Comune di Ronco Scrivia

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE SCRIVIA IN LOCALITA' CAMPI SPORTIVI IN COMUNE DI RONCO SCRIVIA - STUDIO DI FATTIBILITA' – LOTTO I

Relazione Geologica e di Caratterizzazione Geotecnica



REDATTO DA Dr. Geol Luciano Minetti Controllato da: Dr. Geo. Carlo baracco			EMISSIONE	2 a
			REVISIONE	0
			n° di pagine	37
Data di emissione	Novembre 2017			

Dr.Geol. Luciano Minetti

Sommario

1. **PREMESSA**

2. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

3. **INTERVENTI DI SISTEMAZIONE PREVISTI**

4. **DESCRIZIONE DEL TRATTO D'ALVEO OGGETTO DI INTERVENTO**
   (da relazione ITEC)
5. **VINCOLI AMBIETALI, TERRITORIALI E PAESAGGISTICI**

6. **INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO.**

7. **LE INDAGINI GEOGNOSTICHE**

8. **I RISULTATI DELLE INDAGINI**
   - **8.1 Sondaggi geognostici**
   - **8.2 Prospezione Tomografica Sismica e Re.Mi/MASW**

9. **LE SEZIONI STRATIGRAFICHE**

10. **LA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA**
    - **10.1 Stima di parametri geotecnici da prospezioni geosismiche**
    - **10.2 Interpretazione prove SPT**
    - **10.3 Prove geotecniche di laboratorio e loro interpretazione**

11. **CARATTERIZZAZIONE CHIMICA**
    (In Itinere)

12. **GESTIONE DEI MATERIALI DI SCAVO**

13. **CONSIDERAZIONI SULLA STABILITÀ DEI PENDII**

14 **RIPERCUSSIONE SU IDROGEOLOGIA E IDROLOGIA E SUI MANUFATTI ESISTENTI**

15. **ZONIZZAZIONE SISMICA DEL SITO**

16. **CONCLUSIONI**

Allegati:

Allegato 1 **Indagini Geognostiche**
- **a) Sondaggi Geognostici**
- **b) Prospezioni Geosismiche**

Allegato 2 **Prove di laboratorio**
- **a) Geotecniche**
- **b) Caratterizzazione Chimica**

Allegato 3 **Zonizzazione Sismica**

1. PREMESSA

La presente relazione è stata redatta quale supporto alla progettazione definitiva della "*Sistemazione idraulica del torrente Scrivia in località Campi sportivi in Comune di Ronco Scrivia Lotto 1– Stralcio B*"realizzata da ITEC engineering – Genova.

La progettazione riguarda la realizzazione di nuovi argini sulla sponda sinistra del torrente e la ri-profilatura del fondo alveo.

Oggetto della relazione è l'inquadramento geologico, la realizzazione ed elaborazione delle indagini geognostiche, finalizzata alla costruzione di un modello geologico del sito e alla caratterizzazione geotecnica dei terreni/litotipi interessati dalle opere in progetto.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la stesura della relazione si è fatto riferimento alle seguenti normative:

- Norme tecniche per le costruzioni NTC2008;
- D.M. 14/01/2008 recante "Nuove Norme tecniche per le costruzioni";
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n°617 recante "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.
- O.P.C.M. n°3274 del 20/03/2003 e s.m.i., contenente "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per la costruzione in zona sismica";
- D.G.R. n°1362 del 19.11.2010 recante "Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria";

3. INTERVENTI DI SISTEMAZIONE PREVISTI

(da progetto definitivo ITEC)

Il progetto riprende e aggiorna gli interventi previsti negli studi e progetti precedenti effettuati per conto della Comunità Montana dell'Alta Valle Scrivia (2006) e dal Comune di Ronco Scrivia (2013) per lo stesso tratto di corso d'acqua, che hanno formato l'oggetto delle richieste di finanziamento del Progetto Periferie di Genova Città Metropolitana e secondo la DGR 321 del 28/04/2017.

L'area oggetto d'intervento è costituita dalla porzione di territorio in sponda sinistra del torrente Scrivia in corrispondenza del centro abitato di Ronco Scrivia compreso tra il ponte per località Pietrafraccia e il ponte ferroviario della linea Genova-Milano.

Tale area risulta inondabile a causa principalmente del rigurgito generato dai ponti ferroviario e autostradale all'estremità di valle e ad alla generale insufficienza delle sezioni del corso d'acqua al deflusso delle portate 200-ennale e 50-ennale lungo il tratto di monte.

Gli interventi del presente progetto definitivo riguardano in particolare il Lotto I Stralcio B della sistemazione complessiva che interessa il tratto d'alveo compreso tra il ponte per località Pietrafraccia e la zona centrale della curva del torrente Scrivia in prossimità dei campi sportivi, a protezione di un nucleo di edifici di civile abitazione esistenti (la posizione degli interventi è presentata in fig.6).

Gli interventi consentono il contenimento della portata 200-ennale lungo tutto il tratto oggetto d'intervento. Come risulta dall'analisi delle criticità idrauliche evidenziate dalla (VBP)1., l'area in sponda sinistra del torrente Scrivia nel tratto oggetto d'intervento risulta inondabile a causa principalmente del rigurgito generato dai ponti ferroviario e autostradale all'estremità di valle e ad alla generale insufficienza delle sezioni del corso d'acqua al deflusso delle portate 200-ennale e 50-ennale lungo gran parte del tratto.

In tale contesto sono stati individuati una serie d'interventi di sistemazione complessiva (LOTTO I) finalizzati alla mitigazione del rischio idraulico; gli interventi sono complementari alle recenti sistemazioni realizzate in somma urgenza nel tratto d'alveo in corrispondenza della curva del torrente Scrivia. La sistemazione di progetto è stata suddivisa in stralci esecutivi in funzione delle esigenze economiche del Comune (finanziamenti ricevuti) e delle tempistiche di approvazione dei vari Enti coinvolti.

Gli interventi inseriti nel presente progetto definitivo riguardano la sistemazione idraulica del tratto d'alveo compreso tra il ponte per località Pietrafraccia e la zona centrale della curva del torrente Scrivia in prossimità dei campi sportivi (LOTTO I –Stralcio B).

Gli interventi sono riportati in dettaglio negli elaborati grafici IDR-007-008-A e, monte verso valle consistono in:

- rialzo del rilevato d'argine esistente in sponda sinistra con terre rinforzate nel tratto compreso tra il ponte per località Pietrafraccia e il viadotto autostradale A7 Genova – Serravalle per uno sviluppo complessivo di circa 60 m;
- realizzazione di muro d'argine in c.a. nel tratto a monte del viadotto autostradale per uno sviluppo di circa 25 m e raccordo con le terre rinforzate;

- demolizione dell'attuale muro di confine (a monte e a valle dell'edificio argine ubicato circa 30 m a valle del viadotto autostradale) e realizzazione di nuovo muro d'argine in c.a. (in corrispondenza dell'attuale demolito) nel tratto compreso tra il viadotto autostradale e l'inizio della curva del torrente Scrivia per uno sviluppo complessivo di circa 70 m;
- realizzazione di un nuovo argine in sponda sinistra in scogliera nel tratto compreso tra sez. 6.3 e la sez. 6.06 per uno sviluppo complessivo di circa 85 m.
- risagomatura del fondo alveo su una pendenza dello 0.4% circa e regolarizzazione delle sezioni di deflusso con un tratto centrale di larghezza pari a circa 40 m e inclinazione delle sponde pari al 12% circa lungo tutto il tratto per uno sviluppo complessivo di circa 450 m;
- sovralzo di circa 0.50 m del rilevato arginale in terra in sponda sinistra nel tratto di valle compreso tra le sezioni 6 e 5.1 per una lunghezza di circa 135 m.
- Il rialzo arginale nel tratto di monte è costituito da terre rinforzate in rete metallica a doppia torsione plasticati spaziati di un interasse di 0,7 m e lunghezza pari a 3m; il rilevato è realizzato con due elementi pre-assemblati su ogni livello, con lunghezza del rinforzo sullo stesso livello tale da creare una sovrapposizione tra loro.

La terra rinforzata è costituita da ancoraggio e paramento esterno definiti da un unico elemento in rete metallica a doppia torsione e maglia esagonale 8x10; tale elemento è connesso sulla parte frontale con un pannello di rinforzo in rete elettrosaldata zincata con maglia 14x12cm che conferisce una idonea robustezza. All'interno del paramento esterno è inserita una biorete in fibra naturale di cocco tessuto con grammatura paria 700gr/mq.

Il paramento esterno è riempito a tergo con terra vegetale che consente un completo rinverdimento della struttura mentre il corpo del rilevato è costituito da terreno opportunamente compattato e di buone caratteristiche meccaniche.

I tratti di arginatura con muro in c.a. sono fondati su micropali Ø 220 con armatura tubolare di diametro 139.7 mm e spessore 10 mm, di lunghezza pari a 10 m disposti a coppie (verticale e inclinato) con interasse 1.5 m; i muri sono costituiti da una fondazione.

4. DESCRIZIONE DEL TRATTO D'ALVEO OGGETTO DI INTERVENTO

(da relazione ITEC)

Il torrente Scrivia a valle dell'abitato di Ronco Scrivia sottende un'area di circa 207 km2 con una lunghezza dell'asta principale pari a circa 38 km e quota media rispetto alla sezione di chiusura pari a circa 374 m s.l.m.

Il tratto esaminato è compreso tra il ponte per località Pietrafraccia e il ponte ferroviario della linea GE-MI per una lunghezza di circa 1900 m.

In tale tratto il corso d'acqua forma un'ansa verso sinistra con sezioni di forma trapezia, larghezze variabili da 50 m a 90 m circa e pendenza media del fondo pari allo 0.4%.

L'alveo è delimitato in sponda destra dal versante naturale con roccia affiorante, mentre in sponda sinistra è delimitato per la maggior parte da un argine in terra, a protezione delle aree a tergo più depresse, e per il tratto più a valle da un argine in c.a. a protezione della strada comunale.

Il fondo è costituito prevalentemente da ciottoli di medie dimensioni, con presenza di vegetazione arborea e arbustiva e con un deposito di materiale in sponda sinistra in corrispondenza dell'interno della curva.

Lungo il tratto sono presenti, da monte verso valle, i seguenti manufatti: il ponte carrabile per località Pietrafraccia, il primo viadotto dell'autostrada A7 Genova - Serravalle, il secondo viadotto dell'autostrada A7 Genova - Serravalle direzione Milano, il terzo viadotto dell'autostrada A7 Genova - Serravalle direzione Genova e il viadotto ferroviario della linea Genova - Milano.

5. VINCOLI AMBIETALI, TERRITORIALI E PAESAGGISTICI

Di seguito sono riportati i vincoli ambientali, territoriali e urbanistici delle aree interessate dagli interventi.

PUC

Con riferimento al PUC del comune di Ronco Scrivia - DPGR n.123/2004, le aree in sponda sinistra adiacenti al corso d'acqua ricadono nei seguenti sub-ambiti:

- viabilità di progetto in adiacenza al corso d'acqua
- CC1/CC2 zone residenziali di completamento
- D11/D12 zone industriali, artigianali, commerciali e di completamento
- zona BD2 zone miste artigianali - residenziali
- Zone V e P per servizi.

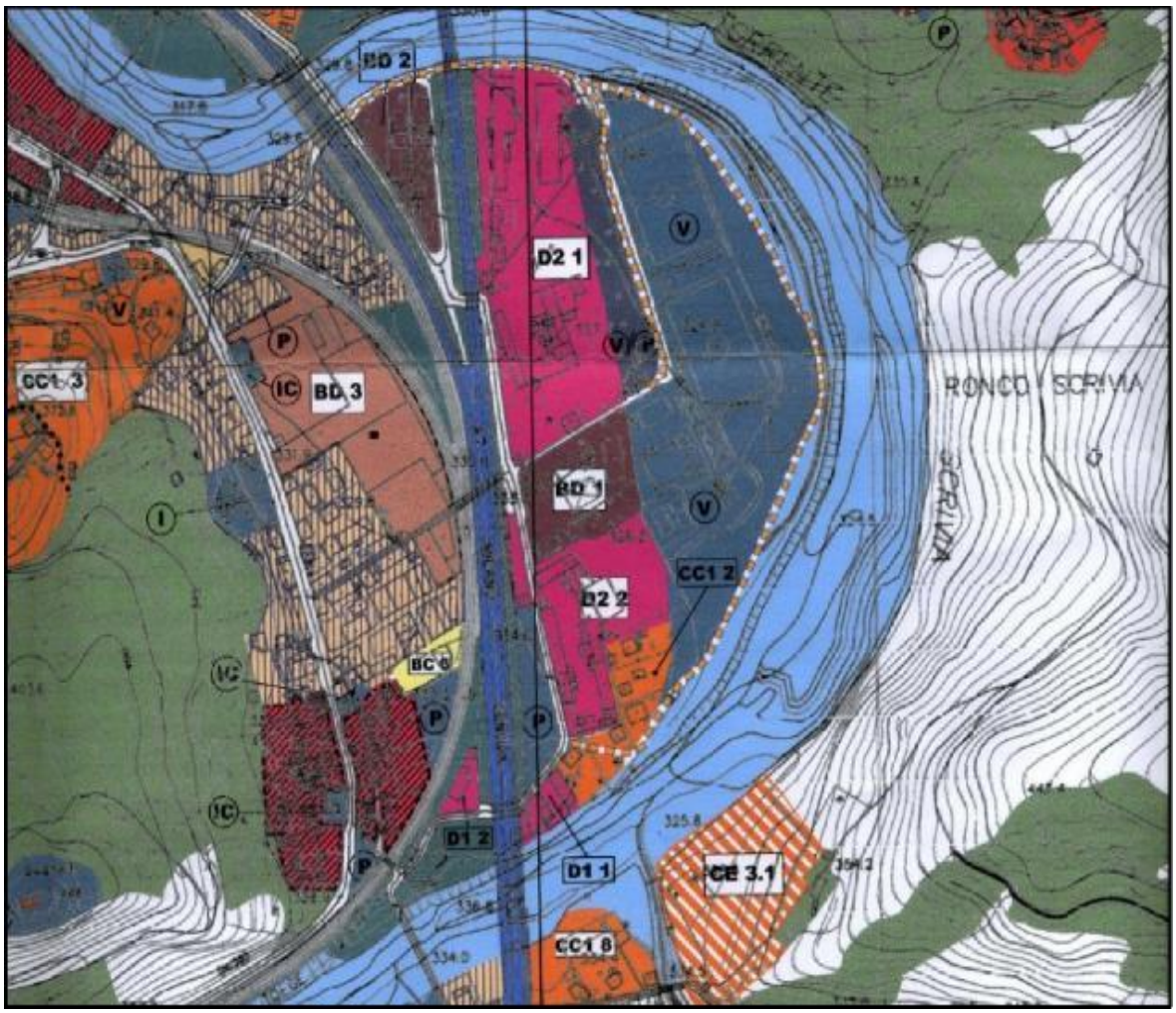


Figura 1 Estratto PUC del Comune di Ronco

PTCP

Con riferimento al P.T.C.P. del comune di Ronco Scrivia si individuano le seguenti zone con specifico regime normativo:

- assetto insediativo: insediamento diffuso –modificabilità di tipo A (ID-MO-A)
- assetto vegetazionale: colture, insediamenti sparsi e serre (COL-ISS)
- Assetto geomorfologico: modificabilità di tipo B (MO-B).

PIANO DI BACINO

- La normativa idraulica di riferimento è costituita dalla *Variante al Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Genova con valore ed effetti del Piano di Bacino per la parte del territorio provinciale compresa nel bacino del fiume Po* (VBP)[2].
- Con riferimento all'elaborato della VBP "T2 Carta del dissesto 07" relativa al territorio del Comune di Ronco Scrivia l'area in oggetto ricade all'interno di una zona *Ee* (area coinvolgibile da fenomeni di esondazione con pericolosità molto elevata) come mostra l'estratto della Figura 2, seguente e Fig.4.
- La figura 4, che riporta su base cartografica CTR db2007 ed. Regione Liguria le Frane IFFI ed 2015, direttiva Alluvioni ed 2015, Non riporta movimenti franosi nell'area interessata dall'intervento

Dai tipi realizzati da Regione Liguria:
Base cartografica: CTR db2007 ed. II Regione Liguria, sc. 1:5000.
Frane IFFI: ed 2015; Direttiva alluvioni sc. 1:10000, ed 2015.

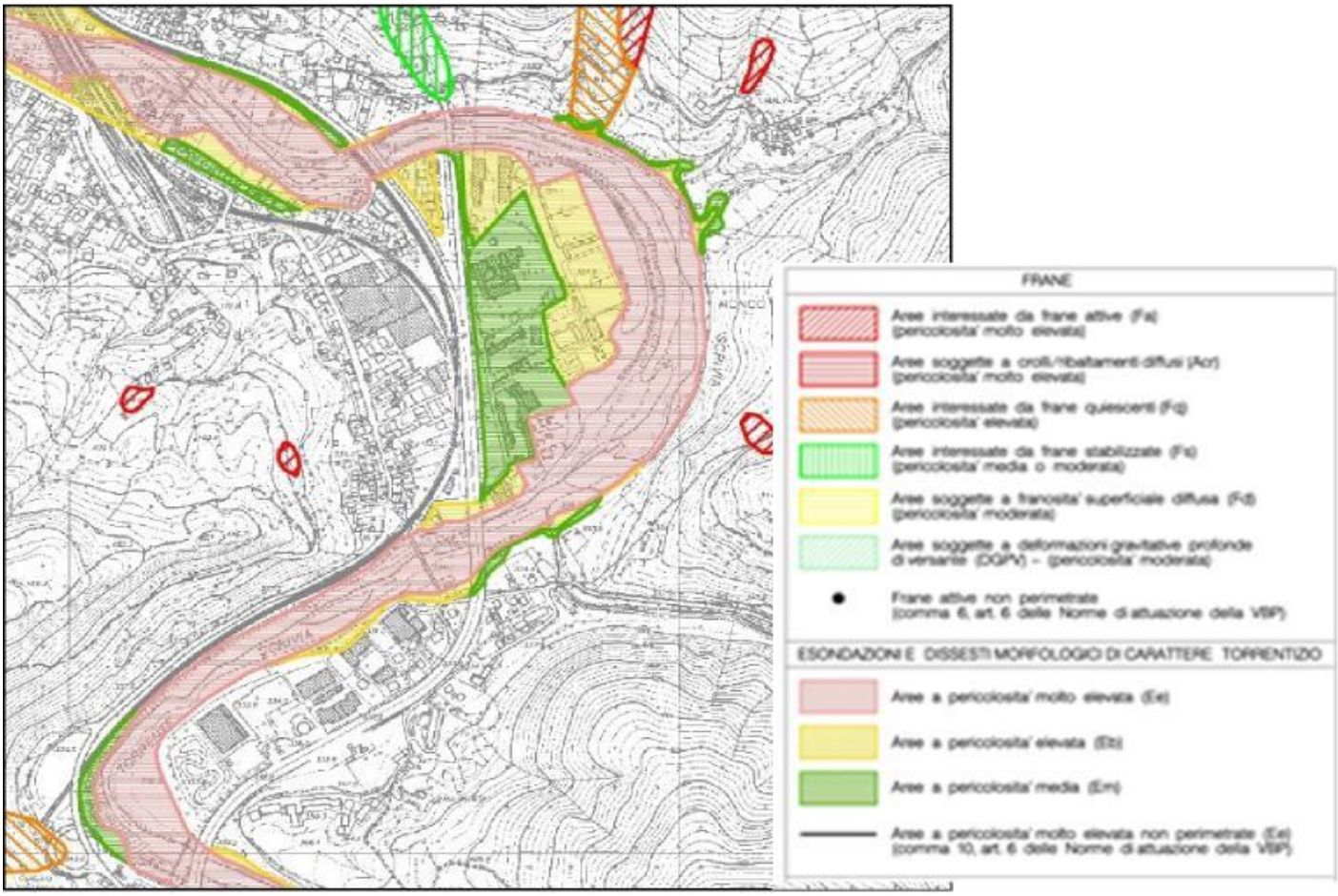


Figura 2 Carta del dissesto 07" relativa al territorio del Comune di Ronco Scrivia

VINCOLO IDROGEOLOGICO

- L'area d'intervento non ricade in zona sottoposta a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D.L. n. 3267 del 30.12.1923 e della L.R. 4 /99 e succ m. e i.

AREE DEMANIALI

- Tutto l'alveo del torrente Scrivia ricade in demanio fluviale.

VINCOLO PAESAGGISTICO

- Con riferimento al vincolo paesaggistico, l'area non è interessata da alcun tipo di vincolo

6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO.

Il bacino idrografico del Torrente Scrivia è impostato su terreni appartenenti alle Unità strutturali del Gottero e dell'Antola (Liguridi Interne) e alle successioni sedimentarie oligoceniche del Bacino Terziario Ligure Piemontese, che poggiano in discordanza angolare sulle due Unità Liguridi succitate.

Una porzione molto limitata di bacino, localizzata a ovest dell'abitato di Busalla e al confine con la Regione Piemonte, risulta impostata sulla Formazione delle Argille a Palombini del Passo della Bocchetta, facenti capo all'Unità di Timone – Bric Teiolo.

La porzione di bacino approssimativamente compresa tra gli abitati di Casella e Ronco Scrivia, è attraversata da tre fasce allungate in direzione nord-nord-est sud-sudovest e costituite procedendo da est verso ovest: dalle Argilliti di Montoggio, dalla Formazione di Ronco e dalle Argilliti di Montanesi.

La formazione di Ronco risulta costituita da alternanze d'intervalli torbiditici, di potenza generalmente pluridecimetrica, costituiti da banchi calcarenitico – siltosi e da banchi argillitico–marnosi, questi ultimi predominanti rispetto ai primi.

Le Argilliti di Montoggio costituiscono il "complesso di base" emipelagitico dell'Unità dell'Antola, si presentano di colore rosso–vinato e talora verdastro, sovraconsolidate, minutamente scagliettate e caratterizzate, in affioramento, da patine nerastre ferromanganesifere con locali screziature giallastre prodotte dalla circolazione dell'acqua. La Formazione delle Argilliti di Montanesi risulta costituita da argilliti scistose, di colore grigio–scuro o nerastre, quarzose, albitizzate e calcitizzate, con scisti rossi.

I litotipi a forte controllo morfologico sono, per il bacino dello Scrivia, da un lato le torbiditi calcareo – marnose dell'Antola, la Formazione di Ronco e le Argilliti di Montoggio, che danno luogo a forme del rilievo piuttosto dolci con pendenze dei versanti piuttosto modeste e attraversate da valli poco incise, dall'altro i Conglomerati di Savignone, in corrispondenza dei quali il paesaggio si inasprisce, i versanti risultano acclivi e le valli molto incise.

In merito alla caratterizzazione idrogeologica del bacino idrografico del Torrente Scrivia, affrontando tale aspetto dal punto di vista della permeabilità relativa, si rileva che al momento non è stato effettuato alcuno studio di questo tipo sui litotipi affioranti, conducendo un'analisi

sulle caratteristiche litologico – strutturali dei litotipi affioranti, sulla presenza o meno di contatti di permeabilità o di particolari zone d'impregnazione idrica.

Analoghi studi condotti in altri bacini idrografici sulle medesime litologie che caratterizzano il bacino oggetto di studio, consentono di poter effettuare le seguenti considerazioni di carattere generale: risultano generalmente caratterizzati da una discreta permeabilità per fessurazione i calcari marnosi del Flysch dell'Antola, sono da considerarsi praticamente impermeabili tutte quelle formazioni argillitiche ed argilloscistose (in generale si tratta di formazioni di natura scistosa a composizione decisamente argillitica, ma con frequenti intercalazioni calcaree o arenaceo – quarzitiche,) che compaiono nel bacino idrografico oggetto di studio; si presentano altresì generalmente impermeabili i calcari marnosi della Formazione di Ronco, talvolta tuttavia tale litotipo si presenta caratterizzato da un certo grado di fratturazione e perciò sede di limitate circolazioni idriche sotterranee; presentano una permeabilità primaria per porosità i conglomerati oligocenici della Formazione di Molare, anche se tuttavia il grado di cementazione che caratterizza i clasti e la loro matrice rende il litotipo in genere poco permeabile, tranne che lungo alcune direttrici di fessurazione (Cortemiglia., 1990)

A completamento della presentazione della cartografia tematica dedicata al territorio comunale di Ronco Scrivia qui di seguito vengono presentate alle Figure 3, 4 e 5 le Carte Geologica, della Pericolosità e dell'Acclività edite da Regione Liguria, ISPRA, IFFI,

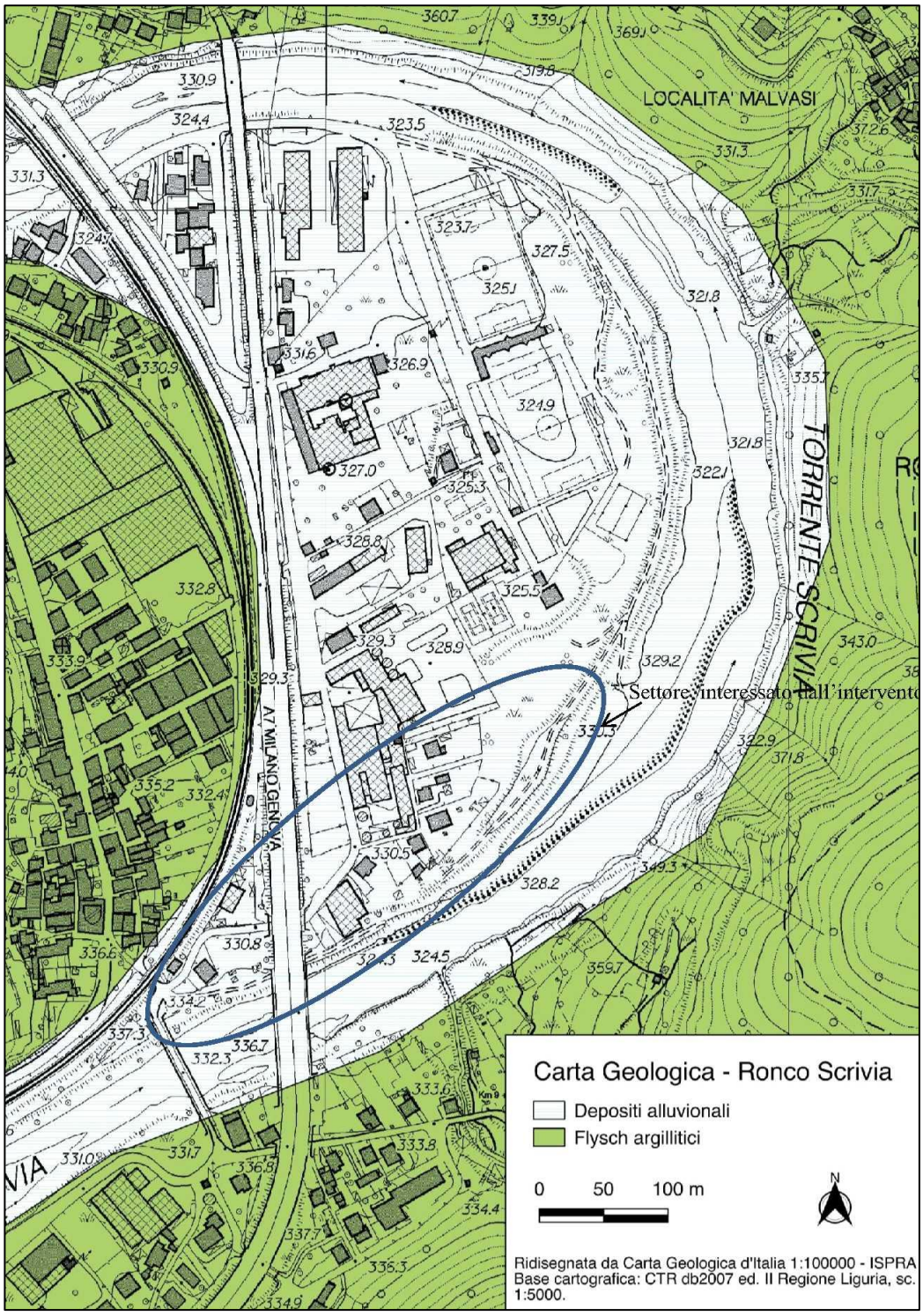


Figura 3 Carta Geologica

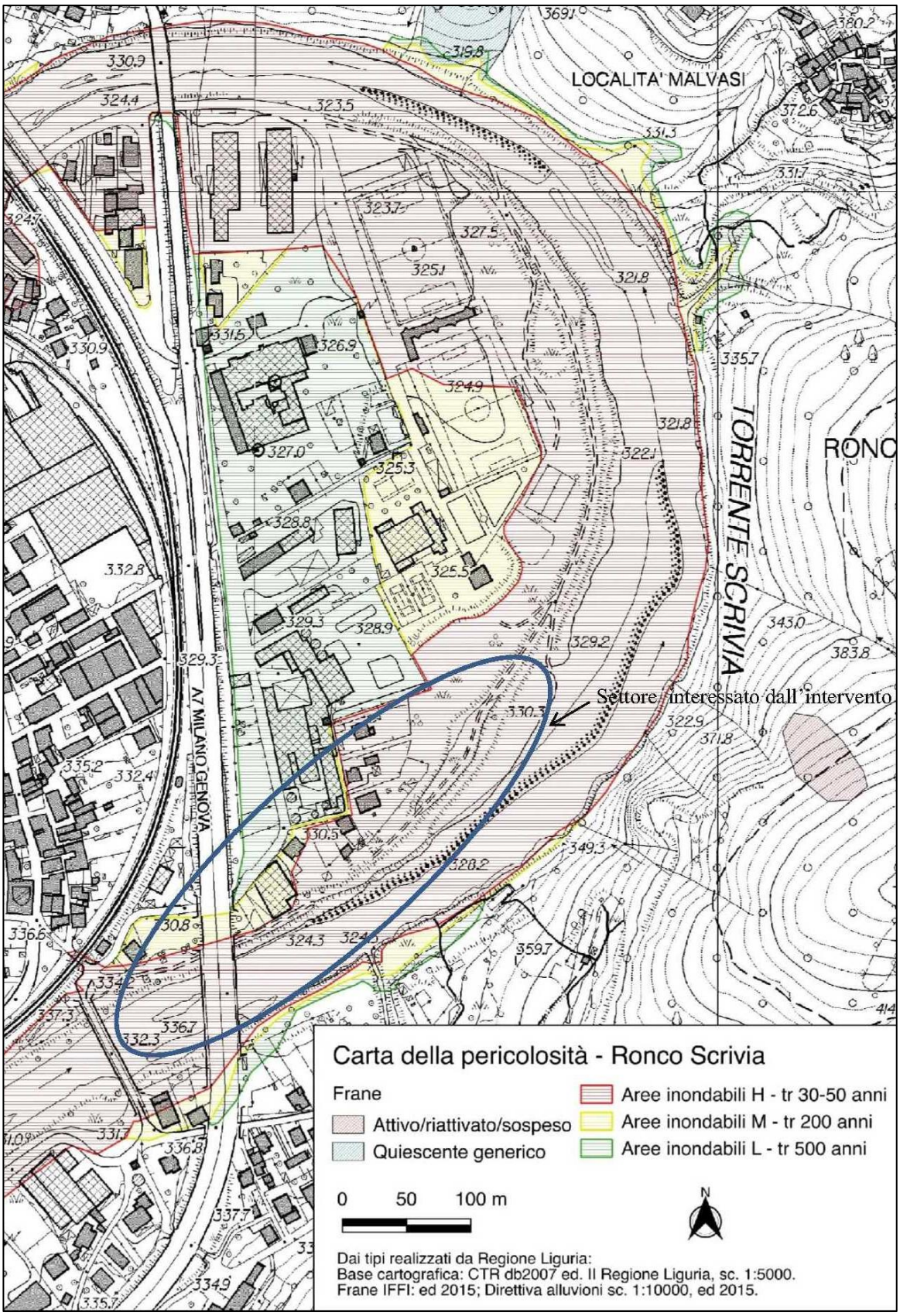


Figura 4 Carta della pericolosità

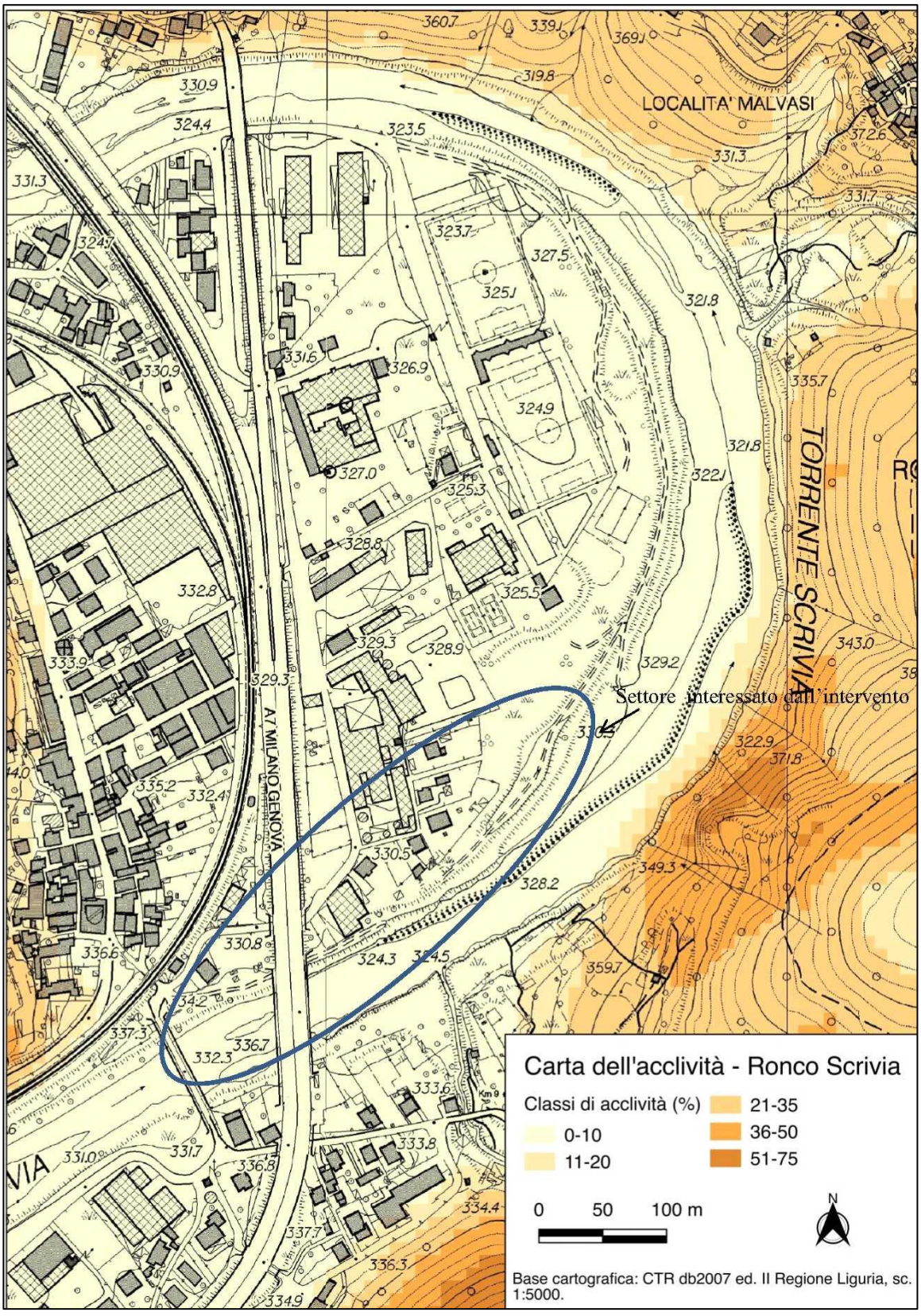


Figura 5 Carta dell'acclività



Figura 6 posizione interventi

7. LE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Le indagini geognostiche previste consistono in:

- 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo diam. di perforazione previsto 101 mm, profondità circa 12 m, realizzazione di prove penetrometriche dinamiche SPT (Standard Penetration Test) ogni 1.5 m , campionamenti adeguati, rilevazione dei livelli di falda nella posizione dove sono state previste opere di palificazione.

- Prospezioni Sismiche lungo lo sviluppo delle opere consistenti in Tomografia Sismica a rifrazione con rilevazione delle onde Vp e REMI (MAWS Multichannel Analysis of Surface Waves) con rilevazione delle onde Vs.

- Prove geotecniche di laboratorio sui campioni provenienti dai sondaggi sia sulla copertura terrosa che sul rifrattore roccioso.

- Prove di caratterizzazione chimica.

I dati derivati dalle indagini consentono la realizzazione di un modello geologico geotecnico e la caratterizzazione geotecnica dei litotipi e la caratterizzazione sismica del sito.

Questi dati saranno di supporto alle scelte progettuali

La posizione delle indagini è riportata in Fig. 7

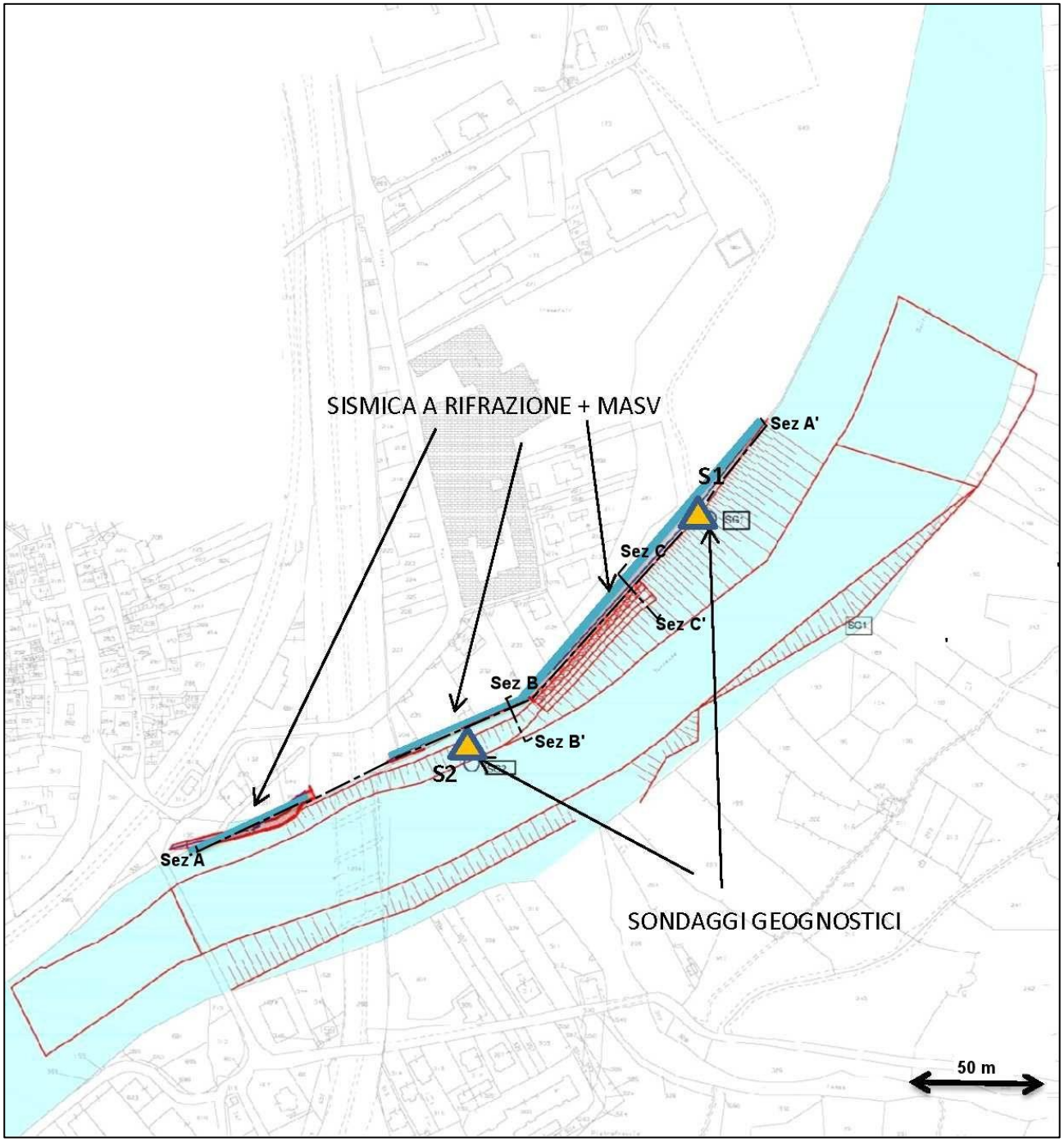


Figura 7 Posizione indagini e Sezioni Geologiche

8. I RISULTATI DELLE INDAGINI

8.1 Sondaggi geognostici

I due sondaggi geognostici, eseguiti nelle posizioni dove sono previste opere sostenute da palificazioni, (si veda Fig.7 dove sono riportate le posizioni della indagini), hanno dato la possibilità di eseguire prove penetrometriche SPT (Standard Penetration Test) nella coltre di copertura terrosa, il campionamento della stessa e l'identificazione dell'ammasso roccioso sottostante, che è stato anch'esso campionato.

Alcuni campioni significativi sono trasferiti al Laboratorio GET Srl (RINA Group) e sottoposti a prove per la loro caratterizzazione geotecnica.

Le "carote" campionate sono state raccolte in apposite cassette catalogatrici e fotografate, sono state redatte le stratigrafie delle perforazione. il dettaglio è riportato in Allegato 1 b) "Sondaggi Geognostici" . Durante la perforazione è stata rilevata la posizione della falda.

La sequenza stratigrafica rilevata è la seguente

Per il Sondaggio S1

- Tra 0.00 m e 3.0 m — Ghiaie poligeniche sub arrotondate sabbioso limose con presenza di elementi più grossolani verso il fondo, addensate
  Nota: da questo strato (tra 1.50 e 2.00m)sono stati prelevati campioni rimaneggiati da sottoporre a prove di riconoscimento geotecnico e caratterizzazione chimica.
- tra 3.0 m a 10 m — ammasso roccioso rappresentato da Flish argillitico marnoso molto fratturato e alterato, di colore grigio scuro che passa a brunastro nei tratti più alterati, sostanzialmente poco tenace.
- tra 10 m a 16 m — come il precedente ma meno fratturato e alterato, colore grigio scuro sostanzialmente più tenace lapideo.

Per il Sondaggio S2

- Tra 0.00 m e 2.5 m — Ghiaie poligeniche sub arrotondate sabbioso limose con presenza di elementi più grossolani verso il fondo, addensate
  Nota: da questo strato (tra 1.50 e 2.00m)sono stati prelevati campioni rimaneggiati da sottoporre a prove di riconoscimento geotecnico e caratterizzazione chimica.
- tra 2.5 m a 10 m — ammasso roccioso rappresentato da Flish argillitico marnoso molto fratturato e alterato, di colore grigio scuro che passa a brunastro nei tratti più alterati, sos sostanzialmente poco tenace

- tra 10 m a 16 m — come il precedente ma meno fratturato e alterato, colore grigio scuro sostanzialmente più tenace lapideo.

Durante a perforazione si è rilevata la presenza d'acqua a circa -3.00 m.

La stratigrafia è sostanzialmente confermata dalle indagini geosismiche i cui risultati sono riportati ai punti seguenti e che consentono di estendere linearmente il modello stratigrafico corrispondente allo sviluppo dell'opera, illustrato nelle sezioni riportate alle figure 10, 11 e 12.

8.2 Prospezione Tomografica Sismica e Re.Mi/MASW

Il dettaglio dell'indagine e della metodologia sviluppata sono riportate in Allegato 1 a) Prospezioni Geosismiche.

Le prospezione Geosismiche, a sviluppo lineare lungo il sedime delle opere, hanno consentito di integrare le indagini puntuali sviluppate attraverso i sondaggi geognostici dando così la possibilità di caratterizzare geotecnicamente dei terreni che ospiteranno le opere.

L'indagine sismica di tipo Re.Mi su onde di superficie ed un'indagine di tomografia sismica su onde P eseguite hanno consentito, attraverso la loro correlazione, di definire una stratigrafia di massima (terreno a granulometrie variabili con differente grado di addensamento e di saturazione, substrato roccioso più o meno fratturato e/o alterato ecc..) la possibile presenza di acqua nei livelli di terreno indagati.

L'analisi dei risultati della prospezione geosismica. ha consentito di sviluppare una caratterizzazione geotecnica di massima (si veda il punto 10.1), correlata ai risultati delle prove in Situ SPT e di laboratorio sui campioni prelevati che permette la costruzione di una sezione stratigrafica e geotecnica lungo lo sviluppo delle opere previste.

In Figura 8 è riportata il la sezione sismostratigrafica, nelle Figure . 9 e 9bis il Profilo ReMi (MAWS)

L'indagine MASW mette in evidenza la presenza di tre strati così identificabili:

- da 0,0 a circa 3.0m Terreno di copertura con velocità di onde di taglio Vs di circa 400 m/s
- da 3.00 a 16.0 m Ammasso roccioso molto fratturato alterato con velocità di onde di taglio Vs di circa 800 m/s
- da 16.00 Ammasso roccioso fratturato con velocità di onde di taglio Vs di circa 1300 m/s

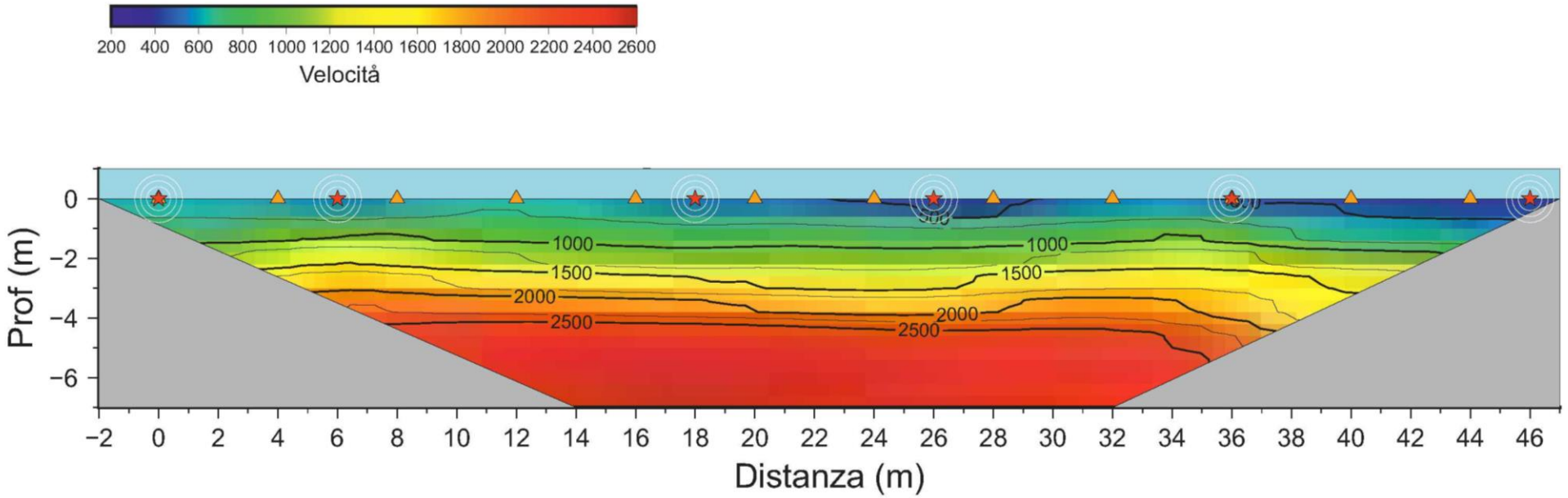
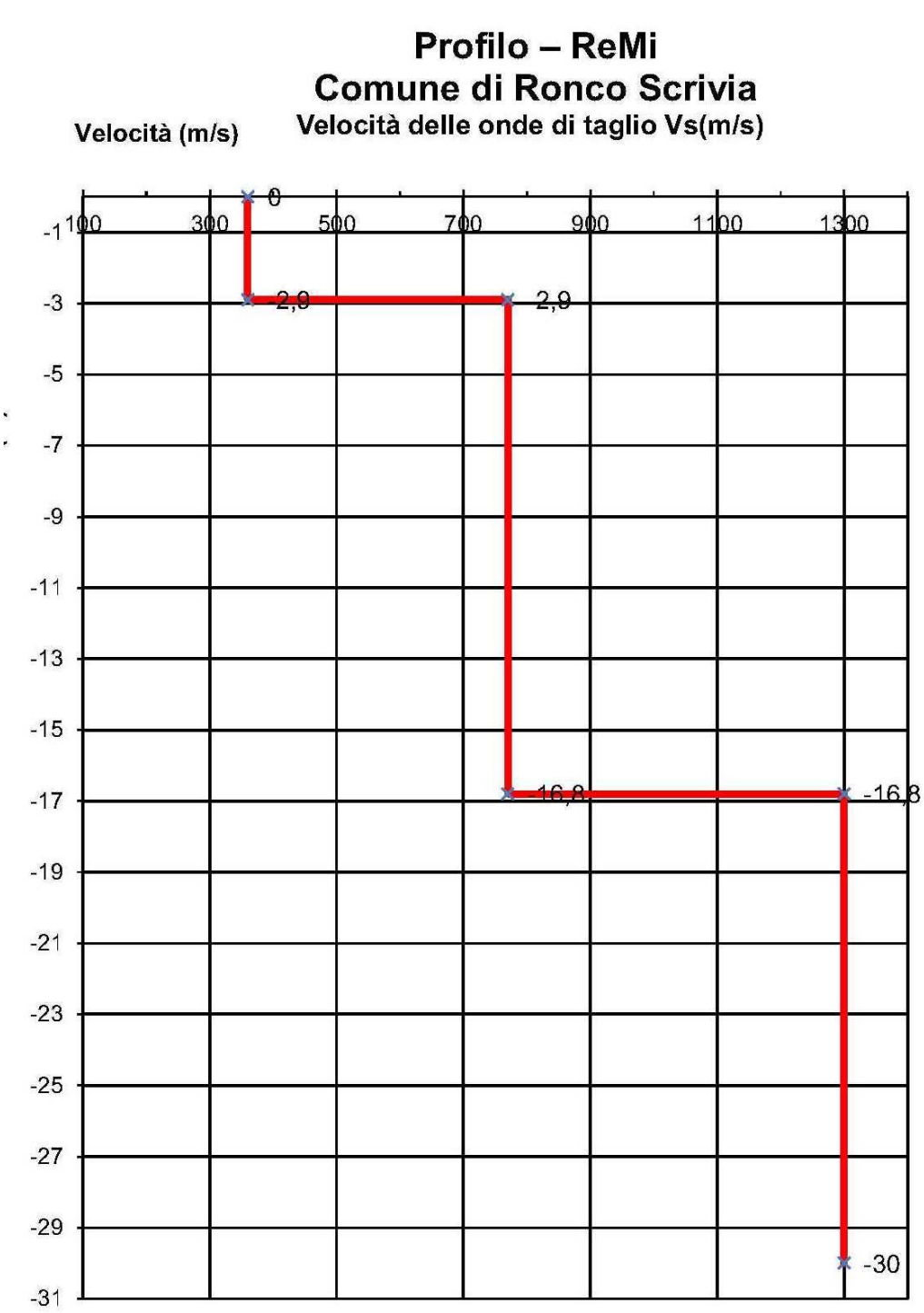


Fig.8 la sezione sismostratigrafica (profondità Rifrattore/basamento roccioso circa 3.5 – 4.00 m)



	PROFILO ReMi	
Punto	Profondità (m)	Vs (m/s)
1	0	360
2	-2,9	360
3	-2,9	770
4	-16,8	770
5	-16,8	1300
6	-30	1300

Vs 30 875 m/s

Fig. 9 e 9bis Profilo ReMi

9. LE SEZIONI STRATIGRAFICHE

La configurazione interpretativa derivata dai sondaggi e dalle indagini geosismiche i cui risultati sono presentati ai punti precedenti, è riportata nelle sezioni geologche alle Figure 10,11 e 12, seguenti; la posizione delle sezioni è riportata alla Fig.7.

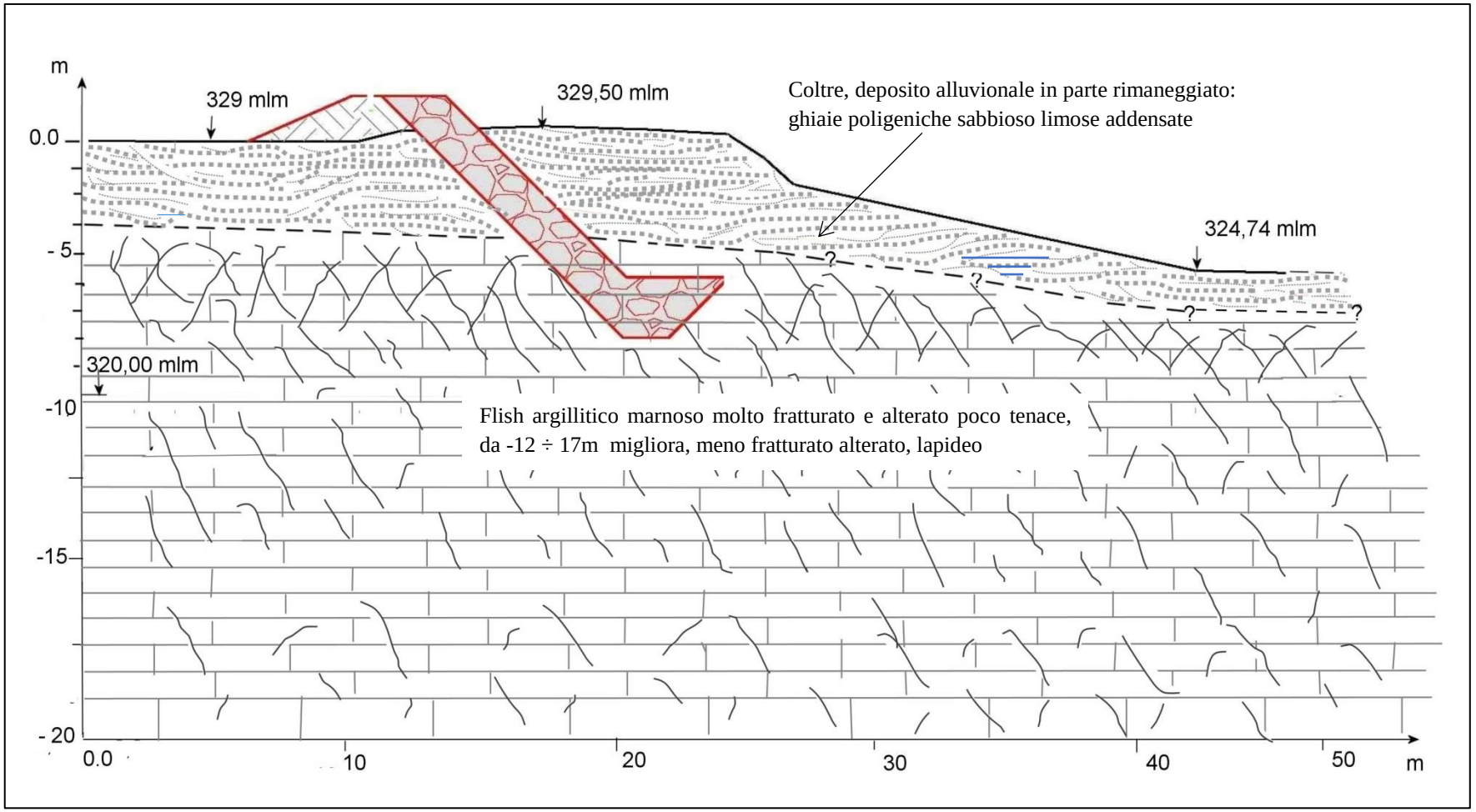


Fig.10 Sezione geologica tipo Scogliera

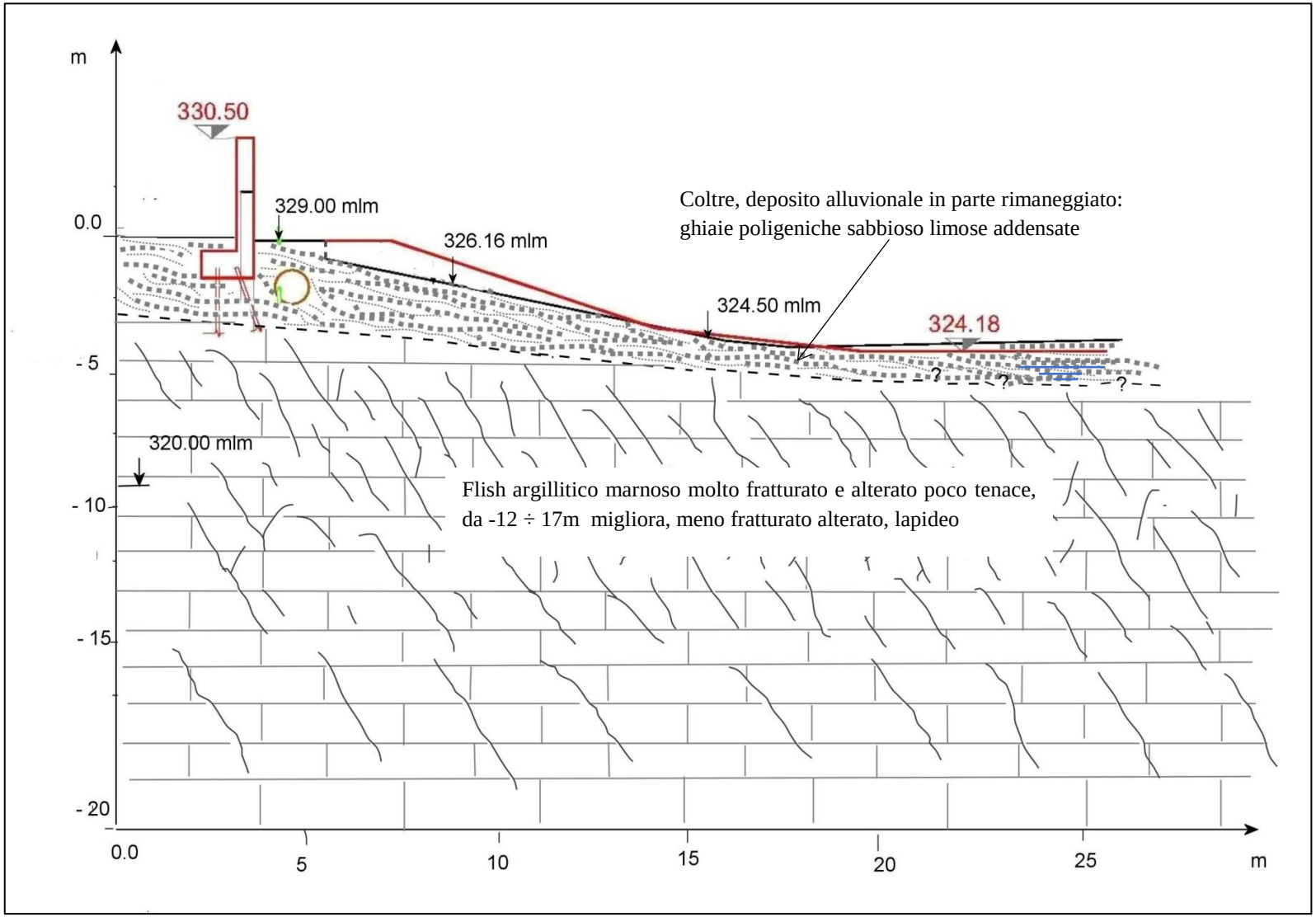


Fig.11 Sezione geologica tipo Muro d'Argine

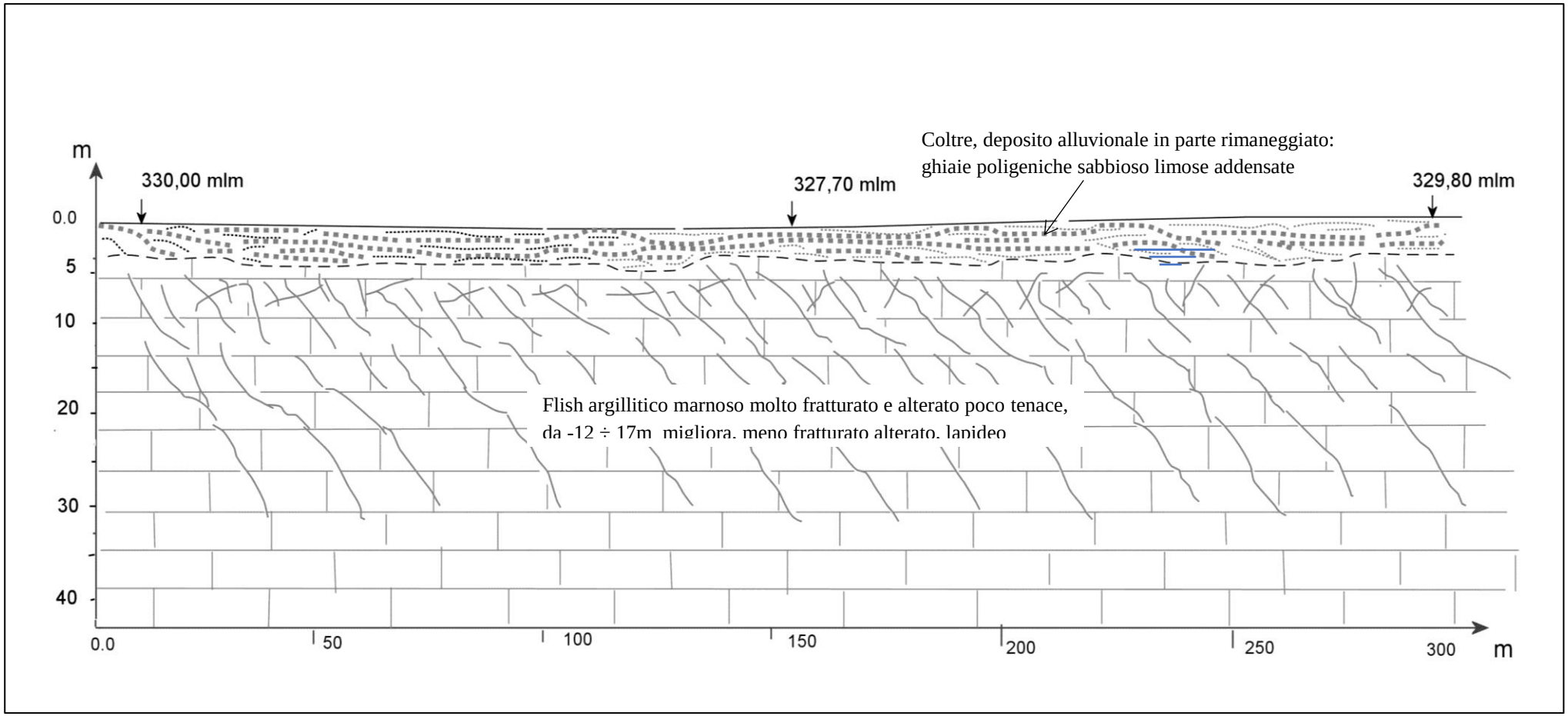


Fig.12 Sezione geologica longitudinale

10. LA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

10.1 Stima di parametri geotecnici da prospezioni geosismiche

Il progetto ha previsto di realizzare di un muro di argine della sponda sinistra, il terreno di fondazione dei muri d'argine è stato investigato in via preliminare con metodi geosismici, in seguito sono stati due sondaggi geognostici a carotaggio continuo.

I dati geofisici (si veda All.1) sono stati elaborati per definire il profilo tomografico bidimensionale caratteristico del sito (si veda la sezione sismostratigrafica della Figura 8) da cui si evince che la profondità rifrattore/basamento roccioso è posta a circa -3.0 m da p.c., e per calcolare i valori dalle velocità di propagazione delle onde di pressione Vp e di taglio Vs, derivata dalla prospezione Re.Mi./MAWS in base ai quali è possibile risalire, per via indiretta alle principali proprietà geotecniche dei diversi orizzonti stratigrafici individuati.

Prima di illustrare i risultati dell'interpretazione in chiave geotecnica della sismica è opportuno precisare due aspetti importanti:

1) la grandezza fisica da introdurre nelle correlazioni è Vs,

2) in genere le correlazioni Vs – parametri disponibili in letteratura sono piuttosto deboli e il generico parametro correlato è soggetto a un'incertezza dell'ordine del 25 -30%. Le correlazioni proposte e referenziate in letteratura sono sostanzialmente di due tipi: relazioni dirette tra la Vs e il parametro ricercato, oppure relazioni tra Vs e un parametro intermedio (in genere NSPT) a sua volta utilizzato per derivare la grandezza desiderata. E' fortemente consigliabile utilizzare sempre le correlazioni dirette Vs – parametro per evitare la doppia approssimazione insita nelle relazioni del tipo Vs – parametro intermedio – parametro cercato.

Il profilo delle Vs per il sito di progetto è presentato nelle Figure 8, 9 e 9 bis e nei documenti in All.1.

Le indagini geofisiche hanno evidenziato un assetto stratigrafico piuttosto semplice, dall'alto al basso si individuano tre strati caratterizzati sulla base dei valori della velocità di propagazione delle onde Vp e Vs:

A1) Deposito di alluvioni di spessore di circa 3,0m, con velocità Vp minore di 1000m/s e Vs di 360m/s, valori che indicano uno stato di addensamento piuttosto basso.

A2) Al letto del primo strato si evidenzia uno strato più denso con Vp compresa tra 1000 e 2000 m/s, crescente con la profondità, e Vs di 770m/s. La potenza di questo strato è di circa 14,0m e può essere costituito da roccia disgregata, alterata e molto fratturata, l'indagine sismica non consente di discriminare con precisione la natura dello strato in questione.

B) Al letto di A2 si colloca, con tutta probabilità, il substrato roccioso (costituiti da litologie caratterizzate da Flish Argillitici) più competente lapideo. La velocità Vp risulta > di 2000m/s e Vs è pari a 1300m/s. Dovrebbe trattarsi di un ammasso roccioso in discreto stato di conservazione, fratturato e probabilmente degratadato, con proprietà geomeccaniche in miglioramento al crescere della profondità; lo spessore non è ovviamente noto ma certamente di molte centinaia di metri.

Sulla base dell'indagine geosismica l'analisi geotecnica è effettuata per gli strati A1 e A2.

STRATO A1

Vs = 360m/s, valore corrispondente ad uno stato di basso addensamento

STRATO A2

Vs = 770m/s, corrispondente ad uno stato di medio addensamento

Il nuovo muro di argine interferirà essenzialmente con le alluvioni superficiali, e per il calcolo dei parametri derivati si utilizza Vs = 360m/s e 770m/s

Si calcola quanto segue.

Massa volumica satura
La massa volumica satura è correlata a V_s considerando la profondità z, l'equazione è la seguente, (Mayne, 1999 – 2001):

$$\gamma_{sat} = 8{,}32\log(V_s) - 1{,}61\log(z)$$

per Vs = 360m/s e z = 2m, si calcola γ_{sat} = 20,8kN/m^3
per Vs = 770m/s e z = 5m, si calcola γ_{sat} = 22,9kN/m^3

Indice dei vuoti
L'equazione proposta da Mayne (1996-2002) è la seguente:

$$e_o = 121 Vs^{-1} z^{0{,}22}$$

per Vs =360m/s e z =2m si calcola e_o = 0,391
per Vs =770m/s e z =5m si calcola e_o = 0,224 *(probabilmente troppo basso)*

Come noto e_o è un buon indice dello stato di addensamento di un terreno e quindi della sua compressibilità.

Coefficiente di reazione
Il coefficiente di reazione del sottofondo K non è una proprietà intrinseca del terreno in quanto dipende ad esempio dalla forma della fondazione e dalle sue dimensioni tuttavia è spesso utilizzata dai progettisti per il calcolo di una fondazione.

Una correlazione k – Vs è la seguente (Keceli, 2012, Yoshimura, 1976) calcolata per lo strato superficiale:
$k = 17{,}2Vs^{1{,}25}$ = 27000kN/m^3

Coefficiente di spinta a riposo
Il coefficiente di spinta a riposo di un terreno granulare normalconsolidato vale Ko = 0,50

Angolo di attrito efficace
Le uniche correlazione dirette Vs ϕ' sono le seguenti:
La prima viene utilizzata per calcolare un limite superiore e un limite inferiore di ϕ' (Mayne, 2014):
limite superiore $\phi' = 3{,}9Vs^{0{,}44}$ **=52°**
limite inferiore $\phi' = (3{,}9Vs^{0{,}44}) - 6{,}2$ **= 46°**

La seconda (Vesic, 1963) fornisce una stima della tangente di ϕ'_p, in funzione di e_o ed è valida per bassi livelli tensionali; per lo strato superficiale si calcola
$\tan\phi' = 0{,}68/e_o$ **= 60°**

Tutte le altre correlazioni riportate in letteratura passano attraverso un passaggio intermedio Vs – Nspt – ϕ'.

Come consueto è opportuno nei calcoli non utilizzare ϕ'_p bensì l'angolo a volume costante ϕ'_{cv}, in prima approssimazione ϕ'_{cv} per un terreno ghiaioso – sabbioso (che non dipende dallo stato di addensamento del terreno) è compreso tipicamente tra 32° e 36°. Si noti che il valore più elevato corrisponde a condizioni di basse tensioni di confinamento (caso in esame)

Parametri di deformabilità
Sono il risultato primario di calcolo a seguito delle prove geofisiche in particolare per la definizione dei moduli a piccole deformazioni (condizioni in campo dinamico, deformazioni dell'ordine dello 0,001%) e, con opportune correzioni, a deformazioni più elevate proprie della geotecnica (fino all'1%) a crescere della deformazione diminuisce il modulo (legge di degradazione del modulo)

Il calcolo dei moduli dinamici G_{max} ed E_{max} per le condizioni drenate avviene con le espressioni seguenti
per lo strato superficiale (A1) profondità 2,0m:
$G_{max} = \gamma Vs^2$ = **275MPa**
In accordo alla teoria dell'elasticità, il modulo elastico E_{max} vale:
$E_{max} = 2G_{max}(1+n)$ = **660MPa**

n = coef.di Poisson dinamico tipico = 0,20

Per opere che possono raggiungere livelli deformativi fino all'1%, ***$E = E_{max}/10$***, per livelli di deformazioni minori (caso che include anche le opere di sostegno) è consuetudine assumere ***$E = E_{max}/5$***

Riepilogando quanto sopra descritto in base al solo valore di Vs = 360m/s si applicano i seguenti valori medi dei principali parametri geotecnici

Massa volumica satura γ_{sat}	= 20,8kN/m^3
Indice dei vuoti e_o	= 0,390---
Coefficiente di reazione k	=27000kN/m^3
Angolo di attrito eff. di picco ϕ'_p	=46 deg. (limite inferiore)
Angolo di attrito eff a volume costante ϕ'_{cv}	=36 deg.
Modulo di taglio dinamico G_{max}	=275MPa
Modulo elastico dinamico E_{max}	=670MPa
Modulo elastico E per deformazioni 1%	=67MPa
Modulo elastico E per deformazioni 0,1%	=134MPa

10.2 Interpretazione prove SPT

Nel corso delle perforazione dei sondaggi geognostici denominati S1 e S2 (vedere ubicazione indicata nella Figura 7) sono state eseguite 3 prove di penetrazione dinamica SPT, due prove in S1 una prova in S2.

I risultati delle prove SPT in termini di numero di colpi necessari alla penetrazione della punta per 30cm possono essere correlati, nel caso di terreni granulari caratterizzati da comportamento drenante, con la resistenza al taglio (angolo di attrito effettivo) e la deformabilità (modulo elastico E).

Le correlazioni disponibili in letteratura sono numerose e conducono a valori sensibilmente dispersi, da utilizzarsi con cautela, in particolare per prove eseguite a piccola profondità e inoltre in terreni con ghiaia e ciottoli per i quali i valori calcolati sono, tipicamente, sovra stimati.

I valori di Nspt di campo sono corretti applicando coefficienti dipendenti dal tipo di maglio utilizzato, dall'energia di battuta, diametro del foro, lunghezza delle aste, dalla tensione litostatica alla profondità di prova, dalla granulometria.

Le tre prove hanno dato i seguenti risultati:

SG1-1 profondità 1,5m, Nspt = 32
SG1-2 profondità 3,0m Nspt >100, a rifiuto
SG2-1 profondità 1,5m, Nspt = 30
I valori corretti N(1)60, come sopra indicato sono, rispettivamente, 27 e 26.

La densità relativa DR è, rispettivamente, del 68% e 65%, valori che indicano un terreno mediamente denso.

L'angolo di attrito effettivo è stimato con la correlazione suggerito da (National Highway Istituite NHI) **Phi' = (15.4*N(1)60)0.5 +20**

Si calcolano valori di phi' di 40.5° e 39.9°, questi valori sono elevati e possono essere considerati come valori dell'angolo di resistenza al taglio di picco che si suggerisce di non utilizzare nelle analisi geotecniche in quanto si riferisce a valori di deformazione molto bassi che, in genere, sono minori di quelli osservati nei casi reali. Per ottenere valori i di phi' operativi è opportuno riferirsi all'angolo di resistenza al taglio a volume costante (phi'cv). Bolton osserva che molto raramente i terreni granulari naturali hanno valori di phi'cv maggiori di 33°.

Il coefficiente di spinta a riposo del terreno Ko vale **0.95*(1-senphi)** quindi Ko = 0.34 se si considera phi'picco, ovvero Ko =0.43 se si utilizza phi'cv.

Per quanto riguarda il modulo elastico tangente E le correlazioni con Nspt sono molteplici, portano a calcolare valori alquanto variabili: Bowles suggerisce per sabbie limose con ghiaia di utilizzare la relazione seguente:

$E = 320*(N_{(1)60}+15) = 13600\text{-}13000 kPa$

10.3 Prove geotecniche di laboratorio, e loro interpretazione

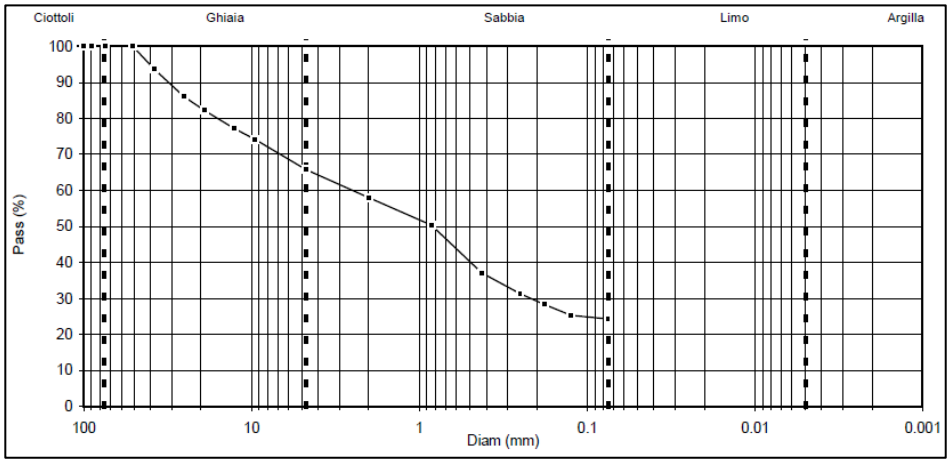
10.3.1 La coltre di copertura

Durante la perforazione, , in entrambi i sondaggi, sono stati prelevati 2 campioni rimaneggiati (SG1 CR1 1.00-2.00m e SG2 CR1 1.00-2.00m), significativi della coltre di copertura ghiaioso sabbioso limosa detti campioni sono a prove di riconoscimento geotecnico e caratterizzazione chimica.

Il campionamento e la conservazione dei campioni ha soddisfatto le necessita per i l tipo di prove previste. I campioni sono stati avviati al Laboratorio Geotecnico RINA Consulting - GET Srl dove snon stai sottoposti alle seguenti prove:

- Granulometria
- Limiti Atterberg

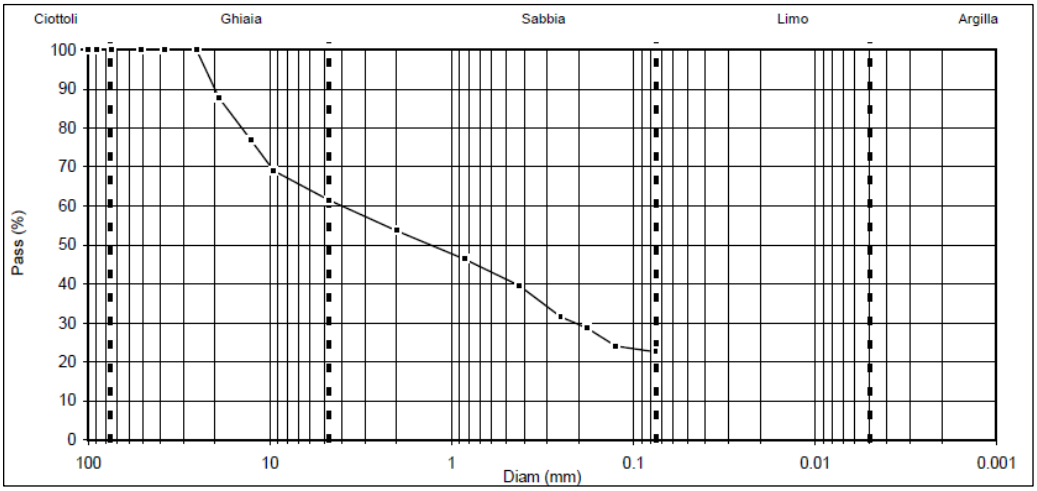
I documenti di prova sono presentati in Allegato 1



DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	34.25
Sabbia (%)	41.39
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	24.36
D. max (mm)	40.1

Fig.13 e **Tab.1** SG1 CR1 1.00-2.00m - Curva granulometrica



DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	38.46
Sabbia (%)	39.04
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	22.50
D. max (mm)	22.4

Fig.14 e **Tab.2** SG1 CR2 1.00-2.00m - Curva granulometrica

Analizzando le curva e i dati granulometrici, presentati nelle Fig. 13 e 14 e tab.1e 2, si evince che il materiale della relativamente modesta copertura è caratterizzato da una buona distribuzione granulometrica, con percentuali di ghiaia e sabbia praticamente uguali (≃40%) ed una presenza di materiale fine (P_{200} 0.074mm) è pari la 23%), nella realtà, vista l'impossibilità di recuperare materiale grossolano con un sondaggio geognostico di questo tipo, è verosimile presumere che il materiale abbia una percentuale di ghiaia superiore al campionato.

Limiti di Atterberg

LL: 29 LP: 24 => IP: 5
Il materiale testato (P40) corrisponde ad un limo argilloso a bassa plasticità

A questi dati il campione corrisponde una Classificazione U.S.C.S.: **SC**
La descrizione derivata è un materiale formato da sabbia e ghiaia con limo argilloso poco plastico.

I parametri geotecniche di questi litotipi sono coerenti con quelli determinati dalle prospezioni geosismiche (Si veda Punto 10.1) dalle prove penetrometriche dinamiche SPT (Si veda Punto 10.2) dove sono riportati i dettagli dell'interpretazione ed i parametri.

È possibile assegnare i seguenti valori indicativi:

- γ_{sat} massa volumica satura indicativa pari a circa 20 N/m^3
- **DR** densità relativa l 68% ÷ 65% (Terreno Mediamente denso)
- φ'_{cv} Angolo di attrito eff a volume costante pari a circa 36°
- **c'** = 0
- **E** modulo elastico tangente pari a circa 13600 ÷13000kPa

10.3.2 Il Basamento Roccioso

Il basamento roccioso consiste in un Flish argillitico marnoso da molto ad estremamente fratturato alterato, a tratti destrutturato, poco tenace, da -10 ÷ 12m migliora, meno fratturato alterato, lapideo

Dalle analisi dei materiali recuperati dai sondaggi geognostici si evince che:

- La percentuale di carotaggio è buona sia per l'S1 che per l'S2 attestandosi sull'80%
- La percentuale RQD (Rick Quality Designation) è
  - per l'S1 è nulla da 3 a 10 m e passa a circa 60 - 20% da 10.00 a 12.00m;
  - per l'S2 è del 20% da 5 a 6 m; 30-40-50% tra 8 e 12 m nulla negli altri tratti.

Le prove geotecniche di laboratorio (si veda All.2), eseguite su due spezzoni di carota significativi prelevati dai due sondaggi entrambi alla profondità di 10m danno i seguenti risultati:

Per S1 campione tratto da 10.00 a 10.40

- Peso di volume γ = 21.25 (kN/m3)
- Carico a rottura σ_c = 2.03 (MPa)

Per S2 campione tratto da 9.00 a 9.70

- Peso di volume γ = 21.79 (kN/m3)
- Carico a rottura σ_c = 2.27 (MPa)

I risultati confermano le condizioni della roccia argillitica molto alterata, fratturata visto il peso di volume molto basso in entrambi i casi è presumibile una destrutturazione piuttosto accentuata.

I carichi a rottura indicano una roccia senz'altro debole.

Per un'eventuale valutazione dei parametri di resistenza nei confronti delle tensioni tangenziali (angolo d'attrito e coesione) si può fr riferimento alla bibliografia internazionale (si veda la Tab.3) dove si evince che i valori di **Φ'** attribuibili Alle argilliti (Clay Shale) variano tra 22 e 37°

Nel nostro caso si può restringere tra 30 e 35° con **c'** pari 0, si osserva che nel nostro caso, visto l'altro grado di alterazione , nel caso di utilizzo di basso angolo d'attrito, si possa applicare anche una bassa coesione; l'angolo residuo Φ_r è valutabile in 27°

FRICTION ANGLES FOR ROCK JOINTS, MINERALS, AND FILLINGS

(after compilations by Franklin & Dusseault, 1989, and Jaeger & Cook, 1977)

Condition/Case	Friction Angle ϕ' (deg) ($c' = 0$)
Rock joints:	
Crystalline limestone	42 - 49
Porous limestone	32 - 48
Chalk	30 - 41
Sandstone	24 - 35
Quartzite	23 - 44
Clay Shale	22 - 37
Bentonitic Shale	9 - 27
Granite	31 - 33
Dolerite	33 - 43
Schist	32 - 40
Marble	31 - 37
Gabbro	33
Gneiss	31 - 35

Tab. 3

RESIDUAL FRICTION ANGLES

(compilations after Barton, 1973, and Hoek & Bray, 1977)

Rock Type	Residual Friction Angle ϕ_r (degrees), assuming $c' = 0$
Amphibolite	32
Basalt	31-38
Conglomerate	35
Chalk	30
Dolomite	27-31
Gneiss (schistose)	23-29
Granite (fine grain)	29-35
Limestone	33-40
Porphyry	31
Sandstone	25-35
Shale	27
Siltstone	27-31
Slate	25-30

Note: Lower value is generally given by tests on wet rock surfaces.

Tab. 4

11. CARATTERIZZAZIONE CHIMICA

Sono stati prelevati due campioni significativi della coltre di copertura destinati a prove di caratterizzazione chimica eseaguite dal Laboratori SiGE, documenti di prova sono riportati in Allegato 2, i risultati indicano Che:

Tutti i parametri analizzati compresi nella tabella 1 colonna A dell' allegato 5 al titolo V della 4^ parte del D. Lgs n°152 del 03/04/2006 rientrano nei limiti definiti nella citata tabella. Valori limite riferiti a: D. Lgs. 03/04/06 n° 152 parte 4° - all.5 - tab. 1/B

12. GESTIONE DEI MATERIALI DI SCAVO

Le attività previste di sistemazione del tratto d'alveo oggetto d'intervento comportano la produzione di materiali da scavo in parte proveniente dalla riprofilatura del fondo alveo e in parte proveniente dalle sistemazioni spondali.

In considerazione delle caratteristiche geotecniche, sostanzialmente buone, dei materiali di scavo provenienti dal fondo alveo e in parte dalle sponde del torrente stesso, rappresentati soprattutto da materiale granulari ghiaioso sabbiosi, si prevede una gestione del cantiere finalizzata a massimizzare le possibilità di riutilizzo dei materiali da scavo idonei alla realizzazione di riempimenti a tergo dei muri d'argine/scogliere e alla realizzazione dei rilevati in progetto, al fine di minimizzare i materiali in esubero e per cui e.

All'interno del progetto la movimentazione delle terre da scavo e la modalità di gestione del materiale litoide dall'alveo (aree demaniali) è stata definita in accordo con il Comune di Ronco Scrivia il quale provvederà all'acquisto del materiale non riutilizzato nell'ambito del cantiere secondo i canoni di pagamento della normativa specifica (DGR 1412 del 18/11/2015 e sue successive modifiche e aggiornamenti).

Il materiale in esubero sarà impiegato per effettuare livellamenti di aree ad oggi non utilizzate nelle zone adiacenti ai Campi Sportivi a fini di pubblico interesse a servizio delle aree sportive che ad oggi ricadono in zona classificata Ee (Aree a pericolosità molto elevata, VBP).

In Figura 6 sono indicate su ortofoto le aree individuate per il posizionamento del materiale corrispondente ad un quantitativo di circa 5600 mc; le aree individuate ricoprono una superficie di circa 30000 m2, che comportano pertanto livellamenti inferiori a 0.2 m.

Allo scopo di prevedere il riutilizzo del materiale si osserva che nel sito interessato lo scavo non avviene internamente o in prossimità di aree non riconducibili a:

- siti di produzione con potenziale inquinamento del suolo superficiale;
- siti di produzione interessati da attività potenzialmente contaminanti;
- affioramenti delle Pietre verdi.

In particolare il sito risulta appartenere ad un comparto non interessato da substrato riconducibile alle "pietre verdi", segnalate per la possibile presenza di materiali amiantiferi.

In considerazione degli Indirizzi operativi per la gestione delle terre e rocce da scavo Riportati all'Allegato 1 Deliberazione 1423 del 15.11.2013 :"Aggiornamento degli indirizzi operativi per la gestione delle terre e rocce di scavo ai sensi del D.M. n.161/2012 e del D.L. 69/2013 convertito in L. 9.8.2013 n. 98"

La disciplina, introdotta nei commi da 1 a 4 per la gestione dei cantieri di piccole dimensioni: all'art 41 bis del medesimo Dl n.69/2013, rubricato "Ulteriori disposizioni in materia di terre e rocce da scavo" contiene la disciplina prevista dall'art. 266, comma 7 del D. Lgs.152/2006 "per la semplificazione amministrativa delle procedure relative ai materiali, ivi incluse le terre e le rocce da scavo, provenienti da cantieri di piccole dimensioni la cui produzione non superi i seimila metri cubi di materiale nel rispetto delle disposizioni comunitarie in materia" viene estesa, per effetto del successivo comma 5** , ad una categoria molto più vasta di attività ed opere, ovvero tutte quelle "non rientranti nel campo di applicazione del comma 2-bis dell'articolo 184-bis del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, introdotto dal comma 2 dell'articolo 41 del presente decreto", vale a dire tutte le attività od opere non soggette a Via o ad Aia.* Art.41 D.l. 69/2013

**5. *Le disposizioni di cui ai commi da 1 a 4 si applicano anche ai materiali da scavo derivanti da attività e opere non rientranti nel campo di applicazione del comma 2-bis dell'articolo 184-bis del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, introdotto dal comma 2 dell'articolo 41 del presente decreto*.

Alla luce di tali disposizioni , è quindi possibile individuare una precisa distinzione quanto alle modalità per la gestione delle terre e rocce da scavo derivanti da attività od opere, nel senso seguente;

Tipologia attività od opera	Disciplina applicabile
A. Attività od opere soggette a Via o ad Aia, qualunque sia il volume di materiale derivante	- Procedura di cui al Decreto n.161/2012
B. Attività od opere non soggette a Via o a Aia, qualunque sia il volume di materiale derivante	- Procedura di cui all'articolo 41 bis del D.l. 69/2013 convertito in L. 9 agosto 2013, n. 98

La situazione in oggetto ricade nel caso B e cioè delle "Terre e rocce da scavo derivanti da attività o opere non soggette a Via o Aia non rientranti nel campo di applicazione del D.m. 161/2012, e gestibili con le procedure di cui all'art.41 bis del D.l. 69/2013"

La norma prevede che il proponente o il produttore attesti il rispetto delle condizioni sopra richiamate tramite dichiarazione resa all'Agenzia regionale per la protezione ambientale ai sensi e per gli effetti del Testo unico di cui al decreto del Presidente della Repubblica 28 dicembre 2000, n. 445, precisando le quantità destinate all'utilizzo, il sito di deposito e i tempi previsti per l'utilizzo, che non possono comunque superare un anno dalla data di produzione, salvo il caso in cui l'opera nella quale il materiale è destinato ad essere utilizzato preveda un termine di esecuzione superiore.

Allo scopo di caratterizzare chimicamente il materiale interessato dagli scavo ed il loro eventuale utilizzo, 2-3 campioni provenienti dai sondaggi saranno sottoposti alle prove previste per l'esecuzione delle determinazioni delle concentrazioni di tutti gli elementi / composti inorganici ed organici determinati con i metodi di norma risultano minori dei valori CSC di cui alla Tabella1 colonne A e B Allegato 5 del Dlsg 152.

Questo consentirà dei determinare se geo-materiali prodotti dallo scavo possano essere utilizzati per quanto attiene alle caratteristiche ambientali, per gli impieghi previsti dal Decreto n. 162, 2012.

13. CONSIDERAZIONI SULLA STABILITÀ DEI PENDII

A seguito della consultazione delle normative delle cartografie pubblicate, è emerso che il sito non è interessato da condizioni di stabilità dei pendii che possano essere influenzati dalla realizzazione dell'opera anche in considerazione delle scelte progettuali per la sua realizzazione. Per cui si può affermare che l'opera no indurrà condizioni negative sulla stabilità dei pendii.

14 RIPERCUSSIONE SU IDROGEOLOGIA E SUI MANUFATTI ESISTENTI

L'intervento perciò non trasformerà virtualmente l'attuale condizione idrogeologica del comparto in particolare non limiterà la permeabilità della superficie né della coltre interessata al di fuori dall'impronta dell'opera.

Si dovranno assumere tutti gli accorgimenti opportuni per controllare i regimi di scorrimento di acque meteoriche o di eventuali scaturigini durante i lavori.

La realizzazione dell'opera non produrrà effetti negativi sulla stabilità e la funzionalità dei manufatti esistenti in relativa prossimità, in considerazione delle modalità di esecuzione previste e le caratteristiche geotecniche dei litotipi che ospiteranno l'opera; si ricorda altresì che la finalità della stessa è quella di preservare le opere ed il territorio che le ospita dalle esondazioni.

15. ZONIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

E' stata realizzata la zonizzazione sismica del sito, riportata in All. 3.

16. CONCLUSIONI

La realizzazione dell'intervento non indurrà trasformazioni significativa dell'assetto morfologico e idrogeologico esistente e, viste le soluzioni progettuali, non comprometterà la condizione di stabilità complessiva dei pendii, né produrrà effetti negativi sulla stabilità e sulla funzionalità dei manufatti esistenti al contorno.

L'opera in oggetto è considerata fattibile da un punto di vista geologico.

Dr.Geo. Luciano Minetti



Comune di Ronco Scrivia

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE SCRIVIA IN LOCALITA' CAMPI SPORTIVI IN COMUNE DI RONCO SCRIVIA - STUDIO DI FATTIBILITA' – LOTTO I

Relazione Geologica e di caratterizzazione Geotecnica

nell'ambito Progetto

Allegato 1

a) **Sondaggi Geognostici**

b) **Prospezioni Geosismiche**

a) Sondaggi Geognostici

Geofisica e Ambiente sas
INDAGINI GEOGNOSTICHE • INDAGINI GEOFISICHE

Committente	Studio ass. Geotechnical Services Minetti Baracco
Cantiere	Comune di Ronco Scrivia
Località	Ronco Scrivia
Data Inizio	25/10/17
Data Fine	26/10/17

SONDAGGIO	FOGLIO
S1	1

GEOLOGO
Laura Spalluto

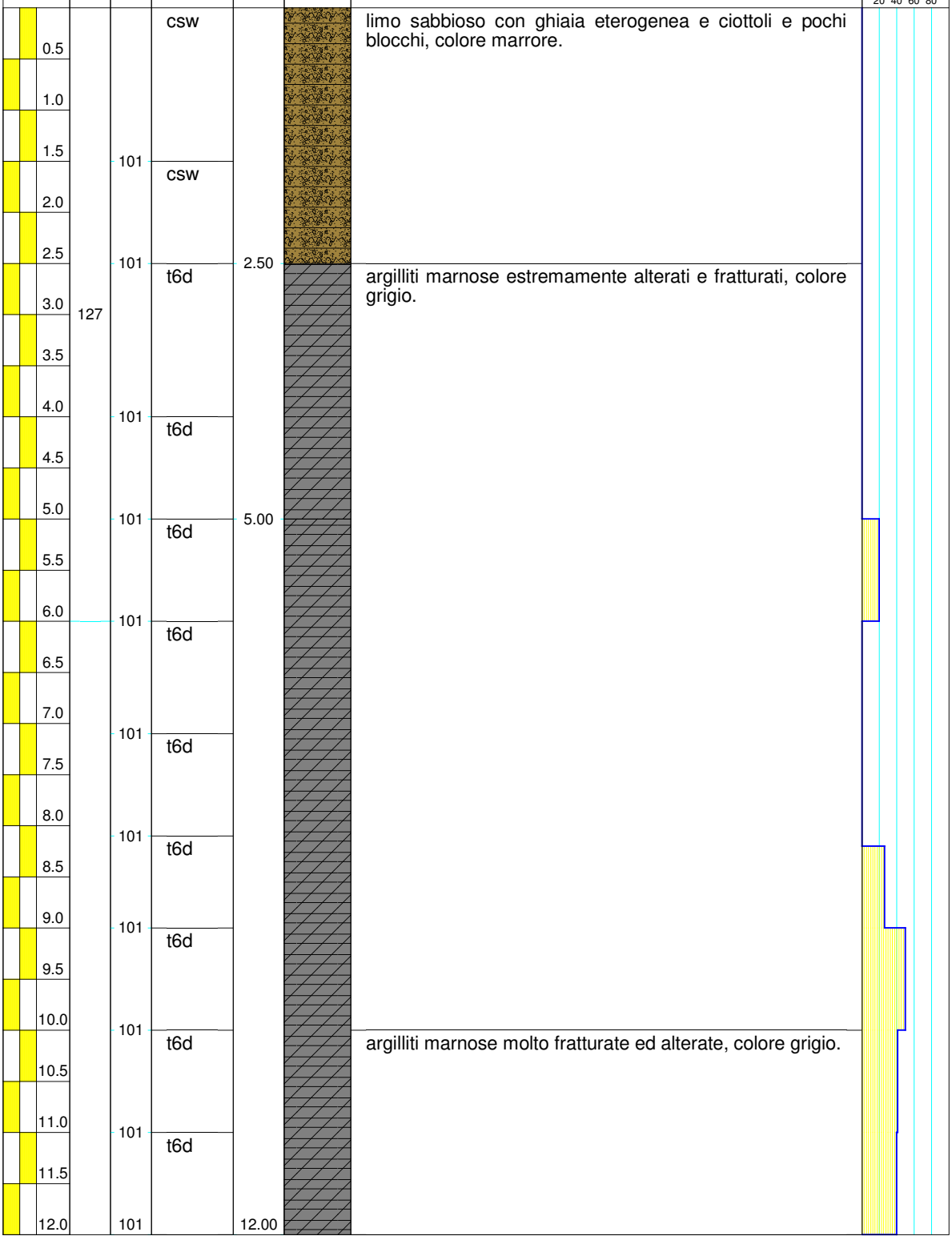
Scala 1:50	Rivestimento	carotiere	manovre	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	R.Q.D. (20 40 60 80)
0.5			csw			ghiaia eterogenea in matrice limoso sabbiosa con minori ciottoli, colore marrone chiaro.	
1.0							
1.5		101					
2.0			csw				
2.5		101	t6d	2.30		conglomerato, colore grigio bianco.	
3.0		101	csw	2.70		ciottoli con ghiaia, colore grigio.	
3.5	127	101	t6d	3.00		argilliti marnose estremamente alterati e fratturati, colore grigio passante a marrone nelle parti maggiormente alterate.	
4.0							
4.5		101					
5.0			t6d				
5.5							
6.0		101					
6.5			t6d				
7.0							
7.5		101					
8.0			t6d				
8.5							
9.0		101					
9.5			t6d				
10.0		101		10.00			
10.5			t6d			argilliti marnose fratturate, colore grigio.	
11.0		101					
11.5			t6d				
12.0		101		12.00			

Geofisica e Ambiente sas
INDAGINI GEOGNOSTICHE • INDAGINI GEOFISICHE

Committente	Studio ass. Geotechnical Services Minetti Baracco
Cantiere	Comune di Ronco Scrivia
Località	Ronco Scrivia
Data Inizio	27/10/17
Data Fine	30/10/17

SONDAGGIO	FOGLIO
S2	1

GEOLOGO
Laura Spalluto

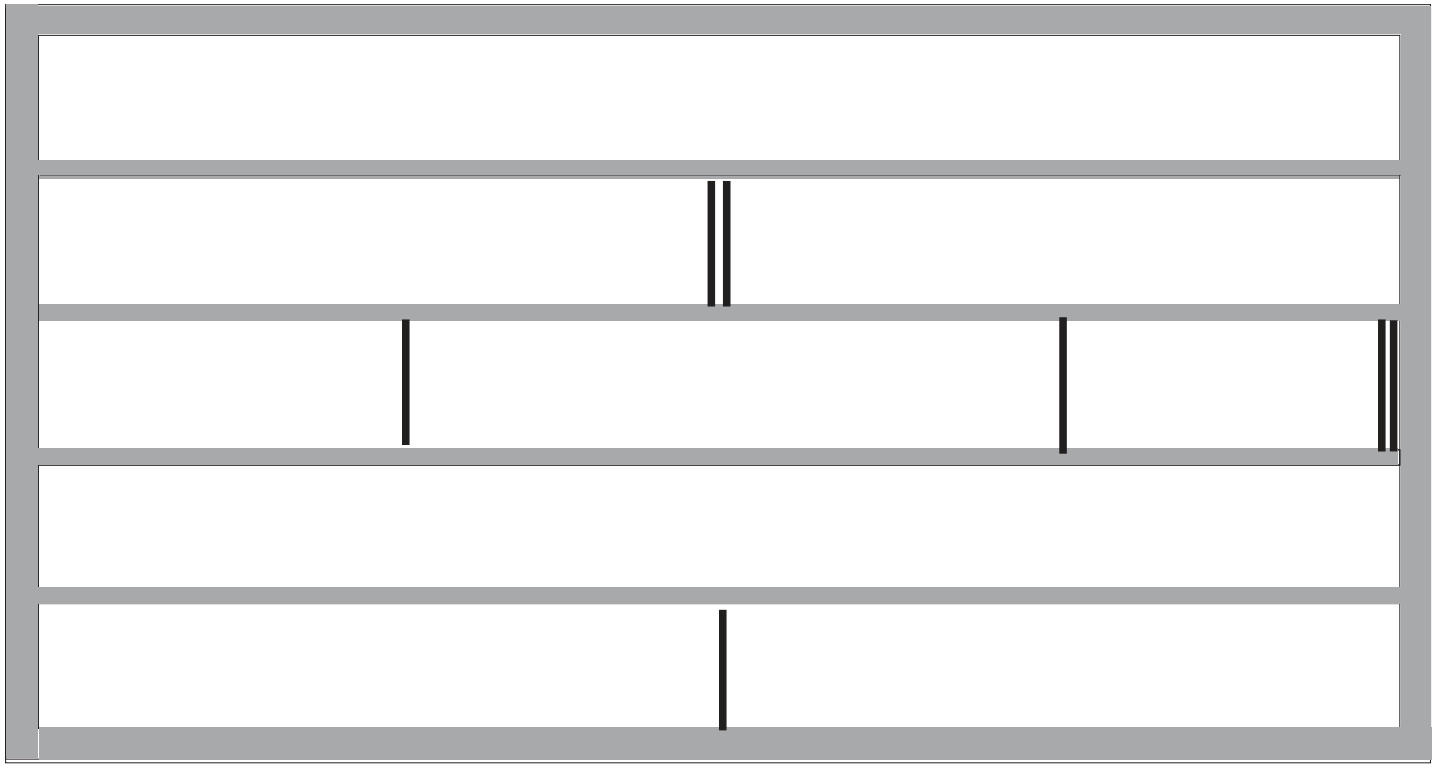


GeA s.n.c.
Geofisica e Ambiente snc
Indagini Geognostiche
Indagini Geofisiche
Fondazioni Speciali



Comune di Ronco Scrivia

Sondaggio S1 Cassetta da 0,00 a 5,00 m



0,00 mt — 1,00 mt

MANOVRE

Spezzoni di carota validi per RQD

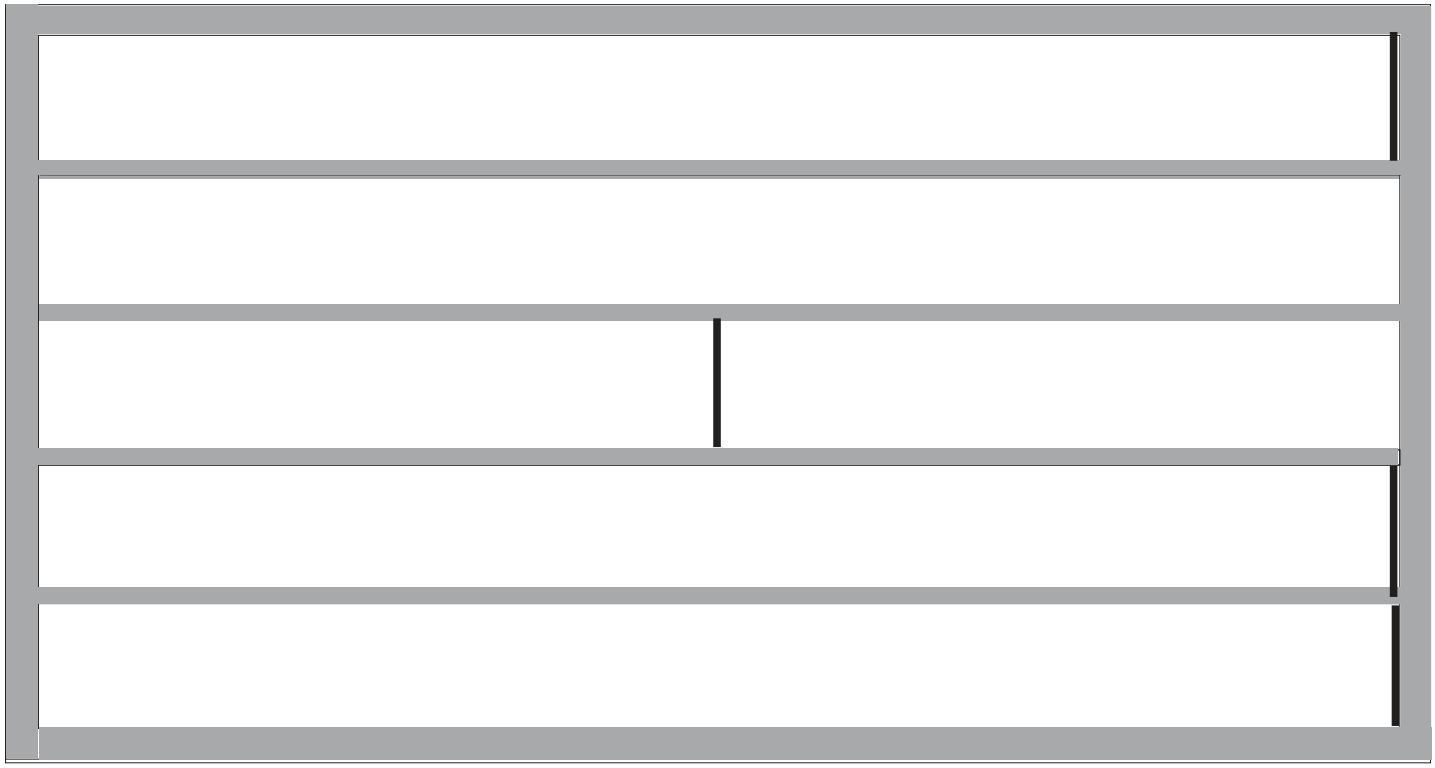
Via Delle Trexende 6I Loano SV
Tel 3482658650 - 649 Fax 0108631917
sito:www.geofisicaeambiente.com
mail: info@geofisicaeambiente.com

GeA s.n.c.
Geofisica e Ambiente snc
Indagini Geognostiche
Indagini Geofisiche
Fondazioni Speciali



Comune di Ronco Scrivia

Sondaggio SG1 Cassetta da 5,00 a 10,00 m



0,00 mt — 1,00 mt

MANOVRE

Spezzoni di carota validi per RQD

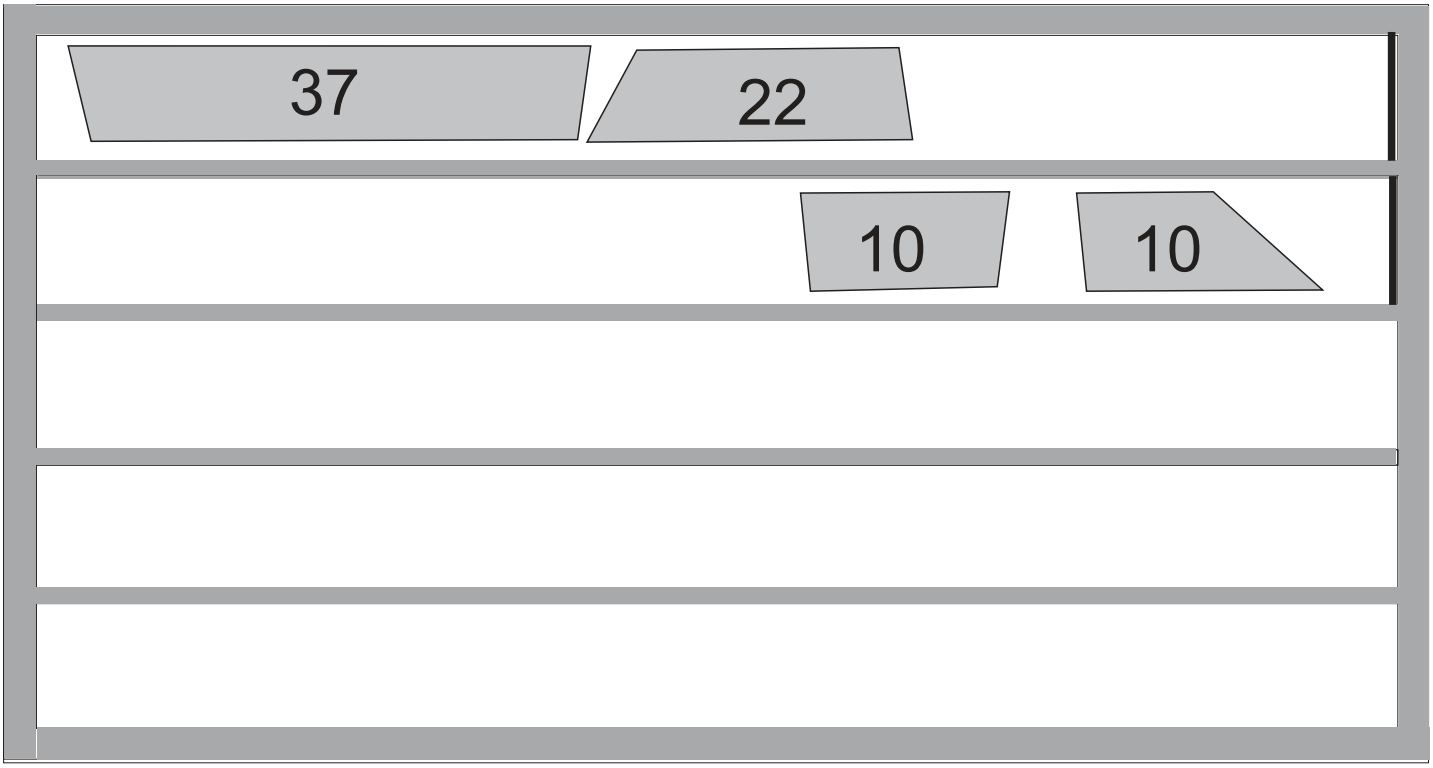
Via Delle Trexende 6I Loano SV
Tel 3482658650 - 649 Fax 0108631917
sito:www.geofisicaeambiente.com
mail: info@geofisicaeambiente.com

GeA s.n.c.
Geofisica e Ambiente snc
Indagini Geognostiche
Indagini Geofisiche
Fondazioni Speciali



Comune di Ronco Scrivia

Sondaggio SG1 Cassetta da 10,00 a 12,00 m



0,00 mt — 1,00 mt

MANOVRE

Spezzoni di carota validi per RQD

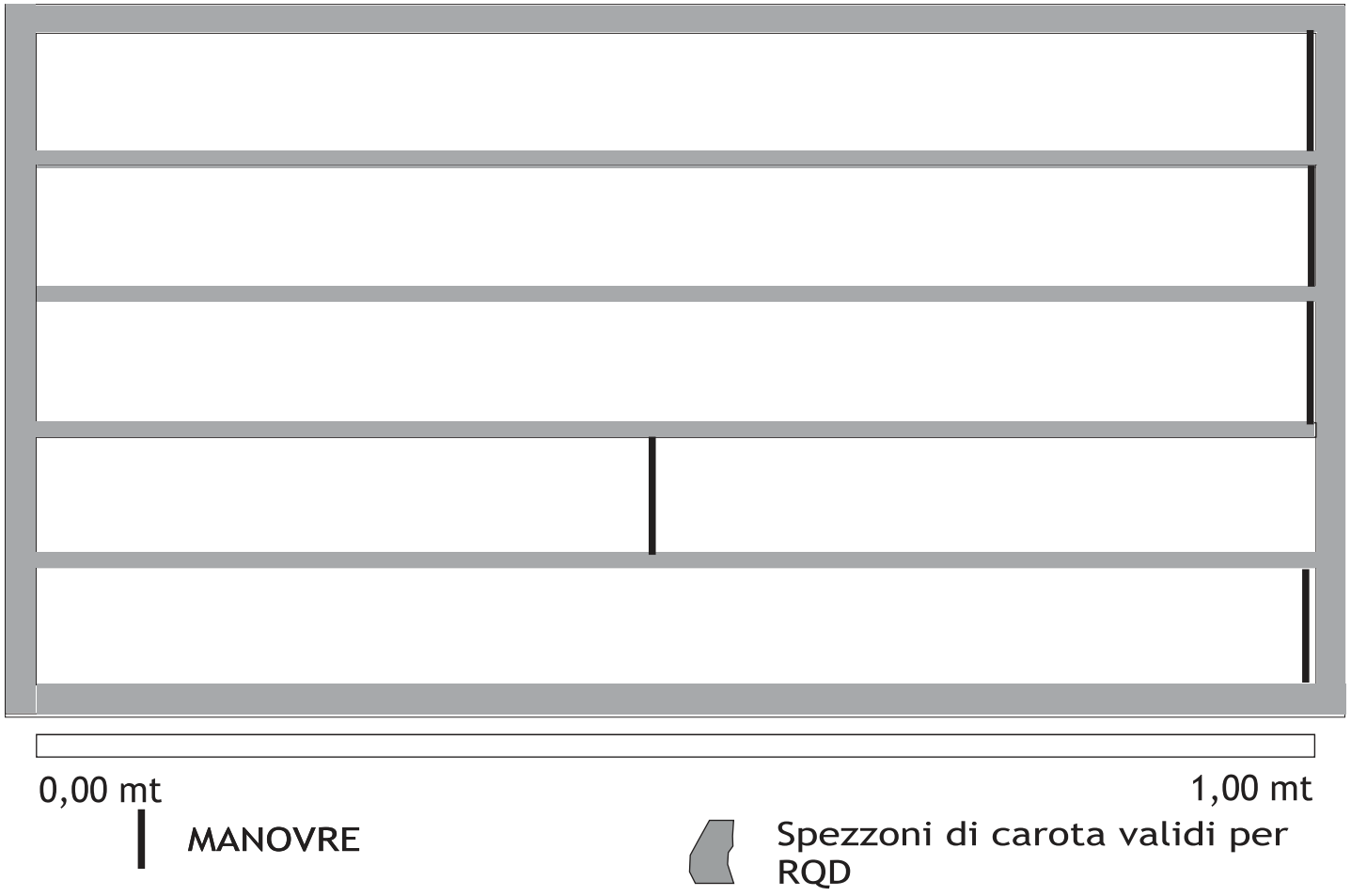
Via Delle Trexende 6I Loano SV
Tel 3482658650 - 649 Fax 0108631917
sito:www.geofisicaeambiente.com
mail: info@geofisicaeambiente.com

GeA s.n.c.
Geofisica e Ambiente snc
Indagini Geognostiche
Indagini Geofisiche
Fondazioni Speciali



Comune di Ronco Scrivia

Sondaggio SG2 Cassetta da 0,00 a 5,00 m



0,00 mt — 1,00 mt

MANOVRE

Spezzoni di carota validi per RQD

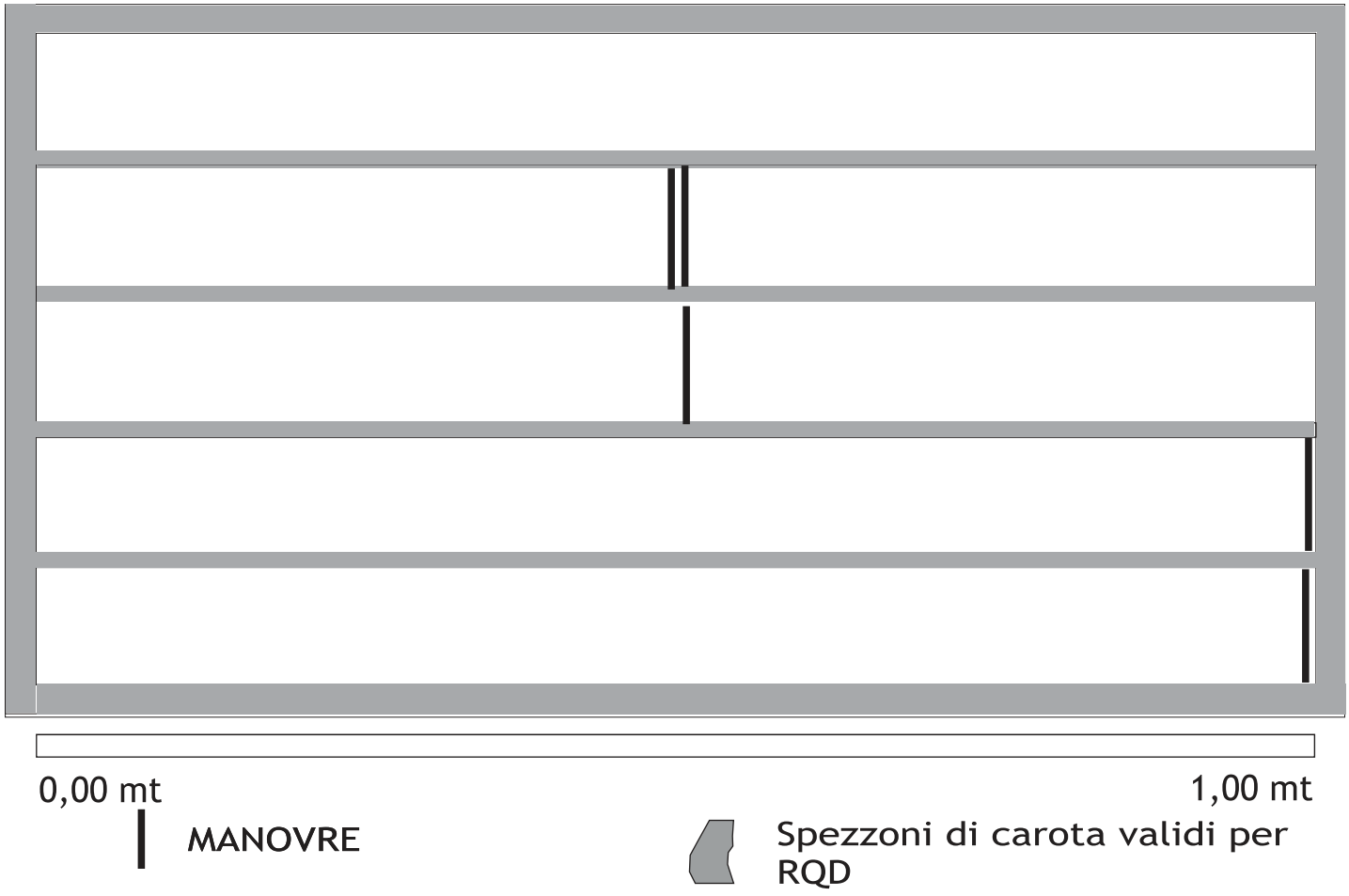
Via Delle Trexende 6I Loano SV
Tel 3482658650 - 649 Fax 0108631917
sito:www.geofisicaeambiente.com
mail: info@geofisicaeambiente.com

GeA s.n.c.
Geofisica e Ambiente snc
Indagini Geognostiche
Indagini Geofisiche
Fondazioni Speciali



Comune di Ronco Scrivia

Sondaggio S2 Cassetta da 0,00 a 5,00 m



0,00 mt — 1,00 mt

MANOVRE

Spezzoni di carota validi per RQD

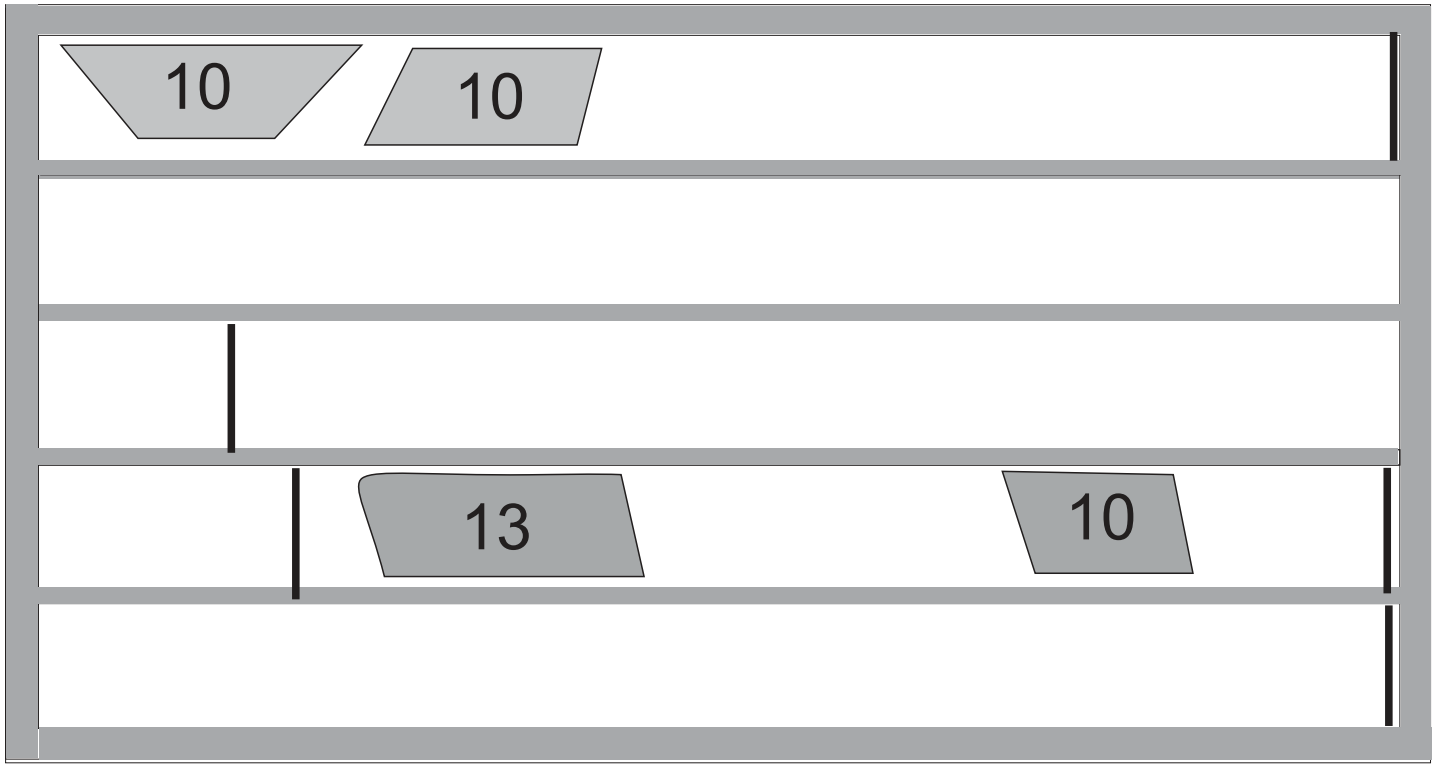
Via Delle Trexende 6I Loano SV
Tel 3482658650 - 649 Fax 0108631917
sito:www.geofisicaeambiente.com
mail: info@geofisicaeambiente.com

GeA s.n.c.
Geofisica e Ambiente snc
Indagini Geognostiche
Indagini Geofisiche
Fondazioni Speciali



Comune di Ronco Scrivia

Sondaggio SG2 Cassetta da 5,00 a 10,00 m



0,00 mt — 1,00 mt

MANOVRE

Spezzoni di carota validi per RQD

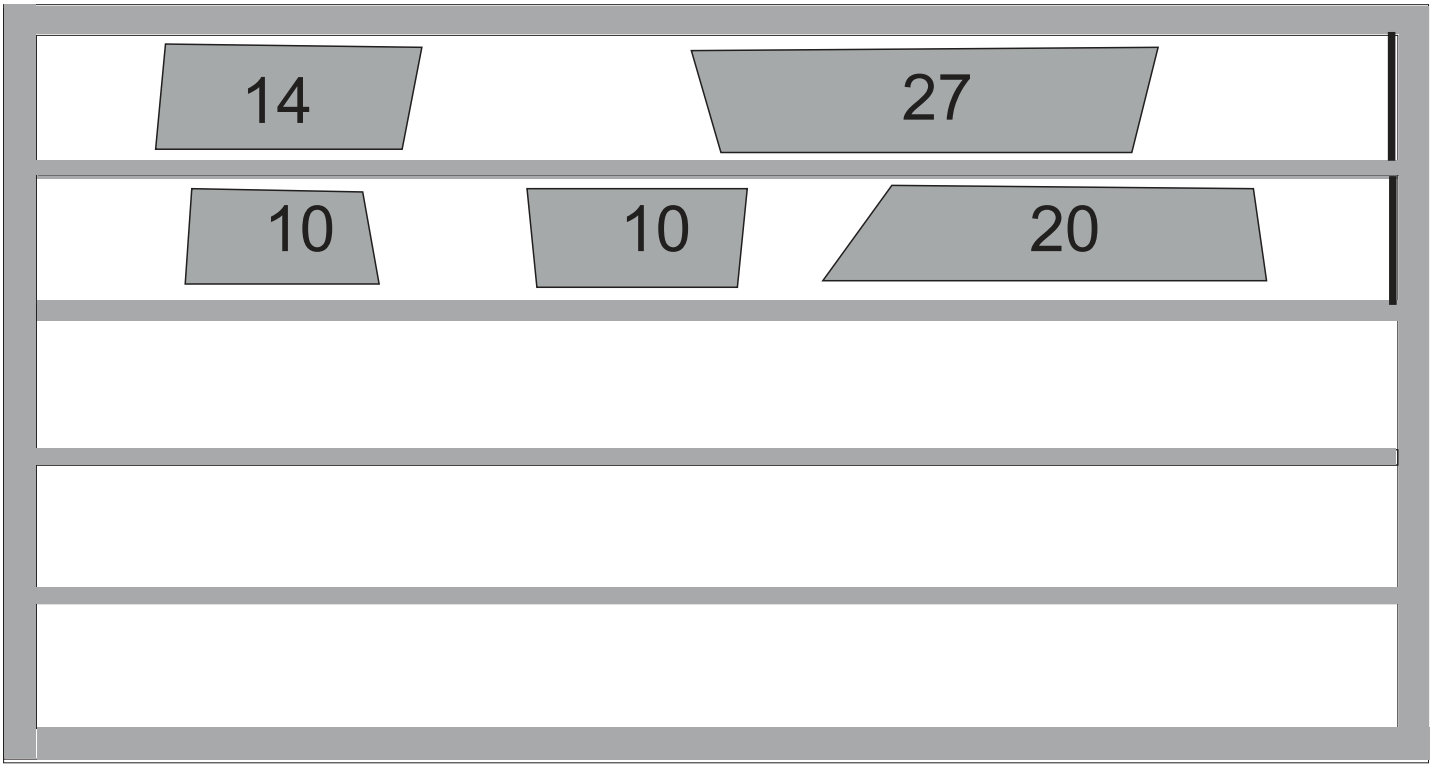
Via Delle Trexende 6I Loano SV
Tel 3482658650 - 649 Fax 0108631917
sito:www.geofisicaeambiente.com
mail: info@geofisicaeambiente.com

GeA s.n.c.
Geofisica e Ambiente snc
Indagini Geognostiche
Indagini Geofisiche
Fondazioni Speciali



Comune di Ronco Scrivia

Sondaggio SG2 Cassetta da 10,00 a 12,00 m



0,00 mt — 1,00 mt

MANOVRE

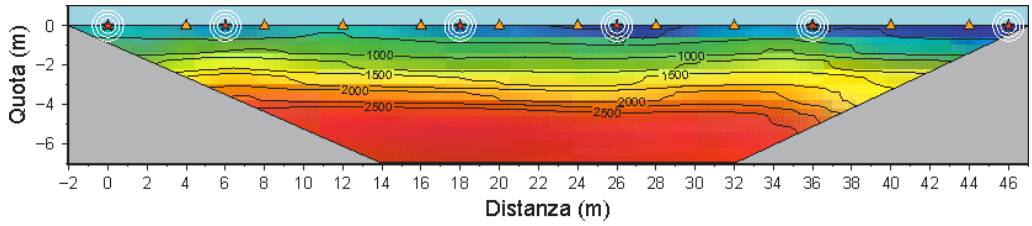
Spezzoni di carota validi per RQD

Via Delle Trexende 6I Loano SV
Tel 3482658650 - 649 Fax 0108631917
sito:www.geofisicaeambiente.com
mail: info@geofisicaeambiente.com

b) Prospezioni Geosismiche

GeA s.n.c.
Geofisica e Ambiente snc
Indagini Geognostiche
Indagini Geofisiche
Fondazioni Speciali
PI CF 03852810104
Via Delle Trexende 6I Loano SV
Tel 3482658650-649 Fax 0108631917
sito:www.geofisicaeambiente.com
mail: info@geofisicaeambiente.com

INDAGINE DI TOMOGRAFIA SISMICA SU ONDE DI COMPRESSIONE (ONDE P) E INDAGINE MASW NEL COMUNE DI RONCO SCRIVIA



24 OTTOBRE 2017





GeA s.n.c.
Geofisica e Ambiente snc
Indagini Geognostiche
Indagini Geofisiche
Fondazioni Speciali
PI CF 03852810104
Via Delle Trexende 6I Loano SV
Tel 3482658650-649 Fax 0108631917
sito:www.geofisicaeambiente.com
mail: info@geofisicaeambiente.com

Premessa

In data 16 ottobre 2017 è stata eseguita, nel Comune Ronco Scrivia, un'indagine sismica di tipo Re.Mi su onde di superficie ed un'indagine di tomografia sismica su onde P. La correlazione dei due diversi metodi d'indagine, permette di definire una stratigrafia di massima (terreno a granulometrie variabili con differente grado di addensamento e di saturazione, substrato roccioso più o meno fratturato e/o alterato ecc..) e la possibile presenza di acqua nei livelli di terreno indagati.

Descrizione del metodo ReMi

Il metodo d'indagine sismica passiva denominato MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), si basa sulle particolari leggi fisico-matematiche, che governano la propagazione delle onde sismiche superficiali, in mezzi stratificati (monodimensionali o 1-D) Ciò che tale metodo analizza è la dispersione delle onde di superficie che vengono prodotte da sorgenti di cui non si sa la provenienza ad esempio il traffico urbano attività varie ecc… In tali condizioni, sia le onde di Love sia le onde di Rayleigh, hanno carattere dispersivo: si ha una forte dipendenza della velocità di propagazione (V_R per le onde di Rayleigh e V_R per le onde di Love) dalla frequenza del moto sismico. In ipotesi di mezzo stratificato, le caratteristiche della "curva di dispersione" $V_R = V_R(f)$ sono strettamente collegate alle caratteristiche stratigrafiche dell'area indagata: la struttura della curva di dispersione dipende quasi esclusivamente dal profilo verticale della velocità di propagazione delle onde di taglio $Vs = Vs(z)$. Ad esempio, nel caso di un aumento di velocità di propagazione delle onde di taglio con la profondità, la curva di dispersione assume un andamento caratteristico, evidenziando bassi valori di velocità di propagazione delle onde di Rayleigh in corrispondenza di alte frequenze mentre mostrano alti valori di velocità in corrispondenza di basse frequenze. La totalità dei metodi d'indagine sismologica basati sull'analisi delle onde superficiali, sia essi passivi sia attivi, prevedono specifiche tecniche d'acquisizione dei segnali sismici, identificazione delle onde superficiali, stima della curva di dispersione ed inversione o modeling di questa ultima, al fine di ottenere il Profilo Vs. L'analisi sperimentale dei microtremori ha, infatti, evidenziato che il rumore sismico presente nell'ambiente possiede, in genere, caratteristiche spettrali particolarmente adatte all'esplorazione del primo sottosuolo (significativa densità di energia nella banda 3 – 25 Hz).

Per una dettagliata ed esaustiva descrizione delle tecniche di misura e delle metodologie d'analisi del noise sismico si rimanda a:

- NaKamura Y. 1989. A method for dynamic characteristics extimation of subsurface using microtremor on ground surface. QR Raylw Tech. Res.Inst., 30, 25-33.

- Nazarian S. e Stokoe K. H. 1984. In situ shear wave velocities from spectral analysis of surface waves in Proceedings of the world Conference on Earthquake Engineering, Vol. 8, San Francisco, 21-28.
- Louie J. N. 2001 "shear-wave velocity to 100 meters depth from refraction microtremor arreys" Bulletin of the Seismological Society of America, 91, 2 347-364 pp.
- Okada 2004, Saito M. 1979 "Computation of reflectivity and surface wave dispersion curves for layered media" Butsuri-Tanko 32, n° 5 15-26pp

Acquisizione ed elaborazione del "Noise" sismico

Strumentazione

- sismometro Abem Terraloc Mark 8 - 24 canali 18 bit di dinamica + 3 IFP
- 12 geofoni di frequenza caratteristica pari a 4.5 Hz nel Profilo
- 1 cavi geofonici da 12 prese ciascuno.

La tecnica ReMi viene eseguita tramite uno stendimento di geofoni di tipo lineare.

Le tracce sismiche sono state acquisite lungo i quattro profili secondo la seguente geometria:

Profilo g-spacing 4 m lunghezza totale della stesa 44 m.

Il segnale sismico è stato acquisito con passo di campionamento di 2 ms e con numero di campioni di 16384, tali parametri hanno consentito di registrare segnali sismici di lunghezza pari a 32768 ms. Sono state registrate 10 "finestre" di rumore sismico per tutti e quattro i profili.

Le principali fasi di "processing" possono essere riassunti nei seguenti punti:

- Pre-processing dei records di noise sismico (analisi delle caratteristiche medie del "noise", per verificarne la qualità sia in termini di stazionarietà spazio-temporale e sia in termini di coerenza spettrale) che consente di individuare il range di frequenze ottimale (2.5 – 25 Hz) da utilizzare nelle fasi successive di elaborazione.
- Trasformazione dei records di noise sismico secondo due passaggi successivi. In primo luogo è stata operata la trasformazione dal dominio T-X (tempo – distanza) al dominio tau-p (tempo intercetta -"slowness" o reciproco della velocità apparente) e successivamente dal dominio tau-p al dominio f-p (frequenza - 1/V) p-f Image (un'elaborazione statistica di tutti i records di tipo p-f ed una procedura di normalizzazione hanno consentito di ottenere il diagramma indicato come p-f image).
- picking della curva di dispersione, (è associato ad un certo numero di punti uno o più rapporti 1/V per alcune frequenze.

Nell'immagine "1/V-frequency" (p-f) (spettro di potenza normalizzato in funzione della frequenza f e del parametro p), sono messi in evidenza gli andamenti che possiedono sia una spiccata coerenza di fase, che una potenza significativa ed è possibile un riconoscimento

visivo delle onde di Rayleigh, che hanno carattere dispersivo, da quelle associabili ad altri tipi di onde (onde di Rayleigh di ordine superiore, onde di pressione, suono e rumore incoerente).

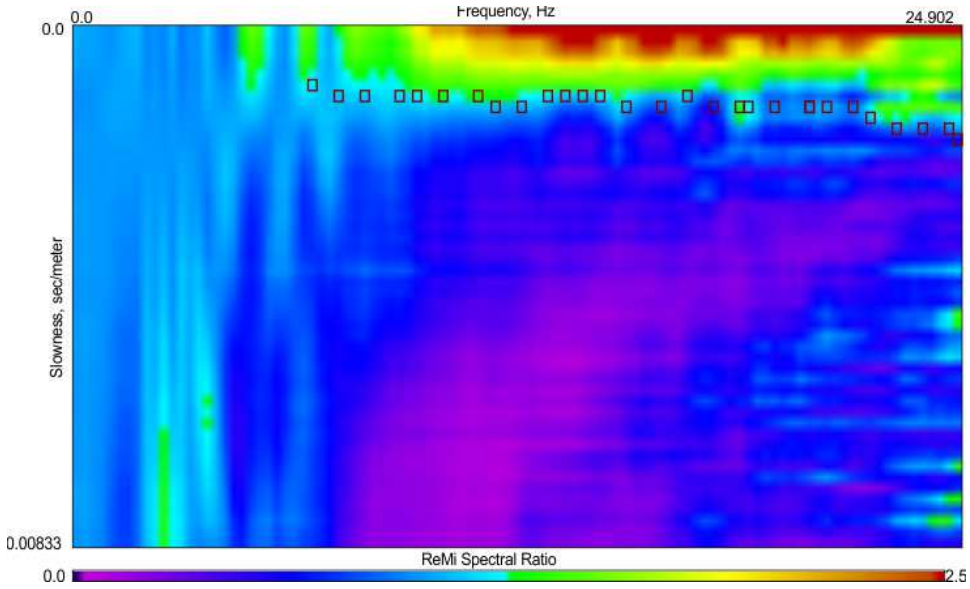
La curva di dispersione $V_R = V_R(f)$ è stata utilizzata per stimare il profilo verticale della velocità di propagazione delle onde di taglio, adottando una metodologia di modeling diretto (Saito 1984), che consente di ottenere, attraverso approssimazioni successive ("trial and error"), una funzione $Vs = Vs(z)$, tale da minimizzare il misfit tra la curva di dispersione teorica e curva di dispersione osservata.

Risultati

Per ogni indagine di tipo MASW verranno di seguito riportati:

a) Rappresentazione in scala cromatica dello spettro di potenza "p-f Image" utilizzato per fare il "picking" della curva di dispersione sperimentale.

b) Profilo di Velocità Vs



Punto	Profondità (m)	Vs (m/s)
1	0	360
2	-2,9	360
3	-2,9	770
4	-16,8	770
5	-16,8	1300
6	-30	1300

Vs_{30}= 875 m/s

Tomografia sismica

Tramite questo tipo d'indagine si ottiene una sezione "tomografica" bidimensionale, e cioè un grafico in cui ad ogni coppia distanza/profondità, corrisponde un valore di velocità sismica. Tale campo di velocità sismiche (V=(x,z)), rappresentato mediante una gamma di colori, viene associato alle caratteristiche litostratigrafiche del sottosuolo indagato in relazione alle informazioni geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche del sito stesso.

Descrizione del metodo

Come ogni prospezione geofisica, anche per l'esecuzione della tomografia sismica di superficie su onde P si possono distinguere due fasi: 1) l'acquisizione dei dati sul terreno; 2) l'elaborazione degli stessi. La prima fase prevede l'utilizzo di ricevitori (**geofoni**) infissi sulla superficie del terreno lungo un allineamento e comunicanti con un registratore (**sismometro**); il sismometro registra le onde elastiche generate mediante una energizzazione impulsiva del terreno (in genere il colpo di una mazza su di una piastra) ripetuta più volte lungo la linea dei geofoni (tali punti vengono denominati "**shot point**"). La posizione nello spazio dei geofoni e degli shot point costituiscono la "**geometria di acquisizione**", che nel nostro caso risulta essere bidimensionale. Sempre in questa fase occorre impostare i corretti parametri per l'acquisizione che sono in funzione della geometria, dello scopo dell'indagine, del disturbo ambientale.

L'elaborazione si svolge secondo i seguenti passi: trasformazione della geometria di acquisizione in un profilo topografico; lettura dei tempi di arrivo delle onde sismiche (dati reali); costruzione di un "**modello di velocità**" ; impostazione dei parametri per l'esecuzione del programma di "inversione"; esecuzione iterativa del programma di inversione (vedi nel seguito).

Il risultato della tomografia viene presentato sotto forma di una sezione bidimensionale in cui ad ogni coppia distanza/profondità, corrisponde un valore di velocità sismica. Tale campo di velocità sismiche (V=(x,z)), rappresentato mediante una gamma di colori.

Modalità operative

L'indagine è stata sviluppata mediante l'esecuzione di sette profili tomografici, realizzati, come di seguito riportati:

Profilo tomografico g-spacing 4,00 m lunghezza totale della stesa comprensiva dei punti di energizzazione 46 m.

L'acquisizione dei dati è stata eseguita con la seguente attrezzatura:

-sismografo Abem Terraloc Mark 8 24 canali;

-12 geofoni Geospace di frequenza centrale di 12 Hz;

-mazza da 10 Kg;

-Piastra di acciaio.

Dopo la fase d'acquisizione in campagna, si è proceduto alla lettura dei tempi d'arrivo, delle onde di compressione (picking), di tutti gli "shot" eseguiti. L'elaborazione dei dati è svolta utilizzando una metodologia non-lineare, al fine di modelizzare correttamente la potenziale presenza di eterogeneità laterali di velocità, all'interno della sezione tomografica.

L'elaborazione dei dati, è stata condotta utilizzando il software commerciale Seis Opt Pro 2D della SeisOpt.

I Principali "step" d'analisi sono i seguenti:

- Scelta del modello di propagazione iniziale che risulta non critico con il metodo Generalized Simulatet – Annealing, in quanto il modello finale ottenuto non dipende dal modello iniziale (*A generalized-Annealing Optimization for Inversio of First-Arrival Times, Sathish K. Pullammanappallil and John N. Louie- Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 84 n. 5 pp. 1397, October 1994*)

- una soluzione alle differenze finite dell'equazione eikonal calcola il percorso dei raggi attraverso il modello di velocità prescelto, attraverso la suddivisione del sottosuolo in griglie di una determinata dimensione e determina il least-square error E_0.

- partendo da un modello di velocità costante e definita una griglia 2D, il modello è perturbato casualmente, cioè, vengono inserite casualmente aree con differenti velocità e di conseguenza parte del modello è variato.

- I tempi sono calcolati utilizzando l'algoritmo del simulated-anealling. Viene calcolato l'errore least-square-error E_1 tra i tempi misurati e quelli teorici .Nel caso in cui l'errore è

minore della ripetizione precedente il modello perturbato è accettato. Anche se il modello ha errore più grande, potrebbe essere condizionatamente accettato basato sui criteri di probabilità dati nella carta di riferimento. Questo processo (di perturbazione e d'accettazione) è eseguito per numerose mila ripetizioni (50.000 e più), fino a quando il modello non converge ad una soluzione. Con il programma Pro SeisOpt (2D), vengono provati vari parametri nei modelli per assicurare una buona convergenza del risultato.

Parametri di Elaborazione:

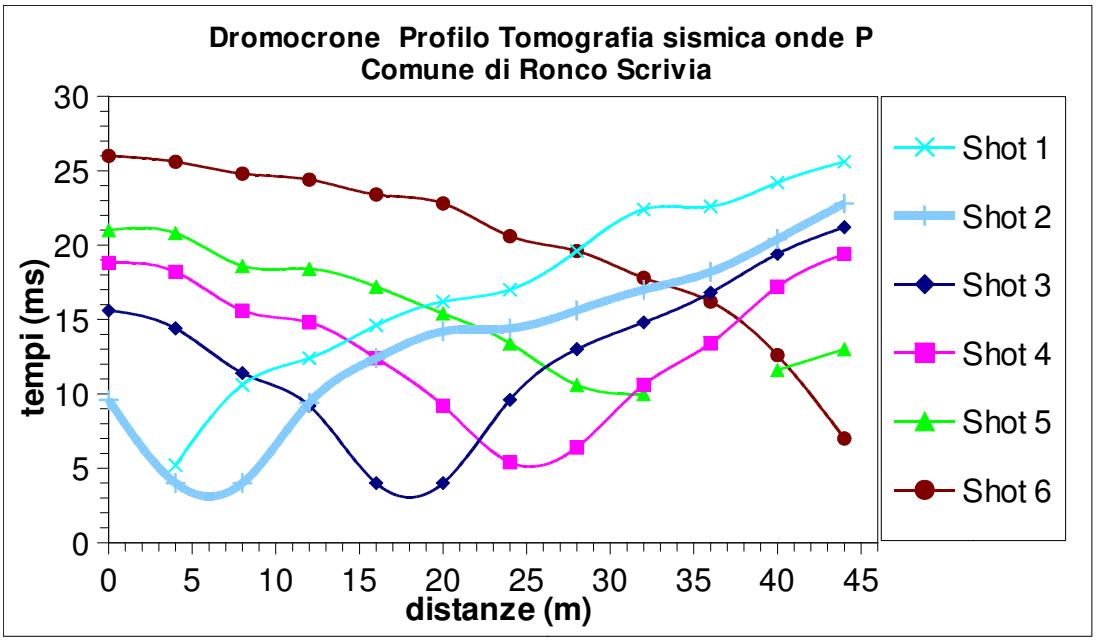
Modello di velocità iniziale crescente con la profondità da 250 m/s a 3000 m/s.

Le celle utilizzate per il calcolo dei tempi teorici hanno lato di 1 m e numero d'iterazioni pari a 79000.

Risultati

Dromocrone e Tempi di arrivo

distanze (m)	Shot 1	Shot 2	Shot 3	Shot 4	Shot 5	Shot 6
	tempi (ms)	tempi (ms)	tempi (ms)	tempi (ms)	tempi (ms)	tempi (ms)
0		9,6	15,6	18,8	21	26
4	5,2	4	14,4	18,2	20,8	25,6
8	10,6	4	11,4	15,6	18,6	24,8
12	12,4	9,4	9,2	14,8	18,4	24,4
16	14,6	12,4	4	12,4	17,2	23,4
20	16,2	14,2	4	9,2	15,4	22,8
24	17	14,4	9,6	5,4	13,4	20,6
28	19,6	15,6	13	6,4	10,6	19,6
32	22,4	17	14,8	10,6	10	17,8
36	22,6	18,2	16,8	13,4		16,2
40	24,2	20,4	19,4	17,2	11,6	12,6
44	25,6	22,8	21,2	19,4	13	7



La sezione ottenuta dall'interpretazione della tomografia sismica è allegata alla presente relazione, i ricevitori (geofoni) e gli shot utilizzati per l'interpretazione sono quelli indicati nelle sezioni allegate.

Nel profilo finale sono indicate le variazioni di velocità con la profondità e con la distanza.

Conclusioni

I risultati delle indagini eseguite, consentono di estrapolare una stratigrafia di massima dell'area indagata. I metodi utilizzati, basati sulla propagazione delle onde di compressione (tomografia sismica) e sulle onde di taglio consentono, oltre a fornire una stratigrafia del sottosuolo, di avere delle indicazioni sul grado di saturazione degli stessi, in quanto mentre le onde di compressione si propagano nei liquidi, le onde di taglio si propagano esclusivamente nello scheletro solido.

Profilo	
Da 0.00 a 3.00 m circa	Terreno addensato.
Da 3.00 a 16.80 m circa	substrato roccioso molto fratturato e/o alterato.
Oltre 16,80	Substrato roccioso fratturato e/o alterato.

La tabella sopra riportata, indica valori medi rilevate nei due tipi d'indagine.

Eseguito Per **Geofisica e Ambiente snc**
Geol. Laura Spalluto



24/10/2017

Comune di Ronco Scrivia

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE SCRIVIA IN LOCALITA' CAMPI SPORTIVI IN COMUNE DI RONCO SCRIVIA - STUDIO DI FATTIBILITA' – LOTTO I

Relazione Geologica e di caratterizzazione Geotecnica

nell'ambito Progetto

Allegato 2

Prove di laboratorio

a) **Geotecniche**

b) **Caratterizzazione Chimica**

a) Geotecniche

RINA CONSULTING

RINA Consulting - GET srl

RAPPORTO DI PROVA n. 17095-01

Verbale di accettazione N. 17095 del 30/10/2017

Data di emissione: 21/11/2017

Cliente: dott. Geol. Minetti

Cantiere: Ronco Scrivia

Genova, 21/11/2017

Paolo Brasey
(Direttore del laboratorio)

RINA Consulting - GET S.r.l.
Società soggetta a direzione e coordinamento amministrativo e finanziario del socio unico RINA Consulting S.p.A.
Via Albisola, 64-66 - 16162 Genova
Tel. +39 010 6506644 - Fax +39 010 6591896 - www.rinaconsulting.org - rinaconsulting@rina.org
C.F. / P. IVA 01650450990 - REA GE 425381 - Cap. Soc. € 25.000,00 i.v.

Sede legale: Via S. Nazaro, 19 - 16145 Genova (GE)

RINA CONSULTING

RINA Consulting - GET srl

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente :	Dott. Geol. Luciano Minetti		
Località :	Ronco Scrivia (GE)		
Identificazione Campione :	SG1 CR1		
Profondità (m) :	0.00-2.00	Data Ricevimento :	30/10/2017
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova :	09/11/2017
Descrizione del Materiale :	Sabbia limosa con ghiaia	Class. U.S.C.S. :	SM

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	34.25
Sabbia (%)	41.39
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	24.36
D. max (mm)	40.1

ALTRI PARAMETRI

D_{90} (mm)	31.306
D_{60} (mm)	2.484
D_{50} (mm)	0.832
D_{30} (mm)	0.216
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare

Durezza : dura e resistente

Note:

SETACCIATURA

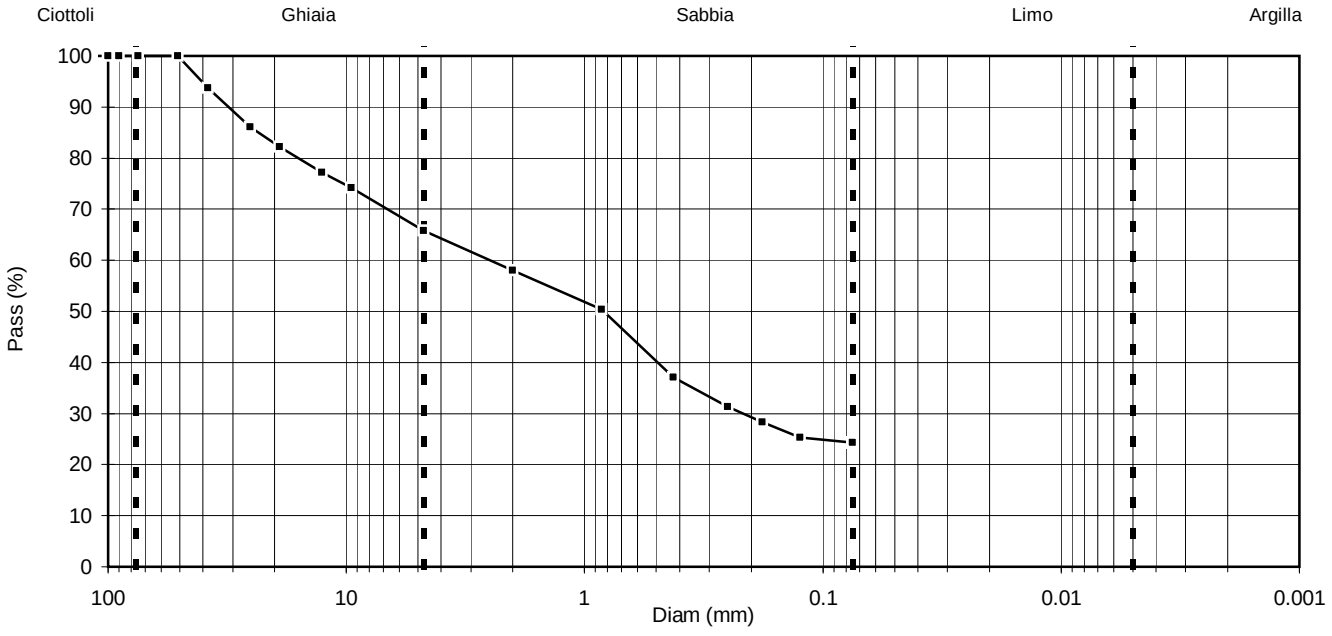
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	93.72
25.40	86.04
19.00	82.18
12.70	77.15

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	74.22
4.75	65.75
2.00	58.08
0.85	50.40
0.425	37.09
0.250	31.36
0.180	28.34
0.125	25.31
0.075	24.36

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

RINA CONSULTING

RINA Consulting - GET srl

LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente :	Dott. Geol. Luciano Minetti		
Località :	Ronco Scrivia (GE)		
Identificazione Campione :	SG1 CR1		
Profondità (m) :	0.00-2.00	Data Ricevimento :	30/10/2017
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova :	09/11/2017
Descrizione del Materiale :	Sabbia limosa con ghiaia	Class. U.S.C.S. :	SM

LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)

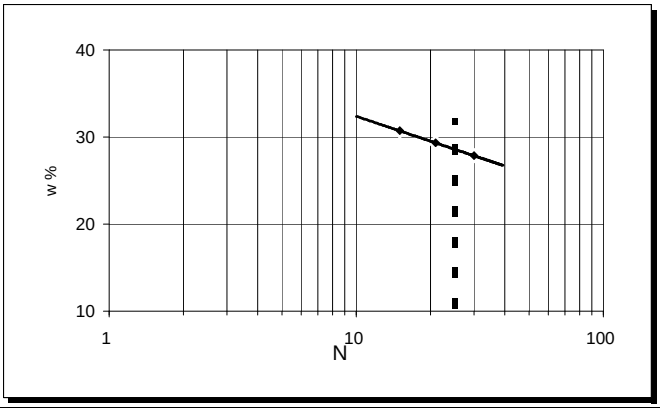
Numero di colpi	(#)	30	21	15		
Peso lordo umido	(g)	40.83	39.07	36.69		
Peso lordo secco	(g)	37.69	36.21	34.28		
Tara	(g)	26.41	26.46	26.43		
Peso netto secco	(g)	11.28	9.75	7.85		
Peso acqua	(g)	3.14	2.86	2.41		
Contenuto acqua	(%)	27.8	29.3	30.7	w % (per N=25)	29.0

LIMITE PLASTICO

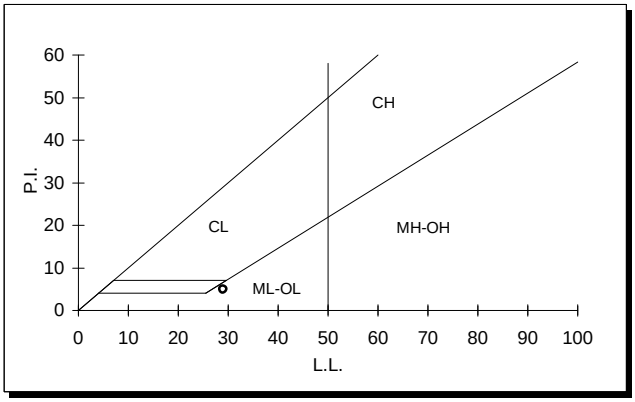
Peso lordo umido	(g)	35.80	34.15		
Peso lordo secco	(g)	33.98	32.66		
Tara	(g)	26.44	26.43		
Peso netto secco	(g)	7.54	6.23		
Peso acqua	(g)	1.82	1.49		
Contenuto acqua	(%)	24.1	23.9	w % medio	24.0

LIMITE DI LIQUIDITA'	**29**
LIMITE DI PLASTICITA'	**24**
INDICE PLASTICITA'	**5**

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

RINA CONSULTING

RINA Consulting - GET srl

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente :	Dott. Geol. Luciano Minetti		
Località :	Ronco Scrivia (GE)		
Identificazione Campione :	SG2 CR1		
Profondità (m) :	0.00-2.00	Data Ricevimento :	30/10/2017
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova :	09/11/2017
Descrizione del Materiale :	Sabbia argillosa con ghiaia	Class. U.S.C.S. :	SC

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	38.46
Sabbia (%)	39.04
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	22.50
D. max (mm)	22.4

ALTRI PARAMETRI

D_{90} (mm)	25.976
D_{60} (mm)	4.014
D_{50} (mm)	1.307
D_{30} (mm)	0.210
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare

Durezza : dura e resistente

Note:

SETACCIATURA

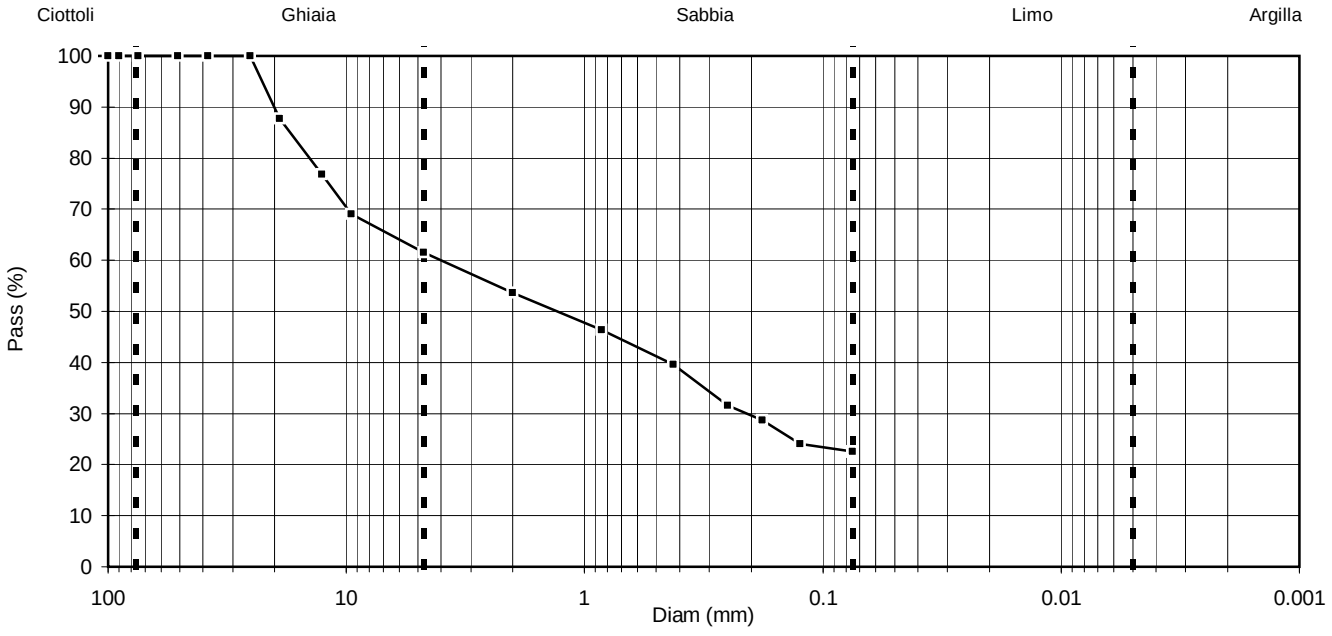
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	87.68
12.70	76.79

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	69.01
4.75	61.54
2.00	53.63
0.85	46.33
0.425	39.60
0.250	31.55
0.180	28.66
0.125	24.04
0.075	22.50

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-



Direttore Tecnico :	Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore :	Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

RINA CONSULTING

RINA Consulting - GET srl

LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente :	Dott. Geol. Luciano Minetti		
Località :	Ronco Scrivia (GE)		
Identificazione Campione :	SG2 CR1		
Profondità (m) :	0.00-2.00	Data Ricevimento :	30/10/2017
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova :	10/11/2017
Descrizione del Materiale :	Sabbia argillosa con ghiaia	Class. U.S.C.S. :	SC

LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)

Numero di colpi	(#)	28	22	15
Peso lordo umido	(g)	91.22	39.15	93.75
Peso lordo secco	(g)	86.60	36.05	88.45
Tara	(g)	71.19	26.02	72.10
Peso netto secco	(g)	15.41	10.03	16.35
Peso acqua	(g)	4.62	3.10	5.30
Contenuto acqua	(%)	30.0	30.9	32.4

w % (per N=25) 30.0

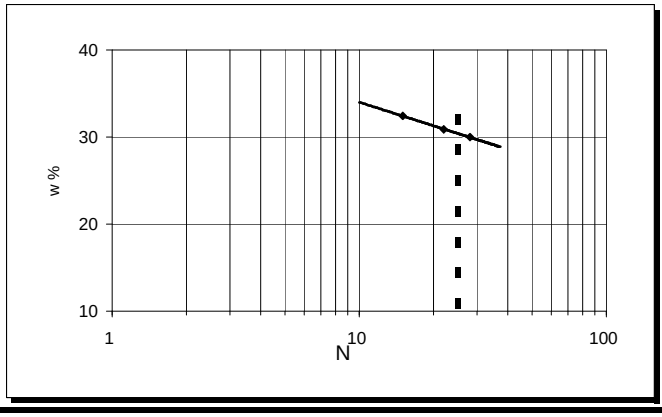
LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido	(g)	78.78	76.21
Peso lordo secco	(g)	77.43	74.56
Tara	(g)	71.34	67.18
Peso netto secco	(g)	6.09	7.38
Peso acqua	(g)	1.35	1.65
Contenuto acqua	(%)	22.2	22.4

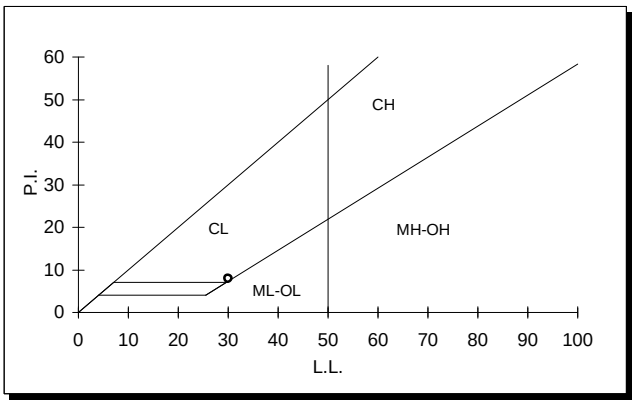
w % medio 22.3

LIMITE DI LIQUIDITA' 30
LIMITE DI PLASTICITA' 22
INDICE PLASTICITA' 8

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA
ASTM D7012-10 METHOD D

Cliente :	Dott. Geol. Luciano Minetti		
Località :	Ronco Scrivia (GE)		
Id. Campione :	SG1 CAR1		
Profondità (m) :	10.00-10.40		
Tipo Campione :	Spezzone di carota	Data Ricevimento :	02/11/2017
Descrizione :	Argillite	Data Test :	03/11/2017

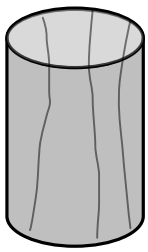
CARATTERISTICHE FISICHE

Diametro	(cm)	8.79
Altezza	(cm)	17.15
Peso di volume	(kN/m^3)	21.25

Condizioni di umidità iniziali : Come da ricevimento

ROTTURA

Carico	(kN)	12.3	Temperatura	(°C)	16.8
σ_c	(MPa)	**2.03**	Velocità di appl. carico	(MPa/s)	0.15



Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA
ASTM D7012-10 METHOD D

Cliente :	Dott. Geol. Luciano Minetti		
Località :	Ronco Scrivia (GE)		
Id. Campione :	SG2 CAR2		
Profondità (m) :	9.40 - 9.70		
Tipo Campione :	Spezzone di carota	Data Ricevimento :	02/11/2017
Descrizione :	Argillite	Data Test :	03/11/2017

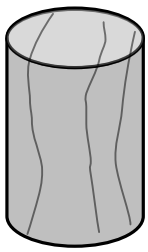
CARATTERISTICHE FISICHE

Diametro	(cm)	8.79
Altezza	(cm)	19.40
Peso di volume	(kN/m^3)	21.79

Condizioni di umidità iniziali : Come da ricevimento

ROTTURA

Carico	(kN)	13.8	Temperatura	(°C)	16.8
σ_c	(MPa)	**2.27**	Velocità di appl. carico	(MPa/s)	0.15



Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

b) Caratterizzazione Chimica

SERVIZI INDUSTRIALI GENOVA
SIGE

Amministrazione, uffici, laboratori:
Via Castel Morrone, 15H-16161 Genova
Tel 010 7406583 Fax 010 7406584
E-mail segreteria@sige.ge.it
Sito web : http://www.sige.ge.it

Sede Legale:
Piazza della Vittoria 7/14 - 16121 GENOVA
C.C.I.A.A. Genova n. 289645
Trib. Reg. Soc. n. 43610 - Fascicolo 61795/425
Codice Fiscale e Partita I.V.A.: it 02687740106
Capitale sociale interamente versato Euro 90.000

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAB N° 1179

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

Rapporto di Prova n° **17LA06426 del 21/11/2017**

Spett.
RINA Consulting - GET S.r.l.
Via Corsica, 12
Genova (GE) 16128
Italia

Dati relativi al campione

Oggetto della prova: **terreni**
Descrizione:**Campione medio composito di terra e roccia proveniente da attività di scavo identificato SG1 CR1**
Data accettazione: **10/11/2017**
Data inizio analisi: **10/11/2017** Data fine analisi: **20/11/2017**
Note al ricevimento: **Commessa 17095**

Dati di campionamento

Data: **10/11/2017**
Campionamento a cura di: **cliente**
Luogo: **Ronco Scrivia**
Punto di prelievo: **medio da cumulo**

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza	LQ	Limiti
scheletro *DM 13/09/1999 GU SO n° 248 21/10/1999 Met.II.1*	g/kg	**< 40**		40	
antimonio *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**< 1**		1	30
arsenico *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**3,48**	±0,97	1.0	50
berillio *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**1,18**	±0,31	0.2	10
cadmio *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**< 0,2**		0.2	15
cobalto *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**7,8**	±1,9	2.0	250
cromo totale *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**48**	±12	1	800
*cromo VI *EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992*	mg/kg	**< 0,5**		0.5	15
*mercurio *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**< 0,1**		0.1	5
nichel *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**36,6**	±8,8	5.0	500
piombo *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**13,9**	±4,0	5.0	1000

La riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova non è consentita senza autorizzazione scritta del laboratorid.risultati analitici si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova.I dati grezzi e i tracciati strumentali sono conservati in laboratorio per 5 anni.Un controcampione è conservato dal laboratorio per 2 mesi salvo diverse indicazioni e se quantità e natura del campione originario lo permettono.Il campione è stato sottoposto a prove come pervenuto al laboratorio salvo diverse

SERVIZI INDUSTRIALI GENOVA
SIGE

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAB N° 1179

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

Amministrazione, uffici, laboratori:
Via Castel Morrone, 15H-16161 Genova
Tel 010 7406583 Fax 010 7406584
E-mail segreteria@sige.ge.it
Sito web : http://www.sige.ge.it

Sede Legale:
Piazza della Vittoria 7/14 - 16121 GENOVA
C.C.I.A.A. Genova n. 289645
Trib. Reg. Soc. n. 43610 - Fascicolo 61795/425
Codice Fiscale e Partita I.V.A.: it 02687740106
Capitale sociale interamente versato Euro 90.000

Segue Rapporto di Prova n° **17LA06426** del **21/11/2017**

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza	LQ	Limiti
rame *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**25,3**	±6,4	5.0	600
selenio *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**< 0,2**		0.2	15
*stagno *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**< 4**		4	350
*tallio *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**< 5**		5	10
vanadio *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**18,1**	±5,0	5.0	250
zinco *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**70**	±17	10.0	1500
benzene *EPA 5021A 2014 + EPA 8260C 2006*	mg/kg	**< 0,01**		0.01	2
etilbenzene *EPA 5021A 2014 + EPA 8260C 2006*	mg/kg	**< 0,01**		0.01	50
stirene *EPA 5021A 2014 + EPA 8260C 2006*	mg/kg	**< 0,01**		0.01	50
toluene *EPA 5021A 2014 + EPA 8260C 2006*	mg/kg	**< 0,01**		0.01	50
xilene *EPA 5021A 2014 + EPA 8260C 2006*	mg/kg	**< 0,01**		0.01	50
benzo(a)antracene [25] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**0,080**	±0,031	0.030	10
benzo(a)pirene [26] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**0,060**	±0,023	0.022	10
benzo(b)fluorantene [27] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**0,090**	±0,034	0.030	10
benzo(k)fluorantene [28] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**0,040**	±0,017	0.03	10
benzo(g,h,i)perilene [29] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**0,050**	±0,021	0.018	10
crisene [30] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**0,110**	±0,042	0.030	50

La riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova non è consentita senza autorizzazione scritta del laboratorid.risultati analitici si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova.I dati grezzi e i tracciati strumentali sono conservati in laboratorio per 5 anniUn controcampione è conservato dal laboratorio per 2 mesi salvo diverse indicazioni e se quantità e natura del campione originario lo permettono.Il campione è stato sottoposto a prove come pervenuto al laboratorio salvo diverse

SERVIZI INDUSTRIALI GENOVA
SIGE

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAB N° 1179

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

Amministrazione, uffici, laboratori:
Via Castel Morrone, 15H-16161 Genova
Tel 010 7406583 Fax 010 7406584
E-mail segreteria@sige.ge.it
Sito web : http://www.sige.ge.it

Sede Legale:
Piazza della Vittoria 7/14 - 16121 GENOVA
C.C.I.A.A. Genova n. 289645
Trib. Reg. Soc. n. 43610 - Fascicolo 61795/425
Codice Fiscale e Partita I.V.A.: it 02687740106
Capitale sociale interamente versato Euro 90.000

Segue Rapporto di Prova n° **17LA06426** del **21/11/2017**

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza	LQ	Limiti
dibenzo(a,e)pirene [31] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**< 0,018**		0.018	10
dibenzo(a,l)pirene [32] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**< 0,018**		0.018	10
dibenzo(a,i)pirene [33] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**< 0,018**		0.018	10
dibenzo(a,h)pirene [34] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**< 0,018**		0.018	10
dibenzo(a,h)antracene *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**< 0,018**		0.018	10
indeno(1,2,3-c,d)pirene *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**0,050**	±0,021	0.018	5
pirene *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**0,130**	±0,047	0.028	50
*sommatoria policiclici aromatici [da 25 a 34] *Calcolo*	mg/kg s.s.	**0,43**		0.01	100
acenaftene *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**< 0,044**		0.044	
acenaftilene *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**< 0,028**		0.028	
antracene *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**< 0,028**		0.028	
fenantrene *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**0,100**	±0,036	0.028	
fluorantene *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**0,220**	±0,079	0.028	
fluorene *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**< 0,044**		0.044	
naftalene *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**< 0,028**		0.028	
benzo(e)pirene *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**0,060**	±0,024	0.030	

La riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova non è consentita senza autorizzazione scritta del laboratorid.risultati analitici si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova.I dati grezzi e i tracciati strumentali sono conservati in laboratorio per 5 anni.Un controcampione è conservato dal laboratorio per 2 mesi salvo diverse indicazioni e se quantità e natura del campione originario lo permettono.Il campione è stato sottoposto a prove come pervenuto al laboratorio salvo diverse

SERVIZI INDUSTRIALI GENOVA
SIGE

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAB N° 1179

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

Amministrazione, uffici, laboratori:
Via Castel Morrone, 15H-16161 Genova
Tel 010 7406583 Fax 010 7406584
E-mail segreteria@sige.ge.it
Sito web : http://www.sige.ge.it

Sede Legale:
Piazza della Vittoria 7/14 - 16121 GENOVA
C.C.I.A.A. Genova n. 289645
Trib. Reg. Soc. n. 43610 - Fascicolo 61795/425
Codice Fiscale e Partita I.V.A.: it 02687740106
Capitale sociale interamente versato Euro 90.000

Segue Rapporto di Prova n° **17LA06426** del **21/11/2017**

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza	LQ	Limiti
idrocarburi leggeri C<12 *EPA 5021A 2014 + EPA 8015C 2007*	mg/kg	**< 1**		1	250
*idrocarburi pesanti C>12 *ISO 16703:2004*	mg/kg	**59**	±16	5	750

Conformità ai requisiti

Tutti i parametri analizzati compresi nella tabella 1 colonna A dell' allegato 5 al titolo V della 4^ parte del D. Lgs n°152 del 03/04/2006 rientrano nei limiti definiti nella citata tabella.

Valori limite riferiti a: D. Lgs. 03/04/06 n° 152 parte 4° - all.5 - tab. 1/B

(*) Prova NON accreditata ACCREDIA.

Se non già indicati nel Rapporto di Prova sono disponibili su richiesta i dati di incertezza di misura delle singole prove accreditate. L'incertezza estesa, espressa con la stessa unità di misura del risultato, è stata calcolata con un fattore di copertura K=2 con livello di confidenza del 95%. Eventuali consigli, opinioni e interpretazioni non sono oggetto dell' accreditamento ACCREDIA.

Le analisi sono state condotte sulla frazione secca < 2 mm. Le analisi dei composti organici volatili sono state condotte sul campione tal quale.I risultati delle determinazioni sono riferiti alla totalità dei materiali secchi, comprensiva dello scheletro.

Nel caso di metodi che prevedano fasi di estrazione, preconcentrazione e/o purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero ottenuto in fase di validazione è da intendersi compreso tra i valori 80%-120%.
Ove non espressamente indicato i risultati non sono stati rielaborati in funzione della percentuale di recupero.

LQ = Limite di quantificazione
UM = Unità di misura.

Fine del Rapporto di Prova n° **17LA06426**

Il Responsabile del laboratorio
Dott.ssa Arianna Podestà

Chimico
Ordine dei Chimici della Liguria
Iscrizione n. 1166

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

La riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova non è consentita senza autorizzazione scritta del laboratorid.risultati analitici si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova.I dati grezzi e i tracciati strumentali sono conservati in laboratorio per 5 anni.Un controcampione è conservato dal laboratorio per 2 mesi salvo diverse indicazioni e se quantità e natura del campione originario lo permettono.Il campione è stato sottoposto a prove come pervenuto al laboratorio salvo diverse

SERVIZI INDUSTRIALI GENOVA
SIGE

Amministrazione, uffici, laboratori:
Via Castel Morrone, 15H-16161 Genova
Tel 010 7406583 Fax 010 7406584
E-mail segreteria@sige.ge.it
Sito web : http://www.sige.ge.it

Sede Legale:
Piazza della Vittoria 7/14 - 16121 GENOVA
C.C.I.A.A. Genova n. 289645
Trib. Reg. Soc. n. 43610 - Fascicolo 61795/425
Codice Fiscale e Partita I.V.A.: it 02687740106
Capitale sociale interamente versato Euro 90.000

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAB N° 1179

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

Rapporto di Prova n° **17LA06427 del 21/11/2017**

Spett.
RINA Consulting - GET S.r.l.
Via Corsica, 12
Genova (GE) 16128
Italia

Dati relativi al campione

Oggetto della prova: **terreni**
Descrizione:**Campione medio composito di terra e roccia proveniente da attività di scavo identificato SG CR2**
Data accettazione: **10/11/2017**
Data inizio analisi: **10/11/2017** Data fine analisi: **20/11/2017**
Note al ricevimento: **Commessa 17095**

Dati di campionamento

Data: **10/11/2017**
Campionamento a cura di: **cliente**
Luogo: **Ronco Scrivia**
Punto di prelievo: **medio da cumulo**

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza	LQ	Limiti
scheletro *DM 13/09/1999 GU SO n° 248 21/10/1999 Met.II.1*	g/kg	**< 40**		40	
antimonio *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**< 1**		1	30
arsenico *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**4,6**	±1,3	1.0	50
berillio *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**0,98**	±0,26	0.2	10
cadmio *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**< 0,2**		0.2	15
cobalto *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**8,9**	±2,2	2.0	250
cromo totale *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**32,9**	±8,1	1	800
*cromo VI *EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992*	mg/kg	**< 0,5**		0.5	15
*mercurio *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**< 0,1**		0.1	5
nichel *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**39,8**	±9,6	5.0	500
piombo *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**44**	±11	5.0	1000

La riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova non è consentita senza autorizzazione scritta del laboratorid.risultati analitici si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova.I dati grezzi e i tracciati strumentali sono conservati in laboratorio per 5 anni.Un controcampione è conservato dal laboratorio per 2 mesi salvo diverse indicazioni e se quantità e natura del campione originario lo permettono.Il campione è stato sottoposto a prove come pervenuto al laboratorio salvo diverse

SERVIZI INDUSTRIALI GENOVA
SIGE

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAB N° 1179

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

Amministrazione, uffici, laboratori:
Via Castel Morrone, 15H-16161 Genova
Tel 010 7406583 Fax 010 7406584
E-mail segreteria@sige.ge.it
Sito web : http://www.sige.ge.it

Sede Legale:
Piazza della Vittoria 7/14 - 16121 GENOVA
C.C.I.A.A. Genova n. 289645
Trib. Reg. Soc. n. 43610 - Fascicolo 61795/425
Codice Fiscale e Partita I.V.A.: it 02687740106
Capitale sociale interamente versato Euro 90.000

Segue Rapporto di Prova n° **17LA06427** del **21/11/2017**

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza	LQ	Limiti
rame *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**39,2**	±9,5	5.0	600
selenio *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**< 0,2**		0.2	15
*stagno *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**< 4**		4	350
*tallio *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**< 5**		5	10
vanadio *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**17,0**	±4,8	5.0	250
zinco *EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2014*	mg/kg	**100**	±24	10.0	1500
benzene *EPA 5021A 2014 + EPA 8260C 2006*	mg/kg	**< 0,01**		0.01	2
etilbenzene *EPA 5021A 2014 + EPA 8260C 2006*	mg/kg	**< 0,01**		0.01	50
stirene *EPA 5021A 2014 + EPA 8260C 2006*	mg/kg	**< 0,01**		0.01	50
toluene *EPA 5021A 2014 + EPA 8260C 2006*	mg/kg	**< 0,01**		0.01	50
xilene *EPA 5021A 2014 + EPA 8260C 2006*	mg/kg	**< 0,01**		0.01	50
benzo(a)antracene [25] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**< 0,030**		0.030	10
benzo(a)pirene [26] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**0,040**	±0,016	0.022	10
benzo(b)fluorantene [27] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**0,050**	±0,020	0.030	10
benzo(k)fluorantene [28] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**< 0,03**		0.03	10
benzo(g,h,i)perilene [29] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**0,040**	±0,017	0.018	10
crisene [30] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**0,060**	±0,024	0.030	50

La riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova non è consentita senza autorizzazione scritta del laboratorid.risultati analitici si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova.I dati grezzi e i tracciati strumentali sono conservati in laboratorio per 5 anni.Un controcampione è conservato dal laboratorio per 2 mesi salvo diverse indicazioni e se quantità e natura del campione originario lo permettono.Il campione è stato sottoposto a prove come pervenuto al laboratorio salvo diverse

SERVIZI INDUSTRIALI GENOVA
SIGE

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAB N° 1179

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

Amministrazione, uffici, laboratori:
Via Castel Morrone, 15H-16161 Genova
Tel 010 7406583 Fax 010 7406584
E-mail segreteria@sige.ge.it
Sito web : http://www.sige.ge.it

Sede Legale:
Piazza della Vittoria 7/14 - 16121 GENOVA
C.C.I.A.A. Genova n. 289645
Trib. Reg. Soc. n. 43610 - Fascicolo 61795/425
Codice Fiscale e Partita I.V.A.: it 02687740106
Capitale sociale interamente versato Euro 90.000

Segue Rapporto di Prova n° **17LA06427** del **21/11/2017**

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza	LQ	Limiti
dibenzo(a,e)pirene [31] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**< 0,018**		0.018	10
dibenzo(a,l)pirene [32] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**< 0,018**		0.018	10
dibenzo(a,i)pirene [33] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**< 0,018**		0.018	10
dibenzo(a,h)pirene [34] *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**< 0,018**		0.018	10
dibenzo(a,h)antracene *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**< 0,018**		0.018	10
indeno(1,2,3-c,d)pirene *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**0,040**	±0,017	0.018	5
pirene *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**0,040**	±0,016	0.028	50
* sommatoria policiclici aromatici [da 25 a 34] *Calcolo*	mg/kg s.s.	**0,19**		0.01	100
acenaftene *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**< 0,044**		0.044	
acenaftilene *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**< 0,028**		0.028	
antracene *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**< 0,028**		0.028	
fenantrene *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**0,040**	±0,016	0.028	
fluorantene *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**0,070**	±0,026	0.028	
fluorene *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**< 0,044**		0.044	
naftalene *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**< 0,028**		0.028	
benzo(e)pirene *EPA 3545A 2007 + EPA 3630 C 1996 + EPA 8270D 2014*	mg/kg	**0,040**	±0,017	0.030	

La riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova non è consentita senza autorizzazione scritta del laboratorid.risultati analitici si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova.I dati grezzi e i tracciati strumentali sono conservati in laboratorio per 5 anni.Un controcampione è conservato dal laboratorio per 2 mesi salvo diverse indicazioni e se quantità e natura del campione originario lo permettono.Il campione è stato sottoposto a prove come pervenuto al laboratorio salvo diverse

SERVIZI INDUSTRIALI GENOVA
SIGE

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAB N° 1179

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

Amministrazione, uffici, laboratori:
Via Castel Morrone, 15H-16161 Genova
Tel 010 7406583 Fax 010 7406584
E-mail segreteria@sige.ge.it
Sito web : http://www.sige.ge.it

Sede Legale:
Piazza della Vittoria 7/14 - 16121 GENOVA
C.C.I.A.A. Genova n. 289645
Trib. Reg. Soc. n. 43610 - Fascicolo 61795/425
Codice Fiscale e Partita I.V.A.: it 02687740106
Capitale sociale interamente versato Euro 90.000

Segue Rapporto di Prova n° **17LA06427** del **21/11/2017**

Parametro *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza	LQ	Limiti
idrocarburi leggeri C<12 *EPA 5021A 2014 + EPA 8015C 2007*	mg/kg	**< 1**		1	250
*idrocarburi pesanti C>12 *ISO 16703:2004*	mg/kg	**47**	±14	5	750

Conformità ai requisiti

Tutti i parametri analizzati compresi nella tabella 1 colonna A dell' allegato 5 al titolo V della 4^ parte del D. Lgs n°152 del 03/04/2006 rientrano nei limiti definiti nella citata tabella.

Valori limite riferiti a: D. Lgs. 03/04/06 n° 152 parte 4° - all.5 - tab. 1/B

(*) Prova NON accreditata ACCREDIA.

Se non già indicati nel Rapporto di Prova sono disponibili su richiesta i dati di incertezza di misura delle singole prove accreditate. L'incertezza estesa, espressa con la stessa unità di misura del risultato, è stata calcolata con un fattore di copertura K=2 con livello di confidenza del 95%. Eventuali consigli, opinioni e interpretazioni non sono oggetto dell' accreditamento ACCREDIA.

Le analisi sono state condotte sulla frazione secca < 2 mm. Le analisi dei composti organici volatili sono state condotte sul campione tal quale.I risultati delle determinazioni sono riferiti alla totalità dei materiali secchi, comprensiva dello scheletro.

Nel caso di metodi che prevedano fasi di estrazione, preconcentrazione e/o purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero ottenuto in fase di validazione è da intendersi compreso tra i valori 80%-120%.
Ove non espressamente indicato i risultati non sono stati rielaborati in funzione della percentuale di recupero.

LQ = Limite di quantificazione
UM = Unità di misura.

Fine del Rapporto di Prova n° **17LA06427**

Il Responsabile del laboratorio
Dott.ssa Arianna Podestà
Chimico
Ordine dei Chimici della Liguria
Iscrizione n. 1166

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

La riproduzione parziale del presente Rapporto di Prova non è consentita senza autorizzazione scritta del laboratorid.risultati analitici si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova.I dati grezzi e i tracciati strumentali sono conservati in laboratorio per 5 anni.Un controcampione è conservato dal laboratorio per 2 mesi salvo diverse indicazioni e se quantità e natura del campione originario lo permettono.Il campione è stato sottoposto a prove come pervenuto al laboratorio salvo diverse

Comune di Ronco Scrivia

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE SCRIVIA IN LOCALITA' CAMPI SPORTIVI IN COMUNE DI RONCO SCRIVIA - STUDIO DI FATTIBILITA' – LOTTO I

Relazione Geologica e di caratterizzazione Geotecnica

Allegato 3

Zonizzazione Sismica

Dr.Geol. Luciano Minetti



Figura 1 – Individuazione della pericolosità del sito

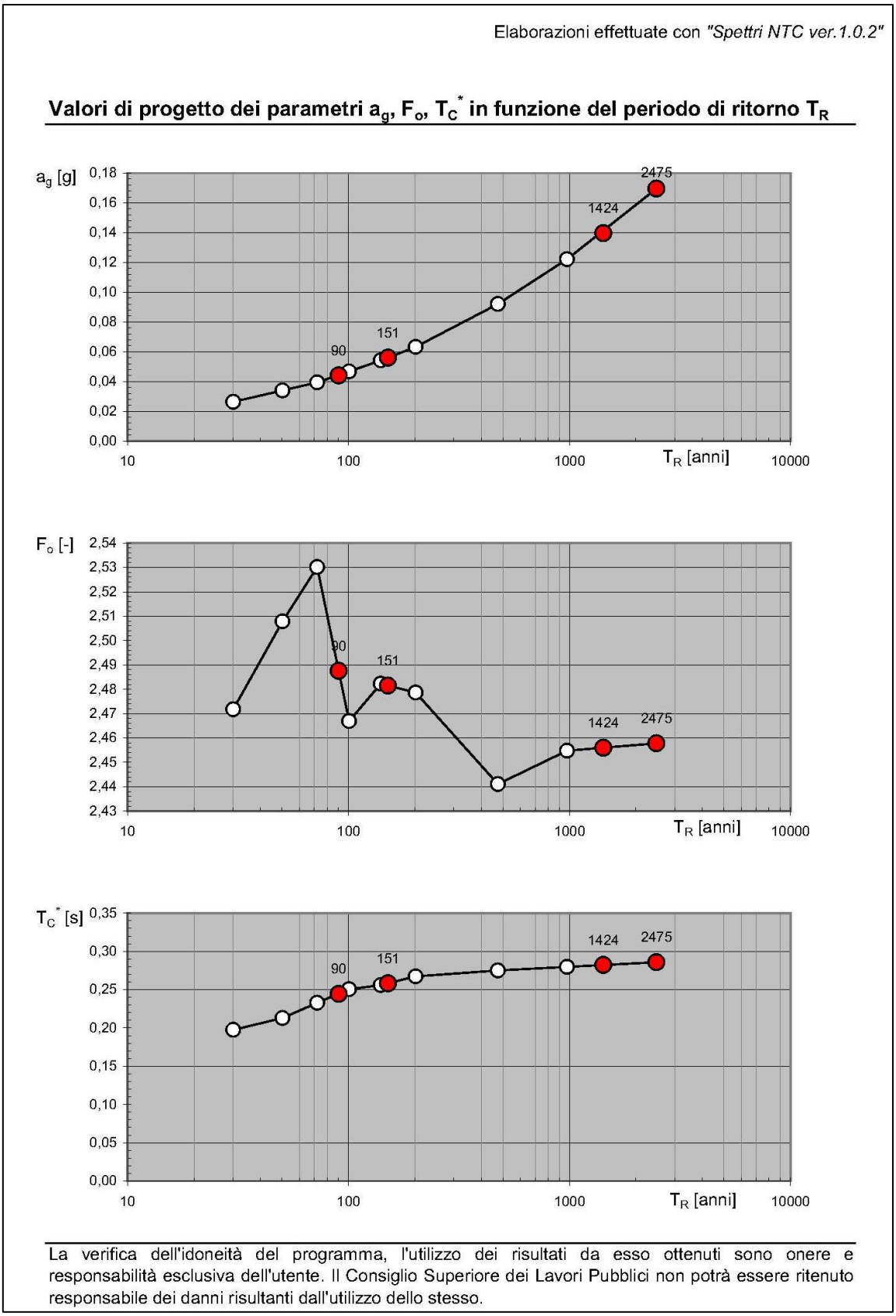
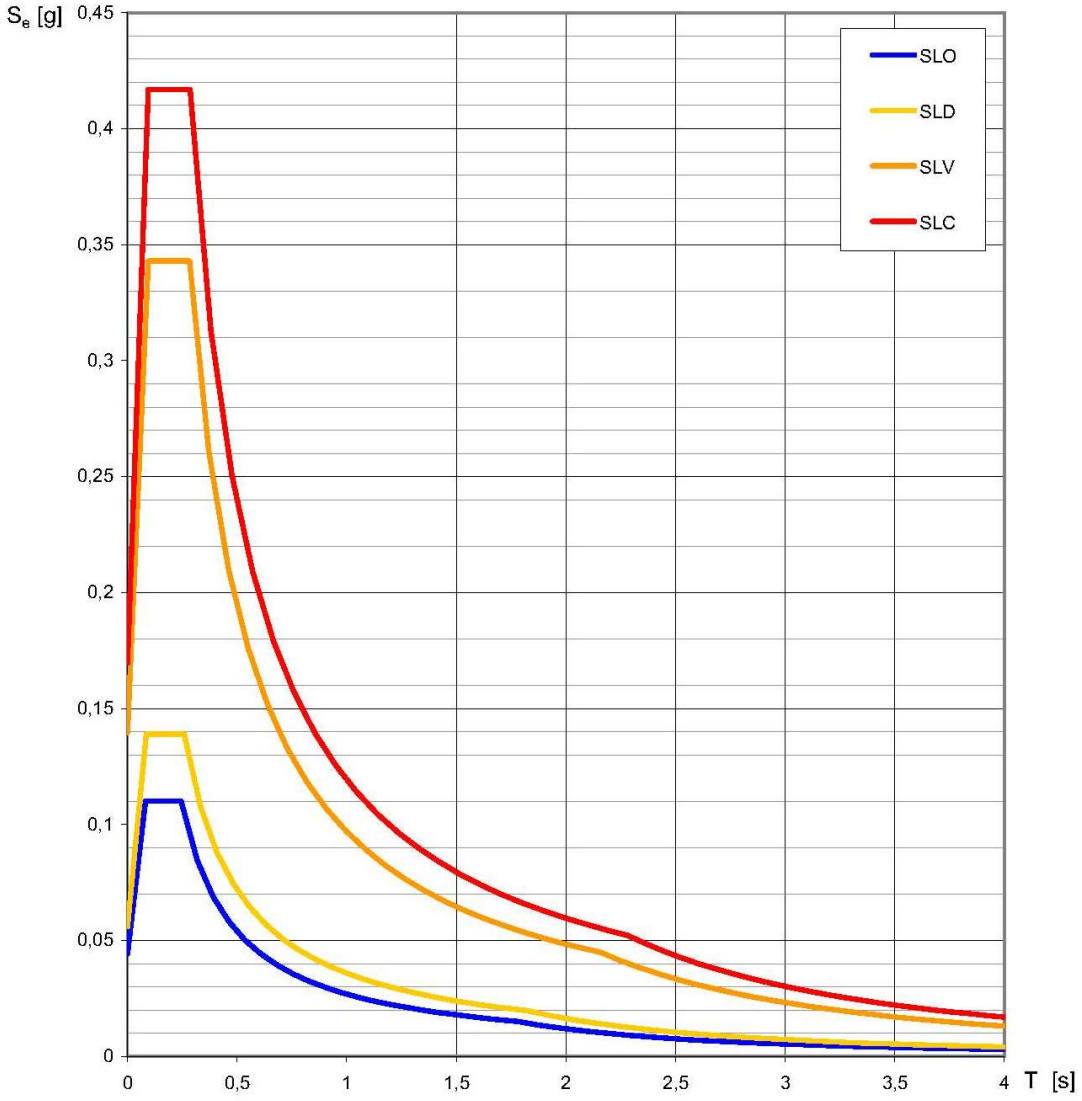


Figura 2 Valori di progetto dei parametri ag, Fo, TC * in funzione del periodo di ritorno TR

Elaborazioni effettuate con *"Spettri NTC ver.1.0.2"*

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Figura 3 – Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

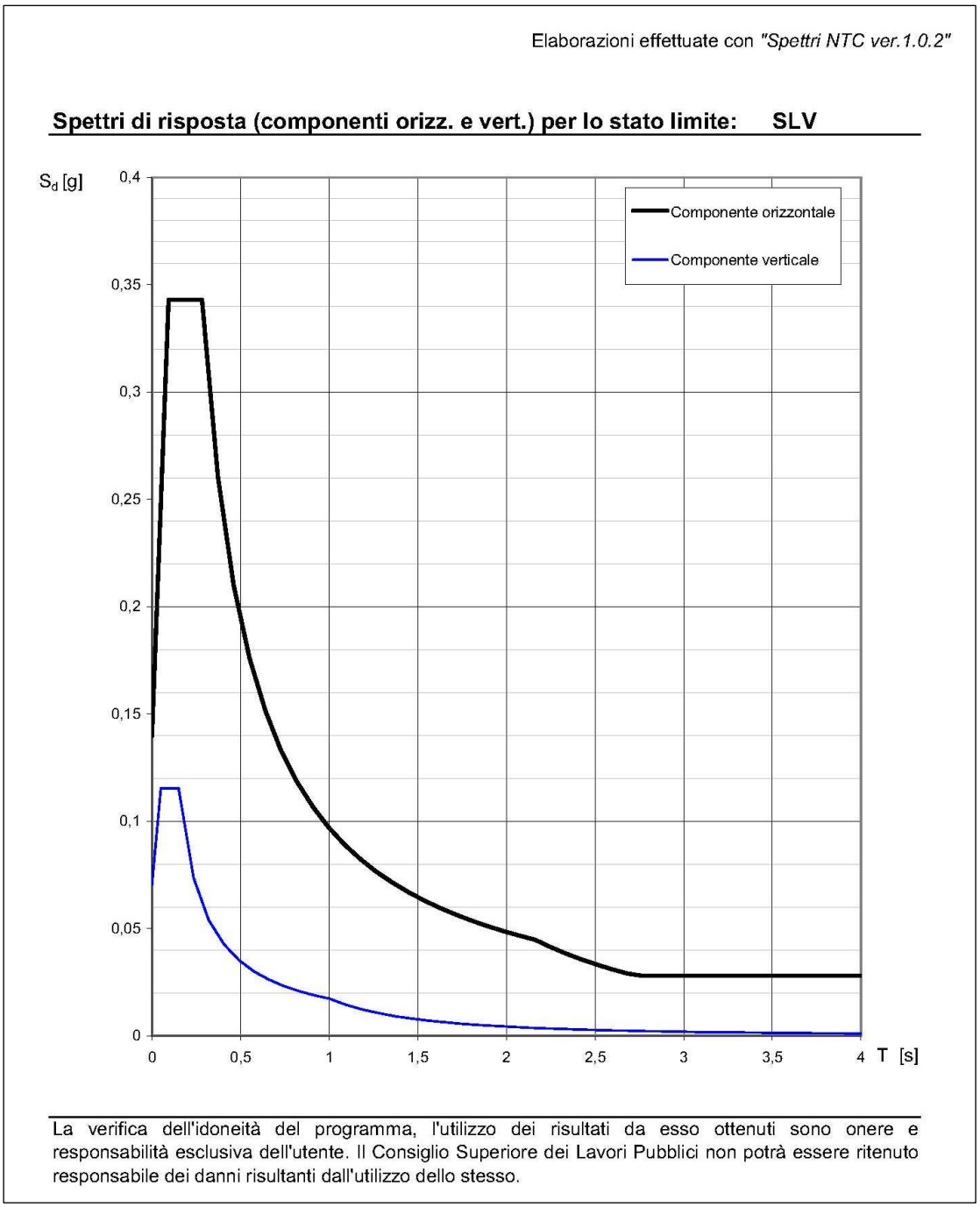


Figura 4 – Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite SLV

Elaborazioni effettuate con *"Spettri NTC ver.1.0.2"*

Valori dei parametri a_g, F_o, T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	90	0,044	2,488	0,245
SLD	151	0,056	2,482	0,258
SLV	1424	0,140	2,456	0,282
SLC	2475	0,170	2,458	0,286

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Tabella 1 – Valori dei parametri ag, F0, TC* per i periodi di ritorno TR associati a ciascun SL

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,140 g
F_o	2,456
T_C^*	0,282 s
S_S	1,000
C_C	1,000
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,000
η	1,000
T_B	0,094 s
T_C	0,282 s
T_D	2,159 s

Tabella 2 – Parametri della componente orizzontale per SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0,070 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,500
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	1,239
S	1,000
η	0,667

Tabella 3 – Parametri della componente verticale per SLV

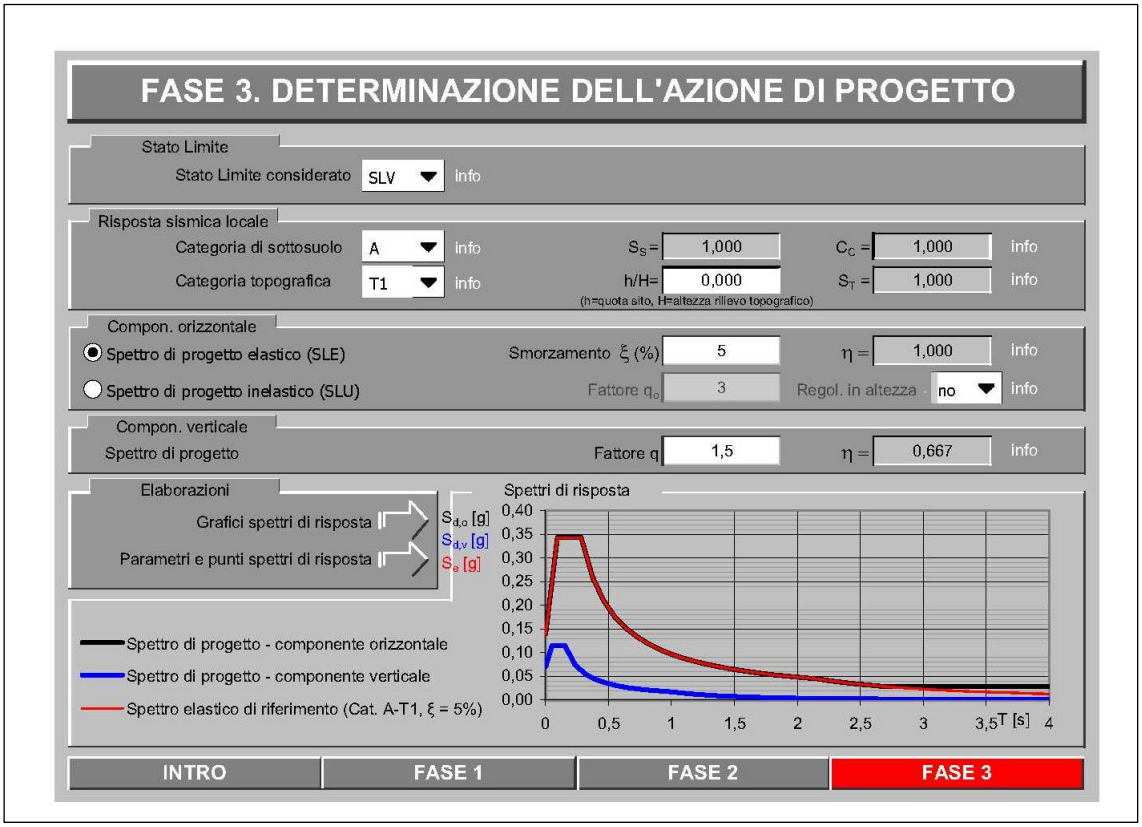


Figura 5 – Determinazione dell'azione di progetto