laterale fs (kg/cm <sup>2</sup> )	$\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )	q <sub>c1N CS</sub>	rd	MSF	CSR	CRR	Fs
51	10,20	67	1	1,980748	104,7	0,904	3,413	0,036	0,19	5,18
52	10,40	156	4,2	2,161099	206,2	0,898	3,413	0,034	N.C.	N.C.
53	10,60	212	9,266666667	2,268495	308,7	0,893	3,413	0,032	N.C.	N.C.
54	10,80	78	1	1,986817	105,5	0,888	3,413	0,036	0,19	5,33
55	11,00	11	0,866666667	1,971774	N.L.	0,883	3,413	0,036	N.L.	N.L.
56	11,20	8	0,466666667	1,901725	N.L.	0,877	3,413	0,037	N.L.	N.L.
57	11,40	10	0,4	1,886017	N.L.	0,872	3,413	0,037	N.L.	N.L.
58	11,60	15	0,466666667	1,905331	N.L.	0,867	3,413	0,036	N.L.	N.L.
59	11,80	13	0,466666667	1,907095	N.L.	0,861	3,413	0,036	N.L.	N.L.
60	12,00	16	0,4	1,89126	N.L.	0,856	3,413	0,036	N.L.	N.L.
61	12,20	9	0,2	1,815846	N.L.	0,851	3,413	0,037	N.L.	N.L.
62	12,40	9	0,266666667	1,849096	N.L.	0,845	3,413	0,037	N.L.	N.L.
63	12,60	19	0,4	1,896284	N.L.	0,840	3,413	0,036	N.L.	N.L.
64	12,80	23	0,8	1,97851	N.L.	0,835	3,413	0,034	N.L.	N.L.
65	13,00	24	2,533333333	2,121984	N.L.	0,830	3,413	0,032	N.L.	N.L.
66	13,20	36	1,4	2,049514	N.L.	0,824	3,413	0,033	N.L.	N.L.
67	13,40	13	0,733333333	1,973145	N.L.	0,819	3,413	0,034	N.L.	N.L.
68	13,60	15	0,533333333	1,937375	N.L.	0,814	3,413	0,034	N.L.	N.L.
69	13,80	25	0,933333333	2,005137	N.L.	0,808	3,413	0,033	N.L.	N.L.
70	14,00	34	0,4	1,907256	71,4	0,803	3,413	0,034	0,11	3,34
71	14,20	61	2,133333333	2,110416	N.L.	0,798	3,413	0,031	N.L.	N.L.
72	14,40	92	1,466666667	2,065091	114,9	0,792	3,413	0,031	0,22	7,03
73	14,60	72	0,733333333	1,982475	87,4	0,787	3,413	0,032	0,14	4,39
74	14,80	45	1,6	2,079042	N.L.	0,782	3,413	0,031	N.L.	N.L.
75	15,00	40	1,466666667	2,069751	N.L.	0,777	3,413	0,031	N.L.	N.L.
76	15,20				N.C.	0,771	3,413		N.C.	N.C.
77	15,40				N.C.	0,766	3,413		N.C.	N.C.
78	15,60				N.C.	0,761	3,413		N.C.	N.C.
79	15,80				N.C.	0,755	3,413		N.C.	N.C.
80	16,00				N.C.	0,750	3,413		N.C.	N.C.
81	16,20				N.C.	0,745	3,413		N.C.	N.C.
82	16,40				N.C.	0,739	3,413		N.C.	N.C.
83	16,60				N.C.	0,734	3,413		N.C.	N.C.
84	16,80				N.C.	0,729	3,413		N.C.	N.C.
85	17,00				N.C.	0,724	3,413		N.C.	N.C.
86	17,20				N.C.	0,718	3,413		N.C.	N.C.
87	17,40				N.C.	0,713	3,413		N.C.	N.C.
88	17,60				N.C.	0,708	3,413		N.C.	N.C.
89	17,80				N.C.	0,702	3,413		N.C.	N.C.
90	18,00				N.C.	0,697	3,413		N.C.	N.C.
91	18,20				N.C.	0,692	3,413		N.C.	N.C.
92	18,40				N.C.	0,686	3,413		N.C.	N.C.
93	18,60				N.C.	0,681	3,413		N.C.	N.C.
94	18,80				N.C.	0,676	3,413		N.C.	N.C.
95	19,00				N.C.	0,671	3,413		N.C.	N.C.
96	19,20				N.C.	0,665	3,413		N.C.	N.C.
97	19,40				N.C.	0,660	3,413		N.C.	N.C.
98	19,60				N.C.	0,655	3,413		N.C.	N.C.
99	19,80				N.C.	0,649	3,413		N.C.	N.C.
100	20,00				N.C.	0,644	3,413		N.C.	N.C.

# VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

## DATI INSERITI

$H_{\text{falda}} = 1,08$

$a_{\max/g} = 0,115$

$R = 21,5$   
 $M_w = 5,17$



## TEORIE DI CALCOLO

[ROBERTSON E WRIDE \(1998\)](#)

## DATI CPT INSERITI

n°	Profondità z(m)	resistenza alla punta qc (kg/cm²)	Resistenza laterale fs (kg/cm²)
1	0,20	10	0,40
2	0,40	10	0,40
3	0,60	12	0,40
4	0,80	11	0,67
5	1,00	26	0,47
6	1,20	15	0,80
7	1,40	19	0,60
8	1,60	33	0,60
9	1,80	17	0,73
10	2,00	22	1,00
11	2,20	20	1,00
12	2,40	8	0,53
13	2,60	12	0,53
14	2,80	37	0,47
15	3,00	72	1,13
16	3,20	68	0,80
17	3,40	55	0,93
18	3,60	34	1,73
19	3,80	11	0,20
20	4,00	54	1,27
21	4,20	34	1,20
22	4,40	16	1,33
23	4,60	8	0,27
24	4,80	18	0,40
25	5,00	15	1,00

n°	Profondità z(m)	resistenza alla punta qc (kg/cm²)	Resistenza laterale fs (kg/cm²)
26	5,20	21	1,00
26	5,40	32	0,73
28	5,60	62	1,47
29	5,80	86	1,73
30	6,00	166	3,20
31	6,20	115	5,20
32	6,40	124	3,20
33	6,60	103	3,00
34	6,80	126	1,33
35	7,00	10	0,53
36	7,20	23	1,27
37	7,40	53	1,40
38	7,60	25	0,87
39	7,80	10	0,73
40	8,00	22	0,80
41	8,20	87	1,73
42	8,40	48	1,07
43	8,60	12	0,73
44	8,80	124	3,87
45	9,00	183	3,87
46	9,20	220	4,93
47	9,40	223	7,27
48	9,60	71	1,53
49	9,80	15	1,13
50	10,00	12	0,53

n°	Profondità z(m)	resistenza alla punta qc (kg/cm²)	Resistenza laterale fs (kg/cm²)
51	10,20	67	1,00
52	10,40	156	4,20
53	10,60	212	9,27
54	10,80	78	1,00
55	11,00	11	0,87
56	11,20	8	0,47
57	11,40	10	0,40
58	11,60	15	0,47
59	11,80	13	0,47
60	12,00	16	0,40
61	12,20	9	0,20
62	12,40	9	0,27
63	12,60	19	0,40
64	12,80	23	0,80
65	13,00	24	2,53
66	13,20	36	1,40
67	13,40	13	0,73
68	13,60	15	0,53
69	13,80	25	0,93
70	14,00	34	0,40
71	14,20	61	2,13
72	14,40	92	1,47
73	14,60	72	0,73
74	14,80	45	1,60
75	15,00	40	1,47

Int.	0,2
76	15,20
77	15,40
78	15,60
79	15,80
80	16,00
81	16,20
82	16,40
83	16,60
84	16,80
85	17,00
86	17,20
87	17,40
88	17,60
89	17,80
90	18,00
91	18,20
92	18,40
93	18,60
94	18,80
95	19,00
96	19,20
97	19,40
98	19,60
99	19,80
100	20,00

Committente: **GRASSI PIETRE SRL**

Riferimento: **DISCARICA RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI**

Località: **VIA MODONETTA, NANTO**

Oggetto: **INDAGINE GEOLOGICA**

Prov. **VI**

[INSEGNIMENTO DATI CPT](#)

[HOME](#)

[ANALISI](#)

[GRAFICI](#)

Committente: **GRASSI PIETRE SRL**  
 Riferimento: **DISCARICA RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI**  
 Località: **VIA MODONETTA, NANTO**  
 Oggetto: **INDAGINE GEOLOGICA**

Prov.: VI

# ANALISI



Metodi che utilizzano Prove		Fattore di sicurezza		Magnitudo di riferimento		Indice del Potenziale		Rischio liquefazione			
Statiche (CPT)		(Fs)		(Mw)		di Liquefazione ( $IP_L$ )		Iwasaki et al. (1978)			
Robertson e Wride (1998)	> 1,0	> 1,25 (NTC 08)		5,17		0,000		Molto Basso			
Prof. (m)	Ic (n=1) valore	Classificazione	Ic (n=0,5) valore	Classificazione	Ic (n=0,75) valore	Verificare campione in lab.	Ic utilizzato valore	Fs valore			
0,20	2,07	Granulare	2,51	NPGranulare	2,27	--	2,51	20,26			
0,40	2,23	Granulare	2,62	PLimoso	2,41	C.Cinese	2,41	N.C.			
0,60	2,23	Granulare	2,57	NPGranulare	2,40	--	2,57	11,27			
0,80	2,55	Granulare	2,84	PLimoso	2,69	C.Cinese	2,69	N.C.			
1,00	1,96	Granulare	2,23	NPGranulare	2,09	--	2,23	9,38			
1,20	2,53	Granulare	2,76	PLimoso	2,64	C.Cinese	2,64	N.C.			
1,40	2,30	Granulare	2,54	NPGranulare	2,42	--	2,54	9,99			
1,60	1,98	Granulare	2,21	NPGranulare	2,09	--	2,21	8,50			
1,80	2,49	Granulare	2,70	PLimoso	2,59	C.Cinese	2,59	15,64			
2,00	2,46	Granulare	2,64	PLimoso	2,55	C.Cinese	2,55	N.C.			
2,20	2,53	Granulare	2,72	PLimoso	2,62	C.Cinese	2,62	N.C.			
2,40	2,92	Argilloso	3,11	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.			
2,60	2,68	Argilloso	2,86	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.			
2,80	1,94	Granulare	2,13	NPGranulare	2,03	--	2,13	5,10			
3,00	1,85	Granulare	2,00	NPGranulare	1,92	--	2,00	12,68			
3,20	1,78	Granulare	1,93	NPGranulare	1,85	--	1,93	9,19			
3,40	1,98	Granulare	2,12	NPGranulare	2,05	--	2,12	8,28			
3,60	2,51	Granulare	2,63	PLimoso	2,57	C.Cinese	2,57	N.C.			
3,80	2,53	Granulare	2,70	PLimoso	2,62	C.Cinese	2,62	3,40			
4,00	2,14	Granulare	2,25	NPGranulare	2,19	--	2,25	9,84			
4,20	2,42	Granulare	2,53	NPGranulare	2,47	--	2,53	9,81			
4,40	2,95	Argilloso	3,05	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.			
4,60	2,89	Argilloso	3,03	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.			
4,80	2,50	Granulare	2,62	PLimoso	2,56	C.Cinese	2,56	4,27			
5,00	2,93	Argilloso	3,02	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.			
5,20	2,72	Argilloso	2,81	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.			
5,40	2,36	Granulare	2,45	NPGranulare	2,41	--	2,45	5,23			
5,60	2,19	Granulare	2,26	NPGranulare	2,23	--	2,26	9,45			
5,80	2,06	Granulare	2,11	NPGranulare	2,09	--	2,11	11,88			
6,00	1,88	Granulare	1,92	NPGranulare	1,90	--	1,92	N.C.			
6,20	2,30	Granulare	2,33	NPGranulare	2,31	--	2,33	N.C.			
6,40	2,08	Granulare	2,11	NPGranulare	2,09	--	2,11	N.C.			
6,60	2,18	Granulare	2,21	NPGranulare	2,19	--	2,21	N.C.			

N.C. = Non Calcolabile  
 N.L. = Non Liquefacibile  
 Plimoso = Terreno Limoso e possibilmente Plasticoo  
 NPGranulare = Terreno non Plasticoo di natura granulare

Argilloso = Terreno Argilloso  
 C.Cinese = Criteri Cinese  
 Granulare = Terreno Granulare  
 -- = Nessun Criterio

HOME

INSERIMENTO DATI CPT

DATI CPT

GRAFICI

Revisione n° 5	MODULO ELABORAZIONE DATI	12-dic-08
PORTANZA DEL COMPLESSO TERRENO - FONDAZIONE		
Committente:	GRASSI PIETRE SRL	Data: 16 giugno 2025
Località:	Via Modonetta, Nanto (VI)	Riferimento: 2513-126

**MARCATO**  
studio di geologia

# FONDAZIONE DIRETTA CONTINUA

Posa in LIMI E ARGILLE (Orizzonte A)

CONDIZIONI STATICHE

## METODO DI TERZAGHI-MEYERHOF

Espressione di riferimento

$$q_d = 0,5 \gamma' B N_\gamma I_\gamma j_\gamma z_\gamma + \gamma D N_q I_q j_q z_q \cos\beta + c N_c I_c J_c z_c$$

Schema generale	Parametri del terreno	Parametri della fondazione
	$\gamma = 17,00 \text{ kN/m}^3$ $\gamma' = 7,00 \text{ kN/m}^3$ $\Phi = 0,00 \text{ gradi}$ $c = 57,30 \text{ kN/m}^2$ Fatt. Riduzione $\Phi = 1,00$ Fatt. Riduzione $C = 1,00$ $\Phi_{SLU} = 0,00 \text{ gradi}$ $c_{SLU} = 57,30 \text{ kN/m}^2$ Coeffienti sismici orizzontale e verticale $k_h = 0,000$ $k_v = 0,000$ Fattori correttivi sismici $z_\gamma = 1,000$ $z_q = 1,000$ $z_c = 1,000$	$\beta = 0,00 \text{ gradi}$ $\sigma = 0,00 \text{ gradi}$ Fattori di capacità portante $N_\gamma = 0,00$ $N_q = 1,00$ $N_c = 5,14$ Fattori dell'inclinazione di base $I_\gamma = 1,00$ $I_q = 1,00$ $I_c = 1,00$ Fattori del pendio $j_\gamma = 1,00$ $j_q = 1,00$ $j_c = 1,00$ Parametri del pendio

Approccio 2	Fattore di Sicurezza o di Riduzione azioni ed effetti sulle azioni	1,00
A1 + M1 + R3 (DM 17.01.2018)	Fattore di riduzione delle resistenze	2,30

LARGH.BASE [B] (m)	PROF. POSA [D] (m)	CARICO LIMITE [q <sub>d</sub> ] (kN / m <sup>2</sup> )	PONTANZA [q <sub>SLU</sub> ] (kN / m <sup>2</sup> )	PONTANZA [q <sub>SLU</sub> ] (kg / cm <sup>2</sup> )	PONTANZA LINEARE (kN / m)
10,50	0,20	298	130	1,32	1360,6
11,50	0,20	298	130	1,32	1490,1
12,50	0,20	298	130	1,32	1619,7
13,50	0,20	298	130	1,32	1749,3
14,50	0,20	298	130	1,32	1878,9
10,50	0,40	301	131	1,34	1376,1
11,50	0,40	301	131	1,34	1507,1
12,50	0,40	301	131	1,34	1638,2
13,50	0,40	301	131	1,34	1769,2
14,50	0,40	301	131	1,34	1900,3
10,50	0,60	305	133	1,35	1391,6
11,50	0,60	305	133	1,35	1524,1
12,50	0,60	305	133	1,35	1656,7
13,50	0,60	305	133	1,35	1789,2
14,50	0,60	305	133	1,35	1921,7

Revisione n° 5

MODULO ELABORAZIONE DATI

12-dic-08

## PORTANZA DEL COMPLESSO TERRENO - FONDAZIONE

**MARCATO**  
studio di geologia

Committente: GRASSI PIETRE SRL

Data: 16 giugno 2025

Località: Via Modonetta, Nanto (VI)

Riferimento: 2513-126

**FONDAZIONE DIRETTA CONTINUA**

Posa in LIMI E ARGILLE (Orizzonte A)

CONDIZIONI DINAMICHE

**METODO DI TERZAGHI-MEYERHOF**

Espressione di riferimento

$$q_d = 0,5 \gamma' B N_\gamma I_\gamma j_\gamma z_\gamma + \gamma D N_q I_q j_q z_q \cos\beta + c N_c I_c J_c z_c$$

Schema generale	Parametri del terreno	Parametri della fondazione
	$\gamma = 17,00 \text{ kN/m}^3$ $\gamma' = 7,00 \text{ kN/m}^3$ $\Phi = 0,00 \text{ gradi}$ $c = 57,30 \text{ kN/m}^2$ Fatt. Riduzione $\Phi = 1,00$ Fatt. Riduzione $C = 1,00$ $\Phi_{SLU} = 0,00 \text{ gradi}$ $c_{SLU} = 57,30 \text{ kN/m}^2$ Coeffienti sismici orizzontale e verticale $k_h = 0,042$ $k_v = 0,021$ Fattori correttivi sismici $z_\gamma = 0,804$ $z_q = 0,804$ $z_c = 0,987$	$\beta = 0,00 \text{ gradi}$ $\sigma = 0,00 \text{ gradi}$ Fattori di capacità portante $N_\gamma = 0,00$ $N_q = 1,00$ $N_c = 5,14$ Fattori dell'inclinazione di base $I_\gamma = 1,00$ $I_q = 1,00$ $I_c = 1,00$ Fattori del pendio $j_\gamma = 1,00$ $j_q = 1,00$ $j_c = 1,00$ Parametri del pendio

Approccio 2	Fattore di Sicurezza o di Riduzione azioni ed effetti sulle azioni	1,00
A1 + M1 + R3 (DM 17.01.2018)	Fattore di riduzione delle resistenze	2,30

LARGH.BASE [B] (m)	PROF. POSA [D] (m)	CARICO LIMITE [q <sub>d</sub> ] (kN / m <sup>2</sup> )	PONTANZA [q <sub>SLU</sub> ] (kN / m <sup>2</sup> )	PONTANZA [q <sub>SLU</sub> ] (kg / cm <sup>2</sup> )	PONTANZA LINEARE (kN / m)
10,50	0,20	293	128	1,30	1339,6
11,50	0,20	293	128	1,30	1467,2
12,50	0,20	293	128	1,30	1594,8
13,50	0,20	293	128	1,30	1722,4
14,50	0,20	293	128	1,30	1849,9
10,50	0,40	296	129	1,31	1352,1
11,50	0,40	296	129	1,31	1480,9
12,50	0,40	296	129	1,31	1609,6
13,50	0,40	296	129	1,31	1738,4
14,50	0,40	296	129	1,31	1867,2
10,50	0,60	299	130	1,32	1364,6
11,50	0,60	299	130	1,32	1494,5
12,50	0,60	299	130	1,32	1624,5
13,50	0,60	299	130	1,32	1754,4
14,50	0,60	299	130	1,32	1884,4

ME3	MODULO ELABORAZIONE DATI	Revisione 3
CED-2	CEDIMENTI ASSOLUTI IN BASE AL MODULO EDOMETRICO	01/02/02

Committente: GRASSI PIETRE SRL	Data: 16-giu-25
Località: Via Madonetta, Nanto (VI)	Riferimento: 2513-126

Espressione $\Delta H = 1/E_d \times \Delta P \times H$	$\Delta H$ = Cedimento $E_d$ = Modulo Edometrico	$\Delta P$ = Sovraccarico locale $H$ = Spessore strato cedevole
--	---	--

Verticale in esame: CPT1	Fondazione superficiale continua					
Carico unitario applicato ( $q_a$ ): 60,000 kN/m <sup>2</sup>				Sovraccarico effettivo ( $Q_r$ ):	53,120 kN/m <sup>2</sup>	
Larghezza base (B): 12,500 m				Peso specifico terreno ( $\gamma$ ):	17,200 kN/m <sup>3</sup>	
Profondità posa (D): 0,400 m				tan 60°:	1,732 gradi	
PROFONDITA'	da (m)	a (m)	media (m)	H (m)	$E_d$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\Delta P$ (kN/m <sup>2</sup> )
0,400	2,600	1,500	2,200	6.000	48,220	0,018
4,200	5,200	4,700	1,000	5.100	38,018	0,007
6,800	8,000	7,400	1,200	11.000	32,260	0,004
9,600	10,000	9,800	0,400	4.400	28,432	0,003
10,800	13,800	12,300	3,000	5.600	25,304	0,014
CEDIMENTO TOTALE						0,045 4,479

Verticale in esame: CPT2	Fondazione superficiale continua					
Carico reale dell'edificio: 60,000 kN/m <sup>2</sup>				Sovraccarico effettivo ( $Q_r$ ):	53,080 kN/m <sup>2</sup>	
Larghezza base (B): 12,500 m				Peso specifico terreno ( $\gamma$ ):	17,300 kN/m <sup>3</sup>	
Profondità posa (D): 0,400 m				tan 60°:	1,732 gradi	
PROFONDITA'	da (m)	a (m)	media (m)	H (m)	$E_d$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\Delta P$ (kN/m <sup>2</sup> )
0,400	2,600	1,500	2,200	4.300	48,184	0,025
4,200	5,600	4,900	1,400	14.000	37,494	0,004
6,600	7,600	7,100	1,000	8.100	32,787	0,004
9,400	10,000	9,700	0,600	3.600	28,551	0,005
10,800	13,800	12,300	3,000	5.600	25,285	0,014
CEDIMENTO TOTALE						0,051 5,075

Cedimento (cm)	Distanza	Cedimento	Distorsione	Limiti ammissibili
CPT1	CPT2	(cm)	diff. (cm)	(Bjerrum, 1963)
4,479	5,075	600,000	0,596	9,93,E-04 < 1 / 770 (Limite per edifici con macchinari industriali)

**Legenda limiti ammissibili (Bierrum, 1963)**

- |  |   |
|--|---|
| > 1 / 250 (Lim max accett.le di inclinaz. per edifici alti e rigidi) | < 1 / 500 (Limite per edifici che non ammettono fessurazioni) |
| < 1 / 250 (Lim max accett.le di inclinaz. per edifici alti e rigidi) | < 1 / 600 (Limite per strutture diagonali)                    |
| < 1 / 300 (Limite di inizio prime fessurazioni su pareti)            | < 1 / 770 (Limite per edifici con macchinari industriali)     |

Committente: GRASSI PIETRE SRL	Riferimento: 2513-126
Progetto: DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1)	Località: VIA MADONETTA 2, NANTO (VI)
Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e geosismica	Data Editing: GIUGNO 2025



Committente: GRASSI PIETRE SRL	Riferimento: 2513-126
Progetto: DISCARICA DI RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI, CON OPERAZIONI DI SMALTIMENTO (D1)	Località: VIA MADONETTA 2, NANTO (VI)
Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e geosismica	Data Editing: GIUGNO 2025

