autostrade per l'italia

NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA

Adeguamento del sistema A7 – A10 – A12

PROGETTO DEFINITIVO

DOCUMENTAZIONE GENERALE

STUDIO SUSCETTIVITA' AL DISSESTO
SCHEDE DISSESTI PG4–PG3

DA CARTA DELLA SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO
PIANO DI BACINO – AMBITI 12 E 13
FRANA ARZ040

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE	IL DIRETTORE TECNICO
Ing. Orlando Mazza Ord. Ingg. Pavia N. 1496	Ing. Orlando Mazza Ord. Ingg. Pavia N. 1496	Ing. Orlando Mazza Ord. Ingg. Pavia N. 1496 **PROGETTAZIONE NUOVE OPERE AUTOSTRADALI**

CODICE IDENTIFICATIVO																																Ordinatore:
RIFERIMENTO PROGETTO										RIFERIMENTO DIRETTORIO												RIFERIMENTO ELABORATO										
Codice Commessa						Lotto, Sub–Prog, Cod. Appalto				Fase		Capitolo		Paragrafo		WBS tipologia		WBS progressivo		PARTE D'OPERA						Tip.	Disciplina		Progressivo				Rev.		— —
1	1	0	7	1	2	0	0	0	0	P	D	D	G	S	T	D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	R	G	E	N	0	1	4	5	–	2	SCALA: –

	PROJECT MANAGER:		SUPPORTO SPECIALISTICO:		REVISIONE	
spea ENGINEERING gruppo Atlantia	Ing. Sara Frisiani Ord. Ingg. Genova N. 9810A				n.	data
					0	Novembre 2015
					1	Aprile 2016
					2	Ottobre 2016
	REDATTO:		VERIFICATO:		3	
					4	

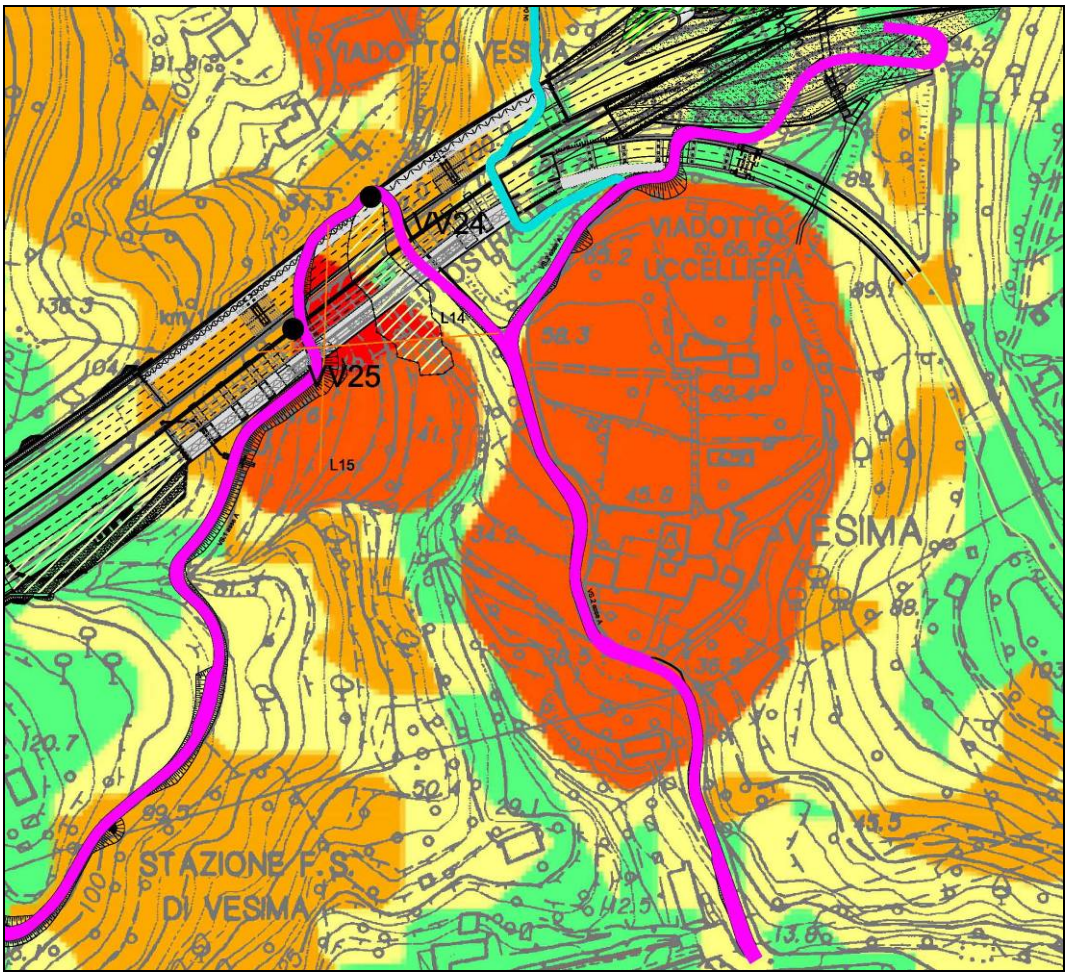
	VISTO DEL COMMITTENTE	VISTO DEL CONCEDENTE
	autostrade per l'italia IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Arch. Rossella Degni	Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI

IL PRESENTE DOCUMENTO NON POTRA' ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O ALTRIMENTI PUBBLICATO, IN TUTTO O IN PARTE, SENZA IL CONSENSO SCRITTO DELLA SOC. AUTOSTRADE PER L'ITALIA S.P.A.. OGNI UTILIZZO NON AUTORIZZATO SARA' PERSEGUITO A NORMA DI LEGGE.
THIS DOCUMENT MAY NOT BE COPIED, REPRODUCED OR PUBLISHED, EITHER IN PART OR IN ITS ENTIRETY, WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF SOC. AUTOSTRADE PER L'ITALIA S.P.A.. UNAUTHORIZED USE WILL BE PROSECUTED BY LAW.

SCHEDA FRANA ARZ040 (PG3A)

OPERA INTERFERENTE: VIABILITA' DI SERVIZIO VS01

ALTRE OPERE NELL'AREA: AMPLIAMENTO VIADOTTO VESIMA



INDICE

1. PREMESSA 4

2. METODOLOGIA DI LAVORO 7

3. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA 10

3.1 ELEMENTI IDENTIFICATIVI 10

3.2 CARTOGRAFIA 10

3.3 SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO DA PIANO DI BACINO 10

3.4 Aree Interferenti 10

3.5 Classificazione e caratteristiche dissesto Pg3a 10

3.6 Interventi previsti dal Piano di Bacino 12

3.7 DISSESTI SEGNALATI DALL'INVENTARIO FENOMENI FRANOSI D'ITALIA 12

3.8 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO 13

3.9 INDAGINI ESEGUITE 14

3.10 RILEVAMENTO GEOMORFOLOGICO DI DETTAGLIO 16

3.11 CAUSE DEL DISSESTO 22

3.12 DESCRIZIONE SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA 22

4. ASPETTI GEOTECNICO - INGEGNERISTICI 23

4.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA 23

4.2 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO 23

4.3 ANALISI DI STABILITÀ 25

4.4 QUADRO DI SISTESI 33

5. IDRAULICA 34

5.1 DESCRIZIONE DELLE SISTEMA DI REGIMAZIONE DELLE ACQUE 34

6. RACCOMANDAZIONI ESECUTIVE DURANTE I LAVORI 35

7. INDAGINI INTEGRATIVE PROPEDEUTICHE AL MONITORAGGIO GEOTECNICO 36

7.1 STUDIO DEGLI SPOSTAMENTI SUPERFICIALI CON DATI RADAR SATELLITARI 36

8. CONCLUSIONI.....46

Allegati alla Scheda:

- *Allegato n.1* - Stralcio Carta suscettività al dissesto da Piano di Bacino con progetto ed indagini eseguite
- *Allegato n.2* - Stralcio carta geologica (aggiornata marzo 2016)
- *Allegato n.3* - Stralcio carta geomorfologica (aggiornata marzo 2016)
- *Allegato n.4* - Carta geomorfologica di dettaglio, indagini integrative e punti di ripresa fotografici
- *Allegato n.5* - Sezione geologica
- *Allegato n.6* - Scheda di sintesi
- *Allegato n.7* - Stratigrafia sondaggi e geofisica
- *Allegato n.8* - Prove di laboratorio
- *Allegato n.9* - Analisi di stabilità

Annessi alla Scheda:

- *Elaborato GEN0146: "Schede dissesti Pg4 e Pg3a - Frana ARZ040 (Pg3a) - Opere interferenti: Planimetria e sezione"*

1. PREMESSA

Il presente documento è finalizzato ad ottemperare la prescrizione A16 del Decreto di compatibilità ambientale del progetto "Nodo stradale e autostradale di Genova – Adeguamento del sistema A7 – A10 – A12" (Dec VIA 28/2014), la cui verifica è in capo alla Regione Liguria, che recita: "*relativamente al rispetto della normativa dei relativi piani di bacino, a seguito del recente aggiornamento dei criteri di riferimento di cui alla DGR n.1208 del 12/10/2012, attualmente in fase di recepimento da parte della Provincia, si richiama che, nel caso di interferenza delle opere in progetto con le aree classificate a suscettività al dissesto molto elevata Pg4 (frana attiva), le infrastrutture pubbliche viarie di valenza strategica sono ammesse purché venga acquisito preventivamente un apposito parere del Comitato tecnico di bacino ai sensi dell'art. 11 c. 4 lett.b) della l.r. n.58/2009 espresso in merito alle opere di consolidamento finalizzate alla stabilizzazione del dissesto; mentre, qualora le opere in progetto interagissero con aree classificate ad elevata suscettività al dissesto Pg3a (frana quiescente) o Pg3b è richiesto uno specifico parere vincolante della Provincia. Si richiama che le misure di attenzione per la prevenzione del rischio idrogeologico, definite nell'ambito dei criteri soprarichiamati, prevedono che gli elaborati geologici e geotecnici a corredo dei progetti si diano carico di considerare e valutare se sussistano pericoli di possibili interferenze per eventuali fenomeni di arretramento o di espansione di corpi o di cigli di frana presenti nell'intorno di una fascia di rispetto di almeno 100 m e, comunque, considerando un'area di estensione significativa in merito al contesto in esame.*".

I riferimenti normativi sono pertanto:

- il richiamato articolo 11, comma 4 lettera b) della Legge Regionale n.58/2009:

  "il Comitato esprime i pareri di compatibilità, rispetto ai Piani ed ai criteri ed indirizzi dell'Autorità di Bacino, in merito agli interventi di sistemazione idraulica e geomorfologica, la cui realizzazione comporta modifiche ai Piani vigenti. La Giunta Regionale può specificare, con successivo atto, le tipologie di intervento oggetto di tali pareri;"

- le "Misure di attenzione per la prevenzione del rischio idrogeologico" contenute nelle norme di attuazione dei Piani di Bacino stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico degli ambiti 12e13, 14, 15, 16, 17, 18, modificate con D.G.P. n. 124 del 22/09/2014 (art. 16 ter):

  "1. *Al fine di mitigare gli effetti negativi che si possono manifestare a seguito di fenomeni di espansione di corpi franosi già cartografati nei piani o, per quanto sia possibile, di contenere il rischio dovuto a processi torrentizi indotti da intensi fenomeni pluviometrici, colate veloci di fango e detriti (debris-flow), si definiscono le seguenti misure di attenzione*.

  2. *Gli elaborati geologici e geotecnici a corredo dei progetti per il rilascio del titolo edilizio, redatti ai sensi delle NTC 2008, relativi ad istanze di opere di nuova costruzione si danno anche carico di considerare e valutare se sussistano pericoli di possibili interferenze per eventuali fenomeni di arretramento o di espansione di*

corpi o cigli di frana (ciglio, piede, fianchi) presenti nell'intorno di una fascia di rispetto di almeno 100 m e comunque considerando un'area di dimensione significativa in merito al contesto in esame.

3. *La misura di attenzione di cui al comma 2 si applica anche per interventi eventualmente previsti a margine dei perimetri delle Aree speciali di tipo A, B1 e B2.*

4. *In sede di previsione di realizzazione di interventi urbanistico edilizi od opere di viabilità in prossimità del reticolo idrografico su versante, si effettuino specifiche valutazioni in merito all'eventuale grado di esposizione degli interventi agli effetti di possibili fenomeni di colate veloci di fango o detriti (debris-flow), individuando, se del caso, opportuni accorgimenti tecnici o una migliore ubicazione degli interventi stessi nell'ottica della prevenzione di tale rischio.*"

A seguito del ricorso al T.A.R. Liguria presentato da Autostrade per l'Italia in data 21 marzo 2014 la Regione Liguria ha trasmesso la nota di memoria difensiva del 18 aprile 2014 in cui specifica che:

"*la prescrizione n. 16 si limita a richiamare la necessità di acquisire taluni pareri tecnici (del Comitato Tecnico di Bacino e della Provincia) rispetto alle parti dell'opera destinate ad essere realizzate in aree classificate dal Piano di Bacino come frana attiva o frana quiescente, secondo l'attuale regime dei piani di bacino*".

Al fine di ottemperare alla prescrizione citata ed acquisire i pareri in essa richiamati, per tutte le aree classificate, dalle cartografie dei piani di bacino, a suscettività di dissesto alta (Pg3a) viene predisposta un'apposita scheda, in cui viene mostrato come gli interventi previsti in progetto contribuiscano alla stabilizzazione del dissesto oggetto di interferenza con le opere, 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 delle opere di progetto, fornendo una sintesi delle azioni intraprese dal progettista al fine di verificare il grado di interferenza tra elementi di progetto ed elementi di dissesto, evidenziando gli effetti positivi sull'area in frana derivanti dalle misure messe in atto per impedirli, ridurli o compensarli.

Nel **capitolo 5** sono presentate le indagini integrative propedeutiche al monitoraggio geotecnico previsto.

Per l'inquadramento generale dell'intera Gronda 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 e idrogeologica generale*

- *GEO0002: Carta geologica*
- *GEO0020: Carta geomorfologica*
- *APE0001: Relazione geotecnica*
- *STD1001-2: VS.01 - Viabilità di servizio Vesima - Planimetria di insieme VS.01 e VS.02*
- *STD1007: VS.01 - Viabilità di servizio Vesima - Sezioni trasversali*
- *APE2113: VS.01 - Viabilità di servizio Vesima - Opere di sostegno - Relazione di calcolo*
- *APE0821: Ampliamento Viadotto Vesima Est - Relazione di calcolo delle fondazioni*
- *STR0452: Ampliamento Viadotto Vesima Est - Carpenteria Generale - Pianta fondazioni*
- *STR0453: Ampliamento Viadotto Vesima Est - Carpenteria Fondazioni e Pilastri Provvisori*
- *IDR1201-1:VS.01 - Sistema di drenaggio di piattaforma - planimetria idraulica - tav 1/2*
- *IDR1203-1: VS.01 - TB30 - Tombino idraulico - Sist. Definitiva - planimetria e profilo*
- *IDR0202: Planimetria idraulica - Tav 1/26*
- *MOI0001: Monitoraggio geotecnico delle opere all'aperto*

Per comodità di lettura, è stato prodotto un elaborato di sintesi:

- *GEN0146 "Schede dissesti Pg4 e Pg3a - Frana ARZ040 (Pg3a) - Opere interferenti: Planimetria e sezione"*, che riporta i dettagli progettuali relativi agli scavi, alle sistemazioni idrauliche, alle opere relative alla viabilità.

In particolare, il presente documento riporta le valutazioni geologiche - geomorfologiche e geotecniche-ingegneristiche relative alla frana codificata *ARZ040*, che risulta interferente con la Viabilità di servizio Vesima VS.01. Nelle vicinanze di tale area sono previste le opere per l'ampliamento del Viadotto Vesima Est.

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 relative a studi pregressi ed indagini appositamente realizzate per il Progetto 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 e idrogeologica generale") 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;
- Analisi di tutte le stratigrafie dei sondaggi pregressi per integrare i dati di superficie;
- Realizzazione di apposite campagne geognostiche in sito (sondaggi, geofisica e rilievi geomeccanici) ed in laboratorio;
- Prelievo di campioni e analisi chimiche eseguiti sulle diverse litologie attraversate dai tracciati;
- Rilievo geomorfologico di dettaglio (scala 1:1.000) eseguito 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 variabile tra circa 2 e 4 km) e sono stati redatti i seguenti elaborati cartografici (a scala 1:5.000):

- carta geologica (GEO0002 - cfr. stralcio riportato nell'Allegato 2);
- profili geologici in asse ai tracciati delle opere principali;
- carta geomorfologica (GEO0020 - cfr. stralcio riportato nell'Allegato 3);
- carta dei vincoli (cfr. stralcio riportato nell'Allegato 1);
- carta di ubicazione delle indagini (cfr. stralcio riportato in allegato);
- carta geomorfologica specifica per le aree in frana a scala 1:1.000 (cfr. l'Allegato 4).

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 definitiva della Gronda di Ponente (2010-2011), sia delle precedenti fasi progettuali del medesimo progetto (2003, 2004 e 2007), sia nell'ambito di altri progetti ubicati in prossimità del tracciato della Gronda, risalenti ad anni diversi (dagli anni 70 ad oggi) reperiti da SPEA presso l'Archivio comunale di Genova, presso Consulenti e negli uffici di SPEA dedicati alla Sorveglianza e Manutenzione della rete autostradale in esercizio.

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 Vp e di taglio Vs;
- 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 autostradale in esame sono stati rinvenuti fondamentalmente depositi limoso – argillosi, sabbioso – ghiaiosi e unità tettoniche complesse in cui si incontrano alternanze di rocce sedimentarie (arenarie, siltiti, calcari marnosi, marne calcaree, marne, argilliti) e rocce metamorfiche (serpentiniti, serpentinoscisti, calcescisti, argilloscisti, metabasiti, meta gabbri). 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.

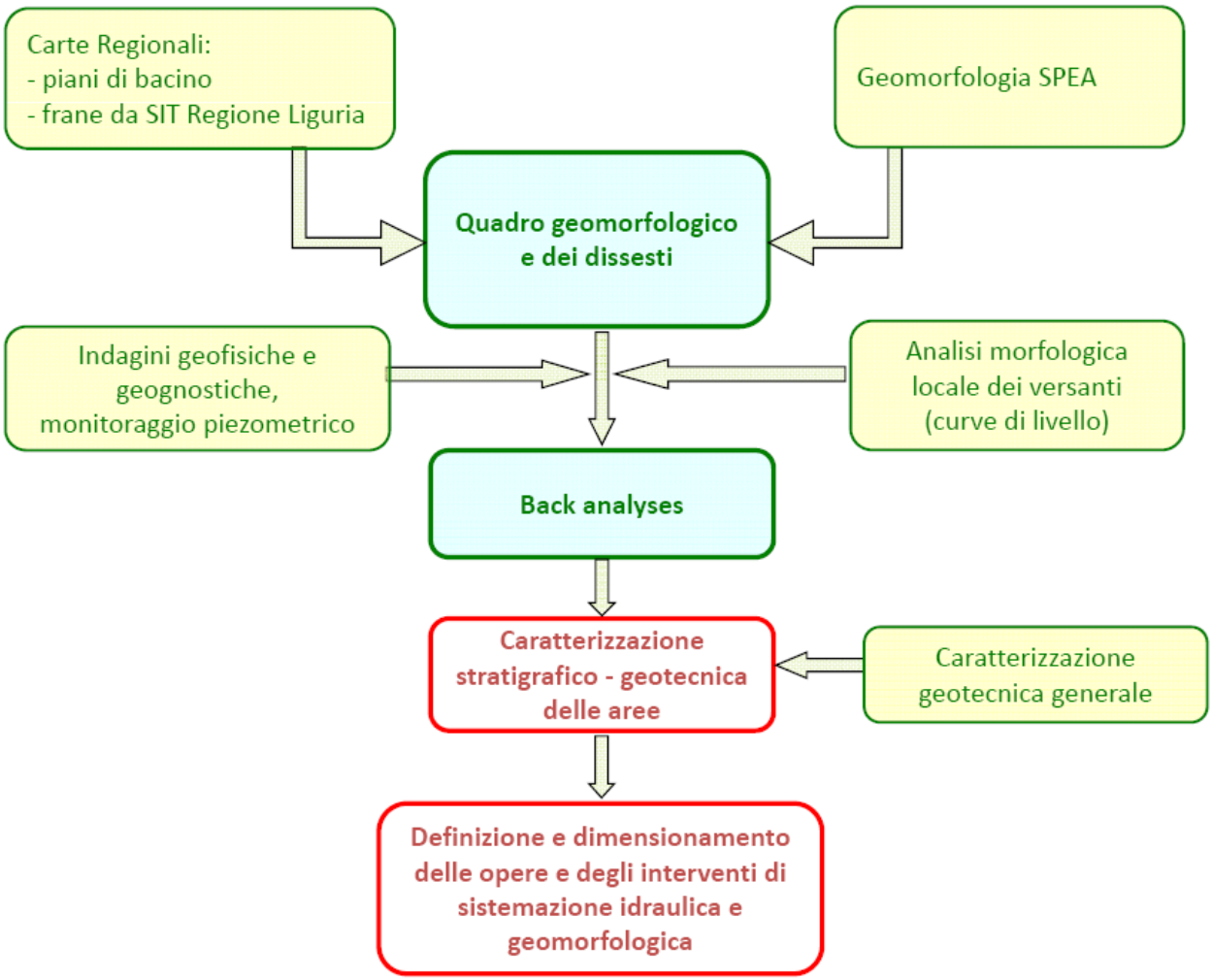


Figura 2-1 – Schema generale metodologia

3. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

3.1 ELEMENTI IDENTIFICATIVI

LOCALITÀ: VESIMA

COMUNE: GENOVA

PROVINCIA: GENOVA

BACINO: AMBITI 12 e 13

ID FRANA (da Carta della Franosità reale Piano di Bacino): ARZ040

3.2 CARTOGRAFIA

CTR 1:10.000: 213130

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. febbraio 2015 (Allegato 1).

3.4 Aree Interferenti

L'oggetto trattato nella presente scheda è rappresentato dalla **Pg3a** interferente con la viabilità di servizio VS.01 e le opere di fondazione previste nell'ambito dei lavori di ampliamento del Viadotto Vesima Est; sono altresì presenti Pg3b, Pg2 e Pg1, come evidenziato nella cartografia tematica allegata.

3.5 Classificazione e caratteristiche dissesto Pg3a

Da Carta della Franosità reale Piano di Bacino (**Figura 3-1**).

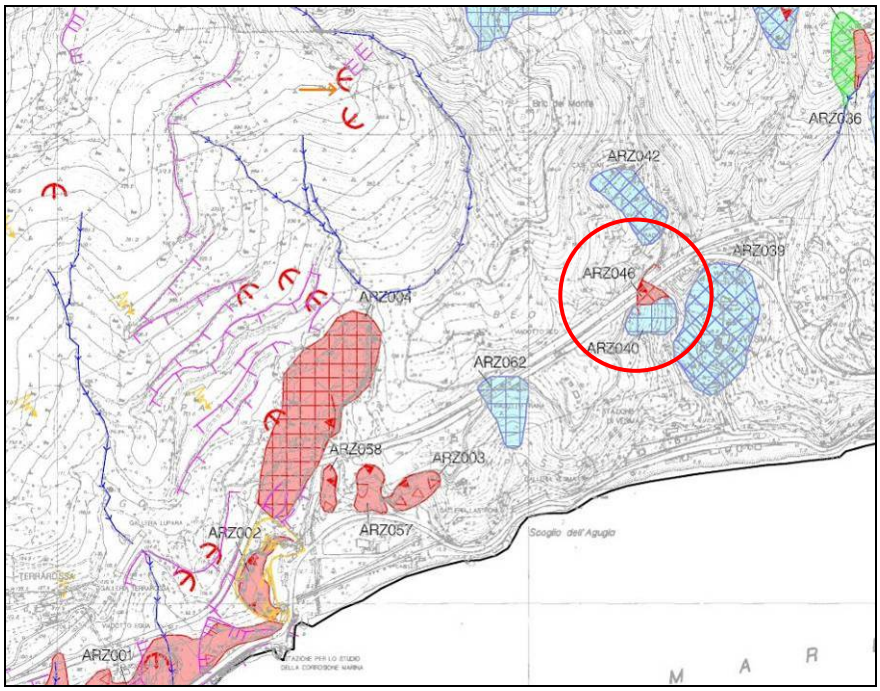
a) Tipologia di frana:

	Superficiale (SS)
	Colamento (DF)
	Scorrimento o scivolamento (SC)
	Scorrimento o scivolamento rotazionale (SCr)
	Scorrimento o scivolamento planare (SCp)
	Crollo o ribaltamento(CL)
X	Complessa (FC)
	Area a franosità diffusa (FD)

	Deformazione gravitativa profonda di versante
	Area interessata da movimenti gravitativi lenti superficiali - soliflusso, reptazione, creep
	Frana non cartografabile

b) Stati di attività:

	Attiva
X	Quiescente
	Stabilizzata



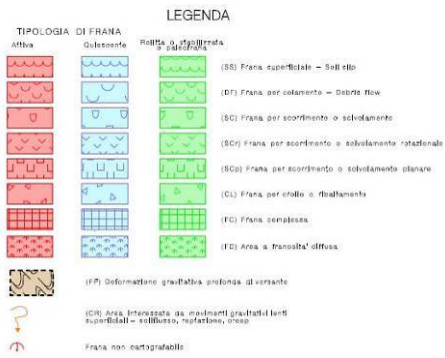


Figura 3-1 – Stralcio Carta della franosità reale da Piano di Bacino

3.6 Interventi previsti dal Piano di Bacino

Nel Piano degli interventi di mitigazione del rischio del Piano di Bacino non sono previsti interventi per il dissesto in esame mentre è previsto il rifacimento della tombinatura in prossimità dell'Aurelia, a valle dell'area (A3-ID6).
In particolare nel Piano degli interventi, per il Rio Vesima è previsto:

- *Adeguamento del tratto di copertura sottostante la linea ferroviaria Genova-Ventimiglia e la SS Aurelia, con uno scatolare di dimensioni indicative 4 x 4 m che consentirebbe il deflusso della portata duecentennale con un franco di sicurezza adeguato (A3-ID6). Intervento congiunto al precedente è la pulizia dell'alveo, in particolare nel tratto della tombinatura sottostante la linea ferroviaria dove un notevole deposito di materiale restringe la sezione. Dovrà essere prevista anche un "azione costante di pulizia dell'alveo, da specificarsi a cura dell'Ente competente, dei proprietari frontisti e dei concessionari.*

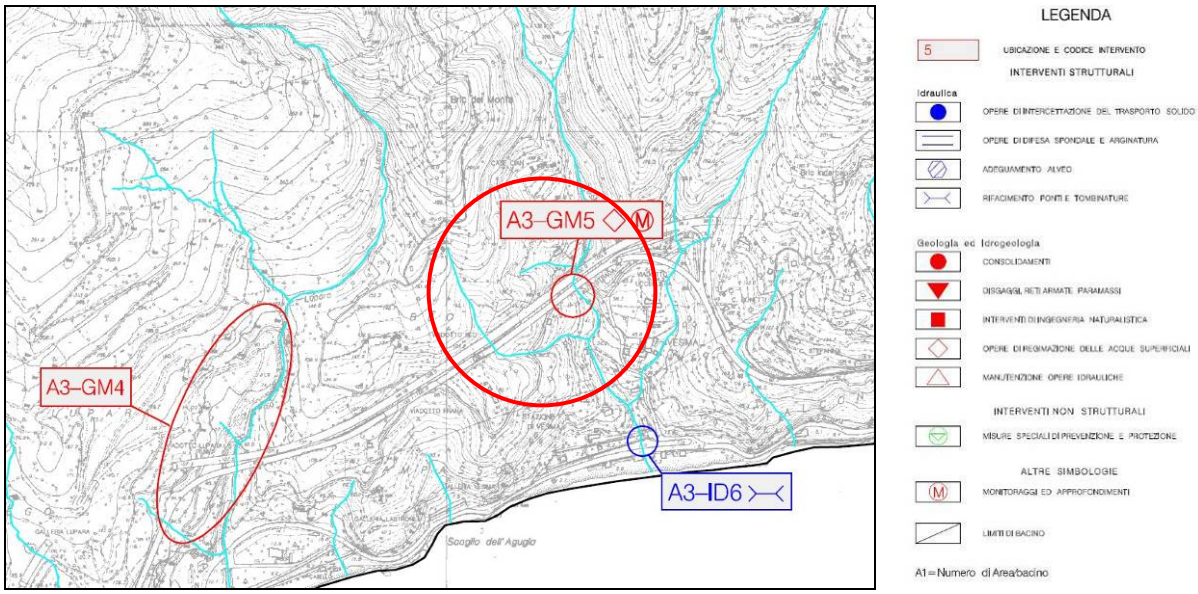


Figura 3-2 – Stralcio Carta degli interventi da Piano di Bacino

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 (http://www.isprambiente.gov.it).

La cartografia IFFI (**Figura 3-3**) non identifica nessun dissesto per l'area in esame.

Vengono invece segnalati altre tre aree lungo il medesimo versante, classificate come frane complesse quiescenti (1, 2 e 3 nella figura seguente).

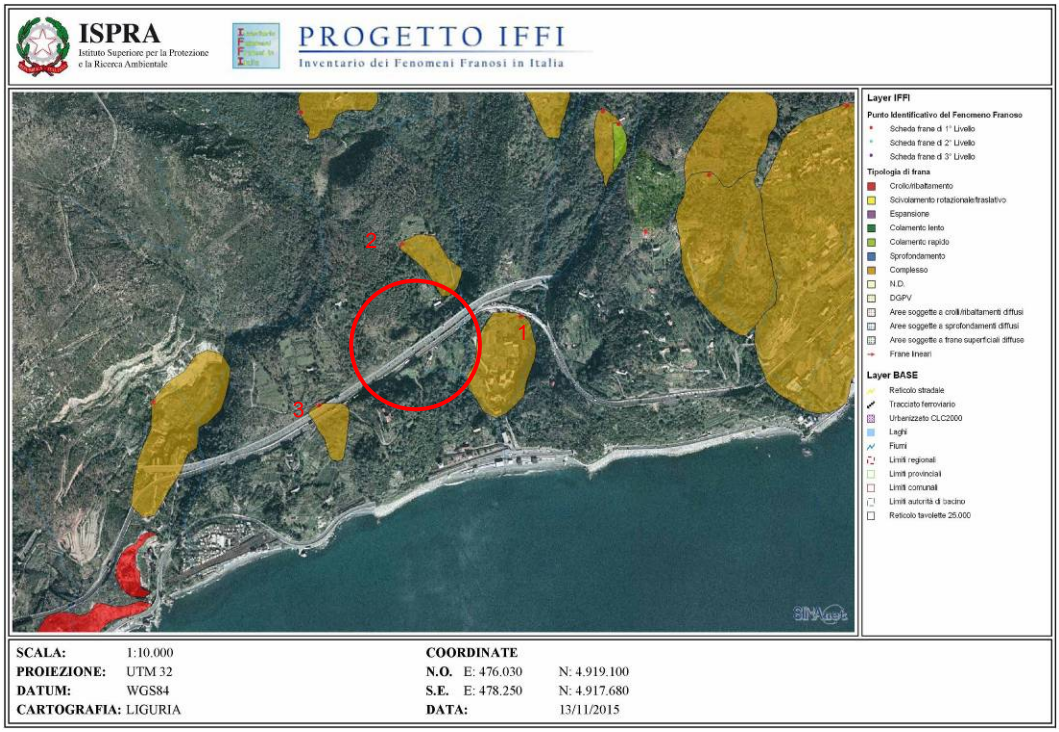


Figura 3-3 – Frane da IFFI (http://www.isprambiente.gov.it)

3.8 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area in esame in cui è inclusa la Pg3a si imposta nell'Unità Tettonometamorfica Palmaro Caffarella e Voltri, qui rappresentate da Calcescisti (Allegato 2).

Calcescisti (CS)

Con questo termine si indicano metasedimenti di varia composizione: si riconosce un'alternanza di scisti carbonatici più o meno filladici o marmorei e di scisti quarzoso micacei.

Sono caratterizzati da una scistosità marcata, legata a diverse generazioni di deformazioni. La foliazione principale riportata in carta, definita da minerali in facies scisti verdi, ha allineato, oltre alla superficie litologica originaria, anche altre superfici tettoniche che non risultano più differenziabili. La foliazione principale risulta piegata più o meno blandamente dalle successive fasi deformative; la giacitura della scistosità principale nell'area risulta immergente per lo più verso SSE con inclinazioni prossime alla verticale.

I calcescisti carbonatici appaiono di colore da marrone (superficie debolmente alterata) a grigio (frattura fresca), mentre se sono più profondamente alterati assumono colorazioni rossastre.

Gli scisti quarzoso micacei, invece, assumono delle tonalità più scure, con colorazioni solitamente da grigie chiare a grigie scure in frattura fresca; sono rocce che spesso si

alterano, assumendo tonalità arancione - ocra e si disgregano fino a generare spesse coltri di disfacimento.

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

Da un punto di vista geomorfologico, l'area di interesse si sviluppa lungo il versante idrografico destro del Torrente Vesima. Il versante si presenta con acclività piuttosto elevata, localmente terrazzato e con vegetazione ad alto fusto ed arbustiva (Allegato 3).

3.9 INDAGINI ESEGUITE

Nell'area in esame (cfr. Figure seguenti) sono stati realizzati per il Progetto Definitivo 2011 due sondaggi a carotaggio lungo la strada (VV24 e VV25) e due stese di geofisica a rifrazione (L14-L15). Il primo sondaggio (VV24) è stato eseguito in prossimità del ponticello di attraversamento del Rio Vesima; il secondo (VV25) al di sotto del viadotto, immediatamente a monte dell'area in frana Pg4, limitrofa alla Pg3a.

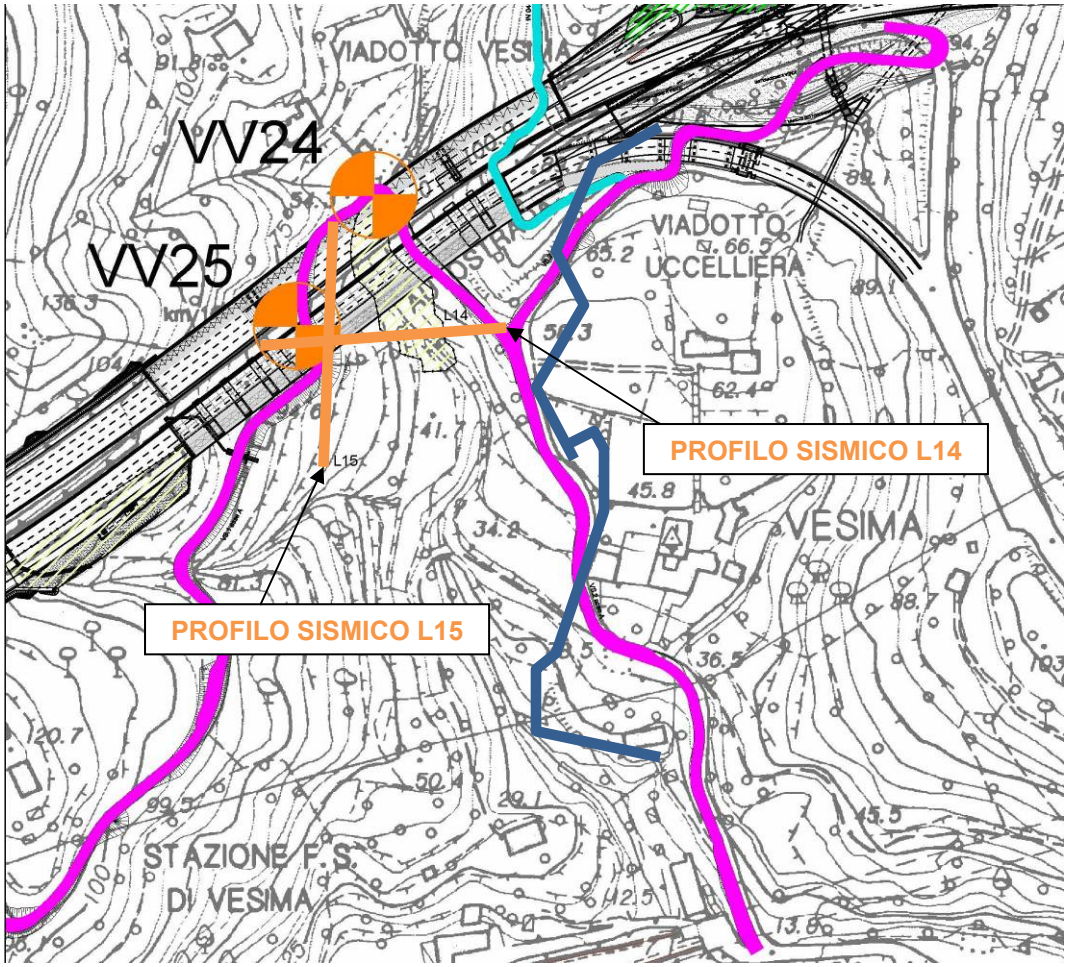


Figura 3-4 – Stralcio planimetrico con l'ubicazione delle indagini

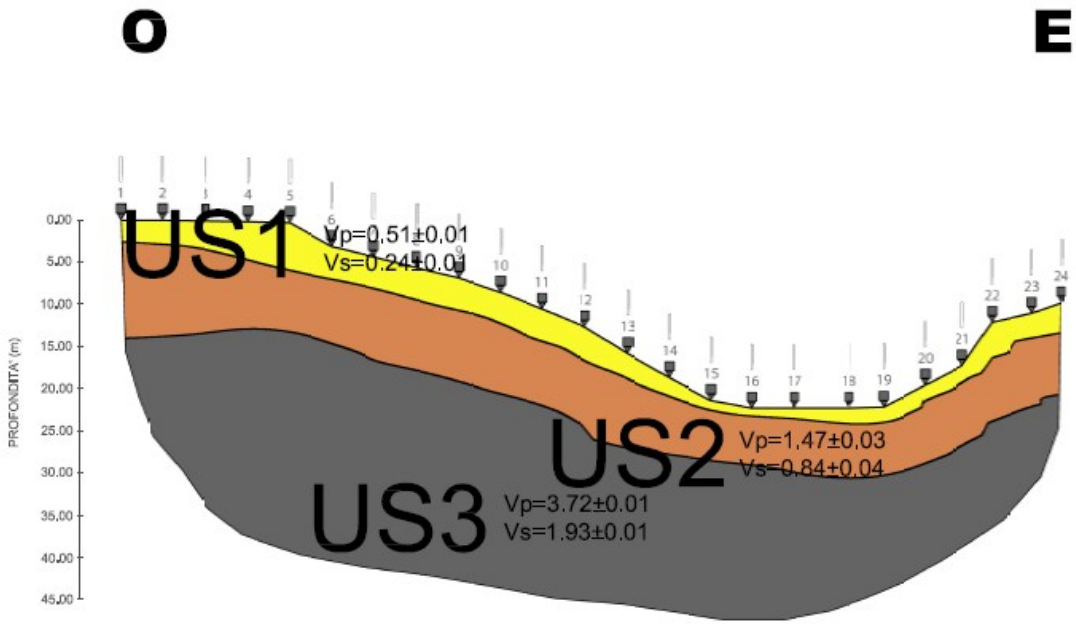


Figura 3-5 – Profilo sismico L14

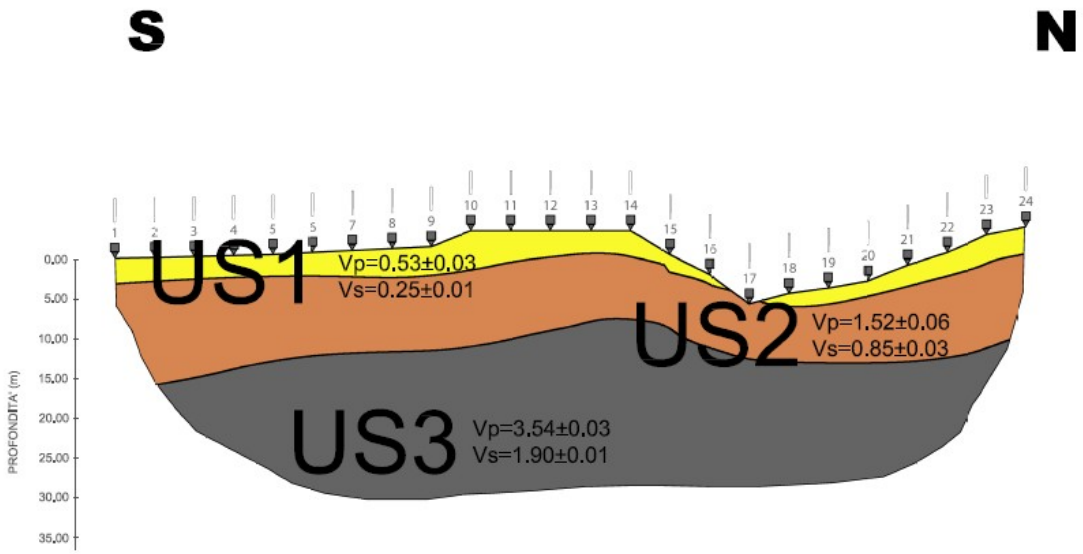


Figura 3-6 – Profilo sismico L15

Dalla stratigrafia del sondaggio VV25, lo spessore dei depositi di copertura è pari a circa 6.5 m mentre la fascia ad intensa alterazione arriva fino a circa 9 m; fino a 15 m circa si rinvengono tracce di ossidazione. La soggiacenza della falda - misurata il 12/07/11 - risultava essere -9.89 m da p.c..

In VV24 il substrato lapideo (calcescisti) è stato rinvenuto a 7.5 m di profondità; da 7.5 a 16 m il substrato risulta molto alterato e fratturato. La falda, misurata il 12/07/11, era a -4.80 m da p.c..

Nell'ambito della campagna di indagini integrativa effettuata nel 2015-2016 sono stati realizzati in corrispondenza del ciglio della Pg4 due sondaggi, uno a carotaggio continuo ed uno a distruzione, con installazione di inclinometro e piezometro finalizzati al monitoraggio dell'area in dissesto.

La stratigrafia del sondaggio F4 mostra fino a 9 m da p.c. la presenza di un deposito superficiale prevalentemente limoso-sabbioso al di sotto del quale, fino a 12.7, è stato rinvenuto il substrato fratturato ed alterato, con livelli di materiale prevalentemente sabbioso-limoso. Da 12.7 fino a 30m sono presenti cloritoscisti molto tettonizzati, talora argillificati ed arenitizzati; da 30 m a f.f. si passa a calcescisti con un RQD variabile.

Per i certificati delle indagini eseguite, sia di sito che di laboratorio, si rimanda agli allegati 7 e 8 del presente documento.

3.10 RILEVAMENTO GEOMORFOLOGICO DI DETTAGLIO

In data 09/10/2015 e 20/10/15 sono stati effettuati due sopralluoghi lungo la traccia della VS1 con la finalità di verificare con un rilievo di dettaglio (scala 1:1.000) lo stato dell'area e l'effettiva perimetrazione del dissesto segnalato come attivo dai documenti prodotti dagli enti.



Foto 1 – Immagine dell'area con indicata l'area della Pg3a



Foto 2 – Immagine dell'area con indicata l'area della Pg3a

Tutta l'area della VS1 è apparsa notevolmente modificata rispetto ai rilievi effettuati nel 2010-2011 per il PD; si è rilevato in più punti il peggioramento dello stato della viabilità esistente, che mostra sovente cedimenti del ciglio di valle, lesioni del manto stradale e crolli di materiale da monte (in particolar modo per il tratto più ad ovest, chiuso al transito).

Di seguito viene brevemente descritto quanto evidenziato durante il sopralluogo per l'area più prossima alla frana quiescente; in allegato 4 è riportata la planimetria con indicati tutti gli elementi individuati.

- L'area in esame è ubicata in prossimità della spalla lato Savona del Viadotto Vesima, sul versanti idrografico destro dell'omonimo torrente. Il versante in esame è caratterizzato dalla presenza di una serie di terrazzi antropici, ora abbandonati, che diminuiscono l'acclività e si estendono dall'abitazione fino al fondovalle.

- nell'area del coronamento sono presenti due edifici di cui il più prossimo al viadotto e diroccato e coperto da vegetazione mentre l'edificio principale appare abbandonato; sulla facciata rivolta verso E si nota la presenza di lesioni.





Foto 3 e 4 – Facciate dell'edificio: si nota la presenza di lesioni sul lato E

- Il versante al di sotto della casa è caratterizzato dalla presenza di terrazzamenti abbandonati ed invasi dalla vegetazione. I muretti a secco che li sostengono appaiono continui e privi di evidenti lesioni o deformazioni.





Foto 5 e 6 – Terrazzamenti agricoli abbandonati





Foto 7 e 8 – Terrazzamenti agricoli con muretti a secco

In generale la presenza di un intenso rimaneggiamento dell'area connesso con le attività antropiche ha portato all'occultamento del dissesto quiescente; l'unica evidenza tuttora riscontrabile sono le lesioni sulla facciata dell'edificio. Comunque la presenza di dissesti attivi in aree limitrofe, del corso d'acqua in erosione al piede e l'abbandono dell'area con conseguente assenza di manutenzione degli impluvi, può portare alla riattivazione del

dissesto, presumibilmente nei periodi di maggior portata del torrente conseguenti ad intense precipitazioni (autunno e primavera).

3.11 CAUSE DEL DISSESTO

	Materiale di riporto
X	Depositi sciolti
X	Coltre di alterazione del substrato
X	Litologia del substrato
X	Giacitura del substrato
X	Fratturazione/tettonizzazione del substrato
X	Morfologia del versante (acclività)
X	Precipitazioni meteoriche
X	Erosione diffusa
X	Erosione incanalata
	Falda
	Cause antropiche

3.12 DESCRIZIONE SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA

La sezione geologica interpretativa è stata realizzata lungo la traccia riportata in Allegato 4 ed è riportata in allegato 5.

4. ASPETTI GEOTECNICO - INGEGNERISTICI

4.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

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

- ai dati geologici-geomorfologici descritti nel Capitolo 3;
- a quanto riportato nel documento relativo alla caratterizzazione geotecnica allegata al Progetto Definitivo (cfr. elaborato APE0001); in particolare, si è fatto riferimento alla caratterizzazione relativa alla formazione di base, Calcescisti (CS) e della relativa fascia di alterazione (CS-CAP);
- ai risultati di back analysis eseguite sulla sezione riportata nel seguito del documento con la finalità di determinare i parametri di resistenza dei materiali delle coltri superficiali, da confrontare con i valori di caratterizzazione di progetto.

Il dimensionamento delle opere è stato condotto assumendo la sequenza stratigrafica a seguire:

- da 0.0 a circa 8.0 m da p.c. – COLTRE di copertura dell'ammasso roccioso (potenzialmente instabile): I depositi superficiali sono rappresentati essenzialmente da depositi di versante, depositi eluvio/colluviali e depositi alluvionali lungo il corso del Torrente Vesima;
- da 8.0 m a 25.0 m da p.c. – CAPPELLACCIO: livello di alterazione della formazione dei Calcescisti (CS-CAP), avente caratteristiche geomeccaniche più scadenti rispetto alla formazione di base;
- al di sotto di 25.0 m da p.c. – SUBSTRATO: formazione di base, Calcescisti (CS).

La quota di falda di progetto è stata cautelativamente posizionata tra 0.0 e 3.0 di profondità da piano campagna.

4.2 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

L'area in esame è ubicata in prossimità della spalla lato Savona del Viadotto Vesima e comprende parte della viabilità di servizio VS.01 Vesima.

Dal sopralluogo eseguito nell'area nell'ottobre 2015 si è osservata una notevole differenza rispetto ai rilievi effettuati nel 2010-2011 per il PD. In particolare si è osservato in più punti il peggioramento dello stato della viabilità esistente, che mostra spesso cedimenti del ciglio di valle, lesioni del manto stradale e crolli di materiale da monte (in particolar modo per il tratto più ad ovest, chiuso al transito). Per ulteriori dettagli sulle caratteristiche della frana quiescente in oggetto si rimanda ai paragrafi 3.10 e 3.11 della presente relazione.

La sede stradale della viabilità esistente, per il tratto interferente con la frana ARZ040, verrà localmente spostata ed ampliata. A diretto presidio della strada e per incrementare la resistenza del versante, si prevede la realizzazione di una paratia di micropali di lunghezza 9 m circa e comunque sufficiente ad intestarsi nella formazione stabile, planimetricamente l'opera si estenderà per tutta la lunghezza interferita.

In figura 4-1 si riporta uno stralcio planimetrico dell'area oggetto di interesse in cui vengono evidenziate: le opere in progetto interferenti con la frana (VS.01 e fondazioni ampliamento Viadotto Vesima); l'impronta della frana Pg3a; l'opera di presidio che s'intende realizzare.

Per garantire inoltre il rapido allontanamento delle acque meteoriche che incidono sfavorevolmente sulla stabilità del pendio, sarà necessario realizzare un sistema di drenaggio delle acque di versante costituito da canalette/fossi per la regimazione delle acque superficiali che permetta il rapido allontanamento delle acque piovane (v. elab. idraulica paragrafo 1).

Per l'ampliamento del Viadotto Vesima Est, le cui fondazioni ricadono nell' area in esame, è stata prevista la presenza di micropali di fondazione, intestati nel substrato. In tal modo i carichi derivanti dalla pila verranno trasferiti in profondità e non andranno quindi a gravare sulla coltre. In ogni caso si osserva che le fondazioni del viadotto esistente, di tipo diretto, non hanno subito spostamenti e non presentano lesioni significative.

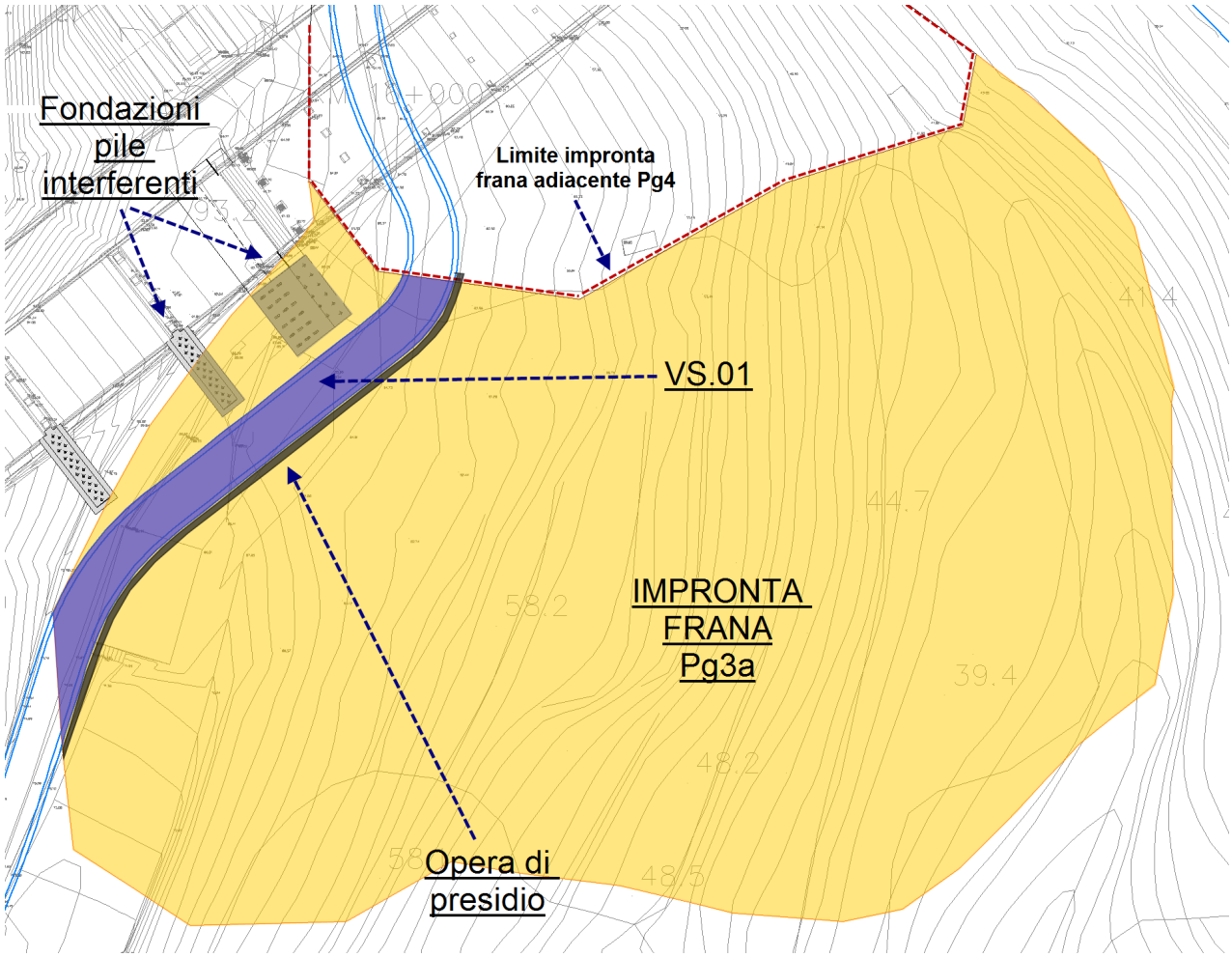


Figura 4-1 – Stralcio planimetrico con l'indicazione delle opere interferite e delle opere di presidio

4.3 ANALISI DI STABILITÀ

Per il dimensionamento delle opere è necessario caratterizzare correttamente i materiali superficiali che potrebbero innescare movimenti franosi e compromettere la stabilità delle opere stesse.

Le figure 4-2, 4-3 e 4-4 riportano rispettivamente: la traccia in planimetria della sezione analizzata, la sezione stessa ed i risultati delle analisi svolte relative alla caratterizzazione delle coltri superficiali.

Al fine di determinare lo spessore e le caratteristiche di resistenza di tale strato, sono state eseguite delle back analysis con l'ausilio del software di calcolo GeoStudio 2007: si è ricercato il valore del parametro ϕ'_{res} (con c' = 0 kPa) in grado di determinare coefficienti di sicurezza pressoché unitari (Fs ≈ 1).

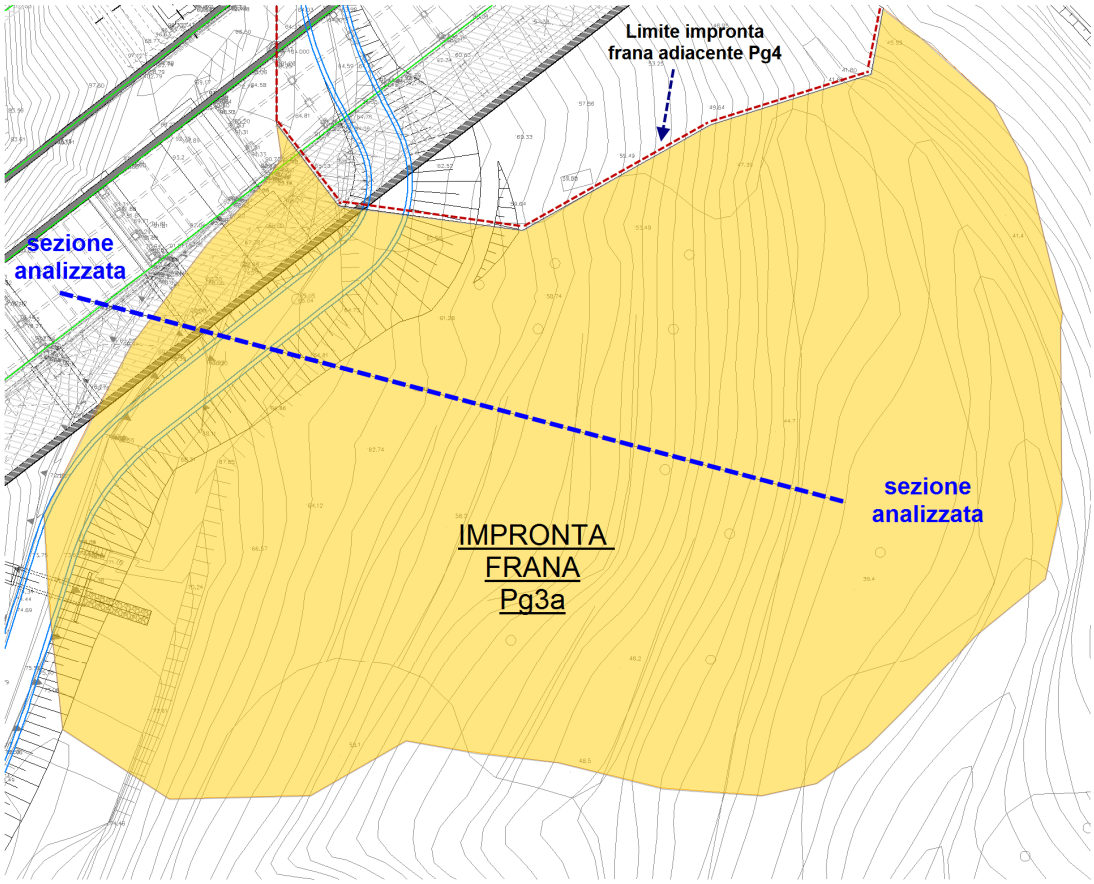


Figura 4-2 – Stralcio planimetrico con l'indicazione della sezione analizzata – Pg3a

Le superfici di scivolamento critiche sono state definite facendo riferimento alle stratigrafie dei sondaggi, ai risultati dell'indagine geofisica e alla morfologia dei versanti. Tali superfici interessano le coltri superficiali, al di sopra della formazione di substrato alterata.

Al fine di verificare l'affidabilità del modello (geometria delle superfici di scivolamento e livelli di falda) i valori di ϕ'_{res} ottenuti da back analysis sono stati confrontati con i valori della caratterizzazione geotecnica generale delle formazioni coinvolte.

La parametrizzazione geotecnica è stata confrontata con i risultati e l'interpretazione delle prove, in sito e di laboratorio, eseguite sui campioni prelevati nei sondaggi effettuati nell'intera area di intervento, sia a cura di SPEA sia relative alle indagini storiche.

Sulla base di tali dati, i parametri dei materiali di copertura CCS (coltre) risultano come riportato nella seguente Tabella.

γt (kN/m3)	20.0÷21.0
N_{SPT} (colpi/30 cm)	10 ÷ 35
φ' (°)	26 ÷ 30
c' (kPa)	0
c_u (kPa)	-
k_v (m/s)	$1x\ 10^{-5} \div 1x\ 10^{-6}$
V_s (m/s)	100 ÷ 220 (*)
G_0(MPa)	20 ÷ 80 (*)
E_{op}(MPa)	5÷22 (*)
ν' (-)	0.25

Tabella 4-1 Parametri geotecnici per i materiali di copertura C_{CS} (coltre)

Le analisi di stabilità (si veda Figura 4-4) mostrano un angolo di attrito residuo pari a ϕ'_{res} = 20° ed uno spessore instabile della coltre di circa 5.0 m.

La superficie di scivolamento analizzata è stata dedotta sulla base di quanto rilevato dalle immagini del rilievo topografico e di quanto emerso a seguito del sopralluogo effettuato in data in data 09/10/2015 e 20/10/15 (si veda il paragrafo 3.10) sul tratto di interesse ed è mostrata nelle figure seguenti.

La scelta progettuale è stata quindi conservativa, avendo adottato un valore di ϕ' caratteristico di progetto, per le coltri superficiali, derivante dalle back analysis e pari a 20°, inferiore al valore risultante dalla caratterizzazione geotecnica:

ϕ caratteristico di progetto = 20°

ϕ da caratterizzazione = 26 ÷ 30°

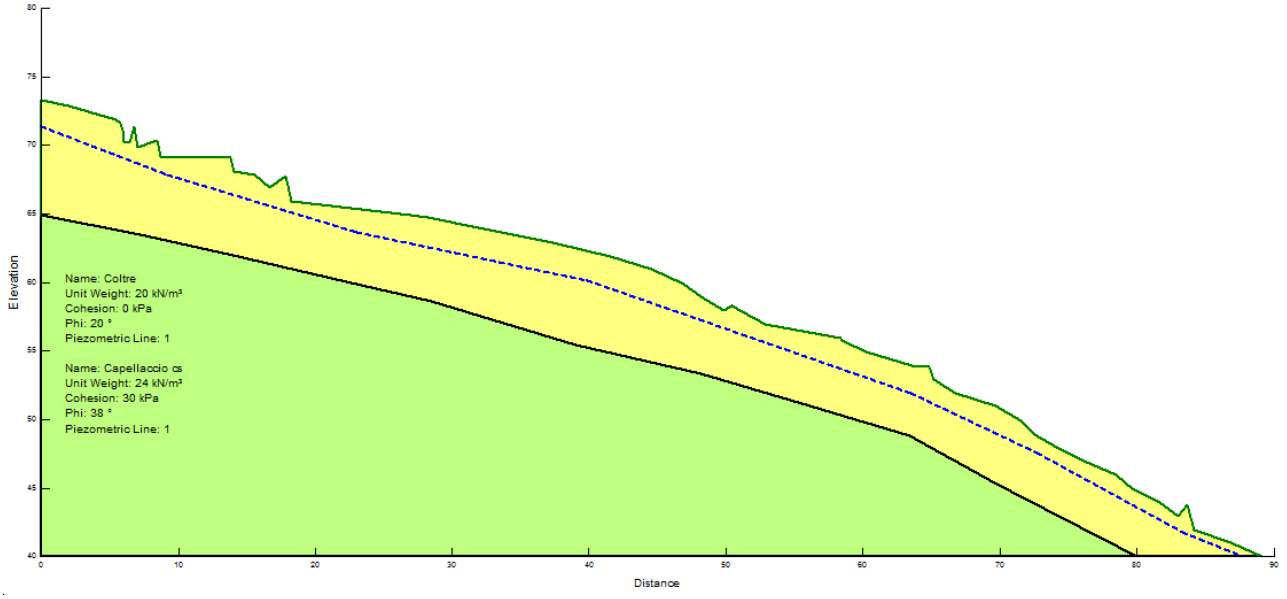


Figura 4-3 – Sezione analizzata

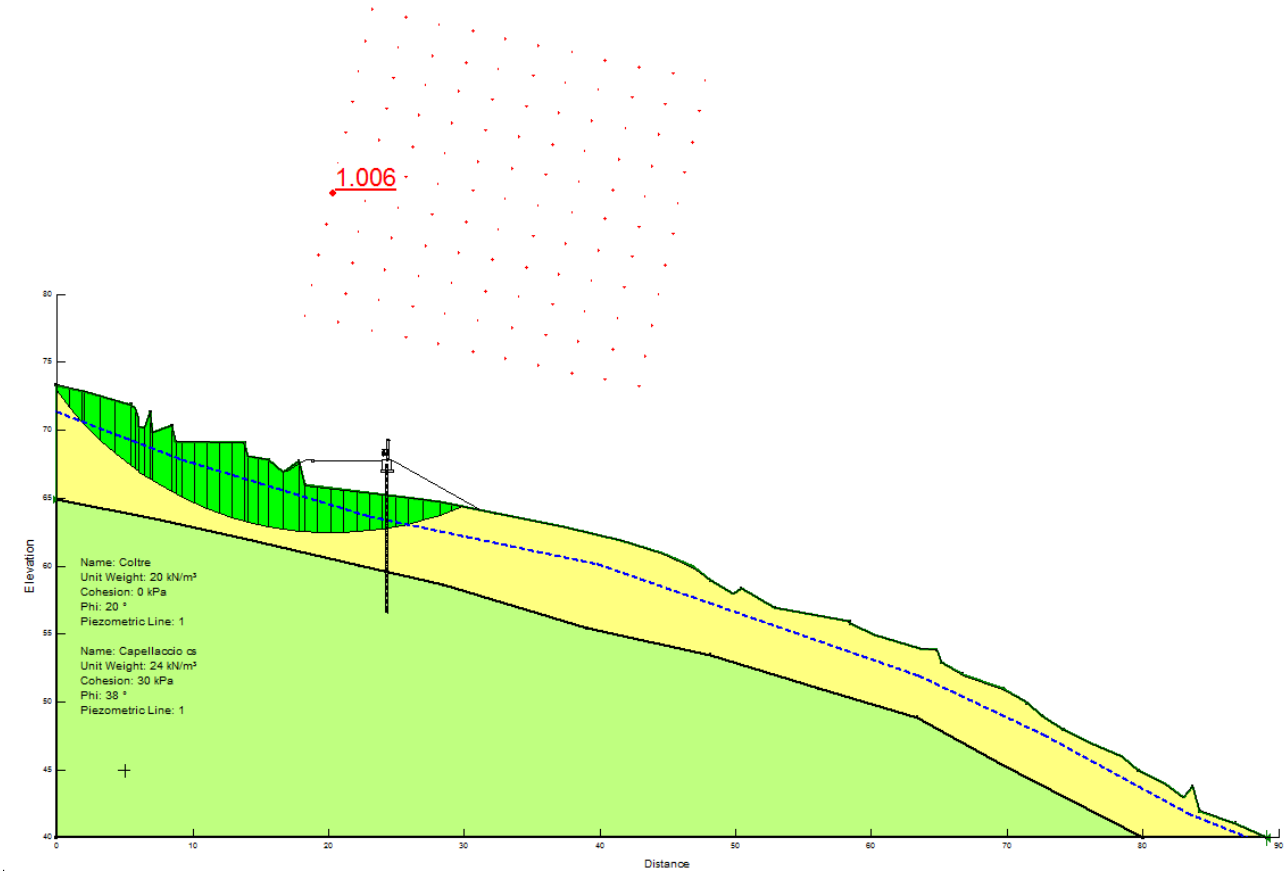


Figura 4-4 – Risultati delle back analysis – Pg3a

Verifiche su area Pg3a

Le verifiche di stabilità globale dell'insieme opera-terreno sono state svolte in accordo alla normativa vigente (NTC 2008), sia in condizioni statiche che in condizioni sismiche.

La verifica in condizioni statiche deve essere eseguita secondo l'Approccio 1 – Combinazione 2:

- **A2 + M2 + R2**

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I e 6.2.II delle NTC 2008.

Tale verifica è svolta mediante un calcolo all'equilibrio limite per mezzo del software GeoStudio 2007; tra i metodi di calcolo proposti si è scelto di considerare il metodo di Bishop.

Le potenziali superfici di scorrimento sono state ricercate imponendo il punto di passaggio per il piede della paratia, ovvero escludendo le superfici che interessano la paratia stessa. Le opere sono modellate nell'analisi come impenetrabili dalle potenziali superfici di scivolamento.

I parametri geotecnici adottati nelle analisi sono stati assunti in accordo alla tabella seguente.

Tabella 4-2 Parametri geotecnici caratteristici

STRATO	Peso di volume γ_k	Angolo di resistenza al taglio ϕ_k	Coesione efficace c'_k	Modulo di Young di primo carico E_{VC}	Modulo di Young di Scar./ric. E_{UR}
	kN/m^3	°	kPa	MPa	MPa
Coltre	20.0	20	0	5	25
Cappellaccio	24.0	38	30	500	700

Per quanto riguarda la coltre si assume, come angolo di resistenza al taglio, il valore più cautelativo tra quanto indicato nella caratterizzazione geotecnica di progetto e quanto dedotto dai risultati delle back analysis relativi al Pg3a. Per i parametri del cappellaccio si assume la caratterizzazione di progetto.

Nella seguente Tabella 4-3 sono invece riassunti i parametri geotecnici di progetto considerati nei calcoli, fattorizzati secondo le condizioni M1 e M2.

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 $\gamma_{\phi'}$ 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, tenuto conto che il parametro di resistenza al taglio delle coltri adottato nelle analisi è addirittura inferiore ai risultati delle back analysis, è stato adoperato un coefficiente $\gamma_{\varphi'}$ unitario.

Tabella 4-3 Parametri geotecnici di progetto

STRATO	Peso di volume γ_k	M1 Angolo di resistenza al taglio ϕ_d	M1 Coesione efficace c'_d	M2 Angolo di resistenza al taglio ϕ_d	M2 Coesione efficace c'_d
	kN/m^3	°	kPa	°	kPa
Coltre	20.0	20	0	20	0
Cappellaccio	24.0	38	30	32	24

La verifica di stabilità globale si considera soddisfatta quando la superficie di scorrimento più critica fra quelle possibili corrisponde ad un fattore di sicurezza ≥ 1.1; ovvero, in accordo alla terminologia della normativa (Par. 6.8.2 delle NTC 2008):

$R_d / E_d \geq \gamma_R$ con $\gamma_R = 1.1$

Nella figura seguente si riporta la superficie di scorrimento critica; dalla suddetta figura, si evince che la stabilità globale dell'opera è verificata, essendo:

$R_d / E_d =$ 1.957 > 1.1

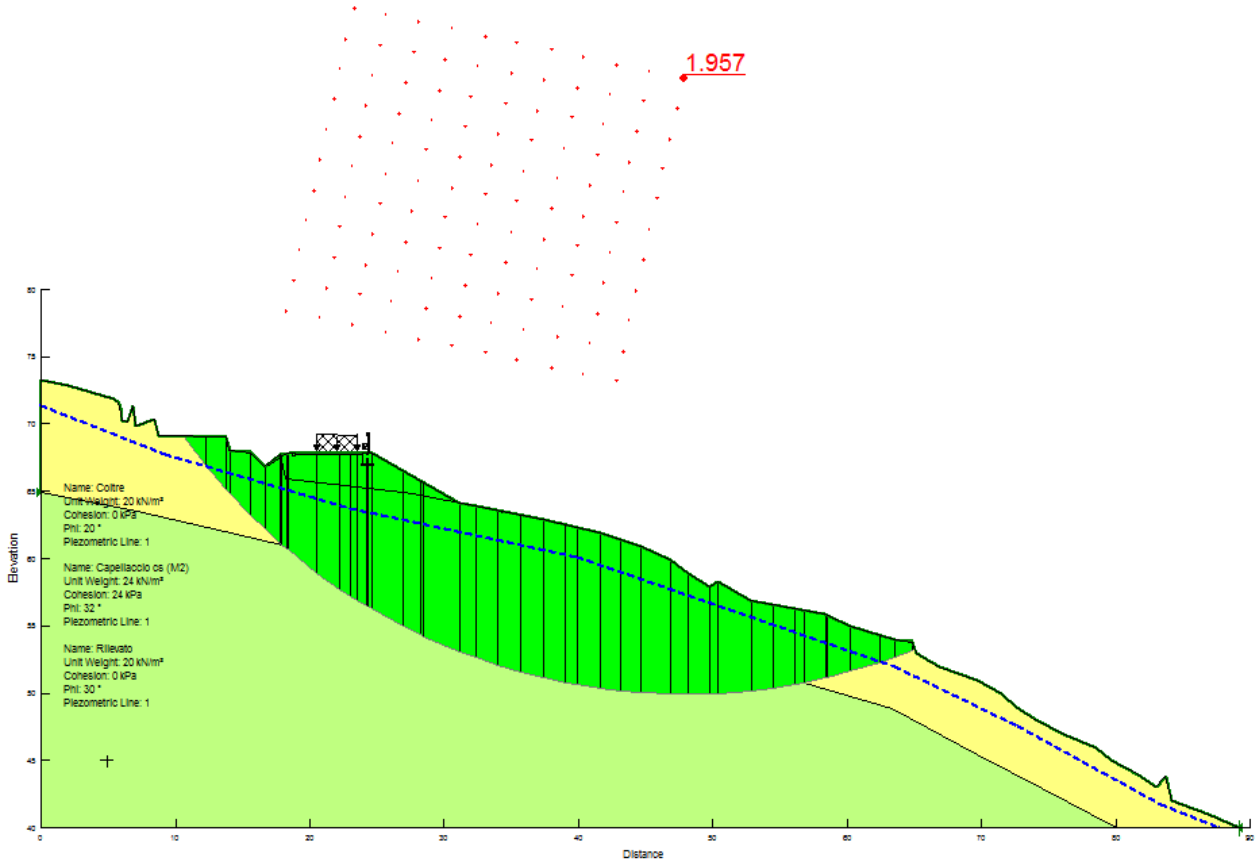


Figura 4-5 – Verifica di stabilità globale – condizioni statiche

Le verifiche in condizioni sismiche sono state condotte tenendo conto di una spinta pseudo statica equivalente, calcolata a partire dai seguenti valori dei coefficienti sismici orizzontale e verticale:

- k_H = 0.025 g
- k_V = ± 0.013 g

Sulla base di quanto riportato al Par.7.11.3.5.2 delle NTC 2008, i coefficienti sismici k_h (orizzontale) e k_v (verticale) sono definiti come:

$$k_h = \beta_s \cdot a_{max}$$

$$k_v = \pm k_h / 2$$

essendo

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito = 0.20 (Tabella 4-4).

Tabella 4-4 Coefficiente βs

	Categoria di sottosuolo	
	A	**B,C,D,E**
	β_s	β_s
$0.2 < a_g$ (g) < 0.4	0.30	0.28
$0.1 < a_g$ (g) < 0.2	0.27	0.24
a_g (g) < 0.1	0.20	0.20

La verifica di stabilità globale costituisce una verifica di Salvaguardia della Vita (SLV), pertanto i coefficienti sismici riportati nella tabella seguente sono relativi ad un evento con tempo di ritorno pari a 949 anni.

Per il sito in oggetto risulta:

a_g = 0.087 g

$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g$ = 0.087 · 1.2 · 1.2 = 0.125 g

Nella figura seguente si riporta la superficie di scorrimento critica in condizioni sismiche ed i risultati delle analisi svolte. La stabilità globale dell'opera è verificata, essendo:

R_d / E_d = 1.810 > 1.1

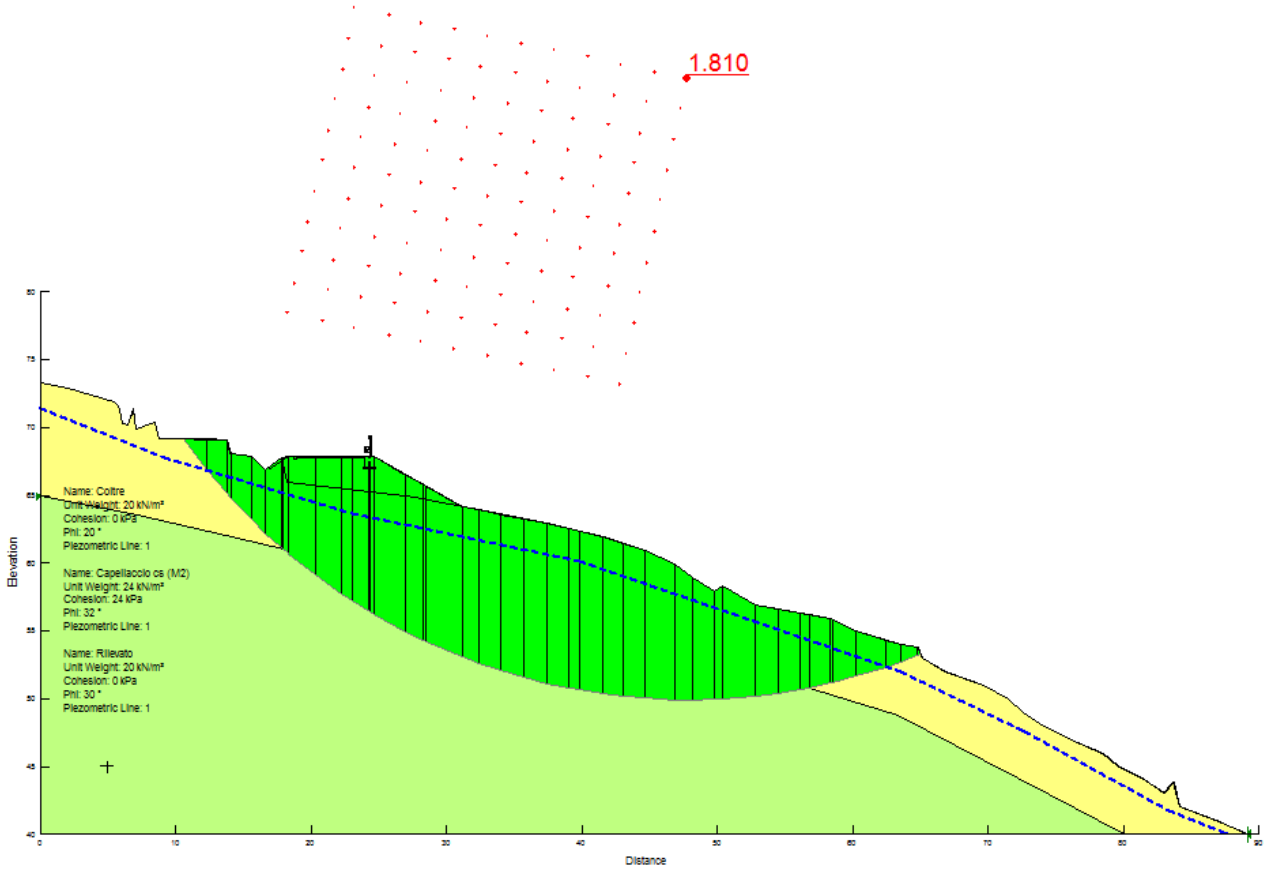


Figura 4-6 – Verifica di stabilità globale - condizioni sismiche

4.4 QUADRO DI SISTESI

Nel seguito vengono riassunti 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 analisi mostrano le condizioni critiche con fattori di sicurezza prossimi all'unità (back analysis).

Le verifiche di stabilità globale del terreno sono poi condotte nelle condizioni di post-operam e cioè in seguito ai lavori, analizzando le condizioni più gravose tenendo conto della geometria delle opere e delle fasi realizzative. Le verifiche si riferiscono all'intero versante che a porzioni significative del versante stesso, dove ritenuto rappresentativo.

Nel caso specifico si è concentrata l'attenzione ad una fascia nell'intorno della viabilità, non andando ad alterare gli equilibri degli ambiti circostanti.

ANALISI ESEGUITE	FS min	
	statico	sismico
Analisi **ante-operam**	1.01	--
Analisi **post-operam**	1.96	1.81

Alla luce dei risultati delle verifiche analitiche svolte, le opere in progetto e gli accorgimenti costruttivi adottati sono tali da garantire il rispetto dei fattori di sicurezza per la zona instabile interessata dai lavori, sia durante le attività di cantiere che nell'assetto definitivo dell'area.

5. IDRAULICA

5.1 DESCRIZIONE DELLE SISTEMA DI REGIMAZIONE DELLE ACQUE

Per garantire la corretta regimazione delle acque meteoriche che possono incidere sfavorevolmente sulla stabilità del pendio se non controllate, sarà necessario realizzare un sistema di drenaggio delle acque di versante costituito da canalette e fossi.

In corrispondenza della frana in esame, le acque di drenaggio della viabilità verranno raccolte immediatamente a valle dell'asse stradale mediante un canalizzazione costituita da un mezzo in C.A.V. successivamente, le acque intercettate verranno convogliare direttamente al rio Vesima mediante un fosso rivestito in C.A.V. di forma trapezoidale. Il recapito in corrispondenza del corpo idrico esistente verrà protetto mediante l'impiego di massi di cava sciolti. Inoltre lo scarico autostradale esistente che attualmente rilascia le acque lungo il versante verrà deviato in un collettore DN630 e convogliato verso l'incisione esistente; per prevenire erosioni localizzate il punto recapito sarà protetto mediante la posa di massi sciolti.

6. 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; a tergo delle opere provvisorie di sostegno/contenimento delle terre devono essere sempre previsti drenaggi e/o canalette di raccolta al fine di assicurare la raccolta e smaltimento delle acque superficiali;

- 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); qualora, durante le operazioni di scavo/movimento terra, si evidenziano particolari condizioni di instabilità a breve termine, gli sbancamenti devono essere eseguiti per settori contenuti ed essere seguiti dall'immediata realizzazione delle opere di contenimento/consolidamento;

- 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; il depositi

- 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.

7. INDAGINI INTEGRATIVE PROPEDEUTICHE AL MONITORAGGIO GEOTECNICO

A completamento delle attività effettuate, sono state eseguite nel 2015-2016 le indagini di seguito descritte:

- un sondaggio a carotaggio ed uno a distruzione in prossimità dell'area pianeggiante al di sopra del ciglio della Pg4, con installazione di inclinometro e piezometro (ubicazione in allegato 4) (per motivi di sicurezza non è possibile accedere direttamente al corpo di frana).

7.1 STUDIO DEGLI SPOSTAMENTI SUPERFICIALI CON DATI RADAR SATELLITARI

A scala dell'intero progetto è stato attivato uno studio dei movimenti mediante analisi interferometrica da satellite.

L'interferometria costituisce oggi un valido strumento operativo per il monitoraggio da remoto di vaste aree della superficie terrestre, quali quelle interessate dal progetto della Gronda, senza la necessità di installare strumentazione a terra.

Sono stati acquisiti i dati di archivi storici di immagini satellitari relativi all'intera area di intervento.

L'utilizzo dei dati satellitari ENVISAT e COSMO-SkyMed, entrambe in doppia geometria, ha permesso di studiare le deformazioni dell'area analizzata (Figura 5-1) relative ad un periodo temporale che va da Luglio 2004 ad Agosto 2015.

In particolare:

- l'elaborazione con dati ENVISAT ascendenti è relativa al periodo 07/2004 – 10/2010 ed ha permesso di misurare le deformazioni superficiali di circa 170.000 punti distribuiti sull'intera area d'interesse (43 immagini ENVISAT acquisite in geometria ascendente con angolo d'incidenza di 22,84° e risoluzione a terra di 25 m x 5 m).
- l'elaborazione con dati ENVISAT discendenti è relativa al periodo 10/2004 – 10/2010 ed ha permesso di misurare le deformazioni superficiali di circa 165.000 punti distribuiti sull'intera area d'interesse (50 immagini ENVISAT acquisite in geometria discendente con angolo d'incidenza di 22,83° e risoluzione a terra di 25 m x 5 m).
- l'elaborazione con dati COSMO-SkyMed ascendenti è relativa al periodo 02/2011 – 08/2015 ed ha permesso di misurare le deformazioni superficiali di circa 2.540.000 punti distribuiti sull'intera area d'interesse (76 immagini COSMO-SkyMed acquisite in

geometria ascendente con angolo d'incidenza di 33,97° e risoluzione a terra di 3 m x 3 m).

- l'elaborazione con dati COSMO-SkyMed discendenti è relativa al periodo 11/2009 – 08/2015 ed ha permesso di misurare le deformazioni superficiali di circa 2.735.000 punti distribuiti sull'intera area d'interesse (84 immagini COSMO-SkyMed acquisite in geometria discendente con angolo d'incidenza di 26,65° e risoluzione a terra di 3 m x 3 m).



Figura 7-1 – Area d'interesse. Immagine ottica ottenuta da Google con sovrapposizione dell'area analizzata (poligono arancione) e del tracciato dell'infrastruttura prevista (linea grigia)

Le deformazioni misurate si riferiscono a punti della scena a terra caratterizzati da una risposta coerente al segnale radar, denominati *Persistent Scatterer (PS)* e sono relative temporalmente alla prima data di ciascun dataset e spazialmente ad un punto di riferimento, tra quelli selezionati, assunto come riferimento e considerato "fermo".

Il punto di riferimento è stato selezionato tra tutti i PS disponibili attraverso un'analisi statistica, a partire dall'ipotesi che la maggior parte dei PS siano quasi completamente

fermi. L'ipotesi è, quindi, che il punto di riferimento sia fermo e non sia soggetto a movimenti di nessun genere.

Per ciascuna delle elaborazioni singola geometria (ascendente o discendente) e per ciascun punto di misura selezionato vengono fornite le seguenti informazioni:

- **Evoluzioni temporali dello spostamento dei PS**: si tratta dello spostamento dei PS, espresso in millimetri, e riferito alla prima data dello stack, fornito in corrispondenza di ciascuna data d'acquisizione nel periodo analizzato. Le evoluzioni temporali sono stimate lungo la LOS (linea di vista) e si riferiscono ad un punto di riferimento considerato "stabile".

L'uso di due geometrie d'acquisizione, ascendente e discendente, permette di misurare la stessa deformazione lungo due direzioni di vista differenti. In linea di principio, a partire da questa duplice informazione è possibile descrivere meglio il movimento reale di un punto a terra, estraendo le sue componenti lungo la verticale e lungo la direzione est-ovest.

Non essendo sempre possibile avere selezionato lo stesso punto a terra con le due geometrie, le componenti E ed H delle misure sono relative ad un'area di dimensione fissata (cella di risoluzione) in cui sono presenti più punti selezionati con entrambe le geometrie, In pratica, vengono mediate le misure relative a tutti i PS che cadono nella stessa cella di risoluzione a terra ottenute sia con la geometria ascendente che quella discendente. La scomposizione, quindi, si riferisce a tale cella e prende in input i valori mediati delle misure ascendenti e discendenti.

Per quanto riguarda i dati ENVISAT la cella di risoluzione usata è di 60 m x 60 m (circa 3 volte il *pixel spacing* in range delle immagini SAR), mentre per i dati COSMO-SkyMed la dimensione della cella utilizzata è di 20 m x 20 m (circa 10 volte il *pixel spacing* delle immagini SAR). La scelta della dimensione della cella di risoluzione usata, oltre che dal pixel spacing dell'immagine SAR, dipende anche dalla dimensione media delle strutture a terra.

Per i dati COSMO-SkyMed, sono state scelte le date di acquisizione discendenti comprese tra il 24/02/2011 e il 14/08/2015 con l'esclusione delle date 08/06/2014 e 10/07/2014 perché troppo distanti temporalmente dalle date ascendenti più vicine (più di 20 giorni). Ovviamente non sono state considerate le date discendenti che precedono la prima data dello stack ascendente. Infine, in corrispondenza delle date selezionate sono state interpolate solo le misure ascendenti e il risultato è stato combinato con le rispettive misure discendenti per calcolare la componente del movimento lungo la direzione verticale e la direzione est-ovest.

Per quanto riguarda il dataset ENVISAT, sono state scelte le date di acquisizione ascendenti comprese tra il 22/10/2004 e il 01/10/2010. La data ascendente 09/07/2004 è stata esclusa perché precede di 86 giorni la prima data dello stack discendente. In corrispondenza delle date selezionate sono state interpolate solo le misure discendenti e il

risultato è stato combinato con le misure ascendenti per calcolare la componente del movimento lungo la direzione verticale e la direzione est-ovest.

Vengono fornite la:

- **Componente est-ovest delle evoluzioni temporali dello spostamento dei PS**: si tratta della componente est-ovest dello spostamento dei PS, espresso in millimetri, e riferito alla prima data comune alle acquisizioni ascendenti e discendenti forniti in corrispondenza delle date di una delle due geometrie (ascendente o discendente)
- **Componente verticale delle evoluzioni temporali dello spostamento dei PS**: si tratta della componente verticale dello spostamento dei PS, espresso in millimetri, e riferito alla prima data comune alle acquisizioni ascendenti e discendenti forniti in corrispondenza delle date di una delle due geometrie (ascendente o discendente).

La convenzione utilizzata è la seguente: i valori negativi indicano un allontanamento dal sensore nel caso di misure lungo la LOS, un abbassamento nel caso delle componenti verticali o uno spostamento verso ovest nel caso delle componenti est-ovest; i valori positivi indicano il comportamento opposto dei punti di misura

Per l'area in esame, oggetto della presente scheda, di seguito si riportano le evoluzioni temporali dei PS, per il solo satellite COSMO-SkyMed, in geometria ascendente e discendente, unitamente alle componenti est-ovest e verticale. Per il satellite ENVISAT i dati sono disponibili solo in geometria discendente.

Per tutti i grafici in ascissa è riportato il tempo (espresso in gg/mm/aa) mentre in ordinata, in relazione all'elaborazione, è riportato:

- spostamento lungo LOS (espresso in mm);
- componente est-ovest (espressa in mm);
- componente verticale (espressa in mm).

Con linea tratteggiata colore nero è riportato il valore medio degli spostamenti.

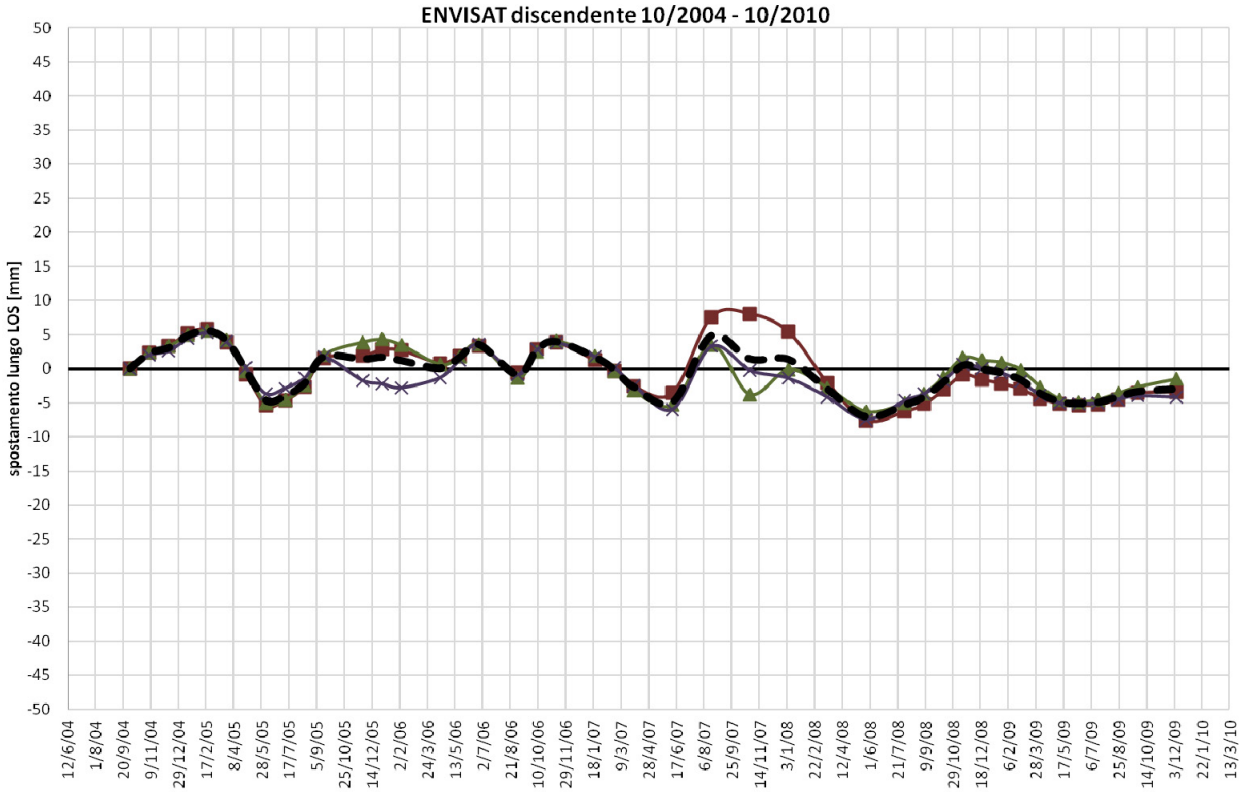


Figura 7-2 – Evoluzione temporale dei PS (ENVISAT geometria discendente). Valori negativi indicano un allontanamento del sensore dal satellite lungo la LOS.

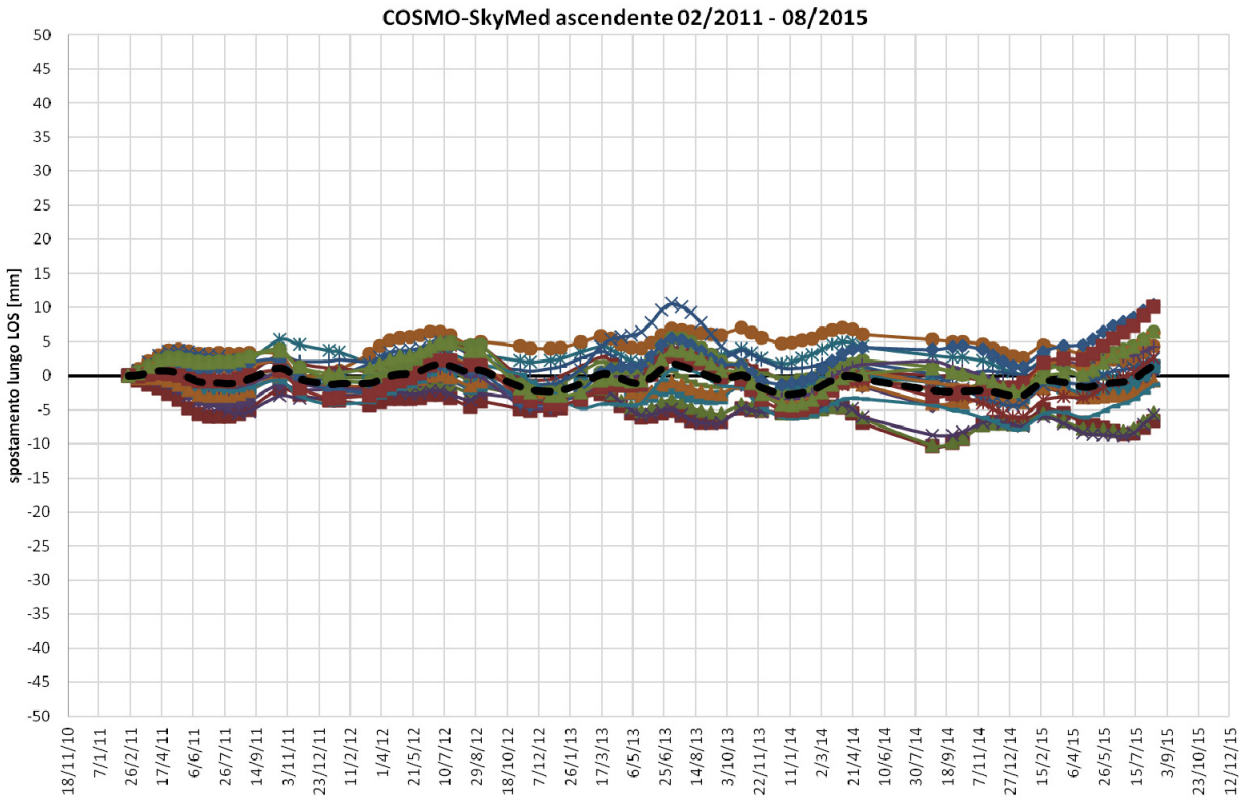


Figura 7-3 – Evoluzione temporale dei PS (COSMO-SkyMed geometria ascendente). Valori negativi indicano un allontanamento del sensore dal satellite lungo la LOS.

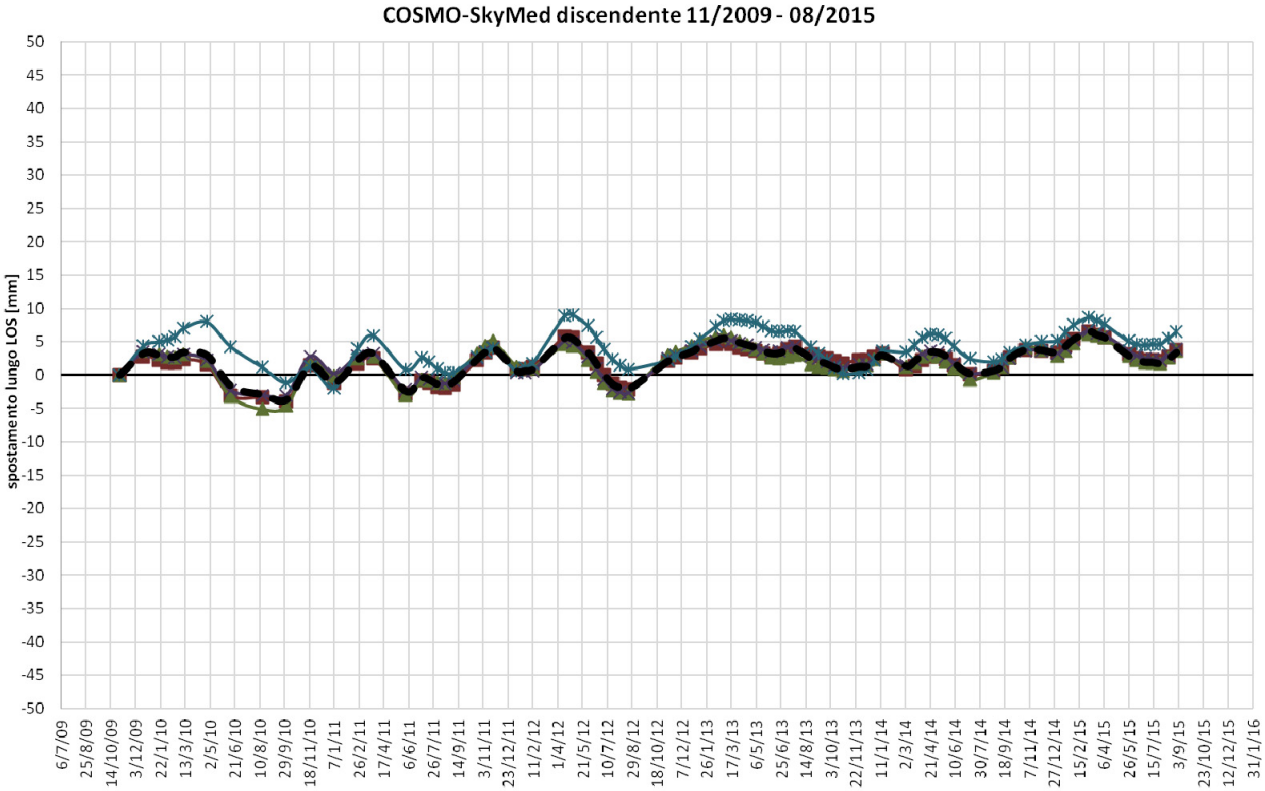


Figura 7-4 – Evoluzione temporale dei PS (COSMO-SkyMed geometria discendente). Valori negativi indicano un allontanamento del sensore dal satellite lungo la LOS.

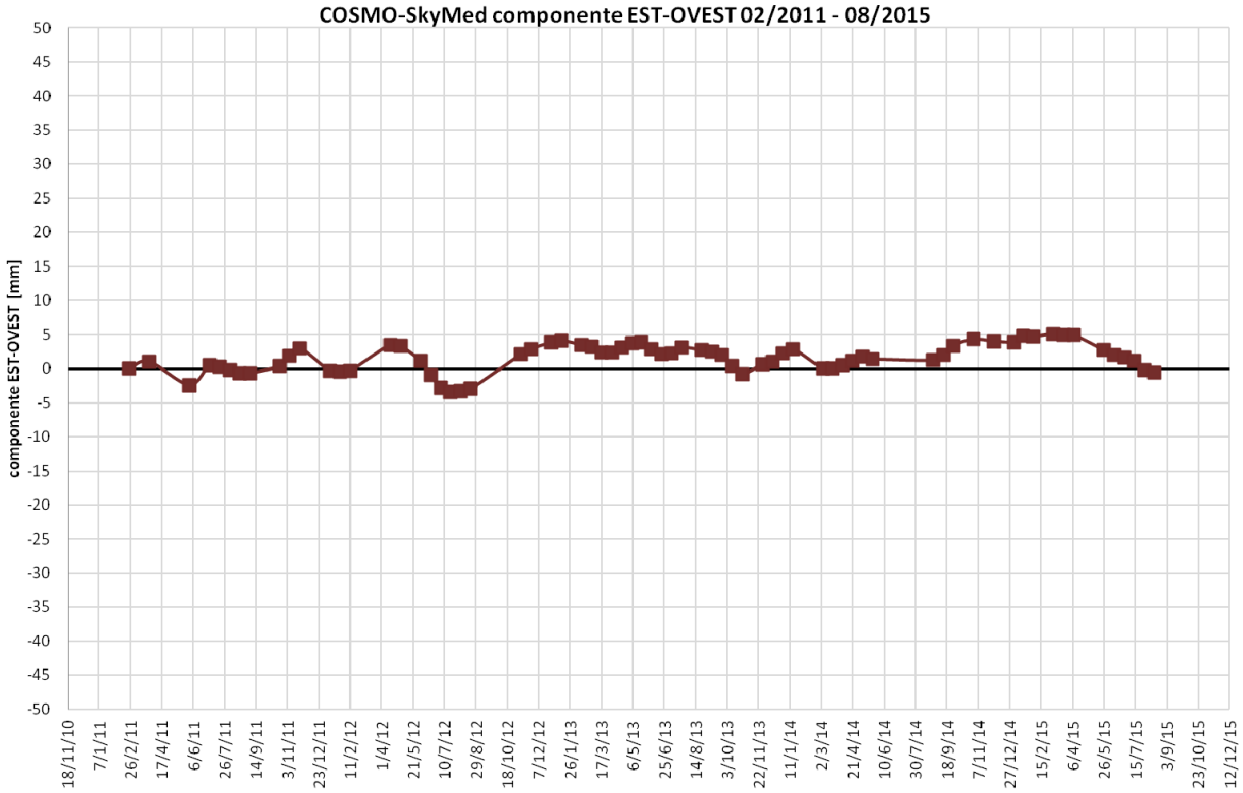


Figura 7-5 – Componente est-ovest delle evoluzioni temporali dello spostamento dei PS (COSMO-SkyMed). Valori negativi indicano uno spostamento verso OVEST.

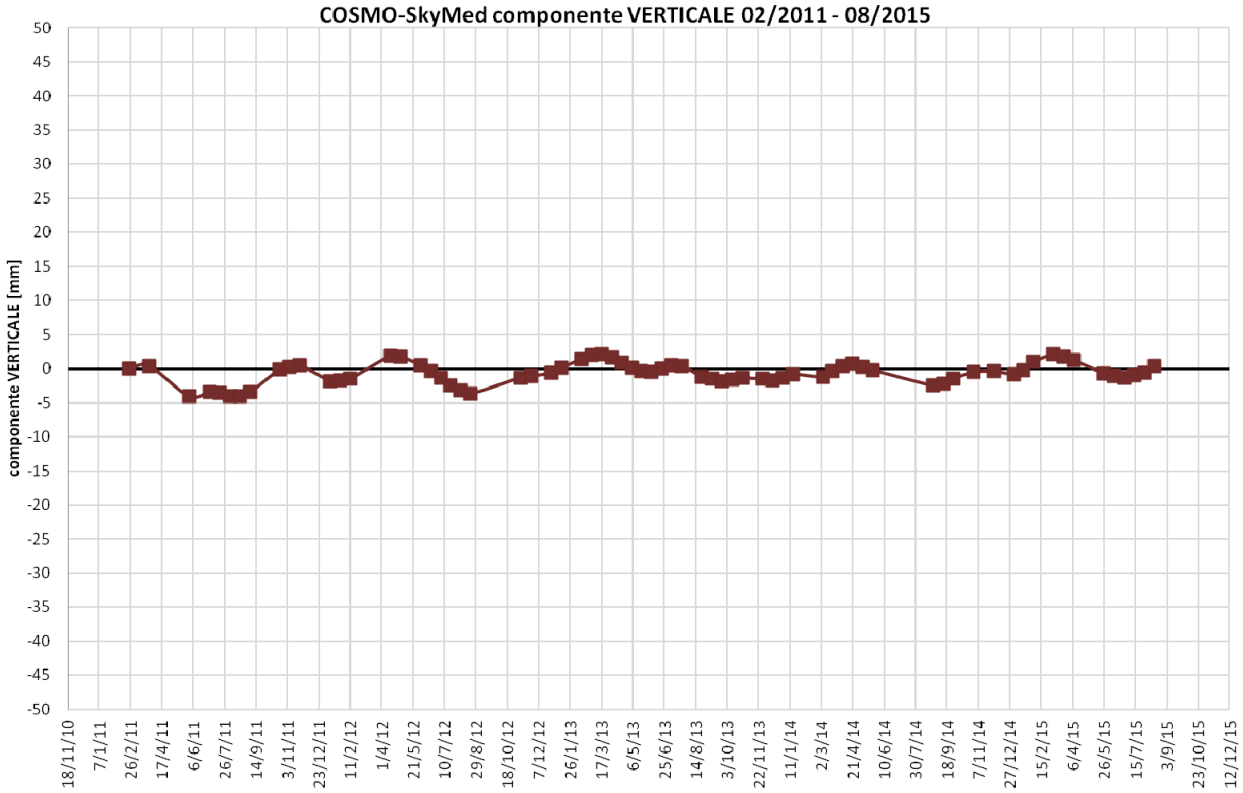


Figura 7-6 – Componente verticale delle evoluzioni temporali dello spostamento dei PS (COSMO-SkyMed). Valori negativi indicano un abbassamento.

Le figure precedenti mostrano le evoluzioni temporali (lungo LOS, componenti est-ovest e verticali) dei singoli punti visibili nell'area in esame, ottenute con l'analisi PSP-IFSAR da dati ENVISAT e COSMO-SkyMed ascendenti e discendenti, al fine di capire se sono presenti fenomeni significativi di deformazione del terreno.

L'andamento dei pochi riscontri radar visibili dal satellite ENVISAT in orbita discendente (n. 3 riscontri), mostra un'assenza di movimenti per tutto il periodo di osservazione 2004 – 2010.

L'analisi dei dataset acquisiti dal satellite COSMO-SkyMed ascendenti (n. 21 riscontri) e discendenti (n. 5 riscontri) nel periodo 2009 - 2015 non individuano spostamenti significativi.

L'andamento delle deformazioni (ottenute dai dataset ascendenti e discendenti) appaiono paragonabili ad una sinusoide con periodo di circa un anno, tipico comportamento delle dilatazioni termiche legate alle oscillazioni stagionali delle temperature (con valori minimi nei mesi invernali e massimi nei mesi estivi).

Per una maggiore comprensione di eventuali fenomeni di spostamento superficiale e al fine di confermarne l'assenza o valutarne l'evoluzione e consentire un'eventuale integrazione con altre tecniche di monitoraggio, è, inoltre, previsto che il monitoraggio interferometrico continui anche durante la fase di costruzione dell'infrastruttura autostradale.

8. CONCLUSIONI

Lungo il versante oggetto di studio si rileva la presenza di un'area terrazzata identificata come frana quiescente. In area limitrofa sono presenti alcuni dissesti attivi, indice di un versante ad elevata propensione al dissesto.

Nell'area analizzata ricadono:

- una parte della viabilità di servizio VS.01;
- le fondazioni in progetto per l'ampliamento del Viadotto Vesima Est.

Le fondazioni in oggetto, tuttavia, prevedono la presenza di micropali, in tal modo, i carichi derivanti dall'impalcato non gravano sulla coltre e non incidono quindi negativamente sulla stabilità della frana.

A presidio delle strutture in progetto e del versante si è deciso di prevedere un'opera di difesa passiva costituita da una paratia in micropali e la realizzazione di un sistema di canalette/fossi per la regimazione delle acque superficiali che permetta il rapido allontanamento delle acque piovane. Gli scarichi delle acque degli impalcati del viadotto Vesima saranno portati esternamente all'area di frana.

Nella configurazione finale del progetto, la frana ARZ040 potrà essere considerata stabilizzata, per la parte interferente con la viabilità, sulla base delle seguenti motivazioni, nella porzione di versante interessato dalla viabilità:

- gli accorgimenti costruttivi adottati e le fasi realizzative sono tali da garantire, nei confronti della stabilità dei versanti, il rispetto dei fattori di sicurezza sia durante le attività di cantiere che nell'assetto definitivo;

- è stato previsto un adeguato sistema di raccolta e smaltimento delle acque sul versante, in modo tale da controllare ed allontanare le acque dal corpo di frana;

- il dimensionamento delle opere è stato condotto considerando un modello geotecnico cautelativo con riferimento ai parametri di resistenza al taglio residui per le coltri superficiali potenzialmente instabili, agli spessori della coltre, al livello di falda, ecc.;

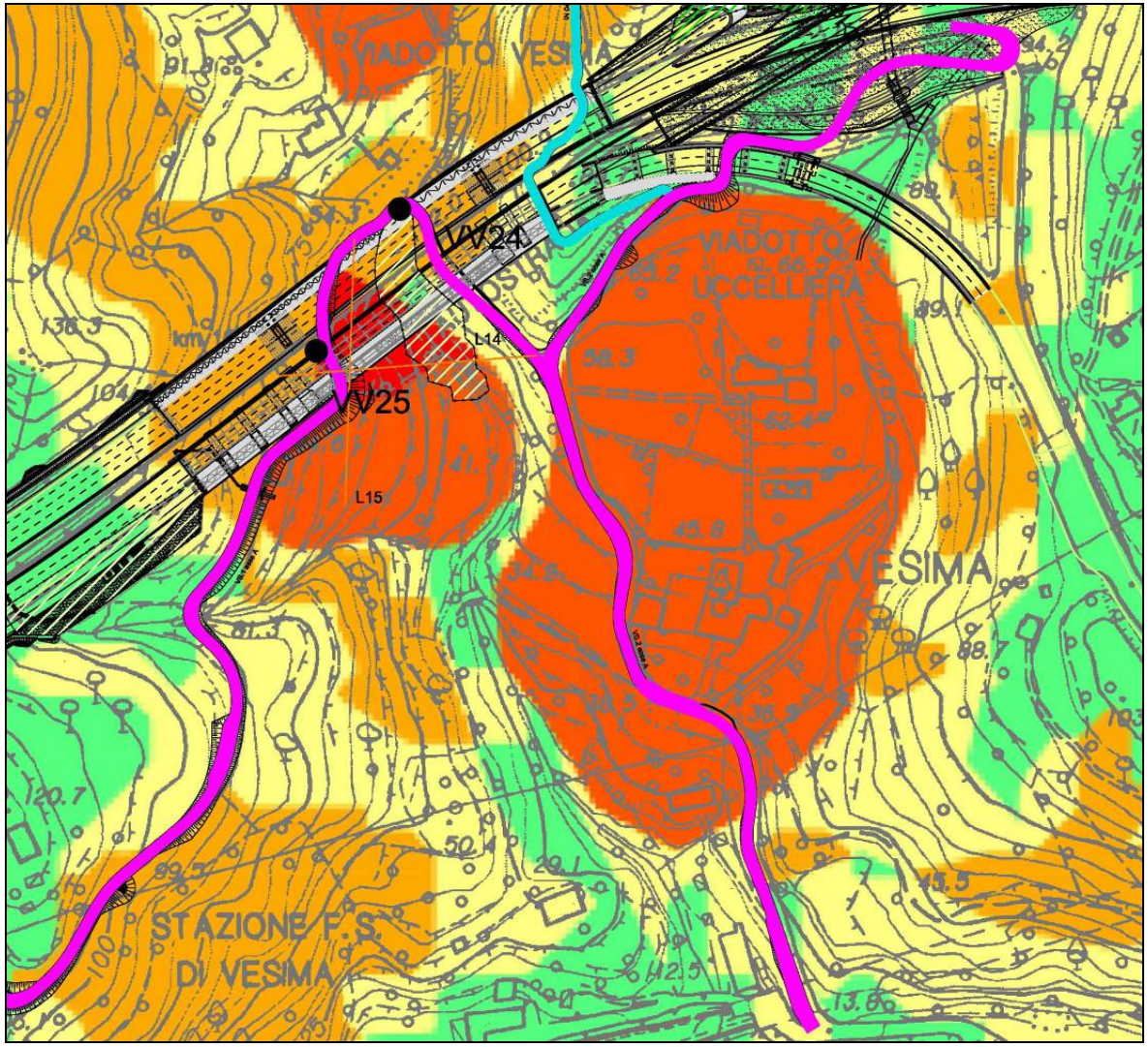
È stato previsto un piano di monitoraggio geotecnico, al fine di acquisire in corso d'opera il maggior numero possibile di informazioni qualitativamente significative, in modo da seguire tutte le fasi realizzative degli interventi e controllare che i valori di spostamento delle strutture siano compatibili con la funzionalità statica delle opere 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 ed il parere della Provincia.

ALLEGATI

- *Allegato n.1* - Stralcio Carta suscettività al dissesto da Piano di Bacino con progetto ed indagini eseguite
- *Allegato n.2* - Stralcio carta geologica (aggiornata marzo 2016)
- *Allegato n.3* - Stralcio carta geomorfologica (aggiornata marzo 2016)
- *Allegato n.4* - Carta geomorfologica di dettaglio, indagini integrative e punti di ripresa fotografici
- Allegato n.5 - Sezione geologica
- *Allegato n.6* - Scheda di sintesi
- *Allegato n.7* - Stratigrafia sondaggi e geofisica
- *Allegato n.8* - Prove di laboratorio
- *Allegato n.9* - Analisi di stabilità



LEGENDA

PIANI STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO
Suscettività al dissesto (da Piani di Bacino della Provincia di Genova - scala 1:10.000)

Torrente Bisagno (P.d.B. approvato 11/12/2014 - ultima modifica 11/03/2015)

Ambiti 12 e 13 (P.d.B. approvato 12/12/2002- ultima modifica 22/09/2014)

Ambito 14 (P.d.B. approvato 12/12/2002 - ultima modifica 27/02/2015)

Torrente Polcevera (P.d.B. approvato 02/14/2003 - adottato 29/12/2014)

Torrente Varenna (P.d.B. approvato 13/03/2014 - ultima modifica 22/09/2014)

Torrente Chiaravagna (P.d.B. approvato 30/07/2013 - ultima modifica 22/09/2014)

Torrente Branega (P.d.B. approvato 23/04/2013 - ultima modifica 22/09/2014)

Torrente S. Pietro (P.d.B. approvato 30/07/2014 - ultima modifica 22/09/2014)

- 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

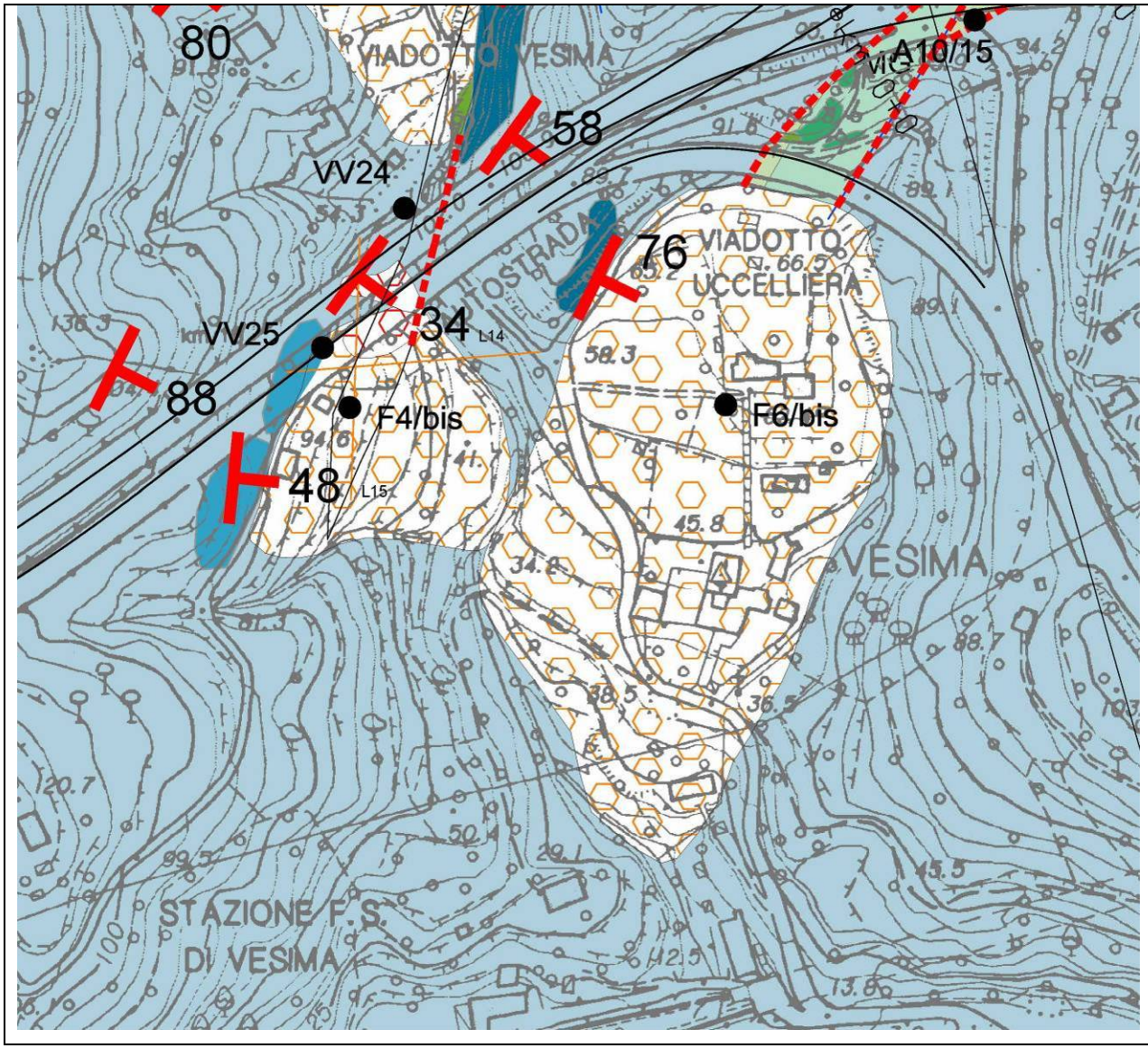
Classi speciali

- TIPO A - Cave attive, miniere attive e discariche in esercizio
- Area oggetto di accordo di programma approvato con DGR n. 1047 del 07/08/2012
- TIPO B1 - Cave inattive e miniere abbandonate
- TIPO B2 - Discariche dismesse e riporti antropici

VV18 ● Sondaggi bibliografici e campagna 2010

Geofisica campagna 2010

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



Depositi di frana attiva
Accumulo gravitativo di materiale eterogeneo ed eterometrico con evidenze di movimento in atto o recente.

Depositi di frana potenzialmente attiva ma stabilizzata
Accumulo gravitativo di materiale eterogeneo ed eterometrico con evidenze di movimento in atto o recente stabilizzato da opere di vario genere.

Depositi di frana inattiva e paleofrane
Accumulo gravitativo di materiale eterogeneo ed eterometrico privo di evidenze di movimento in atto o recente.

Depositi di versante
Accumulo gravitativo di materiale eterogeneo, accumulatosi per disfacimento del sovrastante substrato lapideo.

UNITA' TETTONOMETAMORFICA PALMARO - CAFFARELLA E VOLTRI

SUBAFFIORANTE AFFIORANTE

Calcescisti s.l. (CS)
Scisti quarzoso-micacei (a) più o meno carbonatici (b), con livelli millimetrici nerastri ricchi in cloritoide e pseudomorfosi su ex lawsonite. Scistosità marcata, legata a diverse fasi deformative duttili, associate allo sviluppo di più generazioni di pieghe isoclinali che determinano localmente la ripetizione a scala da metrica ad ettometrica di calcescisti, metabasiti, serpentiniti e scisti ad actinoto e clorite (SAC). GIURASSICO SUP.? -CRETACEO SUP.?

Quarzoscisti di Sant'Alberto (QPC)
Scisti quarzitici da biancastri a verdastri, talvolta con fengite ed epidoto, più raramente con anfibolo sodico. Tessitura principalmente listata, localmente brecciata. Si trovano in lenti e scaglie con spessore di qualche decina di metri. MALM?

Metabasiti e Metagabbri (MB) e (MG)
Metabasiti (a) e metagabbri (b) indifferenziate. I metagabbri mostrano grana da fine a pegmatoide, e localmente una tessitura flaser fino a blastomilonitica ereditata da metamorfismo e deformazione da fondo oceanico. Localmente sono presenti lenti di leucogabbri con tessitura di tipo flaser, a fuchsite e porfiroblasti del pirosseno smaragditico. Facies metamorfica da Scisti Blu (Val Branega) ad eclogitica con blanda riequilibrazione in Scisti Verdi. Le metabasiti si presentano sia compatte che scistose, a grana fine a tessitura prevalentemente listata con forte retrocessione in facies Scisti Verdi. Sono spesso presenti gli scisti ad anfibolo (serie tremolite-actinolite) e clorite ± diopside ± carbonato definiti **SAC**. Presenti principalmente al contatto tra calcescisti e metabasiti, in livelli da centimetrici a decimetrici fortemente deformati e interessati da piu' generazioni di pieghe isoclinali che determinano ripetizioni dei diversi litotipi a scala plurimetrica. DOGGER? MALM?

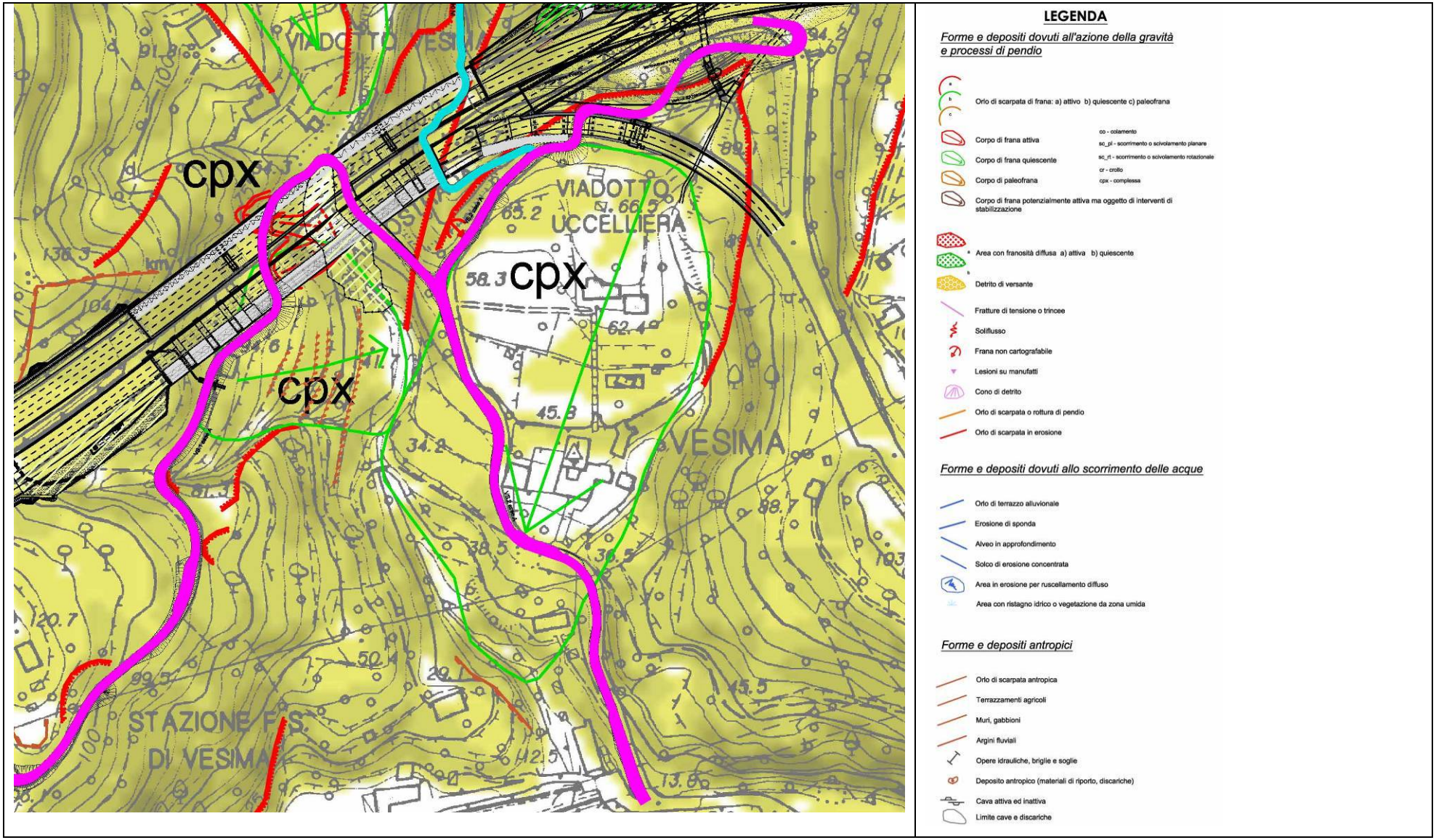
Lherzoliti del Monte Tobbio (LHP)
Lherzoliti (olivina + clinopirosseno + ortopirosseno + plagioclasio + spinello) gradualmente passanti a serpentinoscisti. Tessitura mantellica (granoblastica) spesso preservata, localmente con facies tettonitica. Locale presenza di filoni decimetrici di gabbro.

Serpentiniti (S)
Serpentiniti e serpentinoscisti ad antigorite, con tessitura da massiccia a foliata e con locali relitti mineralogici e tessiturali delle originarie lherzoliti. Sono talvolta presenti filoni di gabbri rodingitizzati.

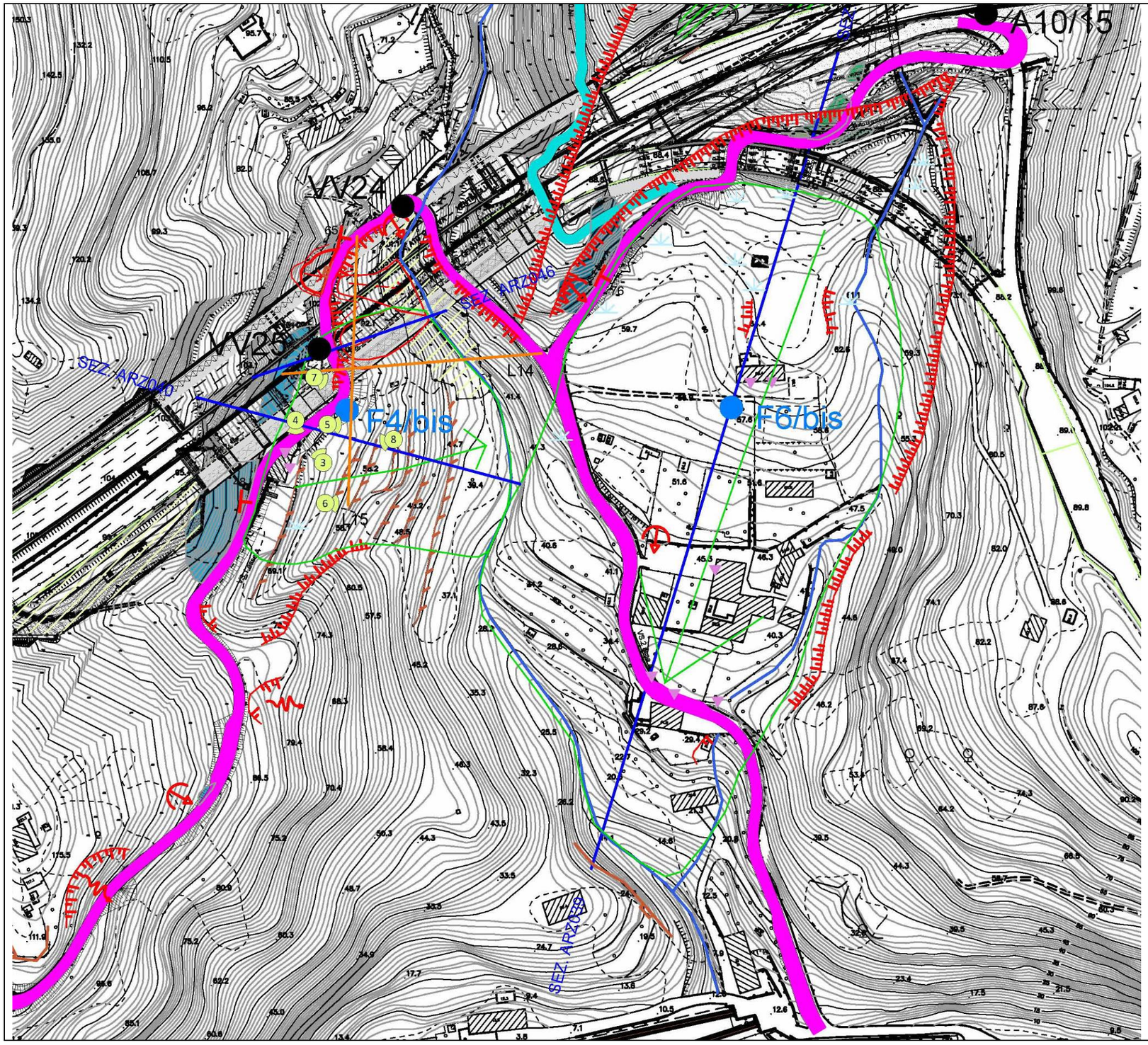
VV18 ● Sondaggi

Geofisica campagna 2010

ALLEGATO 2 - Stralcio Carta geologica scala 1:5000 (aggiornata marzo 2016) - immagine non in scala



ALLEGATO 3 - Stralcio Carta geomorfologica scala 1:5000 (aggiornata marzo 2016) - immagine non in scala



LEGENDA

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

- Orlo di scarpata di frana: a) attivo b) quiescente c) paleofrana
- Corpo di frana attiva
- Corpo di frana quiescente
- Corpo di paleofrana
- Corpo di frana stabilizzata

co - colamento
sc_pl - scorrimento o scivolamento planare
sc_ri - scorrimento o scivolamento rotazionale
cr - crollo
cpx - complesso

- Area con franosità diffusa a) attiva b) quiescente
- Detrito di versante
- Fratture di tensione o trincee
- Soliflusso
- Frana non cartografabile
- Lesioni su manufatti
- Cono di detrito
- Orlo di scarpata o rottura di pendio
- Orlo di scarpata in erosione

Forme e depositi dovuti allo scorrimento delle acque

- Orlo di terrazzo alluvionale
- Erosione di sponda
- Alveo in approfondimento
- Solco di erosione concentrata
- Area in erosione per ruscellamento diffuso

Forme e depositi antropici

- Orlo di scarpata antropica
- Terrazzamenti agricoli
- Muri
- Argini fluviali
- Opere idrauliche, briglie e soglie
- Deposito antropico (materiali di riporto, discariche)
- Cava attiva ed inattiva
- Limite cave e discariche
- Aree urbanizzate

AFFIORANTE

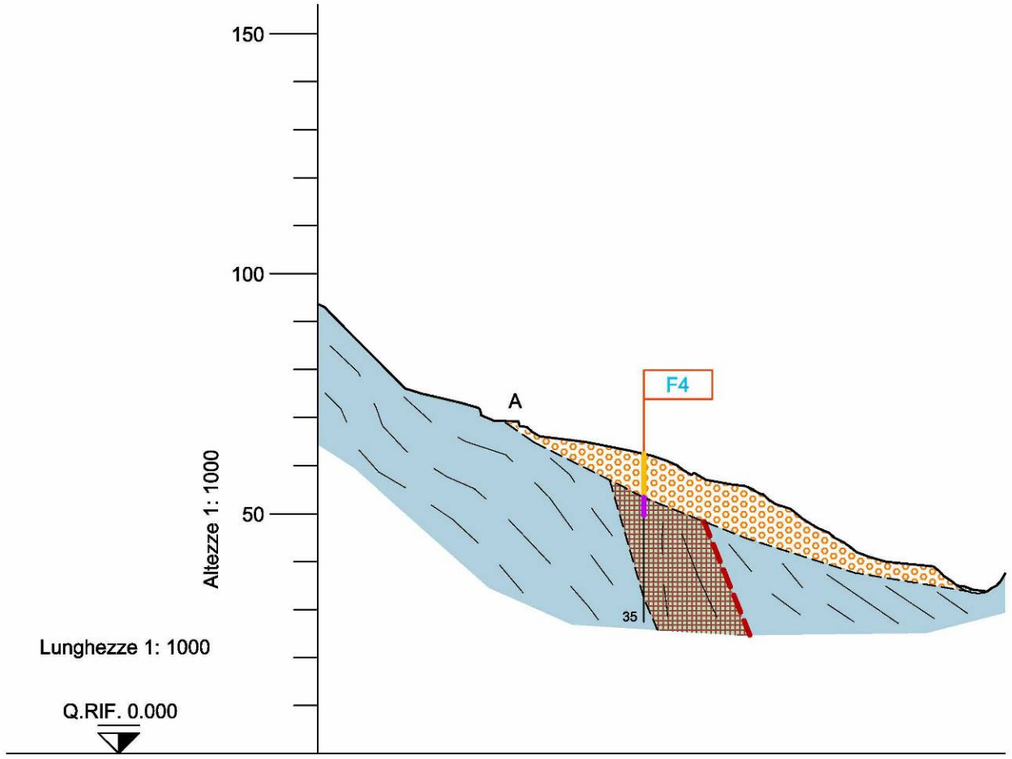
Calcescisti s.l. (CS)
Scisti quarzoso-micacei (a) più o meno carbonatici (b), con livelli millimetrici neri ricchi in cloritoide e pseudomorfosi su ex lawsonite. Scistosità marcata, legata a diverse fasi deformative duttili, associate allo sviluppo di più generazioni di pieghe isoclinali che determinano localmente la ripetizione a scala da metrica ad ettometrica di calcescisti, metabasiti, serpentiniti e scisti ad actinoto e clorite (SAC). GIURASSICO SUP.? -CRETACEO SUP.?

Metabasiti e Metagabbri (MB) e (MG)
Metabasiti (a) e metagabbri (b) indifferenziate. I metagabbri mostrano grana da fine a pegmatoide, e localmente una tessitura flaser fino a blastomilonitica ereditata da metamorfismo e deformazione da fondo oceanico. Localmente sono presenti lenti di leucogabbri con tessitura di tipo flaser, a fuchsite e porfiroblasti del pirosseno smaragditico. Facies metamorfica da Scisti Blu (Val Branega) ad eclogitica con blanda riequilibrazione in Scisti Verdi. Le metabasiti si presentano sia compatte che scistose, a grana fine e tessitura prevalentemente listata con forte retrocessione in facies Scisti Verdi. Sono spesso presenti gli scisti ad anfibolo (serie tremolite-actinolite) e clorite ± diopside ± carbonato definiti SAC. Presenti principalmente al contatto tra calcescisti e metabasiti, in livelli da centimetrici a decimetrici fortemente deformati e interessati da plu' generazioni di pieghe isoclinali che determinano ripetizioni dei diversi litotipi a scala plurimetrica. DOGGER? MALM?

Serpentiniti (S)
Serpentiniti e serpentinoscisti ad antigorite, con tessitura da massiccia a foliata e con locali relitti mineralogici e tessiturali delle originarie lherzoliti. Sono talvolta presenti filoni di gabbri rodingitizzati. SUP.?

- VV18 Sondaggi bibliografici e campagna 2010
- Geofisica campagna 2010
- F8/bis Sondaggi da realizzare
- Traccia di sezione geologica
- Punto di ripresa fotografica

ALLEGATO 4 – Carta geomorfologica di dettaglio, indagini integrative e punti di ripresa fotografici scala 1:1000 - immagine non in scala



LEGENDA

Elementi geologici

DEPOSITI QUATERNARI

Materiale di riporto antropico e aree antropizzate - A

Depositi di frana attiva
Accumulo gravitativo di materiale eterogeneo ed eterometrico con evidenze di movimento in atto o recente.

Depositi di frana inattiva e paleofrane
Accumulo gravitativo di materiale eterogeneo ed eterometrico privo di evidenze di movimento in atto o recente.

Depositi di versante
Accumulo gravitativo di materiale eterogeneo, accumulatosi per disfacimento del sovrastante substrato lapideo.

Depositi alluvionali attuali - ALr
Ghiaie a matrice sabbiosa e sabbie che occupano l'alveo attivo di fiumi e torrenti.

Depositi alluvionali antichi - ALa
Ghiaie a matrice sabbiosa e sabbie che occupano l'alveo di esondazione di fiumi e torrenti e tratti vallivi non raggiunti dalle piene straordinarie; include facies di conoide.

UNITA' TETTONOMETAMORFICA PALMARO - CAFFARELLA E VOLTRI

Calcescisti s.l. (CS)
Scisti quarzoso-micacei più o meno carbonacei, con livelli millimetrici neroastri ricchi in clortoide e pseudomorfosi su ex lawsonite. Scistosità marcata, legata a diverse fasi deformative duttili, associate allo sviluppo di più generazioni di pieghe isoclinali che determinano localmente la ripetizione a scala da metrica ad ettometrica di calcescisti, metabasiti, serpentiniti e scisti ad actinoto a clorite (SAC). GIURASSICO SUP.? -CRETACEO SUP.?

Quarzoscisti di Sant'Alberto (QPC)
Quarzoscisti da biancastri a verdastri, talvolta con fengite ed epidoto, più raramente con anfibolo sodico. Tessitura principalmente listata, localmente brecciata. Si trovano in lenti e scaglie con spessore di qualche decina di metri. MALM?

Metagabbri (MG) e Metabasiti (MB)
Metabasiti (a) e metagabbri (b) indifferenziate. I metagabbri mostrano grana da fine a pegmatoide, e localmente una tessitura flaser fino a blastomilonitica ereditata da deformazione e metamorfismo di fondo oceanico. Localmente sono presenti lenti di leucogabbri con tessiture di tipo flaser, a fuchsite e pirosseno smaragditico. Facies metamorfica da scisti blu (Val Branega) ad eclogitica con blanda riequilibrazione in scisti verdi. Le metabasiti si presentano sia compatte che scistose, a grana fine e tessitura prevalentemente listata con forte ritrocessione in facies scisti verdi. Sono spesso presenti anche i **SAC**, scisti ad anfibolo (serie tremolite-actinolite) e clorite ± diopside ± carbonato. I **SAC** sono presenti principalmente al contatto tra calcescisti e metabasiti, in livelli da centimetrici a decametrici fortemente deformati e interessati da piu' generazioni di pieghe isoclinali che determinano ripetizioni dei diversi litotipi a scala plurimetrica. DOGGER? MALM?

Serpentiniti (RLO e SNV)
Serpentiniti e serpentinoscisti ad antigorite, con tessitura da massiccia a foliata e con locali relitti mineralogici e tessiturali delle originarie lherzoliti dell'Unità Voltri (SNV) e Palmaro-Caffarella (RLO). Sono talvolta presenti filoni di gabbri rodingitizzati.

Lherzoliti del Monte Tobbio (LHP)
Lherzoliti (olivina + clinopirosseno + ortopirosseno + plagioclasio + spinello) gradualmente passanti a serpentinoscisti. Tessitura mantellica (granoblastica) spesso preservata, localmente con facies tettonitica. Locale presenza di filoni decimetrici di gabbro.

Elementi tessiturali e strutturali

Breccie tettoniche composte di prevalenti serpentiniti (SNVb) e di prevalenti calcescisti (CSb) ad elementi sub-angolosi centimetrico-decimetrici in matrice fine cataclastica cementata. Litotipi associati alla zona di taglio della Val Branega. Localmente e' presente un melange tettonico di serpentiniti e scisti carbonatici.

Faglie

Faglie presunte

Zone di taglio

Zona di faglia (gauge, cataclasiti, fasce intensamente tettonizzate)

Probabili piani di taglio in posizione di piano assiale di pieghe di fase 3

*Indagini geognostiche**

* Il colore fa riferimento alla campagna a cui appartiene (per il dettaglio vedere planimetria di ubicazione indagini)

VV5 — Sondaggio geognostico

xx (m in lunghezza)

VV5 — Sondaggio geognostico proiettato, utilizzato solo in parte per la sua posizione relativa al profilo

SGGn — Sondaggio geognostico non utilizzabile sulla sezione geologica.

Tratto di sondaggio che attraversa depositi quaternari (antropico, alluvioni, eluvio-colluvio, detrito, depositi di frana)

Tratto di sondaggio che attraversa substrato alterato ma con struttura riconoscibile

ALLEGATO 5 – Sezione geologica

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**
Viabilità di servizio VS.01	GEO0001-0002-0020 APE0001 APE2113 STD1001-2÷1007 IDR1201-1÷1203-1 IDR0202	Pg3a	Presenza di un'area terrazzata identificata come frana quiescente. In area limitrofa sono presenti alcuni dissesti attivi, indice di un versante ad elevata propensione al dissesto	Sondaggi: VV24 e VV25 Indagini sismiche	Da back analysis, indagini e geomorfologia di dettaglio: coltre: da p.c a 8.0m cappellaccio: da 8.0m a 25m substrato: da 25m in poi	A- Paratia di micropali a presidio. B- Regimazione idraulica.	Inclinometro e piezometro Interferometria
Ampliamento Viadotto Vesima Est	GEO0001 APE0001 APE0821 STR0452÷0453	Pg3a	Presenza di un'area terrazzata identificata come frana quiescente. In area limitrofa sono presenti alcuni dissesti attivi, indice di un versante ad elevata propensione al dissesto	Sondaggi: VV24 e VV25 Indagini sismiche	Da back analysis, indagini e geomorfologia di dettaglio: coltre: da p.c a 8.0m cappellaccio: da 8.0m a 25m substrato: da 25m in poi	A- Fondazioni profonde su micropali.	

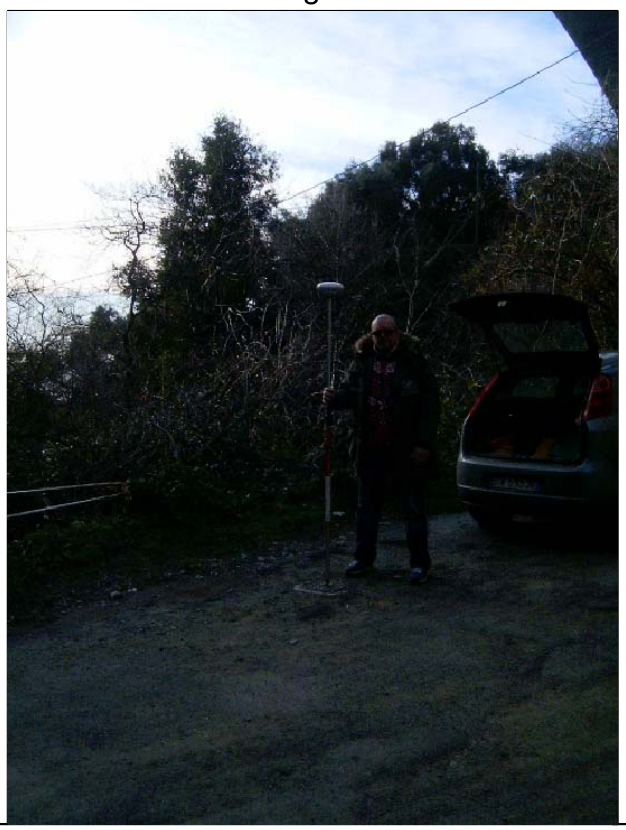
ALLEGATO 7 - Stratigrafie sondaggi e indagini geofisiche

GEOSERVICE s.r.l.

NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA

LOTTO 8

Fotografia



PUNTO N° : VV24	data FEBBRAIO 2011

PROPRIETA' : SUOLO PRIVATO

Comune di GENOVA (GE)

COORDINATE ETRF2000

Longitudine	Latitudine
8°42'48,20581"	44°25'10,53974"

Quota ellissoidica (piano di campagna) = 97.556

COORDINATE GAUSS BOAGA

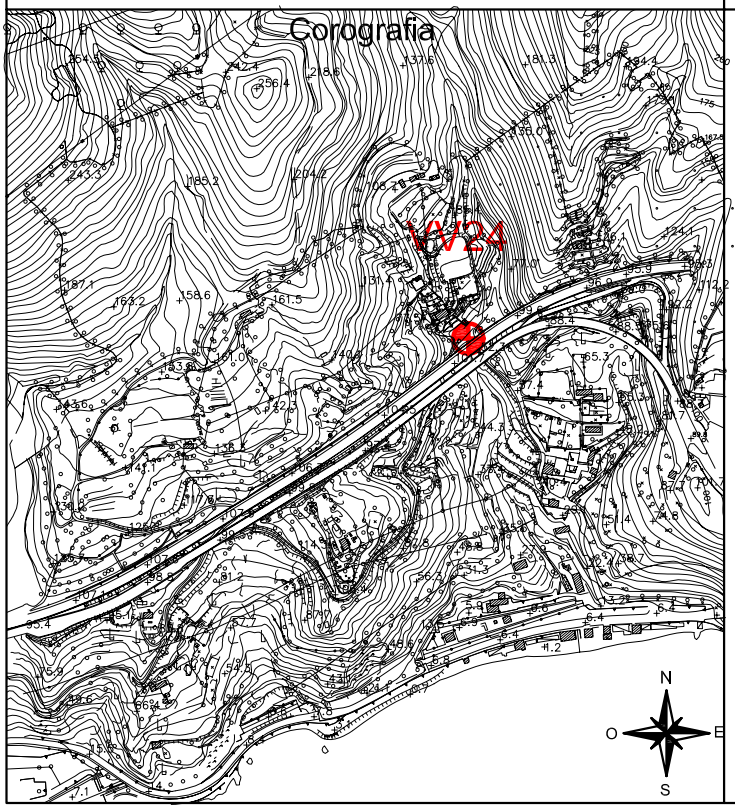
Est	Nord
1477210.434	4918537.313

Quota ortometrica (piano di campagna) = 51.986

COORDINATE RETTILINEE

Nord = 14778.103 Est = 44626.885

Corografia



VERTICI COLLEGATI

R01

R06

R03

R86

R05

Realizzazione: terramap

scouting, surveying & geodesy - Novi Ligure (AL)

Committente: spea autostrade | ingegneria europea

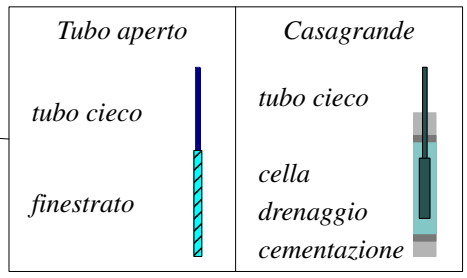
Committente: Spea Ingegneria Europea	Sondaggio: VV24
Riferimento: Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente - lotto 8	Data: 27-28/07/2010
Coordinate: (Gauss-Boaga) Nord 4918537,313 m Est 1477210,434 m	Quota: 51,986 m s.l.m.
Perforazione: carotaggio continuo	

GEOSERVICE s.r.l.
STUDI GEOLOGICI - CONSULENZA GEOTECNICA - CONSOLIDAMENTI

LEGENDA STRATIGRAFIA

ø mm	R v	A r	s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Pt	RQD % 0 --- 100	Lefranc CV m/sec	Lugeon m/sec	Pressiom. kPa	prof. m	DESCRIZIONE
1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
2) Rivestimento
3) Profondità dell'acqua (rinvenimento e stabilizzazione)
4) Piezometri
5) Scala metrica con limiti delle battute (>)
6) Simbolo litologico
7) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
8) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
9) Profondità di inizio della prova S.P.T.
10) Prova S.P.T.
11) Valore di Nspt
12) Tipo di punta (A = punta aperta; C = punta chiusa)
13) Percentuale R.Q.D. (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
14) Prova Lefranc a carico variabile
15) Prova Lugeon
16) Prova Pressiometrica
17) Profondità della base dello strato (m)
18) Descrizione della litologia dello strato



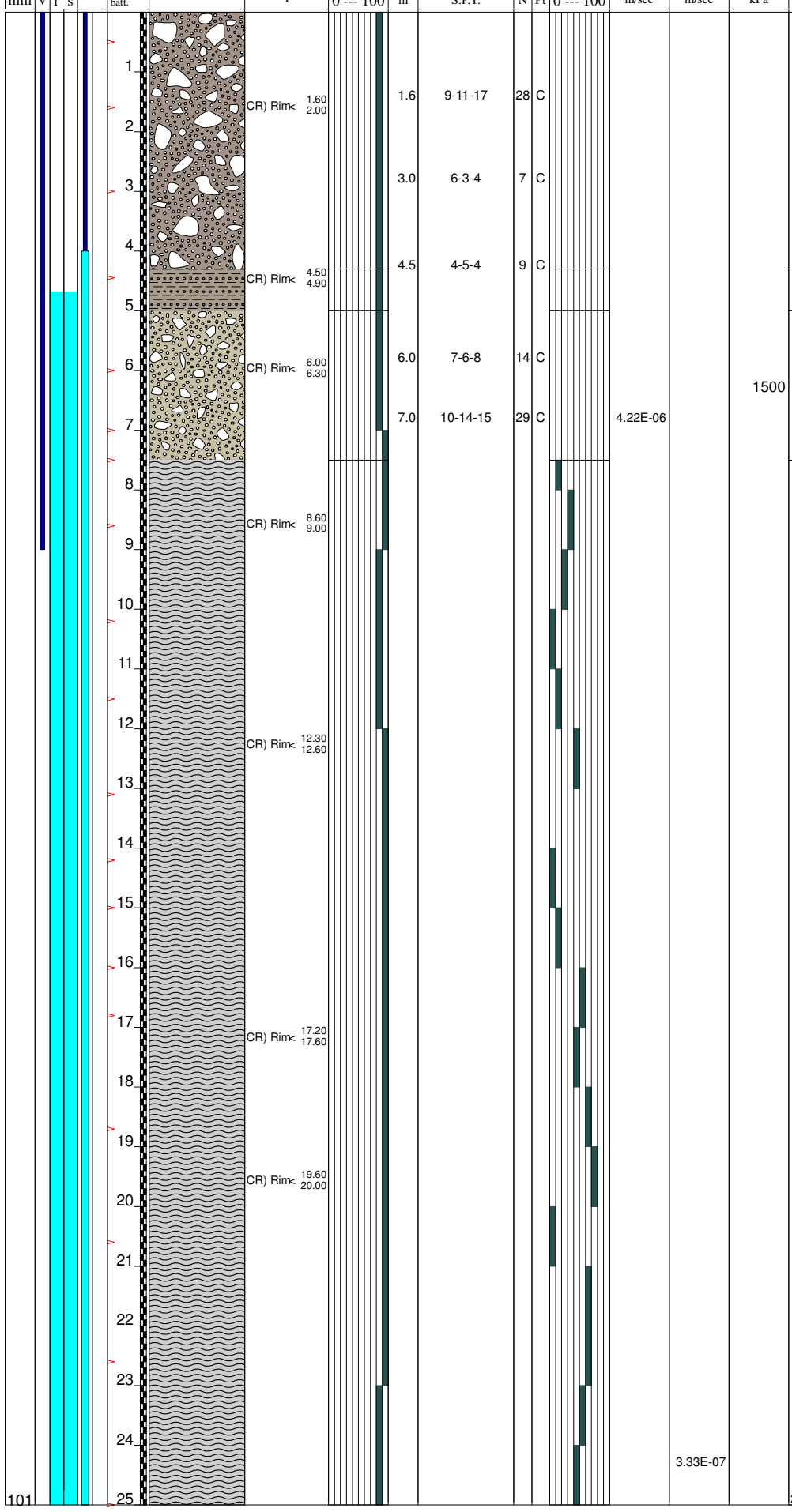
She = Shelby
Den = Denison
Ost = Osterberg
Maz = Mazier
Crp = Craps
nk3 = NK3
Ind = Indisturbato
Dis = Disturbato
SDi = Semi disturbato
SPT = SPT

Committente: Spea Ingegneria Europea	Sondaggio: VV24
Riferimento: Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente - lotto 8	Data: 27-28/07/2010
Coordinate: (Gauss-Boaga) Nord 4918537,313 m Est 1477210,434 m	Quota: 51,986 m s.l.m.
Perforazione: carotaggio continuo	

GEOSERVICE s.r.l. STUDI GEOLOGICI - CONSULENZA GEOTECNICA - CONSOLIDAMENTI

SCALA 1 :100

STRATIGRAFIA - VV24



DESCRIZIONE

Clasti eterometrici (diam. max 7-8 cm) da spigolosi a sub-arrotondati di natura prevalentemente scistosa in abbondante matrice limoso-sabbiosa di colore marrone. Presenti locali tasche millimetriche ossidate color ocra.

Limo sabbioso di colore marrone con inglobati clasti da millimetrici a centimetrici (diam. max 1-2 cm) spigolosi di natura prevalentemente scistosa. Presenti sporadiche tasche centimetriche ossidate ed alterate color grigio-verdastro e ocra-ruggine.

Clasti millimetrici e centimetrici (diam. max 2-3 cm) da spigolosi a sub-arrotondati di natura prevalentemente scistosa in matrice (talvolta scarsa) sabbiosa debolmente limosa di colore avana-giallastro. Da 7,0 m a 7,5 m tasche centimetriche di colore marrone e grigiastro.

Calcescisto di colore grigio molto alterato, ossidato e fratturato da 7,5 m a 16,0 m, mediamente fratturato da 16,0 m a 25,0 m.Presenti porzioni centimetriche ossidate color grigio-celeste, verdastro, marrone-ocra e ocra-ruggine. Da 16,0 m a 20,0 m presenti venature millimetriche e centimetriche biancastre di calcite. Da 16,4 m a 18,7 m livello di colore grigio chiaro.

note:
Il materiale prelevato nel corso del sondaggio è stato conservato in 5 cassette catalogatrici.
Macchina operatrice: CMV MK 800 su trattore Landini.
Operatore: Giulio D'Ascenzo (Operaio qualificato).
Assistente: Mario Di Berardo (Operaio qualificato).
Assistente geologico di cantiere: dr. geol. Franco Tesone.
Carotiere e corona: La perforazione è stata eseguita a carotaggio continuo con carotiere semplice del diametro di 101 mm e lunghezza 3,0 m con corona in widia, da p.c. a 8,0 m. Carotiere doppio T6 con corona diamantata da 8,0 m a 25,0 m.
Rivestimento provvisorio: tubi di diametro 127 mm e lunghezza 1,5 m, da p.c. a 9,0 m.
Fluidi di circolazione: la perforazione è avvenuta a secco, l'immissione di acqua è avvenuta solo per la perforazione con carotiere doppio e per favorire la penetrazione del rivestimento provvisorio.
Installato tubo piezometrico a tubo aperto da p.c. a 25,0 m.
La sommità del foro è protetta da un pozzetto carrabile in ghisa.

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	27/07/10														
Ora	11.0														
Livello dell'acqua (m)	4.70														
Prof. perforazione(m)	7.00														
Prof. rivestimento(m)	6.00														

GEOSERVICE s.r.l.
STUDI GEOLOGICI - CONSULENZA GEOTECNICA - MISURE E MONITORAGGI
Via provinciale per Belmonte del Sannio s.c. - 86081 Agnone (IS)
tel. 086578831 fax 0865779986 - e-mail: info@geoservice-srl.it
www.geoservice-srl.it

Riferimento: Nodo autostradale di Genova Gronda di Ponente - Lotto 8

Committente: spea autostrade ingegneria europea

Perforazione: carotaggio continuo

Data d'installazione: 28/07/2010

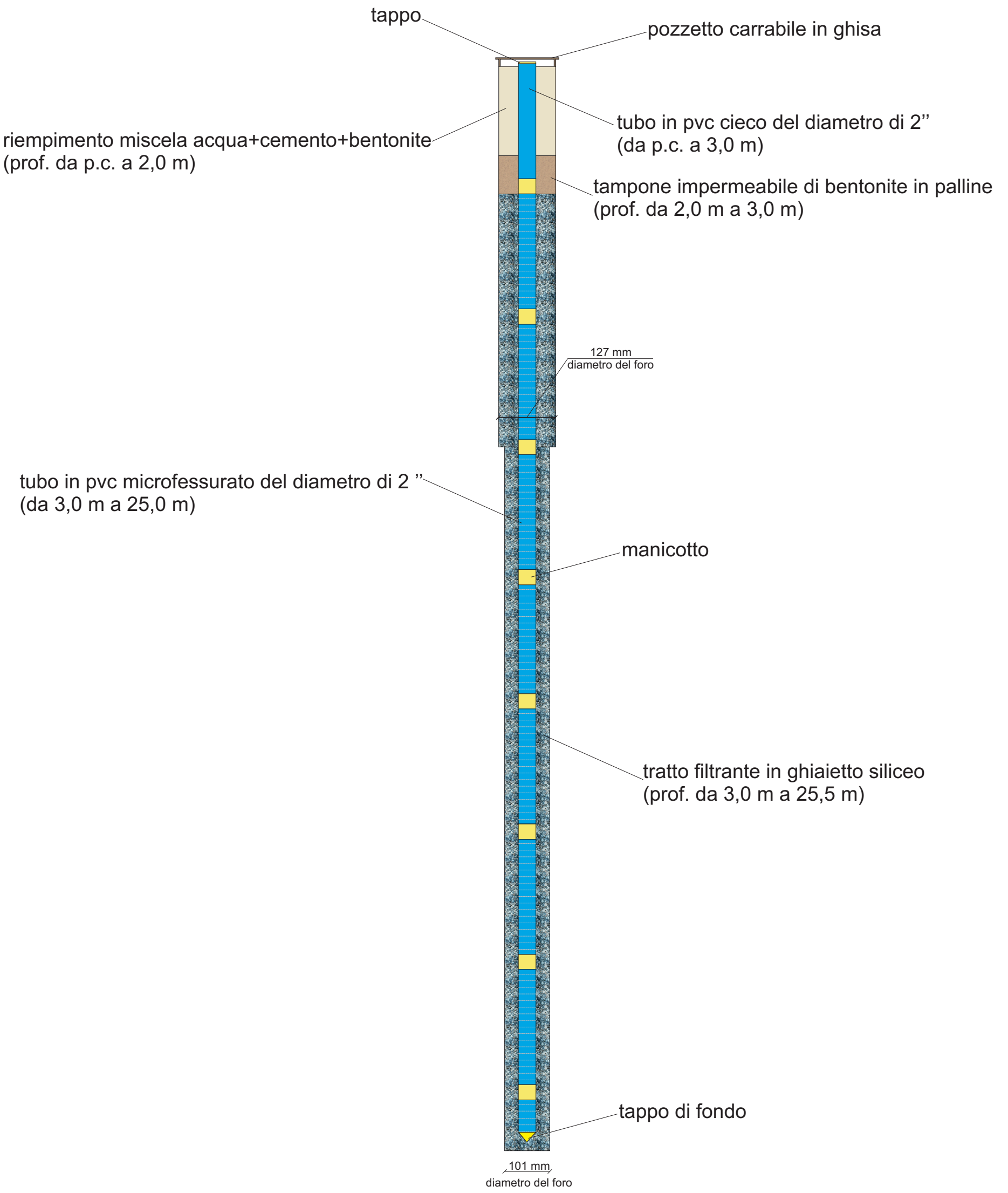
Codice Strumento: VV24

Tipologia Strumento: piezometro a tubo aperto

Profondità: 25,00 m dal p.c.

Località: Via Vesima - Genova

Coordinate: vedi stratigrafia



- disegno non in scala -

GEOSERVICE s.r.l. STUDI GEOLOGICI · CONSULENZA GEOTECNICA · CONSOLIDAMENTI S.P. per Belmonte del Sannio, sc Agnone (IS) 86081	Cantiere: **Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Lotto 8**	Committenza: spea autostrade ingegneria europea

Denominazione sondaggio:	**VV24**	Profondità sondaggio	**25 m**	Data	**27-28/07/2010**

Coordinate del sondaggio	Macchina per perforazione	Modalità di perforazione
vedi monografia		
vedi monografia	**CMV MK 800**	**carotaggio continuo**

Numero cassette catalogatrici	Numero fotografie	Operatore
5	**6**	**Dr.Geol. Franco Tesone**



FOTO 1 (profondità 0,0-5,0 metri) Cassetta n°1



FOTO 2 (profondità 5,0-10,0 metri) Cassetta n°2

GEOSERVICE s.r.l. STUDI GEOLOGICI · CONSULENZA GEOTECNICA · CONSOLIDAMENTI S.P. per Belmonte del Sannio, sc Agnone (IS) 86081	Cantiere: **Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Lotto 8**	Committenza: spea autostrade ingegneria europea

Denominazione sondaggio:	**VV24**	Profondità sondaggio	**25 m**	Data	**27-28/07/2010**

Coordinate del sondaggio	**vedi monografia**	Macchina per perforazione	Modalità di perforazione
	vedi monografia	**CMV MK 800**	**carotaggio continuo**

Numero cassette catalogatrici	Numero fotografie	Operatore
5	**6**	**Dr.Geol. Franco Tesone**



FOTO 3 (profondità 10,0-15,0 metri) Cassetta n°3



FOTO 4 (profondità 15,0-20,0 metri) Cassetta n°4

GEOSERVICE s.r.l. STUDI GEOLOGICI · CONSULENZA GEOTECNICA · CONSOLIDAMENTI S.P. per Belmonte del Sannio, sc Agnone (IS) 86081	Cantiere: **Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Lotto 8**	Committenza: spea autostrade ingegneria europea

Denominazione sondaggio:	**VV24**	Profondità sondaggio	**25 m**	Data	**27-28/07/2010**

Coordinate del sondaggio	Macchina per perforazione	Modalità di perforazione
vedi monografia		
vedi monografia	**CMV MK 800**	**carotaggio continuo**

Numero cassette catalogatrici	Numero fotografie	Operatore
5	**6**	**Dr.Geol. Franco Tesone**



FOTO 5 (profondità 20,0-25,0 metri) Cassetta n°5



FOTO 6 (postazione sondaggio)

GEOSERVICE
S.P. per Belmonte del Sannio s.c.
86081 Agnone (IS)

PROVA DI PERMEABILITA' "LEFRANC"

Prova per immissione a carico variabile
secondo Raccomandazioni AGI (1977)

COMM. spea autostrade ingegneria europea

PAG: 1 DI 1

COMMITTENTE: **Spea Ingegneria Europea -** Via G. Vida 2, 20123 Milano

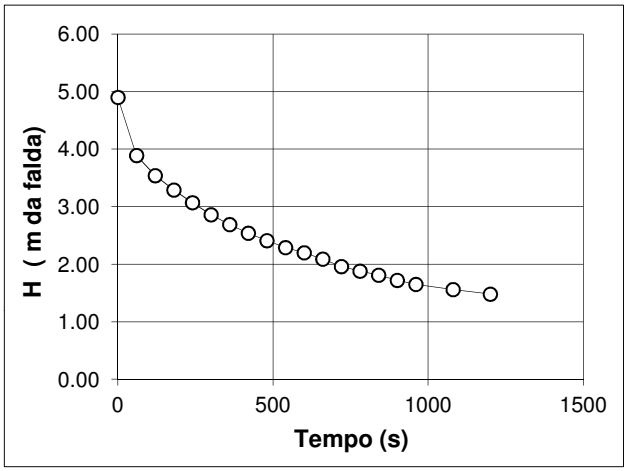
CANTIERE: **Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Lotto 8**

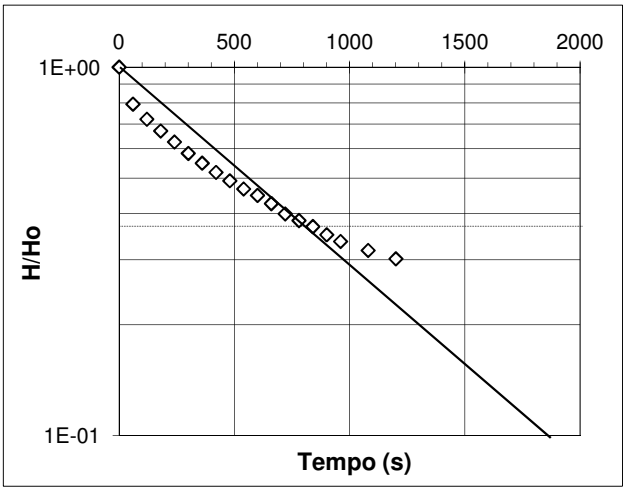
SONDAGGIO n°: **VV24** **DATA ESECUZIONE:** **27/07/2010**

PROVA N°: **1** **OPERATORE** **Dr. Geol F. Tesone**

PROFONDITA' PROVA (da p.c.)	da 5.80 a 7.00	m		LUNGHEZZA TASCA	**L**	1.20	m
TEMPO DI PROVA	20	minuti		DIAMETRO TASCA	**D**	0.101	m
PROFONDITA' FONDO FORO	-7.00	m da p.c.		COEFFICIENTE DI FORMA	**C**	2.372	
PROFONDITA' RIVESTIMENTO	-5.80	m da p.c.		AREA DI BASE TASCA	**A**	0.008	m2
ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO	0.20	m da p.c.					
LIVELLO DELLA FALDA	-4.70	m da p.c.					

t (s)	Livello t.t. (m)	h (m da p.c.)	H (m)	H_{med} (m)	DH/Dt (m/s)	K (m/s)
0	0.000	0.20	4.90			
60	-1.01	-0.81	3.89	4.40	1.68E-02	1.29E-05
120	-1.36	-1.16	3.54	3.72	5.83E-03	5.30E-06
180	-1.61	-1.41	3.29	3.42	4.17E-03	4.12E-06
240	-1.83	-1.63	3.07	3.18	3.67E-03	3.89E-06
300	-2.04	-1.84	2.86	2.97	3.50E-03	3.99E-06
360	-2.21	-2.01	2.69	2.78	2.83E-03	3.45E-06
420	-2.36	-2.16	2.54	2.62	2.50E-03	3.23E-06
480	-2.49	-2.29	2.41	2.48	2.17E-03	2.96E-06
540	-2.61	-2.41	2.29	2.35	2.00E-03	2.87E-06
600	-2.70	-2.50	2.20	2.25	1.50E-03	2.26E-06
660	-2.81	-2.61	2.09	2.15	1.83E-03	2.89E-06
720	-2.94	-2.74	1.96	2.03	2.17E-03	3.61E-06
780	-3.02	-2.82	1.88	1.92	1.33E-03	2.34E-06
840	-3.09	-2.89	1.81	1.85	1.17E-03	2.14E-06
900	-3.18	-2.98	1.72	1.77	1.50E-03	2.87E-06
1080	-3.34	-3.14	1.56	1.61	7.50E-04	1.58E-06
1200	-3.42	-3.22	1.48	1.52	6.67E-04	1.48E-06
			4.90			





LITOLOGIA TRATTO IN PROVA: **Clasti scistosi in matrice sabbioso-limosa**

K= A (ΔH / ΔT) / C H_{med} = **3.57E-06** **m/s** (valore medio sull'intero intervallo) DH/DT=(H1-H2)/(T2-T1)

K= A / (C Trieq) = **4.22E-06** **m/s** (valore per Trieq. misurato sul grafico per H/Ho=0.37) Trieq= **800** s

DATA dic-10	**Il Responsabile**	**Il Direttore**

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

Tipo Lugeon

Cantiere:	Gronda di Ponente - Lotto 8
Località:	Via Vesima - Genova
Data:	28/07/2010

Sondaggio:		**VV24**
Tratto di prova:	da m	22.00
	a m	24.50

Lunghezza prova (m)	2.50
Diametro del foro (m)	0.101
Coefficiente di forma (m)	4.02

Falda (m):	4.8
Altezza man. dal p.c.	0.50
Perdita di carico (Mpa)	0.00
Carico idraulico (Mpa)	0.05

Pressione Prova (MPa)	Pressione Effettiva (MPa)	Tempi (min)	Lettura al Contatore (litri)	Litri assorbiti (litri)	Portata Unitaria (litri/min/mt)	portata (m^3/s)	Unità Lugeon (litri/m/min)	Permeabilità (m/s)
0.200	0.252	0	312	43	1.72	7.17E-05	6.6942	6.9337E-07
		2	318					
		4	327					
		6	335					
		10	355					
0.400	0.452	0	355	56	2.24	9.33E-05	4.8603	5.03417E-07
		2	367					
		4	381					
		10	411					
0.800	0.852	0	411	70	2.80	1.17E-04	3.2230	3.3383E-07
		2	426					
		4	443					
		10	481					
0.400	0.452	0	405	59	2.36	9.83E-05	5.1206	5.30385E-07
		2	416					
		4	428					
		10	464					
0.200	0.252	0	401	46	1.84	7.67E-05	7.1612	7.41744E-07
		2	413					
		4	425					
		10	447					

	UNITA' LUGEON	3.223
COEFFICIENTE DI PERMEABILITA'	$K = \frac{Q}{P} \times \frac{\Upsilon_W}{C}$	3.338E-07

dove:

Q=portata (m^3/s); P=pressione corretta (kPa);

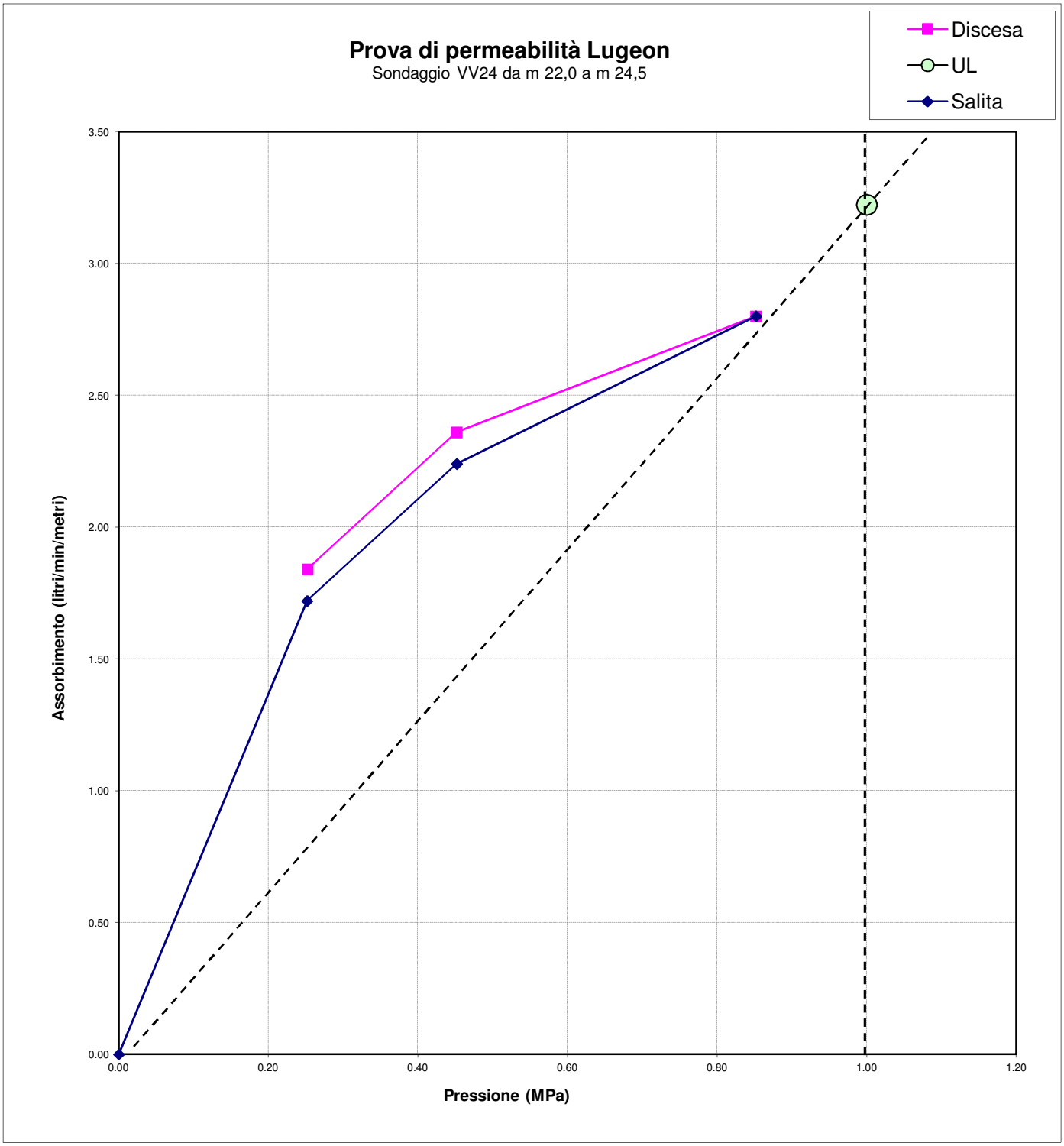
Υ_W=peso di volume acqua (kN/m^3); C=coefficiente di forma (m)

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

Tipo Lugeon

Cantiere:	Gronda di Ponente - Lotto 8
Località:	Via Vesima - Genova
Data:	28/07/2010

Sondaggio:		**VV24**
Tratto di prova:	da m	22.0
	a m	24.5



PROVA PRESSIOMETRICA MENARD CPV

Conforme alla norma francese NF P 94-110

COMMITTENTE:	**SPEA Ingegneria Europea s.p.a.**		**Cod: 1112I076**
LOCALITA':	**Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente; Via Vesima- Genova (Ge)**		**Doc: 1/3**
DATA: 27/07/2010	**DOSSIER:**	**PROVA N°:** 1	**SONDAGGIO:** VV24
Tipo di foro:	**Carotaggio con carotiere semplice diametro 65 mm**		
Tipo di sonda:	**Sonda 60 Apageo Segelm (diam. 58 mm)**		
Altezza CPV dal p.c. :	**0,8 m**	**Profondità della prova dal p.c.:**	**6,5 m**
Pressione differenziale (gas-liquido):		**Altezza falda dal p. c.:**	**4,7 m**
Prova di calibratura dossier n°	270710C del 27/7/10	Prova di inerzia dossier n°	270710I del 27/7/10

TABELLA DATI CORRETTI

N° Lettura	P Lettura Mpa	V (60s) Lettura cm^3	P Corretta Mpa	V (60s) Corretta cm^3	P_c Mpa	P_h Mpa	a cm^3/ Mpa	N° Lettura	P Lettura Mpa	V (60s) Lettura cm^3	P Corretta Mpa	V (60s) Corretta cm^3	P_c Mpa	P_h Mpa	a cm^3/ Mpa
0	0,00	0	0	0	0	0,07287	4,00	**19**	0,45	341	0,338	339,2	0,185	0,07287	4,00
1	0,05	92	0,063	91,8	0,060	0,07287	4,00	**20**	0,50	350	0,385	348,0	0,188	0,07287	4,00
2	0,10	170	0,068	169,6	0,105	0,07287	4,00	**21**	0,55	358	0,432	355,8	0,191	0,07287	4,00
3	0,15	237	0,084	236,4	0,139	0,07287	4,00	**22**	0,60	365	0,479	362,6	0,194	0,07287	4,00
4	0,21	266	0,130	265,2	0,153	0,07287	4,00	**23**	0,65	375	0,525	372,4	0,197	0,07287	4,00
5	0,25	277	0,165	276,0	0,158	0,07287	4,00	**24**	0,71	383	0,582	380,2	0,200	0,07287	4,00
6	0,30	285	0,212	283,8	0,161	0,07287	4,00	**25**	0,80	394	0,669	390,8	0,204	0,07287	4,00
7	0,35	292	0,259	290,6	0,164	0,07287	4,00	**26**	0,91	415	0,771	411,4	0,212	0,07287	4,00
8	0,41	300	0,315	298,4	0,168	0,07287	4,00	**27**	1,00	451	0,850	447,0	0,223	0,07287	4,00
9	0,44	307	0,342	305,2	0,171	0,07287	4,00	**28**	1,11	510	0,943	505,6	0,240	0,07287	4,00
10	0,50	315	0,399	313,0	0,174	0,07287	4,00	**29**	1,20	585	1,014	580,2	0,258	0,07287	4,00
11	0,55	322	0,446	319,8	0,177	0,07287	4,00	**30**	1,31	671	1,108	665,8	0,275	0,07287	4,00
12	0,09	174	0,056	173,6	0,107	0,07287	4,00	**31**							
13	0,15	252	0,077	251,4	0,146	0,07287	4,00	**32**							
14	0,20	289	0,110	288,2	0,163	0,07287	4,00	**33**							
15	0,25	303	0,154	302,0	0,169	0,07287	4,00	**34**							
16	0,30	314	0,199	312,8	0,174	0,07287	4,00	**35**							
17	0,35	324	0,245	322,6	0,178	0,07287	4,00	**36**							
18	0,40	333	0,292	331,4	0,181	0,07287	4,00	**37**							

OPERATORE
Dr. Enrico Isetta

FIRMA

$P_{corretta} = P_{lettura} + P_h - P_c$

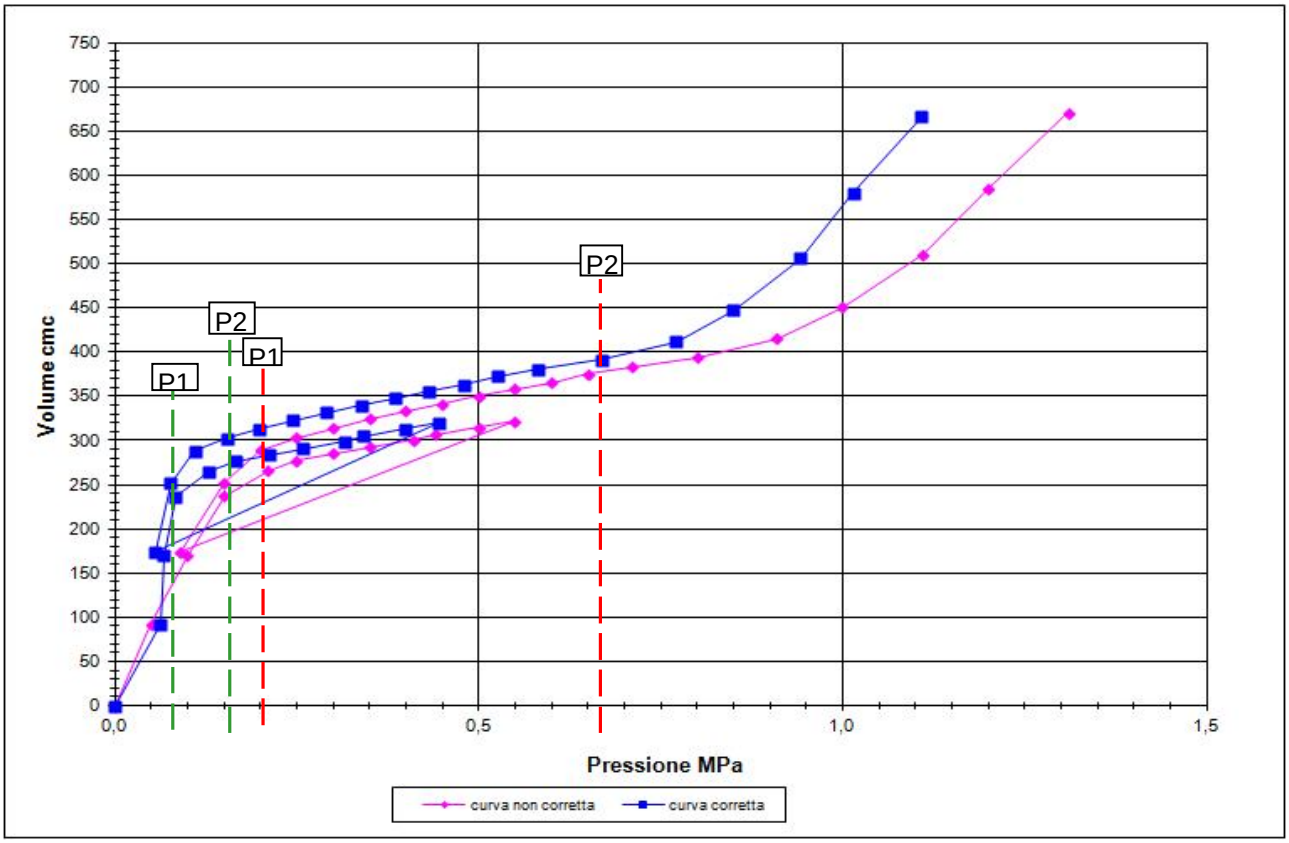
$V_{corretta} = V_{lettura} - P_{lettura} * a$

GEOSERVICE s.r.l.
STUDI GEOLOGICI - CONSULENZA GEOTECNICA - CONSOLIDAMENTI

ELABORAZIONE PROVA PRESSIOMETRICA MENARD CPV
Conforme alla norma francese NF P 94-110

COMMITENTE:	SPEA Ingegneria Europea s.p.a.			Cod: .112I076
LOCALITA':	Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente; Via Vesima- Genova (Ge)			Doc: 2/3
DATA: 27/07/2010	DOSSIER: 0	PROVA N°: 1	SONDAGGIO: VV24	
Tipo di foro:	Carotaggio con carotiere semplice diametro 65 mm			
Tipo di sonda:	Sonda 60 Apageo Segelm (diam. 58 mm)			
Altezza CPV dal p.c. :	0,8 m	Profondità della prova dal p.c.:	6,5 m	

Em: 12,6 MPa **Pf*:** 0,79 MPa **Pl*:** 1,44 MPa



P1: 0,2 MPa **P2:** 0,67 MPa **V1:** 313 cm^3
V2: 391 cm^3

Pl: 1,50 MPa (Pressione limite) **Pl*: Pl - σhs** (Pressione limite netta)

Vs: 432,49 cm^3 volume sonda **a:** 4 cm^3/MPa

Em: 2 (1+υ) [Vs + (V1+V2) / 2] (P2 - P1) / (V2 - V1) modulo Menard

υ: 0,33 modulo Poisson **σhs:** 0,0585 MPa

Modulo di ricarica * **Em_r:** 17,0 MPa

P1r: 0,077 MPa **P2r:** 0,538 MPa **V1r:** 251 cm^3
V2r: 302 cm^3

* Il modulo di ricarica è stato calcolato sul primo tratto del ciclo di ricarico in cui la sonda pressiometrica è in aderenza alle pareti del foro

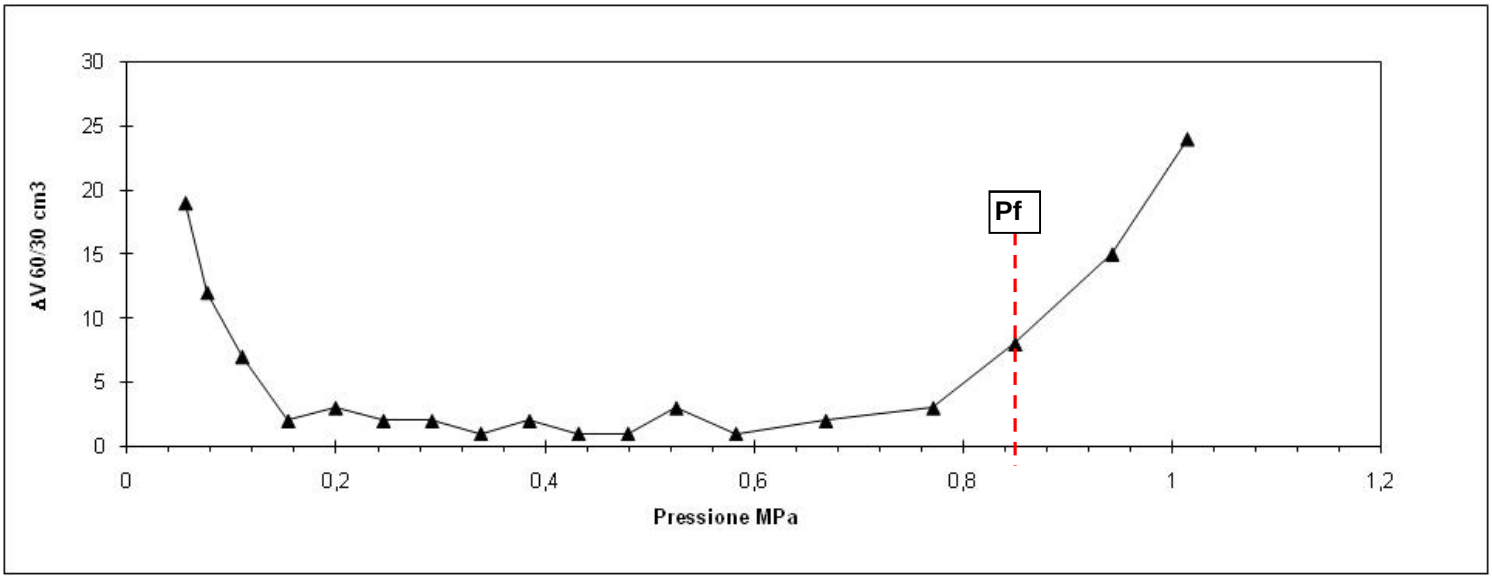
GEOSERVICE s.r.l.
STUDI GEOLOGICI - CONSULENZA GEOTECNICA - CONSOLIDAMENTI

ELABORAZIONE PROVA PRESSIOMETRICA MENARD CPV

Conforme alla norma francese NF P 94-110

CURVA DI FLUAGE

COMMITENTE:	**SPEA Ingegneria Europea s.p.a.**			**Cod:**	**1112l076**
LOCALITA':	**Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente; Via Vesima- Genova (Ge)**			**Doc:**	**3/3**
DATA:	**27/07/2010**	**DOSSIER:**	**0**	**PROVA N°:**	**1**	**SONDAGGIO:**	**VV24**
Tipo di foro:	**Carotaggio con carotiere semplice diametro 65 mm**				
Tipo di sonda:	**Sonda 60 Apageo Segelm (diam. 58 mm)**				
Altezza CPV dal p.c. :	**0,8 m**			**Profondità della prova dal p.c.:**	**6,5 m**



Pf: 0,85 MPa (Pressione di fluage) **Vf:** 447 cm^3 (Volume di fluage)

Pf*: 0,79 MPa (Pressione di fluage netta)

Pf*: Pf - σhs (Pressione di fluage netta)

σhs: K_o γ hs (con falda a quota inferiore rispetto alla quota della prova)

σhs: K_o γ hs + γ (hw-hs) (con falda a quota superiore rispetto alla quota della prova)

K_o : 0,5 **γ: 0,018 MPa**

hs: 6,5 m (quota dal p.c. della prova) **σhs:** 0,0585 MPa

hw: 4,7 m (quota dal p.c. della falda)

GEOSERVICE s.r.l.

NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA

LOTTO 8

Fotografia



PUNTO N° : VV25	data FEBBRAIO 2011

PROPRIETA' : SUOLO PRIVATO

Comune di GENOVA (GE)

COORDINATE ETRF2000

Longitudine	Latitudine
8°42'46,59371"	44°25'08,55869"

Quota ellissoidica (piano di campagna) = 110.358

COORDINATE GAUSS BOAGA

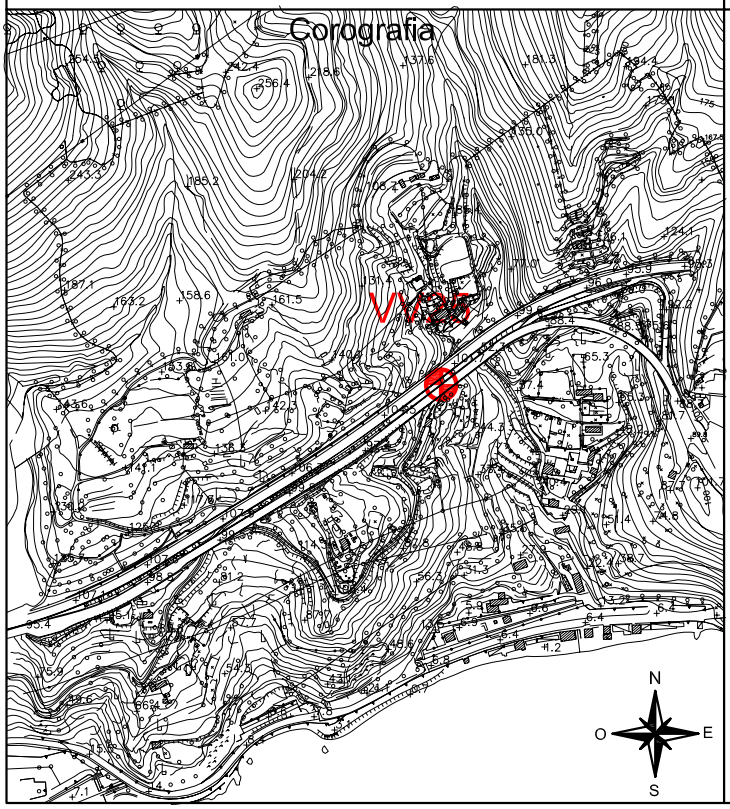
Est	Nord
1477174.571	4918476.312

Quota ortometrica (piano di campagna) = 65.453

COORDINATE RETTILINEE

Nord = 14717.955 Est = 44951.008

Corografia



VERTICI COLLEGATI

R01

R06

R03

R86

R05

Realizzazione: terramap

scouting, surveying & geodesy - Novi Ligure (AL)

Committente: spea autostrade | ingegneria europea

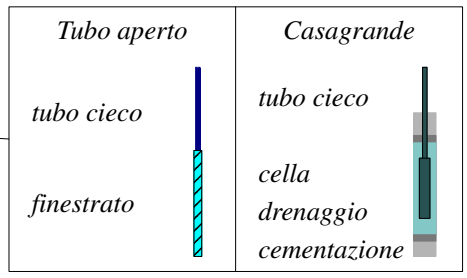
Committente: Spea Ingegneria Europea	Sondaggio: VV25
Riferimento: Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente - lotto 8	Data: 29-30/07/2010
Coordinate: (Gauss-Boaga) Nord 4918476,312 m Est 1477174,571 m	Quota: 65,453 m s.l.m.
Perforazione: carotaggio continuo	

GEOSERVICE s.r.l.
STUDI GEOLOGICI - CONSULENZA GEOTECNICA - CONSOLIDAMENTI

LEGENDA STRATIGRAFIA

ø mm	R v	A r	s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Pt	RQD % 0 --- 100	Lefranc CV m/sec	Lugeon m/sec	Pressiom. kPa	prof. m	DESCRIZIONE
1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
2) Rivestimento
3) Profondità dell'acqua (rinvenimento e stabilizzazione)
4) Piezometri
5) Scala metrica con limiti delle battute (>)
6) Simbolo litologico
7) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
8) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
9) Profondità di inizio della prova S.P.T.
10) Prova S.P.T.
11) Valore di Nspt
12) Tipo di punta (A = punta aperta; C = punta chiusa)
13) Percentuale R.Q.D. (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
14) Prova Lefranc a carico variabile
15) Prova Lugeon
16) Prova Pressiometrica
17) Profondità della base dello strato (m)
18) Descrizione della litologia dello strato



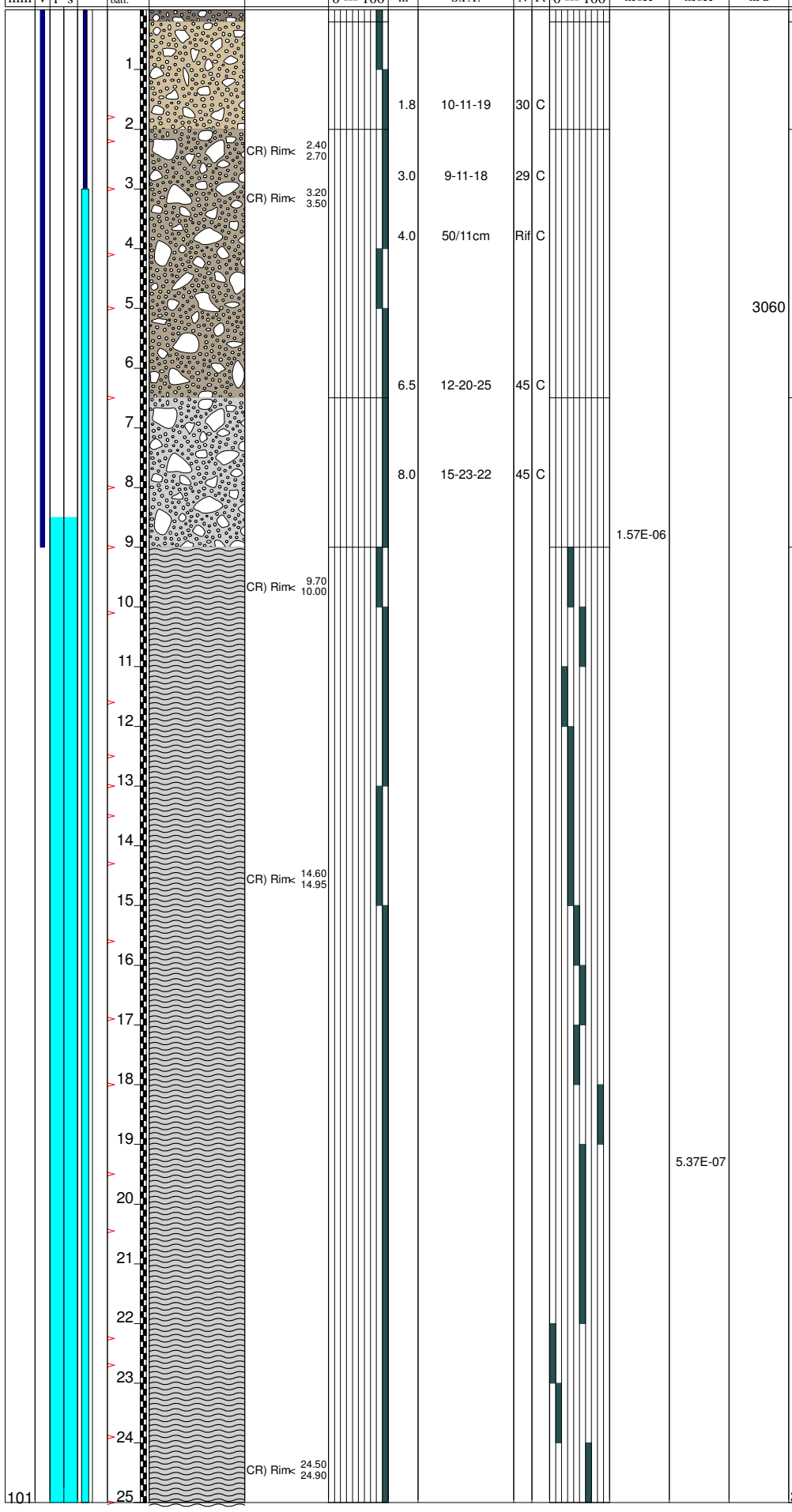
She = Shelby
Den = Denison
Ost = Osterberg
Maz = Mazier
Crp = Craps
nk3 = NK3
Ind = Indisturbato
Dis = Disturbato
SDi = Semi disturbato
SPT = SPT

Committente: Spea Ingegneria Europea	Sondaggio: VV25
Riferimento: Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente - lotto 8	Data: 29-30/07/2010
Coordinate: (Gauss-Boaga) Nord 4918476,312 m Est 1477174,571 m	Quota: 65,453 m s.l.m.
Perforazione: carotaggio continuo	

GEOSERVICE s.r.l. STUDI GEOLOGICI - CONSULENZA GEOTECNICA - CONSOLIDAMENTI

SCALA 1 :100

STRATIGRAFIA - VV25



prof. m	DESCRIZIONE
0.2	Clasti millimetrici e centimetrici (diam. max 2-3 cm) da spigolosi a sub-arrotondati di natura prevalentemente scistosa in matrice limoso-sabbiosa di colore marrone scuro-nerastro.
2.0	Clasti millimetrici e centimetrici (diam. max 5-6 cm) da spigolosi a sub-angolari di natura prevalentemente scistosa in matrice limoso-sabbiosa da scarsa ad abbondante di colore avana-giallastro.
6.5	Clasti millimetrici e centimetrici (diam. max 5-6 cm) da spigolosi a sub-angolari di natura prevalentemente scistosa in matrice limoso-sabbiosa da scarsa ad abbondante di colore nocciola-grigiastro. Da 6,0 m a 6,5 m locali tasche centimetriche color ocra-ruggine.
9.0	Clasti centimetrici (diam. max 6-7 cm) da spigolosi a sub-angolari di calcescisto di colore grigiastro in matrice limoso-sabbiosa di colore grigio.
25.0	Calcescisto di colore grigio da mediamente fratturato a molto fratturato, alterato ed ossidato. Presenti superfici centimetriche ossidate di colore ocra-ruggine in prevalenza, e di colore verdastro, marrone-ocra e grigio-nocciola, soprattutto da 10,0 m a 15,0 m. Presenti venature millimetriche e centimetriche biancastre di calcite.

note:
Il materiale prelevato nel corso del sondaggio è stato conservato in 5 cassette catalogatrici.
Macchina operatrice: CMV MK 800 su trattore Landini.
Operatore: Giulio D'Ascenzo (Operaio qualificato).
Assistente: Mario Di Berardo (Operaio qualificato).
Assistente geologico di cantiere: dr. geol. Franco Tesone.
Carotiere e corona: La perforazione è stata eseguita a carotaggio continuo con carotiere semplice del diametro di 101 mm e lunghezza 3,0 m con corona in widia, da p.c. a 9,0 m. Carotiere doppio T6 con corona diamantata da 9,0 m a 25,0 m.
Rivestimento provvisorio: tubi di diametro 127 mm e lunghezza 1,5 m, da p.c. a 9,0 m.
Fluidi di circolazione: la perforazione è avvenuta a secco, l'immissione di acqua è avvenuta solo per la perforazione con carotiere doppio e per favorire la penetrazione del rivestimento provvisorio.
Installato tubo piezometrico a tubo aperto da p.c. a 25,0 m.
La sommità del foro è protetta da un pozzetto carrabile in ghisa.

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	29/07/10														
Ora	12.00														
Livello dell'acqua (m)	8.50														
Prof. perforazione(m)	9.00														
Prof. rivestimento(m)	7.50														

GEOSERVICE s.r.l.
STUDI GEOLOGICI - CONSULENZA GEOTECNICA - MISURE E MONITORAGGI
Via provinciale per Belmonte del Sannio s.c. - 86081 Agnone (IS)
tel. 086578831 fax 0865779986 - e-mail: info@geoservice-srl.it
www.geoservice-srl.it

Riferimento: Nodo autostradale di Genova Gronda di Ponente - Lotto 8

Committente: spea autostrade ingegneria europea

Perforazione: carotaggio continuo

Data d'installazione: 30/07/2010

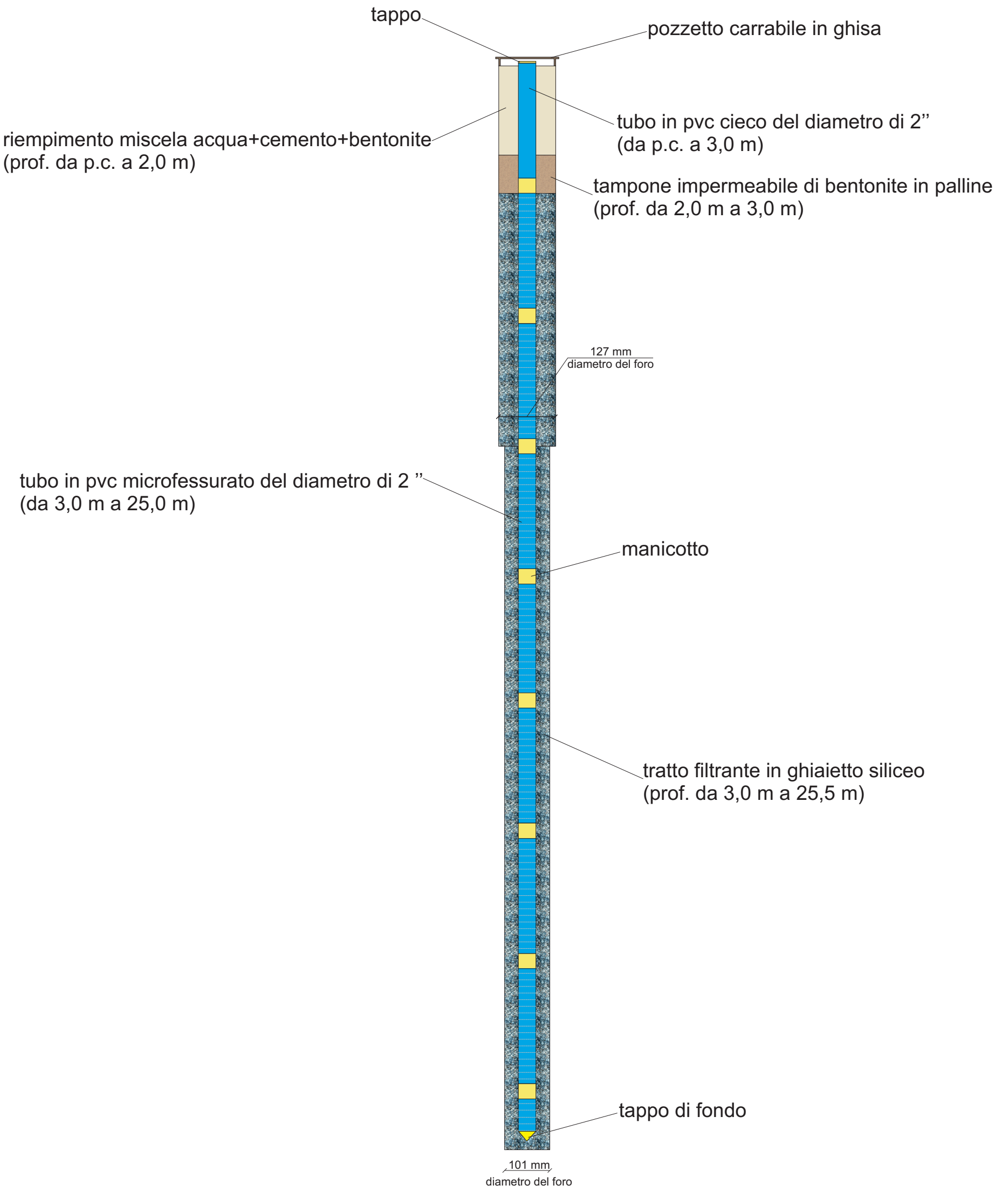
Codice Strumento: VV25

Tipologia Strumento: piezometro a tubo aperto

Profondità: 25,00 m dal p.c.

Località: Via Vesima - Genova

Coordinate: vedi stratigrafia



- disegno non in scala -

GEOSERVICE S.r.l. STUDI GEOLOGICI · CONSULENZA GEOTECNICA · CONSOLIDAMENTI S.P. per Belmonte del Sannio, sc Agnone (IS) 86081	Cantiere: **Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Lotto 8**	Committenza: spea autostrade ingegneria europea

Denominazione sondaggio:	**VV25**	Profondità sondaggio	**25 m**	Data	**29-30/07/2010**

Coordinate del sondaggio	Macchina per perforazione	Modalità di perforazione
vedi monografia	**CMV MK 800**	**carotaggio continuo**
vedi monografia		

Numero cassette catalogatrici	Numero fotografie	Operatore
5	**6**	**Dr.Geol. Franco Tesone**



FOTO 1 (profondità 0,0-5,0 metri) Cassetta n°1



FOTO 2 (profondità 5,0-10,0 metri) Cassetta n°2

GEOSERVICE S.r.l. STUDI GEOLOGICI · CONSULENZA GEOTECNICA · CONSOLIDAMENTI S.P. per Belmonte del Sannio, sc Agnone (IS) 86081	Cantiere: **Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Lotto 8**	Committenza: spea autostrade ingegneria europea

Denominazione sondaggio:	**VV25**	Profondità sondaggio	**25 m**	Data	**29-30/07/2010**

Coordinate del sondaggio	Macchina per perforazione	Modalità di perforazione
vedi monografia		
vedi monografia	**CMV MK 800**	**carotaggio continuo**

Numero cassette catalogatrici	Numero fotografie	Operatore
5	**6**	**Dr.Geol. Franco Tesone**



FOTO 3 (profondità 10,0-15,0 metri) Cassetta n°3



FOTO 4 (profondità 15,0-20,0 metri) Cassetta n°4

GEOSERVICE s.r.l. STUDI GEOLOGICI - CONSULENZA GEOTECNICA - CONSOLIDAMENTI S.P. per Belmonte del Sannio, sc Agnone (IS) 86081	Cantiere: **Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Lotto 8**	Committenza: spea autostrade ingegneria europea

Denominazione sondaggio:	**VV25**	Profondità sondaggio	**25 m**	Data	**29-30/07/2010**

Coordinate del sondaggio	Macchina per perforazione	Modalità di perforazione
vedi monografia		
vedi monografia	**CMV MK 800**	**carotaggio continuo**

Numero cassette catalogatrici	Numero fotografie	Operatore
5	**6**	**Dr.Geol. Franco Tesone**



FOTO 5 (profondità 20,0-25,0 metri) Cassetta n°5



FOTO 6 (postazione sondaggio)

GEOSERVICE S.P. per Belmonte del Sannio s.c. 86081 Agnone (IS)	**PROVA DI PERMEABILITA' "LEFRANC"** Prova per immissione a carico variabile secondo Raccomandazioni AGI (1977)	COMM. spea ingegneria europea PAG: 1 DI 1

COMMITTENTE: **Spea Ingegneria Europea -** Via G. Vida 2, 20123 Milano

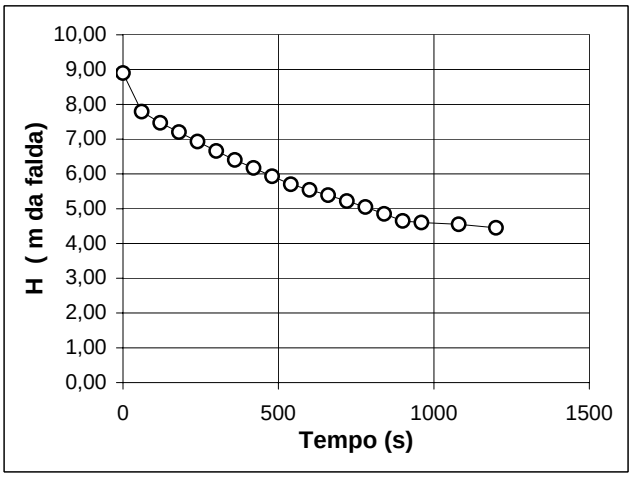
CANTIERE: **Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Lotto 8**

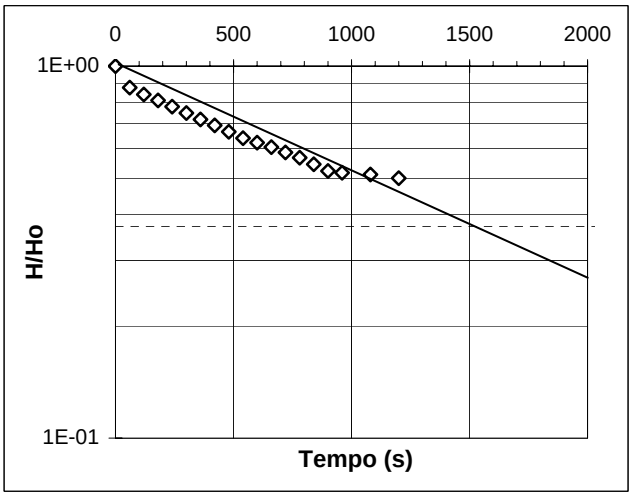
SONDAGGIO n°: **VV25** **DATA ESECUZIONE:** **29/07/2010**

PROVA N°: **1** **OPERATORE** **Dr. Geol F. Tesone**

PROFONDITA' PROVA (da p.c.)	da 7,10 a 9,00	m	LUNGHEZZA TASCA	**L**	1,90	m
TEMPO DI PROVA	20	minuti	DIAMETRO TASCA	**D**	0,101	m
PROFONDITA' FONDO FORO	-9,00	m da p.c.	COEFFICIENTE DI FORMA	**C**	3,285	
PROFONDITA' RIVESTIMENTO	-7,10	m da p.c.	AREA DI BASE TASCA	**A**	0,008	m2
ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO	0,40	m da p.c.				
LIVELLO DELLA FALDA	-8,50	m da p.c.				

t (s)	Livello t.t. (m)	h (m da p.c.)	H (m)	H_{med} (m)	DH/Dt (m/s)	K (m/s)
0	0.000	0,40	8,90			
60	-1,11	-0,71	7,79	8,35	1,85E-02	5,40E-06
120	-1,43	-1,03	7,47	7,63	5,33E-03	1,70E-06
180	-1,70	-1,30	7,20	7,34	4,50E-03	1,50E-06
240	-1,97	-1,57	6,93	7,07	4,50E-03	1,55E-06
300	-2,24	-1,84	6,66	6,80	4,50E-03	1,61E-06
360	-2,50	-2,10	6,40	6,53	4,33E-03	1,62E-06
420	-2,73	-2,33	6,17	6,29	3,83E-03	1,49E-06
480	-2,97	-2,57	5,93	6,05	4,00E-03	1,61E-06
540	-3,20	-2,80	5,70	5,82	3,83E-03	1,61E-06
600	-3,36	-2,96	5,54	5,62	2,67E-03	1,16E-06
660	-3,51	-3,11	5,39	5,47	2,50E-03	1,12E-06
720	-3,68	-3,28	5,22	5,31	2,83E-03	1,30E-06
780	-3,85	-3,45	5,05	5,14	2,83E-03	1,34E-06
840	-4,05	-3,65	4,85	4,95	3,33E-03	1,64E-06
900	-4,25	-3,85	4,65	4,75	3,33E-03	1,71E-06
1080	-4,35	-3,95	4,55	4,58	4,17E-04	2,22E-07
1200	-4,45	-4,05	4,45	4,50	8,33E-04	4,51E-07





LITOLOGIA TRATTO IN PROVA: **Micascisto molto alterato con abbondante limo argilloso**

K= A (ΔH / ΔT) / C H_{med} = **1,53E-06** **m/s** (valore medio sull'intero intervallo) DH/DT=(H1-H2)/(T2-T1)

K= A / (C Trieq) = **1,57E-06** **m/s** (valore per Trieq. misurato sul grafico per H/Ho=0.37) Trieq= **1550** S

DATA dic-10	**Il Responsabile**	**Il Direttore**

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

Tipo Lugeon

Cantiere:	Gronda di Ponente - Lotto 8
Località:	Via Vesima - Genova
Data:	30/07/2010

Sondaggio:		**VV25**
Tratto di prova:	da m	18.00
	a m	19.50

Lunghezza prova (m)	1.50
Diametro del foro (m)	0.101
Coefficiente di forma (m)	2.77

Falda (m):	8.5
Altezza man. dal p.c.	0.50
Perdita di carico (Mpa)	0.00
Carico idraulico (Mpa)	0.09

Pressione Prova (MPa)	Pressione Effettiva (MPa)	Tempi (min)	Lettura al Contatore (litri)	Litri assorbiti (litri)	Portata Unitaria (litri/min/mt)	portata (m^3/s)	Unità Lugeon (litri/m/min)	Permeabilità (m/s)
0.200	0.288	0	432	51	3.40	8.50E-05	11.5670	1.04252E-06
		2	440					
		4	449					
		6	461					
		10	483					
0.400	0.488	0	483	68	4.53	1.13E-04	9.1053	8.20648E-07
		2	498					
		4	512					
		10	551					
0.800	0.888	0	551	81	5.40	1.35E-04	5.9619	5.37334E-07
		2	568					
		4	584					
		10	632					
0.400	0.488	0	548	60	4.00	1.00E-04	8.0341	7.24101E-07
		2	565					
		4	578					
		10	608					
0.200	0.288	0	551	45	3.00	7.50E-05	10.2062	9.19872E-07
		2	558					
		4	568					
		10	596					

	UNITA' LUGEON	5.962
COEFFICIENTE DI PERMEABILITA'	$K = \frac{Q}{P} \times \frac{\Upsilon_W}{C}$	5.373E-07

dove:

Q=portata (m^3/s); P=pressione corretta (kPa);

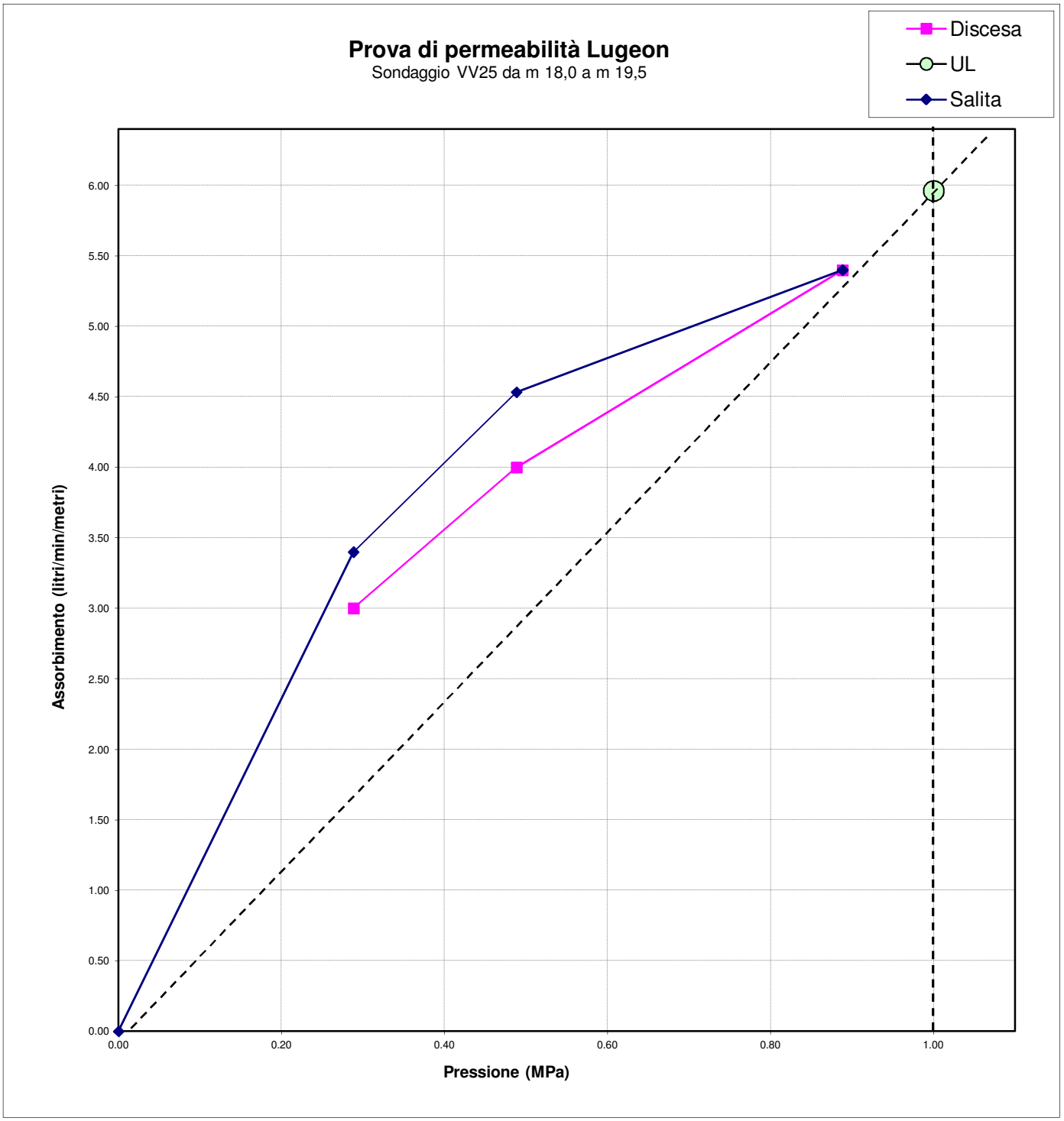
Υ_W=peso di volume acqua (kN/m^3); C=coefficiente di forma (m)

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

Tipo Lugeon

Cantiere:	Gronda di Ponente - Lotto 8
Località:	Via Vesima - Genova
Data:	30/07/2010

Sondaggio:		**VV25**
Tratto di prova:	da m	18.0
	a m	19.5



PROVA PRESSIOMETRICA MENARD CPV

Conforme alla norma francese NF P 94-110

COMMITTENTE:	**SPEA Ingegneria Europea s.p.a.**		**Cod: 1112I076**
LOCALITA':	**Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente; Via Vesima - Genova (GE)**		**Doc: 1/3**
DATA: 29/07/2010	**DOSSIER:**	**PROVA N°:** 1	**SONDAGGIO:** VV25
Tipo di foro:	**Carotaggio con carotiere semplice diametro 65 mm**		
Tipo di sonda:	**Sonda 60 Apageo Segelm (diam. 58 mm)**		
Altezza CPV dal p.c. :	**0,8 m**	**Profondità della prova dal p.c.:**	**5,2 m**
Pressione differenziale (gas-liquido):		**Altezza falda dal p. c.:**	**8,5 m**
Prova di calibratura dossier n°	270710C del 27/7/10	Prova di inerzia dossier n°	270710I del 27/7/10

TABELLA DATI CORRETTI

N° Lettura	P Lettura Mpa	V (60s) Lettura cm^3	P Corretta Mpa	V (60s) Corretta cm^3	P_c Mpa	P_h Mpa	a cm^3/ Mpa	N° Lettura	P Lettura Mpa	V (60s) Lettura cm^3	P Corretta Mpa	V (60s) Corretta cm^3	P_c Mpa	P_h Mpa	a cm^3/ Mpa
0	0,00	0	0	0	0	0,05989	4,00	**19**	0,40	381	0,260	379,4	0,200	0,05989	4,00
1	0,05	95	0,048	94,8	0,062	0,05989	4,00	**20**	0,50	396	0,355	394,0	0,205	0,05989	4,00
2	0,10	181	0,049	180,6	0,111	0,05989	4,00	**21**	0,61	410	0,460	407,6	0,210	0,05989	4,00
3	0,15	238	0,070	237,4	0,140	0,05989	4,00	**22**	0,71	426	0,555	423,2	0,215	0,05989	4,00
4	0,21	273	0,114	272,2	0,156	0,05989	4,00	**23**	0,80	439	0,640	435,8	0,219	0,05989	4,00
5	0,25	294	0,145	293,0	0,165	0,05989	4,00	**24**	0,90	451	0,737	447,4	0,223	0,05989	4,00
6	0,30	306	0,190	304,8	0,170	0,05989	4,00	**25**	1,01	463	0,843	459,0	0,227	0,05989	4,00
7	0,35	317	0,235	315,6	0,175	0,05989	4,00	**26**	1,21	489	1,035	484,2	0,234	0,05989	4,00
8	0,41	329	0,290	327,4	0,180	0,05989	4,00	**27**	1,40	527	1,215	521,4	0,245	0,05989	4,00
9	0,45	342	0,325	340,2	0,185	0,05989	4,00	**28**	1,60	576	1,403	569,6	0,256	0,05989	4,00
10	0,51	353	0,381	351,0	0,189	0,05989	4,00	**29**	1,82	671	1,605	663,7	0,275	0,05989	4,00
11	0,60	363	0,467	360,6	0,193	0,05989	4,00	**30**							
12	0,65	372	0,514	369,4	0,196	0,05989	4,00	**31**							
13	0,10	220	0,029	219,6	0,131	0,05989	4,00	**32**							
14	0,15	285	0,049	284,4	0,161	0,05989	4,00	**33**							
15	0,21	320	0,094	319,2	0,176	0,05989	4,00	**34**							
16	0,25	343	0,125	342,0	0,185	0,05989	4,00	**35**							
17	0,30	356	0,170	354,8	0,190	0,05989	4,00	**36**							
18	0,36	368	0,225	366,6	0,195	0,05989	4,00	**37**							

OPERATORE
Dr. Enrico Isetta

FIRMA

$P_{corretta} = P_{lettura} + P_h - P_c$

$V_{corretta} = V_{lettura} - P_{lettura} * a$

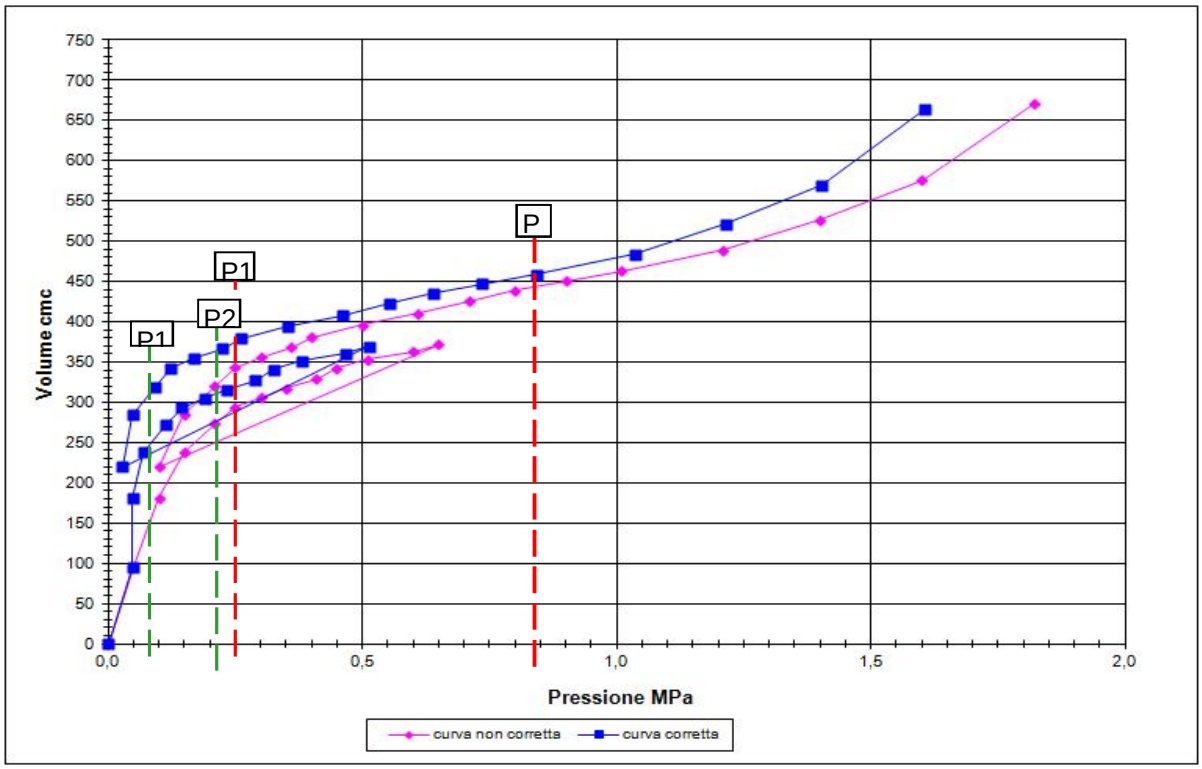
GEOSERVICE s.r.l.
STUDI GEOLOGICI - CONSULENZA GEOTECNICA - CONSOLIDAMENTI

ELABORAZIONE PROVA PRESSIOMETRICA MENARD CPV

Conforme alla norma francese NF P 94-110

COMMITENTE:	**SPEA Ingegneria Europea s.p.a.**			**Cod:**	**1112I076**
LOCALITA':	**Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente; Via Vesima - Genova (GE)**			**Doc:**	**2/3**
DATA:	**29/07/2010**	**DOSSIER:**	**0**	**PROVA N°:**	**1**	**SONDAGGIO:**	**VV25**
Tipo di foro:	**Carotaggio con carotiere semplice diametro 65 mm**				
Tipo di sonda:	**Sonda 60 Apageo Segelm (diam. 58 mm)**				
Altezza CPV dal p.c. :	**0,8**	**m**	**Profondità della prova dal p.c.:**	**5,2**	**m**

Em: **16,4 MPa** **Pf*:** **1,16 MPa** **Pl*:** **3,01 MPa**



P1: **0,26 MPa** **P2:** **0,84 MPa** **V1:** **379 cm³** **V2:** **459 cm³**

Pl: **3,06 MPa** **(Pressione limite)** **Pl*: Pl - σhs** **(Pressione limite netta)**
Vs: **432,49 cm³** **volume sonda** **a:** **4 cm³/MPa**

Em: 2 (1+υ) [Vs + (V1+V2) / 2] (P2 - P1) / (V2 - V1) **modulo Menard**

υ: 0,33 **modulo Poisson** **σhs:** **0,0468 MPa**

Modulo di ricarica * **Em_r:** **5,6 MPa**

P1r: **0,094 MPa** **P2r:** **0,225 MPa** **V1r:** **319 cm³** **V2r:** **367 cm³**

* Il modulo di ricarica è stato calcolato sul primo tratto del ciclo di ricarico in cui la sonda pressiometrica è in aderenza alle pareti del foro

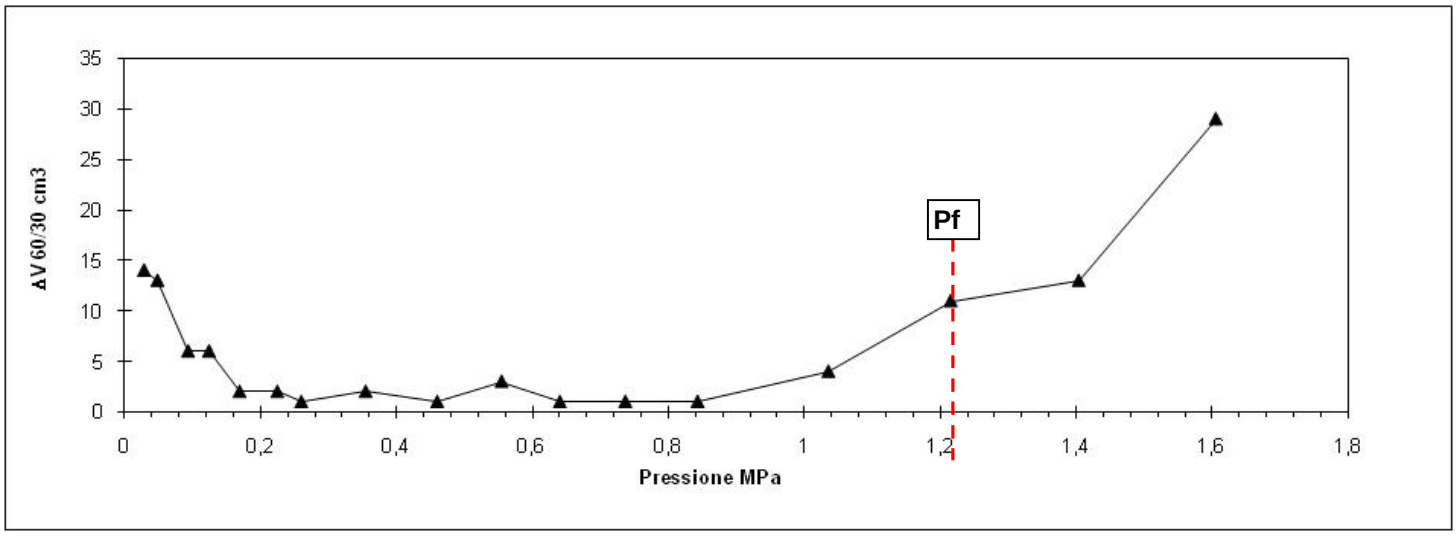
GEOSERVICE s.r.l.
STUDI GEOLOGICI - CONSULENZA GEOTECNICA - CONSOLIDAMENTI

ELABORAZIONE PROVA PRESSIOMETRICA MENARD CPV

Conforme alla norma francese NF P 94-110

CURVA DI FLUAGE

COMMITENTE:	**SPEA Ingegneria Europea s.p.a.**			**Cod:**	**1112I076**
LOCALITA':	**Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente; Via Vesima - Genova (GE)**			**Doc:**	**3/3**
DATA:	**29/07/2010**	**DOSSIER:**	**0**	**PROVA N°:**	**1**	**SONDAGGIO:**	**VV25**
Tipo di foro:	**Carotaggio con carotiere semplice diametro 65 mm**				
Tipo di sonda:	**Sonda 60 Apageo Segelm (diam. 58 mm)**				
Altezza CPV dal p.c. :	**0,8 m**			**Profondità della prova dal p.c.:**	**5,2 m**



Pf: 1,21 MPa (Pressione di fluage) **Vf:** 521 cm^3 (Volume di fluage)

Pf*: 1,16 MPa (Pressione di fluage netta)

Pf*: Pf - σhs (Pressione di fluage netta)

σhs: K_o γ hs (con falda a quota inferiore rispetto alla quota della prova)

σhs: K_o γ hs + γ (hw-hs) (con falda a quota superiore rispetto alla quota della prova)

K_o : 0,5 **γ: 0,018 MPa**

hs: 5,2 m (quota dal p.c. della prova) **σhs:** 0,0468 MPa

hw: 8,5 m (quota dal p.c. della falda)

POSTAZIONE DI SONDAGGIO F4

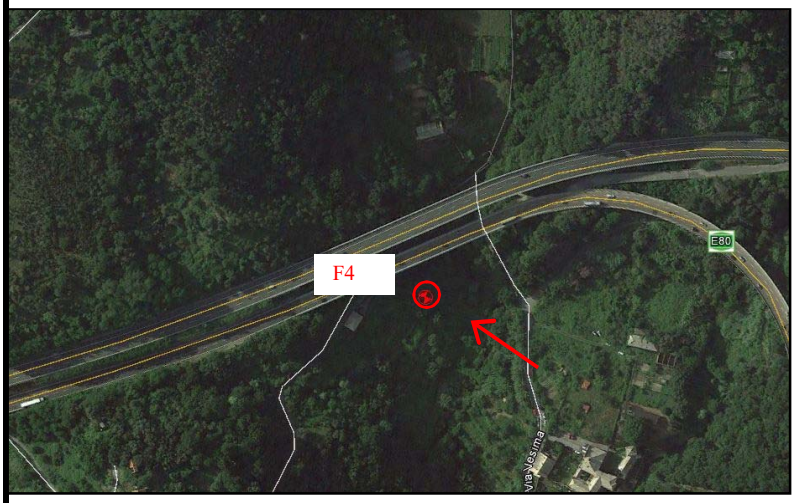
Genova Gronda Lotto 1	**Indagine n°** *Sondaggi F4*	**Data installazione** Marzo 2014

Ubicazione: Indagini eseguite in Località Vesima presso Via Terrarossa (GE)

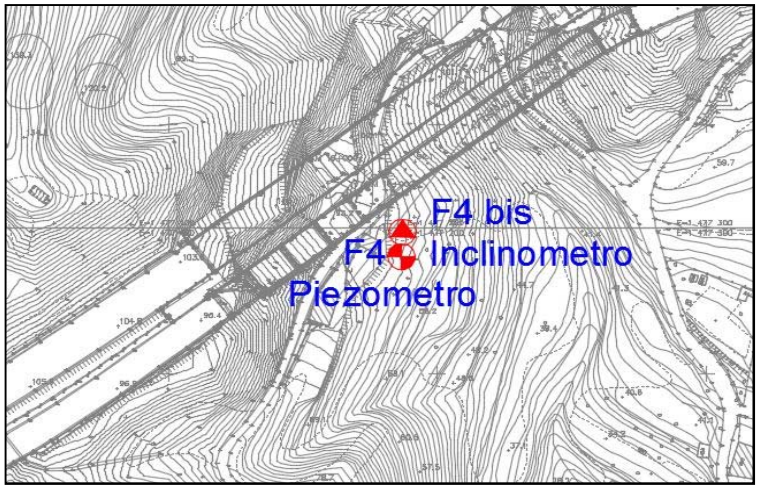
Materializzazione:
Indagine *F4* : Sondaggio allestito a *Piezometro* con tubazione in PVC da 2"
Indagine *F4bis* : Sondaggio allestito ad *Inclinometro* con tubazione in Alluminio da 3"

COORDINATE WGS84 quote ellissoidiche						***Quota Testa tubo***	***Quota piano campagna***
		Lat		***Long***			
F4		44°25'07,7334"		8°42'47,1153"		107,92	107,98
F4/bis		44°25'07,8962"		8°42'47,1413"		108,31	108,24
COORDINATE GAUSS-BOAGA con quote ortometriche						***Quota Testa tubo***	***Quota piano campagna***
		EST		***NORD***			
F4		1'477'186.514		4'918'450.12		62,327	62,394
F4/bis		1'477'187.106		4'918'455.143		62,717	62,652

Inquadramento



Planimetria



Fotografia o prospetto



LOG STRATIGRAFICI

ID Log: F4
Client: Spea Engineering S.p.a.
Project: Indagini geognostiche in sito
Location: Gronda di Genova
Area: Lotto 1

Tecno In S.p.A.
Via G. Marcora 52
20097 San Donato Milanese (MI)
Prove in sito conc. Min. LL.PP. N° 53363 del 06.05.05

Easting: 1477186.514 m
Northing: 4918450.120 m
Elevation: 62.39 m s.l.m.
Depth: 35 m

Drilling type: Carotaggio continuo
Diam. min. (mm): 101
Diam. max. (mm): 127
Probe: GM 600 C
Equipment: piezometro a t.a.

Drilling date: 24.11.2015
Driller: Santobello P.
Technical editor: Scazzosi V.

Review: Proof Copy

Scale (m)	Elevation (m a.s.l.)	Depth (m g.l.)	Lithology description	Thickness (m)
	62.39	0	Limo sabbioso nocciola debolmente ghiaioso da scioto a consistente ed asciutto	1.5
	60.89	1.5	Limo sabbioso beige debolmente ghiaioso sciolto ed asciutto	3
	57.89	4.5	Limo sabbioso grigiastro debolmente ghiaioso mediamente consistente. Si osservano livelli ossidati e clasti molto alterati (arenizzati)	2.1
	55.79	6.6	Limo sabbioso beige debolmente ghiaioso, sciolto ed aciutto. I clasti hanno prevalente composizione cloritoscistica.	2.3
	53.49	8.9	Limo sabbioso debolmente ghiaioso grigio -verdastro moderatamente consistente e debolmente umido. Clasti di composizione cloritoscistica.	1.6
	51.89	10.5	Trovante di natura cloritoscistica, quasi totallmente arenizzato.	0.5
	51.39	11	Limo debolmente sabbioso e debolmente ghiaioso moderatamente consistente. Clasti di composizione cloritoscistica.	1.7
	49.69	12.7	Cloritoscisti fortemente alterati e disgregati.	2.7
	46.99	15.4		
	45.29	17.1	Limo debolmente sabbioso e debolmente ghiaioso moderatamente consistente. Clasti di composizione cloritoscistica.	0.4
			Limo bianco verdastro onglobante litici cloritoscistici arenizzati. Mediamente consistente ed umido.	1.4
	43.89	18.5	Cloritoscisti arenizzati	3
	40.89	21.5	Limo sabbioso ghiaioso grigio mediamente consistente. Si osservano litici compostida cloritoscisti arenizzati	3.7
	37.19	25.2	Limo argilloso grigio mediamente consistente ed umido	0.9
	36.29	26.1	Cloritoscisti estrememente alterati intervallati da lenti decimetriche di limo argilloso bianco-grigiastro	3.9
	32.39	30	calcescisti fortemente fratturati. Debole patina di alterazione in frattura.	5
	27.39	35		

RQD (%): 0 – 50 – 100
RQD values: 30, 28, 41, 95, 22, 18, 43, 72, 26, 95, 63, 49

SPT (N1,N2,N3): Spt1: 6,12,20 | Spt2: 12,15,19 | Spt3: 19,18,9 | Spt4: 23,30,25 | Spt5: 23,28,27 | Spt6: 21,26,32

Geotechnical samples: C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7

Environmental samples: CA1, CA2

Corer: Semplice 101 mm; T6 corona diamante 101 mm

Menard Test: MP1

Dilatometric Test

Lugeon Test

Lefranc Test

Piezometer scheme and Groundwater Levels

Piezometer legend

Fill | Cement | Bentonite | Sand | Slough | Cover | Casing | Screen | End Cap

ID Log: F4BIS
Client: Spea Engeeniering S.p.a.
Project: Indagini geognostiche in sito
Location: Gronda di Genova
Area: Lotto 1

Tecno In S.p.A.
San Donato Milanese (MI)
Napoli
Prove in sito conc. Min. LL.PP. N° 53363 del 06.05.05

Easting: 1477187.106 m
Northing: 4918455.143 m
Elevation: 62.65 m s.l.m.
Depth: 35 m

Drilling type: A distruzione di nucleo
Diam. min. (mm): 101
Diam. max. (mm): 127
Probe: GM 600 C
Equipment: tubo inclinometrico

Drilling date: 11.27.2015
Driller: Santobello P.
Technical editor: Scazzosi V.

Review: Proof copy

Scale (m)	Elevation (m a.s.l.)	Depth (m. g.l.)	Lithology	Lithology description	Thickness (m)	RQD (%) 0 50 100	SPT (N1,N2,N3)	Geotechnical samples	Environmental samples	Corer	Menard Test	Dilatometric Test	Lugeon Test	Lefranc Test	Inclinometer scheme
0–35				Perforazione a distruzione di nucleo											

Legend

Tappo di testa | tubo PVC 3" | Tappo di fondo | Cemento | Chiusino

CERTIFICATI PROVE IN FORO

TECNO IN
SERVIZI DI INGEGNERIA

AZIENDA CON SISTEMA QUALITA' CERTIFICATO DAL RINA
UNI EN ISO 9001

ELABORATO DI PROVA PRESSIOMETRICA IN FORO DI SONDAGGIO (ASTM D 4719 - 00)

Committente:	**Spea Spa**	Sondaggio:	**F4**
Cantiere:	**Gronda di Genova**	Prova n°:	
Sito:	**Lotto 1**	Profondità (m):	**6.00**
Reg.Com.	**248/15**	Altezza serbatoio (m):	**1.00**
Pagina	**1**	Data di prova:	24.11.2015

Pressiometro tipo:	Menard	**Sonda tipo:**	Tricellulare
Diametro(mm):	60	**Membrana tipo:**	Telata rinforzata
Profondità falda (m):	non intercettata	**Tipo di terreno:**	Limo sabbioso deb.ciottoloso
Diametro interno del tubo di taratura (cm):	6.65		
Volume teorico della cella nel tubo di taratura **(V_{teor})** cm^3 =	729		
Volume iniziale della cella a bocca foro con P = 0 **(V_0)** =	492		
Diametro di perforazione della tasca di prova (mm):	65		
Pressione differenziale impostata (kPa) =	-60.00		

Terminologia impiegata:

V_0	Volume della cella a pressione 0, a bocca foro, con la guaina aderente all'anima metallica
V_i	Quantità di acqua immessa nella cella per portarla al volume teorico del cilindro di taratura
V	Volume totale della cella durante la prova
V_R	Volume di acqua letto alla buretta durante la prova
ΔV	Differenza di volume della cella tra due letture
V_m	Volume totale della cella nel punto di mezzo di un intervallo considerato
V_c	Volume letto alla buretta corretto per l'elasticità del sistema
P	Pressione letta al manometro
P_c	Pressione corretta per la rigidezza della membrana e per il carico idraulico alla profondità di prova.
Ep	Modulo pressiometrico
ν	Coefficiente di Poisson

Correlazioni utilizzate:

$$V = V_0 + V_c$$

$$V_0 = V_{teor} - V_i$$

$$Ep = 2(1 + \nu)(V_0 + V_m)(\Delta P/\Delta V)$$

Determinazione del modulo pressiometrico

Intervallo di pressione considerato:	P_1 =	227.89	kPa	**P.limite**=	1962.50Kpa
	P_2 =	1490.3	kPa	**P.fluage**=	1962.50Kpa
Volume alla pressione P1	V_1 =	560.7	cm^3	**V.fluage**=	15.00 cc
Volume alla pressione P2	V_2 =	687.25	cm^3		
Coefficiente di Poisson:	ν =	0.2	(--)		
	V_m =	623.975	cm^3		
	ΔP =	1262.41	kPa		
	ΔV =	126.55	cm^3		
Modulo pressiometrico	E_p =	**27**	**MPa**		

Val. di P. e V., necessari a portare la sonda a contatto con le pareti del foro	
Pi pareti foro=	40.25 Kpa
Vi pareti foro=	736.51 cc

Note:

ELABORATO PROVA PRESSIOMETRICA IN FORO DI SONDAGGIO (ASTM D 4719 - 00)

Spea Spa

Gronda di genova

Riferimento di taratu Lotto 1

	E3	**Vi = 240**	**k = 0.65**

b

Riferimento di taratu 16.11.2015

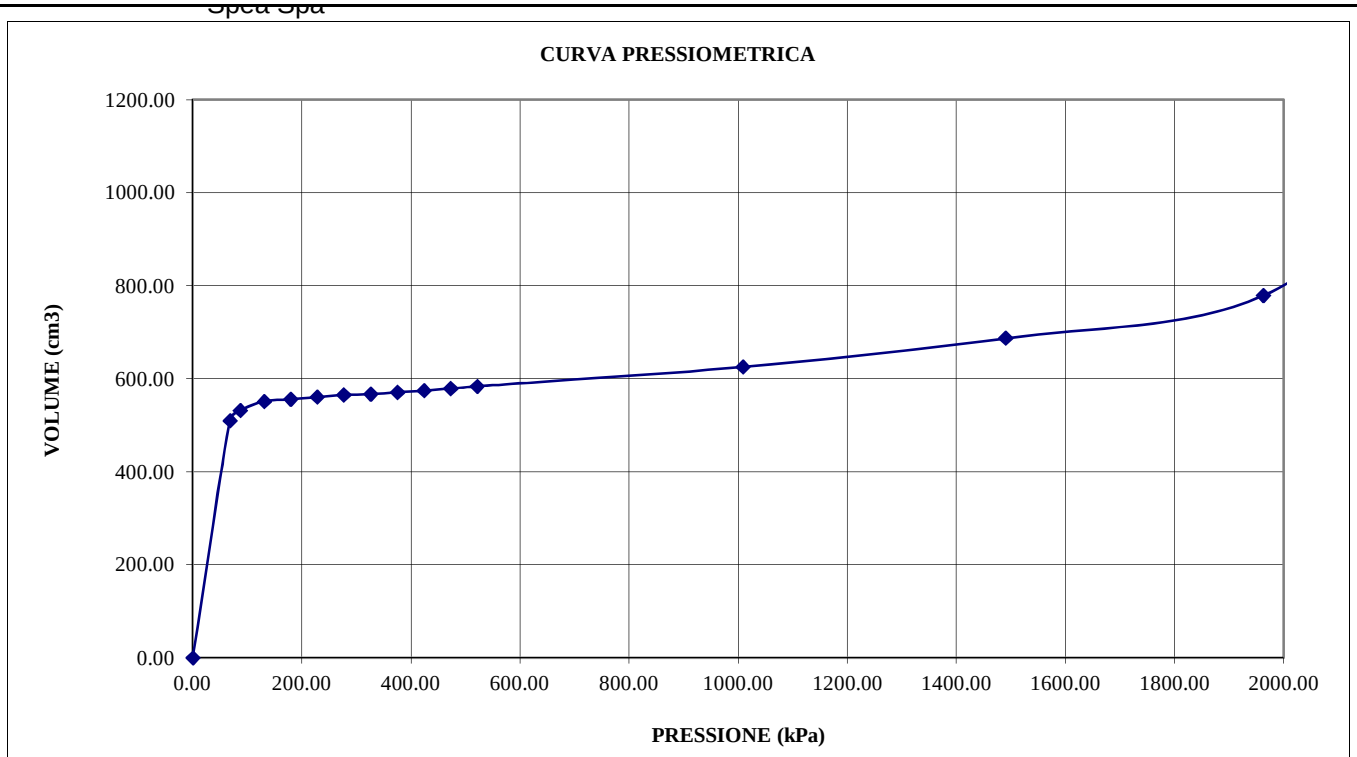
Data :	Documento:	**a = 0.003**	**b = 0.1140**

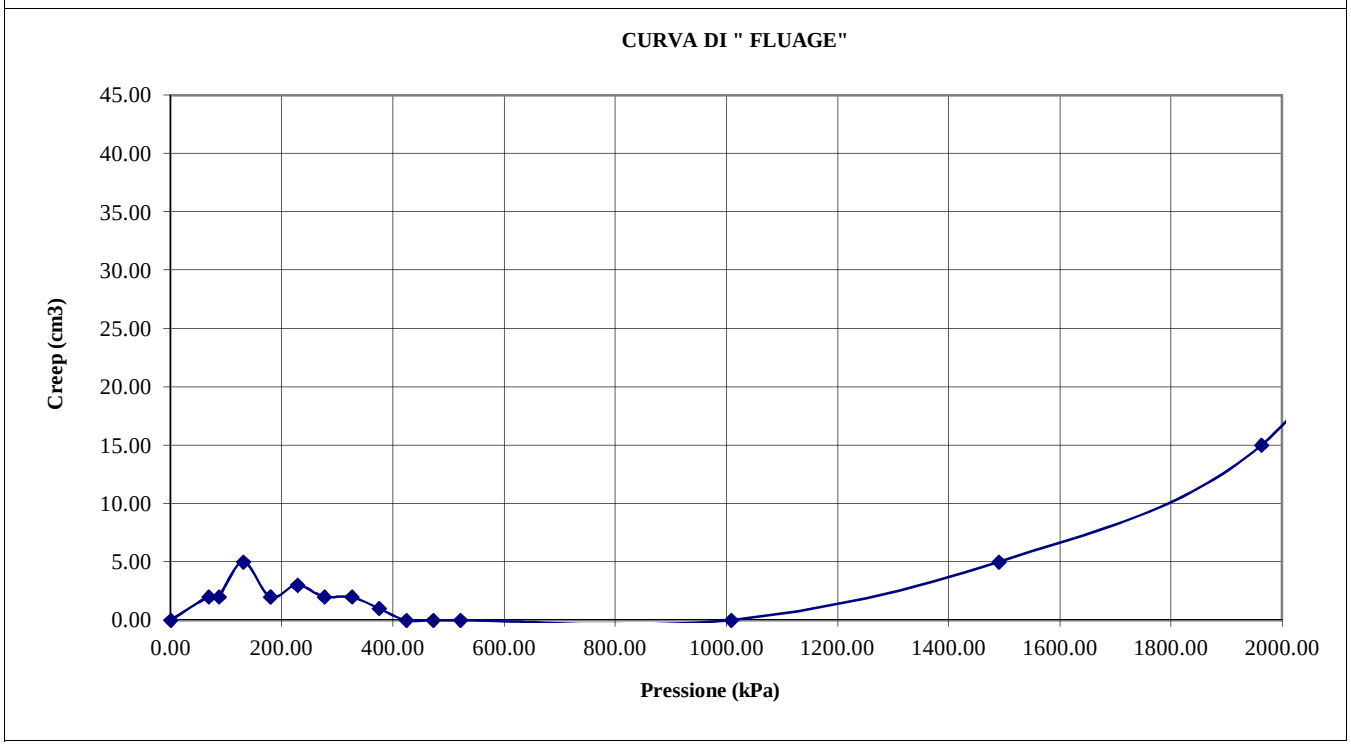
Pressione (kPa)	Tempi (sec.)	Volume letto alla buretta V_R (cm^3)	Volume letto corretto per l'elasticità del sistema Vc (cm3)	Pressione delle celle di guardia (kPa)	Pressione corretta per l'elasticità della membrana ed il carico idraulico (kPa)	Volume totale della cella $V = V_0 + Vc$ (cm^3)	Creep (cm^3)
0.00	30	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	60	0	0.00				
25.00	30	16	15.84	0.00	68.25	509.84	2.00
	60	18	17.84				
50.00	30	38	37.68	0.00	86.70	531.68	2.00
	60	40	39.68				
100.00	30	55	54.35	40.00	130.80	551.35	5.00
	60	60	59.35				
150.00	30	63	62.03	90.00	179.39	556.03	2.00
	60	65	64.03				
200.00	30	67	65.70	140.00	227.99	560.70	3.00
	60	70	68.70				
250.00	30	73	71.38	190.00	276.59	565.38	2.00
	60	75	73.38				
300.00	30	75	73.05	240.00	326.09	567.05	2.00
	60	77	75.05				
350.00	30	80	77.73	290.00	374.98	570.73	1.00
	60	81	78.73				
400.00	30	85	82.40	340.00	423.88	574.40	0.00
	60	85	82.40				
450.00	30	90	87.08	390.00	472.48	579.08	0.00
	60	90	87.08				
500.00	30	95	91.75	440.00	521.08	583.75	0.00
	60	95	91.75				
1000.00	30	140	133.50	940.00	1008.55	625.50	0.00
	60	140	133.50				
1500.00	30	200	190.25	1440.00	1490.03	687.25	5.00
	60	205	195.25				
2000.00	30	285	272.00	1940.00	1962.50	779.00	15.00
	60	300	287.00				
2500.00	30	620	603.75	2440.00	2355.48	1135.75	40.00
	60	660	643.75				
0.00	30	0	0.00	0.00	48.60	492.00	0.00
	60	0	0.00				
0.00	30	0	0.00	0.00	48.60	492.00	0.00
	60	0	0.00				

Note:

ELABORATO PROVA PRESSIOMETRICA IN FORO DI SONDAGGIO (ASTM D 4719 - 00)

Spea Spa





0

FOTO CASSETTE CATALOGATRICI

Sondaggio F4



Box 1 da 0.00 a 5.00 m



Box2 da 5.00 a 10.00 m



Box 3 da 10.00 a 15.00 m



Box 4 da 15.00 a 20.00 m



Box5 da 20.00 a 25.00 m

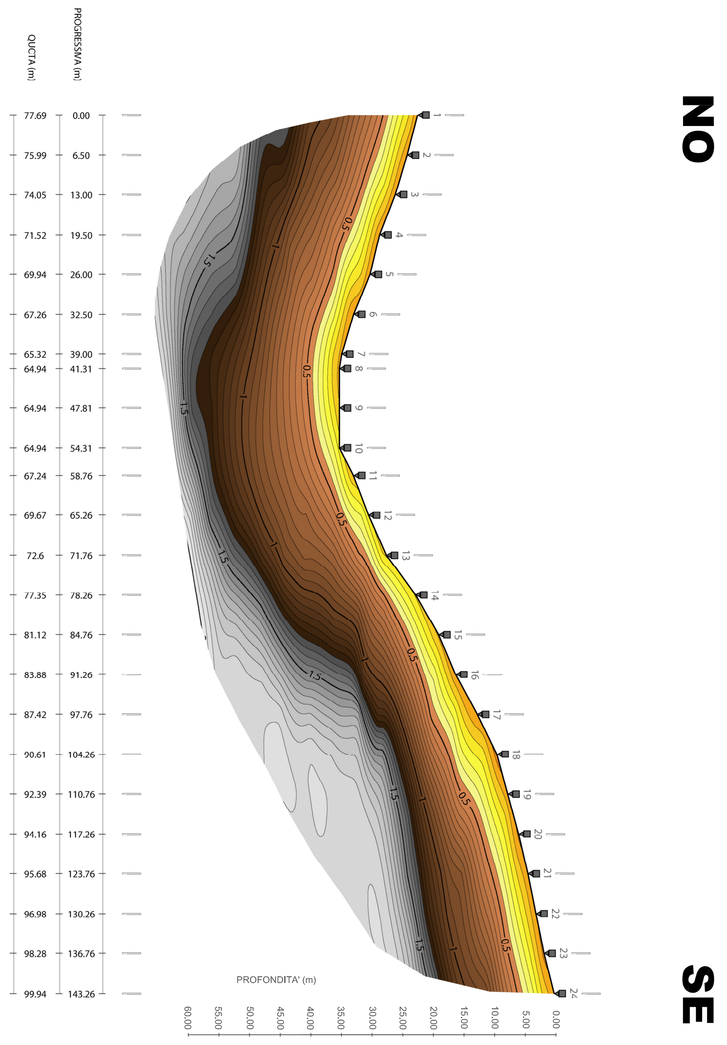


Box6 da 25.00 a 30.00 m

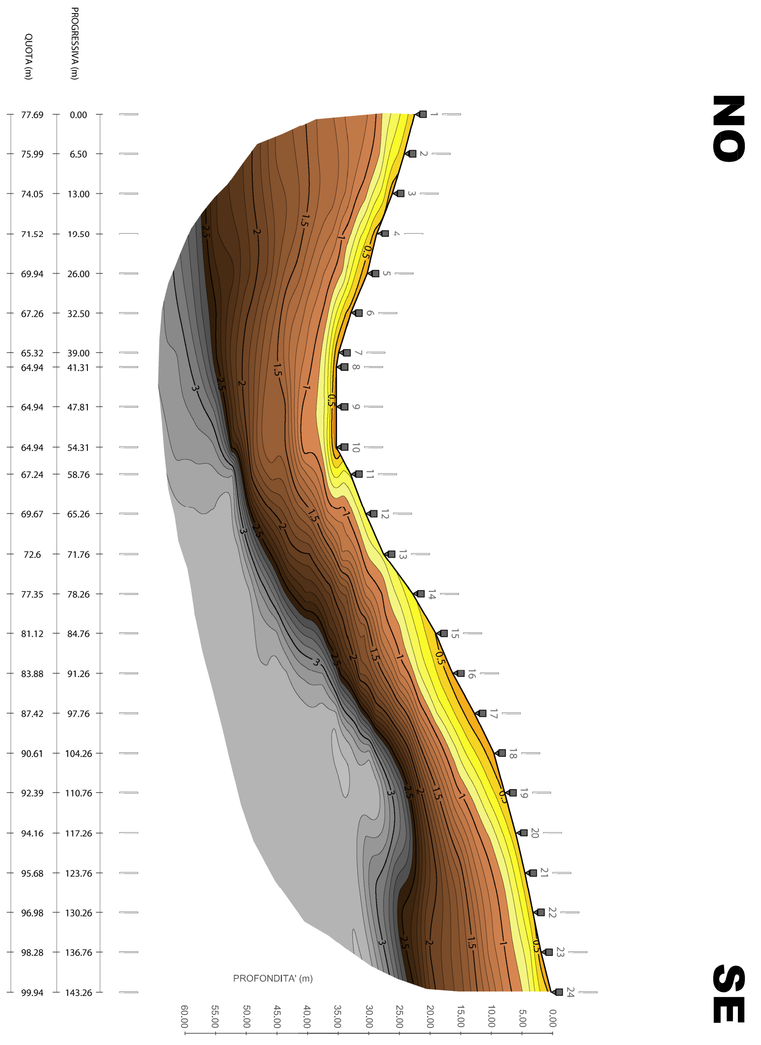


Box 7 da 30.00 a 35.00 m

tomografia onde S



tomografia onde P



MODELLO INTERPRETATIVO

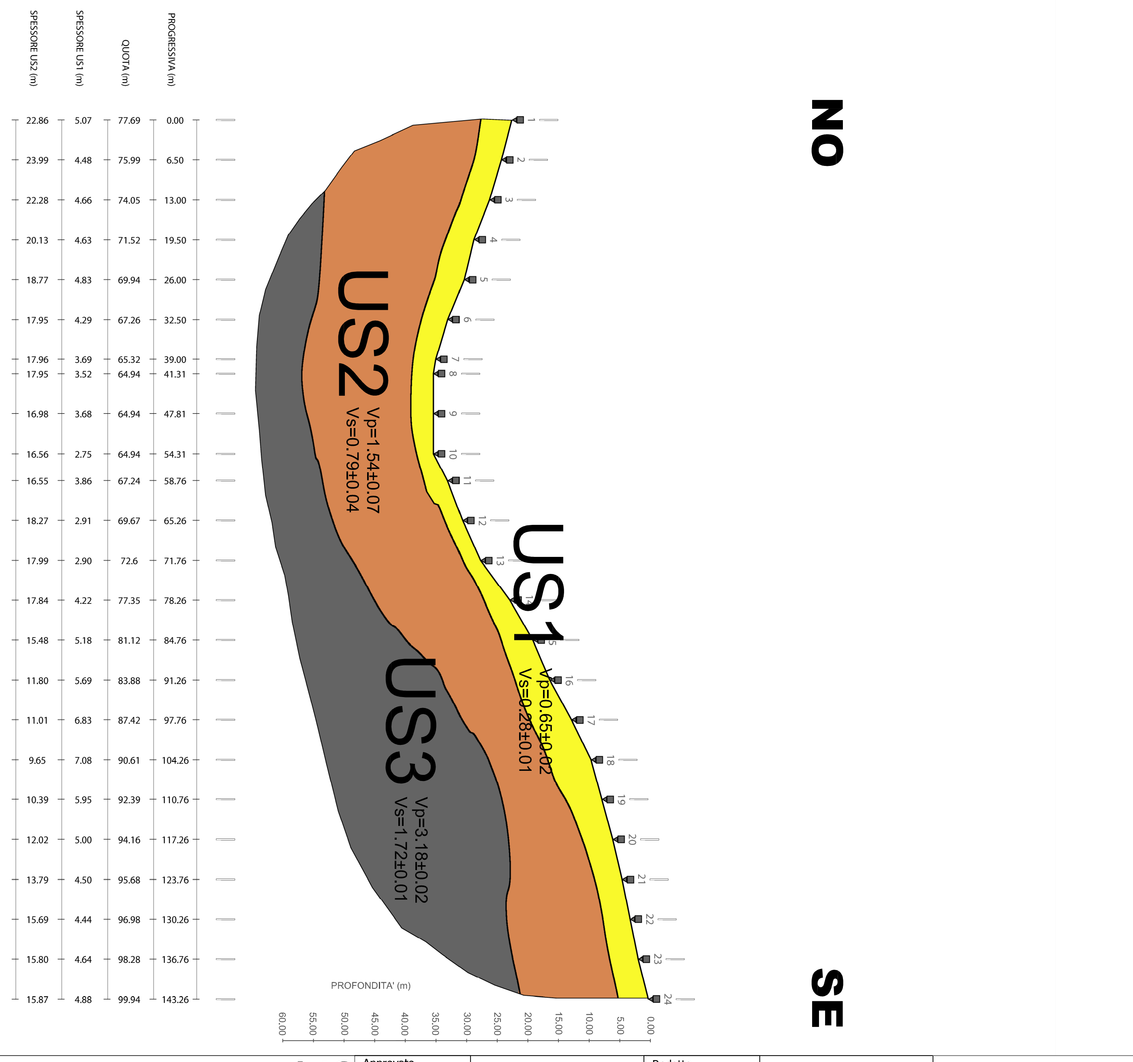


TAVOLA 13

INDAGINE SISMICA ONDE P-S

SEZIONI TOMOGRAFICHE PROFILO SISMICO L13

COMMITTENTE:
Spea
Ingegneria Europea S.p.A.

PROGETTO:
Progetto Definitivo per il Nodo stradale e autostradale di Genova -Gronda di Ponente Lotto 8

scala 1:500
Formato foglio A1

Velocità onde P (km/s): 0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0
Velocità onde S (km/s): 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6 1.7 1.8 1.9 2.0

Approvato
GEOSERVICE s.r.l.

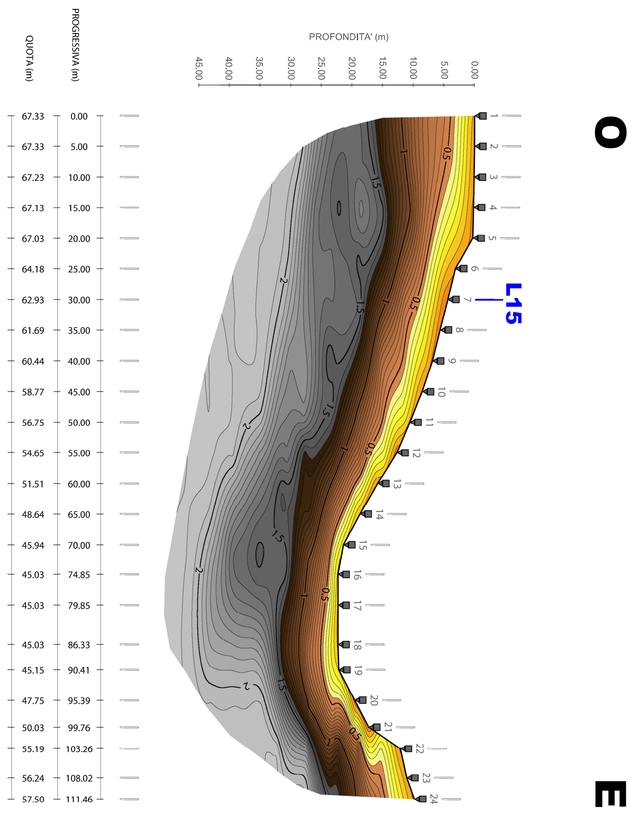
GEOSERVICE
via S.P. per Belmonte del Sannio
86081 Agnone (IS)

Redatto
ENVIA
Studio Associato

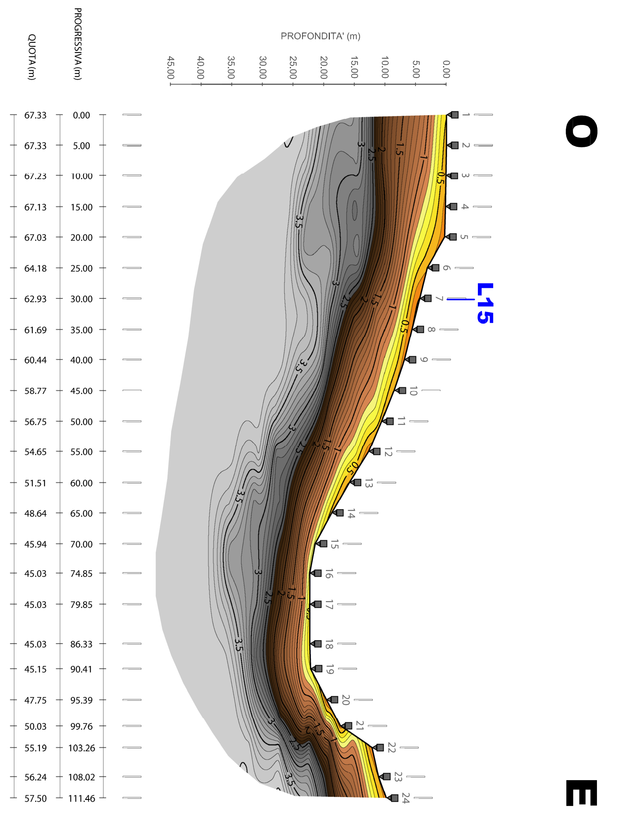
enVia
Via F. Enriques, 8/a
40139 Bologna

Commessa: C001-2011
Data:12/04/2011
Ed.: Finale

tomografia onde S



tomografia onde P



MODELLO INTERPRETATIVO

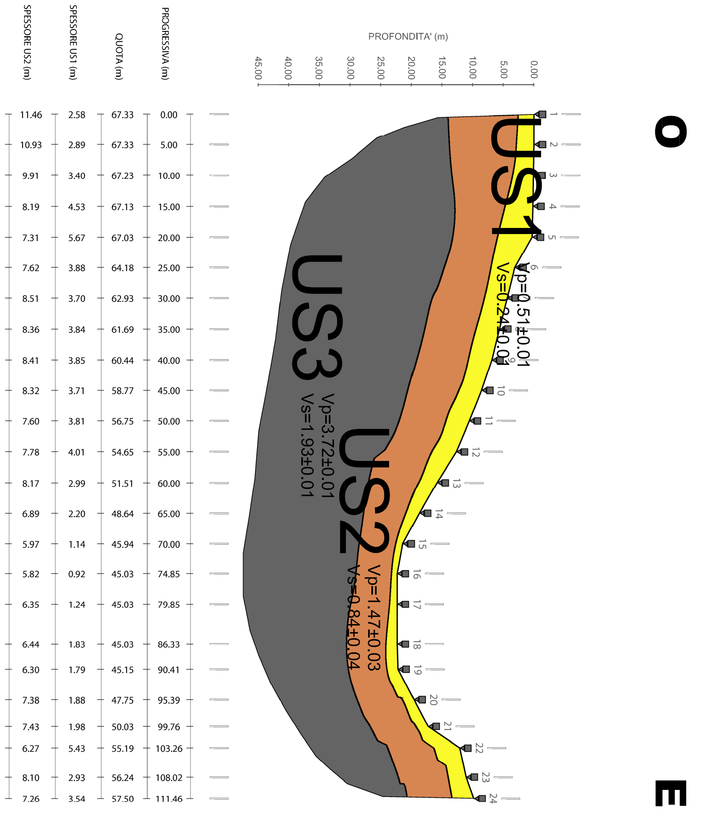


TAVOLA 14

INDAGINE SISMICA ONDE P-S

SEZIONI TOMOGRAFICHE PROFILO SISMICO L14

COMMITTENTE:
Spea
Ingegneria Europea S.p.A.

PROGETTO:
Progetto Definitivo per il Nodo stradale e autostradale di Genova -Gronda di Ponente Lotto 8

scala 1:500
Formato foglio A1

Velocità onde P (km/s)
0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5
Velocità onde S (km/s)
0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6 1.7 1.8 1.9 2.0 2.1 2.2 2.3 2.4 2.5

Approvato
GEOSERVICE s.r.l.

GEOSERVICE
via S.P. per Belmonte del Sannio
86081 Agnone (IS)

Redatto
ENVIA
Studio Associato

enVia
Via F. Enriques, 8/a
40139 Bologna

Commessa: C001-2011
Data:12/04/2011
Ed.: Finale

ALLEGATO 8 - Prove di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI
LABORATORIO TERRE E ROCCE - PROVE IN SITU - GEOFISICA
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV)
tel. 019/2100241

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

VV24-VV25

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

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: 29/03/11
Certificato n°: 1039

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE

Committente: Spea S.p.A.	**Sondaggio: VV24**
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova	**Campione: C1**
Località: Lotto 8 - Genova	**Profondità: 1,60 - 2,00 m**
Verbale di accettazione n°: 143	**Data esecuzione prova: 22/02/11**
Data verbale: 25/10/10	**Specifica di prova: ASTM D2488-93- D4648-00**
Note:	**Rep: 10/134**

Contenitore del campione		**Inox**		**PVC**
		Vetro	**X**	**Sacchetto**
Dimensioni del campione		**<2"**	**X**	**<4"**
		<3"		**>4"**
Condizioni del materiale		**Buone**		**Rammollito**
		Mediocri		**Strati piegati**
		Cattive	**X**	**Rimescolato**

Descrizione del campione

Sabbia con ghiaia limosa debolmente argillosa di colore marrone.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

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: 29/03/11

ANALISI GRANULOMETRICA

Certificato n° 1040

Committente: Spea S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/10
Note: peso specifico stimato

Sondaggio: VV24
Campione: C1
Profondità: 1,60 - 2,00 m
Data esecuzione prova: 14-21/03/11
Specifica di prova: ASTM D421-93/D422-90
Rep: 10/134

Analisi con setacci — **M (gr) = 1514,59**

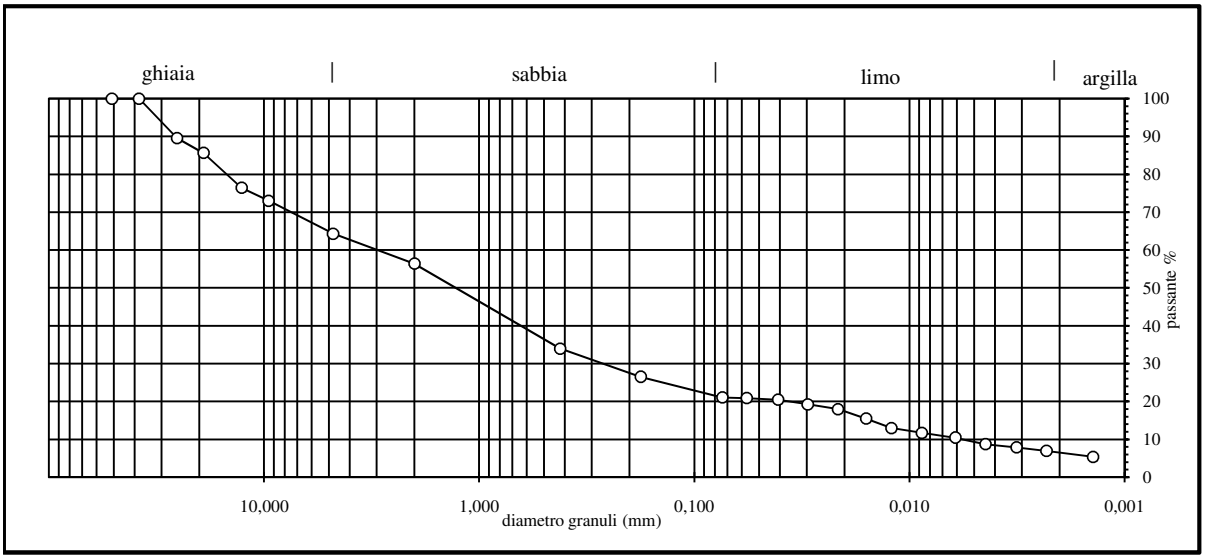
Setacci ASTM N°	Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %
2"	**50,8**	0,00	0,00	0,00	100,00
1" 1/2	**38,10**	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	**25,40**	157,71	10,41	10,41	89,59
3/4"	**19,10**	59,19	3,91	14,32	85,68
1/2"	**12,70**	139,48	9,21	23,53	76,47
3/8"	**9,52**	51,94	3,43	26,96	73,04
4	**4,76**	131,78	8,70	35,66	64,34
10	**2,00**	119,98	7,92	43,58	56,42
40	**0,42**	340,38	22,47	66,05	33,95
80	**0,177**	113,26	7,48	73,53	26,47
200	**0,074**	81,45	5,38	78,91	21,09
Fondo		319,45			

Analisi con areometro

Areometro n°	**1**
Areometro tipo	**152 H**
Dispersivo	*esametafosfato di sodio*
Correz. dispersivo Cd	**-1**
Correz. menisco Cm	**0,5**
Correz. temperatura Ct	**-4+0,25*T**
Campione secco Psp (g)	**50**
Data preparaz. soluzione	*01/03/2011*
Peso spec.f<0 ,074 (Gs) =	**2,72**
Costante K =	**0,986**

Tempo **min**	Temperatura **°C**	Lettura **R**	Lettura corr. **R'=R+Cm**	Corr. Temp. **Ct**	ϕ grani **mm**	Lettura ridotta **R"=R'+Cd+Ct**	% Parziale **KR"**	% Somma **KR"X**
0,5	15,0	51,0	51,5	-0,25	0,0571	50,25	99,09	20,90
1	15,0	50,0	50,5	-0,25	0,0407	49,25	97,12	20,48
2	15,0	47,0	47,5	-0,25	0,0296	46,25	91,21	19,24
4	15,0	44,0	44,5	-0,25	0,0215	43,25	85,29	17,99
8	15,0	38,0	38,5	-0,25	0,0159	37,25	73,46	15,49
15	15,0	32,0	32,5	-0,25	0,0121	31,25	61,63	13,00
30	15,0	29,0	29,5	-0,25	0,0088	28,25	55,71	11,75
60	18,0	25,0	25,5	0,50	0,0061	25,00	49,30	10,40
120	18,0	21,0	21,5	0,50	0,0044	21,00	41,41	8,73
240	18,0	19,0	19,5	0,50	0,0032	19,00	37,47	7,90
480	17,0	17,0	17,5	0,25	0,0023	16,75	33,03	6,97
1440	14,0	14,0	14,5	-0,50	0,0014	13,00	25,64	5,41

UNI: Sabbia con ghiaia limosa deb.argil.	USCS	CNR-UNI	ϕ max (mm)	% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
	SM	**A1-b**	**25,40**	**35,66**	**43,25**	**14,64**	**6,45**



Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

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

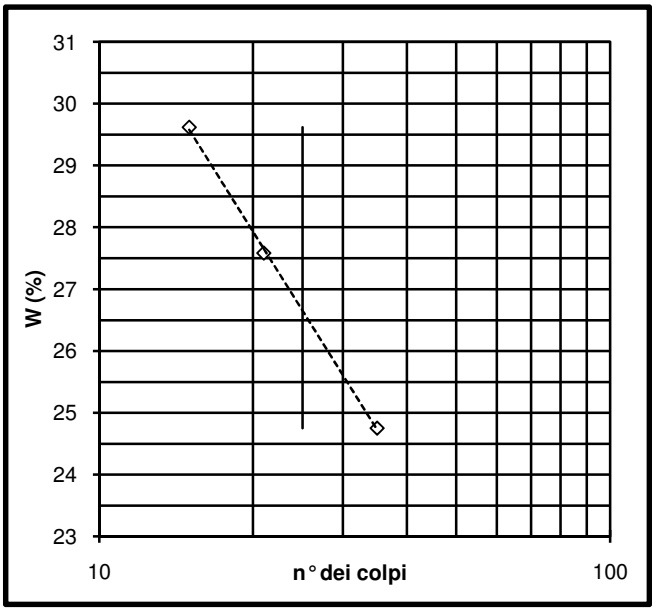
Data emissione: 29/03/11
Certificato n° 1041

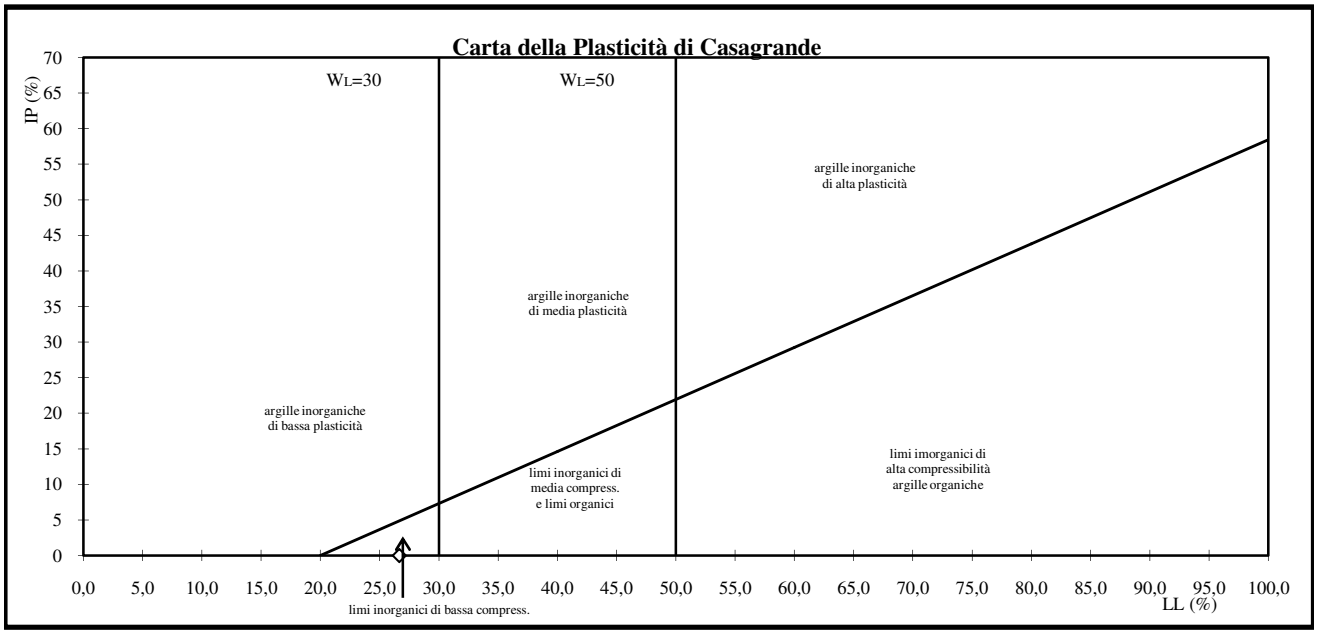
LIMITI DI CONSISTENZA

Committente: Spea S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/10
Note:

Sondaggio: VV24
Campione: C1
Profondità: 1,60 - 2,00 m
Data esecuzione prova: 15-16/03/11
Specifica di prova: ASTM D4318-00
Rep: 10/134

Limite liquido		**LL (%) =**	**26,7**
Contenitore	1	2	3
Massa umida + t (g)	50,31	45,68	60,63
Massa secca + t (g)	48,13	42,93	58,13
Massa acqua contenuta (g)	2,18	2,75	2,50
Tara t (g)	40,77	32,96	48,03
Massa secca netta (g)	7,36	9,97	10,10
Contenuto d'acqua W (%)	29,62	27,58	24,75
Numero colpi	15	21	35
Limite plastico		**LP (%) =**	**N.P.**
Contenitore			
Massa umida + t (g)			
Massa secca + t (g)			
Massa acqua contenuta (g)			
Tara t (g)			
Massa secca (g)			
Contenuto d'acqua W (%)			
Indice di Plasticità	*(LL-LP) =*	**IP**	**N.P.**





Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

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: 29/03/11
Certificato n°: 1042

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE

Committente: Spea S.p.A.	**Sondaggio: VV24**
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova	**Campione: C2**
Località: Lotto 8 - Genova	**Profondità: 4,50 - 4,90 m**
Verbale di accettazione n°: 143	**Data esecuzione prova: 22/02/11**
Data verbale: 25/10/10	**Specifica di prova: ASTM D2488-93- D4648-00**
Note:	**Rep: 10/134**

Contenitore del campione		**Inox**		**PVC**
		Vetro	**X**	**Sacchetto**
Dimensioni del campione		**<2"**	**X**	**<4"**
		<3"		**>4"**
Condizioni del materiale		**Buone**		**Rammollito**
		Mediocri		**Strati piegati**
		Cattive	**X**	**Rimescolato**

Descrizione del campione

Sabbia con ghiaia limosa debolmente argillosa di colore marrone.
Presenza di alcune fibre di amianto.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

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: 29/03/11
Certificato n° 1043

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente: Spea S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/10
Note: peso specifico stimato

Sondaggio: VV24
Campione: C2
Profondità: 4,50 - 4,90 m
Data esecuzione prova: 11-16/03/11
Specifica di prova: ASTM D421-93/D422-90
Rep: 10/134

Analisi con setacci — **M (gr) = 1287,85**

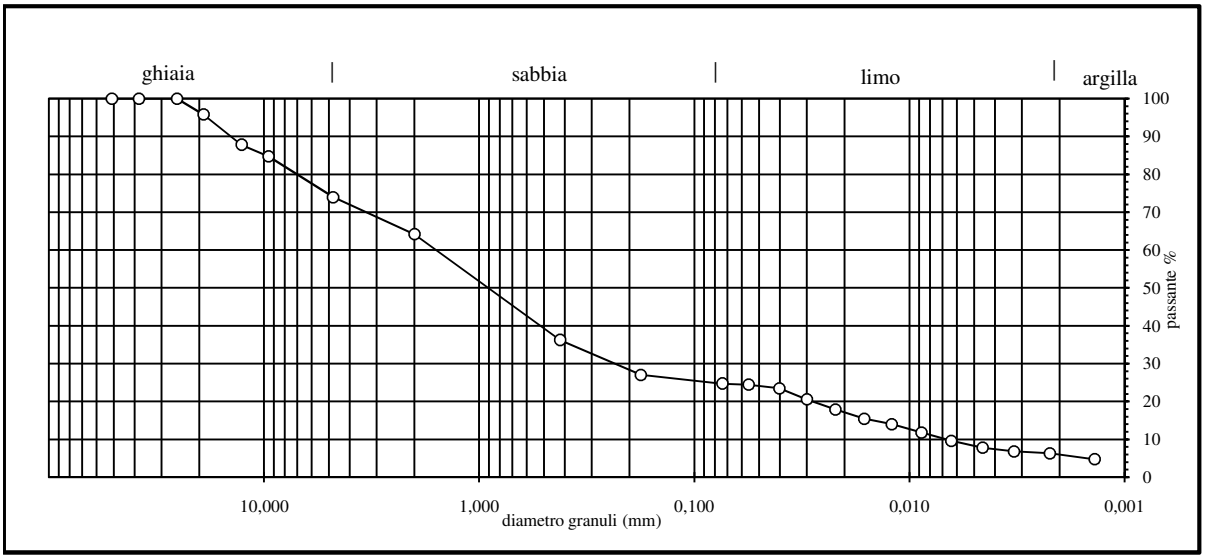
Setacci ASTM N°	Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %
2"	**50,8**	0,00	0,00	0,00	100,00
1" 1/2	**38,10**	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	**25,40**	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	**19,10**	53,63	4,16	4,16	95,84
1/2"	**12,70**	103,90	8,07	12,23	87,77
3/8"	**9,52**	38,75	3,01	15,24	84,76
4	**4,76**	139,05	10,80	26,04	73,96
10	**2,00**	125,73	9,76	35,80	64,20
40	**0,42**	360,73	28,01	63,81	36,19
80	**0,177**	117,88	9,15	72,96	27,04
200	**0,074**	30,15	2,34	75,30	24,70
Fondo		318,05			

Analisi con areometro

Areometro n°	**1**
Areometro tipo	**152 H**
Dispersivo	*esametafosfato di sodio*
Correz. dispersivo Cd	**-1**
Correz. menisco Cm	**0,5**
Correz. temperatura Ct	**-4+0,25*T**
Campione secco Psp (g)	**50**
Data preparaz. soluzione	*01/03/2011*
Peso spec.f<0 ,074 (Gs) =	**2,72**
Costante K =	**0,986**

Tempo **min**	Temperatura **°C**	Lettura **R**	Lettura corr. **R'=R+Cm**	Corr. Temp. **Ct**	ϕ grani **mm**	Lettura ridotta **R"=R'+Cd+Ct**	% Parziale **KR"**	% Somma **KR"X**
0,5	17,0	50,5	51,0	0,25	0,0559	50,25	99,09	24,47
1	17,0	48,5	49,0	0,25	0,0403	48,25	95,15	23,50
2	17,0	42,5	43,0	0,25	0,0300	42,25	83,32	20,58
4	17,0	37,0	37,5	0,25	0,0221	36,75	72,47	17,90
8	17,0	32,0	32,5	0,25	0,0162	31,75	62,61	15,46
15	17,0	29,0	29,5	0,25	0,0121	28,75	56,70	14,00
30	17,0	24,5	25,0	0,25	0,0088	24,25	47,82	11,81
60	17,0	20,0	20,5	0,25	0,0064	19,75	38,95	9,62
120	18,0	16,0	16,5	0,50	0,0046	16,00	31,55	7,79
240	18,0	14,0	14,5	0,50	0,0033	14,00	27,61	6,82
480	22,0	12,0	12,5	1,50	0,0022	13,00	25,64	6,33
1440	17,0	10,0	10,5	0,25	0,0014	9,75	19,23	4,75

UNI: Sabbia con ghiaia limosa deb.argil.	**USCS**	**CNR-UNI**	**ϕ max (mm)**	**% ghiaia**	**% sabbia**	**% limo**	**% argilla**
	SM	**A1-b**	**19,10**	**26,04**	**49,27**	**18,78**	**5,91**



Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

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

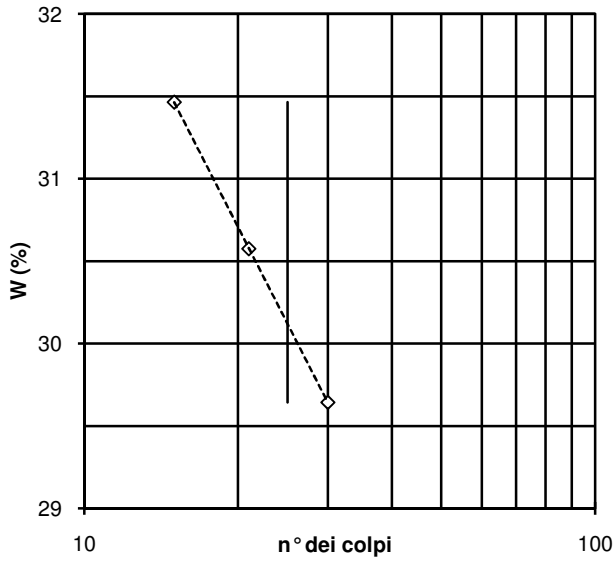
Data emissione: 29/03/11
Certificato n° 1044

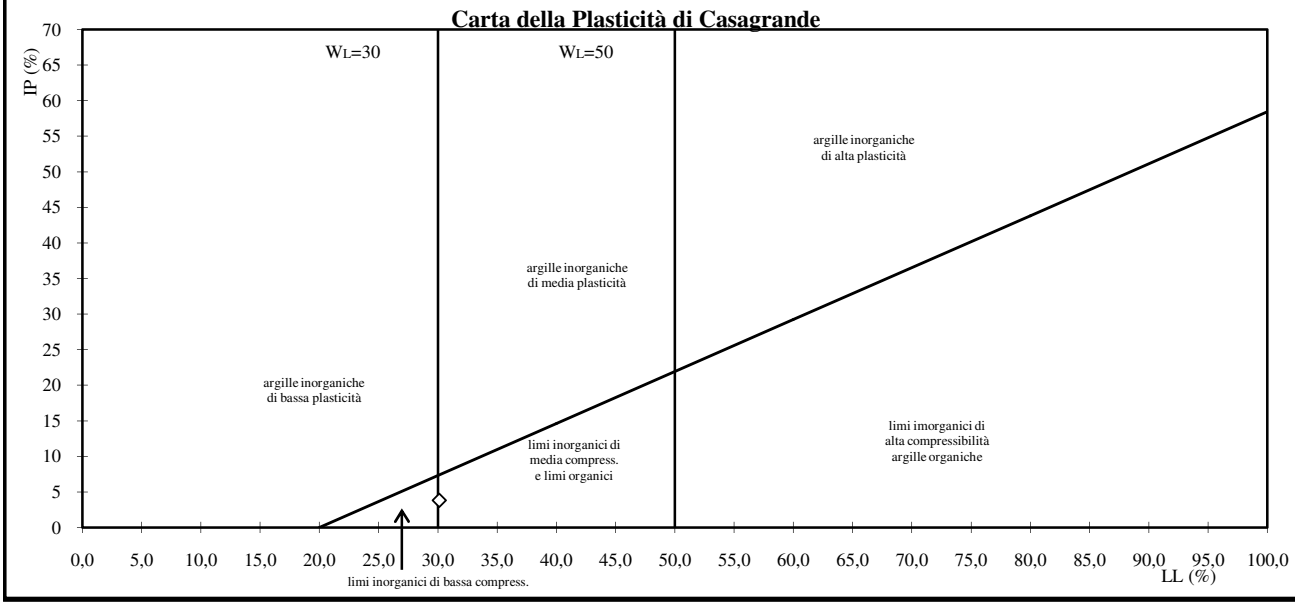
LIMITI DI CONSISTENZA

Committente: Spea S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/10
Note:

Sondaggio: VV24
Campione: C2
Profondità: 4,50 - 4,90 m
Data esecuzione prova: 15-16/03/11
Specifica di prova: ASTM D4318-00
Rep: 10/134

Limite liquido		**LL (%) =**	**30,1**
Contenitore	1	2	3
Massa umida + t (g)	53,63	55,46	58,43
Massa secca + t (g)	51,33	53,28	55,27
Massa acqua contenuta (g)	2,30	2,18	3,16
Tara t (g)	44,02	46,15	44,61
Massa secca netta (g)	7,31	7,13	10,66
Contenuto d'acqua W (%)	31,46	30,58	29,64
Numero colpi	15	21	30
Limite plastico		**LP (%) =**	**26,3**
Contenitore		A	B
Massa umida + t (g)		17,11	16,54
Massa secca + t (g)		15,47	15,01
Massa acqua contenuta (g)		1,64	1,53
Tara t (g)		9,20	9,23
Massa secca (g)		6,27	5,78
Contenuto d'acqua W (%)		26,16	26,47
Indice di Plasticità	*(LL-LP) =*	**IP**	**3,8**





Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

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: 29/03/11
Certificato n°: 1045

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE

Committente: Spea S.p.A.	**Sondaggio: VV24**
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova	**Campione: C3**
Località: Lotto 8 - Genova	**Profondità: 6,00 - 6,30 m**
Verbale di accettazione n°: 143	**Data esecuzione prova: 22/02/11**
Data verbale: 25/10/10	**Specifica di prova: ASTM D2488-93- D4648-00**
Note:	**Rep: 10/134**

Contenitore del campione		**Inox**		**PVC**
		Vetro	**X**	**Sacchetto**
Dimensioni del campione		**<2"**	**X**	**<4"**
		<3"		**>4"**
Condizioni del materiale		**Buone**		**Rammollito**
		Mediocri		**Strati piegati**
		Cattive	**X**	**Rimescolato**

Descrizione del campione

Ghiaia con sabbia limosa e tracce di argilla marrone.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

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: 29/03/11

ANALISI GRANULOMETRICA

Certificato n° 1046

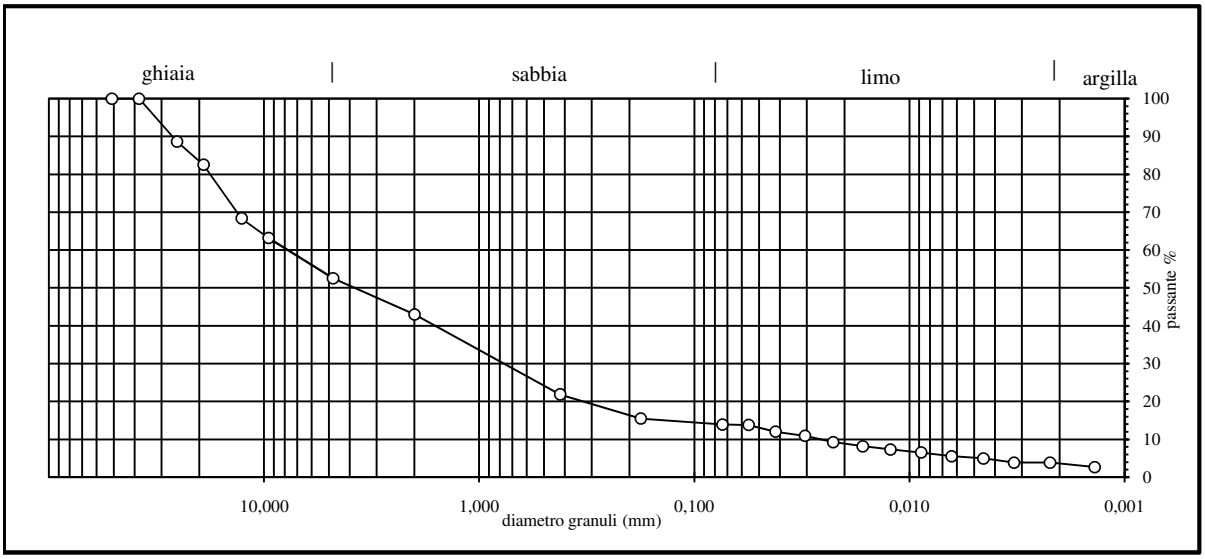
Committente: Spea S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/10
Note: peso specifico stimato

Sondaggio: VV24
Campione: C3
Profondità: 6,00 - 6,30 m
Data esecuzione prova: 11-16/03/11
Specifica di prova: ASTM D421-93/D422-90
Rep: 10/134

Analisi con setacci			**M (gr) =**	**1670,34**		*Analisi con areometro*	
Setacci ASTM N°	Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %		
2"	**50,8**	0,00	0,00	0,00	100,00	*Areometro n°*	**1**
1" 1/2	**38,10**	0,00	0,00	0,00	100,00	*Areometro tipo*	**152 H**
1"	**25,40**	189,30	11,33	11,33	88,67	*Dispersivo*	*esametafosfato di sodio*
3/4"	**19,10**	102,21	6,12	17,45	82,55	*Correz. dispersivo Cd*	**-1**
1/2"	**12,70**	237,69	14,23	31,68	68,32	*Correz. menisco Cm*	**0,5**
3/8"	**9,52**	85,50	5,12	36,80	63,20	*Correz. temperatura Ct*	**-4+0,25*T**
4	**4,76**	178,32	10,68	47,48	52,52	*Campione secco Psp (g)*	**50**
10	**2,00**	158,91	9,51	56,99	43,01	*Data preparaz. soluzione*	*01/03/2011*
40	**0,42**	353,97	21,19	78,18	21,82	*Peso spec.f<0 ,074 (Gs) =*	**2,72**
80	**0,177**	105,33	6,31	84,49	15,51	*Costante K =*	**0,986**
200	**0,074**	26,34	1,58	86,06	13,94		
Fondo		232,77					

Tempo **min**	Temperatura °C	Lettura **R**	Lettura corr. **R'=R+Cm**	Corr. Temp. **Ct**	ϕ grani **mm**	Lettura ridotta **R"=R'+Cd+Ct**	% Parziale **KR"**	% Somma **KR"X**
0,5	17,0	50,5	51,0	0,25	0,0559	50,25	99,09	13,81
1	17,0	44,0	44,5	0,25	0,0418	43,75	86,28	12,02
2	17,0	40,0	40,5	0,25	0,0306	39,75	78,39	10,92
4	17,0	34,0	34,5	0,25	0,0226	33,75	66,56	9,27
8	17,0	30,0	30,5	0,25	0,0164	29,75	58,67	8,18
15	17,0	27,0	27,5	0,25	0,0122	26,75	52,75	7,35
30	17,0	24,0	24,5	0,25	0,0088	23,75	46,84	6,53
60	17,0	20,5	21,0	0,25	0,0064	20,25	39,93	5,56
120	18,0	18,0	18,5	0,50	0,0045	18,00	35,50	4,95
240	18,0	14,0	14,5	0,50	0,0033	14,00	27,61	3,85
480	22,0	13,0	13,5	1,50	0,0022	14,00	27,61	3,85
1440	17,0	10,0	10,5	0,25	0,0014	9,75	19,23	2,68

UNI: Ghiaia con sabbia lim.rara argilla	**USCS**	**CNR-UNI**	**ϕ max (mm)**	**% ghiaia**	**% sabbia**	**% limo**	**% argilla**
	GM	**A1-a**	**25,40**	**47,48**	**38,59**	**10,39**	**3,55**



Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

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

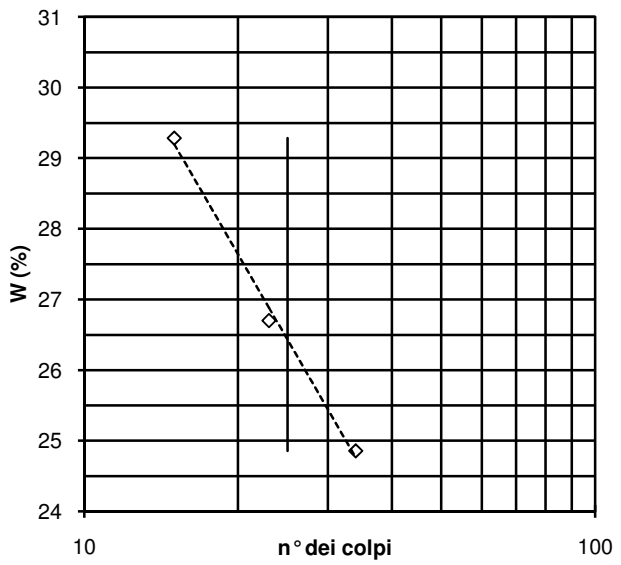
Data emissione: 29/03/11
Certificato n° 1047

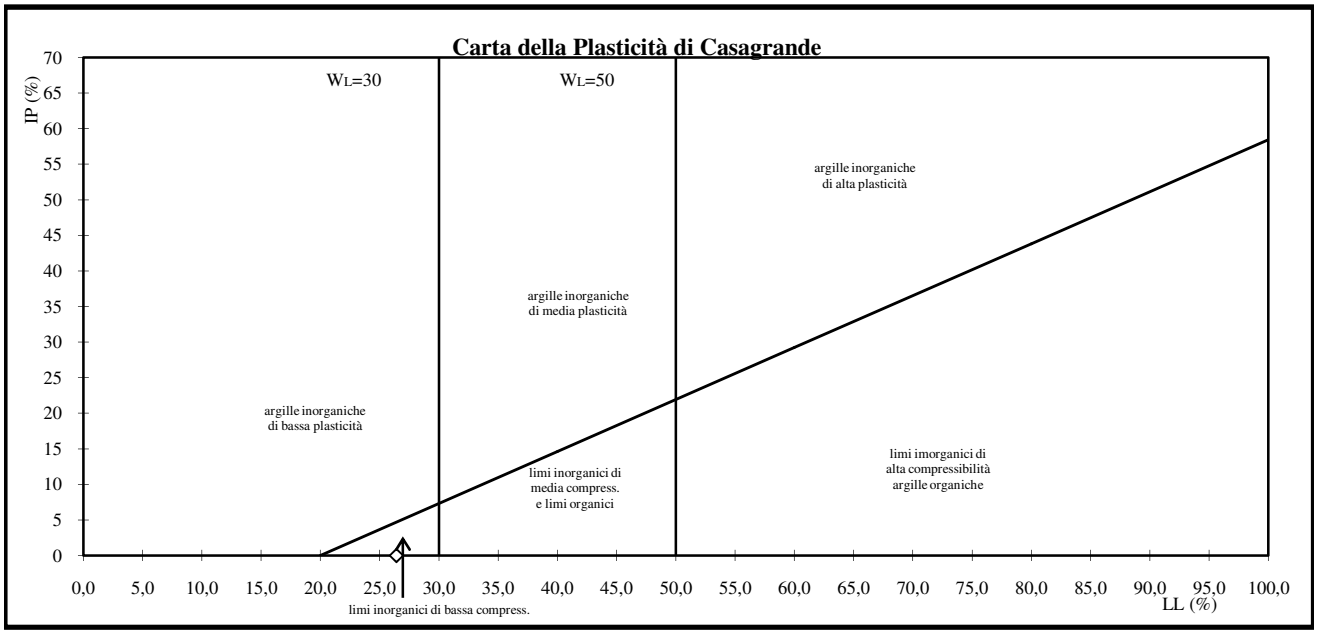
LIMITI DI CONSISTENZA

Committente: Spea S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/10
Note:

Sondaggio: VV24
Campione: C3
Profondità: 6,00 - 6,30 m
Data esecuzione prova: 16-18/03/11
Specifica di prova: ASTM D4318-00
Rep: 10/134

Limite liquido		**LL (%) =**	**26,4**
Contenitore	1	2	3
Massa umida + t (g)	58,17	57,15	59,16
Massa secca + t (g)	55,59	53,89	56,07
Massa acqua contenuta (g)	2,58	3,26	3,09
Tara t (g)	46,78	41,68	43,64
Massa secca netta (g)	8,81	12,21	12,43
Contenuto d'acqua W (%)	29,28	26,70	24,86
Numero colpi	15	23	34
Limite plastico		**LP (%) =**	**N.P.**
Contenitore			
Massa umida + t (g)			
Massa secca + t (g)			
Massa acqua contenuta (g)			
Tara t (g)			
Massa secca (g)			
Contenuto d'acqua W (%)			
Indice di Plasticità	*(LL-LP) =*	**IP**	**N.P.**





Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

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: 29/03/11
Certificato n°: 1048

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE

Committente: Spea S.p.A.	**Sondaggio: VV25**
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova	**Campione: C1**
Località: Lotto 8 - Genova	**Profondità: 2,40 - 2,70 m**
Verbale di accettazione n°: 143	**Data esecuzione prova: 22/02/11**
Data verbale: 25/10/10	**Specifica di prova: ASTM D2488-93- D4648-00**
Note:	**Rep: 10/134**

Contenitore del campione		**Inox**		**PVC**
		Vetro	**X**	**Sacchetto**
Dimensioni del campione		**<2"**	**X**	**<4"**
		<3"		**>4"**
Condizioni del materiale		**Buone**		**Rammollito**
		Mediocri		**Strati piegati**
		Cattive	**X**	**Rimescolato**

Descrizione del campione

Ghiaia sabbiosa limosa debolmente argillosa marrone.
Presenza di rare fibre di amianto.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

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: 29/03/11
Certificato n° 1049

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente: Spea S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/10
Note: peso specifico stimato

Sondaggio: VV25
Campione: C1
Profondità: 2,40 - 2,70 m
Data esecuzione prova: 14-21/03/11
Specifica di prova: ASTM D421-93/D422-90
Rep: 10/134

Analisi con setacci — **M (gr) = 1607,82**

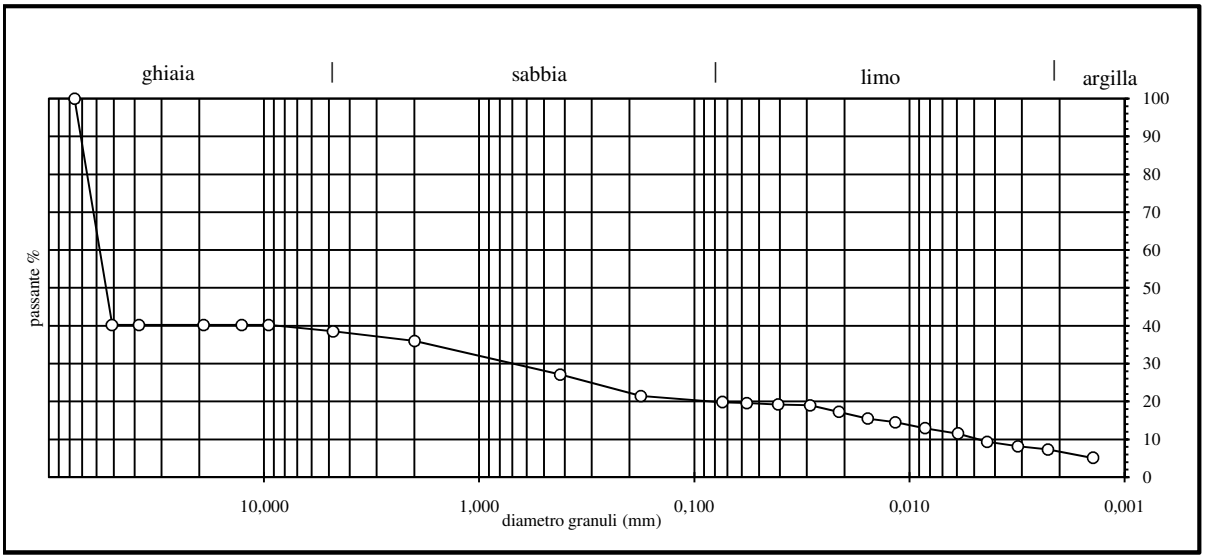
Setacci ASTM N°	Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %
3"	**76**	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	**50,8**	960,81	59,76	59,76	40,24
1" 1/2	**38,10**	0,00	0,00	59,76	40,24
3/4"	**19,10**	0,00	0,00	59,76	40,24
1/2"	**12,70**	0,00	0,00	59,76	40,24
3/8"	**9,52**	0,00	0,00	59,76	40,24
4	**4,76**	27,38	1,70	61,46	38,54
10	**2,00**	40,95	2,55	64,01	35,99
40	**0,42**	143,00	8,89	72,90	27,10
80	**0,177**	91,00	5,66	78,56	21,44
200	**0,074**	26,55	1,65	80,21	19,79
Fondo		318,14			

Analisi con areometro

Areometro n°	**1**
Areometro tipo	**152 H**
Dispersivo	*esametafosfato di sodio*
Correz. dispersivo Cd	**-1**
Correz. menisco Cm	**0,5**
Correz. temperatura Ct	**-4+0,25*T**
Campione secco Psp (g)	**50**
Data preparaz. soluzione	*01/03/2011*
Peso spec.f<0 ,074 (Gs) =	**2,72**
Costante K =	**0,986**

Tempo **min**	Temperatura **°C**	Lettura **R**	Lettura corr. **R'=R+Cm**	Corr. Temp. **Ct**	ϕ grani **mm**	Lettura ridotta **R"=R'+Cd+Ct**	% Parziale **KR"**	% Somma **KR"X**
0,5	15,0	51,0	51,5	-0,25	0,0571	50,25	99,09	19,61
1	15,0	50,0	50,5	-0,25	0,0407	49,25	97,12	19,22
2	15,0	49,5	50,0	-0,25	0,0289	48,75	96,14	19,02
4	15,0	45,0	45,5	-0,25	0,0213	44,25	87,26	17,27
8	15,0	40,5	41,0	-0,25	0,0156	39,75	78,39	15,51
15	15,0	38,0	38,5	-0,25	0,0116	37,25	73,46	14,53
30	15,0	34,0	34,5	-0,25	0,0085	33,25	65,57	12,97
60	18,0	29,5	30,0	0,50	0,0059	29,50	58,17	11,51
120	18,0	24,0	24,5	0,50	0,0044	24,00	47,33	9,36
240	18,0	21,0	21,5	0,50	0,0031	21,00	41,41	8,19
480	17,0	19,0	19,5	0,25	0,0023	18,75	36,98	7,32
1440	14,0	14,0	14,5	-0,50	0,0014	13,00	25,64	5,07

UNI: Ghiaia sabb.lim.deb.argill.	USCS	CNR-UNI	ϕ max (mm)	% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
	GM	**A1-b**	**50,80**	**61,46**	**18,75**	**13,17**	**6,62**



Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

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

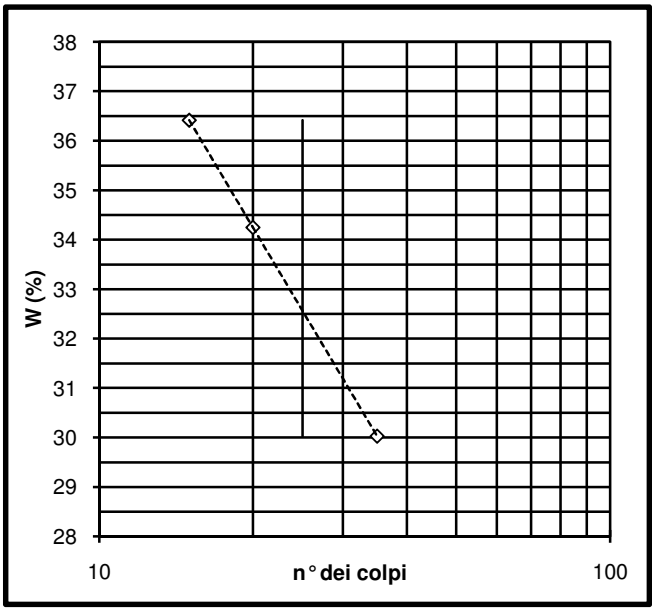
Data emissione: 29/03/11
Certificato n° 1050

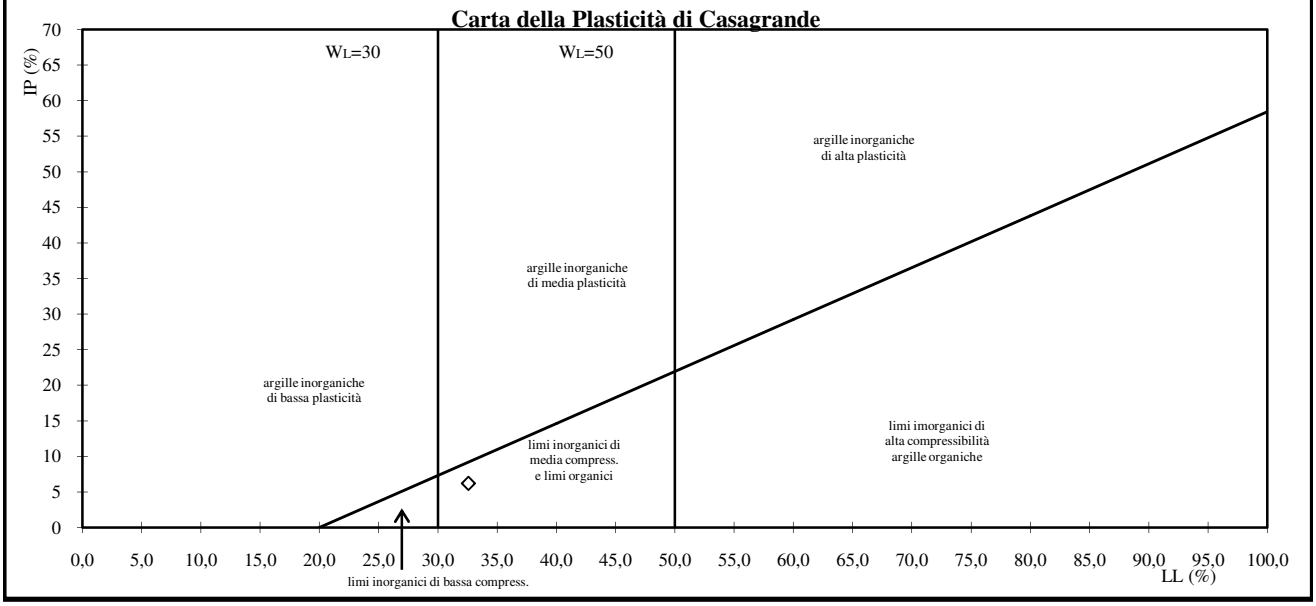
LIMITI DI CONSISTENZA

Committente: Spea S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/10
Note:

Sondaggio: VV25
Campione: C1
Profondità: 2,40 - 2,70 m
Data esecuzione prova: 15-16/03/11
Specifica di prova: ASTM D4318-00
Rep: 10/134

Limite liquido		**LL (%) =**	**32,6**
Contenitore	1	2	3
Massa umida + t (g)	58,81	56,28	53,28
Massa secca + t (g)	55,82	53,15	50,95
Massa acqua contenuta (g)	2,99	3,13	2,33
Tara t (g)	47,61	44,01	43,19
Massa secca netta (g)	8,21	9,14	7,76
Contenuto d'acqua W (%)	36,42	34,25	30,03
Numero colpi	15	20	35
Limite plastico		**LP (%) =**	**26,4**
Contenitore		A	B
Massa umida + t (g)		18,90	17,55
Massa secca + t (g)		16,89	15,79
Massa acqua contenuta (g)		2,01	1,76
Tara t (g)		9,29	9,10
Massa secca (g)		7,60	6,69
Contenuto d'acqua W (%)		26,45	26,31
Indice di Plasticità	*(LL-LP) =*	**IP**	**6,2**





Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

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: 29/03/11
Certificato n°: 1051

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE

Committente: Spea S.p.A.	**Sondaggio: VV25**
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova	**Campione: C2**
Località: Lotto 8 - Genova	**Profondità: 3,20 - 3,50 m**
Verbale di accettazione n°: 143	**Data esecuzione prova: 22/02/11**
Data verbale: 25/10/10	**Specifica di prova: ASTM D2488-93- D4648-00**
Note:	**Rep: 10/134**

Contenitore del campione		**Inox**		**PVC**
		Vetro	**X**	**Sacchetto**
Dimensioni del campione		**<2"**	**X**	**<4"**
		<3"		**>4"**
Condizioni del materiale		**Buone**		**Rammollito**
		Mediocri		**Strati piegati**
		Cattive	**X**	**Rimescolato**

Descrizione del campione

Sabbia limosa ghiaiosa ed argillosa marrone.
Presenza di fibre di amianto.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

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: 29/03/11
Certificato n° 1052

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente: Spea S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/10
Note: peso specifico stimato

Sondaggio: VV25
Campione: C2
Profondità: 3,20 - 3,50 m
Data esecuzione prova: 14-21/03/11
Specifica di prova: ASTM D421-93/D422-90
Rep: 10/134

Analisi con setacci — **M (gr) = 1158,98**

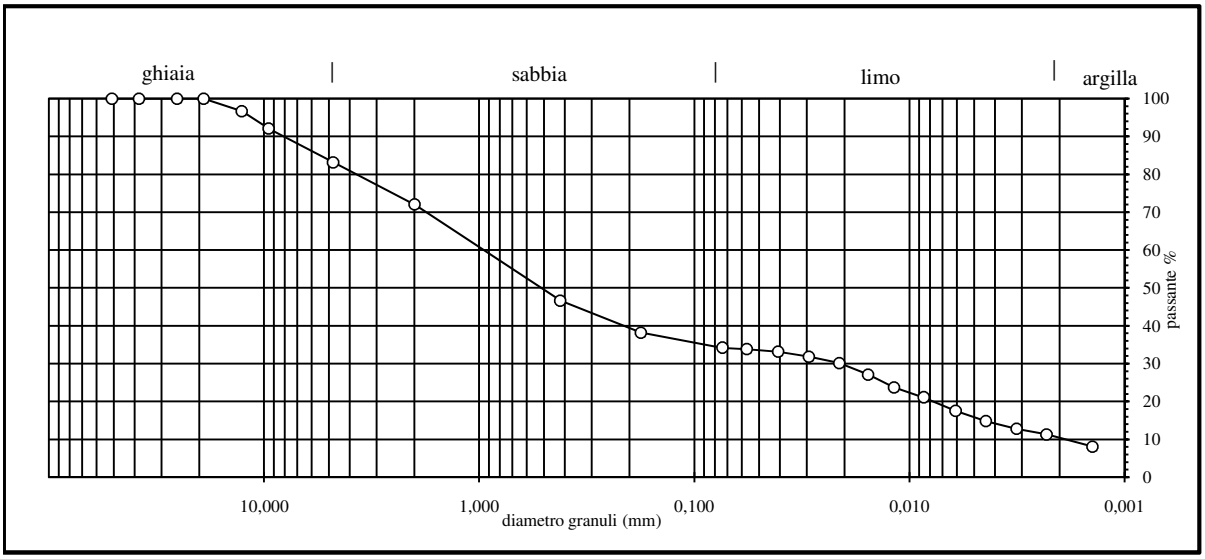
Setacci ASTM N°	Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %
2"	**50,8**	0,00	0,00	0,00	100,00
1" 1/2	**38,10**	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	**25,40**	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	**19,10**	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	**12,70**	38,36	3,31	3,31	96,69
3/8"	**9,52**	53,21	4,59	7,90	92,10
4	**4,76**	103,35	8,92	16,82	83,18
10	**2,00**	128,78	11,11	27,93	72,07
40	**0,42**	294,84	25,44	53,37	46,63
80	**0,177**	97,82	8,44	61,81	38,19
200	**0,074**	46,63	4,02	65,83	34,17
Fondo		395,99			

Analisi con areometro

Areometro n°	**1**
Areometro tipo	**152 H**
Dispersivo	*esametafosfato di sodio*
Correz. dispersivo Cd	**-1**
Correz. menisco Cm	**0,5**
Correz. temperatura Ct	**-4+0,25*T**
Campione secco Psp (g)	**50**
Data preparaz. soluzione	*01/03/2011*
Peso spec.f<0 ,074 (Gs) =	**2,72**
Costante K =	**0,986**

Tempo **min**	Temperatura **°C**	Lettura **R**	Lettura corr. **R'=R+Cm**	Corr. Temp. **Ct**	ϕ grani **mm**	Lettura ridotta **R"=R'+Cd+Ct**	% Parziale **KR"**	% Somma **KR"X**
0,5	15,0	51,0	51,5	-0,25	0,0571	50,25	99,09	33,86
1	15,0	50,0	50,5	-0,25	0,0407	49,25	97,12	33,18
2	15,0	48,0	48,5	-0,25	0,0293	47,25	93,18	31,84
4	15,0	45,5	46,0	-0,25	0,0212	44,75	88,25	30,15
8	15,0	41,0	41,5	-0,25	0,0155	40,25	79,37	27,12
15	15,0	36,0	36,5	-0,25	0,0118	35,25	69,51	23,75
30	15,0	32,0	32,5	-0,25	0,0086	31,25	61,63	21,06
60	18,0	26,0	26,5	0,50	0,0061	26,00	51,27	17,52
120	18,0	22,0	22,5	0,50	0,0044	22,00	43,38	14,82
240	18,0	19,0	19,5	0,50	0,0032	19,00	37,47	12,80
480	17,0	17,0	17,5	0,25	0,0023	16,75	33,03	11,29
1440	14,0	13,0	13,5	-0,50	0,0014	12,00	23,66	8,09

UNI: Sabbia lim.ghiaiosa argillosa	**USCS**	**CNR-UNI**	**ϕ max (mm)**	**% ghiaia**	**% sabbia**	**% limo**	**% argilla**
	SM-SC	**A2-4**	**12,70**	**16,82**	**49,01**	**23,95**	**10,21**



Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

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

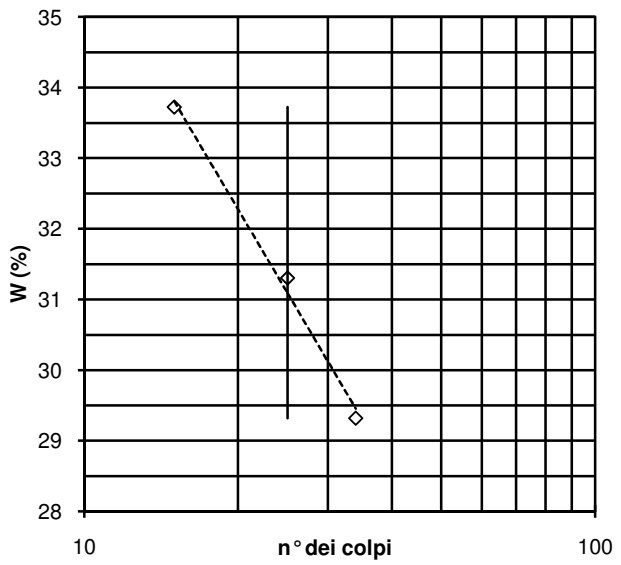
Data emissione: 29/03/11
Certificato n° 1053

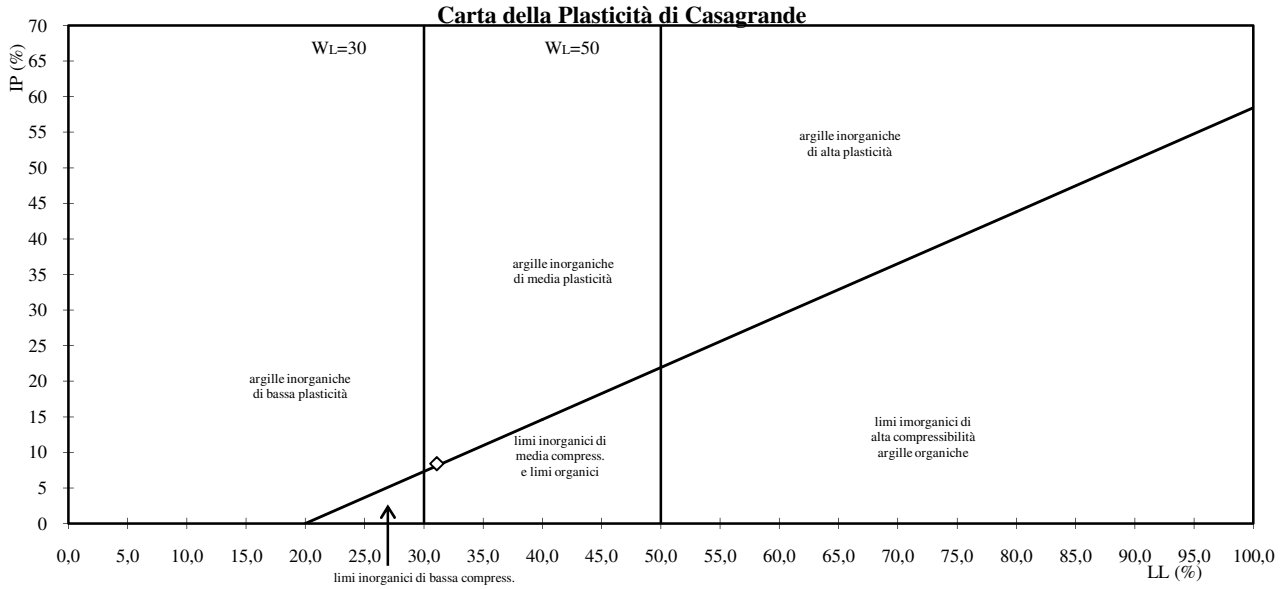
LIMITI DI CONSISTENZA

Committente: Spea S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/10
Note:

Sondaggio: VV25
Campione: C2
Profondità: 3,20 - 3,50 m
Data esecuzione prova: 15-16/03/11
Specifica di prova: ASTM D4318-00
Rep: 10/134

Limite liquido		**LL (%) =**	**31,1**
Contenitore	1	2	3
Massa umida + t (g)	58,20	57,01	60,68
Massa secca + t (g)	55,32	53,82	56,37
Massa acqua contenuta (g)	2,88	3,19	4,31
Tara t (g)	46,78	43,63	41,67
Massa secca netta (g)	8,54	10,19	14,70
Contenuto d'acqua W (%)	33,72	31,31	29,32
Numero colpi	15	25	34
Limite plastico		**LP (%) =**	**22,7**
Contenitore		A	B
Massa umida + t (g)		20,47	20,93
Massa secca + t (g)		19,21	19,59
Massa acqua contenuta (g)		1,26	1,34
Tara t (g)		13,66	13,68
Massa secca (g)		5,55	5,91
Contenuto d'acqua W (%)		22,70	22,67
Indice di Plasticità	*(LL-LP) =*	**IP**	**8,4**





Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI
LABORATORIO TERRE E ROCCE - PROVE IN SITU - GEOFISICA
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV)
Tel. 019-2100241

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

INVILUPPO DI ROTTURA

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova **SONDAGGIO: VV24-25**
Località: Lotto 8 - Genova
Data elaborazione: 30/09/2011
Prove: trazione brasiliana, monoassiale, triassiale
Litologia: Calcescisto

ELABORAZIONE RISULTATI (HOEK e BROWN, 1980)

DATI DI PROVA		
Campioni	*N. Test*	*6*
	s_3 *[MPa]*	s_1 *[MPa]*
VV24-25-Divers	*-8.42*	*25.26*
VV24-C7	*0.00*	*44.38*
VV25-C5	*0.00*	*49.38*
VV25-C5	*2.00*	*29.30*
VV24-C5	*4.00*	*39.52*
VV24-C7	*7.00*	*62.22*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*

DATI INVILUPPO	
N. test	*6*
s_3 *[MPa]*	s_1 *[MPa]*
-8.42	*25.26*
0.00	*44.38*
0.00	*49.38*
2.00	*29.30*
4.00	*39.52*
7.00	*62.22*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*

PARAMETRI CARATTERISTICI CALCOLATI ALLA PRESSIONE DI 1 Mpa	
Co	*41.34 [MPa]*
m	*1.82 [-]*
r	*0.45 [-]*
s	*1.00 [-]*
Sigmat	*-18.30 [MPa]*
A	*0.53 [-]*
B	*0.49 [-]*
phii1	*21.07 [°] calcolato alla σ =1 MPa*
ci1	*14.73 [MPa] calcolato alla σ =1 Mpa*

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI
LABORATORIO TERRE E ROCCE - PROVE IN SITU - GEOFISICA
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV)
Tel. 019-2100241

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

INVILUPPO DI ROTTURA

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova **SONDAGGIO: VV24-25**
Località: Lotto 8 - Genova
Data elaborazione: 30/09/2011
Prove: trazione brasiliana, monoassiale, triassiale
Litologia: Calcescisto

GENERAZIONE DELL'INVILUPPO DI ROTTURA

Numero punti 51
Passo incremento s_3 0.5

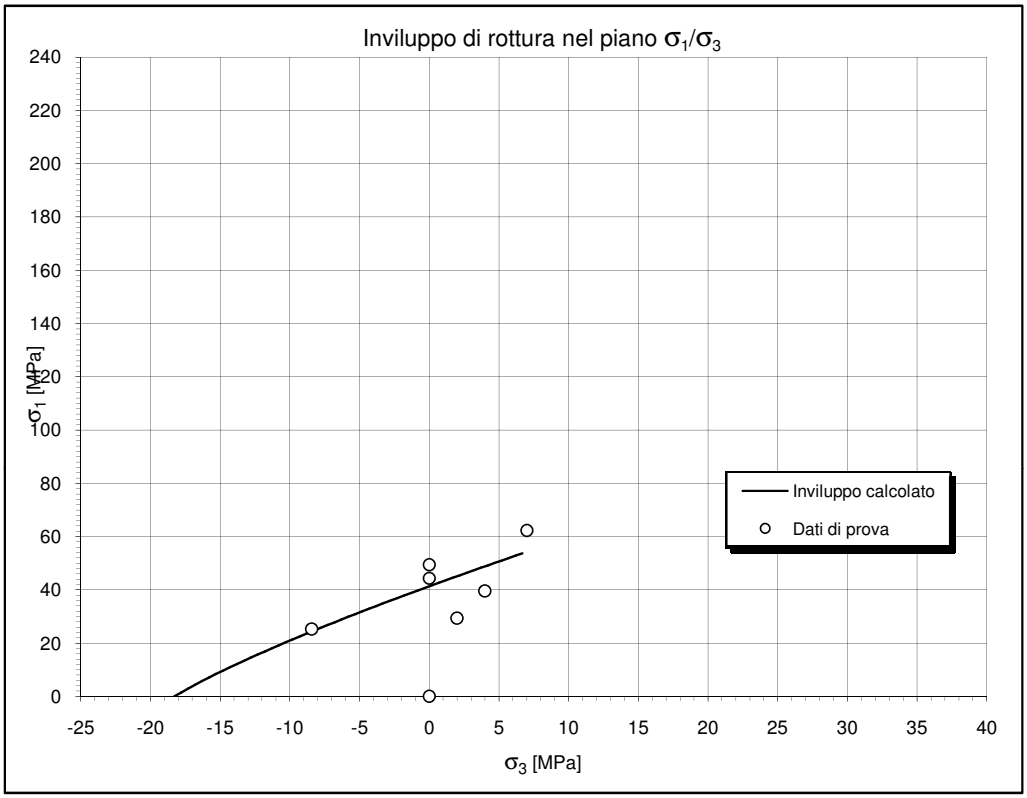
s_3 [MPa]	s_1 [MPa]	t_m [MPa]	s [MPa]	t [MPa]	ci [MPa]	ji [grad]
-18.30	0.00	9.15	-13.78	7.89	18.99	38.9
-17.80	1.50	9.65	-12.91	8.40	17.90	36.4
-17.30	2.95	10.13	-12.05	8.88	17.10	34.3
-16.80	4.35	10.58	-11.20	9.34	16.50	32.6
-16.30	5.72	11.01	-10.36	9.78	16.04	31.2
-15.80	7.06	11.43	-9.53	10.20	15.68	29.9
-15.30	8.37	11.83	-8.70	10.61	15.39	28.8
-14.80	9.65	12.22	-7.89	11.01	15.17	27.8
-14.30	10.90	12.60	-7.08	11.40	14.99	26.9
-13.80	12.14	12.97	-6.28	11.77	14.85	26.1
-13.30	13.35	13.33	-5.48	12.14	14.74	25.4
-12.80	14.55	13.67	-4.69	12.49	14.65	24.7
-12.30	15.72	14.01	-3.91	12.84	14.58	24.1
-11.80	16.89	14.34	-3.13	13.17	14.54	23.5
-11.30	18.03	14.67	-2.36	13.50	14.51	23.0
-10.80	19.17	14.98	-1.59	13.83	14.49	22.5
-10.30	20.29	15.29	-0.82	14.14	14.48	22.1
-9.80	21.39	15.60	-0.06	14.46	14.48	21.6
-9.30	22.49	15.90	0.69	14.76	14.49	21.2
-8.80	23.57	16.19	1.44	15.06	14.51	20.9
-8.30	24.65	16.48	2.19	15.35	14.53	20.5
-7.80	25.71	16.76	2.94	15.64	14.56	20.2
-7.30	26.77	17.04	3.68	15.92	14.60	19.8
-6.80	27.81	17.31	4.42	16.20	14.64	19.5
-6.30	28.85	17.58	5.16	16.48	14.68	19.2
-5.80	29.88	17.84	5.89	16.75	14.73	19.0
-5.30	30.91	18.10	6.62	17.02	14.78	18.7
-4.80	31.92	18.36	7.35	17.28	14.83	18.4
-4.30	32.93	18.62	8.07	17.54	14.89	18.2
-3.80	33.93	18.87	8.80	17.79	14.94	18.0
-3.30	34.92	19.11	9.52	18.05	15.00	17.7
-2.80	35.91	19.36	10.23	18.30	15.06	17.5
-2.30	36.89	19.60	10.95	18.54	15.13	17.3
-1.80	37.87	19.84	11.66	18.78	15.19	17.1
-1.30	38.84	20.07	12.37	19.02	15.26	16.9
-0.80	39.80	20.30	13.08	19.26	15.33	16.8
-0.30	40.76	20.53	13.79	19.50	15.40	16.6
0.20	41.72	20.76	14.49	19.73	15.46	16.4
0.70	42.67	20.98	15.20	19.96	15.54	16.2
1.20	43.61	21.21	15.90	20.18	15.61	16.1
1.70	44.55	21.43	16.60	20.41	15.68	15.9
2.20	45.49	21.65	17.30	20.63	15.75	15.8
2.70	46.42	21.86	17.99	20.85	15.82	15.6
3.20	47.35	22.07	18.69	21.07	15.90	15.5
3.70	48.27	22.29	19.38	21.29	15.97	15.3
4.20	49.19	22.50	20.07	21.50	16.05	15.2
4.70	50.10	22.70	20.76	21.71	16.12	15.1
5.20	51.02	22.91	21.45	21.92	16.20	14.9
5.70	51.92	23.11	22.14	22.13	16.27	14.8
6.20	52.83	23.32	22.82	22.33	16.35	14.7
6.70	53.73	23.52	23.51	22.54	16.43	14.6

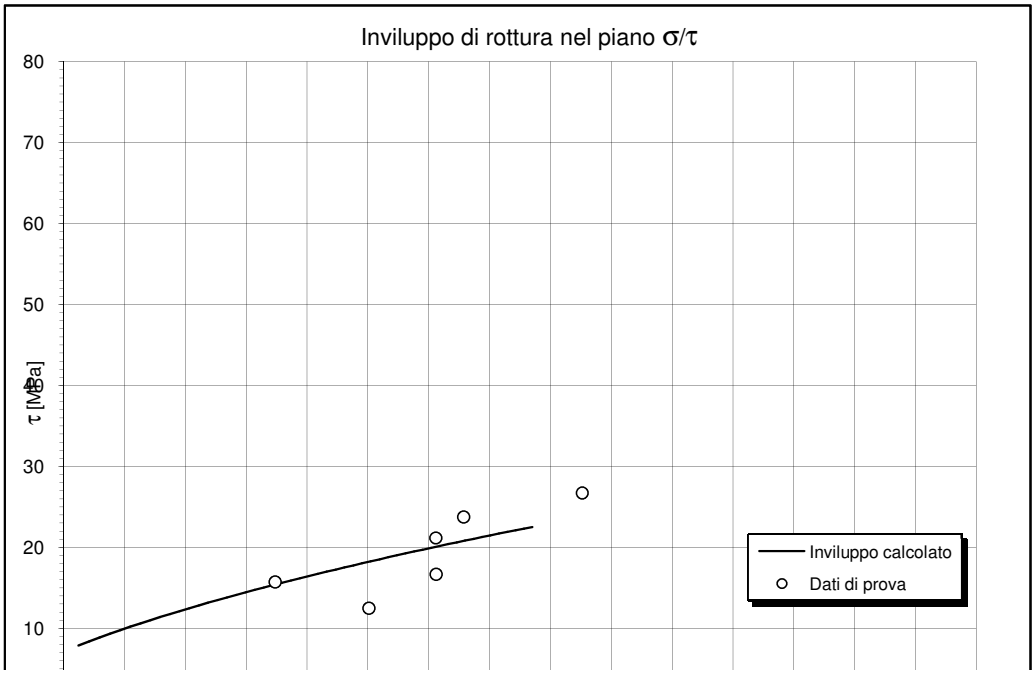
SERVIZI GEOTECNICI LIGURI
LABORATORIO TERRE E ROCCE - PROVE IN SITU - GEOFISICA
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV)
Tel. 019-2100241

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

INVILUPPO DI ROTTURA

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova **SONDAGGIO: VV24-25**
Località: Lotto 8 - Genova
Data elaborazione: 30/09/2011
Prove: trazione brasiliana, monoassiale, triassiale
Litologia: Calcescisto





SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

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: 17/11/2010

Certificato n°: 3326

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: VV 24
Campione: C 4
Profondità da 8,60 m a 9,00 m
Data esecuzione prova: 26/10/2010
Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Contenitore del campione		Inox		PVC
		Ferro	X	Sacchetto
Dimensioni del campione		<2"	X	<4"
		<3"		>4"
Condizioni del materiale	X	Buone		Fratturata
		Mediocri		Strati piegati
		Cattive		Disarticolata



Descrizione del campione

Campione di lunghezza 25 cm. Calcescisto con scistosità subverticale.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

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: 17/11/2010

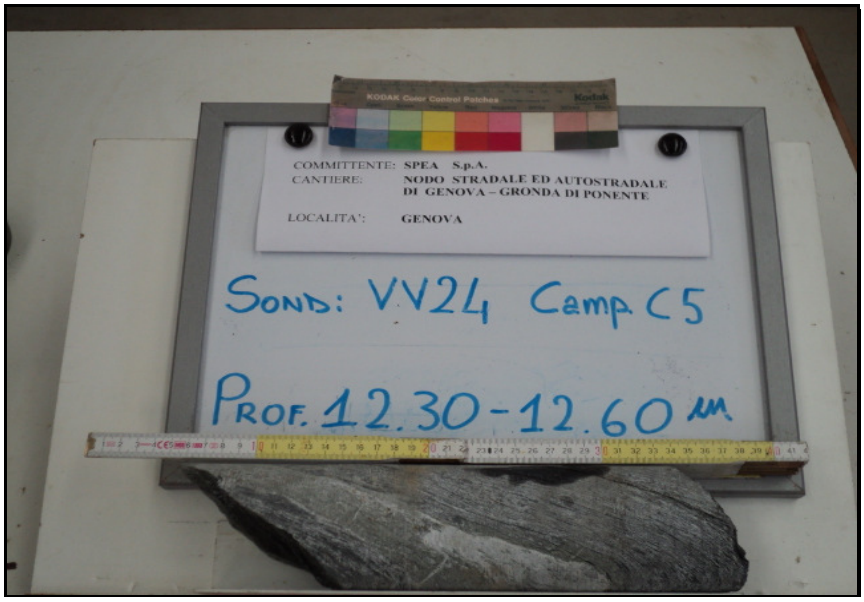
Certificato n°: 3327

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: VV 24
Campione: C 5
Profondità da 12,30 m a 12,60 m
Data esecuzione prova: 26/10/2010
Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Contenitore del campione		Inox		PVC
		Ferro	X	Sacchetto
Dimensioni del campione		<2"	X	<4"
		<3"		>4"
Condizioni del materiale	X	Buone		Fratturata
		Mediocri		Strati piegati
		Cattive		Disarticolata



Descrizione del campione

Campione di lunghezza 26 cm. Calcescisto con scistosità pervasiva inclinata di circa 70°.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE

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

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

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: 17/11/2010

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE

Certificato n°: 3328

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: VV 24
Campione: C 5
Profondità: da 12,30 m a 12,60 m
Data esecuzione prova: 29/10/2010
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D3148-96
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Superficie	22,40	cm^2	Diametro	53,4	mm	Altezza	117,6	mm

Def. Ass. (με)	Def. Rad. (με)	Carico (kN)	Pressione (MPa)
0	0	0	0
34	-3	4,46	1,99
76	-9	8,92	3,98
143	-15	15,38	6,87
214	-26	22,74	10,15
282	-34	29,76	13,29
345	-43	36,34	16,23
416	-58	44,14	19,71
496	-73	52,17	23,29
570	-90	60,53	27,03
622	-109	67,77	30,26
698	-138	75,24	33,60
805	-169	82,04	36,63
968	-198	87,06	38,87
1005	-219	88,51	39,52
0	0	0	0,00
0	0	0	0,00
0	0	0	0,00

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

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

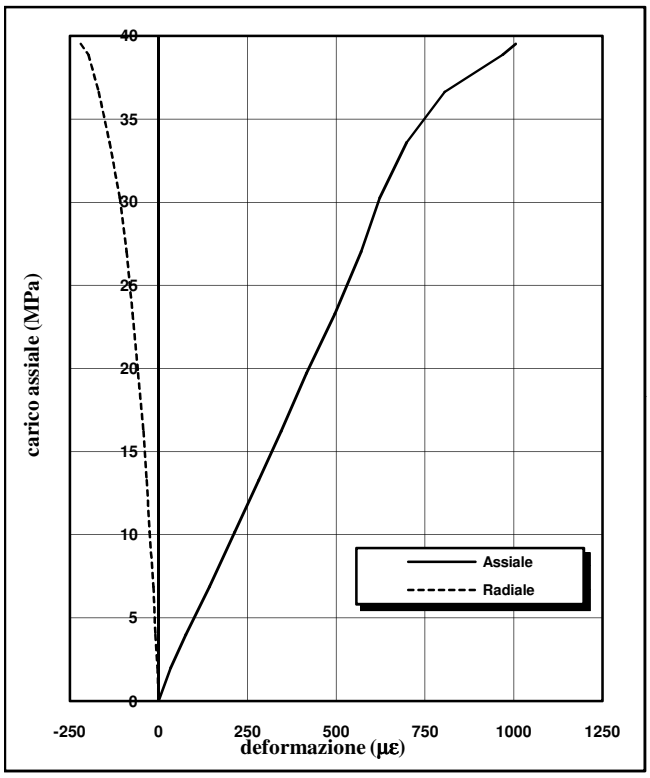
Data emissione: 17/11/2010

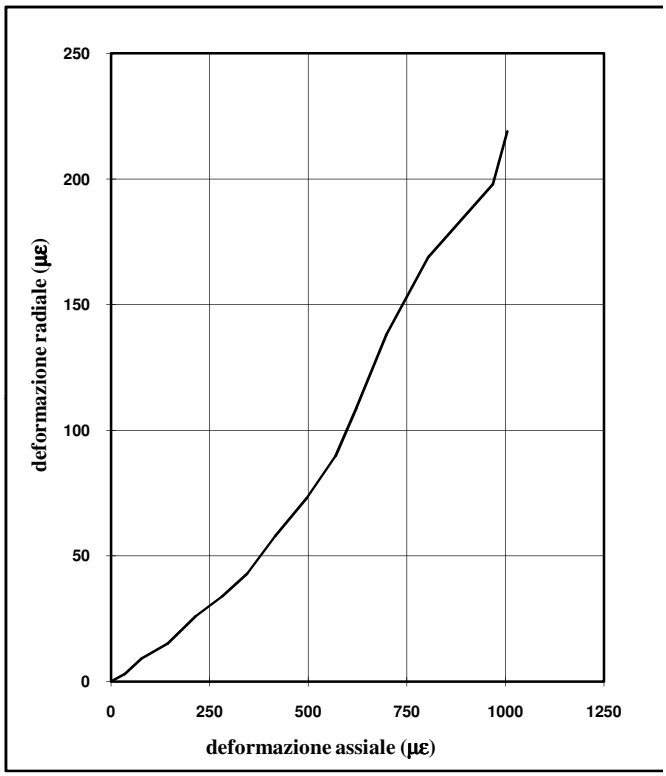
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE

Certificato n°: 3328

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

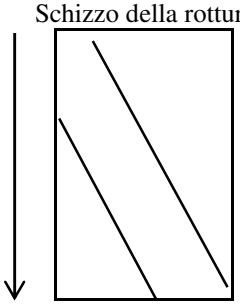
Sondaggio: VV 24
Campione: C 5
Profondità: da 12,30 m a 12,60 m
Data esecuzione prova: 29/10/2010
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D3148-96
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto





Carico di rottura	**39,52**	MPa
Modulo tangente 50%	**49053**	MPa
Modulo secante 50%	**47376**	MPa
Coeff. di Poisson 50%	**0,14**	-

Schizzo della rottura



Velocità d'applicazione (MPa/sec)
0,6

Pressione σ_3 (MPa)
4,0

Descrizione rottura: lungo scistosità inclinata di circa 70°.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

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: 17/11/2010

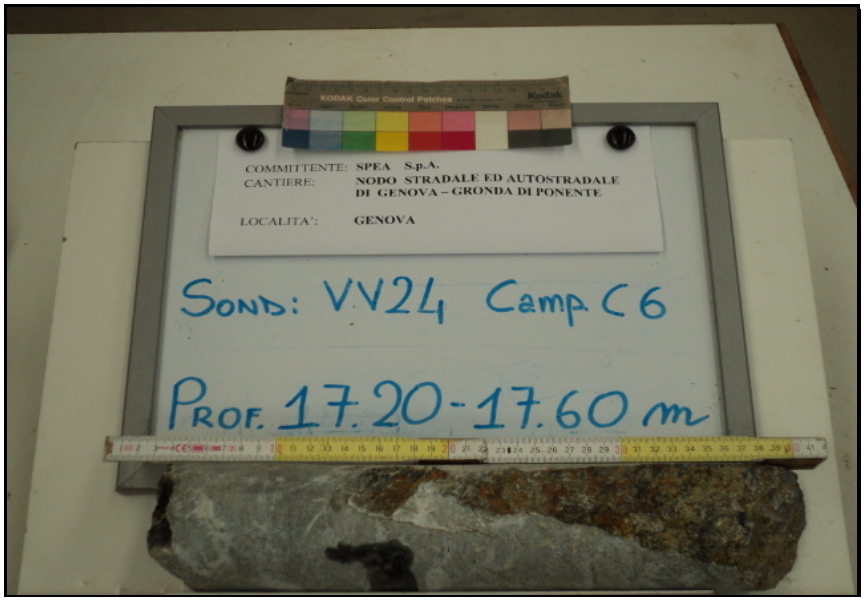
Certificato n°: 3329

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: VV 24
Campione: C 6
Profondità da 17,20 m a 17,60 m
Data esecuzione prova: 26/10/2010
Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Contenitore del campione		Inox		PVC
		Ferro	X	Sacchetto
Dimensioni del campione		<2"	X	<4"
		<3"		>4"
Condizioni del materiale		Buone		Fratturata
	X	Mediocri		Strati piegati
		Cattive		Disarticolata



Descrizione del campione

Campione di lunghezza 35 cm. Calcescisto con con patine rossastre di alterazione.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

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: 17/11/2010
Certificato n°: 3330

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: VV 24
Campione: C 7
Profondità da 19,60 m a 20,00 m
Data esecuzione prova: 26/10/2010
Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Contenitore del campione		Inox		PVC
		Ferro	X	Sacchetto
Dimensioni del campione		<2"	X	<4"
		<3"		>4"
Condizioni del materiale	X	Buone		Fratturata
		Mediocri		Strati piegati
		Cattive		Disarticolata



Descrizione del campione

Campione di lunghezza 38 cm. Calcescisto con scistosità pervasiva inclinata di circa 75°.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

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: 17/11/2010

MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Certificato n°: 3331

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: VV 24
Campione: C 7
Profondità da 19,60 m a 20,00 m
Data esecuzione prova: 28/10/2010
Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

DIAMETRO	ALTEZZA	MASSA	PESO	VOLUME	DENSITA'
mm	mm	gr	kN	m^3	kN/m^3
78,5	166,9	2194,68	0,021522	8,08E-04	26,64

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

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: 17/11/2010

MISURA DELLA VELOCITA' ULTRASONICA

Certificato n°: 3332

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: VV 24
Campione: C 7
Profondità da 19,60 m a 20,00 m
Data esecuzione prova: 28/10/2010
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D2845-00
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

VELOCITA' ONDE DI COMPRESSIONE

DISTANZA mm	*TEMPO* μ*sec*	*VELOCITA'* *m/sec*
166,9	**30,9**	**5401**

VELOCITA' ONDE DI TAGLIO

DISTANZA mm	*TEMPO* μ*sec*	*VELOCITA'* *m/sec*
166,9	**45,9**	**3636**

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

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

Rapporto di prova n°: 1013405

MISURA DELLA VELOCITA' ULTRASONICA

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: VV 24
Campione: C 7
Profondità da 19,60 m a 20,00 m
Data esecuzione prova: 28/10/2010
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D2845-00
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

DIAMETRO	ALTEZZA	MASSA	VOLUME	DENSITA'	CARICO
mm	mm	gr	cm^3	g/cm^3	kPa
78,5	166,9	2194,68	0,000808	2,72	80

VELOCITA' ONDE DI COMPRESSIONE

DISTANZA mm	*TEMPO* µ*sec*	*VELOCITA'* *m/sec*
166,9	30,9	5401

VELOCITA' ONDE DI TAGLIO

DISTANZA mm	*TEMPO* µ*sec*	*VELOCITA'* *m/sec*
166,9	45,9	3636

E =	77995	MPa	Modulo di Young
G =	35923	MPa	Modulo di taglio
µ =	0,09		Coefficiente di Poisson
K =	31367,61	MPa	Modulo volumetrico

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE

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

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

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: 17/11/2010

Certificato n°: 3333

PROVA DI COMPRESSIONE MONOASSIALE

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: VV 24
Campione: C 7
Profondità da 19,60 m a 20,00 m
Data esecuzione prova: 28/10/2010
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D3148-96
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Superficie	48,40	cm^2	Diametro	78,5	mm	Altezza	166,9	mm

Def. Ass. (με)	Def. Rad. (με)	Carico (kN)	Pressione (MPa)
0	0	0	0
13	-1	4,68	0,97
26	-3	8,69	1,80
50	-7	15,49	3,20
82	-10	24,41	5,04
122	-15	35,45	7,32
167	-21	48,15	9,95
227	-31	65,1	13,45
306	-43	87,17	18,01
371	-52	105,11	21,72
422	-61	119,05	24,60
480	-72	135,1	27,91
535	-83	150,04	31,00
598	-95	166,87	34,48
657	-108	182,81	37,77
725	-125	199,53	41,23
793	-151	214,8	44,38
0	0	0	0,00
0	0	0	0,00
0	0	0	0,00

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

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

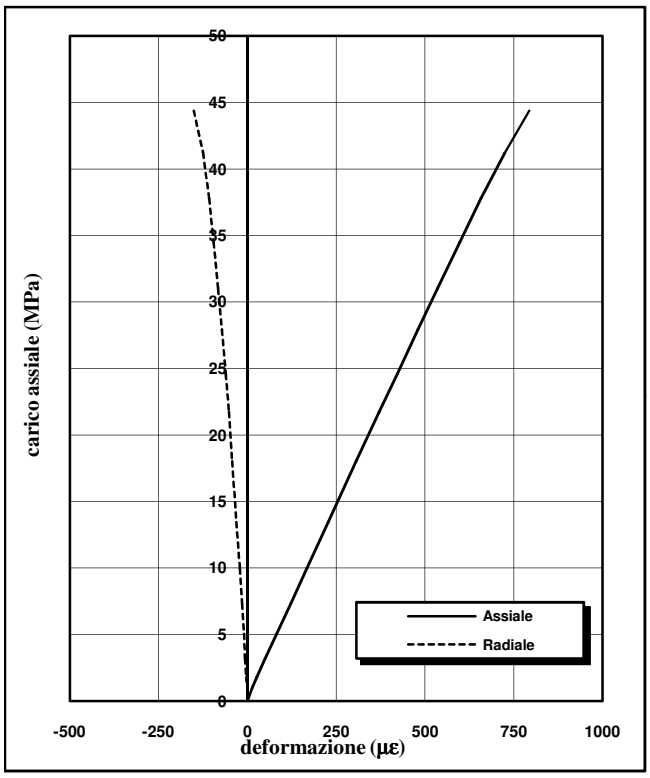
Data emissione: 17/11/2010

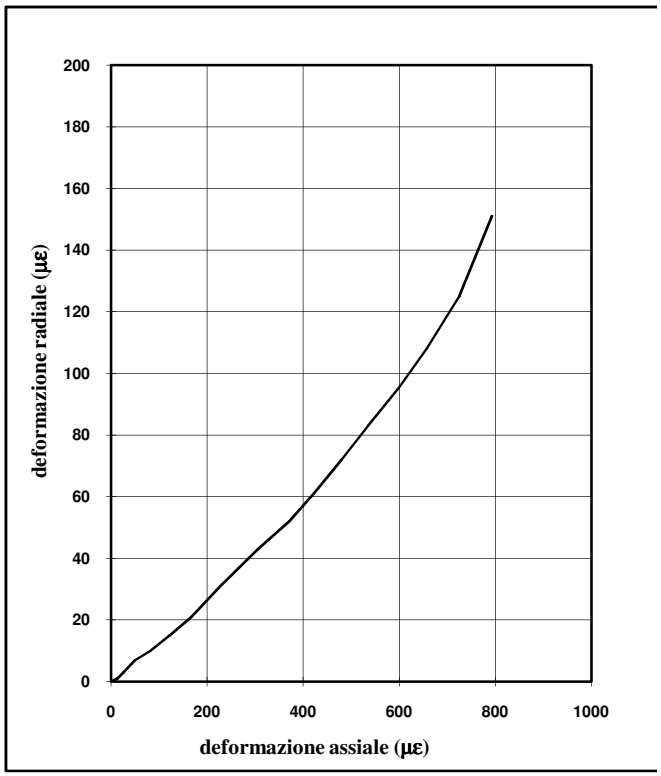
Certificato n°: 3333

PROVA DI COMPRESSIONE MONOASSIALE

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

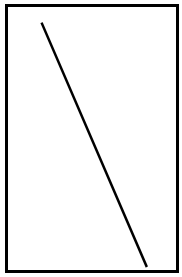
Sondaggio: VV 24
Campione: C 7
Profondità da 19,60 m a 20,00 m
Data esecuzione prova: 28/10/2010
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D3148-96
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto





Carico di rottura	**44,38**	MPa
Modulo tangente 50%	**57027**	MPa
Modulo secante 50%	**58538**	MPa
Coeff. di Poisson 50%	**0,14**	-

Schizzo della rottura



Velocità d'applicazione (MPa/sec)
0,6

Descrizione rottura: lungo scistosità inclinata di circa 75°.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE

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

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

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: 17/11/2010

Certificato n°: 3334

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: VV 24
Campione: C 7
Profondità: da 19,60 m a 20,00 m
Data esecuzione prova: 29/10/2010
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D3148-96
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Superficie	22,40	cm^2	Diametro	53,4	mm	Altezza	112,4	mm

Def. Ass. (με)	Def. Rad. (με)	Carico (kN)	Pressione (MPa)
0	0	0	0
8	0	0	0,00
81	-8	8,69	3,88
148	-17	13,93	6,22
236	-22	21,4	9,56
335	-35	29,87	13,34
420	-48	37,45	16,72
480	-56	41,58	18,57
567	-65	46,48	20,75
617	-70	51,39	22,95
674	-82	56,51	25,23
722	-89	61,87	27,63
760	-101	67,88	30,31
796	-108	73,68	32,90
834	-113	80,15	35,79
873	-119	86,17	38,48
913	-126	92,96	41,51
952	-130	99,43	44,40
995	-136	106,34	47,48
1037	-139	113,03	50,47
1081	-143	120,05	53,60
1127	-151	126,18	56,34
1184	-157	132,2	59,03
1248	-172	136,66	61,02
1353	-174	135,21	60,37
1432	-187	133,43	59,58
1479	-201	136,1	60,77
1517	-208	139,34	62,22
1536	-226	138	61,62
0	0	0	0,00
0	0	0	0,00
0	0	0	0,00

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

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

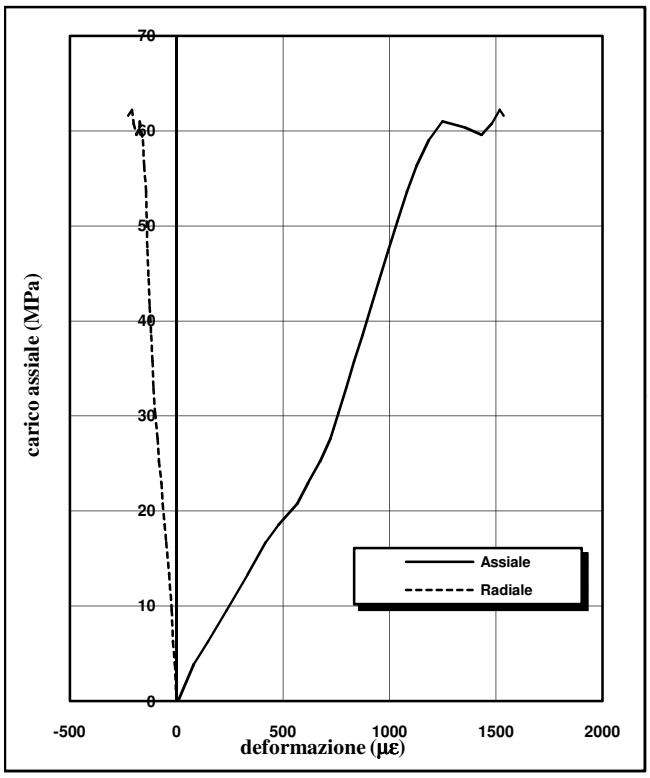
Data emissione: 17/11/2010

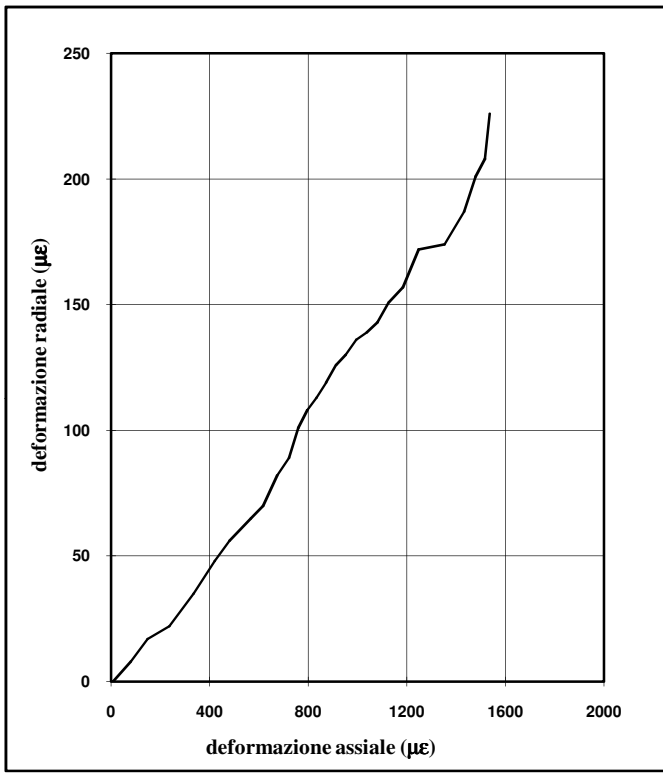
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE

Certificato n°: 3334

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

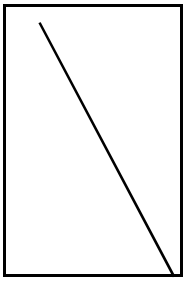
Sondaggio: VV 24
Campione: C 7
Profondità: da 19,60 m a 20,00 m
Data esecuzione prova: 29/10/2010
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D3148-96
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto





Carico di rottura	**62,22**	MPa
Modulo tangente 50%	**70619**	MPa
Modulo secante 50%	**39880**	MPa
Coeff. di Poisson 50%	**0,13**	-

Schizzo della rottura



Velocità d'applicazione (MPa/sec)
0,5

Pressione σ_3 (MPa)
7,0

Descrizione rottura: lungo scistosità inclinata di circa 75°.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

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: 17/11/2010

Certificato n°: 3335

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: VV 25
Campione: C 3
Profondità da 9,70 m a 10,00 m
Data esecuzione prova: 26/10/2010
Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Contenitore del campione		Inox		PVC
		Ferro	X	Sacchetto
Dimensioni del campione		<2"	X	<4"
		<3"		>4"
Condizioni del materiale	X	Buone		Fratturata
		Mediocri		Strati piegati
		Cattive		Disarticolata



Descrizione del campione

Campione di lunghezza 23 cm. Calcescisto con scistosità pervasiva subverticale.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

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: 17/11/2010

Certificato n°: 3336

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.	**Sondaggio: VV 25**
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova	**Campione: C 4**
Località: Lotto 8 - Genova	**Profondità da 14,60 m a 14,95 m**
Verbale di accettazione n°: 143	**Data esecuzione prova: 26/10/2010**
Data verbale: 25/10/2010	**Specifica di prova: I.S.R.M. 1979**
Note:	**Rep: 10-134**
	Litologia: Calcescisto

Contenitore del campione		Inox		PVC
		Ferro	X	Sacchetto
Dimensioni del campione		<2"	X	<4"
		<3"		>4"
Condizioni del materiale	X	Buone		Fratturata
		Mediocri		Strati piegati
		Cattive		Disarticolata



Descrizione del campione

Campione di lunghezza 29 cm. Calcescisto con vena centimetrica di calcite e scitosità inclinata di circa 45°.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

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: 17/11/2010

Certificato n°: 3337

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: VV 25
Campione: C 5
Profondità da 24,50 m a 24,90 m
Data esecuzione prova: 26/10/2010
Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Contenitore del campione		Inox		PVC
		Ferro	X	Sacchetto
Dimensioni del campione		<2"	X	<4"
		<3"		>4"
Condizioni del materiale	X	Buone		Fratturata
		Mediocri		Strati piegati
		Cattive		Disarticolata



Descrizione del campione

Campione di lunghezza 32 cm. Calcescisto con scistosità pervasiva inclinata di circa 45°.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

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: 17/11/2010

MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Certificato n°: 3338

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: VV 25
Campione: C 5
Profondità da 24,50 m a 24,90 m
Data esecuzione prova: 28/10/2010
Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

DIAMETRO	ALTEZZA	MASSA	PESO	VOLUME	DENSITA'
mm	mm	gr	kN	m^3	kN/m^3
78,1	162,9	2160,96	0,021192	7,80E-04	27,16

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

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: 17/11/2010

MISURA DELLA VELOCITA' ULTRASONICA

Certificato n°: 3339

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: VV 25
Campione: C 5
Profondità da 24,50 m a 24,90 m
Data esecuzione prova: 28/10/2010
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D2845-00
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

VELOCITA' ONDE DI COMPRESSIONE

DISTANZA mm	*TEMPO* μ*sec*	*VELOCITA'* *m/sec*
162,9	**32,9**	**4951**

VELOCITA' ONDE DI TAGLIO

DISTANZA mm	*TEMPO* μ*sec*	*VELOCITA'* *m/sec*
162,9	**51,5**	**3163**

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

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

Rapporto di prova n°: 1013406

MISURA DELLA VELOCITA' ULTRASONICA

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: VV 25
Campione: C 5
Profondità da 24,50 m a 24,90 m
Data esecuzione prova: 28/10/2010
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D2845-00
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

DIAMETRO	ALTEZZA	MASSA	VOLUME	DENSITA'	CARICO
mm	mm	gr	cm^3	g/cm^3	kPa
78,1	162,9	2160,96	0,000780	2,77	80

VELOCITA' ONDE DI COMPRESSIONE

DISTANZA mm	*TEMPO* µ*sec*	*VELOCITA'* *m/sec*
162,9	32,9	4951

VELOCITA' ONDE DI TAGLIO

DISTANZA mm	*TEMPO* µ*sec*	*VELOCITA'* *m/sec*
162,9	51,5	3163

E =	**64013**	**MPa**	**Modulo di Young**
G =	**27705**	**MPa**	**Modulo di taglio**
µ =	**0,16**		**Coefficiente di Poisson**
K =	**30946,32**	**MPa**	**Modulo volumetrico**

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE

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

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

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: 17/11/2010

Certificato n°: 3340

PROVA DI COMPRESSIONE MONOASSIALE

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: VV 25
Campione: C 5
Profondità da 24,50 m a 24,90 m
Data esecuzione prova: 28/10/2010
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D3148-96
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Superficie	47,91	cm^2	Diametro	78,1	mm	Altezza	162,9	mm

Def. Ass. (με)	Def. Rad. (με)	Carico (kN)	Pressione (MPa)
0	0	0	0
7	0	6,45	1,35
116	-1	15,16	3,16
201	-3	31,88	6,65
274	-5	46,15	9,63
338	-11	59,41	12,40
396	-17	71,9	15,01
463	-23	83,49	17,43
526	-32	95,86	20,01
586	-47	108,01	22,55
652	-66	121,39	25,34
720	-89	134,54	28,08
795	-109	150,37	31,39
879	-128	166,53	34,76
975	-156	184,48	38,51
1069	-188	201,87	42,14
1175	-220	220,37	46,00
1284	-335	236,54	49,38
0	0	0	0,00
0	0	0	0,00
0	0	0	0,00

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

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

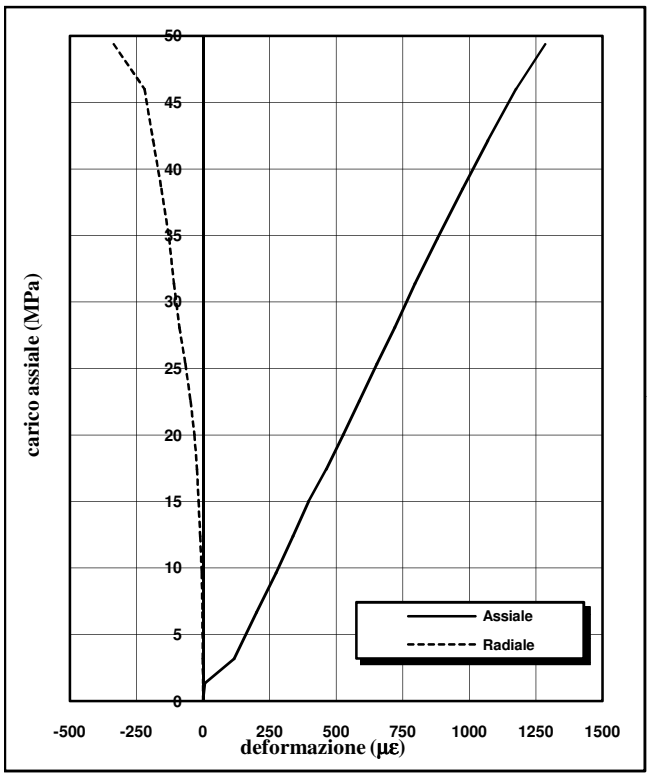
Data emissione: 17/11/2010

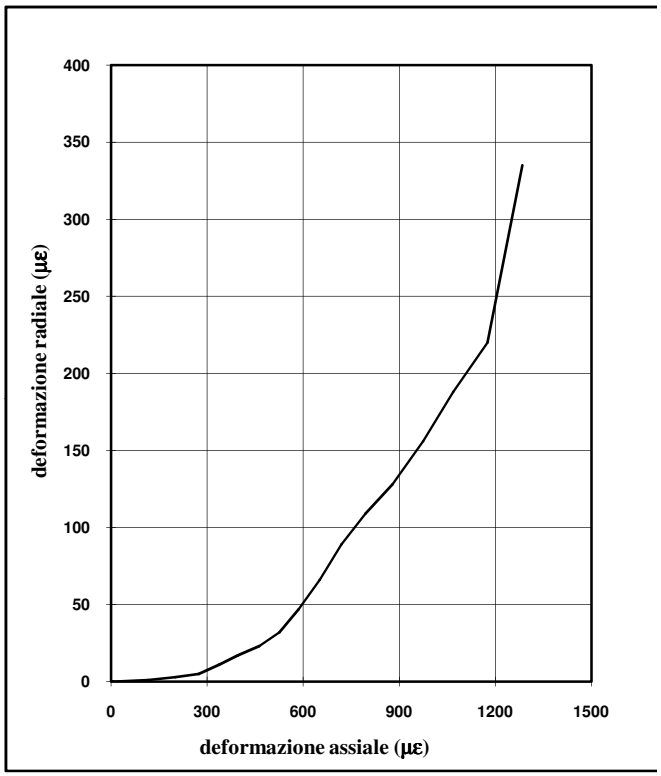
Certificato n°: 3340

PROVA DI COMPRESSIONE MONOASSIALE

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

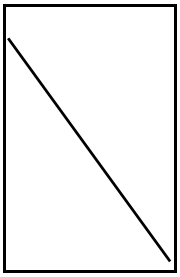
Sondaggio: VV 25
Campione: C 5
Profondità da 24,50 m a 24,90 m
Data esecuzione prova: 28/10/2010
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D3148-96
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto





Carico di rottura	**49,38**	MPa
Modulo tangente 50%	**42318**	MPa
Modulo secante 50%	**38863**	MPa
Coeff. di Poisson 50%	**0,10**	-

Schizzo della rottura



Velocità d'applicazione (MPa/sec)
0,6

Descrizione rottura: lungo scistosità inclinata di circa 60°.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE

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

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

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: 17/11/2010

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE

Certificato n°: 3341

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: VV 25
Campione: C 5
Profondità: da 24,50 m a 24,90 m
Data esecuzione prova: 29/10/2010
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D3148-96
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Superficie	22,40	cm^2	Diametro	53,4	mm	Altezza	107,1	mm

Def. Ass. (με)	Def. Rad. (με)	Carico (kN)	Pressione (MPa)
0	0	0	0
45	-5	8,13	3,63
76	-11	16,7	7,46
143	-19	23,39	10,44
221	-28	29,96	13,38
282	-39	37,32	16,66
350	-51	44,68	19,95
423	-64	53,04	23,68
485	-77	60,5	27,01
513	-89	65,63	29,30
0	0	0	0,00
0	0	0	0,00
0	0	0	0,00

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

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

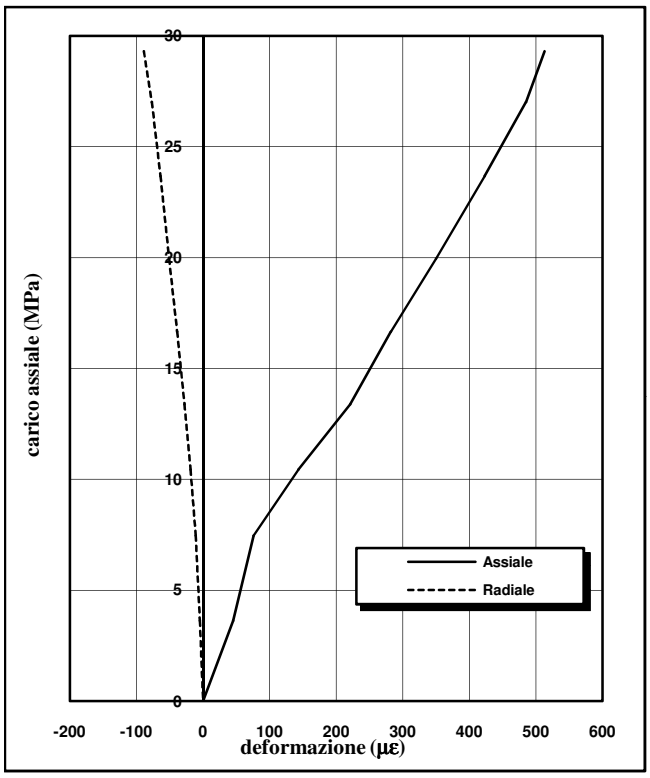
Data emissione: 17/11/2010

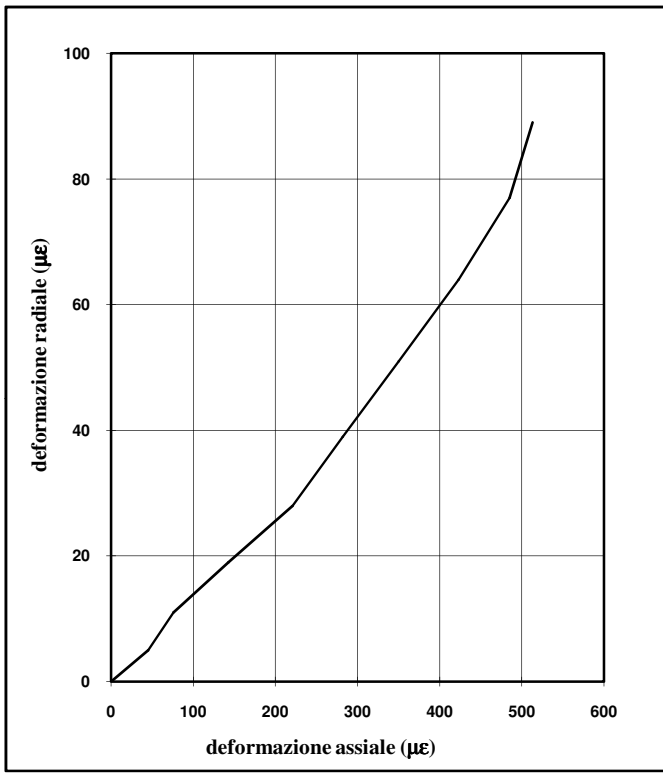
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE

Certificato n°: 3341

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

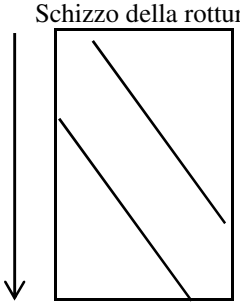
Sondaggio: VV 25
Campione: C 5
Profondità: da 24,50 m a 24,90 m
Data esecuzione prova: 29/10/2010
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D3148-96
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto





Carico di rottura	**29,30**	MPa
Modulo tangente 50%	**53874**	MPa
Modulo secante 50%	**59090**	MPa
Coeff. di Poisson 50%	**0,14**	-

Schizzo della rottura



Velocità d'applicazione (MPa/sec)
0,6

Pressione σ_3 (MPa)
2,0

Descrizione rottura: lungo scistosità inclinata di circa 60°.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

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

Rapporto di prova n°: 1013401

PROVA DI RESISTENZA A TRAZIONE INDIRETTA

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: VV 24 - VV 25
Campione: Diversi
Profondità da --- m a --- m
Data esecuzione prova: 28/10/2010
Specifica di prova: I.S.R.M. 1978 - ASTM D3967-95
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Campione	*Profondità* (*m*)	*DIAMETRO* (*mm*)	*ALTEZZA* (*mm*)	*P* (*kN*)	σ_t (MPa)
VV24-C5	12,30-12,60	78,1	32,0	14,7	3,74
VV24-C7	19,60-20,00	78,3	38,7	59,9	12,58
VV25-C3	9,70-10,00	77,3	39,4	31,8	6,65
VV25-C3	9,70-10,00	76,9	38,5	28,2	6,06
VV25-C4	14,60-14,95	78,2	38,8	57,0	11,96
VV25-C4	14,60-14,95	78,2	39,7	41,9	8,59
VV25-C4	14,60-14,95	78,2	36,7	34,4	7,63
VV25-C4	14,60-14,95	78,2	37,0	36,7	8,07
VV25-C4	14,60-14,95	78,2	37,5	35,1	7,62
VV25-C4	14,60-14,95	78,3	38,3	53,0	11,25

Valore Medio	**8,42**	**MPa**
Deviazione standard	**2,79**	
Varianza	**6,99**	

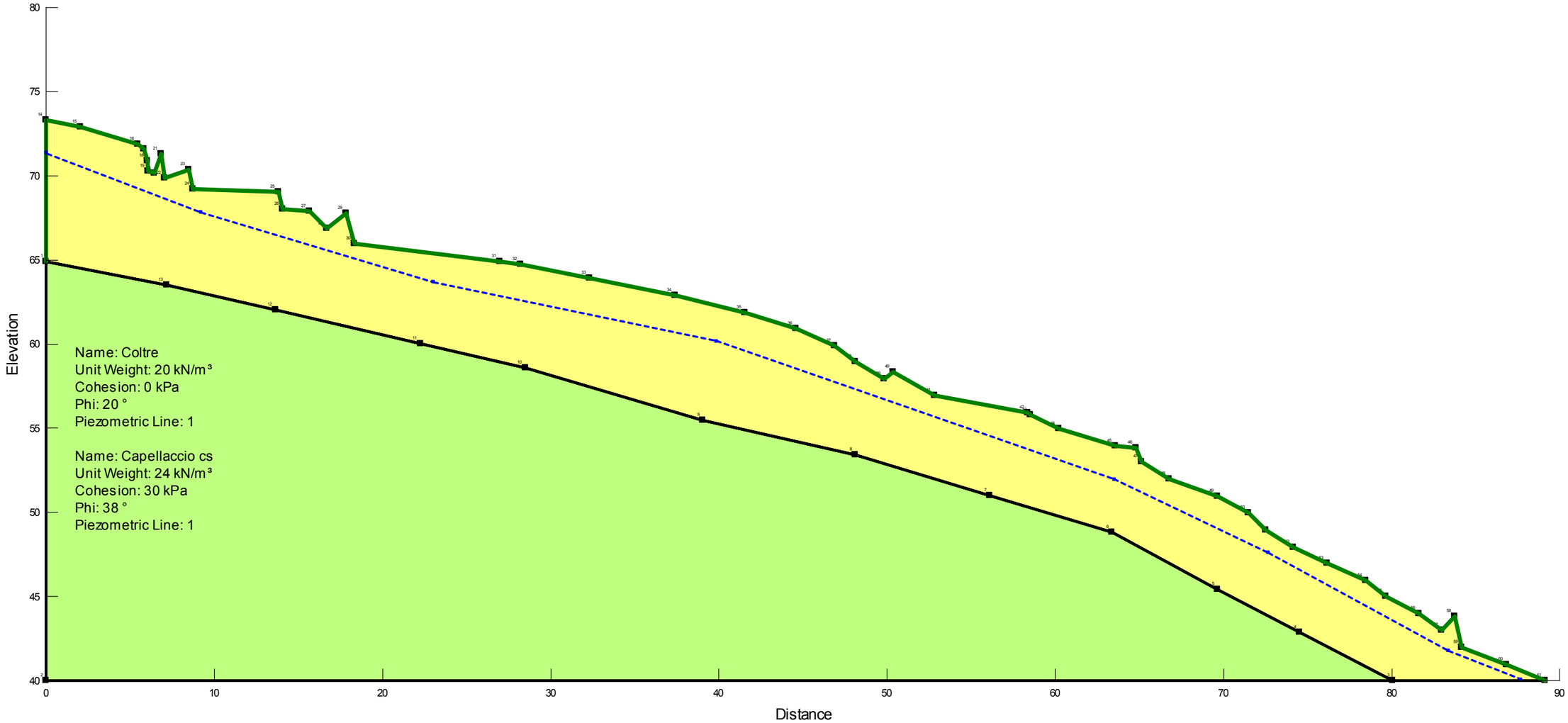
Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

ALLEGATO 9 - Analisi di stabilità

MODELLO GEOTECNICO - GEOMECCANICO GENERALE DEL VERSANTE

STATO DI FATTO



Modello stato attuale

BACK ANALYSIS - STATO DI FATTO

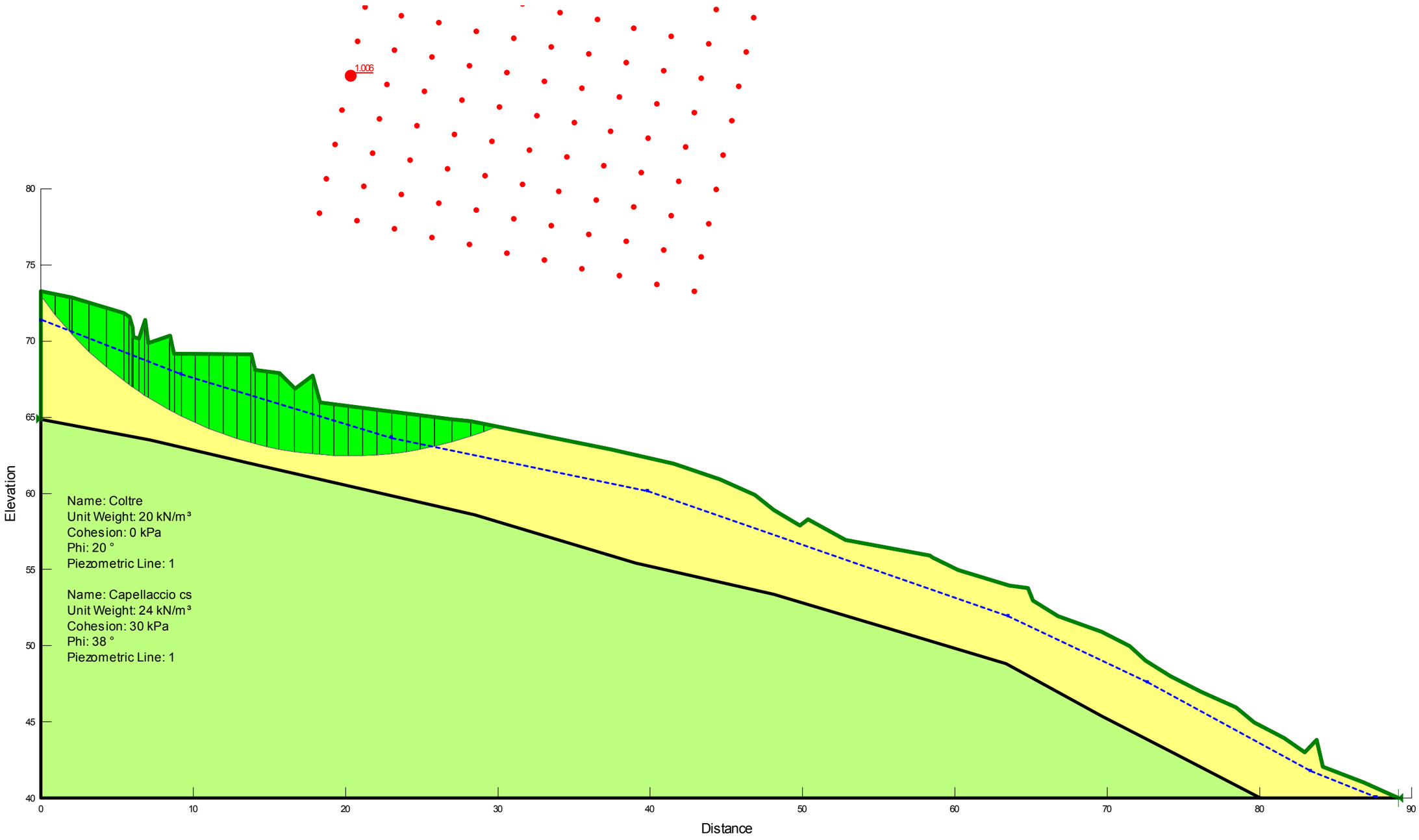


Figura 4-4 – Risultati delle back analysis - Pg3a

VERIFICA DI STABILITA' NELLE CONDIZIONI DI PROGETTO
ANALISI GLOBALE DELL'OPERA IN CONDIZIONI STATICHE

(NTC 2008: A2-M2-R2)

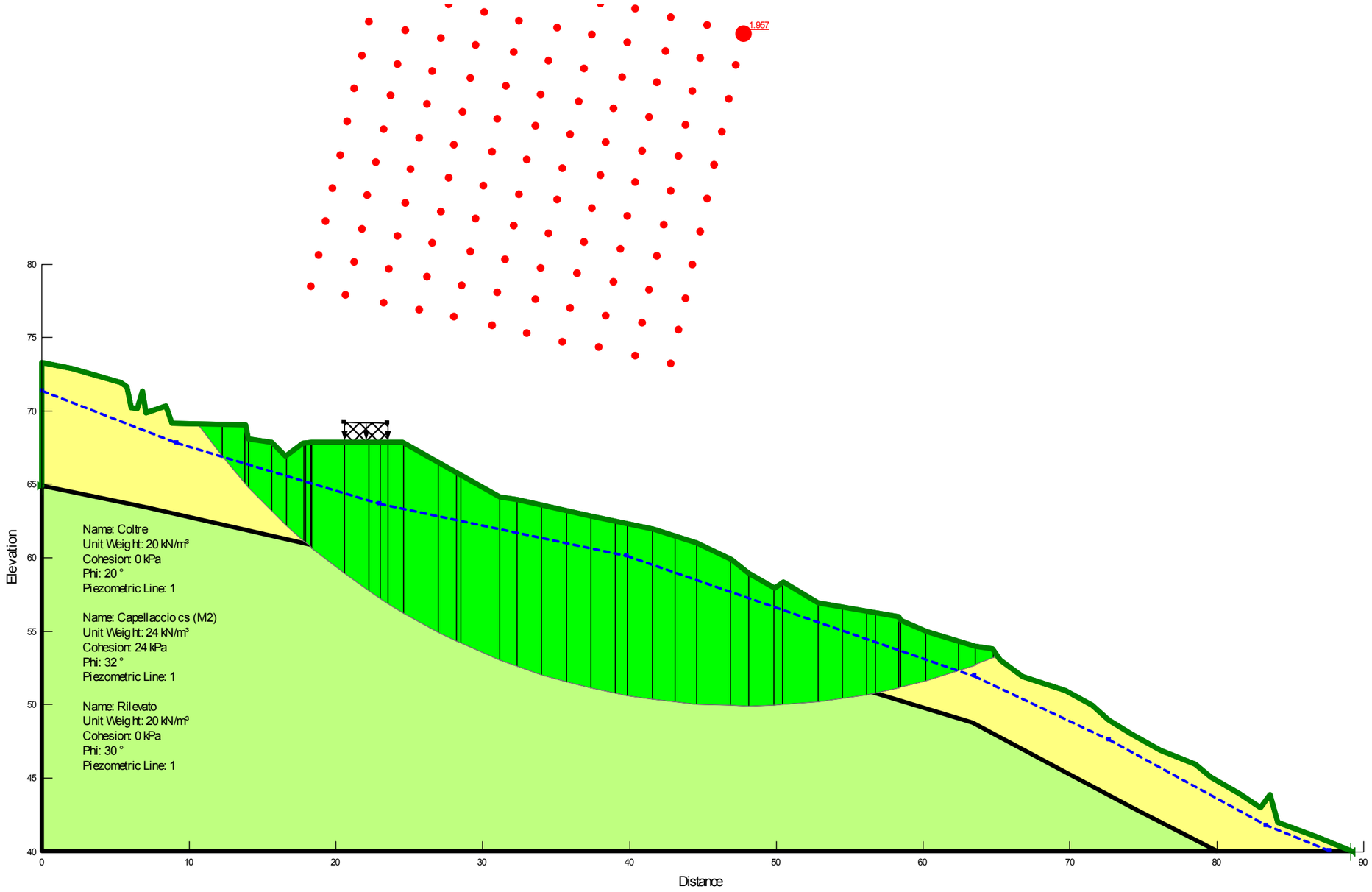


Figura 4-5 – Verifica di stabilità globale – condizioni statiche

VERIFICA DI STABILITA' NELLE CONDIZIONI DI PROGETTO
ANALISI GLOBALE DELL'OPERA IN CONDIZIONI SISMICHE

(NTC 2008: A2-M2-R2-SLV)

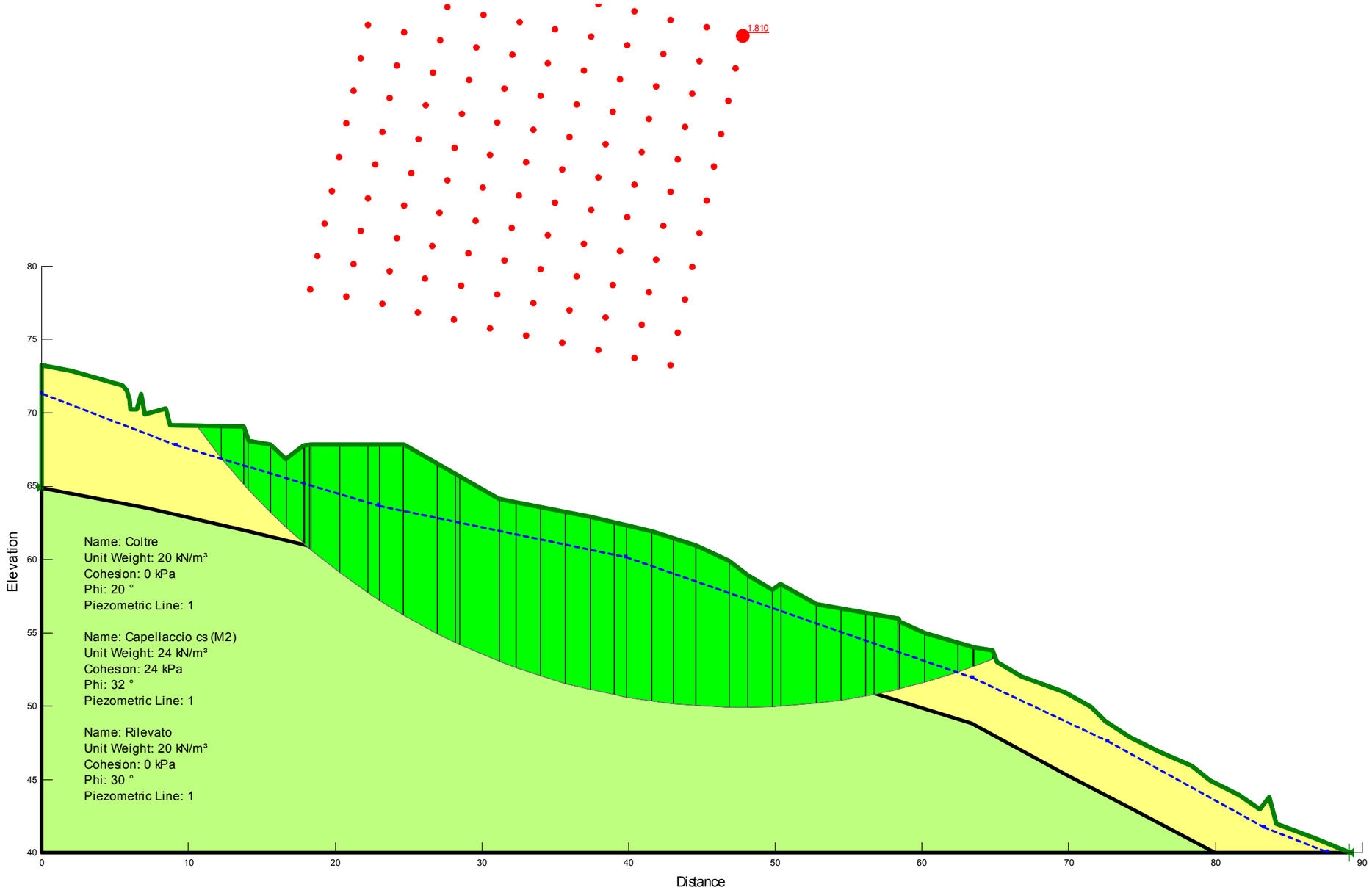


Figura 4-6 – Verifica di stabilità globale - condizioni sismiche