

REGIONE LOMBARDIA
PROVINCIA DI BRESCIA

COMUNE di PONCARALE



Progetto di nuovo insediamento produttivo finalizzato alla vendita all'ingrosso di prodotti farmaceutici

secondo la procedura SUAP di cui all'art. 8 del DPR 160/2010 e s.m.i. e all'art. 97 della L.R. 12/2005 e s.m.i.

PROPONENTE

ASCA COSTRUZIONI SRL

Via Mulini, n.114/A - 25039 Travagliato (Bs)

P.IVA e C.F. 03802810980

PEC ascacostruzionisrl@legalmail.it



UTILIZZATORE

CEF Cooperativa Esercenti Farmacia S.C.R.L.

Via Achille Grandi, n.18 - 25125 Brescia (Bs)

P.IVA e C.F. 00272680174

PEC cefscrl@pec.confcooperative.it



COMPONENTE GEOLOGICA GEOTECNICA

Tavola numero

GE01

RELAZIONE GEOLOGICA

D.G.R. IX/2616 del 30 novembre 2011 e N.T.C. 2018 p.to 6.2.1

RELAZIONE GEOTECNICA

N.T.C. 2018 p.to 6.2.2

Scala

1 : 400

Fase

Data

Aprile 2024

Revisione

PROGETTISTI

PIANO zero p r o g e t t i

S.R.L. STP

Ing. Cesare Bertocchi
Arch. Cristian Piovanelli
Pian. Alessandro Martinelli
Ing. Ilaria Garletti

via Palazzo n.5, 25081 Bedizzole (BS)

Tel. 030 674924

email: info@pianozeroprogetti.it

PEC: pianozeroprogettisrlstp@legalmail.it

P.IVA: 04259650986

RESPONSABILI COMMESSA

Pian. Alessandro Martinelli
Arch. Cristian Piovanelli

PROGETTISTI COMPONENTE SPECILISTICA



Dott. Geol. Marco Carraro

Via Malogno n.2, 25036 Palazzolo s/O

Tel. 030.7402007

email: info@ecosphera.net

Soc. Asca Costruzioni S.r.l.

Via Mulini, 114/A
25039 Travagliato (BS)

Progetto nuovo compendio produttivo a margine della SS 45 bis,
25020 Poncarale bs (cod. G818, BS)

Foglio 16 Mappali 217-219-220-221

(SUAP Asca Poncarale - art. 8 DPR 160/2010 e smi e art. 97 LR 12/2005)

RELAZIONE GEOLOGICA

D.G.R. IX/2616 del 30 novembre 2011 e N.T.C. 2018 p.to 6.2.1

RELAZIONE GEOTECNICA

N.T.C. 2018 p.to 6.2.2



ecosphera s.r.l. - via Malogno, 2 - 25036 Palazzolo sull'Oglio (BS) - Tel. 030.7402007 - 030.7401749 - Fax
030.7402017 - www.ecosphera.net - [mail:info@ecosphera.net](mailto:info@ecosphera.net)



Data emissione	01/2024
Commessa	23/2983-86
File	J:\Geotecnica\Prov_BS\PONCARALE\2024\ASCA costruzioni\RelGeoGeot 2023-10 ASCA Costruzioni.docx
Referente	Dott. Carraro Marco

INDICE

1. PREMESSA	3
2. GEOLOGIA	5
2.1. GEOLITOLOGIA E GEOMORFOLOGIA	5
2.2. IDROGRAFIA	7
2.2.1. INQUADRAMENTO DEL RETICOLO IDRICO DA STUDIO COMUNALE	7
2.2.2. RILIEVO PLANO-ALTIMETRICO E FOTOGRAFICO DI DETTAGLIO	8
2.2.3. CONFRONTO TRA IL RILIEVO DI DETTAGLIO E LO STUDIO COMUNALE	11
2.3. IDROGEOLOGIA	13
2.4. VINCOLI, SINTESI E FATTIBILITÀ GEOLOGICA	15
2.5. APPROFONDIMENTO VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA – APP 2	17
3. PERICOLOSITÀ SISMICA	22
3.1. PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	22
3.2. APPROFONDIMENTO SISMICO DA PIANIFICAZIONE COMUNALE	23
3.3. INDAGINE SISMICA SITO-SPECIFICA	25
3.3.1. MASW	26
3.3.1. HVSr	26
3.3.2. Elaborazione indagine sismica	28
3.4. APPROFONDIMENTO DI II LIVELLO RELATIVO AL SITO IN STUDIO – APP 5	29
3.5. CATEGORIA SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE TOPOGRAFICA	31
3.6. PARAMETRI SISMICI DI SITO	33
4. APPROFONDIMENTO GEOTECNICO	34
4.1. ACQUISIZIONE DATI – APP4	34
4.1.1. Documentazione fotografica prove penetrometriche (DPSH)	35
4.1.2. Trincee esplorative	36
4.2. VALORI CARATTERISTICI E DI PROGETTO DEI PARAMETRI GEOTECNICI	38
4.3. CALCOLI AGLI STATI LIMITE	39
4.3.1. Dati geometrici e azioni sulle fondazioni	39
4.3.2. Calcoli agli Stati Limite Ultimi (SLU)	39
4.3.3. Calcoli agli Stati Limite di Esercizio (SLE)	43
4.4. VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI IN CONDIZIONI SISMICHE	44

ALLEGATI

- Diagrammi prove DPSH
- Report MASW e modello geofisico
- Foto e stratigrafie trincee esplorative

1. PREMESSA

Su incarico della Società Asca Costruzioni S.r.l. con Sede legale in via Mulini n. 114/A nel comune di Travagliato (BS), è stata redatta la presente Relazione Geologica ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30 novembre 2011 e delle N.T.C. 2018 p.to 6.2.1 e Relazione Geotecnica ai sensi delle N.T.C. 2018 p.to 6.2.2 a supporto del progetto “Nuovo compendio produttivo” da realizzare a margine della SS 45 bis – 25020 Poncarale BS, all’interno dei terreni distinti catastalmente al Foglio 16 Mappali 217-219-220-221 (cod. G818).



Figura 1: Ubicazione sito in studio su foto aerea

Il presente studio è stato condotto ai sensi del cap. 6 delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 dove si legge che la caratterizzazione e modellazione geologica del sito consiste nella ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio (par. 6.2.1 NTC 2018) e ai sensi della DGR IX/2616 del 30 novembre 2011.

L’analisi degli aspetti geologici del sito in esame è stata condotta utilizzando le informazioni rilevate durante i sopralluoghi effettuati ed integrate con le informazioni riportate nello studio geologico comunale redatto a supporto del PGT. Inoltre, sono state effettuate n. 12 prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH), n. 3 trincee esplorative e un’indagine sismica di dettaglio utilizzando le tecniche MASW, HVSR e HOLISURFACE finalizzata alla ricostruzione delle caratteristiche del sottosuolo interessato dall’interazione con le nuove opere.

Trattandosi di indagini di tipo puntuale si premette che il sottoscritto resta disponibile per la verifica all’atto dell’esecuzione degli scavi (con la D.L. e l’impresa esecutrice dei lavori) che le condizioni del sottosuolo descritte nella presente indagine siano proprie di tutta l’area interessata dalla nuova edificazione. Eventuali difformità, con particolare riferimento all’evidenza di ex buche riempite con materiali di riporto con

caratteristiche geotecniche scadenti, che venissero rilevate in fase di esecuzione lavori, si chiede vengano comunicate immediatamente allo scrivente.

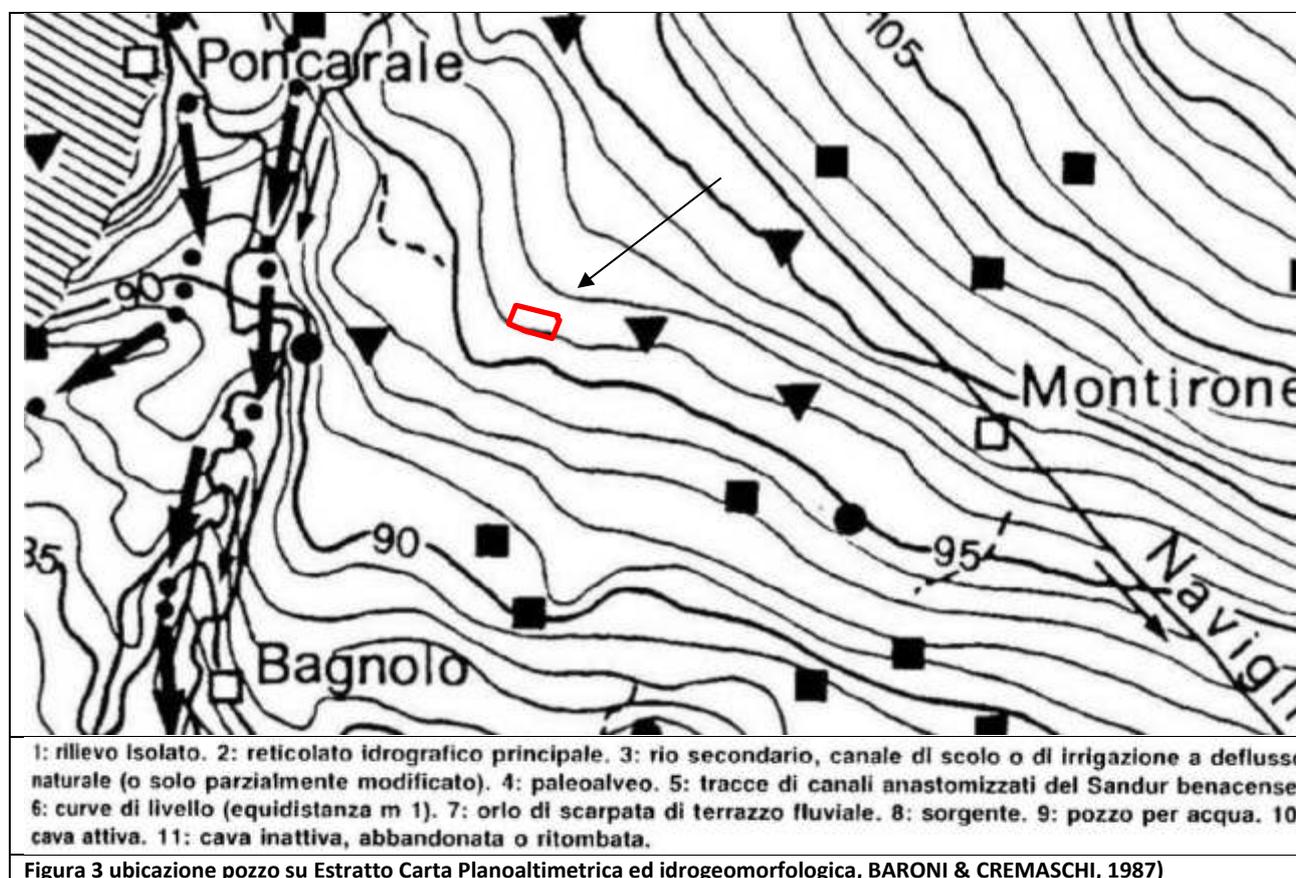


Figura 2: Ubicazione sito in studio su base catastale– WMS Agenzia delle Entrate

2. GEOLOGIA

2.1. GEOLITOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Il sito ricade nel Livello Fondamentale della Pianura (LFP) avente gradiente locale NE→SW pari a circa 4 per mille e quota pc pari a 96 mslm. Dal punto di vista geologico il sito si colloca all'interno dei depositi fluvioglaciali alluvionali pleistocenici - olocenici costituiti da ghiaie sabbiose ricoperte da limi bruni e bruno-giallastri, con rare intercalazioni ghiaiose. Si tratta dei depositi riconducibili al paleoalveo del Fiume Mella che, nelle sue divagazioni, per un certo periodo ha lambito il limite orientale del M. Netto. I suoli variano in relazione alle condizioni morfologiche e litologiche; sono generalmente sottili nelle aree più depresse, a causa della presenza della falda, mentre sono moderatamente profondi o addirittura profondi laddove il drenaggio è buono e la falda è più profonda. Nelle aree maggiormente depresse i suoli contengono orizzonti torbosi. Il territorio pianeggiante di Poncarale si trova nella zona di transizione tra la piana di alluvionamento fluvioglaciale connessa all'anfiteatro morenico benacense (che occupa il territorio orientale e che costituisce l'alta pianura bresciana) e i sedimenti alluvionali deposti da un paleo-Mella che scorreva appena ad est del M. Netto, oltre che dal Garza.



Il sito si colloca all'interno dei depositi fluviali e fluvioglaciali pleistocenici costituiti da ghiaie e ghiaie sabbiose ricoperte da suoli prevalentemente argilloso-limosi di colore bruno-giallastri, a scheletro ghiaioso. Si tratta dei depositi riconducibili al paleoalveo del Fiume Mella che rappresentano la porzione più occidentale dell'ampia piana fluvioglaciale prodotta dagli scaricatori dell'anfiteatro morenico gardesano. La morfologia che contraddistingue quest'area è legata all'ambiente deposizionale che ha originato questi depositi. Si tratta, infatti, di un ripiano debolmente immergente verso sudovest, caratterizzato da una piatta monotonia.

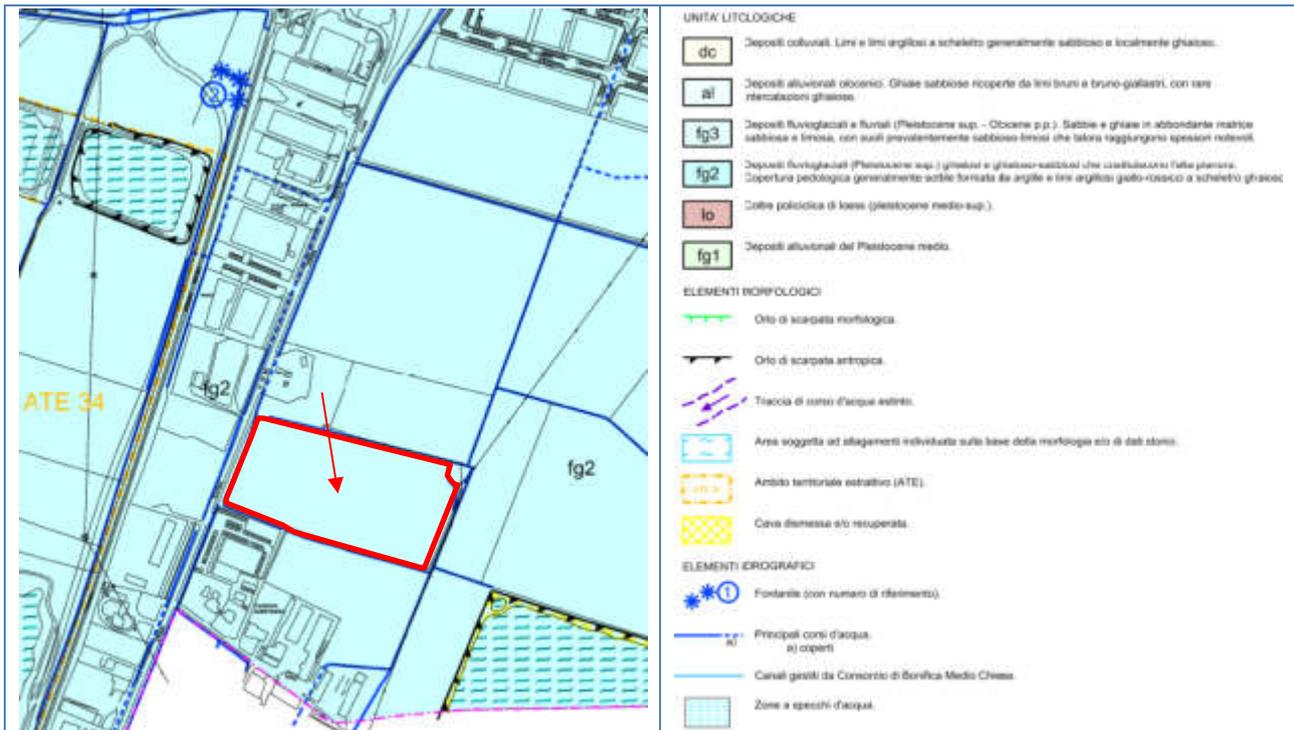


Figura 4: Estratto Carta geologica – Studio geologico comunale

Sulla base delle informazioni fornite dal tematismo “Basi ambientali della pianura – Litologia” della Regione Lombardia, le unità di superficie caratterizzanti il sito in studio vengono descritte come:

- S2PLG C 2/ G1WS C 3: sabbie poco gradate con limo e ghiaia / ghiaie ben gradate con sabbia;
- G1P C 2: ghiaie poco gradate.



Figura 5: Tematismo “Basi ambientali della pianura, Litologia” della Regione Lombardia

Dal punto di vista geomorfologico l'area si presenta sub-pianeggiante, posta all'interno del Livello Fondamentale della Pianura, con cadenza di circa al 4 per mille in direzione S-N. La quota del p.c. in corrispondenza del sito è compresa tra circa 95 e 96 m s.l.m. La pianura, in corrispondenza del territorio comunale di Poncarale è solcata da paleo alvei (corsi d'acqua estinti) che si presentano come strutture morfologiche lievemente depresse disposte sempre in senso Nord→Sud.

2.2. IDROGRAFIA

Dall'osservazione della cartografia dello studio di individuazione del RIM comunale si osserva la presenza di n.4 corsi d'acqua senza nomea che scorrono in adiacenza al sito in oggetto.

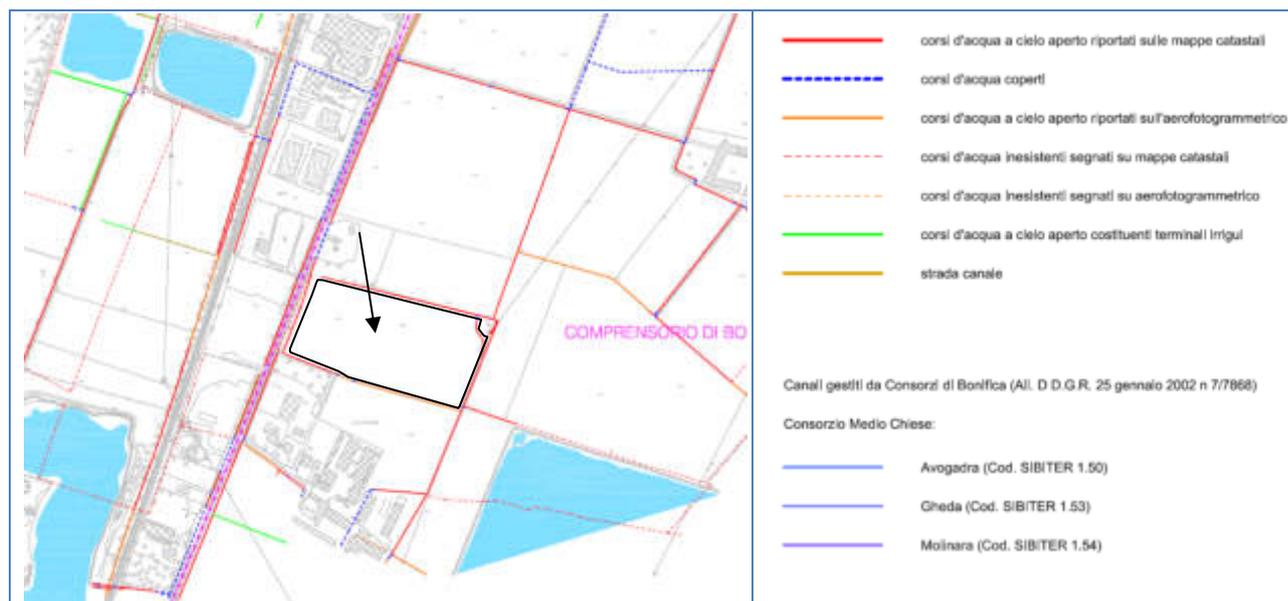


Figura 6: Estratto Carta di individuazione del reticolo idrico minore – Comune di Poncarale

2.2.1. INQUADRAMENTO DEL RETICOLO IDRICO DA STUDIO COMUNALE

La consultazione della cartografia allegata allo studio sul Reticolo Idrico Comunale, mette in evidenza la presenza di canali e corsi d'acqua nello stretto intorno del sito in oggetto estrapolati sulla base delle carte catastali disponibili e dall'aerofotogrammetrico realizzato a scala comunale di cui se ne riporta un estratto nelle immagini seguenti.



Figura 7: stralcio del reticolo idrico comunale su ortofoto (fonte: studio per l'identificazione del reticolo idrico minore)



Figura 8: stralcio della planimetria di rilievo (fonte: studio per l'identificazione del reticolo idrico minore)

2.2.2. RILIEVO PLANO-ALTIMETRICO E FOTOGRAFICO DI DETTAGLIO

A supporto dell'intervento è stato eseguito un rilievo plano-altimetrico di dettaglio, volto alla definizione del tracciato e della natura dei canali presenti nell'area. Durante la campagna del gennaio 2024 sono state osservate delle discrepanze tra quanto riportato nello studio comunale e quanto osservato sul campo, sia per quanto riguarda lo sviluppo dei tracciati, sia per quanto riguarda la natura degli stessi.

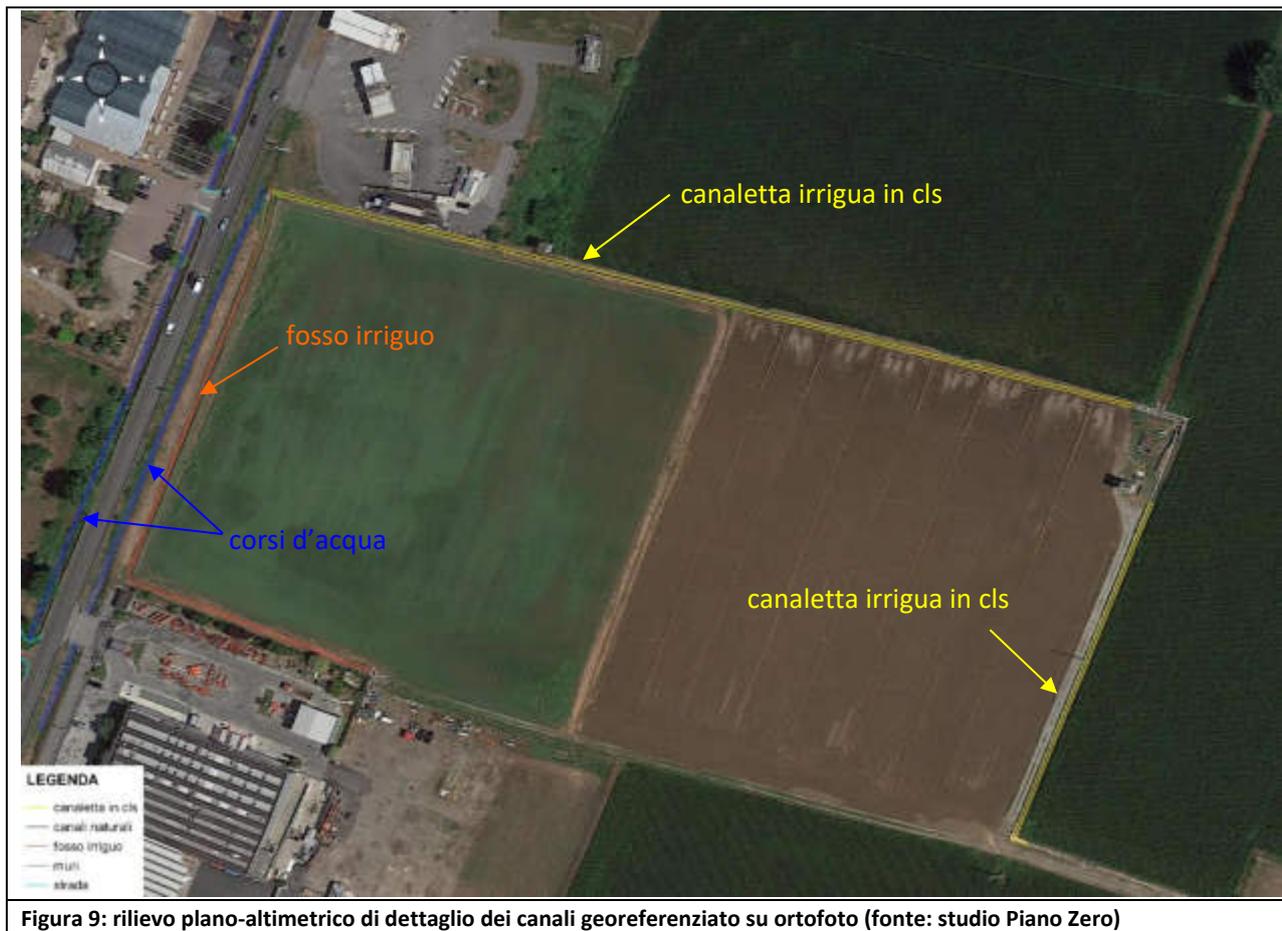


Figura 9: rilievo plano-altimetrico di dettaglio dei canali georeferenziato su ortofoto (fonte: studio Piano Zero)

Nella figura seguente si riportano le riprese fotografiche ed i relativi punti di acquisizione.





2.2.3. CONFRONTO TRA IL RILIEVO DI DETTAGLIO E LO STUDIO COMUNALE

Il confronto tra il rilievo plano-altimetrico di dettaglio e quanto riportato nello studio per l'identificazione del reticolo idrico comunale ha permesso di identificare le seguenti differenze:

1. i canali definiti all'interno dello studio comunale come "corsi d'acqua a cielo aperto riportati sull'aerofotogrammetrico" e "corsi d'acqua a cielo aperto riportati sulle mappe catastali" (cerchiati in nero - Figura 10) risultano non esistenti. Il punto di ripresa fotografica 2993 mostra come il tracciato del fosso (in arancio) termini pochi metri dopo il tratto intubato che si sviluppa in direzione sud:

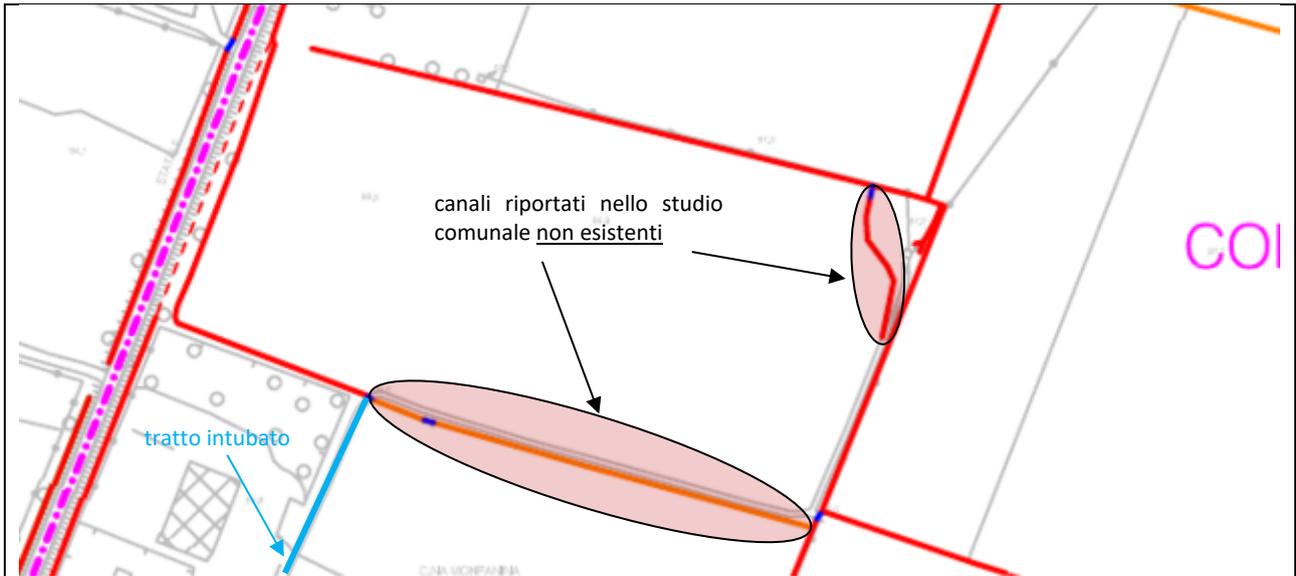


Figura 10: stralcio della planimetria di rilievo (fonte: studio per l'identificazione del reticolo idrico minore) con osservazioni

2. i canali definiti all'interno dello studio comunale come "corsi d'acqua a cielo aperto riportati sulle mappe catastali" risultano essere dei canali artificiali realizzati con canalette in cls (cerchiati in nero - Figura 11) ad uso esclusivamente irriguo:

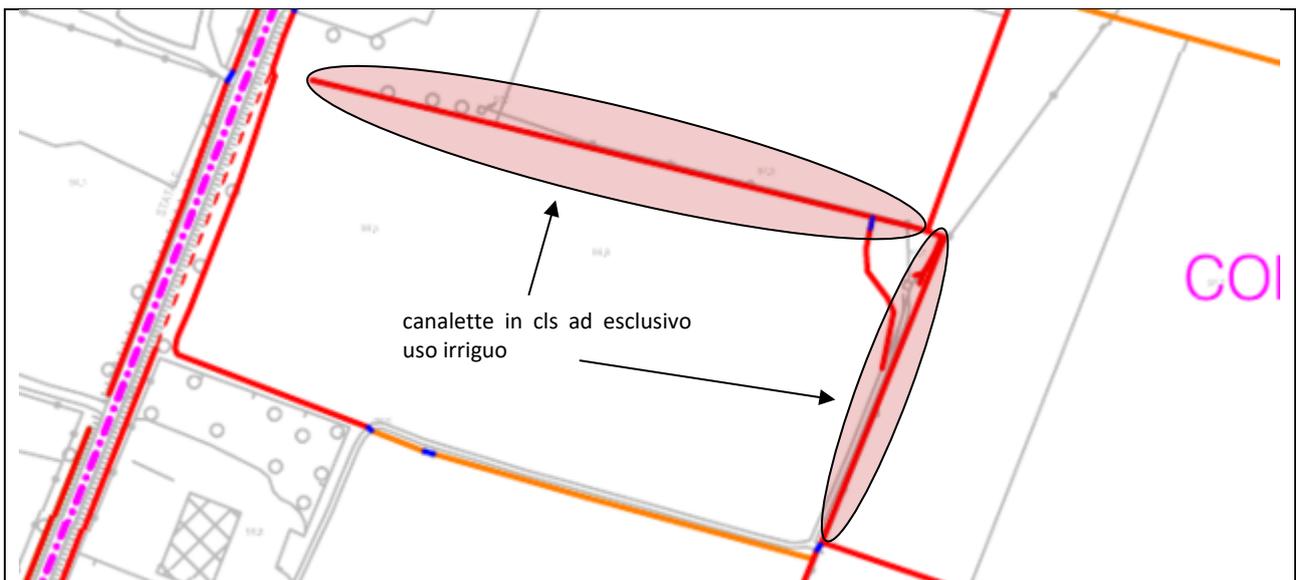
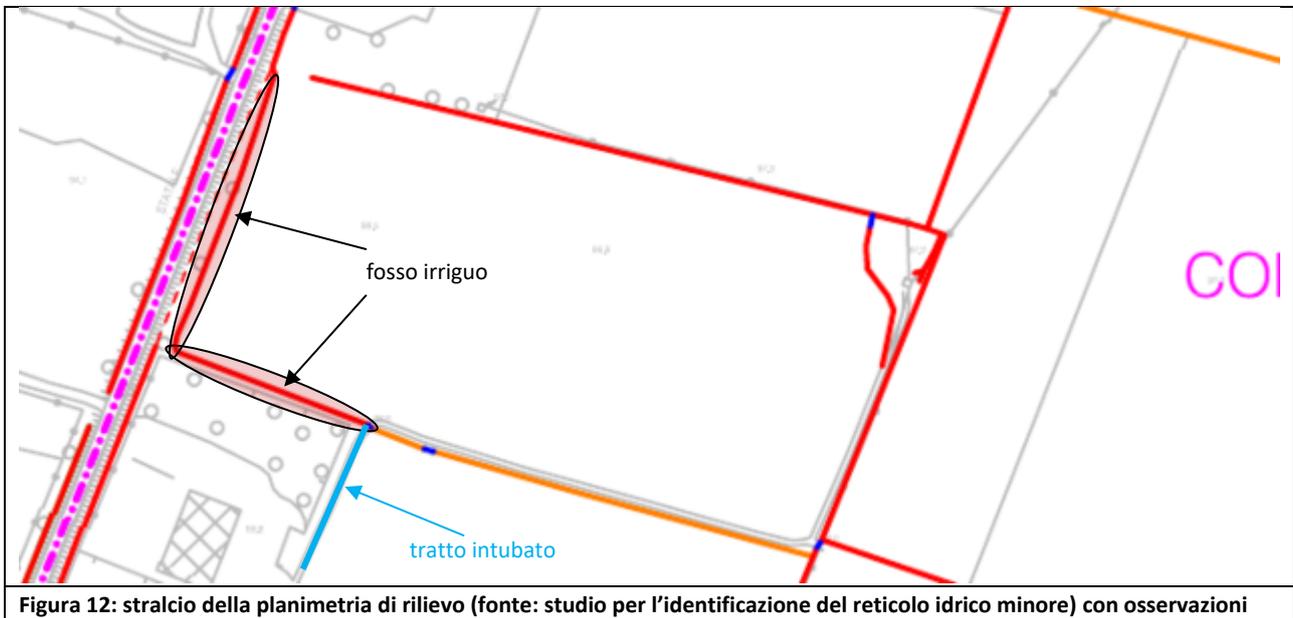
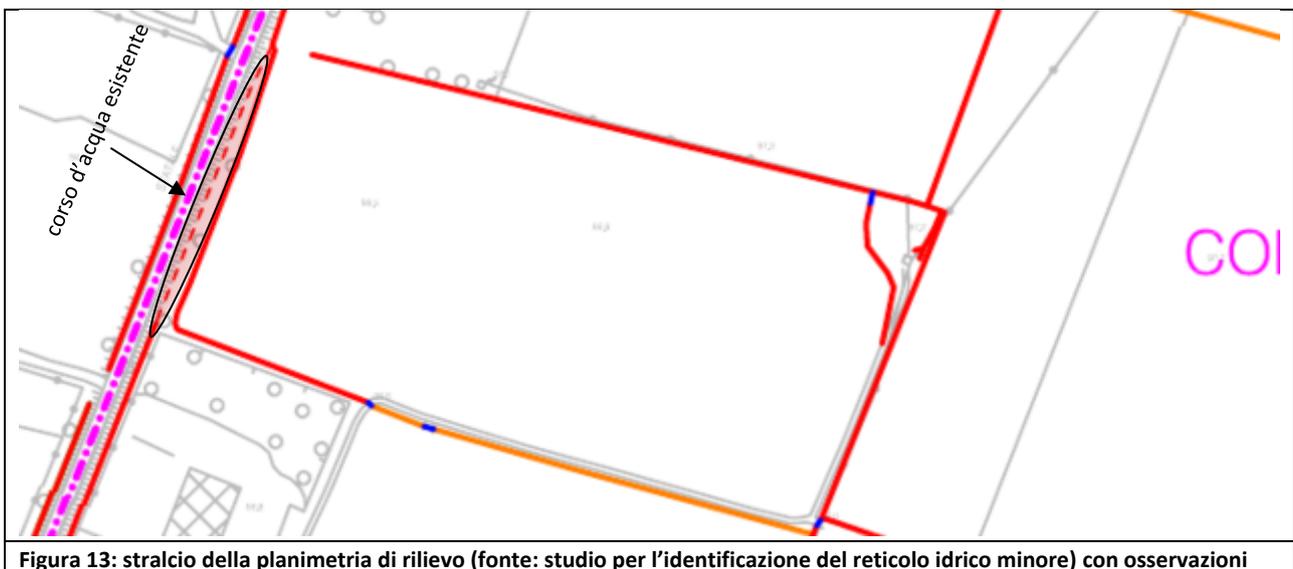


Figura 11: stralcio della planimetria di rilievo (fonte: studio per l'identificazione del reticolo idrico minore) con osservazioni

3. il canale definito all'interno dello studio comunale come "corso d'acqua a cielo aperto riportato sulle mappe catastali" risulta essere in realtà un fosso (cerchiato in nero - Figura 12) ad uso esclusivamente irriguo per l'approvvigionamento idrico dei terreni del comparto in oggetto, e di terreni in territorio comunale di Bagnolo Mella, tramite tratto intubato che prosegue in direzione sud (punto di ripresa fotografica 2993):



4. il canale definito all'interno dello studio comunale come "corso d'acqua inesistente segnato su mappa catastale" risulta essere in realtà un corso d'acqua naturale con funzioni di colo (cerchiato in nero - Figura 13) ben visibile nei punti di ripresa fotografica 2988, 2989, 2990, 2991 e 2992 che scorre lungo e in fregio est alla SS 45 bis:



Tale corso d'acqua, in corrispondenza del fabbricato di proprietà della "Placidi Agricoltura", scorre al di sotto di un tratto coperto realizzato per consentire l'accesso all'attività (punto di ripresa fotografica 2991).

Di seguito si riportano gli estratti della cartografia “PAI-Dissesti” e del “Piano di Gestione Rischio Alluvione (PGRA)”, dall’analisi dei quali non si registrano elementi di criticità gravanti sul sito.

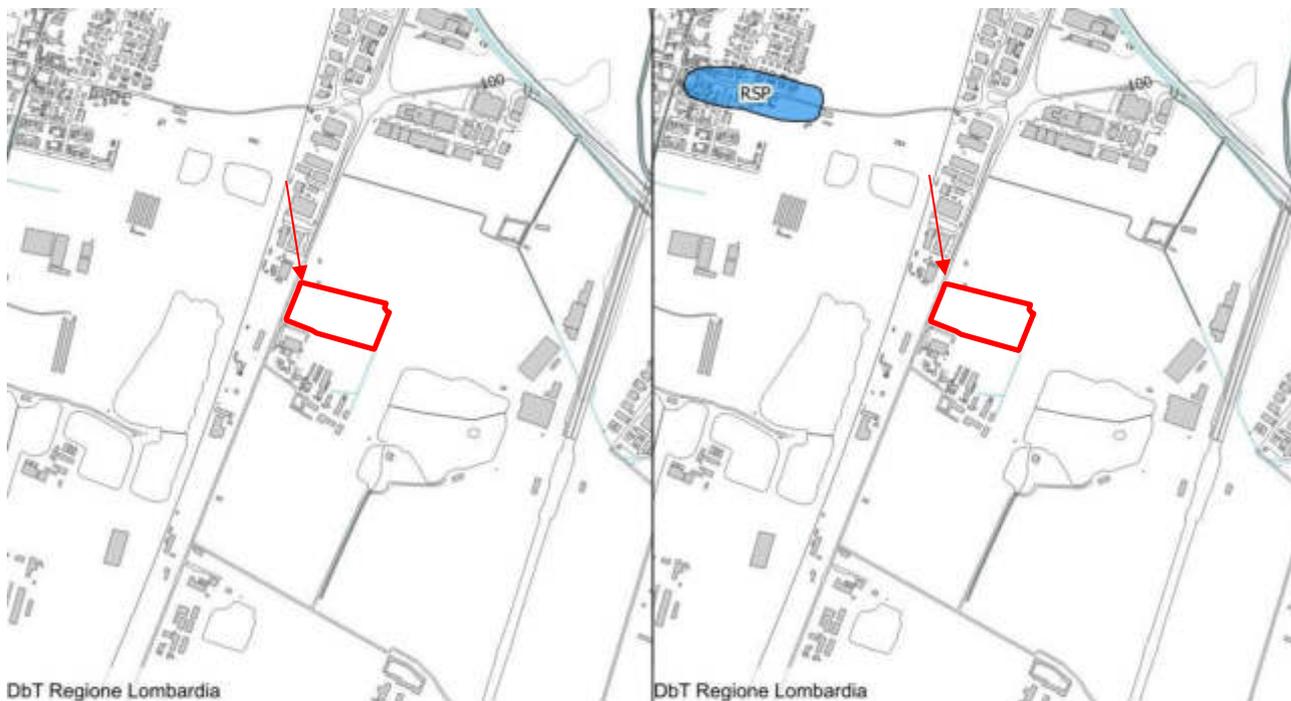


Figura 14: Tematismo PAI su ortofoto – Fonte dati Geoportale Regione Lombardia

Direttiva alluvioni (PGRA) vigente
 Pericolosità RSP
 Scenario poco frequente RSP - M

Figura 15: Tematismo PGRA-Pericolosità su ortofoto – Fonte dati Geoportale Regione Lombardia

2.3. IDROGEOLOGIA

Dal punto di vista idrogeologico si è in presenza di una ricca falda freatica avente andamento NNE→SSW con gradiente pari a circa 3 per mille, analogo al gradiente topografico, e con isopieze in corrispondenza del sito comprese fra 94-95 m s.l.m. Il grado di vulnerabilità delle acque sotterranee in corrispondenza del sito in studio è valutato molto alto.

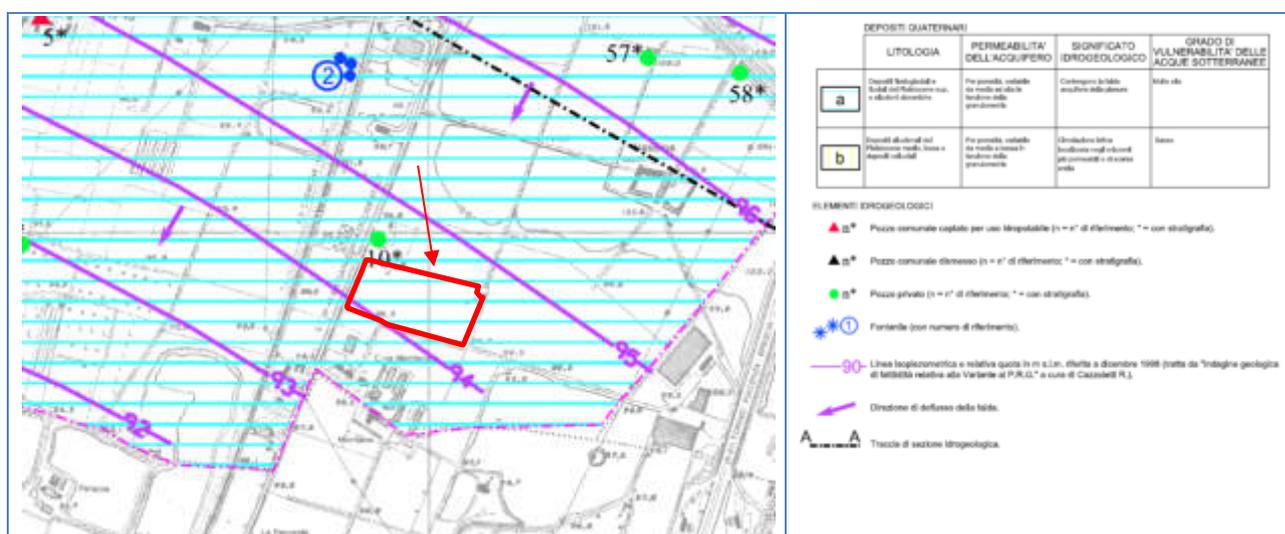


Figura 16: Estratto Carta idrogeologica – Studio geologico comunale

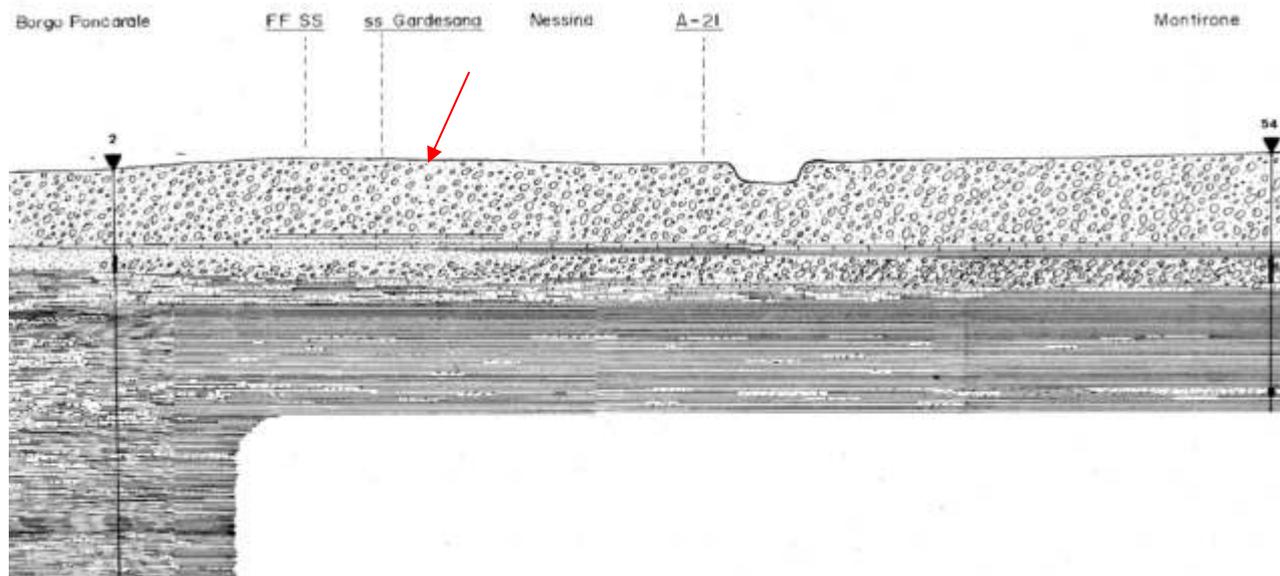


Figura 17: Estratto Sezione idrogeologica A-A (pozzi 2 e 54) – Studio geologico comunale

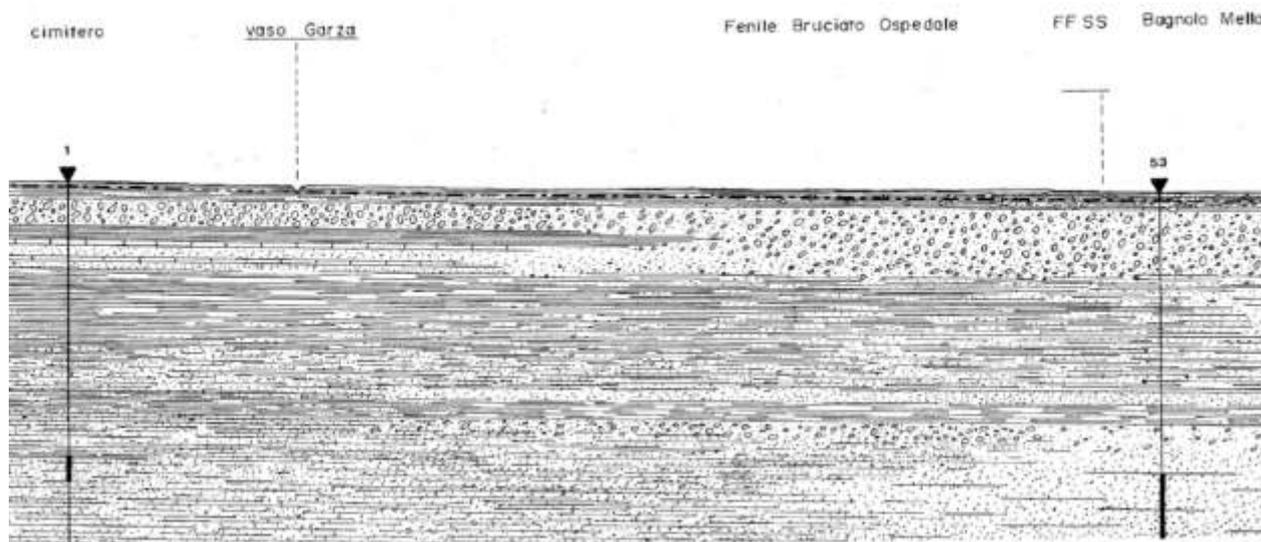


Figura 18: Estratto Sezione idrogeologica B-B (pozzi 1 e 53) – Studio geologico comunale

2.4. VINCOLI, SINTESI E FATTIBILITÀ GEOLOGICA

Nel presente paragrafo si procede all'analisi degli elementi di sintesi, dei vincoli di natura geologica ed idrogeologica e della fattibilità dell'area, definiti nello studio geologico comunale redatto a supporto del P.G.T. Di seguito si riportano estratti dalle cartografie dello studio geologico comunale.

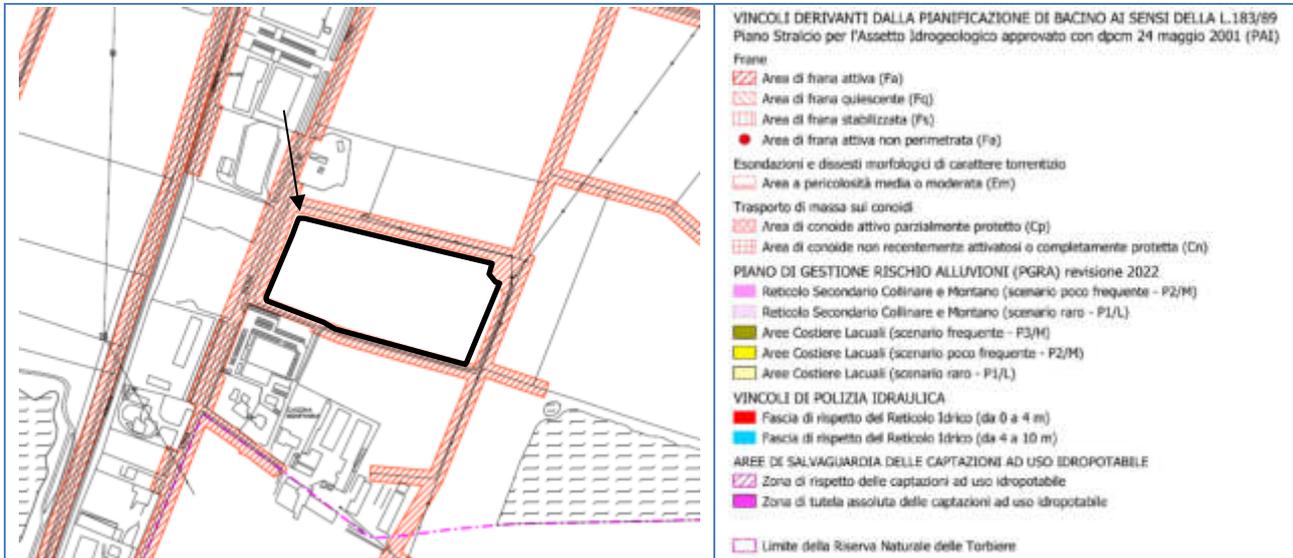


Figura 19: Estratto Carta dei vincoli - Studio geologico comunale

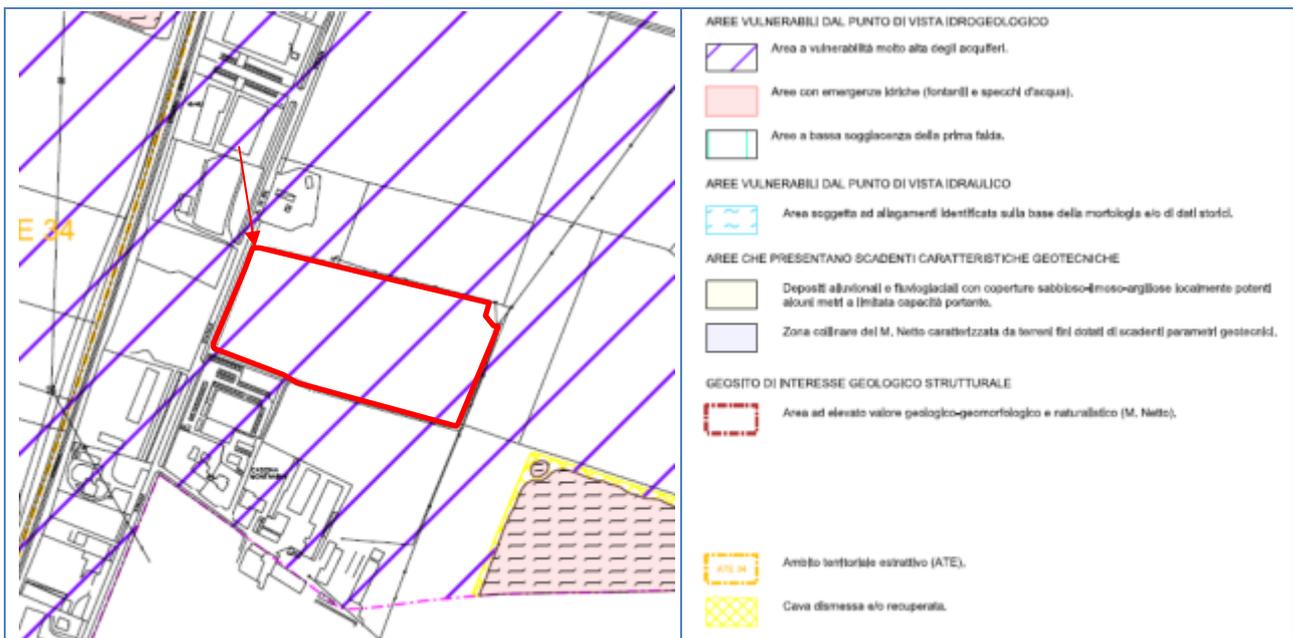


Figura 20: Estratto Carta di sintesi - Studio geologico comunale

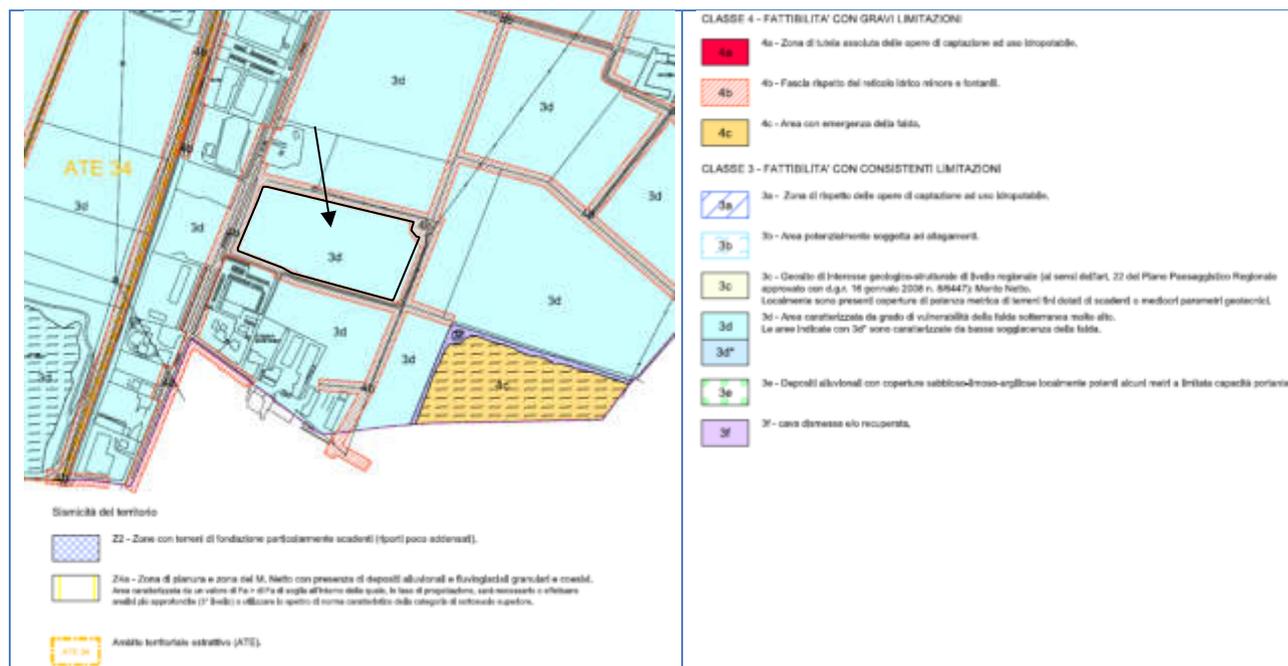


Figura 21: Estratto Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano - Studio geologico comunale

Per quanto riguarda le aree perimetrali del perimetro SUAP ricadenti in classe 4b (fascia di rispetto reticolo idrico minore) considerando i contenuti delle DGR 8/7374/2008 e IX/2616/2011 (rif. 3.1 Indicazioni per l'attribuzione delle classi di fattibilità) è ritenuto erroneo attribuire tale grave limitazione d'uso e pertanto si propone di togliere la relativa classe 4b. Tali normative vigenti specificano infatti che i vincoli di polizia idraulica sono da riportare nella carta dei vincoli (rif. 2.1) e non nella carta di fattibilità geologica. Per quanto riguarda le attività consentite in tali ambiti si rimanda allo studio del Reticolo idrico minore ed al relativo Regolamento di polizia idraulica.

Di seguito si riepiloga la situazione per il sito di progetto.

Carta	Oggetto	SI	NO	Note
Vincoli	Polizia idraulica reticolo idrico	X		Fasce perimetrali Ambito
	Salvaguardia captazioni ad uso acquedottistico		X	
	Piano Gestione Rischio Alluvioni - PGRA		X	
	Pianificazione di Bacino - PAI		X	
Sintesi	Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti		X	
	Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico	X		Area a vulnerabilità molto alta degli acquiferi
	Aree che presentano caratteristiche geotecniche scadenti		X	
	Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico		X	
Fattibilità geologica	Fattibilità con consistenti limitazioni (classe 3): Area caratterizzata da grado di vulnerabilità della falda molto alto (3d)			

Tabella 1: Tabella riassuntiva di vincoli, sintesi e fattibilità geologica

2.5. APPROFONDIMENTO VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA – APP 2

La struttura e le caratteristiche idrogeologiche sono state ricostruite mediante l'analisi delle stratigrafie dei pozzi esistenti nella zona, dei dati dello studio geologico comunale e delle pubblicazioni della Regione Lombardia (La geologia degli acquiferi padani e Acque sotterranee in Lombardia, gestione sostenibile di una risorsa strategica).

Le caratteristiche geologiche del sottosuolo, caratterizzate da notevoli variazioni laterali e verticali in funzione dei diversi eventi deposizionali e/o erosivi verificatisi nel Quaternario, condizionano anche le caratteristiche idrogeologiche del territorio comunale.

La serie idrogeologica che caratterizza il territorio a scala regionale è riportata nella tabella seguente.

Sottounità	Unità idrogeologica		Caratteri idrogeologici	Spessore	
				Alta pianura	Bassa pianura
Alluvioni e fluvioglaciale recente	Acquifero superficiale e primo acquifero	Acquifero tradizionale	Falde libere di elevata trasmissività nella parte alta della pianura	In media 40 m	Circa 10 m
Fluvioglaciale antico o "Diluvium medio"	Secondo acquifero		Falde semiconfinate nell'alta pianura, confinata nella media e bassa pianura, trasmissività media	In media 80 m	In media 120 m
Fluvioglaciale antico o "Diluvium medio"					
Ceppo Acquifero sotto il ceppo					
Villafranchiano	Acquifero profondo o terzo acquifero	Falde confinate, trasmissività scarsa	Circa 150m		

Tabella 2: Schema delle unità idrogeologiche della pianura (da: Acque sotterranee in Lombardia)

Nella parte settentrionale della pianura il primo e secondo acquifero sono praticamente in contatto senza che esistano elementi di disconnessione idraulica (litozone limoso-argillose) significativi. Nel complesso si può quindi parlare di un unico complesso acquifero "monostrato". Spostandosi verso sud si osserva un incremento nella potenza delle litozone "impermeabili" che comportano una separazione dell'acquifero "monostrato" in un acquifero più superficiale "freatico" ed in un secondo acquifero più profondo (con presenza di falde in pressione). I carichi piezometrici fra la prima e la seconda falda si differenziano gradualmente dalla media alla bassa pianura, dove gli interscambi fra i due acquiferi diventano via via meno significativi.

In sintesi si parla di tre acquiferi principali definiti come: primo acquifero o "superficiale", secondo acquifero e terzo acquifero o "acquifero profondo". Il primo ed il secondo acquifero formano quello che viene normalmente identificato come "acquifero tradizionale".

Il primo acquifero ospita falde libere e semiconfinate. Le litologie dominanti sono rappresentate da depositi ghiaioso sabbiosi con modeste intercalazioni limoso argillose idrogeologicamente poco significative. Il secondo acquifero aumenta di spessore verso sud (a scapito del primo acquifero che si riduce a poche decine di metri di spessore). E' caratterizzato dall'alternanza fra depositi ghiaioso sabbiosi (sede di falde confinate a discreta produttività) e litozone argilloso- limose.

Il terzo acquifero è un tipico sistema multistrato essendo costituito da banchi argillosi di spessore considerevole ai quali si intercalano lenti e orizzonti ghiaioso-sabbiosi sede di falde confinate caratterizzate generalmente da una bassa produttività (depositi Villafranchiani).

Di seguito si riporta un estratto su base foto aerea riportante i pozzi e le piezometrie scaricate dai portali provinciali e regionali e dell'ISPRA.



Figura 22: Estratto Carta idrogeologica (fonti varie)

Di seguito si riportano alcune stratigrafie di pozzi realizzati vicino al sito, scaricati dal portale ISPRA.



Figura 23: Pozzo Boldini Martino



Figura 24: Pozzo Bettari detergenti

Il giorno 05 novembre 2016 lo scrivente ha misurato il livello idrico di un pozzo vicino al sito (Global Milk – fig. 15) pari a 4,33 m dalla bocca pozzo (+0,55 m da pc.).

L'area è interessata da una bassa soggiacenza della prima falda, con valori medi di circa 4 m dal pc.

La valutazione del grado di vulnerabilità è stata effettuata nello studio geologico comunale utilizzando il sistema DRASTIC, proposto da Aller et Al., 1985 ed utilizzato dall'Epa (U.S. Environmental Protection Agency). Questa metodologia è stata applicata per la predisposizione della *Carta della vulnerabilità delle acque sotterranee* della pianura bresciana, realizzata in scala 1:25.000 nell'ambito degli studi geologici per il Piano Territoriale della Provincia di Brescia, consultabile presso l'Assessorato al Coordinamento del Territorio della Provincia di Brescia. I dati raccolti in occasione del presente studio ad una scala più adeguata, hanno consentito di valutare la vulnerabilità delle acque sotterranee con un dettaglio ed una precisione maggiore rispetto all'elaborato del Piano Territoriale, pur utilizzando la medesima metodologia. I parametri su cui si basa il metodo DRASTIC sono sette:

- ✓ SOGGIACENZA (D): è uno dei parametri più importanti poiché la distanza del livello piezometrico dal piano campagna determina lo spessore di terreno interposto e quindi una maggiore o minore azione filtrante effettuata dai materiali della zona non satura. E' possibile suddividere il territorio di pianura di Poncarale in due aree caratterizzate da valori diversi di soggiacenza. La falda acquifera, infatti, si trova a profondità tra 2 e 5 m dal piano campagna nella zona sud-orientale in corrispondenza dei terreni riferibili all'alta pianura bresciana. Andando verso la parte centrale e settentrionale, in cui rientra anche l'abitato di Poncarale, la soggiacenza diminuisce fino a circa 1-2 metri dal piano campagna.
- ✓ RICARICA (R): corrisponde alla percentuale di precipitazioni e irrigazioni che effettivamente raggiunge la falda ed è espressa in mm/annui. Date le dimensioni dell'area indagata, questo parametro è considerato costante su tutto il territorio di Poncarale.
- ✓ CARATTERI TESSITURALI DEL SATURO (A): definiscono i caratteri litologici e tessiturali della zona satura che concorrono a determinare la velocità di propagazione di un inquinante una volta arrivato in falda. Nell'area in esame i depositi che costituiscono l'acquifero sono prevalentemente ghiaioso e sabbiosi.
- ✓ CARATTERI TESSITURALI DEL SUOLO (S): lo spessore ed il tipo di suolo presenti in una determinata zona sono fattori importanti poiché le frazioni più fini dei terreni possono presentare un alto potere adsorbente nei confronti di un buon numero di sostanze inquinanti, determinando una diminuzione nella velocità di propagazione e nella concentrazione dei contaminanti prima che essi possano raggiungere la falda. Nella zona di pianura la protettività dei suoli è stata considerata variabile da media (sui depositi indicati in Tav.1 con le sigle "fg3" e "al") a bassa (su depositi indicati come "fg2).
- ✓ ACCLIVITA' (T): le caratteristiche morfologiche del territorio, definibili quantitativamente utilizzando il gradiente topografico, determinano la maggiore o minore possibilità di infiltrazione delle acque meteoriche. È stata separata l'area di pianura da quella del M. Netto.
- ✓ CARATTERI TESSITURALI DEL NON SATURO (I): anche i depositi presenti in questa zona, come il suolo, possono determinare una azione adsorbente che porta ad una diluizione dei contaminanti e ad una diminuzione della velocità di percolazione degli stessi. Nel territorio esaminato gli orizzonti immediatamente sottostanti ai terreni di copertura sono frequentemente di tipo ghiaioso e/o sabbioso e non possono perciò assicurare un'efficace azione depurante per l'elevata permeabilità che li caratterizza. Solamente in corrispondenza del M. Netto questi depositi diminuiscono di granulometria.
- ✓ CONDUCIBILITA' IDRAULICA (C): si riferisce ad una valutazione quantitativa della capacità di un terreno di lasciarsi attraversare dall'acqua. È stata considerata costante su tutto il territorio pianura.

Di questi 7 parametri i primi due sono dinamici, cioè soggetti a variazioni nel tempo, mentre gli altri 5 sono statici, cioè costanti nel tempo, salvo variazioni antropiche in particolare sul suolo. La variabilità di ciascun parametro, in conformità con quanto suggerito dal metodo Drastic, è valutata singolarmente attribuendo ad ogni situazione un punteggio (I) variabile da 1 a 10. La maggiore o minore importanza dei diversi parametri è controllata da un peso fisso (P) attribuito al parametro, variabile da 1 a 5, che viene moltiplicato per il punteggio di ogni singolo parametro.

La somma dei punteggi corrisponde ad un indice Drastic ID ($\sum I \times P$). I punteggi, compresi tra 23 e 230, sono stati suddivisi in 10 classi di vulnerabilità i cui limiti sono riportati nella tabella seguente.

CLASSI	LIMITI	VULNERABILITA'
1	23-43	minima
2	44-64	estremamente bassa
3	65-85	molto bassa
4	86-106	bassa
5	107-127	mediamente bassa
6	128-148	mediamente alta
7	149-169	alta
8	170-190	molto alta
9	191-211	estremamente alta
10	212-230	massima

Classi di vulnerabilità (DRASTIC 23-230)

figura 25 Tabella punteggi classi di vulnerabilità– Estratto da Studio geologico comunale

Nel territorio comunale sono stati individuati quattro ambiti differenti: la depressione del paleo alveo del F. Mella, il livello fondamentale della pianura suddiviso in depositi fluvioglaciali (Fg2) e depositi fluvioglaciali e fluviali (Fg3) e il rilievo collinare del Monte Netto. Di seguito si sintetizzano i risultati dell'applicazione del metodo relativamente ai depositi Fg2 rappresentativi dell'area in questione.

Ambito dei depositi fluvioglaciali (Fg2)					
	PARAMETRI	CAMPO(RANGE)	PUNTEGGIO (I)	PESO (P)	IxP
D	Profondità falda	2-5 m	8	5	40
R	Ricarica falda	250 mm/anno	5	4	20
A	Mezzo acquifero saturo	Ghiaia e sabbia	8	3	24
S	Tipo di suolo	Protettività bassa	8	2	16
T	Pendenza	< 2 %	9	1	9
I	Mezzo non saturo	Ghiaia e sabbia	8	5	40
C	Conducibilità idraulica	alta	8	3	24
	TOTALE (ID)				173

L'indice Drastic risulta pari a 173 e corrisponde alla classe di vulnerabilità molto alta.

Figura 26 Valutazione della vulnerabilità acquifero Fg2 – Estratto da Studio geologico comunale

Il **grado di vulnerabilità 173 (molto alta)** si ritiene rappresentativo per il sito in oggetto.

In riferimento alla DGR IX/2616 del 30 novembre 2011 vista la vulnerabilità idrogeologica evidenziata dallo studio geologico comunale e la bassa soggiacenza della falda, sono necessarie indicazioni progettuali ai fini della mitigazione degli impatti dell'intervento sulla componente acque sotterranee (in applicazione di quanto previsto dalle NTA dello studio geologico comunale). Dalla sopra citata legge si evidenzia in grassetto quale tipologia di vulnerabilità idrogeologica è riferibile al sito in questione.

- ✓ **Aree ad elevata vulnerabilità degli acquiferi definite nell'ambito dello studio o nei piani di tutela di cui al d. lgs. 258/2000; l'acquifero da indagare é quello sfruttato ad uso idropotabile e quello superficiale nel caso di potenziale connessione o necessità di tutela;**
- ✓ Aree con emergenze idriche (fontanili, sorgenti, aree precedentemente escavate);
- ✓ **Aree a bassa soggiacenza della falda o con presenza di falde sospese;**
- ✓ Aree interessate da carsismo profondo con presenza di inghiottitoi e doline;
- ✓ Aree interessate da intensa fratturazione (faglie, famiglie di fratture, ...);

Considerando quindi l'elevata vulnerabilità della falda, si ritiene l'intervento in progetto compatibile con il contesto idrogeologico previo il rispetto di quanto previsto da:

- Regolamenti regionali n. 2 – 3 - 4 del 24 Marzo 2006 e smi;
- Dgr n. 8/2318 del 5 Aprile 2006.
- Deliberazione CITAI n. 04.02.1977.
- D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.
- Regolamento n. 7/2017 e smi.

Si ricorda inoltre che ai sensi dell'art. 113 del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. è vietato lo scarico o l'immissione diretta di acque meteoriche nelle acque sotterranee. Della **bassa soggiacenza della falda (ca 4 m)** e delle sue potenziali interazioni con le opere in progetto, si dovrà tenerne conto sia in fase di progettazione dei nuovi edifici (impermeabilizzazioni) sia in fase di esecuzione dei lavori, in funzione delle profondità di scavo previste.

3. PERICOLOSITÀ SISMICA

3.1. PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

In base alla classificazione sismica nazionale associata all’Ordinanza del PCM n. 3274 del 20 Marzo 2003 (Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica) il comune di Poncarale (BS) è stato classificato in Zona 3 (con sismicità crescente da zona 4 a zona 1). Nella tabella seguente si riportano i valori di accelerazione (a_g) previsti dalla sopra citata ordinanza per tale zona sismica.

zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [a_g/g]	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a_g/g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

Figura 27: Estratto Ordinanza PCM 3274 del 20 Marzo 2003

Tale classificazione è stata rivista con la DGR n. X/2129 del 11 Luglio 2014 che ha confermato il comune in zona sismica 3 (delibera di riclassificazione, pubblicata sul B.U.R.L. n. 29, S.O., del 16/7/2014). Nella tabella seguente si riportano i valori di accelerazione ($a_{g,max}$) previsti dalla DGR X/2129/2014 per tale zona sismica.

ISTAT	Provincia	Comune	Zona Sismica	AgMax
03017147	BS	PONCARALE	3	0,148212

Figura 28: Estratto DGR n. X/2129/2014

Si riporta di seguito un estratto della mappa interattiva di pericolosità sismica realizzata dall’ Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

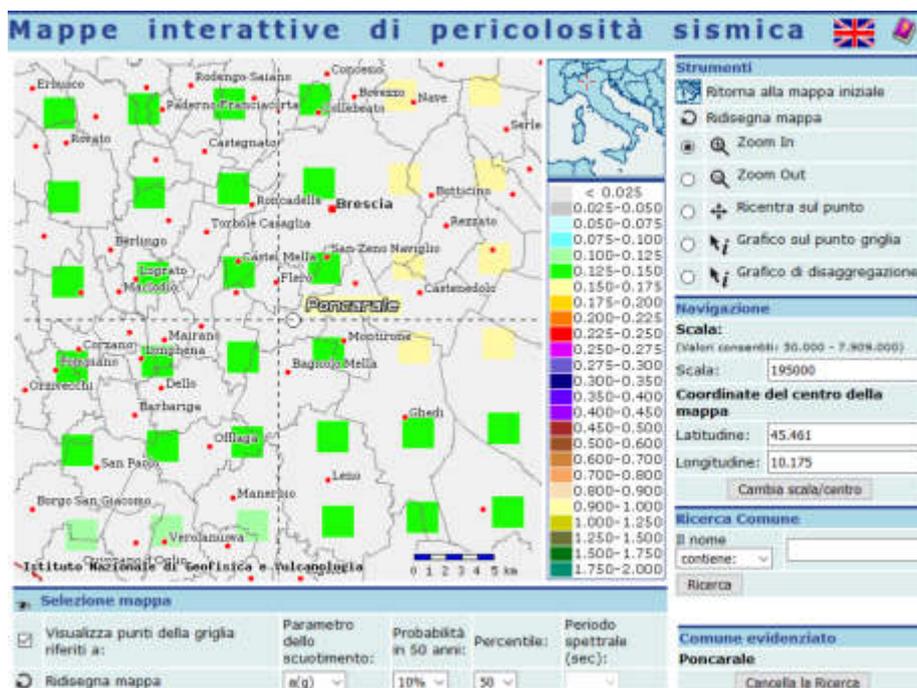


Figura 29: Estratto Mappa interattiva di pericolosità sismica dal sito web INGV (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

3.2. APPROFONDIMENTO SISMICO DA PIANIFICAZIONE COMUNALE

Nella carta della pericolosità sismica l'area in esame è inserita negli scenari seguenti:

- Z4a: zona di pianura con presenza di depositi fluvioglaciali granulari;

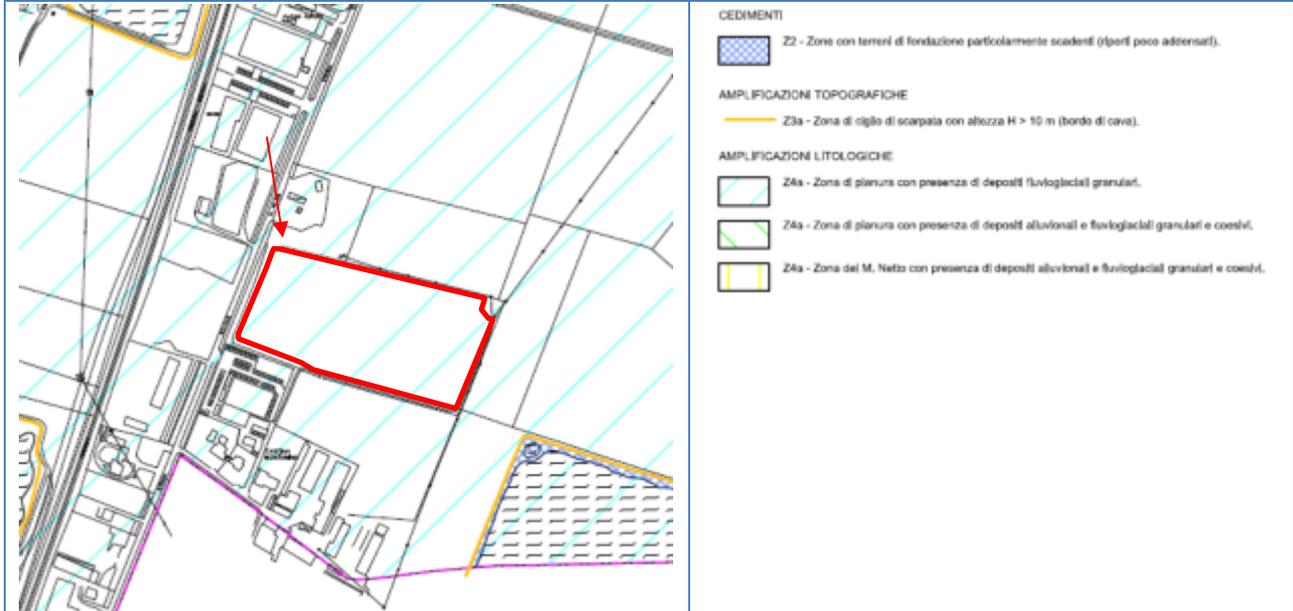
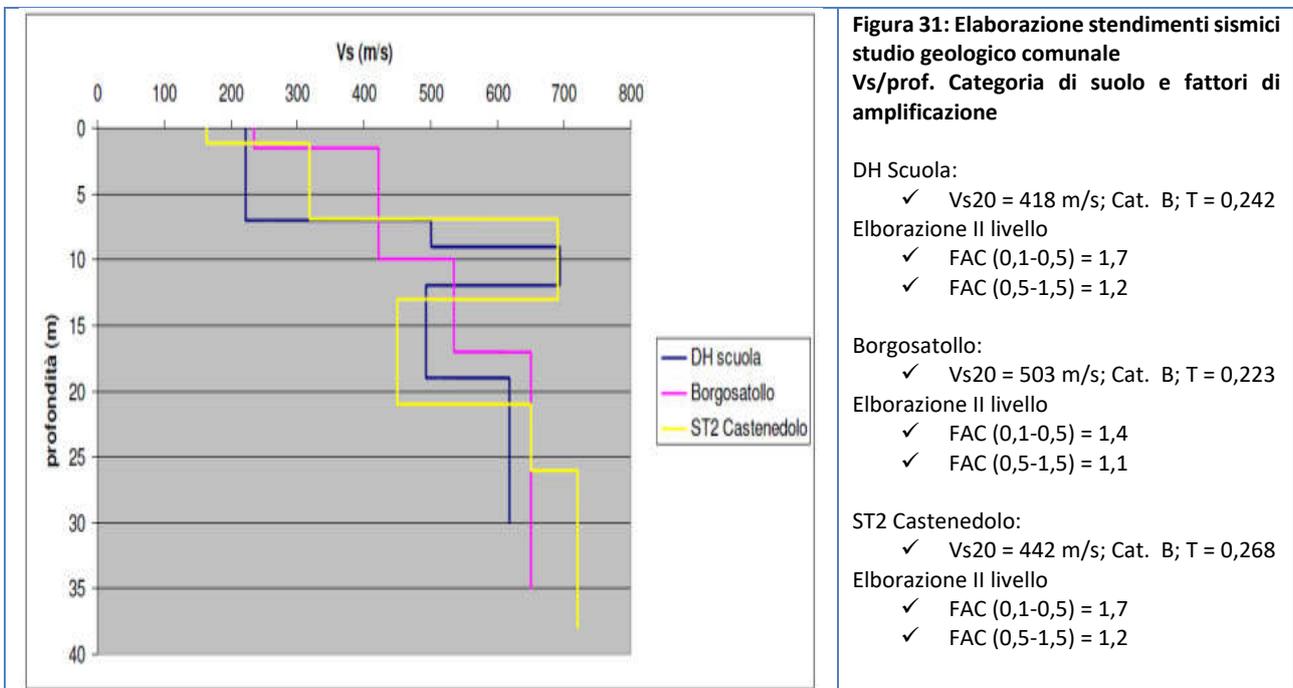


Figura 30: Estratto Carta della pericolosità sismica locale – Studio geologico comunale

L'indagine sismica rappresentativa per il sito in questione risulta la DH scuola, eseguita in down hole dal dott. Bassi per la nuova scuola primaria di Poncarale.



Intervallo di periodo 0.1-0.5 s		Intervallo di periodo 0.5-1.5 s	
Fa calcolato	Soglia norma B	Fa calcolato	Soglia norma B
1.7	1.4 + 0.1	1.2	1.7 + 0.1

Il confronto mostra come, per intervalli di periodo compresi tra 0.1 e 0.5 s, il fattore soglia della norma sia inferiore a quello calcolato attraverso l'abaco per questa porzione di territorio.

La procedura semiquantitativa di 2° livello evidenzia che per la porzione di territorio di Poncarale classificata come "Z4a - Zona di pianura con presenza di depositi alluvionali e fluvioglaciali granulari e coesivi" lo spettro previsto dalla normativa (D.M. 14 gennaio 2008) risulta insufficiente a tenere in considerazione i reali effetti di amplificazione litologica.

Per lo scenario "Z4a - Zona di pianura con presenza di depositi alluvionali e fluvioglaciali granulari e coesivi" e per lo scenario "Z4a - Zona del M. Netto con presenza di depositi alluvionali e fluvioglaciali granulari e coesivi", in fase progettuale, per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0,1 - 0,5 s, si dovrà procedere come segue

- nel caso l'indagine di dettaglio geologica e geotecnica prevista dalla normativa nazionale identifichi la presenza di terreni riferibili alla categoria di sottosuolo B, sarà necessario realizzare analisi più approfondite di 3° livello o in alternativa sarà possibile utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo C;
- nel caso l'indagine di dettaglio geologica e geotecnica prevista dalla normativa nazionale identifichi la presenza di terreni riferibili alla categoria di sottosuolo C o alla categoria di sottosuolo D sarà sufficiente utilizzare lo spettro di norma caratteristico della rispettiva categoria di sottosuolo (D.M. 14 gennaio 2008).

Figura 32: Estratto Relazione geologica comunale

3.3. INDAGINE SISMICA SITO-SPECIFICA

Per la ricostruzione del modello geofisico del sito e per la definizione della categoria di sottosuolo da utilizzare a fini progettuali, è stata effettuata una indagine sismica congiunta tramite:

- n.1 stendimento sismico per acquisizione e analisi con la metodologia MASW (Multichannel Analysis of Surface Wave) in onde di Rayleigh e Love;
- n.1 indagine sismica superficiale con la misura del rumore sismico ambientale per 20 minuti (metodologia HVSr);

Stendimento sismico – vista da shot



Estratto mappa



Figura 33: Foto indagini sismiche

3.3.1. MASW

Le caratteristiche dello stendimento sismico per l'acquisizione dei segnali sismici sono espone nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE STENDIMENTO MASW	
Nr. geofoni utilizzati	12
Interasse geofoni (m)	5
Lunghezza stendimento (m)	55
Minimum offset (m)	5
Durata acquisizione (s)	2
Intervallo di campionamento (ms)	1
Nr. Campioni	2000

Tabella 3: Caratteristiche stendimento MASW

3.3.1. HVSR

Nel sito in studio è stata effettuata n. 1 indagine sismica superficiale tramite misura del rumore sismico ambientale con la metodologia HVSR per 20 minuti (HVSR20).

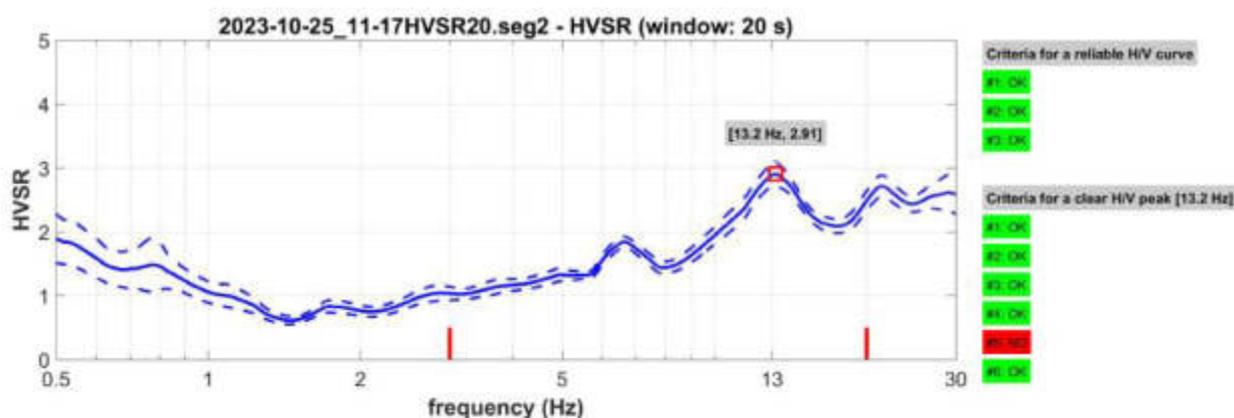


Figura 34: Curva HVSR20 misurata in campagna e controllo criteri SESAME picco a 13,2 Hz

La tecnica HVSR richiede l'utilizzo di un sismografo a stazione singola in grado di registrare i microtrempi (sismica passiva) lungo le due direzioni orizzontali (X, Y) e lungo quella verticale (Z), in un ampio intervallo di frequenze (0.1-100 Hz) e per una durata sufficientemente lunga. Il moto indotto nel terreno viene misurato in termini di velocità attraverso tre velocimetri, uno per ogni direzione di misura (X, Y e Z), secondo il passo di campionamento impostato dall'operatore. Le misure registrate vengono poi elaborate e restituite graficamente in forma di curva H/V (rapporto H/V in funzione della frequenza, dove H è la media delle misure lungo X e Y mentre V è la componente verticale del moto in funzione della frequenza).

L'acquisizione nel sito di indagine è stata fatta con sismografo a tre componenti HOLI-3C da 2 Hz distribuito da Eliosoft, mentre l'elaborazione dei segnali registrati è stata effettuata tramite il software HoliSurface.

Per quanto riguarda i criteri SESAME, utili per valutare la robustezza statistica delle curve HVSR sperimentali misurate in campo, si rileva quanto segue:

INDAGINE SISMICA	CRITERI SESAME	
	CRITERI PER UNA CURVA AFFIDABILE	CRITERI PER UN PICCO CHIARO
HVSR20 (Picco 13,2 Hz)	1 - VERIFICATO	1 – VERIFICATO
		2 – VERIFICATO
	2 - VERIFICATO	3 – VERIFICATO
		4 – VERIFICATO
	3 - VERIFICATO	5 – NON VERIFICATO
		6 – VERIFICATO

Tabella 4: Controllo criteri SESAME

Il risultato mostrato in tabella evidenzia una buona robustezza della curva sperimentale, pertanto è possibile ipotizzare che il picco presente ad una frequenza di 13.2 Hz, sia dovuto al contrasto di impedenza sismica tra i depositi superficiali, meno addensati, e quelli profondi.

3.3.2. Elaborazione indagine sismica

L'elaborazione dell'indagine è stata eseguita tramite:

- analisi della dispersione (velocità di gruppo) delle onde di Rayleigh e Love con approccio Full Velocity Spectrum (FVS);
- analisi dello spettro di velocità di fase delle onde di Rayleigh e Love con le curve modali e con approccio FVS.

Le risultanze portano alla definizione del seguente modello geofisico del sottosuolo.

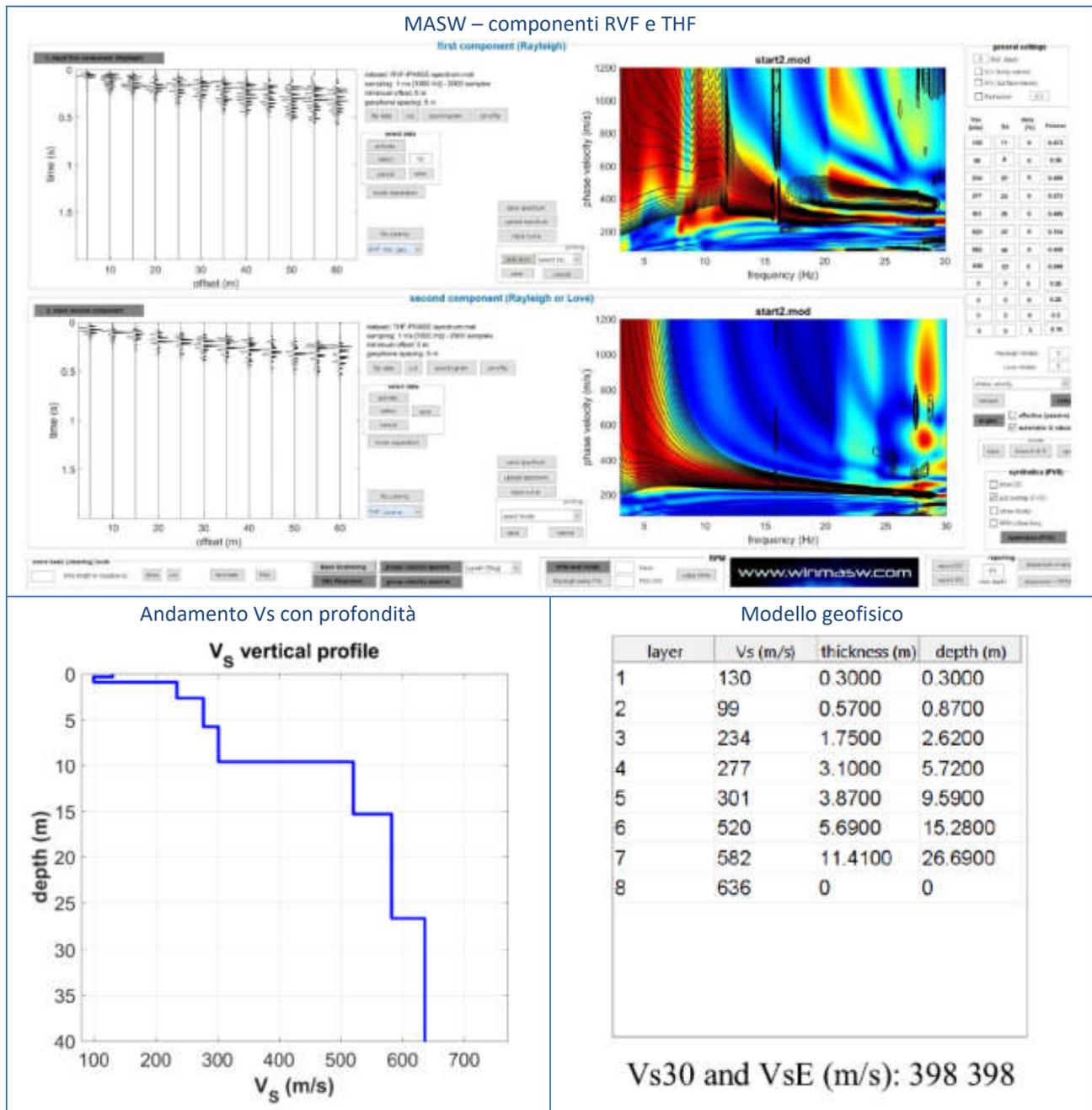


Figura 35: Elaborazione MASW – HoliSurface e modello geofisico del sito

3.4. APPROFONDIMENTO DI II LIVELLO RELATIVO AL SITO IN STUDIO – APP 5

Si riporta di seguito l'analisi sito-specifica per la stima del fattore di amplificazione di sito (Fa) seguendo la procedura di II Livello di approfondimento secondo quanto indicato nell'all. 5 della D.G.R. 9/2616/2011 utilizzando le risultanze esposte in precedenza.

Sulla base della litologia del sottosuolo del sito e dell'andamento del profilo di Vs si considera corretto utilizzare:

- la scheda litologica "limoso-argillosa tipo 2";
- il valore di VsEq pari a 467 m/s (considerando un piano di posa delle fondazioni a -2,5 m di profondità dal piano campagna);
- la curva 3 blu (figura seguente).

Sulla base dell'indagine eseguita e del modello geofisico del sottosuolo ricostruito il periodo di risonanza del sito risulta pari a 0,25 s.

Profondità primo strato (m)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	
200				2	1	1															
250				2	2	2	2	1	1	1											
300				3	3	3	3	2	2	2	2	1									
350				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3								
400				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3						
450				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3					
500				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3				
600				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
700				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Figura 36: Estratto Scheda limoso-argillosa tipo 2 – Indagine eseguita → curva 3 (blu)

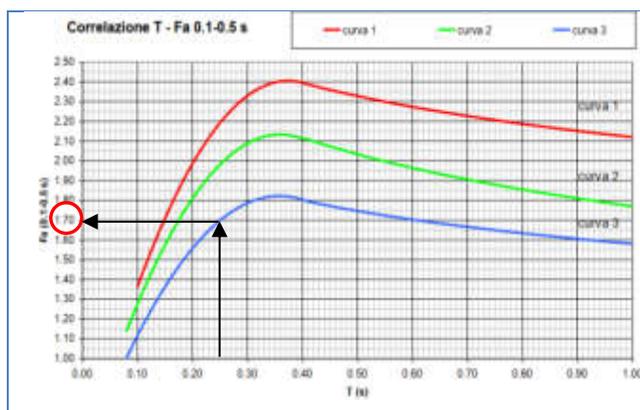


Figura 37: calcolo del valore di FAC per T 0,1-0,5s

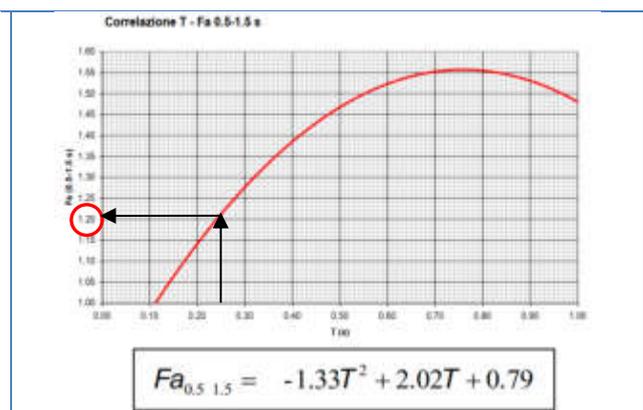


Figura 38: calcolo del valore di FAC per T 0,5-1,5s

Di seguito si confronta il valore del fattore di amplificazione calcolato (FAC) con i valori soglia comunale (FAS).

COMUNE DI PONCARALE	INTERVALLO	FAC	Valori soglia comunale (FAS)			
			B	C	D	E
	0.1 - 0.5	1,7 ± 0,1	1,4	1,8	2,2	2,0
	0.5 - 1.5	1,2 ± 0,1	1,7	2,4	4,2	3,1

Figura 39: Tabella con valori FAC calcolato e valori di amplificazione sismica di soglia comunale DGR 7374/2008 (FAS)

FAC (1,7) ± 0,1 > FAS (1,4 per cat. B) – NON VERIFICATO

FAC (1,2) ± 0,1 ≤ FAS (1,7 per cat. B) (per T 0,5-1,5 s) - VERIFICATO

Il fattore di amplificazione sismica calcolato (FAC) relativo al sito in studio risulta maggiore del valore di soglia comunale (FAS) per la categoria di sottosuolo di tipo B e quindi il relativo spettro di normativa non è adeguato a tenere conto delle amplificazioni sito-specifiche attese. Sarà pertanto necessario utilizzare lo spettro della categoria di sottosuolo superiore, ovvero la C.

3.5. CATEGORIA SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE TOPOGRAFICA

Le NTC 2018 prevedono che la classificazione del sottosuolo si effettui in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}} \quad [3.2.1]$$

con:
 h_i spessore dell'i-esimo strato;
 $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
 N numero di strati;
 H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Figura 40: Estratto NTC 2018

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro V_{S30} , ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Sulla base delle analisi sito-specifiche ai fini progettuali si considera opportuno applicare la **categoria di sottosuolo C**.

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>Depositati 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>Depositati 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>

Tabella 5: Categoria di sottosuolo di fondazione- Estratto NCT 2018.

La categoria topografica definita in base al D.M. 17/01/2018 è **T1** (superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $<15^\circ$) cui corrisponde un valore di coefficiente di amplificazione topografica ST pari a 1.

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

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

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Tabella 6: Categorie topografiche- Estratto NCT 2018

3.6. PARAMETRI SISMICI DI SITO

L'allegato B alle norme tecniche per le costruzioni (NTC 2018) espone i nuovi dati di pericolosità sismica per tutto il territorio nazionale che permettono di definire l'azione sismica. Di seguito si illustrano i parametri di calcolo:

Coordinate geografiche del sito	WGS84: Lat 45.45 - Lng 10.20
Stato Limite Ultimo scelto	S.L.V. Probabilità di superamento nel periodo di rif = 10%
Stato Limite Esercizio scelto	S.L.D. Probabilità di superamento nel periodo di rif = 63%
Vita nominale dell'opera	50 anni
Classe d'uso	II

Tabella 7: Parametri di calcolo

Per il sito in studio si ottengono i seguenti valori (software Geostru - Parametri sismici):

The screenshot shows the Geostru software interface for seismic parameters. On the left, there is a map of the site and a settings panel for 'Stati limite' (States of limit). The 'Stati limite' panel shows the following settings:

- Classe Edificio: II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...
- Vita Nominale: 50
- Interpolazione: Media ponderata
- CU = 1

Below the settings, there is a table of seismic coefficients for different states of limit:

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	Fo	Tc ^s [s]
Operatività (SLO)	30	0.039	2.472	0.213
Danno (SLD)	50	0.052	2.446	0.236
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.145	2.430	0.275
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.190	2.446	0.280

On the right, the 'Coefficientsi sismici' (Seismic coefficients) panel shows the following settings:

- Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni
- Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti:
- H (m): 1
- us (m): 0.1
- Cat. Sottosuolo: C
- Cat. Topografica: T1

Below the settings, there is a table of seismic coefficients for different states of limit:

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,49	1,42
CC Coeff. funz categoria	1,75	1,69	1,61	1,60
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

At the bottom, there is a table of seismic coefficients for different states of limit, highlighted with a red dashed border:

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.012	0.016	0.052	0.065
kv	0.006	0.008	0.026	0.032
Amax [m/s ²]	0.579	0.772	2.122	2.644
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

The caption for the figure is: **Figura 41: Parametri sismici del sito**
<http://www.geostru.com/geoapp/parametri-sismici.aspx>

4. APPROFONDIMENTO GEOTECNICO

4.1. ACQUISIZIONE DATI – APP4

Per la ricostruzione dell'assetto geologico e geotecnico dell'area sono state effettuate n. 12 prove penetrometriche dinamiche DPSH e n. 3 trincee esplorative la cui ubicazione è riportata nell'estratto sottostante.



Figura 42: Ubicazione prove penetrometriche dinamiche (DP1-12) e trincee esplorative (T1-3) su ortofoto

Caratteristiche penetrometro dinamico:

- ✓ Massa battente: 73 kg;
- ✓ Altezza di caduta: 75 cm;
- ✓ Peso asta completa (\varnothing 32x900 mm): 5,5 Kg;
- ✓ Angolo punta: 60°

I diagrammi N_{colpi} -Prof sono riportati in allegato.

Di seguito si riporta la documentazione fotografica delle indagini geotecniche (prove DPSH) e geognostiche (trincee esplorative) svolte in sito.

4.1.1. Documentazione fotografica prove penetrometriche (DPSH)



Figura 43: Almanacco fotografico prove penetrometriche

4.1.2. Trincee esplorative

T1



Figura 44: trincea esplorativa T1

Stratigrafia

0,00-0,40 m terreno vegetale limoso-sabbioso

0,40-1,00 m sabbie limose debolmente ghiaiose

1,00-2,40 m sabbie ghiaiose con presenza di clasti da cm a dm

Visione d'insieme



Particolare del cumulo di materiale scavato



T2



Figura 45: trincea esplorativa T2

Stratigrafia

0,00-0,60 m Terreno vegetale limoso sabbioso

0,60-1,20 m sabbie ghiaiose debolmente limose

1,20-2,40 m sabbie ghiaiose con ciottoli da cm a dm

Visione d'insieme



Particolare del cumulo di materiale scavato



T3



Figura 46: trincea esplorativa T3

Stratigrafia

0,00-0,50 m terreno vegetale limoso sabbioso con rari clasti dispersi nella matrice

0,50-1,40 m sabbie ghiaiose con ciottoli da cm a dm

1,40-1,90 m sabbie ben classate debolmente ghiaiose

1,40-2,50 m sabbie ghiaiose con ciottoli da cm a dm

Visione d'insieme



Particolare del cumulo di materiale scavato



4.2. VALORI CARATTERISTICI E DI PROGETTO DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato, partendo dalle penetrometrie e dalle litologie riscontrate. Tali valori caratteristici delle grandezze fisiche e meccaniche da attribuire ai terreni sono stati ottenuti attraverso l'interpretazione dei dati acquisiti nella indagine geotecnica precedentemente esposta. I valori di progetto dei parametri geotecnici si ottengono dai valori caratteristici tenendo conto dei coefficienti parziali γ_M .

Sulla base delle litologie riscontrate il sottosuolo indagato viene schematicamente suddiviso in litozone cui vengono attribuiti i seguenti parametri geotecnici valutati scegliendo il più cautelativo fra i vari metodi di correlazione esistenti (Metodo Road Bridge Specification; Metodo di Japanese National Railway – per l'Angolo di attrito; Metodo Gibbs & Holtz per la densità relativa; Metodo di Schmertmann, Metodo di Terzaghi e Metodo di Schultze e Menzebach per il Modulo di deformazione):

CORPO GEOLOGICO 1 – Terreno vegetale ed eluviale limoso sabbioso argilloso con rare ghiaie sciolte

Prof. 0,00-2,50 m

- Angolo di resistenza al taglio (ϕ'_k) = 27°
- Peso dell'unità di volume (γ) = 1.600 Kg/mc
- Modulo di deformazione (E_y): 60 Kg/cmq

CORPO GEOLOGICO 2 – Sabbie ghiaiose debolmente limose mediamente addensate

Prof. 2,50-10,00 m

- Angolo di resistenza al taglio (ϕ'_k) = 31°
- Peso dell'unità di volume (γ) = 1.800 Kg/mc
- Modulo di deformazione E_{yk} = 180 Kg/cmq

4.3. CALCOLI AGLI STATI LIMITE

4.3.1. Dati geometrici e azioni sulle fondazioni

Sulla base delle informazioni di progetto ricevute e delle caratteristiche geologiche locali si ricapitolano le condizioni del modello geotecnico per i calcoli delle resistenze di progetto del terreno:

- criterio progettuale: Approccio 2 (A1+M1+R3) NTC 2018;
- trattazione dei depositi del sottosuolo come incoerenti ed in condizioni drenate;
- tipologia e dimensioni fondazioni: plinti 2,00x2,00 mq; 3,00x3,00 mq; 4,00x4,00 mq
profondità D = incastro = 1,50 m pc attuale;
- falda: -3,50/4,00 m;
- categoria di sottosuolo: C;
- categoria topografica: T1 → St= 1,0;
- calcolo relativo al carico limite verticale;
- nei calcoli relativi alla combinazione sismica è stata tenuta in conto l'accelerazione nel sottosuolo indotta dal sisma (correzione sismica secondo E. Cascone e M. Maugeri).

4.3.2. Calcoli agli Stati Limite Ultimi (SLU)

La condizione di verifica agli stati limite ultimi è la seguente disequazione:

$$Ed \leq Rd$$

Ed = componente della risultante delle forze in direzione normale al piano di posa

Rd = valore della forza normale al piano di posa cui corrisponde il raggiungimento del carico limite in terreni di fondazione

La formula trinomia per il calcolo del carico ultimo risulta la seguente (Hansen, 1970)

$$q_{lim} = c N_c S_c d_c i_c b_c g_c z_c + \gamma_1 D N_q S_q d_q i_q b_q g_q z_q + 0.5 \gamma_2 B N_\gamma S_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma \quad (\varphi > 0);$$
$$q_{lim} = 5.14 c_u (1 + s_c + d_c - i_c - b_c - g_c) + \gamma_1 D \quad (\varphi = 0);$$

Le resistenze di progetto sopra esposte dovranno essere confrontate con le azioni calcolate dal progettista al fine di verificare la disequazione $Ed < Rd$.

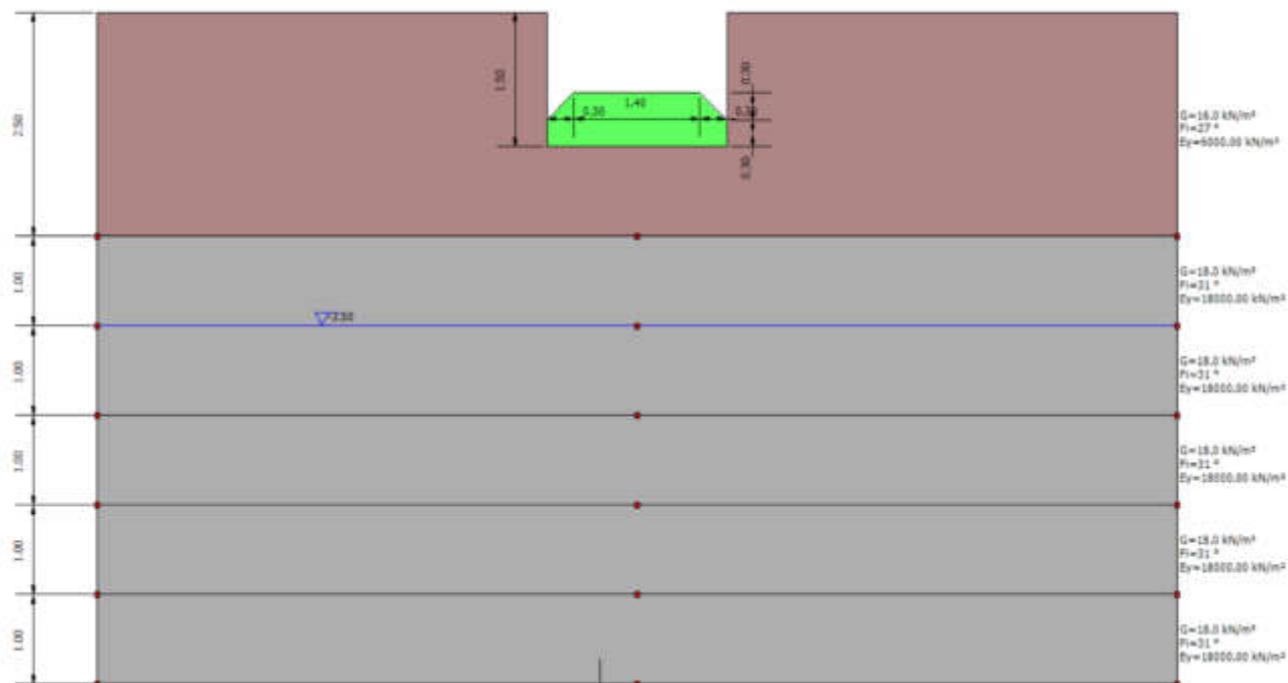


Figura 47 – Modello geotecnico sottosuolo e calcolo resistenze di progetto
 plinti 2,00x2,00 mq; profondità D = incastro = 1,50 m

Nome combinazione	Autore	Carico limite [Quit] (kN/m²)	Resistenza di progetto [Rd]
A1+M1+R3	HANSEN (1970)	676.65	294.20
SISMA			
*	HANSEN (1970)	634.95	276.07

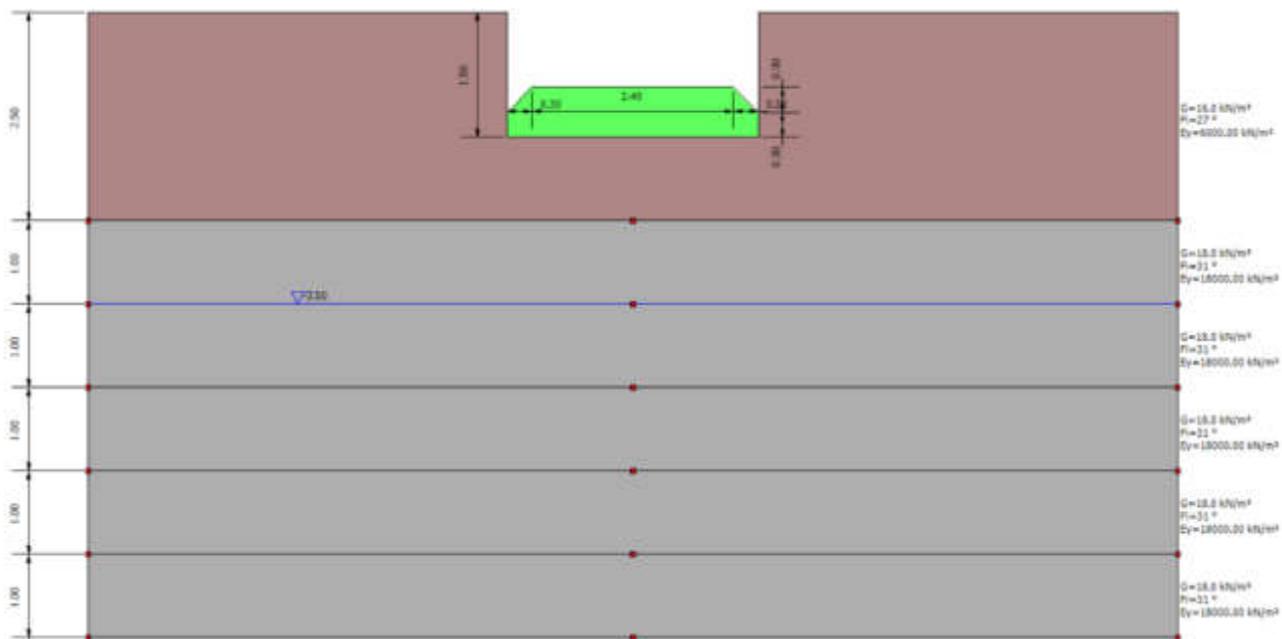


Figura 48 – Modello geotecnico sottosuolo e calcolo resistenze di progetto
 plinti 3,00x3,00 mq; profondità D = incastro = 1,50 m

Nome combinazione	Autore	Carico limite [Quit] (kN/m ²)	Resistenza di progetto [Rd]
A1+M1+R3	HANSEN (1970)	682.61	296.79
SISMA *	HANSEN (1970)	621.21	270.09

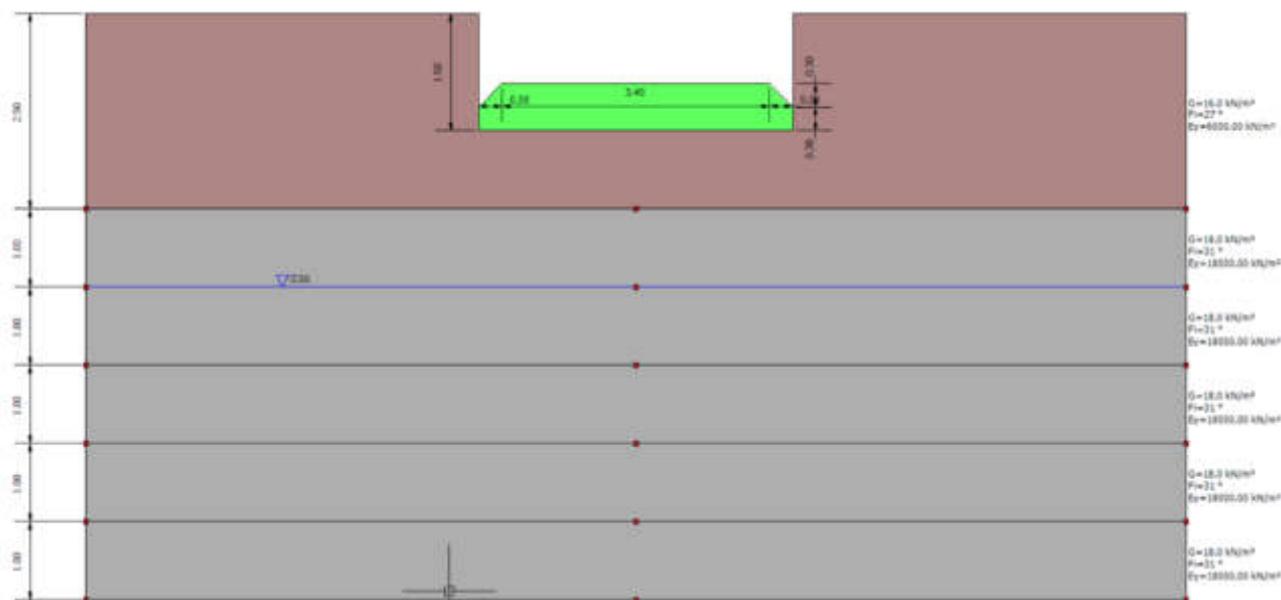


Figura 49 – Modello geotecnico sottosuolo e calcolo resistenze di progetto
 plinti 4,00x4,00 mq; profondità D = incastro = 1,50 m

Nome combinazione	Autore	Carico limite [Qult] (kN/m ²)	Resistenza di progetto [Rd]
A1+M1+R3	HANSEN (1970)	696.91	303.00
SISMA	HANSEN (1970)	620.39	269.73
*			

4.3.3. Calcoli agli Stati Limite di Esercizio (SLE)

Nell'ambito delle verifiche geotecniche delle strutture si riporta quella relativa ai cedimenti, nel rispetto dei requisiti prestazionali della struttura, rispettando la condizione:

$$Ed \leq Cd$$

Ed = valore di progetto dell'effetto delle azioni (cedimento calcolato)

Cd = prescritto valore limite dell'effetto delle azioni (cedimento ammissibile)

Per le verifiche agli SLE è stato utilizzato il metodo di Schmertmann, che consente di stimare il cedimento immediato e secondario dei terreni per mezzo della seguente espressione:

$$S = C_1 C_2 Q \sum_{i=1}^n \left(\frac{Iz_i}{E_i} \cdot dH \right)$$

dove:

S = cedimento totale

Q = carico netto applicato sulla fondazione

C1 = 1-0.5(σ/Q), fattore correttivo che tiene conto dell'approfondimento della fondazione
 (σ = pressione efficace al piano di posa della fondazione)

C2 = 1+0.21log(T/0.1), fattore correttivo che tiene conto del cedimento secondario
 (T è il tempo di calcolo del cedimento in anni)

n = numero degli strati

Izi = fattore d'influenza che tiene conto della diffusione del carico netto applicato sulla fondazione

Ei = modulo di deformazione dello strato i-esimo

dH = spessore dello strato

È stata eseguita la stima dei cedimenti di fondazione Ed (cm) considerando pressioni medie ripartite sul terreno, mediante il metodo di Schmertmann ottenendo, per le medesime combinazioni di fondazioni riportate nel paragrafo 4.3.1, i seguenti valori:

Plinti (m)	Combinazione azioni	Pressione (KPa)	Cedimento assoluto calcolato Ed (cm) (Schmertmann)
2x2; Prof. 1,5	SLE	175	2,5
3x3; Prof. 1,5	SLE	150	2,5
4x4; Prof. 1,5	SLE	135	2,5

Figura 50 Calcolo cedimenti

NB: Si precisa che la valutazione finale se i cedimenti risultino tollerabili dalle strutture in progetto dovrà essere fatta dall'ingegnere strutturale.

4.4. VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI IN CONDIZIONI SISMICHE

Considerata la situazione stratigrafica locale è stata eseguita la verifica alla liquefazione tramite il metodo di Seed e Idriss (1982).

Dati di ingresso (prudenziali):

- ✓ falda idrica = 3 m
- ✓ $a_{max}/g = 0,2$
- ✓ magnitudo $M = 6$
- ✓ N_{spt} (4 fra 0-6 m; 12 > 6 m)

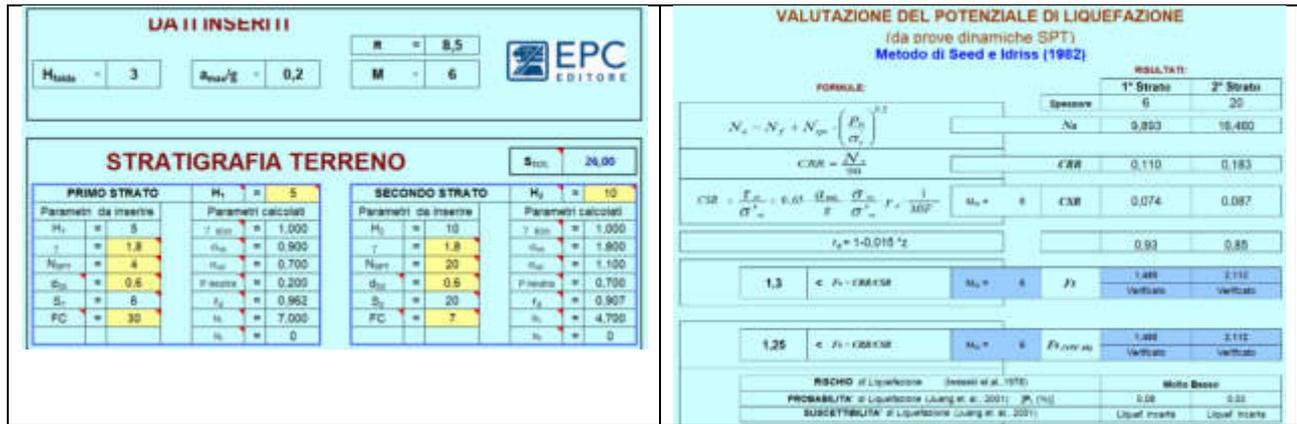


Figura 51 Verifica alla liquefazione dei terreni: Calcolo potenziale di liquefazione con Seed e Idriss (1982)

Si ottiene un rischio di liquefazione molto basso.

Palazzolo sull'Oglio, gennaio 2024

Dott. geol. Marco Carraro
 n. 701 O.G.L



ALLEGATI

- **Diagrammi prove DPSH**
- **Report MASW e modello geofisico**
- **Foto e stratigrafia trincea esplorativa**

winMASW - Joint Analysis of Rayleigh & Love-Wave Dispersion

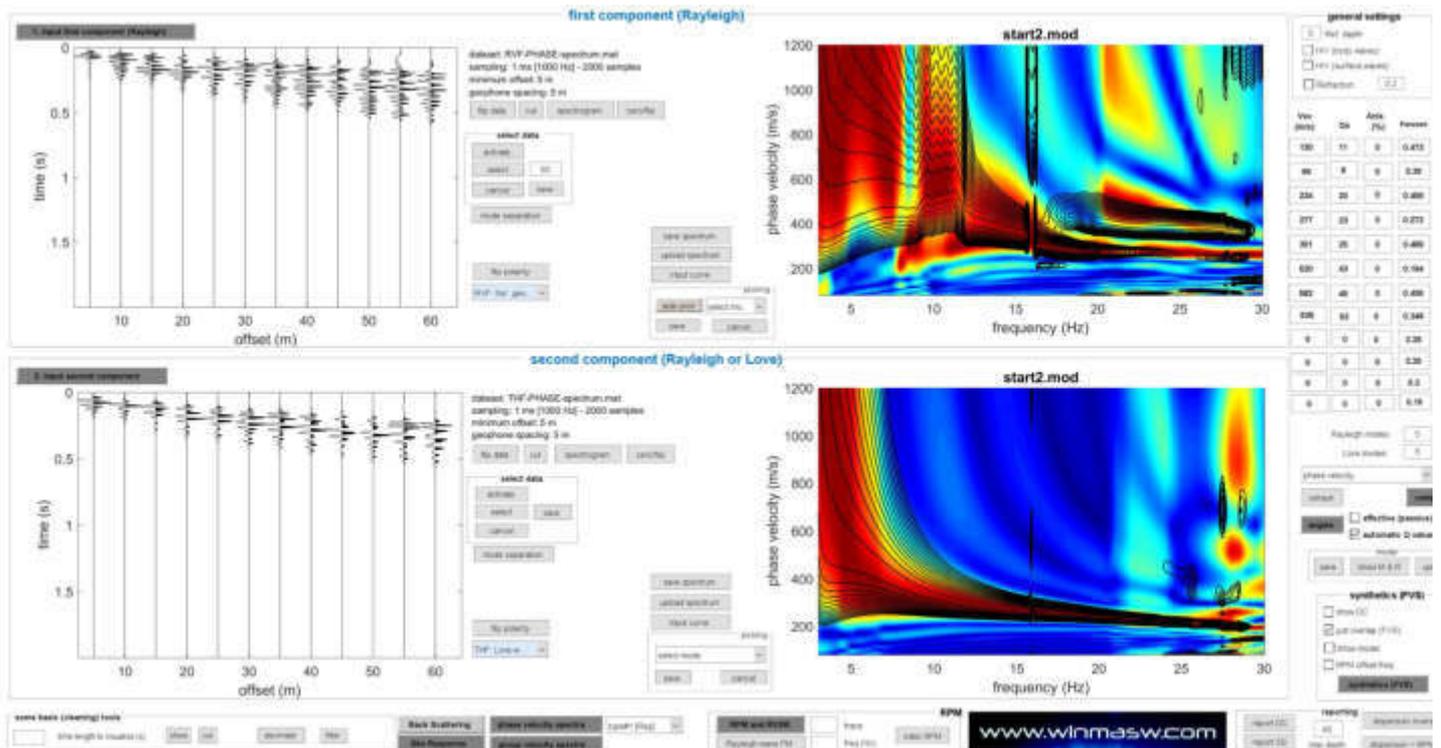
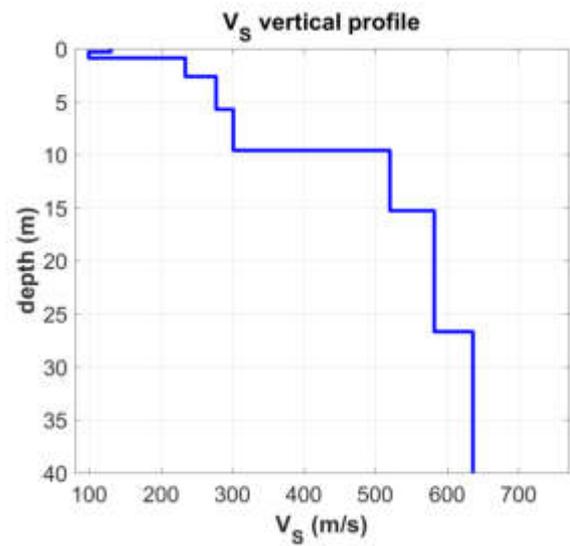
www.winmasw.com

Date: 26 10 2023

Time: 14 13

Rayleigh dataset: RVF-PHASE-spectrum.mat

Love dataset: THF-PHASE-spectrum.mat



Retrieved model

Vsv (m/s): 130 99 234 277 301 520 582 636

Vsh (m/s): 130 99 234 277 301 520 582 636

Thickness (m): 0.3 0.6 1.8 3.1 3.9 5.7 11.4

Model

layer	Vs (m/s)	thickness (m)	depth (m)
1	130	0.3000	0.3000
2	99	0.5700	0.8700
3	234	1.7500	2.6200
4	277	3.1000	5.7200
5	301	3.8700	9.5900
6	520	5.6900	15.2800
7	582	11.4100	26.6900
8	636	0	0

Density (gr/cm³): 1.72 1.65 1.88 1.93 1.95 2.10 2.13 2.15

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 29 16 103 148 177 567 721 871

Estimated static shear modulus (MPa): 0 0 0 0 0 0 0 0

Approximate values for Vp and elastic moduli (please, see manual).

Vp (m/s): 577 233 824 495 2039 844 1460 1319

Poisson: 0.47 0.39 0.46 0.27 0.49 0.19 0.41 0.35

Vs30 and VsE (m/s): 398 398

Pay attention

Soil classification must be performed by the user.

For Italian Users:

Decreto 17 gennaio 2018 in aggiornamento alle Norme Tecniche per le Costruzioni e pubblicato sul Supplemento ordinario n° 8 alla Gazzetta Ufficiale del 20/02/2018:

A - 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.

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

C - Depositati 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.

D - Depositati 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.

E - 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.

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

winMASW - Surface Waves & Beyond

www.winmasw.com

winMASW & HoliSurface: Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

Dataset: 2023-10-25_11-17HVS20.seg2

DATA ACQUISITION

Date and time:

DATA PROCESSING

Date: 26 10 2023

Time: 12 46

Sampling frequency (Hz): 64

Window length (sec): 20

HVSR computation: quadratic mean

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

Length of analysed dataset (min): 20.0

Tapering (%): 5

Smoothing (%): 15

SESAME criteria

In the following results considering the data in the 3.0-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 13.2 (±2.7)

Peak HVSR value: 2.9 (±0.2)

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

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: $13.210 > 0.5$ (OK)

#2. [$n_c > 200$]: $30382 > 200$ (OK)

#3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

==== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

#1. [exists f_- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: yes, at frequency 3.3Hz (OK)

#2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes (considering standard deviations), at frequency Hz (OK)

#3. [$A_0 > 2$]: $2.9 > 2$ (OK)

#4. [$f_{\text{peak}}[A_h/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)

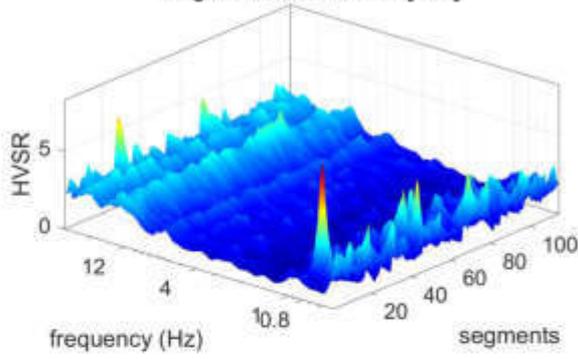
#5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$]: $2.675 > 0.660$ (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.287 < 1.58$ (OK)

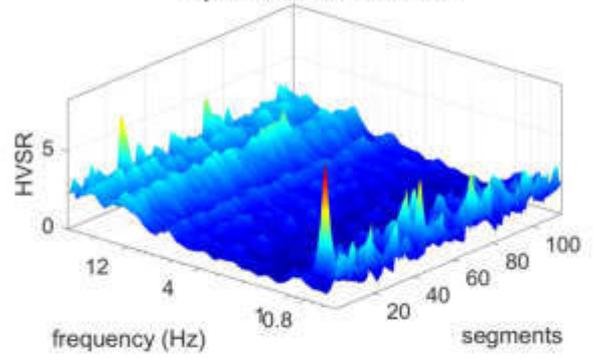
Please, be aware of possible industrial/man-induced peaks or spurious peaks due to meaningless numerical instabilities.

Remember that SESAME criteria should be considered in a flexible perspective and that if you modify the processing parameters the results may change.

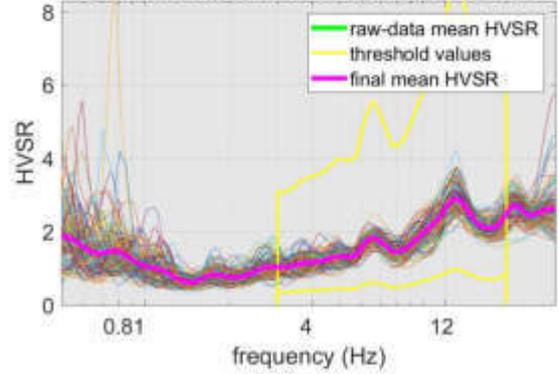
original HVSR curves [115]



kept all the HVSR curves

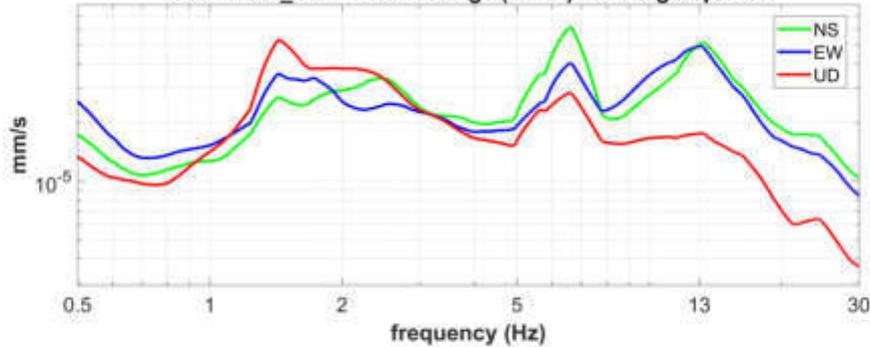


No outlier removal: kept all the HVSR curves



A screenshot of the WinMASW software interface. It shows several panels: 'step1 (optional) - discriminate', 'step2 - HV computation', 'directivity analysis', 'picking HV or amplitude spectra', and 'quick analysis (HV/4f)'. The interface includes various input fields, checkboxes, and buttons for data processing and analysis.

2023-10-25_11-17HVS20.seg2 (64 Hz) - Average Spectra

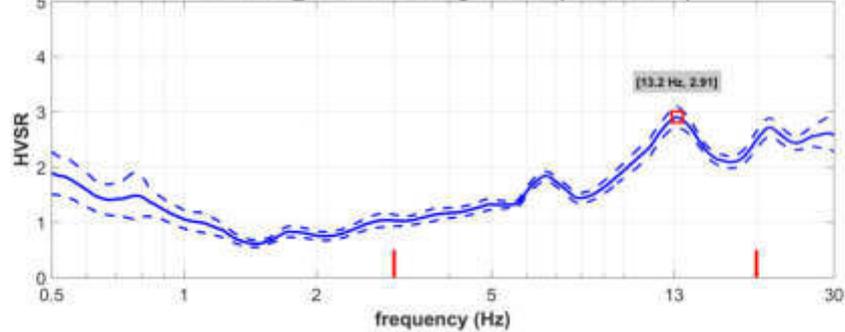


open working hole
close working hole
back colors

your corner

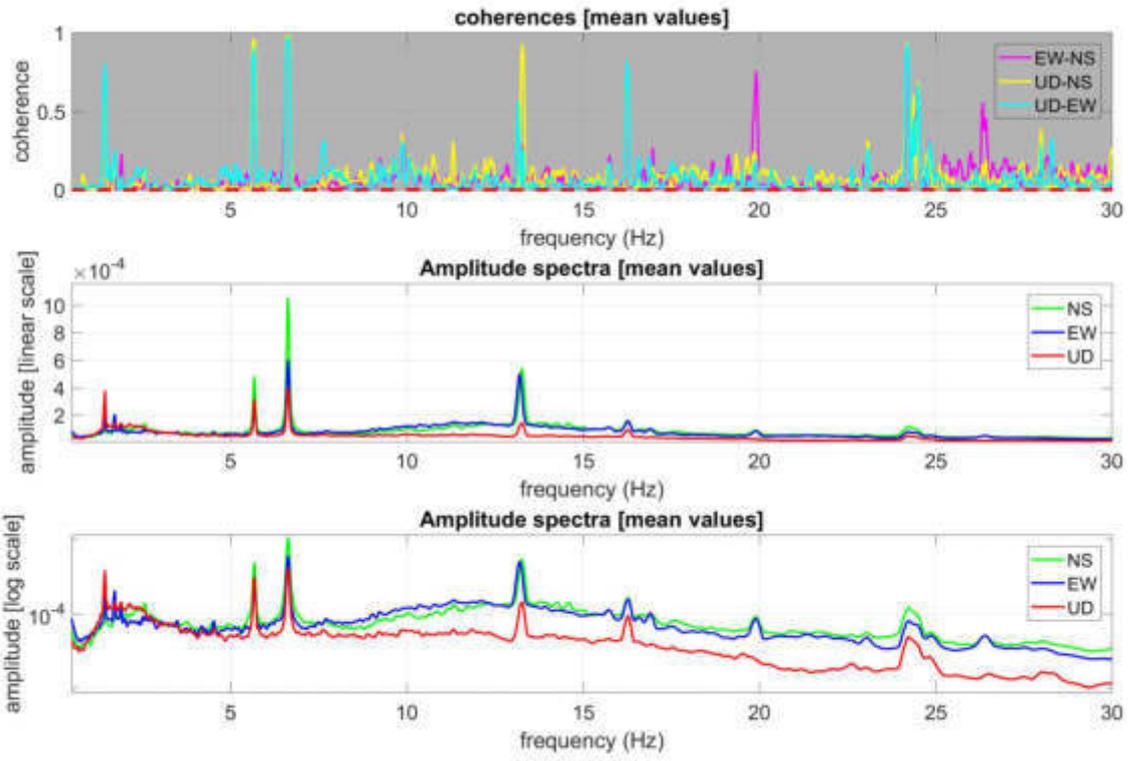
default axes

2023-10-25_11-17HVS20.seg2 - HVSR (window: 20 s)

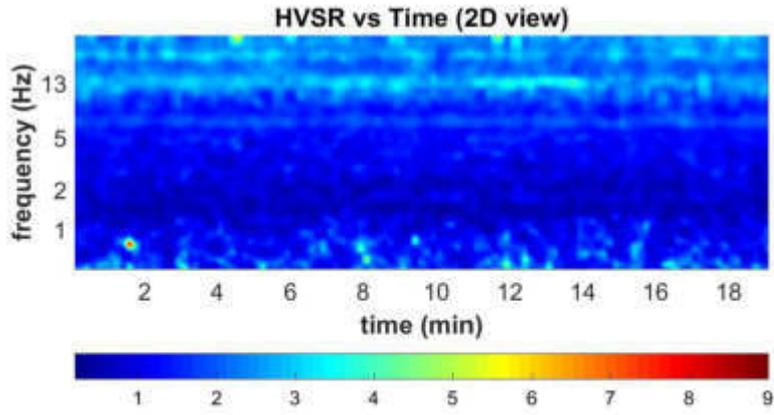
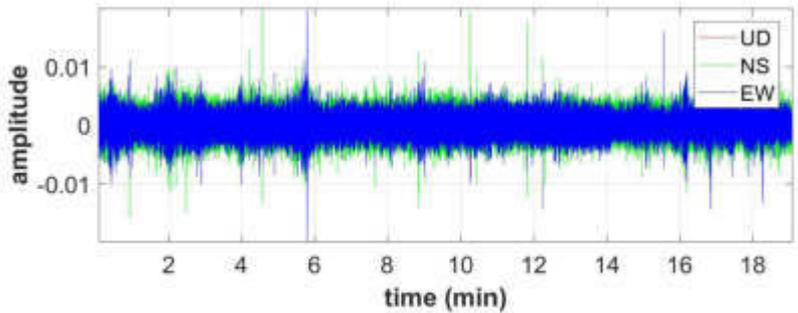


- Criteria for a reliable HV curve
- SI: OK
 - SD: OK
 - SI: OK
- Criteria for a clear HV peak [13.2 Hz]
- SI: OK
 - SD: OK
 - SI: OK
 - SI: OK
 - SI: OK

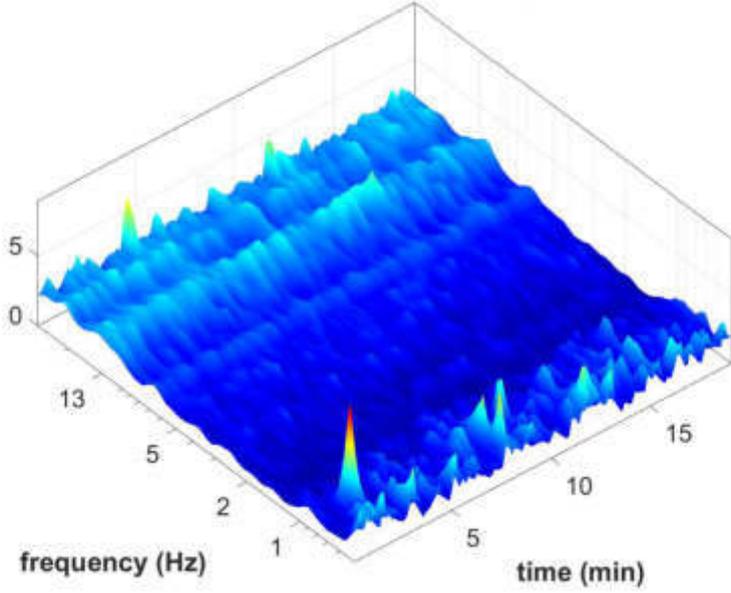
To model the HVSR (also jointly with MASW or ReWiESAC data), go to the "Velocity Spectrum's, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve



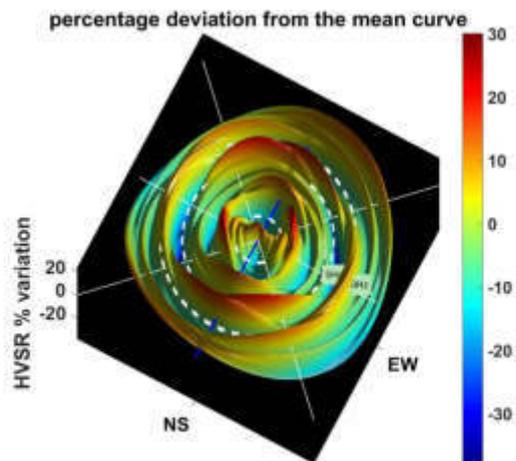
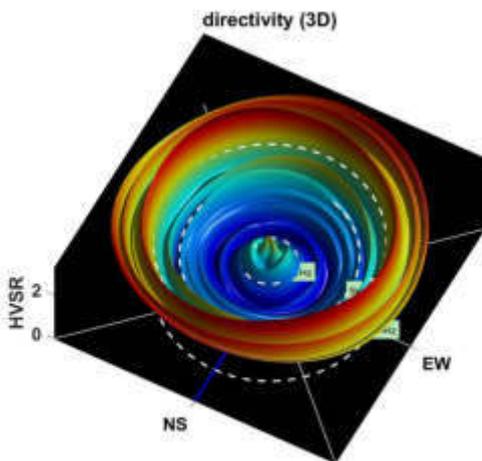
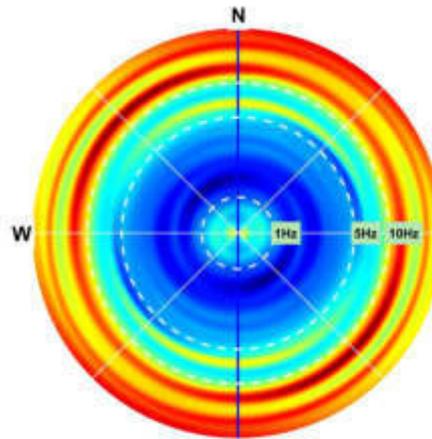
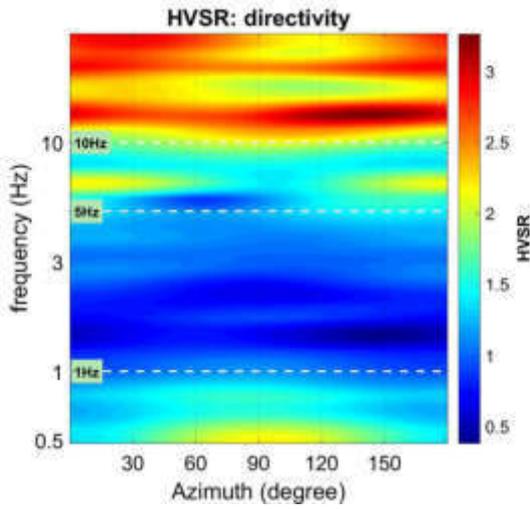
Continuity (Persistence) of the H/V Spectral Ratio



HVSR vs Time (3D view)



Directivity of the H/V Spectral Ratio

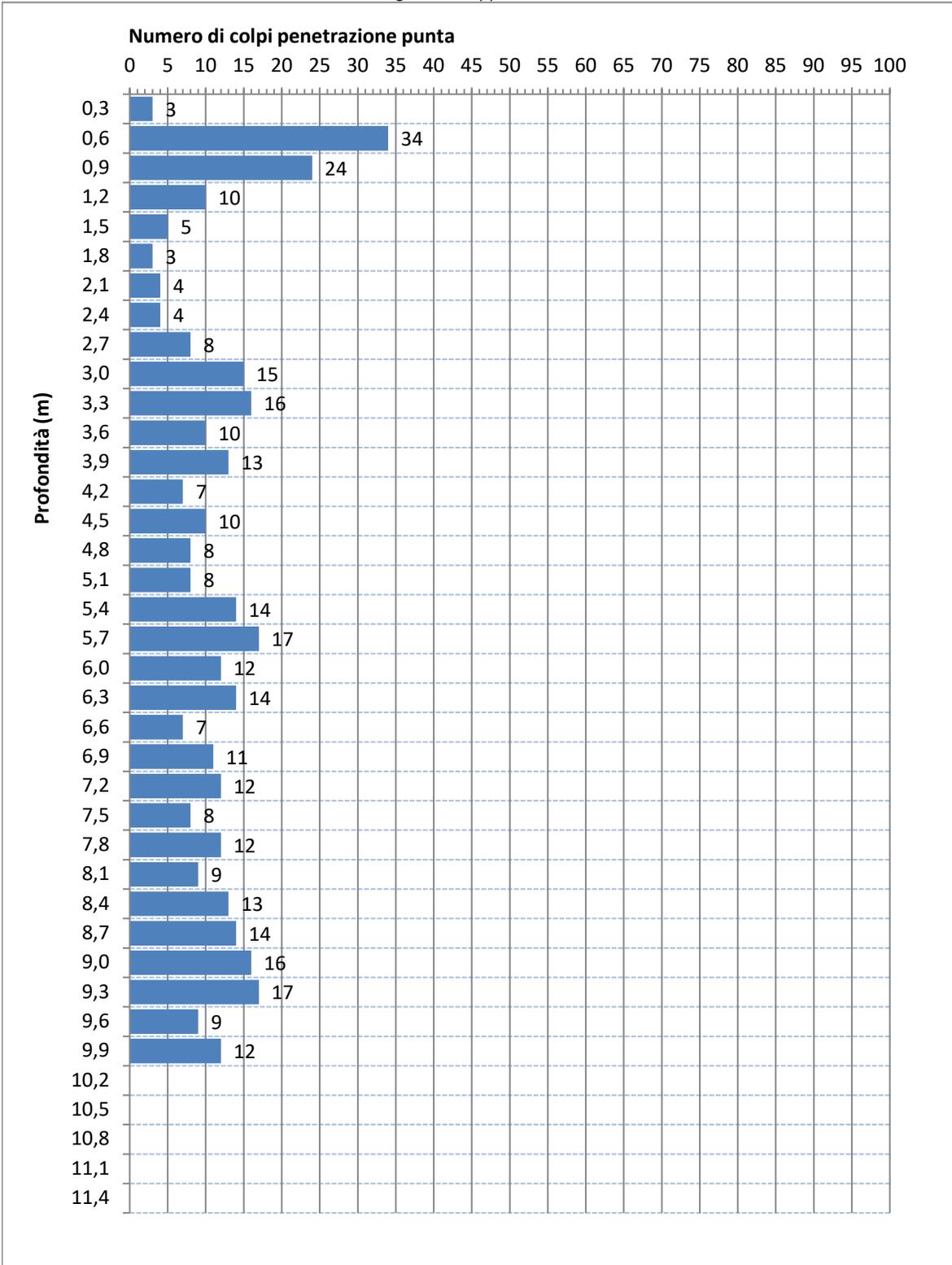


Committente: Società AscA Costruzioni S.r.l.

Data: 25/10/2023

Descrizione: Nuovo compendio produttivo

Località: SS 45 bis 25020 Poncarale Foglio 16 Mappali 217-219-220-221



Dati tecnici prova

Penetrometro: Pagani TG 63-200

Massa battente: 73 kg

Altezza di caduta maglio: 75 cm

Punta diam. 50,5 mm con angolo di 60 gradi

Aste diam. 34 mm.

Impresa esecutrice

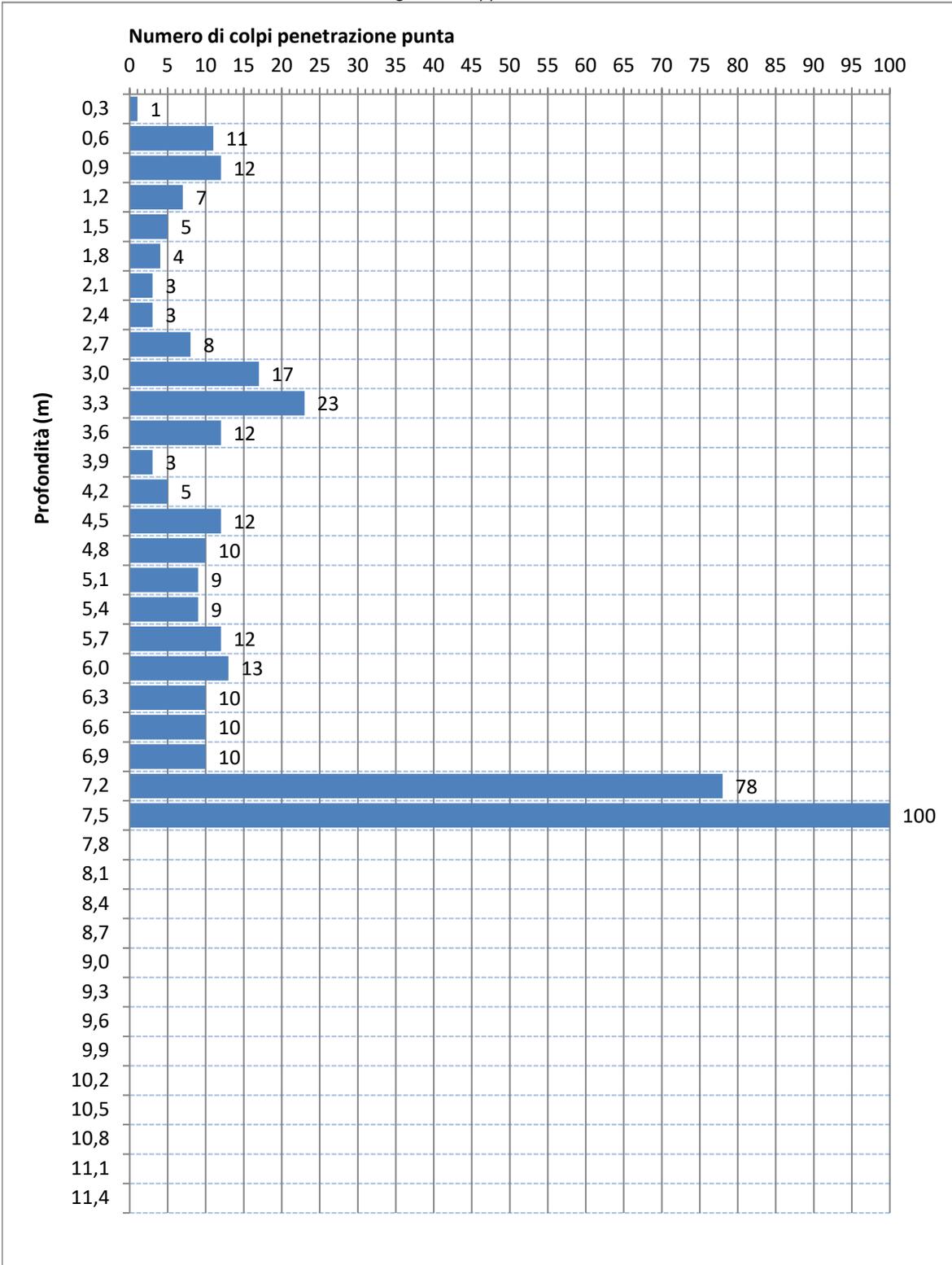
GEO.TI s.a.s. di Trovenci Claudio & C.

Committente: Società AscA Costruzioni S.r.l.

Data: 25/10/2023

Descrizione: Nuovo compendio produttivo

Località: SS 45 bis 25020 Poncarale Foglio 16 Mappali 217-219-220-221



Dati tecnici prova

Penetrometro: Pagani TG 63-200

Massa battente: 73 kg

Altezza di caduta maglio: 75 cm

Punta diam. 50,5 mm con angolo di 60 gradi

Aste diam. 34 mm.

Impresa esecutrice

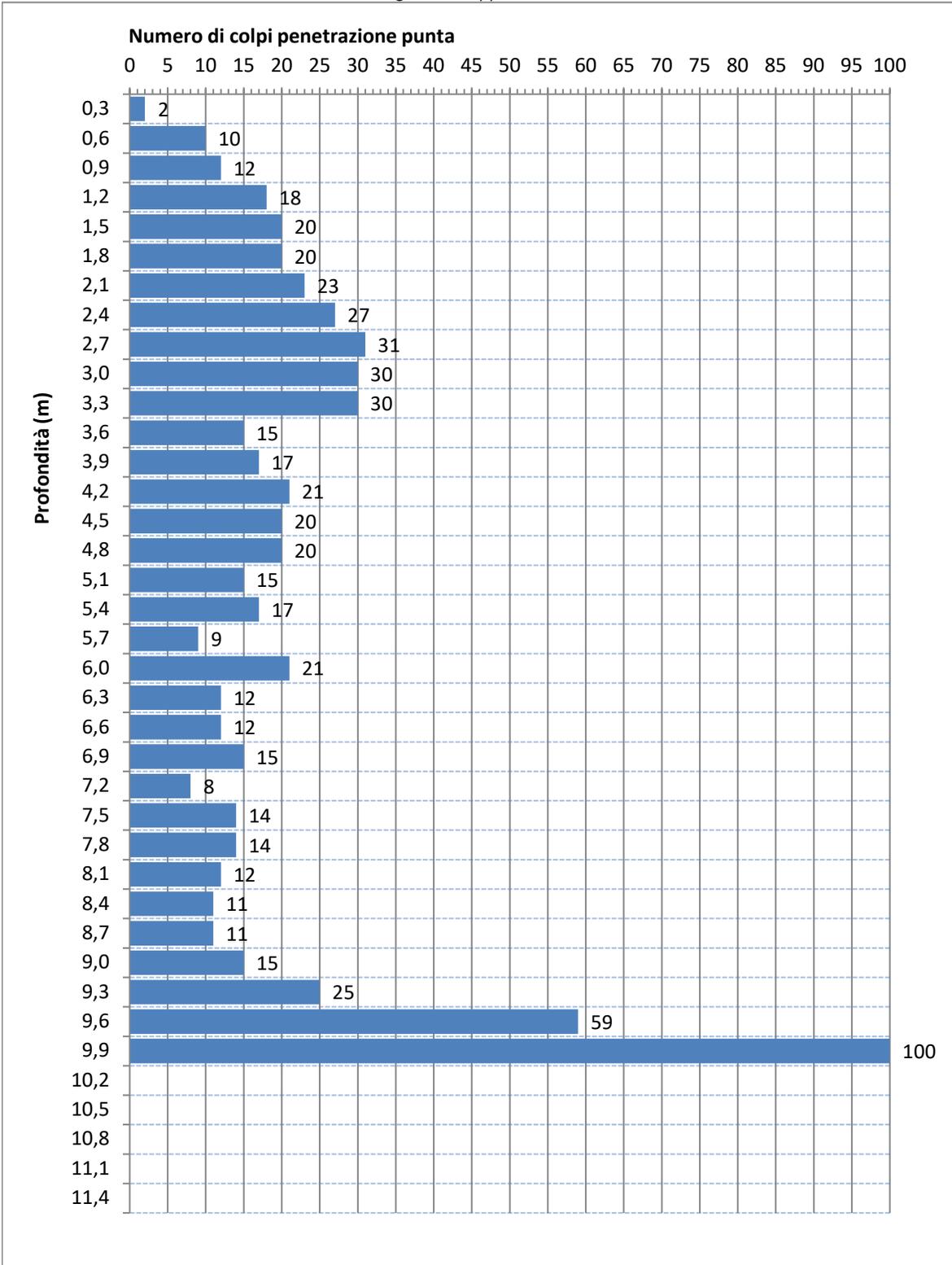
GEO.TI s.a.s. di Trovenzi Claudio & C.

Committente: Società AscA Costruzioni S.r.l.

Data: 25/10/2023

Descrizione: Nuovo compendio produttivo

Località: SS 45 bis 25020 Poncarale Foglio 16 Mappali 217-219-220-221



Dati tecnici prova

Penetrometro: Pagani TG 63-200

Massa battente: 73 kg

Altezza di caduta maglio: 75 cm

Punta diam. 50,5 mm con angolo di 60 gradi

Aste diam. 34 mm.

Impresa esecutrice

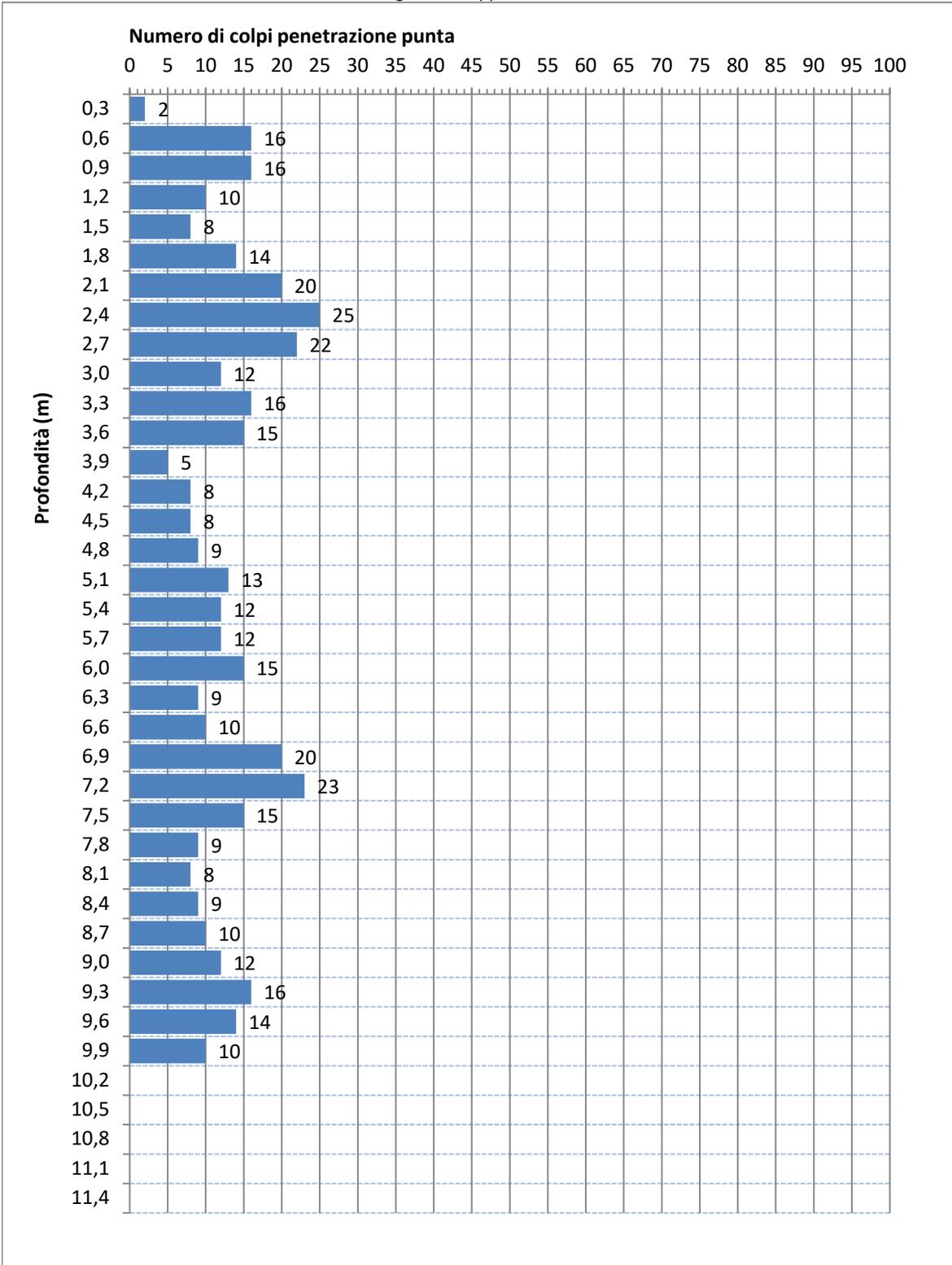
GEO.TI s.a.s. di Trovenzi Claudio & C.

Committente: Società AscA Costruzioni S.r.l.

Data: 25/10/2023

Descrizione: Nuovo compendio produttivo

Località: SS 45 bis 25020 Poncarale Foglio 16 Mappali 217-219-220-221



Dati tecnici prova

Penetrometro: Pagani TG 63-200

Massa battente: 73 kg

Altezza di caduta maglio: 75 cm

Punta diam. 50,5 mm con angolo di 60 gradi

Aste diam. 34 mm.

Impresa esecutrice

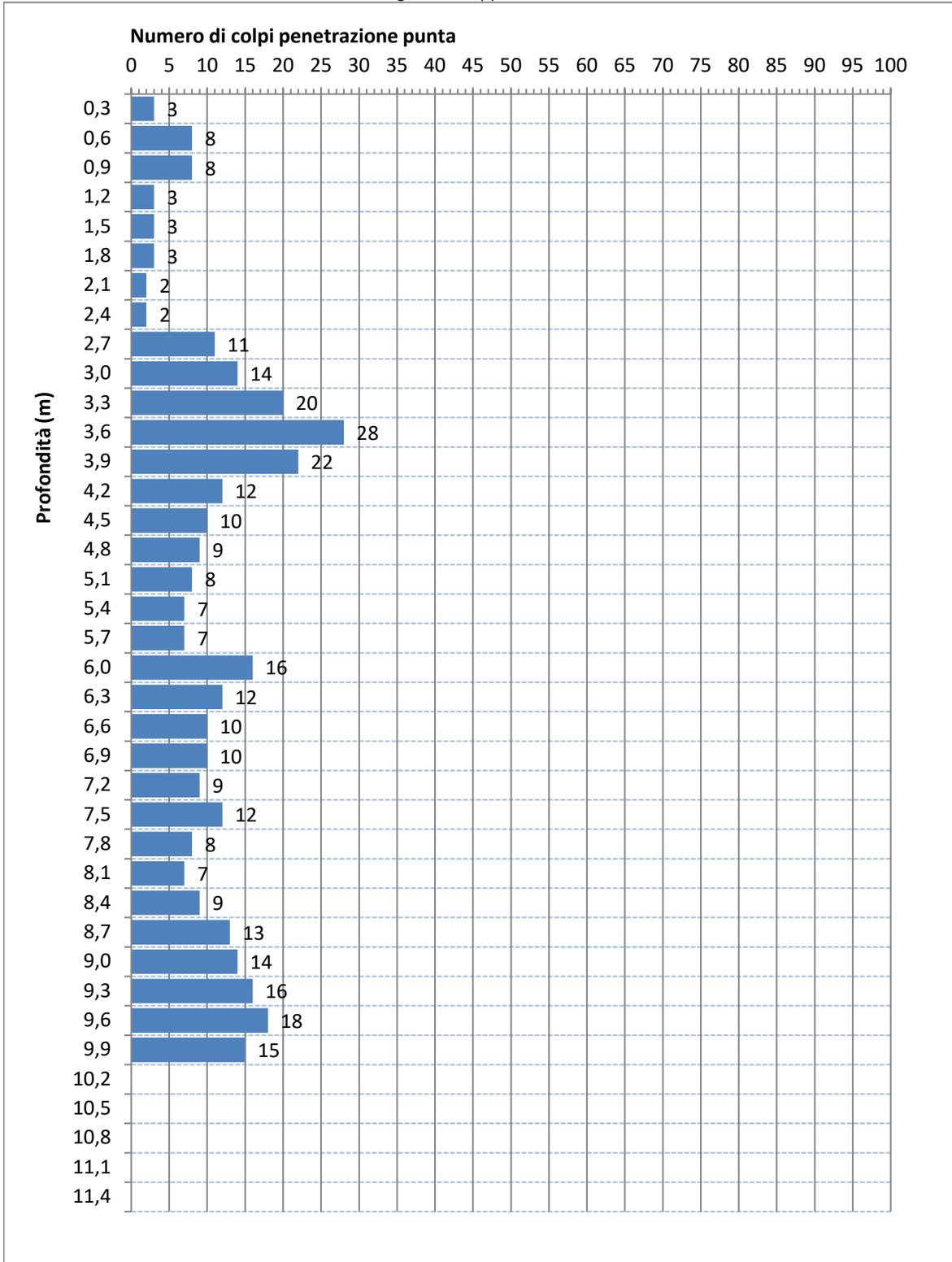
GEO.TI s.a.s. di Trovenzi Claudio & C.

Committente: Società AscA Costruzioni S.r.l.

Data: 25/10/2023

Descrizione: Nuovo compendio produttivo

Località: SS 45 bis 25020 Poncarale Foglio 16 Mappali 217-219-220-221



Dati tecnici prova

Penetrometro: Pagani TG 63-200

Massa battente: 73 kg

Altezza di caduta maglio: 75 cm

Punta diam. 50,5 mm con angolo di 60 gradi

Aste diam. 34 mm.

Impresa esecutrice

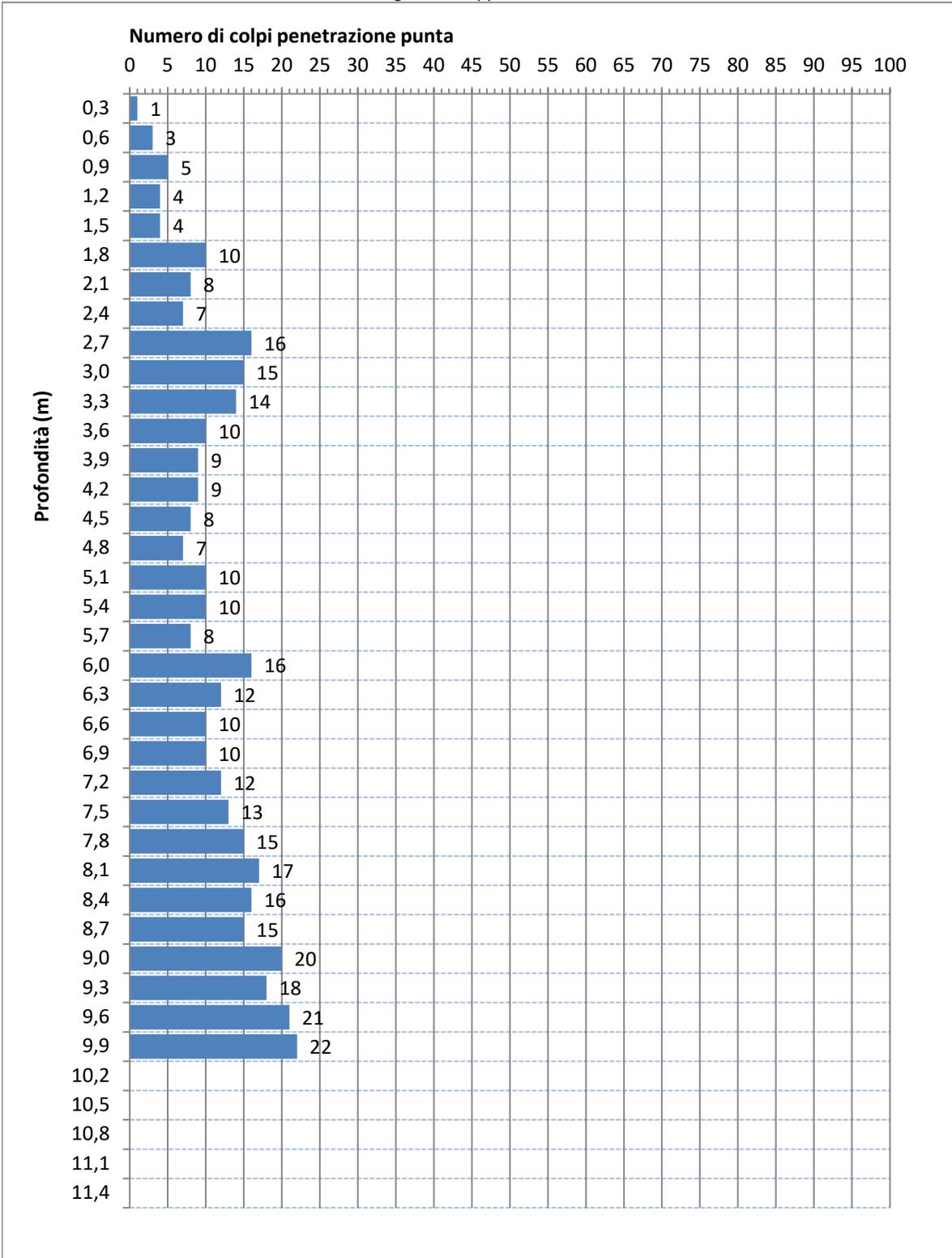
GEO.TI s.a.s. di Trovenzi Claudio & C.

Committente: Società AscA Costruzioni S.r.l.

Data: 25/10/2023

Descrizione: Nuovo compendio produttivo

Località: SS 45 bis 25020 Poncarale Foglio 16 Mappali 217-219-220-221



Dati tecnici prova

Penetrometro: Pagani TG 63-200

Massa battente: 73 kg

Altezza di caduta maglio: 75 cm

Punta diam. 50,5 mm con angolo di 60 gradi

Aste diam. 34 mm.

Impresa esecutrice

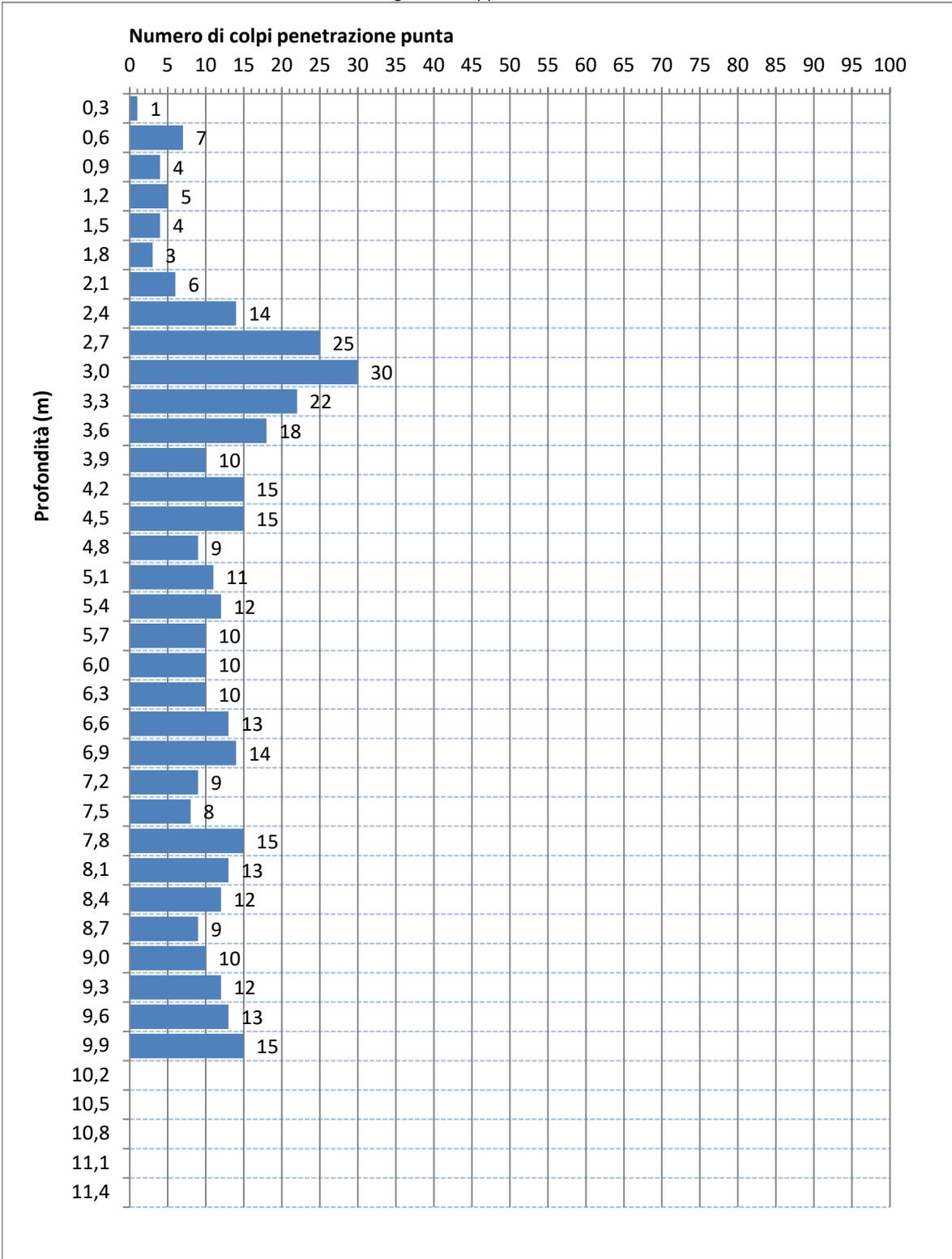
GEO.TI s.a.s. di Trovenzi Claudio & C.

Committente: Società AscA Costruzioni S.r.l.

Data: 25/10/2023

Descrizione: Nuovo compendio produttivo

Località: SS 45 bis 25020 Poncarale Foglio 16 Mappali 217-219-220-221



Dati tecnici prova

Penetrometro: Pagani TG 63-200

Massa battente: 73 kg

Altezza di caduta maglio: 75 cm

Punta diam. 50,5 mm con angolo di 60 gradi

Aste diam. 34 mm.

Impresa esecutrice

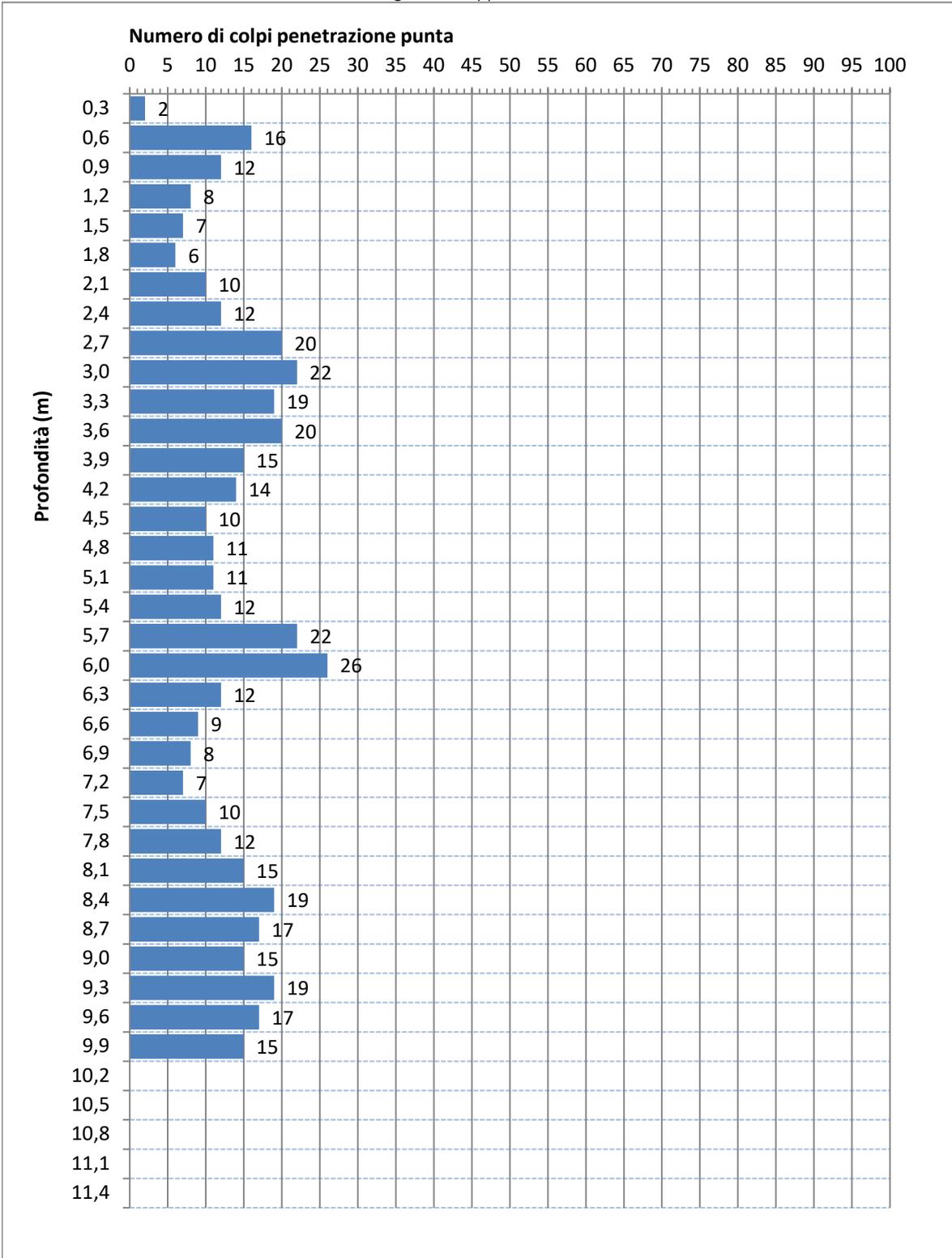
GEO.TI s.a.s. di Trovenzi Claudio & C.

Committente: Società AscA Costruzioni S.r.l.

Data: 25/10/2023

Descrizione: Nuovo compendio produttivo

Località: SS 45 bis 25020 Poncarale Foglio 16 Mappali 217-219-220-221



Dati tecnici prova

Penetrometro: Pagani TG 63-200

Massa battente: 73 kg

Altezza di caduta maglio: 75 cm

Punta diam. 50,5 mm con angolo di 60 gradi

Aste diam. 34 mm.

Impresa esecutrice

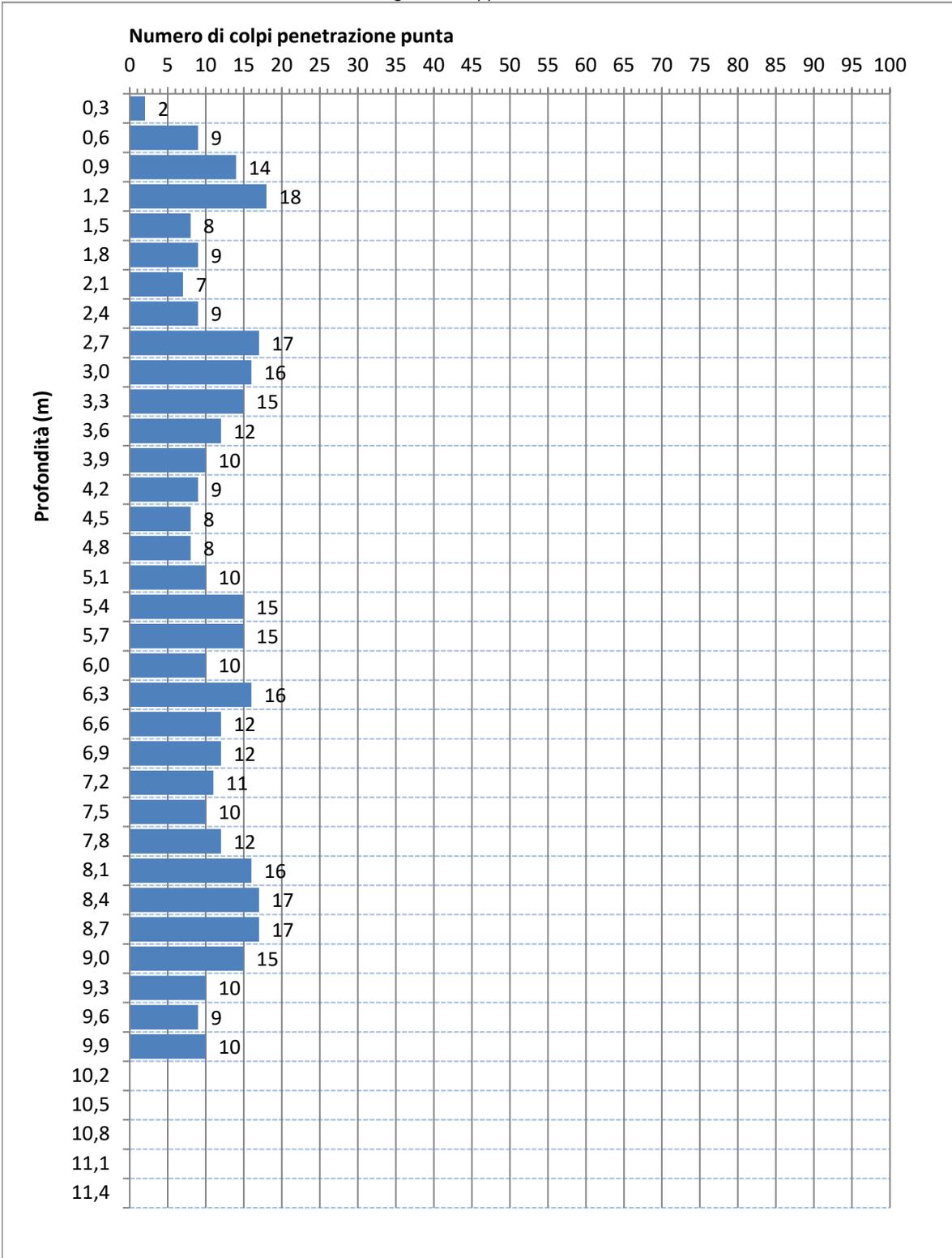
GEO.TI s.a.s. di Trovenzi Claudio & C.

Committente: Società AscA Costruzioni S.r.l.

Data: 25/10/2023

Descrizione: Nuovo compendio produttivo

Località: SS 45 bis 25020 Poncarale Foglio 16 Mappali 217-219-220-221



Dati tecnici prova

Penetrometro: Pagani TG 63-200

Massa battente: 73 kg

Altezza di caduta maglio: 75 cm

Punta diam. 50,5 mm con angolo di 60 gradi

Aste diam. 34 mm.

Impresa esecutrice

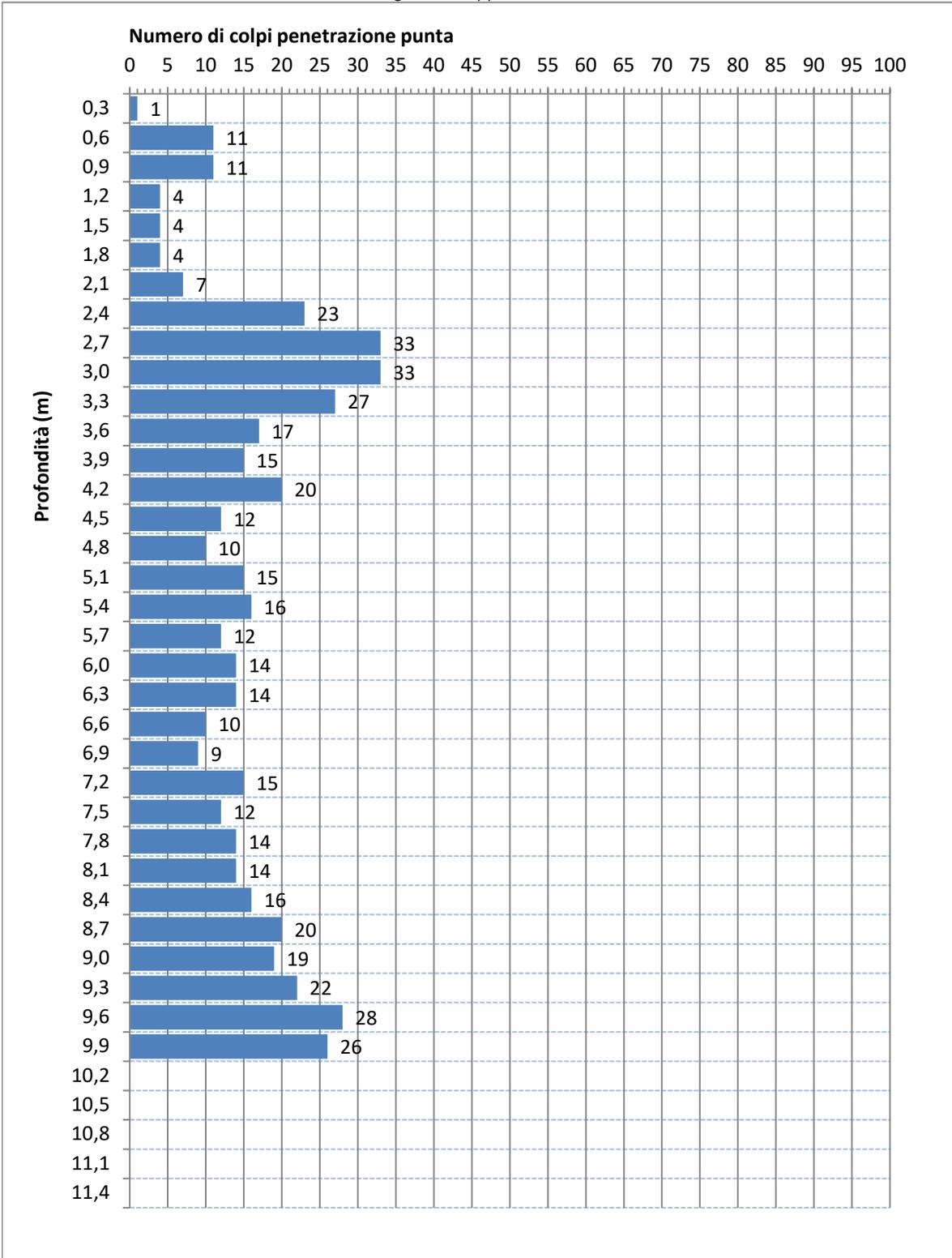
GEO.TI s.a.s. di Trovenzi Claudio & C.

Committente: Società AscA Costruzioni S.r.l.

Data: 25/10/2023

Descrizione: Nuovo compendio produttivo

Località: SS 45 bis 25020 Poncarale Foglio 16 Mappali 217-219-220-221



Dati tecnici prova

Penetrometro: Pagani TG 63-200

Massa battente: 73 kg

Altezza di caduta maglio: 75 cm

Punta diam. 50,5 mm con angolo di 60 gradi

Aste diam. 34 mm.

Impresa esecutrice

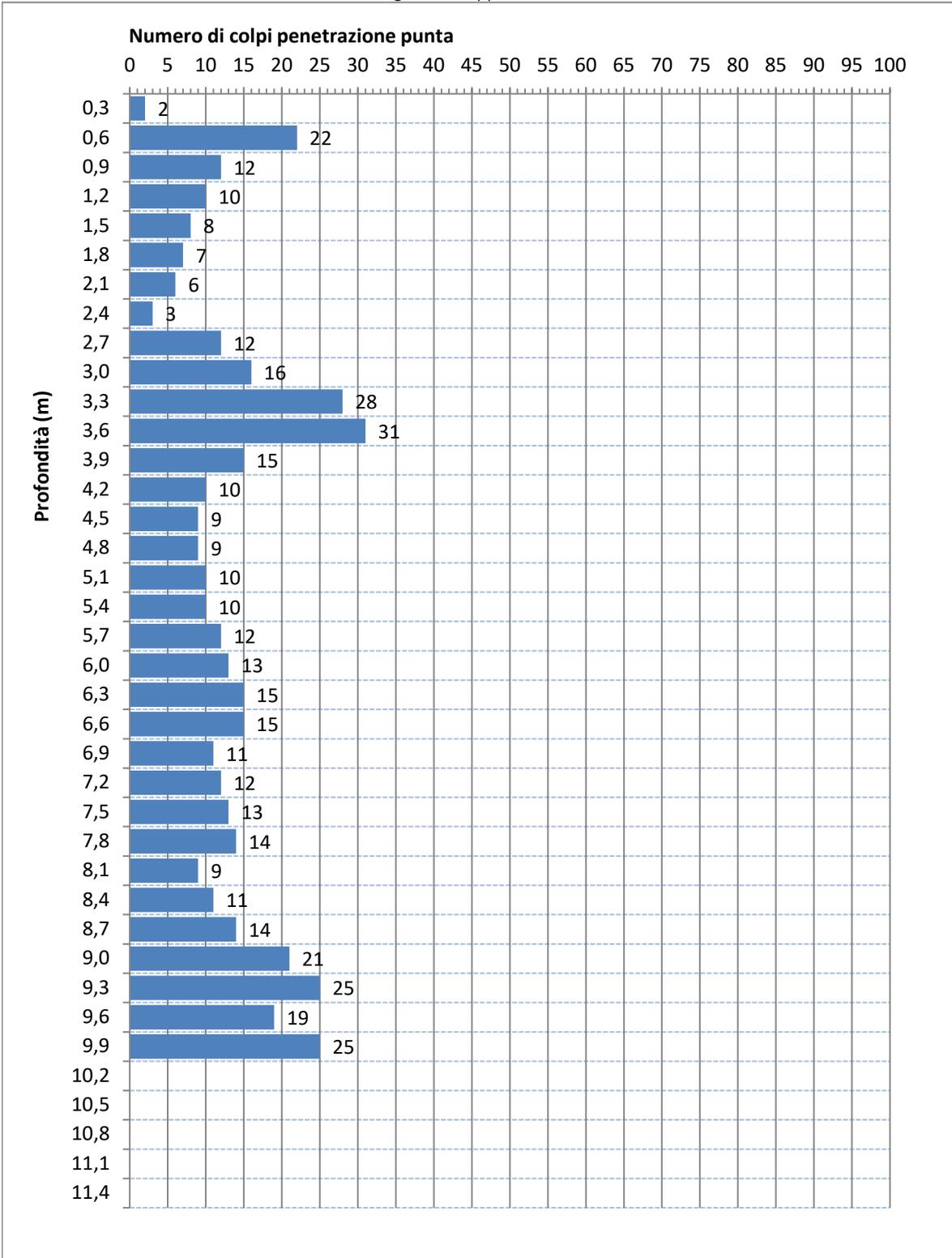
GEO.TI s.a.s. di Trovenzi Claudio & C.

Committente: Società AscA Costruzioni S.r.l.

Data: 25/10/2023

Descrizione: Nuovo compendio produttivo

Località: SS 45 bis 25020 Poncarale Foglio 16 Mappali 217-219-220-221



Dati tecnici prova

Penetrometro: Pagani TG 63-200

Massa battente: 73 kg

Altezza di caduta maglio: 75 cm

Punta diam. 50,5 mm con angolo di 60 gradi

Aste diam. 34 mm.

Impresa esecutrice

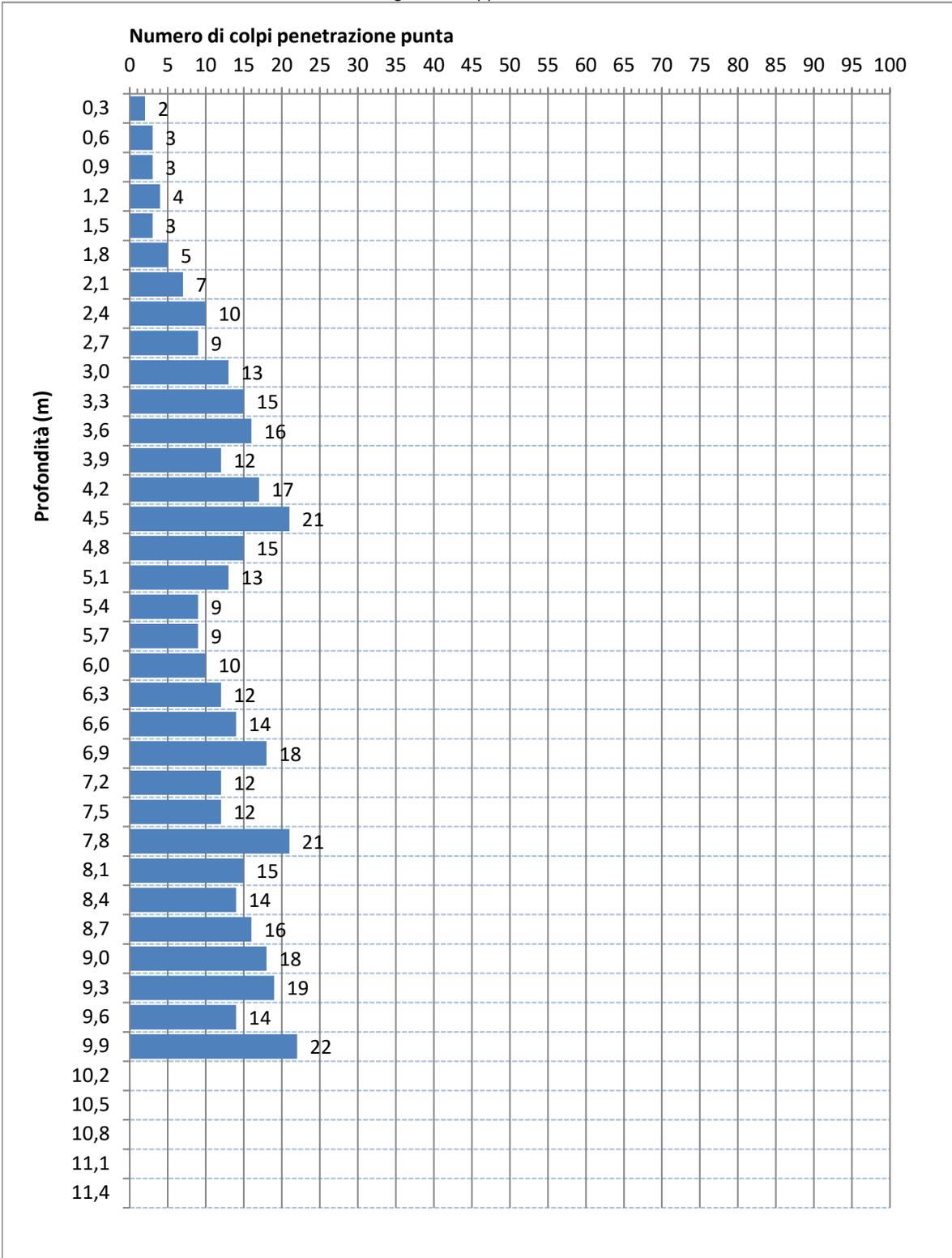
GEO.TI s.a.s. di Trovenzi Claudio & C.

Committente: Società AscA Costruzioni S.r.l.

Data: 25/10/2023

Descrizione: Nuovo compendio produttivo

Località: SS 45 bis 25020 Poncarale Foglio 16 Mappali 217-219-220-221



Dati tecnici prova

Penetrometro: Pagani TG 63-200

Massa battente: 73 kg

Altezza di caduta maglio: 75 cm

Punta diam. 50,5 mm con angolo di 60 gradi

Aste diam. 34 mm.

Impresa esecutrice

GEO.TI s.a.s. di Trovenzi Claudio & C.



Da (m)	A (m)	Stratigrafia
0	0.4	Terreno vegetale limoso sabbioso
0.4	1	Sabbie limose debolmente ghiaiose
1	2.4	Sabbie ghiaiose con presenza di clasti da cm a dm

Campioni terreno



**Soc. Asca Costruzioni S.r.l. - Via Mulini, 114/A
25039 Travagliato (BS)**

OGGETTO **Progetto nuovo compendio produttivo
SS 45 bis - 25020 Poncarale (BS)**

TITOLO ELABORATO

IL TECNICO

DATA
gennaio 2024

SCALA
1:1,000

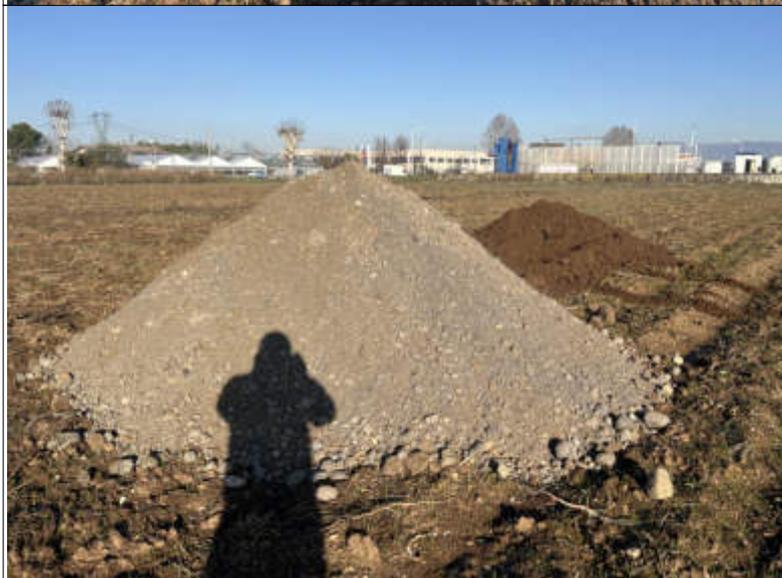
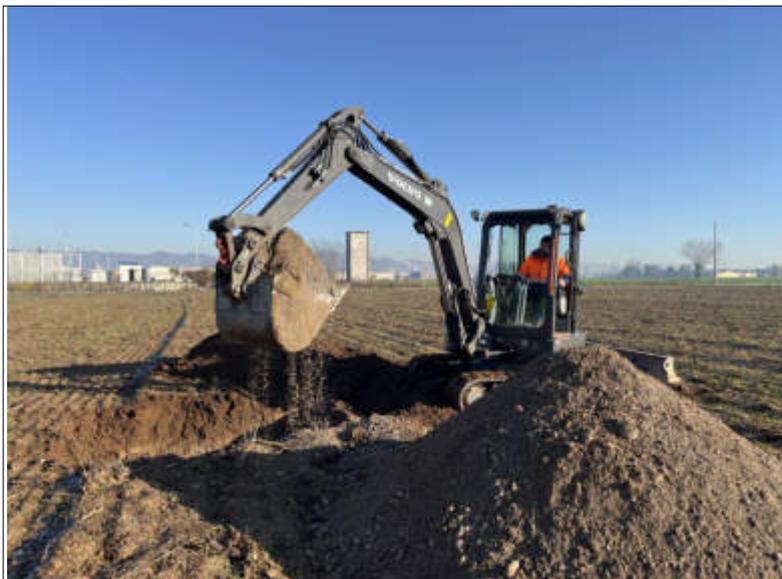
COMMESSA
23/2983-86

ARCHIVIO -
J:\Geotechnical\Prov_BS\PONCARALE\2023\ASCA
costruzioni\indagini_geologiche_Asca.ggz

ELABORATO
T1

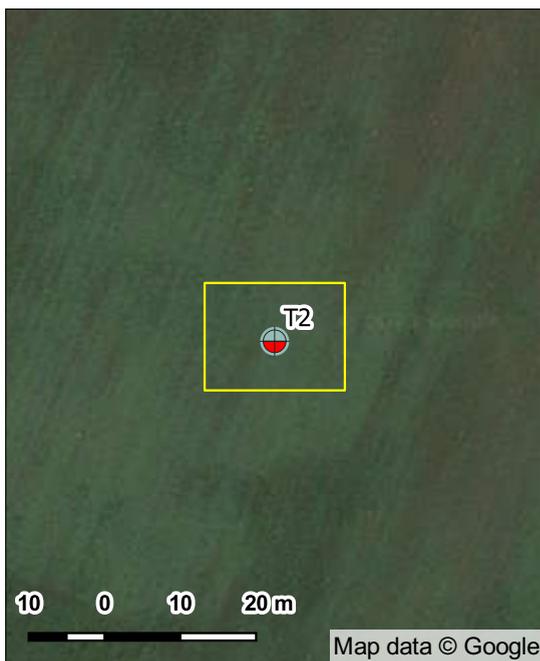
ecosphera

ECOSPHERA s.r.l.
via Malogno n. 2
25036 Palazzolo s/O (BS)
tel. 030.7402007
fax 030.7402017
info@ecosphera.net



Da (m)	A (m)	Stratigrafia
0	0.6	Terreno vegetale limoso sabbioso
0.6	1.2	Sabbie ghiaiose debolmente limose
1.2	2.4	Sabbie ghiaiose con ciottoli da cm a dm

Campioni terreno



**Soc. Asca Costruzioni S.r.l. - Via Mulini, 114/A
25039 Travagliato (BS)**

ELABORATO
T2

OGGETTO **Progetto nuovo compendio produttivo
SS 45 bis - 25020 Poncarale (BS)**

TITOLO ELABORATO

IL TECNICO

DATA
gennaio 2024

SCALA
1:1,000

COMMESSA
23/2983-86

ARCHIVIO -
J:\Geotecnica\Prov_BS\PONCARALE\2023\ASCA
costruzioni\indagini_geologiche_Asca.ggz



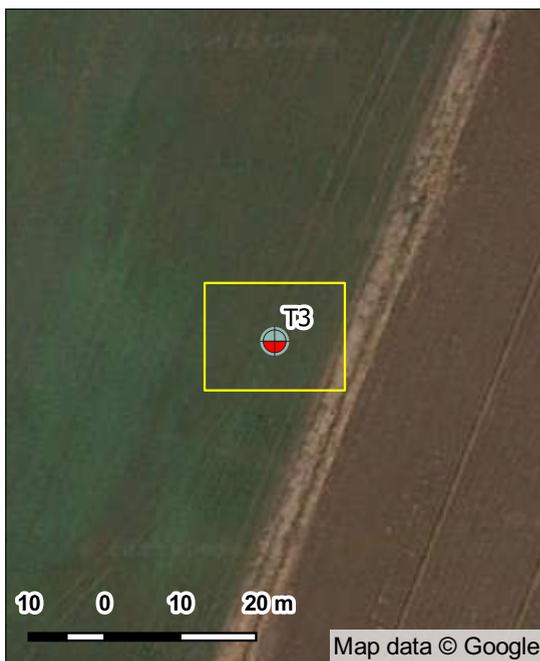
ecosphera

ECOSPHERA s.r.l.
via Malogno n. 2
25036 Palazzolo s/O (BS)
tel. 030.7402007
fax 030.7402017
info@ecosphera.net



Da (m)	A (m)	Stratigrafia
0	0.5	Terreno vegetale limoso sabbioso con rari clasti dispersi nella matrice
0.5	1.4	Sabbie ghiaiose con ciottoli da cm a dm
1.4	1.9	Sabbie ben classate debolmente ghiaiose
1.9	2.5	Sabbie ghiaiose con ciottoli da cm a dm

Campioni terreno



**Soc. Asca Costruzioni S.r.l. - Via Mulini, 114/A
25039 Travagliato (BS)**

ELABORATO
T3

OGGETTO **Progetto nuovo compendio produttivo
SS 45 bis - 25020 Poncarale (BS)**

TITOLO ELABORATO

IL TECNICO

DATA
gennaio 2024

SCALA
1:1,000

COMMESSA
23/2983-86

ARCHIVIO -
J:\Geotechnical\Prov_BS\PONCARALE\2023\ASCA
costruzioni\indagini_geologiche_Asca.ggz

ecosphera

ECOSPHERA s.r.l.
via Malogno n. 2
25036 Palazzolo s/O (BS)
tel. 030.7402007
fax 030.7402017
info@ecosphera.net