

COMUNE DI PONTASSIEVE
CITTÀ METROPOLITANA DI FIRENZE

**REALIZZAZIONE DEGLI SPOGLIATOI E SERVIZI
A CORREDO DEL CAMPO SUSSIDIARIO DA
REALIZZARE NELL'AREA SPORTIVA DI PONTASSIEVE**

-

VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE
AI SENSI ART. 34 DELLA LEGGE REGIONALE 65/2014
Via Giuseppe Di Vittorio

INDAGINI GEOLOGICHE E SISMICHE

ai sensi

del Decreto del Presidente della Giunta Regionale 30 gennaio 2020 n. 5/R

INDICE

Premessa	3
Indagini geologiche.....	4
Indagini geognostiche ed Elaborati prodotti	5
Geologia.....	7
Morfologia e Stabilità dell'area	10
Idrogeologia	11
Modello litostratigrafico	12
Elementi geologico-tecnici e Misure di frequenza naturale	13
Sismicità	14
Pericolosità	16
Fattibilità	17
Allegato 1 Individuazione della Variante.....	19
Allegato 2 Piano Strutturale	22
Allegato 3 Microzonazione Sismica.....	29
Allegato 4 Indagini Geognostiche	83
Allegato 5 Pericolosità Sismica	144
Allegato 6 Fattibilità degli interventi	146

REVISIONI	N.	DATA	DESCRIZIONE	ELA.	VER.	APP.
		01	11/05/2020	REVISIONE A SEGUITO AGGIORNAMENTO NORMATIVO	LP	SV
	00	18/02/2020	EMISSIONE PER CONSEGNA	SV	LP	LP
	897_109.18	MAGGIO 2020	INDAGINI GEOLOGICHE	Cod. 0897EL0101		

PREMESSA

Le presenti **indagini geologiche e sismiche**, redatte ai sensi del Decreto del Presidente della Giunta Regionale 30 gennaio 2020, n. 5/R *"Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche"*, sono di supporto alla **Variante al Regolamento Urbanistico Comunale, ai sensi dell'articolo 34 della Legge Regionale 10 novembre 2014 n. 65, per la Realizzazione degli spogliatoi e Servizi a corredo del Campo Sussidiario da realizzare nell'Area Sportiva di Pontassieve** (Allegato 1).

L'intervento prevede la costruzione di un edificio a servizio del nuovo campo da calcio sussidiario posto lungo via Giuseppe Di Vittorio (Allegato 1).

Il particolare il fabbricato ospiterà al piano terreno gli spogliatoi per gli atleti e gli arbitri, oltre a un locale infermeria, il magazzino, la biglietteria e i bagni per il pubblico; al piano superiore sarà collocata la tribuna e un locale tecnico per gli impianti.

Strutturalmente il nuovo edificio sarà costruito con struttura intelaiata in calcestruzzo armato realizzato in opera; i tamponamenti esterni saranno in laterizio alveolare.

Per i dettagli si rimanda agli altri elaborati progettuali.

Nelle indagini geologiche di supporto al Piano Strutturale, redatto secondo una normativa previgente, l'area sportiva interessata dall'intervento ricade in Pericolosità geomorfologica bassa G.1 (Allegato 2, Carta della pericolosità geomorfologica).

Nel dicembre 2017 è stato svolto sul territorio comunale uno Studio di Microzonazione Sismica di Livello 1, le cui indagini e i cui elaborati sono riportati in Allegato 3; dalle risultanze del suddetto studio e da quelle delle indagini sismiche condotte nello Studio di Microzonazione e per le presenti indagini (Allegati 3 e 4), si è attribuito, all'interno delle seguenti indagini, all'area sportiva interessata dall'intervento una Pericolosità sismica locale elevata S.3 (Allegato 5).

Relativamente alle problematiche di carattere idraulico si rimanda all'apposito studio di supporto alla Variante al regolamento Urbanistico.

Nel Piano di Bacino del Fiume Arno, Stralcio "Assetto Idrogeologico" (PAI), l'area sportiva interessata dall'intervento non ricade tra le aree interessate da pericolosità di carattere geomorfologico.

INDAGINI GEOLOGICHE

INDAGINI GEOGNOSTICHE ED ELABORATI PRODOTTI

Le presenti indagini geologiche sono basate sulla realizzazione di numerose indagini geognostiche, sia in sito di supporto al progetto in esame (Allegato 4) che di carattere bibliografico (Allegati 2 e 3), che hanno avuto ad oggetto l'area sportiva interessata dalla Variante, finalizzate alla ricostruzione litostratigrafica, geotecnica e sismica dei terreni.

Preliminarmente sono state consultate le cartografie tematiche del Piano Strutturale (Allegato 2), successivamente quelle del Piano di Bacino del Fiume Arno, Stralcio "Assetto Idrogeologico" e quelle della Regione Toscana, nonché lo studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 redatto sul territorio comunale nel dicembre 2017 (Allegato 3).

Sono stati utilizzati i numerosi dati geologici, geomorfologici e idrogeologici reperibili in lavori professionali aventi ad oggetto aree limitrofe e similari a quella oggetto di Variante.

Successivamente, a completamento ed approfondimento di quanto raccolto, è stato realizzato un rilevamento geologico e geomorfologico dell'area in esame e di zone limitrofe, finalizzato alla individuazione delle forme antropiche e, secondariamente di quelle naturali, basato sulla Carta geologica del Piano Strutturale (Allegato 2) e sulla Carta Geologica Regionale, nonché sulla cartografia del Piano di Bacino, Stralcio Assetto idrogeologico.

Relativamente alle problematiche di carattere idrogeologico è stata consultata la Carta della permeabilità ed idrogeologica del Piano Strutturale e sono state effettuate misure della falda durante la campagna geognostica (Allegato 4).

In riferimento alle problematiche di carattere idraulico si rimanda all'apposito studio di supporto alla Variante al Regolamento Urbanistico.

In seguito alle attività precedentemente riportate ed alle esigenze progettuali, è stata condotta una approfondita campagna di indagini geognostiche, finalizzate alla definizione della successione litostratigrafica e delle caratteristiche geotecniche dei terreni.

In particolare, la campagna di indagine è stata così articolata (Allegato 4):

- Esecuzione di n. 1 sondaggio a carotaggio continuo della lunghezza di 10.0 metri
 - o Prelievo di n. 2 campioni indisturbati
 - o Esecuzione di n. 2 Prove penetrometriche standard in foro (SPT)
 - o Attrezzamento del foro di sondaggio con piezometro a tubo aperto per la misura del livello delle acque di sottosuolo
- Analisi e prove geotecniche di laboratorio su n. 2 campioni di terreno prelevati durante il sondaggio a carotaggio continuo
- Esecuzione di n. 2 Prove penetrometriche dinamiche superpesanti DPSH (DPSH1 e DPSH2) e n. 1 Prova penetrometrica statica CPT (CPT3) con Penetrometro statico olandese tipo Gouda (tipo meccanico) da 20 tonnellate.
- Esecuzione di indagine geofisica costituita da n. 1 Indagine sismica a rifrazione in onde P e Sh.

Le caratteristiche dei macchinari utilizzati ed i certificati delle indagini condotte sono riportate in Allegato 4.

All'interno dello Studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 del dicembre 2017 sono

state eseguite in corrispondenza dell'area sportiva alcune indagini sismiche (Allegato 3):

- N. 1 Indagine Rifrazione/MASW
- N. 1 Misura HVSR

Infine, sono state redatte la Carta della pericolosità sismica locale e le fattibilità degli interventi in relazione agli aspetti geologici sismici (Allegati 5 e 6).

Le presenti indagini sono quindi supportate dai seguenti estratti ed elaborati:

ALLEGATO 1 INDIVIDUAZIONE DELLA VARIANTE

- Individuazione della Variante allo Strumento Urbanistico su estratto della Carta Tecnica Regionale (scala 1:10.000)
- Individuazione della Variante allo Strumento Urbanistico su estratto della Carta Tecnica Regionale (scala 1:2.000)

ALLEGATO 2 PIANO STRUTTURALE

- Tavola 3.1 Sud Carta geologica (scala 1:10.000)
- Tavola f.13 sud Carta della pericolosità geomorfologica (scala 1:10.000)

ALLEGATO 3 MICROZONAZIONE SISMICA

- Tavola G.01 Pontassieve - Carta delle indagini (scala 1:5.000)
- Misura HVSR Stazione 21 Pontassieve
- Stesa sismica 35_SR
- Indagine MASW 103_MASW
- Tavola G.02 Pontassieve Carta geologico-tecnica (scala 1:5.000)
- Tavola G.04 Pontassieve Carta delle microzonazione omogenea in prospettiva sismica (scala 1:5.000)
- Tavola G.13 Sezioni geologico-tecniche con indicazioni MOPS

ALLEGATO 4 INDAGINI GEOGNOSTICHE

- Ubicazione delle indagini geognostiche (scala 1:2.000)
- Sondaggio S1
- Certificati analisi e prove geotecniche di laboratorio
- Diagrammi delle prove penetrometriche
- Indagine sismica a rifrazione

ALLEGATO 5 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

- Carta della pericolosità sismica locale- (scala 1:2.000)

ALLEGATO 6 FATTIBILITÀ DEGLI INTERVENTI

- Carta della fattibilità in relazione agli aspetti geologici (scala 1:2.000)
- Carta della fattibilità in relazione agli aspetti sismici locali (scala 1:2.000)

GEOLOGIA

L'area sportiva oggetto di Variante si trova nella porzione centro-occidentale dell'abitato di Pontassieve (Fi), tra la circonvallazione e la stazione ferroviaria, lungo Via Giuseppe Di Vittorio (Allegato 1), all'interno della pianura alluvionale originata dall'Arno e dai suoi affluenti principali, ad una distanza di circa 210 metri dalla sua sponda destra, alla quota di circa 85 metri sul livello del mare (Allegati 1 e 2).

L'area in esame è geologicamente caratterizzata dalla presenza di sedimenti alluvionali recenti e attuali originati dall'Arno e dai suoi affluenti principali, che poggiano su di un substrato costituito da litotipi argillitici riferibili alla Formazione di Sillano (Allegati 2 e 4).

UNITÀ LIGURI

FORMAZIONE DI MONTE MORELLO (MLL)

Formazione torbiditica, altrimenti nota nome "*Alberese*" *auctt.*, vede l'alternarsi dei seguenti litotipi:

- Calcari marnosi compatti, bianchi o giallognoli a frattura concoide in strati di spessore variabile da pochi centimetri a qualche metro. Secondo Bortolotti (1962) si tratta di micriti con un contenuto di microfossili piuttosto basso; la percentuale di CaCO_3 varia dall'80% al 94%;

- Marne calcaree e marne granulari gialle o grigie con caratteristica sfaldatura "a saponetta" anch'esse in strati di spessore variabile da una decina di centimetri ad oltre dieci metri. Sono essenzialmente delle micriti sebbene con un contenuto fossilifero maggiore delle precedenti; la percentuale di CaCO_3 varia dal 70% all'85% (dal 60% al 70% per le marne);

- Calcareniti fini grigio chiare, marroni se alterate, in strati di spessore inferiore al mezzo metro. Localmente, associate a queste, si rinvengono calciruditi, anche grossolane di color grigio chiaro. Secondo Curcio & Sestini (1965) le calcareniti sono caratteristiche della parte basale della formazione. Studi eseguiti dagli stessi autori, in accordo con Parea (1965), hanno dimostrato come tali correnti di torbida abbiano visto una direzione di alimentazione del bacino deposizionale da nord ovest verso sud est.

- Arenarie grigie, marroni per alterazione, di solito in strati di spessore dai dieci ai quindici centimetri, ricche di calcare (più del 50%) e quarzo. In genere sono associate alle argilliti ed hanno le stesse strutture sedimentarie delle calcareniti;

- Argilliti grigio-scure a sfaldatura lamellare o scagliosa. Solitamente si presentano in strati piuttosto sottili alternate ai calcari; localmente possono raggiungere spessori di qualche metro.

In generale i calcari marnosi e le marne calcaree costituiscono circa l'80% dell'intera formazione e inoltre è possibile definire che le intercalazioni di materiale arenaceo e/o argillitico diminuiscono di spessore salendo nella sequenza.

Essendo una formazione "alloctona", ed avendo subito una importante traslazione di oltre 100 chilometri durante l'orogenesi appenninica, la Formazione di Monte Morello si presenta talvolta fratturata e scompaginata.

Lo spessore della formazione è stato stimato in 800 metri sui Monti della Calvana (Bortolotti, 1964).

L'età della formazione è invece attribuibile all'intervallo Paleocene - Eocene medio.

FORMAZIONE DI SILLANO (SIL)

Argilliti, più o meno siltose scure o variegata, intercalate con calcari marnosi micritici di colore grigio-verde e marrone, marne marroni e grigie, calcareniti, arenarie calcarifere grigio scure tipo "Pietraforte". Nella facies più comune le argilliti sono prevalenti e inglobano strati, in genere sottili, degli altri tipi litologici. Altre facies abbastanza diffuse sono formate da una maggiore quantità di arenarie, fittamente interstratificate con argilliti grigie con o senza rare intercalazioni di calcari marnosi e marne.

La Formazione di Sillano rappresenta la base della Formazione di Monte Morello ("Alberese"); data però la condizione tettonica generale, in certe aree può risultare ridotta in spessore o non essere presente al di sotto di quest'ultima. Il passaggio alla superiore Formazione di Monte Morello può presentarsi sia brusco oppure graduale mediante alternanza.

Può, inoltre, presentare variazioni laterali di litologia con aumento della componente argillitica, oppure aumento, fino alla prevalenza, della componente arenacea (con passaggio alla "Pietraforte").

La porzione basale è solitamente caoticizzata ed i termini litoidi si ritrovano spezzettati e immersi in una massa argillitica.

Data la natura prevalentemente argillitica di questa formazione, la deformazione tettonica è spesso assai intensa, rendendo talvolta mal calcolabile lo spessore originario, anche a causa di probabili raddoppi tettonici interni ma non riscontrati in superficie durante i sopralluoghi.

L'età è compresa tra il Cretaceo superiore ed il Paleocene.

DEPOSITI ALLUVIONALI

DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI E ATTUALI

Depositi alluvionali recenti ed attuali originati dall'Arno e dai suoi affluenti. Questi sedimenti interessano il fondovalle e sono stati originati non prima dell'ultimo periodo glaciale, precedentemente alla canalizzazione degli argini dei corsi d'acqua che ha impedito il successivo evolvere delle aste fluviali nella pianura.

Depositi alluvionali solitamente costituite da due livelli principali. Il livello superiore è formato in prevalenza da limi, limi sabbiosi e sabbie limose in letti e lenti e con rare lenti a composizione ghiaioso-sabbiosa. Questi sedimenti, che rappresentano i depositi di piana alluvionale inondabile, hanno uno spessore variabile con massimi nell'ordine di alcuni metri. Il livello inferiore è invece formato prevalentemente da ghiaie con livelli di sabbie e rare lenti a composizione limoso argillosa e rappresenta i depositi di barra e di canale dell'alveo dell'Arno. Questo orizzonte raggiunge lo spessore di qualche metro nell'area indagata.

Questa suddivisione stratigrafica può risultare alquanto variabile a causa delle

modalità di sedimentazione dei depositi fluviali.

In corrispondenza delle aste fluviali minori, la deposizione è legata ad un regime estremamente variabile della portata, caratterizzato da una estrema variabilità geometrica e litologica (granulometrica) dei depositi.

Il substrato dei depositi alluvionali è rappresentato nell'area in esame dai litotipi argillitici riferibili alla Formazione di Sillano (Allegati 2 e 4).

DEPOSITI ELUVIO-COLLUVIALI E DETRITICI

Depositi eluvio-colluviali costituiti da elementi eterometrici, in abbondante matrice sabbioso-limosa, derivanti dall'alterazione del substrato ed accumulati in posto dopo breve trasporto per ruscellamento e per gravità.

MORFOLOGIA E STABILITÀ DELL'AREA

L'area sportiva oggetto di Variante si trova nella porzione centro-occidentale dell'abitato di Pontassieve (Fi), tra la circonvallazione e la stazione ferroviaria, lungo Via Giuseppe Di Vittorio (Allegato 1), all'interno della pianura alluvionale originata dall'Arno e dai suoi affluenti principali, ad una distanza di circa 210 metri dalla sua sponda destra, alla quota di circa 85 metri sul livello del mare (Allegati 1 e 2).

L'area in esame è geologicamente caratterizzata dalla presenza di sedimenti alluvionali recenti e attuali originati dall'Arno e dai suoi affluenti principali, che poggiano su di un substrato costituito da litotipi argillitici riferibili alla Formazione di Sillano (Allegati 2 e 4).

La zona non presenta, vista la morfologia interamente pianeggiante, fenomeni di instabilità di alcuna tipologia ed è da considerarsi stabile.

Nelle indagini geologiche di supporto al Piano Strutturale, redatto secondo una normativa previgente ma tuttora valido, l'area sportiva interessata dall'intervento ricade in Pericolosità geomorfologica bassa G.1 (Allegato 2, Carta della pericolosità geomorfologica), mentre non ricade nelle aree interessate da pericolosità di carattere geomorfologico nel Piano di Bacino del Fiume Arno, Stralcio "Assetto Idrogeologico" (PAI).

IDROGEOLOGIA

I depositi alluvionali recenti e attuali presenti nel fondovalle sono caratterizzati da una buona permeabilità primaria per porosità e contengono un'importante falda freatica, alimentata sia da parte delle precipitazioni meteoriche, che dalle infiltrazioni di subalveo.

Nel livello inferiore dei depositi alluvionali a composizione ghiaioso-sabbiosa è presente una falda freatica di notevole importanza (Allegato 4).

La Formazione di Sillano si presenta come formazione dotata di una permeabilità, per porosità secondaria, generalmente molto bassa, data la presenza di litologie argillitiche che limitano la porosità dell'ammasso roccioso. Una certa circolazione idrica può essere presente in corrispondenza di livelli e/o lenti di calcareniti fratturate (Pietraforte) spesso non connesse tra loro. Talvolta tali lenti possono mostrare anche estensioni importanti. Schematicamente, si può riferire il sistema di circolazione idrica presente in queste unità a quello di un acquifero multistrato fessurato (*multi-layered leaky aquifer system*), con una produttività potenzialmente molto limitata.

In questi terreni non sono presenti falde idriche superficiali. Falde di una certa entità possono trovarsi solamente a profondità di diverse decine di metri in corrispondenza di lenti e/o livelli calcarei e calcarenitici fratturati. Una circolazione idrica subsuperficiale è presente nella coltre di alterazione del sottostante substrato litoide, soprattutto in concomitanza di periodi particolarmente piovosi.

Nella Carta idrogeologica del Piano Strutturale la profondità del tetto della falda freatica è posta alla quota variabile da circa 78 a 80 metri sul livello del mare, corrispondente ad una profondità di circa 4-6 metri dal piano campagna; misure effettuate nel piezometro a tubo aperto approntato nel foro di sondaggio realizzato nel febbraio 2019 hanno evidenziato una profondità della tavola d'acqua pari a 5 metri dal piano di campagna; in corrispondenza delle prove penetrometriche è stato rilevato un livello piezometrico variabile da 4.6 metri in DPSH2 a 5.2 metri in DPSH1 (Allegato 4).

Le misure effettuate sono in sostanziale accordo con le quote riportate nel Piano Strutturale; le oscillazioni stagionali del tetto della falda possono risultare ampie, anche nell'ordine di 1/2 metri.

MODELLO LITOSTRATIGRAFICO

Le approfondite indagini geognostiche condotte hanno permesso di ricostruire le caratteristiche litostratigrafiche, geotecniche e sismiche dei terreni presenti in corrispondenza dell'area sportiva oggetto di Variante (Allegato 4).

La stratigrafia dei terreni presenti è ben evidenziata dai risultati del sondaggio a carotaggio continuo eseguito, che risulta in accordo con le prove penetrometriche e con l'indagine sismica a rifrazione in onde P e SH effettuata lungo il campo sportivo (Allegato 4).

Nell'area in esame sono, superficialmente, presenti depositi alluvionali recenti ed attuali originati dall'Arno e dai suoi affluenti e sono costituiti da due livelli principali. Il livello superiore è formato in prevalenza da limi, limi argillosi e limi sabbiosi e sabbie in letti e lenti. Questi sedimenti, che rappresentano i depositi di piana alluvionale inondabile, hanno uno spessore nell'area di intervento di circa 4 metri. Il livello inferiore è invece formato prevalentemente da ghiaie con livelli di sabbie e rappresenta i depositi di barra e di canale dell'alveo dell'Arno. Questo orizzonte raggiunge profondità di 6.8 metri dal piano campagna nel sondaggio a carotaggio continuo S1 e di 6.8-7.2 metri nelle prove penetrometriche dinamiche (Allegato 4).

Il substrato dei depositi alluvionali è rappresentato nell'area in esame dai litotipi argillitici riferibili alla Formazione di Sillano (Allegati 2 e 4); gli spessori e le loro variazioni lungo l'estensione dell'area sportiva sono ben evidenziati nelle varie indagini, sia geognostiche che sismiche condotte (Allegati 3 e 4).

ELEMENTI GEOLOGICO-TECNICI E MISURE DI FREQUENZA NATURALE

Relativamente ai depositi recenti presenti nella porzione di territorio interessata dalla Variante sono stati attribuiti all'Unità geologico-tecnica GMes (Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo, es = argine/terre/canali) i depositi alluvionali (Allegato 3).

All'Unità geologico-tecnica SFALS (Alternanza di litotipi, stratificato fratturato/alterato) sono stati attribuiti i terreni riferibili alla Formazione di Sillano (Allegato 3).

La misura di sismica passiva eseguita durante lo Studio di Microzonazione sismica in corrispondenza dell'area della Variante (Stazione 21 Pontassieve) mostra un picco significativo ad una frequenza di 13 hertz (12.97 ± 0.28 hertz), corrispondente ad una profondità inferiore a 10 metri dal piano campagna (6.5 metri) corrispondente a quanto evidenziato dal sondaggio geognostico (6.8 metri), e un valore di ampiezza di 4.42.

SISMICITÀ

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003 n. 3274, all'allegato 1 *Criteria per l'individuazione delle zone sismiche - individuazione, formazione ed aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*, ha inserito l'estinto Comune di Pontassieve in zona 2, caratterizzata da valori dell'accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni compresi tra 0.15 e 0.25 g.

Con la Deliberazione della Giunta Regionale 19 giugno 2006 n. 431, *Riclassificazione sismica del territorio regionale: "Attuazione del D.M. 14.9.2005 e O.P.C.M. 3519 del 28 aprile 2006 pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale dell'11.5.2006"*, il territorio comunale è stato inserito in zona 3s, successivamente in zona 3 con il Decreto del Presidente della Giunta Regionale 26 ottobre 2012 n. 58/R *"Regolamento di attuazione dell'articolo 117, comma 2, lettera g) della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio). Verifiche nelle zone a bassa sismicità. Determinazione del campione da assoggettare a verifica"*.

Nel dicembre 2017 è stato svolto sul territorio comunale uno Studio di Microzonazione Sismica di Livello 1, i cui elaborati sono riportati in Allegato 3. Lo studio e l'elaborazione della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) ha riguardato anche la porzione di territorio all'interno della quale rientra la Variante allo Strumento Urbanistico (Allegato 3).

L'area oggetto di Variante allo Strumento Urbanistico rientra tra le Zone stabili suscettibili di amplificazione locale in cui si hanno coperture costituite da depositi pleistocenici ghiaioso limosi (GM) di ambiente fluvio-lacustre (es), con spessore inferiore a 10 metri, poggianti su di un substrato costituito da alternanze di litotipi, stratificato fratturato/alterato (SFALS), a sua volta su di un substrato costituito da alternanza di litotipi, stratificato; la successione stratigrafica e le caratteristiche sismiche dei materiali determinano un alto contrasto di impedenza, ben evidenziato dalle risultanze dell'indagine H/V (Allegato 3).

Dalle risultanze dello Studio di Microzonazione sismica e da quelle delle indagini in sito condotte (Allegati 3 e 4), è stato possibile attribuire alla zona interessata dall'intervento una Pericolosità sismica locale elevata S.3 (Allegato 5), in quanto rientra tra le *"zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, connesse con un alto contrasto di impedenza sismica atteso entro alcune decine di metri dal piano campagna"*, come evidenziato dalle indagini dirette e dal picco di amplificazione della misura H/V (Allegati 3 e 4).

Le indagini geofisiche condotte, corroborate dalle indagini geognostiche dirette ed indirette, hanno permesso la definizione di una sezione sismica dell'area, l'individuazione dei vari orizzonti e la definizione della categoria di suolo (Allegati 3 e 4).

Ricadendo l'area di Variante in area caratterizzata da pericolosità sismica locale elevata S.3, in zona stabile suscettibile di amplificazione locale, caratterizzata da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido, si è reso necessario, ai sensi della normativa, un approfondimento degli aspetti relativi agli spessori, alle geometrie e alle velocità sismiche dei litotipi sepolti per valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica tra coperture e bedrock sismico.

Come evidenziato nel Modello litostratigrafico, l'area è caratterizzata da coperture aventi uno spessore inferiore a 10 metri, costituite da depositi alluvionali recenti; questi depositi non presentano contrasti significativi di impedenza sismica al loro interno e sono caratterizzati da velocità delle onde di taglio da medie (200 metri/secondo) a alte (460/560 metri/secondo); il bedrock sismico, posto a profondità inferiori a 10 metri, è costituito da argilliti fratturate e parzialmente alterate, riferibili alla Formazione di Sillano, caratterizzate da una velocità delle onde di taglio di 800/850 metri/secondo (Allegati 3 e 4).

Dai valori della velocità delle onde di taglio registrata sui primi 30 metri dell'indagine sismica a rifrazione realizzata nel febbraio 2019, pari a 412 metri/secondo, il suolo di fondazione ricade in categoria di sottosuolo B, comprendente *"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s"*, secondo la tabella 3.2.II delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018.

VS e PARAMETRI ELASTICI				
Strato	Vs (m/s)		Spessore medio ONDE SH (m)	
	SH		da	a
1	200		3,42	0
2	564		9,54	-2,42
3	826		17,04	-11,96
Metri Copertura		11,96	Fondazione	
0	S1C200		1	S1C2
2	S1B15		2	S1B7
3	S1C150			
4				
5				
VS 30 (Se bed < 800 m/s)		0	VS Equivalente (Se bed > 800 m/s)	
			412,2	Rapporto Vs substrato / Vs copertura (attenzione quando > 2.2) 2

Il campione S1C2, prelevato in corrispondenza del livello superiore dei depositi alluvionali, alla profondità di 3.5-3.8 metri dal piano campagna, costituito da sabbie limoso argillose, presenta un fuso granulometrico tale da rendere potenzialmente possibile il fenomeno della liquefazione (Allegato 4); tuttavia le percentuali di materiale fine limoso-argilloso nel campione superano il 55% e la profondità è tale da non essere sotto falda, mentre i materiali sotto falda risultano avere una composizione granulometrica prevalentemente ghiaioso-sabbiosa.

Pertanto, si ritiene che non sussistano problematiche relative alla suscettibilità alla liquefazione nell'area in esame.

PERICOLOSITÀ

Nelle indagini geologiche di supporto al Piano Strutturale, redatto secondo una normativa previgente, l'area sportiva interessata dall'intervento ricade in Pericolosità geomorfologica bassa G.1 (Allegato 2, Carta della pericolosità geomorfologica).

Nel Piano di Bacino del Fiume Arno, Stralcio "Assetto Idrogeologico" (PAI), l'area sportiva interessata dall'intervento non ricade tra le aree interessate da pericolosità di carattere geomorfologico.

Nel dicembre 2017 è stato svolto sul territorio comunale uno Studio di Microzonazione Sismica di Livello 1, i cui elaborati sono riportati in Allegato 3; dalle risultanze del suddetto studio e da quelle delle indagini in sito condotte (Allegati 3 e 4), è stato possibile attribuire alla zona interessata dall'intervento una Pericolosità sismica locale elevata S.3 (Allegato 5), in quanto rientra tra le *"zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, connesse con un alto contrasto di impedenza sismica atteso entro alcune decine di metri dal piano campagna"*, come evidenziato dalle indagini dirette e dal picco di amplificazione della misura H/V (Allegati 3 e 4).

Relativamente alle problematiche di carattere idraulico si rimanda all'apposito studio idraulico di supporto alla Variante allo Strumento Urbanistico.

FATTIBILITÀ

Le presenti **indagini geologiche e sismiche**, redatte ai sensi del Decreto del Presidente della Giunta Regionale 30 gennaio 2020, n. 5/R *"Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche"*, sono di supporto alla **Variante al Regolamento Urbanistico Comunale, ai sensi dell'articolo 34 della Legge Regionale 10 novembre 2014 n. 65, per la Realizzazione degli spogliatoi e Servizi a corredo del Campo Sussidiario da realizzare nell'Area Sportiva di Pontassieve** (Allegato 1).

L'intervento prevede la costruzione di un edificio a servizio del nuovo campo da calcio sussidiario posto lungo via Giuseppe Di Vittorio (Allegato 1). Il particolare, il fabbricato ospiterà al piano terreno gli spogliatoi per gli atleti e gli arbitri, oltre a un locale infermeria, il magazzino, la biglietteria e i bagni per il pubblico; al piano superiore sarà collocata la tribuna e un locale tecnico per gli impianti.

Strutturalmente il nuovo edificio sarà costruito con struttura intelaiata in calcestruzzo armato realizzato in opera; i tamponamenti esterni saranno in laterizio alveolare.

Per i dettagli si rimanda agli altri elaborati progettuali.

Da quanto emerso nel presente studio, dall'analisi della cartografia prodotta, di quella di supporto allo Strumento Urbanistico generale, della cartografia del Piano di Bacino, dalle numerose e approfondite indagini effettuate e delle caratteristiche progettuali, si ritiene che non vi siano particolari limitazioni di carattere geologico e sismico alla realizzazione delle opere in progetto.

Le presenti indagini e lo studio geologico e geotecnico di supporto al progetto sono corredate da numerose, approfondite e adeguate indagini geognostiche, rispondenti alla normativa vigente in materia.

Relativamente ai vincoli e condizionamenti di carattere idraulico si rimanda allo studio all'apposito studio di supporto alla Variante allo Strumento Urbanistico.

FATTIBILITÀ IN RELAZIONE AGLI ASPETTI GEOLOGICI

L'area sportiva interessata dalla Variante risulta pianeggiante, non presenta fenomeni gravitativi o di instabilità e le caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche dei terreni presenti non pongono particolari limitazioni agli interventi previsti.

Agli interventi previsti si può quindi attribuire una Fattibilità in relazione agli aspetti geologici con normali vincoli F2 (Allegato 6).

FATTIBILITÀ IN RELAZIONE AGLI ASPETTI SISMICI

L'area sportiva interessata dalla Variante è geologicamente caratterizzata da terreni alluvionali recenti e attuali con presenza di una falda idrica superficiale, che poggiano su di un substrato argillitico posto a profondità inferiori a 10 metri, che comporta un alto contrasto di impedenza fra coperture e substrato ben evidenziato dalle risultanze dell'indagine H/V

(Allegati 2, 3 e 4).

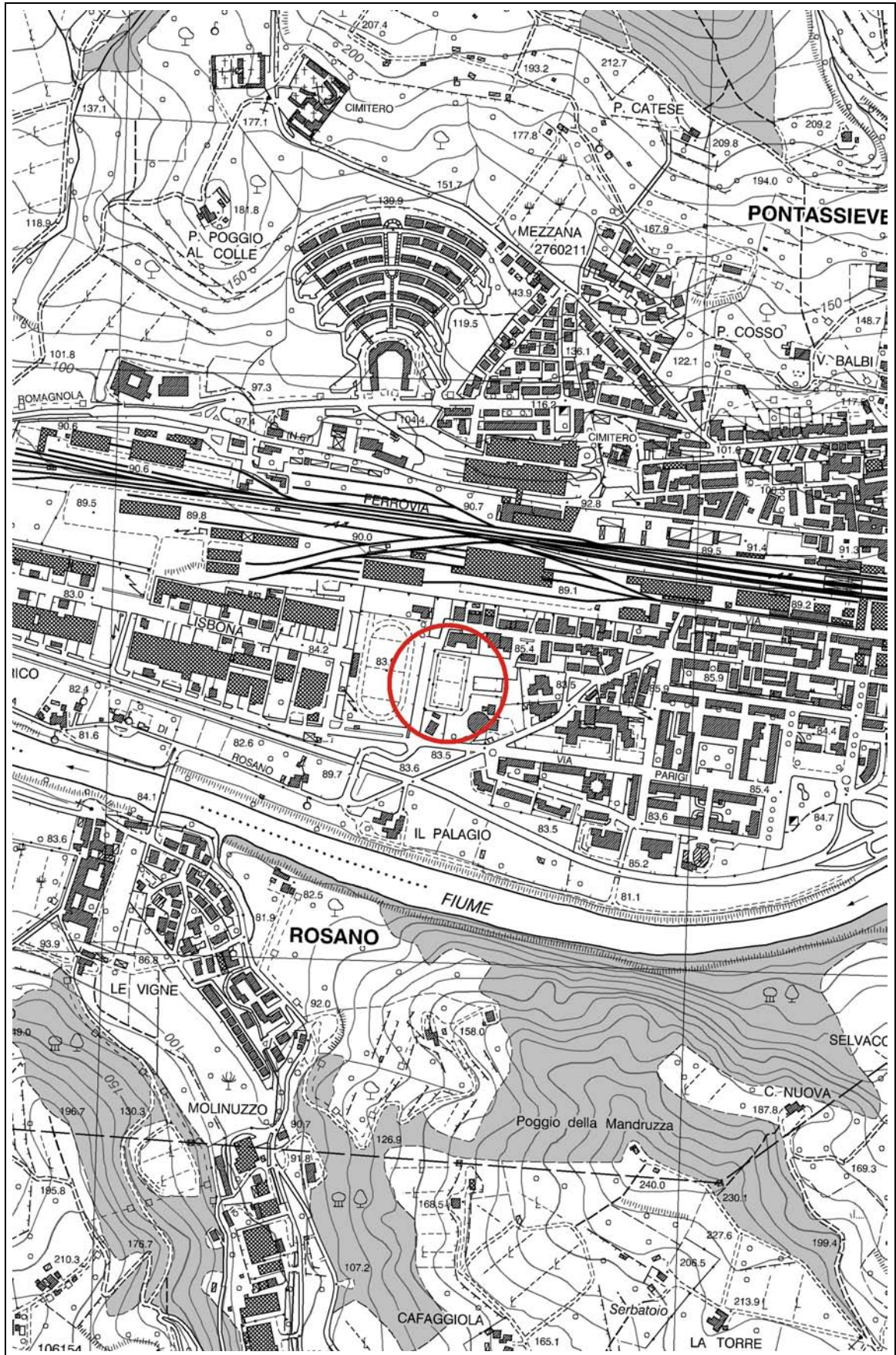
Dalle analisi granulometriche sui campioni prelevati e dalla stratigrafia del sondaggio si ritiene che l'area in esame non sia suscettibile a problematiche relative alla liquefazione (Allegato 4).

Agli interventi previsti si può quindi attribuire una Fattibilità in relazione agli aspetti sismici condizionata F3 (Allegato 7).

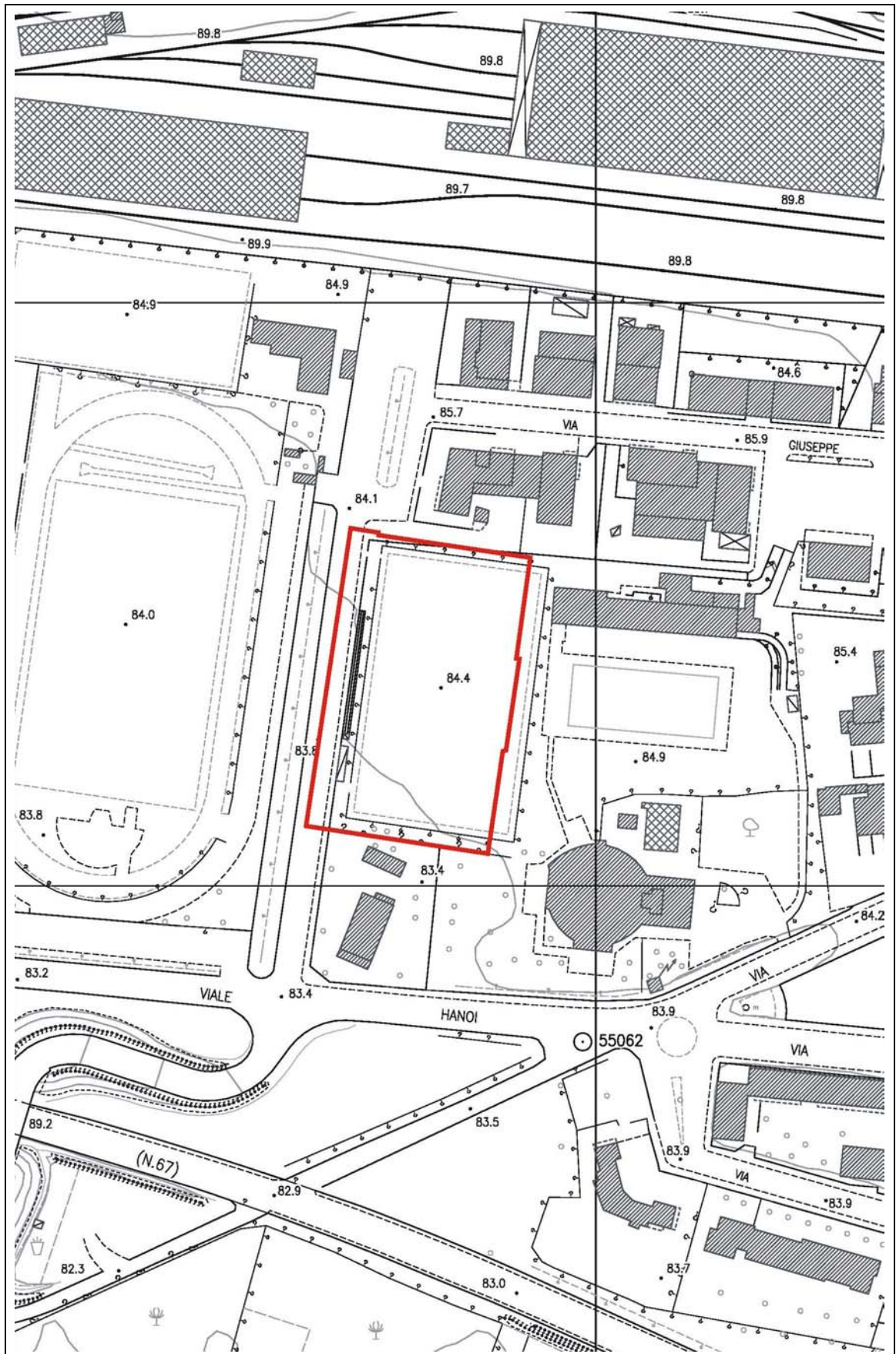
Luca Pagliuzzi
geologo

ALLEGATO 1

INDIVIDUAZIONE DELLA VARIANTE



Ubicazione dell'area oggetto della Variante allo Strumento Urbanistico su estratto della Sezione 276020, in scala 1:10.000, della Carta Tecnica Regionale.



Ubicazione dell'area oggetto della Variante allo Strumento Urbanistico su estratto del Foglio 19L54, in scala 1:2.000, della Carta Tecnica Regionale.

ALLEGATO 2

PIANO STRUTTURALE



COMUNE DI PONTASSIEVE
PROVINCIA DI FIRENZE
AREA GOVERNO DEL TERRITORIO
SERVIZIO ASSETTO DEL TERRITORIO



PIANO STRUTTURALE

CARTA GEOLOGICA

SCALA:

1:10.000

ADOZIONE
D.C.C n°84

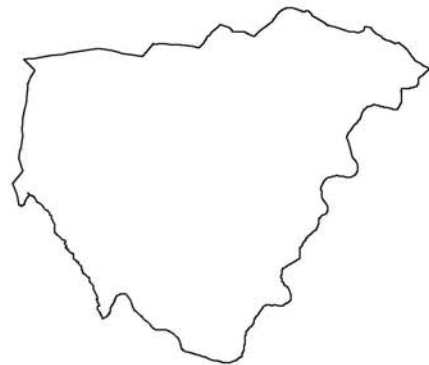
APPROVAZIONE
D.C.C. n°154

TAV. N°

3.1 SUD

DATA





16 GENNAIO 2003



Legenda

-  Confine.shp
-  DIREZIONE DEGLI STRATI
-  FAGLIA CERTA
-  FAGLIA INCERTA ABBASSATA
-  FAGLIA PRESUNTA
-  SOVRASCORRIMENTO CERTO
-  SOVRASCORRIMENTO PRESUNTO




LITOLOGIA

-  d - COLTRI DETRITICHE E COPERTURE ELUVIO-COLLUVIALI
-  a - DEPOSITI ALLUVIONALI
-  ft - DEPOSITI FLUVIALI TERRAZZATI
-  CONOIDE




UNITA' TOSCANE - Unità dei Flysch terziari - Unità "Cervarola - Falterona"

-  Cev - ARENARIE DEL CERVAROLA
-  Poo - MARNE DI SAN POLO
-  Fal - ARENARIE DEL FALTERONA
-  c' - OLISTOSTROMI



UNITA' SUBLIGURI - Unità di Canetolo

-  Sen - ARENARIE DI MONTE SENARIO
-  Sne - CALCARI E BRECCIOLE DI MONTE SENARIO
-  NUM - BRECCIOLE NUMMULTICHE

UNITA' LIGURI - Supergruppo della calvana

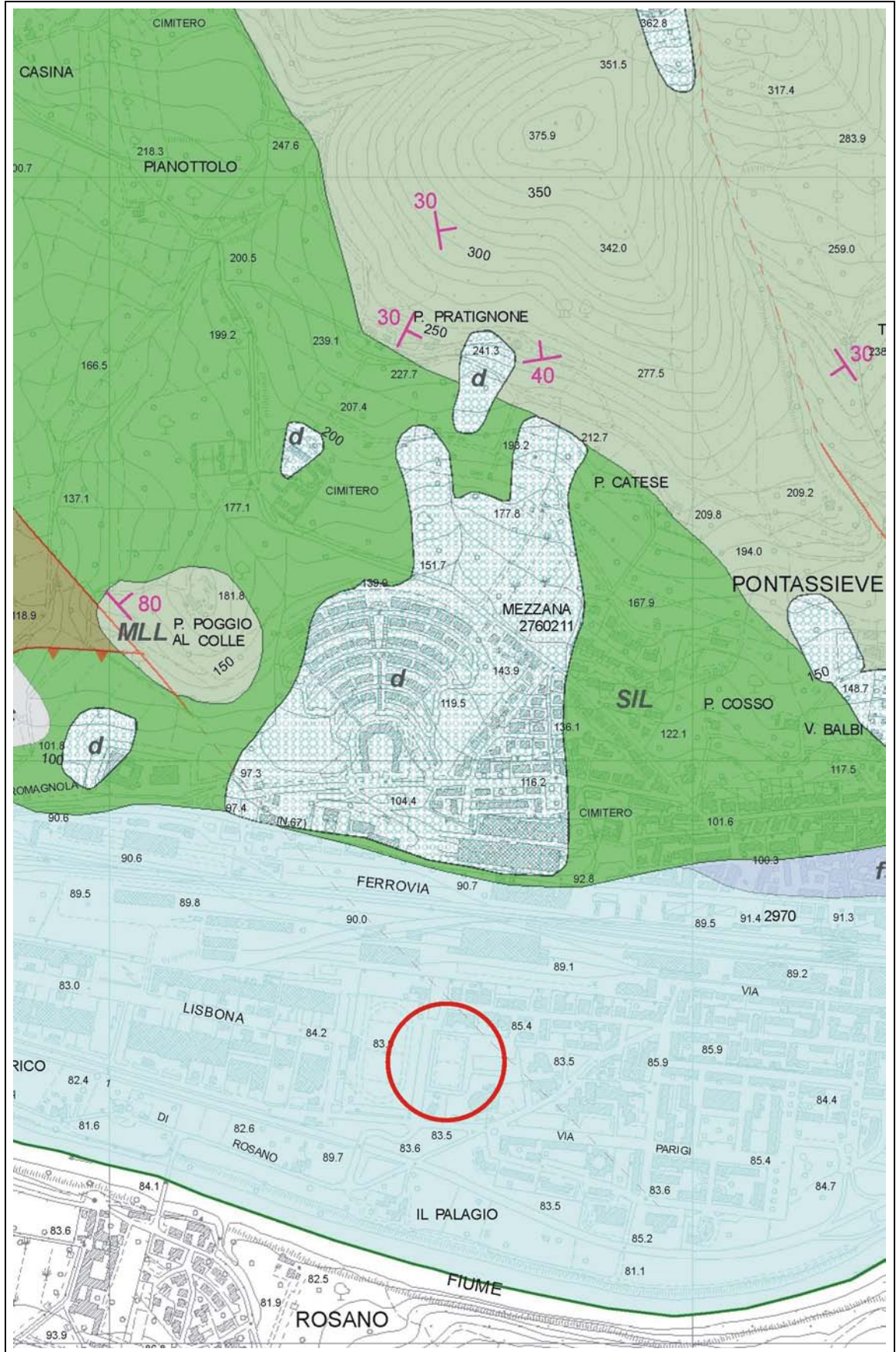
-  MILL - FORMAZIONE DI MONTE MORELLO
-  SIL - FORMAZIONE DI SILLANO
-  RAA - FORMAZIONE DI VILLA RADDA
-  PTF - PIETRAFORTE

LEMBI CAOTICIZZATI

-  c - COMPLESSO CAOTICO
-  Totale_cadshp.shp



SCALA 1:10.000





COMUNE DI PONTASSIEVE
PROVINCIA DI FIRENZE



INDAGINI GEOLOGICO TECNICHE DI SUPPORTO ALLA

**VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO DENOMINATA
"2° REGOLAMENTO URBANISTICO"**

AGGIORNAMENTO DEL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE
D.PR.G.R. 27 aprile 2007, n°26/R

VALUTAZIONI DI PERICOLOSITA'

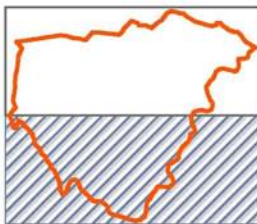
CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA
Elaborato f.13 sud

Il professionista incaricato:
Prof.Geol. Eros Aiello

con:
Dott.Geol. Gabriele Grandini

Febbraio 2009

Agg. Novembre 2009 - a seguito
Decreto Aut. Bac. Arno n. 76 del 14.10.2009







GEOECO
PROGETTI



ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE
Via A. del Castagno, 8 - 50132 Firenze
Tel. e Fax 055.571393 - 575954

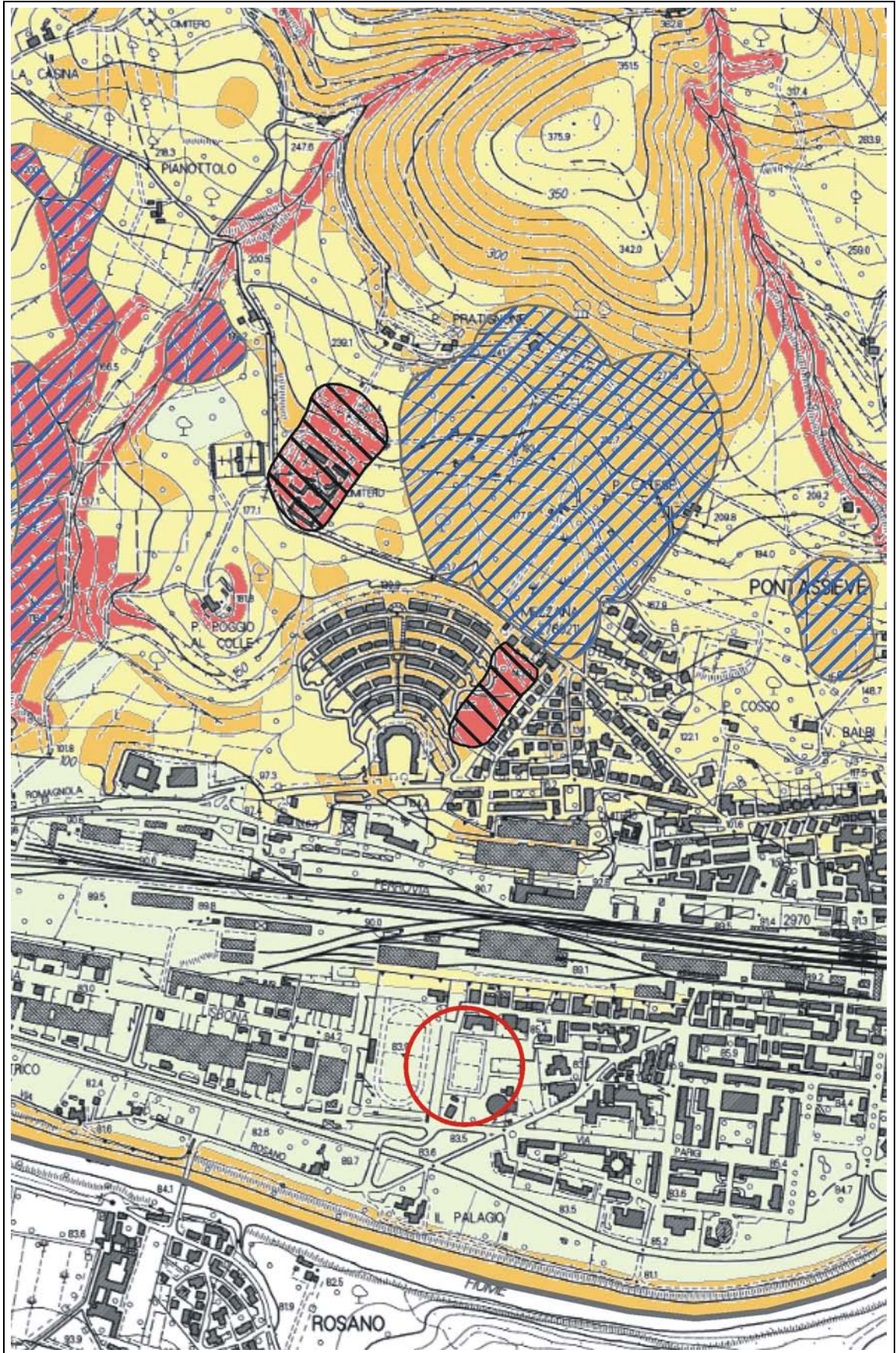
scala 1:10.000

Legenda

-  Pericolosità geomorfologica bassa *G.1*: aree in cui non ci sono fattori predisponenti per il verificarsi di movimenti di massa
-  Pericolosità geomorfologica media *G.2*: aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi stabilizzati; aree con bassa propensione al dissesto
-  Pericolosità geomorfologica elevata *G.3*: aree in cui sono presenti fenomeni franosi quiescenti; aree con indizi di instabilità; aree interessate da intensi fenomeni erosivi o di subsidenza
-  Pericolosità geomorfologica molto elevata *G.4*: aree in cui sono presenti fenomeni franosi attivi e relative aree di influenza

Perimetrazione delle aree a pericolosità da frana - da Piano Assetto Idrogeologico (Autorità di Bacino dell'Arno)

-  *PF3 - Aree a pericolosità elevata*
-  *PF4 - Aree a pericolosità molto elevata*



ALLEGATO 3

MICROZONAZIONE SISMICA



Regione Toscana



Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n. 77

MICROZONAZIONE SISMICA

Carta delle indagini














Tavola G.01 Pontassieve
scala 1: 5.000

Regione Toscana
Comune di Pontassieve (FI)

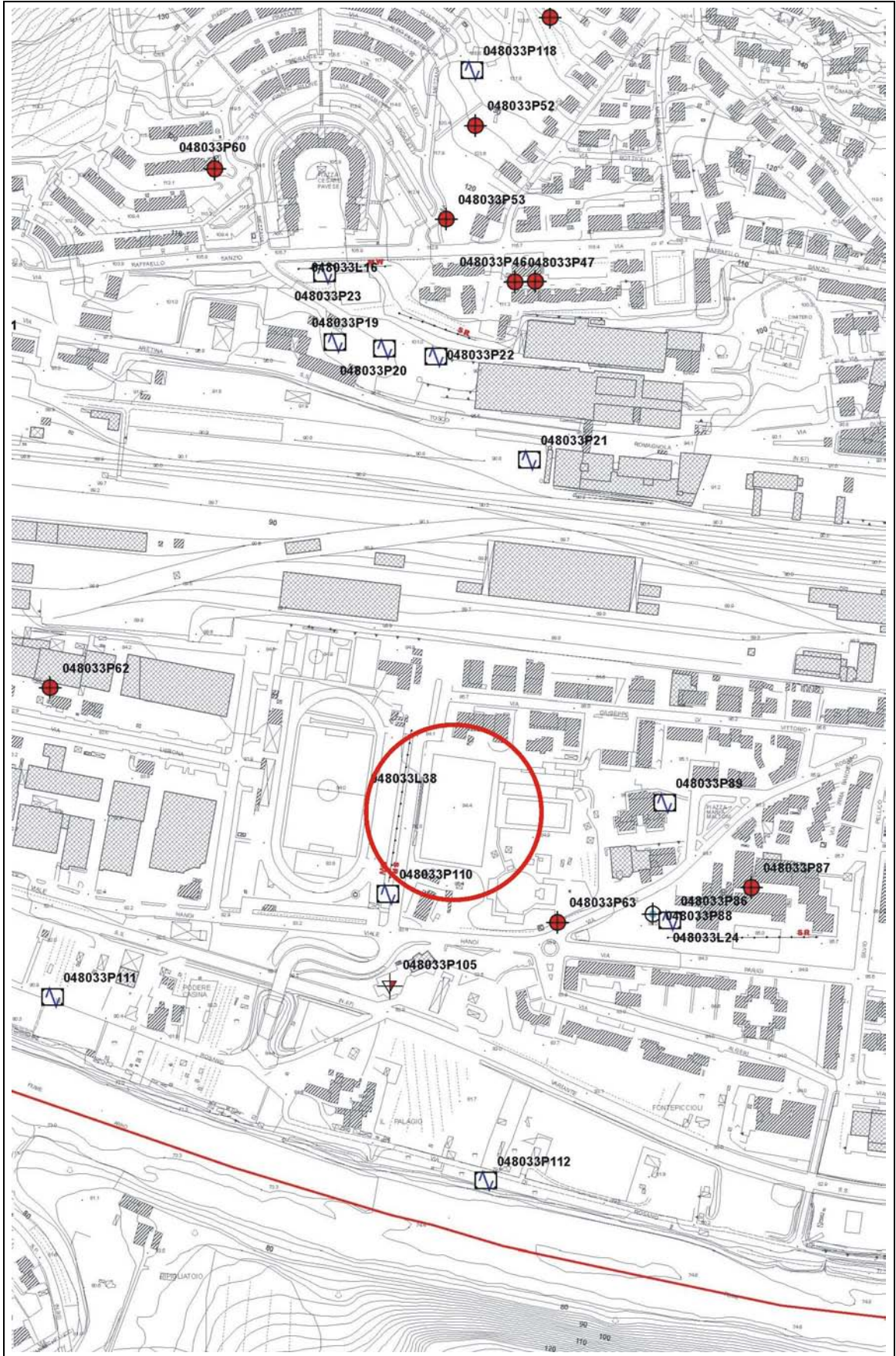


Regione Regione Toscana – Settore Sismica	Soggetto realizzatore: Comune di Pontassieve/Servizio Assetto del Territorio/RUP Dott. Fabio Carli Professionisti incaricati: Dott. Geol. Eros Aiello Dott. Geol. Gabriele Grandini Via Andrea del Castagno, 8 - 50132 Firenze tel.055/571393, 055/575964; fax.055/5522329 info@geocoprogetti.com	Data dicembre 2017
---	---	------------------------------

Legenda

-  Sondaggio a carotaggio continuo
 -  Sondaggio con piezometro
 -  Sondaggio a carotaggio con campioni
 -  Sondaggio con downhole
 -  Sondaggio a carotaggio continuo con inclinometro
 -  Prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT)
 -  Prova penetrometrica dinamica pesante
 -  Pozzo per acqua
 -  Stazione microtremore a stazione singola
 -  MASW
 -  Stendimento sismica a riflessione
 -  Stendimento sismica a rifrazione
- Altre notazioni**
 Limite approfondimento



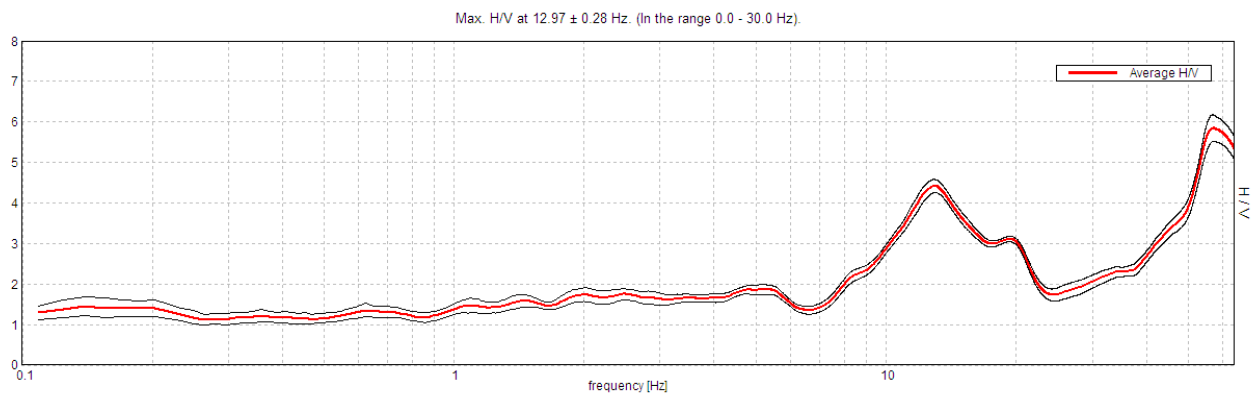


Stazione	21
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	05/09/17
Coordinate Lat.	43°46.3124 N
Coordinate Long.	11°25.7395 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	40 s
Numero di finestre analizzate	56 (93% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale

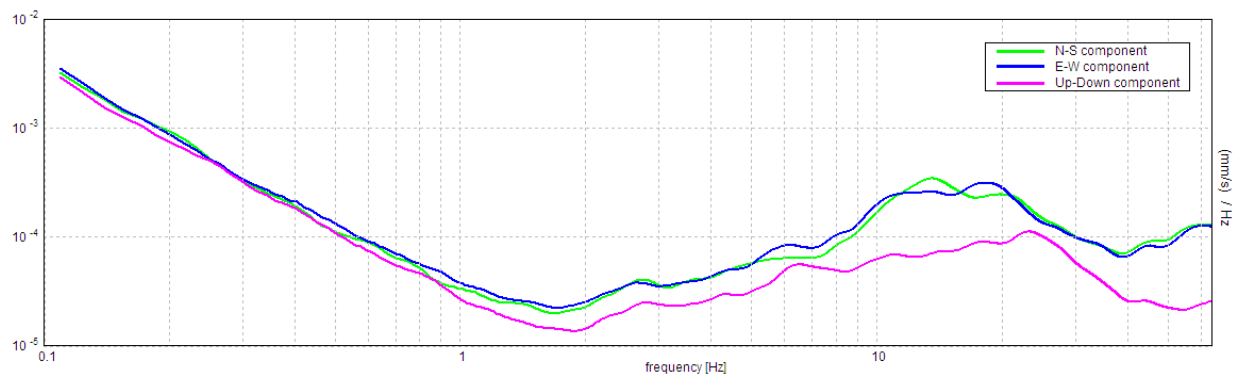


Frequenza del picco H/V max (f_0)	12.97 ± 0.28 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	4.42

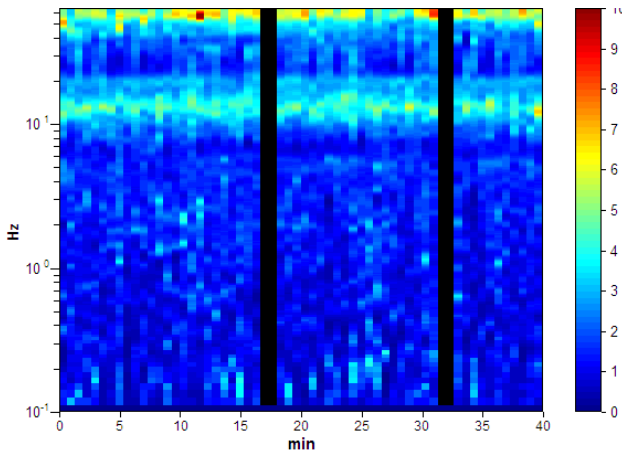
RAPPORTO SPETTRALE H/V



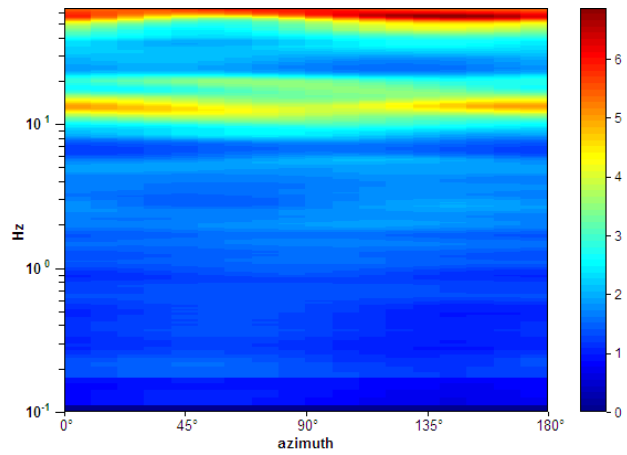
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DI REZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Picco H/V a 12.97 ± 0.28 Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$12.97 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$29050.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 1246	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	8.422 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	21.922 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$4.42 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02192 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.28421 < 0.64844$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1618 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 40	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w / \text{durata registrazione}$)= 93%	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A1

**III. ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 35_SR ONDE P – SISMOGRAMMI -
TABULATI PRIMI ARRIVI – TABULATI PROFONDITA' E VELOCITA'
RIFRATTORI – DROMOCRONE — SEZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE –
TOMOGRFIE**

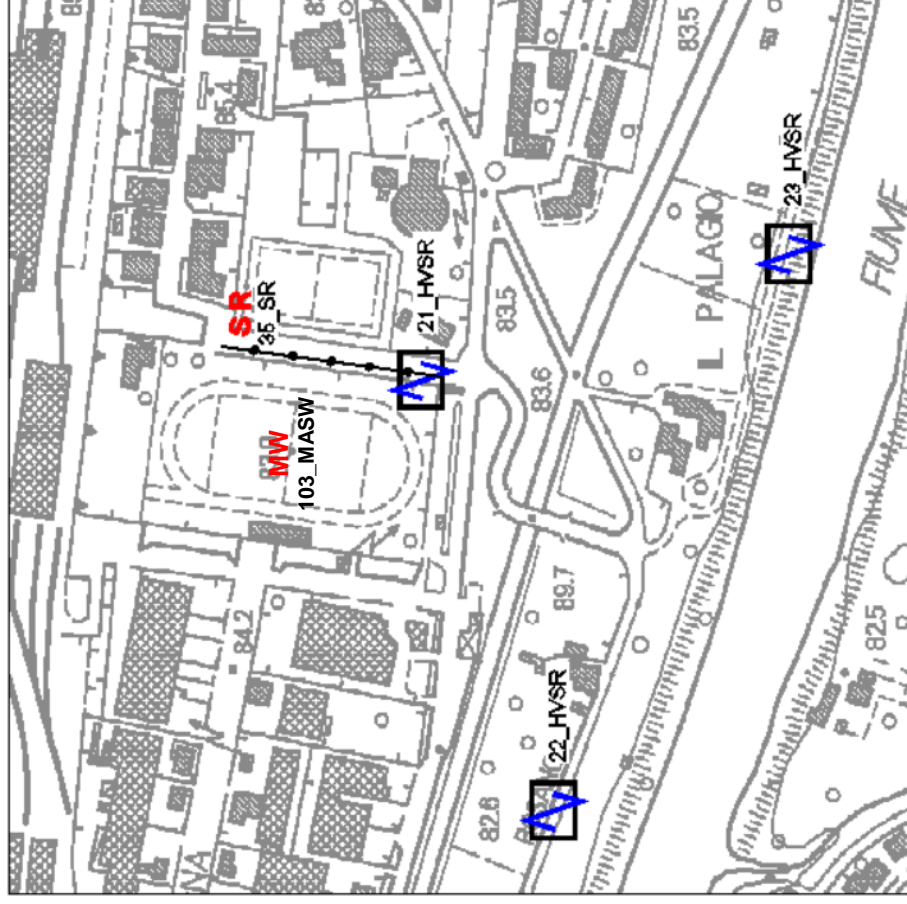
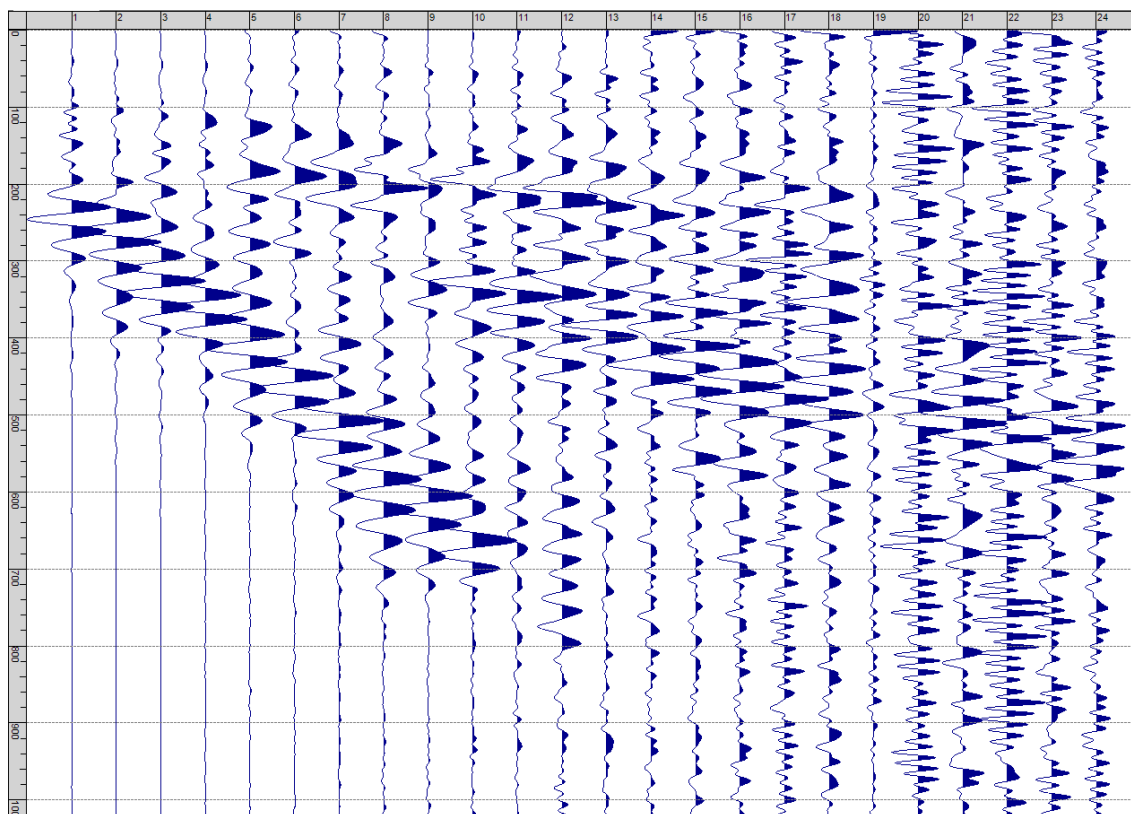
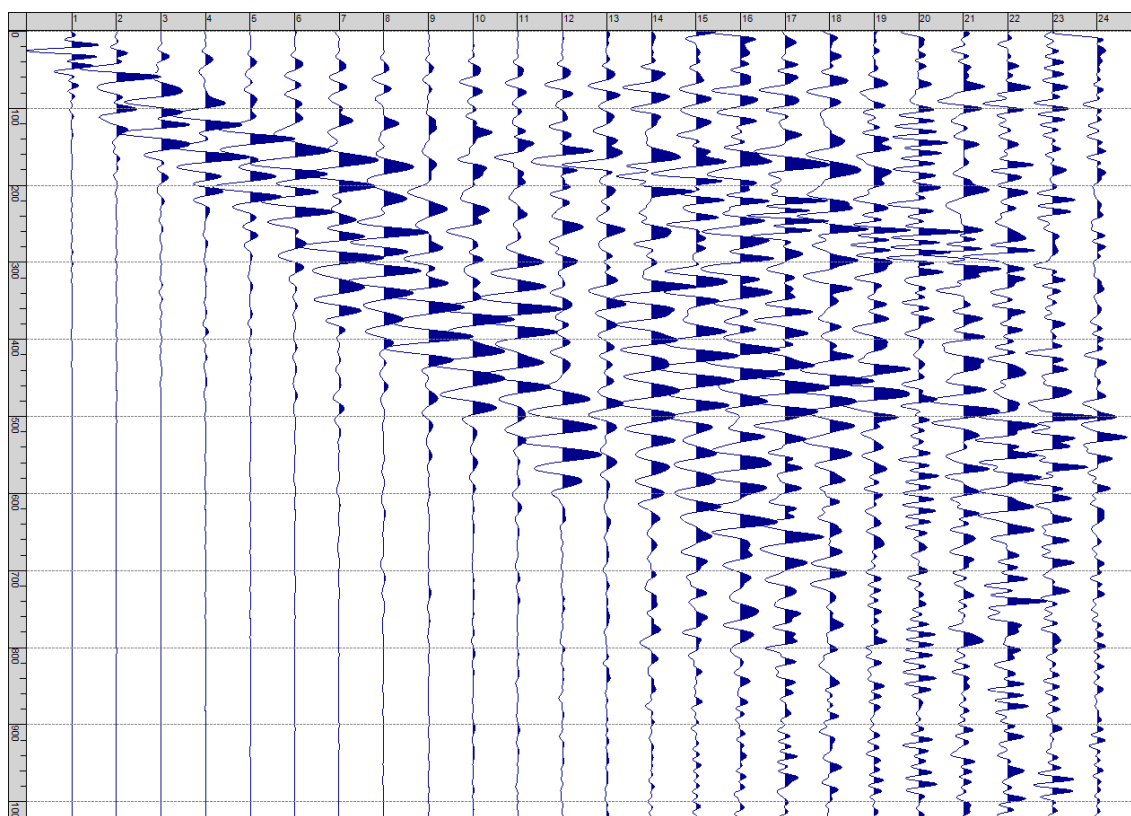


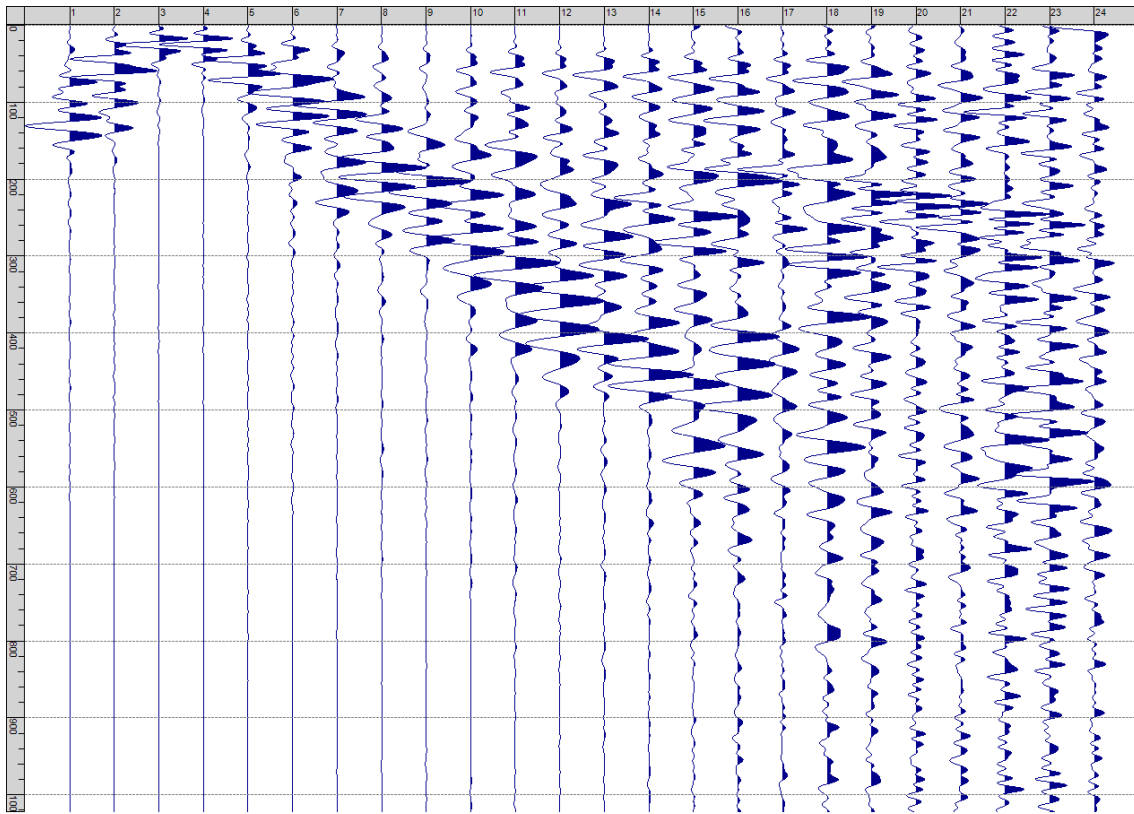
Fig. III-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000



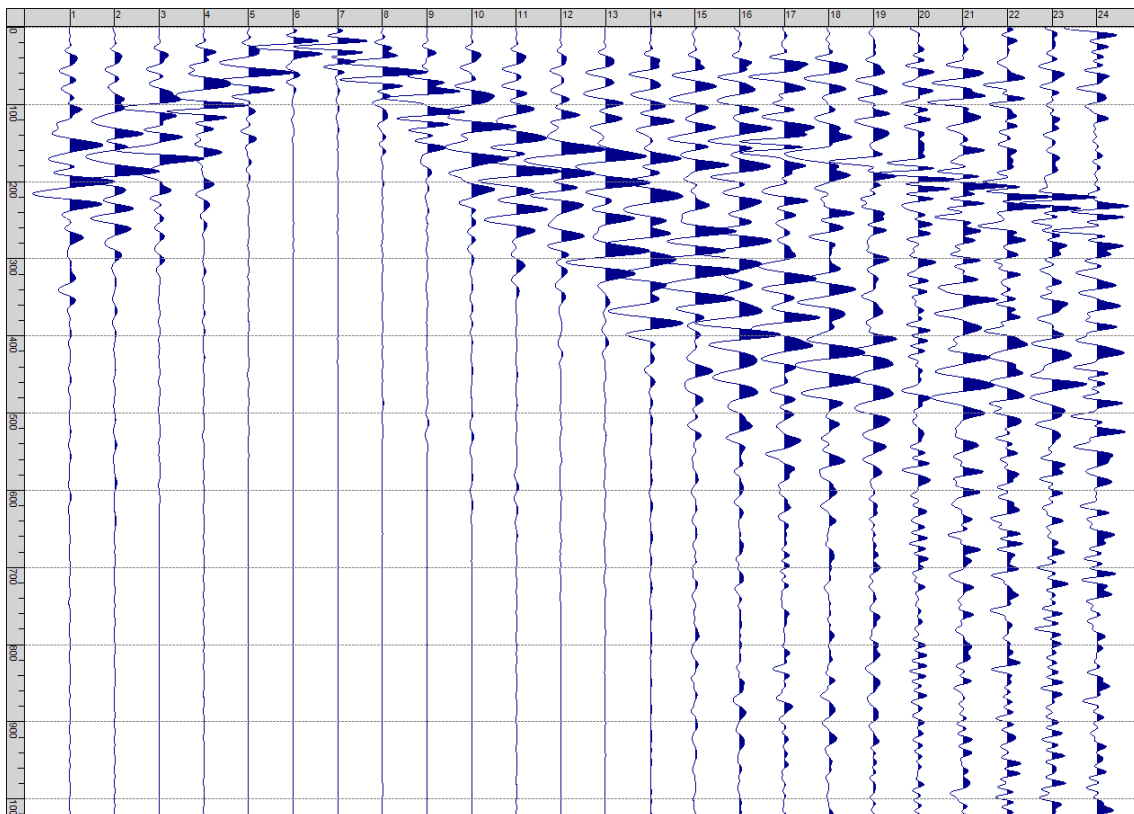
Sism. III-1: 35_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E1 – Mazza



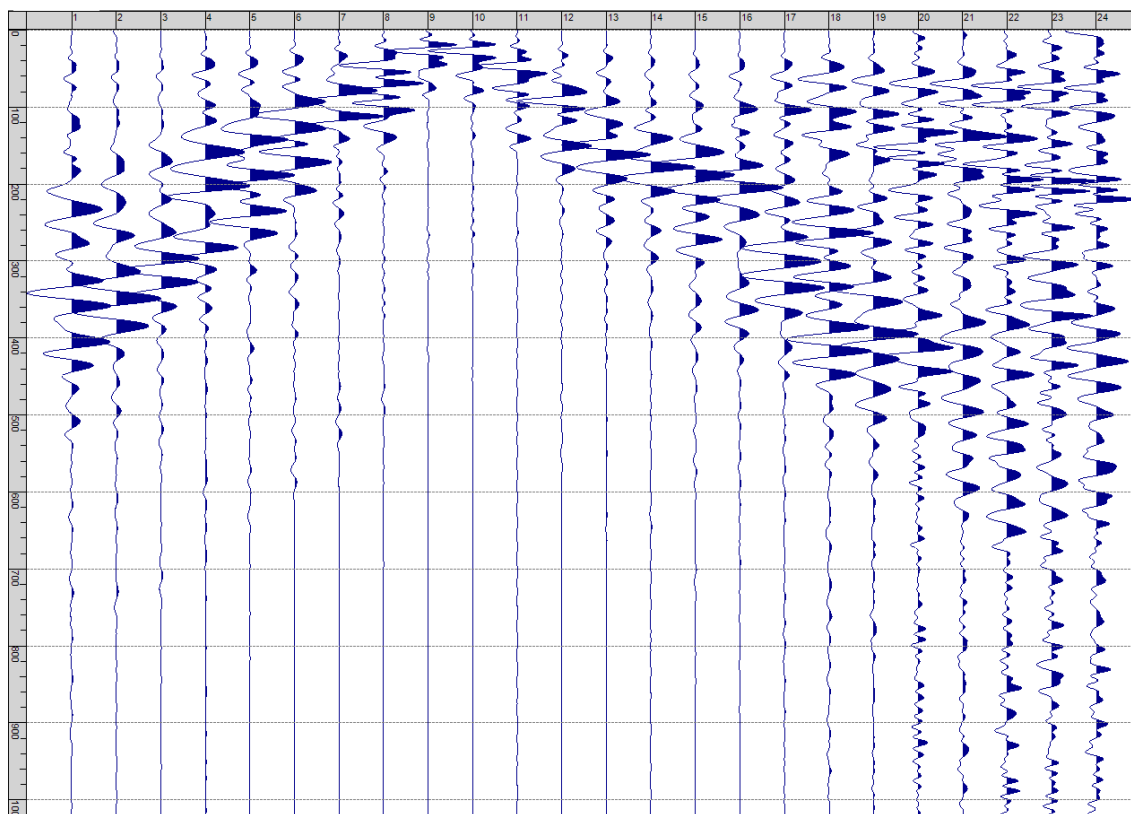
Sism. III-2: 35_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro A – Mazza



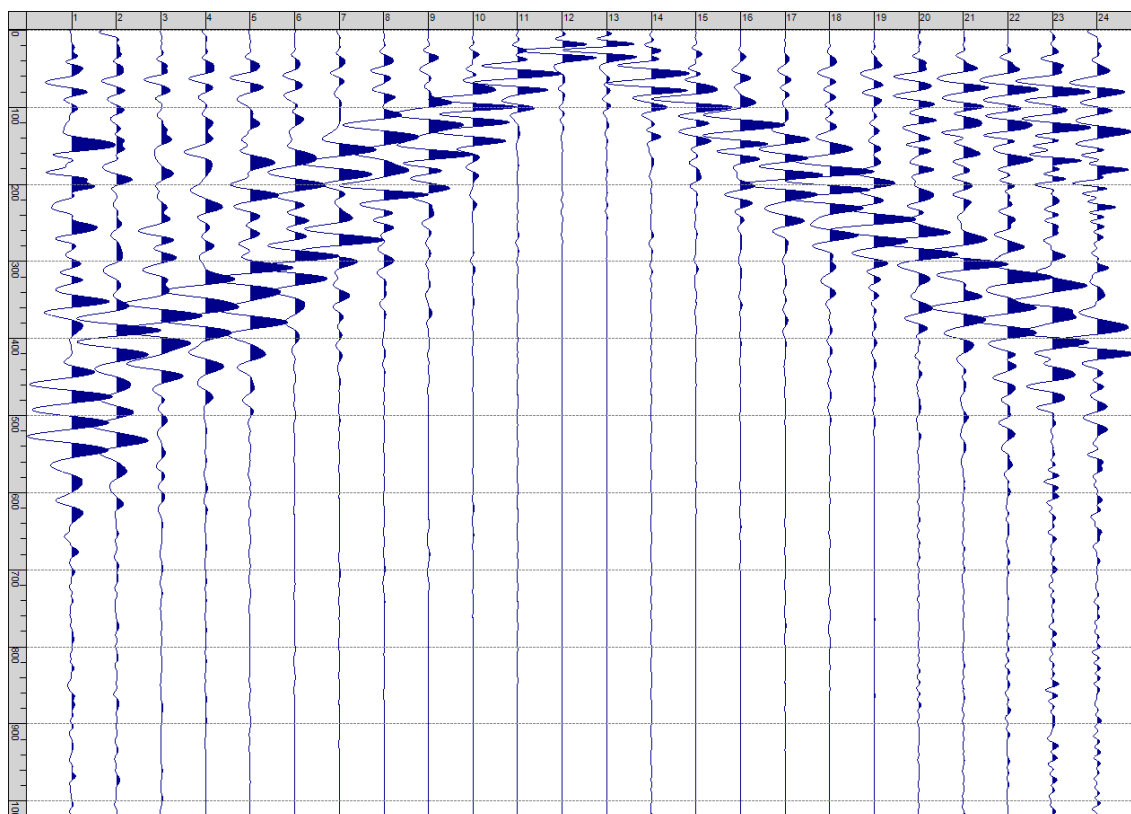
Sism. III-3: 34_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D1 - Mazza



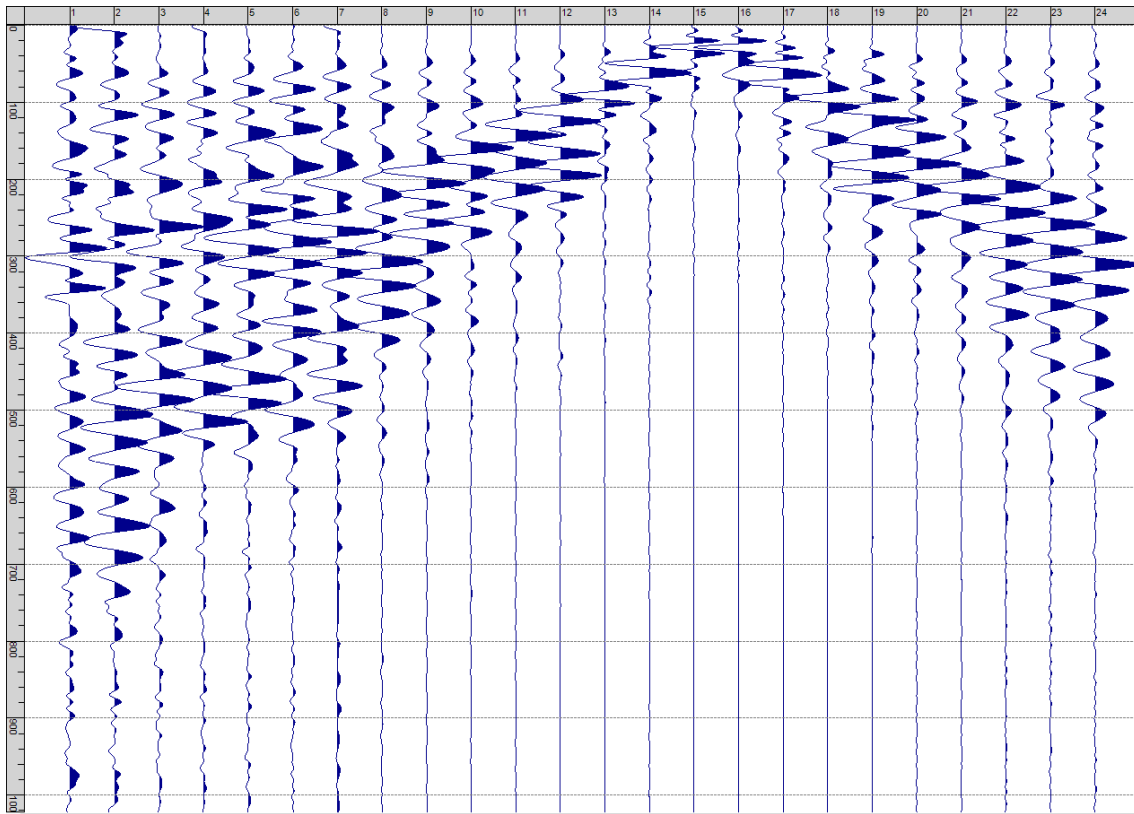
Sism. III-4: 35_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D2 – Mazza



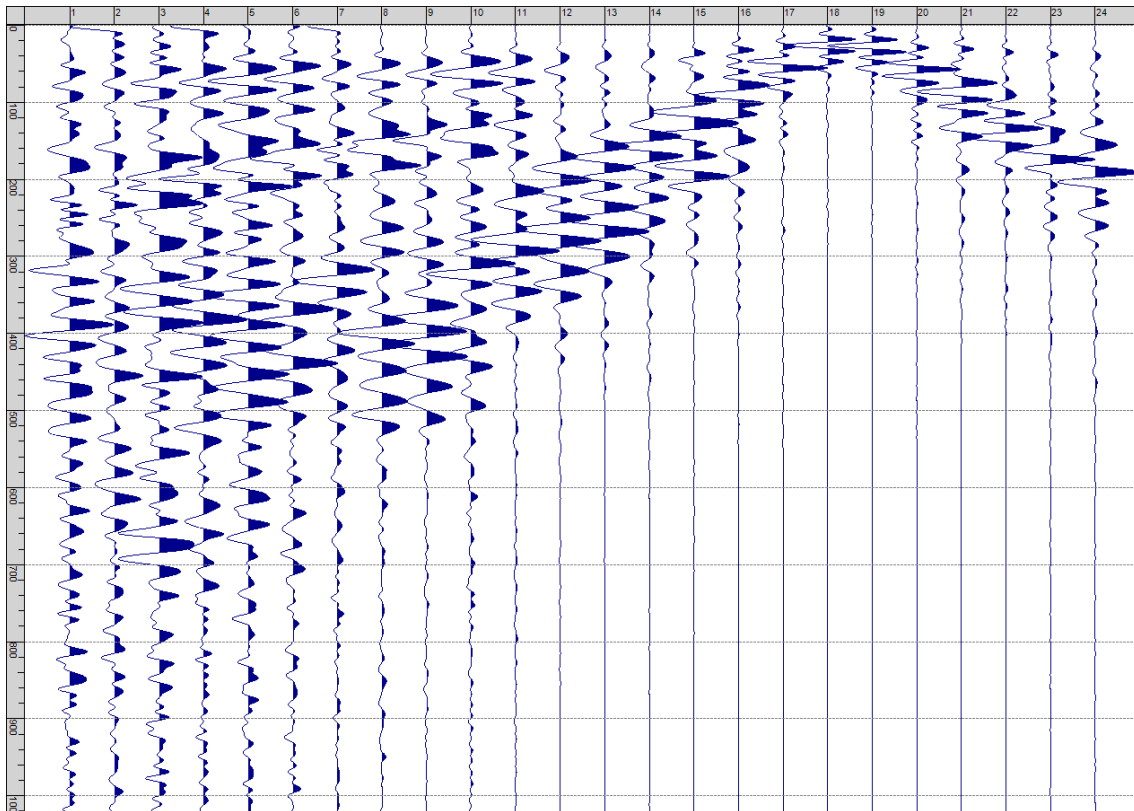
Sism. III-5: 35_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D3 - Mazza



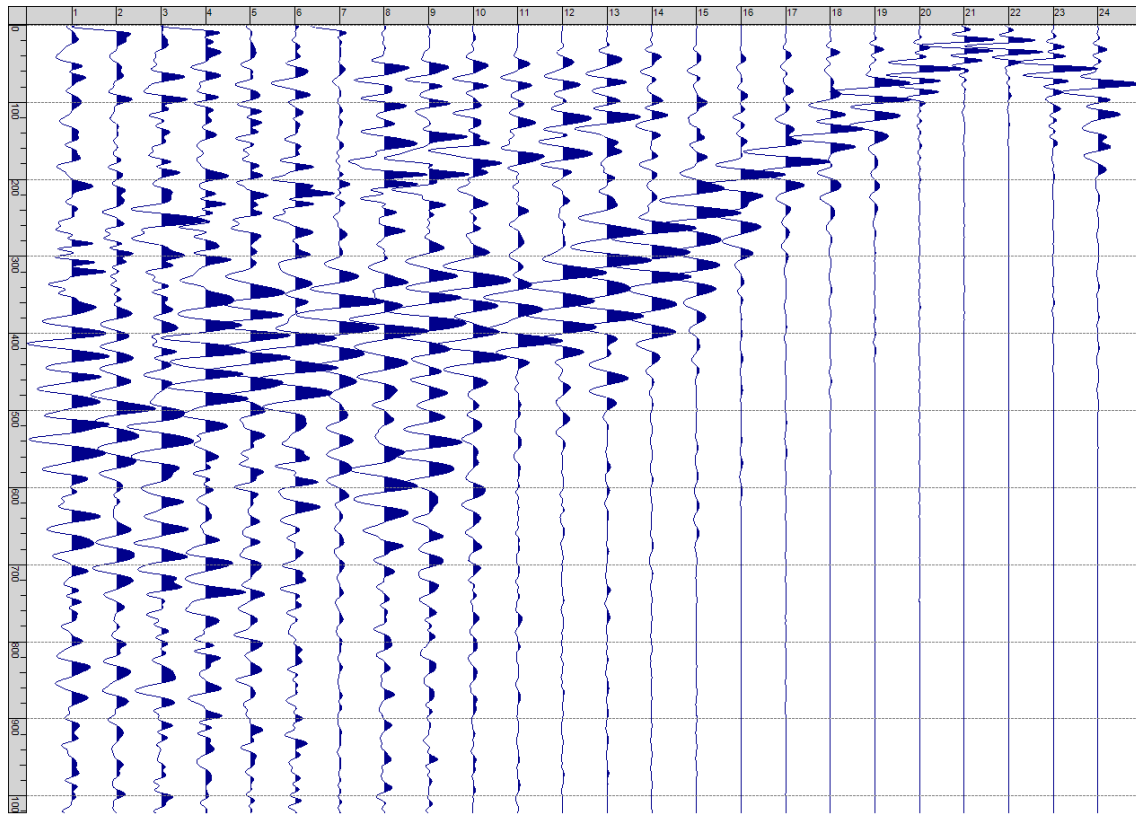
Sism. III-6: 35_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro C - Mazza



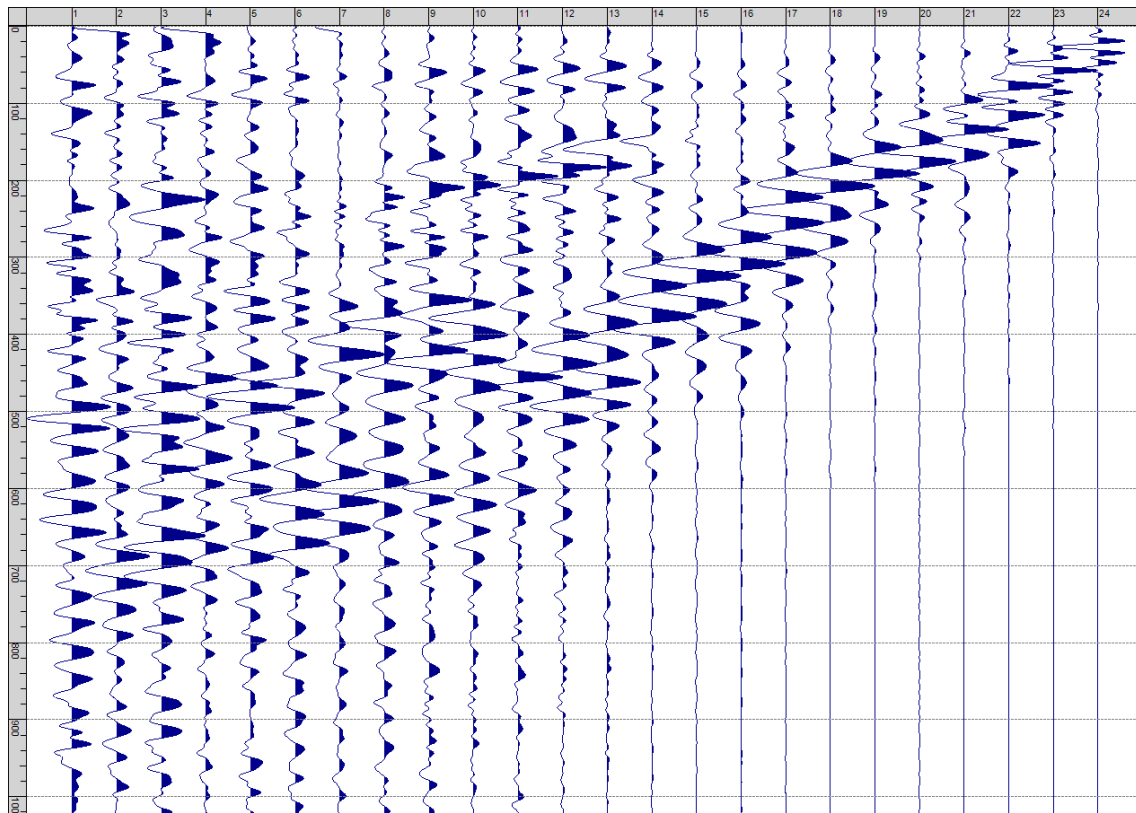
Sism. III-7: 35_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D4 – Mazza



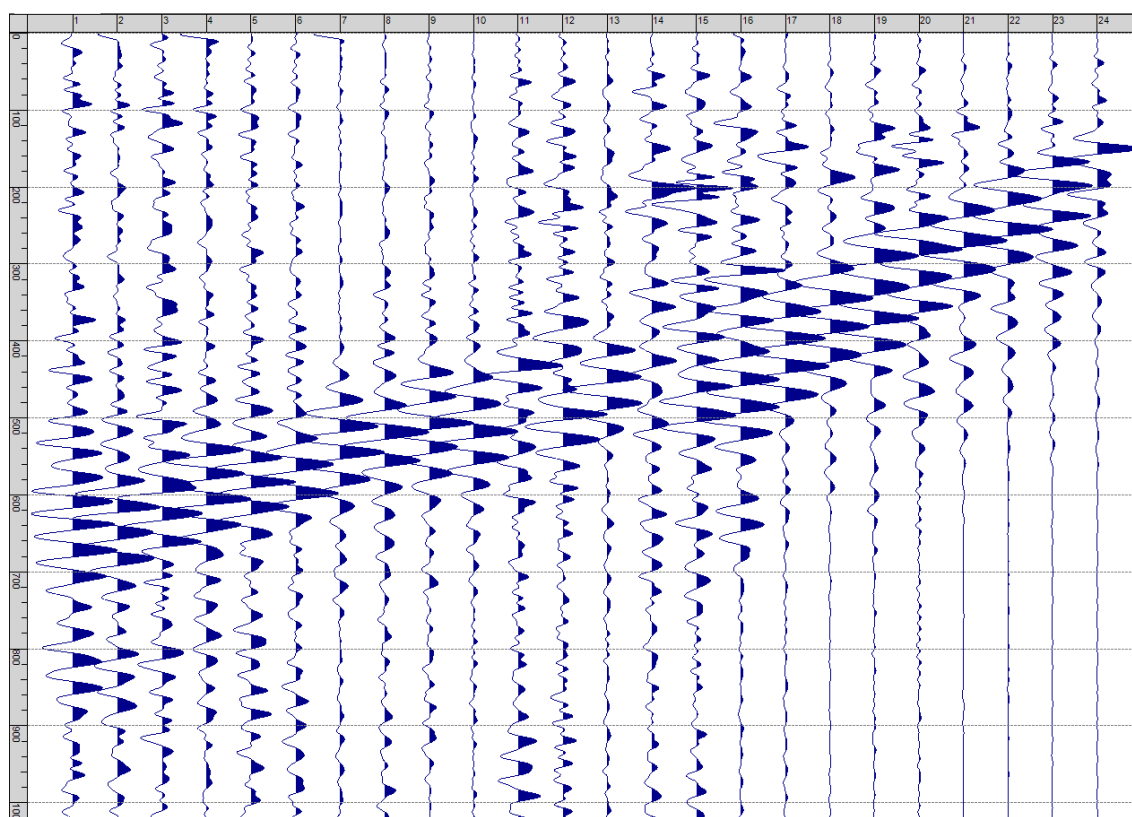
Sism. III-8: 35_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D5 - Mazza



Sism. III-9: 35_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D6 – Mazza



Sism. III-10: 35_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro B – Mazza



Tab. III-1: Stesa sismica 35_SR ONDE P - Schema dettagliato

GEOFONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
DISTANZA PROGRESSIVA [m]	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92
DISTANZA PARZIALI [m]	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
QUOTA [m]	84.0	84.0	84.0	83.9	83.9	83.9	83.9	83.9	83.8	83.8	83.8	83.8	83.7	83.7	83.7	83.7	83.7	83.6	83.6	83.6	83.6	83.6	83.5	83.5

Tab. III-2: Stesa sismica 35_SR ONDE P - Punti energizzazione (SCOPPIO)

E1	A	D1	D2	D3	C	D4	D5	D6	B	E2
ESTERNO SX	ESTREMO SX	INTERMEDIO SX	INTERMEDIO SX	INTERMEDIO SX	CENTRALE	INTERMEDIO DX	INTERMEDIO DX	INTERMEDIO DX	ESTREMO SX	ESTERNO DX
-22.5	-2.3	11.3	24.8	38.3	51.8	65.3	78.8	92.3	105.8	126
84.1	84.0	83.9	83.9	83.8	83.8	83.7	83.6	83.6	83.5	83.4

Tab. III-3: Stesa sismica 35_SR ONDE P - Tabella scoppi - primi arrivi

GEOFONO	DISTANZA [m]	SCOPPIO E1 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO A PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D1 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D2 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D3 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO C PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D4 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D5 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D6 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO B PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO E2 PRIMO ARRIVO [ms]
1	0	27	7	20	27	34	40	46	48	50	56	57
2	4	28	18	18	26	33	38	45	48	50	54	57
3	8	29	20	6	23	31	35	42	45	48	53	57
4	12	32	23	7	21	28	34	41	44	46	51	57
5	16	36	27	18	18	26	31	40	40	44	49	55
6	20	36	28	21	6	24	30	37	39	44	46	56
7	24	39	31	23	6	21	28	35	38	43	45	56
8	28	42	32	24	18	18	25	32	35	40	44	56
9	32	44	35	26	21	9	23	31	34	36	43	55
10	36	46	36	30	24	9	21	28	32	35	41	53
11	40	48	38	32	25	19	18	27	29	34	39	51
12	44	49	41	34	28	22	12	25	29	31	37	49
13	48	50	42	35	29	24	10	23	27	29	36	47
14	52	51	44	38	32	26	18	20	25	29	34	44
15	56	52	46	40	34	28	21	13	23	28	34	43
16	60	53	47	42	35	30	23	13	21	27	33	41
17	64	53	50	43	36	31	24	19	19	26	30	40
18	68	55	50	43	37	32	25	23	14	23	29	38
19	72	53	52	44	40	33	27	24	13	21	26	37
20	76	56	55	48	42	37	30	27	21	19	26	36
21	80	56	56	47	42	38	30	28	21	14	22	33
22	84	58	57	49	43	39	31	30	25	14	21	32
23	88	59	57	50	43	40	33	32	27	19	18	31
24	92	60	58	52	44	41	36	32	29	21	15	27

Tab. III-4: Stesa sismica 35_SR ONDE P – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità

GEOFONI STAZIONE	DISTANZA [m]	QUOTA PROFILO TOPOGRAFICO [m]	VELOCITA' STRATO 1 [m/s]	QUOTA STRATO 1 [m]	VELOCITA' STRATO 2 [m/s]	QUOTA STRATO 2 [m]	VELOCITA' STRATO 3 [m/s]
1	0	83.99	428	81.31	1715	73.34	2550
1.5	2.25	83.98	428	81.29	1716	73.23	2581
2	4.5	83.97	428	81.27	1720	73.10	2610
2.5	6.75	83.96	428	81.24	1722	72.97	2638
3	9	83.95	428	81.21	1720	72.84	2667
3.5	11.25	83.94	428	81.18	1720	72.71	2696
4	13.5	83.93	428	81.14	1725	72.57	2729
4.5	15.75	83.92	428	81.10	1731	72.45	2760
5	18	83.91	428	81.07	1737	72.35	2795
5.5	20.25	83.90	428	81.03	1745	72.27	2827
6	22.5	83.89	428	81.00	1756	72.21	2860
6.5	24.75	83.88	428	80.97	1770	72.17	2892
7	27	83.87	428	80.94	1784	72.16	2925
7.5	29.25	83.86	428	80.91	1796	72.16	2957
8	31.5	83.85	428	80.88	1809	72.19	2984
8.5	33.75	83.84	428	80.85	1821	72.22	3000
9	36	83.82	428	80.83	1831	72.28	3012
9.5	38.25	83.81	428	80.81	1836	72.36	3020
10	40.5	83.80	428	80.79	1841	72.46	3023
10.5	42.75	83.79	428	80.77	1847	72.58	3018
11	45	83.78	427	80.75	1852	72.72	3012
11.5	47.25	83.77	427	80.73	1857	72.88	2997
12	49.5	83.76	427	80.71	1862	73.06	2987
12.5	51.75	83.75	427	80.69	1868	73.27	2978
13	54	83.74	427	80.67	1873	73.49	2970
13.5	56.25	83.73	426	80.65	1878	73.72	2962
14	58.5	83.72	425	80.63	1883	73.96	2948
14.5	60.75	83.71	425	80.61	1889	74.19	2928
15	63	83.70	425	80.59	1894	74.42	2907
15.5	65.25	83.69	425	80.57	1899	74.64	2880
16	67.5	83.68	425	80.55	1905	74.85	2852
16.5	69.75	83.67	424	80.53	1910	75.04	2819
17	72	83.65	424	80.50	1915	75.22	2782
17.5	74.25	83.64	424	80.48	1920	75.39	2746
18	76.5	83.63	423	80.46	1926	75.54	2715
18.5	78.75	83.62	423	80.44	1931	75.67	2689
19	81	83.61	423	80.43	1936	75.80	2669
19.5	83.25	83.60	423	80.41	1941	75.90	2649
20	85.5	83.59	423	80.39	1947	75.99	2631
20.5	87.75	83.58	423	80.37	1952	76.06	2614
21	90	83.57	423	80.35	1957	76.11	2600
21.5	92.25	83.56	423	80.33	1953	76.13	2585
22	94.5	83.55	423	80.31	1947	76.14	2571
22.5	96.75	83.54	423	80.29	1941	76.14	2557
23	99	83.53	423	80.28	1937	76.12	2543
23.5	101.25	83.52	423	80.26	1934	76.09	2528
24	103.5	83.51	423	80.25	1932	76.06	2515

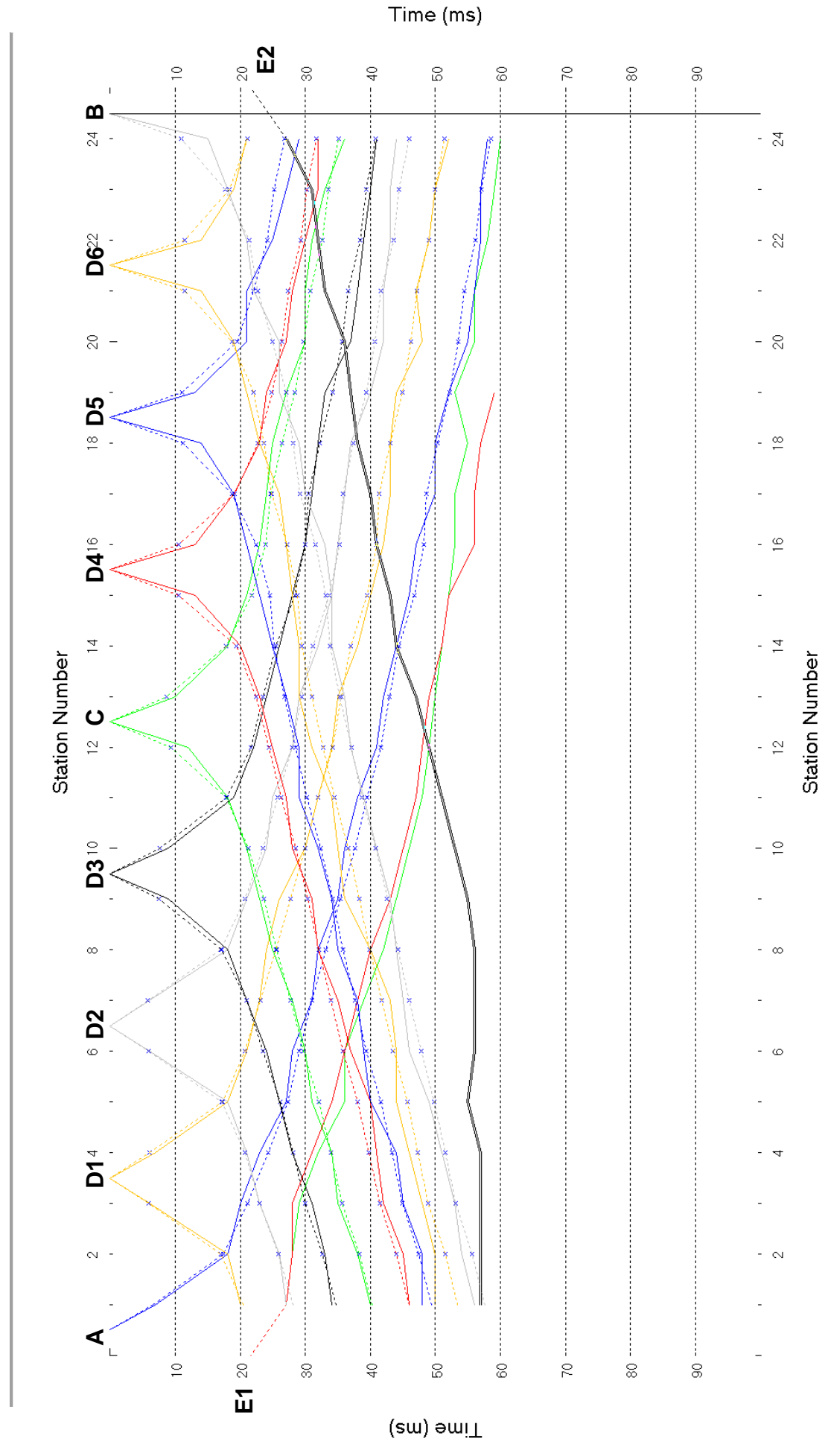


Fig. III-2: Stesa sismica 35_SR ONDE P – Dromocrone – Scala 1:500

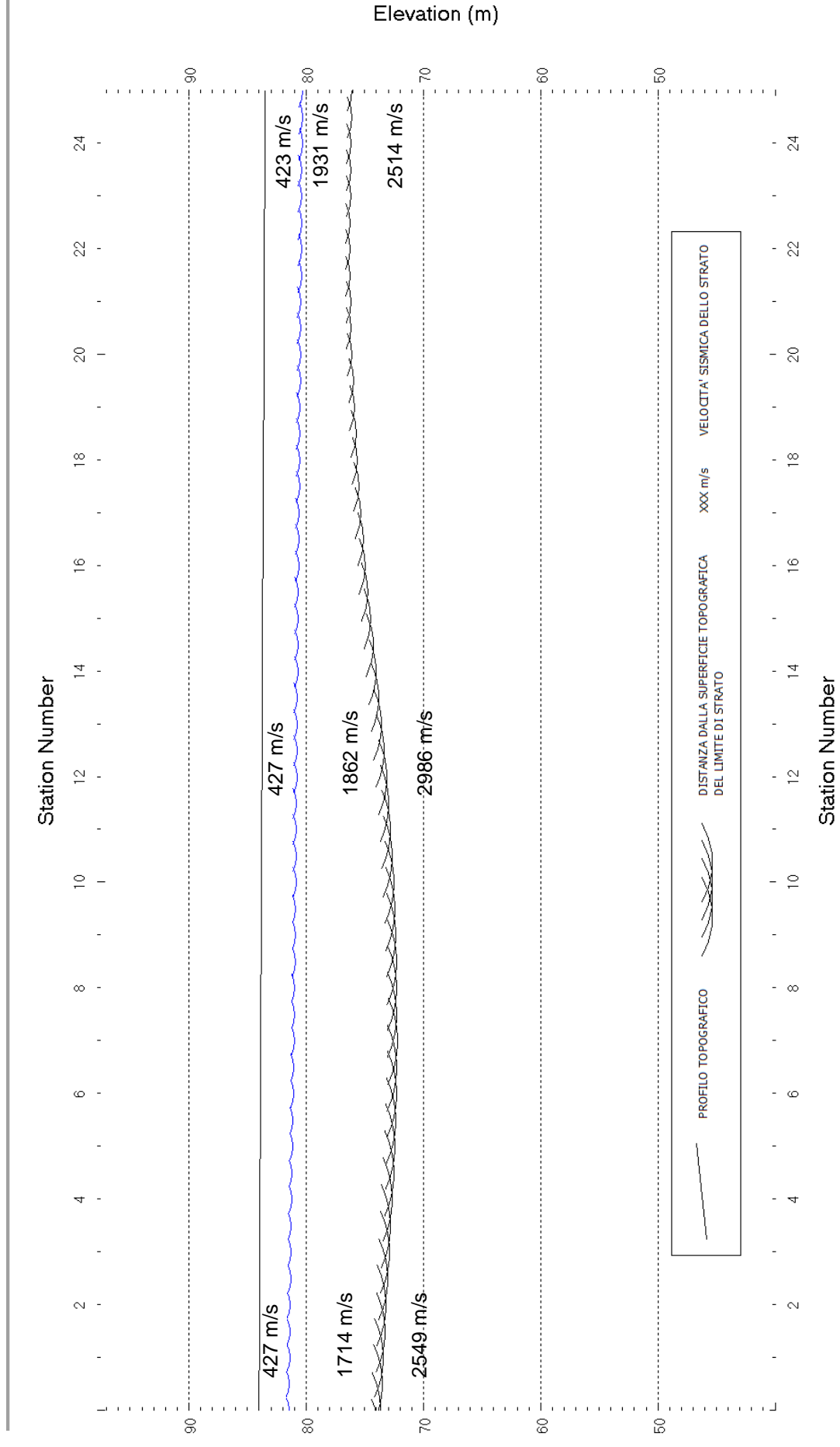


Fig. III-3: Stesa sismica 35_SR ONDE P – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:600

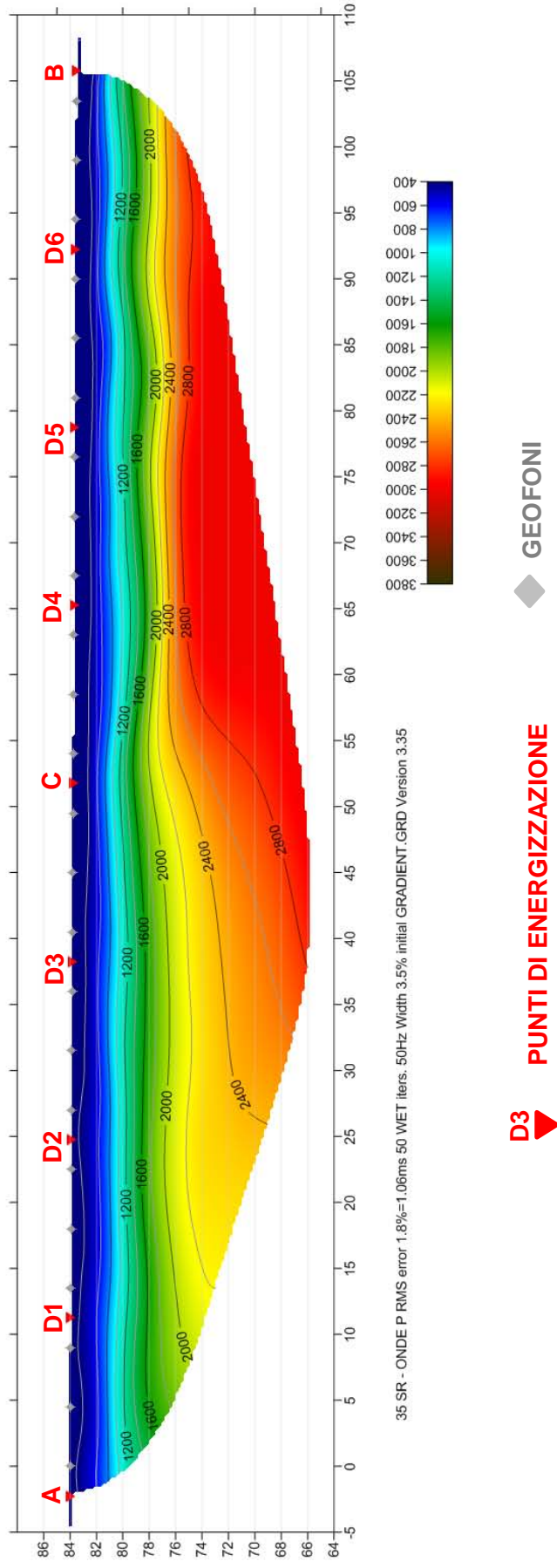


Fig. III-4: Stesa sismica 35_SR ONDE P – Tomografia sismica - Scala 1:500

**IV. ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 35_SR ONDE SH – SISMOGRAMMI
- TABULATI PRIMI ARRIVI – TABULATI PROFONDITA' E VELOCITA'
RIFRATTORI – DROMOCRONE — SEZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE –
TOMOGRFIE**

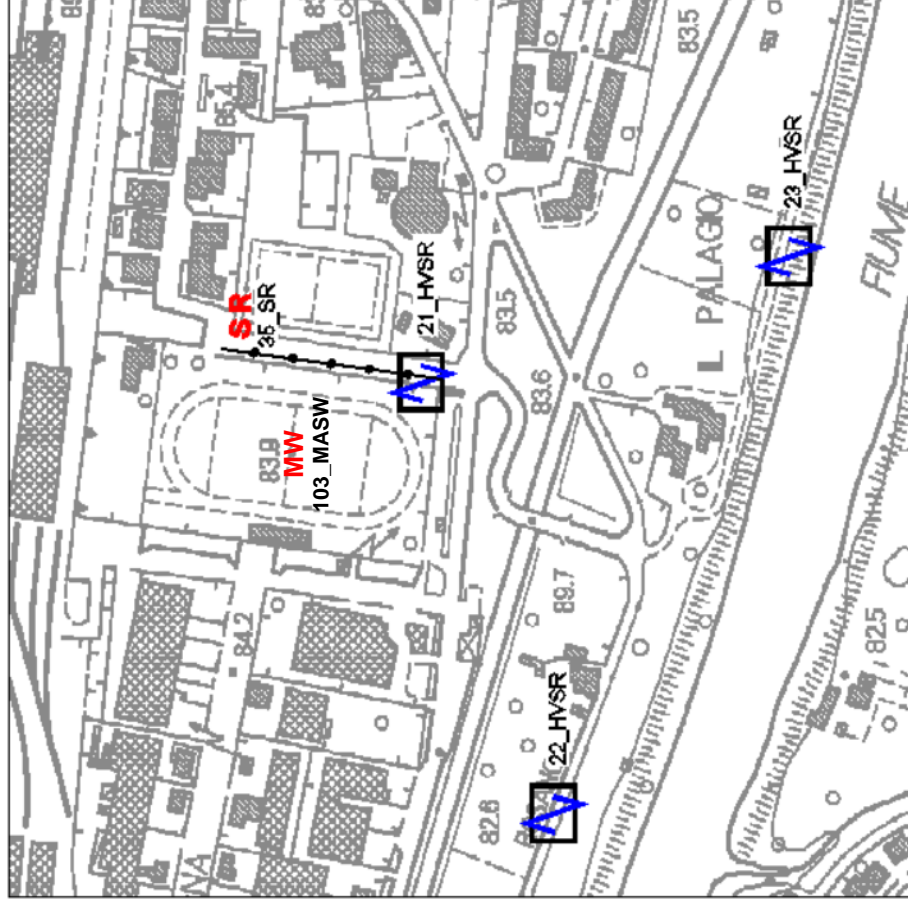
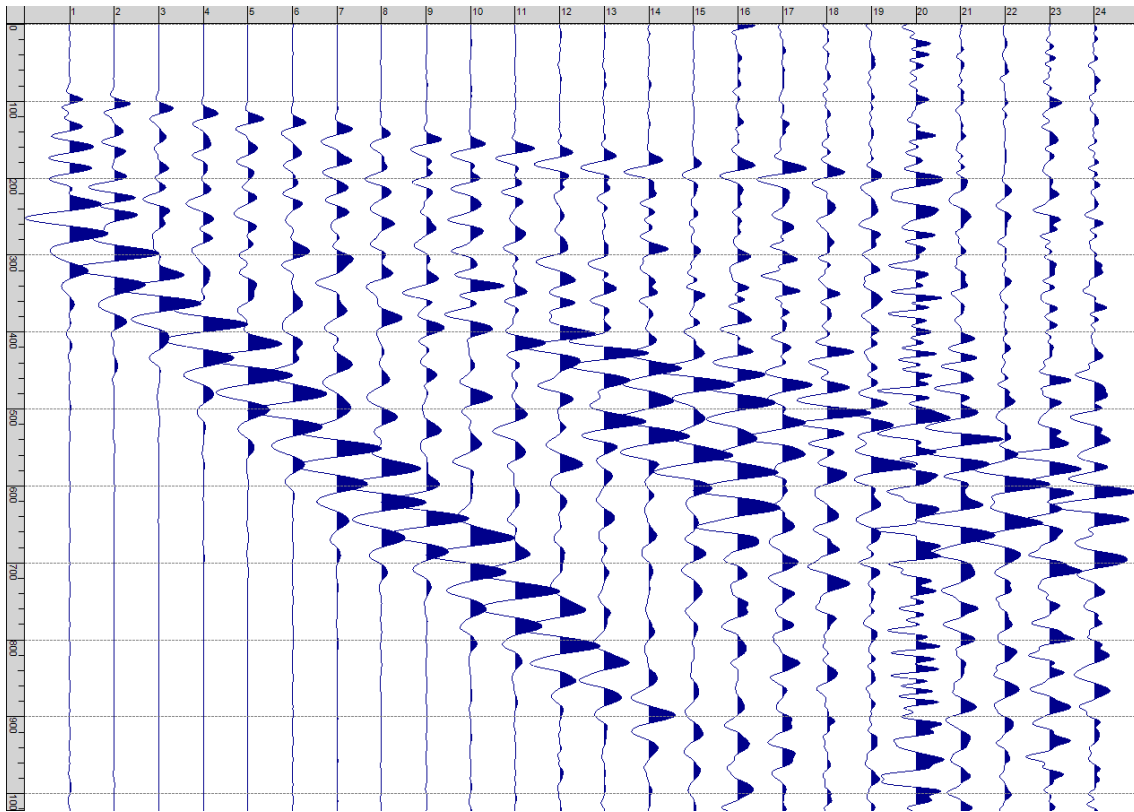
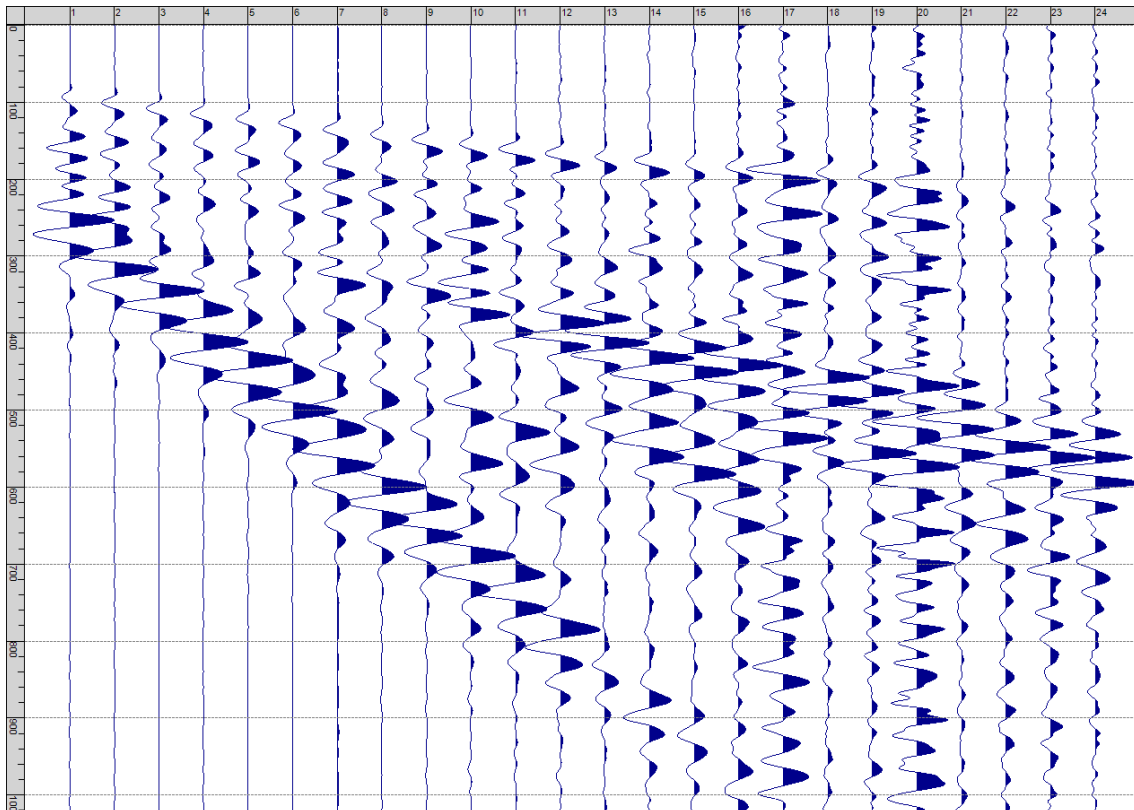


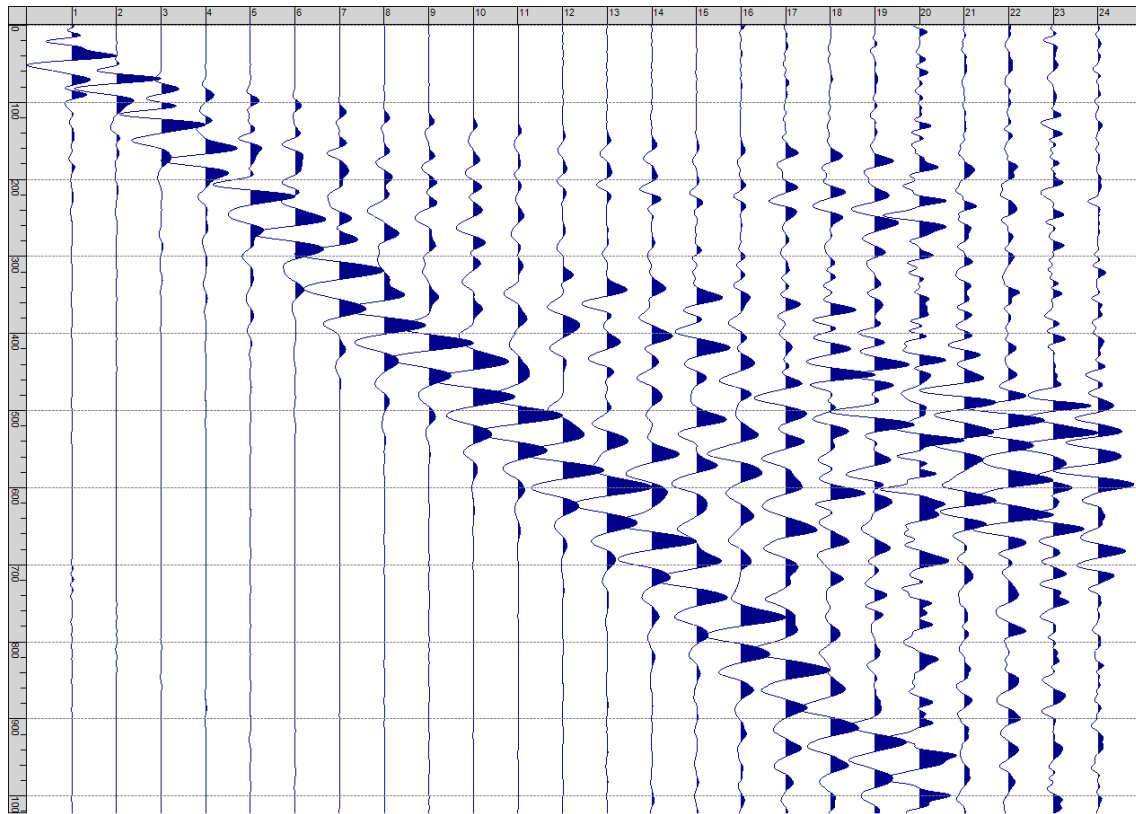
Fig. IV-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000



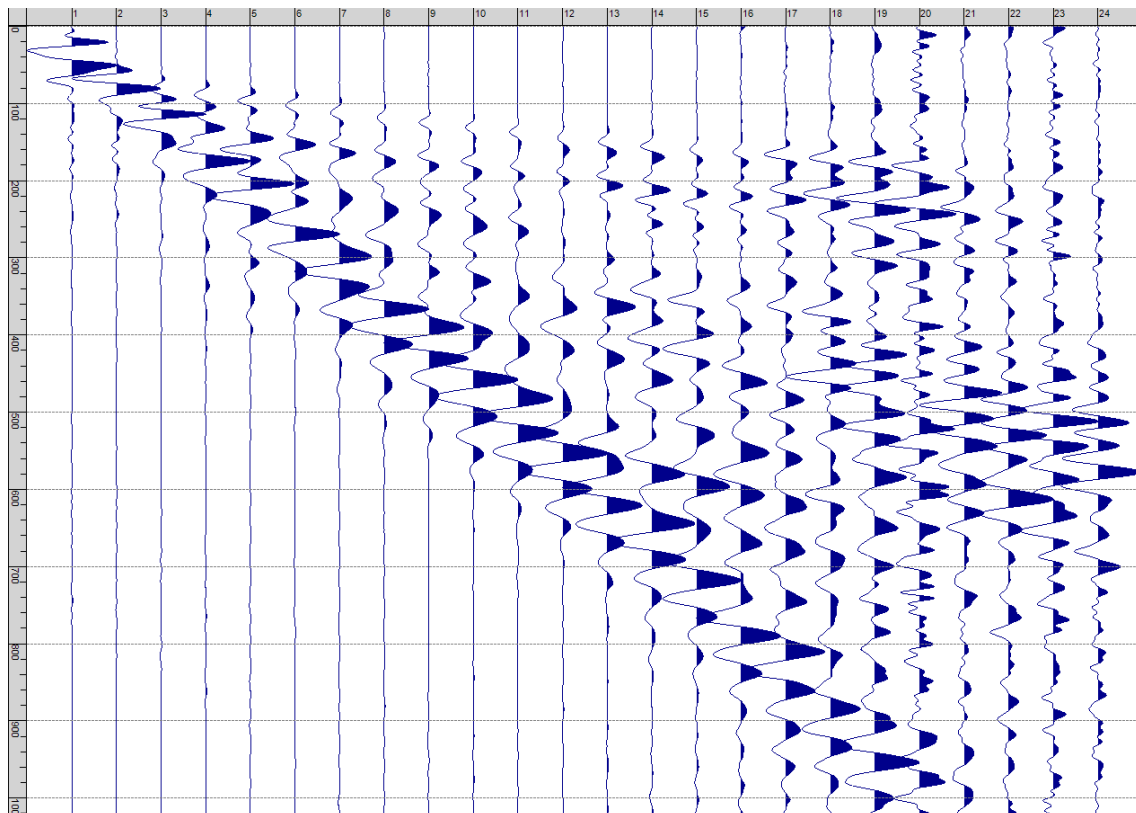
Sism. IV-1: 35_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S1 – Mazza



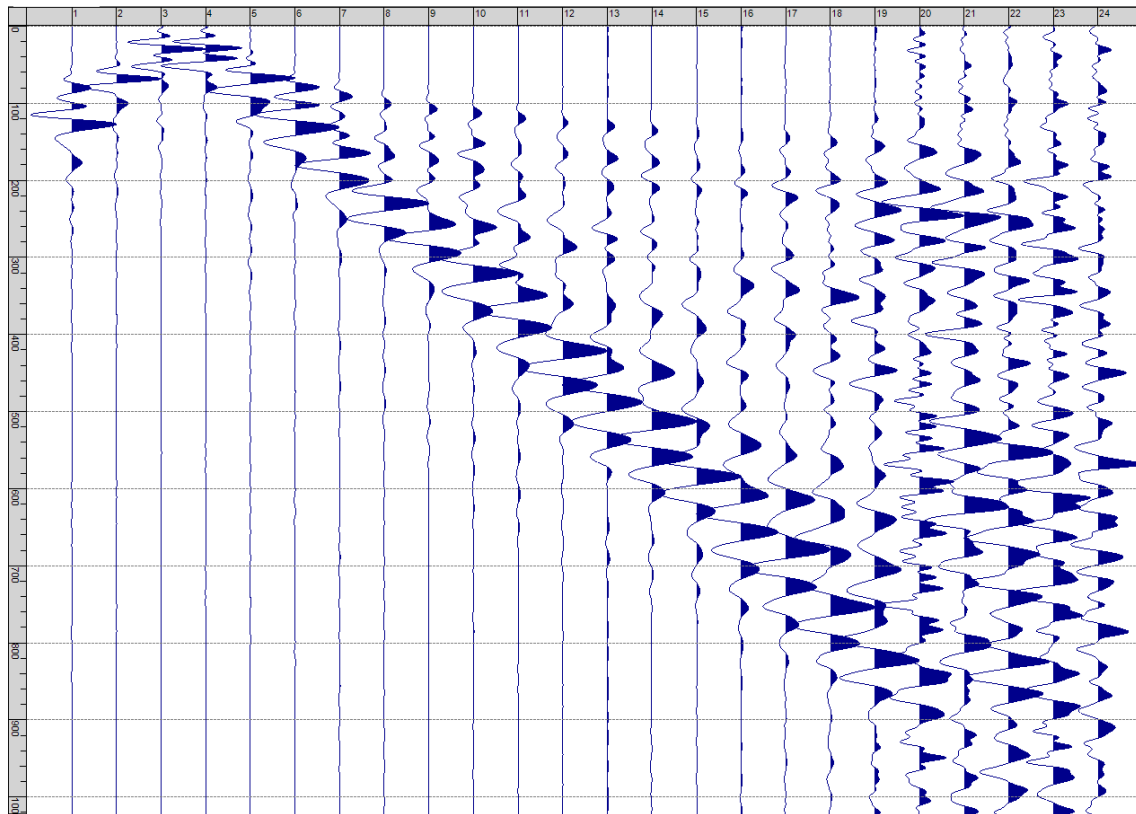
Sism. IV-2: 35_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S2 - Mazza



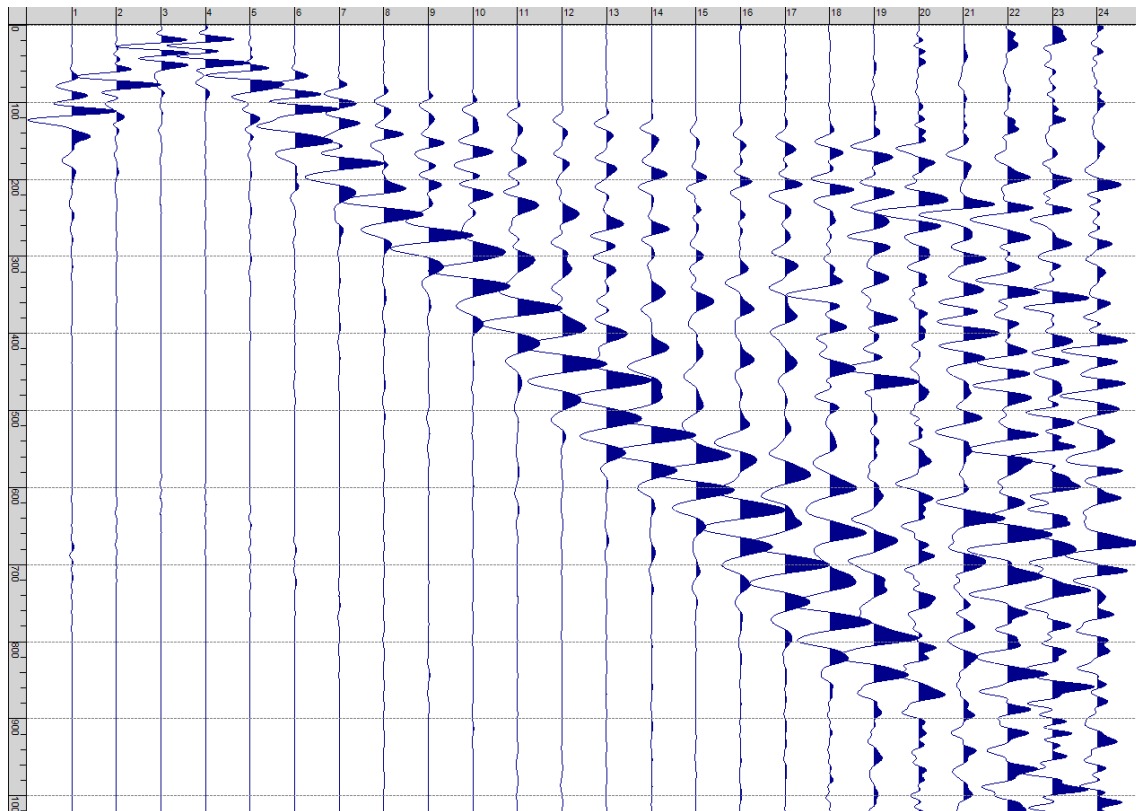
Sism. IV-3: 35_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S1 - Mazza



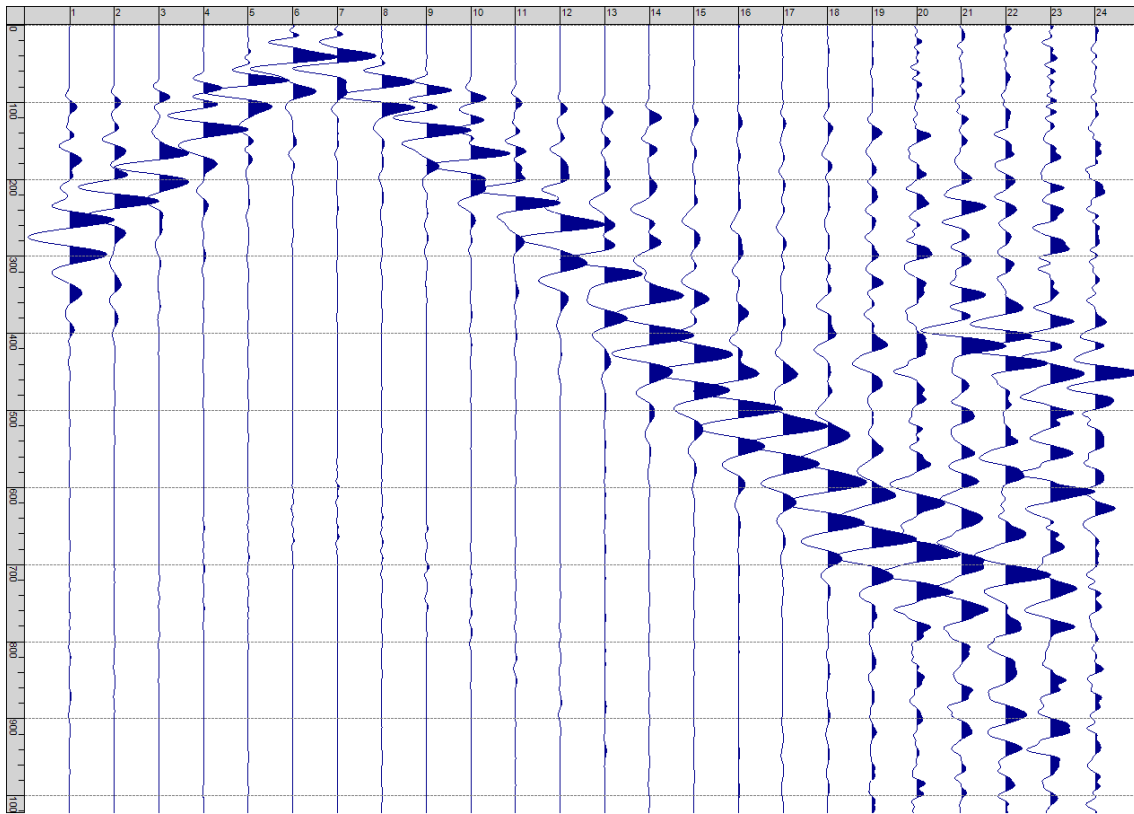
Sism. IV-4: 35_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S2 - Mazza



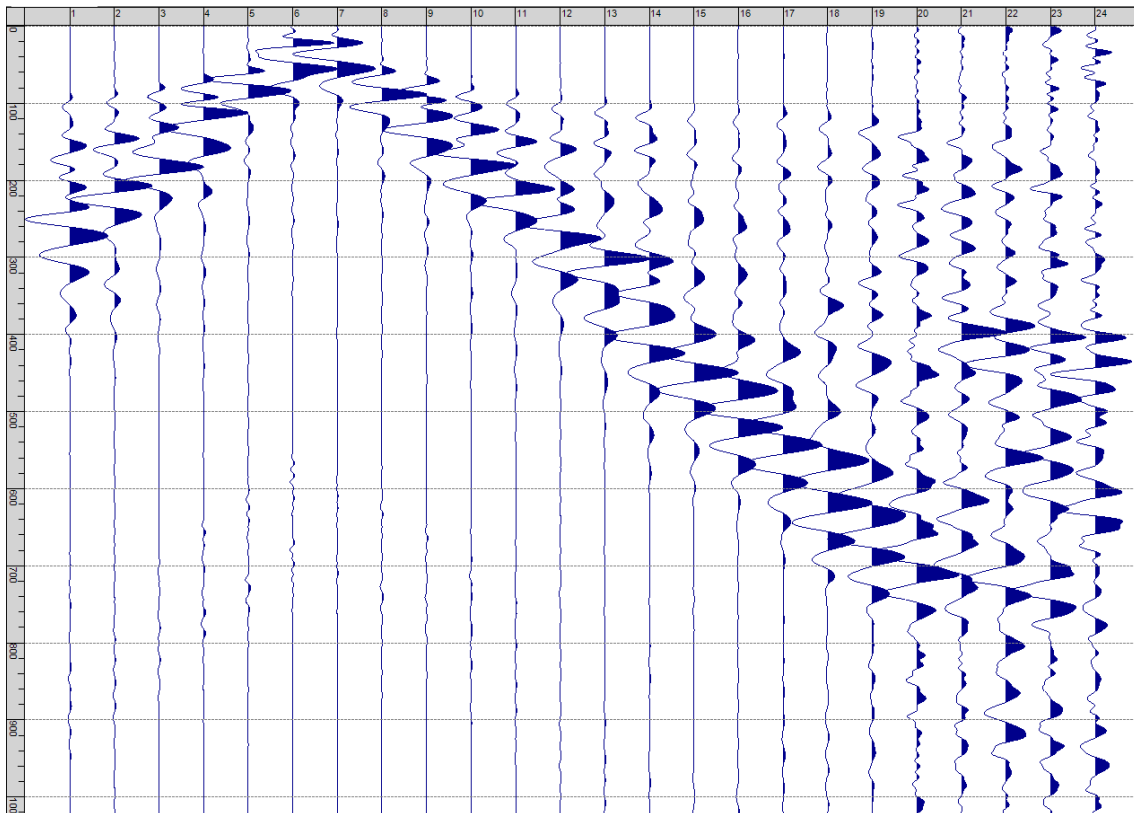
Sism. IV-5: 35_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S1 - Mazza



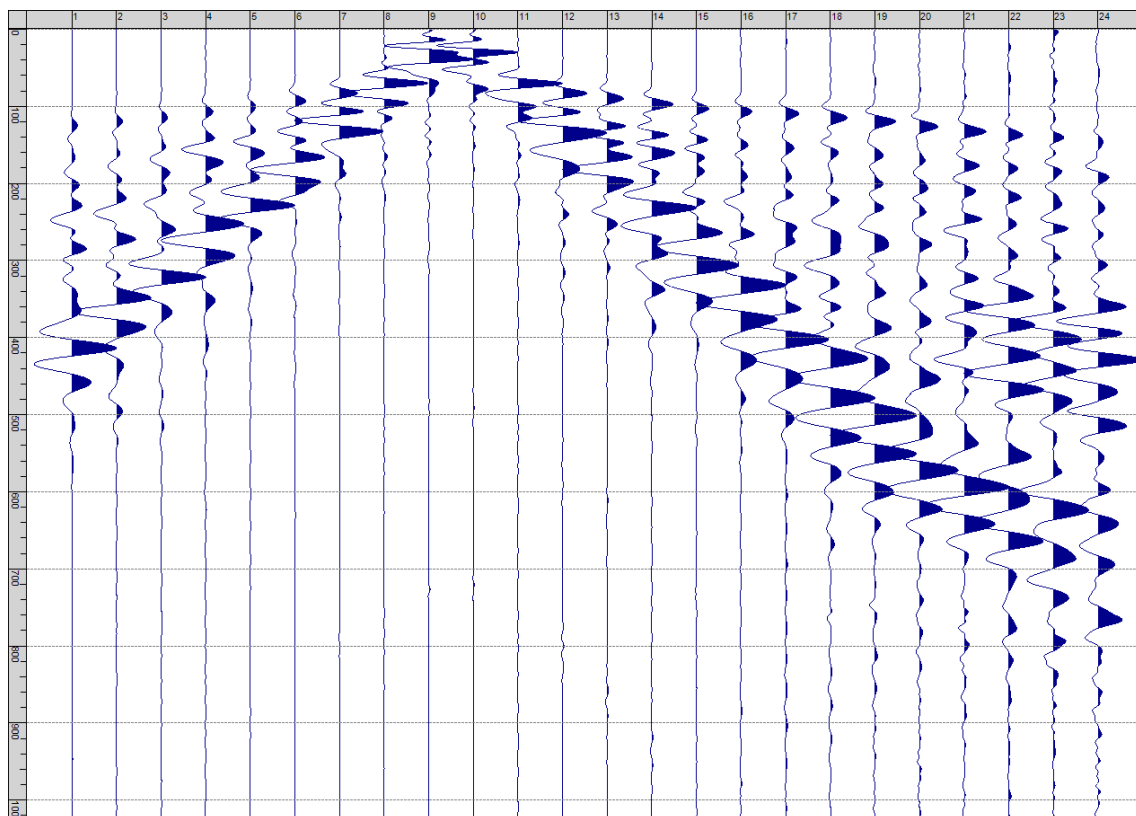
Sism. IV-6: 35_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S2 - Mazza



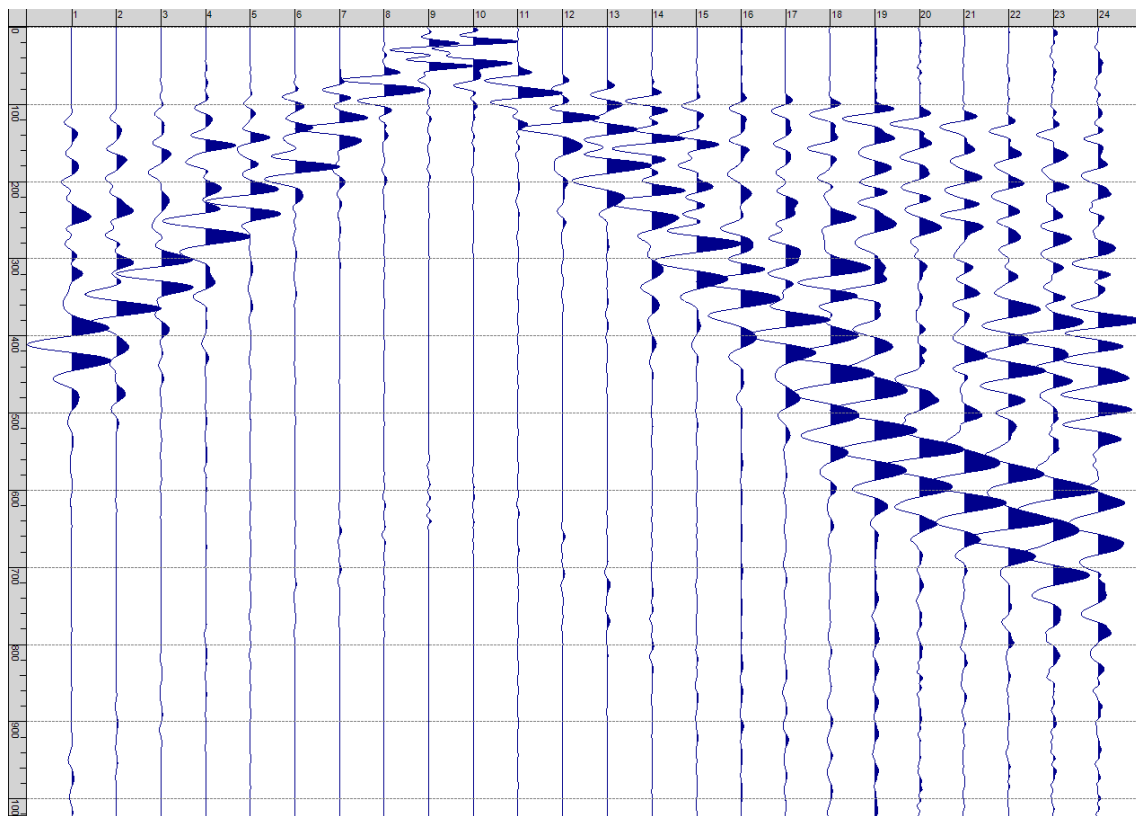
Sism. IV-7: 35_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S1 - Mazza



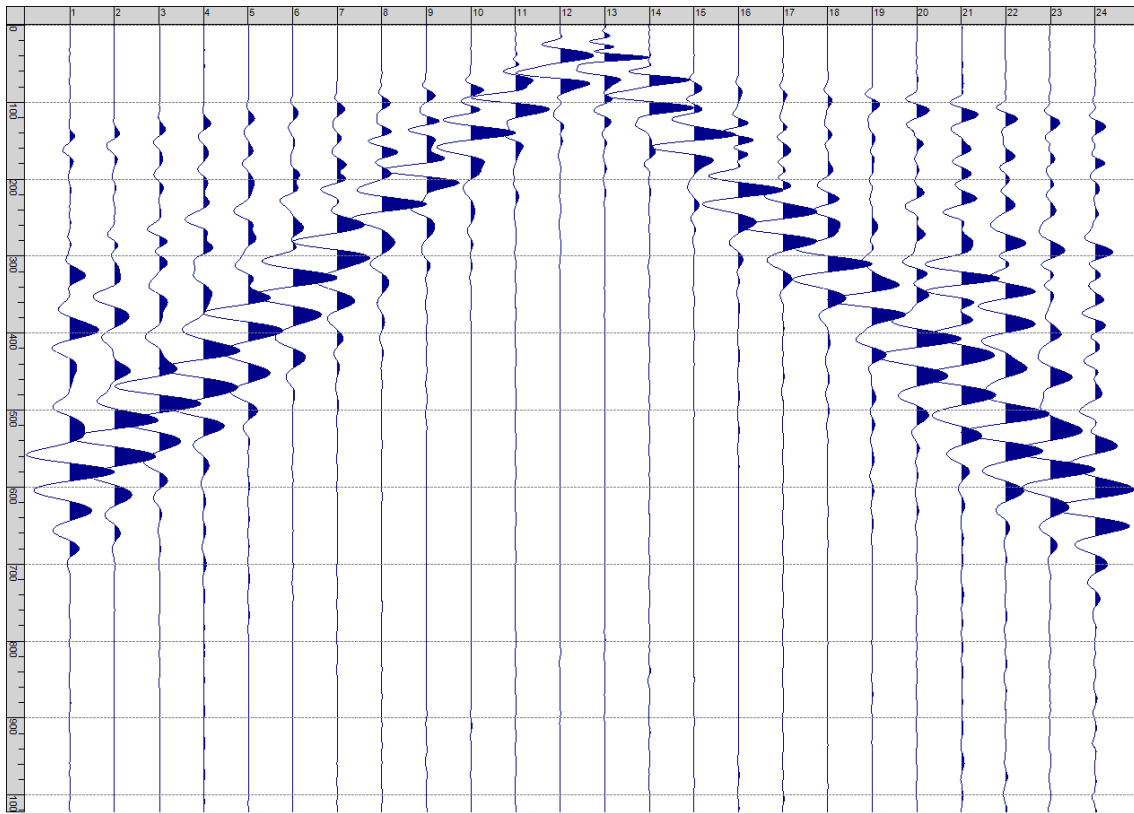
Sism. IV-8: 35_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S2 - Mazza



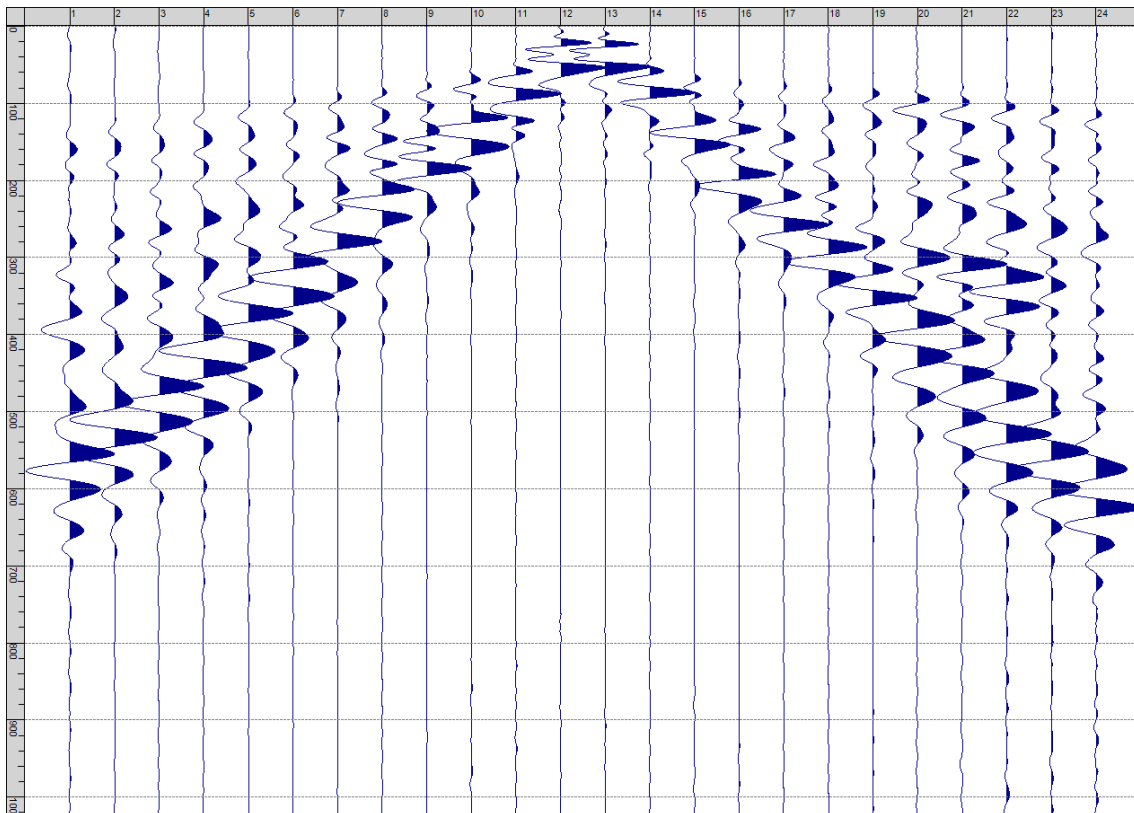
Sism. IV-9: 35_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S1 - Mazza



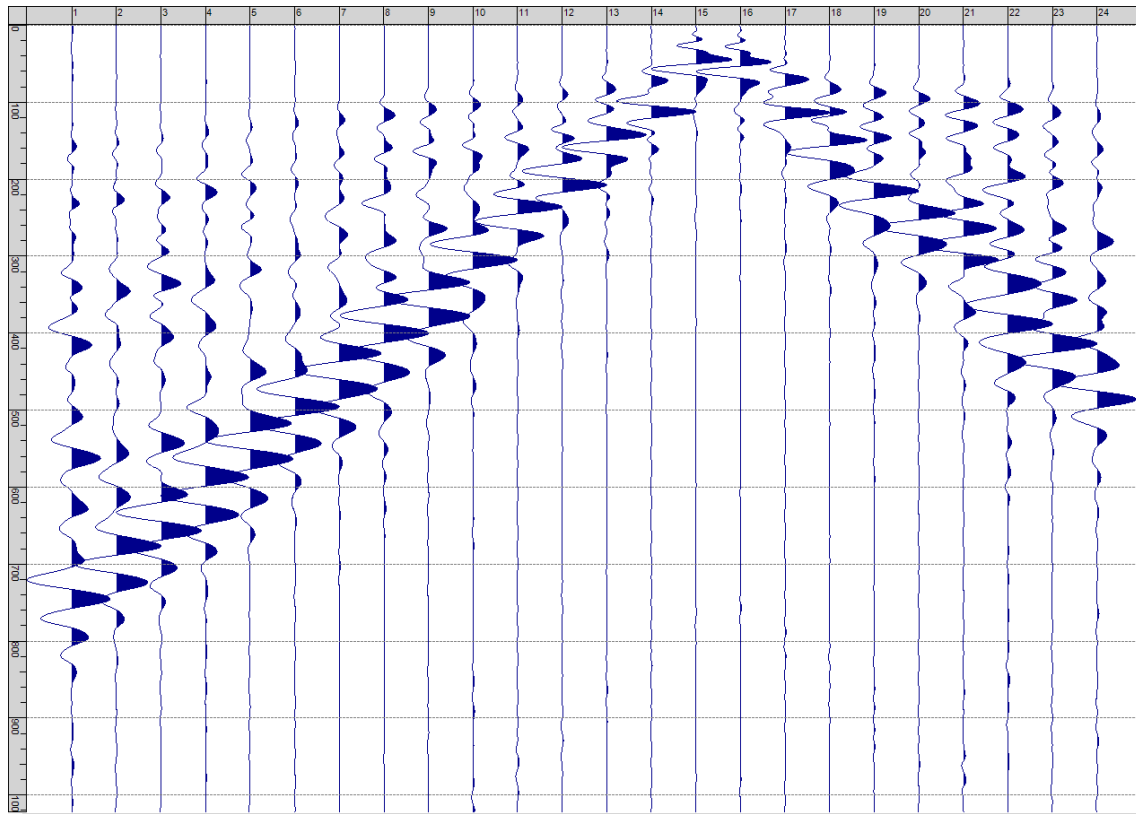
Sism. IV-10: 35_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S2 - Mazza



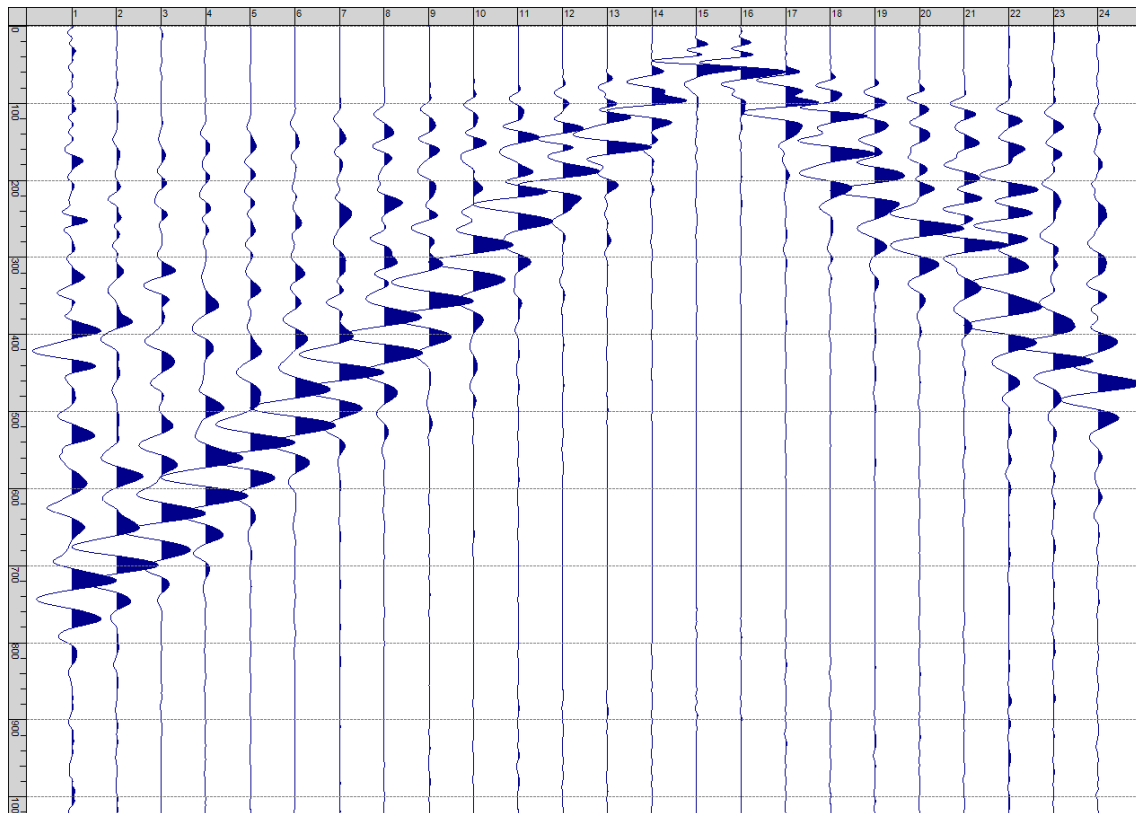
Sism. IV-11: 35_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S1 - Mazza



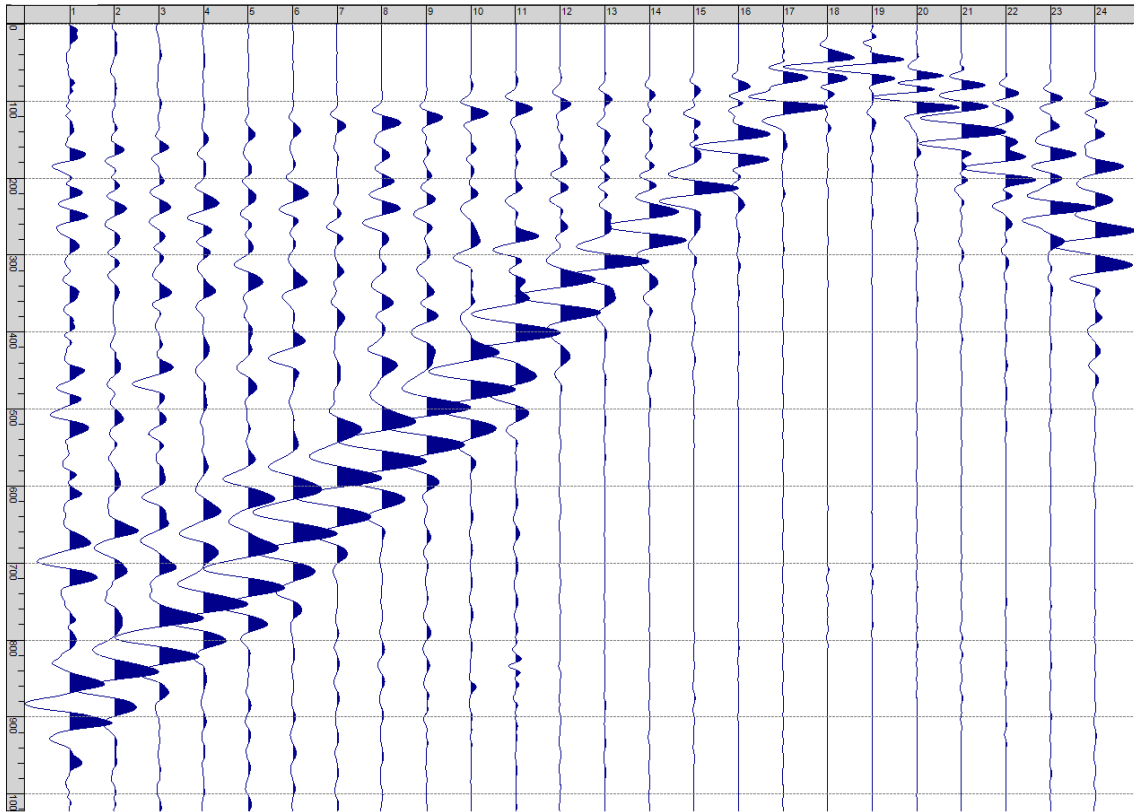
Sism. IV-12: 35_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S2 - Mazza



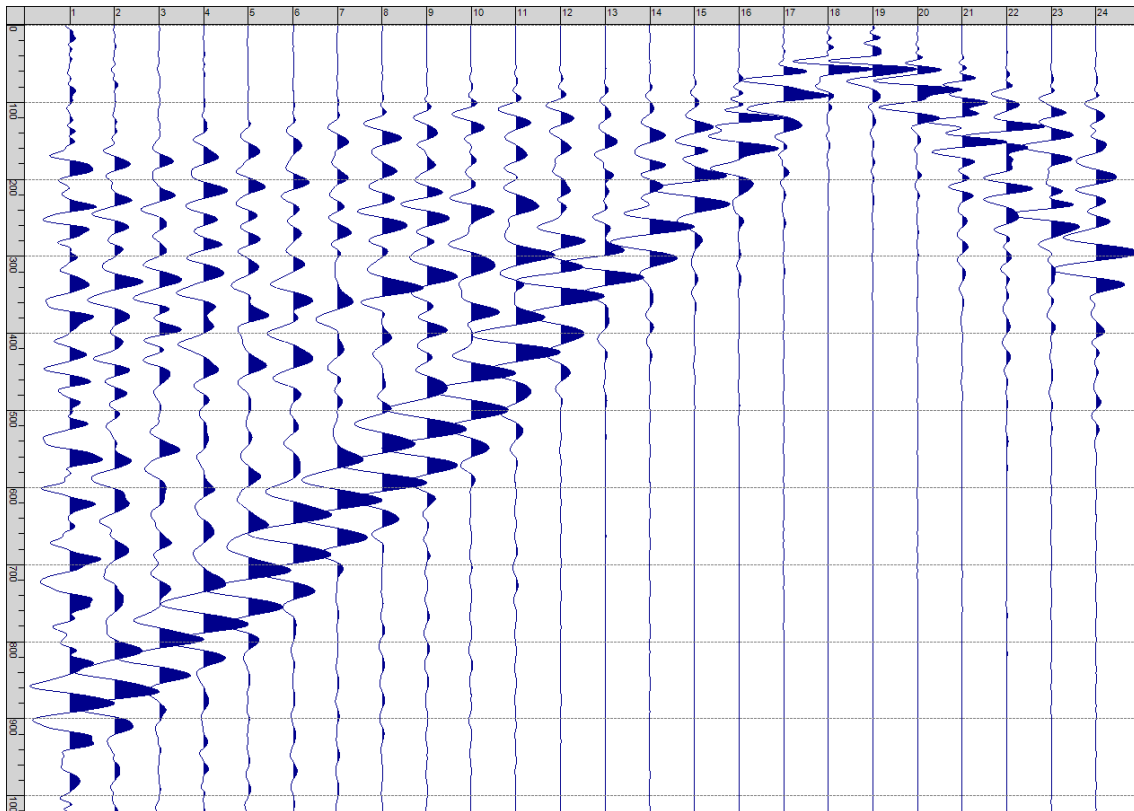
Sism. IV-13: 35_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S1 - Mazza



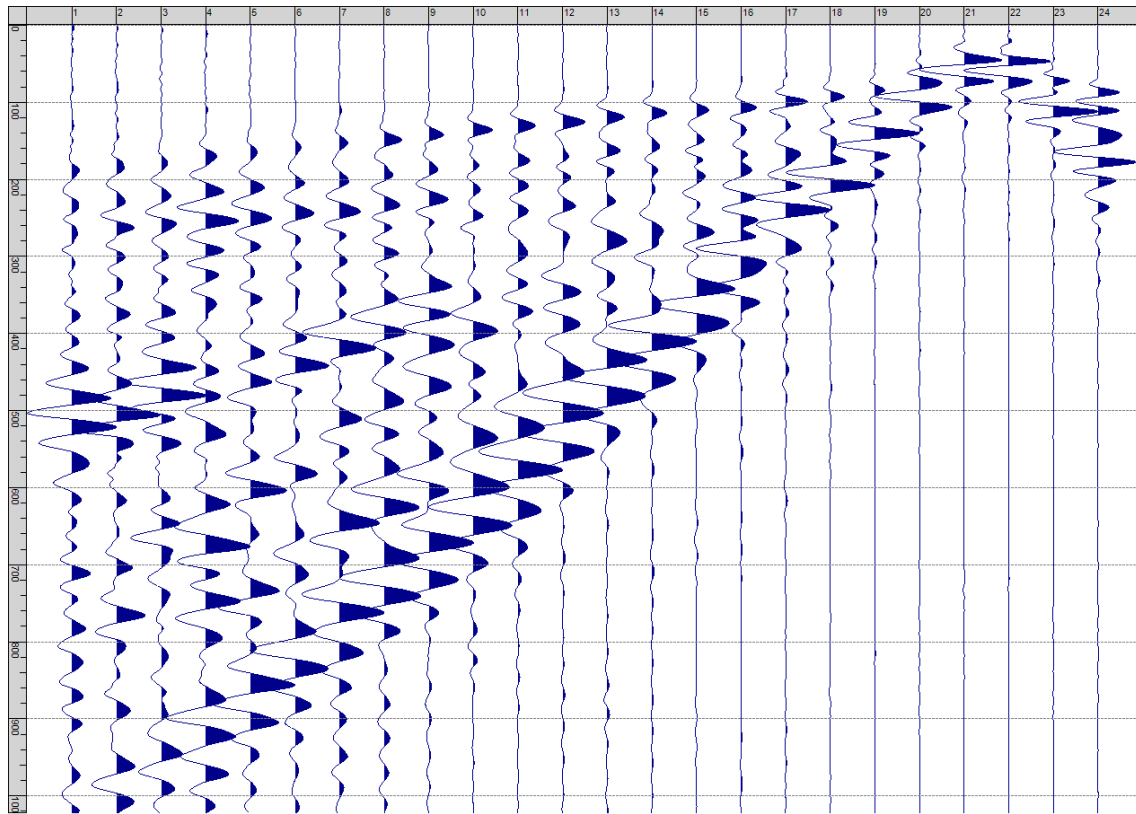
Sism. IV-14: 35_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S2 - Mazza



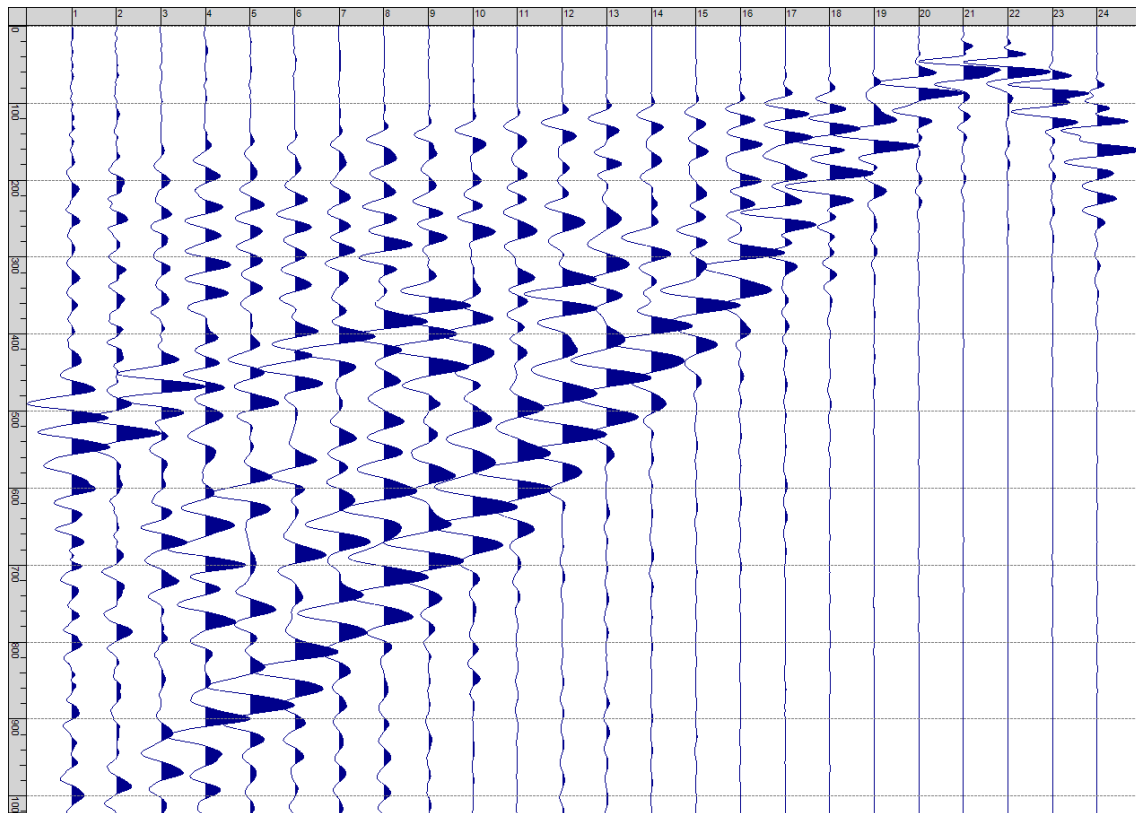
Sism. IV-15: 35_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S1 - Mazza



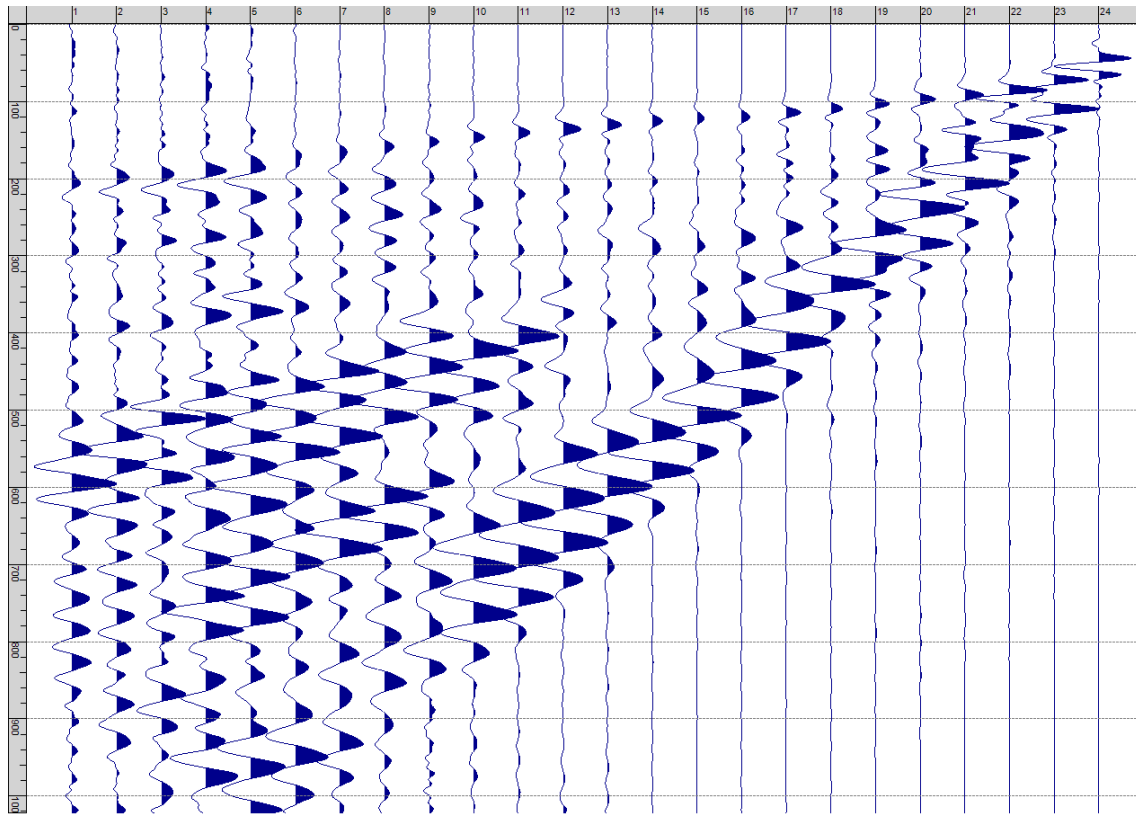
Sism. IV-16: 35_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S2 - Mazza



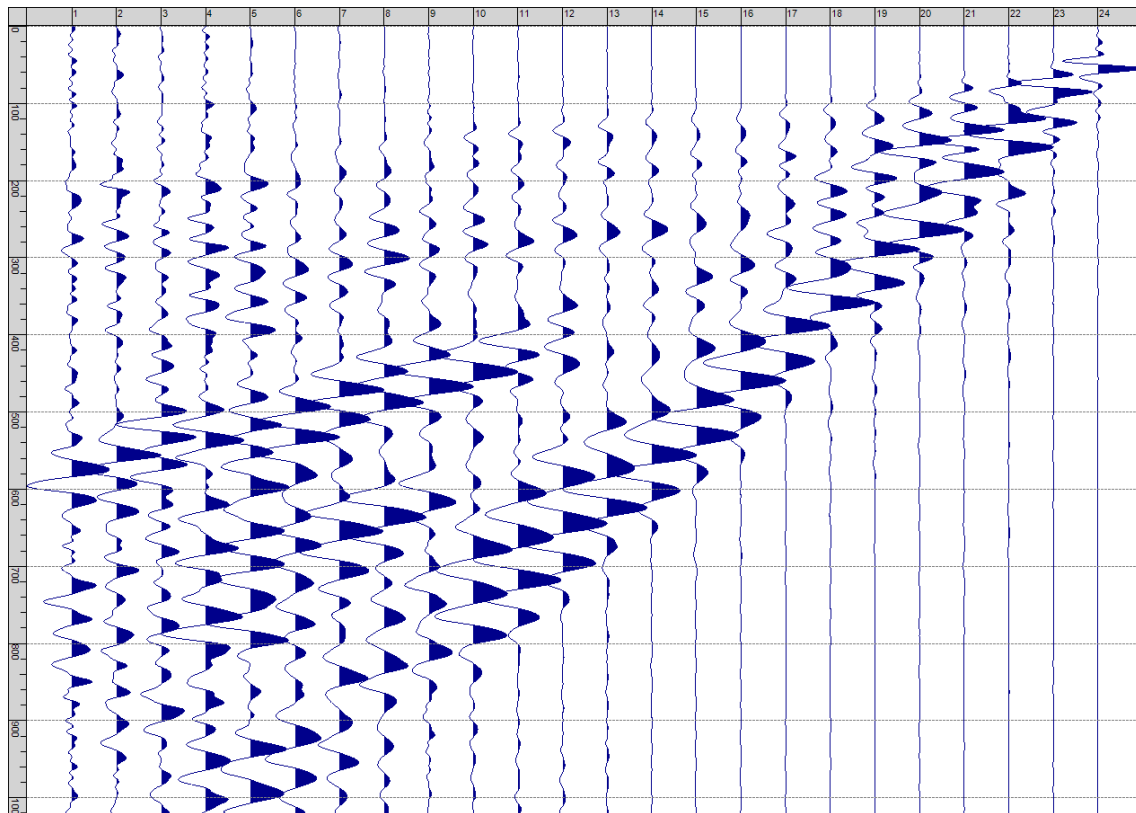
Sism. IV-17: 35_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S1 - Mazza



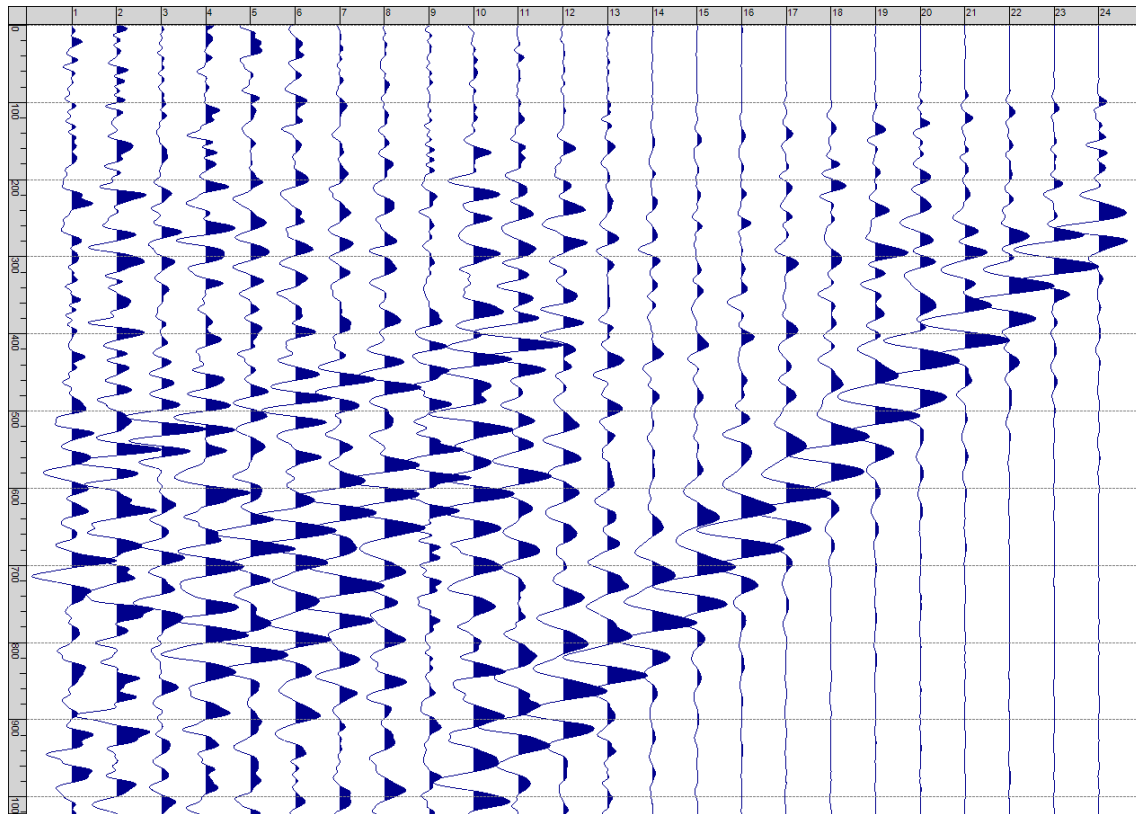
Sism. IV-18: 35_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S2 - Mazza



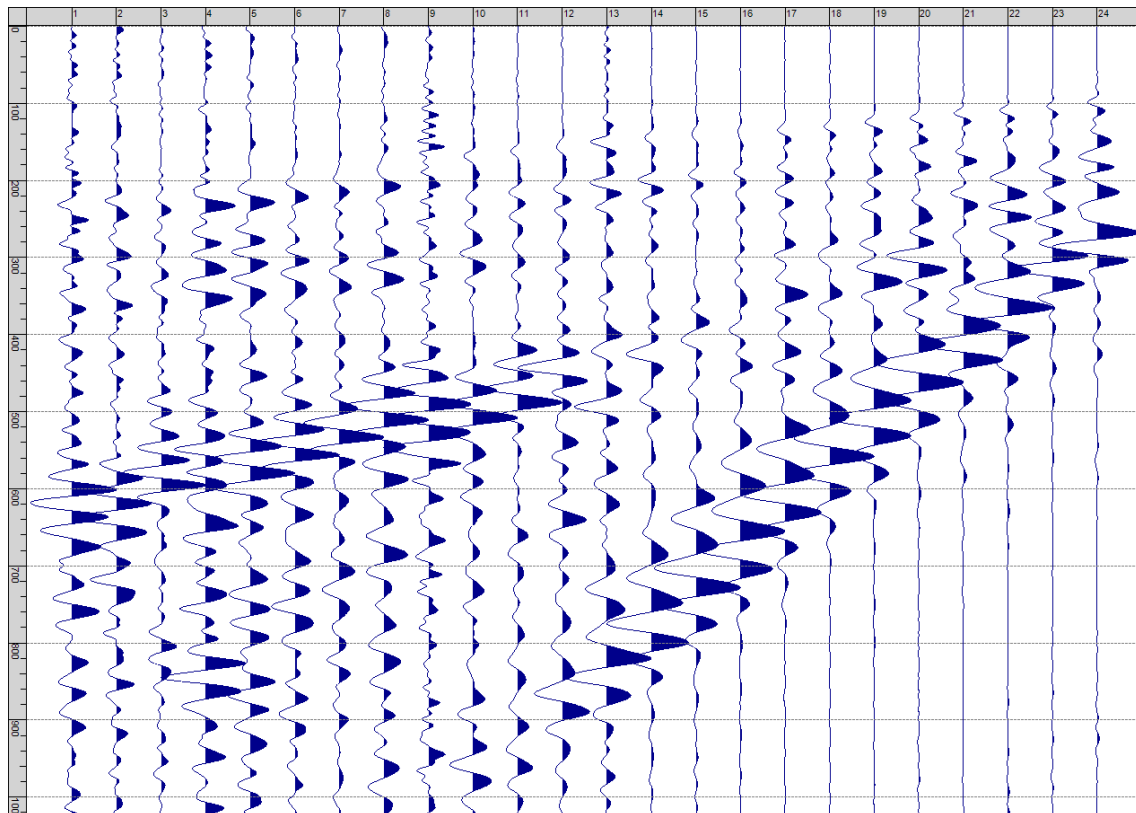
Sism. IV-19: 35_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S1 - Mazza



Sism. IV-20: 35_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S2 - Mazza



Sism. IV-21: 35_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1 - Mazza



Sism. IV-22: 35_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1- Mazza

Tab. IV-1: Stesa sismica 35_SR ONDE SH - Schema dettagliato

GEOFONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
DISTANZA PROGRESSIVA [m]	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92
DISTANZA PARZIALI [m]	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
QUOTA [m]	84.0	84.0	84.0	83.9	83.9	83.9	83.9	83.9	83.8	83.8	83.8	83.8	83.7	83.7	83.7	83.7	83.7	83.6	83.6	83.6	83.6	83.6	83.5	83.5

Tab. IV-2: Stesa sismica 35_SR ONDE SH - Punti energizzazione (SCOPPIO)

E1	A	D1	D2	D3	C	D4	D5	D6	B	E2
ESTERNO SX	ESTREMO SX	INTERMEDIO SX	INTERMEDIO SX	INTERMEDIO SX	CENTRALE	INTERMEDIO DX	INTERMEDIO DX	INTERMEDIO DX	ESTREMO SX	ESTERNO DX
-22.5	-2.3	11.3	24.8	38.3	51.8	65.3	78.8	92.3	105.8	126
84.1	84.0	83.9	83.9	83.8	83.8	83.7	83.6	83.6	83.5	83.4
POSIZIONE DAL GEOFONO 1 [m]										
QUOTA [m]										

Tab. IV-3: Stesa sismica 35_SR ONDE SH- Tabella scoppi - primi arrivi

GEOFONO	DISTANZA [m]	SCOPPIO E1 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO A PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D1 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D2 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D3 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO C PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D4 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D5 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D6 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO B PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO E2 PRIMO ARRIVO [ms]
1	0	76	14	59	87	111	127	140	151	165	171	513
2	4.5	83	41	44	80	101	123	135	146	161	167	213
3	9	86	58	14	72	92	118	129	138	154	-1000	207
4	13.5	97	68	13	61	83	105	122	130	145	157	201
5	18	101	77	-1000	48	78	98	118	120	140	-1000	194
6	22.5	106	82	61	15	71	91	112	113	135	145	189
7	27	115	93	70	13	63	85	99	109	130	141	185
8	31.5	122	101	79	51	47	78	93	103	123	133	176
9	36	131	111	87	64	10	70	83	99	117	126	173
10	40.5	137	116	91	72	8	59	79	91	110	122	158
11	45	141	124	99	81	43	45	73	86	105	118	153
12	49.5	146	129	107	88	60	16	67	81	99	112	149
13	54	150	132	111	93	68	16	60	77	93	107	145
14	58.5	155	137	117	94	73	49	49	72	90	104	138
15	63	159	144	118	98	78	63	15	66	86	99	132
16	67.5	159	149	120	103	82	66	14	62	84	101	130
17	72	161	149	124	105	86	70	45	48	76	91	127
18	76.5	165	149	128	109	91	74	58	17	72	89	124
19	81	170	151	134	111	97	79	66	14	65	83	120
20	85.5	174	156	138	118	103	88	72	43	51	78	111
21	90	184	159	146	122	108	92	78	53	21	74	-1000
22	94.5	189	161	151	127	113	97	82	65	22	64	99
23	99	188	166	154	133	119	101	87	73	53	52	92
24	103.5	193	171	157	140	126	107	97	80	70	16	88

Tab. IV-4: Stesa sismica 35_SR ONDE SH – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità

GEOFONI STAZIONE	DISTANZA [m]	QUOTA PROFILO TOPOGRAFICO [m]	VELOCITA' STRATO 1 [m/s]	QUOTA STRATO 1 [m]	VELOCITA' STRATO 2 [m/s]	QUOTA STRATO 2 [m]	VELOCITA' STRATO 3 [m/s]
1	0	83.99	197	81.03	462	72.94	851
1.5	2.25	83.98	197	81.00	461	72.82	863
2	4.5	83.97	197	80.97	461	72.71	875
2.5	6.75	83.96	197	80.94	461	72.61	887
3	9	83.95	197	80.90	461	72.52	898
3.5	11.25	83.94	197	80.85	459	72.44	908
4	13.5	83.93	197	80.80	458	72.39	918
4.5	15.75	83.92	197	80.76	458	72.37	928
5	18	83.91	197	80.71	460	72.39	937
5.5	20.25	83.90	197	80.67	463	72.44	946
6	22.5	83.89	197	80.62	466	72.53	953
6.5	24.75	83.88	197	80.58	468	72.66	956
7	27	83.87	197	80.55	469	72.82	955
7.5	29.25	83.86	197	80.52	470	73.02	952
8	31.5	83.85	197	80.51	473	73.26	945
8.5	33.75	83.84	197	80.49	475	73.53	933
9	36	83.82	197	80.48	476	73.83	919
9.5	38.25	83.81	197	80.47	474	74.15	904
10	40.5	83.80	197	80.47	472	74.50	887
10.5	42.75	83.79	197	80.46	471	74.87	869
11	45	83.78	197	80.47	473	75.26	849
11.5	47.25	83.77	197	80.47	476	75.66	829
12	49.5	83.76	197	80.47	479	76.06	809
12.5	51.75	83.75	197	80.46	481	76.46	788
13	54	83.74	197	80.45	483	76.83	768
13.5	56.25	83.73	197	80.45	483	77.18	748
14	58.5	83.72	197	80.44	484	77.48	732
14.5	60.75	83.71	197	80.43	485	77.75	718
15	63	83.70	197	80.42	486	77.97	706
15.5	65.25	83.69	197	80.41	485	78.14	694
16	67.5	83.68	197	80.39	483	78.28	683
16.5	69.75	83.67	197	80.36	479	78.38	675
17	72	83.65	197	80.33	478	78.45	672
17.5	74.25	83.64	197	80.31	477	78.47	673
18	76.5	83.63	197	80.28	478	78.45	677
18.5	78.75	83.62	197	80.26	478	78.39	684
19	81	83.61	197	80.23	478	78.29	694
19.5	83.25	83.60	197	80.20	479	78.16	702
20	85.5	83.59	197	80.18	482	78.00	712
20.5	87.75	83.58	194	80.16	484	77.81	722
21	90	83.57	190	80.14	486	77.60	732
21.5	92.25	83.56	186	80.12	487	77.37	743
22	94.5	83.55	182	80.11	489	77.13	754
22.5	96.75	83.54	178	80.10	489	76.89	766
23	99	83.53	174	80.09	489	76.66	779
23.5	101.25	83.52	171	80.08	489	76.44	791
24	103.5	83.51	167	80.07	489	76.24	803

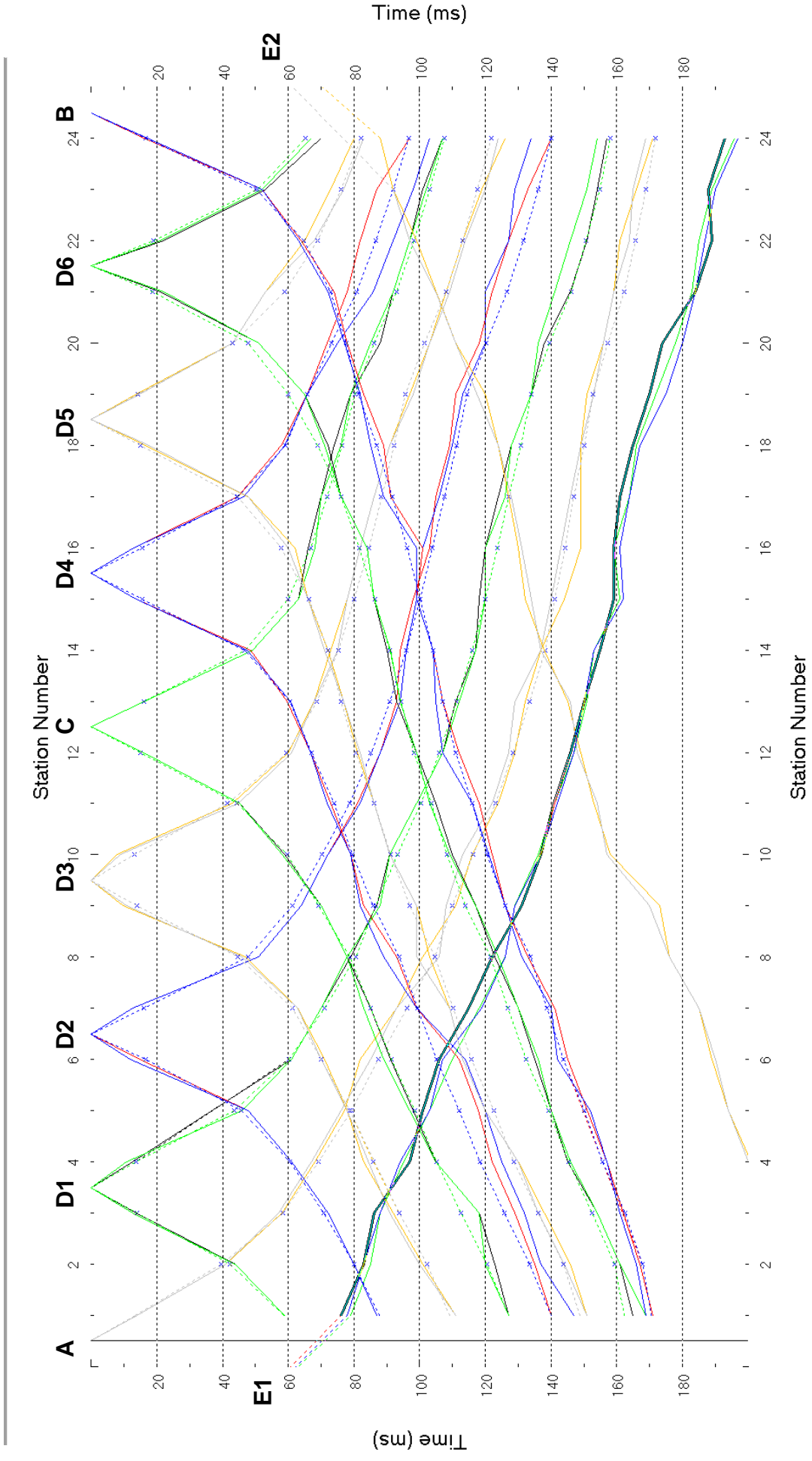


Fig. IV-2: Stesa sismica 35_SR ONDE SH – Dromocrone - Scala 1:500

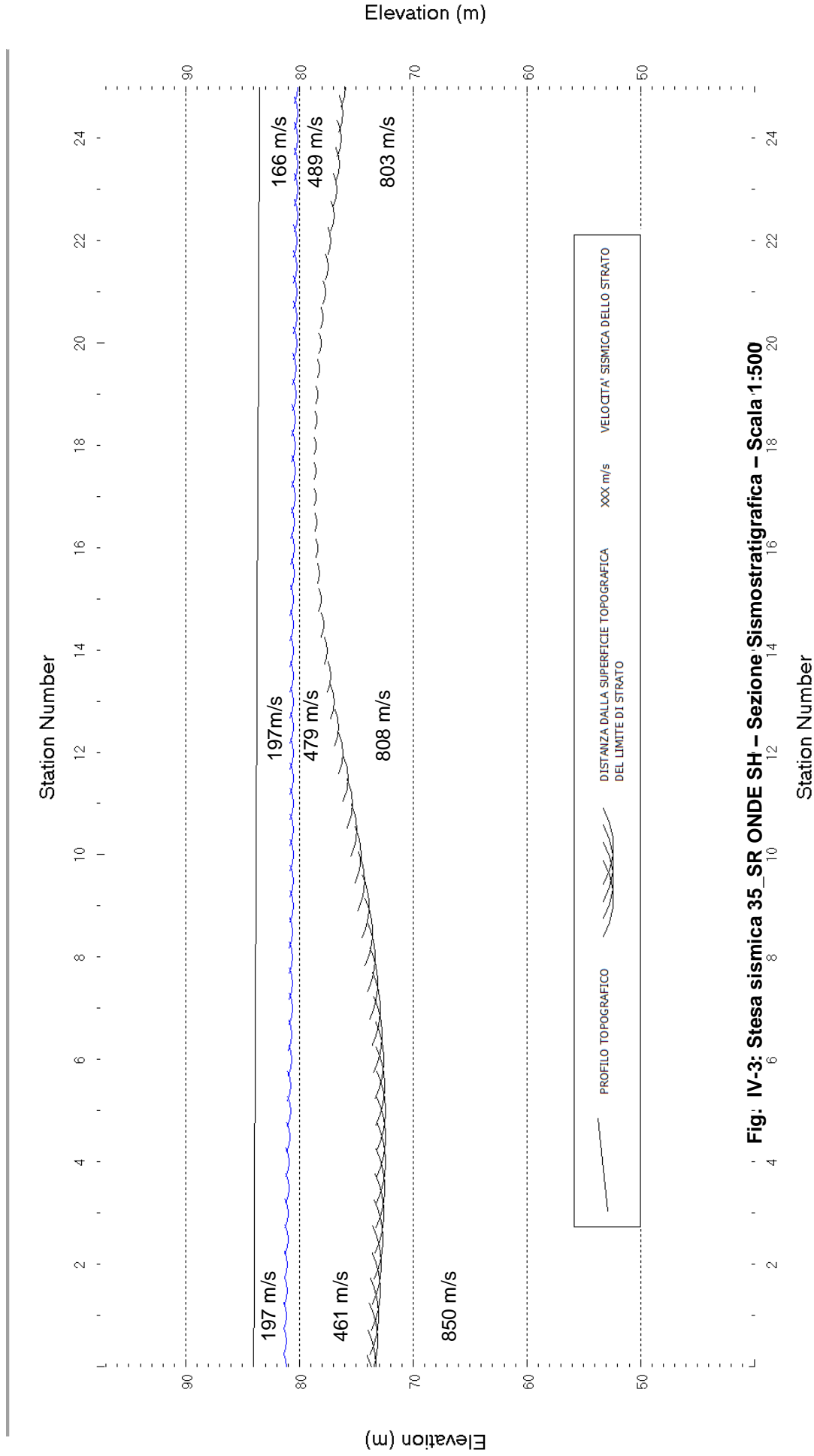


Fig: IV-3: Stesa sismica 35_SR ONDE SH – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:500

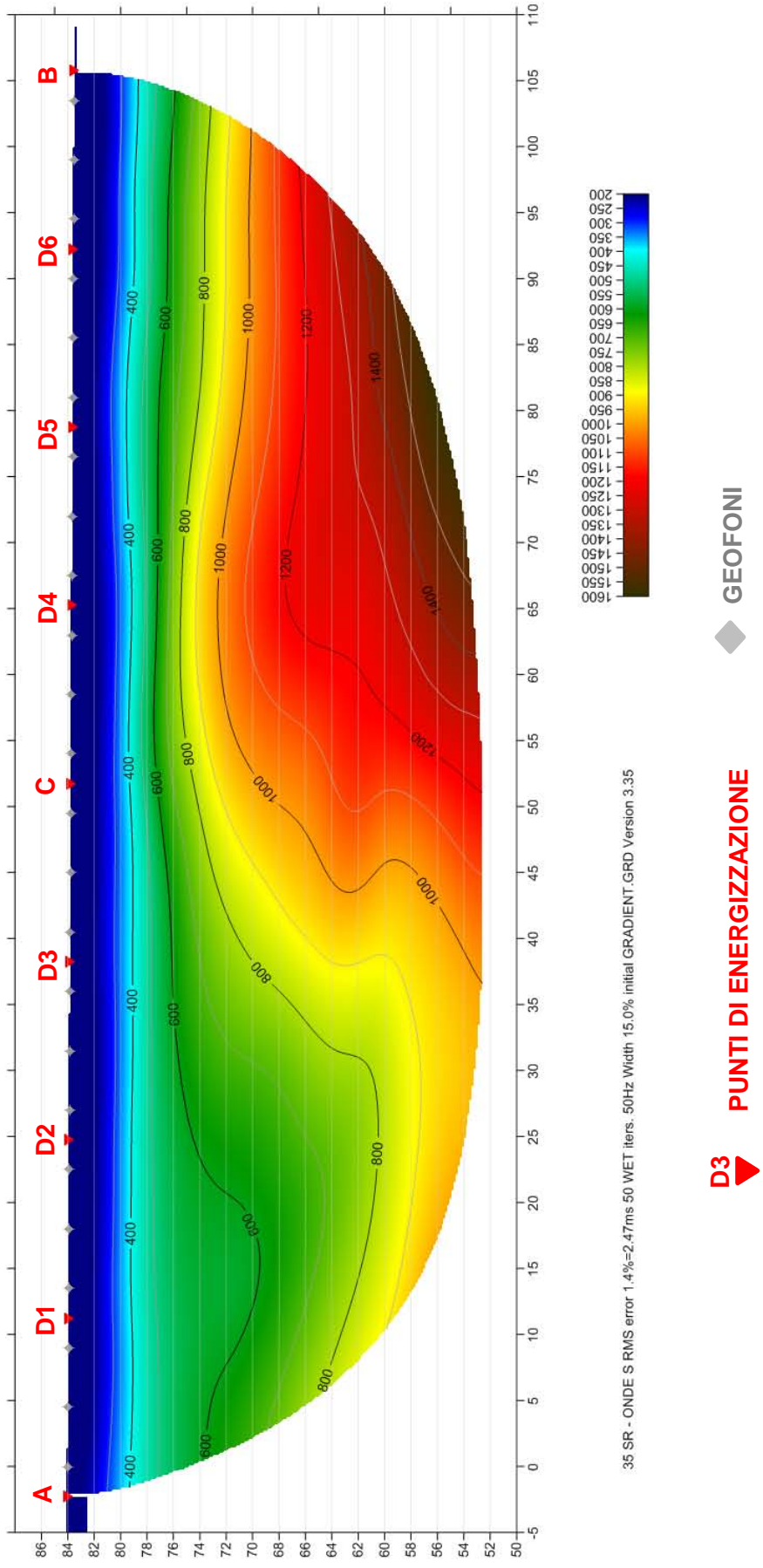


Fig. IV-4: Stesa sismica 35_SR ONDE SH – Tomografia sismica - Scala 1:500

**XXXVI. ALLEGATO GRAFICO: 103_MASW ANALISI MASW ZVF+THF CONGIUNTE
- SISMOGRAMMA – SPETTRO E CURVA DISPERSIONE – RISULTATI
MODELLO - STRATIGRAFIA – PROFILO V_s**

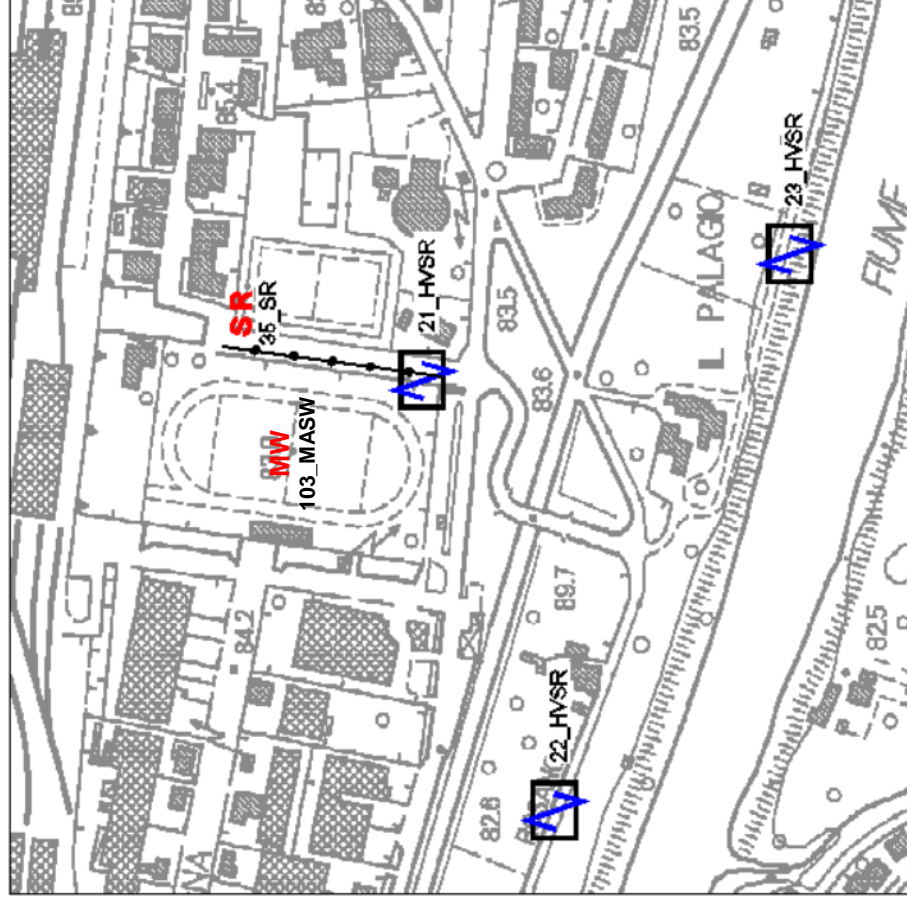


Fig. XXXVI-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000

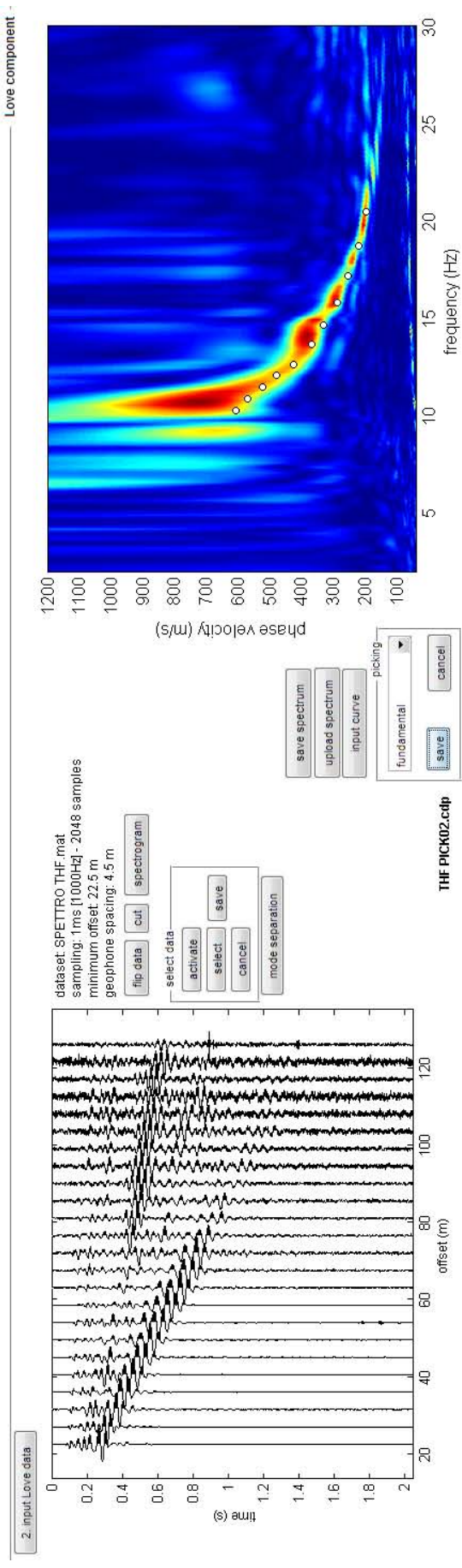
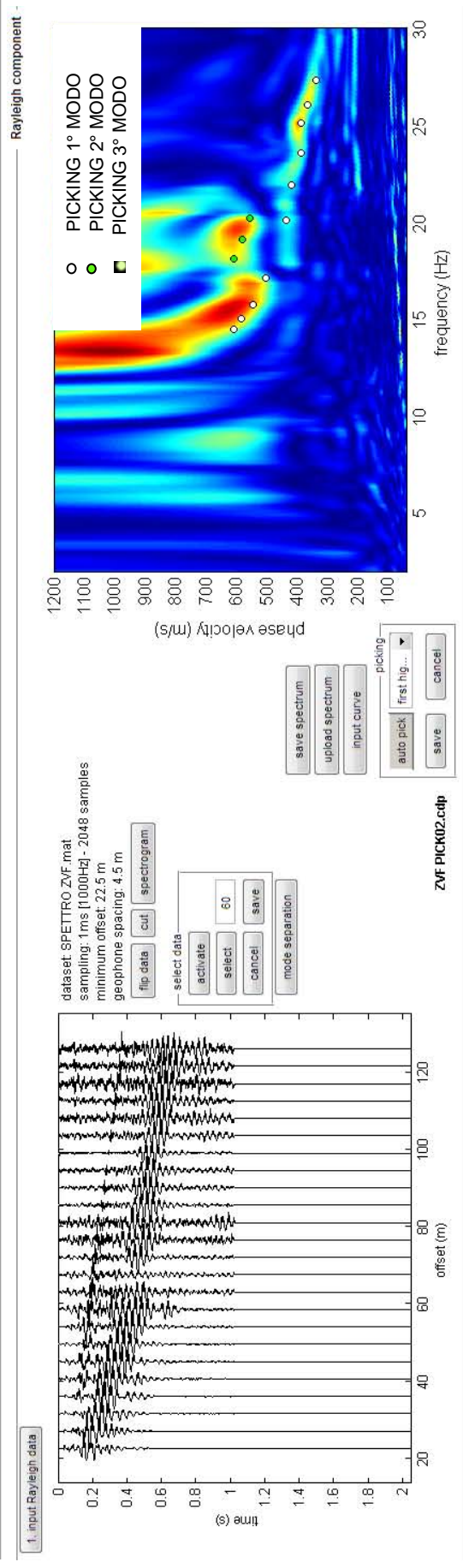


Fig. XXXVI-2: 103 – Analisi MASW ZVF+THF – Sismogrammi (sinistra) - Spettri di velocità con picking

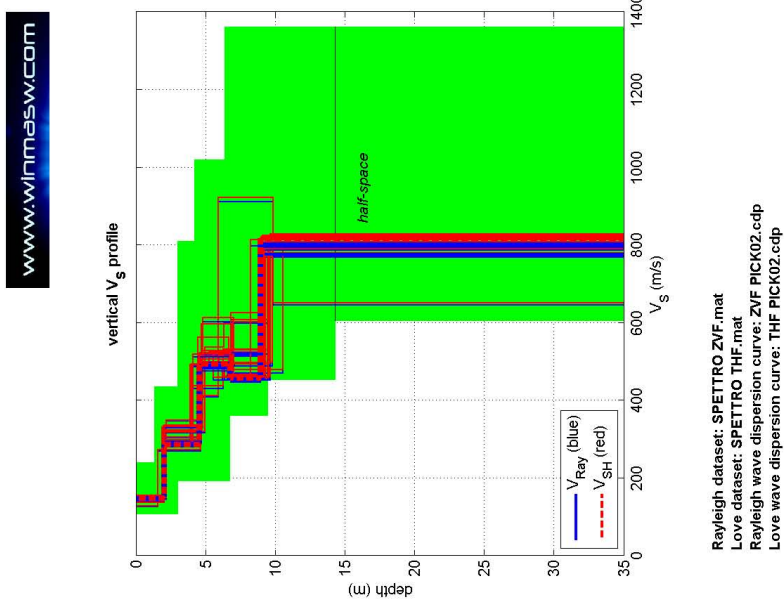
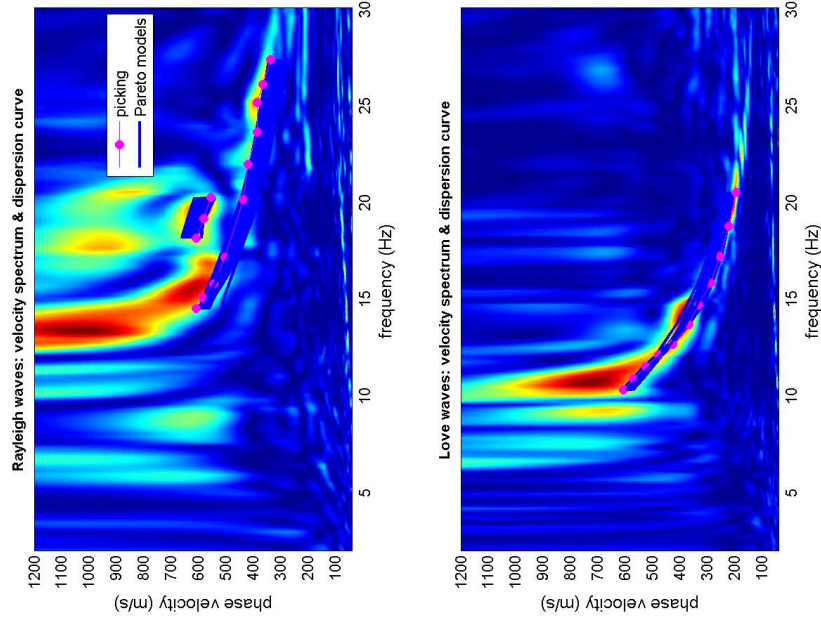


Fig. XXXVI-3: 103 – Analisi MASW ZVF+THF – Risultati del Best Model

PROF. (m)	SPESSORE (m)	Vsv (m/s)	Vsh (m/s)	Vp (m/s)	ρ (kg/mc)	v
1.99	1.99	147	148	433	1850	0.43
4.59	2.6	319	321	877	2020	0.42
6.67	2.08	509	514	1265	2110	0.40
9.25	2.58	493	501	1229	2100	0.40
-	-	788	806	1699	2180	0.36
	Vs30	523	531			

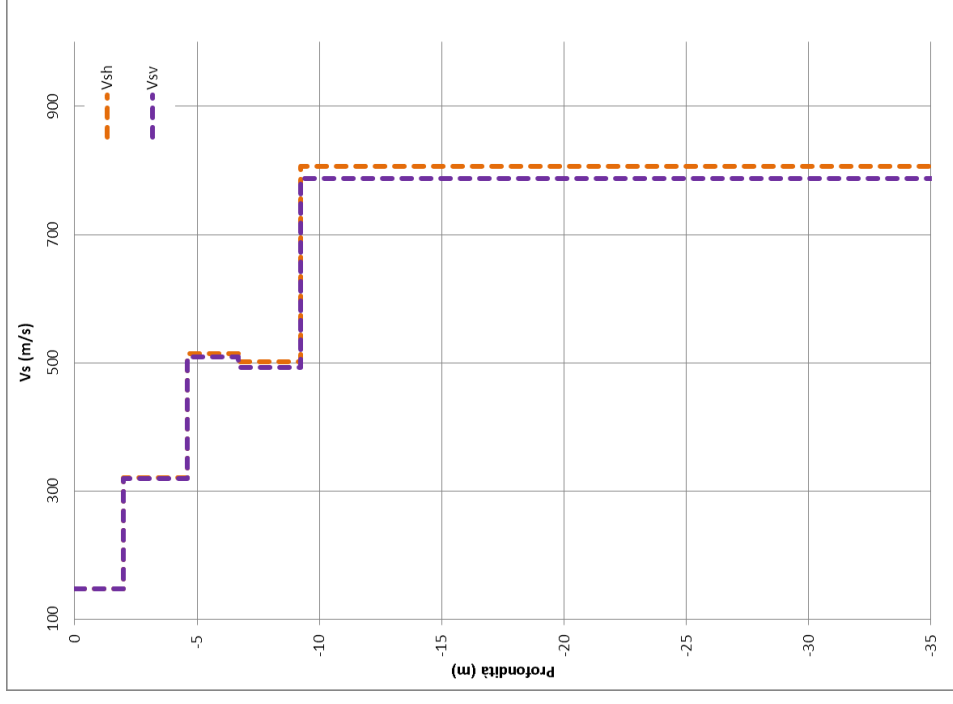


Fig. XXXVI-4: 103 Analisi MASW ZVF+THF - Profili di velocità (Mean Model)



Regione Toscana



Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n. 77

MICROZONAZIONE SISMICA

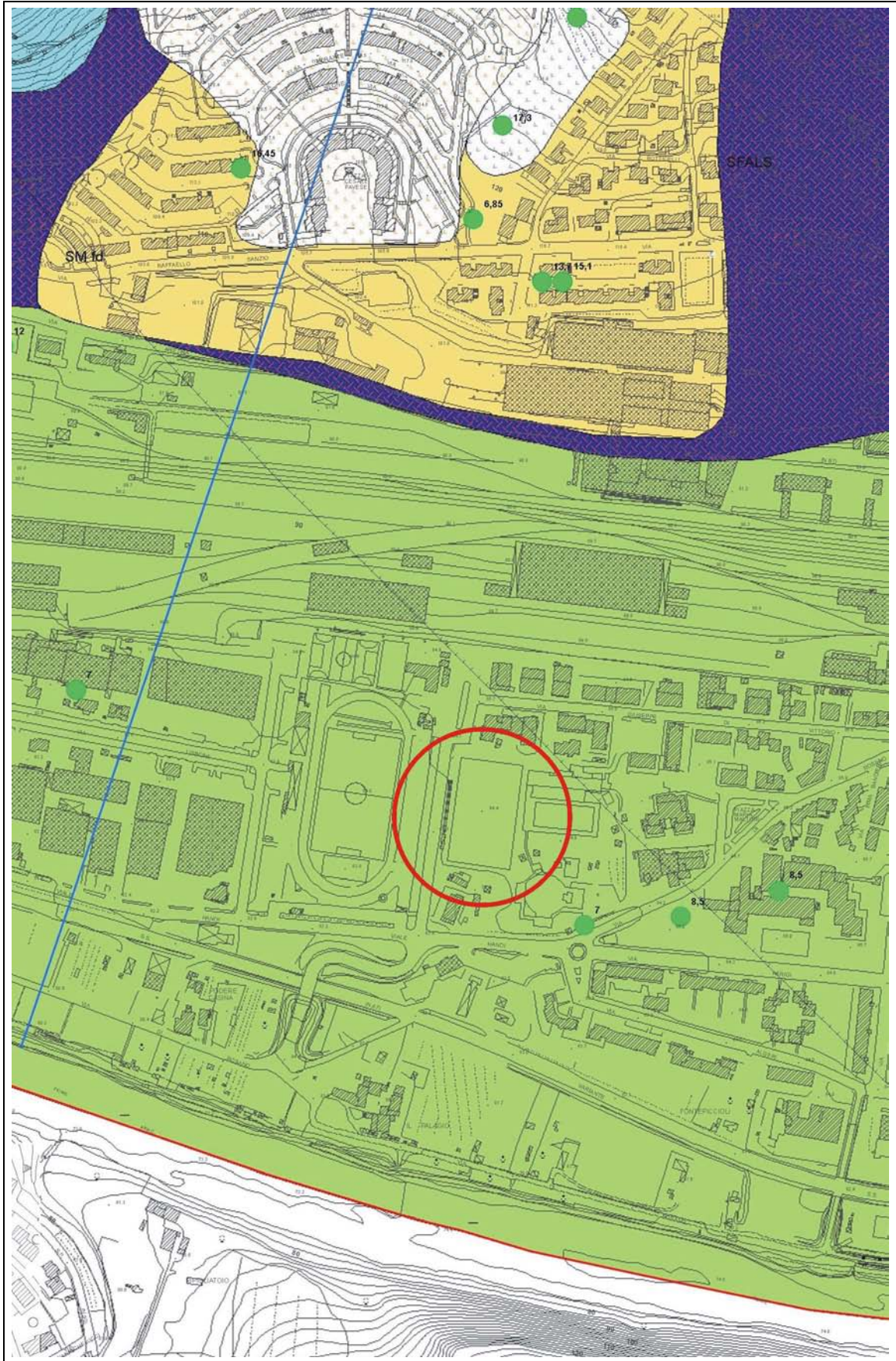
Carta geologico-technica

Tavola G.02 Pontassieve
scala 1: 5.000

Regione Toscana
Comune di Pontassieve (FI)



Regione Regione Toscana – Settore Sismica	Soggetto realizzatore: Comune di Pontassieve/Servizio Assetto del Territorio/RUP Dott. Fabio Carli Professionisti incaricati: Dott. Geol. Eros Aiello Dott. Geol. Gabriele Grandini Via Andrea del Castagno, 8 - 50132 Firenze tel.055/571393, 055/675954; fax.055/5522329 info@geoeccoprogetti.com	Data dicembre 2017
---	--	------------------------------





Regione Toscana



Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n. 77

MICROZONAZIONE SISMICA

Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica

Tavola G.04 Pontassieve
scala 1: 5.000






Regione Toscana
Comune di Pontassieve (FI)




Regione Regione Toscana – Settore Sismica	Soggetto realizzatore: Comune di Pontassieve/Servizio Assetto del Territorio/RUP Dott. Fabio Carli Professionisti incaricati: Dott. Geol. Eros Aiello Dott. Geol. Gabriele Grandini Via Andrea del Castagno, 8 - 50132 Firenze tel.055/571383, 055/575964, fax.055/5522329 info@geocoprogetti.com	Data dicembre 2017
---	--	------------------------------

Legenda

Forme di superficie e sepolte

-  Orlo di scarpata morfologica di altezza (10-20 m).
-  Orlo di scarpata morfologica di altezza sopra 20 m.
-  Orlo di terrazzo fluviale (10-20 m)
-  Orlo di terrazzo fluviale di altezza sopra 20 m.
-  Cresta

Faglie attive e capaci

-  Faglia attiva e capace diretta certa

Punti di rumore

-  Punti di misura di rumore ambientale (con indicazione del valore di f°)

-  Zone approfondimento

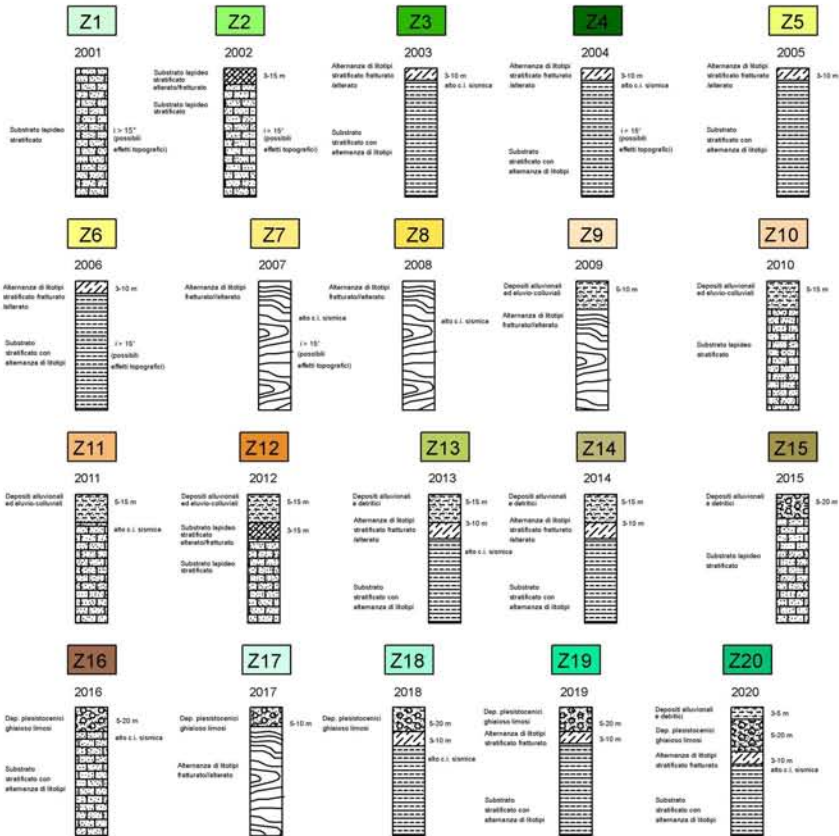




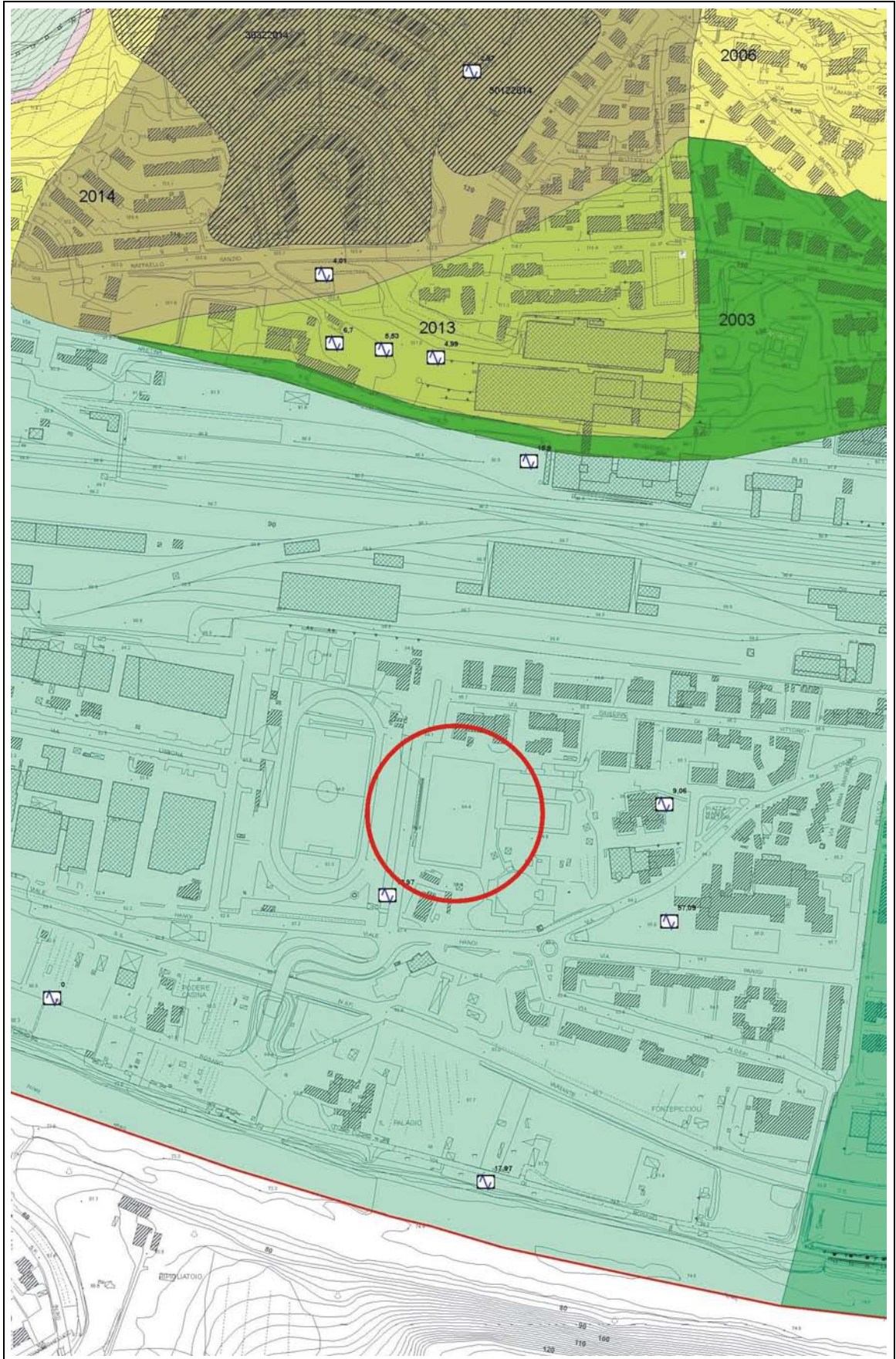
ZONE STABILI



ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI



ZONE DI INSTABILITA'	
Zone di instabilità di versante	
Zona di attenzione per Faglie Attive e Capaci	
Zona di attenzione per sovrapposizione di Instabilità Differenti	
Zona di attenzione per Cedimenti Differenziali	
Zona di attenzione per Liquefazione	





Regione Toscana



Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n. 77

MICROZONAZIONE SISMICA

Sezioni geologico-tecniche con indicazioni MOPS

Tavola G.13

scala 1: 2.000

Regione Toscana
Comune di Pontassieve (FI)





<p>Regione Regione Toscana – Settore Sismica</p>	<p>Soggetto realizzatore: Comune di Pontassieve/Servizio Assetto del Territorio/RUP Dott. Fabio Carli</p> <p>Professionisti Incaricati: Dott. Geol. Eros Aiello Dott. Geol. Gabriele Grandini</p> <p>GEOCO PROGETTI Via Andrea del Castagno, 8 - 50132 Firenze tel.055/571393, 055/578954; fax.055/5822329 ES info@geocoprogetti.com</p>	<p>Data dicembre 2017</p>
---	--	--------------------------------------

LEGENDA SEZIONI GEOLOGICO-TECNICHE


Depositi correlati a instabilità di versante


 **Fa** Corpo di frana attiva

 **Fq** Corpo di frana quiescente

 **Fs** Corpo di frana inattiva

Terreni di copertura


 **GMes** - Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di ambiente di argine/barra/canale

 **SMes, fd, ec, cd** - Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente di argine/barra/canale, falda detritica, eluvio-colluviale e di conoide

Substrato geologico

 **LPS** - Lapideo, stratificato

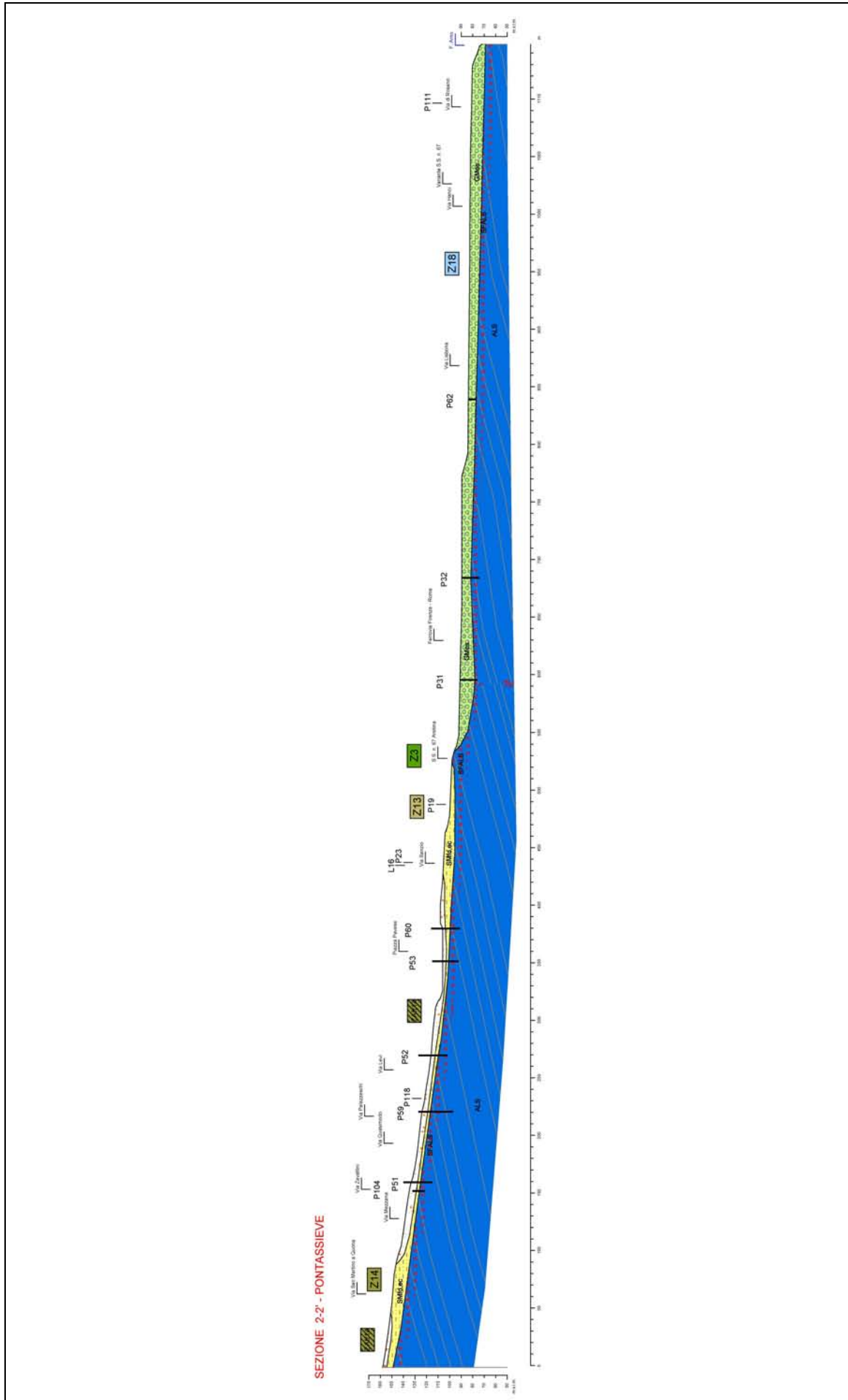
 **ALS** - Alternanza di litotipi, stratificato

 **SFLPS** - Lapideo, stratificato fratturato / alterato

 **SFALS** - Alternanza di litotipi, stratificato fratturato / alterato

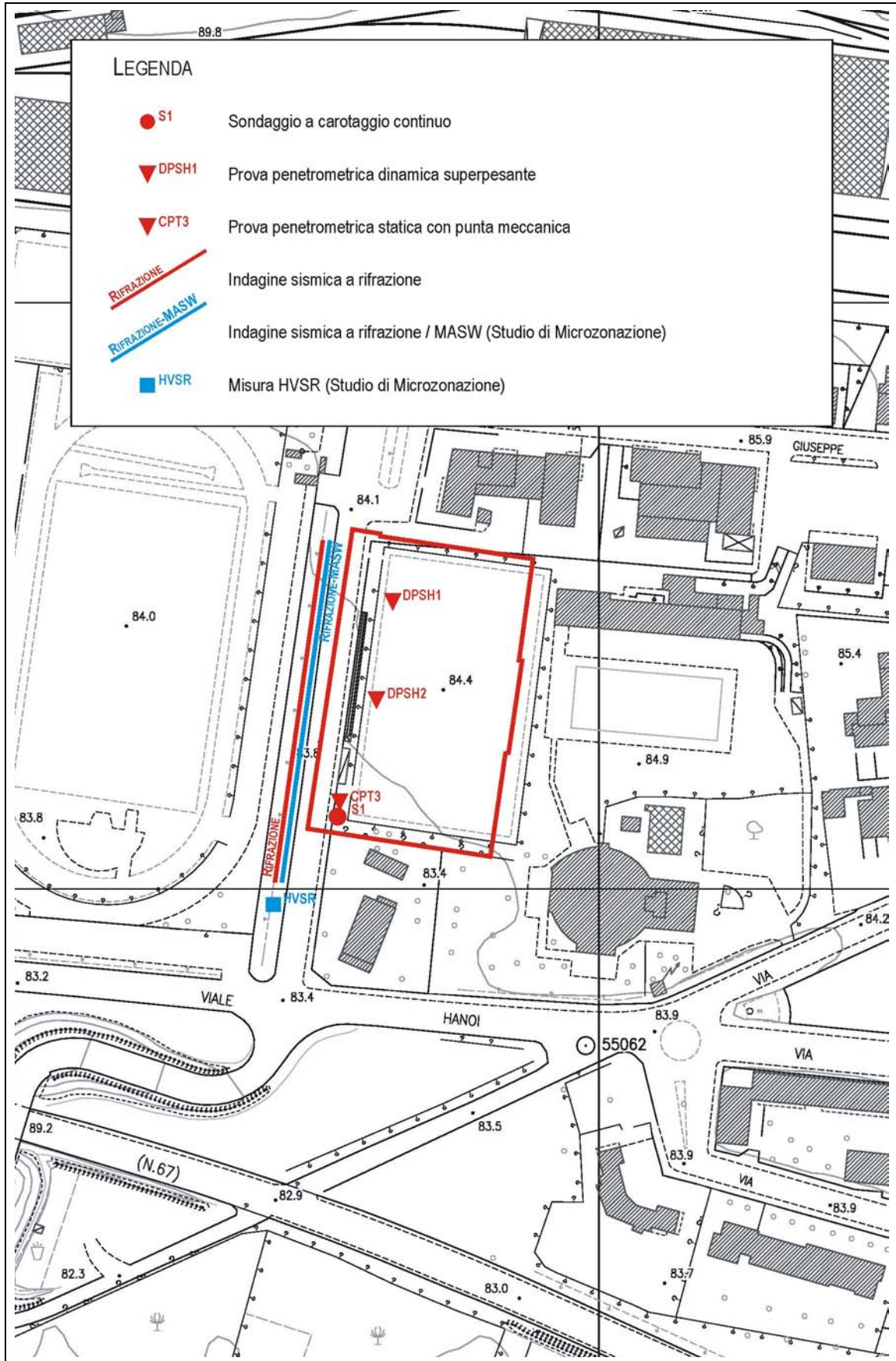
Altre notazioni

P128
 Punto di controllo lito-stratigrafico



ALLEGATO 4

INDAGINI GEOGNOSTICHE



Ubicazione delle indagini geognostiche eseguite per l'area sportiva oggetto di Variante su estratto del Foglio 19L54, in scala 1:2.000, della Carta Tecnica Regionale.

COMMITTENTE:				CAMPIONI				SONDAGGIO: 1					
Ghea Engineering & Consulting Srl				Pareti sottili Osterberg Carotiere semplice Carotiere doppio S.P.T. Coclea				Pagina: 1					
CANTIERE:				Quota: Piano campagna				Data: 13/02/2019					
Pontassieve (Fi), Via Giuseppe Di Vittorio				Responsabile: dr. Giuliano Moretti				Operatore: sig. Giampaolo Sereni					
INDAGINE:				Falda: -5,00 m				Scala: 1:50					
Realizzazione nuovo campo sussidiario													
Foto:		COORDINATE		PIEZOMETRI		S.P.T.							
Si		X = 0,00 m Y = 0,00 m Z = 0,00 m		ATA Tubo aperto CSG Casagrande		colpi quota							
profondità	stratigrafia	campioni		Pocket	Torvane	S.P.T.		DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	H	Manovre % Recup.	Rivest.	Falda	Piezo. ATA
S01-0201-012		tipo	n°	quota	Kg/cm²	Kg/cm²	colpi						
0	0,00								Suolo limoso sabbioso marrone	0,60			
1	0,60				3,00				Limi argillosi marroni compatti				
			1	1,50 0,30	3,50								
2					3,50		6 7 9	2,00					
					3,00								
	2,50								Sabbie limose e limi sabbiosi marroni da poco a mediamente compatti	1,90			
3	3,50		2	3,50 0,30					Sabbie medio fini debolmente limose marroni	1,00			
4	4,00								Limi argillosi con trovanti marrone chiaro mediamente compatti	0,50			
	4,40				3,50					0,40			
5									Ghiaie e sabbie grigie marroni chiare da sciolte a mediamente addensate				
							16 20 22	5,50					
6	6,80												
7										2,40			
8									Argilliti alterate e fratturate grigio azzurre				
9													
10	10,00									3,20			

note:

Carotaggio: Sondaggio a carotaggio continuo
Sonda tipo: Beretta T41



Sondaggio S1 0.0 - 5.0 metri



Sondaggio S1 5.0 - 10.0 metri



Autorizzazione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Settore A – Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 – ART. 59 DPR 380/2001 – Circolare 7618/STC 2010

LABOTER snc di Paolo Tognelli e C. Lab. Geotecnico - C.S.LL.PP. Decr. 2436/13

Committente :	GHEA ENGINEERING & CONSULTING s.r.l.
Cantiere :	Pontassieve (FI)
Verbale Accettazione n° :	87 del 19/02/2019
Data Certificazione :	27/03/2019
Campioni n°:	2
Certificati da n° a n° :	01359 a 01367





LABOTER snc

Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

Riferimento		Caratteristiche fisiche										Granulometria			Compr.		Taglio diretto	
Sond. n°	Camp. n°	Profondità m	W %	γ kN/m ³	γ_{sec} kN/m ³	γ_{sat} kN/m ³	Indice vuoti	Poros. %	Sat. %	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	σ kPa	ϕ °	c kPa		
1	1	1.5-1.8	21,0	20,2	16,7	20,3	0,58	36,8	97,2	0,1	9,4	43,6	46,9	256	24,7	17		
1	2	3.5-3.8	21,3	20,0	16,5	20,2	0,60	37,6	95,6	0,9	42,7	29,5	26,9		27,8	16		



COMMITTENTE: GHEA ENGINEERING & CONSULTING s.r.l.
RIFERIMENTO: Pontassieve (FI)
SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1.5-1.8

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	21,0	%
Peso di volume	20,2	kN/m ³
Peso di volume secco	16,7	kN/m ³
Peso di volume saturo	20,3	kN/m ³
Peso specifico	26,5	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,583	
Porosità	36,8	%
Grado di saturazione	97,2	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		%
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	0,1	%
Sabbia	9,4	%
Limo	43,6	%
Argilla	46,9	%
D 10	0,000279	mm
D 50	0,006787	mm
D 60	0,014172	mm
D 90	0,073115	mm
Passante set. 10	99,4	%
Passante set. 42	98,2	%
Passante set. 200	90,5	%

COMPRESSIONE

σ	256	kPa
c_u	128	kPa
σ_{Rim}		kPa
$c_{u Rim}$		kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta		
c'	16,8	kPa
ϕ'	24,7	°
c'_{Res}		kPa
ϕ'_{Res}		°

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec

FOTOGRAFIA



OSSERVAZIONI

Tipo di campione: Cilindrico Qualità del campione: Q 5

Posizione delle prove	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
CF GR CS TD	0				Argilla con limo debolmente sabbiosa con rare concrezioni calcaree e magnesiache MUNSELL SOIL COLOR: 10YR 5/3 Brown
	5				
	10	275			Classificazione del terreno in base alla resistenza al pocket penetrometer e vane test < 24.5 kPa molto molle 24.5 - 49.1 kPa molle 49.1 - 98.1 kPa plastico 98.1 - 196.2 kPa consistente 196.2 - 392.4 kPa molto consistente >392,4 kPa duro
	15				
	20	250			
	25			25	



LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01359	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 27/03/19	Inizio analisi: 01/03/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 87 del 19/02/19		Apertura campione: 01/03/19	Fine analisi: 02/03/19

COMMITTENTE: GHEA ENGINEERING & CONSULTING s.r.l.		
RIFERIMENTO: Pontassieve (FI)		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 1.5-1.8

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 21,0 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C



LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01360	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 27/03/19	Inizio analisi: 01/03/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 87 del 19/02/19		Apertura campione: 01/03/19	Fine analisi: 01/03/19

COMMITTENTE: GHEA ENGINEERING & CONSULTING s.r.l.		
RIFERIMENTO: Pontassieve (FI)		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 1.5-1.8

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 20,2 kN/m³



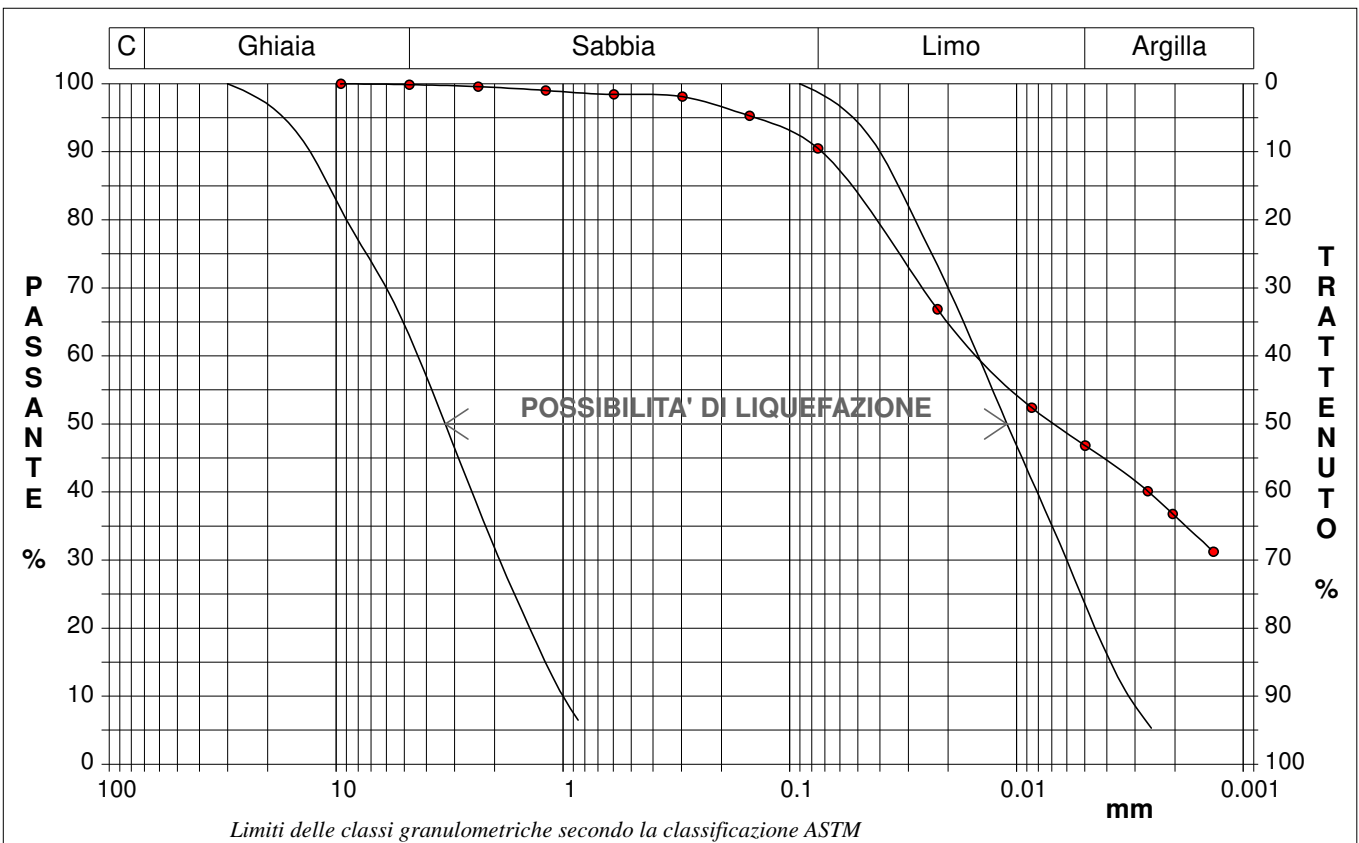
CERTIFICATO DI PROVA N°: 01361	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 27/03/19	Inizio analisi: 11/03/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 87 del 19/02/19		Apertura campione: 01/03/19	Fine analisi: 14/03/19

COMMITTENTE: GHEA ENGINEERING & CONSULTING s.r.l.			
RIFERIMENTO: Pontassieve (FI)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1.5-1.8

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422-63

Ghiaia	0,1 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99,4 %	D10	0,00028 mm
Sabbia	9,4 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	98,2 %	D30	---
Limo	43,6 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	90,5 %	D50	0,00679 mm
Argilla	46,9 %			D60	0,01417 mm
Coefficiente di uniformità		50,84	Coefficiente di curvatura		---
				D90	0,07312 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
9,5200	100,00	0,2970	98,09	0,0050	46,81				
4,7500	99,87	0,1500	95,28	0,0026	40,12				
2,3600	99,58	0,0750	90,50	0,0020	36,78				
1,1900	99,00	0,0223	66,85	0,0014	31,22				
0,5950	98,43	0,0086	52,38						



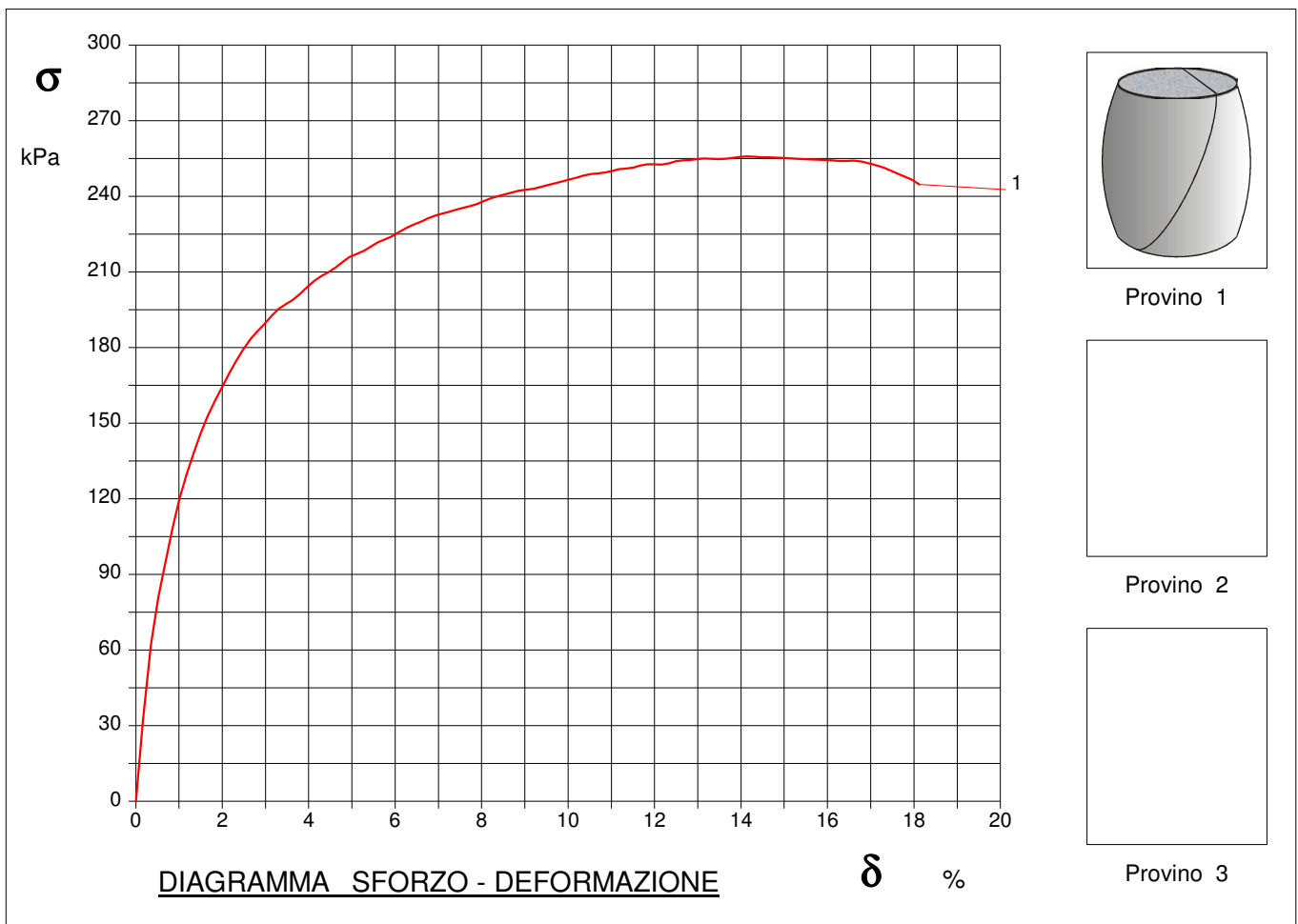
CERTIFICATO DI PROVA N°: 01362	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 27/03/19	Inizio analisi: 04/03/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 87 del 19/02/19		Apertura campione: 01/03/19	Fine analisi: 05/03/19

COMMITTENTE: GHEA ENGINEERING & CONSULTING s.r.l.			
RIFERIMENTO: Pontassieve (FI)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1.5-1.8

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166-06

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	----	----
Velocità di deformazione (mm/min):	1,000	----	----
Altezza (cm):	7,62	----	----
Sezione (cm²):	11,58	----	----
Peso di volume (kN/m³):	19,3	----	----
Umidità naturale (%):	22,7	----	----



Moduli di elasticità kPa	Tangente	Provino 1: 17703	Provino 2: ---	Provino 3: ---
	Secante	Provino 1: ---	Provino 2: ---	Provino 3: ---
	A rottura	Provino 1: ---	Provino 2: ---	Provino 3: ---



CERTIFICATO DI PROVA N°: 01362	Pagina 0/1	DATA DI EMISSIONE: 27/03/19	Inizio analisi: 04/03/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 87 del 19/02/19		Apertura campione: 01/03/19	Fine analisi: 05/03/19

COMMITTENTE: GHEA ENGINEERING & CONSULTING s.r.l.			
RIFERIMENTO: Pontassieve (FI)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1.5-1.8

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166-06

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione
%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa
0,35	62,0	12,82	254,4								
0,68	94,3	13,15	255,0								
1,01	119,7	13,47	254,8								
1,33	138,0	13,80	255,3								
1,66	152,8	14,13	255,8								
1,99	164,2	14,46	255,6								
2,32	174,6	14,79	255,3								
2,65	183,3	15,11	255,1								
2,97	189,3	15,44	254,8								
3,30	195,4	15,77	254,6								
3,63	198,9	16,10	254,3								
3,96	204,0	16,43	254,0								
4,29	208,3	16,62	254,1								
4,62	211,7	16,97	253,1								
4,94	215,9	17,30	251,4								
5,27	218,4	17,63	248,9								
5,60	221,7	17,96	246,5								
5,93	224,2	18,29	242,7								
6,26	227,5										
6,58	229,9										
6,91	232,3										
7,24	233,9										
7,57	235,4										
7,90	237,0										
8,22	239,3										
8,55	240,8										
8,88	242,3										
9,21	243,0										
9,54	244,5										
9,86	245,9										
10,19	247,4										
10,52	248,8										
10,85	249,4										
11,18	250,8										
11,50	251,4										
11,83	252,8										
12,16	252,6										
12,49	253,9										



CERTIFICATO DI PROVA N°: 01363	Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 27/03/19	Inizio analisi: 24/03/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 87 del 19/02/19		Apertura campione: 01/03/19	Fine analisi: 26/03/19

COMMITTENTE: GHEA ENGINEERING & CONSULTING s.r.l.			
RIFERIMENTO: Pontassieve (FI)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 1.5-1.8	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	54	115	144
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	1,30	2,71	2,50
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,04	0,31	0,23
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 24,4	--- 23,7	--- 21,6
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	20,3 25,9	20,1 26,5	20,3 24,7

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,007 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

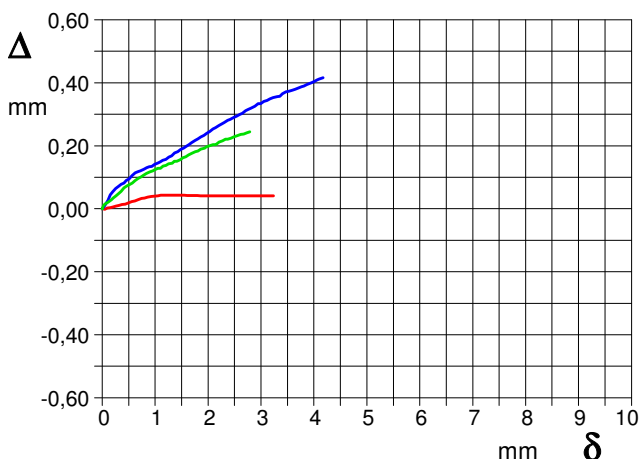
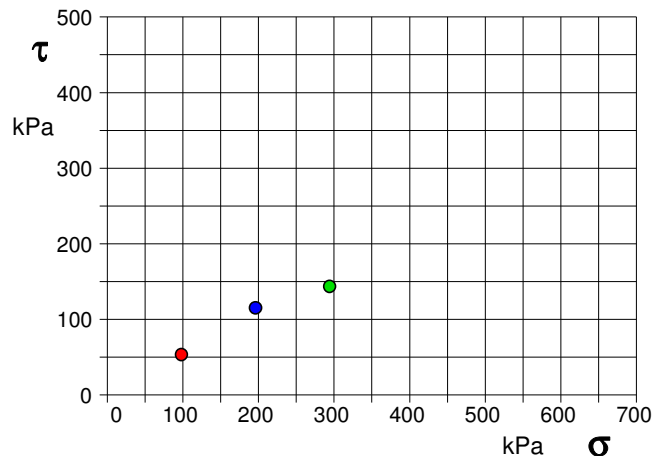


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

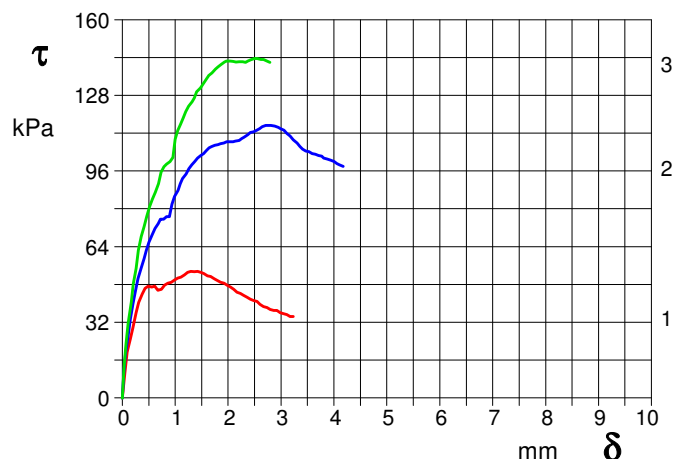


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.



CERTIFICATO DI PROVA N°: 01363	Pagina 2/4	DATA DI EMISSIONE: 27/03/19	Inizio analisi: 24/03/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 87 del 19/02/19		Apertura campione: 01/03/19	Fine analisi: 26/03/19

COMMITTENTE: GHEA ENGINEERING & CONSULTING s.r.l.			
RIFERIMENTO: Pontassieve (FI)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 1.5-1.8	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0,047	10,7	0,00	0,033	11,4	0,01	0,029	12,5	0,01
0,150	24,9	0,00	0,108	26,1	0,03	0,110	31,4	0,02
0,260	36,1	0,01	0,200	39,7	0,05	0,206	48,1	0,03
0,376	43,8	0,01	0,299	50,6	0,07	0,302	62,5	0,05
0,493	47,2	0,02	0,412	58,9	0,08	0,413	72,5	0,07
0,614	47,2	0,02	0,506	65,8	0,10	0,514	80,8	0,08
0,740	46,0	0,03	0,620	71,7	0,11	0,622	86,9	0,09
0,860	48,5	0,04	0,721	75,6	0,12	0,733	95,6	0,10
0,987	49,8	0,04	0,839	76,7	0,13	0,837	98,9	0,11
1,109	51,1	0,04	0,940	81,9	0,13	0,955	101,7	0,12
1,236	53,1	0,04	1,055	87,8	0,15	1,050	113,1	0,13
1,361	53,4	0,04	1,142	92,8	0,15	1,152	118,3	0,14
1,482	53,1	0,04	1,259	96,9	0,16	1,251	123,3	0,14
1,609	51,7	0,04	1,368	100,0	0,18	1,361	126,9	0,15
1,736	50,4	0,04	1,485	102,5	0,19	1,476	131,1	0,16
1,858	49,0	0,04	1,592	104,7	0,20	1,577	134,4	0,17
1,980	47,7	0,04	1,688	106,4	0,21	1,696	137,5	0,18
2,106	46,0	0,04	1,809	107,2	0,22	1,808	140,0	0,18
2,232	44,2	0,04	1,921	107,8	0,23	1,933	142,0	0,19
2,358	42,5	0,04	2,034	108,3	0,25	2,039	142,5	0,20
2,484	41,2	0,04	2,139	108,6	0,26	2,146	142,1	0,20
2,605	39,5	0,04	2,259	109,7	0,27	2,274	142,2	0,22
2,734	38,2	0,04	2,371	111,4	0,28	2,371	142,5	0,22
2,859	36,9	0,04	2,485	112,5	0,29	2,498	143,6	0,23
2,980	36,1	0,04	2,595	113,9	0,30	2,619	143,2	0,24
3,110	35,2	0,04	2,710	115,3	0,31	2,733	142,5	0,24
3,233	34,4	0,04	2,810	115,3	0,32			
			2,946	114,4	0,33			
			3,056	113,3	0,34			
			3,169	110,8	0,35			
			3,305	107,8	0,36			
			3,403	105,3	0,37			
			3,529	104,2	0,37			
			3,648	103,1	0,38			
			3,768	102,2	0,39			
			3,873	101,1	0,39			
			4,005	100,0	0,40			
			4,100	98,6	0,41			



CERTIFICATO DI PROVA N°: 01363	Pagina 3/4	DATA DI EMISSIONE: 27/03/19	Inizio analisi: 24/03/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 87 del 19/02/19		Apertura campione: 01/03/19	Fine analisi: 26/03/19

COMMITTENTE: GHEA ENGINEERING & CONSULTING s.r.l.			
RIFERIMENTO: Pontassieve (FI)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1.5-1.8

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	98
Altezza iniziale (cm)	1,970
Altezza finale (cm)	1,925
Sezione (cm ²):	36,24
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

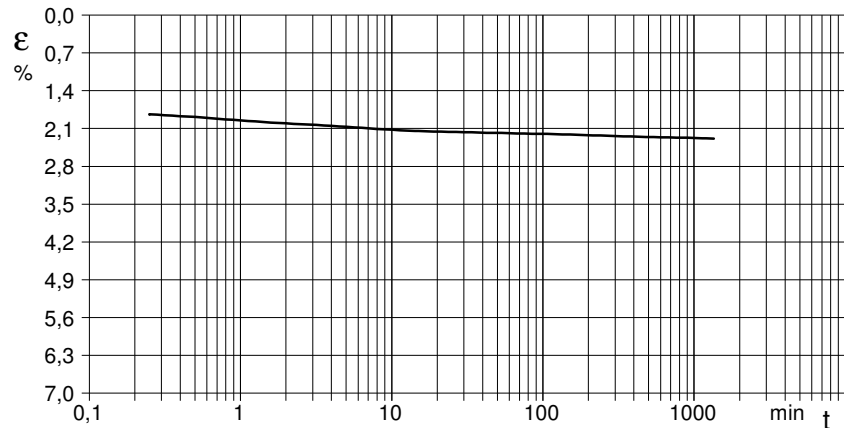


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	196
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,878
Sezione (cm ²):	36,00
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

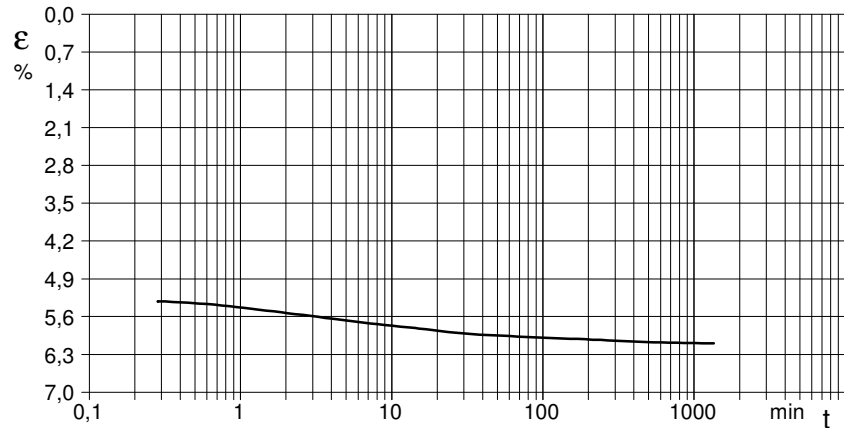
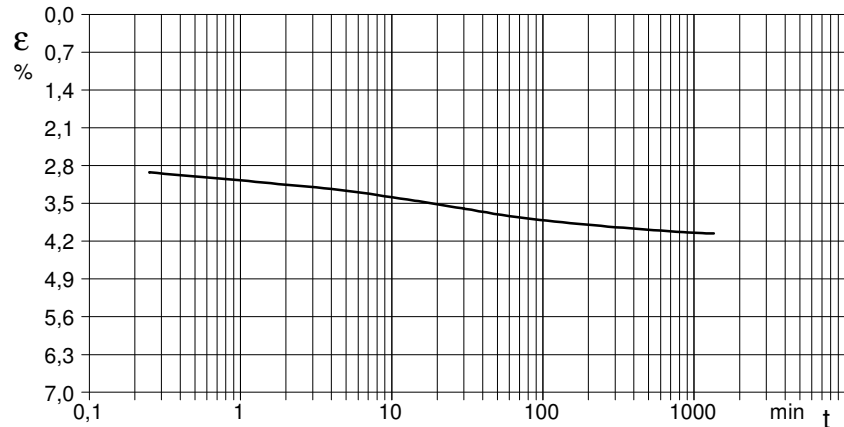


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	294
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,919
Sezione (cm ²):	36,00
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000



$V_s = \text{Velocità stimata di prova}$ $D_f = \text{Deformazione a rottura stimata}$ $t_f = 50 \times T_{50}$ $V_s = D_f / t_f$



LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA : 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01363	Pagina 4/4	DATA DI EMISSIONE: 27/03/19	Inizio analisi: 24/03/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 87 del 19/02/19		Apertura campione: 01/03/19	Fine analisi: 26/03/19

COMMITTENTE: GHEA ENGINEERING & CONSULTING s.r.l.			
RIFERIMENTO: Pontassieve (FI)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1.5-1.8

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Cedim. %	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Cedim. %	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Cedim. %
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,25	36,20	1,84	0,28	106,30	5,32	0,25	58,50	2,93
0,50	37,20	1,89	0,53	107,12	5,36	0,50	60,10	3,01
1,00	38,40	1,95	1,05	108,77	5,44	1,00	61,50	3,08
2,00	39,50	2,01	2,05	110,68	5,53	2,00	63,10	3,16
4,00	40,40	2,05	4,05	112,79	5,64	4,00	64,70	3,24
8,00	41,50	2,11	8,05	114,80	5,74	8,00	66,92	3,35
15,00	42,30	2,15	15,05	116,39	5,82	15,00	69,23	3,46
30,00	42,70	2,17	30,05	118,24	5,91	30,00	71,96	3,60
60,00	43,10	2,19	60,05	119,20	5,96	60,00	74,71	3,74
120,00	43,41	2,20	120,05	119,99	6,00	120,00	76,73	3,84
240,00	43,94	2,23	240,05	120,63	6,03	240,00	78,36	3,92
480,00	44,45	2,26	480,05	121,42	6,07	480,00	79,70	3,99
900,00	44,77	2,27	900,05	121,74	6,09	900,00	80,80	4,04
1200,00	44,96	2,28	1200,05	121,90	6,10	1200,00	81,10	4,06
1427,62	45,10	2,29	1440,05	121,90	6,10	1440,00	81,20	4,06

COMMITTENTE: GHEA ENGINEERING & CONSULTING s.r.l.			
RIFERIMENTO: Pontassieve (FI)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1.5-1.8

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	54	115	144
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	1,30	2,71	2,50
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,04	0,31	0,23
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 24,4	--- 23,7	--- 21,6
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	20,3 25,9	20,1 26,5	20,3 24,7

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Coesione:	16,8 kPa
Angolo di attrito interno:	24,7 °

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,007 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

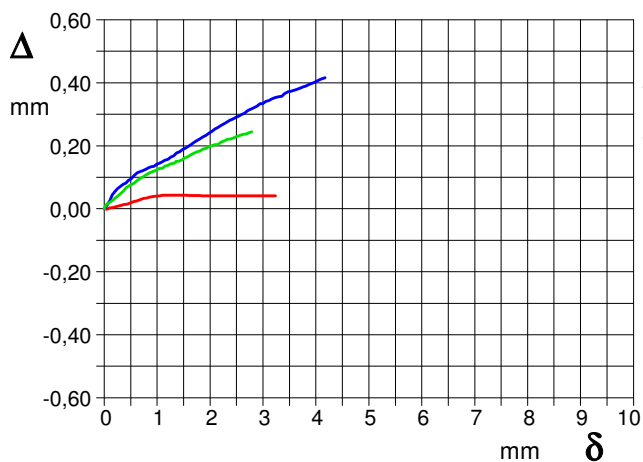
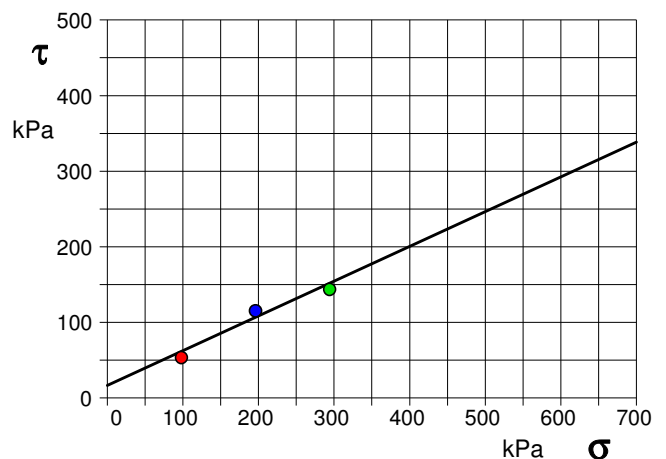


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

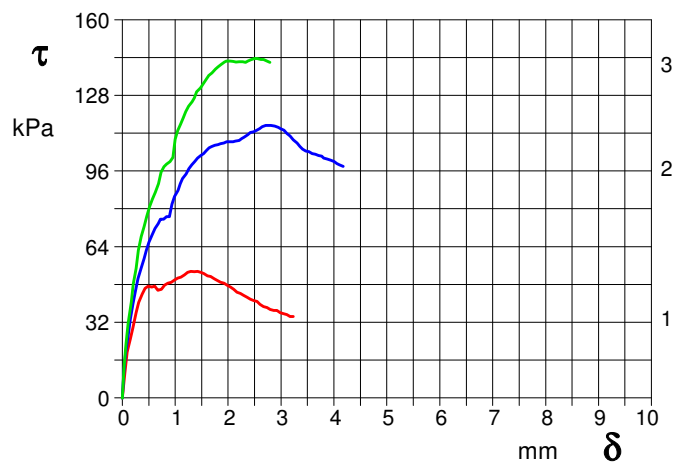


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.



COMMITTENTE: GHEA ENGINEERING & CONSULTING s.r.l.		
RIFERIMENTO: Pontassieve (FI)		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 3.5-3.8

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	21,3	%
Peso di volume	20,0	kN/m ³
Peso di volume secco	16,5	kN/m ³
Peso di volume saturo	20,2	kN/m ³
Peso specifico	26,5	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,602	
Porosità	37,6	%
Grado di saturazione	95,6	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		%
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	0,9	%
Sabbia	42,7	%
Limo	29,5	%
Argilla	26,9	%
D 10		mm
D 50	0,049415	mm
D 60	0,091937	mm
D 90	0,285842	mm
Passante set. 10	98,1	%
Passante set. 42	93,4	%
Passante set. 200	56,4	%

COMPRESSIONE

σ		kPa
c_u		kPa
σ_{Rim}		kPa
$C_u Rim$		kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta		
c'	15,9	kPa
ϕ'	27,8	°
C'_{Res}		kPa
ϕ'_{Res}		°

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec

FOTOGRAFIA



OSSERVAZIONI

Tipi di campione: Cilindrico Qualità del campione: Q 5

Posizione delle prove	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
CF GR TD	0				Sabbia con limo e argilla con concrezioni magnesiache MUNSELL SOIL COLOR: 5Y 5/4 Olive
	10	50			Classificazione del terreno in base alla resistenza al pocket penetrometer e vane test < 24.5 kPa molto molle 24.5 - 49.1 kPa molle 49.1 - 98.1 kPa plastico 98.1 - 196.2 kPa consistente 196.2 - 392.4 kPa molto consistente >392,4 kPa duro
	20				
	30	50		32	



LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01364	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 27/03/19	Inizio analisi: 01/03/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 87 del 19/02/19		Apertura campione: 01/03/19	Fine analisi: 02/03/19

COMMITTENTE: GHEA ENGINEERING & CONSULTING s.r.l.		
RIFERIMENTO: Pontassieve (FI)		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 3.5-3.8

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

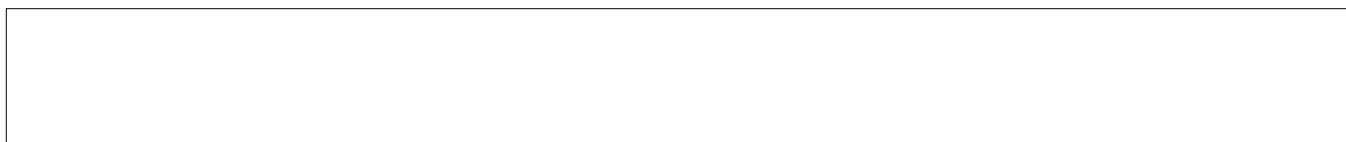
Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 21,3 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C





LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01365	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 27/03/19	Inizio analisi: 01/03/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 87 del 19/02/19		Apertura campione: 01/03/19	Fine analisi: 01/03/19

COMMITTENTE: GHEA ENGINEERING & CONSULTING s.r.l.			
RIFERIMENTO: Pontassieve (FI)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	3.5-3.8

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 20,0 kN/m³





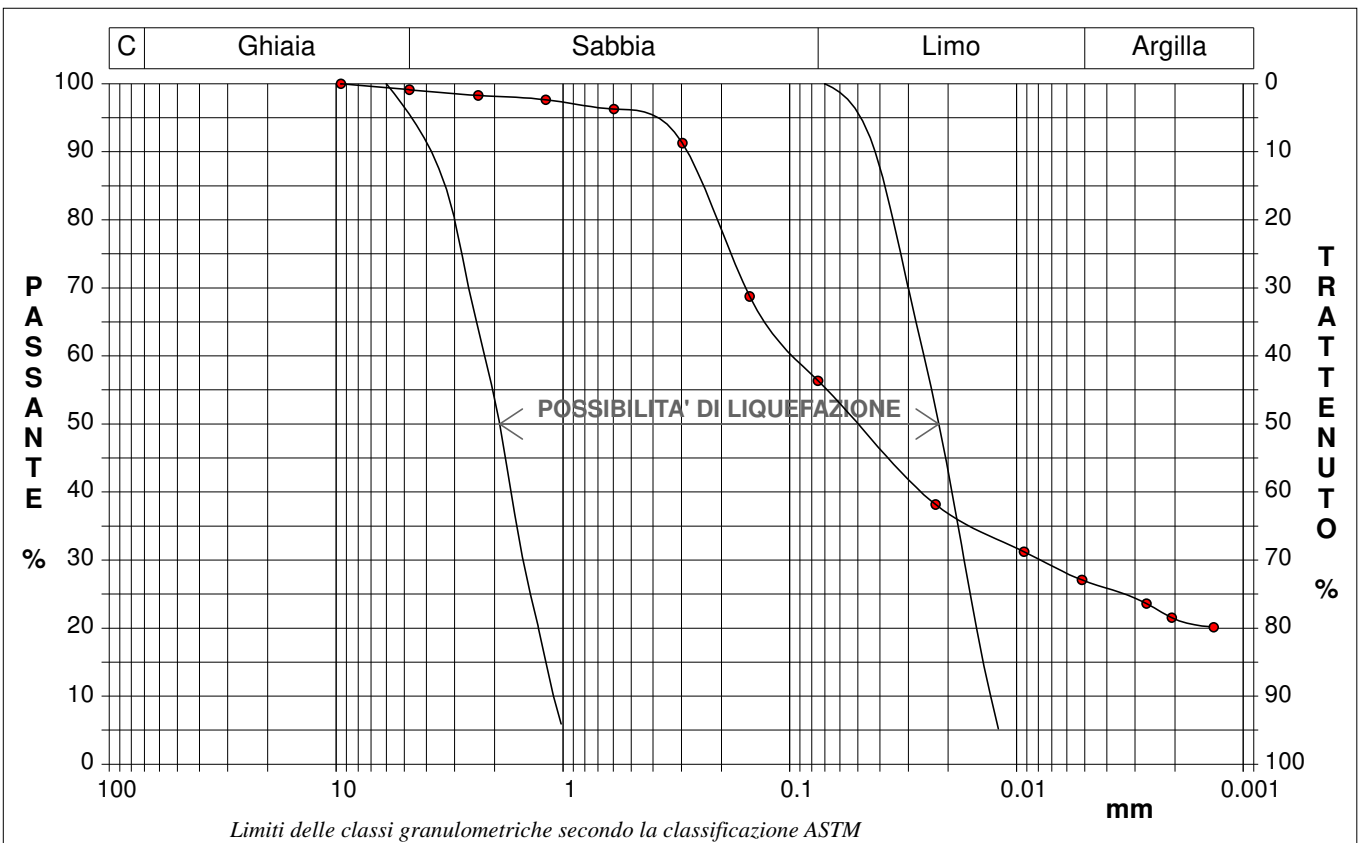
CERTIFICATO DI PROVA N°: 01366	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 27/03/19	Inizio analisi: 11/03/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 87 del 19/02/19		Apertura campione: 01/03/19	Fine analisi: 14/03/19

COMMITTENTE: GHEA ENGINEERING & CONSULTING s.r.l.			
RIFERIMENTO: Pontassieve (FI)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	3.5-3.8

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422-63

Ghiaia	0,9 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	98,1 %	D10	---	mm		
Sabbia	42,7 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	93,4 %	D30	0,00777	mm		
Limo	29,5 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	56,4 %	D50	0,04942	mm		
Argilla	26,9 %			D60	0,09194	mm		
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	D90	0,28584	mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
9,5200	100,00	0,2970	91,26	0,0051	27,07				
4,7500	99,13	0,1500	68,75	0,0027	23,60				
2,3600	98,27	0,0750	56,36	0,0021	21,52				
1,1900	97,64	0,0227	38,17	0,0013	20,13				
0,5950	96,28	0,0093	31,23						



CERTIFICATO DI PROVA N°: 01367	Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 27/03/19	Inizio analisi: 22/03/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 87 del 19/02/19		Apertura campione: 01/03/19	Fine analisi: 24/03/19

COMMITTENTE: GHEA ENGINEERING & CONSULTING s.r.l.			
RIFERIMENTO: Pontassieve (FI)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	3.5-3.8

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	59	129	162
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	2,77	3,55	3,19
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,18	0,22	0,54
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 20,8	--- 19,5	--- 19,1
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19,8 24,0	20,3 24,3	20,0 23,8

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,010 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

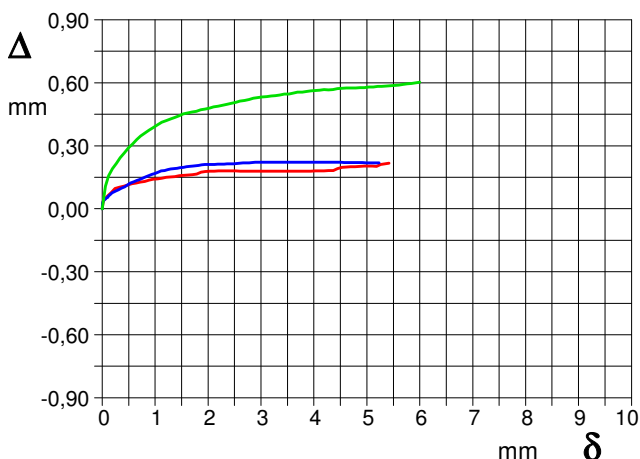
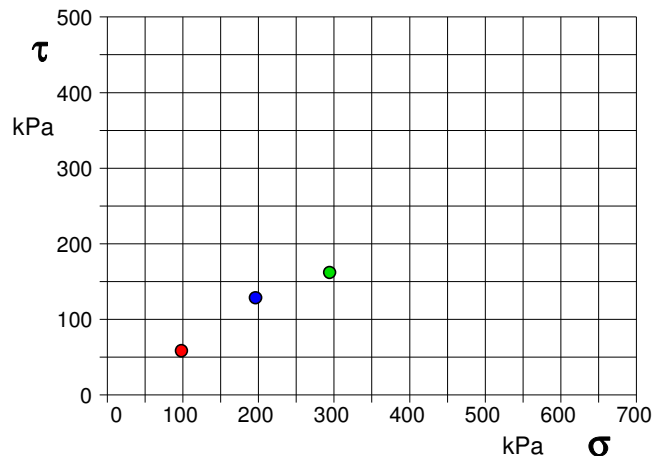


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

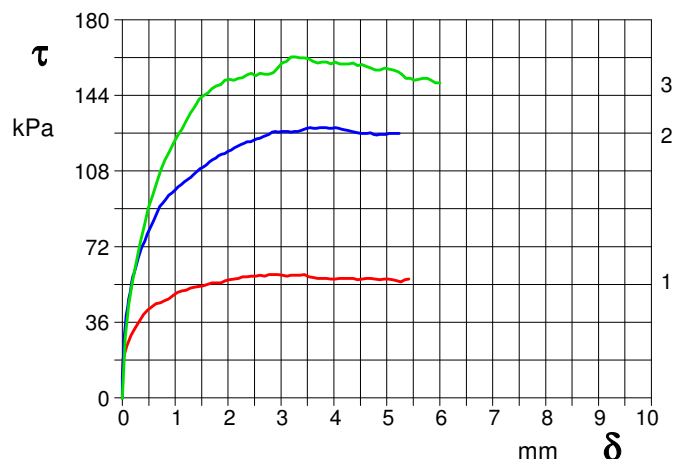


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.



CERTIFICATO DI PROVA N°: 01367	Pagina 2/4	DATA DI EMISSIONE: 27/03/19	Inizio analisi: 22/03/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 87 del 19/02/19		Apertura campione: 01/03/19	Fine analisi: 24/03/19

COMMITTENTE: GHEA ENGINEERING & CONSULTING s.r.l.			
RIFERIMENTO: Pontassieve (FI)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 3.5-3.8	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0,016	18,4	0,04	0,005	9,9	0,03	0,057	28,6	0,11
0,167	29,7	0,08	0,043	30,7	0,04	0,194	55,6	0,19
0,324	36,4	0,10	0,104	43,5	0,06	0,340	74,0	0,24
0,482	41,7	0,11	0,173	53,7	0,07	0,494	90,3	0,29
0,640	44,9	0,12	0,219	59,0	0,08	0,650	102,2	0,33
0,804	46,3	0,13	0,253	62,2	0,09	0,804	113,2	0,36
0,963	48,8	0,14	0,423	74,6	0,11	0,962	121,0	0,39
1,127	50,9	0,15	0,596	84,5	0,13	1,125	127,9	0,41
1,290	52,3	0,15	0,763	92,6	0,15	1,288	135,7	0,43
1,457	53,0	0,16	0,938	97,5	0,16	1,450	142,2	0,44
1,620	54,1	0,16	1,113	101,4	0,18	1,615	145,1	0,46
1,784	54,8	0,17	1,296	104,9	0,19	1,777	148,4	0,46
1,948	55,8	0,18	1,469	109,2	0,20	1,941	151,2	0,48
2,113	56,5	0,18	1,645	112,4	0,20	2,106	151,2	0,49
2,274	57,6	0,18	1,820	115,2	0,21	2,272	152,4	0,49
2,439	58,0	0,18	1,999	117,3	0,21	2,437	154,5	0,50
2,606	58,3	0,18	2,183	119,8	0,21	2,602	154,5	0,51
2,774	58,7	0,18	2,361	121,9	0,21	2,773	154,1	0,52
2,940	58,7	0,18	2,539	123,3	0,22	2,939	156,9	0,53
3,108	58,0	0,18	2,714	124,7	0,22	3,106	160,2	0,54
3,276	58,3	0,18	2,892	126,9	0,22	3,274	162,2	0,54
3,443	58,7	0,18	3,077	126,9	0,22	3,443	161,8	0,55
3,609	57,2	0,18	3,251	126,9	0,22	3,609	160,2	0,55
3,773	56,9	0,18	3,439	127,9	0,22	3,776	159,8	0,56
3,941	56,5	0,18	3,610	128,3	0,22	3,942	159,0	0,56
4,108	56,9	0,18	3,792	128,6	0,22	4,108	159,0	0,56
4,276	56,9	0,18	3,967	128,3	0,22	4,276	159,0	0,57
4,446	56,2	0,19	4,153	127,9	0,22	4,444	158,2	0,57
4,613	56,9	0,20	4,340	126,9	0,22	4,616	157,8	0,58
4,779	56,5	0,20	4,504	125,8	0,22	4,787	156,1	0,58
4,948	56,5	0,20	4,686	126,1	0,22	4,955	156,9	0,58
5,105	56,2	0,20	4,861	125,4	0,22	5,122	156,1	0,58
5,262	55,1	0,21	5,043	125,8	0,22	5,282	154,1	0,58
5,417	56,5	0,22	5,230	125,8	0,22	5,443	152,0	0,59
						5,603	151,6	0,59
						5,763	152,0	0,60
						5,920	150,0	0,60



CERTIFICATO DI PROVA N°: 01367	Pagina 3/4	DATA DI EMISSIONE: 27/03/19	Inizio analisi: 22/03/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 87 del 19/02/19		Apertura campione: 01/03/19	Fine analisi: 24/03/19

COMMITTENTE: GHEA ENGINEERING & CONSULTING s.r.l.			
RIFERIMENTO: Pontassieve (FI)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 3.5-3.8	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	98
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,903
Sezione (cm ²):	28,27
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

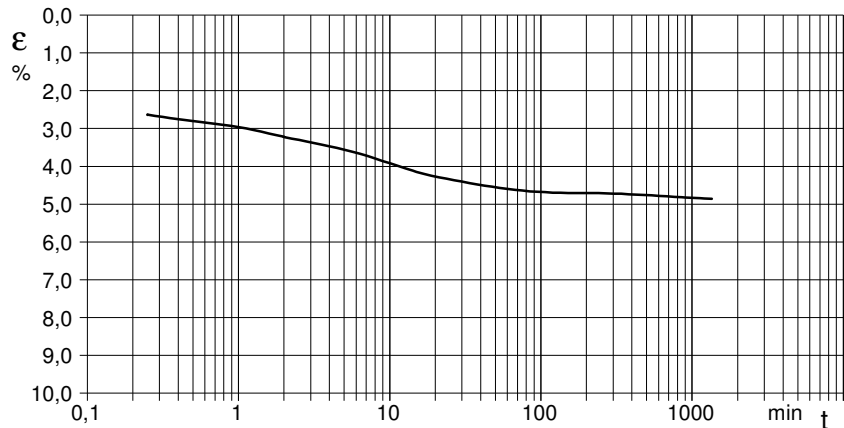


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	196
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,887
Sezione (cm ²):	28,27
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

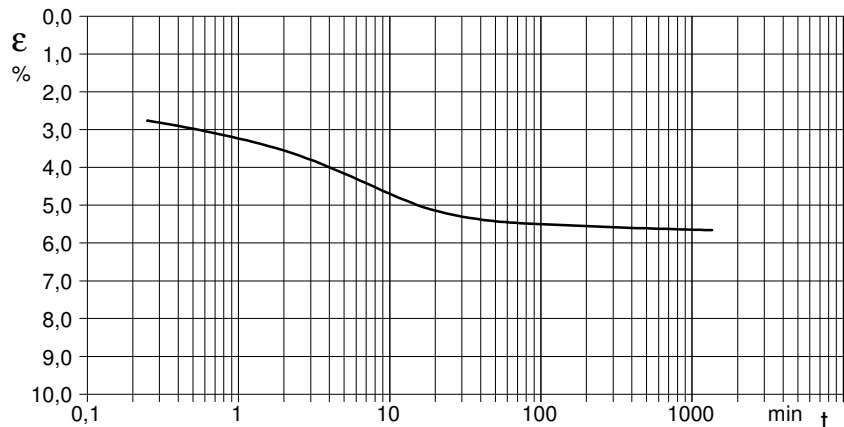
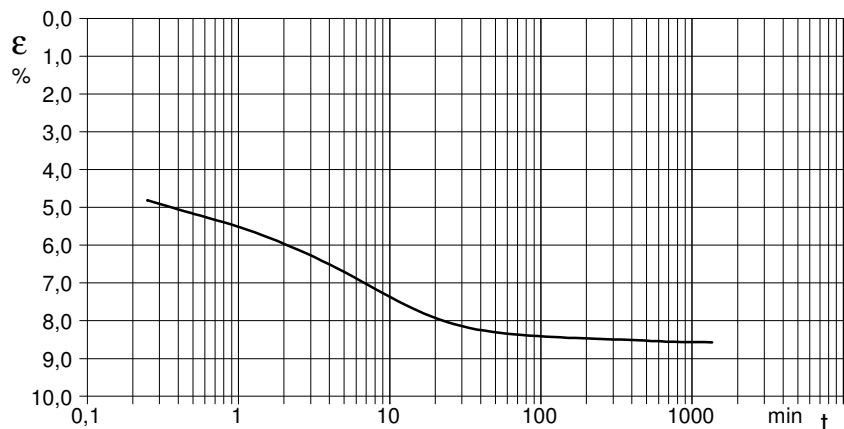


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	294
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,829
Sezione (cm ²):	28,27
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000



$V_s = \text{Velocità stimata di prova}$ $D_f = \text{Deformazione a rottura stimata}$ $t_f = 50 \times T_{50}$ $V_s = D_f / t_f$



CERTIFICATO DI PROVA N°: 01367	Pagina 4/4
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 87 del 19/02/19	

DATA DI EMISSIONE:	27/03/19	Inizio analisi:	22/03/19
Apertura campione:	01/03/19	Fine analisi:	24/03/19

COMMITTENTE: GHEA ENGINEERING & CONSULTING s.r.l.			
RIFERIMENTO: Pontassieve (FI)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	3.5-3.8

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Cedim. %	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Cedim. %	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Cedim. %
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,25	52,70	2,64	0,25	55,30	2,77	0,25	96,20	4,81
0,50	56,10	2,81	0,50	59,50	2,98	0,50	103,30	5,17
1,00	59,20	2,96	1,00	64,70	3,24	1,02	110,50	5,53
2,00	64,40	3,22	2,00	71,10	3,56	2,02	119,40	5,97
4,00	69,40	3,47	4,00	79,90	4,00	4,02	130,30	6,52
8,00	75,80	3,79	8,00	90,50	4,53	8,02	143,10	7,16
15,00	82,90	4,15	15,00	99,70	4,99	15,02	154,40	7,72
30,00	88,10	4,41	30,00	106,00	5,30	30,02	162,90	8,15
60,00	92,00	4,60	60,00	109,00	5,45	60,02	166,80	8,34
120,00	93,90	4,70	120,00	110,30	5,52	120,02	168,60	8,43
240,00	94,20	4,71	240,00	111,30	5,57	240,02	169,60	8,48
480,00	95,20	4,76	480,00	112,20	5,61	480,02	170,50	8,53
900,00	96,50	4,83	900,00	112,80	5,64	900,02	171,30	8,57
1200,00	97,00	4,85	1210,00	113,10	5,66	1210,02	171,30	8,57
1379,88	97,20	4,86	1411,43	113,10	5,66	1413,07	171,40	8,57

COMMITTENTE: GHEA ENGINEERING & CONSULTING s.r.l.			
RIFERIMENTO: Pontassieve (FI)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	3.5-3.8

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	59	129	162
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	2,77	3,55	3,19
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,18	0,22	0,54
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 20,8	--- 19,5	--- 19,1
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19,8 24,0	20,3 24,3	20,0 23,8

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Coesione:	15,9 kPa
Angolo di attrito interno:	27,8 °

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,010 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

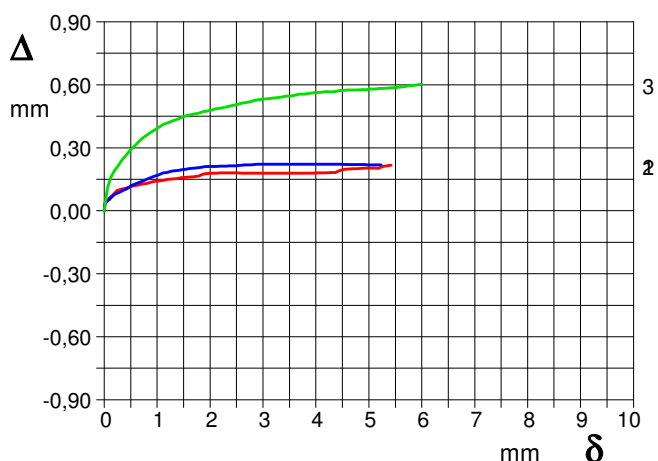
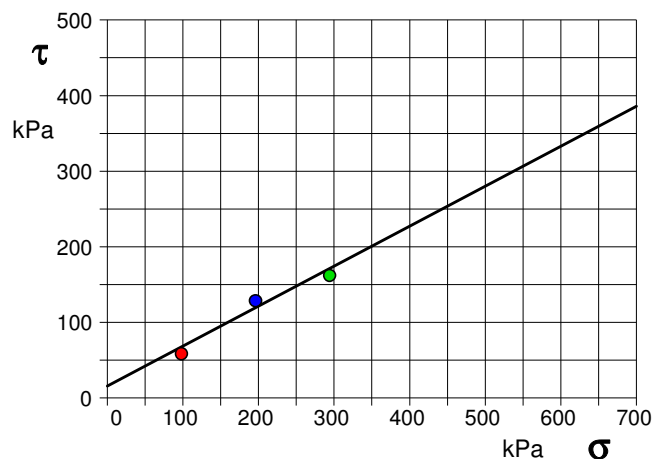


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

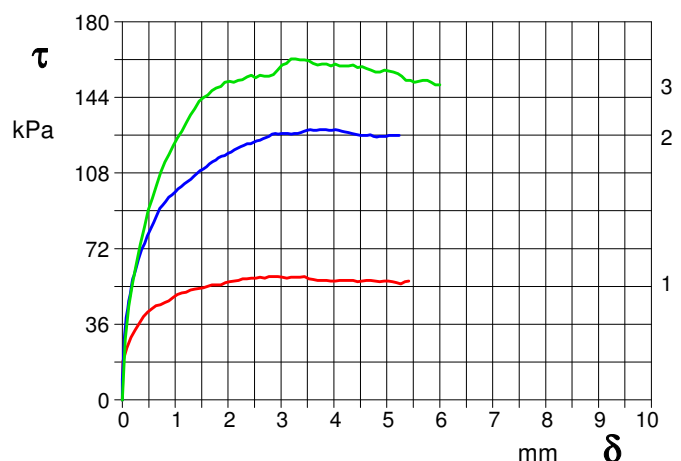


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : DPSH (S. Heavy)

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : DPSH (S. Heavy)

PESO MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 30,00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 50,50 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,00 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 90^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 8,00 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) \Rightarrow Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	SI
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A δ) = 11,91 kg/cm ² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm ²)
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,521$ (teoricamente : Nspt = $\beta_t N$)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N

M = peso massa battente (altezza caduta H)
P = peso totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm ² = 0.098067 MPa
1 MPa = 1 MN/m ² = 10.197 kg/cm ²
1 bar = 1.0197 kg/cm ² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

PENETROMETRO STATICO OLANDESE tipo GOUDA (tipo meccanico).

Caratteristiche:

- punta conica meccanica \varnothing 35.7 mm, angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$ - (area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$)
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (\varnothing 35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. Am. = 150 cm^2)
- velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm / sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$)
- spinta max nominale dello strumento S_{max} variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione (lett. \Rightarrow Spinta) $C_t = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$

fase 1 - resistenza alla punta $R_p \text{ (Kg / cm}^2 \text{)} = (\text{L. punta}) C_t / 10$

fase 2 - resistenza laterale locale $R_L \text{ (Kg / cm}^2 \text{)} = [(\text{L. laterale}) - (\text{L. punta})] C_t / 150$

fase 3 - resistenza totale $R_t \text{ (Kg)} = (\text{L. totale}) C_t$

$R_p / R_L = \text{'rapporto Begemann'}$

- L. punta = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta (fase 1)
- L. laterale = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- L. totale = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta $S \text{ (Kg)}$, corrispondente a ciascuna fase, si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione C_t .

N.B. : causa la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il manicotto laterale e la punta conica del penetrometro, la resistenza laterale locale R_L viene computata 20 cm sopra la punta.

CONVERSIONI

1 kN (kiloNewton) = 1000 N \approx 100 kg = 0,1 t - 1MN (megaNewton) = 1000 kN = 1000000 N \approx 100 t

1 kPa (kiloPascal) = 1 kN/m² = 0,001 MN/m² = 0,001 MPa \approx 0,1 t/m² = 0,01 kg/cm²

1 MPa (MegaPascal) = 1 MN/m² = 1000 kN/m² = 1000 kPa \approx 100 t / m² = 10 kg/cm²

kg/cm² = 10 t/m² \approx 100 kN/m² = 100 kPa = 0,1 MN/m² = 0,1 Mpa

1 t = 1000 kg \approx 10 kN

LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

Valutazioni in base al rapporto: **$F = (R_p / R_L)$**

(Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977)

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = R_p / R_L$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F < 15$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 < F \leq 30$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 < F \leq 60$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di R_p e di $FR = (R_L / R_p) \% :$

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$ di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato (inalterato) , per depositi coesivi.

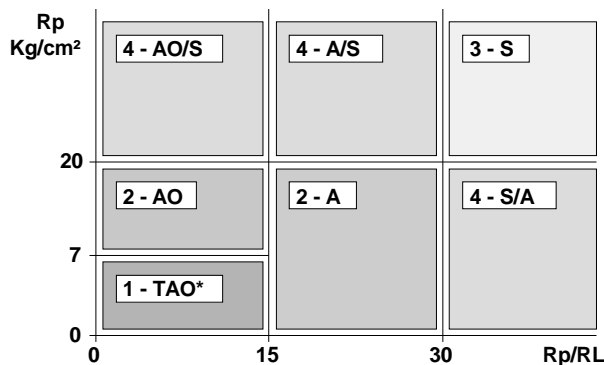
LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

SCELTE LITOLOGICHE (validità orientativa)

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto R_p / R_L
(Begemann 1965 -Raccomandazioni A.G.I. 1977), prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

$R_p \leq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni COESIVI anche se (R_p / R_L) > 30

$R_p \geq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni GRANULARI anche se (R_p / R_L) < 30



NATURA LITOLOGICA

- 1 - COESIVA (TORBOSA) ALTA COMPRIMIBILITA'
- 2 - COESIVA IN GENERE
- 3 - GRANULARE
- 4 - COESIVA / GRANULARE

PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia

- γ' = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ' - R_p - natura]
(Terzaghi & Peck 1967 -Bowles 1982)
- σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ')
- C_u = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : C_u - R_p]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - C_u - σ'_{vo}]
(Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [correl. : Eu - C_u - OCR - I_p I_p = ind.plast.]
Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - R_p]
 E'_{50} - E'_{25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza $F = 2 - 4$ rispettivamente)
(Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski et al. 1983)
- Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : Mo - R_p - natura]
(Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- Dr = densità relativa (terreni gran. N. C. - normalmente consolidati)
[correlazioni : Dr - R_p - σ'_{vo}] (Schmertmann 1976)
- ϕ' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : ϕ' - Dr - R_p - σ'_{vo}]
(Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976)
 ϕ'_{1s} - (Schmertmann) sabbia fine uniforme ϕ'_{2s} - sabbia media unif./ fine ben gradata
 ϕ'_{3s} - sabbia grossa unif./ media ben gradata ϕ'_{4s} - sabbia-ghiaia poco lim./ ghiaietto unif.
 ϕ'_{dm} - (Durgunoglu & Mitchell) sabbie N.C. ϕ'_{my} - (Meyerhof) sabbie limose
- Amax = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)
(g = acc.gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (Amax/g) - Dr]

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 1

- indagine : Committente: Ghea Engineering & Consulting Srl
 - cantiere : Realizzazione nuovo campo sussidiario
 - località : Pontassieve, Via Giuseppe Di Vittorio
 - note :

- data : 13/02/2019
 - quota inizio : Piano campagna
 - prof. falda : 5,20 m da quota inizio
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	8	59,6	----	1	3,40 - 3,60	5	30,1	----	4
0,20 - 0,40	11	81,9	----	1	3,60 - 3,80	6	36,1	----	4
0,40 - 0,60	11	81,9	----	1	3,80 - 4,00	5	28,3	----	5
0,60 - 0,80	8	59,6	----	1	4,00 - 4,20	4	22,7	----	5
0,80 - 1,00	3	20,7	----	2	4,20 - 4,40	3	17,0	----	5
1,00 - 1,20	5	34,5	----	2	4,40 - 4,60	3	17,0	----	5
1,20 - 1,40	5	34,5	----	2	4,60 - 4,80	3	17,0	----	5
1,40 - 1,60	3	20,7	----	2	4,80 - 5,00	7	37,4	----	6
1,60 - 1,80	3	20,7	----	2	5,00 - 5,20	22	117,5	----	6
1,80 - 2,00	2	12,9	----	3	5,20 - 5,40	24	128,2	----	6
2,00 - 2,20	2	12,9	----	3	5,40 - 5,60	11	58,8	----	6
2,20 - 2,40	3	19,3	----	3	5,60 - 5,80	19	101,5	----	6
2,40 - 2,60	4	25,7	----	3	5,80 - 6,00	15	75,9	----	7
2,60 - 2,80	3	19,3	----	3	6,00 - 6,20	17	86,0	----	7
2,80 - 3,00	3	18,1	----	4	6,20 - 6,40	16	80,9	----	7
3,00 - 3,20	2	12,0	----	4	6,40 - 6,60	22	111,3	----	7
3,20 - 3,40	3	18,1	----	4	6,60 - 6,80	50	252,9	----	7

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,00 cm²** - D(diam. punta)= **50,50 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

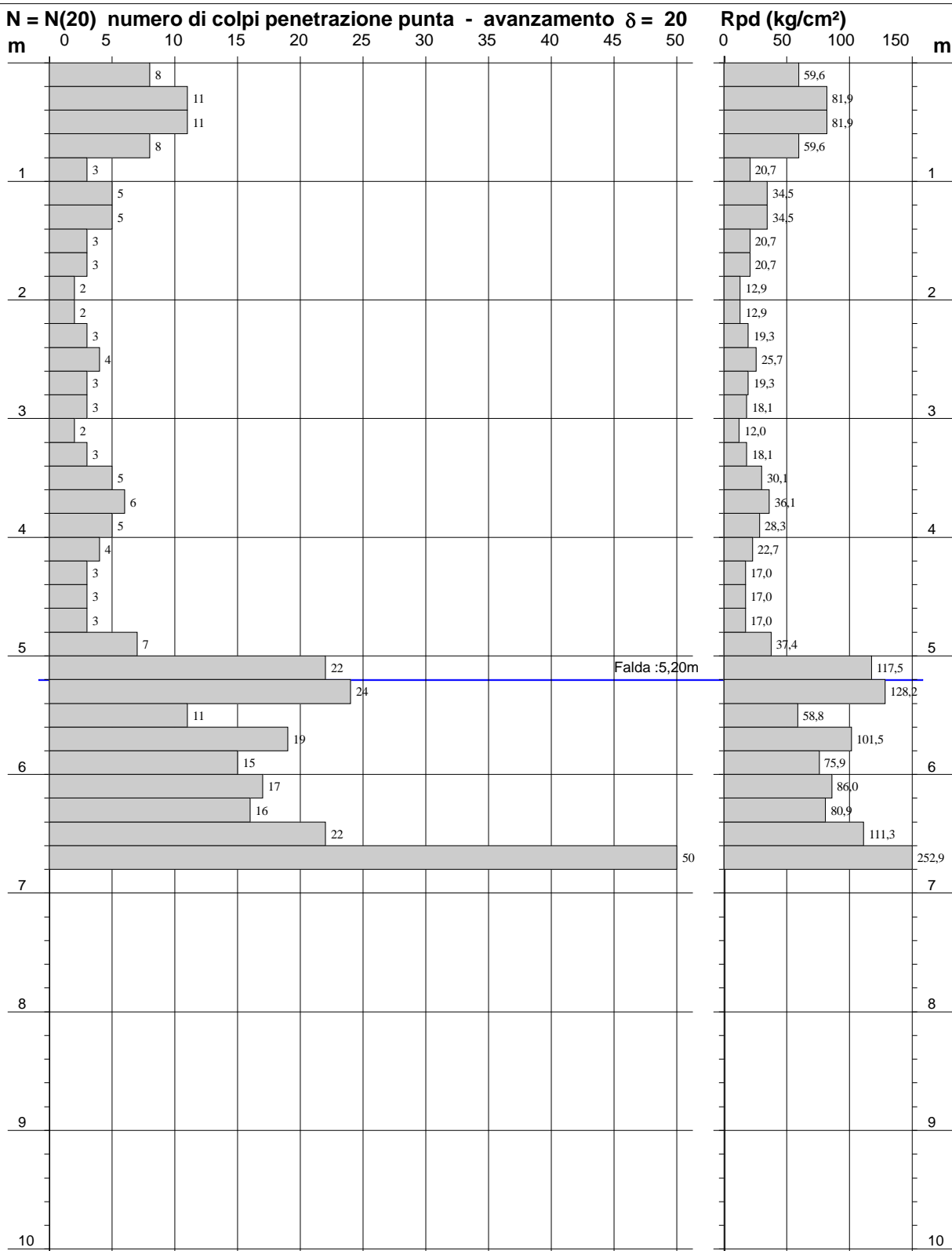
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 1

Scala 1: 50

- indagine : Committente: Ghea Engineering & Consulting Srl
- cantiere : Realizzazione nuovo campo sussidiario
- località : Pontassieve, Via Giuseppe Di Vittorio

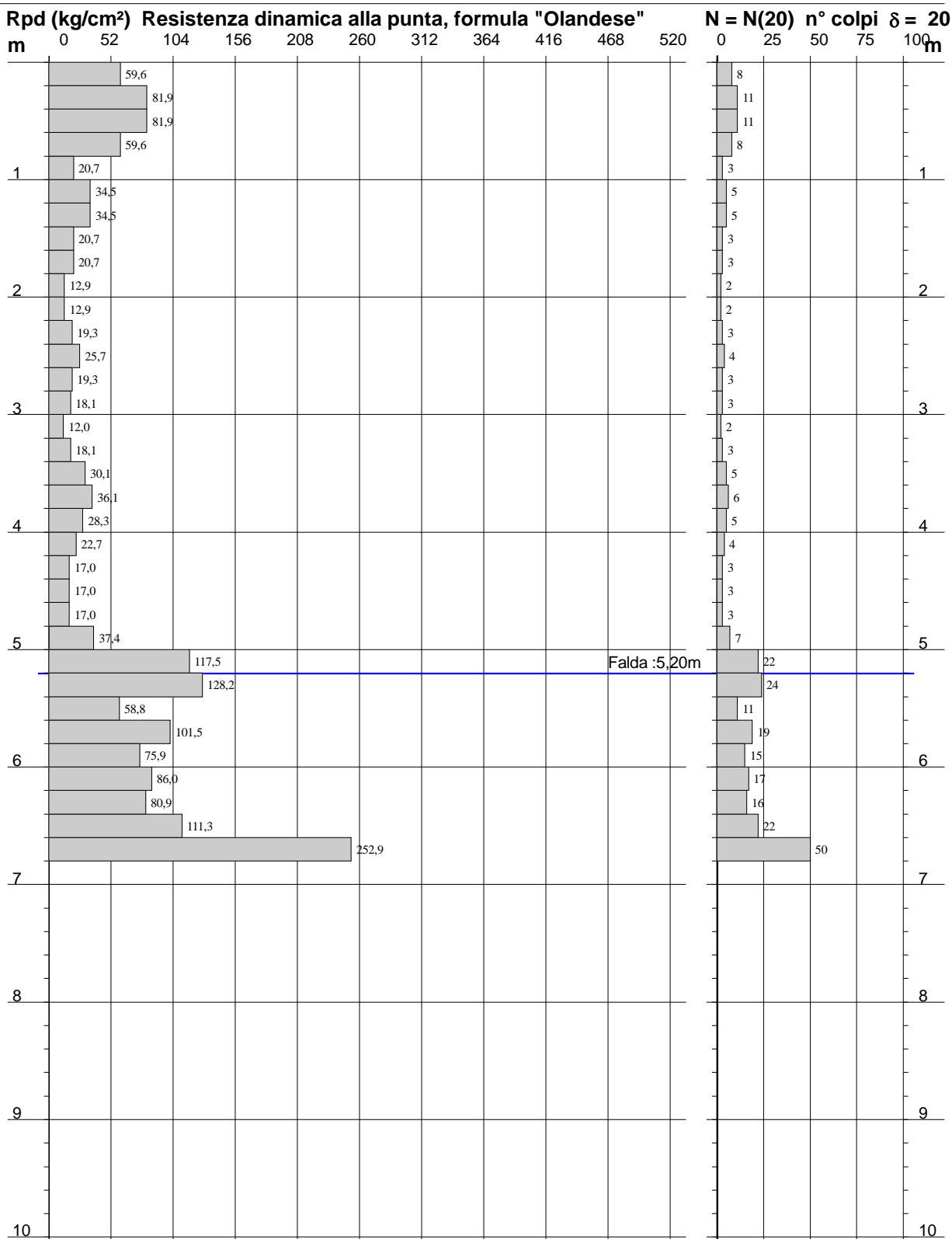
- data : 13/02/2019
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : 5,20 m da quota inizio



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

n° 1
 Scala 1: 50

- indagine : Committente: Ghea Engineering & Consulting Srl - data : 13/02/2019
 - cantiere : Realizzazione nuovo campo sussidiario - quota inizio : Piano campagna
 - località : Pontassieve, Via Giuseppe Di Vittorio - prof. falda : 5,20 m da quota inizio



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

n° 1

- indagine : Committente: Ghea Engineering & Consulting Srl
- cantiere : Realizzazione nuovo campo sussidiario
- località : Pontassieve, Via Giuseppe Di Vittorio
- note :

- data : 13/02/2019
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : 5,20 m da quota inizio
- pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	0,80	N	9,5	8	11	8,8	----	----	----	10	1,52	15
			Rpd	70,8	60	82	65,2	----	----	----	75		
2	0,80	2,20	N	3,3	2	5	2,6	1,3	2,0	4,5	3	1,52	5
			Rpd	22,4	13	35	17,6	9,0	13,4	31,4	20		
3	2,20	3,40	N	3,0	2	4	2,5	----	2,4	3,6	3	1,52	5
			Rpd	18,8	12	26	15,4	4,4	14,4	23,1	19		
4	3,40	4,80	N	4,1	3	6	3,6	1,2	2,9	5,4	4	1,52	6
			Rpd	24,0	17	36	20,5	7,7	16,4	31,7	23		
5	4,80	6,60	N	17,0	7	24	12,0	5,5	11,5	22,5	17	1,52	26
			Rpd	88,6	37	128	63,0	29,2	59,4	117,8	89		
6	6,60	6,80	N	50,0	50	50	50,0	----	----	----	50	1,52	76
			Rpd	252,9	253	253	252,9	----	----	----	253		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1,52$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 20$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE				NATURA COESIVA				
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	0.80	Suolo	15	42.5	31.5	307	1.96	1.54	----	----	----	----
2	0.80	2.20	Limi argillosi	5	----	----	----	----	----	0.31	1.83	39	1.061
3	2.20	3.40	Sabbie e sabbie limose	5	18.3	28.0	230	1.88	1.41	----	----	----	----
4	3.40	4.80	Limi argillosi	6	----	----	----	----	----	0.38	1.85	37	1.000
5	4.80	6.60	Ghiaie e sabbie	26	59.0	34.8	392	2.03	1.65	----	----	----	----
6	6.60	6.80	Argilliti	76	94.8	44.3	777	2.21	1.94	----	----	----	----

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 2

- indagine : Committente: Ghea Engineering & Consulting Srl
 - cantiere : Realizzazione nuovo campo sussidiario
 - località : Pontassieve, Via Giuseppe Di Vittorio
 - note :

- data : 13/02/2019
 - quota inizio : Piano campagna
 - prof. falda : 4,60 m da quota inizio
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	7	52,1	----	1	3,80 - 4,00	4	22,7	----	5
0,20 - 0,40	5	37,2	----	1	4,00 - 4,20	4	22,7	----	5
0,40 - 0,60	4	29,8	----	1	4,20 - 4,40	3	17,0	----	5
0,60 - 0,80	3	22,3	----	1	4,40 - 4,60	4	22,7	----	5
0,80 - 1,00	3	20,7	----	2	4,60 - 4,80	11	62,3	----	5
1,00 - 1,20	3	20,7	----	2	4,80 - 5,00	16	85,5	----	6
1,20 - 1,40	2	13,8	----	2	5,00 - 5,20	23	122,9	----	6
1,40 - 1,60	2	13,8	----	2	5,20 - 5,40	23	122,9	----	6
1,60 - 1,80	2	13,8	----	2	5,40 - 5,60	28	149,6	----	6
1,80 - 2,00	2	12,9	----	3	5,60 - 5,80	19	101,5	----	6
2,00 - 2,20	2	12,9	----	3	5,80 - 6,00	17	86,0	----	7
2,20 - 2,40	2	12,9	----	3	6,00 - 6,20	13	65,7	----	7
2,40 - 2,60	3	19,3	----	3	6,20 - 6,40	18	91,0	----	7
2,60 - 2,80	4	25,7	----	3	6,40 - 6,60	19	96,1	----	7
2,80 - 3,00	2	12,0	----	4	6,60 - 6,80	23	116,3	----	7
3,00 - 3,20	3	18,1	----	4	6,80 - 7,00	25	120,0	----	8
3,20 - 3,40	3	18,1	----	4	7,00 - 7,20	32	153,6	----	8
3,40 - 3,60	2	12,0	----	4	7,20 - 7,40	50	240,0	----	8
3,60 - 3,80	3	18,1	----	4					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,00 cm²** - D(diam. punta)= **50,50 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

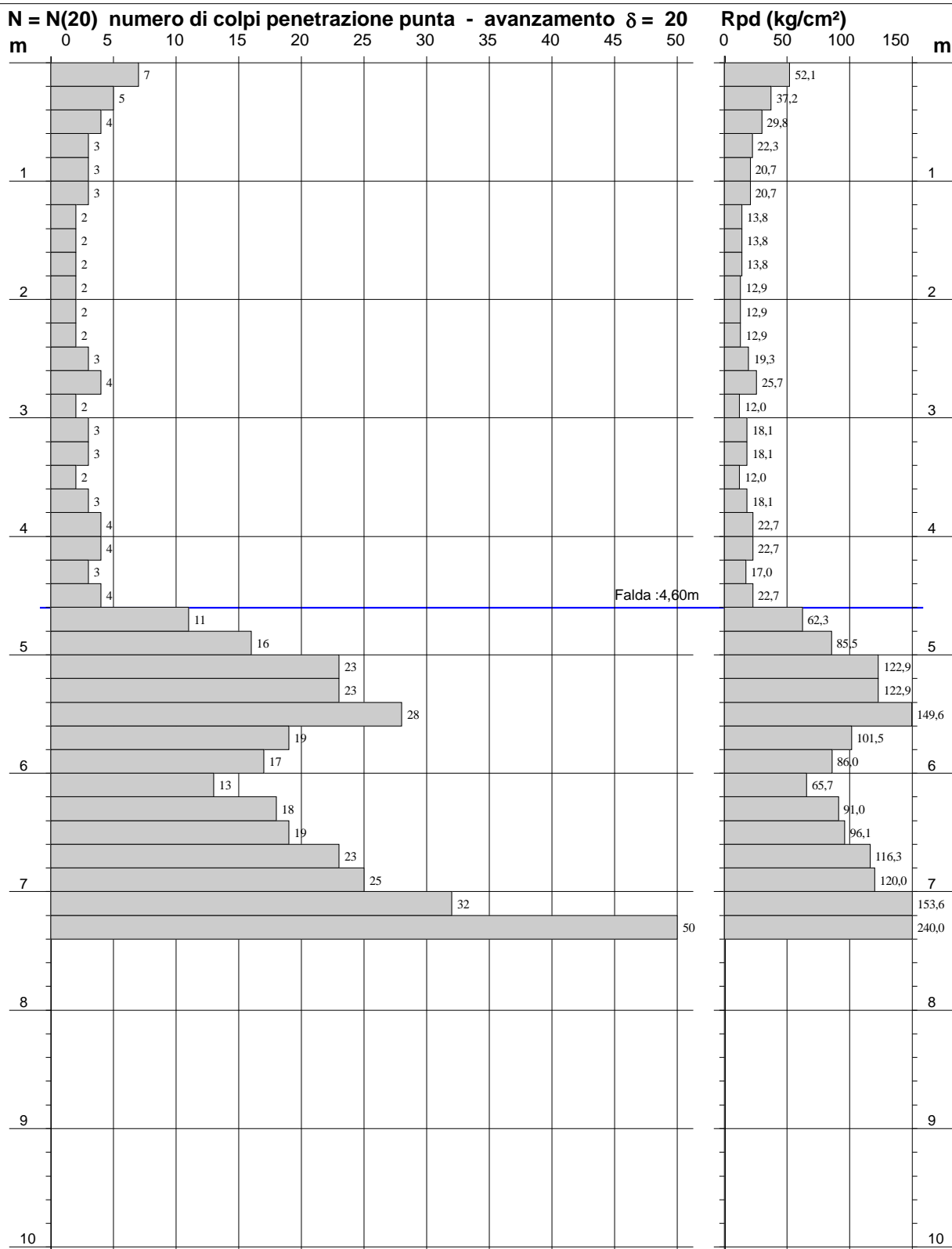
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 2

Scala 1: 50

- indagine : Committente: Ghea Engineering & Consulting Srl
- cantiere : Realizzazione nuovo campo sussidiario
- località : Pontassieve, Via Giuseppe Di Vittorio

- data : 13/02/2019
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : 4,60 m da quota inizio

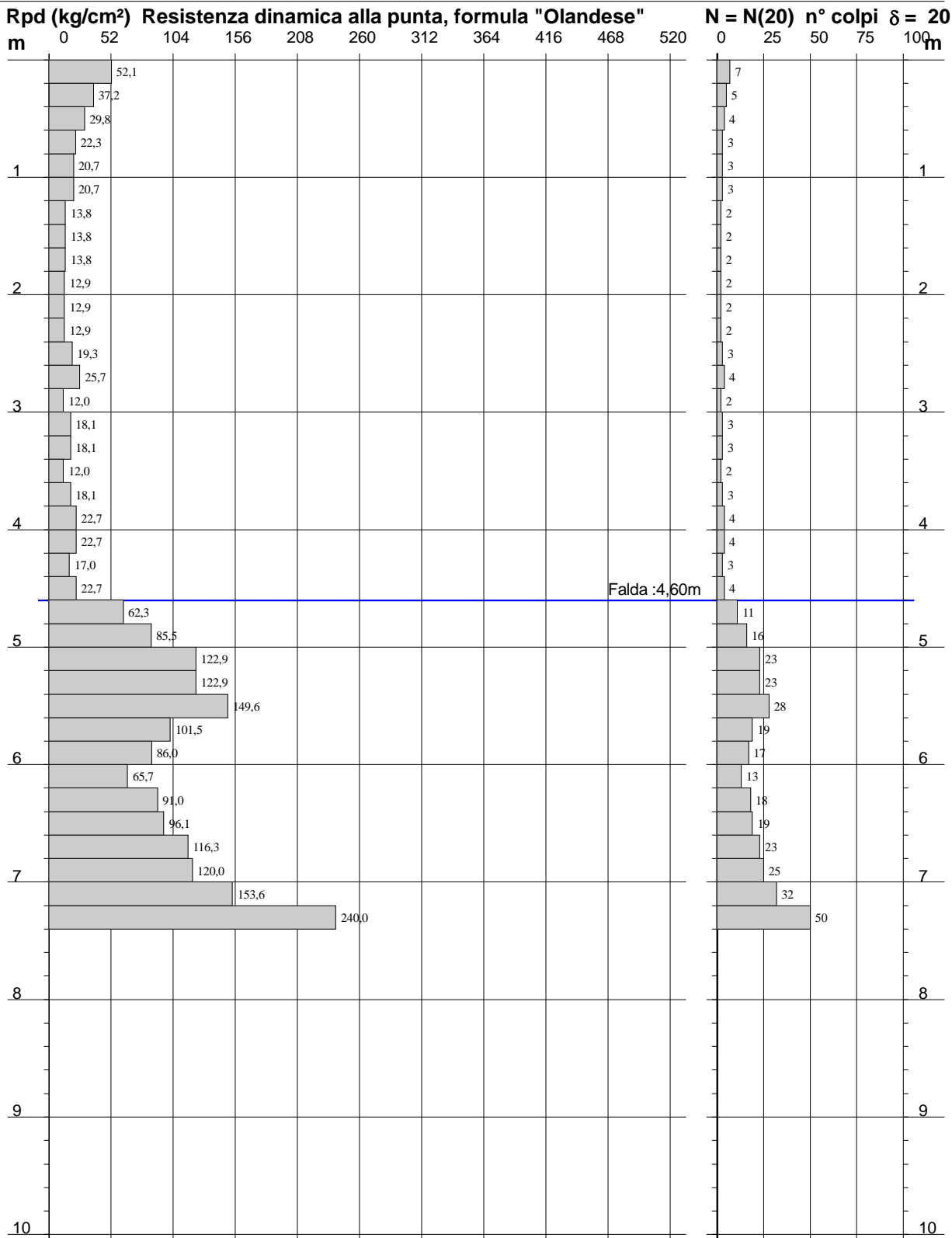


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

n° 2
Scala 1: 50

- indagine : Committente: Ghea Engineering & Consulting Srl
- cantiere : Realizzazione nuovo campo sussidiario
- località : Pontassieve, Via Giuseppe Di Vittorio

- data : 13/02/2019
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : 4,60 m da quota inizio



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

n° 2

- indagine : Committente: Ghea Engineering & Consulting Srl
- cantiere : Realizzazione nuovo campo sussidiario
- località : Pontassieve, Via Giuseppe Di Vittorio
- note :

- data : 13/02/2019
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : 4,60 m da quota inizio
- pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	0,60	N	5,3	4	7	4,7	----	----	----	5	1,52	8
			Rpd	39,7	30	52	34,8	----	----	----			
2	0,60	2,40	N	2,3	2	3	2,2	----	1,8	2,8	2	1,52	3
			Rpd	16,0	13	22	14,4	4,0	12,0	20,0			
3	2,40	3,80	N	2,9	2	4	2,4	----	2,2	3,5	3	1,52	5
			Rpd	17,6	12	26	14,8	4,7	12,9	22,3			
4	3,80	4,60	N	3,8	3	4	3,4	----	----	----	4	1,52	6
			Rpd	21,2	17	23	19,1	----	----	----			
5	4,60	7,20	N	20,5	11	32	15,8	5,9	14,6	26,4	20	1,52	30
			Rpd	105,7	62	154	84,0	28,5	77,2	134,1			
6	7,20	7,40	N	50,0	50	50	50,0	----	----	----	50	1,52	76
			Rpd	240,0	240	240	240,0	----	----	----			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio

N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)

β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1,52$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 20$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE				NATURA COESIVA				
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	0.60	Suolo	8	28.3	29.2	253	1.91	1.46	----	----	----	----
2	0.60	2.40	Limi argillosi	3	----	----	----	----	----	0.19	1.78	44	1.194
3	2.40	3.80	Sabbie e sabbie limose	5	18.3	28.0	230	1.88	1.41	----	----	----	----
4	3.80	4.60	Limi argillosi	6	----	----	----	----	----	0.38	1.85	37	1.000
5	4.60	7.20	Ghiaie e sabbie	30	65.0	36.0	423	2.05	1.69	----	----	----	----
6	7.20	7.40	Argilliti	76	94.8	44.3	777	2.21	1.94	----	----	----	----

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 3

2.010496-013

- committente : Ghea Engineering & Consulting Srl	- data : 13/02/2019
- lavoro : Realizzazione nuovo campo sussidiario	- quota inizio : Piano Campagna
- località : Pontassieve, Via Giuseppe Di Vittorio	- prof. falda : 5,00 m da quota inizio
- note : Prova non conclusa causa rifiuto $R_p \pm : 464 \text{ kg/cm}^2$	- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	0,93	----	3,00	19,0	36,0	19,0	1,20	16,0
0,40	159,0	173,0	159,0	1,67	95,0	3,20	16,0	34,0	16,0	1,60	10,0
0,60	45,0	70,0	45,0	1,80	25,0	3,40	20,0	44,0	20,0	1,00	20,0
0,80	46,0	73,0	46,0	2,47	19,0	3,60	13,0	28,0	13,0	1,67	8,0
1,00	20,0	57,0	20,0	1,27	16,0	3,80	15,0	40,0	15,0	2,00	8,0
1,20	18,0	37,0	18,0	1,00	18,0	4,00	81,0	111,0	81,0	3,60	23,0
1,40	22,0	37,0	22,0	1,13	19,0	4,20	39,0	93,0	39,0	1,27	31,0
1,60	23,0	40,0	23,0	1,47	16,0	4,40	58,0	77,0	58,0	3,27	18,0
1,80	22,0	44,0	22,0	1,27	17,0	4,60	115,0	164,0	115,0	8,47	14,0
2,00	23,0	42,0	23,0	1,53	15,0	4,80	298,0	425,0	298,0	5,47	55,0
2,20	24,0	47,0	24,0	1,60	15,0	5,00	365,0	447,0	365,0	5,67	64,0
2,40	22,0	46,0	22,0	1,47	15,0	5,20	335,0	420,0	335,0	14,27	23,0
2,60	23,0	45,0	23,0	1,60	14,0	5,40	464,0	678,0	464,0	-----	----
2,80	20,0	44,0	20,0	1,13	18,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE $C_t = 10$ - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\varnothing = 35.7 \text{ mm}$ (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

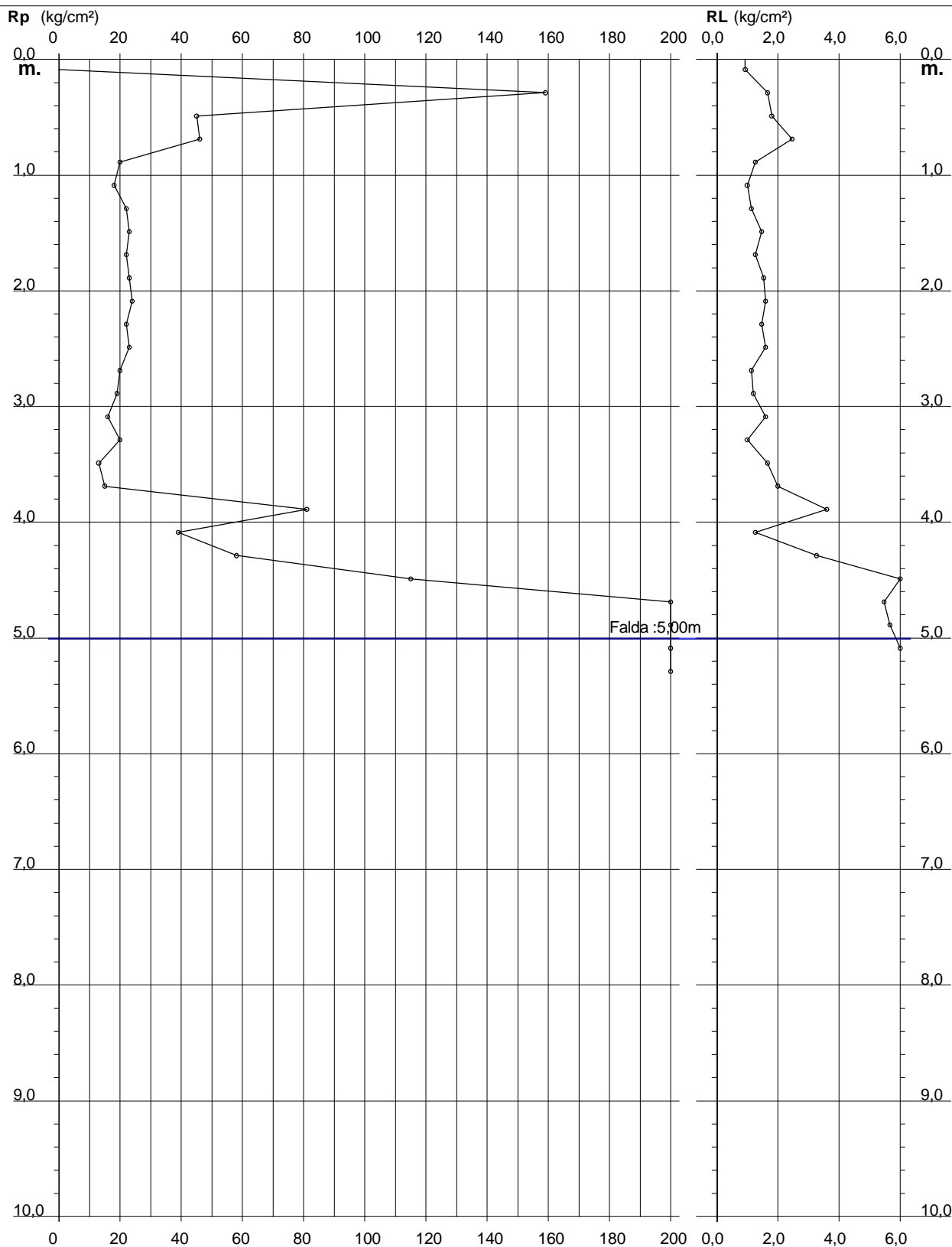
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

2.010496-013

- committente : Ghea Engineering & Consulting Srl
 - lavoro : Realizzazione nuovo campo sussidiario
 - località : Pontassieve, Via Giuseppe Di Vittorio
 - note : Prova non conclusa causa rifiuto $R_p \pm : 464 \text{ kg/cm}^2$

- data : 13/02/2019
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 5,00 m da quota inizio
 - scala vert.: 1 : 50



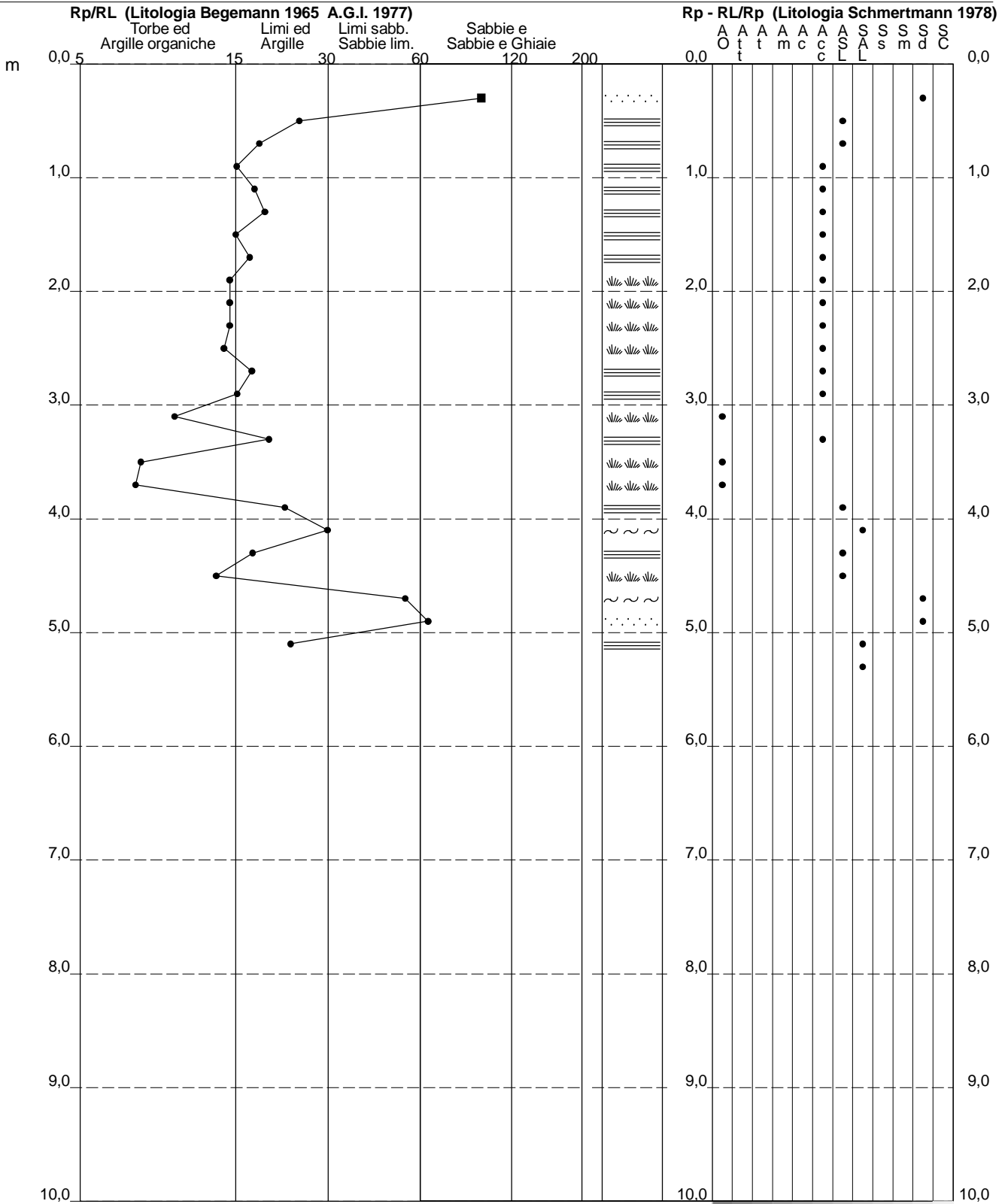
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

CPT 3

2.010496-013

- committente : Ghea Engineering & Consulting Srl
- lavoro : Realizzazione nuovo campo sussidiario
- località : Pontassieve, Via Giuseppe Di Vittorio
- note : Prova non conclusa causa rifiuto $R_p \pm : 464 \text{ kg/cm}^2$

- data : 13/02/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 5,00 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 50



PROVA PENETROMETRICA STATICA

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 3

2.010496-013

- committente : Ghea Engineering & Consulting Srl
 - lavoro : Realizzazione nuovo campo sussidiario
 - località : Pontassieve, Via Giuseppe Di Vittorio
 - note : Prova non conclusa causa rifiuto $R_p \pm : 464 \text{ kg/cm}^2$

- data : 13/02/2019
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 5,00 m da quota inizio
 - pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	Rp kg/cm ²	Rp/RI (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	p'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	159	95	3:~:~	1,85	0,07	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	36	0,258	265	398	477	
0,60	45	25	4:~:~	1,85	0,11	1,50	99,9	255	383	135	98	42	43	44	46	43	31	0,252	75	113	135	
0,80	46	19	4:~:~	1,85	0,15	1,53	99,9	261	391	138	92	41	42	44	45	42	31	0,230	77	115	138	
1,00	20	16	4:~:~	1,85	0,19	0,80	39,2	136	204	60	58	36	38	40	43	37	27	0,125	33	50	60	
1,20	18	18	2:~:~	1,85	0,22	0,75	28,8	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	22	19	4:~:~	1,85	0,26	0,85	27,6	144	216	66	53	35	38	40	42	36	28	0,111	37	55	66	
1,60	23	16	4:~:~	1,85	0,30	0,87	24,1	148	221	69	51	35	37	40	42	36	28	0,107	38	58	69	
1,80	22	17	4:~:~	1,85	0,33	0,85	20,1	144	216	66	47	35	37	39	42	35	28	0,096	37	55	66	
2,00	23	15	4:~:~	1,85	0,37	0,87	18,2	148	221	69	46	34	37	39	42	34	28	0,093	38	58	69	
2,20	24	15	4:~:~	1,85	0,41	0,89	16,7	151	227	72	45	34	37	39	42	34	28	0,091	40	60	72	
2,40	22	15	4:~:~	1,85	0,44	0,85	14,1	144	216	66	40	34	36	39	41	33	28	0,079	37	55	66	
2,60	23	14	4:~:~	1,85	0,48	0,87	13,1	148	221	69	39	34	36	38	41	33	28	0,078	38	58	69	
2,80	20	18	4:~:~	1,85	0,52	0,80	10,8	136	204	60	33	33	35	38	41	32	27	0,064	33	50	60	
3,00	19	16	2:~:~	1,85	0,55	0,78	9,5	133	200	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	16	10	2:~:~	1,85	0,59	0,70	7,7	144	216	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,40	20	20	4:~:~	1,85	0,63	0,80	8,5	149	224	60	28	32	35	37	40	31	27	0,054	33	50	60	
3,60	13	8	2:~:~	1,85	0,67	0,60	5,6	180	270	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	15	8	2:~:~	1,85	0,70	0,67	5,9	187	281	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	81	23	4:~:~	1,85	0,74	2,70	31,7	459	689	243	72	38	40	42	44	37	33	0,165	135	203	243	
4,20	39	31	3:~:~	1,85	0,78	--	--	--	--	--	46	34	37	39	42	33	30	0,094	65	98	117	
4,40	58	18	4:~:~	1,85	0,81	1,93	18,5	329	493	174	58	36	38	40	43	35	31	0,126	97	145	174	
4,60	115	14	4:~:~	1,85	0,85	3,83	41,2	652	978	345	81	39	41	43	44	38	35	0,192	192	288	345	
4,80	298	55	3:~:~	1,85	0,89	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	40	0,258	497	745	894	
5,00	365	64	3:~:~	1,15	0,91	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	40	0,258	608	913	1095	
5,20	335	23	4:~:~	1,13	0,93	9,99	99,9	1698	2547	1005	100	42	43	45	46	43	40	0,258	558	838	1005	
5,40	464	--	3:~:~	1,15	0,96	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	40	0,258	773	1160	1392	

2019



www.Geoma.it

Cell: 328-7255608

Fax: +391782206474

Email: Marzupinimarco@gmail.com

Email Pec: Geoma.marzupini@pec.it

Skype: Geoma. Marzupini

Sede: Via Brancoleta 1E

Monte San Savino 52048 (AR)

C.F. MRZMRC83B01A390P

PIVA 03318000928



GEOMA di Marco Marzupini
Res. Fisca. Via Brancoleta 1/E
52048 Monte S. Savino (AR)
Cell. 328-7255608 / marzupinimarco@gmail.com
C.F. MRZ MRC 83B01 A390P - P.I. 03318000928

REPORT

SISMICA A RIFRAZIONE (Onde P e SH)

LOCALITÀ:	PONTASSIEVE	ID:	281351180219123R92	DATA:	18/02/19
COORDIANTE		LAT	43°46'20.53"N	LONG	11°25'44.85"E

Indice generale

PREMESSA.....	3
TEORIA ALLA BASE DELLA SISMICA A RIFRAZIONE.....	5
SISMICA A RIFRAZIONE (ONDE P).....	7
SISMICA A RIFRAZIONE (ONDE Sh).....	7
INDAGINE E STRUMENTAZIONE ADOTTATA.....	8
STRUMENTAZIONE.....	9
ELABORAZIONE SOFTWARE.....	10
ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE.....	17
CONCLUSIONI.....	19

PREMESSA

In località *Pontassieve* in data 18/02/2019 (Illustrazione 1) è stata eseguita una misura sismica a rifrazione per l'acquisizione delle onde P e Sh, con obiettivo la valutazione della velocità media di propagazione delle onde elastiche.



Illustrazione 1: Ubicazione indagine sismica (non in scala)



TEORIA ALLA BASE DELLA SISMICA A RIFRAZIONE

La sismica a rifrazione ha lo scopo di determinare direttamente la velocità di propagazione, all'interno del mezzo in esame sia mediante onde di compressione (onde P) sia di taglio (onde Sh).

Tale tecnica si basa sulla misurazione di onde sismiche in un punto del terreno rilevando l'arrivo, lungo uno stendimento mediante ricevitori equidistanziati (geofoni). Il metodo sismico a rifrazione si basa sul concetto della birifrazione delle onde sismiche a seguito del fronte d'onda conico. Le onde prodotte da una sorgente artificiale che verranno analizzate in questa indagine, saranno quelle birifratte, cioè quelle che giungono a incidere con un angolo critico in una discontinuità sismica (intesa come variazione di impedenza acustica). Tali onde verranno rifratte con un angolo di 90° che si propagano parallelamente alla discontinuità fino a venire rifratte verso la superficie con lo stesso angolo di incidenza. Supponiamo di avere un suolo composto da solo due strati (velocità V_1 , e V_2), una sorgente puntiforme che genera onde elastiche e uno stendimento di geofoni. Generando onde elastiche mediante una energizzazione del suolo si avrà che le onde che incontreranno i geofoni disposti lungo uno stendimento saranno le onde dirette poi, quando l'onda rifratta avrà percorso una certa distanza alla velocità V_2 , essa arriverà prima dell'onda diretta. Riportando tutto in ora un diagramma spazio – tempo (dromocrone Illustrazione 2), con in ascisse la distanza x ed in ordinate il tempo di percorrenza dell'onda, avremo che l'onda diretta è una retta passante per l'origine e con pendenza uguale a $1/V_1$, mentre l'onda rifratta è una retta con pendenza pari a $1/V_2$ che interseca l'asse dei tempi in un punto (chiamato intercetta o tempo di intersezione) di ordinata pari a $2h \cos ic/V_1$

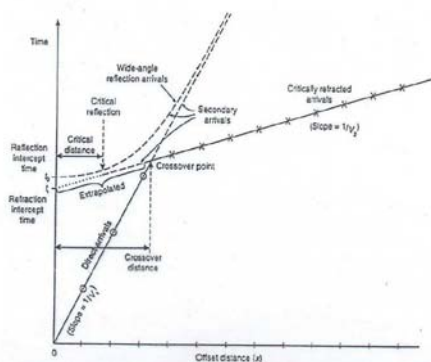


Illustrazione 2: Dromocrone

I due arrivi si intersecano in corrispondenza di un'ascissa x_c (detta distanza critica o di ginocchio) per la quale i tempi di percorrenza dell'onda diretta e rifratta sono uguali, cioè

$$x_c = 2h \cdot \frac{\sqrt{v_2 + v_1}}{\sqrt{v_2 - v_1}}$$

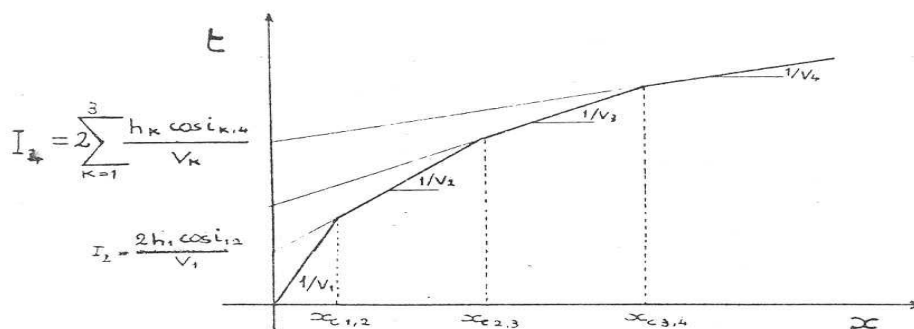
Per $x < x_c$ arriverà ai ricevitori prima l'onda diretta e poi l'onda rifratta mentre per $x > x_c$ giungerà prima l'onda rifratta. Se il terreno presenterà più di due strati Illustrazione 3 (la maggior parte dei casi) si adopererà la formula :

$$t_n = 2 \sum_{k=1}^{n-1} \frac{h_k \cos i_{(k,n)}}{V_k} + \frac{x}{V_n} = I_n + \frac{x}{V_n}$$

Tale espressione in x è l'equazione di una retta con pendenza pari a $1/V_n$.

Il diagramma spazio – tempo (dromocrona) sarà quindi costituito da n rette, la prima delle quali passante per l'origine è relativa all'onda diretta ed ha pendenza pari a $1/V_1$, mentre le altre, con pendenza $1/V_k$ ($k=\dots,n$), rappresentano le onde rifratte da ciascuno strato: tali rette intersecheranno l'asse dei tempi in un'ordinata data dal primo termine del 2° membro detto “tempo intercetto”.

Illustrazione 3: Dromocrone a più strati



SISMICA A RIFRAZIONE (ONDE P)

La sismica a rifrazione per onde P si basa sulla misurazione dei tempi dei primi arrivi delle onde sismiche di tipo compressionale P.

Tali onde vengono misurate mediante uno stendimento di 24 geofoni verticali da 4.5 Hz e generate da un maglio da 8 kg battuto su una piastra metallica poggiata nel terreno.

Le onde P muovono le particelle con un movimento longitudinale che risulta nella stessa direzione di propagazione del moto a una velocità V_p inversamente proporzionale alla densità ρ e direttamente proporzionale alle costanti elastiche λ e μ

SISMICA A RIFRAZIONE (ONDE Sh)

La sismica a rifrazione per onde Sh si basa sulla misurazione dei tempi, dei primi arrivi delle onde sismiche di tipo trasversale Sh.

Tali onde vengono misurate mediante uno stendimento di 24 geofoni orizzontali da 4.5 Hz. La energizzazione per la creazione di onde di taglio viene eseguita battendo una mazza di 8 kg su un lato di una trave (traversina) adeguatamente appesantita per aumentarne l'attrito con il terreno. Nelle onde Sh, cioè trasversali di taglio, il moto delle particelle avviene nella direzione perpendicolare alla direzione di propagazione; esse sono più lente delle onde P e la loro velocità dipende solamente dal modulo di rigidità μ e non si propagano nei fluidi.

INDAGINE E STRUMENTAZIONE ADOTTATA

Per il conseguimento di questa indagine geofisica a rifrazione per l'acquisizione delle onde P è stato ritenuto opportuno adottare uno stendimento di lunghezza pari 92 m, e per l'acquisizione delle onde Sh ne è stato adottato uno lungo 92 m. In totale lo stendimento, compreso gli scoppi esterni, è risultato di 117 m



L'adozione di queste dimensioni è stata quella ritenuta con il miglior compromesso: qualità del segnale – spazio che nel punto di massima lunghezza è risultato di m compresi gli scoppi esterni .

Lo stendimento è stato coperto per mezzo di 24 geofoni verticali con distanza intergeofonica di 4 m per l'acquisizione delle onde P, successivamente da 24 geofoni orizzontali con distanza intergeofonica di 4 m per l'acquisizione delle onde Sh .

Sono stati utilizzati sette punti di energizzazione per l'acquisizione delle onde P e SH. Al fine di ridurre il rumore e migliorare il segnale utile, è stato necessario eseguire diverse energizzazioni per ogni scoppio che poi sono state sommate (stacking); inoltre sono state eseguite delle variazioni nell'amplificazione dei guadagni (gain) per ottimizzare anche il segnale proveniente dai geofoni con offset più elevati.

STRUMENTAZIONE

- Un sistema di energizzazione per le onde P : le onde P vengono create mediante utilizzo di una massa battente (maglio) del peso di 8 kg su una piastra di alluminio del diametro di 20 cm resa aderente con il terreno .
- Un sistema composto da 24 geofoni con movimento della massa verticale da 4,5 Hz del tipo elettromagnetico (Geospace GS11D 4.5Hz 4k Ω).
- Un sistema di energizzazione delle onde Sh La sorgente è costituita da una mazza di 8 kg battente orizzontalmente su parallelepipedo (traversina ferroviaria) disposto ortogonalmente allo stendimento e parallelo alla direzione di acquisizione dei geofoni.

Per aumentare l'attrito fra il terreno e la trave e di conseguenza diminuire la dispersione del colpo viene posto un carico addizionale sopra essa.

- Un sistema composto da 24 geofoni con movimento della massa orizzontale
- Due cavi telemetrici modulari di 60 m l'uno con convertitori A/D a 16 bit equidistanziati ogni 5 m.
- Un sistema di raccolta dati collegato a un notebook mediante cavo seriale, nel quale è stato installato il programma di acquisizione dati.
- Un sistema trigger composto da un geofono da 4.5 H

ELABORAZIONE SOFTWARE

L'elaborazione e la seguente modellizzazione dei dati è stata eseguita mediante il programma INTERSISM 2.1 della Geo&Soft International e può essere riassunta nelle seguenti fasi fondamentali:



Illustrazione 4: Database

1. Aggiornamento delle headers e creazione dei database (Illustrazione 4). In questa fase vengono caricati i sismogrammi e impostate le caratteristiche dello stendimento: quote, offset ecc. . Questo stadio è uguale sia per lo studio delle onde P che per le onde S essendo identico lo stendimento.
2. Picking dei primi arrivi sia per le tracce delle onde P che le onde Sh. Prima di questa fase, se presente, vengono adottati dei filtri per eliminare o ridurre eventuali rumori o segnali non ritenuti utili.

Successivamente è stato effettuato il picking dei primi arrivi come negli esempi sotto riportati
Illustrazione 5
Illustrazione 6.

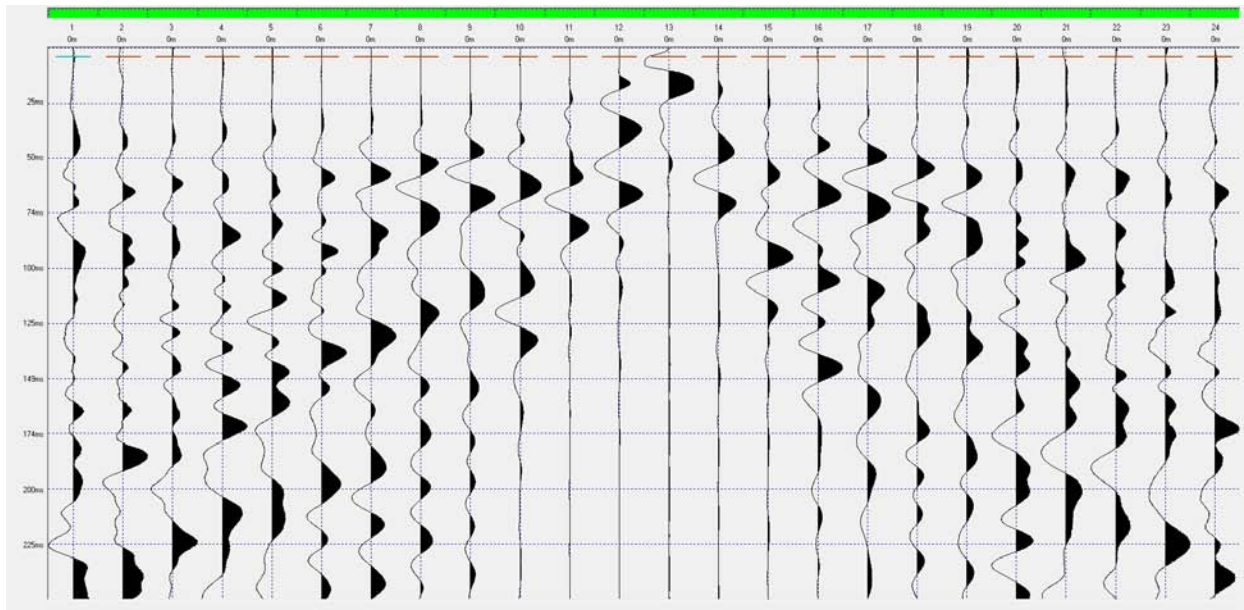


Illustrazione 5: Scoppio onde P (ascissa tempi di picking, ordinata tempi)

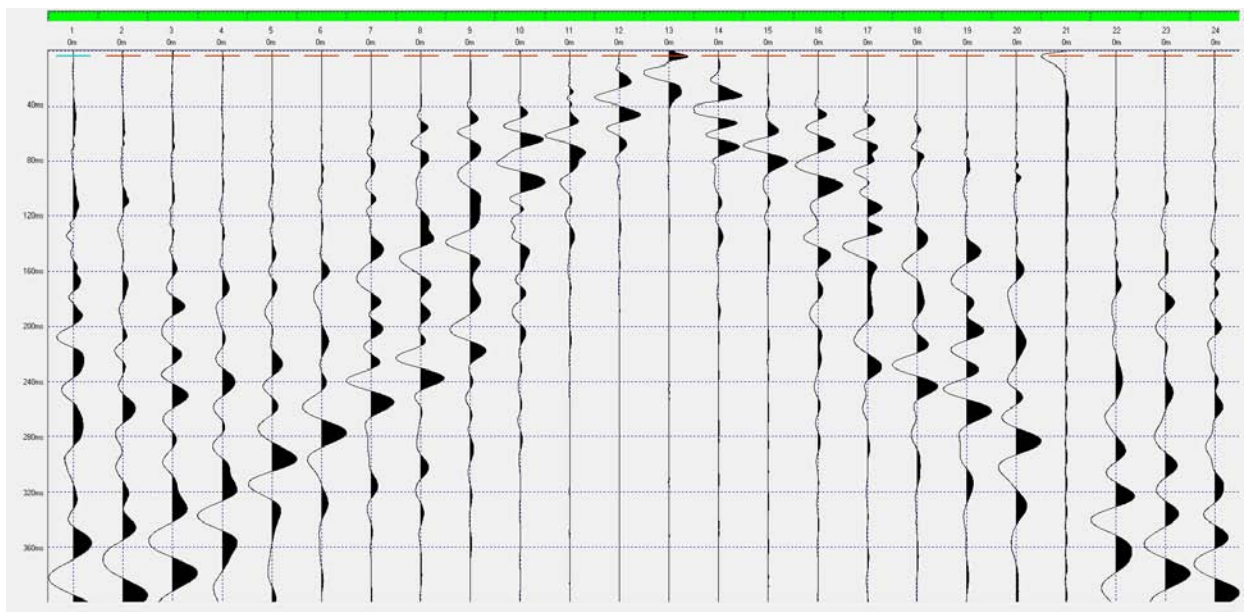


Illustrazione 6: Scoppio onde Sh (ascissa tempi di picking, ordinata tempi)

3. Ricostruzione e traslazione delle dromocrone
4. Modellizzazione e calcolo di un profilo del sottosuolo mediante il Metodo Reciproco Generalizzato GRM o/e Plus Minus .

Fra una fase e l'altra vengono eseguiti dei controlli tali da garantire la qualità e la congruenza fra il modello di sottosuolo ottenuto e la geologia nota (stratigrafia e caratteristiche geotecniche)

Le sezioni sismiche ottenute dalla modellizzazione e interpretazione dei segnali acquisiti (riportati mediante sezioni litosismografiche) permettono di individuare le principali unità geologiche.

Si ricorda che le tecniche di geofisica applicata hanno un margine intrinseco di errore dovuto a:

- Limiti della modellizzazione dell'ambiente naturale non sempre coerente (esempio strati piano-paralleli)
- Rumori di vario genere: cavi elettrici, mezzi vari, vento.
- Rumore dovuto alla strumentazione esempio: contatti dovuti all'umidità, rumore termico ecc
- Basso rapporto segnale/rumore dovute alle caratteristiche della sorgente.
- Limite della tecnica adottata. Nel caso in esame (sismica a rifrazione) la risoluzione del metodo non permette la determinazione di spessori inferiori al metro e le velocità V_s e V_p sono da considerare come la media dell'unità individuata.

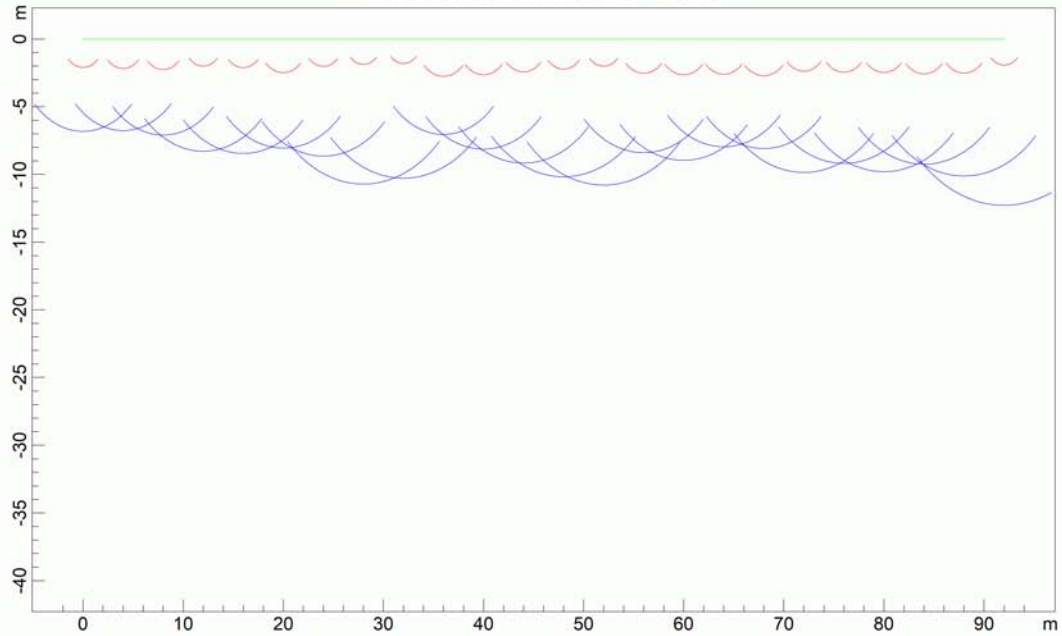
Ottenuti i profili di entrambi tipi di onda dopo la quarta fase di elaborazione, è stata effettuata una e sovrapposizione delle due sezioni per verificare che i limiti individuati siano simili e, nel caso di grosse variazioni, di modificarli e integrarli fino a ottenere una sezione univoca coerente.

Di seguito si riportano le sezioni sismiche delle onde P e di quelle Sh:

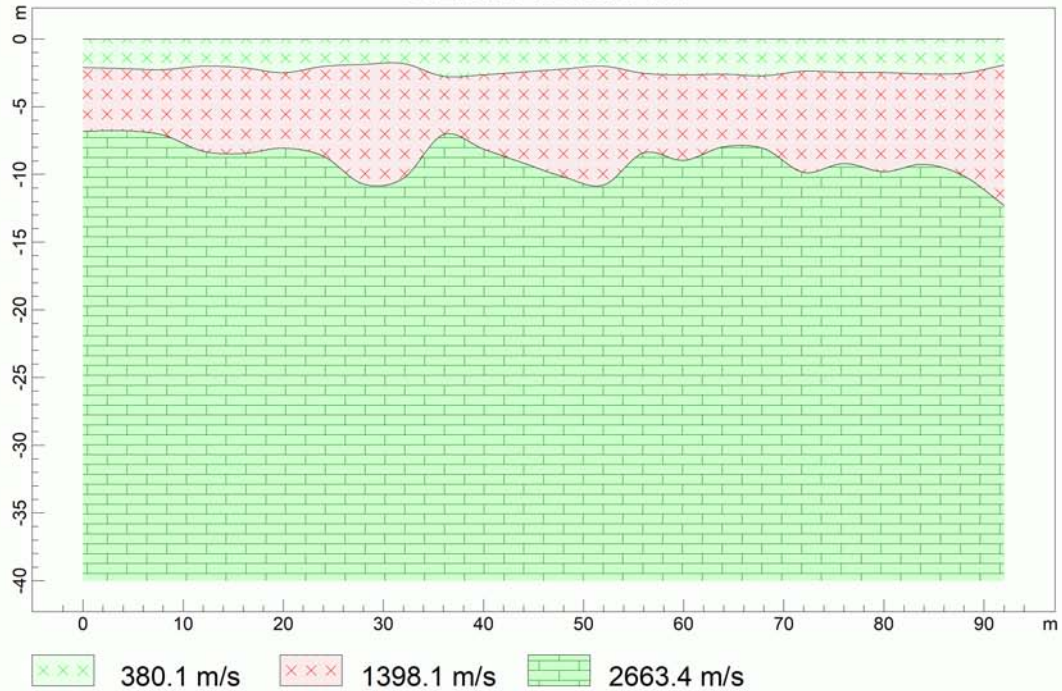
Qui di seguito vengono riportati vari valori calcolati durante l'elaborazione: velocità, profondità delle onde P :

SISMICA ONDE P

PROFONDITA' RIFRATTORI



SEZIONE VERTICALE



www.geoandsoft.com

ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE

SISMICA ONDE P

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-8.00	0.00	01 (1).dat
-2.00	0.00	01 (2).dat
22.00	0.00	01 (3).dat
46.00	0.00	01 (4).dat
70.00	0.00	01 (5).dat
94.00	0.00	01 (6).dat
100.00	0.00	01 (7).dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da - 8 [ms]	FBP da - 2 [ms]	FBP da 22 [ms]	FBP da 46 [ms]	FBP da 70 [ms]	FBP da 94 [ms]	FBP da 100 [ms]
1	0.00	0.00	16.53	6.56	30.30	40.40	49.32	55.09	50.37
2	4.00	0.00	23.35	13.12	27.80	39.09	48.27	53.40	50.37
3	8.00	0.00	25.71	16.00	24.65	37.78	46.69	52.20	49.58
4	12.00	0.00	27.54	18.20	20.65	35.15	45.12	50.63	49.84
5	16.00	0.00	29.38	23.80	15.97	33.58	44.33	49.32	47.74
6	20.00	0.00	30.69	27.20	7.90	30.95	41.45	48.20	47.74
7	24.00	0.00	32.00	29.60	14.17	29.38	40.14	47.60	46.69
8	28.00	0.00	33.84	29.80	16.80	27.81	38.82	44.40	46.17
9	32.00	0.00	35.15	31.60	22.20	24.13	36.80	42.40	45.65
10	36.00	0.00	35.80	33.80	27.80	22.30	34.00	42.40	45.38
11	40.00	0.00	37.25	36.20	28.00	19.41	33.05	42.60	44.33
12	44.00	0.00	39.09	36.60	31.40	14.43	32.00	40.00	43.28
13	48.00	0.00	40.14	38.20	31.80	8.13	28.86	37.20	41.20
14	52.00	0.00	42.60	39.20	34.20	17.84	26.60	35.20	39.60
15	56.00	0.00	42.76	41.71	35.40	23.87	24.92	34.40	38.00
16	60.00	0.00	44.40	42.24	36.20	27.81	20.40	32.40	35.60
17	64.00	0.00	46.17	44.86	38.80	30.95	17.05	30.00	33.80
18	68.00	0.00	46.96	45.91	40.20	34.89	8.92	29.00	32.80
19	72.00	0.00	49.84	48.01	44.20	36.73	10.80	25.20	29.80
20	76.00	0.00	50.63	49.58	46.00	39.80	18.62	23.00	28.20
21	80.00	0.00	51.68	50.37	47.20	41.60	21.15	20.80	26.00
22	84.00	0.00	52.20	53.00	50.40	44.00	23.15	18.80	24.40
23	88.00	0.00	53.52	54.04	51.40	45.00	25.35	16.80	21.20
24	92.00	0.00	54.30	55.60	53.80	49.00	28.00	10.40	16.20

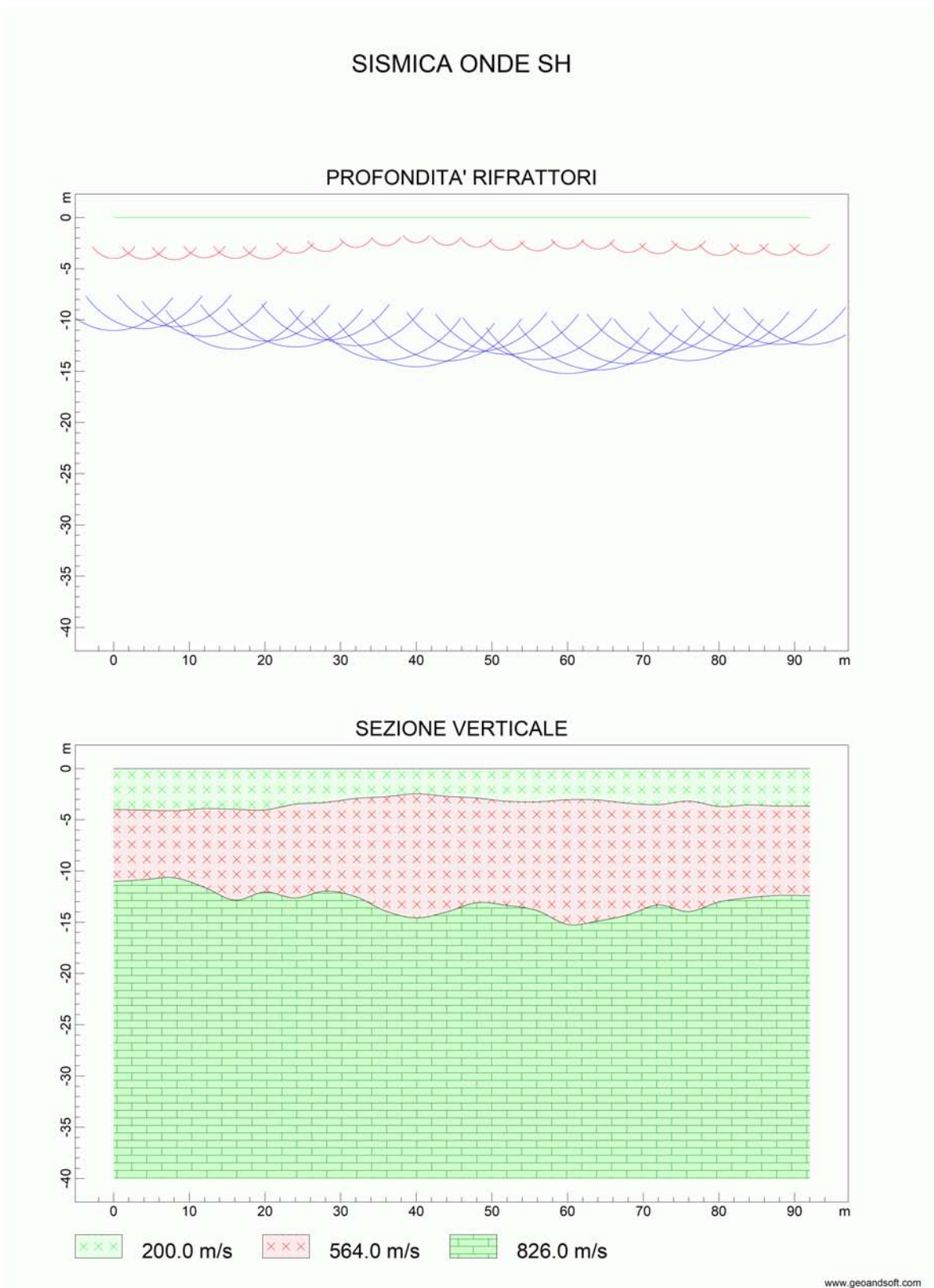
DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]	Dist. Rifr. 2 [m]
1	2.1	6.8
2	2.2	6.8
3	2.3	7.1
4	2.0	8.3
5	2.1	8.5
6	2.5	8.1
7	2.0	8.6
8	1.9	10.7
9	1.8	10.3
10	2.8	7.0
11	2.6	8.1
12	2.4	9.2
13	2.2	10.2
14	2.0	10.8
15	2.5	8.4
16	2.6	9.0
17	2.6	8.0
18	2.7	8.1
19	2.4	9.9
20	2.5	9.2
21	2.5	9.8
22	2.6	9.2
23	2.5	10.1
24	1.9	12.3

VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
1	380.1
2	1398.1
3	2663.4

Qui di seguito vengono riportati vari valori calcolati durante l'elaborazione: velocità, profondità delle onde Sh:



ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE

SISMICA ONDE SH

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-8.00	0.00	02 (1).dat
-2.00	0.00	02 (2).dat
22.00	0.00	02 (3).dat
46.00	0.00	02 (4).dat
70.00	0.00	02 (5).dat
94.00	0.00	02 (6).dat
100.00	0.00	02 (7).dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da - 8 [ms]	FBP da - 2 [ms]	FBP da 22 [ms]	FBP da 46 [ms]	FBP da 70 [ms]	FBP da 94 [ms]	FBP da 100 [ms]
1	0.00	0.00	46.32	11.00	55.40	106.19	126.76	162.01	193.91
2	4.00	0.00	51.38	25.20	49.95	101.15	125.50	158.60	190.14
3	8.00	0.00	59.73	37.00	47.43	94.44	122.14	156.20	185.52
4	12.00	0.00	67.20	42.40	38.20	89.40	118.36	152.40	178.38
5	16.00	0.00	71.40	54.20	21.83	83.11	114.17	148.20	171.25
6	20.00	0.00	82.20	72.60	10.49	77.65	109.55	141.00	165.37
7	24.00	0.00	89.80	85.20	20.15	65.06	104.09	136.80	159.50
8	28.00	0.00	93.20	92.40	34.84	60.02	100.31	131.40	156.56
9	32.00	0.00	96.20	97.00	44.07	49.53	95.70	126.40	151.10
10	36.00	0.00	99.00	104.00	53.73	40.80	90.66	118.80	146.07
11	40.00	0.00	102.40	109.20	64.22	27.40	85.62	115.80	139.35
12	44.00	0.00	109.20	115.84	71.77	15.80	78.49	111.60	138.51
13	48.00	0.00	114.20	119.62	77.23	19.73	70.51	105.40	133.47
14	52.00	0.00	120.00	126.34	83.11	31.48	65.48	102.20	128.44
15	56.00	0.00	123.40	132.21	88.98	39.45	61.28	96.20	116.20
16	60.00	0.00	129.20	138.93	91.92	45.33	49.20	91.20	109.80
17	64.00	0.00	135.20	144.39	100.73	52.47	41.13	86.40	102.00
18	68.00	0.00	143.75	149.84	107.03	57.92	19.73	77.40	103.00
19	72.00	0.00	148.00	155.72	109.13	67.16	29.38	67.20	93.80
20	76.00	0.00	153.58	159.92	115.84	75.13	45.75	56.20	87.00
21	80.00	0.00	157.30	164.11	117.52	81.85	56.66	45.20	83.00
22	84.00	0.00	161.29	166.21	123.40	88.56	63.38	31.20	75.00
23	88.00	0.00	165.01	172.93	130.95	92.34	75.55	20.20	68.00
24	92.00	0.00	168.81	175.45	132.63	94.02	87.72	10.00	54.98

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]	Dist. Rifr. 2 [m]
1	4.0	11.0
2	4.1	10.8
3	4.1	10.7
4	3.9	11.6
5	4.0	12.8
6	4.0	12.0
7	3.5	12.6
8	3.3	12.0
9	2.9	12.5
10	2.7	13.9
11	2.5	14.6
12	2.7	14.0
13	2.9	13.1
14	3.2	13.3
15	3.3	13.9
16	3.0	15.2
17	3.1	14.9
18	3.4	14.3
19	3.5	13.3
20	3.2	14.0
21	3.7	13.0
22	3.6	12.6
23	3.7	12.4
24	3.7	12.4

VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
1	200.0
2	564.0
3	826.0

CONCLUSIONI

L'analisi delle onde Sh ha consentito di determinare il profilo sismico verticale (gli spessori sono calcolati facendo la media degli strati nel profilo):

- Un primo livello con velocità 200 m/s e spessore 3,42 m
- Un secondo livello con velocità 564 m/s e spessore 9,54 m
- La sezione ottenuta mostra dai 12,96 m di profondità una velocità delle onde S di circa 826 m/s fino alla profondità di circa 30 m

Qui di seguito vengono riportati in tabella i risultati ottenuti e un sismo-stratigramma:

Tabella 1: PROFILO SISMICO E DATI

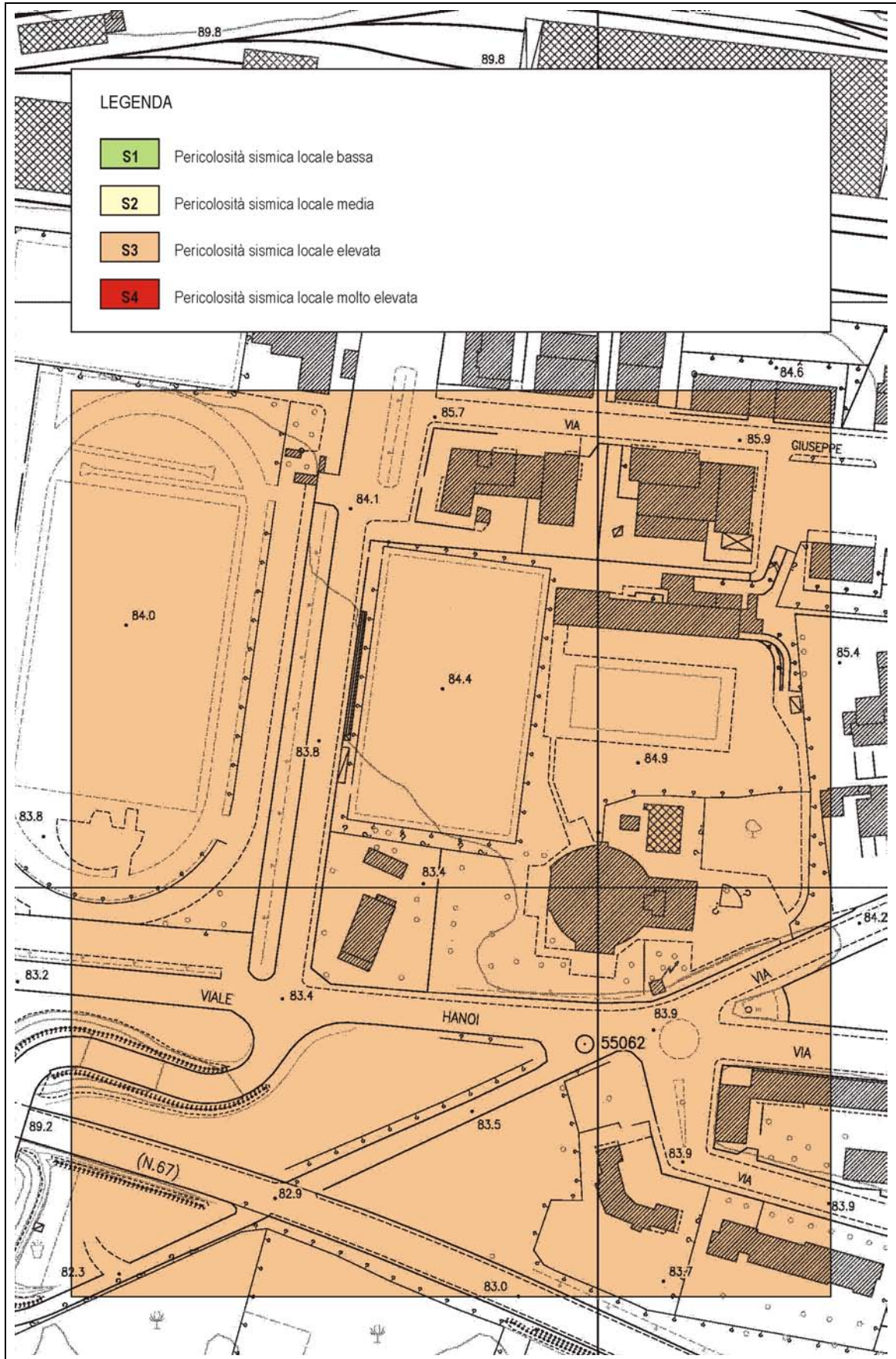
VS e PARAMETRI ELASTICI				
Strato	Vs (m/s)	Spessore medio ONDE SH (m)	da a	
			SH	
1	200	3,42	0	-3,42
2	564	9,54	-3,42	-12,96
3	826	17,04	-12,96	30



18/02/19	Dott Marco Marzupini
	Id:281351180219123R92

ALLEGATO 5

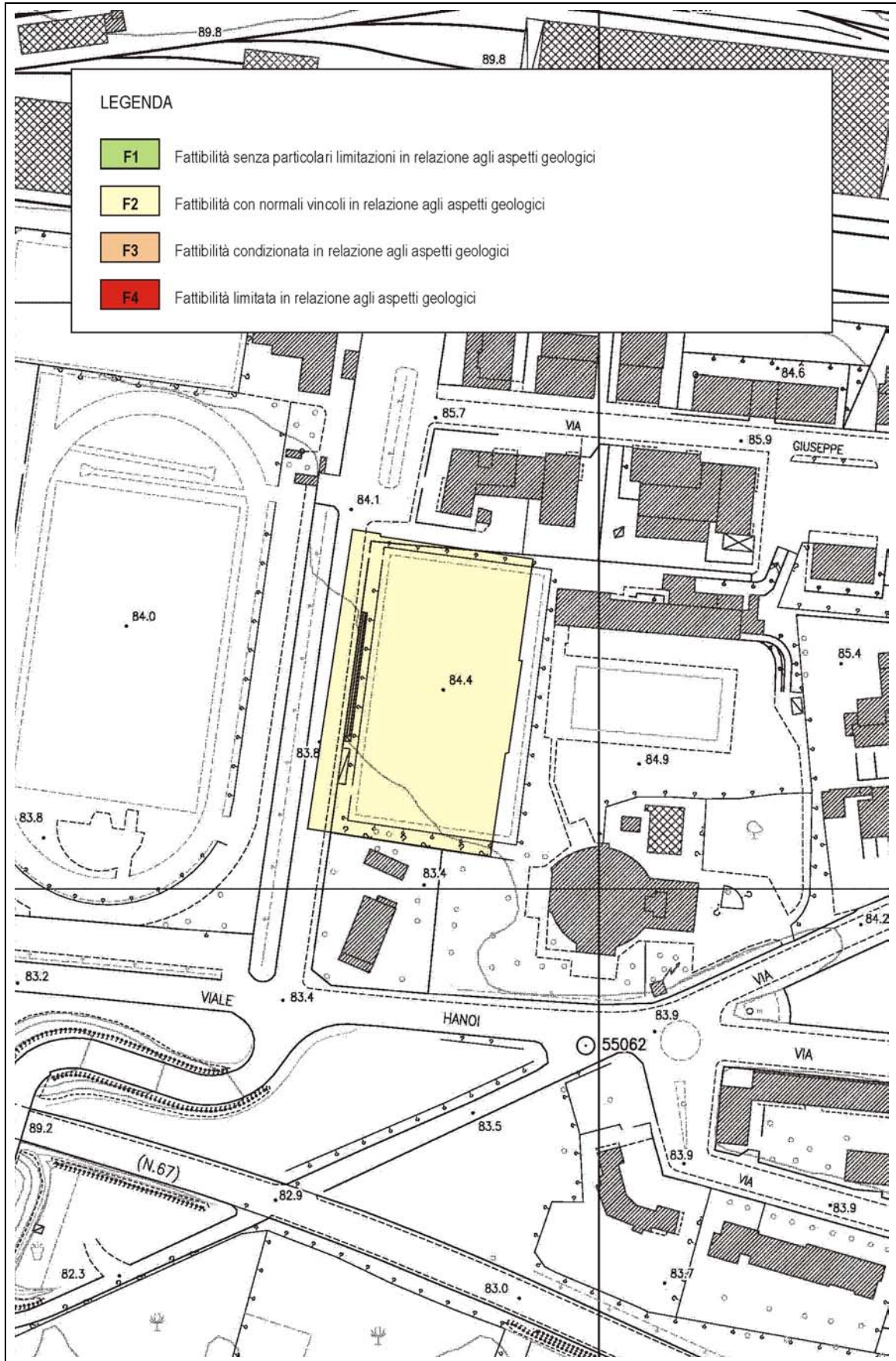
PERICOLOSITÀ SISMICA



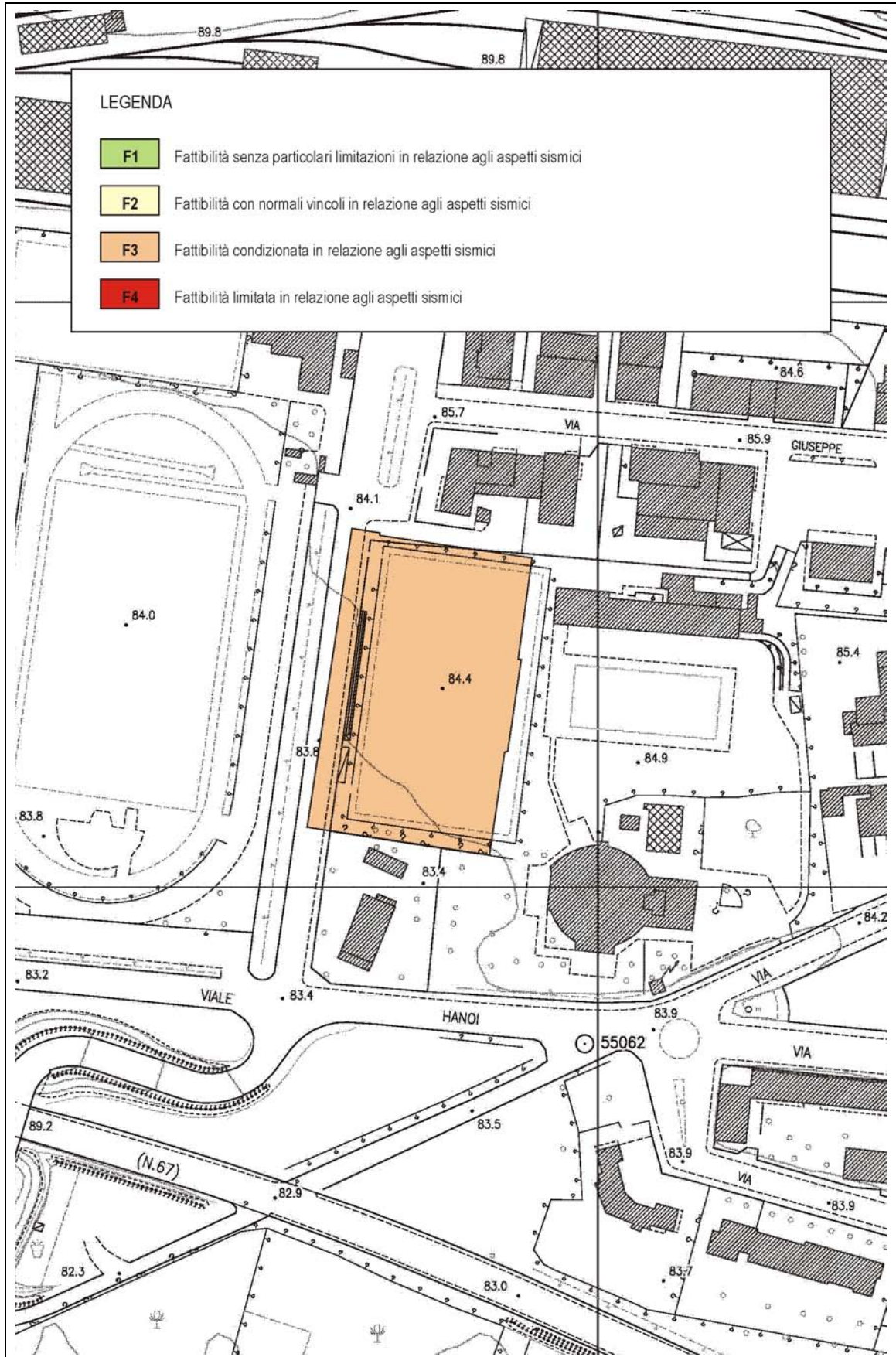
Carta della pericolosità sismica dell'area sportiva oggetto di Variante su estratto del Foglio 19L54, in scala 1:2.000, della Carta Tecnica Regionale.

ALLEGATO 6

FATTIBILITÀ DEGLI INTERVENTI



Carta della fattibilità in relazione agli aspetti geologici della Variante al regolamento Urbanistico su estratto del Foglio 19L54, in scala 1:2.000, della Carta Tecnica Regionale.



Carta della fattibilità in relazione agli aspetti sismici della variante al Regolamento Urbanistico su estratto del Foglio 19L54, in scala 1:2.000, della Carta Tecnica Regionale.