

15/07/2026

Relazione geologica

Oggetto: Progetto esecutivo degli interventi di messa in sicurezza del ponte n. 923 - SP 4 km 4+500, nel Comune di Ceranesi (GE).

Richiedente: Città Metropolitana di Genova
Piazzale Mazzini 2 - 16122 Genova

Dr. geol. Alberto Traverso

Via Arvigo 89/15 – 16010 Sant’Olcese GE

C.F. TRVLRT61A01D969R

P. IVA 03601070109 –

tel. e fax 010 6986183 – cell. 335 8172558

e-mail alberto.traverso.ge@gmail.com

pec alberto.traverso@pec.epap.it



1 Premessa

La presente relazione di livello esecutivo illustra i risultati delle indagini geologiche eseguite a supporto della progettazione degli interventi di messa in sicurezza del ponte in oggetto, resi necessari a causa del notevole quadro fessurativo che interessa la struttura del ponte e del muro di controripa della strada provinciale immediatamente a valle del ponte.

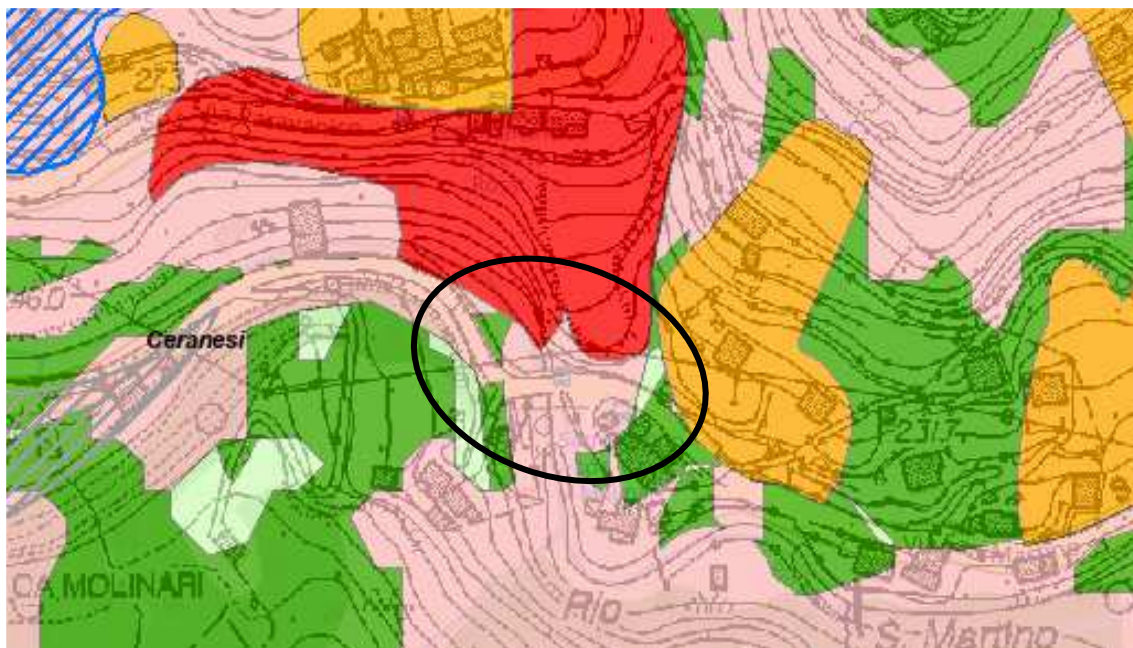
Non si considera invece il fronte di frana che ha interessato il versante sinistro del Rio S. Martino a monte del ponte, in quanto oggetto di uno specifico intervento di sistemazione eseguito dal Comune di Ceranesi.

Il lavoro si è basato sull'esame dei dati bibliografici esistenti, sul rilievo geologico di superficie e sui risultati delle seguenti indagini in sito:

- n. 3 prove penetrometriche dinamiche medio leggere;
- n. 2 prove sismiche (una prova con tecnica a rifrazione e una prova M.A.S.W.);
- n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo;
- installazione di un inclinometro nel sondaggio n. 1 ed esecuzione di n. 5 letture successive;
- prelievo di n. 3 campioni dal sondaggio n. 1 ed esecuzione di prove di laboratorio (analisi granulometrica, limiti di consistenze e prova di taglio diretto consolidata drenata).

2 Aspetti normativi

In base alla mappa di pericolosità da dissesti di natura geomorfologica del Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale per la gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica (PAI Dissesti) l'area in esame ricade principalmente in zona P3b (pericolosità elevata tipo b) al limite di una zona P4 (pericolosità molto elevata).

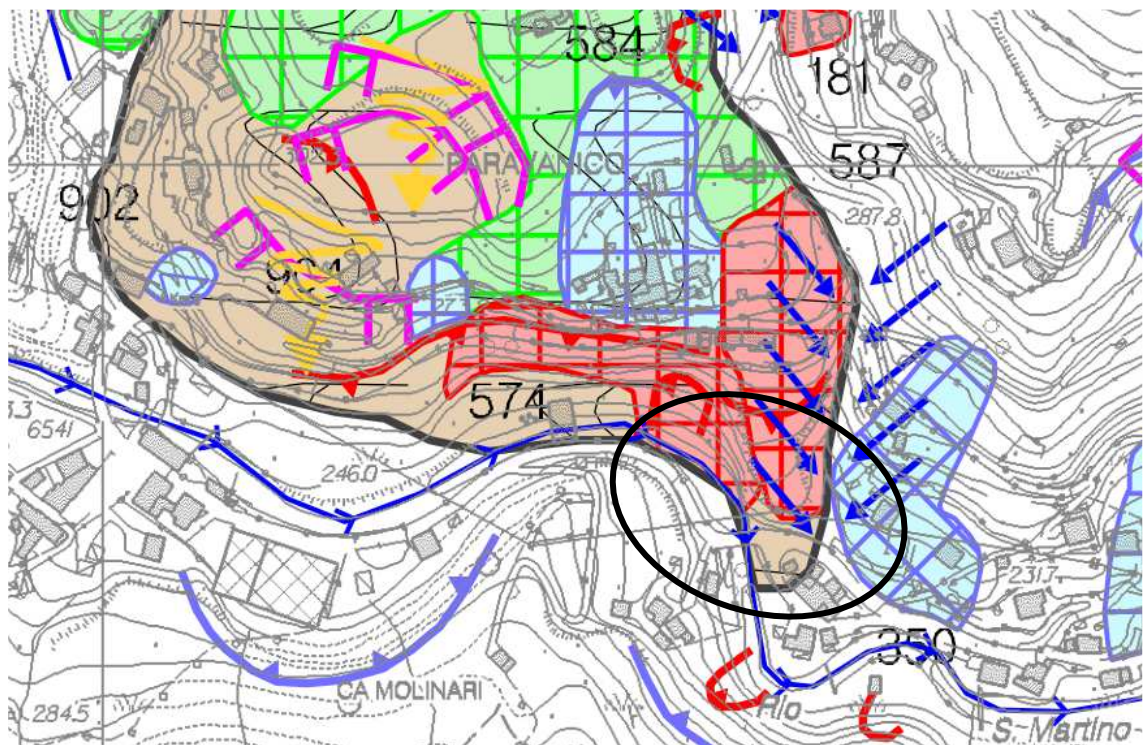


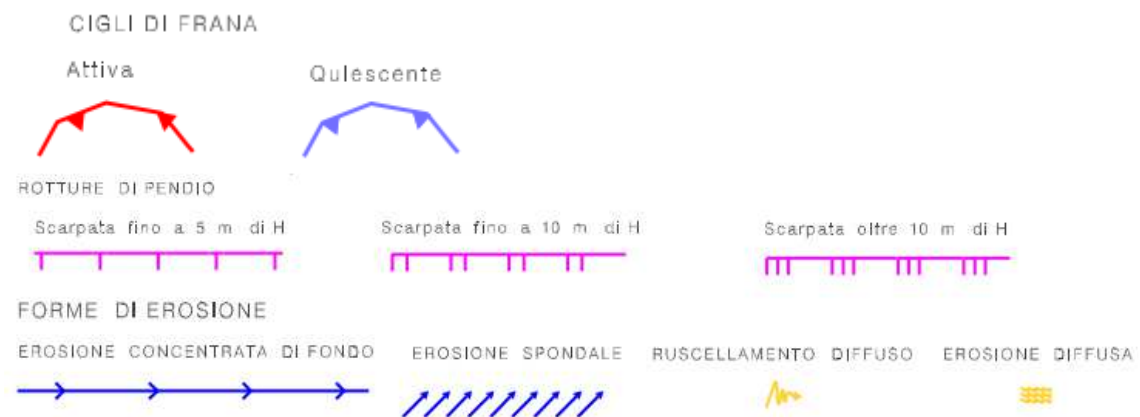
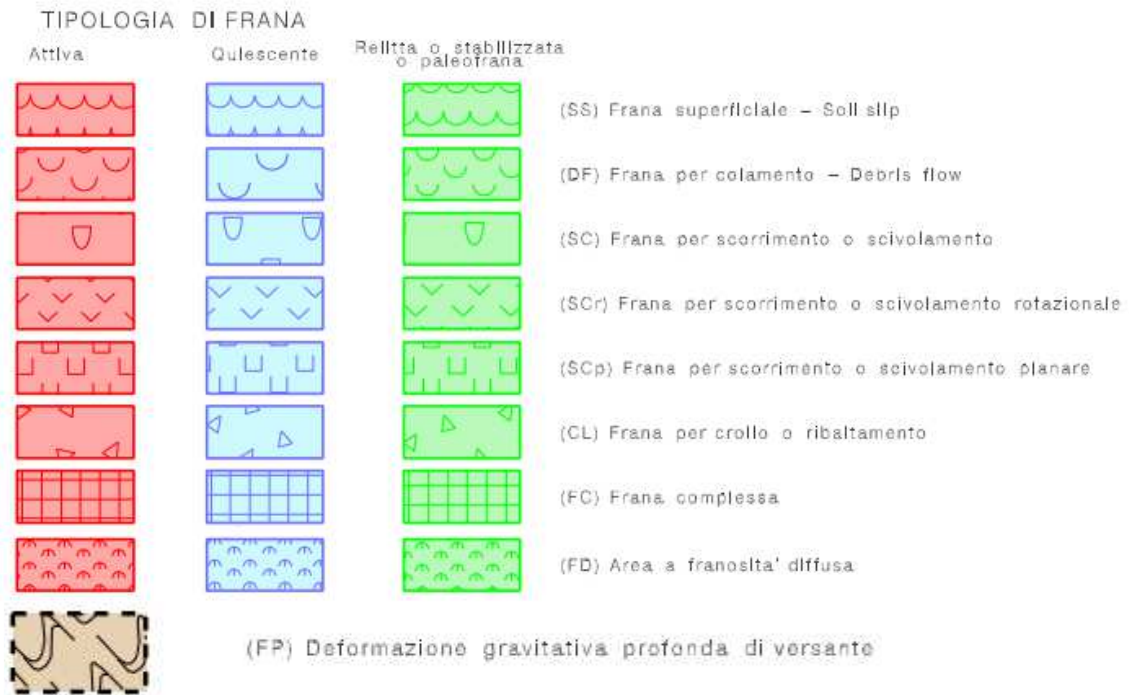
pericolosità Liguria

- P1 - moderata propensione al dissesto
- P2b - media propensione al dissesto
- P3a - pericolosità elevata tipo a
- P3b - pericolosità elevata tipo b
- P4 - pericolosità molto elevata

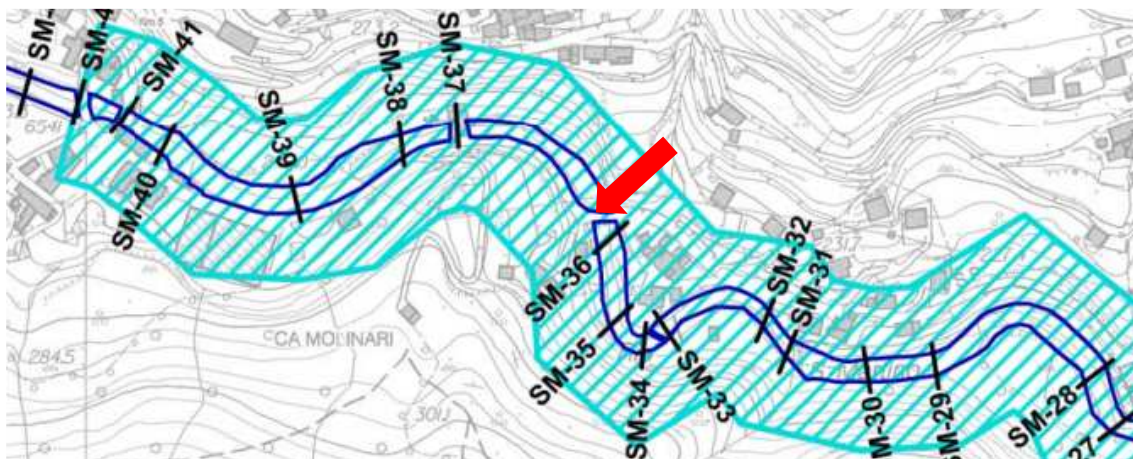
Per quanto riguarda il Piano di Bacino del Torrente Polcevera si evidenziano i seguenti aspetti:

- Carta della franosità reale – il versante sinistro del Rio S. Martino in corrispondenza del ponte in oggetto è interessato da una deformazione gravitativa profonda di versante, con sovrapposizione di fenomeni franosi complessi attivi;

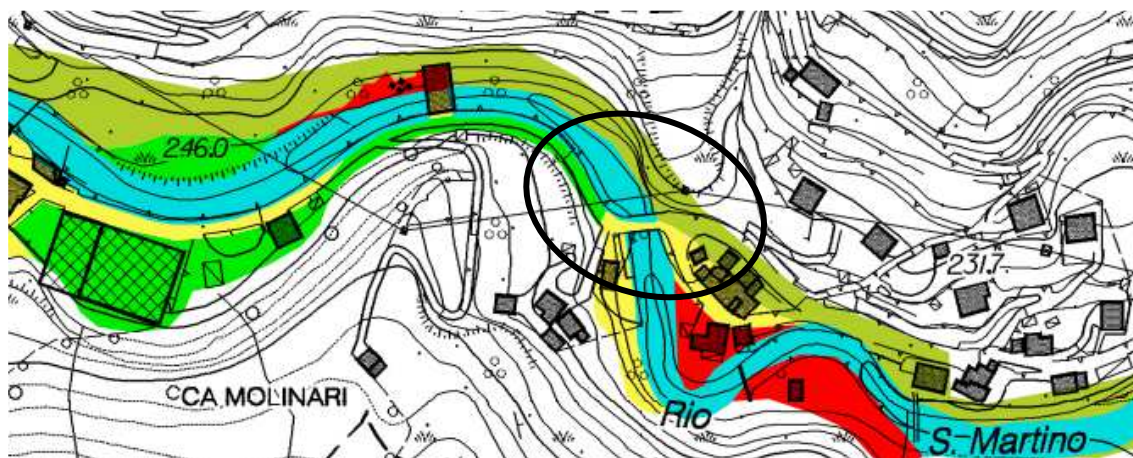


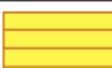


- Carta delle tracce delle sezioni idrauliche e dei tratti indagati – il ponte in oggetto attraversa un tratto indagato del Rio S. Martino, nei pressi della Località S. Martino di Paravanico;



- Carta delle fasce di inondabilità – il ponte in oggetto ricade in fascia B, mentre la strada provinciale nei tratti limitrofi ricade in zona C;



	FASCIA A
	FASCIA A*
	FASCIA B
	FASCIA B* (Aree storicamente inondate in tratti non indagati o con indagini non sufficienti)
	FASCIA B (Aree a minor pericolosità ai fini dell'espressione del parere ex art. 15, comma 3, lettera a)
	FASCIA C
	FASCIA C (Aree storicamente inondate in tratti indagati)
	FASCIA C (Aree storicamente allagate)
	FASCIA C (Aree ex inondabili)
	Alveo a cielo aperto

- Carta dei principali vincoli territoriali – il ponte in oggetto e tutta la zona circostante ricadono in zona soggetta a Vincolo Idrogeologico.

3 Inquadramento Geologico

Il ponte in oggetto attraversa il Rio S. Martino, nei pressi della Località San Martino di Paravanico (Bacino del Torrente Verde).

Nel tratto in esame l'alveo è scavato in roccia con scarsi depositi alluvionali prevalentemente grossolani, ed ha una forma irregolare che riflette la complessità geologica della zona.



Foto satellitare tratta dal sito Google Earth

In base alla Carta Geologica CARG riferita al Foglio 213 Genova pubblicata sul Geoportale della Regione Liguria, si evince che localmente affiorano due formazioni appartenenti all'Unità tettonometamorfica Cravasco – Voltaggio (unità di crosta oceanica e di mantello), ovvero le Serpentiniti di Case Bardane e gli Scisti filladici del Monte Larvego.

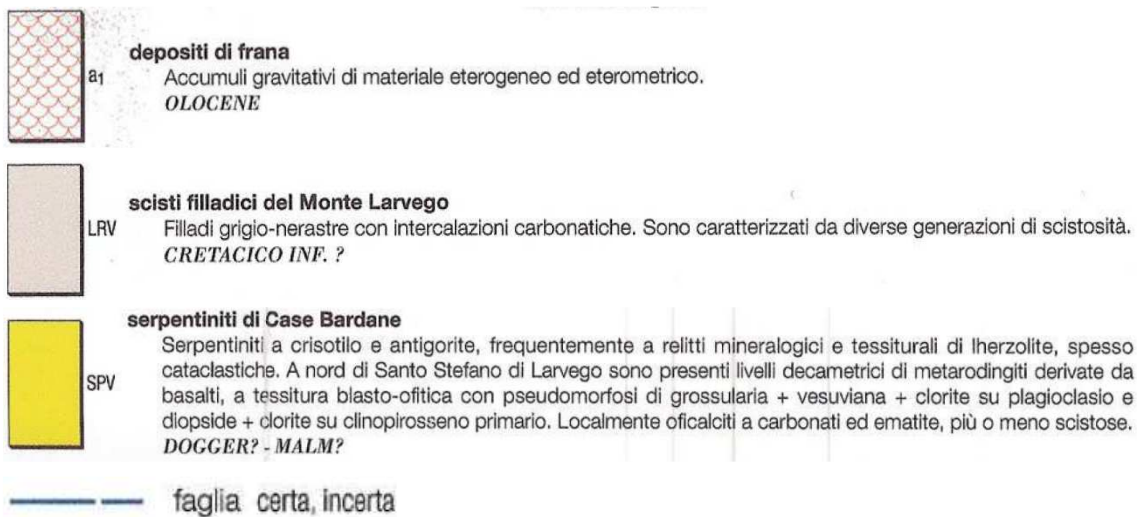
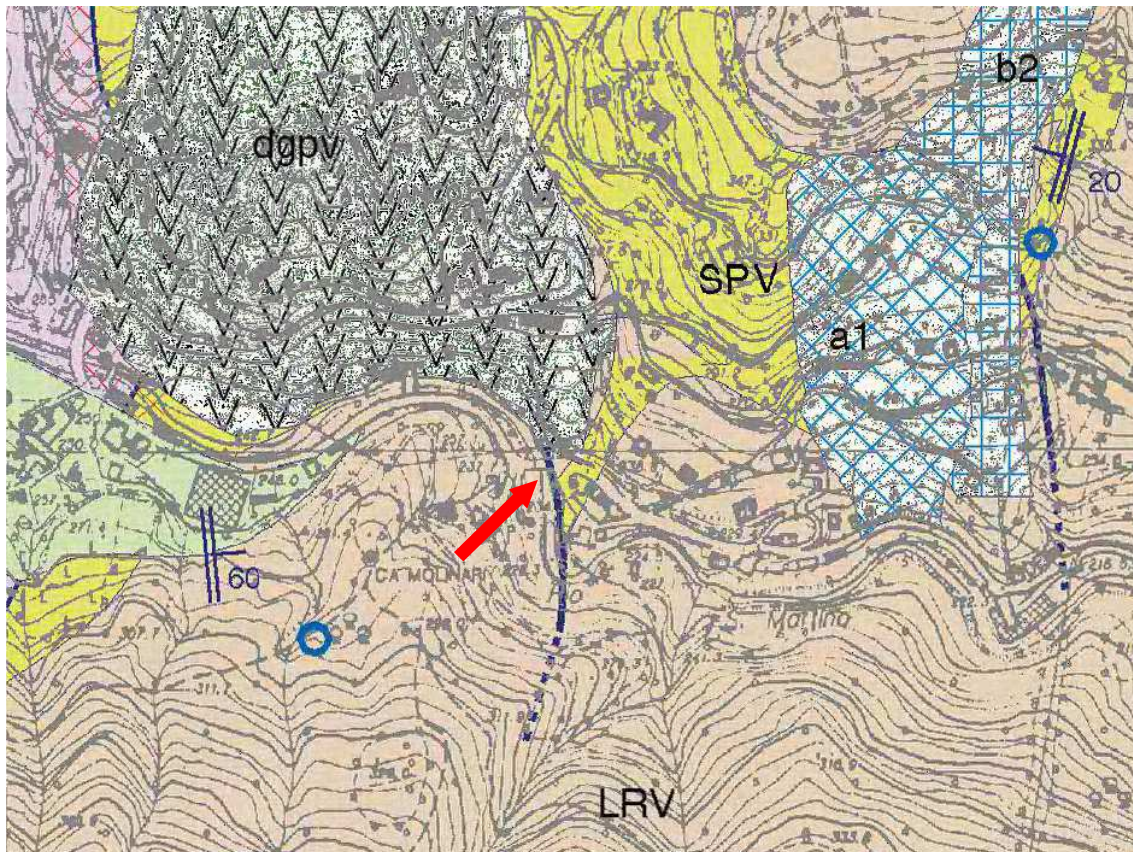
5

Serpentiniti e scisti filladici fanno parte del complesso di rocce di crosta oceanica e relative coperture sedimentarie che nell'ambito dell'orogenesi alpina hanno subito un fenomeno di subduzione, e quindi un metamorfismo di bassa temperatura ed alta pressione.

Alle varie fasi orogenetiche si associano intense deformazioni, rappresentate da fenomeni di piegamento e da scistosità penetrativa, talvolta associate a zone di taglio e livelli di miloniti (rocce cataclastiche).

In particolare in corrispondenza della zona in esame si rileva la presenza di un piano di sovrascorrimento che ha portato in contatto tettonico le Serpentiniti di Case Bardane, originariamente alla base della successione, a sormontare gli Scisti filladici di Larvego, che viceversa si trovano al tetto della successione stessa.

Il processo di dislocazione ha determinato la formazione di un livello di serpentiniti milonitizzate, ovvero intensamente frantumate, chiaramente riscontrato nel sondaggio geognostico n. 1 eseguito sopra la testa del muro di controripa della strada provinciale.



dgpv deformazione gravitativa profonda di versante

Carta Geologica CARG foglio 213 Genova (stralcio non in scala)

La conformazione tettonica complessa e la debolezza strutturale delle rocce, in particolare delle serpentinitì milonitizzate e degli scisti filladici caratterizzati da una fitta laminazione, determinano le condizioni favorevoli allo sviluppo di una ampia “deformazione gravitativa profonda di versante”, riportata sulla cartografia geologica di riferimento, che comprende la zona della Chiesa di San Martino di Paravanico e si estende

fino alla sponda sinistra del Rio San Martino in corrispondenza del ponte oggetto d'intervento (vedi figura precedente).

Il fenomeno di cui sopra si configura sostanzialmente come un movimento franoso molto lento, nel quale non si individua chiaramente un piano di taglio e che presumibilmente coinvolge un notevole spessore di roccia.

Al piede del versante, a pochi metri dalla spalla sinistra del ponte, si è verificato invece vero e proprio movimento franoso piuttosto esteso caratterizzato da un cinematisma del tipo per scorrimento della coltre superficiale, che ha determinato il denudamento del substrato roccioso (come ricordato in premessa il fenomeno franoso è stato stabilizzato tramite uno specifico intervento eseguito dal Comune di Ceranesi).



Sul fronte di frana si può osservare il contatto per sovrascorrimento tra gli scisti alla base e le serpentiniti soprastanti (linea rossa tratteggiata) e la struttura considerevolmente tettonizzata delle rocce, che favorisce la circolazione idrica sotterranea ed il peggioramento delle loro caratteristiche di resistenza.

Nell'alveo del Rio S. Martino la roccia affiora diffusamente, mentre i depositi alluvionali hanno uno spessore molto ridotto e sono costituiti in prevalenza da materiali di pezzatura grossolana comprensivi di grossi blocchi lapidei.

Per questo motivo le prove penetrometriche eseguite sulla sponda sinistra hanno raggiunto il rifiuto all'avanzamento dopo pochi decimetri, ed anche gli scavi di assaggio eseguiti alla base delle spalle del ponte hanno riscontrato la presenza della roccia a livello sub-superficiale.



4 Indagini in sito

Sono state eseguite le seguenti indagini (cfr. Allegato n. 1 – Planimetria e sezioni geologiche):

- n. 3 prove penetrometriche dinamiche medio leggere ubicate sulla sponda sinistra del rivo immediatamente a monte del ponte;
- n. 2 prove sismiche (una prova con tecnica a rifrazione e una prova M.A.S.W.) ubicate al piede del muro di controripa della strada provinciale;
- n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo ubicati alla testa ed al piede del muro di controripa della strada provinciale;
- installazione di un inclinometro nel sondaggio n. 1 ed esecuzione di n. 5 letture successive;
- prelievo di n. 3 campioni dal sondaggio n. 1 ed esecuzione di prove di laboratorio (analisi granulometrica, limiti di consistenze e prova di taglio diretto consolidata drenata).

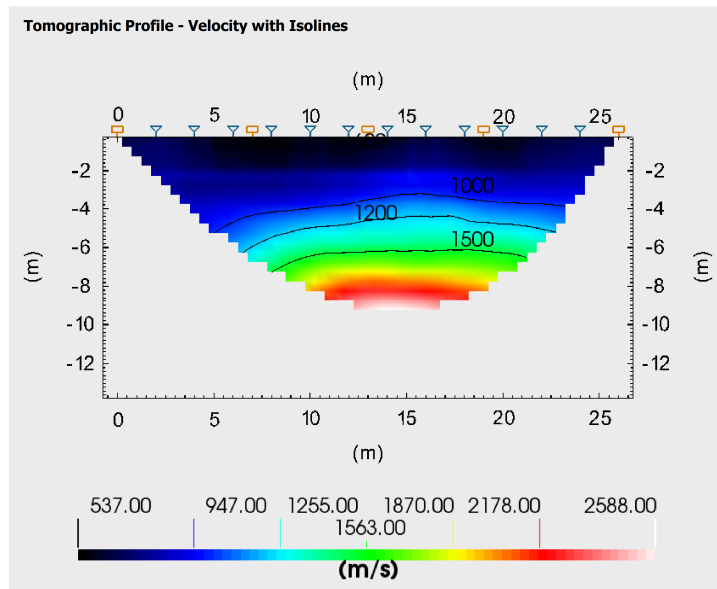
8

4.1 Prove penetrometriche dinamiche medio - leggere

Tutte le perforazioni hanno raggiunto il rifiuto all'avanzamento ad una profondità, inferiore ad 1 m, attraversando un sottilissimo livello di terreno sciolto passante al cappellaccio di alterazione del substrato roccioso (cfr. Allegato. n. 3 – Prove penetrometriche dinamiche).

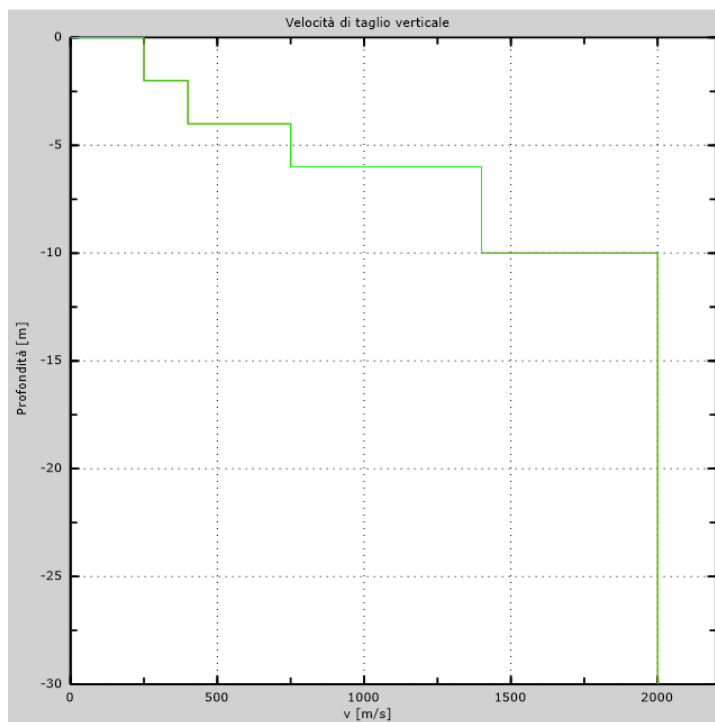
4.2 Prova sismica a rifrazione

La sezione tomografica mostra la presenza di terreni superficiali da mediamente a molto addensati per uno spessore di circa 2 m, passanti a terreni molto addensati e/o substrato roccioso alterato e fratturato (cappellaccio d'alterazione), con un substrato in condizioni conservative migliori mediamente a profondità superiori a 6 m dal p.c. (cfr. Allegato n. 4 – Indagine di sismica di superficie).



4.3 Prova sismica M.A.S.W. (Multi-Channel Analysis of Surfaces Waves)

La prova ha permesso di determinare il profilo verticale di velocità delle onde di taglio, con un valore di velocità delle onde S equivalente $V_s 30$ pari a 382 m/s (cfr. Allegato n. 5 – Risultati delle analisi M.A.S.W.).



4.4 Sondaggi geognostici a carotaggio continuo

Il sondaggio n. 1 eseguito sopra la testa del muro di controripa della strada provinciale ha incontrato i seguenti livelli (cfr. Allegato n. 2 – Report stratigrafie dei sondaggi e prove di laboratorio geotecnico):

- da 0 a 1 m circa da p.c. terreno detritico;
- da 1 a 3 m circa da p.c. serpentiniti litoidi;
- da 3 a 13,2 m circa da p.c. serpentiniti da completamente alterate (miloniti) da 3 a 10,5 m circa ad alterate fino a 13,2 m a seguito di processi di taglio e dislocazione;
- da 13,2 a 16,7 m da p.c. scisti filladici prevalentemente compatti.

Nel foro di sondaggio è stato rilevato il livello della falda idrica alla profondità di 7,2 m dal p.c., sono stati prelevati n. 3 campioni nel livello di serpentiniti milonitizzate per essere sottoposti a prove geotecniche di laboratorio ed è stato inserito un inclinometro per monitorare eventuali movimenti del terreno.

Il sondaggio n. 2 eseguito alla base del muro di controripa della provinciale a tergo della spalla del ponte in sponda sinistra ha incontrato i seguenti livelli (cfr. Allegato n. 2 – Stratigrafie dei sondaggi e prove di laboratorio geotecnico):

- da 0 a 3,2 m circa da p.c. terreno detritico (di riporto almeno nel livello più superficiale di circa 1 m);
- da 3,2 a 10 m da p.c. scisti filladici litoidi, maggiormente fratturati a profondità comprese tra 4,20 e 4,50 m e tra 7 e 9 m.

4.5 Letture inclinometriche

Nel periodo compreso tra il 14/01/25 ed il 14/07/25 sono state eseguite n. 5 letture (successive alla lettura 0 di installazione del 29/11/24).

I risultati permettono di evidenziare eventuali spostamenti a componente orizzontale del terreno a diverse profondità, tramite la rilevazione dell'angolo formato dall'asse della sonda con la verticale o lo spostamento incrementale (cfr. Allegato n. 6 – Letture inclinometriche).

Nella lettura n. 2 eseguita il 03/04/25 si è riscontrato un movimento verso valle dell'ordine di 5 mm localizzato tra 10 e 11 m di profondità, mentre in tutte le altre letture si sono riscontrati movimenti minimi dell'ordine del millimetro.

Pertanto non avendo riscontrato uno spostamento progressivo nelle letture successive, ovvero una zona di deformazione localizzata sempre alla stessa profondità, il dato anomalo della lettura n. 2 può essere imputato ad un errore strumentale, e comunque non può essere assunto come indizio di una rottura reale lungo un piano di scivolamento.

4.6 Prove di laboratorio

Nel sondaggio n° 1 sono stati prelevati n. 3 campioni disturbati alle profondità di 3,30, 7,30 e 9,30 m, nel livello delle serpentiniti milonitizzate, aventi le caratteristiche proprie di un terreno sciolto (variabile da sabbia ghiaiosa a sabbia limosa e argillosa a limo argilloso).

Le prove eseguite (analisi granulometrica, limiti di consistenza e prova di taglio) hanno fornito i seguenti risultati (cfr. Allegato n. 2 – Stratigrafie dei sondaggi e prove di laboratorio geotecnico):

- la frazione fine (passante al setaccio n. 200 ASTM) aumenta in modo significativo con la profondità dei campioni esaminati, passando da sabbia ghiaiosa (campione 1) a sabbia limosa e argillosa (campione 2) a limo argilloso (campione 3);

- la frazione fine è costituita da argille inorganiche di bassa o medio - bassa plasticità;
- la resistenza al taglio determinata tramite una prova di taglio diretto consolidata drenata sul campione intermedio n. 2 è caratterizzata da un valore di coesione $c' = 12,8$ kPa e da un angolo di attrito $\varphi = 32,6^\circ$, con un peso di volume stimato $\gamma = 2$ kN/mc circa.

5 Azione sismica

In base alla D.G.R. n. 216 del 17/03/2017, che ha sostituito la D.G.R. n. 1362 del 19/11/2010 (aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria), il Comune di Ceranesi ricade in zona sismica 3 (zona con bassa pericolosità sismica).

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si può fare riferimento all'approccio semplificato, che si basa sull'individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento indicate nella tabella 3.2.II, di cui al punto 3.2.2 Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche, capitolo 3 Azioni sulle costruzioni del D.M. 17/01/2018.

I valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio V_s eq misurata con la prova sismica MASW eseguita in sito corrisponde a 382 m/s, caratteristica della **categoria B** (rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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).

Per quanto riguarda invece le condizioni topografiche il sito può essere attribuito cautelativamente alla **categoria T2** (pendii e rilievi con inclinazione media $i \leq 15^\circ$).

Tramite il programma *Geostru software* - www.geostru.com, si sono ricavati i seguenti parametri sismici:

Tipo di elaborazione:		Opere di sostegno		
Muro rigido:	1			
Sito in esame.				
latitudine:	44,51331102699243			
longitudine:	8,853814436363582			
Classe:	3			
Vita nominale:	50			
Siti di riferimento				
Sito 1	ID: 16472	Lat: 44,4922	Lon: 8,7947	Distanza: 5243,083
Sito 2	ID: 16473	Lat: 44,4949	Lon: 8,8647	Distanza: 2220,368
Sito 3	ID: 16251	Lat: 44,5448	Lon: 8,8608	Distanza: 3548,735
Sito 4	ID: 16250	Lat: 44,5421	Lon: 8,7908	Distanza: 5931,268
Parametri sismici				
Categoria sottosuolo:	B			
Categoria topografica:	T2			
Periodo di riferimento:	75anni			
Coefficiente cu:	1,5			
Operativita (SLO):				
Probabilita di superamento:	81	%		
Tr:	45	[anni]		
ag:	0,028	g		
Fo:	2,517			
Tc*:	0,201	[s]		
Danno (SLD):				
Probabilita di superamento:	63	%		

Tr:	75	[anni]
ag:	0,035	g
Fo:	2,534	
Tc*:	0,224	[s]
Salvaguardia della vita (SLV):		
Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	712	[anni]
ag:	0,087	g
Fo:	2,494	
Tc*:	0,285	[s]
Prevenzione dal collasso (SLC):		
Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	1462	[anni]
ag:	0,114	g
Fo:	2,483	
Tc*:	0,289	[s]
Coefficienti Sismici		
SLO:		
Ss:	1,200	
Cc:	1,520	
St:	1,200	
Kh:	0,000	
Kv:	0,000	
Amax:	0,401	
Beta:	0,000	
SLD:		
Ss:	1,200	
Cc:	1,480	
St:	1,200	
Kh:	0,051	
Kv:	0,026	
Amax:	0,500	
Beta:	1,000	
SLV:		
Ss:	1,200	
Cc:	1,410	
St:	1,200	
Kh:	0,126	
Kv:	0,063	
Amax:	1,235	
Beta:	1,000	
SLC:		
Ss:	1,200	
Cc:	1,410	
St:	1,200	
Kh:	0,000	
Kv:	0,000	
Amax:	1,614	
Beta:	0,000	

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru software - www.geostru.com

Coordinate WGS84

latitudine: 44.512350

longitudine: 8.852765

Per quanto riguarda la suscettività alla liquefazione, le indagini in sito non hanno evidenziato la presenza di terreni suscettibili alla liquefazione e nella zona in esame non

si hanno notizie storiche relative a tale fenomeno, inoltre essendo l'accelerazione massima attesa al sito relativa al limite di salvaguardia della vita $a_g = 0,073g < 0,1g$, in base al punto 7.11.3.4.2 (esclusione della verifica a liquefazione) del D.M. 17/01/2018 la verifica a liquefazione può essere omessa.

6 Aspetti puntuali e caratteristiche tecniche dei terreni

6.1 Spalle del ponte

Dalle prove eseguite nell'alveo del Rio San Martino (scavi di assaggio e prove penetrometriche) risulta che le spalle del ponte sono impostate a livello del substrato roccioso, ed infatti il sondaggio n. 2 eseguito a tergo della spalla sinistra, ha incontrato la roccia salda (R.Q.D. $\geq 50\%$) alla profondità di 3,20 m dal piano campagna, con un livello intensamente fratturato (R.Q.D. = 0%) tra 7 e 9 m di profondità, condizioni rispettivamente di roccia discreta (classe III) e scadente (classe IV) secondo la classificazione RMR di Bieniawski.

6.2 Scarpata di frana (sistemata con un intervento del Comune di Ceranesi)

Come già ricordato nel paragrafo n. 3, sulla scarpata di frana al piede del versante sinistro affiora diffusamente la roccia costituita da argilloscisti filladici alla base e serpentiniti soprastanti (cfr. Allegato n. 1 – Planimetria e sezioni geologiche).

L'ammasso roccioso ha una struttura laminare con scistosità a spaziatura piuttosto fitta, con giacitura in prevalenza immergente verso S-SE con inclinazione attorno a 30° (in prevalenza indifferente rispetto al pendio), inoltre si possono notare fenomeni di piegamento e fagliazione, che danno luogo a settori e/o lineazioni di particolare debolezza.

Localmente il fenomeno di denudamento ha rimosso gli orizzonti superficiali più intensamente alterati della roccia, che può quindi essere mediamente attribuita alla classe IV della classificazione RMR di Bieniawski (roccia di qualità scadente).



6.3 Muro di controripa della strada provinciale

Il muro è interessato da un diffuso quadro fessurativo ed è oggetto di un monitoraggio continuo.

Lo scavo di assaggio eseguito all'estremità di monte ha evidenziato che in questa parte il muro è appoggiato superficialmente a livello del substrato roccioso costituito da scisti filladici (roccia di qualità scadente secondo la classificazione RMR di Bieniawski).



Più a valle però, in base al sondaggio n. 1 eseguito sopra la testa del muro, risulta che a tergo ed alla base del muro si trovano delle serpentiniti milonitizzate, ovvero completamente disgregate, aventi le caratteristiche di un terreno sciolto (cfr. Allegato n. 1 – Planimetria e sezioni geologiche).

Nello stesso sondaggio alla profondità di 10,40 m da p.c. si sono incontrati serpentinoscisti alterati e fratturati di consistenza lapidea (R.Q.D. = 20%), ed alla profondità di 13,20 m da p.c. fino a fine foro argilloscisti piuttosto compatti (R.Q.D. > 50%), condizioni rispettivamente di roccia scadente (classe IV) e discreta (classe III) secondo la classificazione RMR di Bieniawski.

6.4 Caratteristiche tecniche dei terreni

L'ammasso roccioso nella facies caratterizzata da maggiore fratturazione ed alterazione può essere mediamente attribuito alla classe IV della Classificazione RMR di Bieniawski (roccia di qualità scadente Indice RMR 40 – 21), alla quale corrispondono i seguenti valori medi dei parametri geomeccanici:

- Peso di volume stimato $\gamma = 24 - 28 \text{ kN/mc}$;
- Coesione 100 - 200 kPa;
- Angolo di attrito 15 - 25°.

Laddove invece l'assetto strutturale risulta più compatto l'ammasso roccioso può essere mediamente attribuito alla classe III della Classificazione RMR di Bieniawski (roccia di qualità discreta Indice RMR 60 – 41), alla quale corrispondono i seguenti valori medi dei parametri geomeccanici:

- Peso di volume stimato $\gamma = 24 - 28 \text{ kN/mc}$;
- Coesione 200 - 300 kPa;
- Angolo di attrito 25 - 35°.

Le serpentiniti milonitizzate riscontrate nel sondaggio n. 1 hanno caratteristiche proprie di un terreno sciolto (variabile da sabbia ghiaiosa a sabbia limosa e argillosa a limo argilloso).

In questo livello sono stati prelevati n. 3 campioni rimaneggiati sui quali sono state eseguite analisi granulometrica, limiti di consistenza e prova di taglio che hanno fornito i seguenti risultati (cfr. Allegato n. 2 – Stratigrafie dei sondaggi e prove di laboratorio geotecnico):

- la frazione fine (passante al setaccio n. 200 ASTM) aumenta in modo significativo con la profondità dei campioni esaminati, passando da sabbia ghiaiosa (campione 1) a sabbia limosa e argillosa (campione 2) a limo argilloso (campione 3);
- la frazione fine è costituita da argille inorganiche di bassa o medio - bassa plasticità;
- la resistenza al taglio determinata tramite una prova di taglio diretto consolidata drenata sul campione intermedio n. 2 è caratterizzata da un valore di coesione $c' = 12,8 \text{ kPa}$ e da un angolo di attrito $\varphi = 32,6^\circ$, con un peso di volume stimato $\gamma = 2 \text{ kN/mc}$ circa;

Per quanto riguarda i sedimenti alluvionali presenti nell'alveo del Rio San Martino ed il terreno di copertura superficiale prevalentemente granulare in parte rimaneggiato e/o di riporto, si possono considerare i seguenti valori medi dei parametri geotecnici:

- Peso di volume $\gamma = 17 - 20 \text{ kN/mc}$;
- Angolo di attrito $\varphi = 27 - 30^\circ$;
- Coesione drenata $c' = 0$.

6.5 Condizioni idrogeologiche

I litotipi che costituiscono il substrato roccioso hanno una permeabilità complessivamente bassa, che aumenta nelle zone di fratturazione, mentre i terreni di copertura sono mediamente permeabili per porosità.

Pertanto l'infiltrazione va ad alimentare una circolazione idrica prevalentemente superficiale, caratterizzata da una rete di flusso discontinua, infatti si sono riscontrate

alcune venute d'acqua piuttosto continue alla base e da un foro di drenaggio del muraglione di controripa della strada provinciale a valle dell'attraversamento di un rivo secondario.



In prossimità del substrato roccioso inoltre si possono verificare fenomeni di impregnazione idrica del terreno di copertura, e tale fenomeno può essere favorito dal contatto che si verifica tra terreni in qualche misura permeabili per fessurazione, quali le serpentiniti fratturate e/o milonitizzate e gli scisti filladici praticamente impermeabili.

Nel sondaggio n. 1 è stata infatti rilevata la presenza della falda idrica a 7,20 m di profondità dal piano campagna, questo dato relativo alla soggiacenza della falda può essere influenzato dalla presenza di acqua di perforazione, essendo la rilevazione immediatamente successiva al termine del sondaggio, ma comunque è indicativo del fatto che si può verificare la presenza d'acqua in corrispondenza dell'interfaccia tra serpentiniti milonitizzate e serpentiniti di consistenza lapidea, che certamente può peggiorare le qualità geotecniche dei terreni.

Per questo motivo, a seguito delle indagini preliminari, a tergo del muro di controripa della strada provinciale sono stati eseguiti una serie di drenaggi sub-orizzontali.

Dr. geol. Alberto Traverso

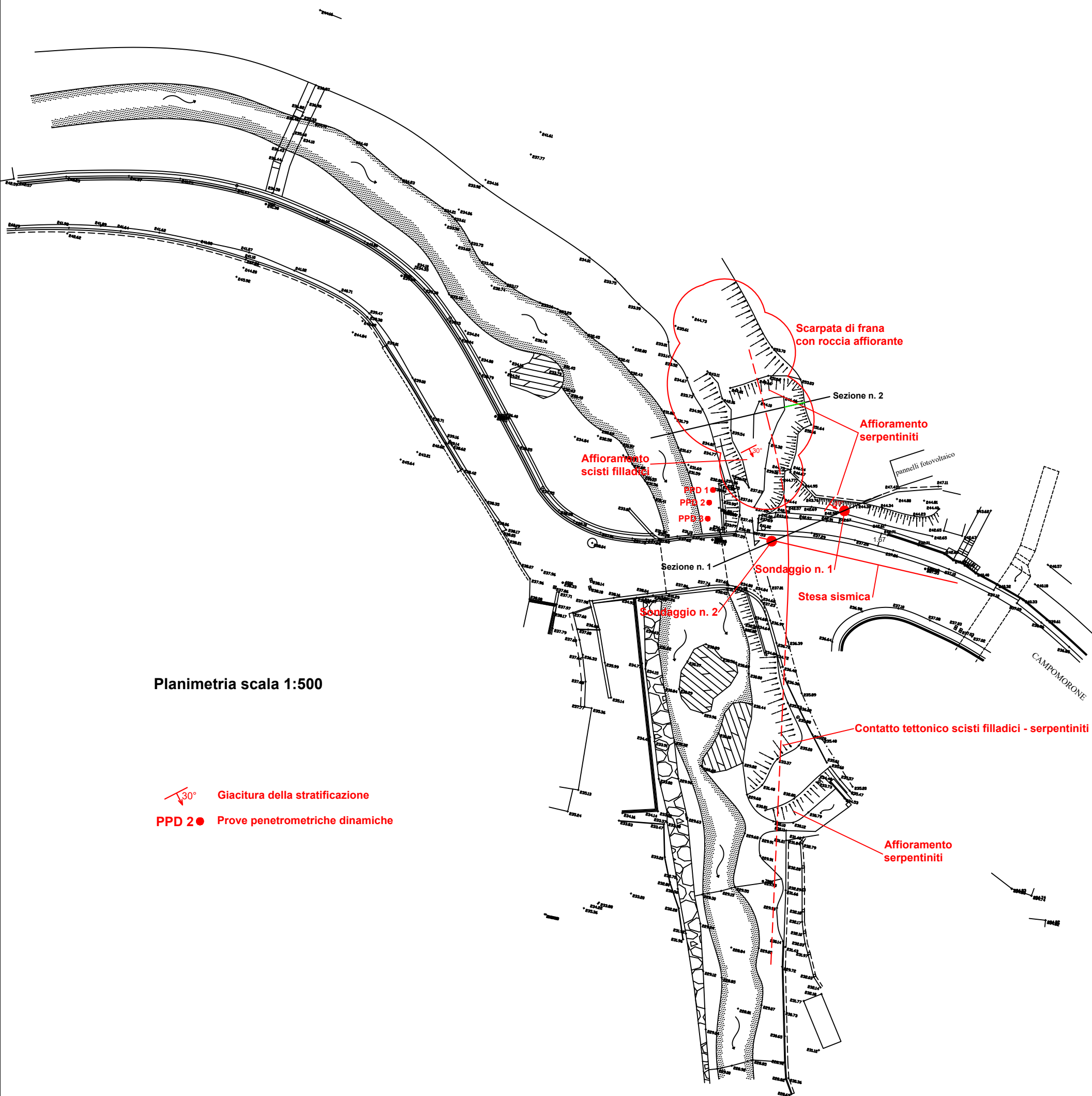


Sommario

1	Premessa	1
2	Aspetti normativi	1
3	Inquadramento Geologico	4
4	Indagini in sito	8
4.1	Prove penetrometriche dinamiche medio - leggere	
4.2	Prova sismica a rifrazione	
4.3	Prova sismica M.A.S.W. (Multi-Channel Analysis of Surfaces Waves)	
4.4	Sondaggi geognostici a carotaggio continuo	
4.5	Lecture inclinometriche	
4.6	Prove di laboratorio	
5	Azione sismica	11
6	Aspetti puntuali e caratteristiche tecniche dei terreni	13
6.1	Spalle del ponte	
6.2	Scarpata di frana (sistemata con un intervento del Comune di Ceranesi)	
6.3	Muro di controripa della strada provinciale	
6.4	Caratteristiche tecniche dei terreni	
6.5	Condizioni idrogeologiche	

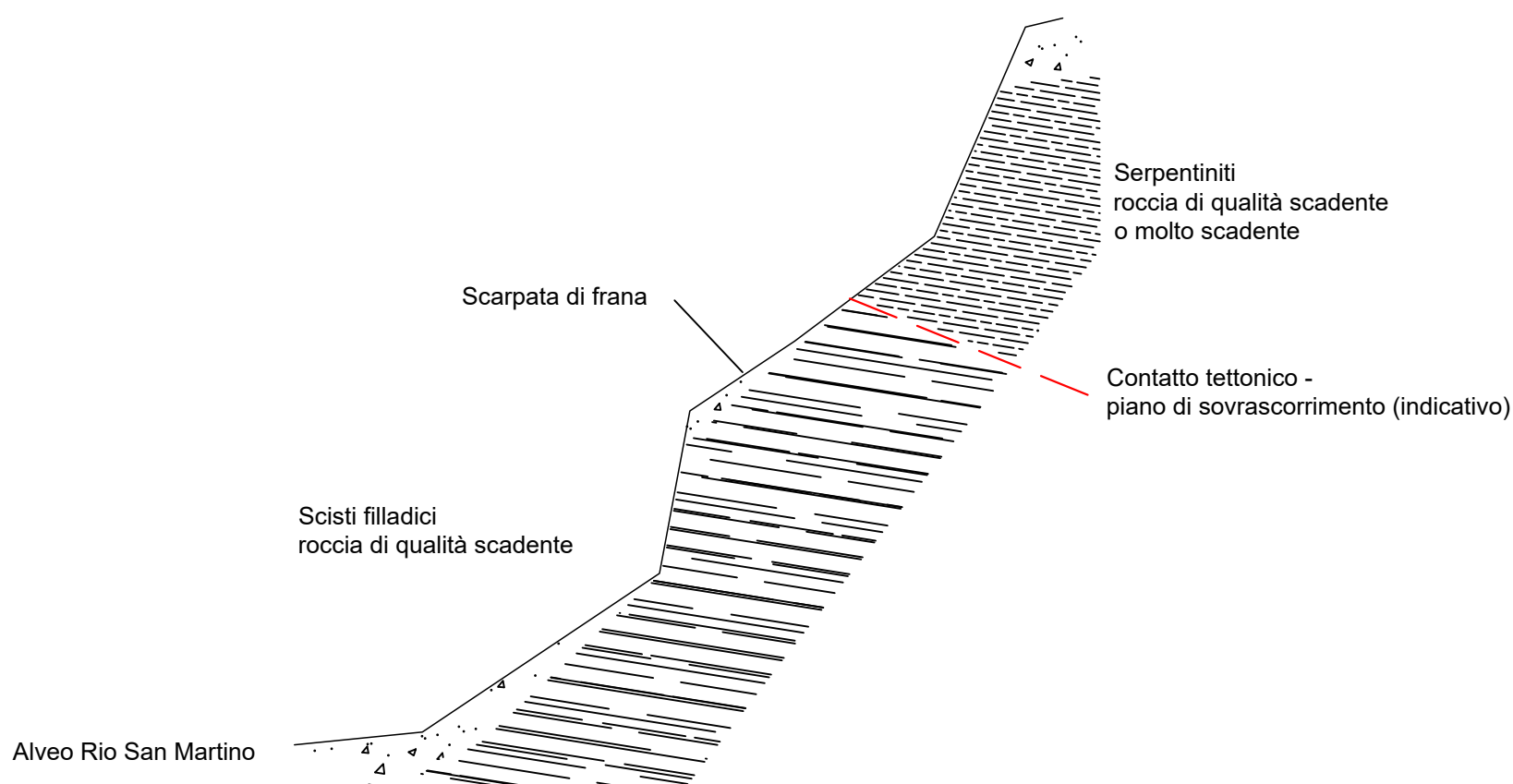
Allegati

- Allegato n. 1 – Planimetria e sezioni geologiche
Allegato n. 2 – Stratigrafie dei sondaggi e prove di laboratorio geotecnico
Allegato n. 3 – Prove penetrometriche dinamiche
Allegato. n. 4 – Indagine sismica di superficie
Allegato. n. 5 – Risultati delle analisi M.A.S.W.
Allegato. n. 6 – Letture inclinometriche

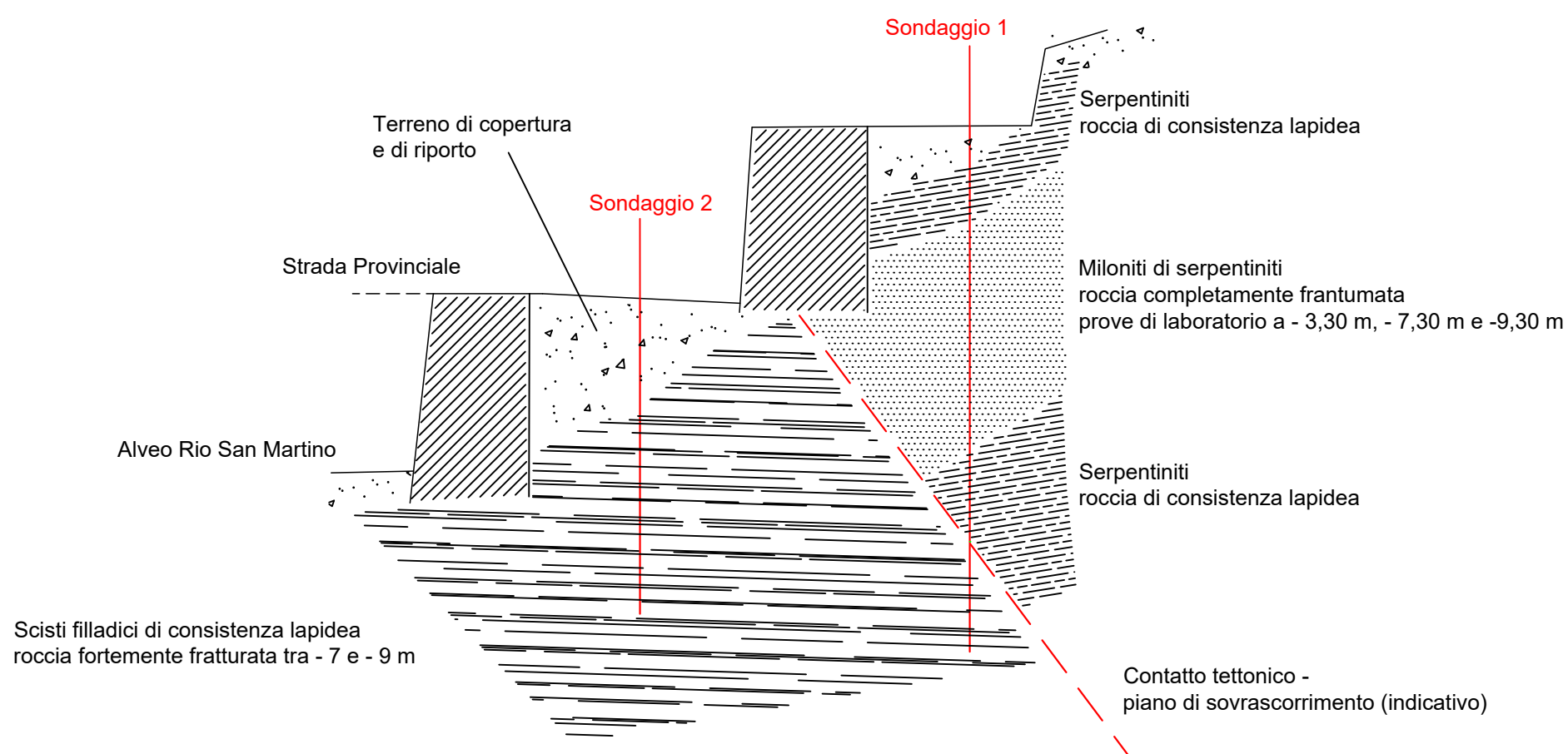


Planimetria scala 1:500

30° Giacitura della stratificazione
PPD 2 ● Prove penetrometriche dinamiche



Sezione n. 2 scala 1:200



Sezione n. 1 scala 1:200

Studio dott.ing. Domenico ROCCA

S.P. n° 4 "di Ceranesi"
ESECUZIONE SONDAGGI GEOGNOSTICI A MONTE ED AL PIEDE
DEL MURO DI CONTENIMENTO AL KM 4+500

-

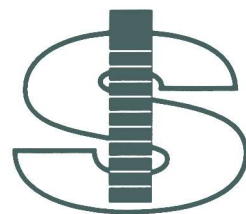
**Stratigrafia sondaggi
Documentazione Fotografica
Prove di Laboratorio geotecnico**

Novembre 2024

INJECTOSOND ITALIA s.r.l.

Piazza C. Golgi, 25/C - 16011 ARENZANO (GE)

Tel: +390109131047 - Fax: +390109110650



Quote			Risultato dei sondaggi							Idrogeologia			Geotecnica			Strumentazione					Perforazione				Annotazioni					
Quota assoluta (m)	Profondità (m)	Potenza strato (m)	Stratigrafia	Campioni		Percentuale di carotaggio	Rock Quality Designation	Descrizione dei litotipi	Livello della falda	Prove di permeabilità		Prove pressiometriche tipo Menard	Standard Penetration Test	Pocket Penetrometer (kg/cm²)	Torvane Shear Test (kg/cm²)	Inclinometro	Tubo in PVC per Down-Hole	Piezometro A tubo aperto	Assestimetro	Estensimetro	Rivestimento	Metodo e diametro	Utensili				Computo metrico			
				Tipo	Sigla e profondità					20% 40% 60% 80%	20% 40% 60% 80%												LUGEON profondità e U.L.	LEFRANC profondità e K (cm/s)	0 10 20 30 40 50 N					
	0.00															76 mm								N° casse: 4 Rivest.(127): 16.5 m Cor. Diam.: 15.5 m Car. Doppio: 15.5 m						
		1.20			100			Riporti artificiali, terreno granulare di copertura.																						
	1.20	1.90						Serpentiniti di colore grigio-verde: livello intensamente fratturato tra 2,40-2,70 m di profondità.															1.20							
	3.10	7.30						Milonite di serpentinoscisti completamente alterati di colore grigio-verdastro.	7.20																					
	10.40	2.80						Serpentinoscisti alterati, comunque in carote riconoscibili, consistenza lapidea, di colore grigio-verdastro.																						
	13.20	3.50			100			Argilloscisti di colore grigio, compatti, mediamente fratturati a tratti, specialmente tra 15.00-16.50 m di profondità.																						
	16.70															16.50					16.50	16.70								

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGIO S1



Piazzamento Sondaggio S1



Cassetta da 0.00 m a 5.00 m



Cassetta da 5.00 m a 10.00 m



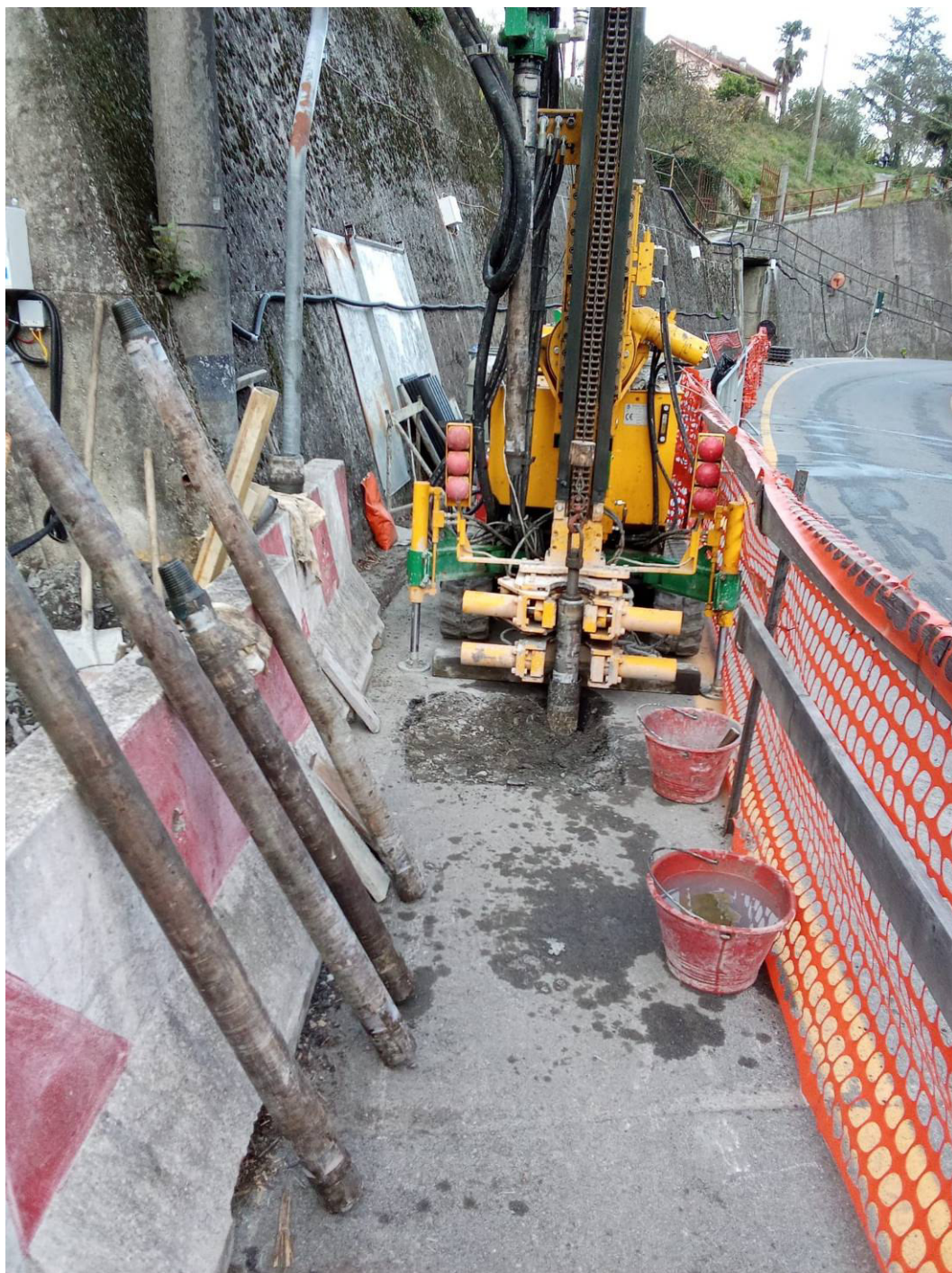
Cassetta da 10.00 m a 15.00 m



Cassetta da 15.00 m a 16.70 m

Quote			Risultato dei sondaggi						Idrogeologia		Geotecnica				Strumentazione			Perforazione				Annotazioni					
Quota assoluta (m)	Profondità (m)	Potenza strato (m)	Stratigrafia	Campioni	Percentuale di carotaggio	Rock Quality Designation	Descrizione dei litotipi	Livello della falda	Prove di permeabilità		Prove pressiometriche tipo Menard	Standard Penetration Test	Pocket Penetrometer (kg/cm²)	Torvane Shear Test (kg/cm²)	Inclinometro	Tubo in PVC per Down-Hole	Piezometro A tubo aperto	Assestometro	Estensimetro	Rivestimento	Metodo e diametro	Utensili				Computo metrico	
				Tipo	Sigla e profondità	20% 40% 60% 80%		20% 40% 60% 80%	LUGEON profondità e U.L.	LEFRANC profondità e K (cm/s)																	
	0.00																				127 mm						N° casse: 2 Rivest.(127): 9.0 m Cor. Diam.: 7.0 m Car. Doppio: 7.0 m
		1.00					Riporti artificiali, terreno con presenza di frammenti lapidei.	3.00													Perforazione diametro 101: a carotaggio continuo da 0.00 m a 10.00 m di profondità		Acqua limpida				
	1.00	2.20					Terreno composto da frammenti lapidei eterogenei in matrice sabbiosa subordinata.																				
	3.20	1.80			100	50 60	Argilloscisti di colore grigio molto fratturati tra 4.20-4.50 m di profondità.																3.00				
	5.00	2.00					80 85	Argilloscisti in carote pluridecimetriche ben conservate.																			
	7.00	2.00					Argilloscisti fortemente fratturati.																				
	9.00	1.00					80	Argilloscisti in carote pluridecimetriche ben conservate.																			
	10.00																										

OCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGIO S2



Piazzamento Sondaggio S2



Cassetta da 0.00 m a 5.00 m



Cassetta da 5.00 m a 10.00 m

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

ANALISI GRANULOMETRICA

Data emissione: 25/11/2024

Certificato n° 3722

Committente: Injectosond Italia S.r.l.

Cantiere: SP4 km 4+500

Località: Comune di Cernesio (GE)

Verbale: 154

Data verbale: 20/11/2024

Note:
Sondaggio: SP4

Campione: C1

Profondità: 3.30-3.60 m

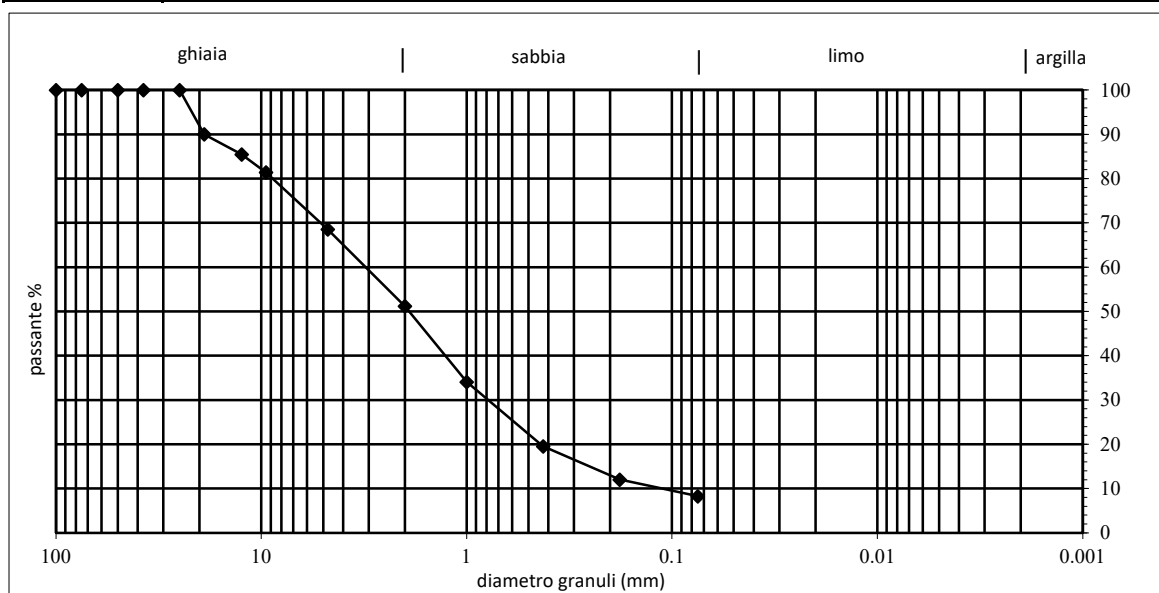
Data esecuzione: 21-22/11/2024

Specifiche di prova: ASTM D421-07/D422-07

Rep: 24/214

Terreno analizzato M (gr) = 649.61				
Setacci ASTM Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %
100	0.00	0.00	0.00	100.00
75	0.00	0.00	0.00	100.00
50	0.00	0.00	0.00	100.00
37.5	0.00	0.00	0.00	100.00
25	0.00	0.00	0.00	100.00
19	65.02	10.01	10.01	89.99
12.5	29.22	4.50	14.51	85.49
9.50	26.50	4.08	18.59	81.41
4.75	83.58	12.87	31.45	68.55
2.00	112.74	17.36	48.81	51.19
1.00	111.24	17.12	65.93	34.07
0.425	94.19	14.50	80.43	19.57
0.180	49.05	7.55	87.98	12.02
0.075	24.29	3.74	91.72	8.28
Fondo	53.78			

Classificazione		D (60%) =	% ghiaia	% sabbia	% limo/argilla
USCS SW-SM	CNR-UNI	D (10%) =	31.45	60.27	8.28
		U =			



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

Dr. Bario Filippi

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 25/11/2024

Certificato n° 3723

LIMITI DI CONSISTENZA
Committente: Injectosond Italia S.r.l.

Cantiere: SP4 km 4+500

Località: Comune di Ceranesi (GE)

Verbale: 154

Data verbale: 20/11/2024

Note:
Sondaggio: SP4

Campione: C1

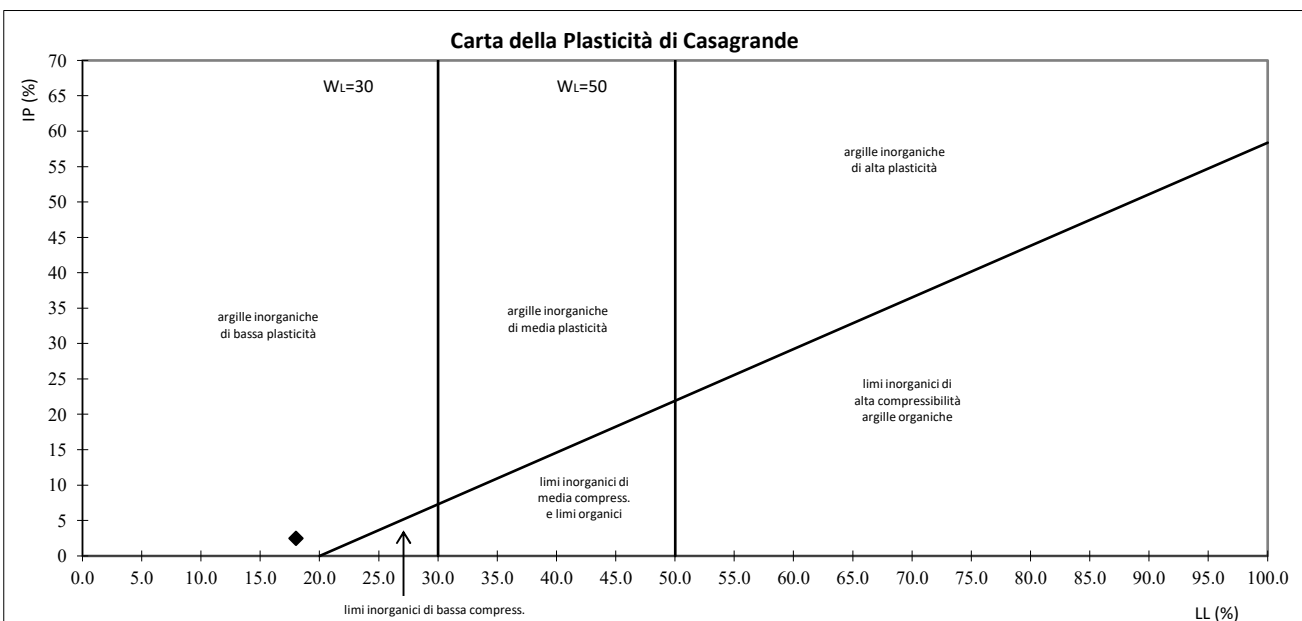
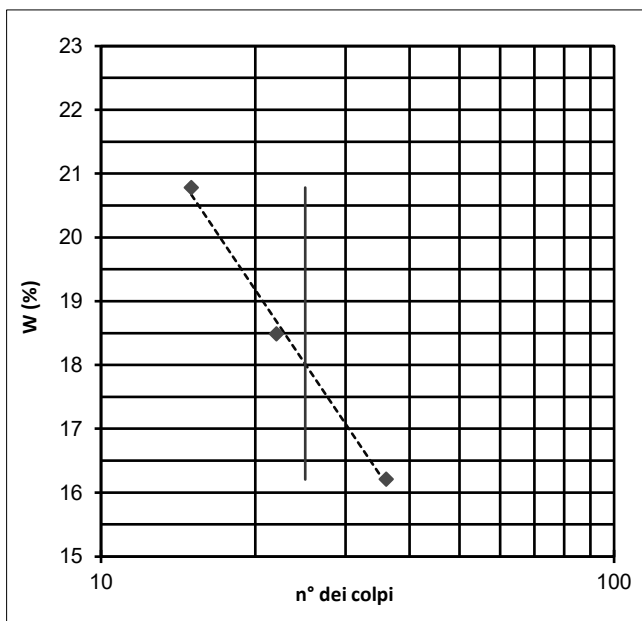
Profondità: 3.30-3.60 m

Data di esecuzione: 21-22/11/2024

Specifica di prova: ASTM D4318-10

Rep: 24/214

Limite liquido	LL (%) = 18.0	
Contenitore	23	12
Massa umida + t (g)	58.96	59.36
Massa secca + t (g)	56.41	57.01
Massa acqua contenuta (g)	2.55	2.35
Tara t (g)	44.14	44.30
Massa secca netta (g)	12.27	12.71
Contenuto d'acqua W (%)	20.78	18.49
Numero colpi	15	22
Limite plastico	LP (%) = 15.5	
Contenitore	a	b
Massa umida + t (g)	18.22	18.33
Massa secca + t (g)	17	17.13
Massa acqua contenuta (g)	1.22	1.20
Tara t (g)	9.22	9.32
Massa secca (g)	7.78	7.81
Contenuto d'acqua W (%)	15.68	15.36
Indice di Plasticità	(LL-LP) = IP 2.5	



Lo Specializzatore

 Il Direttore del Laboratorio
Dr. Dario Filippi

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

ANALISI GRANULOMETRICA

Data emissione: 25/11/2024

Certificato n° 3724

Committente: Injectosond Italia S.r.l.

Cantiere: SP4 km 4+500

Località: Comune di Ceranesi (GE)

Verbale: 154

Data verbale: 20/11/2024

Note:
Sondaggio: SP4

Campione: C2

Profondità: 7.30-7.50 m

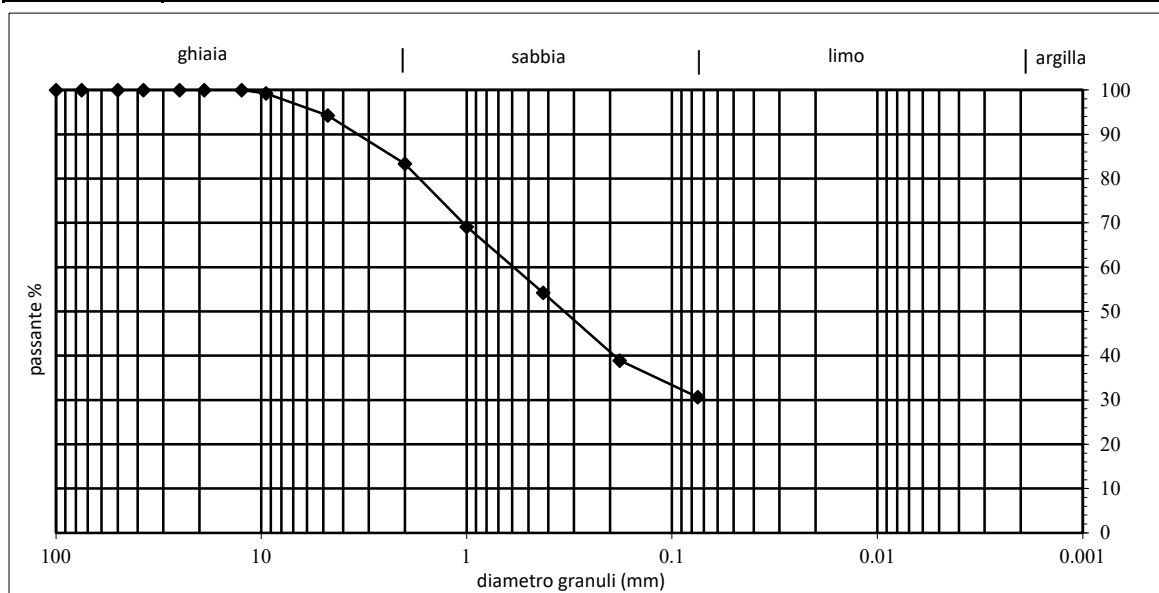
Data esecuzione: 21-22/11/2024

Specifiche di prova: ASTM D421-07/D422-07

Rep: 24/214

Terreno analizzato M (gr) = 622.1				
Setacci ASTM Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %
100	0.00	0.00	0.00	100.00
75	0.00	0.00	0.00	100.00
50	0.00	0.00	0.00	100.00
37.5	0.00	0.00	0.00	100.00
25	0.00	0.00	0.00	100.00
19	0.00	0.00	0.00	100.00
12.5	0.00	0.00	0.00	100.00
9.50	4.57	0.73	0.73	99.27
4.75	31.21	5.02	5.75	94.25
2.00	67.68	10.88	16.63	83.37
1.00	88.54	14.23	30.86	69.14
0.425	92.55	14.88	45.74	54.26
0.180	95.24	15.31	61.05	38.95
0.075	51.57	8.29	69.34	30.66
Fondo	190.74			

Classificazione		D (60%) =	% ghiaia	% sabbia	% limo/argilla
USCS SM-SC	CNR-UNI	D (10%) =	5.75	63.59	30.66
		U =			



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

Dr. Bario Filippi

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 25/11/2024

Certificato n° 3725

LIMITI DI CONSISTENZA

Committente: Injectosond Italia S.r.l.

Cantiere: SP4 km 4+500

Località: Comune di Ceranesi (GE)

Verbale: 154

Data verbale: 20/11/2024

Note:

Sondaggio: SP4

Campione: C2

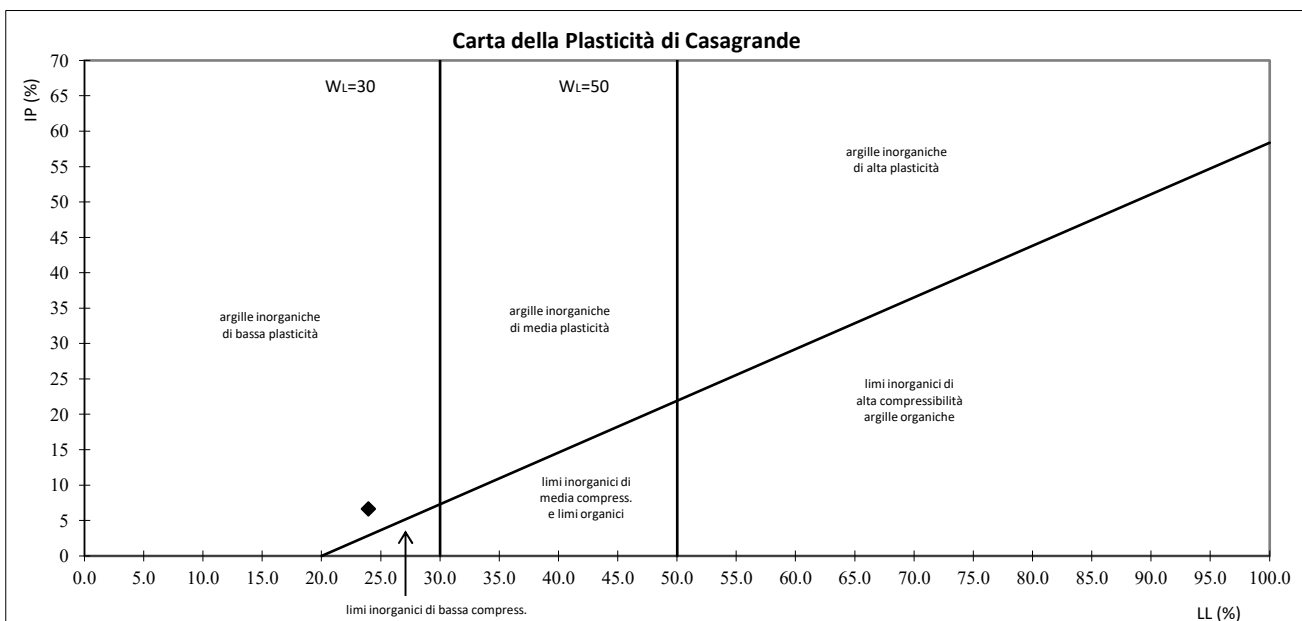
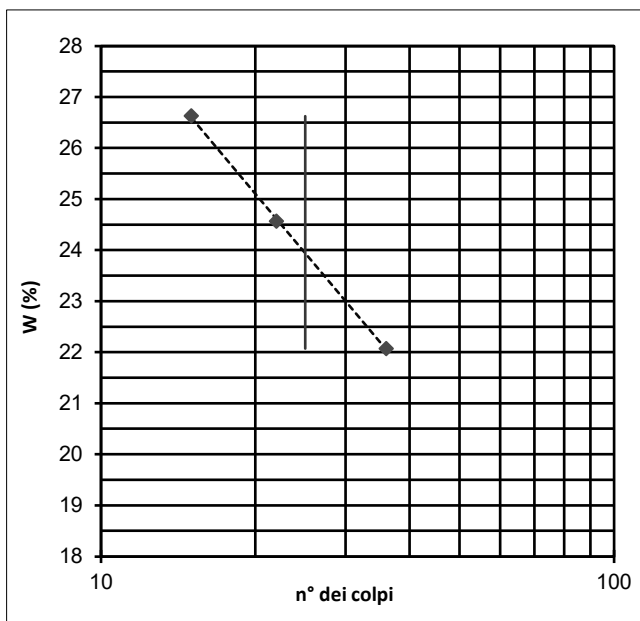
Profondità: 7.30-7.50 m

Data di esecuzione: 21-22/11/2024

Specifica di prova: ASTM D4318-10

Rep: 24/214

Limite liquido	LL (%) = 23.9		
Contenitore	15	22	15
Massa umida + t (g)	59.62	58.66	58.16
Massa secca + t (g)	56.39	55.84	55.71
Massa acqua contenuta (g)	3.23	2.82	2.45
Tara t (g)	44.26	44.36	44.61
Massa secca netta (g)	12.13	11.48	11.10
Contenuto d'acqua W (%)	26.63	24.56	22.07
Numero colpi	15	22	36
Limite plastico	LP (%) = 17.2		
Contenitore		f	g
Massa umida + t (g)		19.32	18.22
Massa secca + t (g)		17.86	16.89
Massa acqua contenuta (g)		1.46	1.33
Tara t (g)		9.36	9.21
Massa secca (g)		8.50	7.68
Contenuto d'acqua W (%)		17.18	17.32
Indice di Plasticità	(LL-LP) =	IP	6.7



Lo Specializzatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Dario Filippi

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA

Effettuato secondo Norma ASTM D 3080

RAPPORTO DI PROVA - SOMMARIO

Committente	Injectosond Italia S.r.l. - SP4 Km 4+500		
Cantiere	Ceranesi (GE)		
Sondaggio - Campione	SP4 - C2	Tipo provino	Rimaneggiato
Certificato	3726 - 25/11/2024		
Peso specifico	2.72 (Stimato)	Provini sottoposti a prova immerso	
Tipo macchina di taglio	Macchina di Taglio con Geodatalog		

CONDIZIONI INIZIALI	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
Numero Campione	1	2	3
Profondità prelievo (m)	7.30-7.50		
Altezza (mm)	20.0	20.0	20.0
Diametro (mm)	60.0	60.0	60.0
Sezione (mm ²)	2827.4	2827.4	2827.4
Umidità (misura diretta) (%)	11	10	12
Umidità (trimming) (%)			
Densità secca (g)	102.3	100.2	99.0
Densità umida (kN/m ³)	19.68	19.17	19.32
Densità secca (kN/m ³)	17.74	17.37	17.18
Indice dei vuoti	0.504	0.536	0.553
Grado di saturazione (%)	59	53	61

FASE DI TAGLIO			
Velocità fase di taglio (mm/min)	0.006415	0.006359	0.006429
Condizioni a rottura (Resistenza al taglio massima)			
Pressione verticale (kPa)	50	100	150
Tensione di taglio (kPa)	52	64	115
Spostamento orizzontale (mm)	5.36	3.90	5.88
Def. verticale (mm)	-0.076	0.192	1.305

CONDIZIONI FINALI			
Contenuto d'acqua (%)	13	15	4.6
Densità umida (kN/m ³)	20.60	21.03	19.48
Densità secca (kN/m ³)	18.24	18.36	18.62

Coesione (kPa)	12.8
Angolo di resistenza al taglio (°)	32.6

Commenti / variazioni delle procedure:			
Grado di saturazione finale (%)	99	99	99

Lo Sperimentatore



Il Direttore di Laboratorio

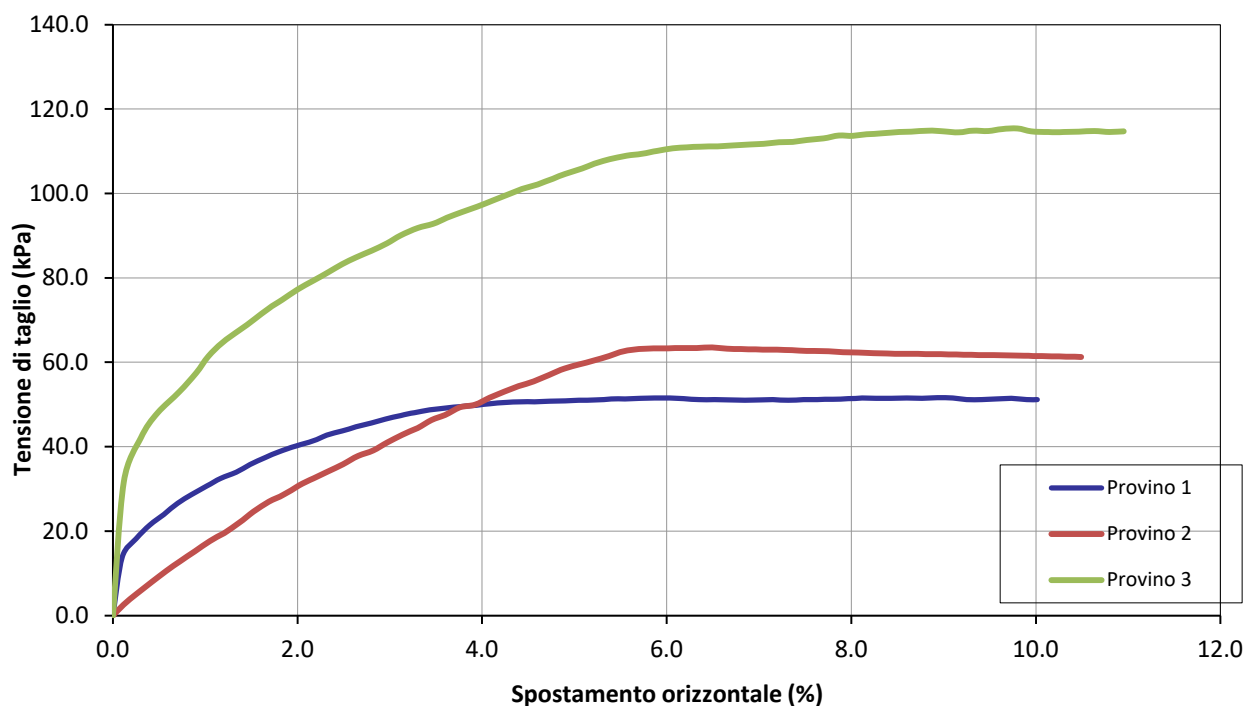
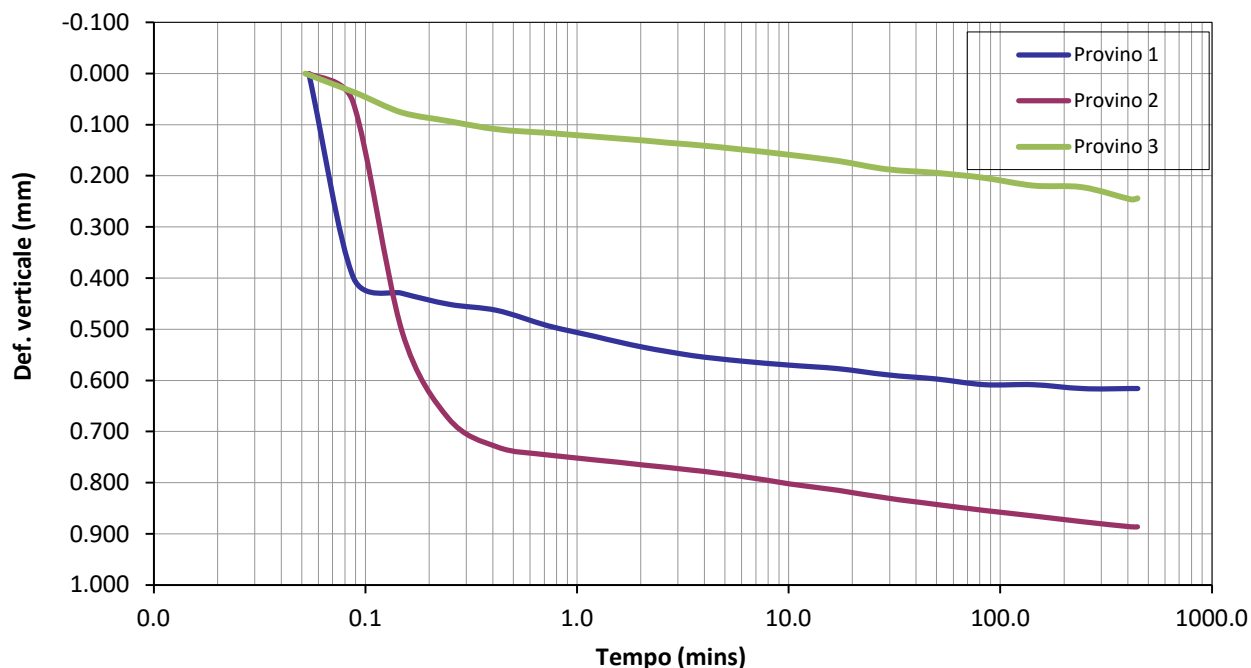
 Dr. ~~Daniela~~ Filippi

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA

Effettuato secondo Norma ASTM D 3080

RAPPORTO DI PROVA

Committente	Injectosond Italia S.r.l. - SP4 Km 4+500		
Cantiere	Ceranesi (GE)	Numero Campione	1, 2, 3
Sondaggio - Campione	SP4 - C2	Profondità prelievo (m)	7.30-7.50, ,



Lo Sperimentatore

[Signature]

Il Direttore di Laboratorio

Dr. *[Signature]* Filippi

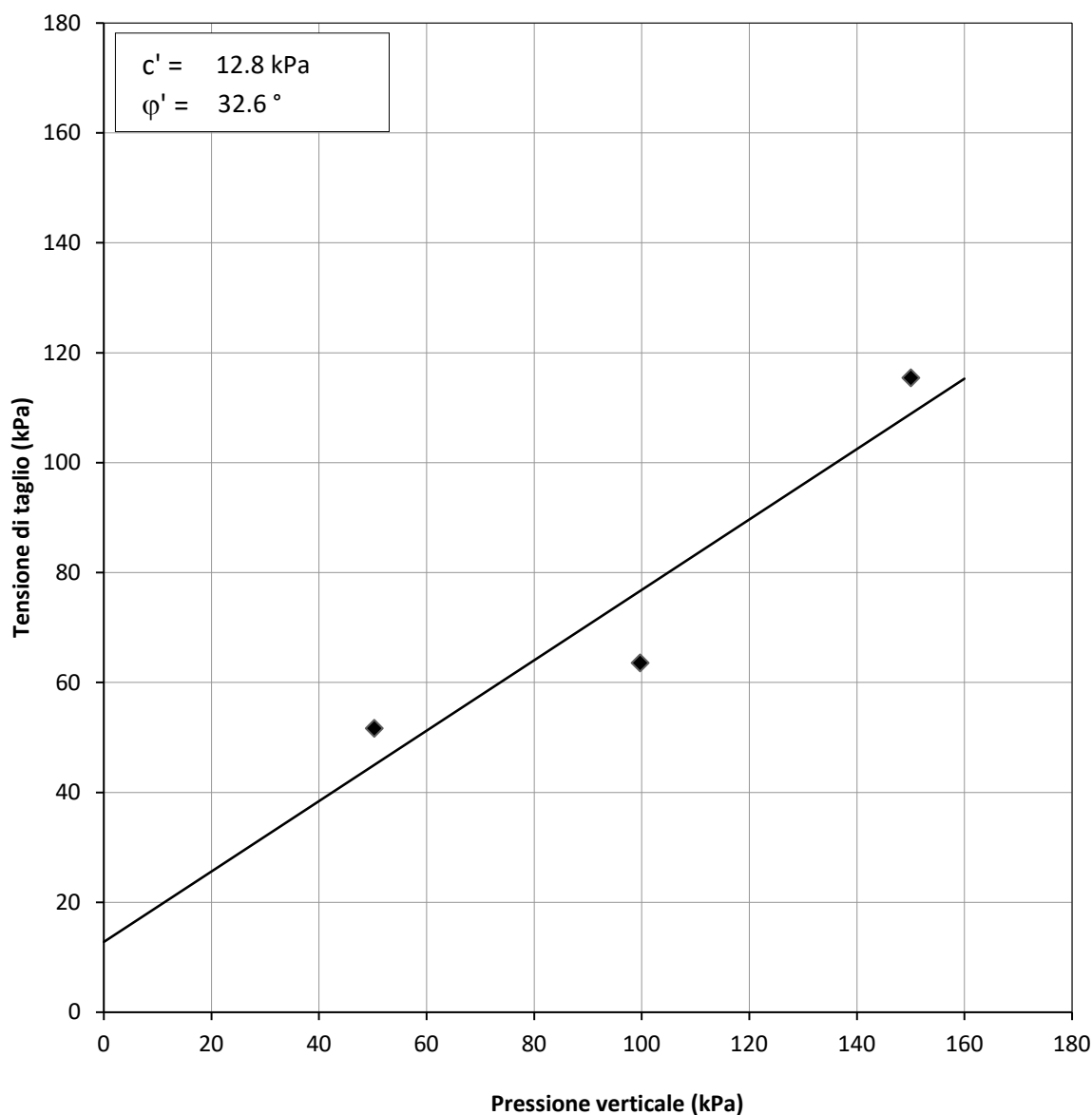
Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA

Effettuato secondo Norma ASTM D 3080

RAPPORTO DI PROVA

Committente	<i>Injectosond Italia S.r.l. - SP4 Km 4+500</i>		
Cantiere	<i>Ceranesi (GE)</i>	Numero Campione	<i>1, 2, 3</i>
Sondaggio - Campione	<i>SP4 - C2</i>	Profondità prelievo (m)	<i>7.30-7.50, ,</i>



Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

Dr. Filippi

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
 con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
 di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA

Effettuato secondo Norma ASTM D 3080

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Committente	<i>Injectosond Italia S.r.l. - SP4 Km 4+500</i>		
Cantiere	<i>Ceranesi (GE)</i>	Numero Campione	<i>1</i>
Sondaggio - Campione	<i>SP4 - C2</i>	Profondità prelievo (m)	<i>7.30-7.50</i>

PROVINO 1
Pressione verticale (kPa) 50

Dati acquisiti				Dati elaborati			
Tempo (mins)	Spost. verticale (mm)	Spost. orizzontale (mm)	Forza orizzontale (N)	Def. verticale (mm)	Spost. orizzontale (mm)	Forza orizzontale (N)	Tensione di taglio (kPa)
0.00	0.628	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.0
15.00	0.630	0.06	39.2	0.002	0.06	39.2	13.9
30.00	0.637	0.15	51.4	0.009	0.15	51.4	18.2
45.00	0.649	0.24	60.7	0.021	0.24	60.7	21.5
60.00	0.686	0.33	67.8	0.058	0.33	67.8	24.0
75.00	0.692	0.42	75.2	0.064	0.42	75.2	26.6
90.00	0.691	0.51	81.0	0.063	0.51	81.0	28.6
105.00	0.692	0.61	86.7	0.064	0.61	86.7	30.7
120.00	0.704	0.70	91.9	0.076	0.70	91.9	32.5
135.00	0.727	0.80	96.0	0.099	0.80	96.0	34.0
150.00	0.727	0.89	101.2	0.099	0.89	101.2	35.8
165.00	0.727	0.99	105.9	0.099	0.99	105.9	37.5
180.00	0.749	1.08	109.7	0.121	1.08	109.7	38.8
195.00	0.749	1.19	113.7	0.121	1.19	113.7	40.2
210.00	0.749	1.30	117.0	0.121	1.30	117.0	41.4
225.00	0.749	1.39	120.8	0.121	1.39	120.8	42.7
240.00	0.749	1.49	123.7	0.121	1.49	123.7	43.7
255.00	0.754	1.58	126.4	0.126	1.58	126.4	44.7
270.00	0.754	1.68	129.1	0.126	1.68	129.1	45.7
285.00	0.754	1.77	131.6	0.126	1.77	131.6	46.5
300.00	0.754	1.87	134.0	0.126	1.87	134.0	47.4
315.00	0.754	1.96	136.0	0.126	1.96	136.0	48.1
330.00	0.754	2.06	137.8	0.126	2.06	137.8	48.7
345.00	0.754	2.17	139.1	0.126	2.17	139.1	49.2
360.00	0.754	2.26	140.0	0.126	2.26	140.0	49.5
375.00	0.754	2.36	140.9	0.126	2.36	140.9	49.8
390.00	0.754	2.45	142.0	0.126	2.45	142.0	50.2
405.00	0.754	2.55	142.7	0.126	2.55	142.7	50.5
420.00	0.754	2.65	143.3	0.126	2.65	143.3	50.7
435.00	0.754	2.74	143.3	0.126	2.74	143.3	50.7
450.00	0.754	2.84	143.6	0.126	2.84	143.6	50.8
465.00	0.754	2.94	143.9	0.126	2.94	143.9	50.9
480.00	0.754	3.03	144.2	0.126	3.03	144.2	51.0
495.00	0.754	3.14	144.4	0.126	3.14	144.4	51.1
510.00	0.754	3.24	145.1	0.126	3.24	145.1	51.3

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA

Effettuato secondo Norma ASTM D 3080

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Committente	<i>Injectosond Italia S.r.l. - SP4 Km 4+500</i>		
Cantiere	<i>Ceranesi (GE)</i>	Numero Campione	1
Sondaggio - Campione	<i>SP4 - C2</i>	Profondità prelievo (m)	7.30-7.50

PROVINO 1

Pressione verticale (kPa) 50

Dati acquisiti				Dati elaborati			
Tempo (mins)	Spost. verticale (mm)	Spost. orizzontale (mm)	Forza orizzontale (N)	Def. verticale (mm)	Spost. orizzontale (mm)	Forza orizzontale (N)	Tensione di taglio (kPa)
525.00	0.754	3.33	145.2	0.126	3.33	145.2	51.4
540.00	0.754	3.43	145.5	0.126	3.43	145.5	51.5
555.00	0.753	3.52	145.7	0.125	3.52	145.7	51.5
570.00	0.753	3.62	145.7	0.125	3.62	145.7	51.5
585.00	0.753	3.71	145.4	0.125	3.71	145.4	51.4
600.00	0.753	3.81	144.6	0.125	3.81	144.6	51.1
615.00	0.753	3.91	144.7	0.125	3.91	144.7	51.2
630.00	0.753	4.01	144.5	0.125	4.01	144.5	51.1
645.00	0.753	4.11	144.3	0.125	4.11	144.3	51.0
660.00	0.753	4.21	144.5	0.125	4.21	144.5	51.1
675.00	0.753	4.29	144.6	0.125	4.29	144.6	51.1
690.00	0.753	4.39	144.3	0.125	4.39	144.3	51.0
705.00	0.753	4.49	144.6	0.125	4.49	144.6	51.1
720.00	0.753	4.58	144.8	0.125	4.58	144.8	51.2
735.00	0.753	4.68	144.9	0.125	4.68	144.9	51.2
750.00	0.753	4.78	145.3	0.125	4.78	145.3	51.4
765.00	0.753	4.87	145.7	0.125	4.87	145.7	51.5
780.00	0.752	4.96	145.6	0.124	4.96	145.6	51.5
795.00	0.752	5.06	145.5	0.124	5.06	145.5	51.5
810.00	0.752	5.16	145.7	0.124	5.16	145.7	51.5
825.00	0.752	5.26	145.5	0.124	5.26	145.5	51.5
840.00	0.752	5.36	146.0	0.124	5.36	146.0	51.6
855.00	0.752	5.46	145.7	0.124	5.46	145.7	51.5
870.00	0.752	5.55	144.7	0.124	5.55	144.7	51.2
885.00	0.752	5.65	144.8	0.124	5.65	144.8	51.2
900.00	0.752	5.74	145.1	0.124	5.74	145.1	51.3
915.00	0.752	5.84	145.5	0.124	5.84	145.5	51.5
930.00	0.752	5.94	144.7	0.124	5.94	144.7	51.2
940.54	0.752	6.01	144.8	0.124	6.01	144.8	51.2

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
 con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
 di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA

Effettuato secondo Norma ASTM D 3080

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Committente	<i>Injectosond Italia S.r.l. - SP4 Km 4+500</i>		
Cantiere	<i>Ceranesi (GE)</i>	Numero Campione	2
Sondaggio - Campione	<i>SP4 - C2</i>	Profondità prelievo (m)	

PROVINO 2

Pressione verticale (kPa) 100

Dati acquisiti				Dati elaborati			
Tempo	Spost. verticale	Spost. orizzontale	Forza orizzontale	Def. verticale	Spost. orizzontale	Forza orizzontale	Tensione di taglio
(mins)	(mm)	(mm)	(N)	(mm)	(mm)	(N)	(kPa)
0.01	1.273	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.0
15.00	1.290	0.07	7.3	0.017	0.07	7.3	2.6
30.00	1.316	0.16	14.8	0.043	0.16	14.8	5.2
45.00	1.340	0.25	22.5	0.067	0.25	22.5	8.0
60.00	1.368	0.35	30.0	0.095	0.35	30.0	10.6
75.00	1.394	0.44	36.5	0.121	0.44	36.5	12.9
90.00	1.416	0.53	43.0	0.143	0.53	43.0	15.2
105.00	1.434	0.63	50.0	0.161	0.63	50.0	17.7
120.00	1.453	0.72	55.3	0.180	0.72	55.3	19.6
135.00	1.475	0.82	62.2	0.202	0.82	62.2	22.0
150.00	1.485	0.91	69.7	0.212	0.91	69.7	24.7
165.00	1.495	1.01	76.3	0.222	1.01	76.3	27.0
180.00	1.510	1.11	80.9	0.237	1.11	80.9	28.6
195.00	1.517	1.21	87.0	0.244	1.21	87.0	30.8
210.00	1.525	1.30	92.0	0.252	1.30	92.0	32.5
225.00	1.536	1.40	96.6	0.263	1.40	96.6	34.2
240.00	1.544	1.50	101.4	0.271	1.50	101.4	35.9
255.00	1.557	1.59	107.0	0.284	1.59	107.0	37.8
270.00	1.562	1.69	110.6	0.289	1.69	110.6	39.1
285.00	1.573	1.78	116.0	0.300	1.78	116.0	41.0
300.00	1.577	1.88	121.1	0.304	1.88	121.1	42.8
315.00	1.592	1.98	125.7	0.319	1.98	125.7	44.5
330.00	1.594	2.07	131.0	0.321	2.07	131.0	46.3
345.00	1.610	2.16	134.5	0.337	2.16	134.5	47.6
360.00	1.612	2.26	139.5	0.339	2.26	139.5	49.3
375.00	1.614	2.35	141.3	0.341	2.35	141.3	50.0
390.00	1.627	2.45	145.9	0.354	2.45	145.9	51.6
405.00	1.628	2.54	150.0	0.355	2.54	150.0	53.1
420.00	1.635	2.64	153.6	0.362	2.64	153.6	54.3
435.00	1.639	2.74	156.9	0.366	2.74	156.9	55.5
450.00	1.646	2.84	161.3	0.373	2.84	161.3	57.0
465.00	1.648	2.94	165.5	0.375	2.94	165.5	58.5
480.00	1.654	3.03	168.3	0.381	3.03	168.3	59.5
495.00	1.661	3.13	170.8	0.388	3.13	170.8	60.4
510.00	1.662	3.22	173.9	0.389	3.22	173.9	61.5

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
 con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
 di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA

Effettuato secondo Norma ASTM D 3080

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Committente	<i>Injectosond Italia S.r.l. - SP4 Km 4+500</i>		
Cantiere	<i>Ceranesi (GE)</i>	Numero Campione	2
Sondaggio - Campione	<i>SP4 - C2</i>	Profondità prelievo (m)	

PROVINO 2
Pressione verticale (kPa) 100

Dati acquisiti				Dati elaborati			
Tempo	Spost. verticale	Spost. orizzontale	Forza orizzontale	Def. verticale	Spost. orizzontale	Forza orizzontale	Tensione di taglio
(mins)	(mm)	(mm)	(N)	(mm)	(mm)	(N)	(kPa)
525.00	1.662	3.32	177.1	0.389	3.32	177.1	62.6
540.00	1.662	3.42	178.5	0.389	3.42	178.5	63.1
555.00	1.662	3.52	178.9	0.389	3.52	178.9	63.3
570.00	1.665	3.61	179.1	0.392	3.61	179.1	63.3
585.00	1.665	3.70	179.2	0.392	3.70	179.2	63.4
600.00	1.665	3.80	179.3	0.392	3.80	179.3	63.4
615.00	1.665	3.90	179.6	0.392	3.90	179.6	63.5
630.00	1.665	3.99	178.8	0.392	3.99	178.8	63.2
645.00	1.665	4.08	178.5	0.392	4.08	178.5	63.1
660.00	1.665	4.18	178.3	0.392	4.18	178.3	63.1
675.00	1.665	4.27	178.1	0.392	4.27	178.1	63.0
690.00	1.665	4.37	178.0	0.392	4.37	178.0	63.0
705.00	1.665	4.46	177.5	0.392	4.46	177.5	62.8
720.00	1.665	4.56	177.3	0.392	4.56	177.3	62.7
735.00	1.666	4.65	177.0	0.393	4.65	177.0	62.6
750.00	1.665	4.75	176.5	0.392	4.75	176.5	62.4
765.00	1.665	4.85	176.2	0.392	4.85	176.2	62.3
780.00	1.665	4.94	175.8	0.392	4.94	175.8	62.2
795.00	1.665	5.04	175.5	0.392	5.04	175.5	62.1
810.00	1.665	5.13	175.4	0.392	5.13	175.4	62.0
825.00	1.665	5.23	175.3	0.392	5.23	175.3	62.0
840.00	1.665	5.33	175.1	0.392	5.33	175.1	61.9
855.00	1.665	5.43	175.0	0.392	5.43	175.0	61.9
870.00	1.665	5.53	174.8	0.392	5.53	174.8	61.8
885.00	1.665	5.63	174.6	0.392	5.63	174.6	61.8
900.00	1.665	5.73	174.5	0.392	5.73	174.5	61.7
915.00	1.665	5.83	174.3	0.392	5.83	174.3	61.6
930.00	1.665	5.92	174.1	0.392	5.92	174.1	61.6
939.28	1.665	5.98	173.9	0.392	5.98	173.9	61.5
960.00	1.665	6.10	173.7	0.392	6.10	173.7	61.4
975.00	1.665	6.20	173.5	0.392	6.20	173.5	61.4
990.00	1.665	6.30	173.3	0.392	6.30	173.3	61.3

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
 con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
 di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA

Effettuato secondo Norma ASTM D 3080

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Committente	<i>Injectosond Italia S.r.l. - SP4 Km 4+500</i>		
Cantiere	<i>Ceranesi (GE)</i>	Numero Campione	3
Sondaggio - Campione	<i>SP4 - C2</i>	Profondità prelievo (m)	

PROVINO 3	Pressione verticale (kPa) 150
------------------	--------------------------------------

Dati acquisiti				Dati elaborati			
Tempo (mins)	Spost. verticale (mm)	Spost. orizzontale (mm)	Forza orizzontale (N)	Def. verticale (mm)	Spost. orizzontale (mm)	Forza orizzontale (N)	Tensione di taglio (kPa)
0.00	0.243	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.0
15.00	0.247	0.07	89.5	0.004	0.07	89.5	31.7
30.00	0.257	0.18	119.0	0.014	0.18	119.0	42.1
45.00	0.267	0.29	135.8	0.024	0.29	135.8	48.0
60.00	0.288	0.43	149.8	0.045	0.43	149.8	53.0
75.00	0.313	0.54	162.4	0.070	0.54	162.4	57.4
90.00	0.325	0.62	173.6	0.082	0.62	173.6	61.4
105.00	0.345	0.71	182.7	0.102	0.71	182.7	64.6
120.00	0.376	0.82	191.0	0.133	0.82	191.0	67.6
135.00	0.390	0.92	198.5	0.147	0.92	198.5	70.2
150.00	0.405	1.01	205.7	0.162	1.01	205.7	72.8
165.00	0.419	1.10	211.6	0.176	1.10	211.6	74.8
180.00	0.438	1.20	218.4	0.195	1.20	218.4	77.2
195.00	0.453	1.30	224.2	0.210	1.30	224.2	79.3
210.00	0.469	1.40	230.0	0.226	1.40	230.0	81.3
225.00	0.484	1.49	235.4	0.241	1.49	235.4	83.3
240.00	0.494	1.58	239.8	0.251	1.58	239.8	84.8
255.00	0.502	1.68	244.4	0.259	1.68	244.4	86.4
270.00	0.510	1.78	249.3	0.267	1.78	249.3	88.2
285.00	0.524	1.87	254.7	0.281	1.87	254.7	90.1
300.00	0.534	1.98	259.6	0.291	1.98	259.6	91.8
315.00	0.539	2.08	262.4	0.296	2.08	262.4	92.8
330.00	0.550	2.17	266.4	0.307	2.17	266.4	94.2
345.00	0.555	2.27	270.3	0.312	2.27	270.3	95.6
360.00	0.560	2.37	274.1	0.317	2.37	274.1	96.9
375.00	0.566	2.47	278.0	0.323	2.47	278.0	98.3
390.00	0.571	2.56	281.7	0.328	2.56	281.7	99.6
405.00	0.574	2.66	285.7	0.331	2.66	285.7	101.0
420.00	0.578	2.76	288.9	0.335	2.76	288.9	102.2
435.00	0.582	2.86	292.7	0.339	2.86	292.7	103.5
450.00	0.587	2.94	295.9	0.344	2.94	295.9	104.7
465.00	0.591	3.05	299.5	0.348	3.05	299.5	105.9
480.00	0.593	3.13	302.7	0.350	3.13	302.7	107.1
495.00	0.598	3.23	305.8	0.355	3.23	305.8	108.2
510.00	0.603	3.23	305.8	0.360	3.23	305.8	108.2

Lo Sperimentatore



Il Direttore di Laboratorio

 Dr.  Filippi

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA

Effettuato secondo Norma ASTM D 3080

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Committente	<i>Injectosond Italia S.r.l. - SP4 Km 4+500</i>		
Cantiere	<i>Ceranesi (GE)</i>	Numero Campione	3
Sondaggio - Campione	<i>SP4 - C2</i>	Profondità prelievo (m)	

PROVINO 3
Pressione verticale (kPa) 150

Dati acquisiti				Dati elaborati			
Tempo	Spost. verticale	Spost. orizzontale	Forza orizzontale	Def. verticale	Spost. orizzontale	Forza orizzontale	Tensione di taglio
(mins)	(mm)	(mm)	(N)	(mm)	(mm)	(N)	(kPa)
525.00	0.608	3.34	308.1	0.365	3.34	308.1	109.0
540.00	0.613	3.44	309.3	0.370	3.44	309.3	109.4
555.00	0.618	3.54	311.4	0.375	3.54	311.4	110.1
570.00	0.623	3.64	313.0	0.380	3.64	313.0	110.7
585.00	0.628	3.73	313.7	0.385	3.73	313.7	110.9
600.00	0.633	3.82	314.2	0.390	3.82	314.2	111.1
615.00	0.638	3.93	314.4	0.395	3.93	314.4	111.2
630.00	0.643	4.03	314.9	0.400	4.03	314.9	111.4
645.00	0.648	4.14	315.6	0.405	4.14	315.6	111.6
660.00	0.653	4.23	316.1	0.410	4.23	316.1	111.8
675.00	0.658	4.33	317.0	0.415	4.33	317.0	112.1
690.00	0.663	4.42	317.4	0.420	4.42	317.4	112.3
705.00	0.668	4.51	318.6	0.425	4.51	318.6	112.7
720.00	0.673	4.62	319.7	0.430	4.62	319.7	113.1
735.00	0.678	4.72	321.6	0.435	4.72	321.6	113.7
750.00	0.683	4.81	321.4	0.440	4.81	321.4	113.7
765.00	0.688	4.90	322.5	0.445	4.90	322.5	114.1
780.00	0.693	5.00	323.0	0.450	5.00	323.0	114.2
795.00	0.698	5.11	324.0	0.455	5.11	324.0	114.6
810.00	0.703	5.19	324.2	0.460	5.19	324.2	114.7
825.00	0.708	5.30	324.9	0.465	5.30	324.9	114.9
840.00	0.713	5.40	324.4	0.470	5.40	324.4	114.7
855.00	0.718	5.50	323.7	0.475	5.50	323.7	114.5
870.00	0.723	5.59	324.9	0.480	5.59	324.9	114.9
885.00	0.728	5.69	324.6	0.485	5.69	324.6	114.8
900.00	0.733	5.78	326.0	0.490	5.78	326.0	115.3
915.00	0.738	5.88	326.3	0.495	5.88	326.3	115.4
930.00	0.743	5.97	324.4	0.500	5.97	324.4	114.7
945.00	0.748	6.08	323.9	0.505	6.08	323.9	114.6
960.00	0.753	6.18	323.9	0.510	6.18	323.9	114.6
975.00	0.758	6.28	324.2	0.515	6.28	324.2	114.7
990.00	0.763	6.38	324.6	0.520	6.38	324.6	114.8
1005.00	0.768	6.48	323.9	0.525	6.48	323.9	114.6
1020.00	0.773	6.57	324.4	0.530	6.57	324.4	114.7

Lo Sperimentatore



Il Direttore di Laboratorio

 Dr.  Filippi

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

ANALISI GRANULOMETRICA

Data emissione: 25/11/2024

Certificato n° 3727

Committente: Injectosond Italia S.r.l.

Cantiere: SP4 km 4+500

Località: Comune di Ceranesi (GE)

Verbale: 154

Data verbale: 20/11/2024

Note:
Sondaggio: SP4

Campione: C3

Profondità: 9.30-9.50 m

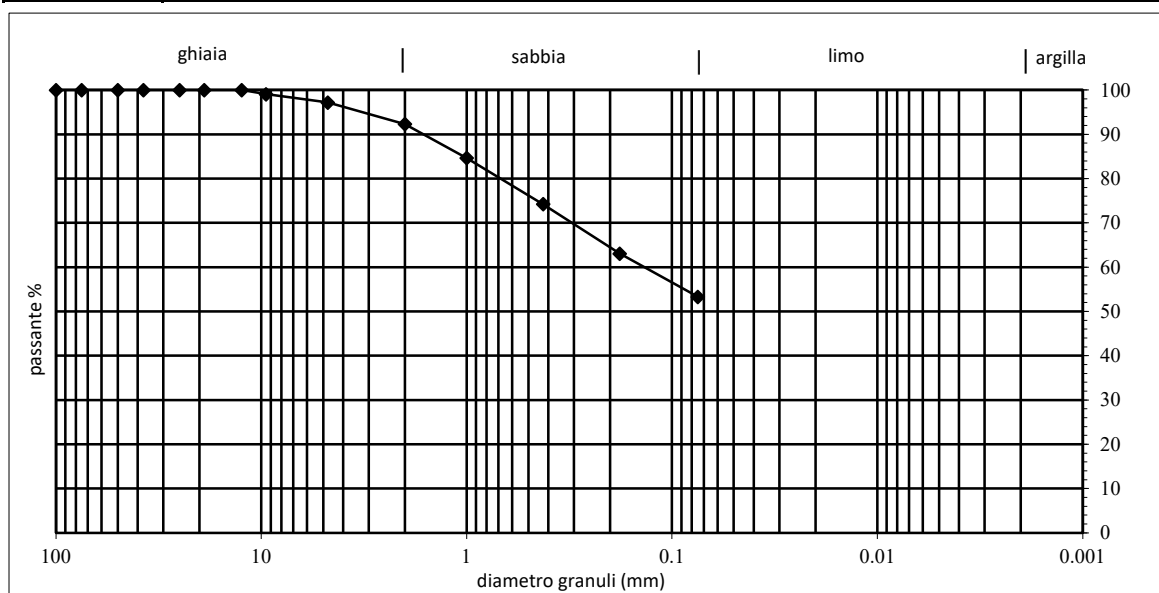
Data esecuzione: 21-22/11/2024

Specifiche di prova: ASTM D421-07/D422-07

Rep: 24/214

Terreno analizzato M (gr) = 426.75				
Setacci ASTM Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %
100	0.00	0.00	0.00	100.00
75	0.00	0.00	0.00	100.00
50	0.00	0.00	0.00	100.00
37.5	0.00	0.00	0.00	100.00
25	0.00	0.00	0.00	100.00
19	0.00	0.00	0.00	100.00
12.5	0.00	0.00	0.00	100.00
9.50	3.89	0.91	0.91	99.09
4.75	8.14	1.91	2.82	97.18
2.00	20.79	4.87	7.69	92.31
1.00	32.59	7.64	15.33	84.67
0.425	44.49	10.43	25.75	74.25
0.180	47.64	11.16	36.92	63.08
0.075	41.66	9.76	46.68	53.32
Fondo	227.55			

Classificazione		D (60%) =	% ghiaia	% sabbia	% limo/argilla
USCS CL	CNR-UNI	D (10%) =	2.82	43.86	53.32
		U =			



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

Dr. Mario Filippi

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 25/11/2024

Certificato n° 3728

LIMITI DI CONSISTENZA

Committente: Injectosond Italia S.r.l.

Cantiere: SP4 km 4+500

Località: Comune di Ceranesi (GE)

Verbale: 154

Data verbale: 20/11/2024

Note:

Sondaggio: SP4

Campione: C3

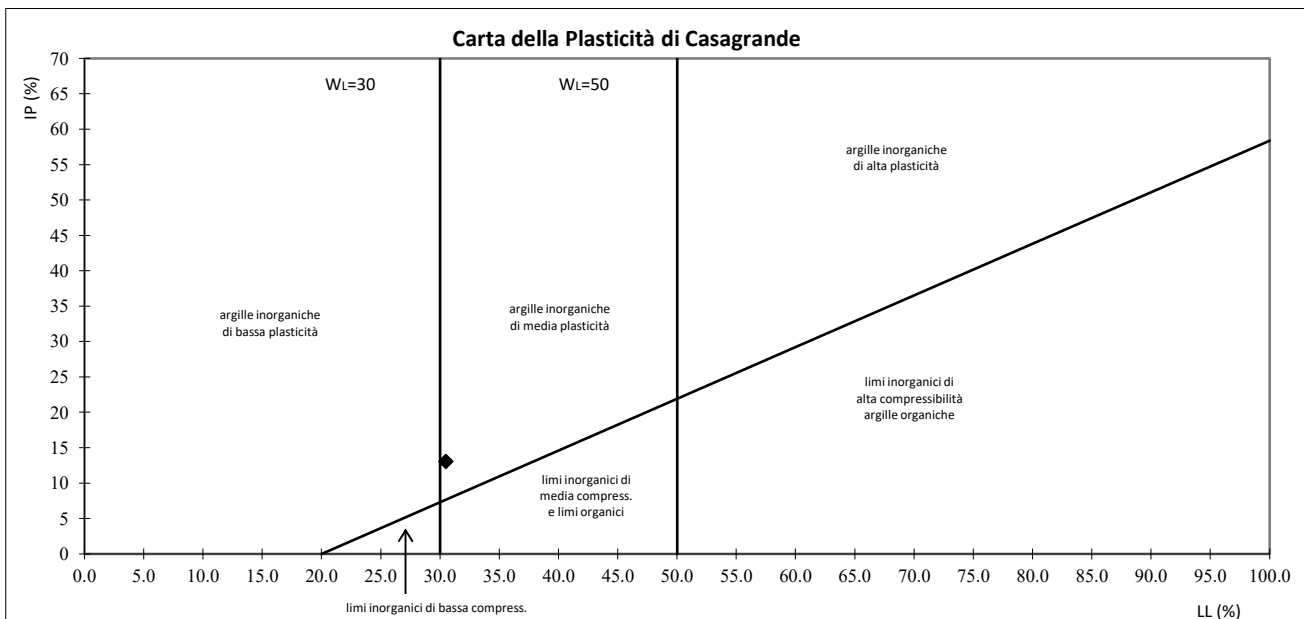
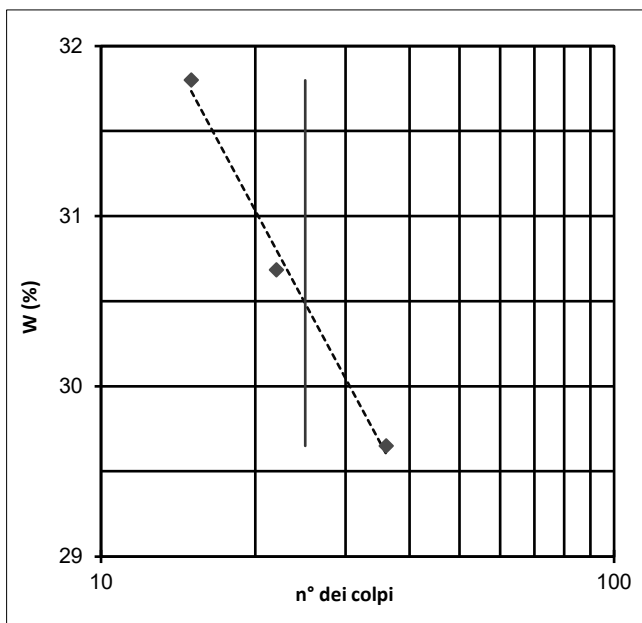
Profondità: 9.30-9.50 m

Data di esecuzione: 21-22/11/2024

Specifica di prova: ASTM D4318-10

Rep: 24/214

Limite liquido	LL (%) = 30.5		
Contenitore	8	21	11
Massa umida + t (g)	59.82	58.55	58.63
Massa secca + t (g)	56.09	55.19	55.41
Massa acqua contenuta (g)	3.73	3.36	3.22
Tara t (g)	44.36	44.24	44.55
Massa secca netta (g)	11.73	10.95	10.86
Contenuto d'acqua W (%)	31.80	30.68	29.65
Numero colpi	15	22	36
Limite plastico	LP (%) = 17.4		
Contenitore		f	p
Massa umida + t (g)		19.21	18.36
Massa secca + t (g)		17.71	17.05
Massa acqua contenuta (g)		1.50	1.31
Tara t (g)		9.30	9.32
Massa secca (g)		8.41	7.73
Contenuto d'acqua W (%)		17.84	16.95
Indice di Plasticità	(LL-LP) =	IP	13.1



Lo Specializzatore

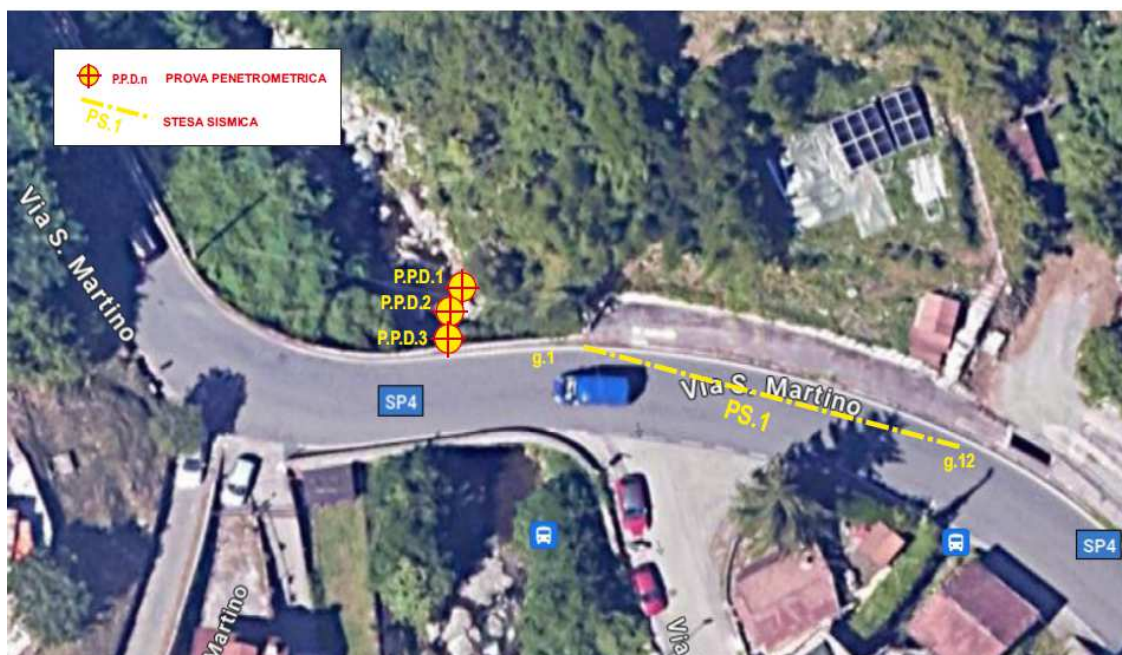
Il Direttore del Laboratorio
Dr. Dario Filippi

Allegato n. 3- Prove penetrometriche dinamiche

Committente: Città Metropolitana di Genova
Località: San Martino di Paravanico – Sp4 -
Ceranoesi

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DMP 3020 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0.20 m
Peso sistema di battuta	15.25 Kg
Diametro punta conica	35.68 mm
Area di base punta	10 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2.4 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0.783
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °



PROVA ... PPD.1



Strumento utilizzato...DMP 3020 PAGANI
Prova eseguita in data 28-06-2024
Profondità prova 0.60 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.10	4	0.857	12.94	15.11	1.29	1.51
0.20	5	0.855	16.14	18.89	1.61	1.89
0.30	4	0.853	12.88	15.11	1.29	1.51
0.40	4	0.851	12.86	15.11	1.29	1.51
0.50	39	0.649	95.60	147.32	9.56	14.73
0.60	90	0.647	219.97	339.98	22.00	34.00

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.4	4.25	16.05	Incoerente	0	1.46	1.88	0.03	0.78	3.33	Strato
0.5	39	147.32	Incoerente	0	2.14	2.05	0.07	0.78	30.54	Strato

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato	3.33	0.40	18.94	44.88	76.77	16.24
[2] - Strato	30.54	0.50	67.82	100	100	64.05

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977)	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato	3.33	0.40	3.33	27.95	20.95	28.93	34.62	30.96	0	<30	22.07	28	29.39	23.16
[2] - Strato	30.54	0.50	30.54	35.73	28.73	36.55	36.34	39.79	42	32-35	36.4	36.16	48.59	39.71

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Strato	3.33	0.40	3.33	---	26.64	---	---	---
[2] - Strato	30.54	0.50	30.54	394.46	244.32	361.07	409.05	227.70

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman- Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbac h e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato	3.33	0.40	3.33	---	34.30	23.64	52.85
[2] - Strato	30.54	0.50	30.54	183.24	90.19	216.83	174.21

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	3.33	0.40	3.33	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] - Strato	30.54	0.50	30.54	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

PROVA ... PPD.2



Strumento utilizzato...DMP 3020 PAGANI
Prova eseguita in data 28-06-2024
Profondità prova 0.80 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.10	7	0.857	22.65	26.44	2.27	2.64
0.20	6	0.855	19.37	22.67	1.94	2.27
0.30	4	0.853	12.88	15.11	1.29	1.51
0.40	6	0.851	19.28	22.67	1.93	2.27
0.50	12	0.849	38.48	45.33	3.85	4.53
0.60	45	0.647	109.98	169.99	11.00	17.00
0.70	59	0.645	143.79	222.88	14.38	22.29
0.80	90	0.643	218.72	339.98	21.87	34.00

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturato (t/m³)	Tension e efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz . con Nspt	NSPT	Descrizi one
0.5	7	26.44	Incoere nte	0	1.56	1.89	0.04	0.78	5.48	Strato
0.7	52	196.43	Incoere nte	0	2.2	2.11	0.1	0.78	40.72	Strato

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato	5.48	0.50	27.95	57.19	90.3	22.1
[2] - Strato	40.72	0.70	75.23	100	100	72.94

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hans on-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioini 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato	5.48	0.50	5.48	28.57	21.57	29.53	34.8	31.87	0	<30	24.07	28.64	33.7	25.47
[2] - Strato	40.72	0.70	40.72	38.63	31.63	39.4	36	41.57	42	35-38	39.71	39.22	50.98	43.54

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Strato	5.48	0.50	5.48	---	43.84	---	---	---
[2] - Strato	40.72	0.70	40.72	455.49	325.76	481.20	485.40	278.60

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato	5.48	0.50	5.48	---	38.72	38.91	62.44
[2] - Strato	40.72	0.70	40.72	244.32	111.10	289.11	219.61

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	5.48	0.50	5.48	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - Strato	40.72	0.70	40.72	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

PROVA ... PPD.3



Strumento utilizzato...DMP 3020 PAGANI
 Prova eseguita in data 28-06-2024
 Profondità prova 0.60 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.10	9	0.857	29.12	34.00	2.91	3.40
0.20	7	0.855	22.60	26.44	2.26	2.64
0.30	17	0.803	51.55	64.22	5.15	6.42
0.40	21	0.751	59.56	79.33	5.96	7.93
0.50	49	0.649	120.11	185.10	12.01	18.51
0.60	90	0.647	219.97	339.98	22.00	34.00

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.2	8	30.22	Incoerente	0	1.59	1.89	0.02	0.78	6.26	Strato
0.5	29	109.55	Incoerente	0	2.04	2.0	0.06	0.78	22.71	Strato

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato	6.26	0.20	31.13	62.1	100	24.12
[2] - Strato	22.71	0.50	59.88	100	100	55.04

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corret to per prese nza falda	Peck- Hans on- Thorn burn- Meye rhof 1956	Meye rhof (1956)	Sowe rs (1961)	Malc ev (1964)	Meye rhof (1965)	Schm ertma nn (1977) Sabbie	Mitch ell & Katti (1981)	Shioi- Fuku ni 1982 (ROA D BRID GE SPEC IFIC ATIO N)	Japan ese Natio nal Railw ay	De Mello	Owas aki & Iwasa ki
[1] - Strato	6.26	0.20	6.26	28.79	21.79	29.75	36.96	32.19	0	<30	24.69	28.88	34.95	26.19
[2] - Strato	22.71	0.50	22.71	33.49	26.49	34.36	36.08	37.85	42	30-32	33.46	33.81	46.02	36.31

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertm ann (1978) (Sabbie)	Schultze- Menzenba ch (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollo nia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Strato	6.26	0.20	6.26	---	50.08	---	---	---
[2] - Strato	22.71	0.50	22.71	340.16	181.68	268.68	350.32	188.55

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman- Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbac h e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato	6.26	0.20	6.26	---	40.32	44.45	65.92
[2] - Strato	22.71	0.50	22.71	136.26	74.11	161.24	139.29

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	6.26	0.20	6.26	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - Strato	22.71	0.50	22.71	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO

ALLEGATO N. 4 - INDAGINE DI SISMICA DI SUPERFICIE

Nel sito in esame è stata eseguita, lungo l'allineamento mostrato in foto, un'indagine sismica a rifrazione.



Foto scattata vicino al geofono G12.

Sismica a rifrazione di superficie (onde P)

La prospezione è consistita in un allineamento sismico di superficie aventi le seguenti caratteristiche:

- lunghezza: 26 m;
- spazio intergeofonico: 2 m;
- punti di battuta: 5;
- 12 geofoni con frequenza propria di 4.5 Hz.

La prova è stata effettuata utilizzando un sismografo Dolang DBS280 della “Dolang Geophysical” con energizzazione a massa battente dal peso di 10 kg in alufer.

Tecnica tomografica

Le misure effettuate con la tecnica a rifrazione sono state elaborate con la procedura tomografica al fine di evidenziare in dettaglio le variazioni locali di velocità utilizzando il programma SmartTomo 2019.3 Versione 4 della Vs30.it.

La tecnica tomografica, rispetto alla tradizionale sismica a rifrazione, risolve il problema delle eterogeneità laterali del sottosuolo.

I dati sperimentali misurati sul terreno (tempi di arrivo) sono confrontati con quelli teorici (tempi ottenuti dalla modellizzazione diretta) simulati mediante un modello iniziale, seguendo quanto proposto da Moser, T. J. (1991) Shortest path calculation of seismic rays. Geophysics 56: 59-67.

Il modello di velocità iniziale è suddiviso in una griglia le cui celle hanno assegnato un valore di velocità iniziale. Sui lati della singola cella sono presenti più nodi che costituiscono i nodi della rete di ipotetici raggi sismici che connettono tutte le sorgenti e tutti i ricevitori che sono anch'essi dei nodi. Ogni nodo è connesso con quelli delle celle adiacenti.

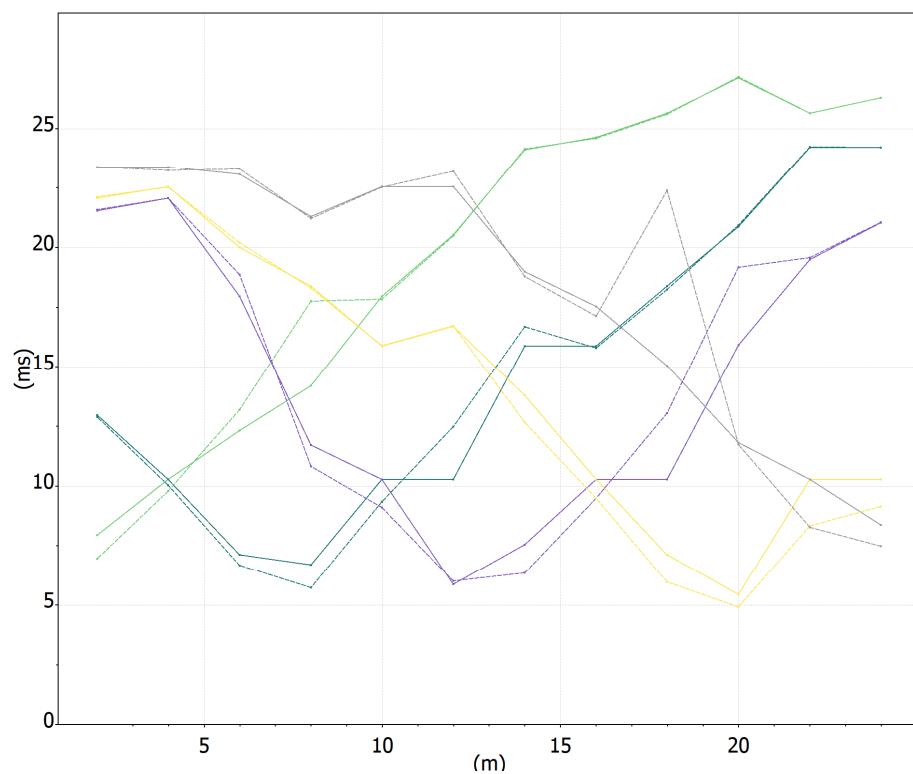
Nella fase “inversa” i tempi sintetici calcolati nella fase “diretta” vengono confrontati con i tempi misurati. Le differenze tra i due tempi sono usate per aggiornare il modello sintetico (smartTomo impiega un algoritmo riconducibile alla famiglia delle Simultaneous Iterative Reconstruction Technique). La risoluzione del modello finale dipende dalla densità dei raggi, che a sua volta dipende dal numero di energizzazioni e di geofoni. La soluzione numerica del modello di velocità è affrontata in modo iterativo cercando la soluzione che riduce la differenza tra i tempi misurati e quelli calcolati.

Mediamente si può considerare che l'indagine raggiunga una profondità di circa un terzo della lunghezza dell'allineamento.

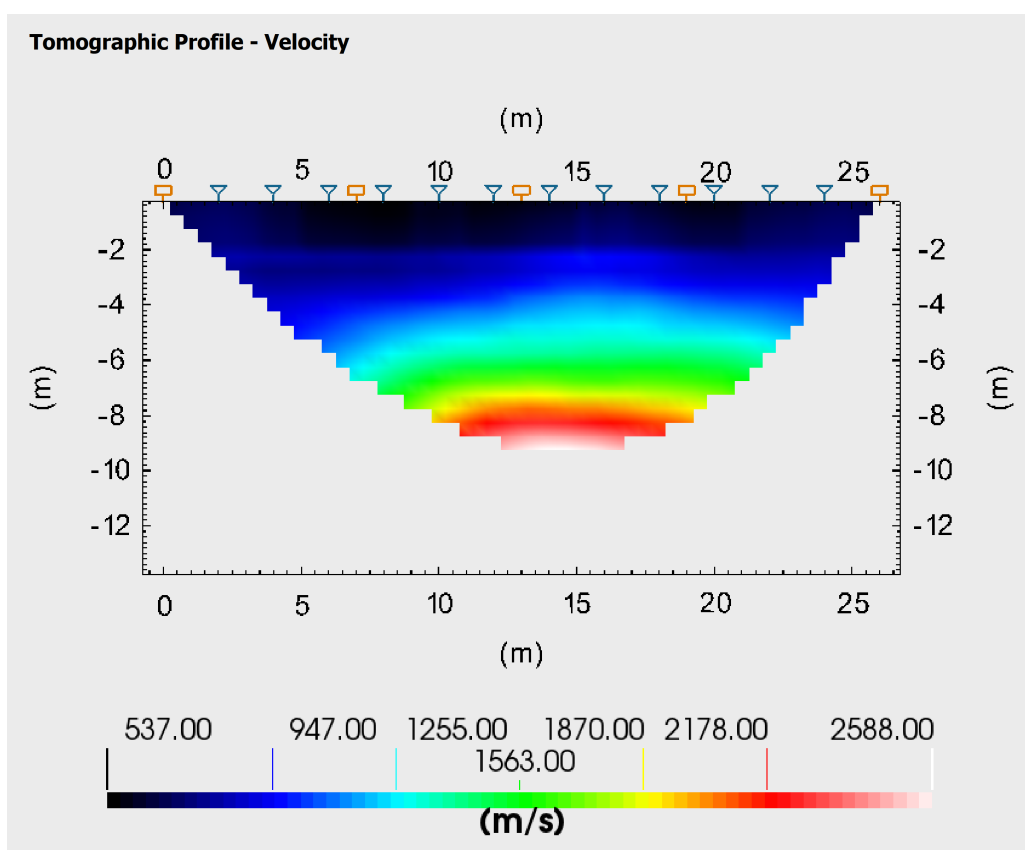
In sintesi, la procedura seguita nella tecnica tomografica consiste in:

- lettura dei tempi di arrivo sui sismogrammi acquisiti in campagna;
- definizione del modello iniziale del sottosuolo, passo diretto (si parte con un modello piano-stratificato del sottosuolo);
- tracciatura del raggio (tracciamento dei raggi dalla sorgente ai ricevitori – raytracing);
- determinazione dei residui (differenza tra tempi osservati e quelli calcolati);
- applicazione del metodo di inversione;
- ripetizione della procedura fino alla stabilizzazione delle soluzioni.

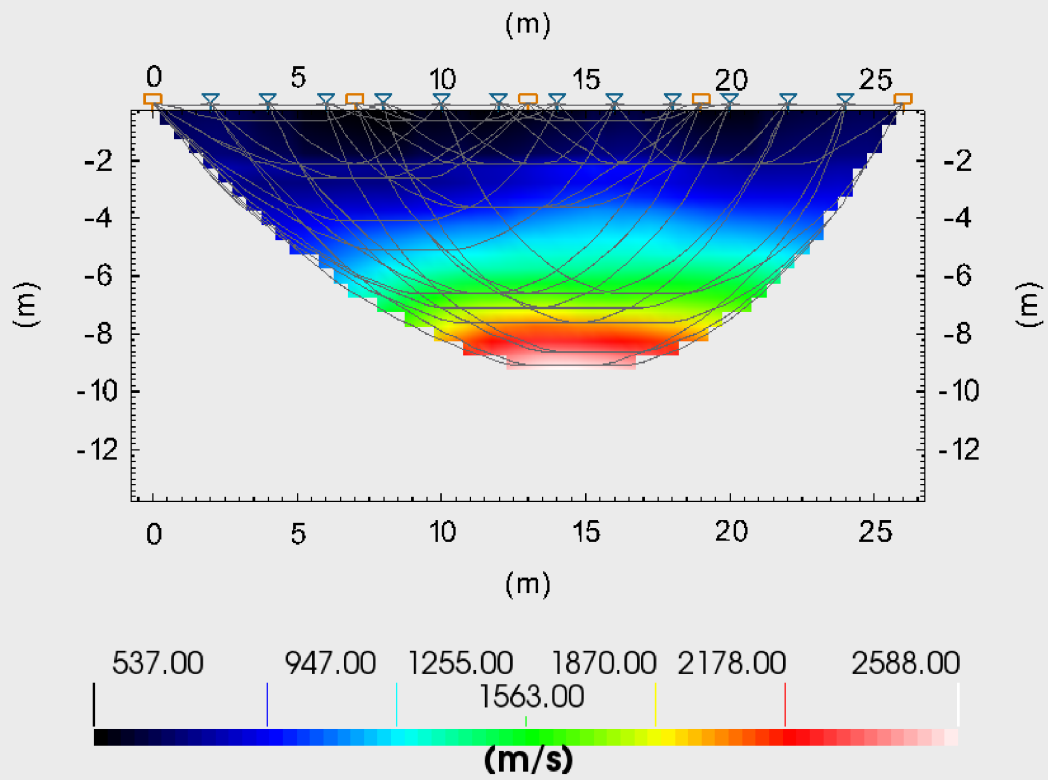
Risultati



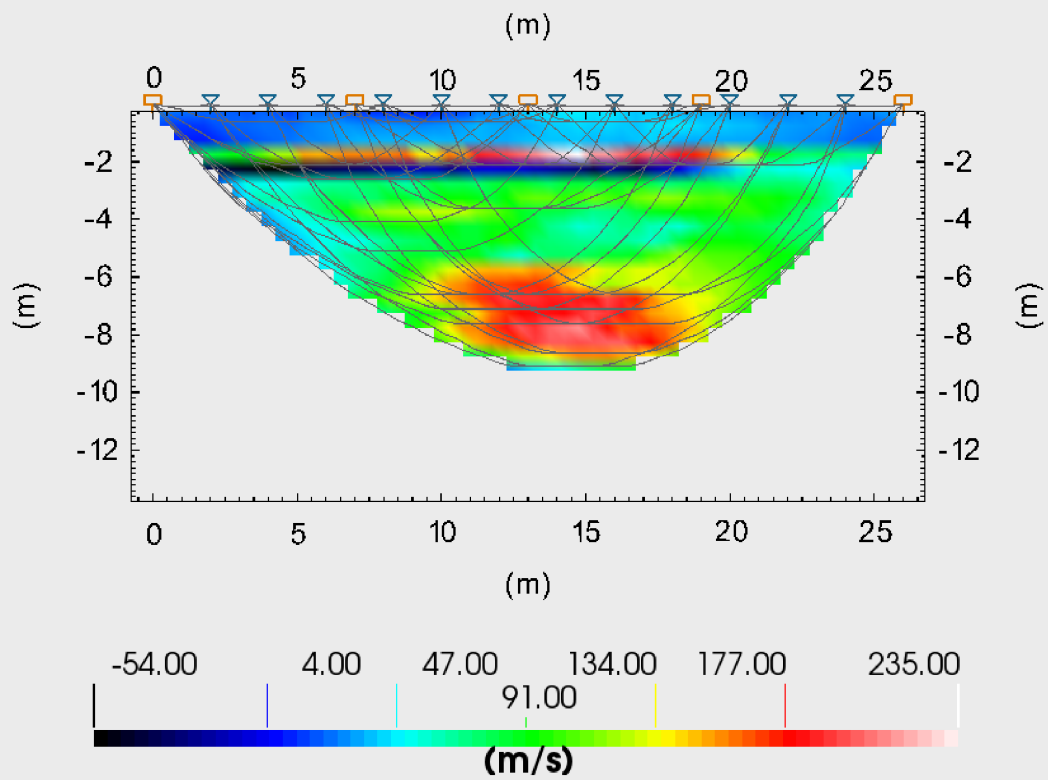
Confronto tra dromocroni osservate (linea continua) e calcolate (linea in tratteggio) per il sito analizzato.

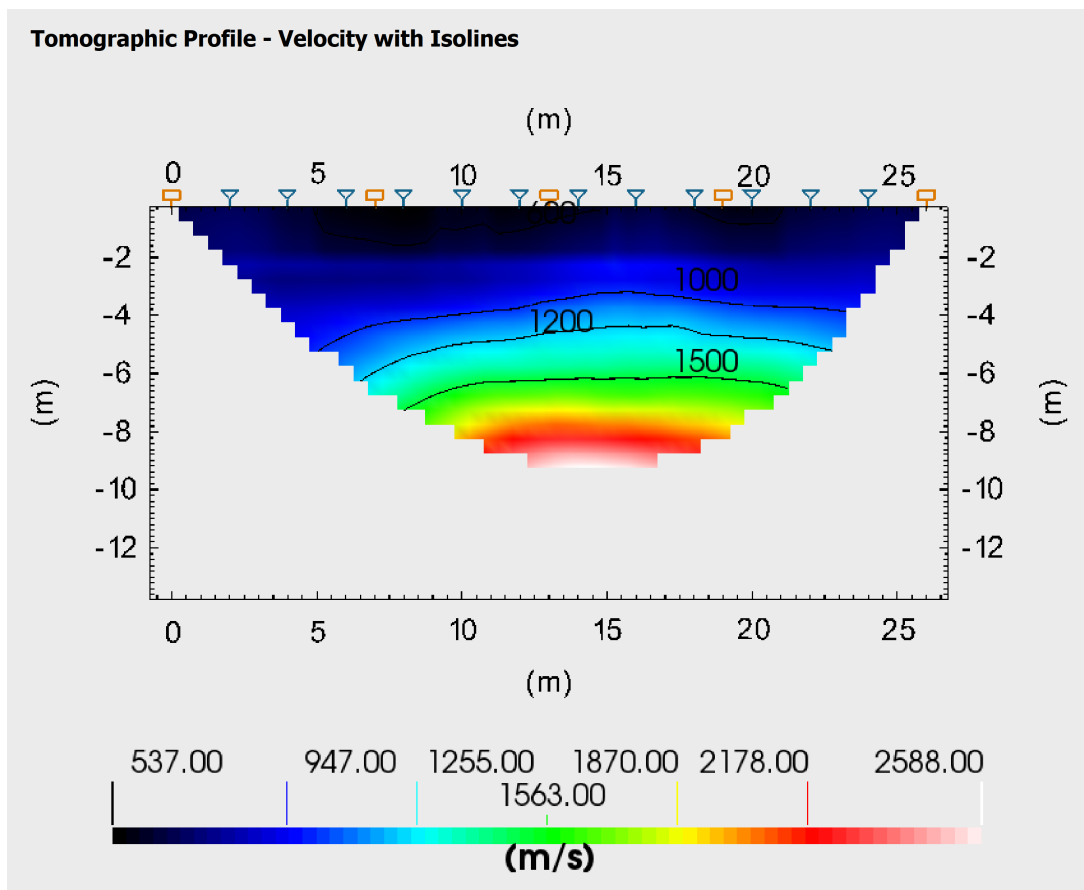


Tomographic Profile - Velocity with Rays



Tomographic Profile - Vertical Gradient with Rays

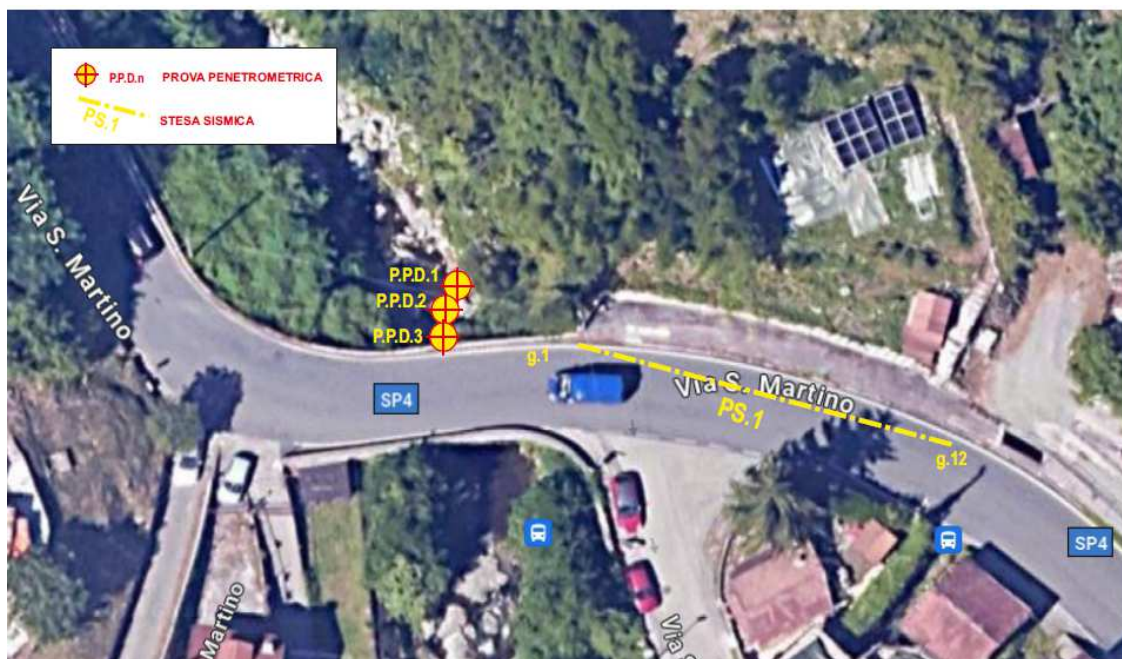




Profili tomografici.

La sezione tomografica mostra la presenza superficialmente di terreni da mediamente a molto addensati per uno spessore di circa 2 m, passanti a terreni molto addensati e/o substrato roccioso alterato e fratturato (cappellaccio d'alterazione). Il substrato in condizioni conservative migliori si trova mediamente a profondità superiori ai 6 m dal p.c.

Allegato n. 5 - Risultati delle analisi MASW



Sito: San Martino di Paravanico – Ceranesi – S.P.4
Data: Giugno 2024

Redatto da MASW
(c) Vitantonio Roma. All rights reserved.

1 - Dati sperimentali

Numero di ricevitori.....12
Distanza tra i sensori:.....2m
Numero di campioni temporali2048
Passo temporale di acquisizione 1.024ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi 12
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a..... 0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a 2096.13ms
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

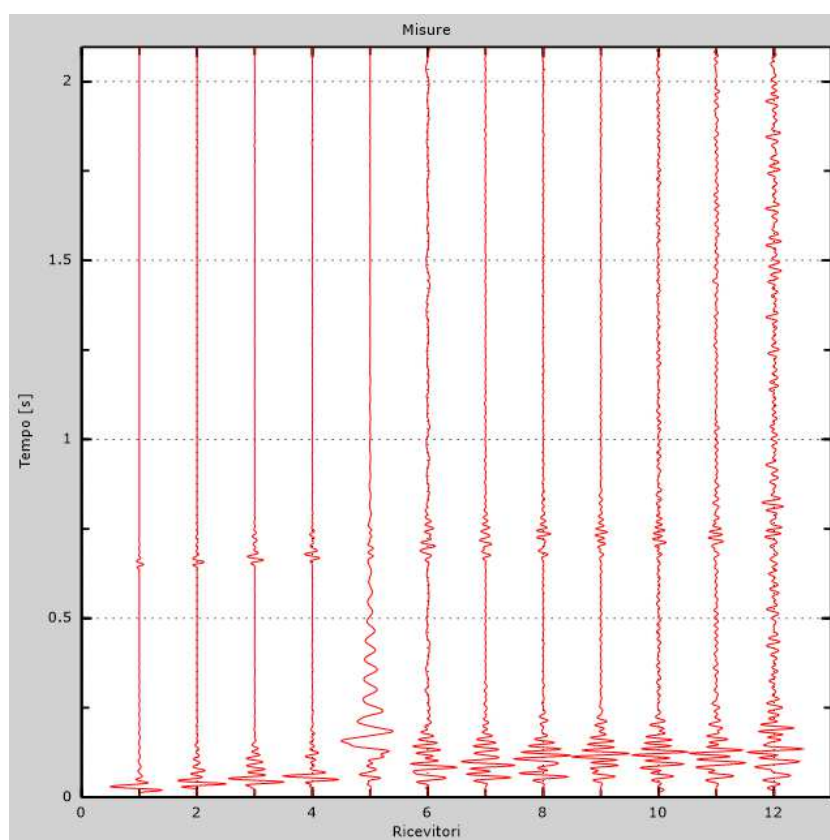


Figura 1: Tracce sperimentali

2 - Risultati delle analisi

Frequenza finale..... 60Hz

Frequenza iniziale 20Hz

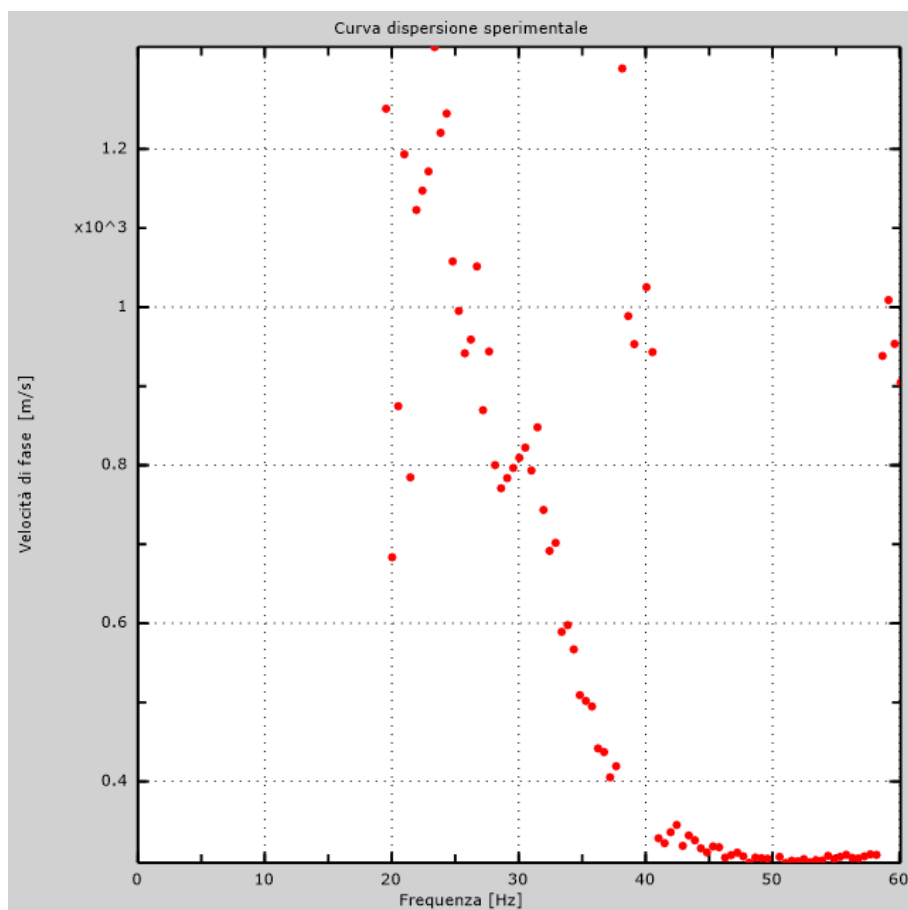


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

3 - Curva di dispersione

Tabella 1: Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
23.6511	1264.11	1137.7	1390.52
25.7015	947.051	852.346	1041.76
27.7519	915.256	823.73	1006.78
29.8023	803.094	722.785	883.404
31.8527	764.429	687.986	840.872
33.9031	594.655	535.189	654.12
35.9535	473.639	426.275	521.003
42.1047	338.454	304.609	372.3
44.1551	319.417	287.476	351.359
46.2055	304.922	274.43	335.414
48.2559	298.407	268.566	328.248
52.3567	301.198	271.078	331.318
54.4071	305.451	274.906	335.996
56.4575	303.002	272.702	333.302

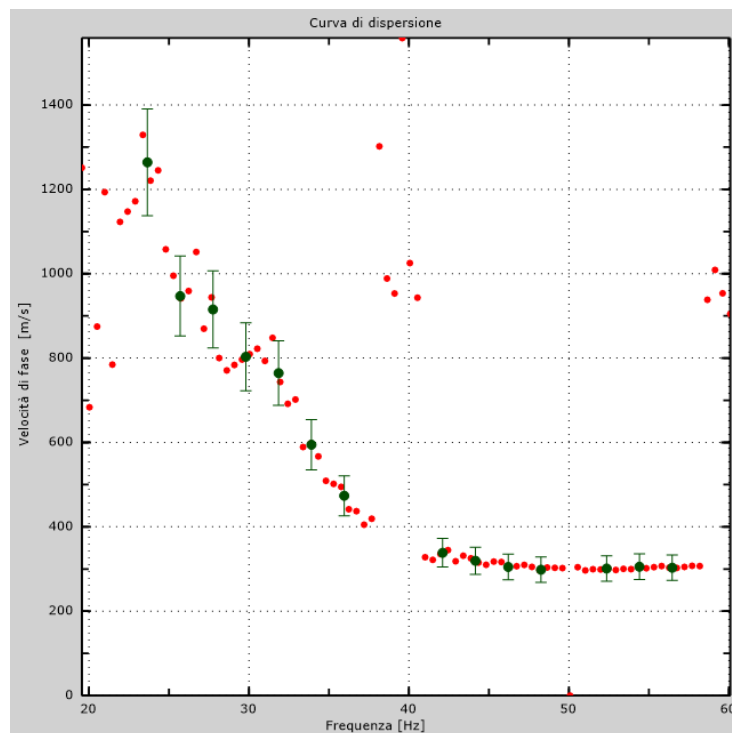


Figura 3: Curva di dispersione

4 - Profilo in sito

Numero di strati (escluso semispazio)5
 Spaziatura ricevitori2m
 Numero ricevitori 12
 Numero modi1
 Numero iterazioni3
 Massimo errore [%]5.000000e-002

Strato 1

h [m]2
 z [m]-2
 Densità [kg/m³]1800
 Poisson0.35
 Vs fin.[m/s]250

Strato 2

h [m]2
 z [m]-4
 Densità [kg/m³]2200
 Poisson0.35
 Vs fin.[m/s]400

Strato 3

h [m].....2
z [m].....-6
Densità [kg/m³].....2400
Poisson0.3
Vs fin.[m/s]750

Strato 4

h [m].....4
z [m].....-10
Densità [kg/m³].....2500
Poisson0.25
Vs fin.[m/s]1400

Strato 5

h [m].....0
z [m].....-00
Densità [kg/m³].....2500
Poisson0.25
Vs fin.[m/s]2000

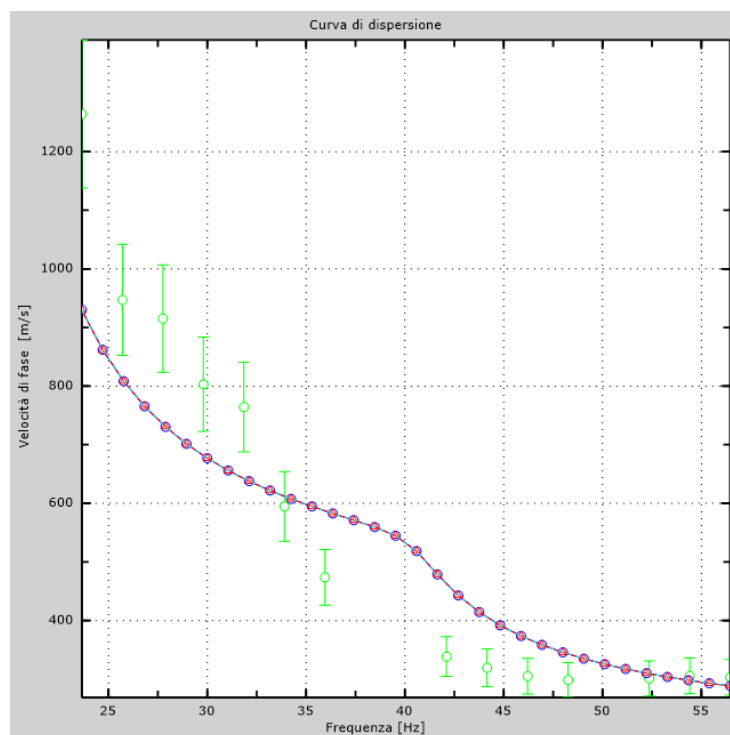


Figura 4: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente(blu), curva numerica (rosso)

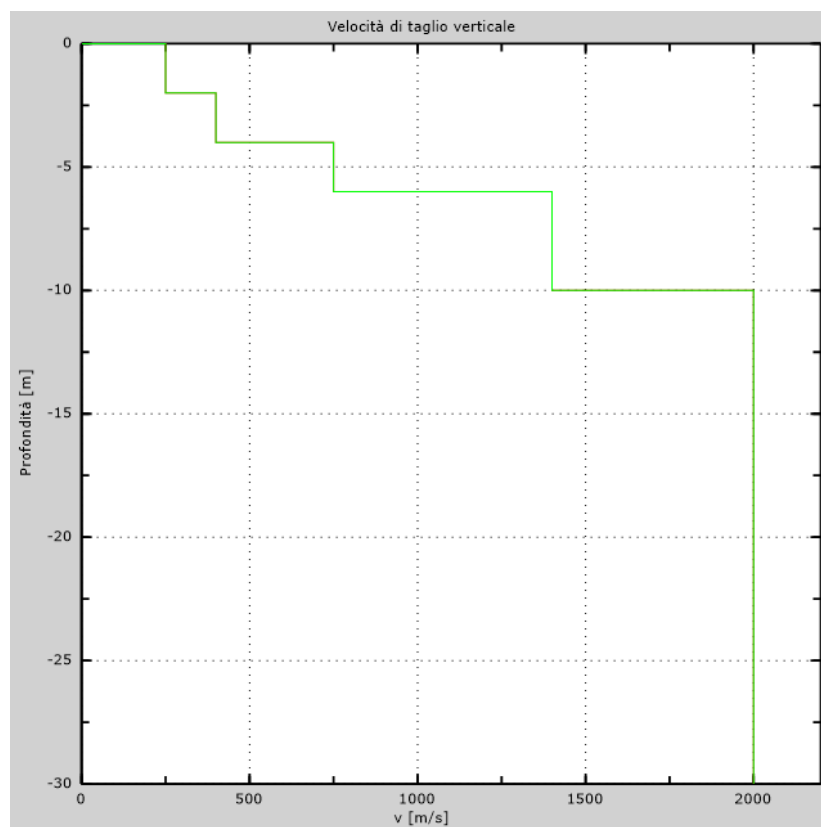


Figura 5: Velocità

5 - Risultati finali

Piano di riferimento $z=0$ [m].....	0
$V_{sEquivalente}$ [m/s].....	382
La normativa applicata è il DM 17 gennaio 2018	
Tipo di suolo	B

Studio dott.ing. Domenico ROCCA

S.P. n° 4 "di Ceranesi"
ESECUZIONE SONDAGGI GEOGNOSTICI A MONTE ED AL PIEDE
DEL MURO DI CONTENIMENTO AL KM 4+500

-

LETTURE INCLINOMETRICHE

Lettura di zero del 29.11.2024

Numero 5 letture di esercizio

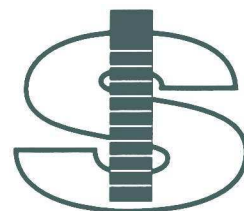
Dal 14.01.2025 al 14.07.2025

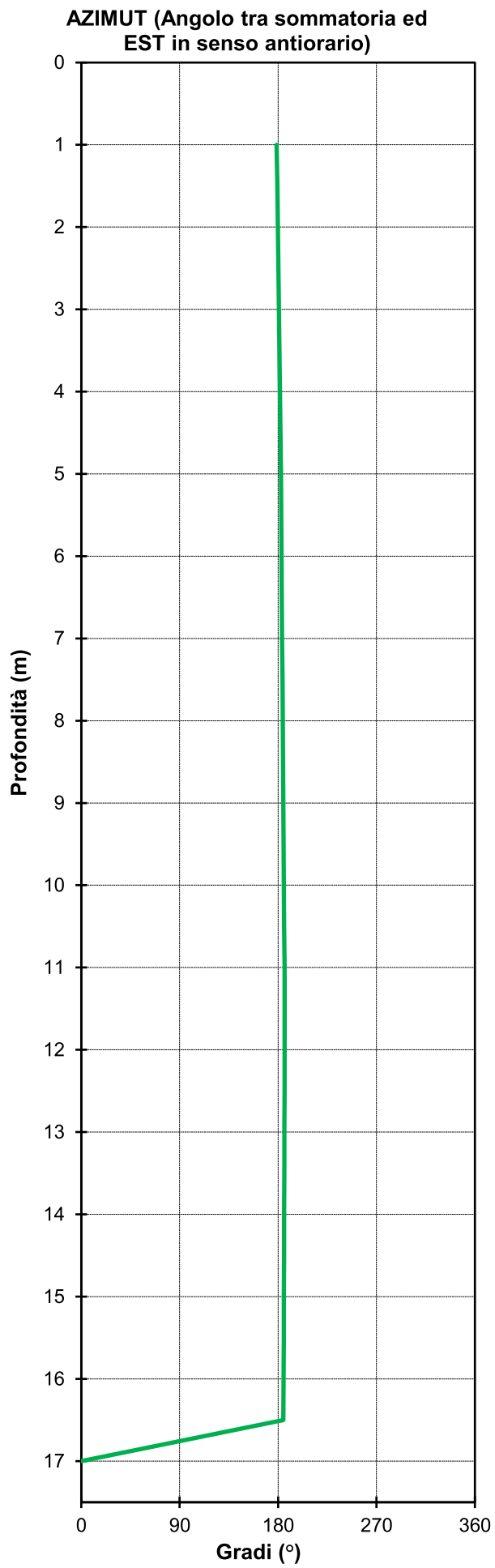
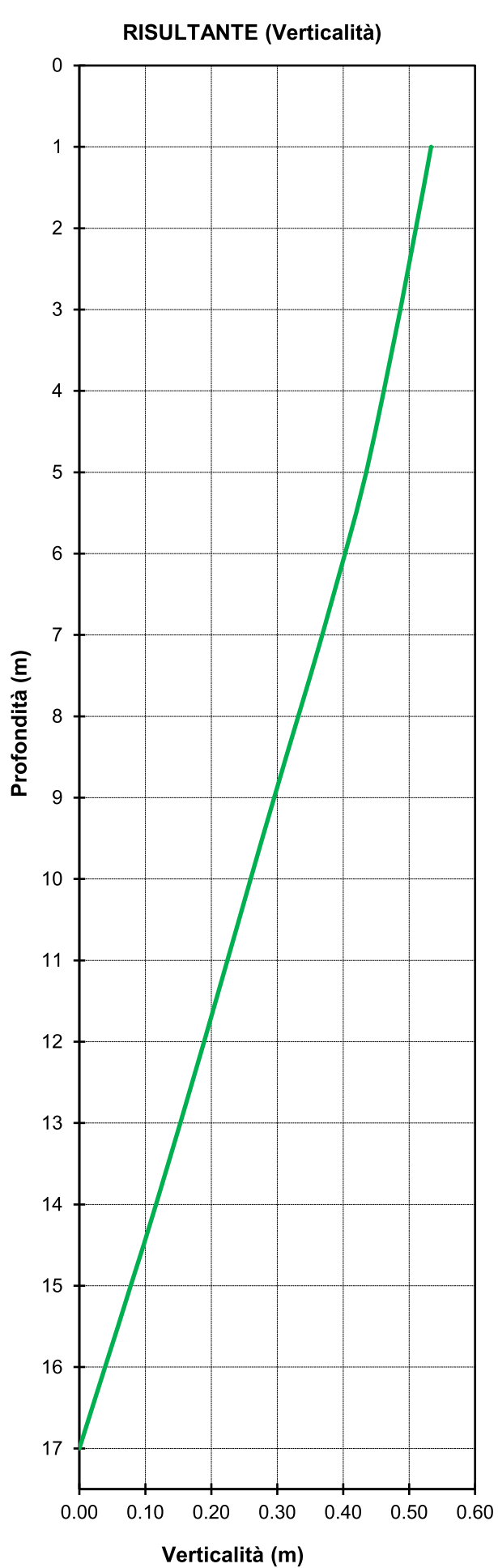
Luglio 2025

INJECTOSOND ITALIA s.r.l.

Piazza C. Golgi, 25/C - 16011 ARENZANO (GE)

Tel: +390109131047 - Fax: +390109110650





RAPPORTO LETTURA INCLINOMETRICA

Committente: **Città Metropolitana di Genova**
Località: **SP 4 "di Ceranesi" Km 4+500**
Comune: **Genova Ceranesi**

Sigla Inclinometro:	S1
N° lettura:	1
Data lettura:	14/1/25
Data lettura origine:	29/11/24
Sonda utilizzata:	OG310S

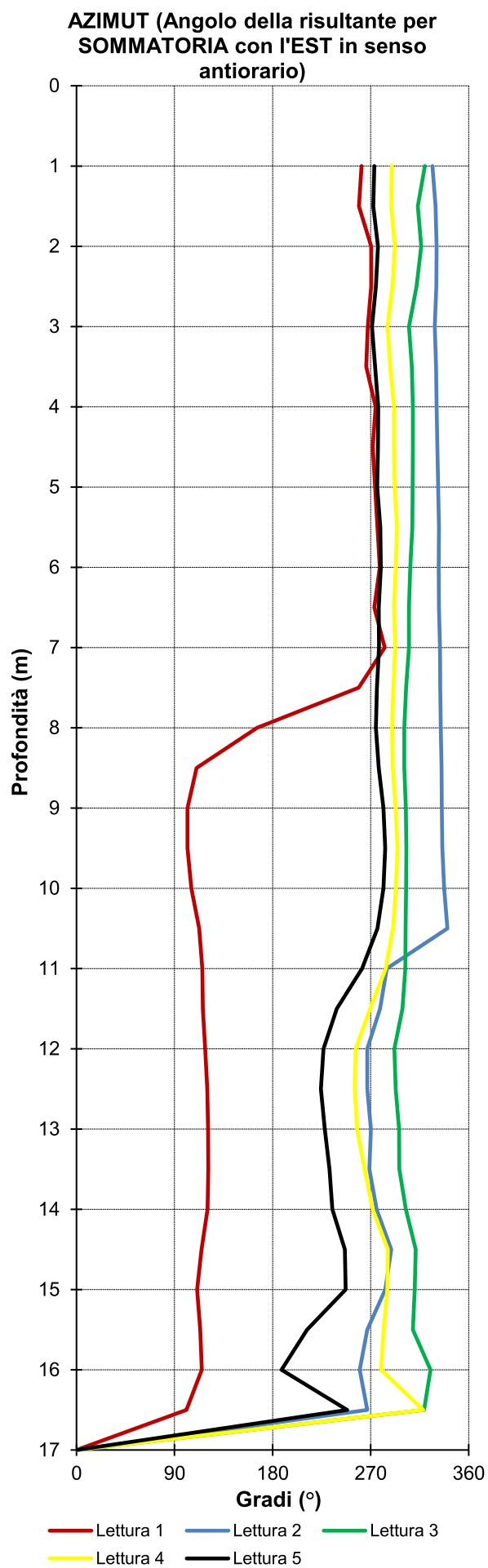
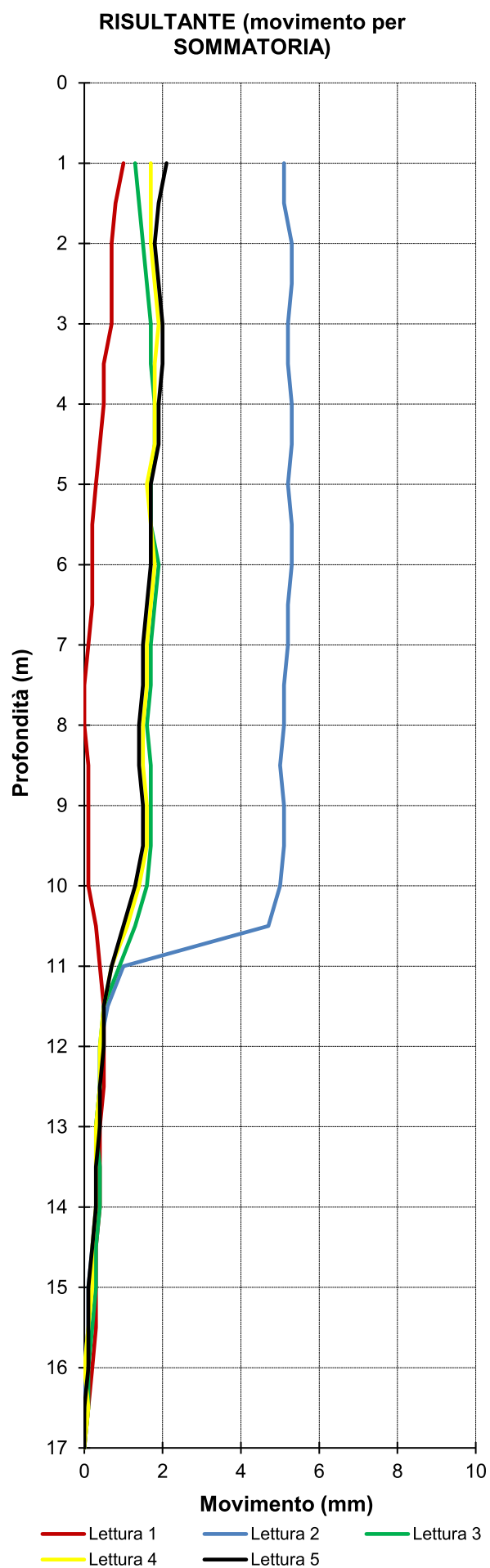
[illegible]

RAPPORTO LETTURA INCLINOMETRICA

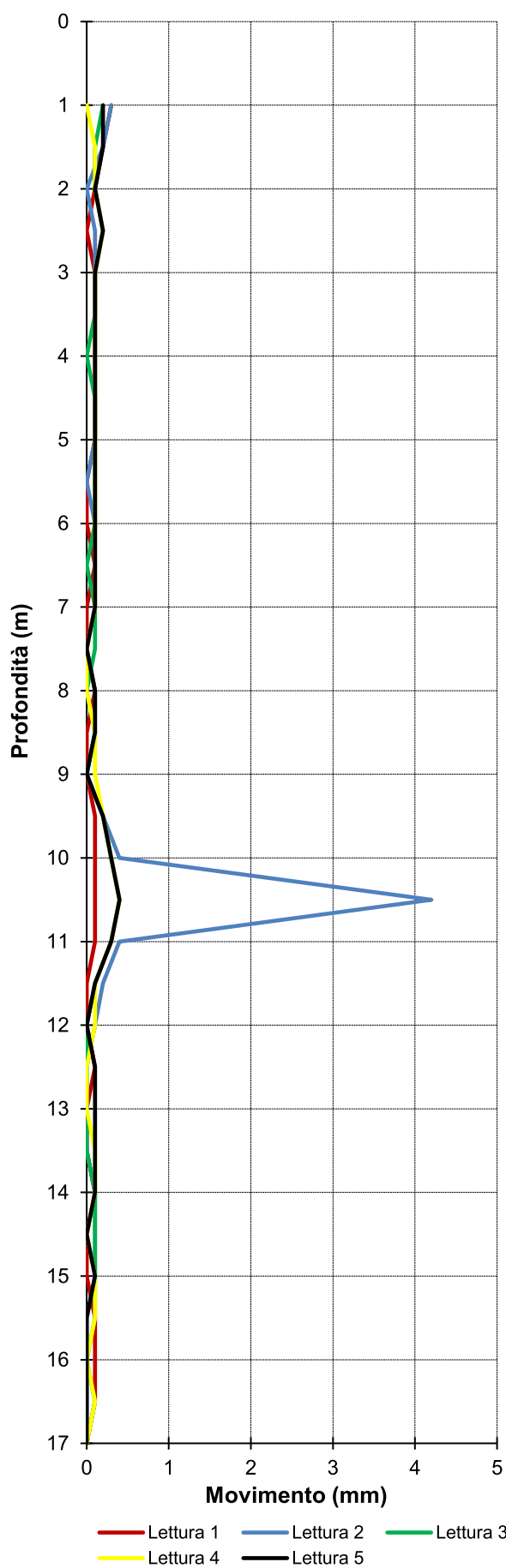
Committente: **Città Metropolitana di Genova**
Località: **SP 4 “di Ceranesi” Km 4+500**
Comune: **Genova Ceranesi**

Sigla Inclino metro:	S1
N° lettura:	3
Data lettura:	4/6/25
Data lettura origine:	29/11/24
Sonda utilizzata:	OG310S

[illegible]



RISULTANTE (movimento per PUNTI)



AZIMUT (Angolo della risultante per PUNTI con l'EST in senso antiorario)

