

Accordo con Regione Liguria, Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure
Occidentale e Comune di Genova del 14/10/2021

COLLEGAMENTO TRA LA VALFONTANABUONA E L'AUTOSTRADA A12 GENOVA-ROMA

PROGETTO DEFINITIVO

DOCUMENTAZIONE GENERALE

GEOTECNICA

Scheda frana 273 (PG4)
Località Aveno - Comune di Tribogna

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO

Ing. Elisabetta Ferraris
Ord. Ingg. Prov. Milano n. A24976

T.L. Geotecnica all'aperto

IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Andrea Federico Ceppi
Ord. Ingg. Milano N. A26059

IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Piero Bongio
Ord. Ingg. Sondrio N. A538

T.A. - Geologia e Geotecnica

CODICE IDENTIFICATIVO

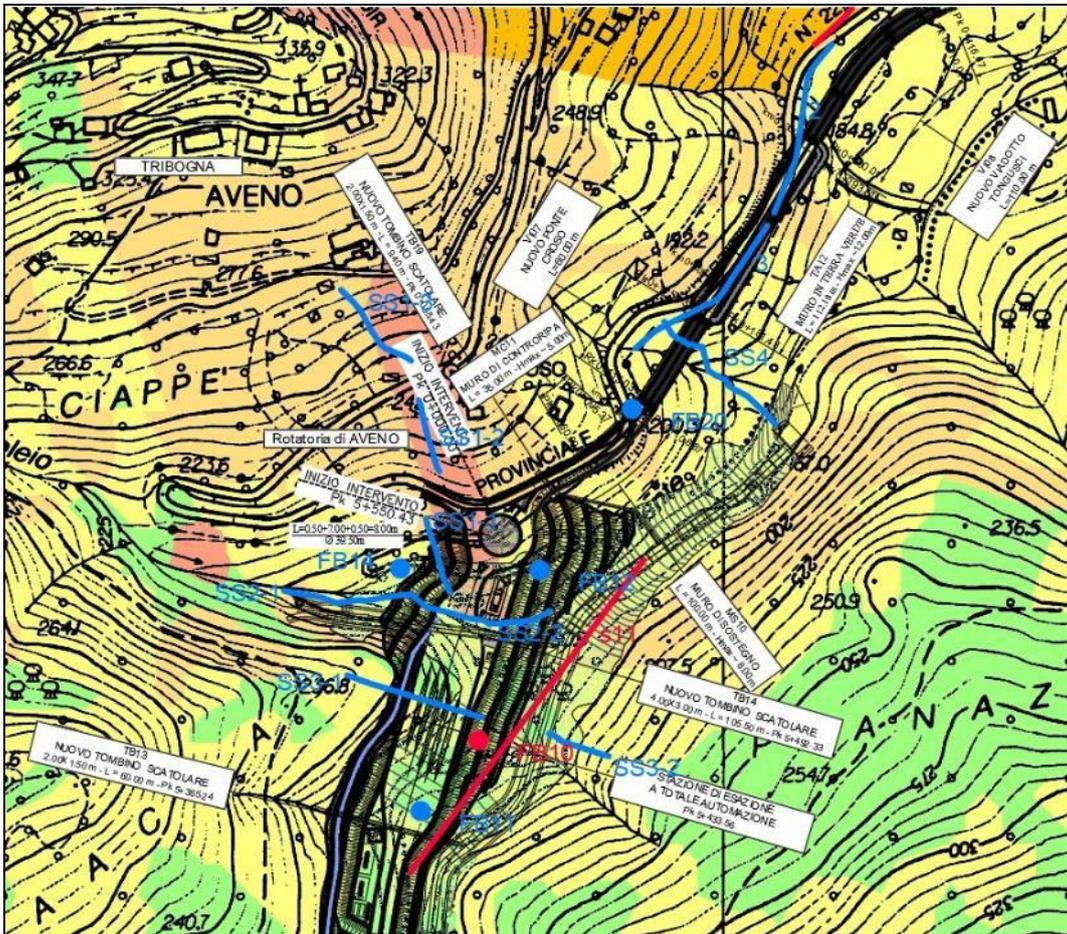
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				ORDINATORE
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	--
1100A3	LL00	PD	DG	GTA	00000	00000	R	GTA	7002	00	SCALA --

	ENGINEER COORDINATOR:	SUPPORTO SPECIALISTICO:	REVISIONE	
	Ing. Andrea Federico Ceppi Ord. Ingg. Milano N. A26059		n.	data
			0	GIUGNO 2023
REDATTO:		VERIFICATO:		

	VISTO DEL COMMITTENTE  IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Laura Tripoli	VISTO DEL CONCEDENTE  Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
--	--	---

SCHEDA FRANA 273 (PG4)

OPERA INTERFERENTE: ROTATORIA DI AVENO E RIMODELLAMENTO MORFOLOGICO



Sommario

1	PREMESSA.....	2
2	METODOLOGIA DI LAVORO.....	3
3	GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA.....	5
3.1	ELEMENTI IDENTIFICATIVI.....	5
3.2	CARTOGRAFIA.....	5
3.3	SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO DA PIANO DI BACINO.....	5
3.4	AREE INTERFERENTI.....	5
3.5	CLASSIFICAZIONE E CARATTERISTICHE DISSESTO PG4.....	5
3.6	INTERVENTI PREVISTI DAL PIANO DI BACINO.....	6
3.7	DISSESTI SEGNALATI DALL'INVENTARIO FENOMENI FRANOSI D'ITALIA.....	6
3.8	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....	8
3.9	INDAGINI ESEGUITE.....	9
3.10	RILEVAMENTO GEOMORFOLOGICO DI DETTAGLIO.....	12
3.11	CAUSE DEL DISSESTO.....	18
3.12	DESCRIZIONE SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA.....	18
4	ASPETTI GEOTECNICO - INGEGNERISTICI.....	19
4.1	PREMESSA.....	19
4.2	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	19
4.3	DESCRIZIONE CONFIGURAZIONE ANTE OPERA/PROVVISIONALE/DI PROGETTO.....	20
4.4	ANALISI DI STABILITÀ.....	22
4.5	QUADRO DI SISTESI.....	24
4.6	IDRAULICA - DESCRIZIONE DELLE SISTEMA DI REGIMAZIONE DELLE ACQUE.....	25
5	RACCOMANDAZIONI ESECUTIVE DURANTE I LAVORI.....	26
6	INDAGINI INTEGRATIVE PROPEDEUTICHE AL MONITORAGGIO GEOTECNICO.....	27
7	CONCLUSIONI.....	28

Allegati alla Scheda:

Allegato n.1 - Stralcio Carta suscettività al dissesto da Piano di Bacino con progetto ed indagini eseguite (aggiornata ottobre 2022)

Allegato n.2 - Stralcio carta geologica (aggiornata dicembre 2014)

Allegato n.3 - Stralcio carta geomorfologica (aggiornata dicembre 2014)

Allegato n.4 - Sezione geologica

Allegato n.5 - Stralcio planimetria ubicazione delle indagini (aggiornata dicembre 2014)

Allegato n.6 - Scheda di sintesi

Allegato n.7 - Stratigrafia sondaggi e geofisica

Allegato n.8 - Prove di laboratorio

1 PREMESSA

Il presente documento è finalizzato a riscontrare la richiesta di integrazione avanzata dalla Commissione Tecnica di Verifica dell'impatto Ambientale – Via E Vas nel proprio parere MiTE-2023-0025617 del 23/02/2023, (paragrafo 6-Difesa del suolo, osservazione 6.5), che recita:

“Valutare la compatibilità rispetto alle Norme di Attuazione del PdB Lavagna relativamente all'interferenza tra il rimodellamento geomorfologico in loc. Aveno di Tribogna e la zona a suscettività al dissesto molto elevata Pg4 ivi presente. A questo proposito, si evidenzia che l'art. 16 c. 2 lett. h) delle stesse norme prevede la possibilità di realizzazione di opere infrastrutturali di carattere strategico e di interesse regionale, purché indifferibili ed urgenti, non diversamente localizzabili per motivi di continuità del tracciato.”.

Al fine di ottemperare alla richiesta citata per l'area in questione, classificata dalle cartografie dei piani di bacino “a suscettività di dissesto molto alta (Pg4)”, viene predisposta un'apposita scheda, in cui viene mostrato come gli interventi previsti in progetto contribuiscano alla stabilizzazione del dissesto oggetto di interferenza con il rimodellamento morfologico, determinando di fatto un effetto positivo.

Nel **capitolo 2** si descrive la metodologia di lavoro utilizzata nell'ambito della progettazione definitiva delle opere interferenti con le aree oggetto del presente documento.

Nel **capitolo 3** si riassumono gli aspetti geologici e geomorfologici dell'area del dissesto, fornendo una sintesi degli elementi cartografici pubblicati dagli Enti con i relativi interventi previsti e degli elementi rilevabili in sito utilizzabili per verificare il grado di interferenza tra elementi di progetto ed elementi di dissesto.

Nel **capitolo 4** si riassumono gli aspetti geotecnico-ingegneristici dell'area in esame, fornendo una sintesi delle azioni intraprese dal progettista al fine di valutare il grado di interferenza tra elementi di progetto ed elementi di dissesto, evidenziando gli effetti positivi sull'area in frana derivanti previste dal progetto.

Nei **capitoli 5 e 6** sono presentate le raccomandazioni in corso di realizzazione e le indagini integrative propedeutiche al monitoraggio geotecnico previsto.

Per l'inquadramento generale dell'intero progetto e per il dettaglio delle attività di progettazione, si rimanda agli specifici elaborati del Progetto Definitivo.

Si fa in particolare riferimento ai seguenti elaborati progettuali:

GEO0001: Relazione geologica, geomorfologica e di inquadramento idrogeologico

GEO0002-0003: Carta geologica

GEO0004-0005: Carta geomorfologica

GEO0010: Profilo geologico e sezioni

APE0001: Relazione geotecnica

APE0700: Planimetria rimodellamento morfologico

APE0701: Profilo e sezioni rimodellamento morfologico

APE0702: Sistema di drenaggio rimodellamento morfologico

APE0703: Relazione descrittiva rimodellamento morfologico

In particolare, il presente documento riporta le valutazioni geologiche- geomorfologiche e geotecniche-ingegneristiche relative alla frana codificata 273, che risulta interferente con il rimodellamento morfologico e la rotatoria di Aveno.

2 METODOLOGIA DI LAVORO

Ai fini dell'inquadramento geologico e geomorfologico delle aree di interesse, la prima fase del lavoro è consistita nel reperimento di tutti i dati disponibili presso vari Enti e Biblioteche universitarie, e di ogni altro dato disponibile ritenuto significativo per l'elaborazione di un modello concettuale dell'area. Sono, inoltre, stati utilizzati i dati di campagne geognostiche appositamente realizzate per il Progetto Preliminare e Definitivo.

La disponibilità, per l'area d'interesse, di documentazioni geologiche di dettaglio e di modelli geologico-strutturali di riferimento ha permesso di inquadrare fin dall'inizio le attività di studio e di analisi all'interno di un modello generale adatto alle finalità del progetto.

Lo studio (cfr. elaborato GEO001 "Relazione geologica, geomorfologica e di inquadramento idrogeologico") si è svolto mediante lo sviluppo delle seguenti attività:

- Analisi aerofotogrammetrica finalizzata sia al controllo delle risultanze geomorfologiche pregresse ed alla loro integrazione, sia al riconoscimento dei principali lineamenti tettonici dell'area;
- Rilevamento geologico strutturale in scala 1:5.000 volto al riconoscimento dei litotipi presenti, alla definizione del loro assetto tettonico con riconoscimento e misura di elementi fragili e duttili presenti in affioramento;
- Rilievo geomorfologico con verifica delle risultanze dell'analisi aerofotogrammetrica ed integrazione dati;
- Realizzazione di apposite campagne geognostiche in sito (sondaggi, geofisica e rilievi geomeccanici) ed in laboratorio;
- Rilievo geomorfologico di dettaglio sulle specifiche aree in frana.

Sulla base delle attività conoscitive e di tutti i dati raccolti, è stato ricostruito il quadro geologico dell'area di studio (che interessa una fascia di larghezza di circa 2 km) e sono stati redatti i seguenti elaborati cartografici (a scala 1:5.000):

- carta dei vincoli (cfr. stralcio riportato nell'Allegato 1);
- carta geologica (cfr. stralcio riportato nell'Allegato 2);
- carta geomorfologica (cfr. stralcio riportato nell'Allegato 3);
- sezione specifica per l'area in frana a scala 1:1.000 (cfr. l'Allegato 4);
- carta di ubicazione delle indagini (cfr. stralcio riportato nell'Allegato 5).

La caratterizzazione geotecnica delle principali formazioni geologiche presenti lungo il tracciato di progetto fa riferimento alle indagini geotecniche effettuate sia nell'ambito della fase di progettazione preliminare (2011) sia definitiva (2013-2014).

Le attività propedeutiche effettuate sono:

- sondaggi geotecnici con prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati;
- prove penetrometriche dinamiche SPT in foro;
- prove di permeabilità Lugeon in foro;
- prove dilatometriche in foro con dilatometro da roccia;
- prove geofisiche in foro (CH e DH) per la misura della velocità di propagazione delle onde di compressione V_p e di taglio V_s ;
- prove di laboratorio di classificazione di resistenza e di deformabilità su campioni indisturbati e rimaneggiati di terreno, prelevati nei fori di sondaggio;
- prove di laboratorio su provini di roccia prelevati nei fori di sondaggio;
- stendimenti di geofisica (sismica a rifrazione, a riflessione, geoelettrica);
- rilievi geostrutturali su alcuni affioramenti rocciosi rappresentativi.

I criteri di interpretazione delle indagini geotecniche (cfr. elaborato APE0001) tengono conto del fatto che lungo il tracciato in esame sono stati rinvenuti fondamentalmente depositi limoso – argillosi, sabbioso – ghiaiosi e unità tettoniche complesse, in cui si incontrano alternanze di rocce sedimentarie (calcarei marnosi, marne calcaree, marne) e rocce metamorfiche (ardesie, scisti manganeseiferi ed argilloscisti). I parametri progettuali adottati ed i criteri di dimensionamento delle opere sono conformi ai risultati ottenuti. Le opere sono state dimensionate in conformità alla normativa vigente (NTC2008).

Tenendo conto delle necessità e della funzionalità delle opere, nella progettazione, si è cercato, per quanto possibile, di **limitare le ampiezze dei fronti di scavo**, in modo da minimizzare l'impatto sul territorio.

In particolare, le opere di maggior impatto riguardano il progetto delle aree d'imbocco. Lo sviluppo di tali progetti contempla i seguenti aspetti:

- tracciato stradale;
- geologia;
- geomorfologia;
- geotecnica;
- tunnelling;
- scavi meccanizzati;
- impianti;
- idraulica;
- strutture;
- cantierizzazione;
- vincoli ambientali, paesaggistici, Enti vari, ecc.;
- inserimento finale delle opere nell'ambiente.

Lo schema generale della metodologia di lavoro adottata è riportato nella Figura seguente.

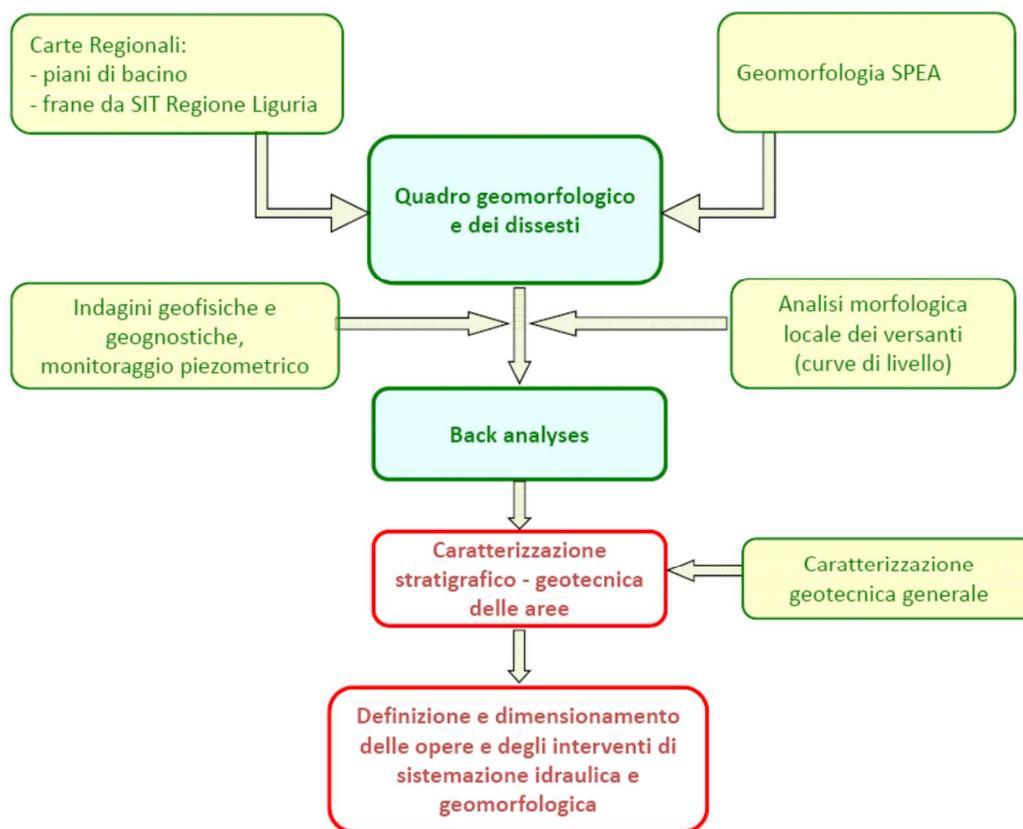


Figura 2-1 – Schema generale metodologia

3 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

3.1 ELEMENTI IDENTIFICATIVI

LOCALITÀ: [AVENO](#)

COMUNE: [TRIBOGNA](#)

PROVINCIA: [GENOVA](#)

BACINO: [TORRENTE LAVAGNA](#)

ID FRANA (da Carta della Franosità reale Piano di Bacino): [273](#)

3.2 CARTOGRAFIA

CTR 1:10.000: [214150](#)

3.3 SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO DA PIANO DI BACINO

La cartografia fa riferimento alla Carta della suscettività al dissesto fornita dalla Provincia di Genova – rev. giugno 2022 (Allegato 1).

3.4 AREE INTERFERENTI

L'oggetto trattato nella presente scheda è rappresentato dalla **Pg4** interferente con il rimodellamento morfologico e la rotatoria di Aveno; nelle aree limitrofe sono altresì presenti Pg3b, Pg2 e Pg1 ed alcune piccole frane non cartografabili, come evidenziato nella cartografia tematica allegata.

3.5 CLASSIFICAZIONE E CARATTERISTICHE DISSESTO PG4

Da Carta della Franosità reale Piano di Bacino.

a) Tipologia di frana:

<input type="checkbox"/>	Frana superficiale – Soil slip (ss)
<input type="checkbox"/>	Frana per colamento – Debris flow (df)
<input checked="" type="checkbox"/>	Frana per scorrimento o scivolamento (sc)
<input type="checkbox"/>	Frana per scorrimento o scivolamento rotazionale (scr)
<input type="checkbox"/>	Frana per scorrimento o scivolamento planare (scp)
<input type="checkbox"/>	Frana per crollo o ribaltamento (cl)
<input type="checkbox"/>	Frana complessa (fc)
<input type="checkbox"/>	Area a franosità diffusa (fd)
<input type="checkbox"/>	Deformazione gravitativa profonda di versante (FP)
<input type="checkbox"/>	Area interessata da movimenti gravitativi lenti superficiali - soliflusso, reptazione, creep (CR)
<input type="checkbox"/>	Frana non cartografabile

b) Stati di attività:

X	Attiva
	Quiescente
	Stabilizzata

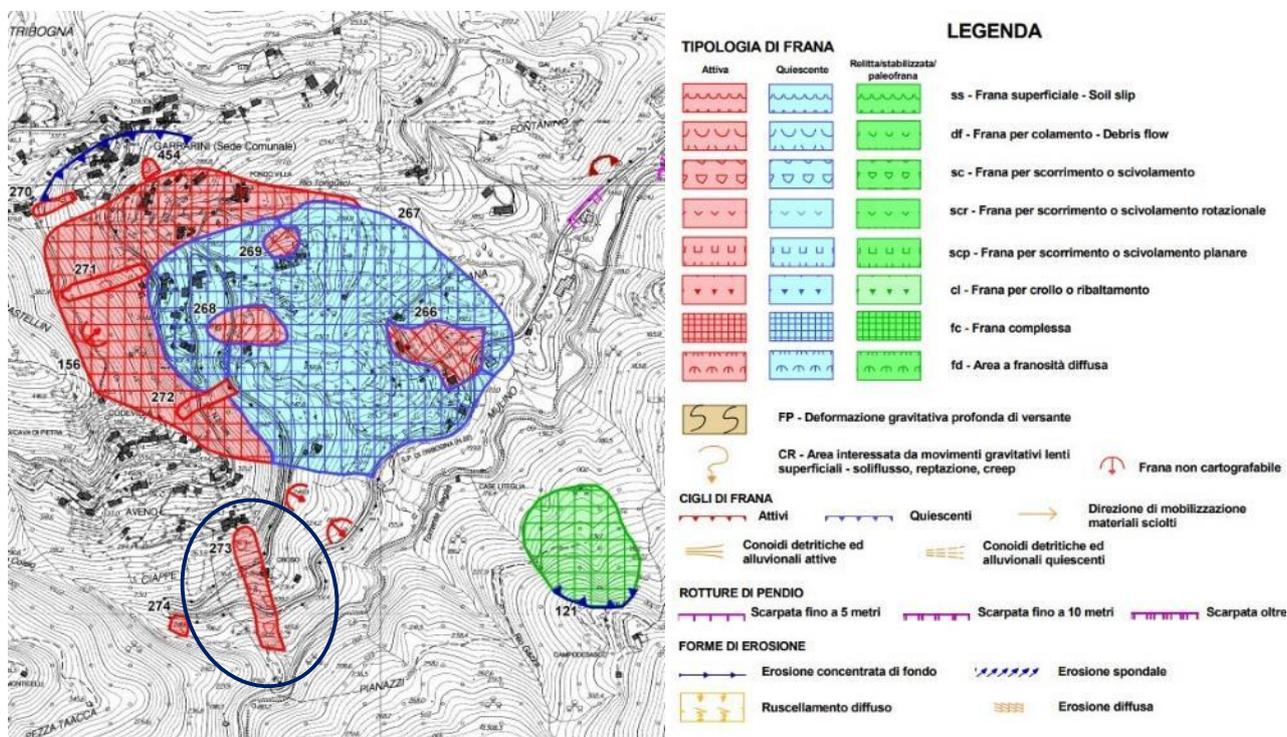


Figura 3-1 – Stralcio Carta della franosità reale da Piano di Bacino - Ultima modifica 10/03/2021

3.6 INTERVENTI PREVISTI DAL PIANO DI BACINO

Il Piano degli interventi di mitigazione del rischio del Piano di Bacino non prevede alcun intervento specifico relativo alla frana in oggetto.

3.7 DISSESTI SEGNALATI DALL'INVENTARIO FENOMENI FRANOSI D'ITALIA

Al fine di fornire un quadro completo di tutti i dati bibliografici relativi alla pericolosità connessa a movimenti franosi, di seguito si riporta quanto segnalato dall'Inventario Fenomeni Franosi d'Italia (IFFI) per l'area in esame (<https://idrogeo.isprambiente.it/app/>).

La cartografia IFFI identifica sul versante un dissesto attivo coincidente con 273 (seppur con una delimitazione leggermente differente) avente le seguenti caratteristiche:

ID Frana: 0103133500

- Tipo di movimento: Scivolamento rotazionale/traslativo
- Attività: Attivo/riattivato/sospeso
- Metodo usato per la valutazione del movimento e dell'attività: Dato storico/archivio

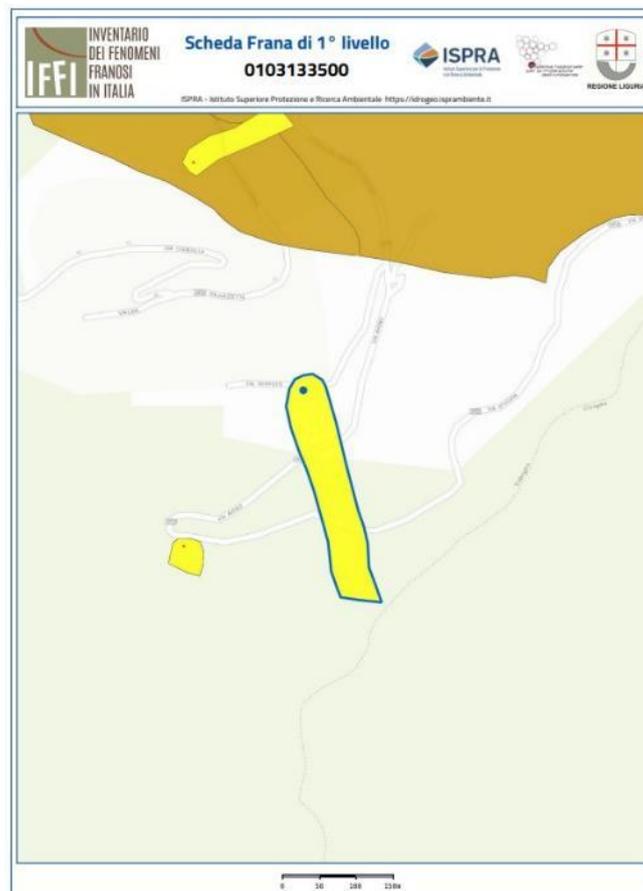
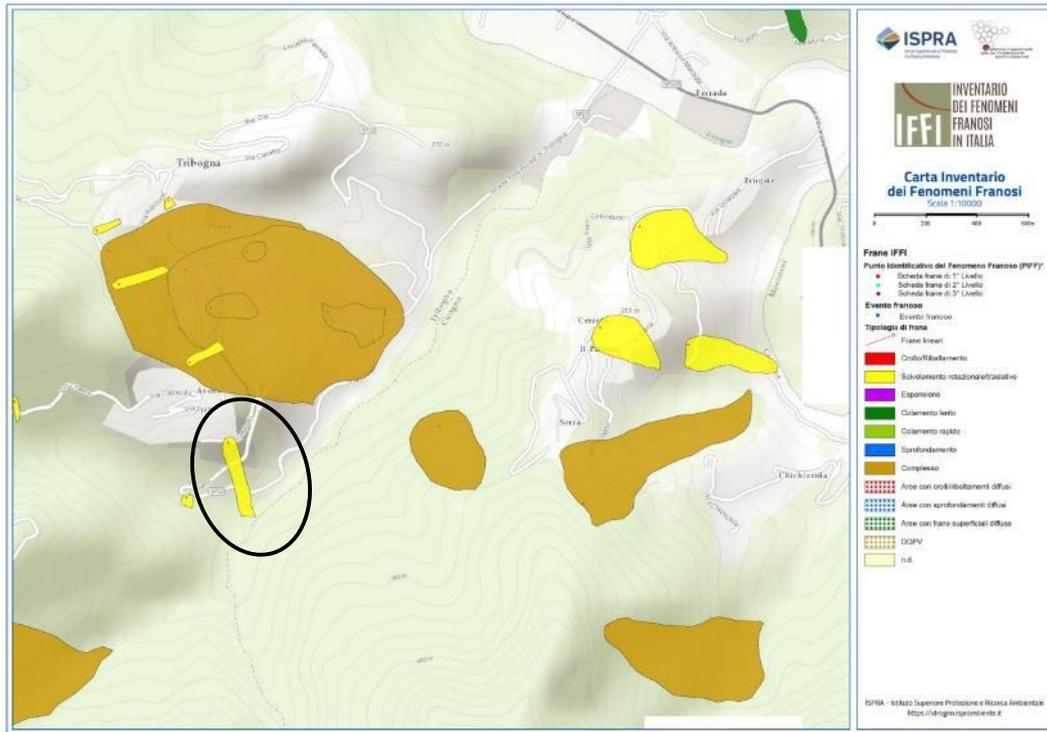


Figura 3-2 – Frane da IFFI (<https://idrogeo.isprambiente.it/app/>) – Visualizzato ottobre 2022

3.8 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area in esame in cui è inclusa la Pg4 si imposta nell'Unità Tettonica Gottero (Liguri Interne), qui rappresentata dalle Ardesie di Monte Verzi (Allegato 2).

Ardesie di Monte Verzi (AMV)

Si tratta di torbiditi pelitico-arenacee caratterizzate dall'alternanza di strati silicoclastici medio spessi e di strati calcareo-marnosi spessi e molto spessi, questi ultimi noti con il nome di "Ardesie" o "Lavagna". Litologicamente sono costituite da marne, marne calcaree e calcari marnosi in strati gradati da medi a molto spessi, generalmente a base arenitica fine, con intercalazioni di peliti non carbonatiche in strati molto sottili; subordinatamente areniti a composizione arcocosa alternate a peliti in strati gradati di spessore da medio a sottile.

La base della successione è caratterizzata dal passaggio stratigrafico con gli Scisti Mangesiferi, mentre il tetto mostra un passaggio stratigrafico graduale agli Scisti Zonati (Casnedi, 1982). Nell'area rilevata il limite inferiore è piuttosto netto e in buona parte ripreso dalla tettonica, mentre il limite superiore non è mai visibile, in quanto eliso dal piano basale di sovrascorrimento dell'Unità Tettonica Portello, con la formazione di Monte Lavagnola interposta tra le Ardesie di Monte Verzi e la Formazione di Monte Antola.

La successione stratigrafica delle Ardesie di Monte Verzi è caratterizzata dalla presenza di due differenti tipi di strato torbiditico, uno a composizione silicoclastica ed uno a composizione calcareo-marnosa.

Gli strati silicoclastici presentano una composizione della frazione arenitica del tutto comparabile con quelle degli Scisti Mangesiferi e delle Arenarie di Monte Gottero. Lo spessore di questi strati varia da sottile a spesso, ma sono presenti anche strati di spessore nettamente superiore al metro (fino a 5 m nelle sezioni di Monte Verzi e di Orero). Il rapporto a/p è generalmente minore o molto minore di 1.

Gli strati di "ardesie" si riconoscono facilmente per la presenza di una frazione pelitica a composizione calcareo-marnosa molto potente e nettamente prevalente sulla frazione arenitica ($a/p \ll 1$). Lo spessore degli strati varia da medio a spesso fino a molto spesso (alcuni strati sfruttati per l'estrazione dell'ardesia superano i 10m). La frazione arenitica ha granulometria che difficilmente raggiunge la taglia dell'arenite media, solitamente si tratta di areniti fini o finissime. La composizione di questi strati è di tipo misto dominata da quarzo e fillosilicati monocristallini, ma con presenza importante di frammenti carbonatici micritici (>20% dell'ossatura) del tutto assenti negli strati silicoclastici. Il tetto della frazione pelitica è talvolta caratterizzato da livelli emipelagici di spessore <5cm privi di CaCO₃.

La formazione delle Ardesie di Monte Verzi ha uno spessore di circa 400.

Età da CARG: Campaniano

Depositi superficiali

I depositi superficiali sono rappresentati essenzialmente da depositi di versante, depositi eluvio/colluviali, depositi di frana e depositi alluvionali lungo il corso del Torrente Liteglia.

Il detrito di versante ed i depositi di frana hanno caratteri differenti a seconda della litologia del substrato. In presenza dei litotipi argillitici e flyschoidi delle unità Portello e Gottero le coperture di detrito nella parte bassa dei versanti è costituita tipicamente da diamicton a supporto di matrice limoso - sabbioso - argilloso che superano generalmente i 3 m di spessore. Si evidenziano alternanze di clasti più grossolani e spigolosi intercalati a depositi più fini. Per la maggior parte i depositi di frana sono stati soggetti ad interventi di sistemazione morfologica.

I depositi alluvionali del Torrente Liteglia, a carattere torrentizio, sono costituiti da ghiaie fini e medie sottili e discontinui sul substrato roccioso (in più punti affiorante nel corso d'acqua).

Da un punto di vista geomorfologico, l'area di interesse si sviluppa lungo il versante idrografico sinistro del Torrente Liteglia e del suo affluente secondario Rio Coleio. Il versante, su cui si colloca la frazione di Avegno, si presenta con acclività piuttosto elevata, terrazzato e con vegetazione ad alto fusto ed arbustiva (Allegato 3).

Il versante è orientato verso sud e scende da una cresta che si distacca dal Monte Tugio (q. 677.4 m s.l.m.) per raggiungere il fondovalle del Rio Coleio (q. 175-200 m s.l.m.).

3.9 INDAGINI ESEGUITE

Nell'area in esame (cfr. Figure seguenti) sono stati realizzati, per il Progetto Definitivo, un sondaggio a carotaggio (FB14) sul versante in frana al di sotto della strada provinciale ed una stesa di geofisica a rifrazione (suddivisa per motivi logistici in tre spezzate SS1-1, SS1-2 e SS1-3).

In prossimità della rotatoria e del riempimento è inoltre disponibile un secondo sondaggio esterno rispetto al dissesto (FB12).

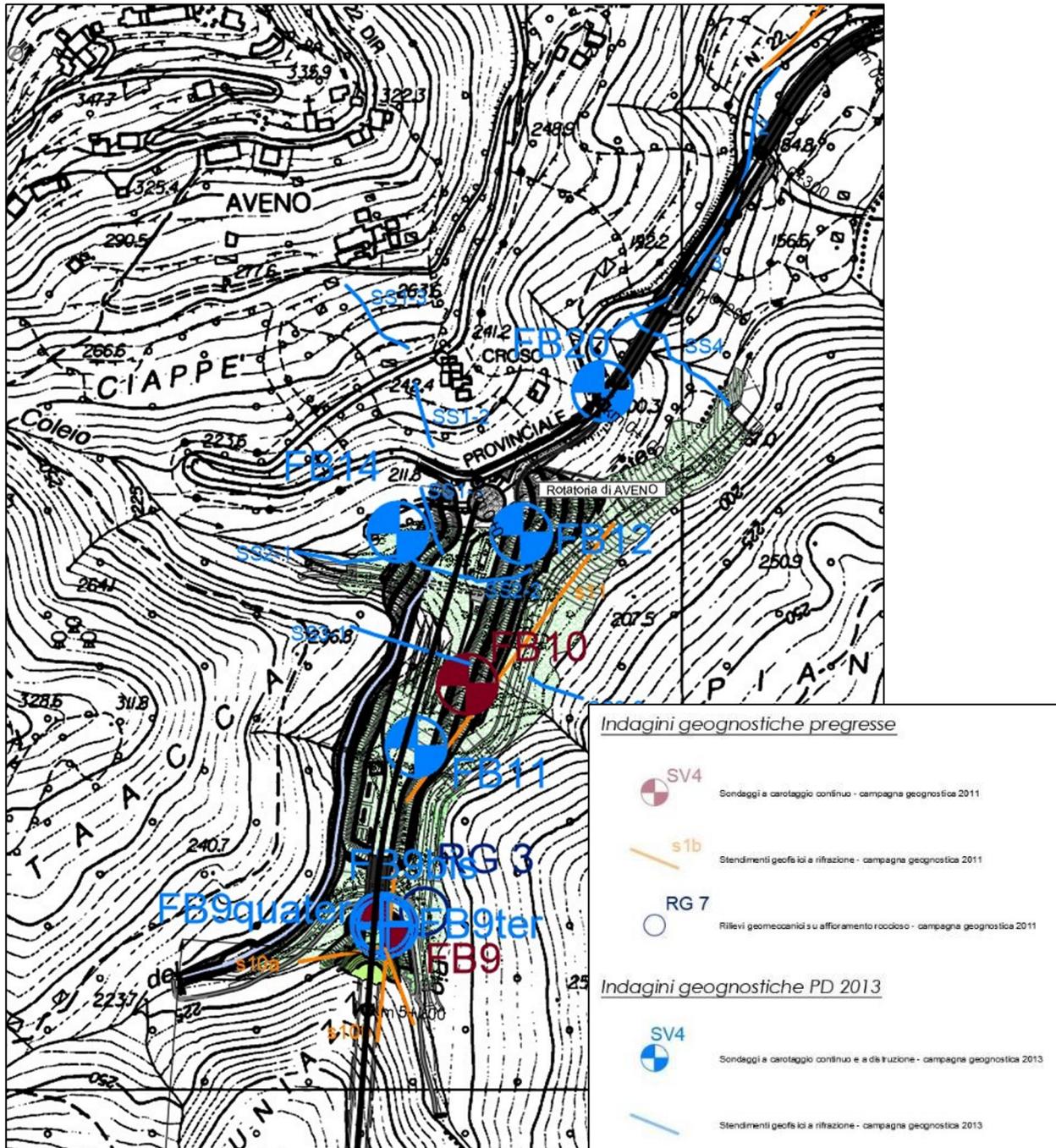


Figura 3-3 – Stralcio planimetrico con l'ubicazione delle indagini

SONDAGGIO FB14



CASSA 1 DA 0.00 A 5.00 m



CASSA 2 DA 5.00 A 10.00 m

Figura 3-4 – Sondaggio FB14 – Casse da 0 a 10 m

Dalla stratigrafia del sondaggio FB14, lo spessore dei depositi di copertura è pari a circa 2 m mentre la fascia ad intensa alterazione arriva fino a circa 7.4 m (la struttura del substrato è riconoscibile all'interno delle carote). La soggiacenza della falda - misurata il 24/04/13 - risultava essere -4.66 m da p.c.

Il piezometro è risultato sepolto nella successiva campagna di misura.

TOMOGRAFIA SISMICA SS1-3 – Onde S

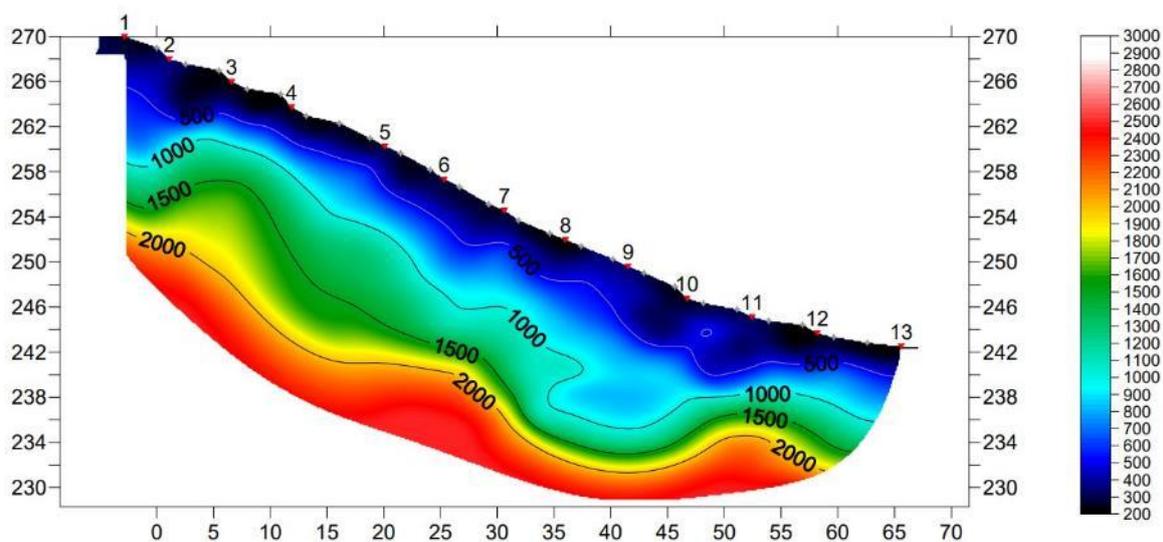


Figura 3-5 – Profilo sismico SS1-1

TOMOGRAFIA SISMICA SS1-2 – Onde S

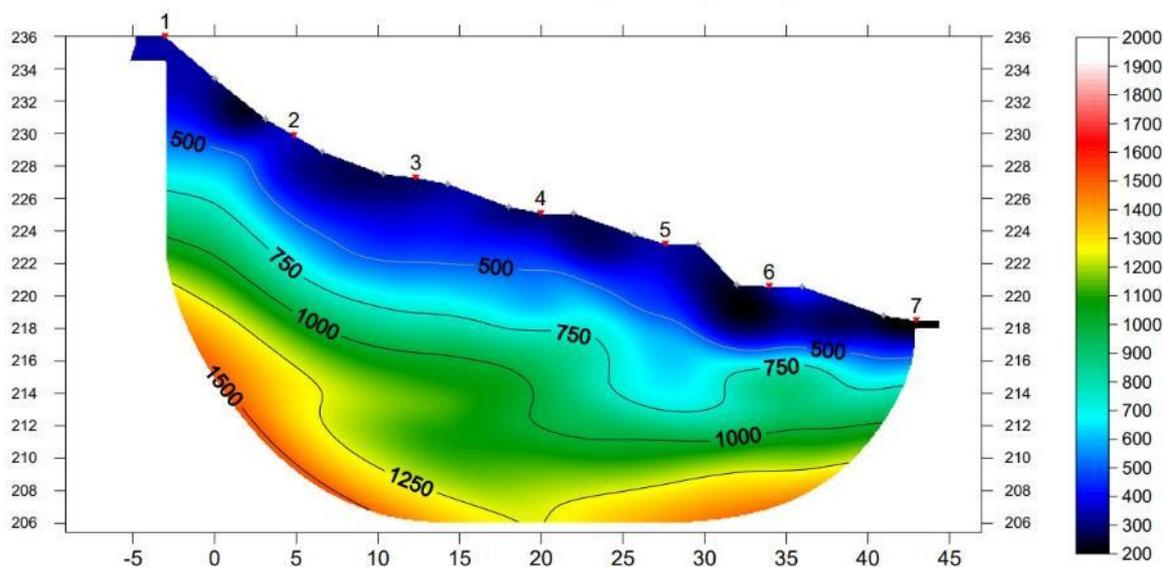


Figura 3-6 – Profilo sismico SS1-2

TOMOGRAFIA SISMICA SS1-1 – Onde S

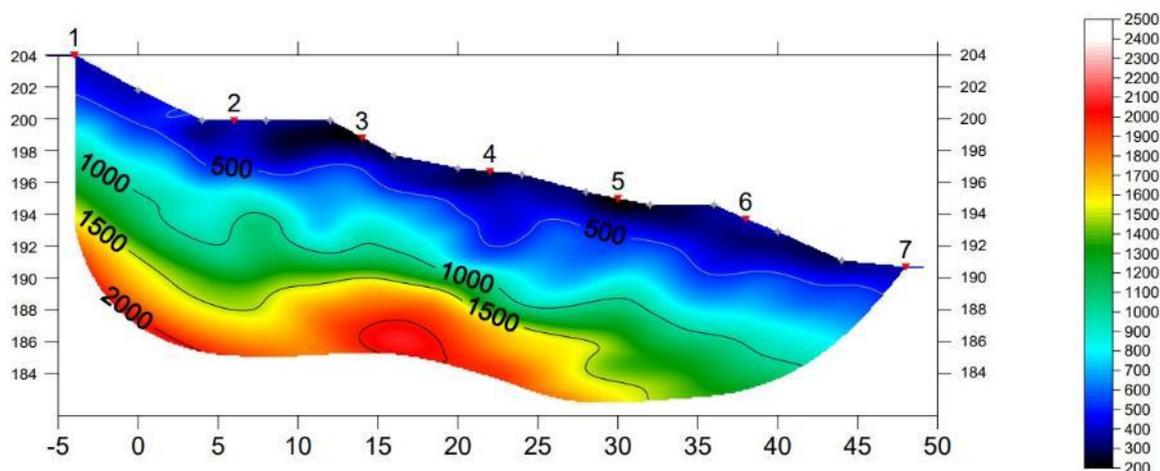


Figura 3-7 – Profilo sismico SS1-3

In tutte e tre le sezioni si è osservata una situazione piuttosto omogenea: una porzione superficiale a velocità V_p e V_s molto più contenute, corrispondenti al terreno sciolto corticale, e una porzione più profonda con velocità compatibili con il substrato roccioso.

Quest'ultimo si individua a partire da una profondità variabile tra 4 e 6 metri. Le velocità di propagazione in termini V_s aumentano progressivamente con la profondità, a partire dai valori soglia di circa 7-800 m/s, segno evidente del progressivo miglioramento delle caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso.

Si rimanda agli allegati 7 e 8 del presente documento per la visione dei certificati delle indagini eseguite, sia geonostiche di sito e laboratorio, nonché geofisiche.

3.10 RILEVAMENTO GEOMORFOLOGICO DI DETTAGLIO

In data 04/10/2022 è stato effettuato un sopralluogo lungo il versante che scende dalla frazione Aveno verso il Rio Coleio con la finalità di verificare con un rilievo di dettaglio lo stato dell'area e l'effettiva perimetrazione del dissesto segnalato come attivo dai documenti prodotti dagli enti.

L'esito del sopralluogo, unitamente all'esame delle informazioni geonostiche e fotointerpretazione, ha portato a delimitare un dissesto congruente con quello già delineato dagli enti, ma leggermente disassato verso Ovest nel corpo a valle (v. figura successiva).

Si ritiene infatti che questa differente perimetrazione sia più coerente con quanto emerso nel corso del presente studio geomorfologico.

Nel seguito si parlerà quindi di frana PG4_{NEW} con riferimento alla nuova perimetrazione, e PG4_{PdB} con riferimento al dissesto cartografato dagli enti.

Di seguito viene brevemente descritto quanto evidenziato durante il sopralluogo, partendo dalla parte medio-bassa del versante e risalendo verso il coronamento.

- Il versante in esame è caratterizzato da acclività accentuata e da fitta vegetazione, sia ad alto fusto sia arbustiva, intervallata a tratti terrazzati; un'unica fascia priva di vegetazione si riscontra in corrispondenza dell'impronta di una linea elettrica ad alta tensione.
- L'area della Pg4 è attraversata da alcune viabilità: la SP22, che la interseca due volte, una strada privata asfaltata ed una pista sterrata che scende verso il Torrente Litteglia. Sono presenti due nuclei abitativi: il primo in località Croso a q. circa 237 m s.l.m. ed il secondo in corrispondenza del coronamento (~ q. 284 m s.l.m.).

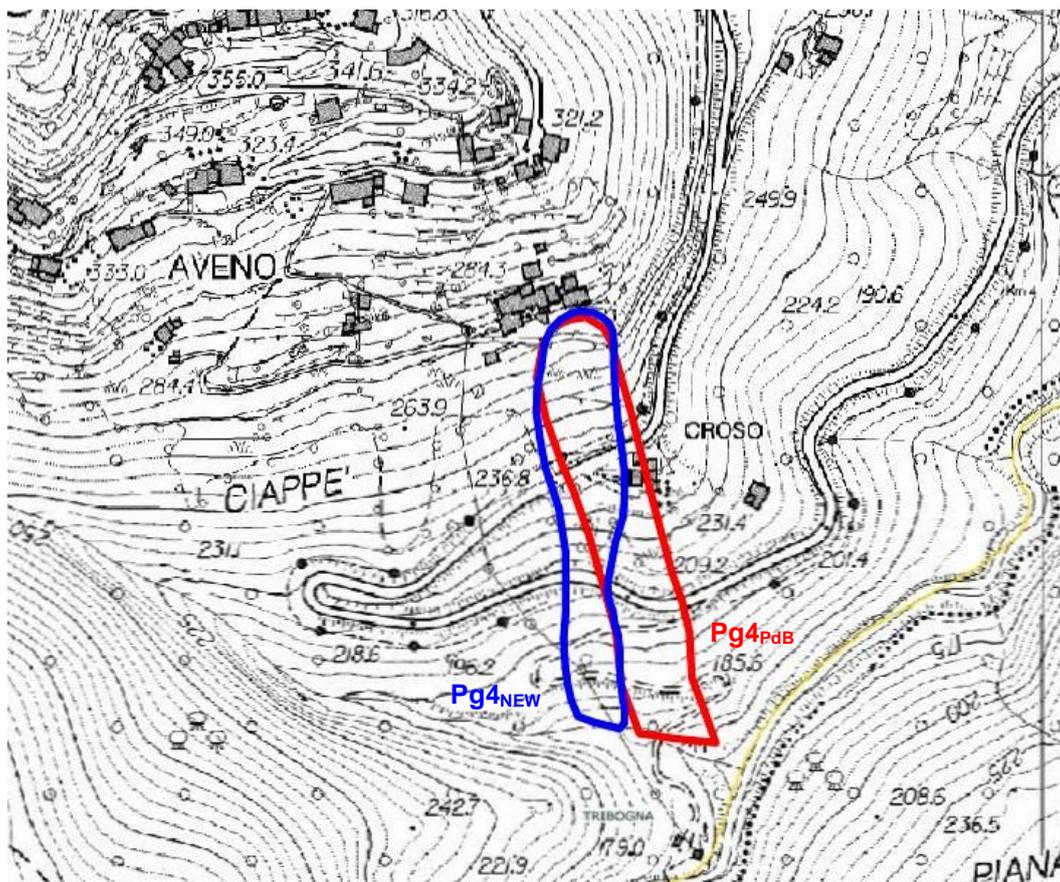


Figura 3-8 – Planimetria dell'area da Geoportale. In rosso la perimetrazione della Pg4 da Piano di Bacino, in azzurro perimetrazione da evidenze in sito.



Foto 1 - Panoramica da Google dell'area della frana 273. In rosso la perimetrazione della Pg4 da Piano di Bacino, in azzurro nuova perimetrazione proposta, da evidenze in sito.

- Procedendo lungo la SP 22, in salita, dopo una curva verso destra, si intercetta prima l'area della frana cartografata dagli enti Pg4_{PdB} e poi l'area in frana di nuova perimetrazione PG4_{NEW}. Sul lato di monte della strada è presente un muretto a secco (prima della curva) ed un muretto in cls basso, che prosegue con un cordolo fino ad un ulteriore muro realizzato in blocchi di ardesia, alto circa 1.5 m. Le strutture non evidenziano lesioni, mentre piccole fessurazioni sono presenti localmente nell'asfalto.
- In questo tratto il versante è interessato da vegetazione arborea (ad alto fusto) ed arbustiva, con leggera inclinazione dei fusti verso valle (tipica di versanti con poca coltre, o apparati radicali poco profondi, in presenza di movimenti superficiali); solo in corrispondenza del muro in blocchi di ardesia la vegetazione, a monte e a valle, è incolta, con rovi impenetrabili.
- Sul lato verso N del muro in blocchi di ardesia è presente un piccolo affioramento di ardesie, con mediocri caratteristiche geomeccaniche.
- Sul versante sovrastante la strada, a monte del suddetto tratto in curva (nel corpo di perimetrazione Pg4_{PdB}) sono presenti terrazzamenti agricoli in buono stato, che non mostrano evidenze di problematiche connesse con eventuali movimenti di versante.

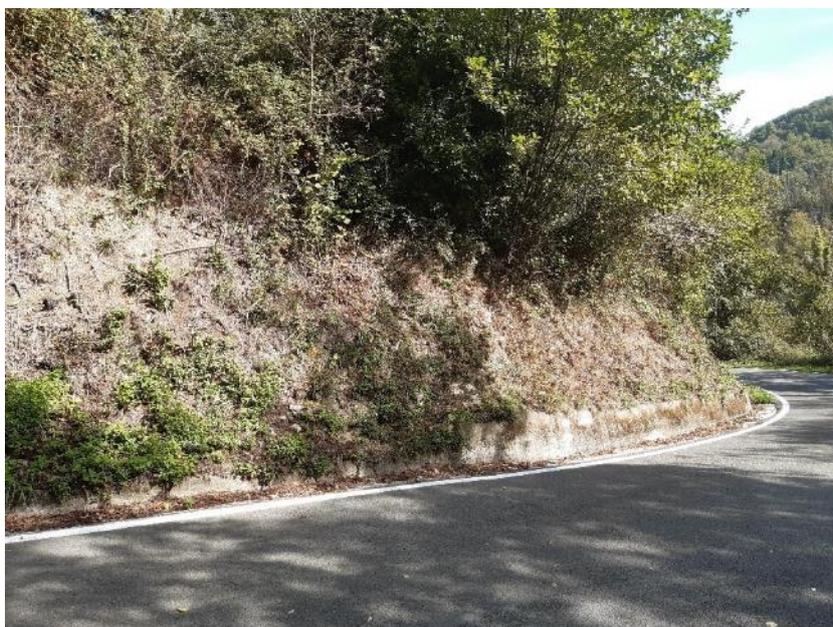


Foto 2 – Muretto in cls e cordolo sul lato di monte della SP22. Sul versante è presente vegetazione arborea



Foto 3 – Muro in blocchi con vegetazione arbustiva e rovi



Foto 4 – Affioramento di ardesie a destra del muro in blocchi

- A quote più alte, lungo la medesima strada SP 22, dopo aver superato il tornante ed essendo giunti in prossimità di un primo nucleo abitativo (loc. Croso), poco prima di Aveno, si intersecano nuovamente le aree cartografate in dissesto PG4_{NEW} e PG4_{PdB}, quasi sovrapposte. In questo tratto è nuovamente presente un muro in blocchi della medesima tipologia di quello già precedentemente descritto. Sul lato sinistro del muro (sia a monte che a valle della strada in discesa) sono visibili alberi ad alto fusto inclinati verso valle. Sul lato destro del muro (a monte della strada in salita) si osserva un affioramento di ardesie. A valle della strada in salita vi sono alcuni edifici (di cui almeno uno molto datato e non restaurato), parzialmente interferenti con il perimetro di PG4_{PdB}, privi di lesioni apparenti. A lato degli edifici, sotto la strada, sono presenti versanti incolti con rovi.



Foto 5 – Muro in blocchi in località Croso.

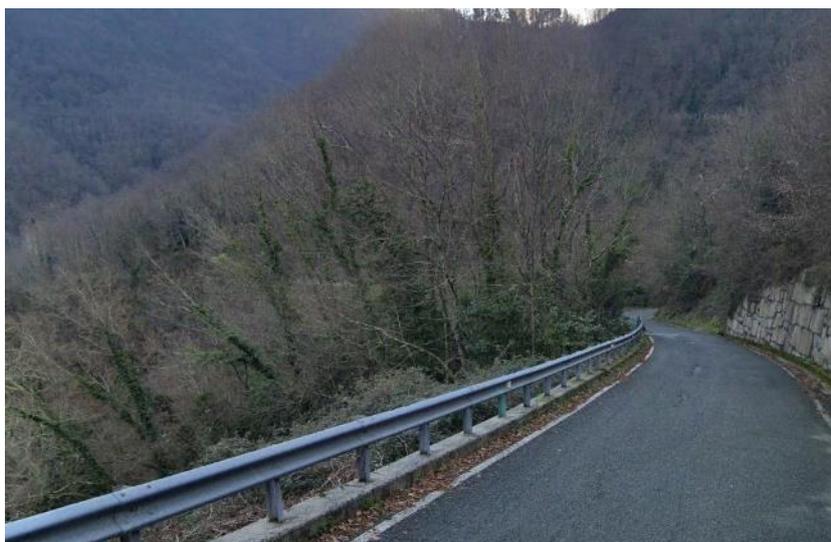


Foto 6 – Alberi inclinati sul lato sinistro del muro.



Foto 7 – Affioramento di Ardesie a monte strada sul lato destro del muro in pietra.



Foto 8 – Edifici in località Croso

- Proseguendo ulteriormente verso monte per circa 200 m, dopo aver lasciato la SP 22 e ripercorrendo il versante a ritroso su una strada locale, si giunge ad un secondo nucleo abitativo, posto in prossimità del coronamento di frana cartografato. A monte della strada, a margine degli edifici è presente un tratto di muro con blocchi che si raccorda ad un muro in cls tirantato. Il versante a valle della strada è caratterizzato da alcuni salti morfologici e terrazzamenti.



Foto 9 – Muro in pietrame e muro in cls con tiranti in corrispondenza del coronamento del dissesto.



Foto 10 – Versante verso valle dalla zona di coronamento.

3.11 CAUSE DEL DISSESTO

<input type="checkbox"/>	Materiale di riporto
<input checked="" type="checkbox"/>	Depositi sciolti
<input checked="" type="checkbox"/>	Coltre di alterazione del substrato
<input checked="" type="checkbox"/>	Litologia del substrato
<input checked="" type="checkbox"/>	Giacitura del substrato
<input checked="" type="checkbox"/>	Fratturazione/tettonizzazione del substrato
<input checked="" type="checkbox"/>	Morfologia del versante (acclività)
<input checked="" type="checkbox"/>	Precipitazioni meteoriche
<input type="checkbox"/>	Erosione diffusa
<input type="checkbox"/>	Erosione incanalata
<input type="checkbox"/>	Falda
<input type="checkbox"/>	Cause antropiche

3.12 DESCRIZIONE SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA

La sezione geologica è stata realizzata lungo la traccia evidenziata in Allegato 2 ed è riportata in Allegato 4.

Nel profilo, sotto il materiale identificato in frana, è stato indicato con un sovrassegno il substrato alterato e fratturato, ma la cui struttura è ancora riconoscibile. In accordo alla stratigrafia del sondaggio FB14 questa porzione di substrato alterata raggiunge uno spessore di 4-5 m, fino ad una profondità di -6/-7 m da p.c.

Il substrato è rappresentato dalle Ardesie di Monte Verzi che in quest'area hanno una giacitura a franappoggio con blande ondulazione (inclinazione variabile da 30 a 45°).

4 ASPETTI GEOTECNICO - INGEGNERISTICI

4.1 PREMESSA

Le analisi di stabilità del versante sono state sviluppate al fine di acquisire sensibilità riguardo dei livelli di sicurezza dei versanti interferenti con l'intervento in progetto nell'area di interesse.

In particolare, sono state condotte le analisi di stabilità riferite alle seguenti configurazioni:

- ante operam – condizioni allo stato di fatto (attuale);
- fase provvisoria – scavo provvisoria per la posa della tubazione interrata;
- post operam – condizioni nella configurazione di progetto (rimodellamento morfologico Fontanabuona).

In particolare, in condizioni ante operam:

- sono state condotte delle back analysis al fine di valutare i valori di resistenza residua dell'intero versante nelle attuali condizioni di instabilità. Convenzionalmente, si è posto il fattore di sicurezza prossimo all'unità ($FS@$);
- i livelli di falda assunti sono stati dedotti dalle misure eseguite dagli strumenti installati;
- le superfici di scivolamento lungo le quali sono state condotte le analisi di stabilità sono state dedotte dalle sezioni geologiche allegate al progetto.

Il codice di calcolo utilizzato per le analisi è Slope/W, prodotto dalla GEO-SLOPE International Ltd. Calgary, Alberta, Canada; tale programma permette l'analisi di stabilità di pendii con i ben noti metodi all'equilibrio limite.

Le analisi di stabilità sono state eseguite in accordo alla normativa vigente; in particolare si è fatto riferimento al paragrafo 6.3.4 delle NTC2008 (verifiche di stabilità dei pendii naturali).

4.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Per la caratterizzazione geotecnica (modello geotecnico di riferimento) ci si è basati:

- sui dati geologici-geomorfologici descritti nella relazione geotecnica di questo progetto; in particolare, si è fatto riferimento alla caratterizzazione relativa alla formazione di base, Ardesie di Monte Verzi (AMV), e della relativa fascia di alterazione (AMV-CAP) e della coltre di copertura (CAMV);
- per la coltre di copertura, il parametro di resistenza (angolo di attrito residuo) è stato valutato tramite back analysis eseguite sulle sezioni riportate nel seguito del documento. La coesione non drenata è stata assunta pari a 0.

Il rilievo geomorfologico di dettaglio ha confermato la presenza di franosità diffusa su tutto il versante interessato dalle opere, evidenziando spessori di coltre dell'ordine di 6.0/7.0m metri.

Le valutazioni circa la stabilità del corpo franoso sono state sviluppate considerando la seguente stratigrafia di progetto:

- da p.c. a 5.0÷6.0/7.0 m da p.c. – COLTRE (CAMV) + CAPPELLACCIO (AMV-CAP) (potenzialmente instabile): depositi costituiti principalmente da sabbie da fini a medie con presenza di ciottoli;
- da 6.0/7.0 m da p.c. – SUBSTRATO (AMV) Ardesie di Monte Verzi con caratteristiche scadenti.

La quota di falda di progetto è stata cautelativamente posizionata a circa 5.0 m di profondità da piano campagna, sulla base delle risultanze più critiche delle misure effettuate.

4.3 DESCRIZIONE CONFIGURAZIONE ANTE OPERA/PROVVISIONALE/DI PROGETTO

Si riporta di seguito l'ubicazione in planimetria del corpo di frana e del rimodellamento morfologico oltre che la traccia della sezione di calcolo. Il rimodellamento morfologico di Fontanabuona prevede il raggiungimento di una quota minima pari a 195 m slm nella zona al piede del corpo di frana.

Con riferimento alla traccia indicata in planimetria, è riportata la sezione di calcolo nella configurazione ante opera/provvisionale/di progetto dove è indicata anche lo spessore del corpo di frana tale da coinvolgere completamente tutte le coltri.

La fase provvisoria prevede lo scavo per l'installazione della tubazione interrata; nelle analisi oggetto di questo documento, tale scavo è semplicemente indicato come una variazione di volume al piede della scarpata, si rimanda alle fasi progettuali successive il dimensionamento dell'opera provvisoria da prevedere durante questa fase.

La configurazione di progetto prevede la modellazione del modellamento morfologico fino a quota +195 m slm e il riempimento dello scavo sopra menzionato.

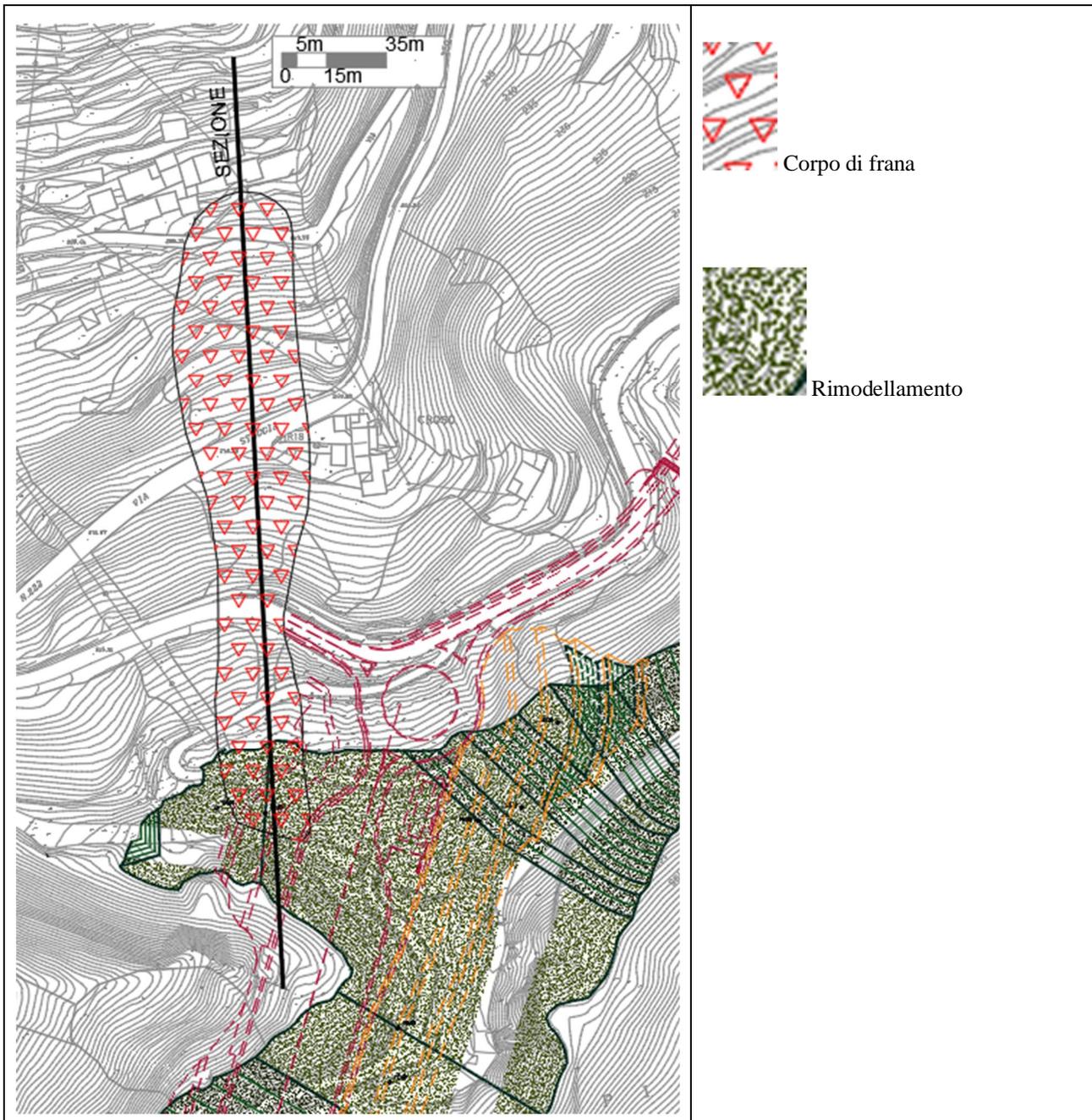


Figura 4-1 – Stralcio planimetrico con l'indicazione della sezione analizzata

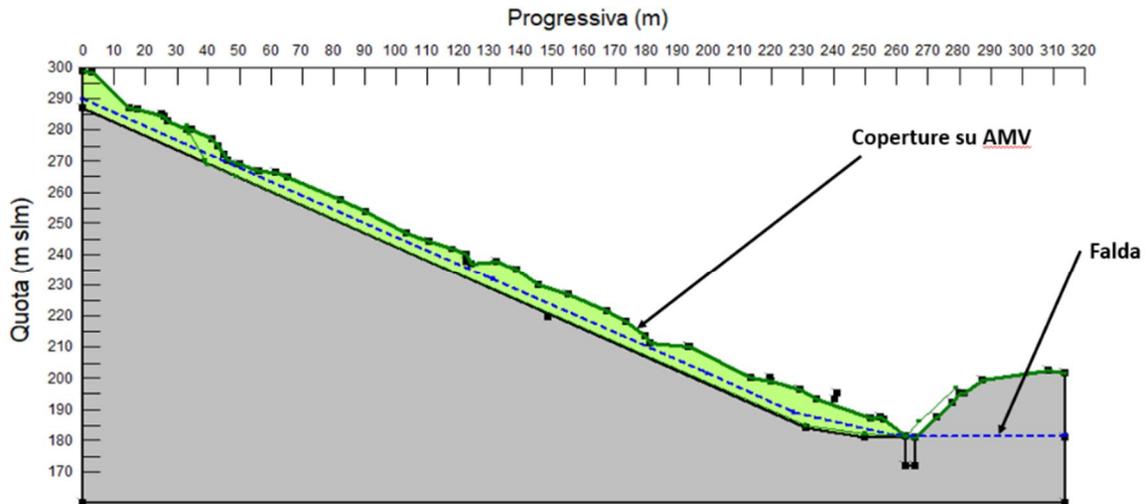


Figura 4-2 – Sezione di calcolo – configurazione ante opera

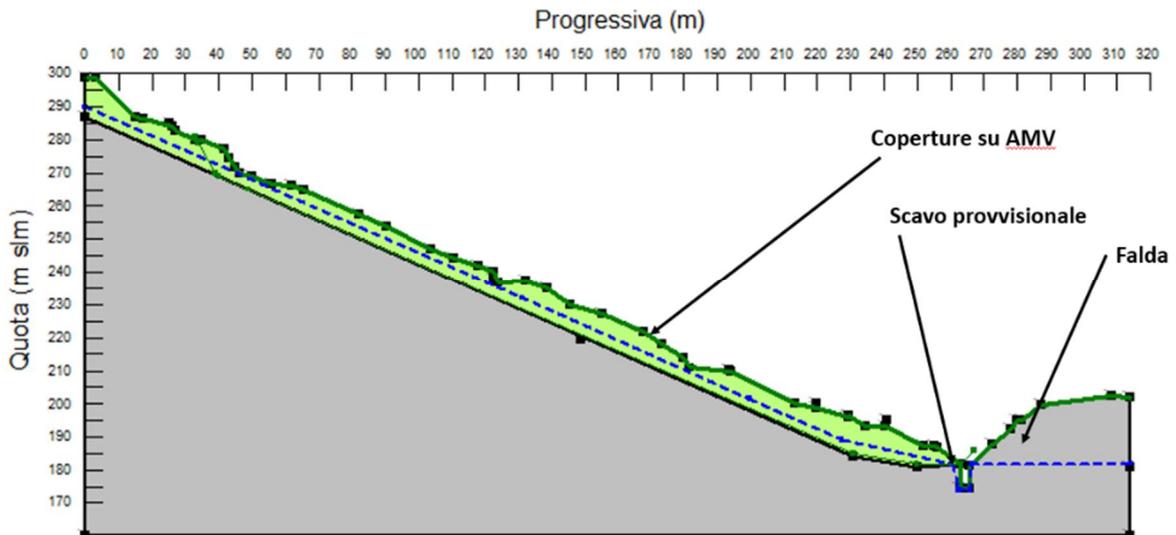


Figura 4-3 – Sezione di calcolo – configurazione in fase provvisoria

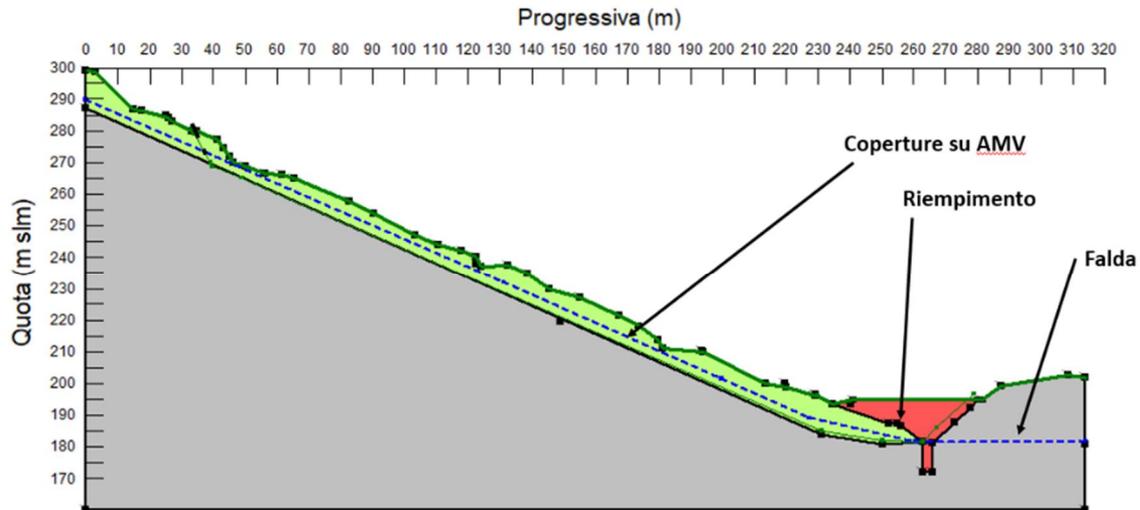


Figura 4-4 – Sezione di calcolo – configurazione di progetto

4.4 ANALISI DI STABILITÀ

Si riportano sinteticamente i risultati di back analisi nella configurazione ante opera tramite la quale sono stati ottenuti i seguenti parametri di resistenza per le coperture su AMV: $f_{RES}=27.5^\circ$, $c=0$.

Le analisi in fase provvisoria sono state sviluppate in combinazione caratteristica assumendo i parametri residui di resistenza per le coltri sopra dichiarati.

Sono riportati inoltre i risultati delle analisi di stabilità nella configurazione post opera/di progetto.

La analisi di stabilità in campo statico nella configurazione di progetto è stata sviluppata sia in combinazione caratteristica che in combinazione A2+M2+R2; in particolare:

- Per le coltri C_{AMV} con riferimento al peso di volume (g) si è fatto riferimento a quanto dichiarato nella relazione geotecnica mentre per i parametri di resistenza a quanto ottenuto dalle back analisi:

$g= 19 \text{ kN/m}^3$; $c=0$; $f =27.5^\circ$ (Valori caratteristici);

$g= 19 \text{ kN/m}^3$; $c=0$; $f =27.5^\circ$ (Valori M2);

Con riferimento ai valori sopra dichiarati, In accordo alle indicazioni e ai suggerimenti dell'Eurocodice 7 e del documento "Designers' Guide to EN1997-1 Eurocode 7: Geotechnical design – General rules", si possono adottare coefficienti parziali γ_c minori di quelli indicati nelle tabelle delle NTC, in quanto in presenza di angoli d'attrito "residui", stimati con procedura di back analysis in riferimento a riscontrati cinematismi di instabilità di versante. Nel caso specifico è stato adottato un coefficiente γ_c unitario.

- Per il rimodellamento sono stati assunti i seguenti parametri
 $g= 20 \text{ kN/m}^3$; $c=0$; $f =35.00^\circ$ (valori caratteristici);
 $g= 20 \text{ kN/m}^3$; $c=0$; $f =29.25^\circ$ (valori M2);
- Per il substrato, essendo esso non coinvolto dal meccanismo, nel software è stato implementato come "Bedrock" e rappresenta quindi un vincolo geometrico al meccanismo di collasso.

Per i risultati delle analisi si rimanda alle figure sotto e alla tabella seguente.

Configurazione	Combinazione	FS
Ante Opera	Statica caratteristica	0.994
Fase Provvisoria	Statica caratteristica	0.994
Post Opera / Di progetto	Statica caratteristica	1.934
Post Opera / Di progetto	Statica (A2+M2+R2)	1.792

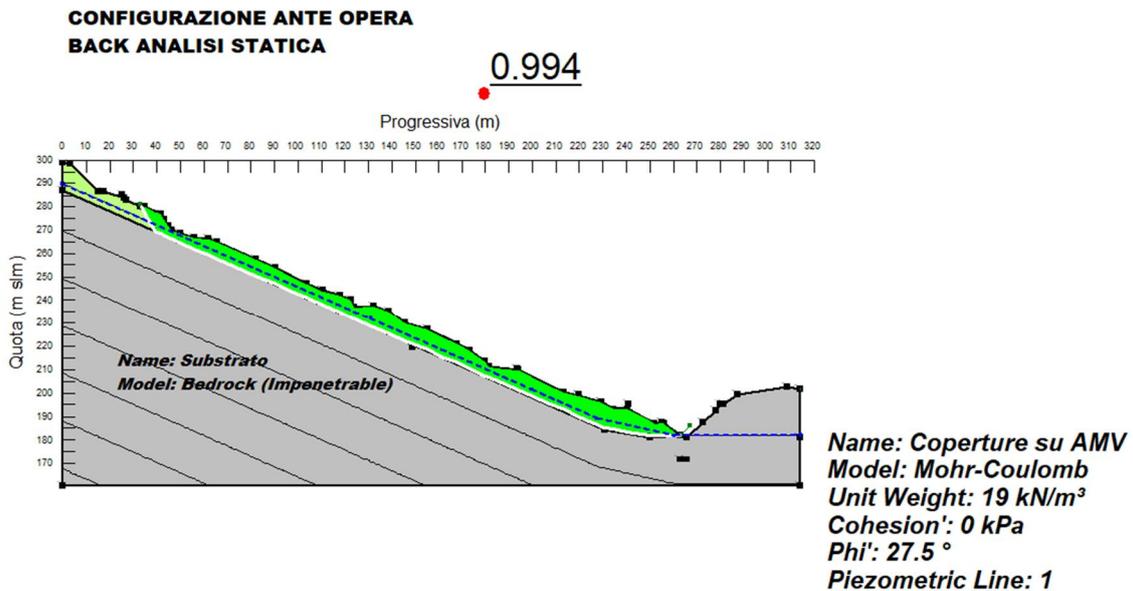


Figura 4-5 – Back analisi – configurazione ante opera

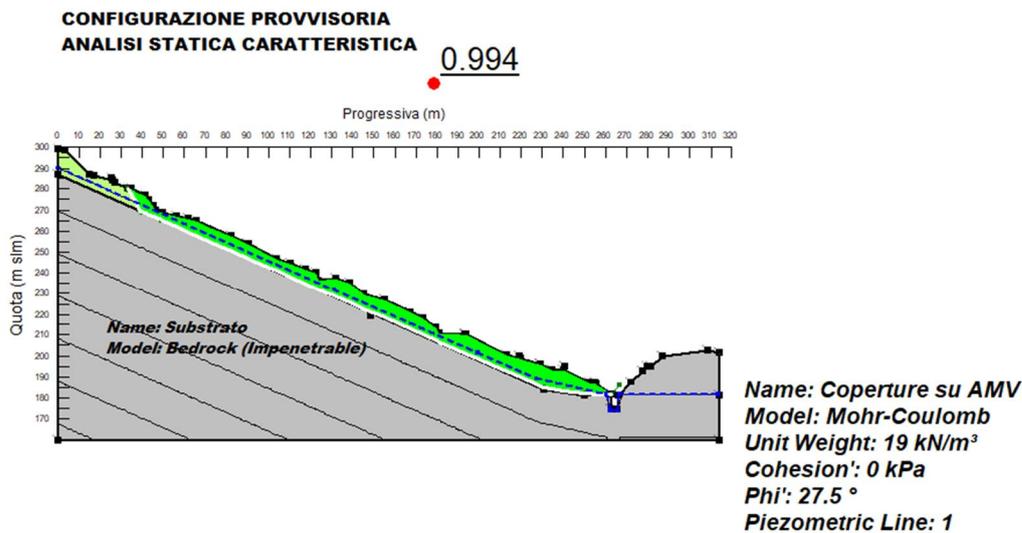


Figura 4-6 – Analisi di stabilità in combinazione caratteristica - configurazione provvisoria

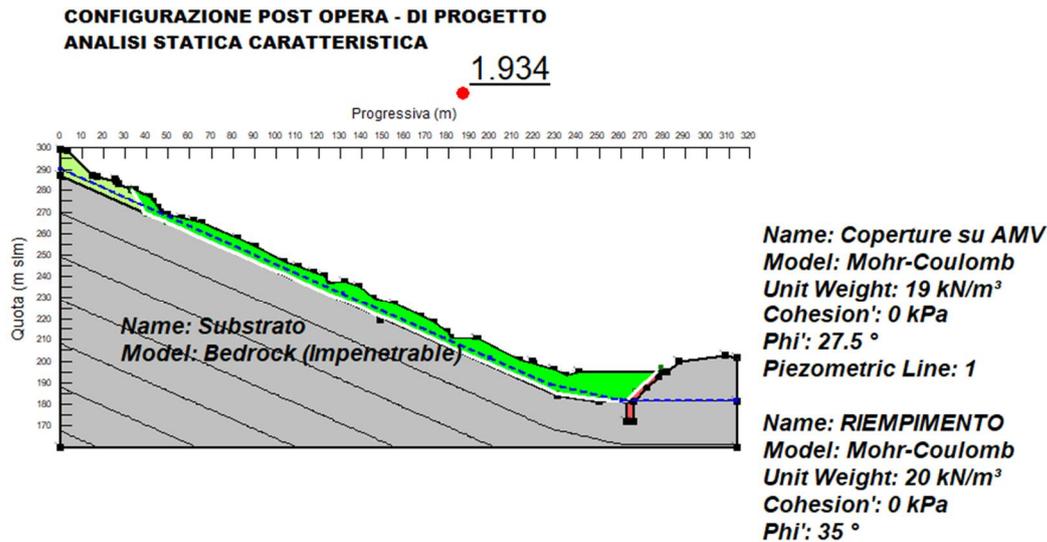


Figura 4-7 – Analisi di stabilità in combinazione caratteristica - configurazione post opera /di progetto

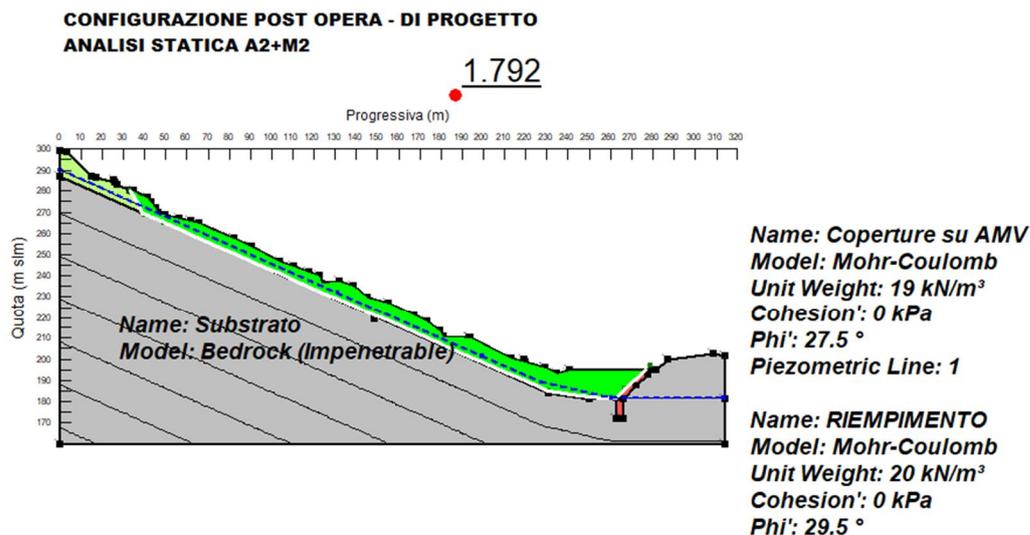


Figura 4-8 – Analisi di stabilità in combinazione A2+M2+R2 - configurazione post opera /di progetto

4.5 QUADRO DI SISTESI

Nel seguito vengono commentati i risultati delle analisi eseguite.

Le analisi ante-operam hanno indagato le condizioni attuali dell'area e possono essere intese come verifiche di stabilità a scala di versante: le condizioni critiche del versante sono state imposte al modello backanalizzando i valori di resistenza delle coltri al fine di stimare i parametri di resistenza residui delle coltri (f_{RES} , $C=0$ kPa) imponendo i fattori di sicurezza prossimi all'unità ($FS=1$ - back analysis).

Per lo stesso meccanismo di frana, le verifiche di stabilità globale del terreno a scala di versante sono poi state condotte nelle condizioni provvisionali e di progetto (post opera) e cioè nella configurazione del versante comprensivo del rimodellamento di Fontanabuona.

Dai risultati ottenuti, confrontando le analisi statiche in combinazione caratteristiche, tra la configurazione ante opera e provvisoria, non si stima una differenza di fattore di sicurezza pertanto tale configurazione non comporta un aggravio delle condizioni di stabilità del versante.

Dai risultati ottenuti, confrontando le analisi statiche in combinazione caratteristiche, tra la configurazione ante opera e la configurazione di progetto, si stima un aumento di fattore di sicurezza pari al 93% (da FS=1 a FS=1.93), quindi l'intervento previsto non comporta un aggravio delle condizioni di stabilità del versante ma comporta un apprezzabile miglioramento.

Tramite l'analisi di stabilità in combinazione A2+M2+R2, è stato valutato un fattore di sicurezza pari a FS=1.79. Il margine di sicurezza calcolato, in accordo al paragrafo 6.3.4 delle NTC2008, è ritenuto accettabile sulla base del livello di conoscenze raggiunto, dell'affidabilità dei dati disponibili e del modello di calcolo adottato in relazione alla complessità geologica e geotecnica, nonché sulla base delle conseguenze di un'eventuale frana.

4.6 IDRAULICA - DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI REGIMAZIONE DELLE ACQUE

Il sistema idraulico all'interno del rimodellamento morfologico è finalizzato alla raccolta, allontanamento e recapito nel reticolo idrografico naturale dei contributi idrici intercettati.

La sistemazione idraulica è costituita da una canalizzazione definitiva superficiale (canaletta trapezoidale in pietra) posta in sommità del rimodellamento e da una rete secondaria interna che scarica nelle canalizzazioni interrato; tale rete definita secondaria, posta nel corpo e alla base del rimodellamento, consiste in strati di materiale drenante avvolto in teli di geotessuto per evitarne l'intasamento.

5 RACCOMANDAZIONI ESECUTIVE DURANTE I LAVORI

Durante le lavorazioni previste, al fine di prevenire fenomeni di erosione e/o di arretramento/espansione delle aree di dissesto, valgono le seguenti raccomandazioni:

- durante i lavori devono essere presi tutti gli accorgimenti aventi lo scopo di raccogliere e regolare la circolazione delle acque superficiali evitando ristagni e situazioni che possano comportare l'evoluzione di fenomeni erosivi;
- i movimenti terra devono essere limitati allo stretto necessario, adottando tutti gli accorgimenti utili al fine di evitare, durante e dopo l'esecuzione, situazioni che possano comportare fenomeni di degrado delle caratteristiche meccaniche di resistenza delle coltri potenzialmente instabili (eventuali interventi di soil nailing);
- eventuali depositi temporanei dei materiali di scavo devono essere eseguiti con pendenze delle scarpate congrue alle caratteristiche di resistenza dei materiali in modo da evitare fenomeni erosivi lungo le scarpate e/o di ristagno delle acque; la posizione di tali depositi deve essere tale da non compromettere la stabilità delle aree interessate;
- i riporti di terreno, anche provvisori, devono essere eseguiti per strati, previa predisposizione dei piani di posa (scotico, regolarizzazione e/o eventuale gradonatura) assicurando il compattamento dei terreni; devono essere comunque sempre previste opere di regimazione ed allontanamento delle acque e protezione dei fenomeni erosivi delle scarpate.

6 INDAGINI INTEGRATIVE PROPEDEUTICHE AL MONITORAGGIO GEOTECNICO

In corrispondenza del dissesto 273 non sono previste ulteriori indagini geognostiche per il monitoraggio geotecnico.

7 CONCLUSIONI

In corrispondenza della porzione più a nord del rimodellamento morfologico e della rotatoria di Avegno, i documenti del piano di Bacino evidenziano la presenza di una frana attiva (identificata con n. 273 e classificata come Pg4) che parte circa da q. 284 e raggiunge il fondovalle del Rio Coleio. In questo settore il substrato ha una giacitura a franappoggio, con inclinazione variabile da 30° a 45°, ed è coperto da una coltre superficiale e regolite aventi complessivamente spessore di 6-7 m.

La presenza di un'area ad alta suscettività al dissesto in corrispondenza dell'area dove è previsto il rimodellamento morfologico ha portato alla necessità verificare che la configurazione provvisoria e di progetto non rappresentassero un aggravio delle condizioni di stabilità del versante, in accordo al paragrafo 6.3.4 delle NTC2008.

Nella configurazione provvisoria che prevede uno scavo per l'alloggiamento della tubazione a quota +175m slm, per la frana 273 non si evidenzia una variazione delle condizioni di stabilità del versante.

Nella configurazione finale del progetto, per la frana 273 si evidenzia un miglioramento delle condizioni di stabilità pari a ~ 93%. Tale miglioramento è dovuto all'effetto di stabilizzazione al piede connesso con la realizzazione del rimodellamento.

Nel progetto esecutivo verrà previsto un piano di monitoraggio geotecnico, al fine di acquisire in corso d'opera il maggior numero possibile di informazioni qualitativamente significative, in modo da seguire tutte le fasi realizzative degli interventi e controllare che i valori di spostamento delle strutture e delle opere di sostegno siano compatibili con la funzionalità statica delle stesse e congruenti con quelli stimati in progetto.

Il suddetto piano di monitoraggio geotecnico sarà, altresì, integrato con un piano di acquisizione di immagini satellitari elaborate con i metodi dell'interferometria radar, a favore di una visione più completa dell'evoluzione dei fenomeni studiati.

Alla luce di quanto sopra, si ritiene che gli interventi previsti nel progetto, contribuendo al miglioramento della stabilità del versante interferito, siano tali da poter acquisire il parere del Comitato Tecnico di Bacino ai sensi dell'art. 11 c. 4 lett. b) della LR n.58/2009 espresso in merito alle opere di consolidamento finalizzate alla stabilizzazione del dissesto.

ALLEGATI

Allegato n.1 - Stralcio Carta suscettività al dissesto da Piano di Bacino con progetto ed indagini eseguite (aggiornata ottobre 2022)

Allegato n.2 - Stralcio carta geologica (aggiornata dicembre 2014)

Allegato n.3 - Stralcio carta geomorfologica (aggiornata dicembre 2014)

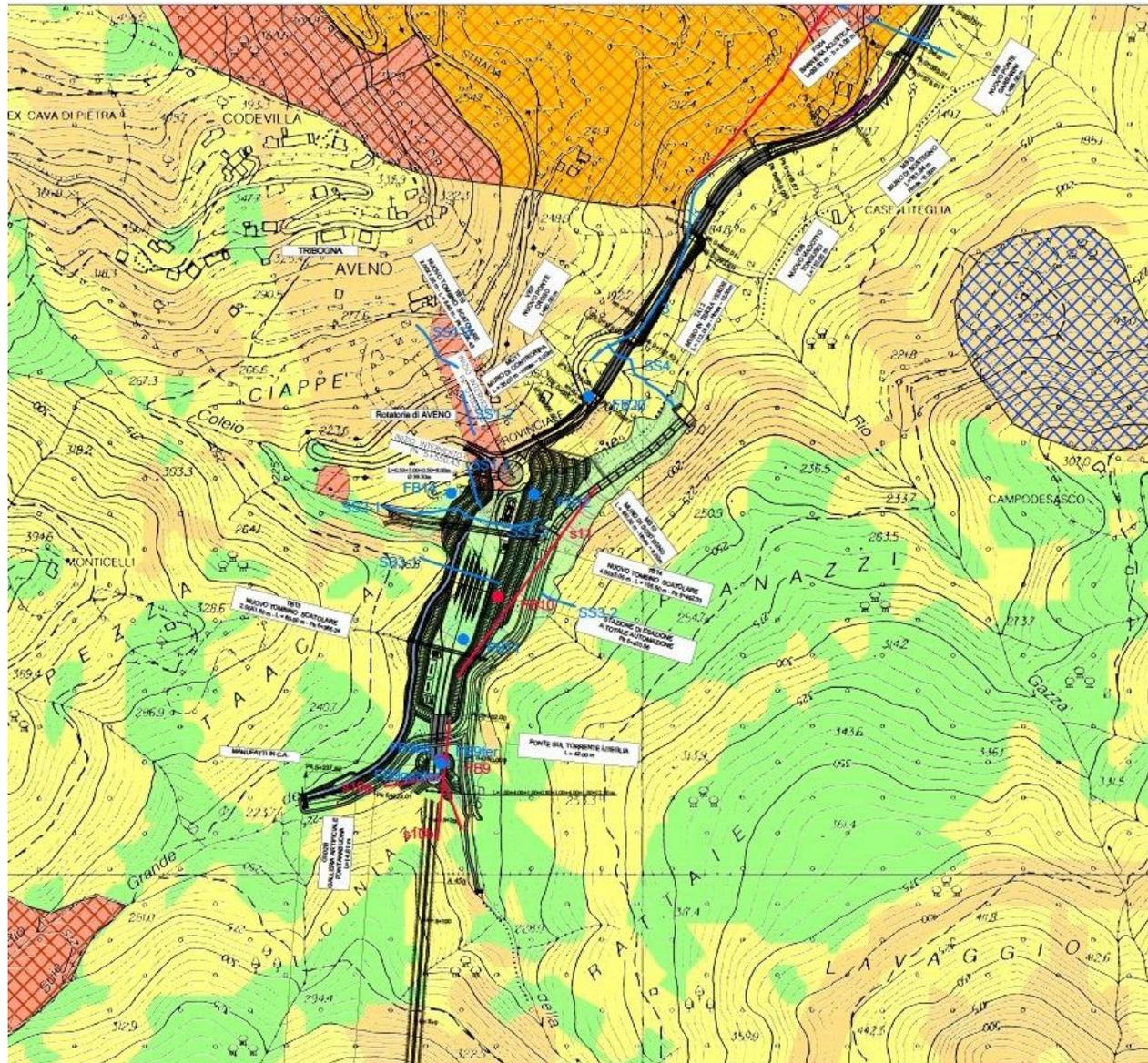
Allegato n.4 - Sezione geologica

Allegato n.5 - Stralcio planimetria ubicazione delle indagini (aggiornata dicembre 2014)

Allegato n.6 - Scheda di sintesi

Allegato n.7 - Stratigrafia sondaggi e geofisica

Allegato n.8 - Prove di laboratorio



PIANI STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO
Carta della suscettività al dissesto da Piani di Bacino - scala 1:10.000 (da web-gis Regione Liguria)*

Ambito 15 (Approvato 12/12/2002 - Ultima variante approvata 27/08/2020 - Ultima modifica della Carta della suscettività 27/02/2018)

Torrente Lavagna (Approvato 09/04/2002 - Ultima variante approvata 10/03/2021 - Ultima modifica della Carta della suscettività 10/03/2021)

	Classe di suscettività al dissesto molto elevata - Frana attiva	Pg4
	Classe di suscettività al dissesto elevata - Frana quiescente	Pg3a
	Classe di suscettività al dissesto elevata	Pg3b
	Classe di suscettività al dissesto media	Pg2
	Classe di suscettività al dissesto bassa	Pg1
	Classe di suscettività al dissesto molto bassa	Pg0

Classi speciali

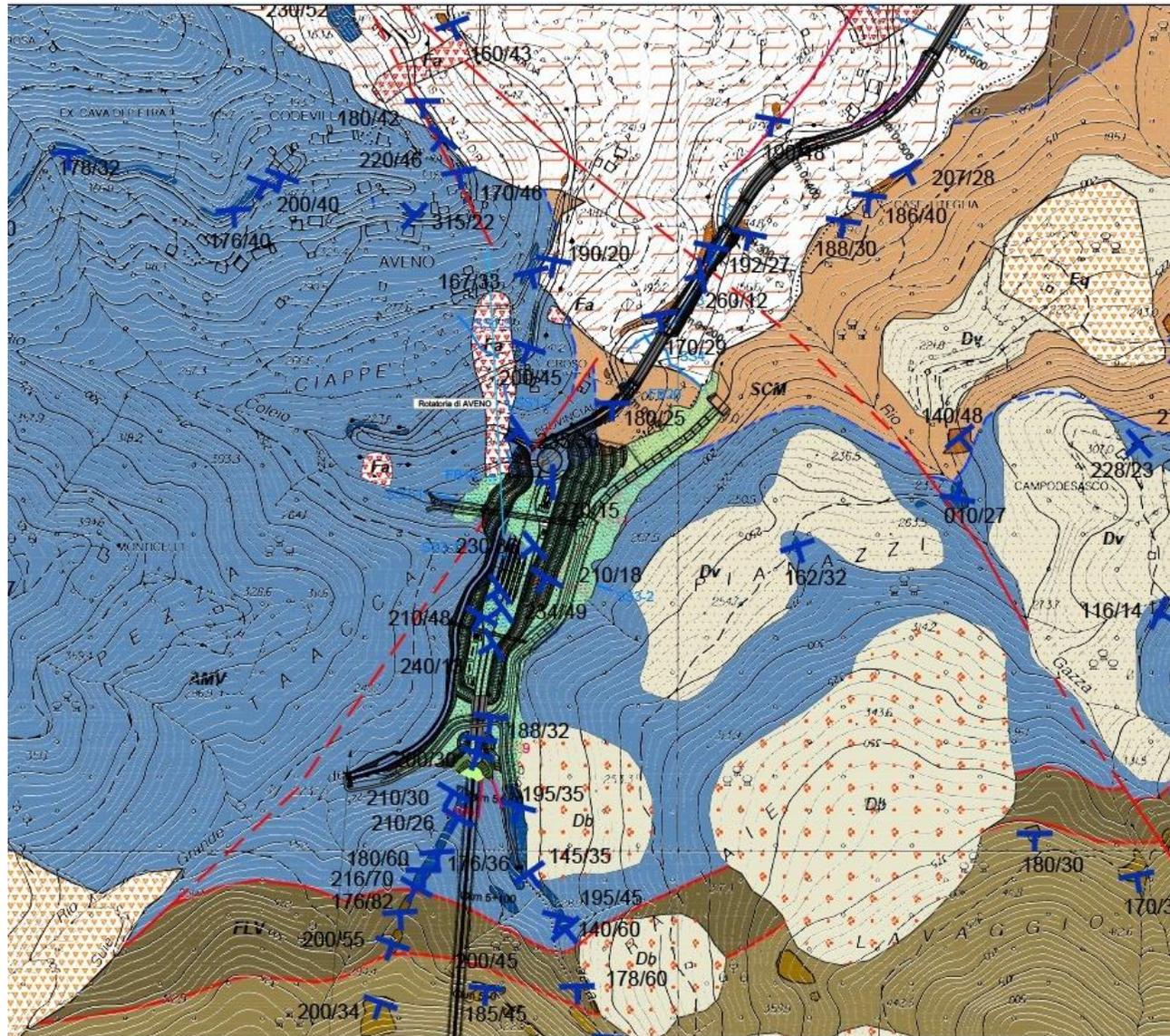
	TIPO A - Cave attive, miniere attive e discariche in esercizio
	TIPO B1 - Cave inattive e miniere abbandonate
	TIPO B2 - Discariche dismesse e riporti antropici
	TIPO B2 - Cave inattive e miniere abbandonate classificate in PG3b a seguito di indagini di dettaglio

* NOTA: per quanto riguarda le fasce di inondabilità si rimanda agli appositi elaborati con codifica IDR

PROGETTO I.F.F.I. - Inventario dei fenomeni franosi
(da web-gis Regione Liguria aggiornato a maggio 2018)

	Frana complessa attiva/riattivata/espesa		Svolgimento rotaz/trasl attivo/riattivato/espeso
	Frana complessa quiescente generica		Svolgimento rotaz/trasl quiescente generico
	Frana complessa stabilizzata generica		Svolgimento rotaz/trasl stabilizzato generico
	Frana per crollo o ribaltamento attivo/riattivata/espesa		
	Frana per crollo o ribaltamento quiescenti		Colamento lento quiescente generico
	Aree soggette a frane superficiali diffuse attive/riattivata/espese		
	Aree soggette a frane superficiali diffuse quiescenti		
	Aree soggette a frane superficiali n.d.		

ALLEGATO 1 - Stralcio Carta della suscettività al dissesto da Piano di Bacino scala 1:5000 con progetto ed indagini eseguite (aggiornata ottobre 2022) - immagine non in scala



LEGENDA

Elementi geologici

DEPOSITI QUATERNARI

- Ri **Area di riporto (principali)**
Accumulo di materiale eterogeneo ed eterometrico di origine antropica.
- Fa **Depositi di frana attiva**
Accumulo gravitativo di materiale eterogeneo ed eterometrico con evidenze di movimento in atto o recente.

UNITA' TETTONICHE LIGURI

UNITA' TETTONICA ANTOLA

- FAN **Formazione del Monte Antola**
Torbiditi calcareo-marnosi, lavoletti siltoso, organizzati in strati di spessore fino a metri di calcareniti, marne e marne calcaree, alternate ad argille emipelagiche in strati centimetrici.
CAMPANIANO INF. - MAASTRICHTIANO INF.

UNITA' TETTONICA PORTELLO

- FLV **Formazione di Monte Lavagnolo**
Argille grigio scuro, generalmente caratterizzate da assenza di strutture sedimentarie. Questa formazione può contenere intercalazioni lenticolari di breccie mono e poligeniche con tessitura matrice o casto-sostenuta a matrice argillica.
PALEOCENE?

UNITA' TETTONICA GOTTERO

- AMV **Ardesie di Monte Verzi**
Ardesie, marne calcaree e calcari marnosi in strati gradati da medi a molto spessi, generalmente con base arenitica fine, con intercalazioni di peliti non carbonatiche in strati molto sottili. In modo subordinato presenti areniti a composizione arciosa alternate a peliti in strati gradati di spessore da medio a sottile. Torbiditi ed emipelaggi di ambiente marino profondo.
CAMPANIANO
- SCM **Scisti Manganesiferi**
Argille scure manganesifere, silti ed areniti fini in strati gradati medi e spessi. Verso l'alto intercalazioni di areniti medie e grossolane a composizione subarciosa e peliti in strati gradati medi. Torbiditi ed emipelaggi di ambiente marino profondo.
CAMPANIANO INF.
- APA **Argille a Palombini**
Alternanza regolari di calcilutiti a base arenitica in strati medi e peliti scure in strati medi e spessi verso l'alto sono presenti marne e marne calcaree in strati medi e spessi e areniti fini in strati sottili. Torbiditi ed emipelaggi di APTIANO - SANTONIANO

Elementi morfologici e strutturali

- Limiti unità quaternarie
- Fuglie inverse e sovraccorimenti
- Limiti affioramenti
- Fuglie certe a cinematica dubbia
- Contatto tettonico
- Fuglie presunte o sepolte a cinematica dubbia
- Fuglie normali
- Giacitura strati e/o foliazione
- Traccia di sezione

ALLEGATO 2 - Stralcio Carta geologica scala 1:5000 (aggiornata novembre 2015) (aggiornata dicembre 2014) - immagine non in scala



LEGENDA

Forme e depositi dovuti all'azione della gravità e processi di pendio

- Uno di scarpata morfologica
- Nicchia di frana
- Contropendenza
- Deposito di frana attiva**
 Accumulo granulare di materiali eterogenei ed eterometrico con evidenze di movimento in atto o recente (a scala definitiva la tipologia di frana)
- Deposito di frana quiescente**
 Accumulo granulare di materiali eterogenei ed eterometrico con evidenze di movimento progressivo per ora
- Cp**
 Complesso
Accumulo granulare di materiali eterogenei ed eterometrico con evidenze di movimento progressivo di vario genere
- Co**
 per colluvio
Accumulo granulare di materiali eterogenei ed eterometrico con evidenze di movimento progressivo per ora
- Sc**
 per scivolamento superficiale
Accumulo granulare di materiali eterogenei ed eterometrico con evidenze di movimento progressivo per ora (senza frangitura)

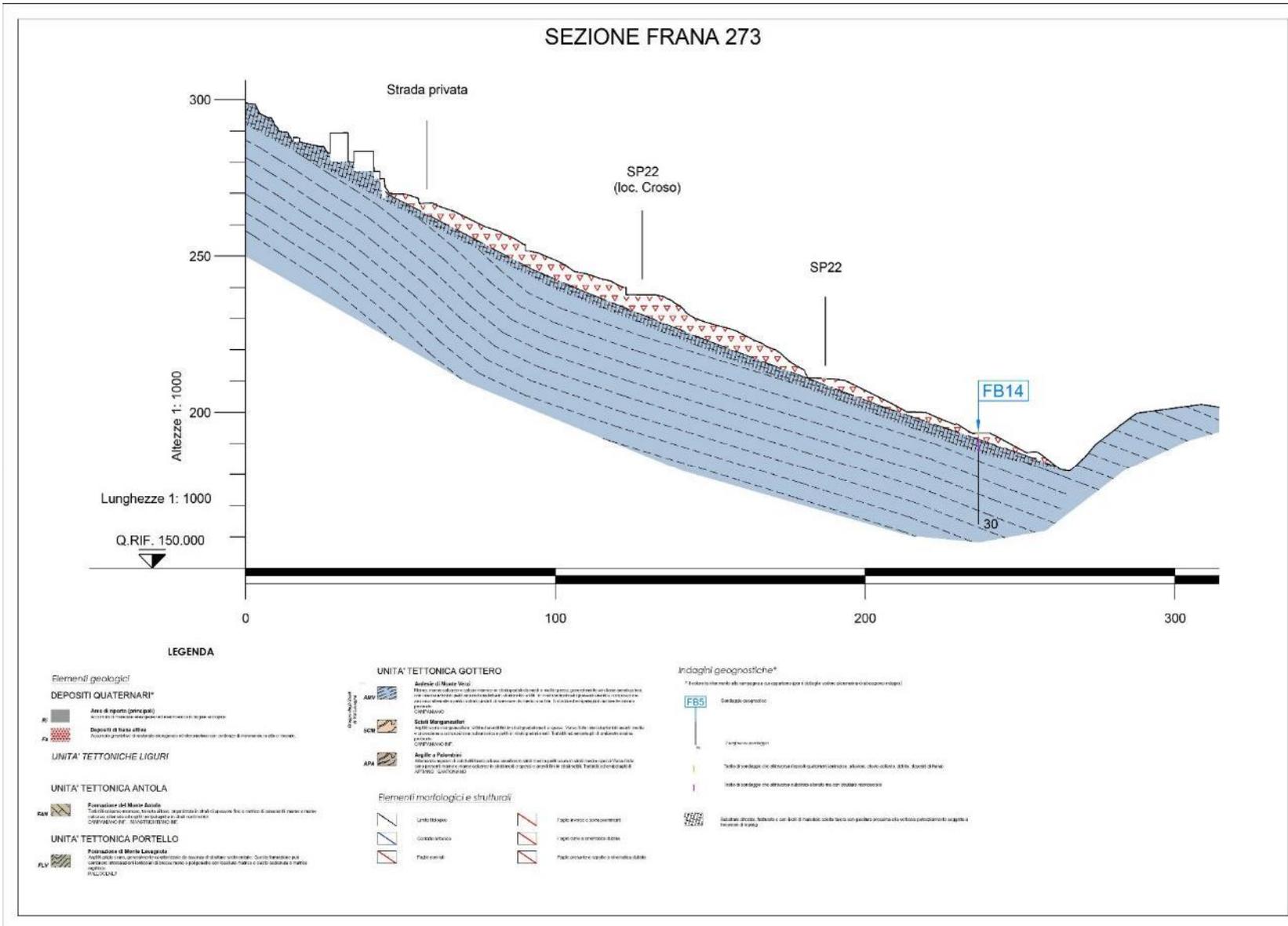
Forme e depositi dovuti allo scorrimento delle acque

- Alveo in erosione
- Ciglio di terrazzo
(da PAI Decreto ministeriale 15/06/1973 Carta della morfologia e della rete idrica in scala 1:50,000 e da PAI Torinese Linea guida Carta della morfologia scala 1:50,000 numero 25/1900/1244/158)
- Cascata
- Zona con ritaglio d'acqua
- Ruscaldamento diffuso
(da PAI Decreto ministeriale 15/06/1973 Carta della morfologia e della rete idrica in scala 1:50,000 e da PAI Torinese Linea guida Carta della morfologia scala 1:50,000 numero 25/1900/1244/158)

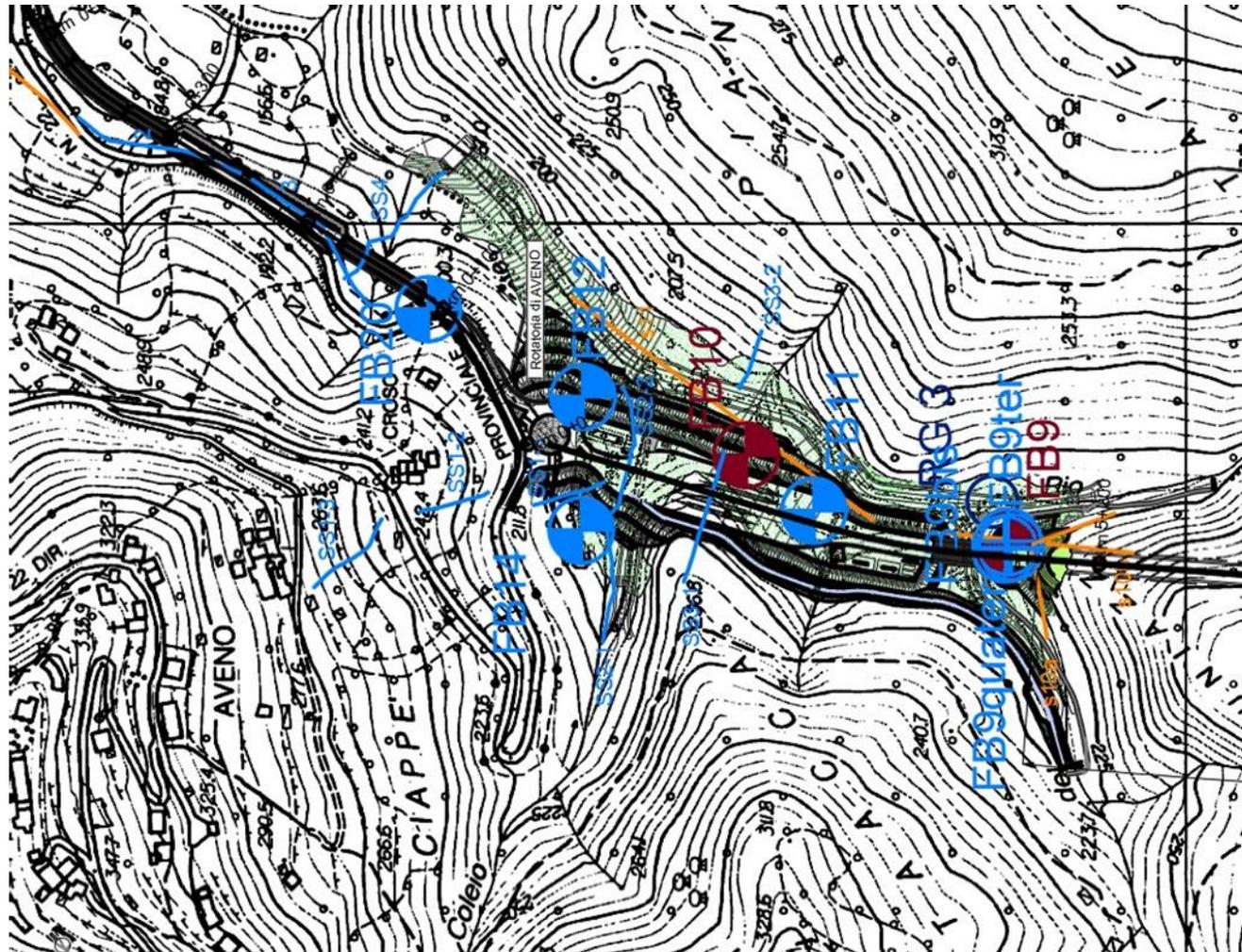
Classi di acclività

- 0° - 8°
- 8° - 20°
- 20° - 30°
- 30° - 40°
- 40° - 50°
- 50° - 70°
- 70° - 90°

ALLEGATO 3 - Stralcio Carta geomorfologica scala 1:5000 (aggiornata dicembre 2014) - immagine non in scala



ALLEGATO 4 - Sezione geologica scala 1:1000



LEGENDA

Indagini geognostiche pregresse

- SV4 Sondaggi a carotaggio continuo - campagna geognostica 2011
- s1b Stendimenti geofisici a rifrazione - campagna geognostica 2011
- RG 7 Rilievi geomorfoloici su affioramento roccioso - campagna geognostica 2011

Indagini geognostiche PD 2013

- SV4 Sondaggi a carotaggio continuo e a distruzione - campagna geognostica 2013
- Stendimenti geofisici a rifrazione - campagna geognostica 2013

ALLEGATO 5 - Stralcio planimetria ubicazione delle indagini (aggiornata dicembre 2014) - immagine non in scala

SCHEDA DI SINTESI							
Opere	Elaborati progettuali di riferimento	Classificazione dissesti (carta suscettività al dissesto prov. Genova agg. Febb. 2015)	Rilievo geomorfologico di dettaglio	Indagini di riferimento a disposizione	Modello geotecnico	Opere previste di mitigazione/presidio	Monitoraggio
Rotatoria di Aveno	GEO0001 APE0001 APE2113	Pg4	Frana attiva	Sondaggi: FB14 – FB20 Profili sismici: SS1-1 – SS1-2 – SS1-3	Da back analysis, indagini e geomorfologia di dettaglio: coltre: da p.c. a 2.0/3.0 m substrato: da 2.0/3.0 m in poi	-	-
Rimodellamento morfologico	GEO0001 APE0001 APE0821	Pg4	Frana attiva	Sondaggi: FB14 – FB20 Profili sismici: SS1-1 – SS1-2 – SS1-3	Da back analysis, indagini e geomorfologia di dettaglio: coltre: da p.c. a 2.0/3.0 m substrato: da 2.0/3.0 m in poi	-	-

ALLEGATO 6 – Scheda di sintesi

ALLEGATO 7 - Stratigrafie sondaggi e indagini geofisiche

ALLEGATO A

SONDAGGIO FB 14

Certificato rilievo topografico

Certificato stratigrafico

Foto delle carote

Certificato prova di permeabilità lugeon

Certificato prova dilatometrica

Certificato prova pressiometrica

SPEA S.p.A.**TUNNEL VAL FONTANABUONA - GENOVA
INDAGINI GEOGNOSTICHE LOTTO 2****SONDAGGIO n°****FB14**DATA RILEVAMENTO:
Giugno 2013

Coordinate Geografiche (WGS84-ETRF2000)

Lat.= 44° 24277430 N Long.= 9° 11511222 E

Coordinate Piane (Rettilinee locali)

X= 83187,389 Y= 13435,112

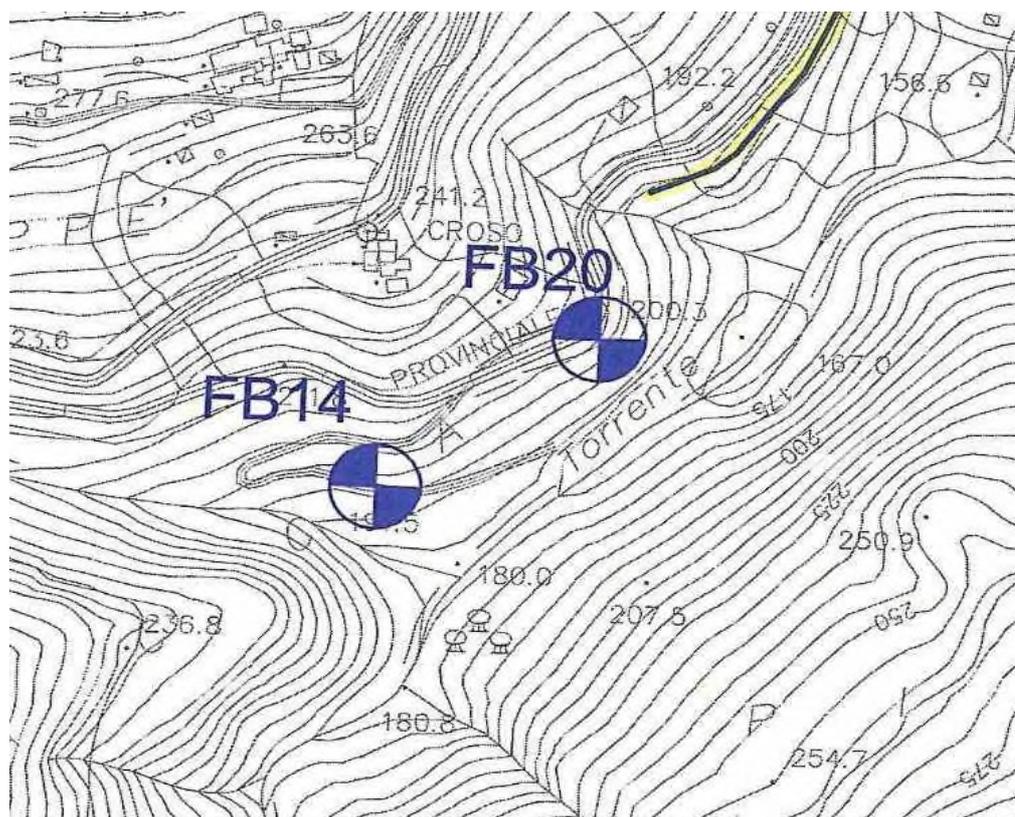
Coordinate Piane (GAUSS-BOAGA)

Nord= 4917195,173 Est= 1515755,657

QUOTA 194,092 m slm



DESCRIZIONE: Dalla strada provinciale di Tribogna al Km 4 + 300 si scende a sx su strada bianca comunale, dopo 25 m dal primo tornante a bordo strada c'è pozzetto in ghisa



Rev 0 Data Giugno 2013

CERTIFICATO N° C5435

SPELIMENTATORE
Dott. Geol. P. Pasqualetto

DIRETTORE
Dott. Geol. T. Vicenzetto

COMMITTENTE SPEA SPA

PROGETTO TUNNEL VAL FONTANABUONA - GENOVA

PERFORAZIONE N. FB 14 DATA INIZIO 20/04/2013 ULTIMAZIONE 22/04/2013

COORDINATE: Nord Est QUOTA P.C. =

RESPONSABILE Dott. P. Pasqualetto OPERATORE Sig. Buncic ATTREZZATURA Mustang A 65

Da m	20.00	A m	30.00	Profondità Finale m	30.00	PAG.	2	DI	2
------	-------	-----	-------	---------------------	-------	------	---	----	---

DESCRIZIONE STRATIGRAFICA

PROFONDITÀ m da p.c.	SINBOLOGIA STRATIGRAFICA	CAMPION		POCKET PENETROMETER Kg/cm ²	TORNYAKI Kg/cm ²	S.P.T.	
		NUMERO	PROFONDITÀ m da p.c.			N	H
30.00		CR 6	23.00 23.35				
		CR 7	27.50 27.75				

Alternanza di calcare marnoso, mama calcarea e mama di colore grigio scuro con livelli decimetrici di calcarenite fine; struttura laminata pian-parallelata, da suborizzontale a 10°- 20°; vene e lenti calcitiche plurim nei livelli calcarenitici; rare lenti di quarzo nei livelli arenacei; roccia non ossidata; a 26.2 frattura con striature, liscia, aperta con cristalli di calcite

VICENZETTO S.r.l. - 35040 VILLA ESTENSE (PD) - VIA MUNICIPIO n. 18 - TEL. 0429/91798 - FAX 0429/91200 - info@vicenzetto.it

<input type="checkbox"/> CAMPIONE RIMANEGGIATO <input checked="" type="checkbox"/> CAMPIONE RIMANEGGIATO DA S.P.T. <input checked="" type="checkbox"/> CAMPIONE RIMANEGGIATO AMBIENTALE <input type="checkbox"/> SPEZZONE DI CAROTA <input type="checkbox"/> CAMPIONE INDISTURBATO PARETI SOTTILI <input type="checkbox"/> CAMPIONE INDISTURBATO A PISTONE <input type="checkbox"/> CAMPIONE INDISTURBATO ROTATIVO	RILIEVO ACQUA IN FORO DURANTE LA PERFORAZIONE				NOTE	
	PROF. FORO (m DA P.C.)	PROF. RIVES. (m DA P.C.)	SERA		MATTINA	
			Data	H (m da p.c.)	Data	H (m da p.c.)
				ATTREZZATURA PER SPT PESO MAGLIO 63.5 kg ALTEZZA CADUTA 76 cm ASTE Ø 50 mm PESO ASTE 7.2 kg/m PUNTA CHIUSA <input type="checkbox"/>		

PROVE IN FORO	<input checked="" type="checkbox"/> PROVA LUGEON	<input type="checkbox"/> PROVA DILATOMETRICA	<input checked="" type="checkbox"/> PROVA PRESSIOMETRICA
---------------	--	--	--

MANOVRA DI CAROTAGGIO	I.C.R. %	S.C.R. %	R.Q.D. %	DIMENSIONE SPEZZONI			PROVE		STRUMENTAZIONE		METODO DI PERFORAZIONE	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	RIVESTIMENTO	DATA
				< 5 cm	5-10 cm	> 10 cm	NUMERO	PROFONDITA' m da p.c.	PIEZOMETRO					
									TUBO APERTO Ø 2"					
20.70	100		75	2	2	4								
		74	2	3	3									
		60	2	5	3									
23.60		75	1	2	4									
		72	1	3	5									
		70		5	4									
26.60		75	2	4	4									
		82	6	1	5									
		74	4		6									
29.50		34	5	6	3									
30.00														

SONDAGGIO FB14



CASSA 1 DA 0.00 A 5.00 m



CASSA 2 DA 5.00 A 10.00 m

SONDAGGIO FB14



CASSA 3 DA 10.00 A 15.00 m



CASSA 4 DA 15.00 A 20.00 m

SONDAGGIO FB14



CASSA 5 DA 20.00 A 25.00 m



CASSA 6 DA 25.00 A 30.00 m

SONDAGGIO FB14

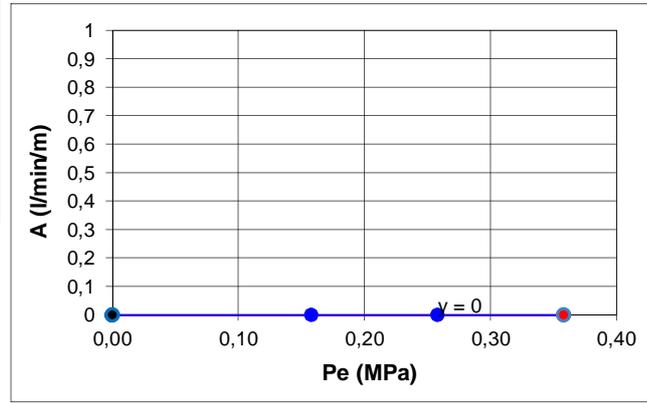
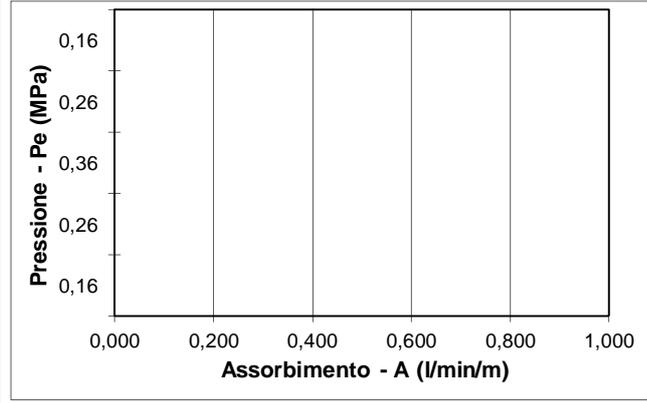


Postazione FB14

COMMITTENTE: SPEA
CANTIERE: VAL FONTANABUONA
SONDAGGIO n°: FB14
DATA ESECUZIONE: 21/04/2013
PROVA LUGEON N°: 1
CERTIFICATO: C000
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: C006/13

DURATA DELLA PROVA:	min	PROFONDITA' FONDO FORO	-16,70	m da p.c.
ALTEZZA MANOMETRO	0,60	PROFONDITA' OTTURATORE	-12,00	m da p.c.
LIVELLO ACQUA INIZIALE	-5,30	TRATTO DI PROVA	L 4,70	m
LIVELLO ACQUA FINALE	-5,30	DIAMETRO TASCA DI PROVA	D 0,101	m
		COEFFICIENTE DI FORMA	C 6,51	
INTERVALLO DI PROVA da 12 a 16,7 m		DIAMETRO TUBO INIEZIONE	25,40	mm

VALORI MISURATI				VALORI CALCOLATI										
t	Pm	Volume	Portata	t	Pm	Volume	Portata	Pm	H	Pc	Pe	Portata	A	Au
min	MPa	litri	l/min	min	MPa	litri	l/min	MPa	m H2O	MPa	MPa	l/min	l/min/m	A/1bar
0	0,10	543,0		0	0,10	548,0		0,10	5,90	0,00	0,158	0,00	0,000	0,000
2	0,10	543,0	0,00	2	0,10	548,0	0,00	0,20	5,90	0,00	0,258	0,00	0,000	0,000
4	0,10	543,0	0,00	4	0,10	548,0	0,00	0,30	5,90	0,00	0,358	0,00	0,000	0,000
6	0,10	543,0	0,00	6	0,10	548,0	0,00	0,20	5,90	0,00	0,258	0,00	0,000	0,000
8	0,10	543,0	0,00	8	0,10	548,0	0,00	0,10	5,90	0,00	0,158	0,00	0,000	0,000
10	0,10	543,0	0,00	10	0,10	548,0	0,00							
0	0,20	545,0												
2	0,20	545,0	0,00											
4	0,20	545,0	0,00											
6	0,20	545,0	0,00											
8	0,20	545,0	0,00											
10	0,20	545,0	0,00											
0	0,30	544,0												
2	0,30	544,0	0,00											
4	0,30	544,0	0,00											
6	0,30	544,0	0,00											
8	0,30	544,0	0,00											
10	0,30	544,0	0,00											
0	0,20	545,0												
2	0,20	545,0	0,00											
4	0,20	545,0	0,00											
6	0,20	545,0	0,00											
8	0,20	545,0	0,00											
10	0,20	545,0	0,00											



Pm: Pressione letta al manometro in superficie
 Pe: Pressione corretta ($Pe = P_m + H - Pc$)
 Pc: Perdita di carico nel circuito
 H: Distanza tra manometro e livello statico della falda
 Au: Assorbimento unitario (l/min/m alla pressione Pe di 1 bar)

LITOLOGIA **Argillite** UL (l/min/m con P=1MPa)= **0,3** Unità Lugeon
 $K = (Q / Pe) (g_w / C) =$ **0,00E+00** Permeabilità equivalente
 NOTE Curva rossa=carico, Curva blu=scarico, Curva nera=media

DATA	mag-13	Lo Sperimentatore	Dott. Geol. P. Pasqualetto	Il Direttore	Dott. Geol. T. Vicenzetto
-------------	--------	--------------------------	----------------------------	---------------------	---------------------------

VICENZETTO S. r. l. 35040 VILLA ESTENSE (PD) VIA MUNICIPIO N° 18 TEL 0429/91798 FAX 0429/91200

DATI PROVA

COMMITTENTE: **SPEA SPA**PROF. PROVA (m): **15,5**LOCALITA': **VAL FONTANABUONA (GE)**DIAMETRO SONDAGGIO (mm): **102,2**SONDAGGIO: **FB14**UTENSILE DI PERFORAZIONE: **CAROTIERE DOPPIO**PROVA N.: **D1**INCLINAZIONE (°): **90**DATA: **22/04/2013**ESECUZ. ED INTERPRETAZIONE: **DOTT. COLOTTI**

STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

TIPO STRUMENTO: **DILATOMETRO FLESSIBILE DILAROC**CENTRAL.ACQUISIZIONE: **LM 99/16 MOD. DMP 02/95**DIAMETRO GUAINA (mm): **95**SONDA: **N° 14D01**

TIPO GUAINA:

PRESSIONE MAX. (Mpa):

DATI LITOLGICI

LITOLOGIA: **ARGILLITE**RQD (stimato): **81 %**

PROFONDITA' FALDA DA p.c.:

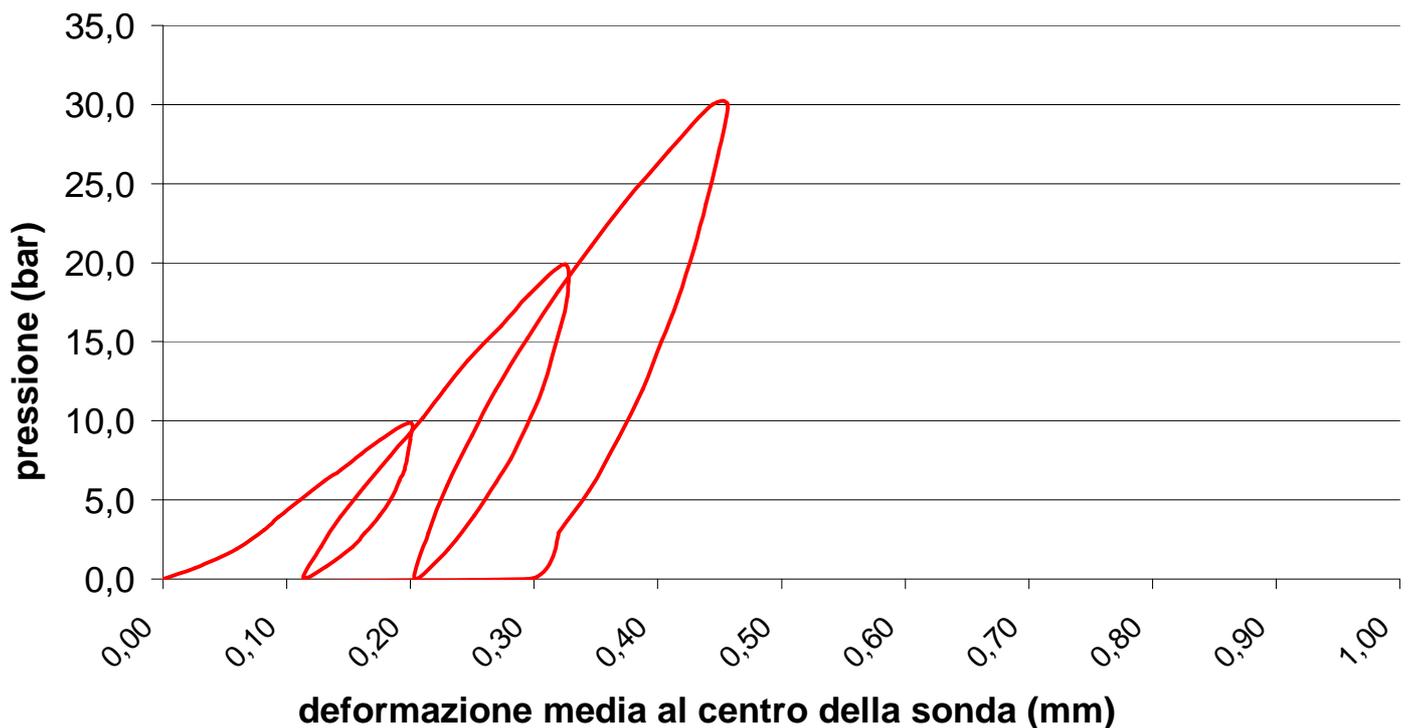
GRADO DI ALTERAZIONE:

MODULO DI DEFORMAZIONE: **Ed**
1199 Mpa
CALCOLATO SUL 2° CARICO

MODULO ELASTICO: **Ee**
2084 Mpa
CALCOLATO SUL 2° SCARICO

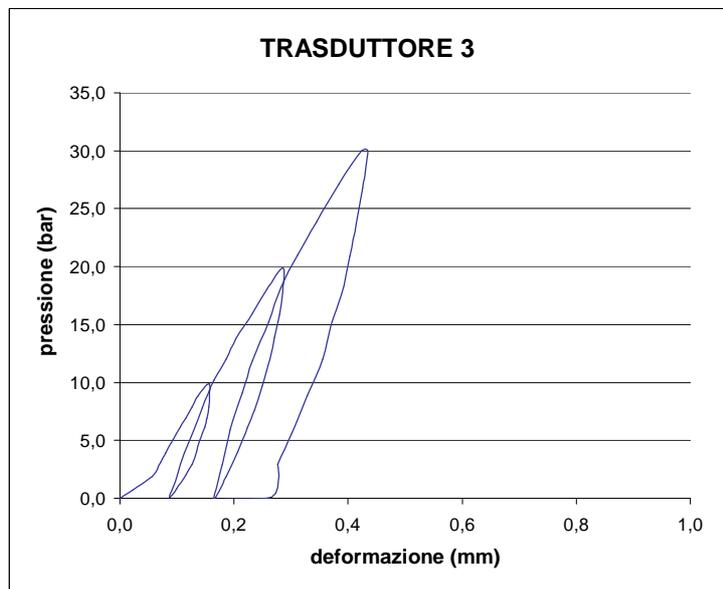
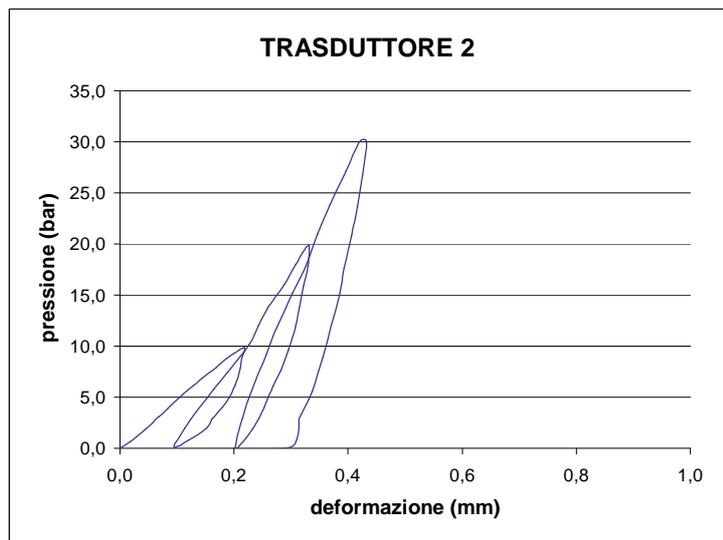
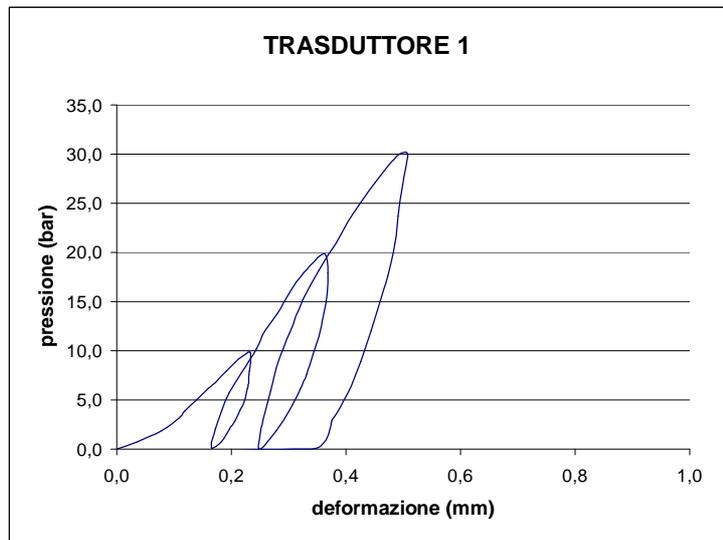
GRAFICO PRESSIONE - DEFORMAZIONE

(deformazione ricavata dalla media dei tre trasduttori)



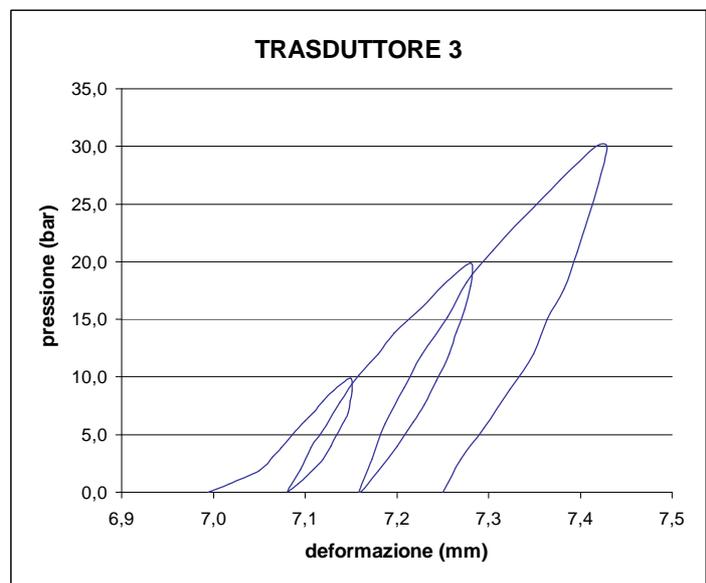
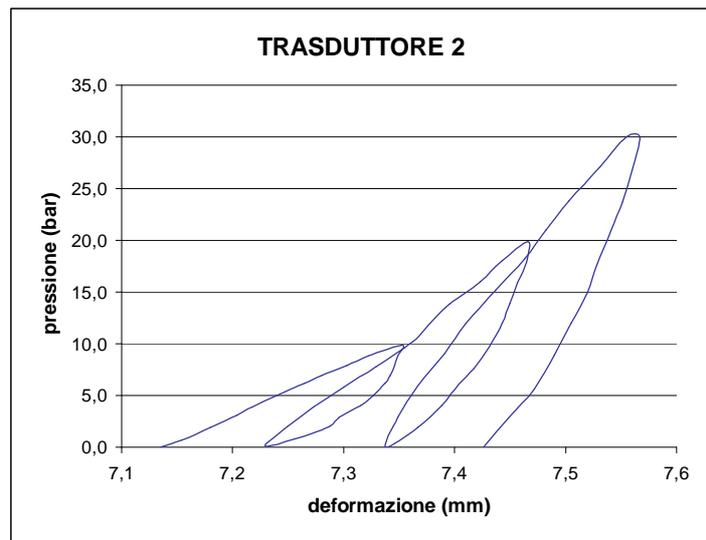
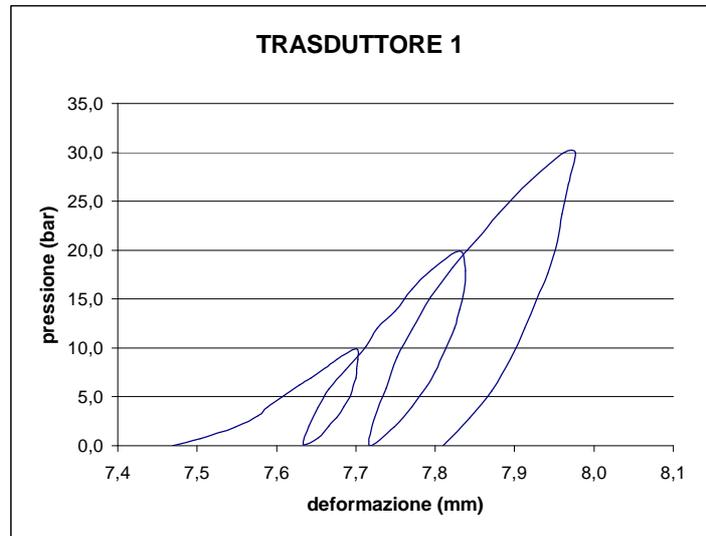
VALORI REGISTRATI DAI SINGOLI TRASDUTTORI (valori relativi)

Tempo (min)	Pressione (bar)	trasd. 1 (mm)	trasd. 2 (mm)	trasd. 3 (mm)	media (mm)
0,0	5,2	0,000	0,000	0,000	0,000
0,5	5,9	0,035	0,019	0,023	0,024
1,0	7,1	0,079	0,045	0,056	0,057
1,5	8,3	0,108	0,069	0,071	0,079
2,0	9,1	0,119	0,083	0,080	0,091
2,5	10,2	0,139	0,105	0,092	0,109
3,0	11,4	0,160	0,130	0,106	0,128
3,5	12,1	0,174	0,145	0,115	0,141
4,0	13,1	0,191	0,168	0,126	0,157
4,5	14,0	0,207	0,187	0,137	0,172
5,0	15,1	0,231	0,218	0,155	0,195
5,5	14,0	0,233	0,214	0,157	0,196
6,0	13,1	0,232	0,211	0,155	0,194
6,5	12,1	0,231	0,207	0,153	0,191
7,0	11,4	0,228	0,202	0,149	0,187
7,5	10,2	0,224	0,192	0,140	0,178
8,0	9,2	0,216	0,180	0,134	0,170
8,5	8,1	0,207	0,161	0,126	0,158
9,0	7,2	0,197	0,152	0,115	0,147
9,5	6,0	0,183	0,121	0,099	0,126
10,0	5,3	0,165	0,094	0,087	0,107
10,5	7,2	0,172	0,114	0,101	0,122
11,0	9,1	0,183	0,138	0,113	0,139
11,5	11,0	0,197	0,165	0,129	0,159
12,0	13,0	0,218	0,194	0,144	0,180
12,5	15,4	0,244	0,227	0,165	0,206
13,0	17,2	0,258	0,243	0,186	0,224
13,5	19,0	0,281	0,260	0,203	0,243
14,0	21,2	0,302	0,288	0,233	0,271
14,5	23,2	0,327	0,308	0,257	0,294
15,0	25,1	0,362	0,331	0,286	0,323
15,5	23,1	0,369	0,330	0,286	0,325
16,0	21,1	0,367	0,322	0,280	0,319
16,5	19,1	0,362	0,315	0,271	0,312
17,0	17,2	0,355	0,308	0,263	0,304
17,5	14,9	0,343	0,296	0,249	0,291
18,0	12,8	0,331	0,282	0,236	0,278
18,5	11,3	0,320	0,269	0,224	0,265
19,0	9,2	0,302	0,253	0,206	0,248
19,5	7,1	0,279	0,232	0,186	0,226
20,0	5,2	0,248	0,203	0,165	0,200
20,5	8,1	0,255	0,214	0,179	0,212
21,0	11,1	0,269	0,232	0,193	0,227
21,5	14,3	0,283	0,256	0,214	0,248
22,0	17,1	0,302	0,275	0,233	0,267
22,5	20,4	0,325	0,302	0,261	0,294
23,0	23,4	0,353	0,328	0,282	0,318
23,5	26,2	0,383	0,347	0,311	0,345
24,0	29,0	0,411	0,368	0,344	0,372
24,5	32,3	0,451	0,396	0,384	0,408
25,0	35,2	0,493	0,420	0,423	0,443
25,5	35,2	0,508	0,432	0,435	0,456
26,0	32,0	0,499	0,425	0,426	0,447
26,5	28,9	0,491	0,416	0,414	0,438
27,0	26,1	0,485	0,406	0,403	0,428
27,5	22,8	0,473	0,393	0,388	0,415
28,0	20,2	0,459	0,385	0,370	0,401
28,5	17,2	0,444	0,370	0,355	0,386
29,0	14,1	0,426	0,355	0,329	0,366
29,5	10,8	0,402	0,337	0,301	0,342
30,0	8,1	0,375	0,314	0,276	0,317
30,5	5,2	0,341	0,291	0,256	0,292
31,0					
31,5					
32,0					
32,5					
33,0					
33,5					
34,0					
34,5					
35,0					
35,5					
36,0					
36,5					



VALORI REGISTRATI DAI SINGOLI TRASDUTTORI (valori assoluti)

Tempo (min)	Pressione (bar)	trasd. 1 (mm)	trasd. 2 (mm)	trasd. 3 (mm)	media (mm)
0,0	5,2	7,469	7,135	6,994	7,194
0,5	5,9	7,504	7,154	7,017	7,219
1,0	7,1	7,548	7,180	7,050	7,253
1,5	8,3	7,577	7,204	7,065	7,276
2,0	9,1	7,588	7,218	7,074	7,287
2,5	10,2	7,608	7,240	7,086	7,305
3,0	11,4	7,629	7,265	7,100	7,325
3,5	12,1	7,643	7,280	7,109	7,337
4,0	13,1	7,660	7,303	7,120	7,354
4,5	14,0	7,676	7,322	7,131	7,369
5,0	15,1	7,700	7,353	7,149	7,394
5,5	14,0	7,702	7,349	7,151	7,394
6,0	13,1	7,701	7,346	7,149	7,392
6,5	12,1	7,700	7,342	7,147	7,389
7,0	11,4	7,697	7,337	7,143	7,385
7,5	10,2	7,693	7,327	7,134	7,377
8,0	9,2	7,685	7,315	7,128	7,369
8,5	8,1	7,676	7,296	7,120	7,357
9,0	7,2	7,666	7,287	7,109	7,347
9,5	6,0	7,652	7,256	7,093	7,326
10,0	5,3	7,634	7,229	7,081	7,308
10,5	7,2	7,641	7,249	7,095	7,321
11,0	9,1	7,652	7,273	7,107	7,337
11,5	11,0	7,666	7,300	7,123	7,356
12,0	13,0	7,687	7,329	7,138	7,378
12,5	15,4	7,713	7,362	7,159	7,404
13,0	17,2	7,727	7,378	7,180	7,422
13,5	19,0	7,750	7,395	7,197	7,440
14,0	21,2	7,771	7,423	7,227	7,467
14,5	23,2	7,796	7,443	7,251	7,490
15,0	25,1	7,831	7,466	7,280	7,519
15,5	23,1	7,838	7,465	7,280	7,521
16,0	21,1	7,836	7,457	7,274	7,515
16,5	19,1	7,831	7,450	7,265	7,508
17,0	17,2	7,824	7,443	7,257	7,501
17,5	14,9	7,812	7,431	7,243	7,488
18,0	12,8	7,800	7,417	7,230	7,475
18,5	11,3	7,789	7,404	7,218	7,463
19,0	9,2	7,771	7,388	7,200	7,446
19,5	7,1	7,748	7,367	7,180	7,424
20,0	5,2	7,717	7,338	7,159	7,397
20,5	8,1	7,724	7,349	7,173	7,408
21,0	11,1	7,738	7,367	7,187	7,424
21,5	14,3	7,752	7,391	7,208	7,444
22,0	17,1	7,771	7,410	7,227	7,463
22,5	20,4	7,794	7,437	7,255	7,489
23,0	23,4	7,822	7,463	7,276	7,514
23,5	26,2	7,852	7,482	7,305	7,540
24,0	29,0	7,880	7,503	7,338	7,567
24,5	32,3	7,920	7,531	7,378	7,603
25,0	35,2	7,962	7,555	7,417	7,638
25,5	35,2	7,977	7,567	7,429	7,651
26,0	32,0	7,968	7,560	7,420	7,642
26,5	28,9	7,960	7,551	7,408	7,633
27,0	26,1	7,954	7,541	7,397	7,623
27,5	22,8	7,942	7,528	7,382	7,610
28,0	20,2	7,928	7,520	7,364	7,597
28,5	17,2	7,913	7,505	7,349	7,582
29,0	14,1	7,895	7,490	7,323	7,562
29,5	10,8	7,871	7,472	7,295	7,538
30,0	8,1	7,844	7,449	7,270	7,513
30,5	5,2	7,810	7,426	7,250	7,488
31,0					
31,5					
32,0					
32,5					
33,0					
33,5					
34,0					
34,5					
35,0					
35,5					
36,0					
36,5					

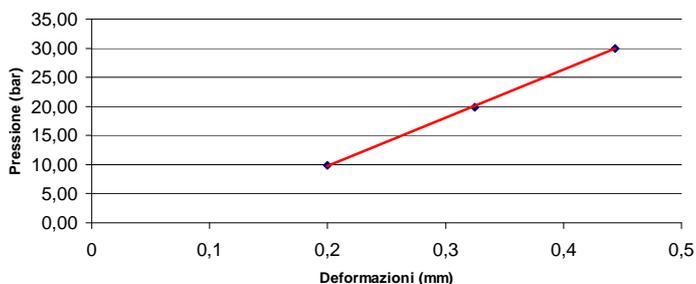


MODULI DI DEFORMAZIONE E MODULI ELASTICI CALCOLATI PER OGNI TRASDUTTORE E SULLA DEFORMAZIONE MEDIA

CICLO DI CARICO	MODULO DI PRIMO CARICO E_d (Mpa)								CICLO DI CARICO	MODULO DI DEFORMAZIONE E_d (Mpa)							
	TRASDUTTORE 1		TRASDUTTORE 2		TRASDUTTORE 3		MEDIA			TRASDUTTORE 1		TRASDUTTORE 2		TRASDUTTORE 3		MEDIA	
	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)		P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)
2°	10,2	19,9	10,2	19,9	10,2	19,9	10,2	19,9	1°	0,0	9,9	0,0	9,9	0,0	9,9	0,0	9,9
	1050	1192	1024	1078	548	580	816	633									
3°	21,0	30,0	21,0	30,0	21,0	30,0	21,0	30,0	2°	0,1	19,9	0,1	19,9	0,1	19,9	0,1	19,9
	1045	1575	1027	1174	1284	1068	1271	1199									
									3°	0,0	30,0	0,0	30,0	0,0	30,0	0,0	30,0
								1565		1767	1486	1591					

CICLO DI RICARICO	MODULO DI RICARICO E_d (Mpa)								CICLO DI SCARICO	MODULO ELASTICO E_e (Mpa)							
	TRASDUTTORE 1		TRASDUTTORE 2		TRASDUTTORE 3		MEDIA			TRASDUTTORE 1		TRASDUTTORE 2		TRASDUTTORE 3		MEDIA	
	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)		P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)
2°	0,1	10,2	0,1	10,2	0,1	10,2	0,1	10,2	1°	9,9	0,1	9,9	0,1	9,9	0,1	9,9	0,1
	1634	970	1655	1344	1897	1010	1842	1456									
3°	0,0	21,0	0,0	21,0	0,0	21,0	0,0	21,0	2°	19,9	0,0	19,9	0,0	19,9	0,0	19,9	0,0
	1988	1863	1838	1877	2231	1987	2102	2084									
									3°	30,0	0,0	30,0	0,0	30,0	0,0	30,0	0,0
								2295		2719	2142	2352					

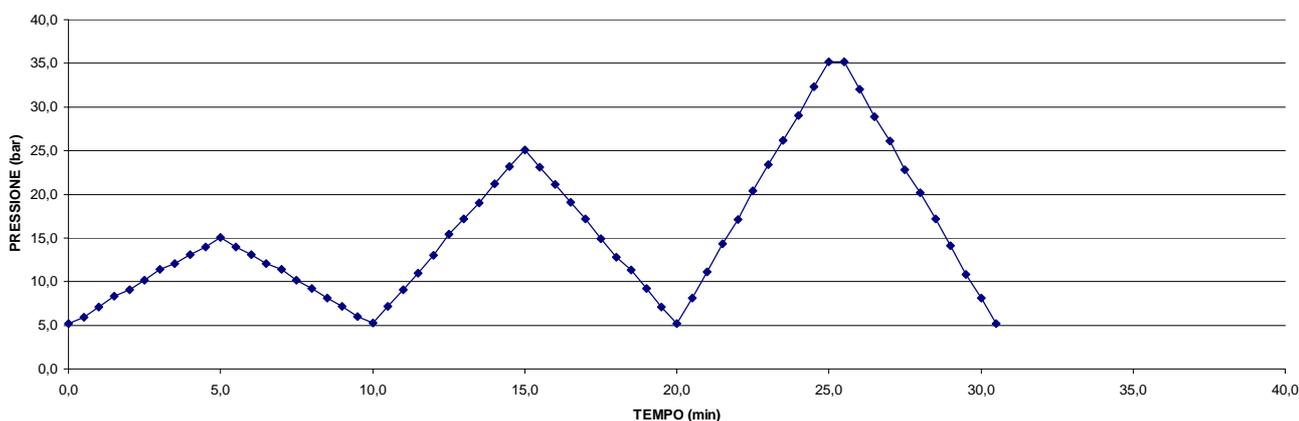
INTERPOLAZIONE PICCHI MASSIMI



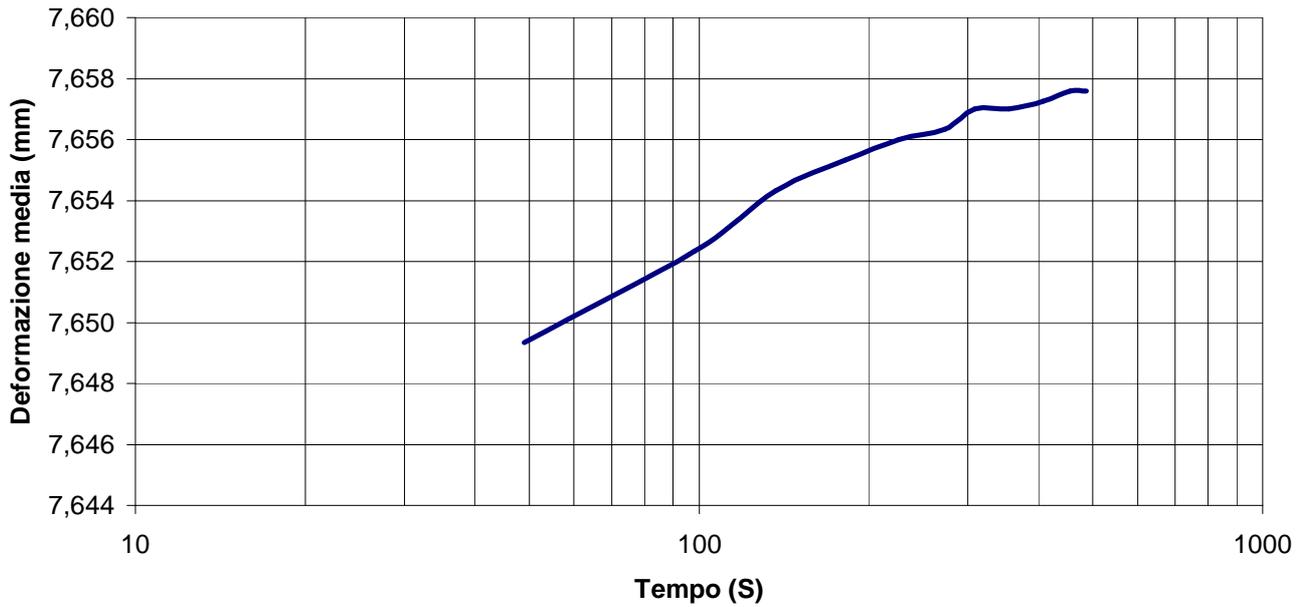
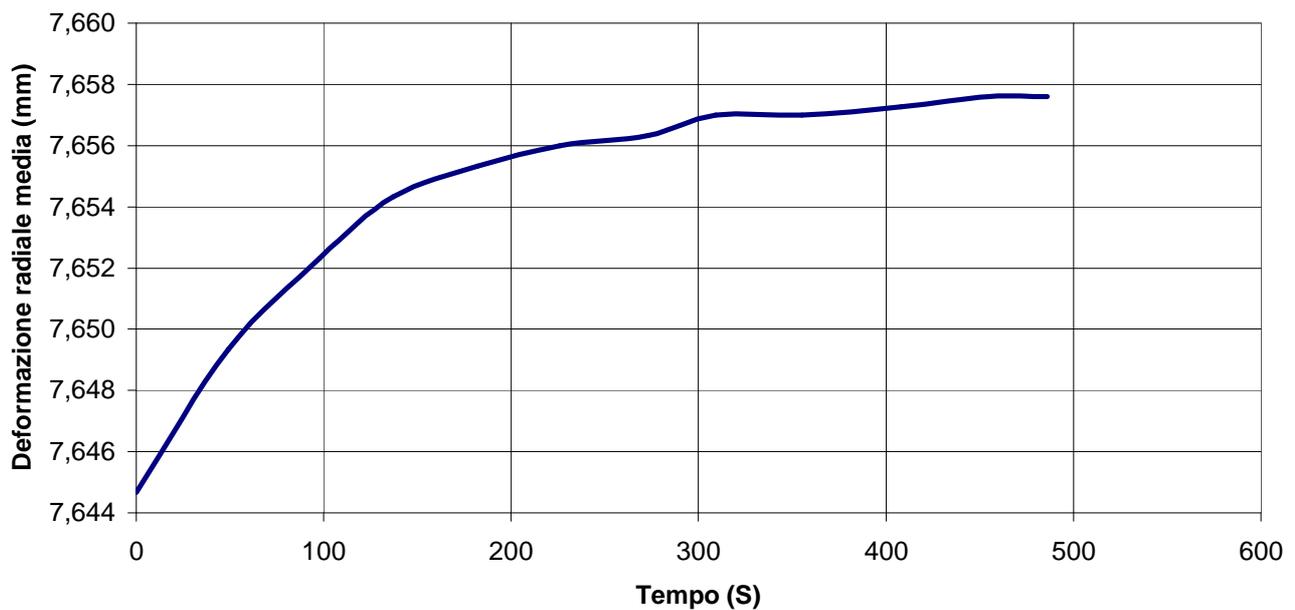
MODULO RICAIVATO DALL'INTERPOLAZIONE DEI VALORI MASSIMI DI PRESSIONE RAGGIUNTI AD OGNI CICLO

$$E_d = \mathbf{1052} \text{ Mpa}$$

DIAGRAMMA PRESSIONE - TEMPO

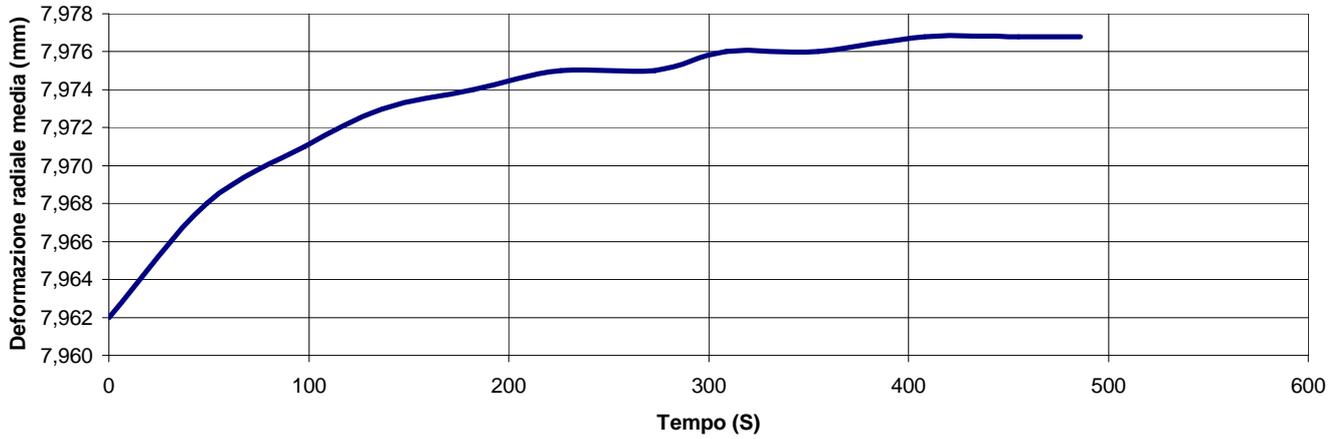


PROVA DI CREEP

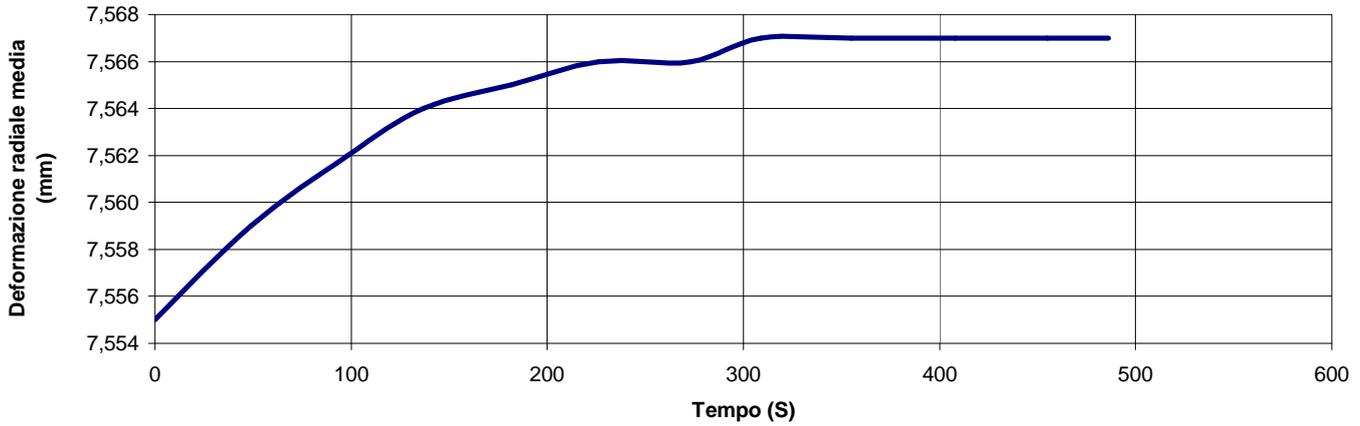
DEFORMAZIONE RADIALE MEDIA - LOG TEMPO (s)**DEFORMAZIONE RADIALE MEDIA -TEMPO (s)**

PROVA DI CREEP

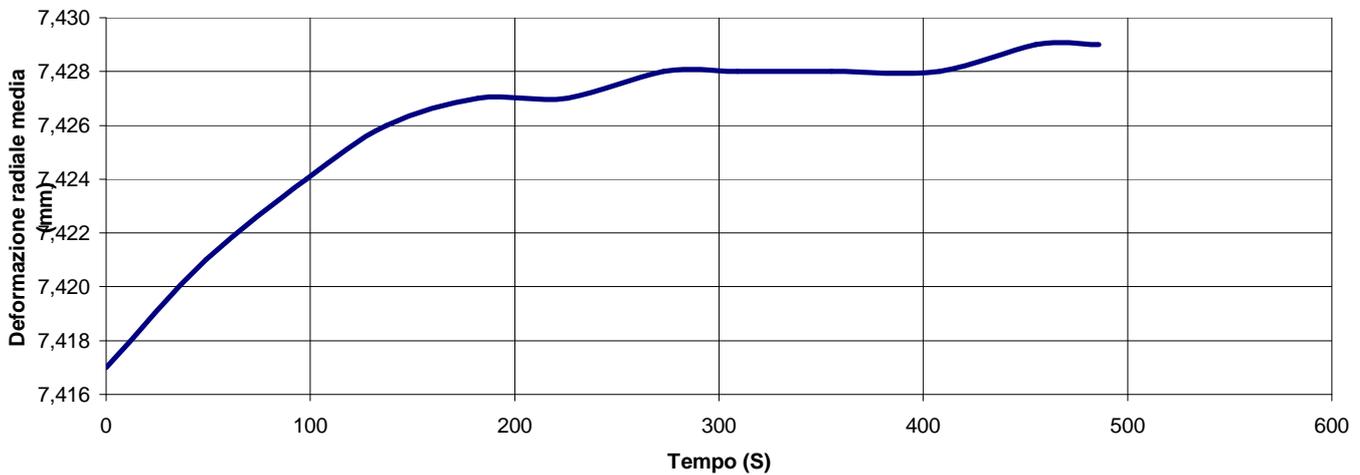
DEFORMAZIONE RADIALE TRASDUTTORE D1 (mm) -TEMPO (s)



DEFORMAZIONE RADIALE TRASDUTTORE D2 (mm) -TEMPO (s)



DEFORMAZIONE RADIALE TRASDUTTORE D3 (mm) -TEMPO (s)



COMMITTENTE : SPEA S. p. A.

CANTIERE : Val Fontanabuona

SONDAGGIO N°: FB 14

DATA ESECUZIONE: 20/04/2013

PROVA N°: MPM 1

PROFONDITA' (m) 6,80

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: C005/13

CERTIFICATO N°: C 0000

H MANOMETRO (m da p.c.): 1,2

TECNICO : Dott.P. Pasqualetto

PRESSIOMETRO: APAGEO 10 MPa

SONDA : Tricellulare BX- diam. 60 mm

GUAINA : Gomma rinforzata

MEMBRANA: Gomma

MODALITA' DI INSTALLAZIONE: Carotaggio a secco

Volume iniziale sonda (Vo) 535

ATTREZZO DI PERFORAZIONE: Carotiere 62 mm

LIVELLO ACQUA IN FORO: 5,30 m da p.c.

LITOLOGIA Argillite alterata

LETTURE			VALORI CALCOLATI						
P	V30"	V60"	V60-V30	V _n -V _{n-1}	Corr. V	V corret.	P(H2O)	Cor. P	P corretta
MPa	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	MPa	Mpa	MPa
0	24	24	0	0	0,35	23,7	0,065	0,013	0,052
0,05	58	65	7	41	0,54	64,5	0,065	0,035	0,080
0,10	119	132	13	67	0,63	131,4	0,065	0,070	0,095
0,15	182	186	4	54	0,77	185,2	0,065	0,099	0,116
0,20	200	201	1	15	1,05	199,9	0,065	0,107	0,158
0,25	212	213	1	12	1,34	211,7	0,065	0,114	0,201
0,30	221	221	0	8	1,65	219,4	0,065	0,118	0,247
0,35	228	228	0	7	1,96	226,0	0,065	0,122	0,293
0,30	226	226	0	-2	1,63	224,4	0,065	0,121	0,244
0,25	224	224	0	-2	1,30	222,7	0,065	0,120	0,195
0,20	219	219	0	-5	0,99	218,0	0,065	0,117	0,148
0,25	224	224	0	5	1,30	222,7	0,065	0,120	0,195
0,30	227	227	0	3	1,63	225,4	0,065	0,121	0,244
0,40	232	233	1	6	2,27	230,7	0,065	0,124	0,341
0,50	234	234	0	1	2,93	231,1	0,065	0,125	0,440
0,60	240	241	1	7	3,58	237,4	0,065	0,129	0,536
0,70	248	248	0	7	4,22	243,8	0,065	0,132	0,633
0,80	256	257	1	9	4,85	252,1	0,065	0,137	0,728
0,90	265	266	1	9	5,49	260,5	0,065	0,142	0,823
1,00	275	277	2	11	6,11	270,9	0,065	0,148	0,917
1,10	280	282	2	5	6,76	275,2	0,065	0,150	1,015
1,20	288	291	3	9	7,40	283,6	0,065	0,155	1,110
1,50	345	349	4	58	9,19	339,8	0,065	0,186	1,379

TARATURA SONDA

TARATURA DI P	
P (MPa)	V (cm ³)
0	0
0,05	63
0,10	146
0,15	210
0,20	327
0,25	410
0,30	532

TARATURA DI V	
P (MPa)	V (cm ³)
0	0
0,2	110
0,4	118
0,8	122
1,0	126
1,5	127
2,0	129
2,5	132

MODULO PRESSIOMETRICO

$$E = 2.66((535 + (V1 + V2/2)) * (P2 - P1 / V2 - V1))$$

$$P1 = 0,116 \quad P2 = 0,293$$

$$V1 = 185,23 \quad V2 = 226,04$$

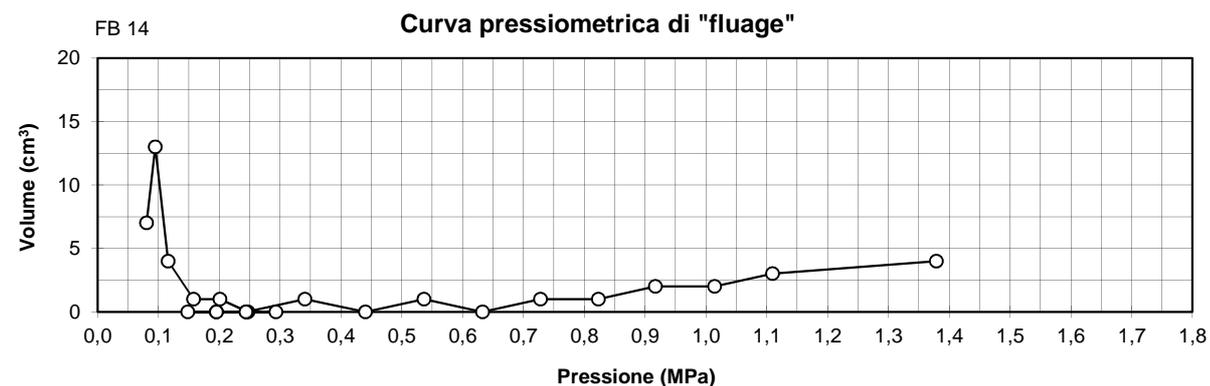
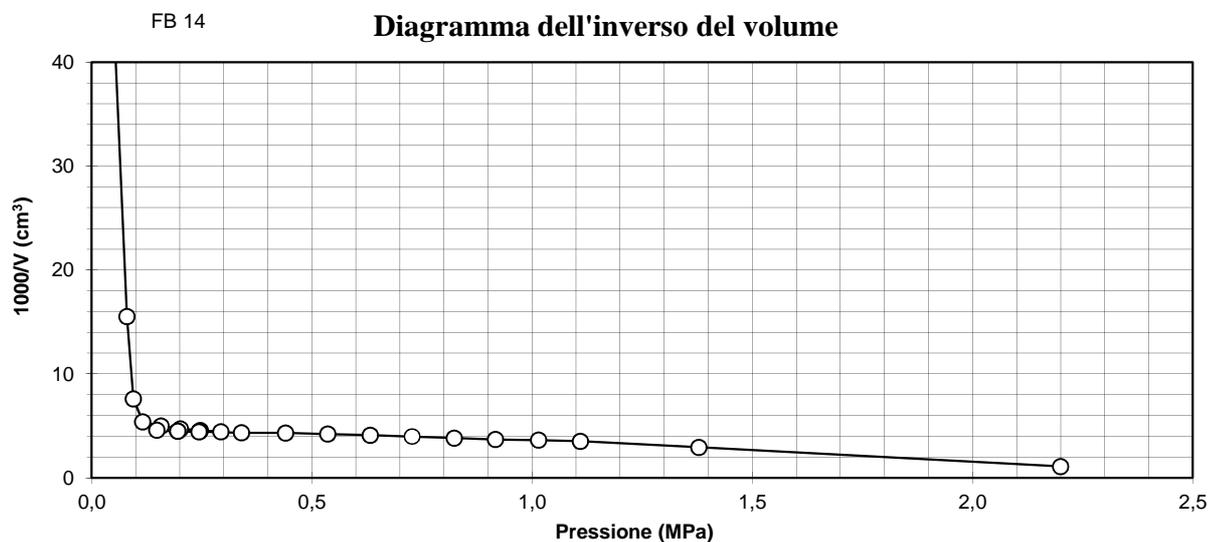
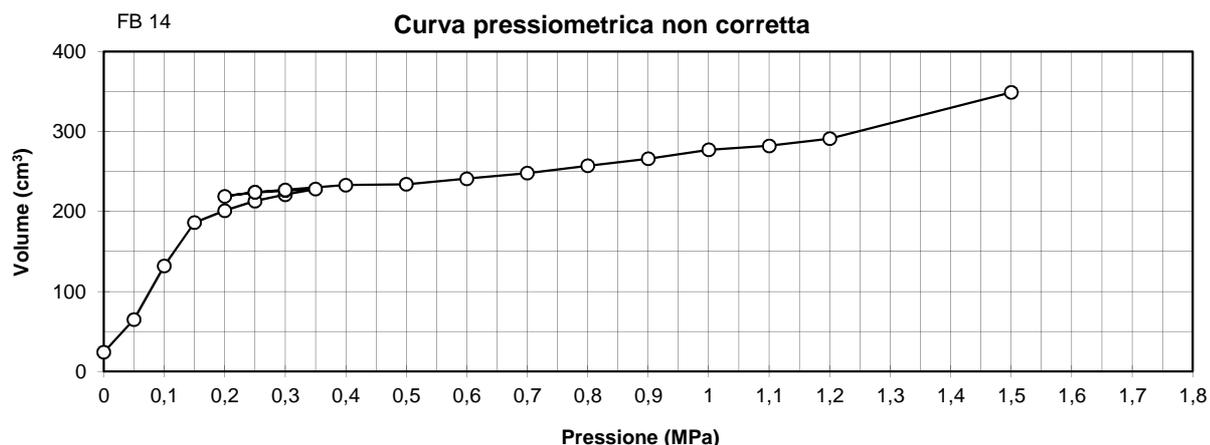
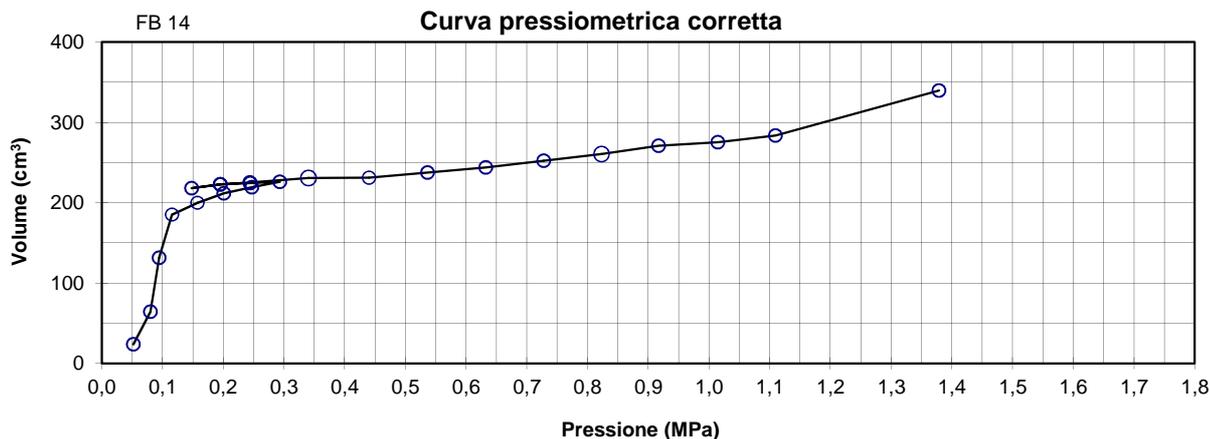
$$E = 8,57 \text{ MPa}$$

NOTE

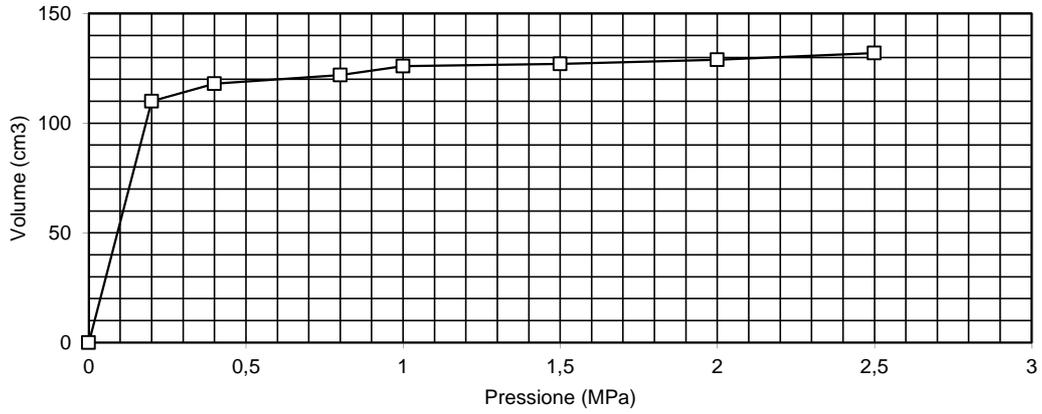
$$Po = 0,116 \text{ MPa} \quad vo = 185,2 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$Pf = 0,293 \text{ MPa} \quad Vf = 226,0 \text{ (cm}^3\text{)}$$

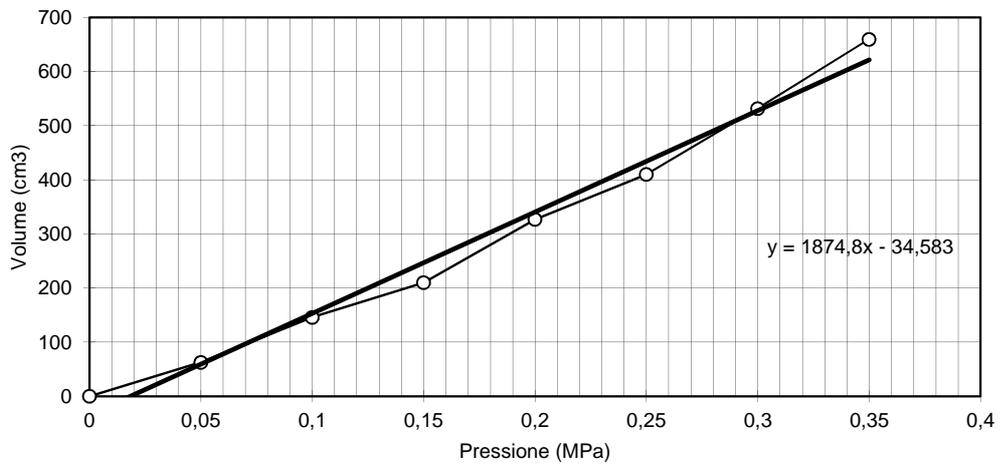
$$Pl = 0,917 \text{ MPa} \quad Vl = 905,5 \text{ (cm}^3\text{)}$$



PROVA PRESSIOMETRICA FB14-1- TARATURA SONDA - (VOLUME)



PROVA PRESSIOMETRICA FB14-1- TARATURA SONDA - (PRESSIONE)



ALLEGATO C

SONDAGGIO FB 20

Certificato rilievo topografico

Certificato stratigrafico

Foto delle carote

Certificato prova di permeabilità lugeon

Certificato prova dilatometrica

SPEA S.p.A.**TUNNEL VAL FONTANABUONA - GENOVA
INDAGINI GEOGNOSTICHE LOTTO 2****SONDAGGIO n°****FB20**DATA RILEVAMENTO:
Giugno 2013

Coordinate Geografiche (WGS84-ETRF2000)

Lat.= 44° 24308119 N Long.= 9° 11573209 E

Coordinate Piane (Rettilinee locali)

X= 83324,314 Y= 13530,165

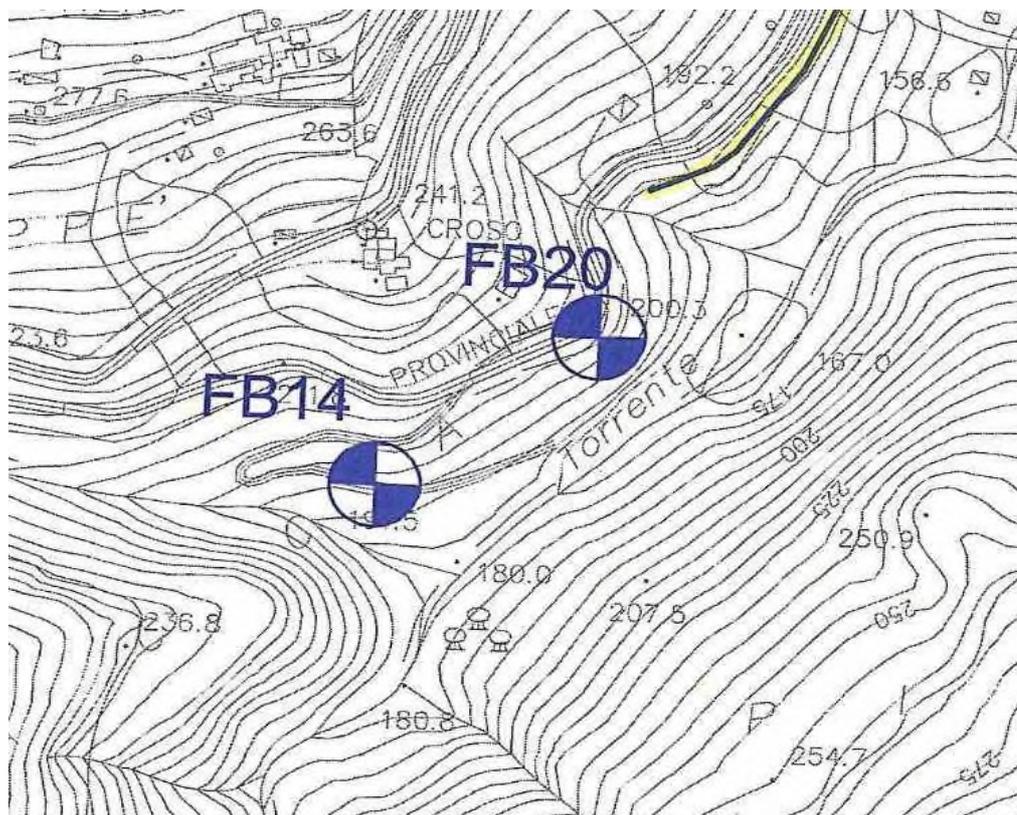
Coordinate Piane (GAUSS-BOAGA)

Nord= 4917290,195 Est= 1515892,526

QUOTA 199,287 m slm



DESCRIZIONE: Dalla strada provinciale di Tribogna al Km 4 + 300 in banchina destra



COMMITTENTE SPEA SPA

PROGETTO TUNNEL VAL FONTANABUONA - GENOVA

PERFORAZIONE N. FB 20 DATA INIZIO 22/04/2013 ULTIMAZIONE 23/04/2013

COORDINATE: Nord Est QUOTA P.C. =

RESPONSABILE Dott. P. Pasqualetto OPERATORE Sig. Buncic ATTREZZATURA Mustang A 65

VICENZETTO S.r.l. - 35040 VILLA ESTENSE (PD) - VIA MUNICIPIO n. 18 - TEL. 0429/91798 - FAX 0429/91200 - info@vicenzetto.it

Da m 0.00		A m 20.00		Profondità Finale m 20.00		PAG. 1 DI 1		CAMPIONI		POCKET PENETROMETER Kg/cm ²	TORVANE Kg/cm ²	S.P.T.		
DESCRIZIONE STRATIGRAFICA								NUMERO	PROFONDITA' m da p.c.			N	H	
Limo argilloso sabbioso nocciola con clasti angolari di siltite grigio nocciola mm (Ø da <1 cm a 10 cm), presenza radici fino a 0.5 m.								CA 1	0.00	8	1.50	7	1.65	
Argilla limosa sabbiosa con livelli e scaglie di siltite più o meno lapidea di colore nocciola								CA 2	0.30					
								CA 3	1.00					
Argilla c.s. ma con più livelli lapidei; si frantuma in frammenti con il carotaggio, struttura riconoscibile all'interno della carota.								CR 1	1.50	6	3.00	13	3.15	
Argilla c.s., colore grigio marron con livelli verdastri								CR 2	2.00					
								CR 3	3.30					
Siltiti e argilliti grigio verde chiaro, con livelli di arenaria grigia a 6.90 -7.50 e a 8.00 a 8.20 m; roccia ossidata e molto fratturata, struttura laminata suborizzontale; rare lenti di quarzo; da 10.50 a 10.60 m livello di roccia friabile in scaglie centimetriche; 11.30-11.35 m discontinuità con roccia frantumata								CR 4	4.50	4	4.50	9	4.65	
Siltite grigio chiara, massiccia, con patine di ossidazione nerastre sulle discontinuità, stratificazione suborizzontale; rare lenti di quarzo; da 13.70 a 14.60 m frattura subverticale con patine di ossidazione e striature								CR 5	13.10					
								CR 6	15.00					
Siltite c.s. ma non ossidata								CR 7	19.20	18	6.00	50	6.15	
Siltite grigio scura con livelli e bande di colore grigio; struttura laminata suborizzontale; rare lenti di quarzo; roccia non ossidata									19.47					
									20.00					

- CAMPIONE RIMANEGGIATO
- CAMPIONE RIMANEGGIATO DA S.P.T.
- CAMPIONE RIMANEGGIATO AMBIENTALE
- SPEZZONE DI CAROTA
- CAMPIONE INDISTURBATO PARETI SOTTILI
- CAMPIONE INDISTURBATO A PISTONE
- CAMPIONE INDISTURBATO ROTATIVO

RILIEVO ACQUA IN FORO DURANTE LA PERFORAZIONE					
PROF. FORO (m DA P.C.)	PROF. RIVES. (m DA P.C.)	SERA		MATTINA	
		Data	H (m da 11)	Data	H (m da 11)
12.40	7.50	22/04	5.84	23/04	7.15

NOTE

ATTREZZATURA PER SPT

PESO MAGLIO 63.5 kg
 ALTEZZA CADUTA 76 cm
 ASTE Ø 50 mm
 PESO ASTE 7.2 kg/m
 PUNTA CHIUSA

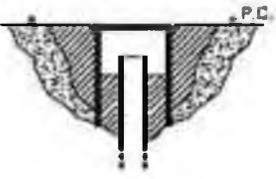
PROVE IN FORO PROVA LUGEON PROVA DILATOMETRICA PROVA PRESSIOMETRICA

MANOVRA DI CAROTAGGIO	T.C.R.	S.C.R.	R.Q.D.	DIMENSIONI SPEZZONI			PROVE		STRUMENTAZIONE		METODO DI PERFORAZIONE	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	RIVESTIMENTO	DATA
				< 5 cm	5-10 cm	> 10 cm	NUMERO	PROFONDITA' m da p.c.	PIEZOMETRO TUBO APERTO Ø 2"					
0.60														
1.00														
1.50														
2.00														
2.60														
3.00														
3.60														
4.00														
4.50														
5.20														
6.00														
6.90														
7.60				15	7	8	1							
8.60				37	5	4	3							
10.00	100			0	7	10		1	11.50				22/04/2013	
11.00				0	8	9			10.00					
12.40				0	8	2								
14.00				0	14	8		1						
15.00				55	7	2	3							
15.00				37		4	2		15.00					
16.80				100			4							
18.00				100			4							
18.00				66	5	2	4							
19.70				65		5	4							
20.00				84	2	1	4							
20.00														

MATERIALE RIPOSTO IN N°4 CASSETTE CATALOGATRICI

T.T. + 0.50 m da p.c.

CHIUSINO CARRABILE



Letture piezometro 24/04/2013 - 5,65 da p.c.

SONDAGGIO FB20



CASSA 1 DA 0.00 A 5.00 m



CASSA 2 DA 5.00 A 10.00 m

SONDAGGIO FB20



CASSA 3 DA 10.00 A 15.00 m



CASSA 4 DA 15.00 A 20.00 m

SONDAGGIO FB20

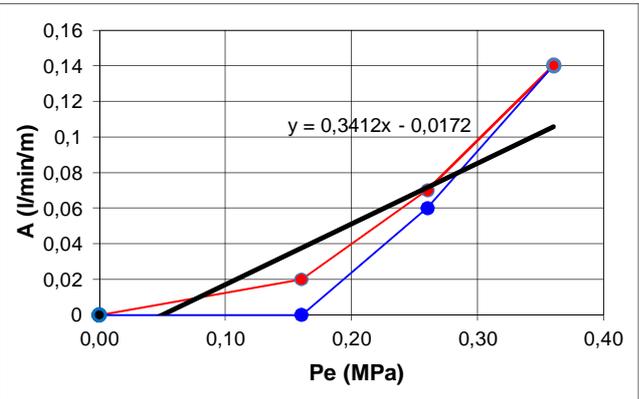
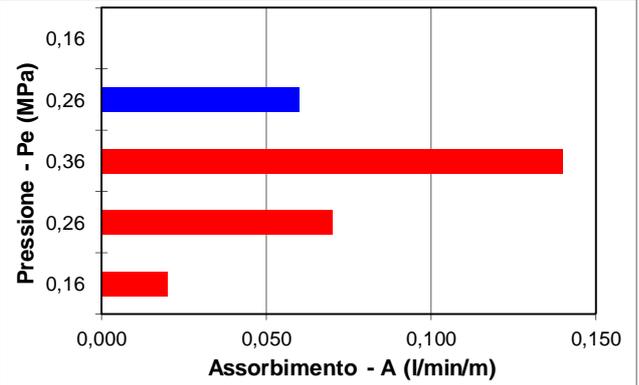


Postazione FB20

COMMITTENTE: SPEA
CANTIERE: VAL FONTANABUONA
SONDAGGIO n°: FB20
DATA ESECUZIONE: 23/04/2013
PROVA LUGEON N°: 1
CERTIFICATO: C000
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: C006/13

DURATA DELLA PROVA:	min	PROFONDITA' FONDO FORO	-15,00	m da p.c.
ALTEZZA MANOMETRO	0,60	PROFONDITA' OTTURATORE	-10,00	m da p.c.
LIVELLO ACQUA INIZIALE	-5,56	TRATTO DI PROVA	L 5,00	m
LIVELLO ACQUA FINALE	-5,56	DIAMETRO TASCA DI PROVA	D 0,101	m
		COEFFICIENTE DI FORMA	C 6,83	
INTERVALLO DI PROVA da 10 a 15,0 m		DIAMETRO TUBO INIEZIONE	25,40	mm

VALORI MISURATI				VALORI CALCOLATI										
t	Pm	Volume	Portata	t	Pm	Volume	Portata	Pm	H	Pc	Pe	Portata	A	Au
min	MPa	litri	l/min	min	MPa	litri	l/min	MPa	m H2O	MPa	MPa	l/min	l/min/m	A/1bar
0	0,10	605,0		0	0,10	637,0		0,10	6,16	0,00	0,160	0,10	0,020	0,012
2	0,10	605,0	0,00	2	0,10	637,0	0,00	0,20	6,16	0,00	0,260	0,35	0,070	0,027
4	0,10	605,0	0,00	4	0,10	637,0	0,00	0,30	6,16	0,00	0,360	0,70	0,140	0,039
6	0,10	605,0	0,00	6	0,10	637,0	0,00	0,20	6,16	0,00	0,260	0,30	0,060	0,023
8	0,10	605,0	0,00	8	0,10	637,0	0,00	0,10	6,16	0,00	0,160	0,00	0,000	0,000
10	0,10	606,0	0,50	10	0,10	637,0	0,00							
0	0,20	608,0												
2	0,20	609,0	0,50											
4	0,20	609,5	0,25											
6	0,20	610,0	0,25											
8	0,20	611,0	0,50											
10	0,20	611,5	0,25											
0	0,30	615,0												
2	0,30	617,0	1,00											
4	0,30	618,0	0,50											
6	0,30	620,0	1,00											
8	0,30	621,0	0,50											
10	0,30	622,0	0,50											
0	0,20	628,0												
2	0,20	629,0	0,50											
4	0,20	629,0	0,00											
6	0,20	630,0	0,50											
8	0,20	630,5	0,25											
10	0,20	631,0	0,25											



Pm: Pressione letta al manometro in superficie
 Pe: Pressione corretta (Pe = P m + H - Pc)
 Pc: Perdita di carico nel circuito
 H: Distanza tra manometro e livello statico della falda
 Au: Assorbimento unitario (l/min/m alla pressione Pe di 1 bar)

LITOLOGIA **Argillite** UL (l/min/m con P=1MPa)= **0,34** Unità Lugeon
 $K = (Q / Pe) (g_w / C) =$ **2,42E-08** Permeabilità equivalente
 NOTE Curva rossa=carico, Curva blu=scarico, Curva nera=media

DATA	mag-13	Lo Sperimentatore	Dott. Geol. P. Pasqualetto	Il Direttore	Dott. Geol. T. Vicenzetto
-------------	--------	--------------------------	----------------------------	---------------------	---------------------------

DATI PROVA

COMMITTENTE: **SPEA SPA**PROF. PROVA (m): **11,5**LOCALITA': **VAL FONTANABUONA (GE)**DIAMETRO SONDAGGIO (mm): **102,7**SONDAGGIO: **FB20**UTENSILE DI PERFORAZIONE: **CAROTIERE DOPPIO**PROVA N.: **D1**INCLINAZIONE (°): **90**DATA: **22/04/2013**ESECUZ. ED INTERPRETAZIONE: **DOTT. COLOTTI**

STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

TIPO STRUMENTO: **DILATOMETRO FLESSIBILE DILAROC**CENTRAL.ACQUISIZIONE: **LM 99/16 MOD. DMP 02/95**DIAMETRO GUAINA (mm): **95**SONDA: **N° 14D01**

TIPO GUAINA:

PRESSIONE MAX. (Mpa):

DATI LITOLGICI

LITOLOGIA: **ARGILLITE**RQD (stimato): **0 %**

PROFONDITA' FALDA DA p.c.:

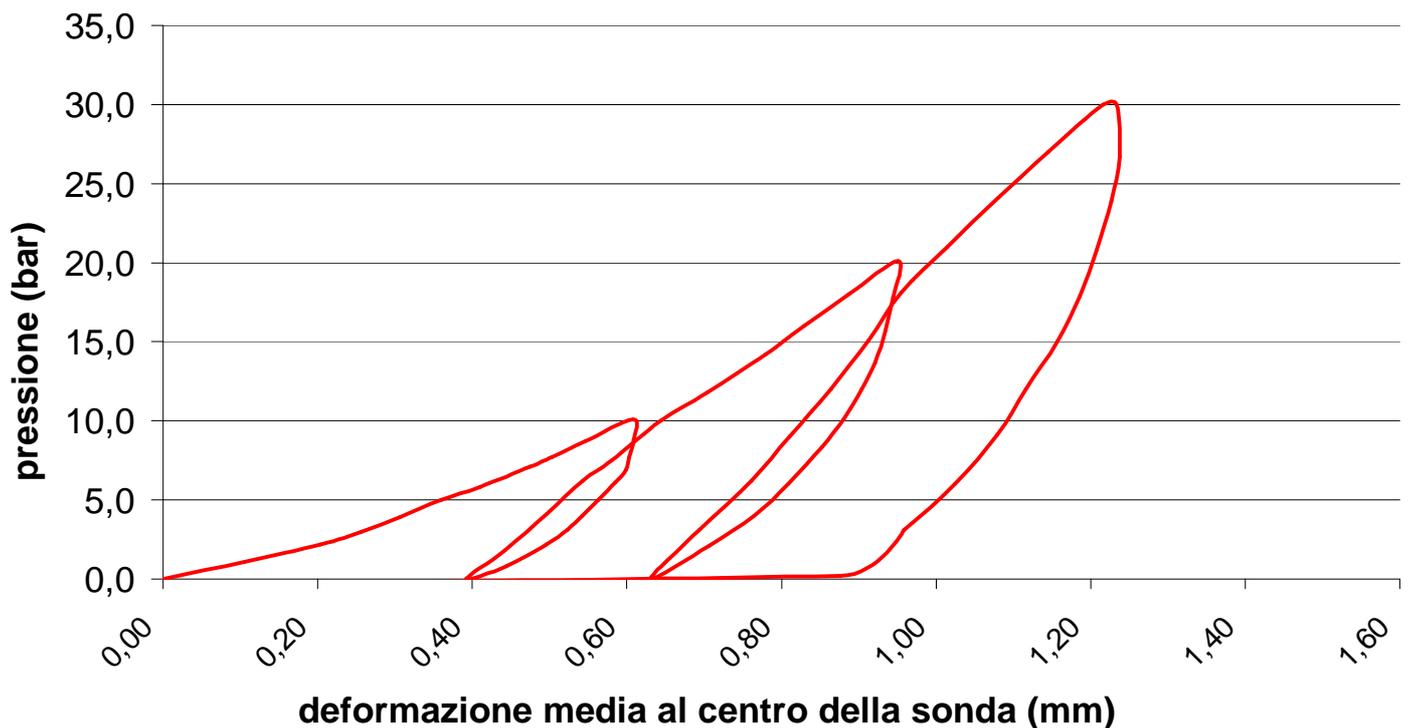
GRADO DI ALTERAZIONE:

MODULO DI DEFORMAZIONE: **Ed**
462 Mpa
CALCOLATO SUL 2° CARICO

MODULO ELASTICO: **Ee**
806 Mpa
CALCOLATO SUL 2° SCARICO

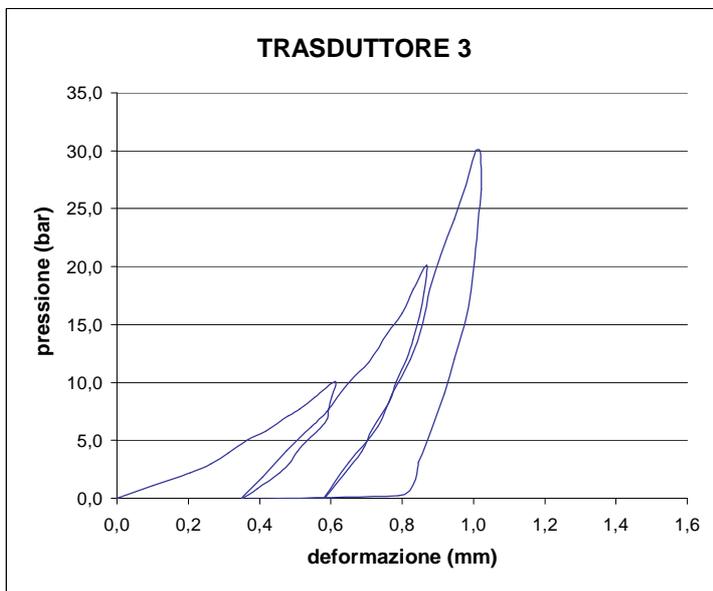
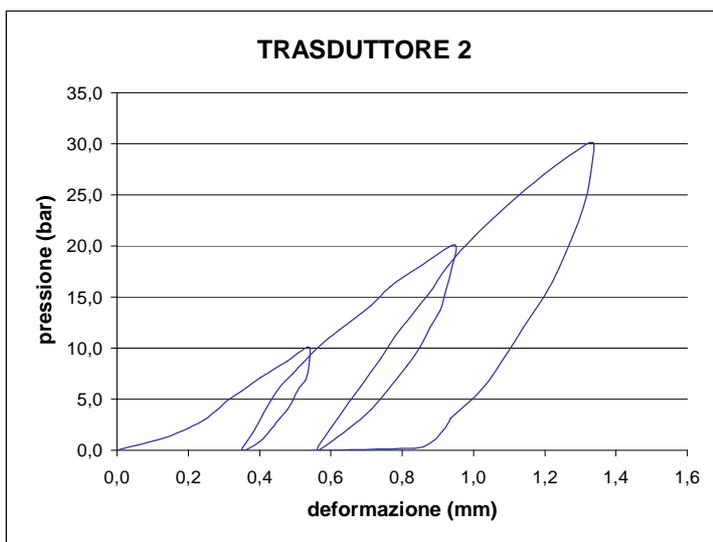
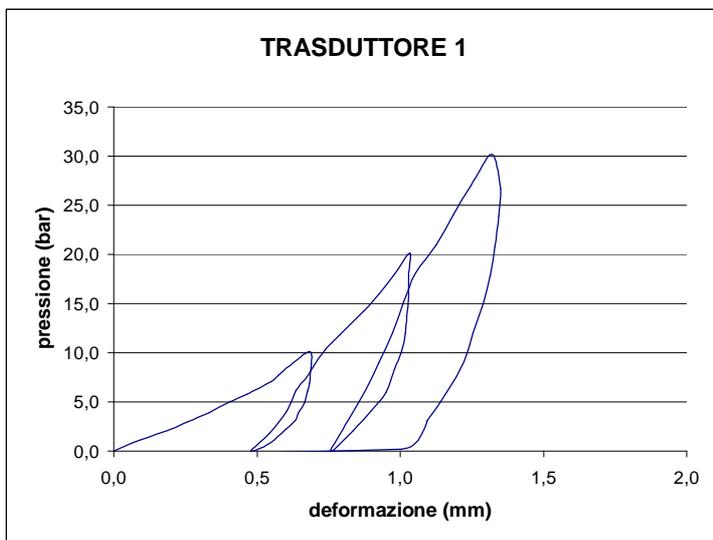
GRAFICO PRESSIONE - DEFORMAZIONE

(deformazione ricavata dalla media dei tre trasduttori)



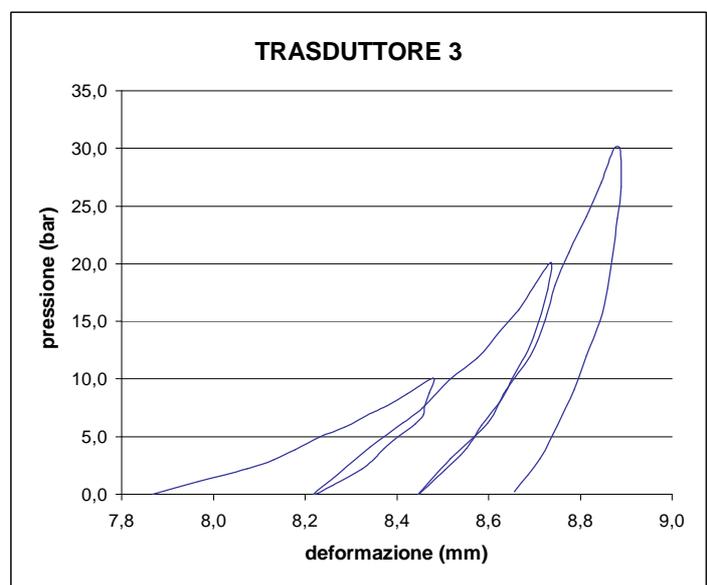
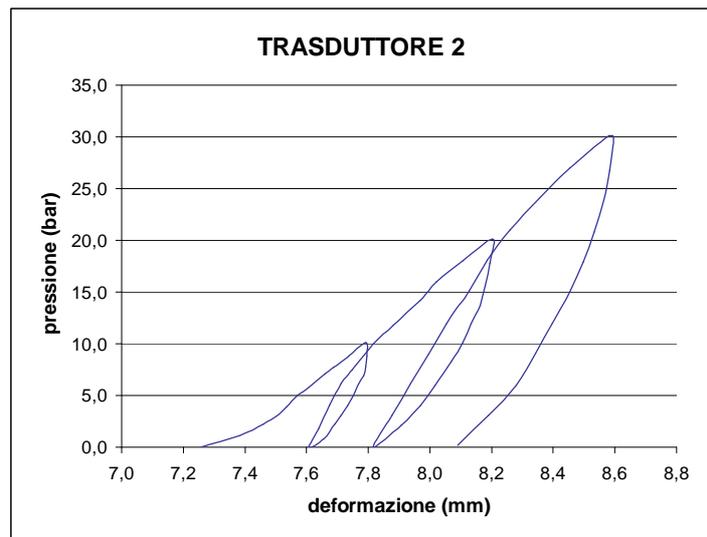
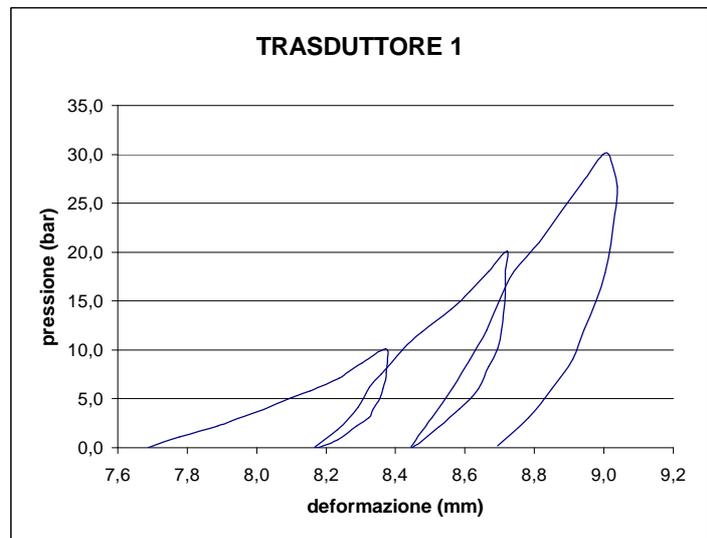
VALORI REGISTRATI DAI SINGOLI TRASDUTTORI (valori relativi)

Tempo (min)	Pressione (bar)	trasd. 1 (mm)	trasd. 2 (mm)	trasd. 3 (mm)	media (mm)
0,0	4,1	0,000	0,000	0,000	0,000
0,5	5,2	0,090	0,125	0,100	0,103
1,0	6,3	0,199	0,203	0,207	0,203
1,5	7,1	0,259	0,246	0,264	0,256
2,0	8,0	0,332	0,278	0,312	0,306
2,5	9,1	0,405	0,315	0,365	0,358
3,0	9,9	0,466	0,351	0,418	0,406
3,5	11,2	0,550	0,404	0,480	0,470
4,0	11,8	0,575	0,431	0,512	0,499
4,5	12,8	0,617	0,477	0,555	0,543
5,0	14,2	0,683	0,536	0,613	0,605
5,5	12,9	0,690	0,540	0,603	0,605
6,0	11,8	0,686	0,536	0,594	0,599
6,5	11,0	0,684	0,529	0,591	0,595
7,0	10,2	0,676	0,512	0,573	0,579
7,5	9,1	0,667	0,495	0,535	0,557
8,0	8,1	0,648	0,478	0,506	0,535
8,5	7,2	0,635	0,456	0,485	0,515
9,0	6,3	0,600	0,435	0,458	0,488
9,5	4,9	0,543	0,399	0,394	0,436
10,0	4,1	0,479	0,351	0,351	0,385
10,5	5,9	0,543	0,383	0,407	0,434
11,0	8,2	0,604	0,420	0,474	0,488
11,5	10,3	0,637	0,456	0,546	0,536
12,0	11,6	0,671	0,492	0,588	0,575
12,5	14,1	0,731	0,561	0,651	0,640
13,0	15,9	0,788	0,625	0,707	0,700
13,5	18,3	0,872	0,714	0,758	0,776
14,0	20,1	0,926	0,766	0,800	0,825
14,5	22,1	0,980	0,850	0,831	0,883
15,0	24,2	1,035	0,946	0,869	0,945
15,5	21,9	1,028	0,939	0,862	0,938
16,0	19,8	1,028	0,923	0,848	0,928
16,5	17,8	1,022	0,907	0,831	0,914
17,0	16,1	1,018	0,878	0,813	0,895
17,5	14,2	1,005	0,850	0,784	0,871
18,0	12,4	0,980	0,814	0,763	0,843
18,5	10,1	0,951	0,762	0,717	0,798
19,0	8,1	0,897	0,714	0,686	0,755
19,5	6,2	0,836	0,650	0,637	0,697
20,0	4,1	0,757	0,561	0,581	0,622
20,5	7,2	0,817	0,620	0,651	0,686
21,0	10,3	0,878	0,682	0,731	0,755
21,5	13,1	0,926	0,741	0,771	0,805
22,0	16,1	0,974	0,798	0,824	0,859
22,5	19,2	1,012	0,871	0,857	0,908
23,0	22,2	1,053	0,930	0,877	0,948
23,5	25,1	1,127	1,003	0,909	1,005
24,0	28,2	1,187	1,099	0,947	1,068
24,5	31,1	1,248	1,197	0,979	1,128
25,0	34,1	1,308	1,318	1,006	1,192
25,5	34,1	1,327	1,339	1,019	1,209
26,0	30,8	1,350	1,327	1,021	1,213
26,5	28,0	1,344	1,309	1,014	1,203
27,0	24,9	1,331	1,277	1,003	1,185
27,5	22,0	1,315	1,240	0,993	1,165
28,0	19,1	1,290	1,197	0,976	1,138
28,5	16,1	1,254	1,140	0,947	1,099
29,0	13,2	1,223	1,088	0,920	1,062
29,5	10,1	1,162	1,024	0,883	1,010
30,0	7,2	1,095	0,935	0,845	0,948
30,5	4,3	1,005	0,834	0,789	0,867
31,0					
31,5					
32,0					
32,5					
33,0					
33,5					
34,0					
34,5					
35,0					
35,5					
36,0					
36,5					



VALORI REGISTRATI DAI SINGOLI TRASDUTTORI (valori assoluti)

Tempo (min)	Pressione (bar)	trasd. 1 (mm)	trasd. 2 (mm)	trasd. 3 (mm)	media (mm)
0,0	4,1	7,688	7,256	7,867	7,595
0,5	5,2	7,778	7,381	7,967	7,701
1,0	6,3	7,887	7,459	8,074	7,798
1,5	7,1	7,947	7,502	8,131	7,851
2,0	8,0	8,020	7,534	8,179	7,901
2,5	9,1	8,093	7,571	8,232	7,955
3,0	9,9	8,154	7,607	8,285	8,004
3,5	11,2	8,238	7,660	8,347	8,070
4,0	11,8	8,263	7,687	8,379	8,098
4,5	12,8	8,305	7,733	8,422	8,142
5,0	14,2	8,371	7,792	8,480	8,203
5,5	12,9	8,378	7,796	8,470	8,204
6,0	11,8	8,374	7,792	8,461	8,198
6,5	11,0	8,372	7,785	8,458	8,194
7,0	10,2	8,364	7,768	8,440	8,179
7,5	9,1	8,355	7,751	8,402	8,158
8,0	8,1	8,336	7,734	8,373	8,137
8,5	7,2	8,323	7,712	8,352	8,118
9,0	6,3	8,288	7,691	8,325	8,091
9,5	4,9	8,231	7,655	8,261	8,039
10,0	4,1	8,167	7,607	8,218	7,987
10,5	5,9	8,231	7,639	8,274	8,038
11,0	8,2	8,292	7,676	8,341	8,091
11,5	10,3	8,325	7,712	8,413	8,138
12,0	11,6	8,359	7,748	8,455	8,175
12,5	14,1	8,419	7,817	8,518	8,239
13,0	15,9	8,476	7,881	8,574	8,299
13,5	18,3	8,560	7,970	8,625	8,374
14,0	20,1	8,614	8,022	8,667	8,424
14,5	22,1	8,668	8,106	8,698	8,482
15,0	24,2	8,723	8,202	8,736	8,546
15,5	21,9	8,716	8,195	8,729	8,539
16,0	19,8	8,716	8,179	8,715	8,529
16,5	17,8	8,710	8,163	8,698	8,516
17,0	16,1	8,706	8,134	8,680	8,498
17,5	14,2	8,693	8,106	8,651	8,475
18,0	12,4	8,668	8,070	8,630	8,447
18,5	10,1	8,639	8,018	8,584	8,404
19,0	8,1	8,585	7,970	8,553	8,359
19,5	6,2	8,524	7,906	8,504	8,301
20,0	4,1	8,445	7,817	8,448	8,226
20,5	7,2	8,505	7,876	8,518	8,289
21,0	10,3	8,566	7,938	8,598	8,356
21,5	13,1	8,614	7,997	8,638	8,405
22,0	16,1	8,662	8,054	8,691	8,459
22,5	19,2	8,700	8,127	8,724	8,508
23,0	22,2	8,741	8,186	8,744	8,549
23,5	25,1	8,815	8,259	8,776	8,609
24,0	28,2	8,875	8,355	8,814	8,675
24,5	31,1	8,936	8,453	8,846	8,740
25,0	34,1	8,996	8,574	8,873	8,811
25,5	34,1	9,015	8,595	8,886	8,828
26,0	30,8	9,038	8,583	8,888	8,832
26,5	28,0	9,032	8,565	8,881	8,821
27,0	24,9	9,019	8,533	8,870	8,803
27,5	22,0	9,003	8,496	8,860	8,781
28,0	19,1	8,978	8,453	8,843	8,752
28,5	16,1	8,942	8,396	8,814	8,711
29,0	13,2	8,911	8,344	8,787	8,673
29,5	10,1	8,850	8,280	8,750	8,619
30,0	7,2	8,783	8,191	8,712	8,554
30,5	4,3	8,693	8,090	8,656	8,471
31,0					
31,5					
32,0					
32,5					
33,0					
33,5					
34,0					
34,5					
35,0					
35,5					
36,0					
36,5					

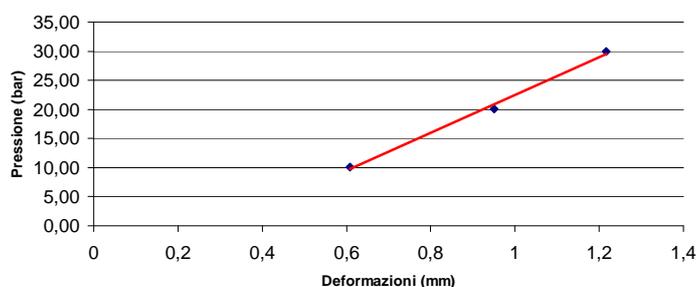


MODULI DI DEFORMAZIONE E MODULI ELASTICI CALCOLATI PER OGNI TRASDUTTORE E SULLA DEFORMAZIONE MEDIA

CICLO DI CARICO	MODULO DI PRIMO CARICO E_d (Mpa)								CICLO DI CARICO	MODULO DI DEFORMAZIONE E_d (Mpa)							
	TRASDUTTORE 1		TRASDUTTORE 2		TRASDUTTORE 3		MEDIA			TRASDUTTORE 1		TRASDUTTORE 2		TRASDUTTORE 3		MEDIA	
	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)		P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)
2°	10,0	20,1	10,0	20,1	10,0	20,1	10,0	20,1	1°	0,0	10,1	0,0	10,1	0,0	10,1	0,0	10,1
	427		337		595		422			190		242		212		213	
3°	21,0	30,0	21,0	30,0	21,0	30,0	21,0	30,0	2°	0,0	20,1	0,0	20,1	0,0	20,1	0,0	20,1
	638		367		1191		572			464		434		498		462	
									3°	0,0	30,0	0,0	30,0	0,0	30,0	0,0	30,0
	699		509		906		658			699		509		906		658	

CICLO DI RICARICO	MODULO DI RICARICO E_d (Mpa)								CICLO DI SCARICO	MODULO ELASTICO E_e (Mpa)							
	TRASDUTTORE 1		TRASDUTTORE 2		TRASDUTTORE 3		MEDIA			TRASDUTTORE 1		TRASDUTTORE 2		TRASDUTTORE 3		MEDIA	
	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)		P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)
2°	0,0	10,0	0,0	10,0	0,0	10,0	0,0	10,0	1°	10,1	0,0	10,1	0,0	10,1	0,0	10,1	0,0
	509		611		428		511			636		701		495		603	
3°	0,0	21,0	0,0	21,0	0,0	21,0	0,0	21,0	2°	20,1	0,0	20,1	0,0	20,1	0,0	20,1	0,0
	729		610		822		704			928		670		896		806	
									3°	30,0	0,2	30,0	0,2	30,0	0,2	30,0	0,2
	1188		758		1663		1069			1188		758		1663		1069	

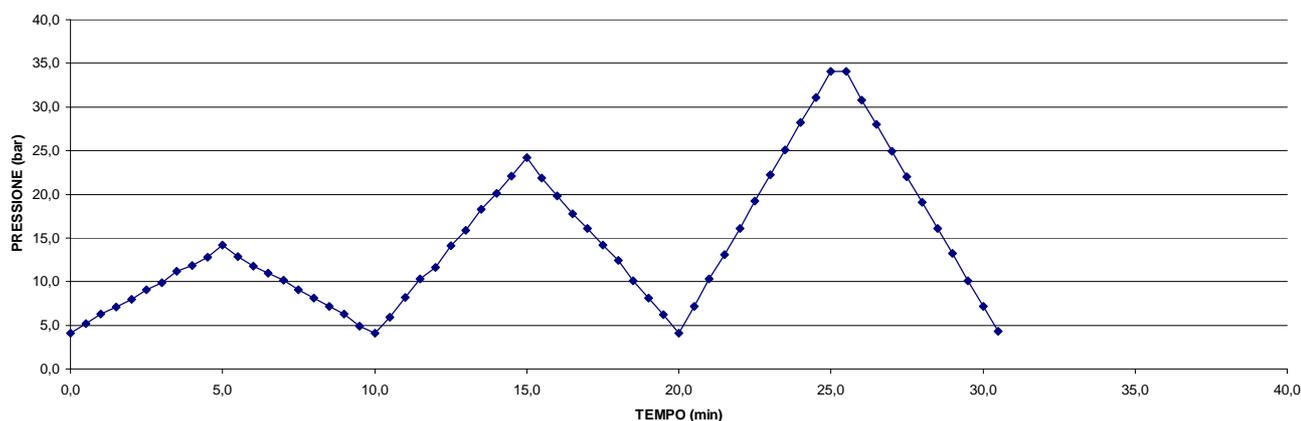
INTERPOLAZIONE PICCHI MASSIMI



MODULO RICAIVATO DALL'INTERPOLAZIONE DEI VALORI MASSIMI DI PRESSIONE RAGGIUNTI AD OGNI CICLO

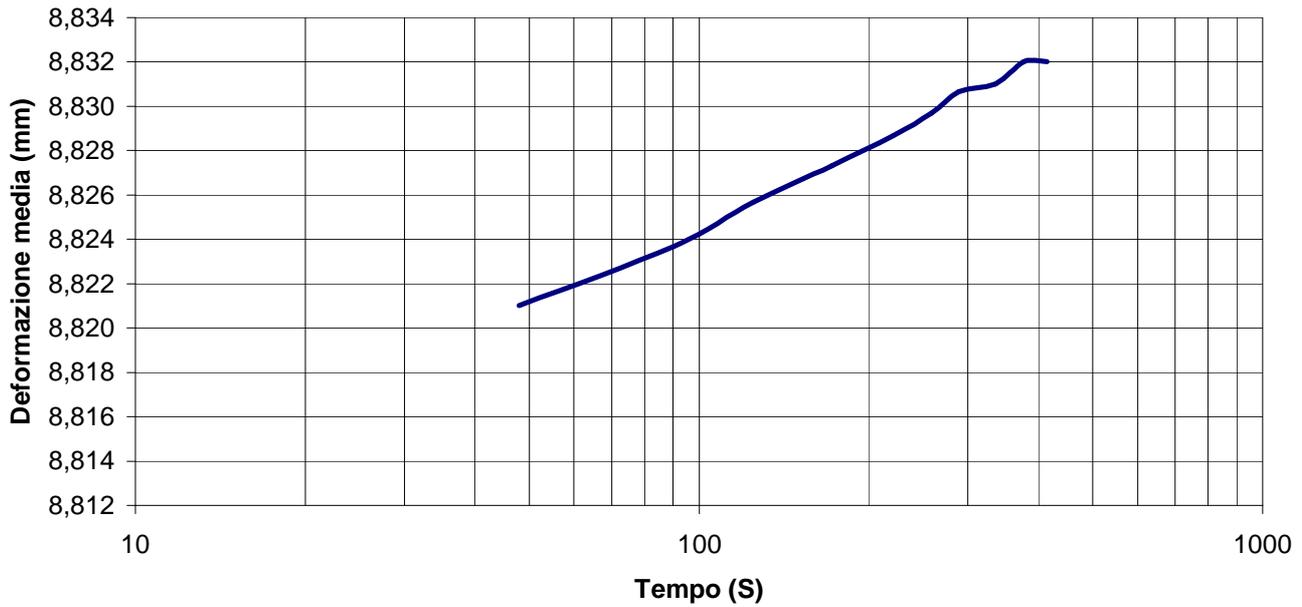
$$E_d = \mathbf{418} \text{ Mpa}$$

DIAGRAMMA PRESSIONE - TEMPO

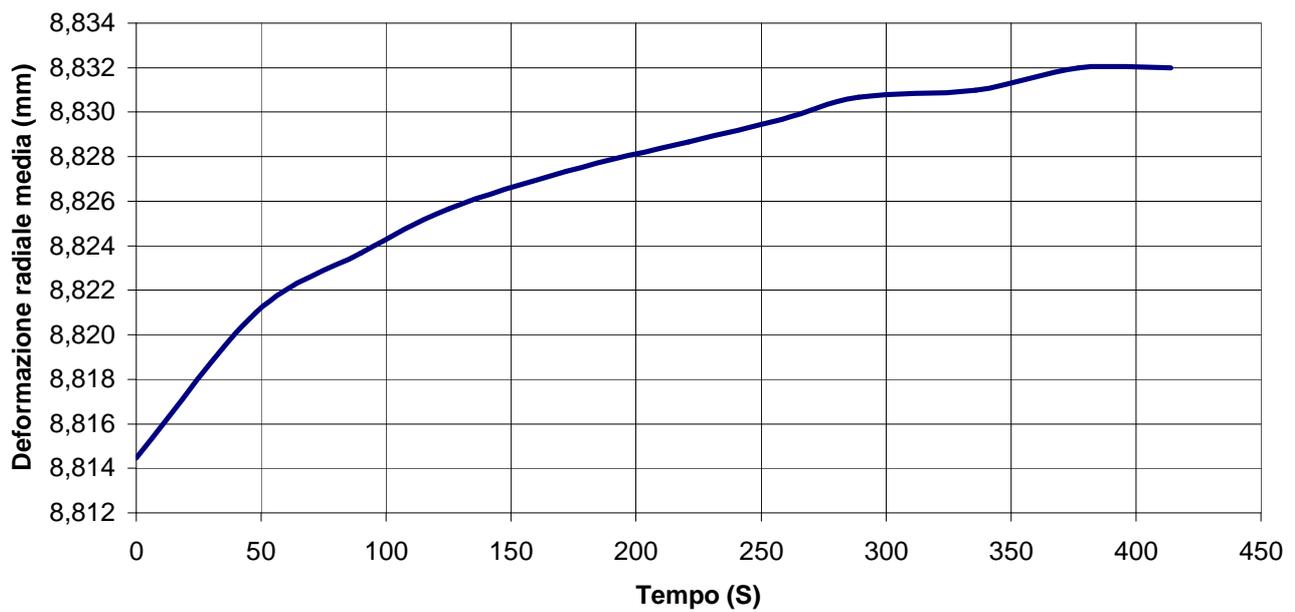


PROVA DI CREEP

DEFORMAZIONE RADIALE MEDIA - LOG TEMPO (s)

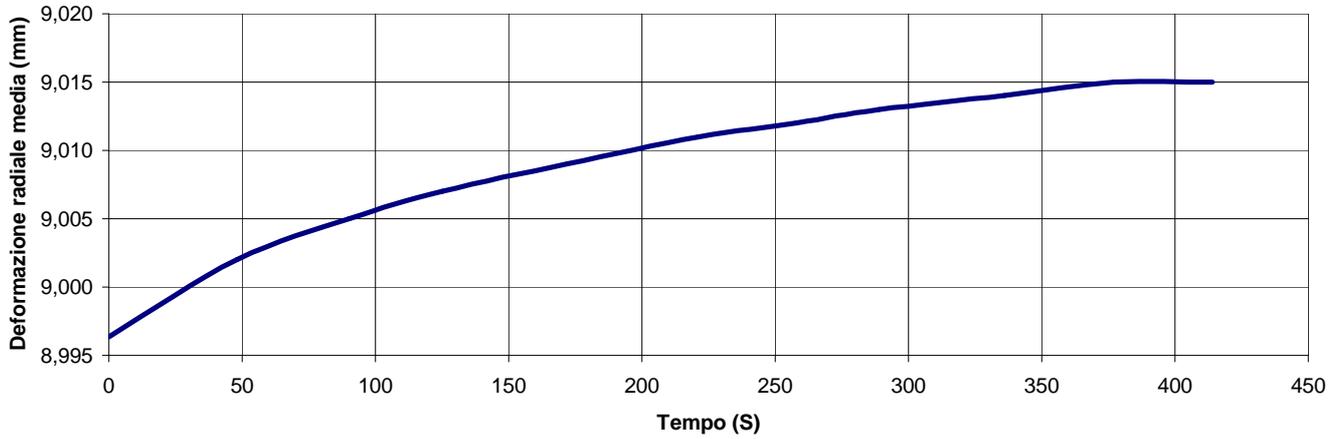


DEFORMAZIONE RADIALE MEDIA -TEMPO (s)

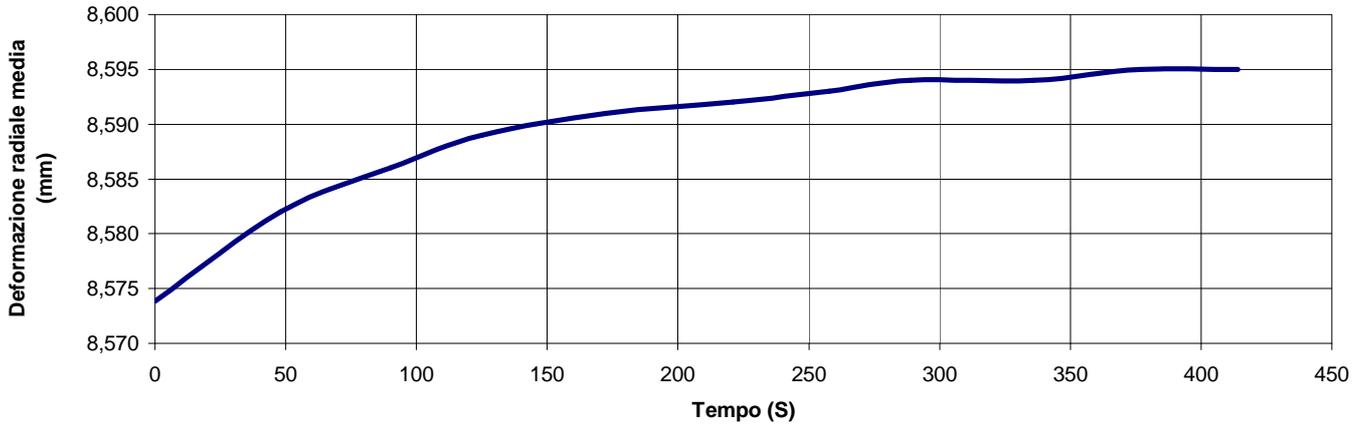


PROVA DI CREEP

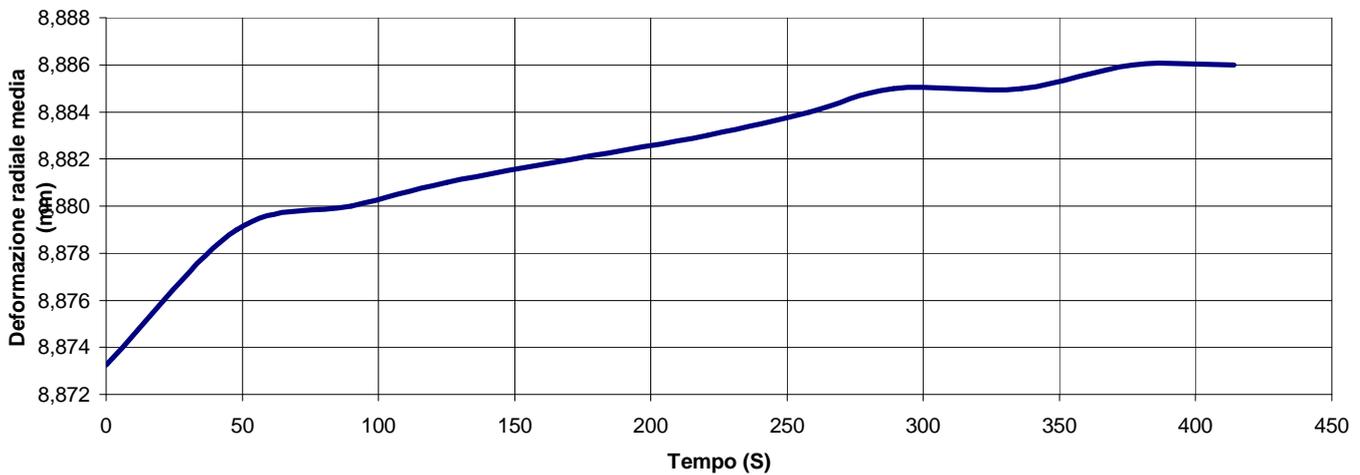
DEFORMAZIONE RADIALE TRASDUTTORE D1 (mm) -TEMPO (s)



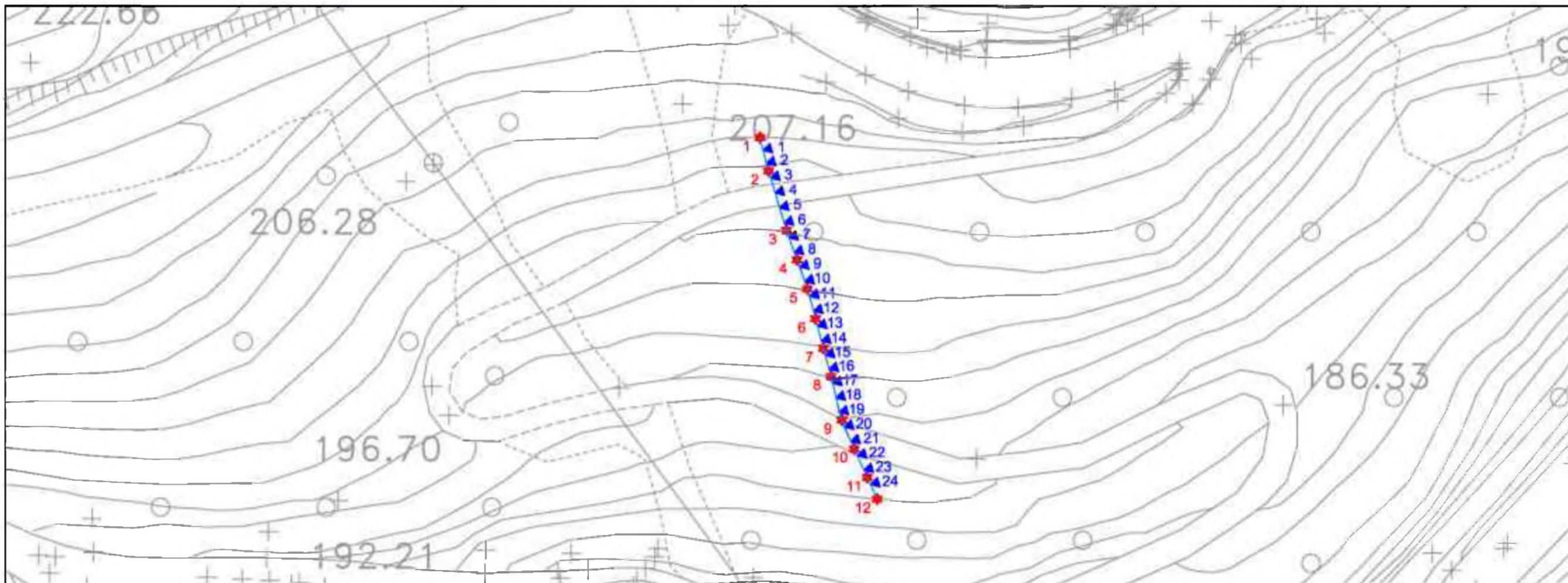
DEFORMAZIONE RADIALE TRASDUTTORE D2 (mm) -TEMPO (s)



DEFORMAZIONE RADIALE TRASDUTTORE D3 (mm) -TEMPO (s)



Linea SS1-1 - onde P	
Lunghezza stesa: 50	1 Punti di energia e loro numero progressivo
Numero geofoni: 24	1 Posizione geofoni e loro numero progressivo
Distanza tra i geofoni: 2 metri	

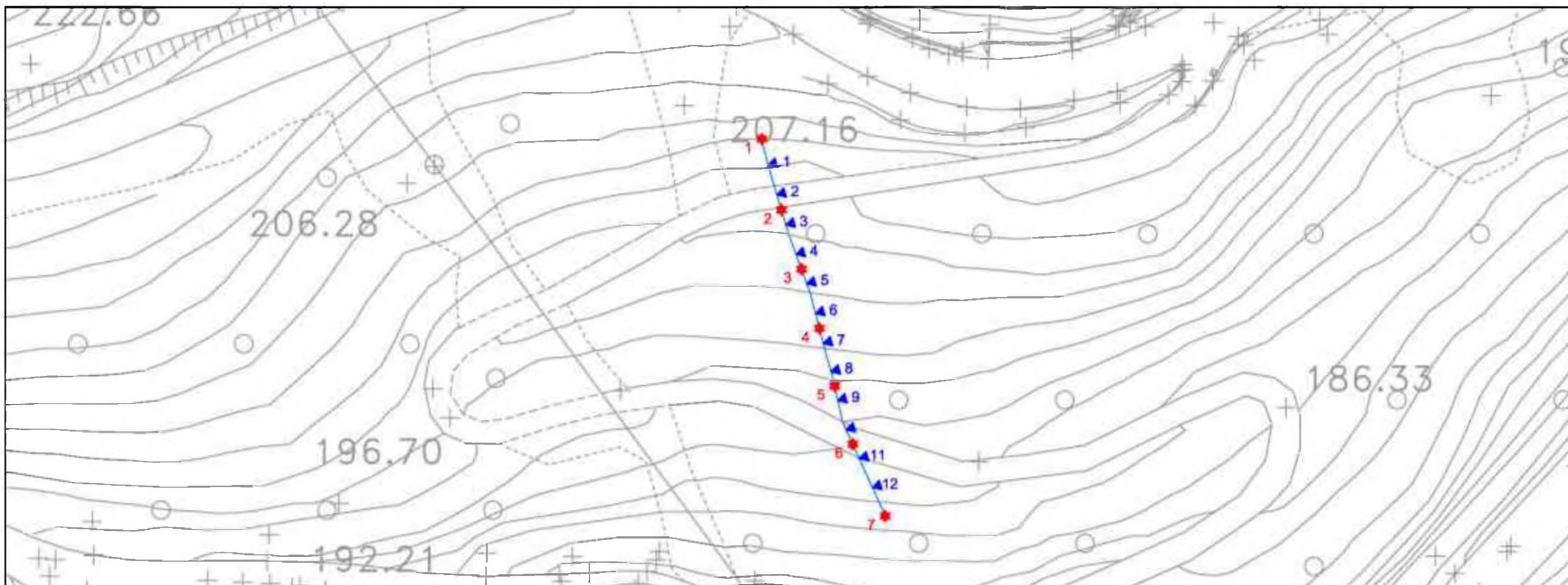


Linea SS1-1 - coordinate geofoni - onde P			
Numero geofono	Coordinata E	Coordinata N	Quota (m.s.l.m.)
g1	1515771.437	4917222.915	203.281
g2	1515771.829	4917221.346	202.209
g3	1515772.343	4917219.585	201.837
g4	1515772.886	4917217.778	201.187
g5	1515773.429	4917215.970	200.736
g6	1515773.973	4917214.162	200.286
g7	1515774.553	4917212.372	199.817
g8	1515775.198	4917210.612	199.315
g9	1515775.843	4917208.851	198.814
g10	1515776.487	4917207.091	198.312
g11	1515777.065	4917205.314	197.796
g12	1515777.534	4917203.510	197.256
g13	1515778.003	4917201.706	196.717
g14	1515778.472	4917199.902	196.177
g15	1515778.940	4917198.183	195.624
g16	1515779.407	4917196.507	195.065
g17	1515779.845	4917194.801	194.505
g18	1515780.228	4917193.040	193.935
g19	1515780.610	4917191.279	193.315
g20	1515781.224	4917189.533	191.798
g21	1515782.018	4917187.800	191.438
g22	1515782.812	4917186.066	191.079
g23	1515783.606	4917184.332	190.719
g24	1515784.402	4917182.598	190.360

Linea SS1-1 - coordinate scoppi - onde P			
Numero scoppio	Coordinata E	Coordinata N	Quota (m.s.l.m.)
s1	1515771.045	4917224.484	204.354
s2	1515772.086	4917220.468	201.923
s3	1515774.263	4917213.267	200.052
s4	1515775.520	4917209.731	199.064
s5	1515776.776	4917206.203	198.054
s6	1515777.769	4917202.508	196.986
s7	1515778.706	4917199.043	195.800
s8	1515779.626	4917195.654	194.160
s9	1515780.917	4917190.406	192.057
s10	1515782.415	4917186.933	191.259
s11	1515784.003	4917183.465	190.539
s12	1515785.195	4917180.865	190.147

Oggetto	Linea SS1 -1 posizione geofoni e punti di energia per determinazione onde P		
Formato	Scala	Data di elaborazione	Codice del lavoro
A3	1:500	25 Ottobre 2013	13031008

Linea SS1-1 - onde S			
Lunghezza stesa: 50	1	Punti di energia e loro numero progressivo	
Numero geofoni: 12	★		
Distanza tra i geofoni: 4 metri	1	Posizione geofoni e loro numero progressivo	▼

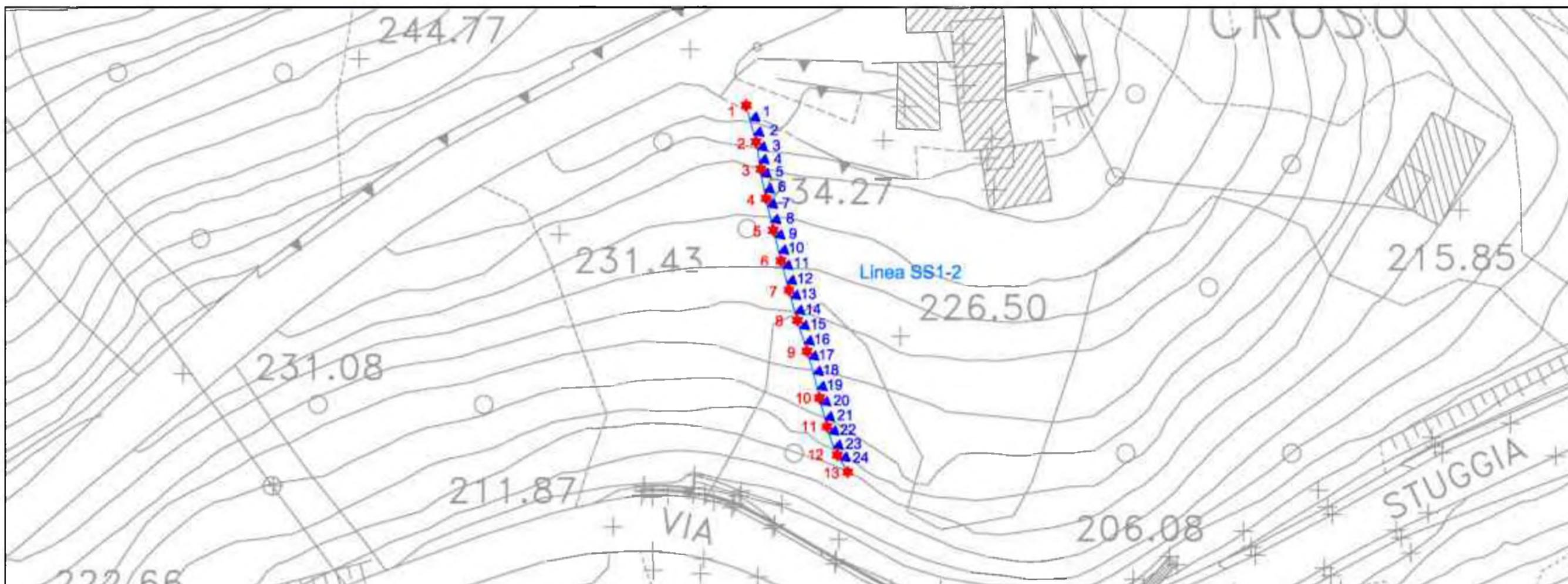


Linea SS1-1 - coordinate geofoni - onde S			
Numero geofono	Coordinata E	Coordinata N	Quota (m.s.l.m.)
g1	1515771.829	4917221.346	202.209
g2	1515772.886	4917217.778	201.187
g3	1515773.973	4917214.162	200.286
g4	1515775.198	4917210.612	199.315
g5	1515776.487	4917207.091	198.312
g6	1515777.534	4917203.510	197.256
g7	1515778.472	4917199.902	196.177
g8	1515779.407	4917196.507	194.565
g9	1515780.228	4917193.040	193.035
g10	1515781.224	4917189.533	191.798
g11	1515782.812	4917186.068	191.079
g12	1515784.402	4917182.598	190.360

Linea SS1-1 - coordinate scoppi - onde S			
Numero scoppio	Coordinata E	Coordinata N	Quota (m.s.l.m.)
s1	1515771.045	4917224.484	204.354
s2	1515773.417	4917215.951	200.731
s3	1515775.851	4917208.846	198.813
s4	1515778.016	4917201.702	196.712
s5	1515779.837	4917194.809	193.757
s6	1515782.025	4917187.799	191.439
s7	1515785.968	4917179.124	189.770

Oggetto	Linea SS1 -1 posizione geofoni e punti di energia per determinazione onde S		
Formato	Scala	Data di elaborazione	Codice del lavoro
A3	1:500	25 Ottobre 2013	13031008

Linea SS1-2 - onde P			
Lunghezza stesa: 50	1	Punti di energia e loro numero progressivo	
Numero geofoni: 24	★		
Distanza tra i geofoni: 2 metri	1	Posizione geofoni e loro numero progressivo	
	▼		

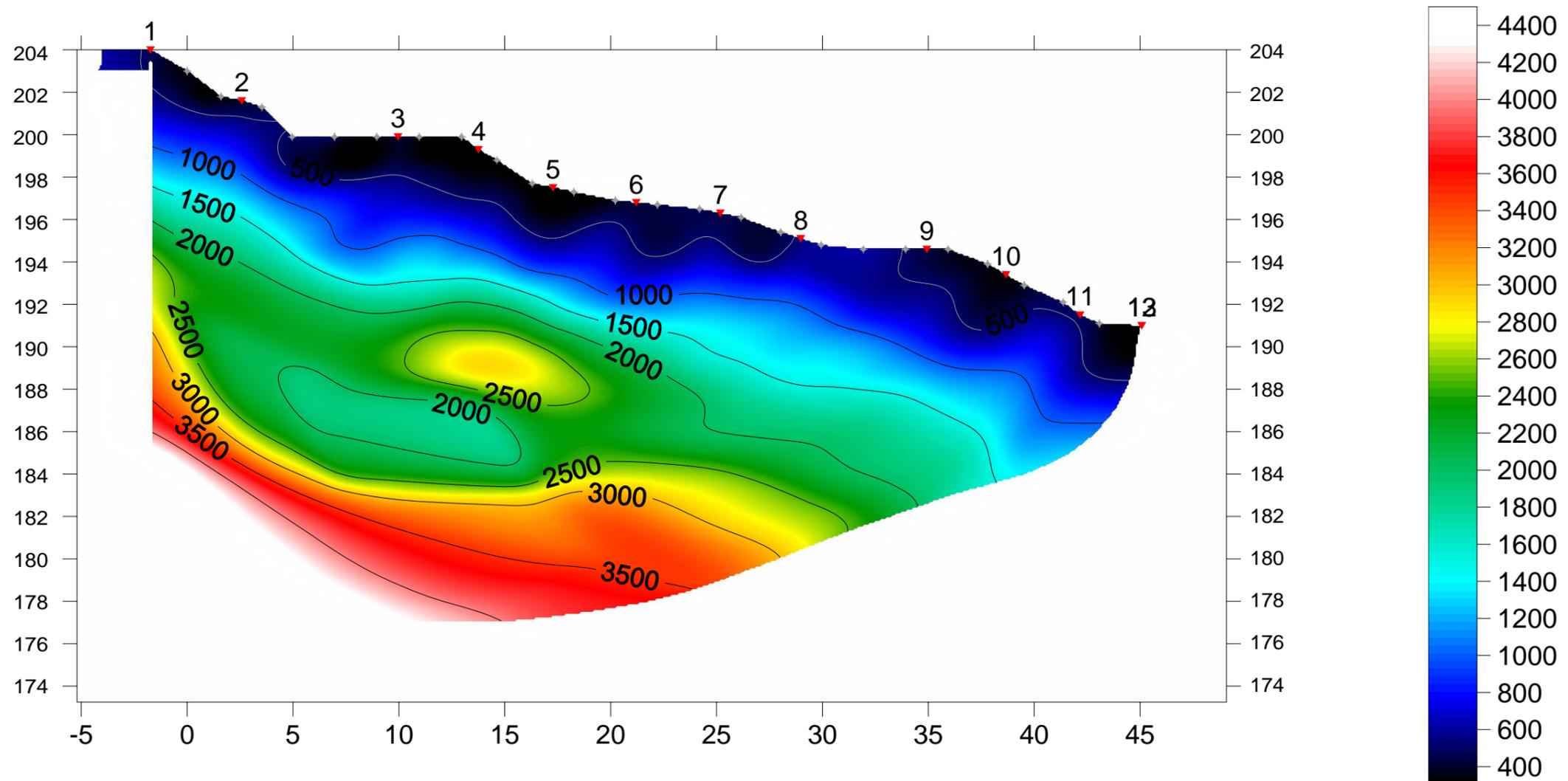


Linea SS1-2 - coordinate geofoni - onde P				
Numero geofono	Coordinata E	Coordinata N	Quota (m.s.l.m.)	
g1	1515787.094	4917295.473	235.474	
g2	1515787.572	4917293.694	234.717	
g3	1515788.032	4917291.928	233.935	
g4	1515788.192	4917290.389	232.681	
g5	1515788.453	4917288.710	231.708	
g6	1515788.837	4917286.863	231.068	
g7	1515789.220	4917285.016	230.429	
g8	1515789.832	4917283.173	229.802	
g9	1515770.105	4917281.334	229.200	
g10	1515770.578	4917279.496	228.598	
g11	1515771.051	4917277.658	227.995	
g12	1515771.537	4917275.851	227.315	
g13	1515772.023	4917274.043	226.835	
g14	1515772.515	4917272.234	225.966	
g15	1515773.083	4917270.398	225.443	
g16	1515773.651	4917268.563	224.921	
g17	1515774.219	4917266.727	224.399	
g18	1515774.757	4917264.892	223.847	
g19	1515775.202	4917263.062	223.200	
g20	1515775.647	4917261.232	222.553	
g21	1515776.104	4917259.419	221.875	
g22	1515776.631	4917257.705	221.010	
g23	1515777.158	4917255.990	220.145	
g24	1515777.974	4917254.523	219.092	

Linea SS1-2 - coordinate scoppio - onde P				
Numero scoppio	Coordinata E	Coordinata N	Quota (m.s.l.m.)	
s1	1515766.617	4917297.252	236.230	
s2	1515767.811	4917292.804	234.338	
s3	1515788.376	4917289.611	232.684	
s4	1515769.016	4917285.998	230.769	
s5	1515769.983	4917282.200	229.483	
s6	1515770.930	4917278.516	228.276	
s7	1515771.762	4917275.014	226.919	
s8	1515772.796	4917271.324	225.707	
s9	1515773.939	4917267.629	224.655	
s10	1515775.457	4917262.016	222.830	
s11	1515776.388	4917258.558	221.440	
s12	1515777.595	4917255.137	219.565	
s13	1515778.848	4917253.105	218.372	

Oggetto	Linea SS1 - 2 posizione geofoni e punti di energia per determinazione onde P		
Formato	Scala	Data di elaborazione	Codice del lavoro
A3	1:500	16 Ottobre 2013	13031008

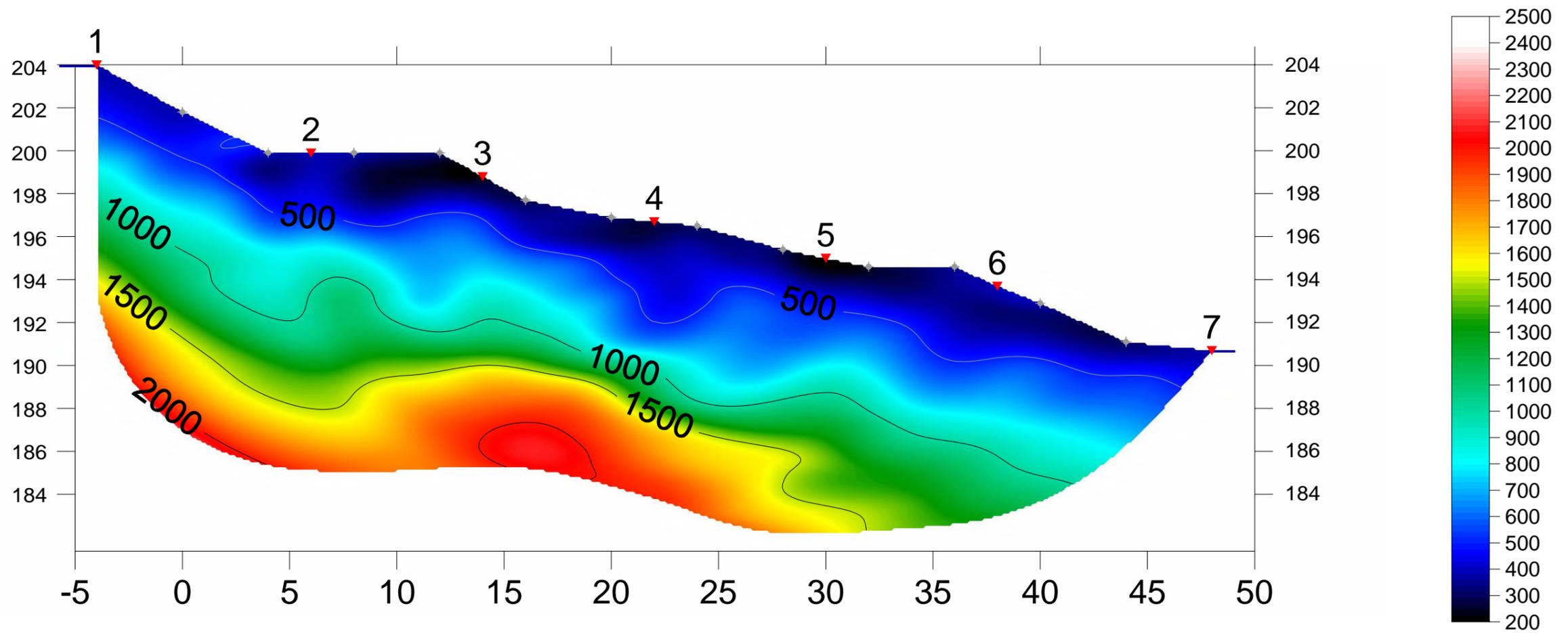
TOMOGRAFIA SISMICA SS1-1 – Onde P



▼ PUNTI DI
ENERGIZZAZIONE

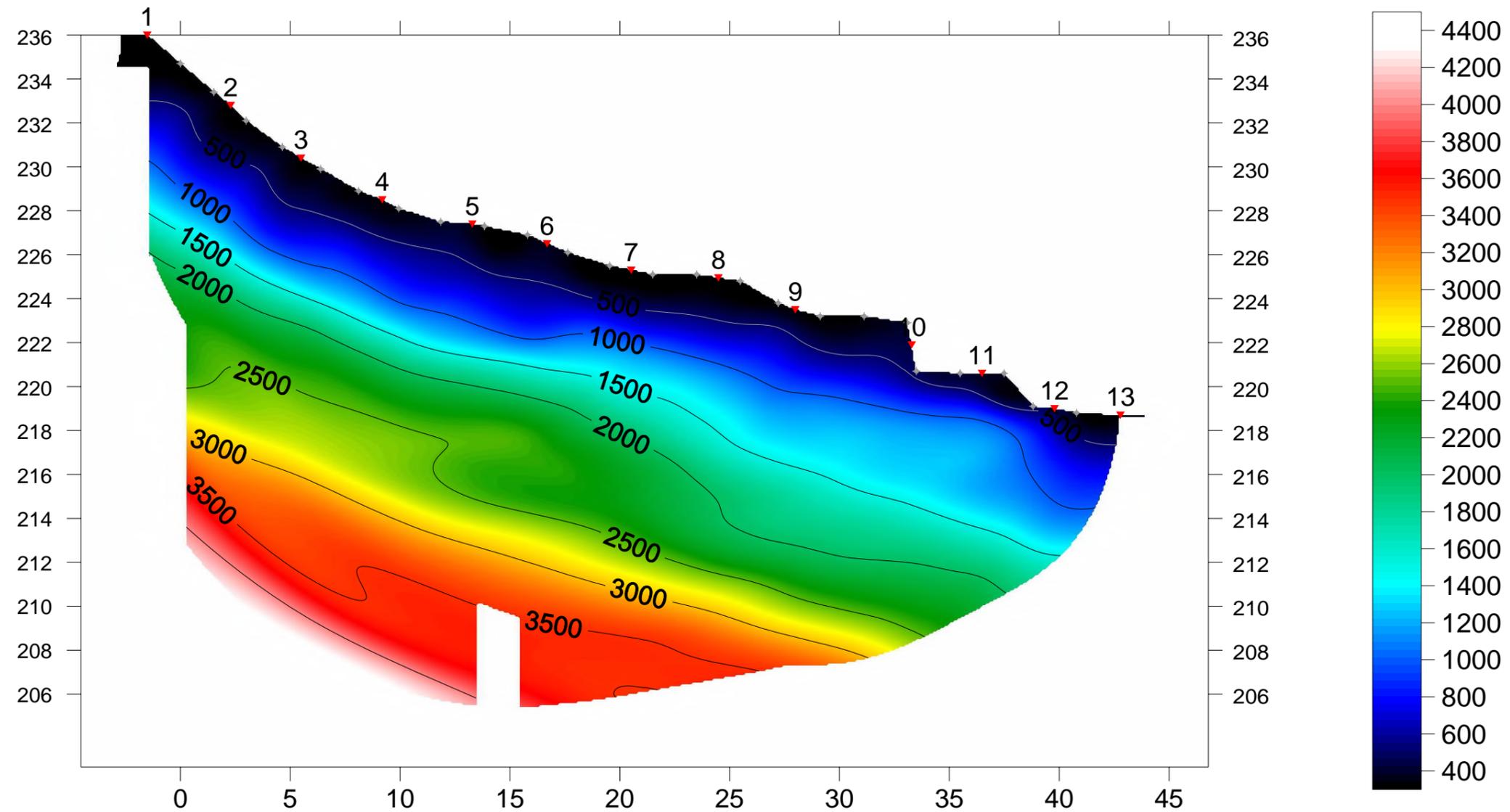
⊙ GEOFONI

TOMOGRAFIA SISMICA SS1-1 – Onde S



 PUNTI DI ENERGIZZAZIONE
 GEOFONI

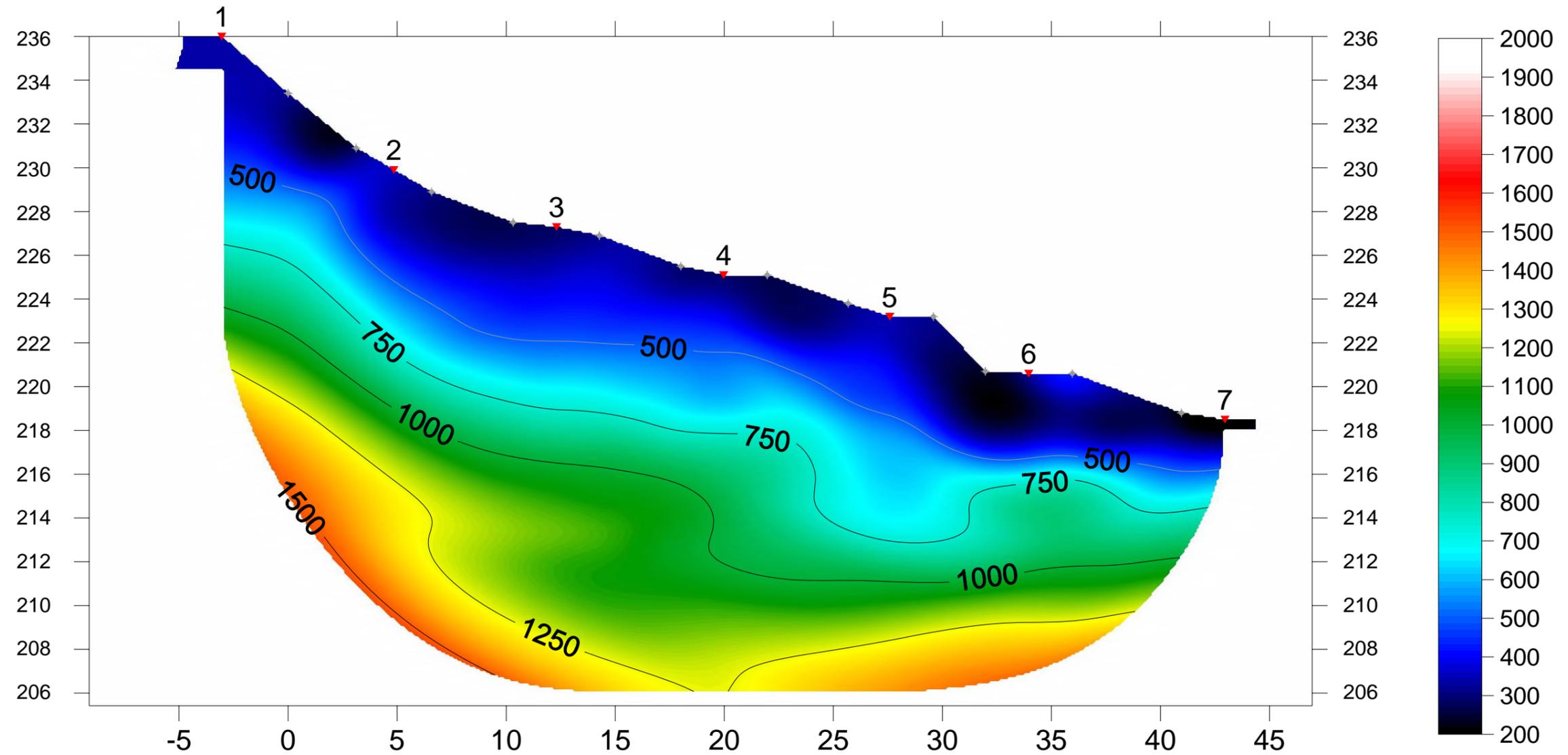
TOMOGRAFIA SISMICA SS1-2 – Onde P



▼ PUNTI DI
ENERGIZZAZIONE

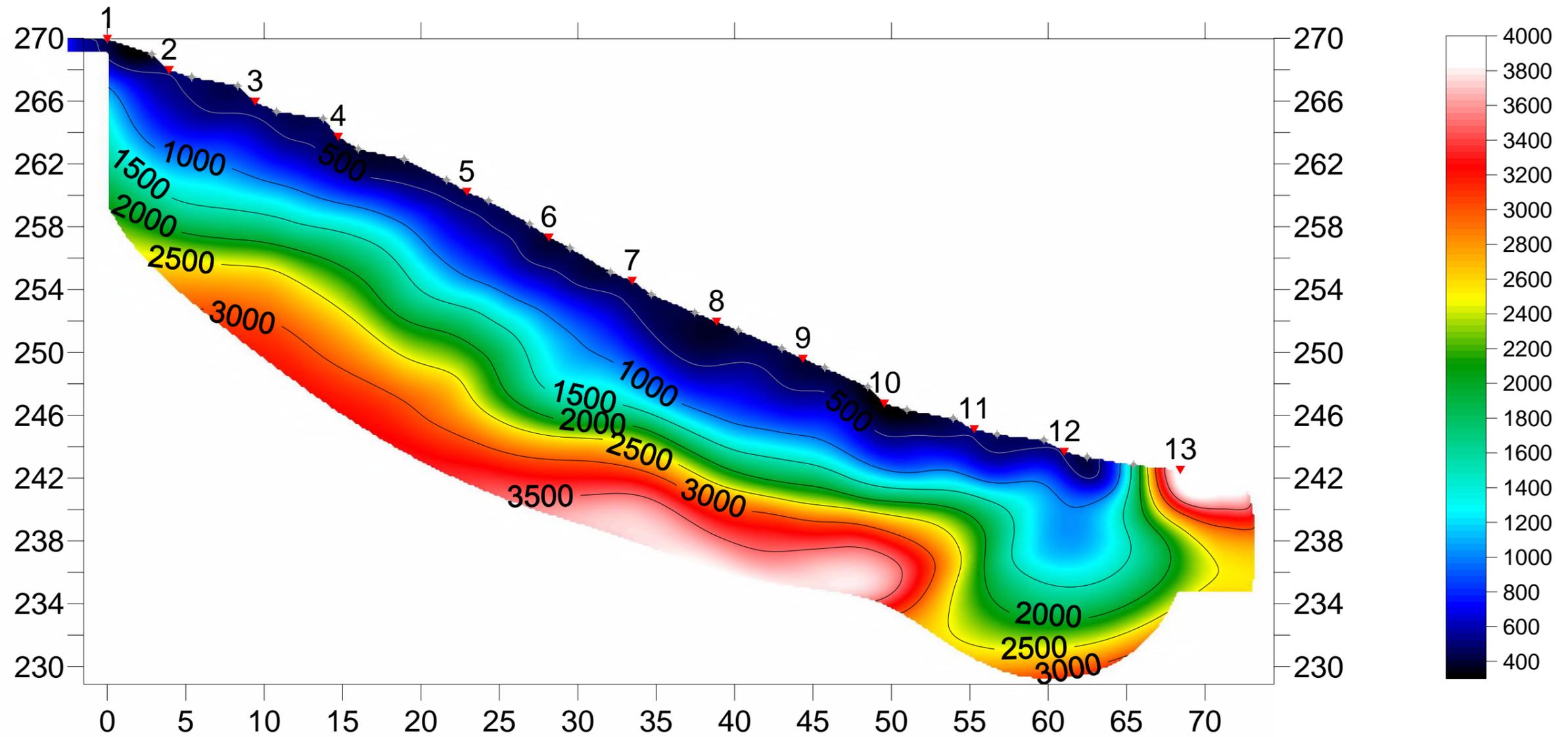
● GEOFONI

TOMOGRAFIA SISMICA SS1-2 – Onde S



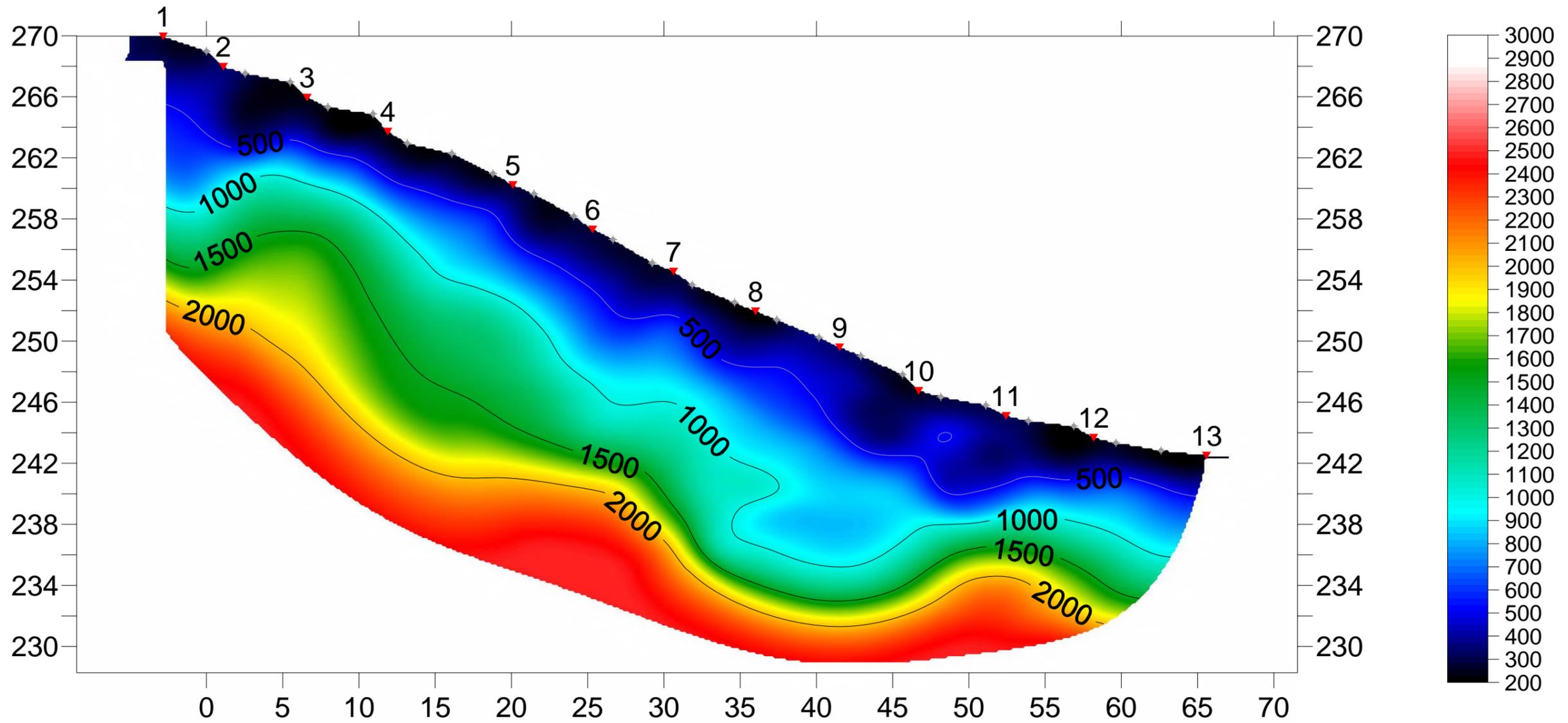
 PUNTI DI ENERGIZZAZIONE
 GEOFONI

TOMOGRAFIA SISMICA SS1-3 – Onde P



▼ PUNTI DI ENERGIZZAZIONE
 ● GEOFONI

TOMOGRAFIA SISMICA SS1-3 – Onde S



▼ PUNTI DI ENERGIZZAZIONE
 ⚙ GEOFONI

ALLEGATO 8 - Prove di laboratorio

SPEA S.p.A.
Tunnel di Fontanabuona
Progetto Definitivo

PROVE E ANALISI SU TERRENI

Sondaggio	Campione	Profondità	Classificazione USCS	Classificazione CNR-UNI	Contenuto d'acqua	Peso di volume naturale	Peso dei grani	Indice dei vuoti	Limiti di Atterberg			Composizione granulometrica				
									LL	LP	IP	Ghiaia	Sabbia	Limo/Arg	Limo	Argilla
n°	n°	m			W %	γ_n kN/m ³	G Mg/m ³	e	%	%	%	%	%	%	%	
FB14	CR1	2.30-2.50	GM	A2-4					37.2	27.5	9.6	35.54	29.78		20.99	13.68
FB14	CR2	5.3-5.50	GM	A2-7					42.9	31.5	11.4	44.66	20.64		21.27	13.43

Note: * si rimanda ai singoli certificati

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE

VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it



*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*

RIASSUNTO PROVE E ANALISI SU ROCCE

Sondaggio	Campione	Profondità	Descrizione	peso di volume naturale	massa volumica	Compressione monoax			Compressione triassiale				Trazione indiretta (brasiliana)	Velocita' sonica		contenuto carbonati	Abrasivita' Cerchar	DRI (Drop Test)	
						Valore rottura	Modulo di Young tangente	Coefficiente di Poisson	Carico deviatorico di rottura	Pressione di confinamento	Modulo di Young	Coefficiente di Poisson		Vp	Vs				
n°		m		γ_n	Mg/m3	σ_c	E	ν	$\sigma_1-\sigma_3$	σ_3	Et	ν	σ_t	Mpa	m/s	m/s	%	CAI	
FB14	CR5	18.65-19.00	Marna calcarea	26.60		57.61	42898	0.46						4897	2784				
FB14	CR7	27.50-27.75	Marna calcarea	26.57		43.59	34373	0.24						4814	2417				

*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: 28/06/13

Certificato n°: 982

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.	Sondaggio: FB14
Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo	Campione: CR1
Località:	Profondità: 2.30 -2.50 m
Verbale di accettazione n°: 51	Data esecuzione prova: 15/05/13
Data verbale: 21/05/2013	Specifica di prova: ASTM D2488-09a- D4648-10
Note:	Rep: 13/054

Contenitore del campione	Inox	PVC
---------------------------------	-------------	------------

Vetro	X	Sacchetto
--------------	----------	------------------

Dimensioni del campione	<2"	<4"
--------------------------------	---------------	---------------

<3"	>4"
---------------	---------------

Condizioni del materiale	Buone	Rammollito
---------------------------------	--------------	-------------------

Mediocri	Strati piegati
-----------------	-----------------------

Cattive	X	Rimaneggiato
----------------	----------	---------------------

Descrizione del campione	Ghiaia con sabbia limosa ed argillosa; colore marrone.
---------------------------------	--

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Cesare Ferrero

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: 28/06/13

Certificato n° 983

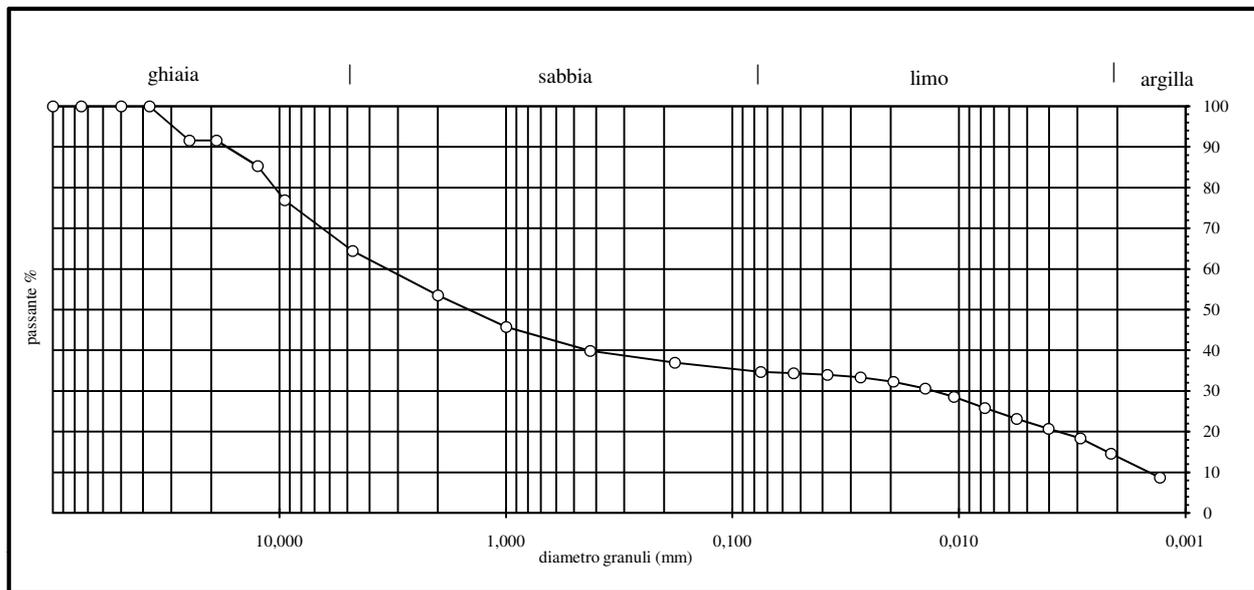
ANALISI GRANULOMETRICA

Committente: SPEA S.p.A.	Sondaggio: FB14
Cantiere: Tunnel di Fontanabuona - Progetto Definitivo	Campione: CR1
Località:	Profondità: 2.30 -2.50 m
Verbale di accettazione n°: 51	Data esecuzione prova: 27-30/05/13
Data verbale: 21/05/13	Specifica di prova: ASTM D421-07/D422-07
Note: peso specifico stimato	Rep: 13/054

Analisi con setacci					M (gr) = 990.72	Analisi con areometro		
Setacci ASTM Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %	Areometro n°			
100	0.00	0.00	0.00	100.00	1	Areometro tipo 152 H		
75	0.00	0.00	0.00	100.00		Dispersivo <i>esametafosfato di sodio</i>		
50	0.00	0.00	0.00	100.00		Correz. dispersivo <i>Cd</i>	-1	
37.5	0.00	0.00	0.00	100.00		Correz. menisco <i>Cm</i>	0.5	
25	83.42	8.42	8.42	91.58		Correz. temperatura <i>Ct</i>	-4+0,25*T	
19	0.00	0.00	8.42	91.58		Campione secco <i>Psp (g)</i>	50	
12.5	62.40	6.30	14.72	85.28		Data preparaz. soluzione	02/05/2013	
9.50	83.00	8.38	23.10	76.90		Peso spec.f<0,074 (Gs) = 2.72 Costante K = 0.986		
4.75	123.30	12.45	35.54	64.46				
2.00	108.32	10.93	46.48	53.52				
1.00	77.24	7.80	54.27	45.73				
0.425	57.60	5.81	60.09	39.91				
0.180	29.14	2.94	63.03	36.97				
0.075	22.78	2.30	65.33	34.67				
Fondo	343.52							

Tempo min	Temperatura °C	Letture R	Letture corr. R'=R+Cm	Corr. Temp. Ct	φ grani mm	Letture ridotta R''=R'+Cd+Ct	% Parziale KR''	% Somma KR''X
0.5	21.0	49.5	50.0	1.25	0.0538	50.25	99.09	34.36
1	21.0	49.0	49.5	1.25	0.0382	49.75	98.11	34.02
2	21.0	48.0	48.5	1.25	0.0272	48.75	96.14	33.33
4	21.0	46.5	47.0	1.25	0.0195	47.25	93.18	32.31
8	21.0	44.0	44.5	1.25	0.0141	44.75	88.25	30.60
15	21.0	41.0	41.5	1.25	0.0105	41.75	82.33	28.55
30	21.0	37.0	37.5	1.25	0.0077	37.75	74.44	25.81
60	21.5	33.0	33.5	1.38	0.0056	33.88	66.80	23.16
120	21.5	29.5	30.0	1.38	0.0040	30.38	59.90	20.77
240	21.5	26.0	26.5	1.38	0.0029	26.88	53.00	18.38
480	21.5	20.5	21.0	1.38	0.0021	21.38	42.15	14.62
1440	21.0	12.0	12.5	1.25	0.0013	12.75	25.14	8.72

UNI: Ghiaia con sabbia limosa ed argillosa	USCS GM	CNR-UNI A2-4	φ max (mm) 25.0	% ghiaia 35.54	% sabbia 29.78	% limo 20.99	% argilla 13.68
--	---------	--------------	-----------------	----------------	----------------	--------------	-----------------





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

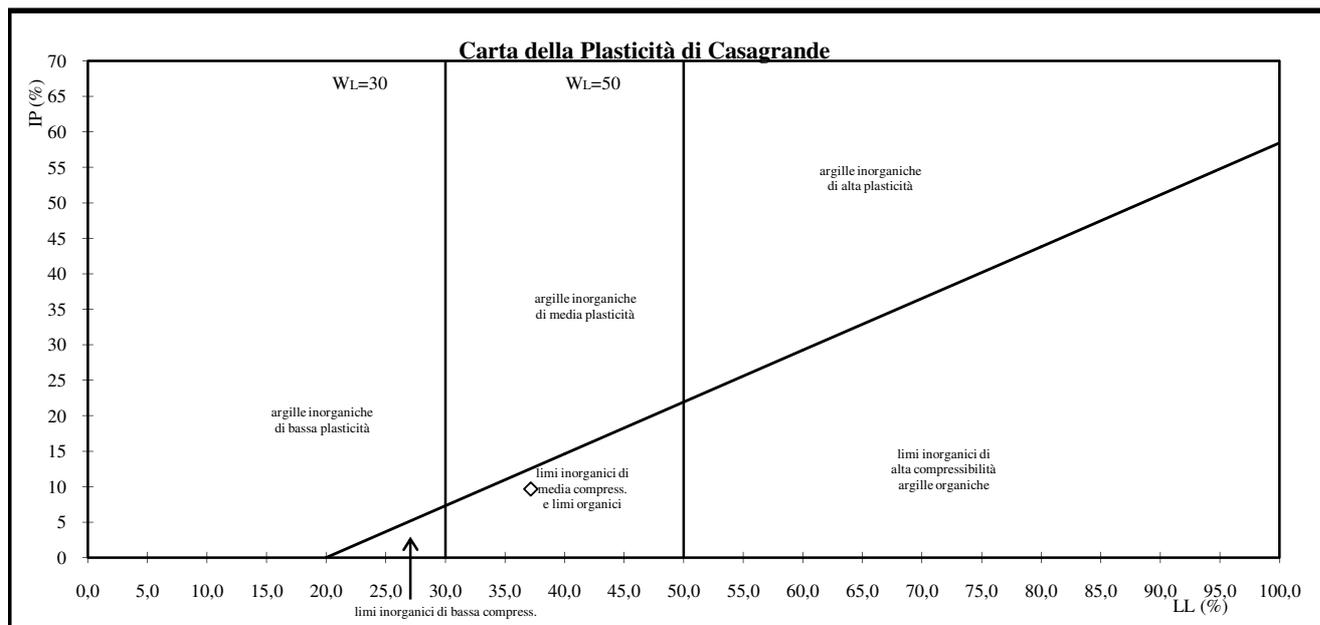
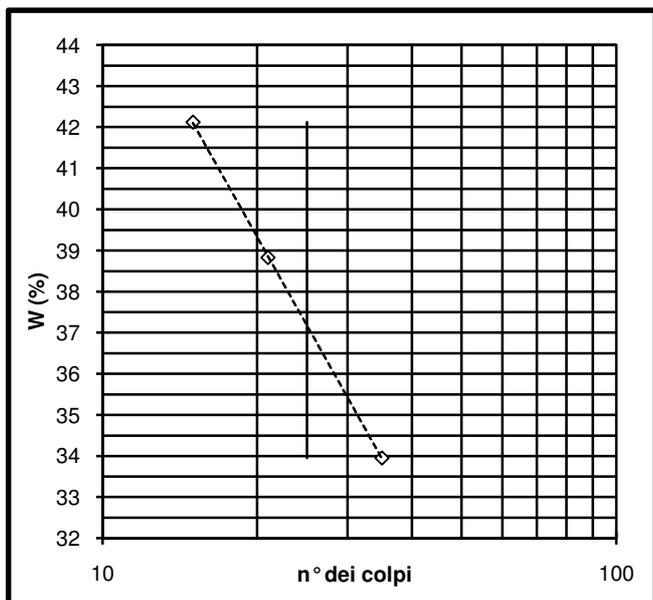
Data emissione: 28/06/13
Certificato n° 984

LIMITI DI CONSISTENZA

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo
Località:
Verbale di accettazione n°: 51
Data verbale: 21/05/2013
Note:

Sondaggio: FB14
Campione: CR1
Profondità: 2.30 -2.50 m
Data esecuzione prova: 28-29/05/13
Specifiche di prova: ASTM D4318-10
Rep: 13/054

Limite liquido	LL (%) = 37.2		
Contenitore	1	2	3
Massa umida + t (g)	55.57	54.03	55.89
Massa secca + t (g)	52.39	50.85	52.77
Massa acqua contenuta (g)	3.18	3.18	3.12
Tara t (g)	44.84	42.66	43.58
Massa secca netta (g)	7.55	8.19	9.19
Contenuto d'acqua W (%)	42.12	38.83	33.95
Numero colpi	15	21	35
Limite plastico	LP (%) = 27.5		
Contenitore	A	B	
Massa umida + t (g)	18.81	19.36	
Massa secca + t (g)	16.72	17.16	
Massa acqua contenuta (g)	2.09	2.20	
Tara t (g)	9.10	9.20	
Massa secca (g)	7.62	7.96	
Contenuto d'acqua W (%)	27.43	27.64	
Indice di Plasticità	(LL-LP) = IP 9.6		



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Cesare Ferrero

*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: 28/06/13

Certificato n°: 985

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.	Sondaggio: FB14
Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo	Campione: CR2
Località:	Profondità: 5.30-5.50 m
Verbale di accettazione n°: 51	Data esecuzione prova: 15/05/13
Data verbale: 21/05/2013	Specifica di prova: ASTM D2488-09a- D4648-10
Note:	Rep: 13/054

Contenitore del campione	<input type="checkbox"/>	Inox	<input type="checkbox"/>	PVC
---------------------------------	--------------------------	-------------	--------------------------	------------

<input type="checkbox"/>	Vetro	<input checked="" type="checkbox"/>	X	Sacchetto
--------------------------	--------------	-------------------------------------	----------	------------------

Dimensioni del campione	<input type="checkbox"/>	<2"	<input type="checkbox"/>	<4"
--------------------------------	--------------------------	---------------	--------------------------	---------------

<input type="checkbox"/>	<3"	<input type="checkbox"/>	>4"
--------------------------	---------------	--------------------------	---------------

Condizioni del materiale	<input type="checkbox"/>	Buone	<input type="checkbox"/>	Rammollito
---------------------------------	--------------------------	--------------	--------------------------	-------------------

<input type="checkbox"/>	Mediocri	<input type="checkbox"/>	Strati piegati
--------------------------	-----------------	--------------------------	-----------------------

<input type="checkbox"/>	Cattive	<input checked="" type="checkbox"/>	X	Rimaneggiato
--------------------------	----------------	-------------------------------------	----------	---------------------

Descrizione del campione

Ghiaia limosa sabbiosa ed argillosa; colore marrone-grigio.

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Cesare Ferrero

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: 28/06/13

Certificato n° 986

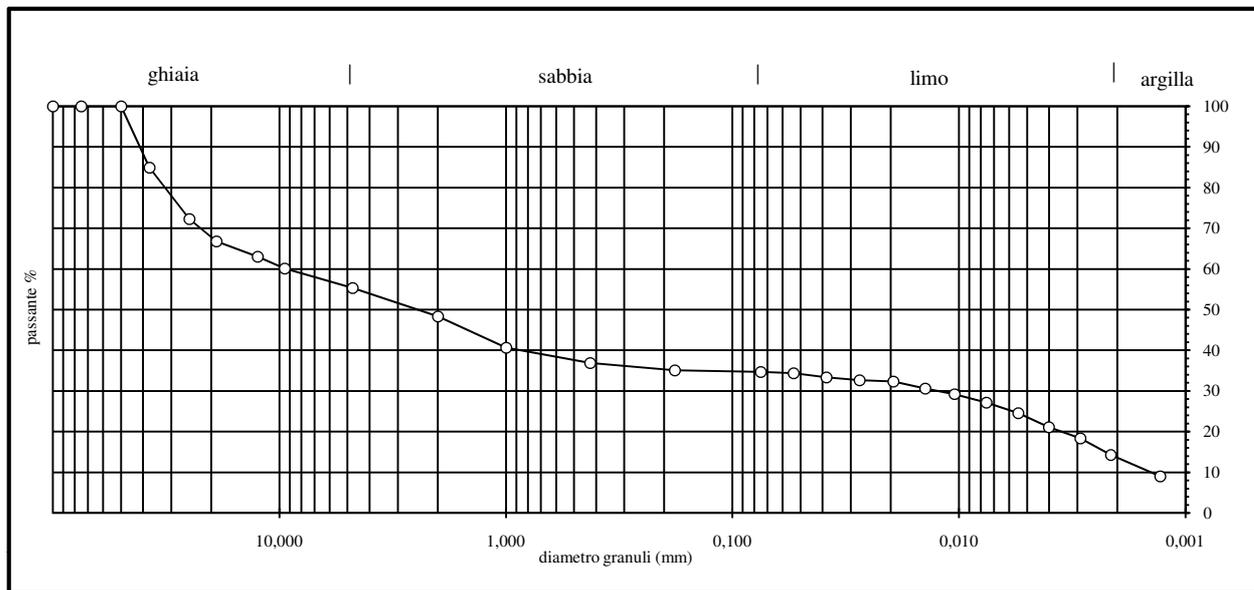
ANALISI GRANULOMETRICA

Committente: SPEA S.p.A.	Sondaggio: FB14
Cantiere: Tunnel di Fontanabuona - Progetto Definitivo	Campione: CR2
Località:	Profondità: 5.30-5.50 m
Verbale di accettazione n°: 51	Data esecuzione prova: 27-30/05/13
Data verbale: 21/05/13	Specifica di prova: ASTM D421-07/D422-07
Note: peso specifico stimato	Rep: 13/054

Analisi con setacci					M (gr) = 1140.72	Analisi con areometro	
Setacci ASTM Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %	Areometro n°		
100	0.00	0.00	0.00	100.00	1	Areometro tipo 152 H	
75	0.00	0.00	0.00	100.00		Dispersivo esametafosfato di sodio	
50	0.00	0.00	0.00	100.00		Correz. dispersivo Cd -1	
37.5	172.42	15.12	15.12	84.88		Correz. menisco Cm 0.5	
25	143.86	12.61	27.73	72.27		Correz. temperatura Ct -4+0,25*T	
19	62.82	5.51	33.23	66.77		Campione secco Psp (g) 50	
12.5	42.34	3.71	36.95	63.05		Data preparaz. soluzione 02/05/2013	
9.50	33.36	2.92	39.87	60.13			
4.75	54.64	4.79	44.66	55.34			
2.00	79.96	7.01	51.67	48.33			
1.00	87.38	7.66	59.33	40.67			
0.425	42.88	3.76	63.09	36.91		Peso spec. f<0,074 (Gs) = 2.72	
0.180	20.94	1.84	64.92	35.08		Costante K = 0.986	
0.075	4.34	0.38	65.30	34.70			
Fondo	395.78						

Tempo min	Temperatura °C	Letture R	Letture corr. R'=R+Cm	Corr. Temp. Ct	φ grani mm	Letture ridotta R''=R'+Cd+Ct	% Parziale KR''	% Somma KR''X
0.5	21.0	49.5	50.0	1.25	0.0538	50.25	99.09	34.38
1	21.0	48.0	48.5	1.25	0.0385	48.75	96.14	33.35
2	21.0	47.0	47.5	1.25	0.0275	47.75	94.16	32.67
4	21.0	46.5	47.0	1.25	0.0195	47.25	93.18	32.33
8	21.0	44.0	44.5	1.25	0.0141	44.75	88.25	30.62
15	21.0	42.0	42.5	1.25	0.0105	42.75	84.30	29.25
30	21.0	39.0	39.5	1.25	0.0076	39.75	78.39	27.20
60	21.5	35.0	35.5	1.38	0.0055	35.88	70.75	24.55
120	21.5	30.0	30.5	1.38	0.0040	30.88	60.89	21.12
240	21.5	26.0	26.5	1.38	0.0029	26.88	53.00	18.39
480	21.5	20.0	20.5	1.38	0.0021	20.88	41.17	14.28
1440	21.0	12.5	13.0	1.25	0.0013	13.25	26.13	9.07

UNI: Ghiaia limosa sabbiosa ed argillosa	USCS GM	CNR-UNI A2-7	φ max (mm) 37.5	% ghiaia 44.66	% sabbia 20.64	% limo 21.27	% argilla 13.43
--	---------	--------------	-----------------	----------------	----------------	--------------	-----------------





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

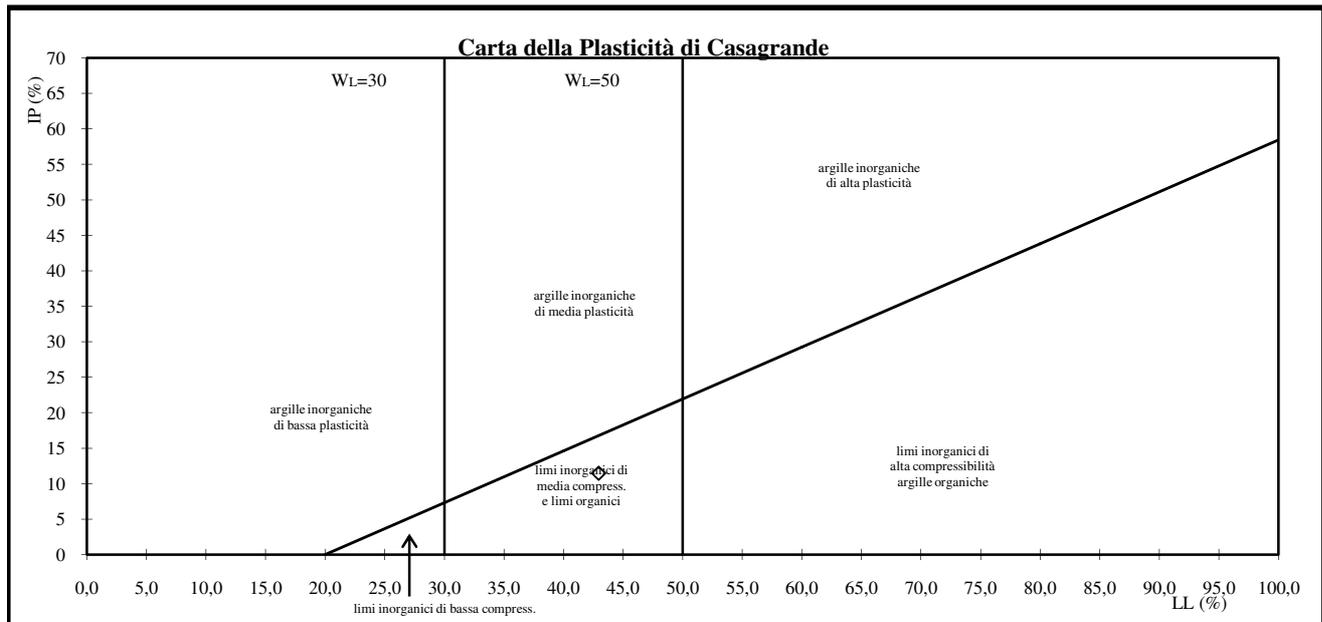
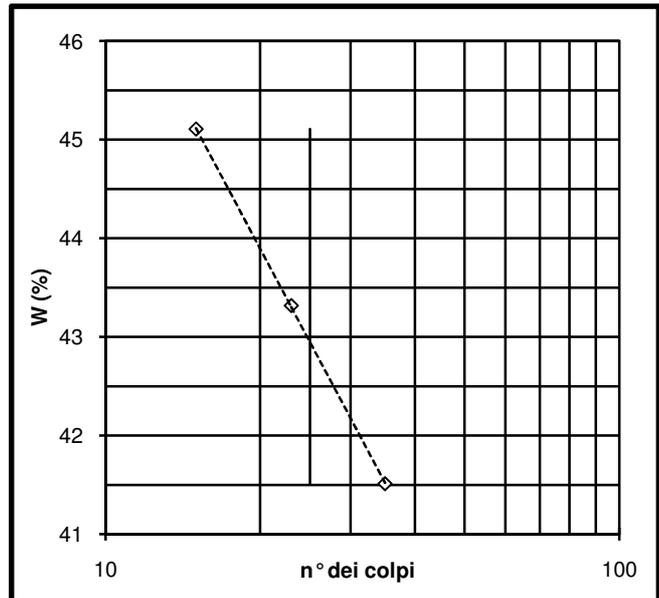
Data emissione: 28/06/13

Certificato n° 987

LIMITI DI CONSISTENZA

Committente: SPEA S.p.A.	Sondaggio: FB14
Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo	Campione: CR2
Località:	Profondità: 5.30-5.50 m
Verbale di accettazione n°: 51	Data esecuzione prova: 28-29/05/13
Data verbale: 21/05/2013	Specifica di prova: ASTM D4318-10
Note:	Rep: 13/054

Limite liquido	LL (%) = 42.9		
Contenitore	1	2	3
Massa umida + t (g)	58.33	57.83	52.04
Massa secca + t (g)	55.38	54.88	49.79
Massa acqua contenuta (g)	2.95	2.95	2.25
Tara t (g)	48.84	48.07	44.37
Massa secca netta (g)	6.54	6.81	5.42
Contenuto d'acqua W (%)	45.11	43.32	41.51
Numero colpi	15	23	35
Limite plastico	LP (%) = 31.5		
Contenitore	A	B	
Massa umida + t (g)	18.20	18.70	
Massa secca + t (g)	16.07	16.43	
Massa acqua contenuta (g)	2.13	2.27	
Tara t (g)	9.30	9.24	
Massa secca (g)	6.77	7.19	
Contenuto d'acqua W (%)	31.46	31.57	
Indice di Plasticità	(LL-LP) = IP 11.4		



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Cesare Ferrero

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

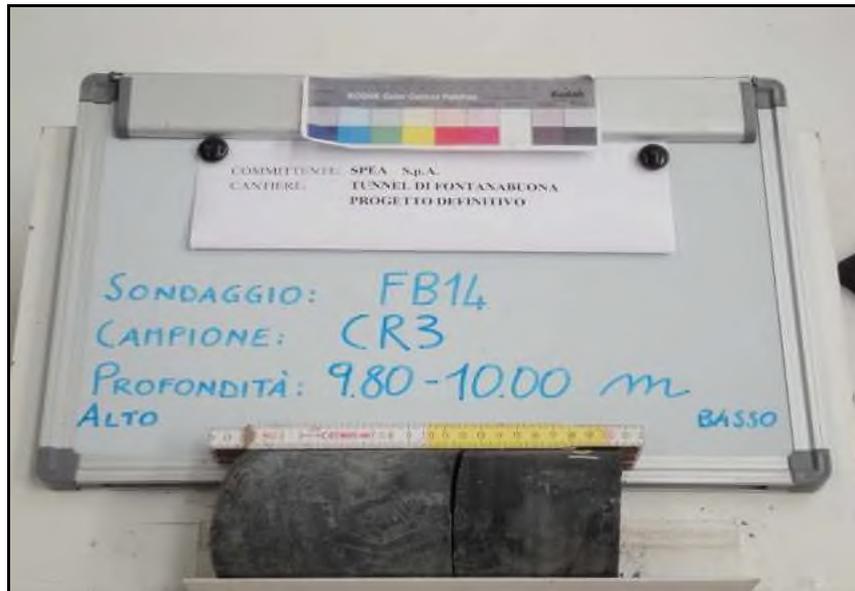
Data emissione: 15/07/2013

Certificato n°: 1113

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.	Sondaggio: FB14
Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo	Campione: CR3
Località: .	Profondità da 9.80 m a 10.00 m
Verbale di accettazione n°: 51	Data esecuzione prova: 22/05/2013
Data verbale: 21/05/2013	Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Note:	Rep: 13-054
	Litologia: Marna

Contenitore del campione	<input type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC
	<input type="checkbox"/> Ferro	<input checked="" type="checkbox"/> Sacchetto
Dimensioni del campione	<input type="checkbox"/> <2"	<input checked="" type="checkbox"/> <4"
	<input type="checkbox"/> <3"	<input type="checkbox"/> >4"
Condizioni del materiale	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Fratturata
	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Strati piegati
	<input type="checkbox"/> Cattive	<input type="checkbox"/> Disarticolata



Descrizione del campione
Campione di lunghezza 20 cm (2 spezzoni). Marna tenera e omogenea a laminazione piano-parallela inclinata di circa 75°; presenza di rare microvene a calcite da suborizzontali a poco inclinate (10°-15°).

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Cesare Ferrero

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

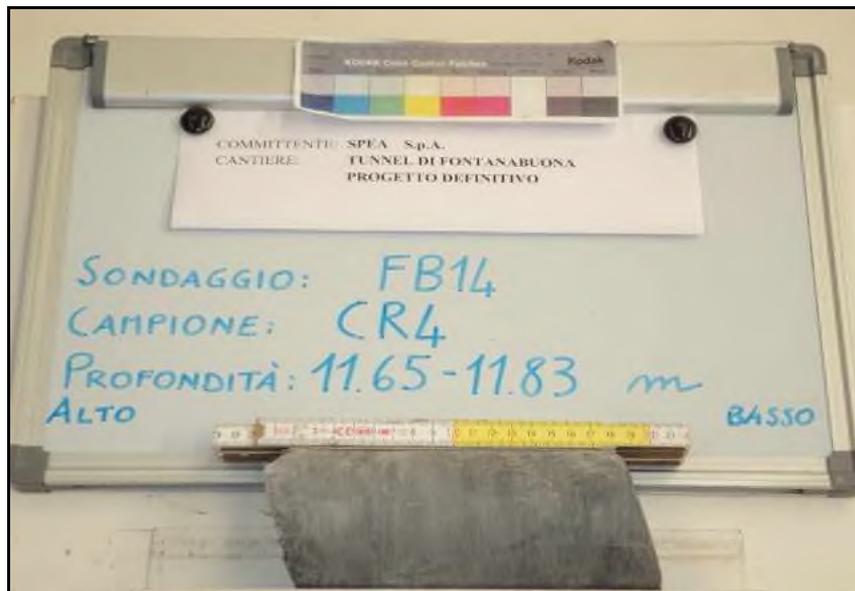
Data emissione: 15/07/2013

Certificato n°: 1114

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.	Sondaggio: FB14
Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo	Campione: CR4
Località: .	Profondità da 11.65 m a 11.83 m
Verbale di accettazione n°: 51	Data esecuzione prova: 22/05/2013
Data verbale: 21/05/2013	Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Note:	Rep: 13-054
	Litologia: Marna calcarea

Contenitore del campione	<input type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC
	<input type="checkbox"/> Ferro	<input checked="" type="checkbox"/> Sacchetto
Dimensioni del campione	<input type="checkbox"/> <2"	<input checked="" type="checkbox"/> <4"
	<input type="checkbox"/> <3"	<input type="checkbox"/> >4"
Condizioni del materiale	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Fratturata
	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Strati piegati
	<input type="checkbox"/> Cattive	<input type="checkbox"/> Disarticolata



Descrizione del campione

Campione di lunghezza 18 cm. Marna calcarea omogenea e compatta caratterizzata da laminazione piano-parallela inclinata di circa 75°; presenza di numerose vene e microvene di calcite suborizzontali.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Cesare Ferrero

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

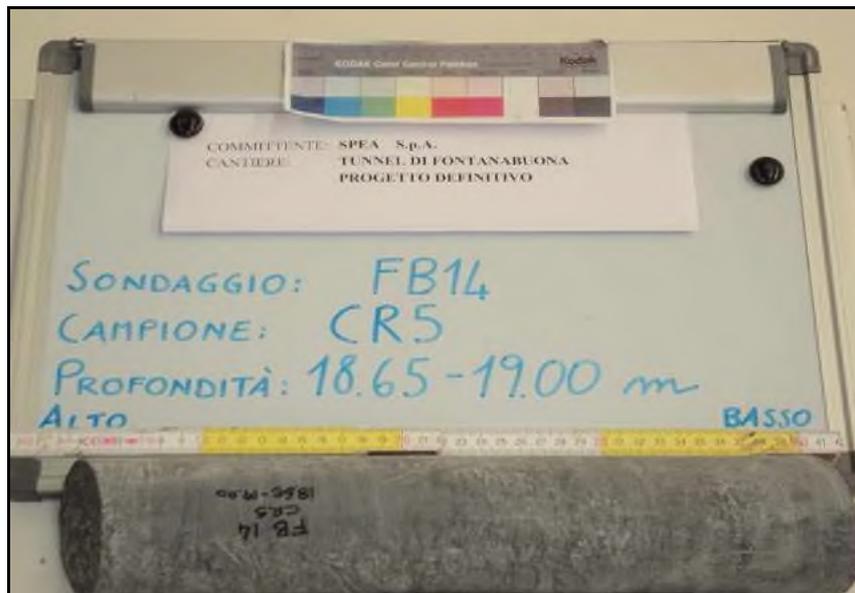
Data emissione: 15/07/2013

Certificato n°: 1115

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.	Sondaggio: FB14
Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo	Campione: CR5
Località: .	Profondità da 18.65 m a 19.00 m
Verbale di accettazione n°: 51	Data esecuzione prova: 22/05/2013
Data verbale: 21/05/2013	Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Note:	Rep: 13-054
	Litologia: Marna calcarea

Contenitore del campione	<input type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC
	<input type="checkbox"/> Ferro	<input checked="" type="checkbox"/> Sacchetto
Dimensioni del campione	<input type="checkbox"/> <2"	<input checked="" type="checkbox"/> <4"
	<input type="checkbox"/> <3"	<input type="checkbox"/> >4"
Condizioni del materiale	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Fratturata
	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Strati piegati
	<input type="checkbox"/> Cattive	<input type="checkbox"/> Disarticolata



Descrizione del campione
Campione di lunghezza 35 cm. Marna calcarea omogenea e compatta caratterizzata da laminazione piano-parallela inclinata di circa 70°.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Cesare Ferrero

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: 15/07/2013

Certificato n°: 1116

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME E DELLA VELOCITA' ULTRASONICA

Committente: SPEA S.p.A.	Sondaggio: FB14
Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo	Campione: CR5
Località: .	Profondità da 18.65 m a 19.00 m
Verbale di accettazione n°: 51	Data esecuzione prova: 22/05/2013
Data verbale: 21/05/2013	Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D2845-08
Note:	Rep: 13-054
	Litologia: Marna calcarea

DIAMETRO	ALTEZZA	MASSA	VOLUME	DENSITA'	DENSITA'
mm	mm	gr	m ³	g/cm ³	kN/m ³
77.9	170.4	2203.20	0.000812	2.71	26.60

VELOCITA' ONDE DI COMPRESSIONE

DISTANZA	TEMPO	VELOCITA'
mm	μsec	m/sec
170.4	34.8	4897

VELOCITA' ONDE DI TAGLIO

DISTANZA	TEMPO	VELOCITA'
mm	μsec	m/sec
170.4	61.2	2784

E = 53043 MPa Modulo di Young
 G = 21031 MPa Modulo di taglio
 μ = 0.26 Coefficiente di Poisson
 K = 37002 MPa Modulo volumetrico

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio
 Dott. Geol. Cesare Ferrero

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: 15/07/2013

Certificato n°: 1117

PROVA DI COMPRESSIONE MONOASSIALE

Committente: SPEA S.p.A.

Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo

Località: .

Verbale di accettazione n°: 51

Data verbale: 21/05/2013

Note:

Sondaggio: FB14

Campione: CR5

Profondità da 18.65 m a 19.00 m

Data esecuzione prova: 24/05/2013

Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D7012-10

Rep: 13-054

Litologia: Marna calcarea

DATI PROVINO

Diametro	77.9	mm
Altezza	170.4	mm
Superficie	47.66	cm ²

Modalità di prova

CONTROLLO DI CARICO

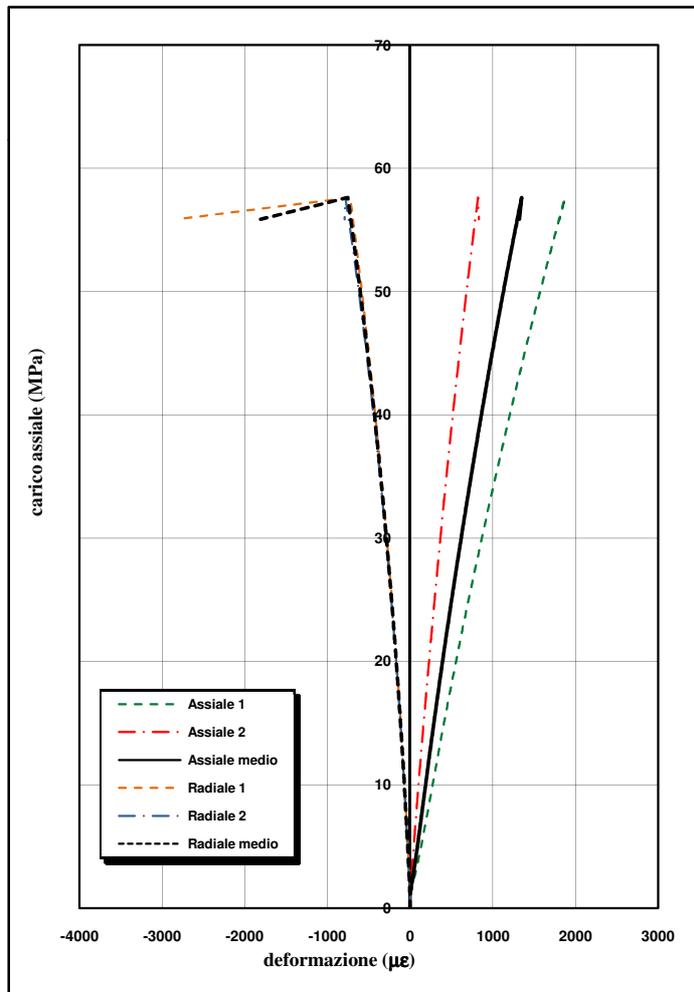
Velocità (kPa/sec)	500
--------------------	------------

RISULTATI

Carico di rottura σ_1	57.61	MPa
Modulo tangente 50%	42898	MPa
Modulo secante 50%	47049	MPa
Coeff. di Poisson 50%	0.46	-



Descrizione rottura: lungo piano subverticale.



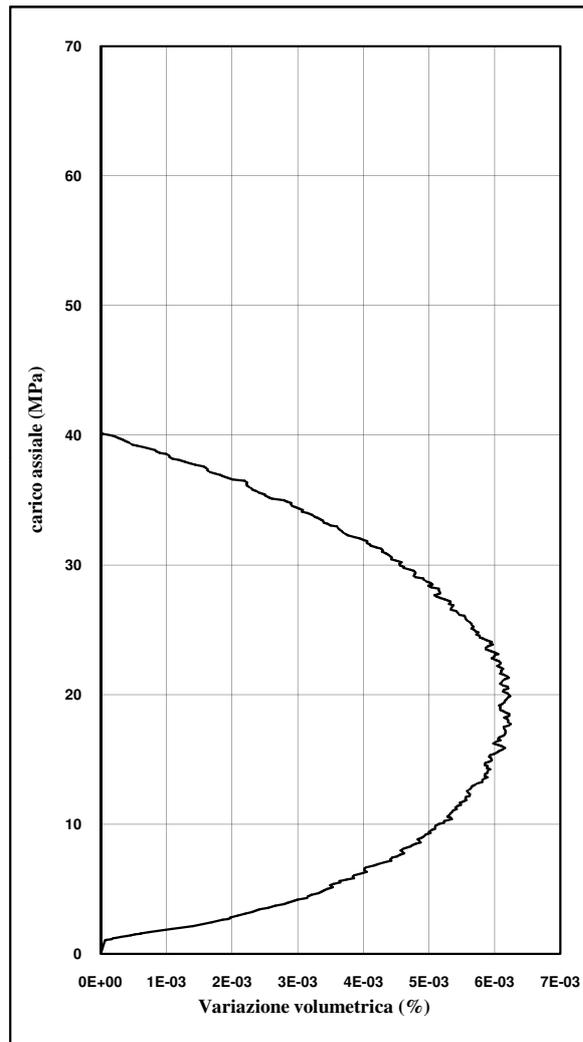
Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Cesare Ferrero

*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: 15/07/2013

Certificato n°: 1117

PROVA DI COMPRESSIONE MONOASSIALE**Committente:** SPEA S.p.A.**Cantiere:** Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo**Località:** .**Verbale di accettazione n°:** 51**Data verbale:** 21/05/2013**Note:****Sondaggio:** FB14**Campione:** CR5**Profondità da** 18.65 m **a** 19.00 m**Data esecuzione prova:** 24/05/2013**Specifica di prova:** I.S.R.M. 1983 - ASTM D7012-10**Rep:** 13-054**Litologia:** Marna calcarea**Note**

Prearico: 1.03 Mpa

Modulo tangente 50 % calcolato in un intervallo di circa ± 1.5 MPa rispetto al 50% di σ_1 .

Modulo secante 50% riferito al valore di prearico (inizio deformazioni)

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Cesare Ferrero

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

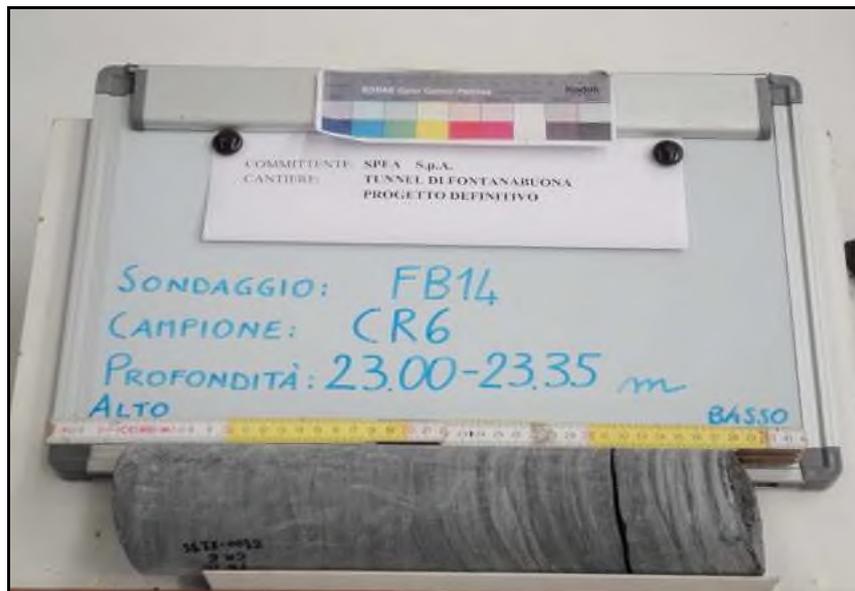
Data emissione: 15/07/2013

Certificato n°: 1118

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.	Sondaggio: FB14
Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo	Campione: CR6
Località: .	Profondità da 23.00 m a 23.35 m
Verbale di accettazione n°: 51	Data esecuzione prova: 22/05/2013
Data verbale: 21/05/2013	Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Note:	Rep: 13-054
	Litologia: Marna

Contenitore del campione	<input type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC
	<input type="checkbox"/> Ferro	<input checked="" type="checkbox"/> Sacchetto
Dimensioni del campione	<input type="checkbox"/> <2"	<input checked="" type="checkbox"/> <4"
	<input type="checkbox"/> <3"	<input type="checkbox"/> >4"
Condizioni del materiale	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Fratturata
	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Strati piegati
	<input type="checkbox"/> Cattive	<input type="checkbox"/> Disarticolata



Descrizione del campione

Campione di lunghezza 32 cm. Marna siltosa omogenea e compatta a laminazione piano-parallela inclinata di circa 75°; campione suddiviso in due spezzoni lungo superficie parallela alla laminazione.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Cesare Ferrero

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

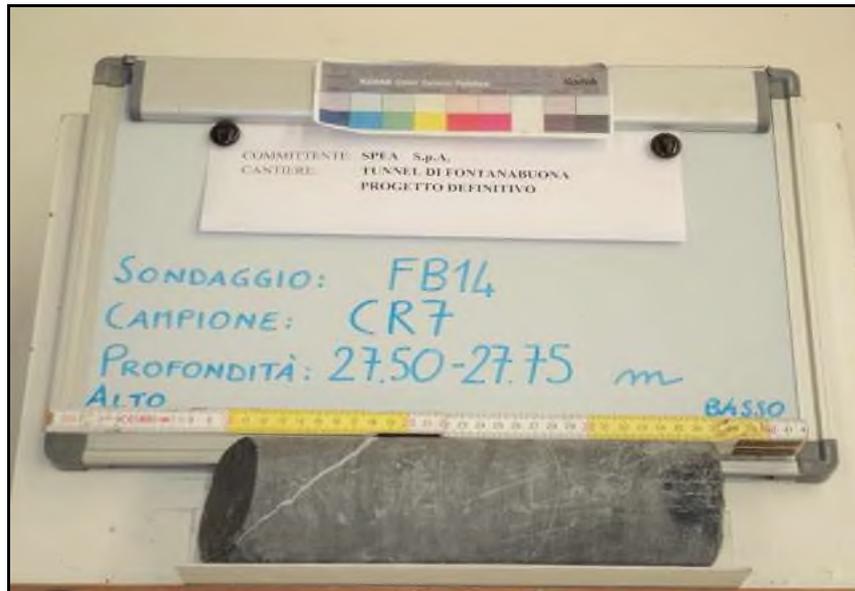
Data emissione: 15/07/2013

Certificato n°: 1119

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.	Sondaggio: FB14
Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo	Campione: CR7
Località: .	Profondità da 27.50 m a 27.75 m
Verbale di accettazione n°: 51	Data esecuzione prova: 22/05/2013
Data verbale: 21/05/2013	Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Note:	Rep: 13-054
	Litologia: Marna calcarea

Contenitore del campione	<input type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC
	<input type="checkbox"/> Ferro	<input checked="" type="checkbox"/> Sacchetto
Dimensioni del campione	<input type="checkbox"/> <2"	<input checked="" type="checkbox"/> <4"
	<input type="checkbox"/> <3"	<input type="checkbox"/> >4"
Condizioni del materiale	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Fratturata
	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Strati piegati
	<input type="checkbox"/> Cattive	<input type="checkbox"/> Disarticolata



Descrizione del campione

Campione di lunghezza 24 cm. Marna calcarea caratterizzata da laminazione piano-parallela inclinata di circa 65°. Campione interessato da numerose microvene sigillate da calcite ad orientazione variabile.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Cesare Ferrero

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: 15/07/2013

Certificato n°: 1120

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME E DELLA VELOCITA' ULTRASONICA

Committente: SPEA S.p.A.	Sondaggio: FB14
Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo	Campione: CR7
Località: .	Profondità da 27.50 m a 27.75 m
Verbale di accettazione n°: 51	Data esecuzione prova: 22/05/2013
Data verbale: 21/05/2013	Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D2845-08
Note:	Rep: 13-054
	Litologia: Marna calcarea

<i>DIAMETRO</i>	<i>ALTEZZA</i>	<i>MASSA</i>	<i>VOLUME</i>	<i>DENSITA'</i>	<i>DENSITA'</i>
mm	mm	gr	m ³	g/cm ³	kN/m ³
78.2	170.9	2224.00	0.000821	2.71	26.57

VELOCITA' ONDE DI COMPRESSIONE

<i>DISTANZA</i>	<i>TEMPO</i>	<i>VELOCITA'</i>
mm	μsec	m/sec
170.9	35.5	4814

VELOCITA' ONDE DI TAGLIO

<i>DISTANZA</i>	<i>TEMPO</i>	<i>VELOCITA'</i>
mm	μsec	m/sec
170.9	70.7	2417

E = 42159 MPa Modulo di Young
 G = 15832 MPa Modulo di taglio
 μ = 0.33 Coefficiente di Poisson
 K = 41685 MPa Modulo volumetrico

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio
 Dott. Geol. Cesare Ferrero

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: 15/07/2013

Certificato n°: 1121

PROVA DI COMPRESSIONE MONOASSIALE

Committente: SPEA S.p.A.

Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo

Località: .

Verbale di accettazione n°: 51

Data verbale: 21/05/2013

Note:

Sondaggio: FB14

Campione: CR7

Profondità da 27.50 m a 27.75 m

Data esecuzione prova: 24/05/2013

Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D7012-10

Rep: 13-054

Litologia: Marna calcarea

DATI PROVINO

Diametro	78.2	mm
Altezza	170.9	mm
Superficie	48.03	cm ²

Modalità di prova

CONTROLLO DI CARICO

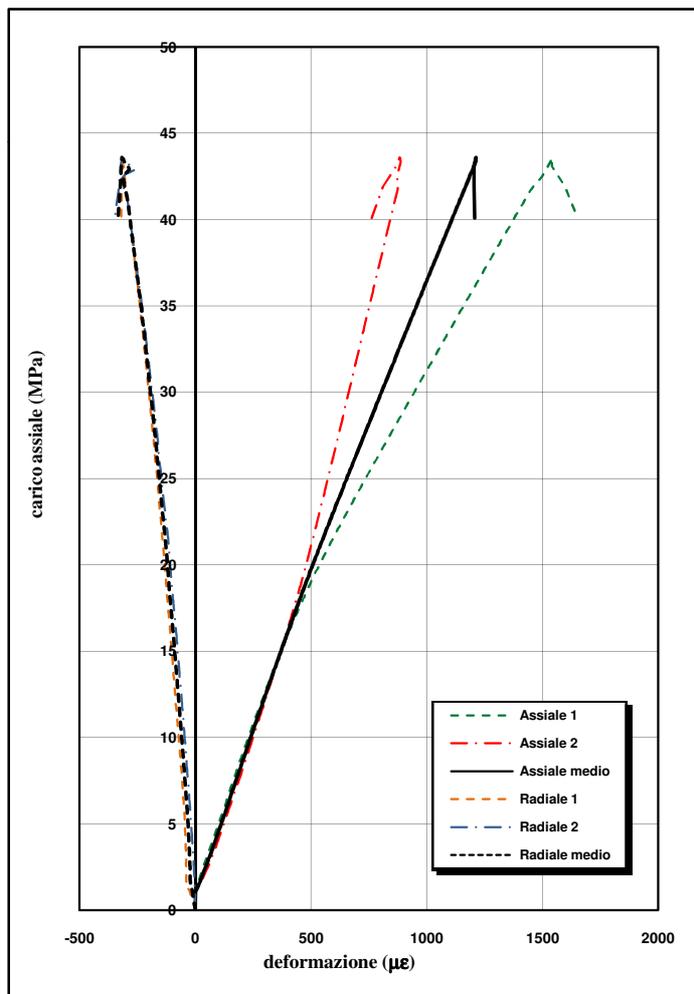
Velocità (kPa/sec)	500
--------------------	------------

RISULTATI

Carico di rottura σ_1	43.59	MPa
Modulo tangente 50%	34373	MPa
Modulo secante 50%	37124	MPa
Coeff. di Poisson 50%	0.24	-



Descrizione rottura: lungo piano subverticale.



Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Cesare Ferrero

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: 15/07/2013

Certificato n°: 1121

PROVA DI COMPRESSIONE MONOASSIALE

Committente: SPEA S.p.A.

Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo

Località: .

Verbale di accettazione n°: 51

Data verbale: 21/05/2013

Note:

Sondaggio: FB14

Campione: CR7

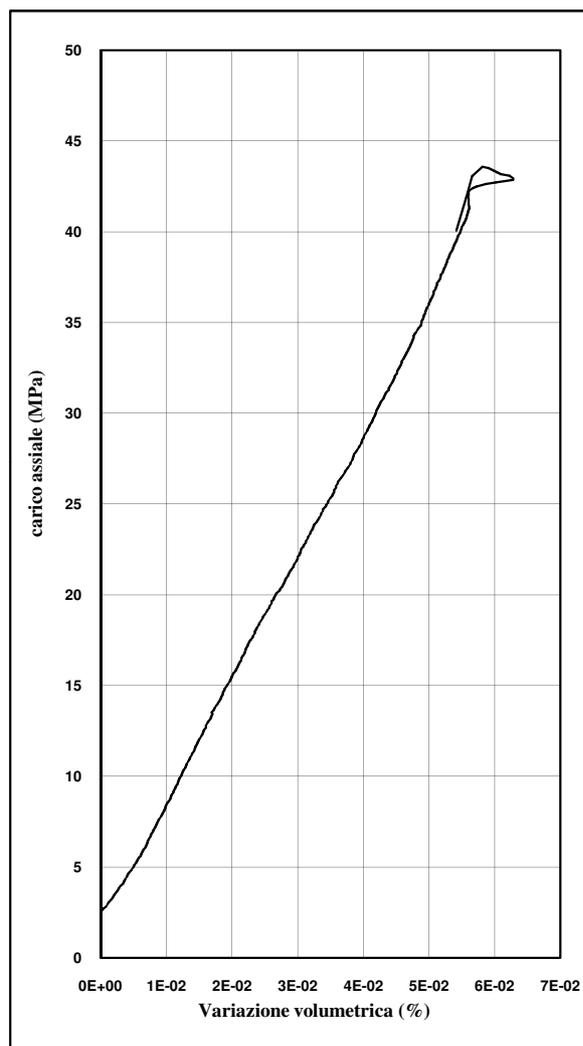
Profondità da 27.50 m a 27.75 m

Data esecuzione prova: 24/05/2013

Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D7012-10

Rep: 13-054

Litologia: Marna calcarea



Note

Prearico: 1.08 Mpa

Modulo tangente 50 % calcolato in un intervallo di circa ± 1.5 MPa rispetto al 50% di σ_1 .

Modulo secante 50% riferito al valore di prearico (inizio deformazioni)

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Cesare Ferrero

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 A CARICO CONCENTRATO (Spezzoni di carota)

Rapporto di prova n° 13054005

Committente: SPEA S.p.A.

Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo

Località: .

Verbale di accettazione n°: 51

Data verbale: 21/5/2013

Note:

Sondaggio: FB14

Campione: Diversi

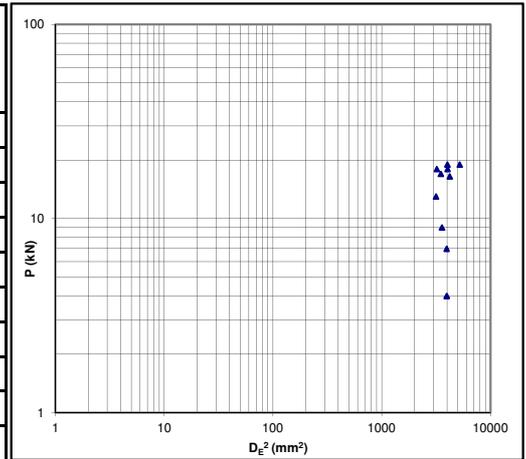
Profondità: Diverse

Data esecuzione prova: 04/06/2013

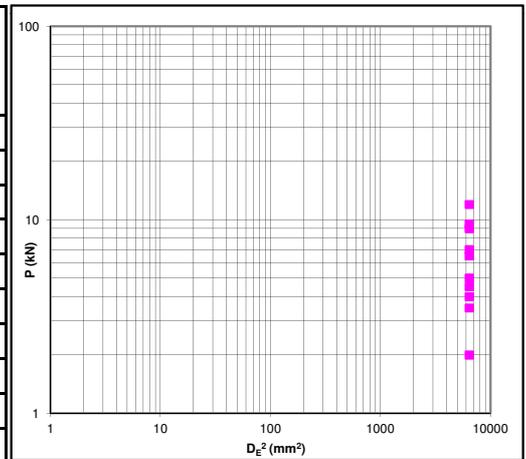
Specifica di prova: ISRM 1985 ASTM D5731-95

Rep: 13-054

Test assiale n°	Perpend*	Parallelo*	Distanza tra i punzoni (mm)	Diametro equivalente (mm)	Carico misurato (kN)	Is (MPa)	Is(50) (MPa)	C ₀ ⁺ (MPa)
1-CR5	X		58	65	16.5	3.92	4.41	105.78
2-CR5	X		51	63	18.0	4.47	4.98	119.45
3-CR6	X		67	72	19.0	3.65	4.31	103.34
4-CR6	X		49	59	17.0	4.87	5.25	125.91
5-CR3	X		69	63	4.0	1.01	1.12	26.92
6-CR3	X		62	63	7.0	1.77	1.97	47.17
7-CR3	X		61	60	9.0	2.52	2.73	65.52
8-CR5	X		50	63	19.0	4.74	5.27	126.45
9-CR4	X		63	57	18.0	5.61	5.93	142.42
10-CR4	X		59	56	13.0	4.12	4.34	104.20



Test diametrale n°	Perpend*	Parallelo*	Distanza tra i punzoni (mm)	Diametro equivalente (mm)	Carico misurato (kN)	Is (MPa)	Is(50) (MPa)	C ₀ ⁺ (MPa)
1-CR5		X	80	80	12.0	1.88	2.32	55.60
2-CR5		X	80	80	9.0	1.41	1.74	41.70
3-CR6		X	80	80	6.5	1.02	1.25	30.12
4-CR6		X	80	80	4.0	0.63	0.77	18.53
5-CR3		X	80	80	3.5	0.55	0.68	16.22
6-CR3		X	80	80	2.0	0.31	0.39	9.27
7-CR4		X	80	80	9.5	1.48	1.83	44.02
8-CR4		X	80	80	7.0	1.09	1.35	32.43
9-CR6		X	80	80	5.0	0.78	0.97	23.17
10-CR6		X	80	80	4.5	0.70	0.87	20.85



Media Is(50) perpendicolare (MPa)	4.33
Media Is(50) parallelo (MPa)	1.16
Media C ₀ perpendicolare (MPa)	103.92
Media C ₀ parallelo (MPa)	27.84
Indice di anisotropia	0.27

Deviazione standard test assiali°	1.57
Varianza test assiali°	2.23
Deviazione standard test diametrali°	0.60
Varianza test diametrali°	0.32

Note:

* Rispetto al piano di debolezza

+ Calcolato utilizzando k=24

° Deviazione standard e varianza calcolate su tutte le rotture eseguite

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SPEA S.p.A.
Tunnel di Fontanabuona
Progetto Definitivo

PROVE E ANALISI SU TERRENI

Sondaggio	Campione	Profondità	Classificazione USCS	Classificazione CNR-UNI	Contenuto d'acqua	Peso di volume naturale	Peso dei grani	Indice dei vuoti	Limiti di Atterberg			Composizione granulometrica				
									LL	LP	IP	Ghiaia	Sabbia	Limo/Arg	Limo	Argilla
n°	n°	m			W %	γ_n kN/m ³	G Mg/m ³	e -	%	%	%	%	%	%	%	%
FB20	CR1	1.50-1.80	GM	A6					38.7	27.8	11.0	41.06	21.47		27.5	9.96
FB20	CR2	2.60-2.80	ML	A7-5					43.9	30.4	13.5	1.27	23.87		55.14	19.72
FB20	CR3	3.00-3.30	SM-SC	A2-4					30.7	23.6	7.1	31.31	36.74		22.34	9.61
FB20	CR4	4.50-4.80	SM	A2-4					32.3	25	7.2	13.62	51.87		22.49	12.03

Note: * si rimanda ai singoli certificati

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE

VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it



*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*

RIASSUNTO PROVE E ANALISI SU ROCCE

Sondaggio	Campione	Profondità	Descrizione	peso di volume naturale	massa volumica	Compressione monoax			Compressione triassiale				Trazione indiretta (brasiliana)	Velocita' sonica		contenuto carbonati	Abrasivita' Cerchar	DRI (Drop Test)	
						Valore rottura	Modulo di Young tangente	Coefficiente di Poisson	Carico deviatorico di rottura	Pressione di confinamento	Modulo di Young	Coefficiente di Poisson		Vp	Vs				
n°		m		γ_n	Mg/m3	σ_c	E	ν	$\sigma_1 - \sigma_3$	σ_3	E _t	ν	σ_t	Mpa	m/s	m/s	%	CAI	DRI
FB20	CR6	15.00-15.30	Siltite	26.89		39.34	34764	0.32						4095	2318				
FB20	CR7	19.20-19.47	Argillite	26.92		12.83	8021	0.17						2589	1407				

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: 28/06/13

Certificato n°: 997

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.	Sondaggio: FB20
Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo	Campione: CR1
Località:	Profondità: 1.50 -1.80 m
Verbale di accettazione n°: 51	Data esecuzione prova: 15/05/13
Data verbale: 21/05/2013	Specifica di prova: ASTM D2488-09a- D4648-10
Note:	Rep: 13/054

Contenitore del campione	<input type="checkbox"/>	Inox	<input type="checkbox"/>	PVC
---------------------------------	--------------------------	-------------	--------------------------	------------

<input type="checkbox"/>	Vetro	<input checked="" type="checkbox"/>	X	Sacchetto
--------------------------	--------------	-------------------------------------	----------	------------------

Dimensioni del campione	<input type="checkbox"/>	<2"	<input type="checkbox"/>	<4"
--------------------------------	--------------------------	---------------	--------------------------	---------------

<input type="checkbox"/>	<3"	<input type="checkbox"/>	>4"
--------------------------	---------------	--------------------------	---------------

Condizioni del materiale	<input type="checkbox"/>	Buone	<input type="checkbox"/>	Rammollito
---------------------------------	--------------------------	--------------	--------------------------	-------------------

<input type="checkbox"/>	Mediocri	<input type="checkbox"/>	Strati piegati
--------------------------	-----------------	--------------------------	-----------------------

<input type="checkbox"/>	Cattive	<input checked="" type="checkbox"/>	X	Rimaneggiato
--------------------------	----------------	-------------------------------------	----------	---------------------

Descrizione del campione	Ghiaia con limo sabbiosa debolmente argillosa; colore marrone-rossiccio.
---------------------------------	--

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Cesare Ferrero

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: 28/06/13

Certificato n° 998

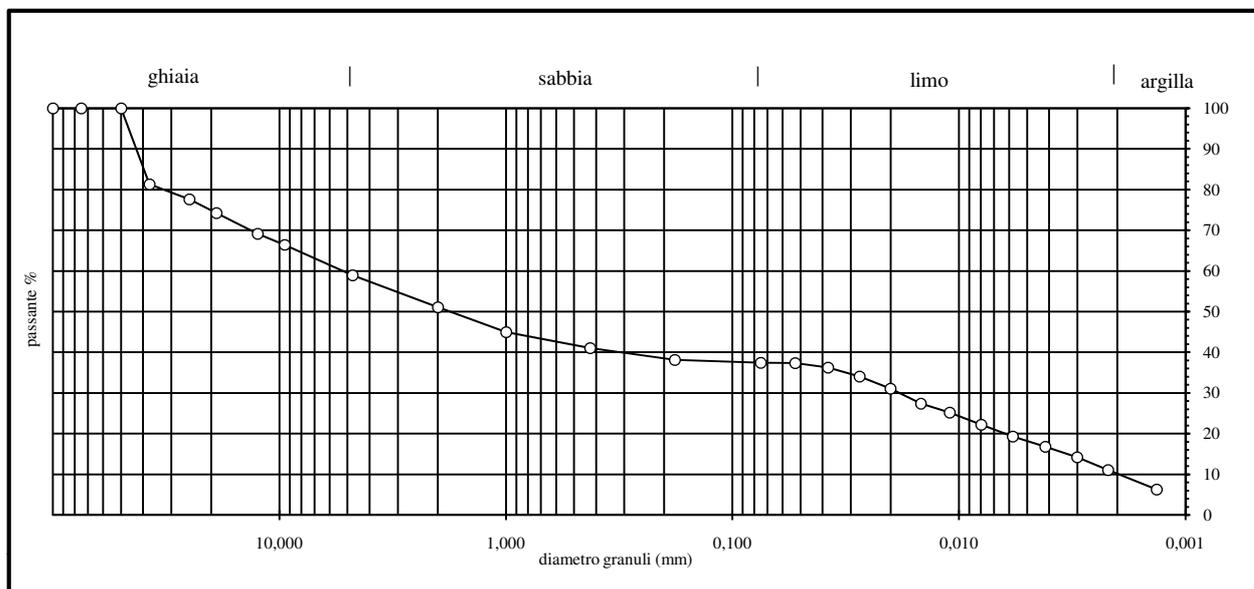
ANALISI GRANULOMETRICA

Committente: SPEA S.p.A.	Sondaggio: FB20
Cantiere: Tunnel di Fontanabuona - Progetto Definitivo	Campione: CR1
Località:	Profondità: 1.50 -1.80 m
Verbale di accettazione n°: 51	Data esecuzione prova: 22-27/05/13
Data verbale: 21/05/13	Specifica di prova: ASTM D421-07/D422-07
Note: peso specifico stimato	Rep: 13/054

Analisi con setacci					M (gr) = 1329.26	Analisi con areometro	
Setacci ASTM Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %	Areometro n°		
100	0.00	0.00	0.00	100.00	1	Areometro tipo 152 H	
75	0.00	0.00	0.00	100.00		Dispersivo <i>esametafosfato di sodio</i>	
50	0.00	0.00	0.00	100.00		Correz. dispersivo <i>Cd</i> -1	
37.5	248.86	18.72	18.72	81.28		Correz. menisco <i>Cm</i> 0.5	
25	48.74	3.67	22.39	77.61		Correz. temperatura <i>Ct</i> -4+0,25*T	
19	44.60	3.36	25.74	74.26		Campione secco <i>Psp</i> (g) 50	
12.5	67.78	5.10	30.84	69.16		Data preparaz. soluzione 02/05/2013	
9.50	36.20	2.72	33.57	66.43		Peso spec. $f < 0,074$ (Gs) = 2.72	
4.75	99.64	7.50	41.06	58.94		Costante <i>K</i> = 0.986	
2.00	103.96	7.82	48.88	51.12			
1.00	81.36	6.12	55.00	45.00			
0.425	52.52	3.95	58.95	41.05			
0.180	38.90	2.93	61.88	38.12			
0.075	8.68	0.65	62.53	37.47			
Fondo	498.02						

Tempo min	Temperatura °C	Letture R	Letture corr. R'=R+Cm	Corr. Temp. Ct	φ grani mm	Letture ridotta R''=R'+Cd+Ct	% Parziale KR''	% Somma KR''X
0.5	22.5	49.5	50.0	1.63	0.0528	50.63	99.83	37.40
1	22.5	48.0	48.5	1.63	0.0379	49.13	96.87	36.29
2	22.5	45.0	45.5	1.63	0.0275	46.13	90.96	34.08
4	22.5	41.0	41.5	1.63	0.0201	42.13	83.07	31.12
8	22.5	36.0	36.5	1.63	0.0147	37.13	73.21	27.43
15	22.5	33.0	33.5	1.63	0.0110	34.13	67.29	25.21
30	22.5	29.0	29.5	1.63	0.0080	30.13	59.41	22.26
60	22.5	25.0	25.5	1.63	0.0058	26.13	51.52	19.30
120	23.0	21.5	22.0	1.75	0.0042	22.75	44.86	16.81
240	23.0	18.0	18.5	1.75	0.0030	19.25	37.96	14.22
480	22.0	14.0	14.5	1.50	0.0022	15.00	29.58	11.08
1440	20.0	8.0	8.5	1.00	0.0013	8.50	16.76	6.28

UNI: Ghiaia con limo sabbiosa deb. argillosa	USCS GM	CNR-UNI A6	φ max (mm) 37.5	% ghiaia 41.06	% sabbia 21.47	% limo 27.50	% argilla 9.96
---	------------	---------------	--------------------	-------------------	-------------------	-----------------	-------------------



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: 28/06/13

Certificato n° 999

LIMITI DI CONSISTENZA

Committente: SPEA S.p.A.

Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo

Località:

Verbale di accettazione n°: 51

Data verbale: 21/05/2013

Note:

Sondaggio: FB20

Campione: CR1

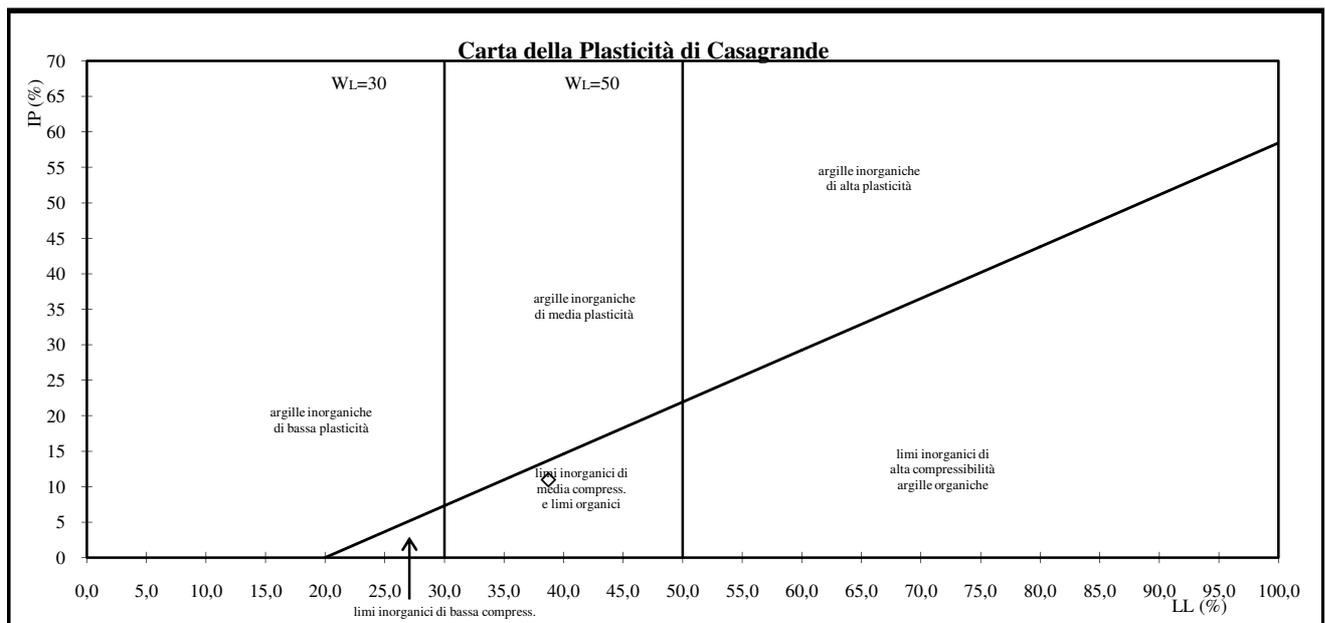
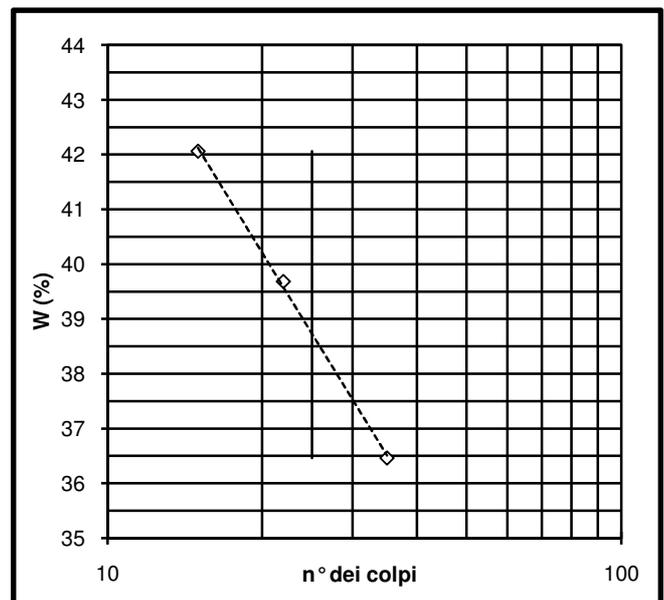
Profondità: 1.50 -1.80 m

Data esecuzione prova: 24-27/05/13

Specifica di prova: ASTM D4318-10

Rep: 13/054

Limite liquido	LL (%) = 38.7		
Contenitore	1	2	3
Massa umida + t (g)	52.90	52.32	54.14
Massa secca + t (g)	49.80	49.30	51.15
Massa acqua contenuta (g)	3.10	3.02	2.99
Tara t (g)	42.43	41.69	42.95
Massa secca netta (g)	7.37	7.61	8.20
Contenuto d'acqua W (%)	42.06	39.68	36.46
Numero colpi	15	22	35
Limite plastico	LP (%) = 27.8		
Contenitore	A	B	
Massa umida + t (g)	19.63	20.38	
Massa secca + t (g)	17.38	17.96	
Massa acqua contenuta (g)	2.25	2.42	
Tara t (g)	9.29	9.24	
Massa secca (g)	8.09	8.72	
Contenuto d'acqua W (%)	27.81	27.75	
Indice di Plasticità	(LL-LP) = IP 11.0		



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Cesare Ferrero

*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: 28/06/13

Certificato n°: 1000

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.	Sondaggio: FB20
Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo	Campione: CR2
Località:	Profondità: 2.60 -2.80 m
Verbale di accettazione n°: 51	Data esecuzione prova: 15/05/13
Data verbale: 21/05/2013	Specifica di prova: ASTM D2488-09a- D4648-10
Note:	Rep: 13/054

Contenitore del campione	Inox	PVC
---------------------------------	-------------	------------

Vetro	X	Sacchetto
--------------	----------	------------------

Dimensioni del campione	<2"	<4"
--------------------------------	---------------	---------------

<3"	>4"
---------------	---------------

Condizioni del materiale	Buone	Rammollito
---------------------------------	--------------	-------------------

Mediocri	Strati piegati
-----------------	-----------------------

Cattive	X	Rimaneggiato
----------------	----------	---------------------

Descrizione del campione	Limo sabbioso ed argilloso; raro ghiaietto ; colore grigio-marrone.
---------------------------------	---

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Cesare Ferrero

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: 28/06/13

Certificato n° 1001

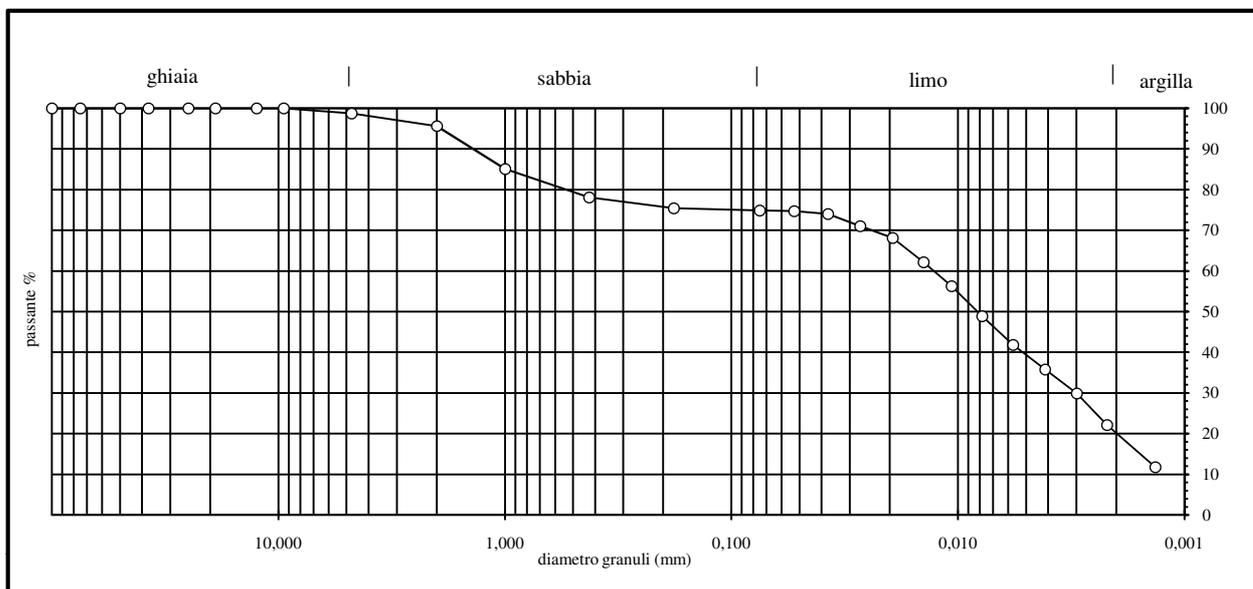
ANALISI GRANULOMETRICA

Committente: SPEA S.p.A.	Sondaggio: FB20
Cantiere: Tunnel di Fontanabuona - Progetto Definitivo	Campione: CR2
Località:	Profondità: 2.60 -2.80 m
Verbale di accettazione n°: 51	Data esecuzione prova: 22-27/05/13
Data verbale: 21/05/13	Specifica di prova: ASTM D421-07/D422-07
Note: peso specifico stimato	Rep: 13/054

Analisi con setacci					M (gr) = 672.12	Analisi con areometro		
Setacci ASTM Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %	Areometro n°			
100	0.00	0.00	0.00	100.00	1	Areometro tipo 152 H		
75	0.00	0.00	0.00	100.00		Dispersivo <i>esametafosfato di sodio</i>		
50	0.00	0.00	0.00	100.00		Correz. dispersivo <i>Cd</i>	-1	
37.5	0.00	0.00	0.00	100.00		Correz. menisco <i>Cm</i>	0.5	
25	0.00	0.00	0.00	100.00		Correz. temperatura <i>Ct</i>	-4+0,25*T	
19	0.00	0.00	0.00	100.00		Campione secco <i>Psp (g)</i>	50	
12.5	0.00	0.00	0.00	100.00		Data preparaz. soluzione	02/05/2013	
9.50	0.00	0.00	0.00	100.00				
4.75	8.52	1.27	1.27	98.73				
2.00	20.94	3.12	4.38	95.62				
1.00	71.02	10.57	14.95	85.05				
0.425	46.96	6.99	21.94	78.06		Peso spec.f<0,074 (Gs) = 2.72		
0.180	17.64	2.62	24.56	75.44		Costante K = 0.986		
0.075	3.88	0.58	25.14	74.86				
Fondo	503.16							

Tempo min	Temperatura °C	Letture R	Letture corr. R'=R+Cm	Corr. Temp. Ct	φ grani mm	Letture ridotta R''=R'+Cd+Ct	% Parziale KR''	% Somma KR''X
0.5	22.5	49.5	50.0	1.63	0.0528	50.63	99.83	74.74
1	22.5	49.0	49.5	1.63	0.0375	50.13	98.85	74.00
2	22.5	47.0	47.5	1.63	0.0270	48.13	94.90	71.05
4	22.5	45.0	45.5	1.63	0.0194	46.13	90.96	68.09
8	22.5	41.0	41.5	1.63	0.0142	42.13	83.07	62.19
15	22.5	37.0	37.5	1.63	0.0107	38.13	75.18	56.28
30	22.5	32.0	32.5	1.63	0.0078	33.13	65.32	48.90
60	22.5	27.2	27.7	1.63	0.0057	28.36	55.92	41.86
120	23.0	23.0	23.5	1.75	0.0041	24.25	47.82	35.80
240	23.0	19.0	19.5	1.75	0.0030	20.25	39.93	29.89
480	22.0	14.0	14.5	1.50	0.0022	15.00	29.58	22.14
1440	20.0	7.5	8.0	1.00	0.0013	8.00	15.78	11.81

UNI: Limo sabbioso argilloso raro ghiaietto	USCS ML	CNR-UNI A7-5	φ max (mm) 4.75	% ghiaia 1.27	% sabbia 23.87	% limo 55.14	% argilla 19.72
--	------------	-----------------	--------------------	------------------	-------------------	-----------------	--------------------



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

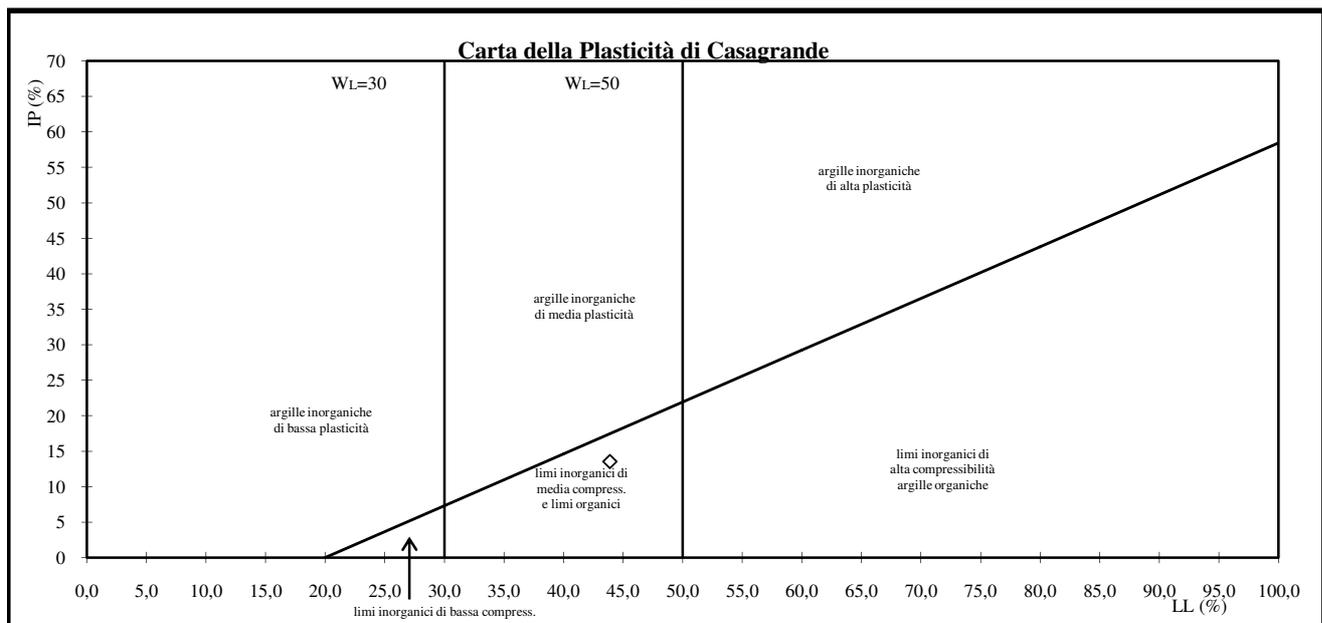
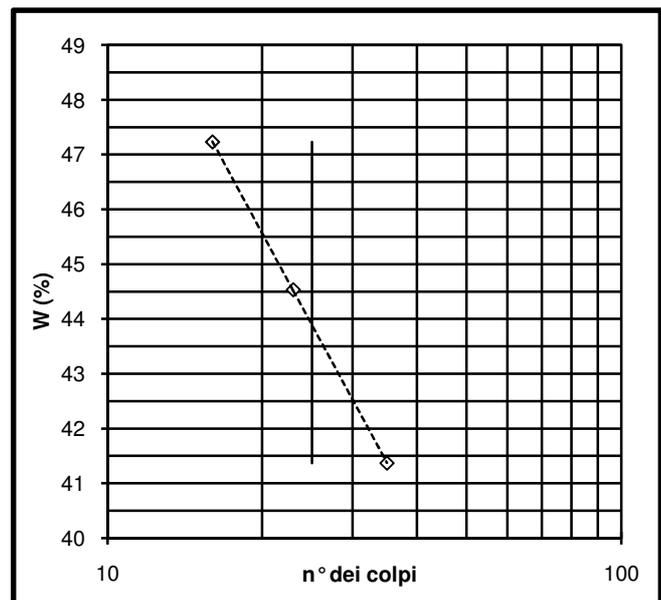
Data emissione: 28/06/13

Certificato n° 1002

LIMITI DI CONSISTENZA

Committente: SPEA S.p.A.	Sondaggio: FB20
Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo	Campione: CR2
Località:	Profondità: 2.60-2.80 m
Verbale di accettazione n°: 51	Data esecuzione prova: 24-27/05/13
Data verbale: 21/05/2013	Specifica di prova: ASTM D4318-10
Note:	Rep: 13/054

Limite liquido	LL (%) = 43.9		
Contenitore	1	2	3
Massa umida + t (g)	55.74	59.21	58.35
Massa secca + t (g)	52.16	55.22	54.78
Massa acqua contenuta (g)	3.58	3.99	3.57
Tara t (g)	44.58	46.26	46.15
Massa secca netta (g)	7.58	8.96	8.63
Contenuto d'acqua W (%)	47.23	44.53	41.37
Numero colpi	16	23	35
Limite plastico	LP (%) = 30.4		
Contenitore	A	B	
Massa umida + t (g)	17.46	17.76	
Massa secca + t (g)	15.55	15.73	
Massa acqua contenuta (g)	1.91	2.03	
Tara t (g)	9.20	9.11	
Massa secca (g)	6.35	6.62	
Contenuto d'acqua W (%)	30.08	30.66	
Indice di Plasticità	(LL-LP) = IP 13.5		



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Cesare Ferrero

*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: 28/06/13

Certificato n°: 1003

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.	Sondaggio: FB20
Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo	Campione: CR3
Località:	Profondità: 3.00 -3.30 m
Verbale di accettazione n°: 51	Data esecuzione prova: 15/05/13
Data verbale: 21/05/2013	Specifica di prova: ASTM D2488-09a- D4648-10
Note:	Rep: 13/054

Contenitore del campione	<input type="checkbox"/>	Inox	<input type="checkbox"/>	PVC
---------------------------------	--------------------------	-------------	--------------------------	------------

<input type="checkbox"/>	Vetro	<input checked="" type="checkbox"/>	Sacchetto
--------------------------	--------------	-------------------------------------	------------------

Dimensioni del campione	<input type="checkbox"/>	<2"	<input type="checkbox"/>	<4"
--------------------------------	--------------------------	---------------	--------------------------	---------------

<input type="checkbox"/>	<3"	<input type="checkbox"/>	>4"
--------------------------	---------------	--------------------------	---------------

Condizioni del materiale	<input type="checkbox"/>	Buone	<input type="checkbox"/>	Rammollito
---------------------------------	--------------------------	--------------	--------------------------	-------------------

<input type="checkbox"/>	Mediocri	<input type="checkbox"/>	Strati piegati
--------------------------	-----------------	--------------------------	-----------------------

<input type="checkbox"/>	Cattive	<input checked="" type="checkbox"/>	Rimaneggiato
--------------------------	----------------	-------------------------------------	---------------------

Descrizione del campione	Sabbia con ghiaia limosa debolmente argillosa; colore marrone-grigio.
---------------------------------	---

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Cesare Ferrero

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: 28/06/13

Certificato n° 1004

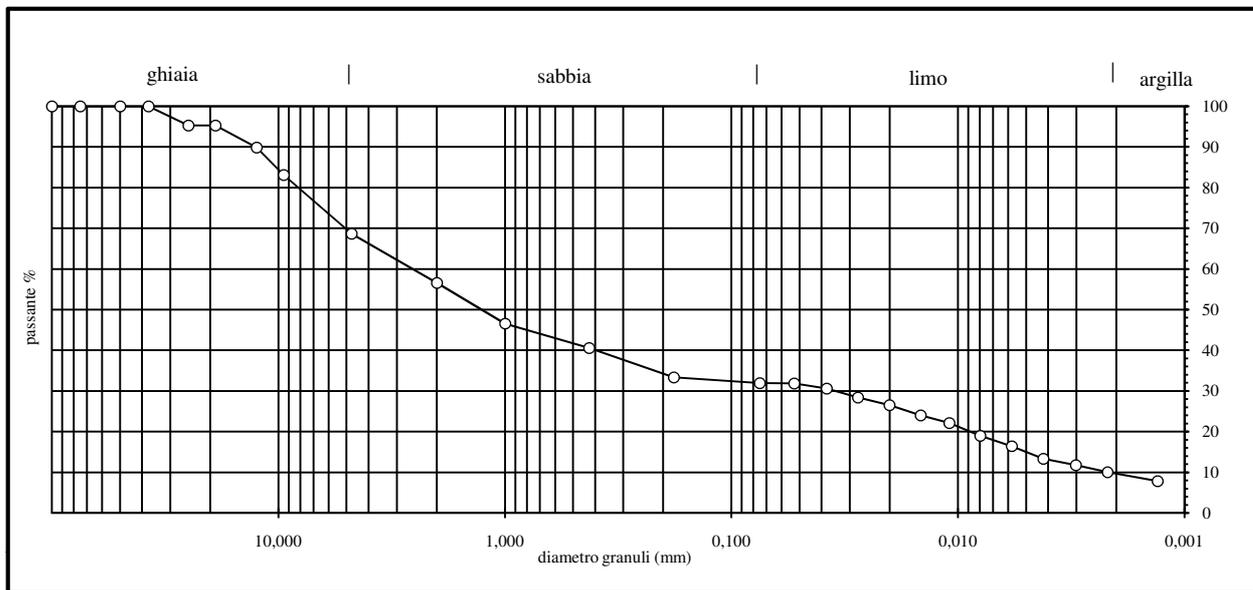
ANALISI GRANULOMETRICA

Committente: SPEA S.p.A.	Sondaggio: FB20
Cantiere: Tunnel di Fontanabuona - Progetto Definitivo	Campione: CR3
Località:	Profondità: 3.00 -3.30 m
Verbale di accettazione n°: 51	Data esecuzione prova: 22-27/05/13
Data verbale: 21/05/13	Specifica di prova: ASTM D421-07/D422-07
Note: peso specifico stimato	Rep: 13/054

Analisi con setacci					M (gr) = 1160.32	Analisi con areometro		
Setacci ASTM Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %	Areometro n°			
100	0.00	0.00	0.00	100.00	1	Areometro tipo 152 H		
75	0.00	0.00	0.00	100.00		Dispersivo <i>esametafosfato di sodio</i>		
50	0.00	0.00	0.00	100.00		Correz. dispersivo <i>Cd</i>	-1	
37.5	0.00	0.00	0.00	100.00		Correz. menisco <i>Cm</i>	0.5	
25	54.53	4.70	4.70	95.30		Correz. temperatura <i>Ct</i>	-4+0,25*T	
19	0.00	0.00	4.70	95.30		Campione secco <i>Psp (g)</i>	50	
12.5	63.55	5.48	10.18	89.82		Data preparaz. soluzione	02/05/2013	
9.50	77.55	6.68	16.86	83.14				
4.75	167.65	14.45	31.31	68.69				
2.00	140.45	12.10	43.41	56.59				
1.00	116.05	10.00	53.41	46.59				
0.425	69.78	6.01	59.43	40.57		Peso spec.f<0,074 (Gs) =	2.72	
0.180	83.90	7.23	66.66	33.34		Costante K =	0.986	
0.075	16.15	1.39	68.05	31.95				
Fondo	370.72							

Tempo min	Temperatura °C	Letture R	Letture corr. R'=R+Cm	Corr. Temp. Ct	φ grani mm	Letture ridotta R''=R'+Cd+Ct	% Parziale KR''	% Somma KR''X
0.5	22.5	49.5	50.0	1.63	0.0528	50.63	99.83	31.90
1	22.5	47.5	48.0	1.63	0.0380	48.63	95.89	30.64
2	22.5	44.0	44.5	1.63	0.0277	45.13	88.99	28.43
4	22.5	41.0	41.5	1.63	0.0201	42.13	83.07	26.54
8	22.5	37.0	37.5	1.63	0.0146	38.13	75.18	24.02
15	22.5	34.0	34.5	1.63	0.0109	35.13	69.27	22.13
30	22.5	29.0	29.5	1.63	0.0080	30.13	59.41	18.98
60	22.5	25.0	25.5	1.63	0.0058	26.13	51.52	16.46
120	23.0	20.0	20.5	1.75	0.0042	21.25	41.91	13.39
240	23.0	17.5	18.0	1.75	0.0030	18.75	36.98	11.81
480	22.0	15.0	15.5	1.50	0.0022	16.00	31.55	10.08
1440	20.0	12.0	12.5	1.00	0.0013	12.50	24.65	7.88

UNI: Sabbia con ghiaia limosa deb. argillosa	USCS SM-SC	CNR-UNI A2-4	φ max (mm) 25	% ghiaia 31.31	% sabbia 36.74	% limo 22.34	% argilla 9.61
---	---------------	-----------------	-------------------------	--------------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------



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: 28/06/13

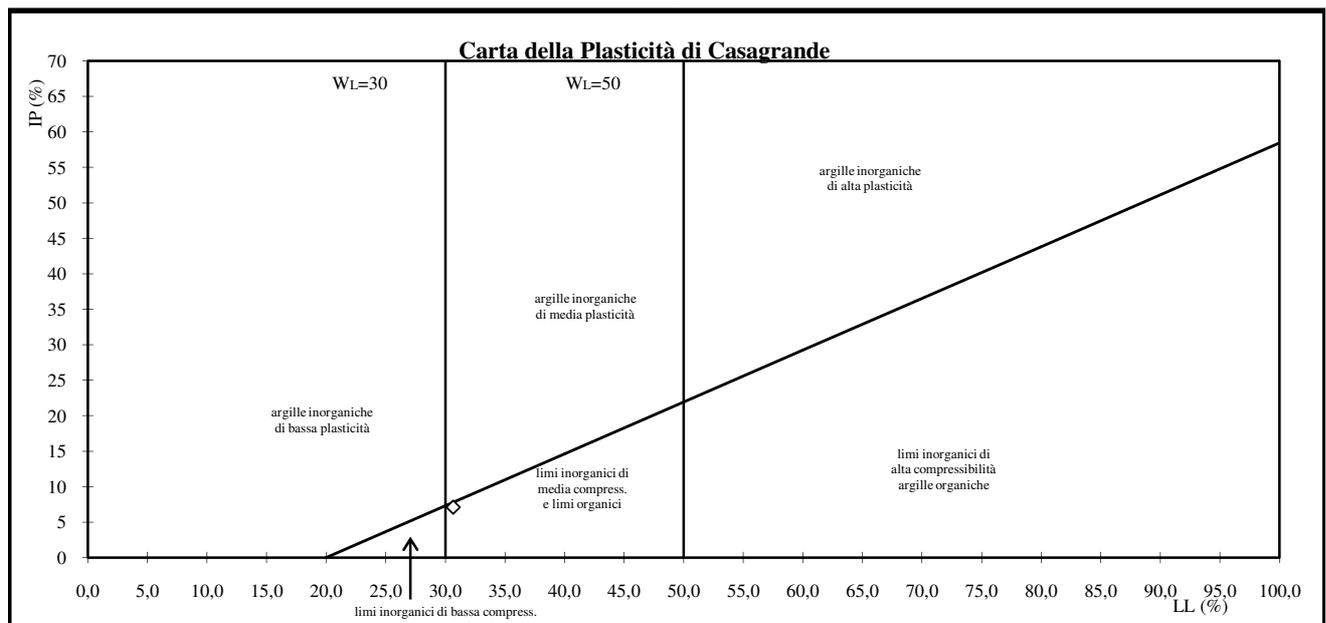
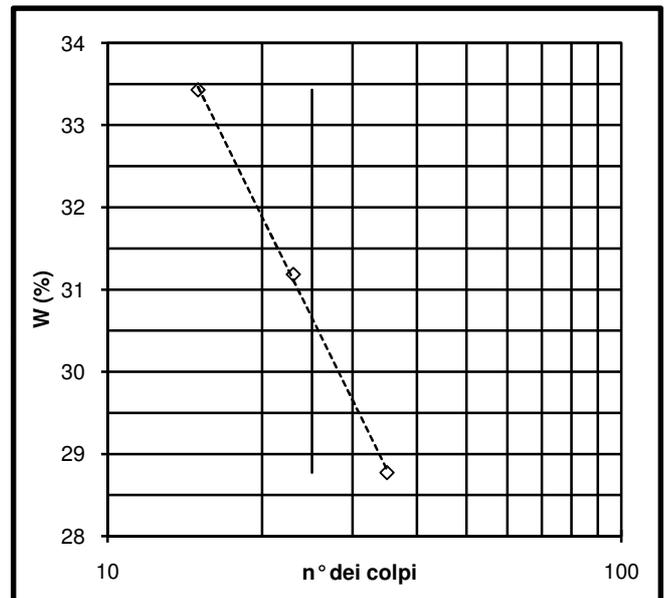
Certificato n° 1005

LIMITI DI CONSISTENZA

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo
Località:
Verbale di accettazione n°: 51
Data verbale: 21/05/2013
Note:

Sondaggio: FB20
Campione: CR3
Profondità: 3.00 -3.30 m
Data esecuzione prova: 24-27/05/13
Specifica di prova: ASTM D4318-10
Rep: 13/054

Limite liquido	LL (%) = 30.7		
Contenitore	1	2	3
Massa umida + t (g)	58.27	57.17	57.43
Massa secca + t (g)	54.76	54.17	54.57
Massa acqua contenuta (g)	3.51	3.00	2.86
Tara t (g)	44.26	44.55	44.63
Massa secca netta (g)	10.50	9.62	9.94
Contenuto d'acqua W (%)	33.43	31.19	28.77
Numero colpi	15	23	35
Limite plastico	LP (%) = 23.6		
Contenitore	A	B	
Massa umida + t (g)	20.18	20.25	
Massa secca + t (g)	18.11	18.15	
Massa acqua contenuta (g)	2.07	2.10	
Tara t (g)	9.34	9.24	
Massa secca (g)	8.77	8.91	
Contenuto d'acqua W (%)	23.60	23.57	
Indice di Plasticità	(LL-LP) = IP 7.1		



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
 Dr. Cesare Ferrero

*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: 28/06/13

Certificato n°: 1006

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.	Sondaggio: FB20
Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo	Campione: CR4
Località:	Profondità: 4.50 -4.80 m
Verbale di accettazione n°: 51	Data esecuzione prova: 15/05/13
Data verbale: 21/05/2013	Specifica di prova: ASTM D2488-09a- D4648-10
Note:	Rep: 13/054

Contenitore del campione	Inox	PVC
---------------------------------	-------------	------------

Vetro	X	Sacchetto
--------------	----------	------------------

Dimensioni del campione	<2"	<4"
--------------------------------	---------------	---------------

<3"	>4"
---------------	---------------

Condizioni del materiale	Buone	Rammollito
---------------------------------	--------------	-------------------

Mediocri	Strati piegati
-----------------	-----------------------

Cattive	X	Rimaneggiato
----------------	----------	---------------------

Descrizione del campione	
Sabbia limosa ghiaiosa ed argillosa; colore grigio.	

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Cesare Ferrero

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: 28/06/13

Certificato n° 1007

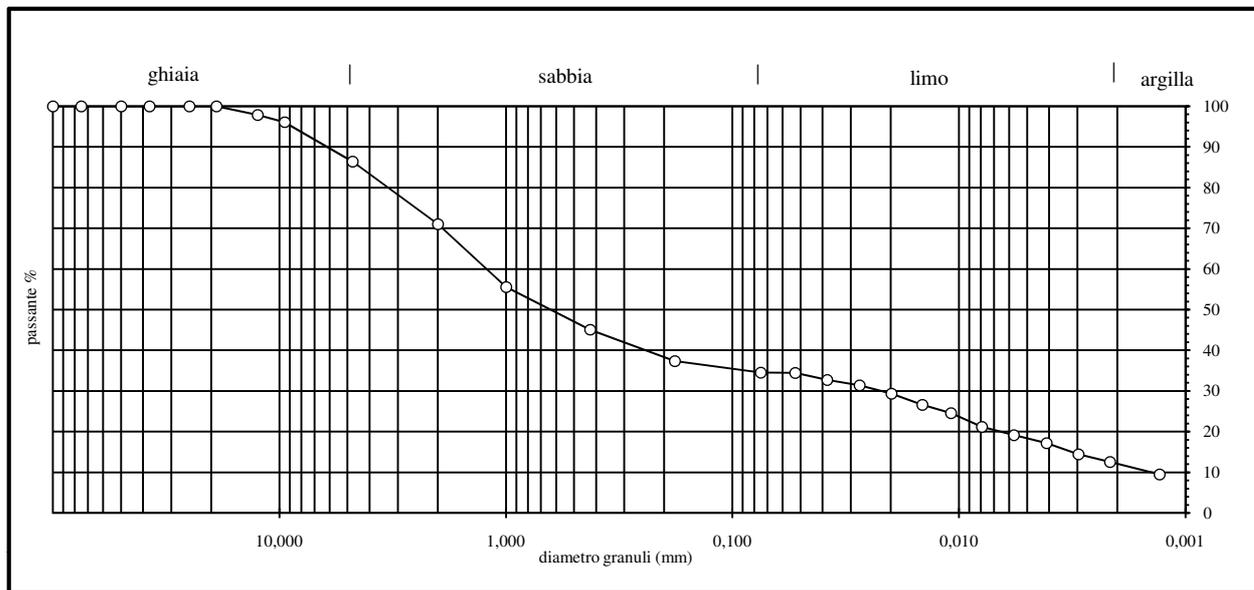
ANALISI GRANULOMETRICA

Committente: SPEA S.p.A.	Sondaggio: FB20
Cantiere: Tunnel di Fontanabuona - Progetto Definitivo	Campione: CR4
Località:	Profondità: 4.50 -4.80 m
Verbale di accettazione n°: 51	Data esecuzione prova: 22-27/05/13
Data verbale: 21/05/13	Specifica di prova: ASTM D421-07/D422-07
Note: peso specifico stimato	Rep: 13/054

Analisi con setacci					M (gr) = 355.63	Analisi con areometro		
Setacci ASTM Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %	Areometro n°			
100	0.00	0.00	0.00	100.00	1	Areometro tipo 152 H		
75	0.00	0.00	0.00	100.00		Dispersivo <i>esametafosfato di sodio</i>		
50	0.00	0.00	0.00	100.00		Correz. dispersivo <i>Cd</i>	-1	
37.5	0.00	0.00	0.00	100.00		Correz. menisco <i>Cm</i>	0.5	
25	0.00	0.00	0.00	100.00		Correz. temperatura <i>Ct</i>	-4+0,25*T	
19	0.00	0.00	0.00	100.00		Campione secco <i>Psp (g)</i>	50	
12.5	7.55	2.12	2.12	97.88		Data preparaz. soluzione	02/05/2013	
9.50	6.35	1.79	3.91	96.09				
4.75	34.52	9.71	13.62	86.38				
2.00	54.61	15.36	28.97	71.03				
1.00	55.01	15.47	44.44	55.56				
0.425	37.21	10.46	54.90	45.10		Peso spec.f<0,074 (Gs) =	2.72	
0.180	27.48	7.73	62.63	37.37		Costante K =	0.986	
0.075	10.16	2.86	65.49	34.51				
Fondo	122.74							

Tempo min	Temperatura °C	Letture R	Letture corr. R'=R+Cm	Corr. Temp. Ct	φ grani mm	Letture ridotta R''=R'+Cd+Ct	% Parziale KR''	% Somma KR''X
0.5	22.5	49.5	50.0	1.63	0.0528	50.63	99.83	34.46
1	22.5	47.0	47.5	1.63	0.0382	48.13	94.90	32.75
2	22.5	45.0	45.5	1.63	0.0275	46.13	90.96	31.39
4	22.5	42.0	42.5	1.63	0.0199	43.13	85.04	29.35
8	22.5	38.0	38.5	1.63	0.0145	39.13	77.15	26.63
15	22.5	35.0	35.5	1.63	0.0108	36.13	71.24	24.59
30	22.5	30.0	30.5	1.63	0.0079	31.13	61.38	21.18
60	22.5	27.0	27.5	1.63	0.0057	28.13	55.46	19.14
120	23.0	24.0	24.5	1.75	0.0041	25.25	49.79	17.19
240	23.0	20.0	20.5	1.75	0.0030	21.25	41.91	14.46
480	22.0	17.5	18.0	1.50	0.0022	18.50	36.48	12.59
1440	20.0	13.5	14.0	1.00	0.0013	14.00	27.61	9.53

UNI: Sabbia limosa ghiaiosa ed argillosa	USCS SM	CNR-UNI A2-4	φ max (mm) 12.5	% ghiaia 13.62	% sabbia 51.87	% limo 22.49	% argilla 12.03
--	------------	-----------------	--------------------	-------------------	-------------------	-----------------	--------------------



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: 28/06/13

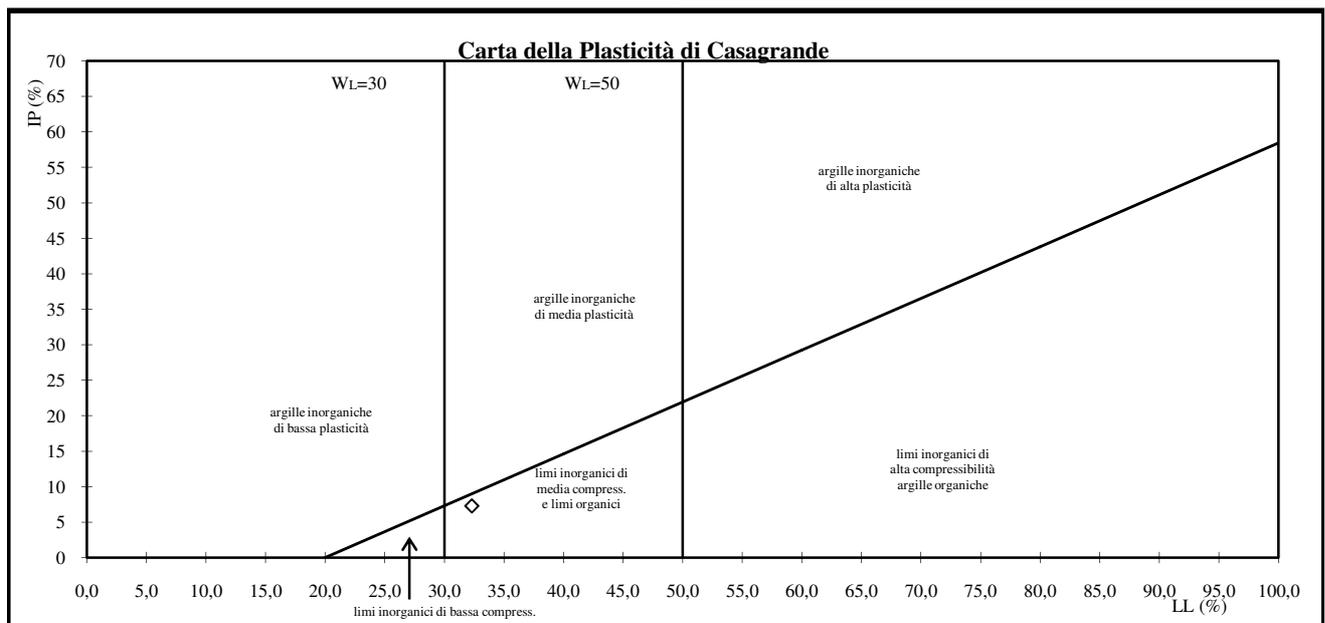
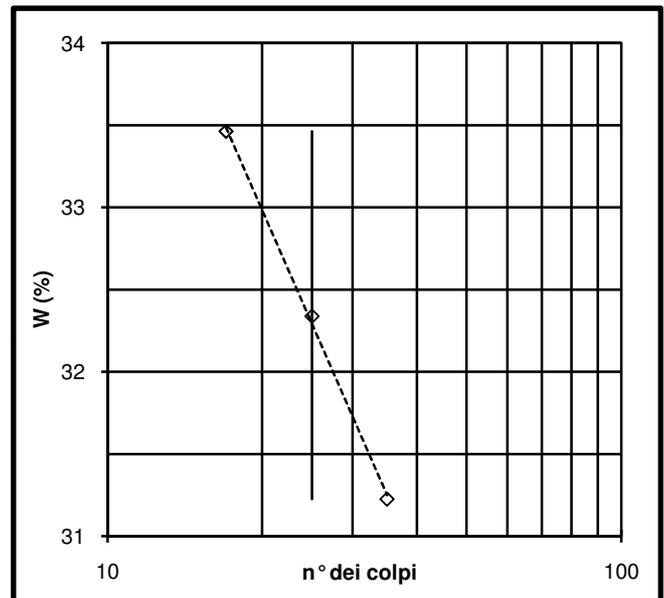
Certificato n° 1008

LIMITI DI CONSISTENZA

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo
Località:
Verbale di accettazione n°: 51
Data verbale: 21/05/2013
Note:

Sondaggio: FB20
Campione: CR4
Profondità: 4.50 -4.80 m
Data esecuzione prova: 24-27/05/13
Specifiche di prova: ASTM D4318-10
Rep: 13/054

Limite liquido	LL (%) = 32.3		
Contenitore	1	2	3
Massa umida + t (g)	88.25	88.06	88.73
Massa secca + t (g)	85.68	85.46	86.31
Massa acqua contenuta (g)	2.57	2.60	2.42
Tara t (g)	78.00	77.42	78.56
Massa secca netta (g)	7.68	8.04	7.75
Contenuto d'acqua W (%)	33.46	32.34	31.23
Numero colpi	17	25	35
Limite plastico	LP (%) = 25.0		
Contenitore	A	B	
Massa umida + t (g)	33.78	20.74	
Massa secca + t (g)	32.28	19.33	
Massa acqua contenuta (g)	1.50	1.41	
Tara t (g)	26.29	13.70	
Massa secca (g)	5.99	5.63	
Contenuto d'acqua W (%)	25.04	25.04	
Indice di Plasticità	(LL-LP) = IP 7.2		



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
 Dr. Cesare Ferrero

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: 15/07/2013

Certificato n°: 1132

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.	Sondaggio: FB20
Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo	Campione: CR5
Località: .	Profondità da 13.10 m a 13.33 m
Verbale di accettazione n°: 51	Data esecuzione prova: 22/05/2013
Data verbale: 21/05/2013	Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Note:	Rep: 13-054
	Litologia: Siltite

Contenitore del campione	<input type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC
	<input type="checkbox"/> Ferro	<input checked="" type="checkbox"/> Sacchetto
Dimensioni del campione	<input type="checkbox"/> <2"	<input checked="" type="checkbox"/> <4"
	<input type="checkbox"/> <3"	<input type="checkbox"/> >4"
Condizioni del materiale	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Fratturata
	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Strati piegati
	<input type="checkbox"/> Cattive	<input type="checkbox"/> Disarticolata



Descrizione del campione
Campione di lunghezza 22 cm. Siltite grigio-chiara debolmente argillosa, omogenea e compatta.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Cesare Ferrero

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: 15/07/2013

Certificato n°: 1133

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.	Sondaggio: FB20
Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo	Campione: CR6
Località: .	Profondità da 15.00 m a 15.30 m
Verbale di accettazione n°: 51	Data esecuzione prova: 22/05/2013
Data verbale: 21/05/2013	Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Note:	Rep: 13-054
	Litologia: Siltite

Contenitore del campione	<input type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC
	<input type="checkbox"/> Ferro	<input checked="" type="checkbox"/> Sacchetto
Dimensioni del campione	<input type="checkbox"/> <2"	<input checked="" type="checkbox"/> <4"
	<input type="checkbox"/> <3"	<input type="checkbox"/> >4"
Condizioni del materiale	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Fratturata
	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Strati piegati
	<input type="checkbox"/> Cattive	<input type="checkbox"/> Disarticolata



Descrizione del campione
Campione di lunghezza 31 cm. Siltite grigio-chiara debolmente argillosa, omogenea e compatta.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Cesare Ferrero

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: 15/07/2013

Certificato n°: 1134

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME E DELLA VELOCITA' ULTRASONICA

Committente: SPEA S.p.A.	Sondaggio: FB20
Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo	Campione: CR6
Località: .	Profondità da 15.00 m a 15.30 m
Verbale di accettazione n°: 51	Data esecuzione prova: 24/05/2013
Data verbale: 21/05/2013	Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D2845-08
Note:	Rep: 13-054
	Litologia: Siltite

<i>DIAMETRO</i>	<i>ALTEZZA</i>	<i>MASSA</i>	<i>VOLUME</i>	<i>DENSITA'</i>	<i>DENSITA'</i>
mm	mm	gr	m ³	g/cm ³	kN/m ³
77.8	164.6	2145.78	0.000782	2.74	26.89

VELOCITA' ONDE DI COMPRESSIONE

<i>DISTANZA</i>	<i>TEMPO</i>	<i>VELOCITA'</i>
mm	μsec	m/sec
164.6	40.2	4095

VELOCITA' ONDE DI TAGLIO

<i>DISTANZA</i>	<i>TEMPO</i>	<i>VELOCITA'</i>
mm	μsec	m/sec
164.6	71.0	2318

E = 37261 MPa Modulo di Young
 G = 14738 MPa Modulo di taglio
 μ = 0.26 Coefficiente di Poisson
 K = 26323 MPa Modulo volumetrico

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Cesare Ferrero

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: 15/07/2013

Certificato n°: 1135

PROVA DI COMPRESSIONE MONOASSIALE

Committente: SPEA S.p.A.

Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo

Località: .

Verbale di accettazione n°: 51

Data verbale: 21/05/2013

Note:

Sondaggio: FB20

Campione: CR6

Profondità da 15.00 m a 15.30 m

Data esecuzione prova: 24/05/2013

Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D7012-10

Rep: 13-054

Litologia: Siltite

DATI PROVINO

Diametro	77.8	mm
Altezza	164.6	mm
Superficie	47.54	cm ²

Modalità di prova

CONTROLLO DI CARICO

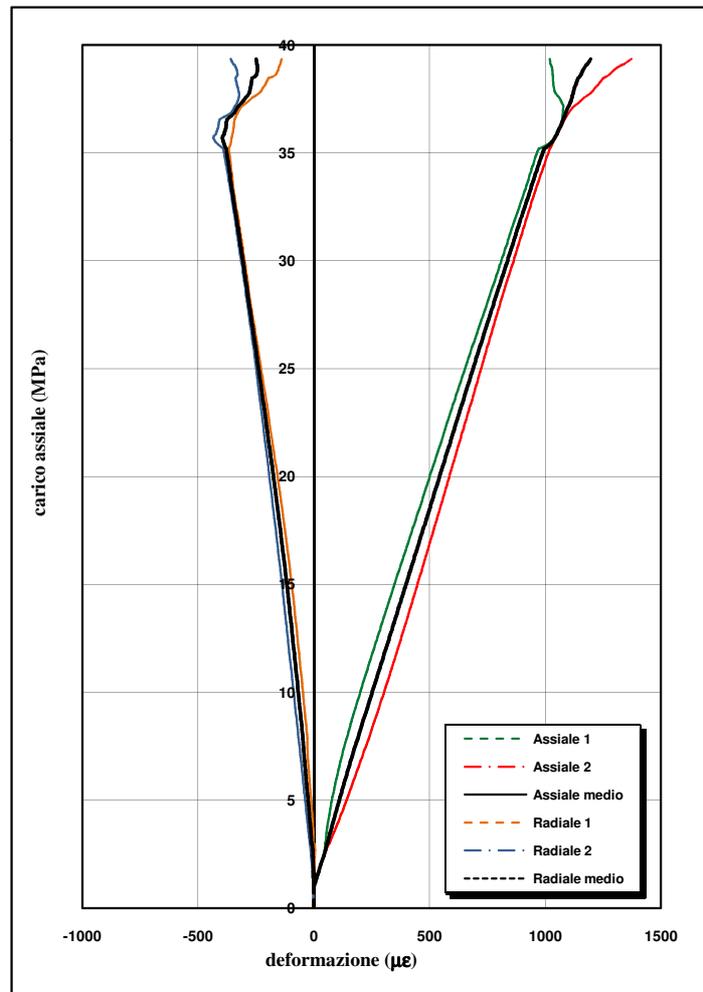
Velocità (kPa/sec)	500
--------------------	------------

RISULTATI

Carico di rottura σ_1	39.34	MPa
Modulo tangente 50%	35016	MPa
Modulo secante 50%	34764	MPa
Coeff. di Poisson 50%	0.32	-



Descrizione rottura: lungo piano inclinato di circa 80°.



Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Cesare Ferrero

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: 15/07/2013

Certificato n°: 1135

PROVA DI COMPRESSIONE MONOASSIALE

Committente: SPEA S.p.A.

Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo

Località: .

Verbale di accettazione n°: 51

Data verbale: 21/05/2013

Note:

Sondaggio: FB20

Campione: CR6

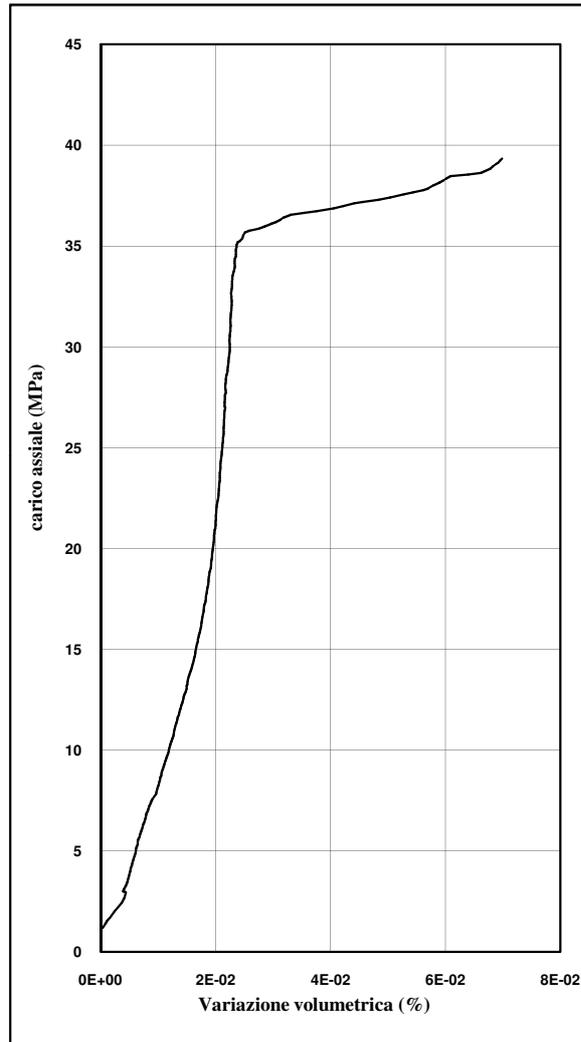
Profondità da 15.00 m a 15.30 m

Data esecuzione prova: 24/05/2013

Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D7012-10

Rep: 13-054

Litologia: Siltite



Note

Prearico: 1.03 Mpa

Modulo tangente 50 % calcolato in un intervallo di circa ± 1.5 MPa rispetto al 50% di σ_1 .

Modulo secante 50% riferito al valore di prearico (inizio deformazioni)

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Cesare Ferrero

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

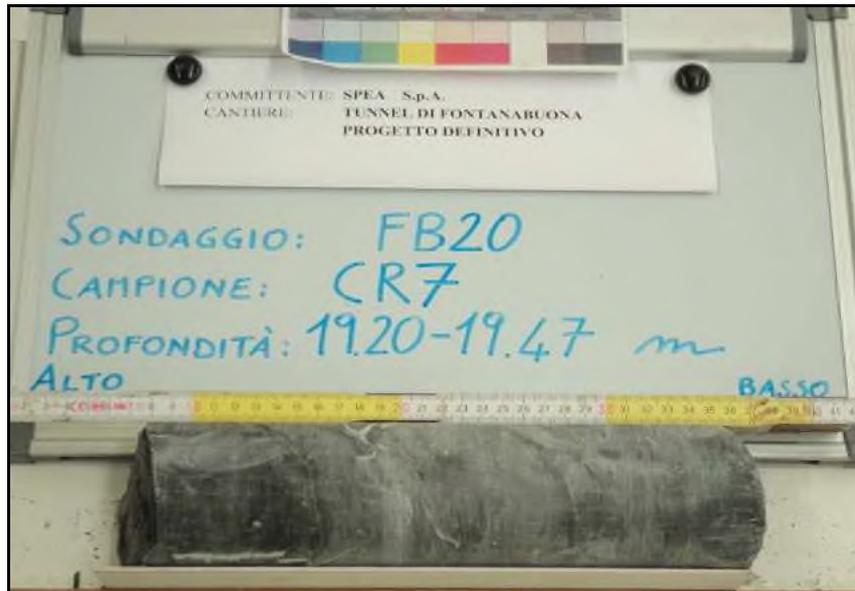
Data emissione: 15/07/2013

Certificato n°: 1136

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.	Sondaggio: FB20
Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo	Campione: CR7
Località: .	Profondità da 19.20 m a 19.47 m
Verbale di accettazione n°: 51	Data esecuzione prova: 22/05/2013
Data verbale: 21/05/2013	Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Note:	Rep: 13-054
	Litologia: Argillite

Contenitore del campione	<input type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC
	<input type="checkbox"/> Ferro	<input checked="" type="checkbox"/> Sacchetto
Dimensioni del campione	<input type="checkbox"/> <2"	<input checked="" type="checkbox"/> <4"
	<input type="checkbox"/> <3"	<input type="checkbox"/> >4"
Condizioni del materiale	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Fratturata
	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Strati piegati
	<input type="checkbox"/> Cattive	<input type="checkbox"/> Disarticolata



Descrizione del campione

Campione di lunghezza 26 cm. Argillite eterogenea e fortemente anisotropa a causa di laminazioni piano-parallele inclinate di circa 70°; presenza di vene e microvene di calcite ad andamento irregolare.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Cesare Ferrero

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: 15/07/2013

Certificato n°: 1137

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME E DELLA VELOCITA' ULTRASONICA

Committente: SPEA S.p.A.	Sondaggio: FB20
Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo	Campione: CR7
Località: .	Profondità da 19.20 m a 19.47 m
Verbale di accettazione n°: 51	Data esecuzione prova: 24/05/2013
Data verbale: 21/05/2013	Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D2845-08
Note:	Rep: 13-054
	Litologia: Argillite

<i>DIAMETRO</i>	<i>ALTEZZA</i>	<i>MASSA</i>	<i>VOLUME</i>	<i>DENSITA'</i>	<i>DENSITA'</i>
mm	mm	gr	m ³	g/cm ³	kN/m ³
77.7	168.0	2187.09	0.000797	2.75	26.92

VELOCITA' ONDE DI COMPRESSIONE

<i>DISTANZA</i>	<i>TEMPO</i>	<i>VELOCITA'</i>
mm	μsec	m/sec
168.0	64.9	2589

VELOCITA' ONDE DI TAGLIO

<i>DISTANZA</i>	<i>TEMPO</i>	<i>VELOCITA'</i>
mm	μsec	m/sec
168.0	119.4	1407

E = 14027 MPa Modulo di Young
 G = 5435 MPa Modulo di taglio
 μ = 0.29 Coefficiente di Poisson
 K = 11150 MPa Modulo volumetrico

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio
 Dott. Geol. Cesare Ferrero

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: 15/07/2013

Certificato n°: 1138

PROVA DI COMPRESSIONE MONOASSIALE

Committente: SPEA S.p.A.

Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo

Località: .

Verbale di accettazione n°: 51

Data verbale: 21/05/2013

Note:

Sondaggio: FB20

Campione: CR7

Profondità da 19.20 m a 19.47 m

Data esecuzione prova: 24/05/2013

Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D7012-10

Rep: 13-054

Litologia: Argillite

DATI PROVINO

Diametro	77.7	mm
Altezza	168	mm
Superficie	47.42	cm ²

Modalità di prova

CONTROLLO DI CARICO

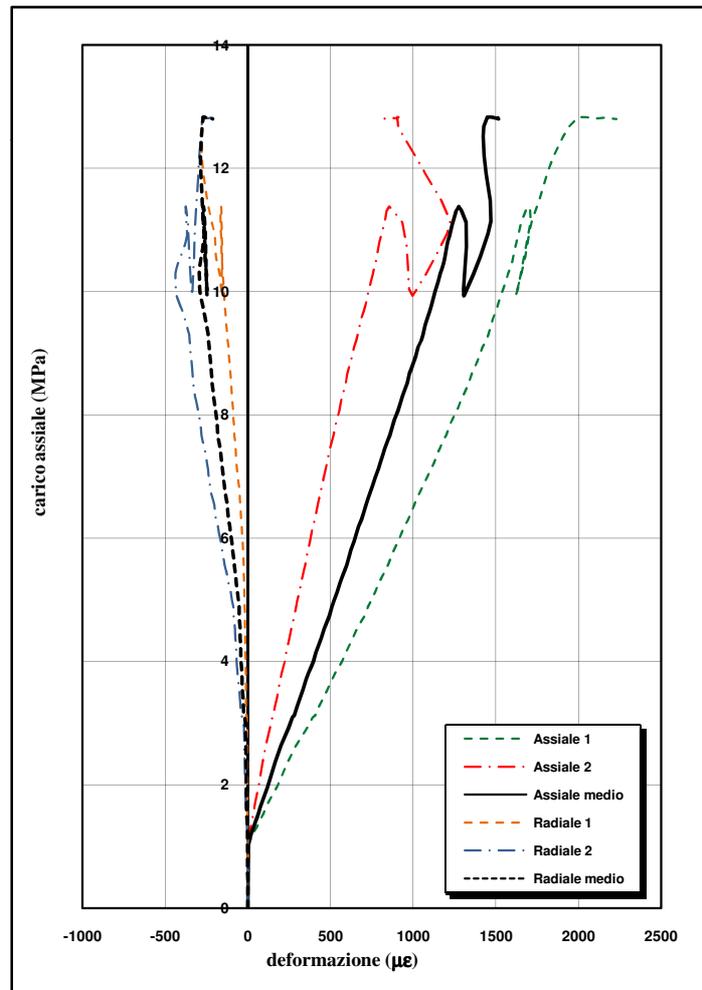
Velocità (kPa/sec)	500
--------------------	------------

RISULTATI

Carico di rottura σ_1	12.83	MPa
Modulo tangente 50%	8021	MPa
Modulo secante 50%	7718	MPa
Coeff. di Poisson 50%	0.17	-



Descrizione rottura: lungo laminazioni circa piano-parallele inclinate di circa 20° sull'orizzontale.



Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Cesare Ferrero

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: 15/07/2013

Certificato n°: 1138

PROVA DI COMPRESSIONE MONOASSIALE

Committente: SPEA S.p.A.

Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo

Località: .

Verbale di accettazione n°: 51

Data verbale: 21/05/2013

Note:

Sondaggio: FB20

Campione: CR7

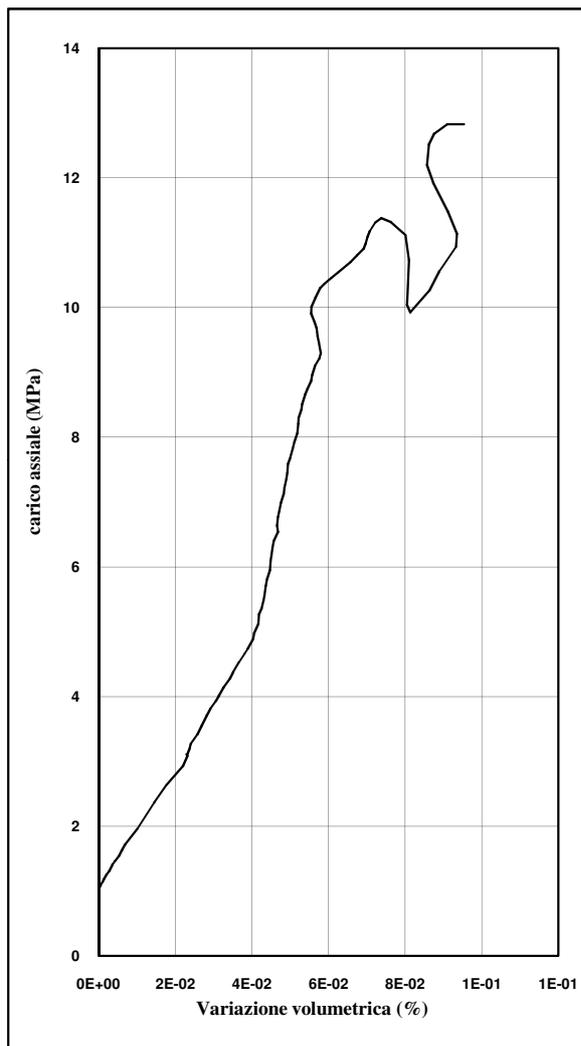
Profondità da 19.20 m a 19.47 m

Data esecuzione prova: 24/05/2013

Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D7012-10

Rep: 13-054

Litologia: Argillite



Note

Prearico: 1.03 Mpa

Modulo tangente 50 % calcolato in un intervallo di circa ± 1.5 MPa rispetto al 50% di σ_1 .

Modulo secante 50% riferito al valore di prearico (inizio deformazioni)

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Cesare Ferrero

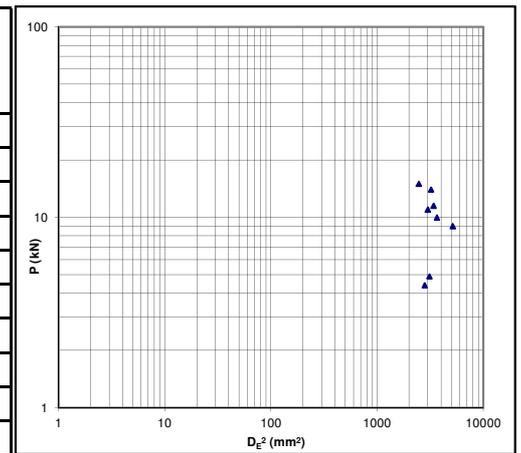
Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

PROVA A CARICO CONCENTRATO (Spezzoni di carota)

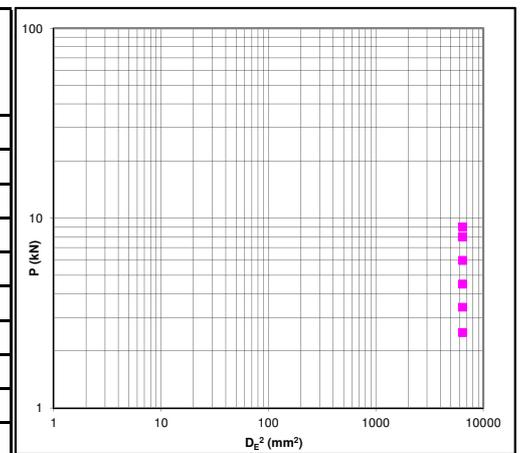
Rapporto di prova n° 13054008

Committente: SPEA S.p.A.	Sondaggio: FB20
Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo	Campione: Diversi
Località: .	Profondità: Diverse
Verbale di accettazione n°: 51	Data esecuzione prova: 22/07/2013
Data verbale: 21/5/2013	Specifica di prova: ISRM 1985 ASTM D5731-95
Note:	Rep: 13-054

Test assiale n°	Perpend*	Parallelo*	Distanza tra i punzoni (mm)	Diametro equivalente (mm)	Carico misurato (kN)	Is (MPa)	Is(50) (MPa)	C ₀ ⁺ (MPa)
1-CR6	X		71	72	9	1.75	2.06	49.33
2-CR5	X		43	58	11.5	3.39	3.63	87.10
3-CR5	X		47	60	10	2.74	2.98	71.59
4-CR6	X		42	55	11	3.67	3.83	91.81
5-CR5	X		43	50	15	6.09	6.07	145.64
6-CR7	X		44	53	4.4	1.57	1.61	38.68
7-CR7	X		53	56	4.9	1.58	1.66	39.78
8-CR6	X		40	57	14.0	4.36	4.62	110.77
9								
10								



Test diametrale n°	Perpend*	Parallelo*	Distanza tra i punzoni (mm)	Diametro equivalente (mm)	Carico misurato (kN)	Is (MPa)	Is(50) (MPa)	C ₀ ⁺ (MPa)
1-CR6		X	80	80	4.5	0.70	0.87	20.85
2-CR5		X	80	80	8.0	1.25	1.54	37.07
3-CR5		X	80	80	8.0	1.25	1.54	37.07
4-CR5		X	80	80	6.0	0.94	1.16	27.80
5-CR5		X	80	80	9.0	1.41	1.74	41.70
6-CR7		X	80	80	2.5	0.39	0.48	11.58
7-CR7		X	80	80	3.4	0.53	0.66	15.75
8-CR6								
9								
10								



Media Is(50) perpendicolare (MPa)	3.12
Media Is(50) parallelo (MPa)	1.33
Media C ₀ perpendicolare (MPa)	74.88
Media C ₀ parallelo (MPa)	31.92
Indice di anisotropia	0.43

Deviazione standard test assiali°	1.56
Varianza test assiali°	2.12
Deviazione standard test diametrali°	0.49
Varianza test diametrali°	0.20

Note:
 * Rispetto al piano di debolezza
 + Calcolato utilizzando k=24
 ° Deviazione standard e varianza calcolate su tutte le rotture eseguite

Lo Sperimentatore _____

Il Direttore di Laboratorio _____

*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 A CARICO CONCENTRATO (Spezzoni di carota)

Rapporto di prova n° 13054008

Committente: SPEA S.p.A.**Cantiere: Tunnel di Fontanabuona-Progetto Definitivo****Località: .****Verbale di accettazione n°: 51****Data verbale: 21/5/2013****Note:****Sondaggio: FB20****Campione: Diversi****Profondità: Diverse****Data esecuzione prova:22/07/2013****Specifica di prova: ISRM 1985 ASTM D5731-95****Rep: 13-054**

Test Diametrale Lunghezza spezzoni		
Test n°	Campione	Lunghezza (mm)
1	CR6	120
2	CR5	240
3	CR5	105
4	CR5	90
5	CR5	80
6	CR7	150
7	CR7	70
8		
9		
10		

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio