



**CONSORZIO DI BONIFICA
TERRE D'APULIA**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO DELL'ACQUEDOTTO RURALE DELLA MURGIA - SCHEMA SUD -



PROGETTO ESECUTIVO

Progettista:



Prof. Ing. Alberto Ferruccio PICCINNI
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.7288

Dott. Ing. Giovanni VITONE
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.3313

Dott. Ing. Gioacchino ANGARANO
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.5970

Dott. Ing. Luigi FANELLI
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.7428

Dott. Ing. Stefano FRANCAVILLA
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.4927

Responsabile del Procedimento:

Dott. Ing. Giuseppe CORTI

MAGGIO - 2019

<u>Codice</u>	<u>Elaborato</u>		
A04	Relazione geologica e indagini geofisiche		
		SCALA	
0	MAGGIO - 2019	Emesso per Progetto Definitivo	004 - ARM - RGEO Pdf
REV	DATA	NOTE	COD.ELABORATO

COMUNITÀ MONTANA MURGIA TARANTINA

OGGETTO

**810249 – SERVIZI TECNICI PROFESSIONALI PER LA REDAZIONE DI
RELAZIONI GEOLOGICHE E INDAGINI GEOGNOSTICHE
“LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO
DELL'ACQUEDOTTO RURALE DELLA MURGIA - SCHEMA SUD”
CUP: D38H18000070006 – CIG: Z7526F8188**

ELABORATO

RELAZIONE SULLE INDAGINI GEOFISICHE



COMMITTENTE

CONSORZIO DI BONIFICA TERRE D'APULIA

DIREZIONE GENERALE

P.IVA 93238890722
Corso Trieste 11 - 70126 BARI

INDAGINI E RILIEVI

APOGEO s.r.l.

Via Caduti di Nassiriya, 170 - 70022 Altamura (BA)
Cod. Fisc. e P. IVA 01037210778 REA: 472212 - Cap. Soc. € 94.628,00 i.v.
Tel. e Fax: 080/3143324 Email: apogeo.altamura@libero.it - PEC: apogeo@pec.joomlahost.it
www.apogeo.biz

Il Direttore Tecnico

Dott. Geol. Pietro PEPE

OS20A Class. I

OS20B Class. IIIBis



DATA

APRILE 2019

Rif. commessa

026_2019

SOMMARIO

1. PREMESSA	3
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELLE AREE DI INTERVENTO	4
2.1. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO.....	4
3. INQUADRAMENTO IDRO-GEOMORFOLOGICO	6
3.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	6
3.1. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	9
3.1. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO	11
4. CONSIDERAZIONI SISMOLOGICHE.....	12
4.1. SISMICITÀ STORICA DELL'AREA	12
5. PROSPEZIONI SISMICHE A RIFRAZIONE DI SUPERFICIALE IN ONDE P.....	14
5.1. DESCRIZIONE DEL METODO E DELLA STRUMENTAZIONE	14
5.2. ACQUISIZIONE DEI DATI	14
5.3. ELABORAZIONE DEI DATI.....	14
5.4. RAPPRESENTAZIONE DEI DATI	14
5.5. INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI	15
6. PROSPEZIONE SISMICA PER LA STIMA DEL $V_{s,eq}$	17
6.1. RE.MI. (REFRACTION MICROTREMORS) – DESCRIZIONE DEL METODO E DELLA STRUMENTAZIONE	17
6.2. RE.MI. – ACQUISIZIONE DEI DATI	17
6.3. RE.MI. – ELABORAZIONE DEI DATI	17
6.4. RE.MI. – RAPPRESENTAZIONE DEI RISULTATI	17
6.5. RE.MI. – INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI	18
7. STIMA DEI MODULI DINAMICI	19
8. RISULTANZE DELLE INDAGINI GEOFISICHE.....	31
<i>Prospezione sismica BS.01 – RE.MI.01.....</i>	<i>32</i>
<i>Prospezione sismica BS.02 – RE.MI.02.....</i>	<i>39</i>
<i>Prospezione sismica BS.03 – RE.MI.03.....</i>	<i>46</i>
<i>Prospezione sismica BS.04 – RE.MI.04.....</i>	<i>53</i>
<i>Prospezione sismica BS.05 – RE.MI.05.....</i>	<i>60</i>
<i>Prospezione sismica BS.06 – RE.MI.06.....</i>	<i>67</i>
<i>Prospezione sismica BS.07 – RE.MI.07.....</i>	<i>74</i>
<i>Prospezione sismica BS.08 – RE.MI.08.....</i>	<i>81</i>
<i>Prospezione sismica BS.09 – RE.MI.09.....</i>	<i>88</i>
<i>Prospezione sismica BS.10 – RE.MI.10.....</i>	<i>95</i>

1. PREMESSA

Nel presente elaborato vengono riportati i risultati ottenuti dalla campagna di indagine geognostica svolta nell'ambito dei "Servizi tecnici professionali per la redazione di relazioni geologiche e indagini geognostiche - Lavori di ristrutturazione e potenziamento dell'Acquedotto Rurale della Murgia - Schema Sud".

In ottemperanza a quanto previsto in appalto sono state eseguite una serie di indagini dirette e indirette lungo i rami del tracciato di progetto e soprattutto in corrispondenza delle opere d'arte a realizzarsi (pozzetti di scarico, pozzetti sfiato ...).

Vista la natura dei terreni interessati dalla realizzazione dell'opera in progetto durante l'attuazione delle indagini è stata posta particolare attenzione a:

- Determinare lo spessore dei depositi di copertura e suolo al di sopra del substrato roccioso;
- Individuare l'eventuale presenza di anomalie stratigrafiche con particolare riferimento a cavità carsiche e sacche di terra rossa;
- Determinare la sismostratigrafia locale e calcolare il valore puntuale del $V_{s,eq}$ al fine di attribuire al sottosuolo in esame una delle categorie di suolo di fondazione contemplate dalle NTC 2018;
- Valutare la qualità ambientale dei terreni soggetti a scavo per il riutilizzo nello stesso sito o come sottoprodotto, ai sensi del D. Lgs. 152/2006 e D.P.R. 120/2017.

La campagna indagini è consistita nell'esecuzione di:

- **n. 10 prospezioni sismiche a rifrazione di superficie in onde P** per la costruzione sismostratigrafica dei terreni, per singoli profili di lunghezza complessiva 75 m e con 24 geofoni distanti 3 m;
- **n. 10 prospezioni sismiche in onde S per il calcolo dei moduli dinamici e della $V_{s,eq}$** (NTC 2018), eseguiti con 24 picchetti a spaziatura di 3 m, per una lunghezza complessiva di 69 m.

Inoltre, è stata eseguita una campagna di caratterizzazione ambientale (ai sensi del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i e del DPR 120/2017 e s.m.i), consistita in n. 64 punti di prelievo distanziati circa 500 metri l'uno dall'altro e prelievo di campioni (taluni anche mediante l'utilizzo del penetrometro superpesante per il prelievo dei campioni in profondità). I campioni sono stati sottoposti ad analisi chimiche per accertare la sussistenza dei requisiti di qualità ambientale delle terre e rocce da scavo ai fini del loro utilizzo nell'ambito del cantiere o l'eventuale conferimento a discarica.

Per una consultazione tecnica si rimanda alla Relazione sulle attività di indagine ambientale.

Nella presente relazione vengono descritti gli strumenti e le attrezzature utilizzate in campo, le procedure e le metodologie di elaborazione ed interpretazione dei risultati ottenuti.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELLE AREE DI INTERVENTO

Le aree oggetto di intervento sono dislocate nel territorio della Comunità Montana Murgia Tarantina. L'obiettivo è quello di definire l'assetto più razionale possibile dell'intero sistema acquedottistico a servizio del territorio ricadente nella propria area di influenza e di quella relativa alla Comunità Montana Murgia Tarantina. Gli interventi sono finalizzati non solo al soddisfacimento delle numerose istanze di approvvigionamento idropotabile, ma alla migliore funzionalità ed economicità dell'esercizio delle opere già eseguite.

2.1. Descrizione degli interventi in progetto

Nell'ottica del miglioramento delle caratteristiche funzionali dello schema e dell'economicità dell'esercizio delle opere esistenti si sono previsti interventi di sostituzione delle condotte esistenti ammalorate per le quali i responsabili della gestione hanno testimoniato il cattivo stato di conservazione e fra queste quella la condotta premente che dall'impianto di sollevamento "Massafra" adduce l'acqua al serbatoio SS1, opera dalla quale poi viene distribuita a tutto il resto della rete, che riveste carattere di urgenza anche alla luce delle recenti rotture e sospensioni del servizio verificatesi nell'estate del 2018. Le opere in questione ricadono in un vasto territorio che interessa i territori extraurbani di numerosi comuni che sono di seguito elencati: Massafra, Crispiano, Martina Franca, Noci, Mottola, Gioia del Colle.

I tronchi oggetto di specifico intervento sono:

- Condotta PREMENTE di lunghezza circa 17,4 km. La condotta premente che dall'impianto di sollevamento "Massafra" adduce le acque al Serbatoio SS1, rappresenta uno degli elementi cardine dell'intero schema Sud, essendo questo il vettore principale attraverso cui sono alimentati tutti i serbatoi dello schema. Lungo il tracciato della condotta premente si prevede di realizzare n. 9 pozzetti di scarico e n. 9 pozzetti di sfiato, in corrispondenza, rispettivamente, dei punti più bassi e più alti del tracciato.
- Tronco SA02. Il tratto che si intende sostituire con il presente intervento è quello terminale del DN 150 della lunghezza di circa 1,1 km. Lungo il tracciato della condotta si prevede di realizzare n. 3 pozzetti di scarico e n. 2 pozzetti di sfiato.
- Tronco SA05. Il tratto che si intende sostituire con il presente intervento è quello del DN 150 della lunghezza di circa 3,7 km. Lungo il tracciato della condotta si prevede di realizzare n. 5 pozzetti di scarico e n. 5 pozzetti di sfiato.
- Tronco SD01A. Il tratto che si intende sostituire con il presente intervento è quello terminale del DN 100 della lunghezza di circa 5,6 km. Lungo il tracciato della condotta si prevede di realizzare n. 3 pozzetti di scarico e n. 2 pozzetti di sfiato.
- Tronco SD01D. Lungo il tracciato della condotta, della lunghezza complessiva di circa 3,7 km del DN 100 in ghisa sferoidale, si prevede di realizzare n. 2 pozzetti di scarico e n. 1 pozzetti di sfiato.
- Tronco SD03. Il tratto che si intende sostituire con il presente intervento è quello terminale del DN 80 della lunghezza di circa 1,6 km. Lungo il tracciato della condotta si prevede di realizzare n. 3 pozzetti di scarico e n. 1 pozzetti di sfiato.
- Tronco SD11. Lungo il tracciato della condotta, della lunghezza complessiva di circa 0,7 km del DN 100 in ghisa sferoidale, si prevede di realizzare n. 1 pozzetti di scarico e n. 1 pozzetti di sfiato.

Ubicazione su ortofoto delle aree in esame

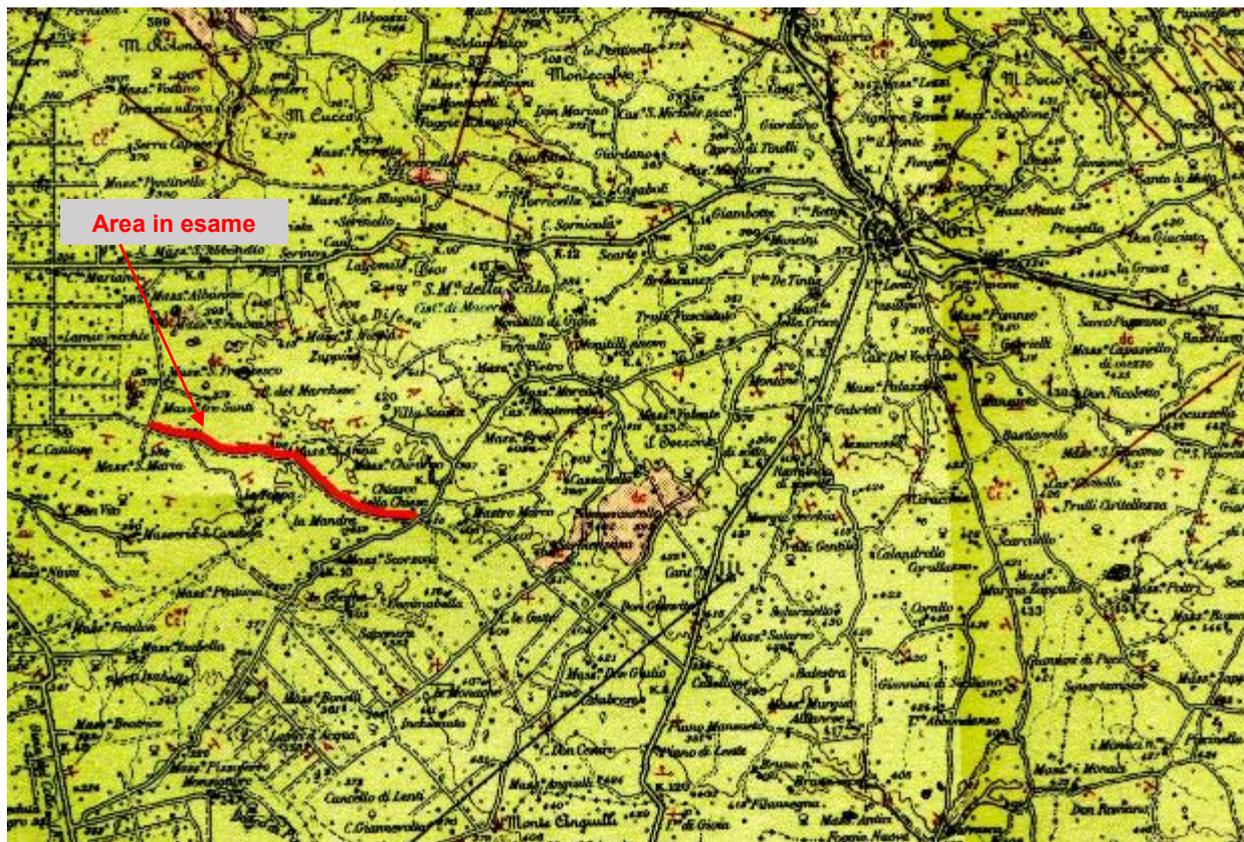


3. INQUADRAMENTO IDRO-GEOMORFOLOGICO

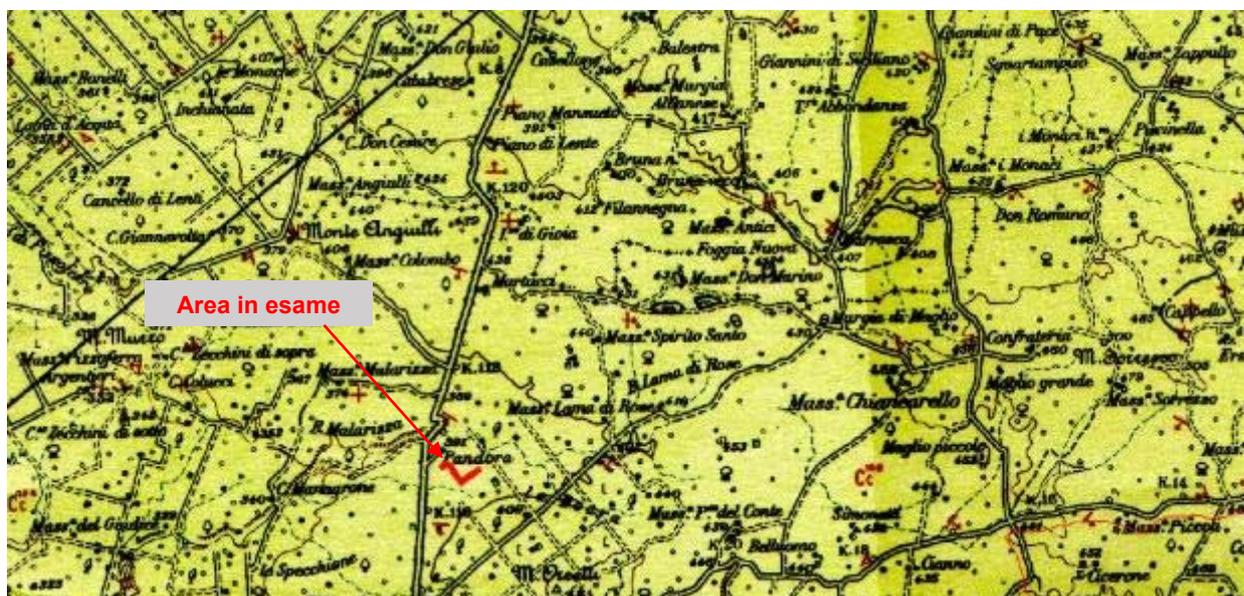
3.1. Inquadramento Geologico

Il territorio in esame, dal punto di vista geologico, ricade nei Fogli 190 "Monopoli" e 202 "Taranto" della Carta Geologica d'Italia 1:100.000, nel seguito si riportano gli stralci cartografici relativi ai singoli tratti oggetto di intervento.

Tratto SA05 - Stralcio Foglio 190 "Monopoli" della Carta Geologica d'Italia



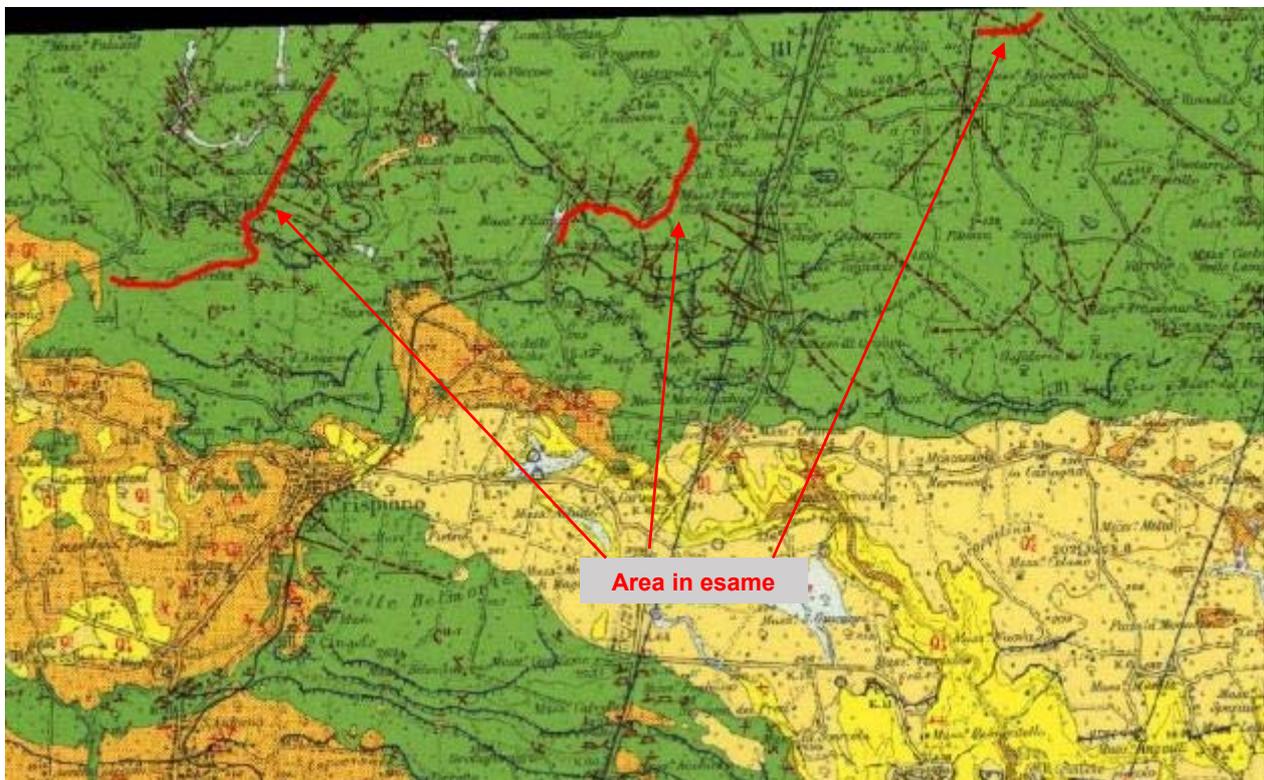
Tratto SD11 - Stralcio Foglio 190 "Monopoli" della Carta Geologica d'Italia



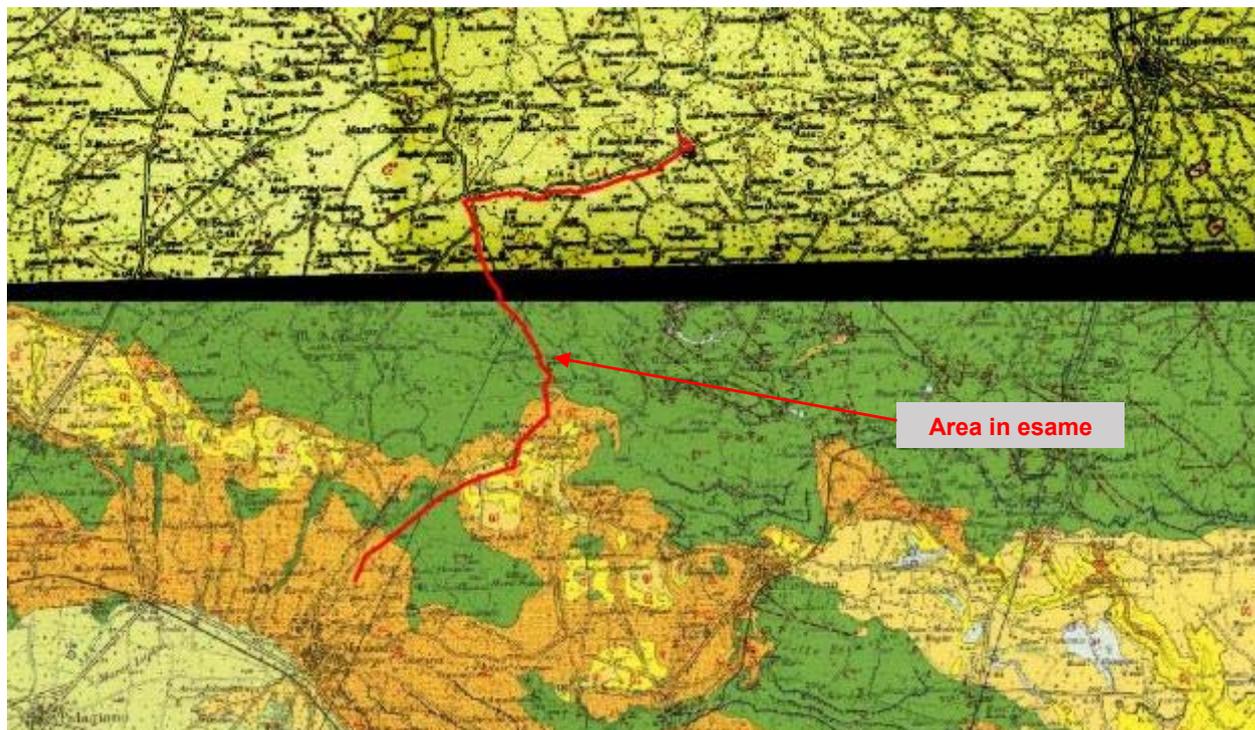
Tratto SD03 - Stralcio Foglio 190 "Monopoli" della Carta Geologica d'Italia



Tratti SD01A, SD01D, SA02 - Stralcio Foglio 202 "Taranto" della Carta Geologica d'Italia



PREMENTE a cavallo tra i Fogli 190 "Monopoli" e 202 "Taranto" della Carta Geologica d'Italia



Legenda Foglio 190 "Monopoli"

CC⁺⁺
 **CC⁺⁺**
CC⁺⁺
CC⁺⁺

CALCARE DI ALTAMURA – Calcari ceroidi e detritici, a grana varia, stratificati, con abbondanti Rudiste tra cui *Biradiolites angulosus* (d'ORBIGNY), *Medeella acuticostata* TORRE, *Duronia martellii* (PARONA), con alcuni livelli marnosi. Le Rudiste si trovano sia in posizione primaria, sia in banchi a frammenti rimaneggiati, legati, questi ultimi, a livelli brecciatati con abbondante « terra rossa », indicanti episodi di emersione.
 Microfauna: *Textulariidae*, *Miliolidae*, *Aeolisaccus kotori* RADOICIC, *Accordiella conica* FARNACCI.
SENONIANO (CC⁺⁺).
(CC⁺⁺) : intercalazioni lentiformi di calcareniti bianche (Caranna e Lamie di Olimpe).

Legenda Foglio 202 "Taranto"

P-QE
 **P-QE**

CALCARENITE DI GRAVINA. Calcareniti in genere fini, pulverulente, a volte molto compatte, soprattutto nella parte inferiore, bianco-giallastre ("tufo") e ghiaie calcaree, talora parzialmente cementate (Mass. S. Simone) e breccie calcaree rossastre presso il bordo meridionale delle Murge. I fossili sono abbondanti con Echinidi, Molluschi tra cui *Turritella tricarinata tricarinata* (BROC.), *Argobuccinum marginatum* (MART.), *Murex brandaris* LIN., *Nassarius prismaticus* (BROC.), *Aequipecten opercularis* (LIN.), *Spondylus crassicauda* (LAM.). I Foraminiferi sono rappresentati nella parte sommitale soprattutto da *Bulimina marginata* D'ORB., *Uvigerina peregrina* CUSH., *Bolivina catanensis* SIG., *Cassidulina carinata* SILV. e *Hyalinea balthica* (SCHM.) (CALABRIANO). Nella rimanente parte si hanno invece microfaune con *Spiroplectammina wrighti* (SILV.), *Globulina gibba fissicostata* CUSH. & OZ., *Cassidulina carinata* SILV., *Valvulineria complanata* (CUSH.), *Anomalina ornata* (COSTA), *Cibicides floridanus* (CUSH.), *Cibicides pseudoungerianus* (CUSH.), *Globigerina pachyderma* (DHR.), *Elphidium complanatum* (DORB.) (PLIOCENE SUPERIORE).

C^{++-f}
 **C^{++-f}**

CALCARE DI ALTAMURA. Calcari compatti, talora ceroidi, biancastri e grigi con intercalati calcari dolomitici e dolomie compatti, nocciola o grigio scuri (es. S. Crispieri); la stratificazione è sempre distinta. I resti fossili sono talora abbondanti con *Hippurites lapeirousi* GOLDF., *Hippurites sulcatus* DEFE., *Radiolites angeiodes* LAM., *Radiolites squamosus* DORB., *Biradiolites lumbricoides* DOUV., *Duronia martellii* PAR., *Bournonia retrolata* (ASTRE), *Medeella acuticostata* TORRE. Le microfaune sono in genere scarse con *Miliolidae*, *Ophthalmidiidae* e talora Ostracodi; eccezionalmente sono presenti *Dicyclina schlumbergeri* MUN. CHALM., *Cuneolina pavonia parva* HEN., *Aeolisaccus kotori* RAD. (SENONIANO-TURONIANO con possibile passaggio al CENOMANIANO).

Dalla consultazione dei due Fogli della Carta Geologica è emerso che il territorio in esame ricade per la maggior parte sulla formazione dei *“Calcari di Altamura”* (Cretaceo), costituita da calcari compatti, intercalati a calcari dolomitici e dolomie, di colore grigio-nocciola; mentre la zona più a sud ricade sul deposito calcarenitico appartenente alla Formazione delle *“Calcareniti di Gravina”* costituita da una sabbia cementata a grana medio-fine ricca in fossili e macrofossili. La formazione calcarea appartiene alla Piattaforma Carbonatica Apula (Murge) che da un punto di vista strutturale rappresentano uno dei settori più rialzati dell'Avampese Apulo; esse si sviluppano lungo un trend WNW-ESE con una serie di ripiani, aventi immersione verso SSW con un assetto monoclinale. La struttura delle Murge è il risultato di una serie di eventi tettonici che hanno avuto inizio nel Cretaceo superiore, e sono proseguiti, in modo intermittente, sino al Miocene con l'instaurarsi della tettonogenesi appenninica. Tutta l'area dell'avampese è articolata in tre distinti settori: Gargano, Murge e Salento, limitati da importanti strutture tettoniche orientate EW.

Lungo i bordi dell'altopiano murgiano, ed al suo interno lungo delle depressioni strutturali, si rinvengono in discordanza angolare sulle unità cretacee le formazioni appartenenti all'unità strutturale dell'Avanfossa che sono, a partire dal basso, in contatto diretto con la roccia calcarea. Infatti, a partire dal Pliocene medio-superiore sino al Pleistocene inferiore, l'area delle Murge è stata quasi del tutto sommersa. In seguito a tale ingressione si depositano in trasgressione le *“Calcarenite di Gravina”* (Calabriano-Pleistocene sup.).

Un altro elemento caratteristico delle formazioni calcaree è la presenza, a varie profondità, di livelli di *“terra rossa”* e di cavità di origine carsica.

3.1. Inquadramento Geomorfologico

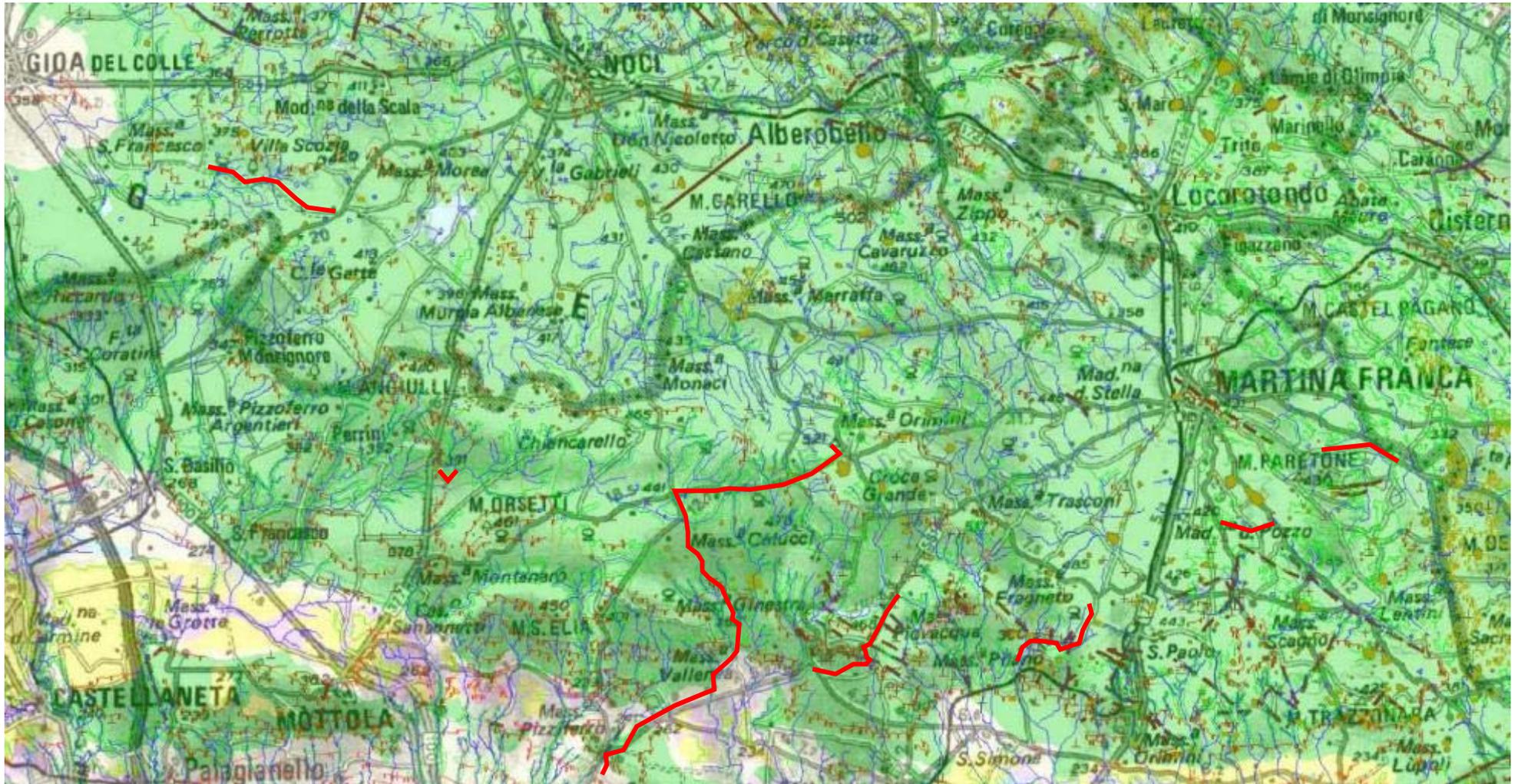
Facendo riferimento ai dati di letteratura, la morfologia delle aree a sud del foglio *“Monopoli”* e a nord del foglio *“Taranto”* sono strettamente legate alla composizione litologica e all'assetto strutturale dei terreni affioranti. In generale, la morfologia del territorio si presenta prettamente carsica con numerosissime doline, polje, voragini ed inghiottitoi. Inoltre, sono presenti dei solchi erosivi (*“lame”*) connessi alla dissoluzione dei calcari e agevolati dalla presenza di fratture. Il fenomeno del carsismo genera sulle rocce calcaree diverse forme carsiche epigee, come le doline, ma anche forme ipogee come cavità. Non si esclude la presenza, pertanto di cavità carsiche nell'ammasso calcareo ivi presente.

Le aree oggetto di esame si sviluppano lungo tronchi lineari molto lunghi, per cui le quote altimetriche cambiano notevolmente, a titolo indicativo si riassumono i range di quota come a seguire:

- Tratto SA05 tra le quote 371÷420 m s.l.m.;
- Tratto SD11 tra le quote 378÷392 m s.l.m.;
- Tratto SD03 tra le quote 338÷308 m s.l.m.;
- Tratto SD01A tra le quote 480÷308 m s.l.m.;
- Tratto SD01D tra le quote 470÷342 m s.l.m.;
- Tratto SA02 tra le quote 434÷410 m s.l.m.;
- PREMENTE tra le quote 521÷180 m s.l.m.;

Di seguito si riporta uno stralcio della Carta idro-geomorfologica dell'Autorità di Bacino della Puglia consultabile tramite il WebGis del portale.

Stralcio della carta idro-geomorfologica dell'AdB Puglia con ubicazione delle aree in esame



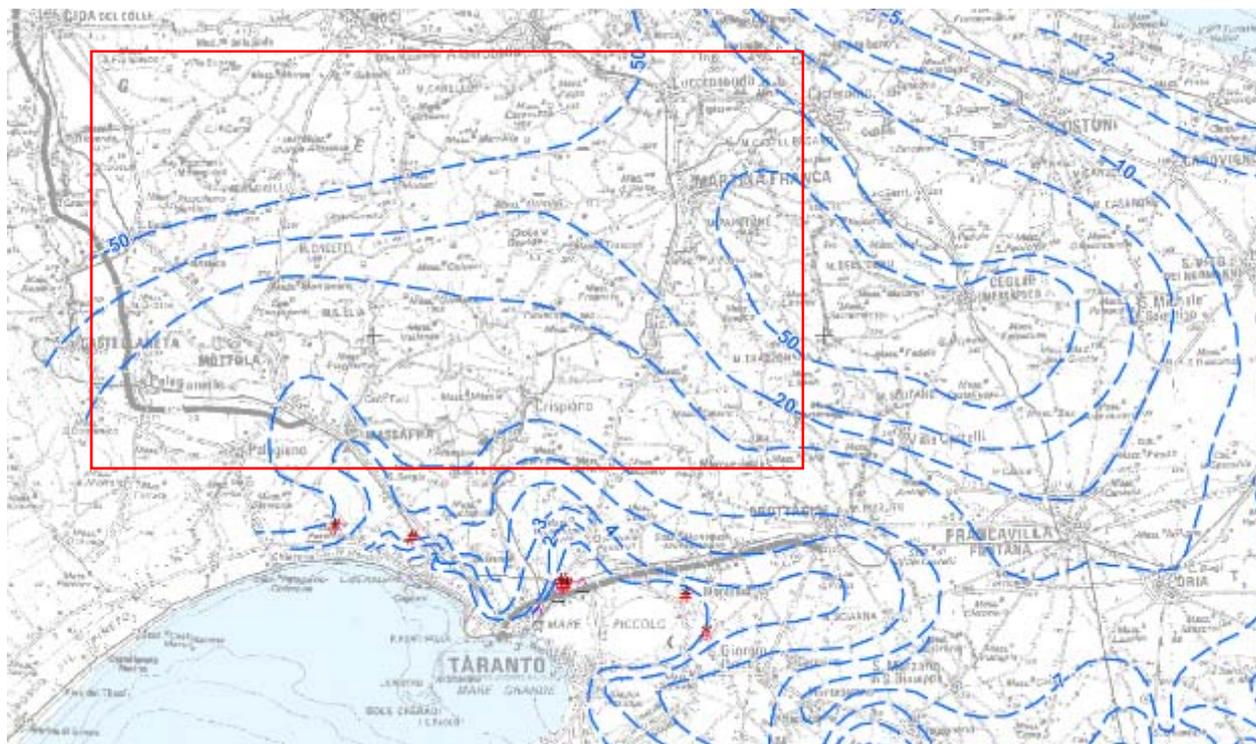
3.1. Inquadramento Idrografico e Idrogeologico

Il reticolo idrografico superficiale per buona parte dell'anno risulta praticamente privo di acqua sia per le scarse precipitazioni che caratterizzano la zona che per la presenza di una sviluppata circolazione idrica sotterranea. Infatti, le acque di precipitazione, dopo un percorso superficiale molto breve, si infiltrano nel sottosuolo, alimentando così la falda idrica.

Non sono presenti falde acquifere superficiali. Infatti affiorano calcari che sono caratterizzati da una permeabilità a grande scala. È presente una falda acquifera profonda il cui livello statico si trova a circa 50 metri s.l.m. quindi si attesta ad oltre 250 metri di profondità dal piano campagna. Per il caso della PREMENTE, relativamente al tratto meridionale in prossimità di Massafra, si registra un livello statico della falda a circa 10 metri s.l.m. quindi la stessa si attesta a 170 metri di profondità dal piano campagna.

A titolo indicativo si riporta nel seguito la carta delle isopieze del Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia

Distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi carsici della Murgia a e del Salento



4. CONSIDERAZIONI SISMOLOGICHE

Secondo la classificazione sismica del D.G.R. n. 1626 del 15.09.2009 i comuni di Massafra (TA) Crispiano (TA), Noci (BA), Mottola (TA) e Gioia del Colle (BA) ricadono in **zona sismica 3** (*livello di pericolosità medio*), mentre il comune di Martina Franca (TA) ricade in **zona sismica 4** (*livello di pericolosità basso*).



Classificazione sismica 2010 - Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003

4.1. Sismicità storica dell'area

Sulla base delle indagini sismiche eseguite, è stato possibile calcolare il parametro $V_{s,eq}$ per il territorio in esame e dunque stabilire la categoria di appartenenza del suolo di fondazione. Pertanto, dal punto di vista della caratterizzazione sismica, lo stesso è classificato come categoria di suolo di fondazione di tipo "A", avendo ottenuto valori del $V_{s,eq} > 800$ m/s tranne nel caso del territorio investigato dalla prospezione sismica Re.Mi.06 in cui il sottosuolo è risultato essere caratterizzato da un valore di $V_{s,eq} = 444$ m/s e dunque classificato come suolo di categoria "B".

Alla luce delle attuali conoscenze si ritiene che non si pongono particolari problemi alla realizzazione dell'opera in oggetto. Naturalmente si terrà conto di quanto riportato nelle Norme Tecniche delle Costruzioni del Gennaio 2018 che all'opera si deve attribuire un'accelerazione massima orizzontale con probabilità di superamento del 10% in 50 anni maggiore di 0.05 g, pari ad un'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico sulla formazione di base (suoli di categoria "A") pari ad $a_g = 0.15g$.

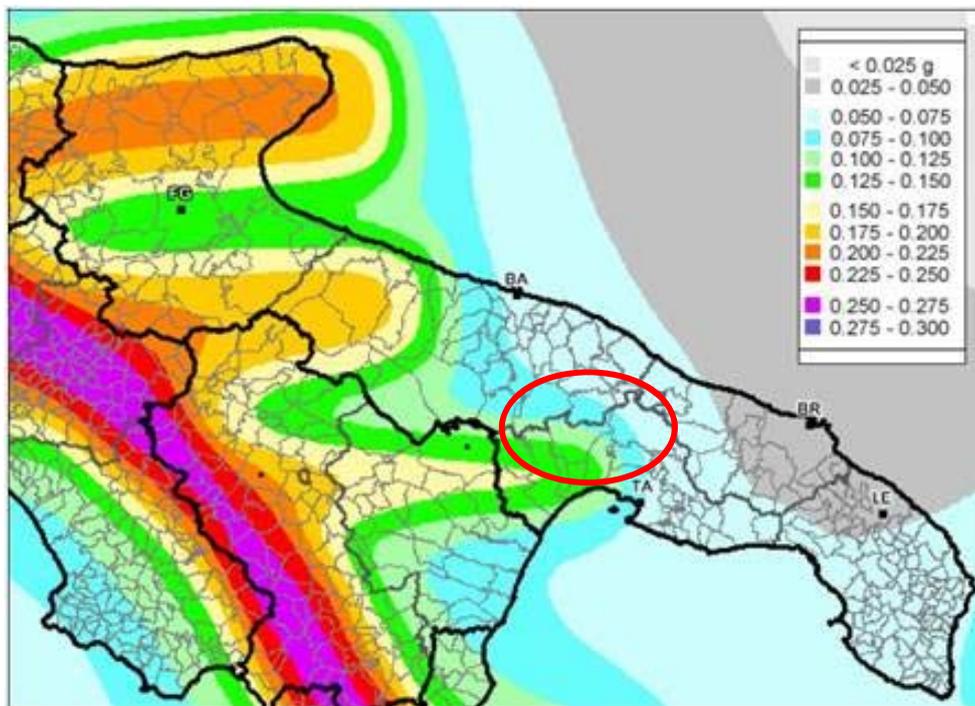
In particolare, le recenti Norme superano il concetto della classificazione del territorio in zone, imponendo nuovi e precisi criteri di verifica dell'azione sismica nella progettazione delle nuove opere ed in quelle esistenti, valutata mediante una analisi della risposta sismica locale.

In assenza di queste analisi, la stima preliminare dell'azione sismica può essere effettuata sulla scorta delle "categorie di sottosuolo" e della definizione di una "pericolosità di base" fondata su un reticolo di punti di riferimento, costruito per l'intero territorio nazionale.

Ai punti del reticolo sono attribuiti, per nove differenti periodi di ritorno del terremoto atteso, i valori di a_g e dei principali "parametri spettrali" riferiti all'accelerazione orizzontale, da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica (fattore di amplificazione massima F_0 e periodo di inizio del tratto a velocità costante T^*C). Il reticolo di riferimento ed i dati di pericolosità sismica vengono forniti dall'INGV e pubblicati nel sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.

Il territorio strettamente in esame è caratterizzato da un'accelerazione compresa tra 0.075 - 0.150 g, a seconda dei punti specifici di intervento, come evidenziato nella figura in cui è riportata la mappa di pericolosità sismica con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi (categoria A, $V_{s,eq} > 800$ m/sec).

Pericolosità sismica della Puglia (Fonte: INGV, Mappa della pericolosità sismica, 2006)



5. PROSPEZIONI SISMICHE A RIFRAZIONE DI SUPERFICIALE IN ONDE P

5.1. Descrizione del metodo e della strumentazione

L'indagine geosismica del tipo a rifrazione di superficie, come tutti i metodi d'indagine indiretta del sottosuolo, permette di investigare un certo volume di sottosuolo variabile a seconda sia della lunghezza dei profili eseguiti ma anche della natura litologica del sito.

Il metodo consiste nell'inviare nel terreno un impulso sismico, tramite un'opportuna sorgente a impatto o esplosiva e nel rilevare il primo arrivo di energia, costituito da un'onda elastica diretta e da una rifratta. L'onda rifratta, emergente in superficie, è generata da interfacce rifrangenti che separano mezzi a differente velocità sismica (sismostrati), generalmente, crescente con la profondità.

I primi arrivi, individuati su sismogrammi rilevati dai geofoni e registrati tramite un sismografo, sono riportati su grafici tempo-distanza (dromocrone), in seguito interpretati per ottenere informazioni sismostratigrafiche.

Per il caso in esame, la strumentazione utilizzata è consistita in un sismografo a 24 canali, della "MAE" modello X610/S con acquisizione computerizzata dei dati e in una sorgente del tipo ad impatto verticale per la generazione di onde rilevate da 24 geofoni rispettivamente di frequenza pari a 14Hz per le onde P.

5.2. Acquisizione dei dati

Nell'ambito del presente studio, sono state eseguite n. 10 prospezioni sismiche a rifrazione, in onde P di lunghezza pari a 75 m per le quali sono stati effettuati cinque scoppi.

Infatti, per quanto riguarda la geometria adottata in riferimento alle basi sismiche, i 24 geofoni sono stati disposti sul terreno con una spaziatura di 3.0 m, i punti di scoppio A e B sono a 3.0 m rispettivamente dal 1° e dal 24° geofono, in posizione esterna allo stendimento geofonico, lo scoppio C è posto al centro dello stendimento stesso (fra il 12° e il 13° geofono), mentre gli altri due scoppi intermedi D ed E rispettivamente tra 6° e 7° geofono e tra il 18° e il 19° geofono, l'intero stendimento risulta pari a 75 m.

L'ubicazione dei profili sismici è riportata negli elaborati grafici "Planimetrie con ubicazione delle indagini geofisiche e ambientali".

5.3. Elaborazione dei dati

L'elaborazione dei dati è stata eseguita secondo la procedura descritta schematicamente di seguito:

- ✓ Inserimento delle geometrie mediante il software Pickwin (distanze fra geofoni e posizioni dei punti di scoppio);
- ✓ Applicazione dei filtri "low-pass" e "high-pass" per la lettura ottimale dei primi arrivi eliminando le frequenze di disturbo;
- ✓ Picking dei primi arrivi;
- ✓ Export delle dromocrone;
- ✓ Inversione tomografica dei dati attraverso l'applicativo Plotrefa;
- ✓ Definizione del modello sismostratigrafico.

5.4. Rappresentazione dei dati

I dati elaborati sono stati esportati ottenendo i sismogrammi relativi ai cinque punti di scoppio, le dromocrone, le sezioni tomografiche e i modelli sismostratigrafici.

In particolare l'elaborazione tomografica rappresenta l'andamento dei sismostrati, lungo la sezione corrispondente al profilo in superficie, ottenuta dalla elaborazione ed inversione dei dati sismici; il modello sismostratigrafico rappresenta invece l'interpretazione degli stessi sismostrati in funzione della geologia del sito, ottenuto correlando le velocità medie di ciascun sismostrato con i dati geologici noti e le loro velocità sismiche caratteristiche. Tutte le interpretazioni sono consultabili in allegato alla presente relazione.

5.5. Interpretazione dei risultati

Ai fini della corretta interpretazione dei risultati dell'indagine sismica è importante precisare che generalmente:

- a) i sismostrati non sono necessariamente associabili a litotipi ben definiti, ma sono rappresentativi di livelli con simili caratteristiche elastiche, in cui le onde sismiche si propagano con la stessa velocità;
- b) la risoluzione del metodo è funzione della profondità di indagine e la risoluzione diminuisce con la profondità: considerato uno strato di spessore h ubicato a profondità z dal piano campagna, in generale non è possibile individuare sismostrati in cui $h < 0.25 * z$.
- c) nelle indagini superficiali, le onde di taglio, meno veloci, arrivano in un tempo successivo, per cui il segnale registrato sarà la risultante delle onde S con le onde P e quindi la lettura dei tempi di arrivo delle onde S può risultare meno precisa della lettura dei tempi di arrivo delle onde P;
- d) i terreni esaminati possono ricoprire un ampio campo delle velocità sismiche, in relazione alla presenza di materiale di riporto, di terreno vegetale e di acqua di falda nonché ai vari gradi di stratificazione, carsificazione e di fratturazione dell'ammasso roccioso.

Riguardo al punto d) (vedi Zezza1-1976), possono essere distinti 5 differenti gradi di carsificazione ai quali corrispondono le seguenti caratteristiche dell'ammasso roccioso carsificato:

- grado V: $V_p = 0,7-1,0$ km/sec. Sono cancellati i caratteri tessiturali della roccia in posto i cui relitti si trovano inglobati in abbondanti terre rosse;
- grado IV: $V_p = 1,1-1,9$ km/sec. Sono conservati i caratteri tessiturali della roccia in posto attraversata in ogni senso da cavità carsiche attive e fossili;
- grado III: $V_p = 2,0-3,0$ km/sec. Diffusa presenza di cavità collegate ai processi di dissoluzione carsica;
- grado II: $V_p = 3,1- 4,5$ km/sec. Giunti di fessurazione interessati solo parzialmente da manifestazioni carsiche;
- grado I: $V_p > 4,5$ km/sec. Assenza completa di manifestazioni carsiche; giunti di fessurazione radi e bancate compatte.

Di seguito sono stati riportati, in tabella, i valori di velocità delle onde sismiche di compressione tipici di ogni litotipo.

¹ Valutazione geologica-tecnica degli ammassi rocciosi carsificati con particolare riferimento alle aree carsiche pugliesi. Mem. Soc. Geol. It., 14,1976.

Tabella: Valori di velocità per le onde di compressione (da “Le indagini geofisiche per lo studio del sottosuolo” di Carrara – Rapolla – Roberti, “Il manuale del geologo” di Cassadio – Elmi).

LITOTIPO	Vp (m/sec)
Areato superficiale	300-800
Argille	1100-2900
Sabbia asciutta	200-1000
Sabbie umida	600-1800
Terreni alluvionali sciolti	400-2100
Acqua	1400-1500
Calcere fratturato	700-4200
Calcere compatto	2800-6400
Calcere cristallino	5700-6400
Piroclastiti coerenti (tufo)	750-2450
Piroclastiti incoerenti (pozzolana)	350-1000
Arenaria	1400-4500
Granito, Monzonite, Granodiorite, Gabbro, Diabase, Basalto	4000-6000
Anidride	3500-5500
Gesso	1800-4000
Gneiss e scisti	3500-7500

Dai valori di velocità di propagazione delle onde P, è stato possibile ricavare la sismostruttura del sottosuolo in corrispondenza di ogni base sismica. Il sottosuolo investigato è stato distinto, in distinti sismostrati ciascuno caratterizzato da un determinato valore di velocità delle onde di compressione. Tutte le interpretazioni sono consultabili in allegato alla presente relazione.

6. PROSPEZIONE SISMICA PER LA STIMA DEL $V_{S,EQ}$

6.1. RE.MI. (Refraction Microtremors) – Descrizione del metodo e della strumentazione

Al fine di calcolare il valore di velocità delle onde di taglio fino alla profondità a cui staziona il bedrock calcareo o suolo rigido contraddistinto da valori delle $V_s > 800 \text{ m/s}$ ($V_{s,eq}$) e determinare la classe di appartenenza del terreno di fondazione, secondo quanto è richiesto dalle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni DM 17/01/2018, sono stati eseguiti n. 10 profili RE.MI. ubicati rispettivamente in corrispondenza delle basi sismiche come mostrato negli elaborati grafici *“Planimetrie con ubicazione delle indagini geofisiche e ambientali”*.

La tecnica utilizzata consente una stima accurata dell’andamento delle velocità di propagazione delle onde S nel sottosuolo; ciò avviene registrando semplicemente il rumore di fondo ed elaborando il segnale con un opportuno software. A rigore, quella che è misurata è la velocità delle onde superficiali (Onde di Rayleigh), ma essa è praticamente uguale alla velocità delle Onde S ($95 \div 97\%$). È così possibile definire, con un’approssimazione valutabile tra il 5% e il 15%, il profilo “ V_s ”.

Per il caso in esame, la strumentazione utilizzata è consistita in 24 geofoni verticali a 4.5Hz, in un sismografo a 24 canali della “MAE” modello X610/S con acquisizione computerizzata dei dati.

6.2. RE.MI. – Acquisizione dei dati

Le fasi operative possono essere così schematizzate:

- predisposizione degli stendimenti, cioè una serie di 24 geofoni regolarmente spazati e in linea retta, di lunghezza pari a 69 metri;
- esecuzione di 20 registrazioni della durata di 30 sec del rumore ambientale;
- controllo dei dati raccolti con prima elaborazione in situ del profilo, in modo da verificare la coerenza del segnale, l’effettivo raggiungimento della profondità d’investigazione richiesta ed eventualmente apportare le necessarie variazioni dei parametri d’acquisizione prima di ripetere la registrazione;
- i dati raccolti sono registrati nell’hd dell’X610/S.

6.3. RE.MI. – Elaborazione dei dati

L’analisi prevede la formattazione dei files dati, l’analisi spettrale con l’individuazione della curva di dispersione e la modellazione del profilo.

È importante rilevare che il profilo di ciascun stendimento è stato ottenuto coinvolgendo nelle misurazioni un’estesa porzione del sito da investigare, esso quindi, pur non avendo la risoluzione di un profilo ottenuto ad es. con la tecnica down-hole, è più rappresentativo a larga scala rispetto a quelli ottenibili da un rilievo puntuale.

I dati sono stati interpolati ed elaborati con i Software SWAN prodotto dalla Geostudi Astier.

6.4. RE.MI. – Rappresentazione dei risultati

In allegato alla presente relazione sono state rappresentate le elaborazioni dei dati acquisiti con il metodo RE.MI.: i grafici ed il sismogramma medio di tutte le interazioni per ogni stendimento.

Il primo grafico, a partire dallo spettro P-F, mette in relazione le frequenze contenute nel segnale registrato con il reciproco della velocità di fase e il rapporto spettrale: permette di riconoscere l’energia delle Onde di

Rayleigh e fissare i punti che rappresentano l'andamento della curva di dispersione, funzione della distribuzione della velocità negli strati del sottosuolo.

Nel grafico successivo, invece, è riportata la curva calcolata tramite l'inversione di un modello di sottosuolo, ottenuto per "aggiustamenti" successivi da un modello iniziale, cercando ovviamente di trovare la migliore corrispondenza con i punti prima individuati.

L'ultimo grafico riporta il modello del sottosuolo in termini di strati con diversa velocità di propagazione delle Onde S.

È opportuno precisare che, in generale, dal profilo RE.MI. si ricavano i valori di velocità delle onde S lungo la verticale a circa metà della lunghezza dello stendimento fino a una profondità mutevole in funzione della variazione delle frequenze; generalmente, se non ci sono particolari "accidenti", la profondità d'investigazione è pari alla lunghezza dello stendimento.

6.5. RE.MI. – Interpretazione dei risultati

Alla luce della recente normativa in materia di costruzione NTC 20018 è stato introdotto il calcolo di un nuovo parametro, il $V_{s,eq}$, in sostituzione del V_{s30} , ottenuto attraverso la seguente formula:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

h_i = Spessore in metri dello strato i -esimo
 $V_{s,i}$ = velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato
 N = Numero di strati
 H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/sec

In tale espressione appare evidente come il calcolo delle velocità sismiche di taglio non si riferisce più necessariamente alla profondità di 30m, ma alla reale profondità del bedrock, ovvero, alla profondità di quella formazione rocciosa o terreno molto rigido, caratterizzato da V_s non inferiore a 800m/s, pertanto la profondità del bedrock varierà di volta in volta a seconda dell'assetto geologico del sottosuolo.

In questo caso il sottosuolo investigato è classificato come categoria "A" avendo rinvenuto il bedrock sismico entro i 3.0m dal p.c.; nel solo caso della prospezione RE.MI.06 il bedrock sismico è stato rinvenuto alla profondità di 3.90m dal p.c. con valore di $V_{s,eq}=444$ m/s e pertanto il sottosuolo è classificato come categoria "B".

Le categorie sopra enunciate sono definite dalle NTC 2018, così come riportate nella seguente tabella:

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Annessi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	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.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tutte le interpretazioni sono consultabili in allegato alla presente relazione.

7. STIMA DEI MODULI DINAMICI

Dalle velocità sismiche, ricavate dall'indagine a rifrazione superficiale classica in onde P e dalla metodologia RE.MI., sono stati calcolati alcuni parametri geotecnici.

Assegnando, infatti, la densità in sito, ricavata empiricamente mediante l'equazione di Gardner, che lega la densità alla velocità delle onde longitudinali (V_p), sono stati calcolati il *coefficiente di Poisson* e alcuni moduli elastici dinamici. Le determinazioni dei moduli elastici, eseguite mediante tali metodologie sismiche, sono riferibili a volumi significativi di terreno in condizioni relativamente indisturbate a differenza delle prove geotecniche di laboratorio che, pur raggiungendo un elevato grado di sofisticazione ed affidabilità, soffrono della limitazione di essere puntuali cioè relative ad un modesto volume di roccia.

I moduli elastici sismici possono essere correlati ai normali moduli statici attraverso un fattore di riduzione (*Rzhevsky et alii, 1971*) semplicemente evidenziando che si riferiscono, in virtù delle energie movimentate dall'indagine e del conseguente basso livello di deformazione raggiunto, ad un modulo statico tangente iniziale.

$$E_{din} = 8.3E_{stat} + 0,97$$

Infine, con i dati ottenuti dall'indagine eseguita è possibile calcolare il coefficiente di reazione del terreno K_s (Kg/cm^3) attraverso la relazione di Vesic (1961):

$$K_s = E_s/B*(1 - \nu^2)$$

dove

B = larghezza della fondazione;

E_s = modulo di elasticità del terreno;

ν = coefficiente di Poisson.

Infine per la classificazione geotecnica dell'ammasso, nell'ambito dello stesso foglio di calcolo, attraverso le letture sismiche, sono state determinate indirettamente, i valori di indice di qualità della roccia (RQD), nel caso degli ammassi rocciosi, la coesione dell'ammasso e l'angolo di attrito dello stesso.

Allo stesso tempo, per l'analisi dei pali sottoposti a forze orizzontali e nella verifica a svergolamento è stato determinato, indirettamente, il coefficiente di reazione orizzontale, K_h . Tale modulo viene determinato dalla formula di Chiarugi Maia secondo la quale è funzione di: modulo edometrico, modulo elastico del palo, diametro del palo, coefficiente di Poisson.

In ultimo per effettuare un'ulteriore verifica sui fattori di deformabilità delle terre, attraverso la relazione di Imai and Yoshimura, del 1977 sono stati determinati i valori di resistenza alla deformabilità del tipo SPT attraverso i valori delle velocità sismiche di taglio.

Si precisa che il valore delle velocità delle onde di taglio del primo sismostrato non sono state rilevate dall'indagine re.mi., poiché lo spessore di tale sismostrato è molto esiguo e dunque non facilmente individuabile; lo stesso è stato stimato sulla base dei valori delle onde P e sulla natura del deposito in questione.

Di seguito sono riportati i principali moduli elastici dei terreni riguardanti la base sismica eseguita; tali valori si riferiscono all'ammasso pertanto devono essere intesi come valori medi.

<i>Note bibliografiche</i>			
Parametro calcolato	Bibliografia	Unità di misura	Formula
Modulo di Poisson (Bowles 1988)	Simeon Denis Poisson (Fisico e matematico francese)	Grandezza adimensionale	$\frac{V_p}{V_s} = \sqrt{\frac{1-\sigma}{0.5-\sigma}}$
Densità naturale	Equazione di Gardner	gr/cm ³	$\rho = 0,23V_p^{0,25}$
Correlazione empirica tra Vs e SPT	Imai and Yoshimura, 1977	Grandezza adimensionale	$V_s = f/(N_{spt})$
Coefficiente di sottofondo	Vesic, 1961	Kg/cm ³	$k = E/[B(1-n_2)]$
Coefficiente di sottofondo verticale	Vol I di Geotecnica e tecnica delle fondazioni – Cestelli Guidi	Kg/cm ³	$K_v = a_2 \cdot E_d / b$ dove $a_2 = 2 / \log_e(b+2H)/b$
Coefficiente di sottofondo orizzontale	Metodo Chiarugi-Maia	Kg/cm ³	$k_h = \frac{E_d}{D \cdot (1-\nu^2)} \cdot \left(\frac{E_d \cdot D^4}{E_p \cdot J} \right)^{1/2}$ <small>E_d: Modulo edometrico ν: Coefficiente di Poisson E_p: Modulo elastico della sezione, se in ca (E_p= 18000 × √(Rck)) D: Diametro del palo J: Momento d'inerzia della sezione se circolare (J = π × D⁴ / 64)</small>
Modulo di Young dinamico	Bowles 1988	Mpa	$E = V_s^2 \rho \cdot [3V_p^2 - 4V_s^2 / V_p^2 - V_s^2]$
Modulo di Young statico	Rzhevsky et all., 1971	Mpa	$E_{din} = 8.3E_{stat} + 0,97$
Modulo di Bulk	Bowles 1988	Mpa	$K = E_{din} / (3 \cdot (1-2 \cdot n))$
Modulo di taglio dinamico	Bowles 1988	Mpa	$G_{din} = E_{din} / (2 \cdot (1+n))$
Modulo di taglio statico	Bowles 1988	Mpa	$G_{stat} = E_{stat} / (2 \cdot (1+n))$
Modulo di Compressione Edometrica	Relazione di Navier	Kh/cm ²	$M = E \cdot [(1-n) / (1-n-2 \cdot n^2)]$

BASE SISMICA 01 - STIMA DEI MODULI DINAMICI

	STRATO 1	STRATO 2	STRATO 3
Velocità onde P (m/s):	588	1408	2355
Velocità onde S (m/s):	265	739	1264
V_{LAB} = Velocità onde P di laboratorio (m/s):	6000	6000	6000
SPESSORE MEDIO STRATO (m)	1.40	2.10	9.00
Profondità Media Strato (m)	0.70	2.45	8.00
Modulo di Poisson (ν)	0.37	0.31	0.30
Densità naturale (γ_{nat} in gr/cm³)	1.52	1.90	2.16
Porosità % (\emptyset) (correlazione Rzhovsky e Novik (1971))	45.25%	37.59%	28.74%

MOD. di YOUNG DINAMICO - (E_{din} in Mpa o Nmm²)	288	2660	8768
MOD. di TAGLIO DINAMICO (G_{din} in Mpa o Nmm²) $G_{din} = E_{din}/(2*(1+\nu))$	105	1015	3378
MOD. di BULK (K) (Mpa o Nmm²): $K = E_{din}/(3*(1-2*\nu))$	377	2332	7223
MOD. di YOUNG STATICO (E_{stat} in Mpa o Nmm²) (Rzhovsky et alii, 1971)	35	320	1056
MOD. di TAGLIO STATICO (G_{stat} in Mpa o Nmm²)	13	122	407
MOD. DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm²) (da velocità onde P e densità) $\gamma*vp^2$ (valido per le terre)	527	3759	11958
MOD. DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm²) $M = E * [(1-\nu) / (1-\nu-2*\nu^2)]$ (relazione di NAVIER)	633	4527	14406
Rigidità Sismica ($\gamma*V_p$) (Tonn/m²*sec)	404	1401	2725
Frequenza dello Strato	47	88	35
Periodo dello Strato	0.02	0.01	0.03

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DELLE TERRE (NON VALIDO PER LE ROCCE)			
SPT (N) VALUE (Imai and Yoshimura, 1977)	44	>50	>50
Cu (coesione non drenata in Kg/cm² = $(Vs/23)^{1/0.475} * 0,010197$ (Dickenson 1990))	1.75	15.17	46.95
Cu = (coesione non drenata = $(Vs-17,5)/2,63 * 0,010197$ (Oh et al. 2008))	0.96	2.80	4.83
Cu = (coesione non drenata = $(Vs/7,93)^{1/0.63} * 0,010197$ (Levesques et al. 2007))	2.68	13.63	31.95
Cu = (coesione non drenata = $(Vs/187)^{1/0.372} * 0,010197 * 100$ da prove DH - Likitlersuang e Kyaw (2010))	2.60	41.00	173.54
Cu = (coesione non drenata = $(Vs/228)^{1/0.510} * 0,010197 * 100$ da prove MASW - Likitlersuang e Kyaw (2010))	1.37	10.23	29.30

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE AMMASSO ROCCIOSO (NON VALIDO PER LE TERRE)			
RMR Bieniawsky (valido solo per le rocce da E statico)	NA	54	75
ϕ (angolo di attrito in °)	28	29	31
C (coesione in kg/cm²)	NA	2.8	3.8
Rapporto di velocità VR (utilizzando per il valore delle V_p in laboratorio 6000m/sec)	NA	0.235	0.393
Rapporto di velocità al quadrato (VR^2)	NA	0.055	0.154
RQD $(0,97x(Vp/VLAB)^2 * 100$	NA	5.3%	14.9%
RQD (relazione empirica sui calcari - F. Zezza 1976)	NA	16.1%	32.8%

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO			
B (ipotesi dimensione fondazione superficiale in cm)	100	100	100
D (ipotesi diametro palo in m)	0.50	0.50	0.50
K = (Coeff. di Winkler in Kg/cm³ -> VESIC 1961) $k = E/[B(1-\nu^2)]$	4.10	36.14	118.18
$k = 17,2*Vs^{1,25}$ Kg/cm³ (Bowles 1997, Keceli, Imai e Yoshimura 2012)	1.88	6.76	13.22
K_v (Coeff. di Winkler verticale in Kg/cm³ -> $K_v = \alpha^2 * E d / b$ dove $\alpha^2 = 2 / \log_e(b+2H) / b$)	7.34	64.83	368.43
K_h (Coeff. di Winkler orizzontale in Kg/cm³ - Chiarugi-Maia)	6.35	168.82	1823.49

INDICAZIONI SU CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE SUPERFICIALE			
Fs (Fattore di sicurezza = Vp/Vs)	2.2	1.9	1.9
Q_{ult} (kg/cm²) = $\gamma_{nat} * vs * (0,1)$ (Keceli 2012)	4.04	14.01	27.25
$Q_{amm} = Q_{ult} / Fs$	1.82	7.35	14.63

BASE SISMICA 02 - STIMA DEI MODULI DINAMICI

	STRATO 1	STRATO 2	STRATO 3
Velocità onde P (m/s):	416	1155	2105
Velocità onde S (m/s):	180	597	1095
V_{L,AB} = Velocità onde P di laboratorio (m/s):	6000	6000	6000
SPESSORE MEDIO STRATO (m)	0.50	2.20	9.00
Profondità Media Strato (m)	0.25	1.60	7.20
Modulo di Poisson (ν)	0.38	0.32	0.31
Densità naturale (γ_{nat} in gr/cm³)	1.40	1.80	2.10
Porosità % (\emptyset) (correlazione Rzhovsky e Novik (1971))	46.86%	39.95%	31.07%

MOD. di YOUNG DINAMICO - (E_{din} in Mpa o Nmm²)	123	1662	6481
MOD. di TAGLIO DINAMICO (G_{din} in Mpa o Nmm²) $G_{din} = E_{din}/(2*(1+\nu))$	44	631	2465
MOD. di BULK (K) (Mpa o Nmm²): $K = E_{din}/(3*(1-2*\nu))$	178	1520	5823
MOD. di YOUNG STATICO (E_{stat} in Mpa o Nmm²) (Rzhovsky et alii, 1971)	15	200	781
MOD. di TAGLIO STATICO (G_{stat} in Mpa o Nmm²)	5	76	297
MOD. DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm²) (da velocità onde P e densità) $\gamma * v_p^2$ (valido per le terre)	242	2407	9290
MOD. DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm²) $M = E * [(1-\nu) / (1-\nu-2*\nu^2)]$ (relazione di NAVIER)	289	2898	11191
Rigidità Sismica ($\gamma * v_p$) (Tonn/m²*sec)	252	1077	2296
Frequenza dello Strato	90	68	30
Periodo dello Strato	0.01	0.01	0.03

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DELLE TERRE (NON VALIDO PER LE ROCCE)			
SPT (N) VALUE (Imai and Yoshimura, 1977)	14	>50	>50
Cu (coesione non drenata in Kg/cm² = $(Vs/23)^{1/0.475} * 0,010197$ (Dickenson 1990))	0.78	9.68	34.71
Cu = (coesione non drenata = $(Vs-17,5)/2,63 * 0,010197$ (Oh et al. 2008))	0.63	2.25	4.18
Cu = (coesione non drenata = $(Vs/7,93)^{1/0.63} * 0,010197$ (Levesques et al. 2007))	1.45	9.71	25.44
Cu = (coesione non drenata = $(Vs/187)^{1/0.372} * 0,010197 * 100$ da prove DH - Likitlersuang e Kyaw (2010))	0.92	23.10	117.99
Cu = (coesione non drenata = $(Vs/228)^{1/0.510} * 0,010197 * 100$ da prove MASW - Likitlersuang e Kyaw (2010))	0.64	6.73	22.12

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE AMMASSO ROCCIOSO (NON VALIDO PER LE TERRE)			
RMR Bieniawsky (valido solo per le rocce da E statico)	NA	46	70
ϕ (angolo di attrito in °)	27	29	30
C (coesione in kg/cm²)	NA	2.4	3.6
Rapporto di velocità VR (utilizzando per il valore delle v_p in laboratorio 6000m/sec)	NA	0.193	0.351
Rapporto di velocità al quadrato (VR^2)	NA	0.037	0.123
RQD ($0,97x(Vp/VLAB)^2 * 100$)	NA	3.6%	11.9%
RQD (relazione empirica sui calcari - F. Zezza 1976)	NA	12.2%	28.1%

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO			
B (ipotesi dimensione fondazione superficiale in cm)	100	100	100
D (ipotesi diametro palo in m)	0.50	0.50	0.50
K = (Coeff. di Winkler in Kg/cm³ -> VESIC 1961) $k = E/[B(1-\nu^2)]$	1.76	22.70	88.35
$k = 17,2 * v_s^{1,25}$ Kg/cm³ (Bowles 1997, Keceli, Imai e Yoshimura 2012)	1.16	5.18	11.05
K_v (Coeff. di Winkler verticale in Kg/cm³ -> $K_v = \alpha^2 * E d / b$ dove $\alpha^2 = 2 / \log_e(b+2H) / b$)	1.74	42.46	286.21
K_h (Coeff. di Winkler orizzontale in Kg/cm³ - Chiarugi-Maia)	1.03	69.63	1268.20

INDICAZIONI SU CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE SUPERFICIALE			
Fs (Fattore di sicurezza = v_p/v_s)	2.3	1.9	1.9
Q_{ult} (kg/cm²) = $\gamma_{nat} * v_s * (0,1)$ (Keceli 2012)	2.52	10.77	22.96
$Q_{amm} = Q_{ult} / F_s$	1.09	5.57	11.94

BASE SISMICA 03 - STIMA DEI MODULI DINAMICI

	STRATO 1	STRATO 2	STRATO 3
Velocità onde P (m/s):	347	1071	2132
Velocità onde S (m/s):	150	546	1110
V_{L,AB} = Velocità onde P di laboratorio (m/s):	6000	6000	6000
SPESSORE MEDIO STRATO (m)	0.50	2.00	9.00
Profondità Media Strato (m)	0.25	1.50	7.00
Modulo di Poisson (ν)	0.39	0.32	0.31
Densità naturale (γ_{nat} in gr/cm³)	1.34	1.77	2.10
Porosità % (\emptyset) (correlazione Rzhvesky e Novik (1971))	47.50%	40.74%	30.82%

MOD. di YOUNG DINAMICO - (E_{din} in Mpa o Nmm²)	82	1371	6679
MOD. di TAGLIO DINAMICO (G_{din} in Mpa o Nmm²) $G_{din} = E_{din}/(2*(1+\nu))$	29	518	2541
MOD. di BULK (K) (Mpa o Nmm²): $K = E_{din}/(3*(1-2*\nu))$	118	1302	5987
MOD. di YOUNG STATICO (E_{stat} in Mpa o Nmm²) (Rzhvesky et alii, 1971)	10	165	805
MOD. di TAGLIO STATICO (G_{stat} in Mpa o Nmm²)	4	62	306
MOD. DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm²) (da velocità onde P e densità) $\gamma*vp^2$ (valido per le terre)	161	2031	9560
MOD. DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm²) $M = E * [(1-\nu) / (1-\nu-2*\nu^2)]$ (relazione di NAVIER)	191	2445	11516
Rigidità Sismica ($\gamma*V_p$) (Tonn/m²*sec)	200	967	2335
Frequenza dello Strato	75	68	31
Periodo dello Strato	0.01	0.01	0.03

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DELLE TERRE (NON VALIDO PER LE ROCCE)			
SPT (N) VALUE (Imai and Yoshimura, 1977)	8	>50	>50
Cu (coesione non drenata in Kg/cm² = $(Vs/23)^{1/0.475} * 0,010197$ (Dickenson 1990))	0.53	8.02	35.72
Cu = (coesione non drenata = $(Vs-17,5)/2,63 * 0,010197$ (Oh et al. 2008))	0.51	2.05	4.24
Cu = (coesione non drenata = $(Vs/7,93)^{1/0.63} * 0,010197$ (Levesques et al. 2007))	1.08	8.43	26.00
Cu = (coesione non drenata = $(Vs/187)^{1/0.372} * 0,010197 * 100$ da prove DH - Likitlersuang e Kyaw (2010))	0.56	18.17	122.38
Cu = (coesione non drenata = $(Vs/228)^{1/0.510} * 0,010197 * 100$ da prove MASW - Likitlersuang e Kyaw (2010))	0.45	5.65	22.71

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE AMMASSO ROCCIOSO (NON VALIDO PER LE TERRE)			
RMR Bieniawsky (valido solo per le rocce da E statico)	NA	43	70
ϕ (angolo di attrito in °)	27	29	31
C (coesione in kg/cm²)	NA	2.2	3.6
Rapporto di velocità VR (utilizzando per il valore delle V_p in laboratorio 6000m/sec)	NA	0.179	0.355
Rapporto di velocità al quadrato (VR^2)	NA	0.032	0.126
RQD ($0,97x(Vp/VLAB)^2 * 100$)	NA	3.1%	12.2%
RQD (relazione empirica sui calcari - F. Zezza 1976)	NA	11.0%	28.6%

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO			
B (ipotesi dimensione fondazione superficiale in cm)	100	100	100
D (ipotesi diametro palo in m)	0.50	0.50	0.50
K = (Coeff. di Winkler in Kg/cm³ -> VESIC 1961) $k = E/[B(1-\nu^2)]$	1.16	18.81	91.02
$k = 17,2*Vs^{1,25}$ Kg/cm³ (Bowles 1997, Keceli, Imai e Yoshimura 2012)	0.92	4.63	11.24
K_v (Coeff. di Winkler verticale in Kg/cm³ -> $K_v = \alpha^2 * E_d/b$ dove $\alpha^2 = 2/\log_e(b+2H)/b$)	1.15	34.18	294.53
K_h (Coeff. di Winkler orizzontale in Kg/cm³ - Chiarugi-Maia)	0.66	54.71	1272.98

INDICAZIONI SU CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE SUPERFICIALE			
Fs (Fattore di sicurezza = Vp/Vs)	2.3	2.0	1.9
Q_{ult} (kg/cm²) = $\gamma_{nat} * vs * (0,1)$ (Keceli 2012)	2.00	9.67	23.35
$Q_{amm} = Q_{ult}/Fs$	0.87	4.93	12.15

BASE SISMICA 04 - STIMA DEI MODULI DINAMICI

	STRATO 1	STRATO 2	STRATO 3
Velocità onde P (m/s):	480	1169	2746
Velocità onde S (m/s):	225	602	1428
V_{LAB} = Velocità onde P di laboratorio (m/s):	6000	6000	6000
SPESSORE MEDIO STRATO (m)	1.00	2.20	9.00
Profondità Media Strato (m)	0.50	2.10	7.70
Modulo di Poisson (ν)	0.36	0.32	0.31
Densità naturale (γ_{nat} in gr/cm³)	1.45	1.81	2.24
Porosità % (\emptyset) (correlazione Rzheshvsky e Novik (1971))	46.26%	39.82%	25.08%

MOD. di YOUNG DINAMICO - (E_{din} in Mpa o Nmm²)	196	1698	11781
MOD. di TAGLIO DINAMICO (G_{din} in Mpa o Nmm²) $G_{din} = E_{din} / (2 * (1 + \nu))$	72	643	4481
MOD. di BULK (K) (Mpa o Nmm²): $K = E_{din} / (3 * (1 - 2 * \nu))$	231	1568	10595
MOD. di YOUNG STATICO (E_{stat} in Mpa o Nmm²) (Rzheshvsky et alii, 1971)	23	204	1419
MOD. di TAGLIO STATICO (G_{stat} in Mpa o Nmm²)	9	77	540
MOD. DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm²) (da velocità onde P e densità) $\gamma * v_p^2$ (valido per le terre)	334	2473	16896
MOD. DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm²) $M = E * [(1 - \nu) / (1 - \nu - 2 * \nu^2)]$ (relazione di NAVIER)	400	2978	20354
Rigidità Sismica ($\gamma * V_p$) (Tonn/m²*sec)	326	1090	3200
Frequenza dello Strato	56	68	40
Periodo dello Strato	0.02	0.01	0.03

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DELLE TERRE (NON VALIDO PER LE ROCCE)			
SPT (N) VALUE (Imai and Yoshimura, 1977)	27	>50	>50
Cu (coesione non drenata in Kg/cm² = $(Vs/23)^{1/0.475} * 0,010197$ (Dickenson 1990))	1.24	9.85	60.70
Cu = (coesione non drenata = $(Vs - 17,5) / 2,63 * 0,010197$ (Oh et al. 2008))	0.80	2.27	5.47
Cu = (coesione non drenata = $(Vs / 7,93)^{1/0.63} * 0,010197$ (Levesques et al. 2007))	2.06	9.84	38.78
Cu = (coesione non drenata = $(Vs / 187)^{1/0.372} * 0,010197 * 100$ da prove DH - Likitlersuang e Kyaw (2010))	1.68	23.63	240.89
Cu = (coesione non drenata = $(Vs / 228)^{1/0.510} * 0,010197 * 100$ da prove MASW - Likitlersuang e Kyaw (2010))	0.99	6.84	37.22

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE AMMASSO ROCCIOSO (NON VALIDO PER LE TERRE)			
RMR Bieniawsky (valido solo per le rocce da E statico)	NA	47	80
ϕ (angolo di attrito in °)	27	29	31
C (coesione in kg/cm²)	NA	2.4	4.1
Rapporto di velocità VR (utilizzando per il valore delle V_p in laboratorio 6000m/sec)	NA	0.195	0.458
Rapporto di velocità al quadrato (VR^2)	NA	0.038	0.209
RQD ($0,97x(V_p/V_{LAB})^2 * 100$)	NA	3.7%	20.3%
RQD (relazione empirica sui calcari - F. Zezza 1976)	NA	12.4%	40.6%

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO			
B (ipotesi dimensione fondazione superficiale in cm)	100	100	100
D (ipotesi diametro palo in m)	0.50	0.50	0.50
K = (Coeff. di Winkler in Kg/cm³ -> VESIC 1961) $k = E / [B(1 - \nu^2)]$	2.74	23.21	160.63
$k = 17,2 * V_s^{1,25}$ Kg/cm³ (Bowles 1997, Keceli, Imai e Yoshimura 2012)	1.53	5.23	15.40
K_v (Coeff. di Winkler verticale in Kg/cm³ -> $K_v = \alpha^2 * E d / b$ dove $\alpha^2 = 2 / \log_e(b + 2H) / b$)	3.82	43.62	520.55
K_h (Coeff. di Winkler orizzontale in Kg/cm³ - Chiarugi-Maia)	2.77	93.17	2585.74

INDICAZIONI SU CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE SUPERFICIALE			
Fs (Fattore di sicurezza = V_p/V_s)	2.1	1.9	1.9
Q_{ult} (kg/cm²) = $\gamma_{nat} * v_s * (0,1)$ (Keceli 2012)	3.26	10.90	32.00
$Q_{amm} = Q_{ult} / F_s$	1.53	5.61	16.64

BASE SISMICA 05 - STIMA DEI MODULI DINAMICI

	STRATO 1	STRATO 2	STRATO 3
Velocità onde P (m/s):	402	1018	2519
Velocità onde S (m/s):	182	512	1310
V_{LAB} = Velocità onde P di laboratorio (m/s):	6000	6000	6000
SPESSORE MEDIO STRATO (m)	0.50	2.00	10.00
Profondità Media Strato (m)	0.25	1.50	7.50
Modulo di Poisson (ν)	0.37	0.33	0.31
Densità naturale (γ_{nat} in gr/cm³)	1.39	1.75	2.19
Porosità % (\emptyset) (correlazione Rzhovsky e Novik (1971))	46.99%	41.23%	27.21%

MOD. di YOUNG DINAMICO - (E_{din} in Mpa o Nmm²)	123	1196	9703
MOD. di TAGLIO DINAMICO (G_{din} in Mpa o Nmm²) $G_{din} = E_{din}/(2*(1+\nu))$	45	449	3690
MOD. di BULK (K) (Mpa o Nmm²): $K = E_{din}/(3*(1-2*\nu))$	160	1178	8725
MOD. di YOUNG STATICO (E_{stat} in Mpa o Nmm²) (Rzhovsky et alii, 1971)	15	144	1169
MOD. di TAGLIO STATICO (G_{stat} in Mpa o Nmm²)	5	54	445
MOD. DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm²) (da velocità onde P e densità) $\gamma*vp^2$ (valido per le terre)	224	1812	13914
MOD. DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm²) $M = E * [(1-\nu) / (1-\nu-2*\nu^2)]$ (relazione di NAVIER)	268	2181	16762
Rigidità Sismica ($\gamma*V_p$) (Tonn/m²*sec)	252	895	2873
Frequenza dello Strato	91	64	33
Periodo dello Strato	0.01	0.02	0.03

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DELLE TERRE (NON VALIDO PER LE ROCCE)			
SPT (N) VALUE (Imai and Yoshimura, 1977)	14	>50	>50
Cu (coesione non drenata in Kg/cm² = $(Vs/23)^{1/0.475} * 0,010197$ (Dickenson 1990))	0.79	7.00	50.62
Cu = (coesione non drenata = $(Vs-17,5)/2,63 * 0,010197$ (Oh et al. 2008))	0.64	1.92	5.01
Cu = (coesione non drenata = $(Vs/7,93)^{1/0.63} * 0,010197$ (Levesques et al. 2007))	1.47	7.61	33.81
Cu = (coesione non drenata = $(Vs/187)^{1/0.372} * 0,010197 * 100$ da prove DH - Likitlersuang e Kyaw (2010))	0.95	15.29	191.04
Cu = (coesione non drenata = $(Vs/228)^{1/0.510} * 0,010197 * 100$ da prove MASW - Likitlersuang e Kyaw (2010))	0.66	4.98	31.43

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE AMMASSO ROCCIOSO (NON VALIDO PER LE TERRE)			
RMR Bieniawsky (valido solo per le rocce da E statico)	NA	40	77
ϕ (angolo di attrito in °)	27	29	31
C (coesione in kg/cm²)	NA	2.1	3.9
Rapporto di velocità VR (utilizzando per il valore delle V_p in laboratorio 6000m/sec)	NA	0.170	0.420
Rapporto di velocità al quadrato (VR^2)	NA	0.029	0.176
RQD ($0,97x(Vp/VLAB)^2 * 100$)	NA	2.8%	17.1%
RQD (relazione empirica sui calcari - F. Zezza 1976)	NA	10.3%	36.0%

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO			
B (ipotesi dimensione fondazione superficiale in cm)	100	100	100
D (ipotesi diametro palo in m)	0.50	0.50	0.50
K = (Coeff. di Winkler in Kg/cm³ -> VESIC 1961) $k = E/[B(1-\nu^2)]$	1.75	16.49	132.29
$k = 17,2*Vs^{1,25}$ Kg/cm³ (Bowles 1997, Keceli, Imai e Yoshimura 2012)	1.17	4.27	13.83
K_v (Coeff. di Winkler verticale in Kg/cm³ -> $K_v = \alpha^2 * E_d/b$ dove $\alpha^2 = 2/\log_e(b+2H)/b$)	1.61	30.49	443.26
K_h (Coeff. di Winkler orizzontale in Kg/cm³ - Chiarugi-Maia)	0.94	48.57	2043.09

INDICAZIONI SU CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE SUPERFICIALE			
Fs (Fattore di sicurezza = Vp/Vs)	2.2	2.0	1.9
Q_{ult} (kg/cm²) = $\gamma_{nat} * vs * (0,1)$ (Keceli 2012)	2.52	8.95	28.73
$Q_{amm} = Q_{ult}/Fs$	1.14	4.50	14.94

BASE SISMICA 06 - STIMA DEI MODULI DINAMICI

	STRATO 1	STRATO 2	STRATO 3
Velocità onde P (m/s):	595	1091	1604
Velocità onde S (m/s):	287	547	825
V_{LAB} = Velocità onde P di laboratorio (m/s):	6000	6000	6000
SPESSORE MEDIO STRATO (m)	1.00	3.00	8.00
Profondità Media Strato (m)	0.50	2.50	8.00
Modulo di Poisson (ν)	0.35	0.33	0.32
Densità naturale (γ_{nat} in gr/cm³)	1.53	1.78	1.96
Porosità % (\emptyset) (correlazione Rzhovsky e Novik (1971))	45.19%	40.55%	35.76%

MOD. di YOUNG DINAMICO - (E_{din} in Mpa o Nmm²)	333	1391	3452
MOD. di TAGLIO DINAMICO (G_{din} in Mpa o Nmm²) $G_{din} = E_{din}/(2*(1+\nu))$	123	522	1307
MOD. di BULK (K) (Mpa o Nmm²): $K = E_{din}/(3*(1-2*\nu))$	366	1380	3199
MOD. di YOUNG STATICO (E_{stat} in Mpa o Nmm²) (Rzhovsky et alii, 1971)	40	167	416
MOD. di TAGLIO STATICO (G_{stat} in Mpa o Nmm²)	15	63	157
MOD. DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm²) (da velocità onde P e densità) $\gamma*vp^2$ (valido per le terre)	541	2117	5040
MOD. DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm²) $M = E * [(1-\nu) / (1-\nu-2*\nu^2)]$ (relazione di NAVIER)	650	2549	6070
Rigidità Sismica ($\gamma*V_p$) (Tonn/m²*sec)	439	973	1616
Frequenza dello Strato	72	46	26
Periodo dello Strato	0.01	0.02	0.04

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DELLE TERRE (NON VALIDO PER LE ROCCE)			
SPT (N) VALUE (Imai and Yoshimura, 1977)	>50	>50	>50
Cu (coesione non drenata in Kg/cm² = $(Vs/23)^{1/0.475} * 0,010197$ (Dickenson 1990))	2.07	8.05	19.12
Cu = (coesione non drenata = $(Vs-17,5)/2,63 * 0,010197$ (Oh et al. 2008))	1.04	2.05	3.13
Cu = (coesione non drenata = $(Vs/7,93)^{1/0.63} * 0,010197$ (Levesques et al. 2007))	3.04	8.45	16.23
Cu = (coesione non drenata = $(Vs/187)^{1/0.372} * 0,010197 * 100$ da prove DH - Likitlersuang e Kyaw (2010))	3.23	18.26	55.12
Cu = (coesione non drenata = $(Vs/228)^{1/0.510} * 0,010197 * 100$ da prove MASW - Likitlersuang e Kyaw (2010))	1.60	5.67	12.69

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE AMMASSO ROCCIOSO (NON VALIDO PER LE TERRE)			
RMR Bieniawsky (valido solo per le rocce da E statico)	NA	43	59
ϕ (angolo di attrito in °)	28	29	30
C (coesione in kg/cm²)	NA	2.2	3.0
Rapporto di velocità VR (utilizzando per il valore delle V_p in laboratorio 6000m/sec)	NA	0.182	0.267
Rapporto di velocità al quadrato (VR^2)	NA	0.033	0.071
RQD ($0,97x(V_p/V_{LAB})^2 * 100$)	NA	3.2%	6.9%
RQD (relazione empirica sui calcari - F. Zezza 1976)	NA	11.3%	19.3%

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO			
B (ipotesi dimensione fondazione superficiale in cm)	100	100	100
D (ipotesi diametro palo in m)	0.50	0.50	0.50
K = (Coeff. di Winkler in Kg/cm³ -> VESIC 1961) $k = E/[B(1-\nu^2)]$	4.64	19.19	47.24
$k = 17,2*Vs^{1,25}$ Kg/cm³ (Bowles 1997, Keceli, Imai e Yoshimura 2012)	2.07	4.64	7.76
K_v (Coeff. di Winkler verticale in Kg/cm³ -> $K_v = \alpha^2 * E_d / b$ dove $\alpha^2 = 2 / \log_e(b+2H) / b$)	6.20	43.09	149.38
K_h (Coeff. di Winkler orizzontale in Kg/cm³ - Chiarugi-Maia)	4.64	93.91	726.15

INDICAZIONI SU CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE SUPERFICIALE			
Fs (Fattore di sicurezza = V_p/V_s)	2.1	2.0	1.9
Q_{ult} (kg/cm²) = $\gamma_{nat} * vs * (0,1)$ (Keceli 2012)	4.39	9.73	16.16
$Q_{amm} = Q_{ult} / Fs$	2.12	4.88	8.31

BASE SISMICA 07 - STIMA DEI MODULI DINAMICI

	STRATO 1	STRATO 2	STRATO 3
Velocità onde P (m/s):	555	1088	2882
Velocità onde S (m/s):	268	559	1500
V_{LAB} = Velocità onde P di laboratorio (m/s):	6000	6000	6000
SPESSORE MEDIO STRATO (m)	0.80	1.90	9.50
Profondità Media Strato (m)	0.40	1.75	7.45
Modulo di Poisson (ν)	0.35	0.32	0.31
Densità naturale (γ_{nat} in gr/cm³)	1.50	1.78	2.27
Porosità % (\emptyset) (correlazione Rzheshvsky e Novik (1971))	45.56%	40.58%	23.81%

MOD. di YOUNG DINAMICO - (E_{din} in Mpa o Nmm²)	285	1439	13153
MOD. di TAGLIO DINAMICO (G_{din} in Mpa o Nmm²) $G_{din} = E_{din} / (2 * (1 + \nu))$	106	545	5004
MOD. di BULK (K) (Mpa o Nmm²): $K = E_{din} / (3 * (1 - 2 * \nu))$	313	1337	11800
MOD. di YOUNG STATICO (E_{stat} in Mpa o Nmm²) (Rzheshvsky et alii, 1971)	34	173	1585
MOD. di TAGLIO STATICO (G_{stat} in Mpa o Nmm²)	13	66	603
MOD. DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm²) (da velocità onde P e densità) $\gamma * v_p^2$ (valido per le terre)	463	2104	18837
MOD. DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm²) $M = E * [(1 - \nu) / (1 - \nu - 2 * \nu^2)]$ (relazione di NAVIER)	556	2534	22693
Rigidità Sismica ($\gamma * V_p$) (Tonn/m²*sec)	403	994	3402
Frequenza dello Strato	84	74	39
Periodo dello Strato	0.01	0.01	0.03

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DELLE TERRE (NON VALIDO PER LE ROCCE)			
SPT (N) VALUE (Imai and Yoshimura, 1977)	46	>50	>50
Cu (coesione non drenata in Kg/cm² = $(Vs/23)^{1/0.475} * 0,010197$ (Dickenson 1990))	1.79	8.43	67.33
Cu = (coesione non drenata = $(Vs - 17,5) / 2,63 * 0,010197$ (Oh et al. 2008))	0.97	2.10	5.75
Cu = (coesione non drenata = $(Vs / 7,93)^{1/0.63} * 0,010197$ (Levesques et al. 2007))	2.72	8.75	41.92
Cu = (coesione non drenata = $(Vs / 187)^{1/0.372} * 0,010197 * 100$ da prove DH - Likitlersuang e Kyaw (2010))	2.68	19.36	274.95
Cu = (coesione non drenata = $(Vs / 228)^{1/0.510} * 0,010197 * 100$ da prove MASW - Likitlersuang e Kyaw (2010))	1.40	5.92	40.99

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE AMMASSO ROCCIOSO (NON VALIDO PER LE TERRE)			
RMR Bieniawsky (valido solo per le rocce da E statico)	NA	44	82
ϕ (angolo di attrito in °)	28	29	31
C (coesione in kg/cm²)	NA	2.2	4.2
Rapporto di velocità VR (utilizzando per il valore delle V_p in laboratorio 6000m/sec)	NA	0.181	0.480
Rapporto di velocità al quadrato (VR^2)	NA	0.033	0.231
RQD $(0,97x(V_p/V_{LAB})^2 * 100$	NA	3.2%	22.4%
RQD (relazione empirica sui calcari - F. Zezza 1976)	NA	11.3%	43.4%

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO			
B (ipotesi dimensione fondazione superficiale in cm)	100	100	100
D (ipotesi diametro palo in m)	0.50	0.50	0.50
K = (Coeff. di Winkler in Kg/cm³ -> VESIC 1961) $k = E / [B(1 - \nu^2)]$	3.97	19.69	179.28
$k = 17,2 * V_s^{1,25}$ Kg/cm³ (Bowles 1997, Keceli, Imai e Yoshimura 2012)	1.90	4.77	16.38
K_v (Coeff. di Winkler verticale in Kg/cm³ -> $K_v = \alpha^2 * E d / b$ dove $\alpha^2 = 2 / \log_e(b + 2H) / b$)	4.61	34.52	590.48
K_h (Coeff. di Winkler orizzontale in Kg/cm³ - Chiarugi-Maia)	3.16	65.73	2817.66

INDICAZIONI SU CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE SUPERFICIALE			
Fs (Fattore di sicurezza = V_p / V_s)	2.1	1.9	1.9
Q_{ult} (kg/cm²) = $\gamma_{nat} * v_s * (0,1)$ (Keceli 2012)	4.03	9.94	34.02
$Q_{amm} = Q_{ult} / F_s$	1.94	5.11	17.71

BASE SISMICA 08 - STIMA DEI MODULI DINAMICI

	STRATO 1	STRATO 2	STRATO 3
Velocità onde P (m/s):	327	933	1637
Velocità onde S (m/s):	146	470	839
V_{LAB} = Velocità onde P di laboratorio (m/s):	6000	6000	6000
SPESSORE MEDIO STRATO (m)	1.30	2.90	9.00
Profondità Media Strato (m)	0.65	2.75	8.70
Modulo di Poisson (ν)	0.38	0.33	0.32
Densità naturale (γ_{nat} in gr/cm³)	1.32	1.71	1.97
Porosità % (\emptyset) (correlazione Rzheshvsky e Novik (1971))	47.69%	42.03%	35.45%

MOD. di YOUNG DINAMICO - (E_{din} in Mpa o Nmm²)	76	986	3593
MOD. di TAGLIO DINAMICO (G_{din} in Mpa o Nmm²) $G_{din} = E_{din} / (2 * (1 + \nu))$	28	371	1359
MOD. di BULK (K) (Mpa o Nmm²): $K = E_{din} / (3 * (1 - 2 * \nu))$	101	966	3362
MOD. di YOUNG STATICO (E_{stat} in Mpa o Nmm²) (Rzheshvsky et alii, 1971)	9	119	433
MOD. di TAGLIO STATICO (G_{stat} in Mpa o Nmm²)	3	45	164
MOD. DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm²) (da velocità onde P e densità) $\gamma * v_p^2$ (valido per le terre)	141	1489	5276
MOD. DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm²) $M = E * [(1 - \nu) / (1 - \nu - 2 * \nu^2)]$ (relazione di NAVIER)	167	1792	6355
Rigidità Sismica ($\gamma * V_p$) (Tonn/m²*sec)	192	804	1652
Frequenza dello Strato	28	41	23
Periodo dello Strato	0.04	0.02	0.04

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DELLE TERRE (NON VALIDO PER LE ROCCE)			
SPT (N) VALUE (Imai and Yoshimura, 1977)	7	>50	>50
Cu (coesione non drenata in Kg/cm² = $(Vs/23)^{1/0.475} * 0,010197$ (Dickenson 1990))	0.50	5.85	19.81
Cu = (coesione non drenata = $(Vs - 17,5) / 2,63 * 0,010197$ (Oh et al. 2008))	0.50	1.75	3.19
Cu = (coesione non drenata = $(Vs / 7,93)^{1/0.63} * 0,010197$ (Levesques et al. 2007))	1.04	6.64	16.67
Cu = (coesione non drenata = $(Vs / 187)^{1/0.372} * 0,010197 * 100$ da prove DH - Likitlersuang e Kyaw (2010))	0.52	12.15	57.67
Cu = (coesione non drenata = $(Vs / 228)^{1/0.510} * 0,010197 * 100$ da prove MASW - Likitlersuang e Kyaw (2010))	0.43	4.21	13.12

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE AMMASSO ROCCIOSO (NON VALIDO PER LE TERRE)			
RMR Bieniawsky (valido solo per le rocce da E statico)	NA	37	60
ϕ (angolo di attrito in °)	27	29	30
C (coesione in kg/cm²)	NA	1.9	3.0
Rapporto di velocità VR (utilizzando per il valore delle V_p in laboratorio 6000m/sec)	NA	0.156	0.273
Rapporto di velocità al quadrato (VR^2)	NA	0.024	0.074
RQD $(0,97x(V_p/V_{LAB})^2 * 100$	NA	2.3%	7.2%
RQD (relazione empirica sui calcari - F. Zezza 1976)	NA	9.1%	19.8%

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO			
B (ipotesi dimensione fondazione superficiale in cm)	100	100	100
D (ipotesi diametro palo in m)	0.50	0.50	0.50
K = (Coeff. di Winkler in Kg/cm³ -> VESIC 1961) $k = E / [B(1 - \nu^2)]$	1.07	13.58	49.23
$k = 17,2 * V_s^{1,25}$ Kg/cm³ (Bowles 1997, Keceli, Imai e Yoshimura 2012)	0.89	3.84	7.92
K_v (Coeff. di Winkler verticale in Kg/cm³ -> $K_v = \alpha^2 * E_d / b$ dove $\alpha^2 = 2 / \log_e(b + 2H) / b$)	1.86	29.84	162.52
K_h (Coeff. di Winkler orizzontale in Kg/cm³ - Chiarugi-Maia)	1.42	70.16	828.00

INDICAZIONI SU CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE SUPERFICIALE			
Fs (Fattore di sicurezza = V_p/V_s)	2.2	2.0	2.0
Q_{ult} (kg/cm²) = $\gamma_{nat} * v_s * (0,1)$ (Keceli 2012)	1.92	8.04	16.52
$Q_{amm} = Q_{ult} / F_s$	0.86	4.05	8.47

BASE SISMICA 09 - STIMA DEI MODULI DINAMICI

	STRATO 1	STRATO 2	STRATO 3
Velocità onde P (m/s):	493	1147	2819
Velocità onde S (m/s):	230	589	1488
V_{LAB} = Velocità onde P di laboratorio (m/s):	6000	6000	6000
SPESSORE MEDIO STRATO (m)	0.50	2.30	10.50
Profondità Media Strato (m)	0.25	1.65	8.05
Modulo di Poisson (ν)	0.36	0.32	0.31
Densità naturale (γ_{nat} in gr/cm³)	1.46	1.80	2.26
Porosità % (\emptyset) (correlazione Rzheshvsky e Novik (1971))	46.14%	40.03%	24.40%

MOD. di YOUNG DINAMICO - (E_{din} in Mpa o Nmm²)	206	1619	12800
MOD. di TAGLIO DINAMICO (G_{din} in Mpa o Nmm²) $G_{din} = E_{din} / (2 * (1 + \nu))$	76	613	4897
MOD. di BULK (K) (Mpa o Nmm²): $K = E_{din} / (3 * (1 - 2 * \nu))$	247	1507	11047
MOD. di YOUNG STATICO (E_{stat} in Mpa o Nmm²) (Rzheshvsky et alii, 1971)	25	195	1542
MOD. di TAGLIO STATICO (G_{stat} in Mpa o Nmm²)	9	74	590
MOD. DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm²) (da velocità onde P e densità) $\gamma * v_p^2$ (valido per le terre)	354	2370	17923
MOD. DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm²) $M = E * [(1 - \nu) / (1 - \nu - 2 * \nu^2)]$ (relazione di NAVIER)	425	2853	21592
Rigidità Sismica ($\gamma * V_p$) (Tonn/m²*sec)	335	1061	3356
Frequenza dello Strato	115	64	35
Periodo dello Strato	0.01	0.02	0.03

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DELLE TERRE (NON VALIDO PER LE ROCCE)			
SPT (N) VALUE (Imai and Yoshimura, 1977)	29	>50	>50
Cu (coesione non drenata in Kg/cm² = $(Vs/23)^{1/0.475} * 0,010197$ (Dickenson 1990))	1.30	9.41	66.20
Cu = (coesione non drenata = $(Vs - 17,5) / 2,63 * 0,010197$ (Oh et al. 2008))	0.82	2.22	5.70
Cu = (coesione non drenata = $(Vs / 7,93)^{1/0.63} * 0,010197$ (Levesques et al. 2007))	2.14	9.51	41.39
Cu = (coesione non drenata = $(Vs / 187)^{1/0.372} * 0,010197 * 100$ da prove DH - Likitlersuang e Kyaw (2010))	1.78	22.28	269.08
Cu = (coesione non drenata = $(Vs / 228)^{1/0.510} * 0,010197 * 100$ da prove MASW - Likitlersuang e Kyaw (2010))	1.04	6.56	40.35

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE AMMASSO ROCCIOSO (NON VALIDO PER LE TERRE)			
RMR Bieniawsky (valido solo per le rocce da E statico)	NA	46	82
ϕ (angolo di attrito in °)	27	29	31
C (coesione in kg/cm²)	NA	2.3	4.2
Rapporto di velocità VR (utilizzando per il valore delle V_p in laboratorio 6000m/sec)	NA	0.191	0.470
Rapporto di velocità al quadrato (VR^2)	NA	0.037	0.221
RQD $(0,97x(Vp/VLAB)^2 * 100$	NA	3.5%	21.4%
RQD (relazione empirica sui calcari - F. Zezza 1976)	NA	12.1%	42.1%

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO			
B (ipotesi dimensione fondazione superficiale in cm)	100	100	100
D (ipotesi diametro palo in m)	0.50	0.50	0.50
K = (Coeff. di Winkler in Kg/cm³ -> VESIC 1961) $k = E / [B(1 - \nu^2)]$	2.90	22.16	173.59
$k = 17,2 * Vs^{1,25}$ Kg/cm³ (Bowles 1997, Keceli, Imai e Yoshimura 2012)	1.57	5.09	16.21
K_v (Coeff. di Winkler verticale in Kg/cm³ -> $K_v = \alpha^2 * E d / b$ dove $\alpha^2 = 2 / \log_e(b + 2H) / b$)	2.56	42.70	579.71
K_h (Coeff. di Winkler orizzontale in Kg/cm³ - Chiarugi-Maia)	1.53	70.67	2861.11

INDICAZIONI SU CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE SUPERFICIALE			
Fs (Fattore di sicurezza = V_p / Vs)	2.1	1.9	1.9
Q_{ult} (kg/cm²) = $\gamma_{nat} * vs * (0,1)$ (Keceli 2012)	3.35	10.61	33.56
$Q_{amm} = Q_{ult} / Fs$	1.57	5.45	17.71

BASE SISMICA 10 - STIMA DEI MODULI DINAMICI

	STRATO 1	STRATO 2	STRATO 3
Velocità onde P (m/s):	354	1448	3027
Velocità onde S (m/s):	163	747	1610
V_{LAB} = Velocità onde P di laboratorio (m/s):	6000	6000	6000
SPESSORE MEDIO STRATO (m)	1.50	2.40	9.50
Profondità Media Strato (m)	0.75	2.70	8.65
Modulo di Poisson (ν)	0.37	0.32	0.30
Densità naturale (γ_{nat} in gr/cm³)	1.34	1.91	2.30
Porosità % (\emptyset) (correlazione Rzhovsky e Novik (1971))	47.44%	37.21%	22.46%

MOD. di YOUNG DINAMICO - (E_{din} in Mpa o Nmm²)	96	2756	15206
MOD. di TAGLIO DINAMICO (G_{din} in Mpa o Nmm²) $G_{din} = E_{din}/(2*(1+\nu))$	35	1045	5836
MOD. di BULK (K) (Mpa o Nmm²): $K=E_{din}/(3*(1-2*\nu))$	118	2533	12848
MOD. di YOUNG STATICO (E_{stat} in Mpa o Nmm²) (Rzhovsky et alii, 1971)	11	332	1832
MOD. di TAGLIO STATICO (G_{stat} in Mpa o Nmm²)	4	126	703
MOD. DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm²) (da velocità onde P e densità) $\gamma*vp^2$ (valido per le terre)	168	4003	21037
MOD. DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm²) $M = E * [(1-\nu) / (1-\nu-2*\nu^2)]$ (relazione di NAVIER)	201	4822	25343
Rigidità Sismica ($\gamma*V_p$) (Tonn/m²*sec)	219	1426	3696
Frequenza dello Strato	27	78	42
Periodo dello Strato	0.04	0.01	0.02

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DELLE TERRE (NON VALIDO PER LE ROCCE)			
SPT (N) VALUE (Imai and Yoshimura, 1977)	10	>50	>50
Cu (coesione non drenata in Kg/cm²=$(Vs/23)^{1/0.475}*0,010197$ (Dickenson 1990))	0.63	15.52	78.14
Cu=(coesione non drenata=$(Vs-17,5)/2,63 *0,010197$ (Oh et al. 2008))	0.56	2.83	6.17
Cu=(coesione non drenata=$(Vs/7,93)^{1/0.63} *0,010197$ (Levesques et al. 2007))	1.24	13.86	46.91
Cu=(coesione non drenata=$(Vs/187)^{1/0.372} *0,010197*100$ da prove DH - Likitlersuang e Kyaw (2010))	0.70	42.20	332.56
Cu=(coesione non drenata=$(Vs/228)^{1/0.510} *0,010197*100$ da prove MASW - Likitlersuang e Kyaw (2010))	0.53	10.45	47.09

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE AMMASSO ROCCIOSO (NON VALIDO PER LE TERRE)			
RMR Bieniawsky (valido solo per le rocce da E statico)	NA	55	85
ϕ (angolo di attrito in °)	27	30	31
C (coesione in kg/cm²)	NA	2.8	4.3
Rapporto di velocità VR (utilizzando per il valore delle Vp in laboratorio 6000m/sec)	NA	0.241	0.505
Rapporto di velocità al quadrato (VR²)	NA	0.058	0.255
RQD (0,97x(Vp/VLAB)²*100	NA	5.6%	24.7%
RQD (relazione empirica sui calcari - F. Zezza 1976	NA	16.7%	46.5%

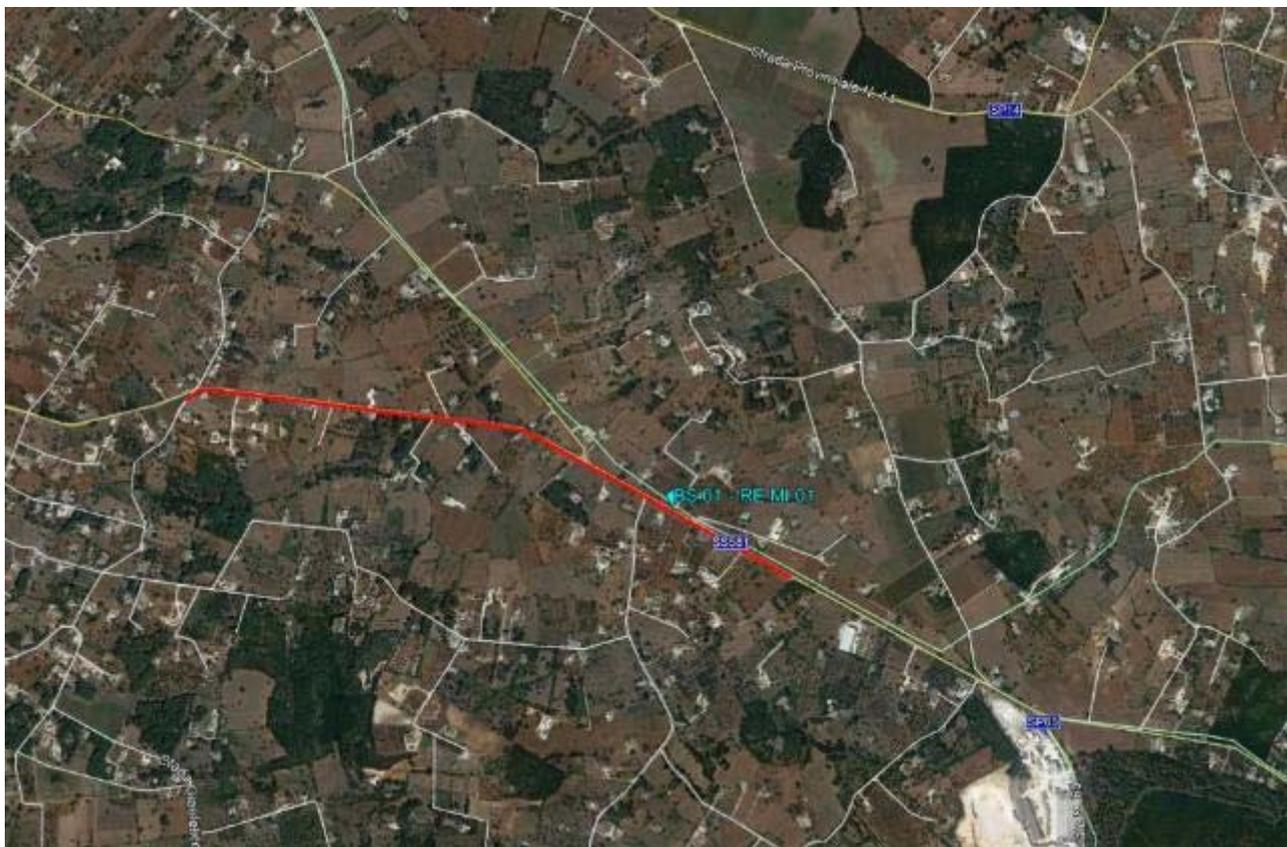
COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO			
B (ipotesi dimensione fondazione superficiale in cm)	100	100	100
D (ipotesi diametro palo in m)	0.50	0.50	0.50
K = (Coeff. di Winkler in Kg/cm³-->VESIC 1961) $k=E/[B(1-\nu^2)]$	1.34	37.67	205.65
$k = 17,2*Vs^{1,25}$ Kg/cm³(Bowles 1997, Keceli, Imai e Yoshimura 2012)	1.02	6.85	17.89
K_v (Coeff. di Winkler verticale in Kg/cm³ --> $K_v = \alpha^2*E_d/b$ dove $\alpha^2=2/\log_e(b+2H)/b$)	2.42	73.62	659.44
K_h (Coeff. di Winkler orizzontale in Kg/cm³ - Chiarugi-Maia)	1.96	199.61	3635.88

INDICAZIONI SU CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE SUPERFICIALE			
Fs (Fattore di sicurezza= Vp/Vs)	2.2	1.9	1.9
Q_{ult} (kg/cm²) = $\gamma_{nat} * vs*(0,1)$ (Keceli 2012)	2.19	14.26	36.96
Q_{amm} = Q_{ult}/Fs	1.01	7.36	19.66

8. RISULTANZE DELLE INDAGINI GEOFISICHE

-
- ❖ Ubicazione punti di indagine
 - ❖ Dettagli planimetrici
 - ❖ Report fotografici
 - ❖ Risultati ed elaborazioni
-

Prospezione sismica BS.01 – RE.MI.01



Ubicazione del punto di indagine su base ortofoto



Dettaglio planimetrico del profilo sismico

REPORT FOTOGRAFICO: BS.01 – RE.MI.01

Punto di vista dal geofono G01



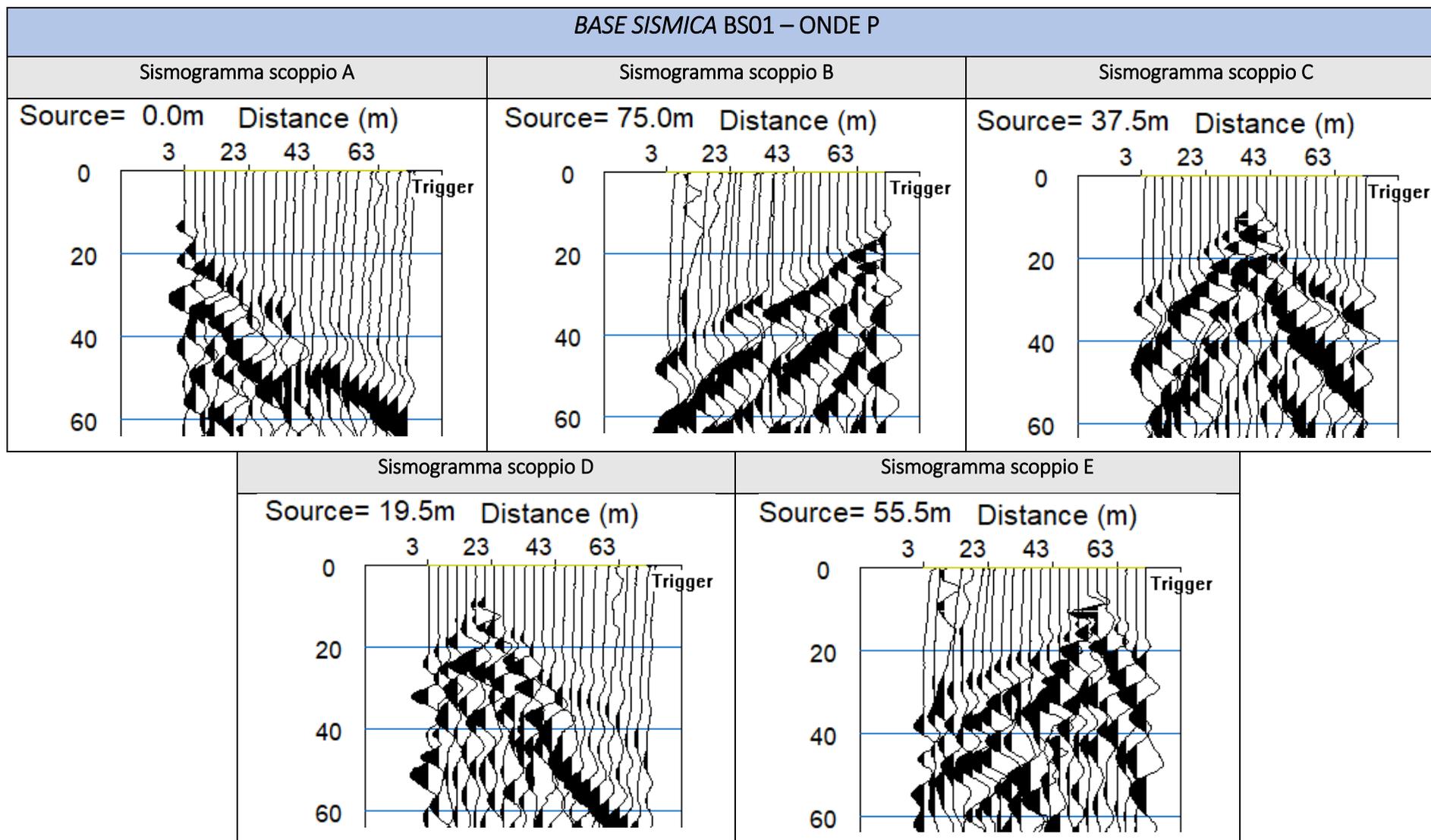
Punto di vista dal geofono G24



Particolare della strumentazione

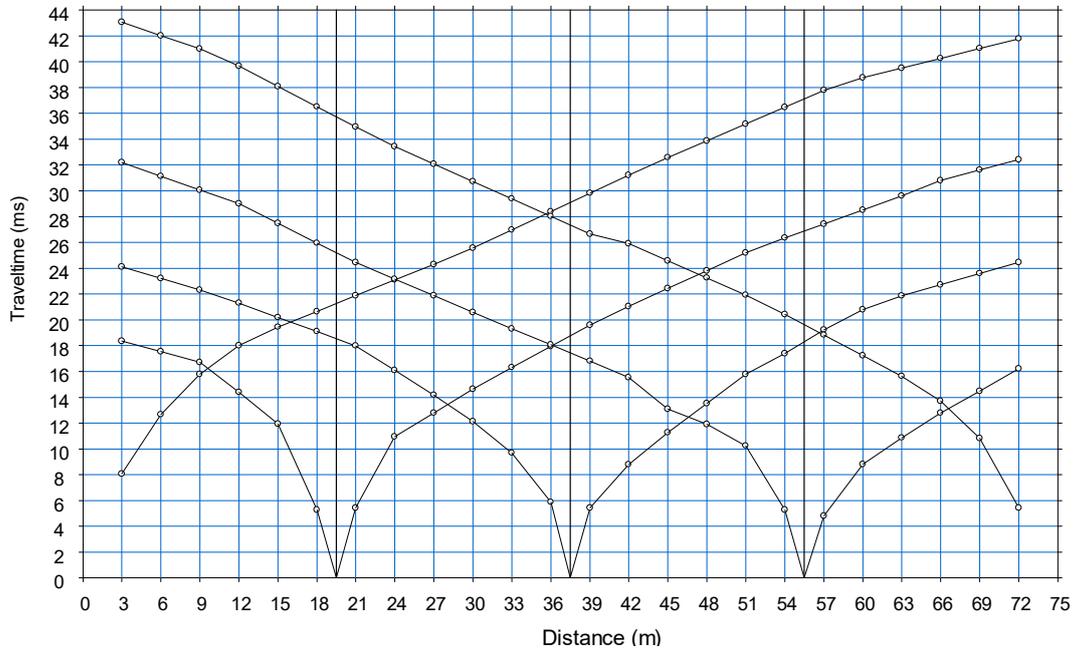


BASE SISMICA BS01 – ONDE P

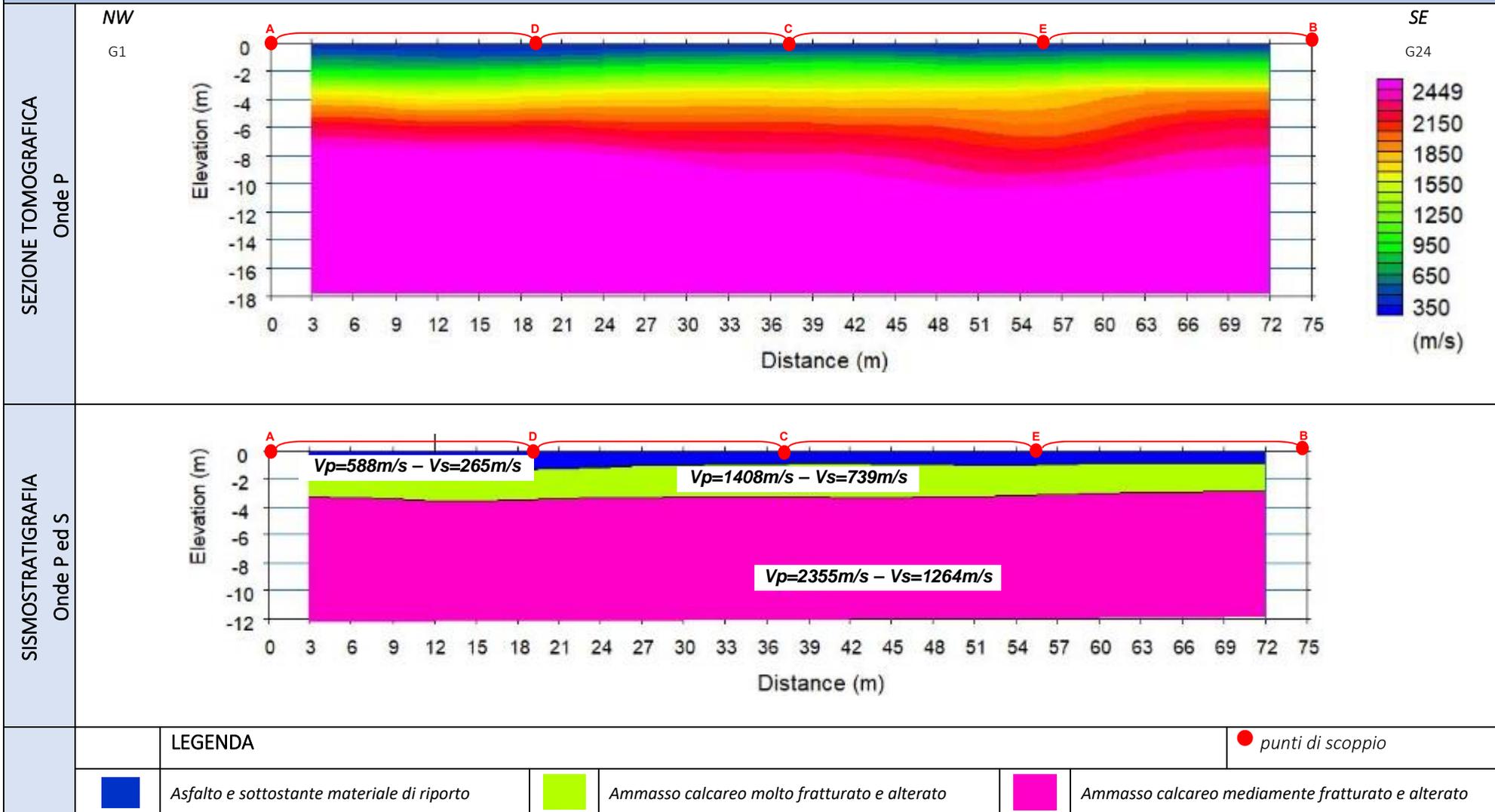


DROMOCRONE BS01 - ONDE P

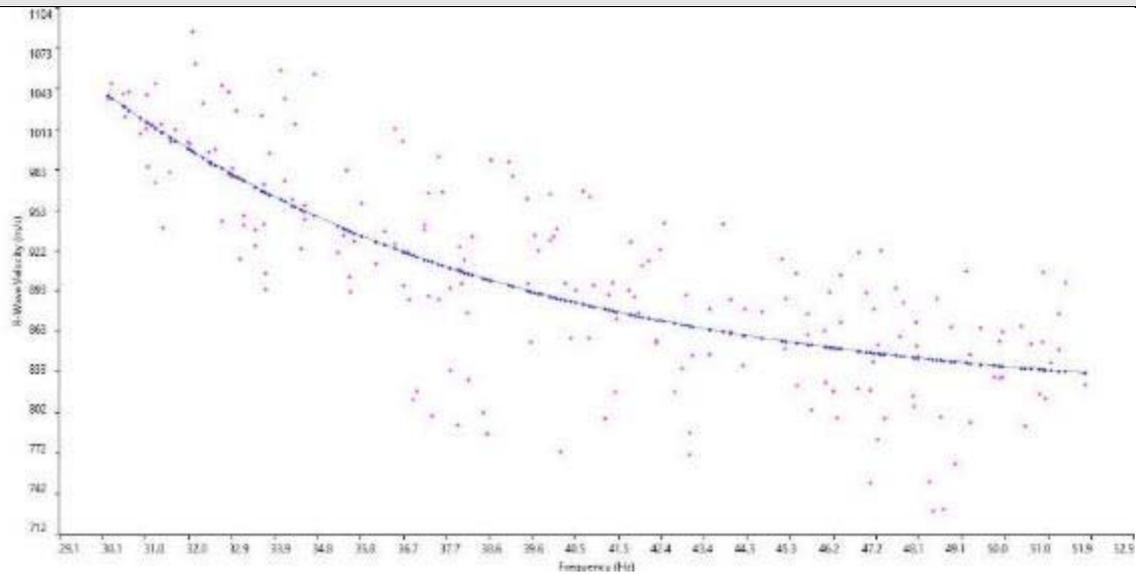
BS01 – ONDE P



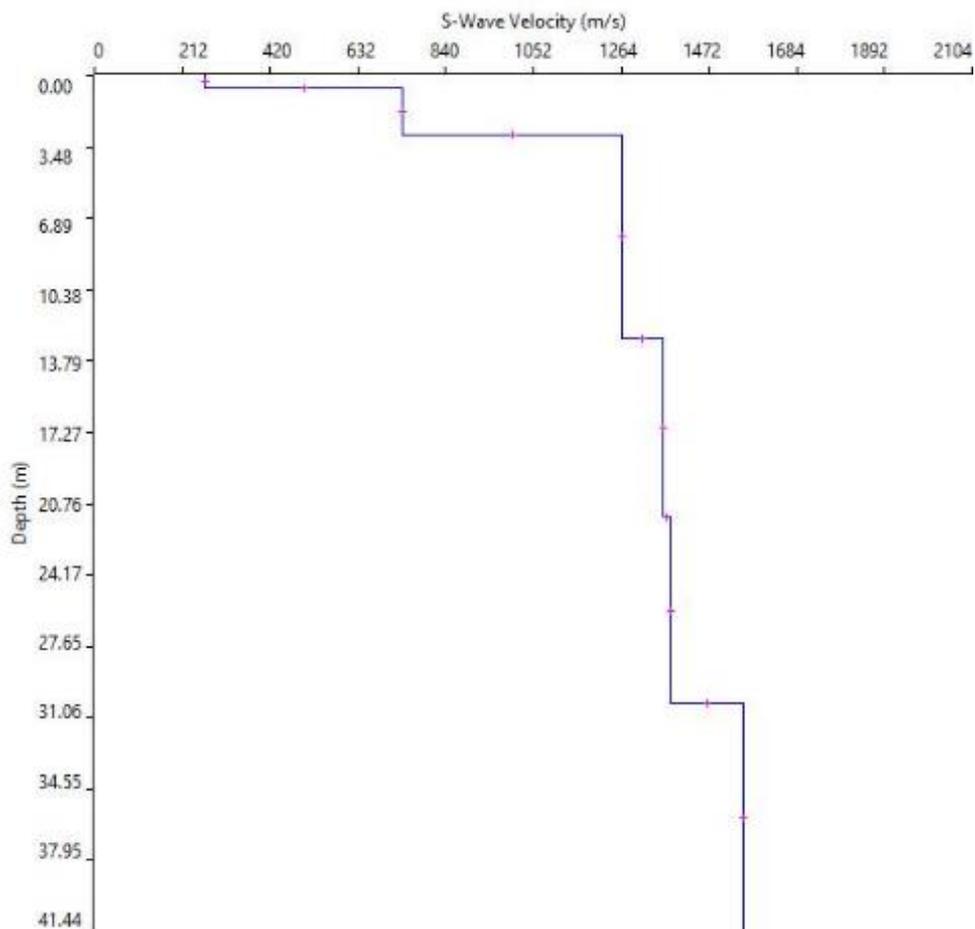
BASE SISMICA 01



CURVA DI DISPERSIONE

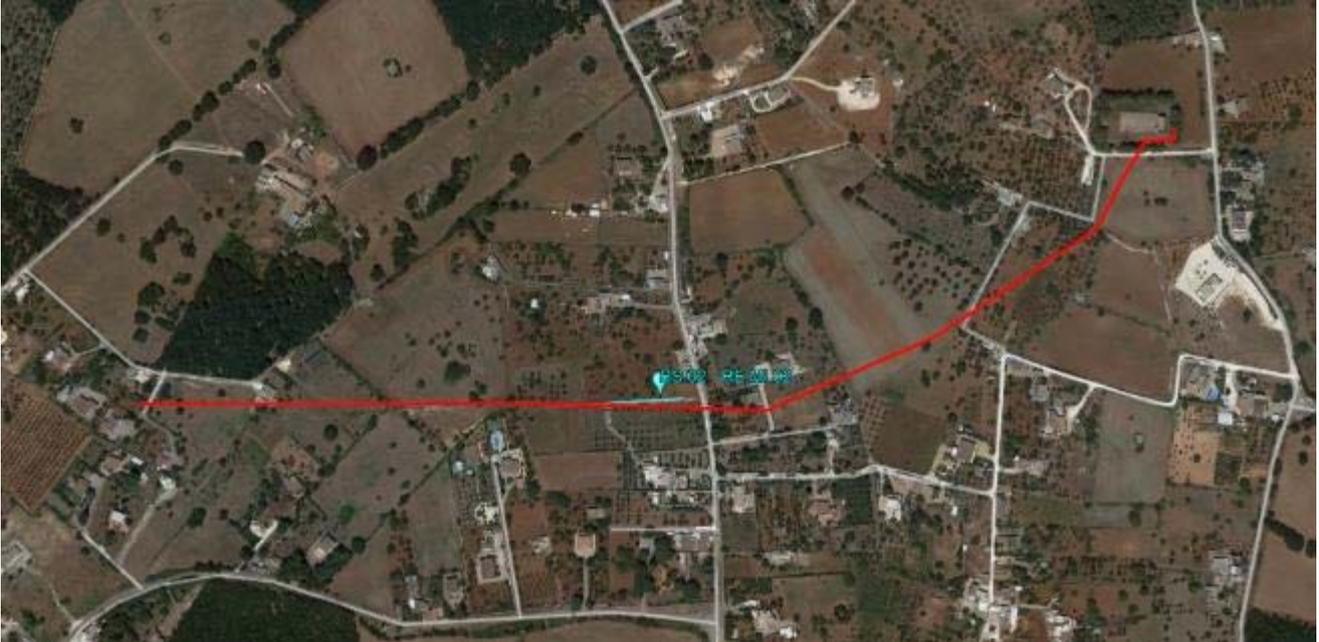


PROFILO VS - RE.MI.01



Categoria "A" – presenza del substrato alla profondità di -3.0m dal p.c.

Prospezione sismica BS.02 – RE.MI.02



Ubicazione del punto di indagine su base ortofoto



Dettaglio planimetrico del profilo sismico

REPORT FOTOGRAFICO: BS.02 – RE.MI.02

Punto di vista dal geofono G01



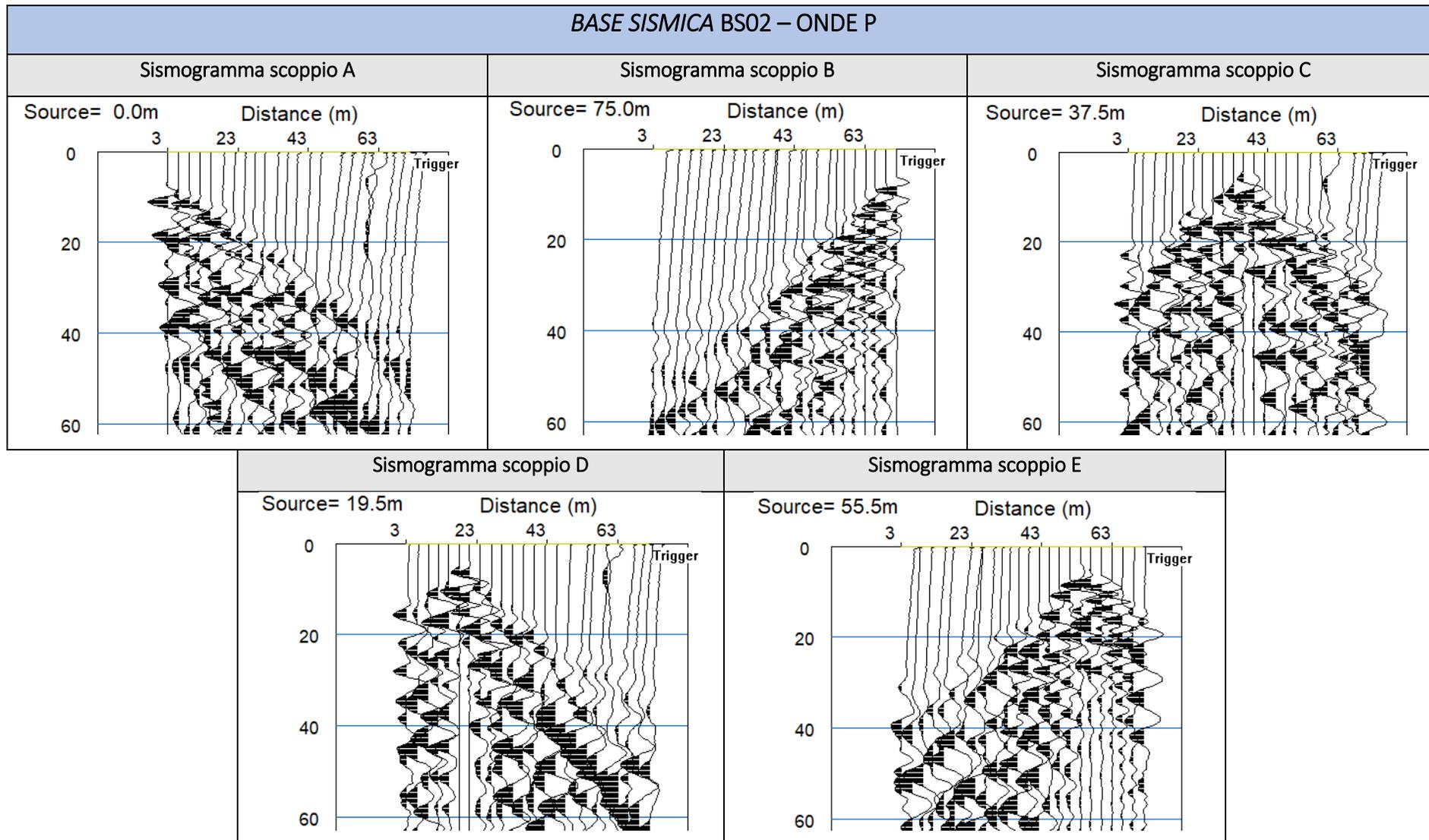
Punto di vista dal geofono G24



Particolare della strumentazione

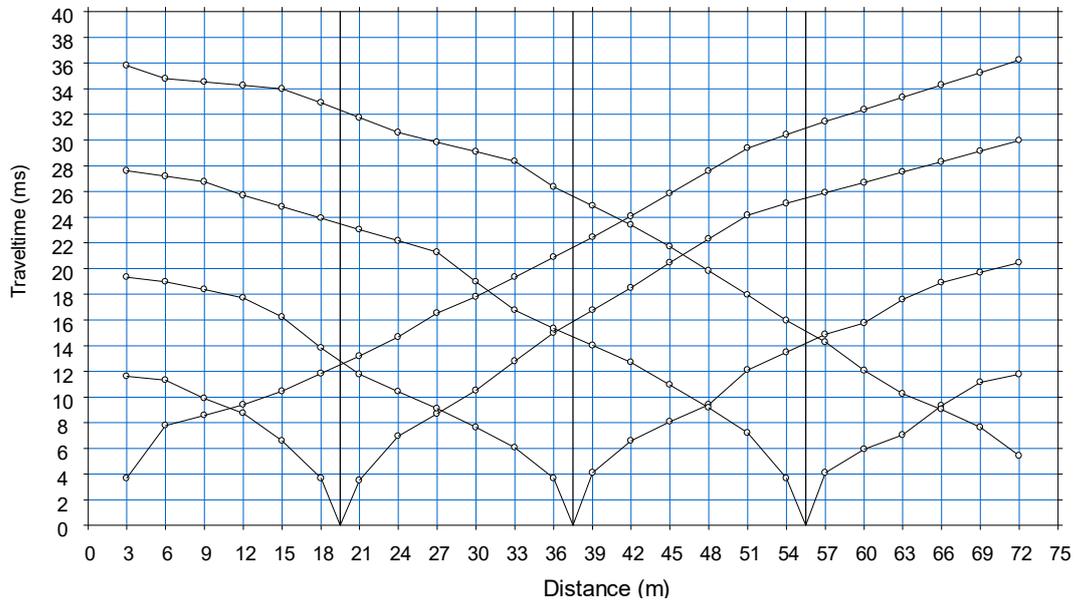


BASE SISMICA BS02 – ONDE P

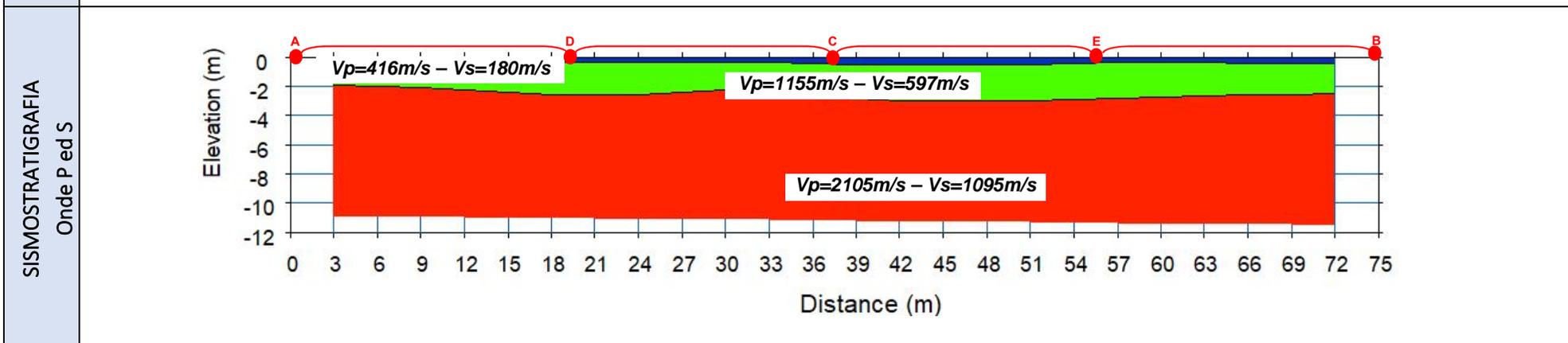
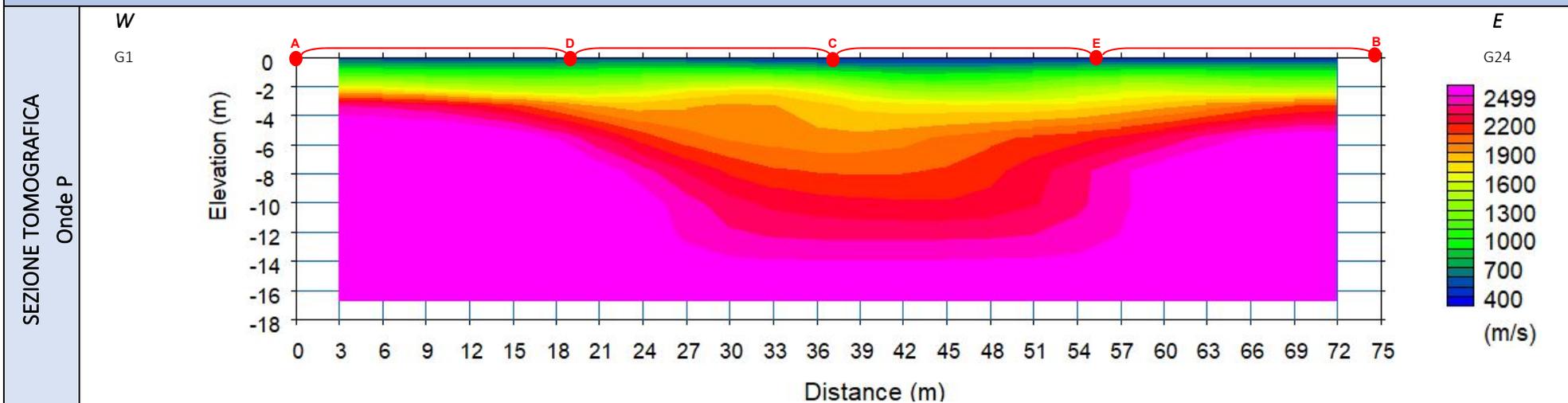


DROMOCRONE BS02 - ONDE P

BS02 – ONDE P



BASE SISMICA 02



LEGENDA

● punti di scoppio



Materiale di riporto



Ammasso calcareo molto fratturato e alterato



Ammasso calcareo mediamente fratturato e alterato

ELABORATI INDAGINE RE.MI.02

SISMOGRAMMA MADIO

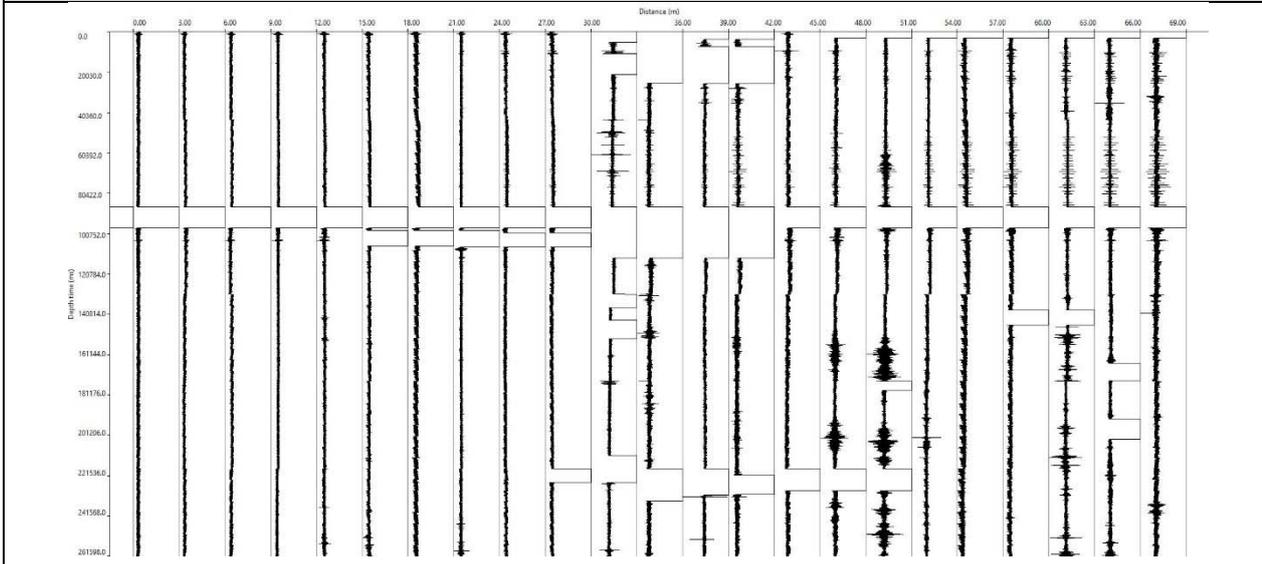
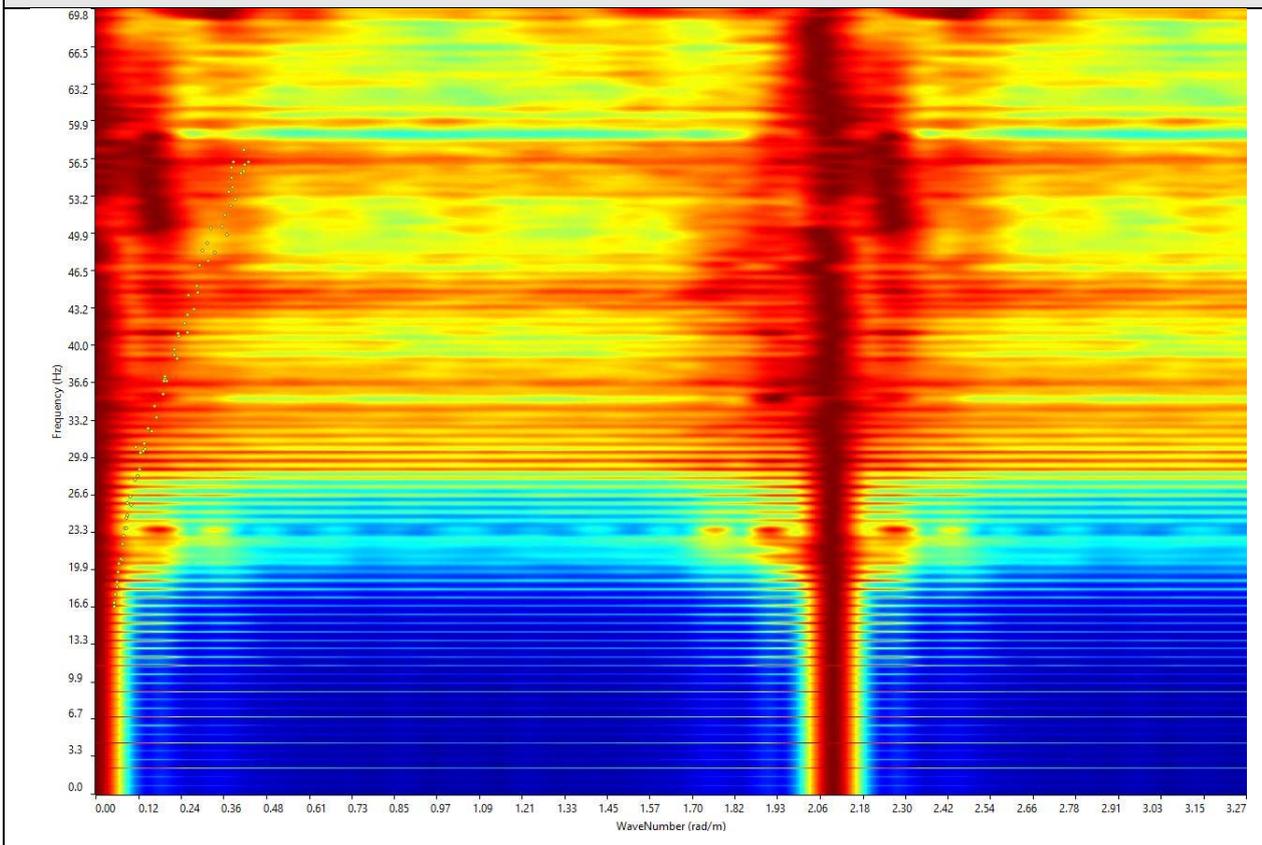
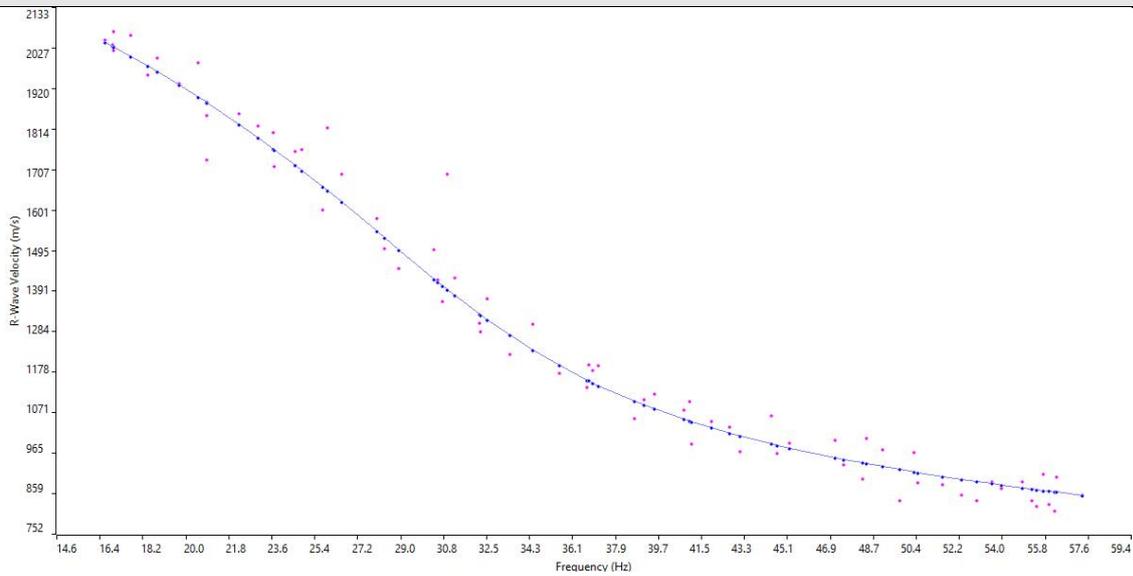


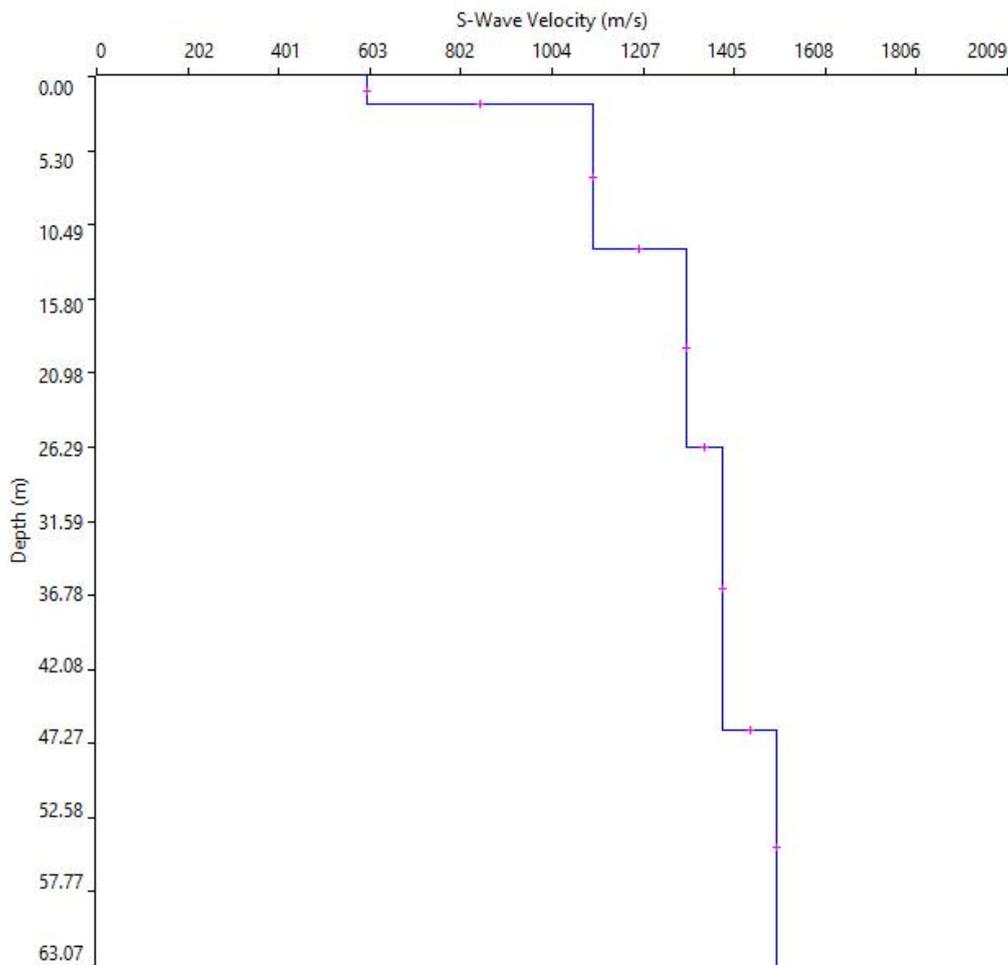
GRAFICO P-F CON L'INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DELLA CURVA DI DISPERSIONE



CURVA DI DISPERSIONE

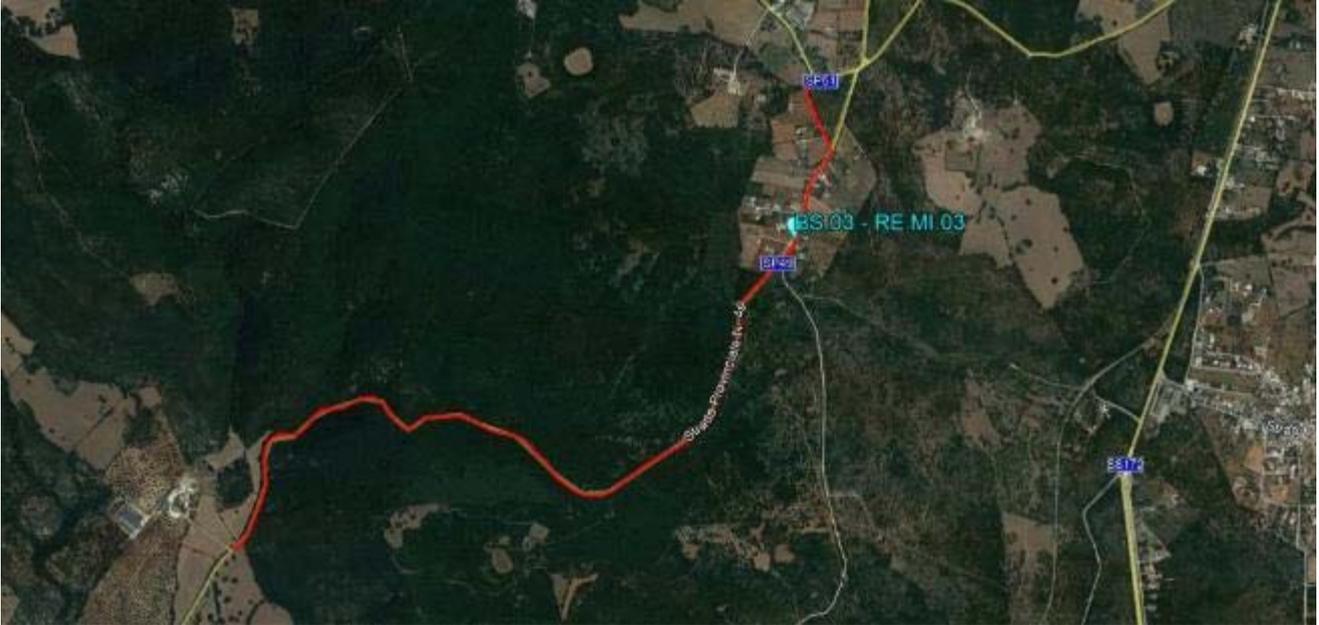


PROFILO VS - RE.MI.02



Categoria "A" – presenza del substrato alla profondità di -3.0m dal p.c.

Prospezione sismica BS.03 – RE.MI.03



Ubicazione del punto di indagine su base ortofoto



Dettaglio planimetrico del profilo sismico

REPORT FOTOGRAFICO: BS.03 – RE.MI.03

Punto di vista dal geofono G01



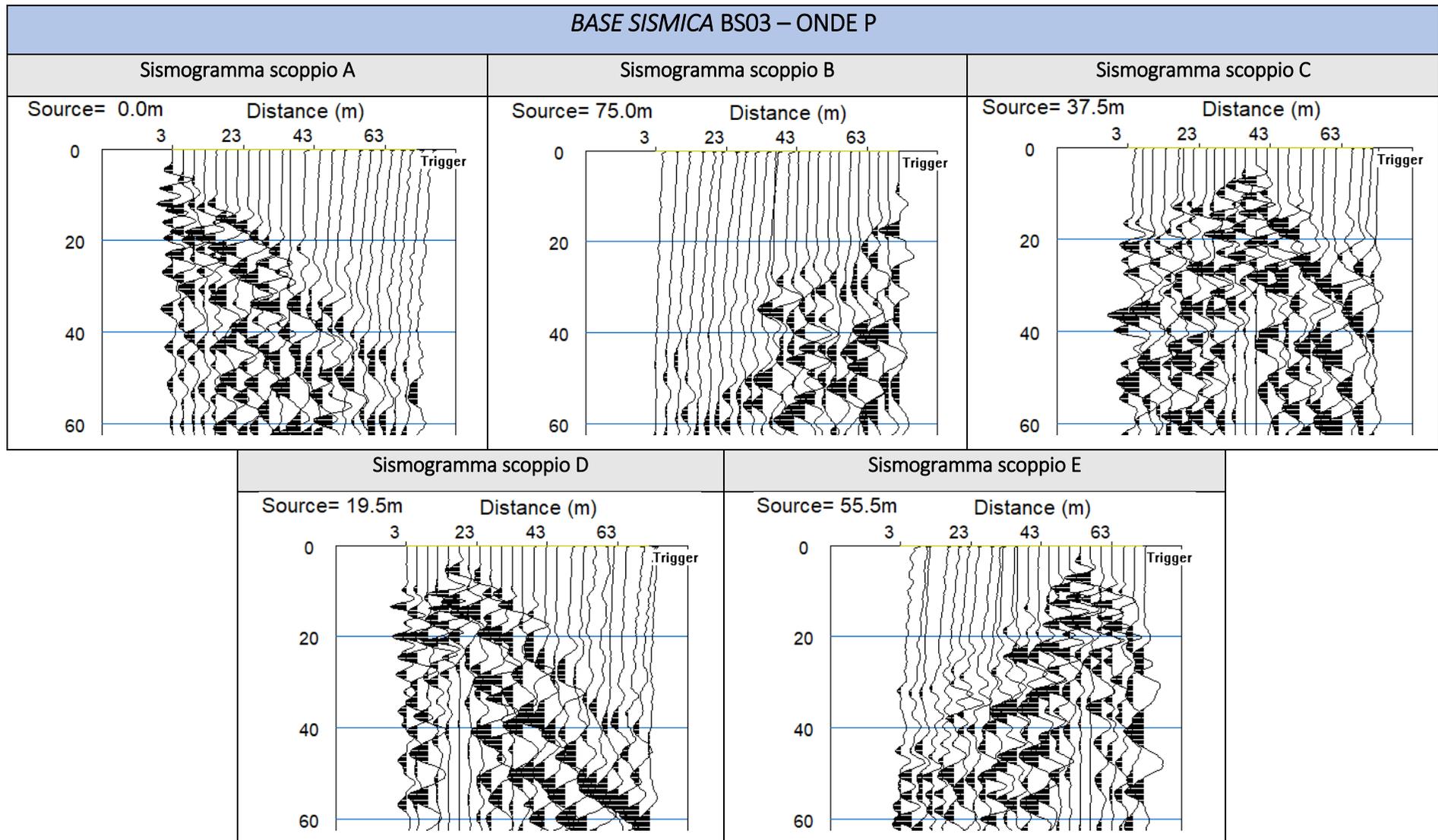
Punto di vista dal geofono G24



Particolare della strumentazione

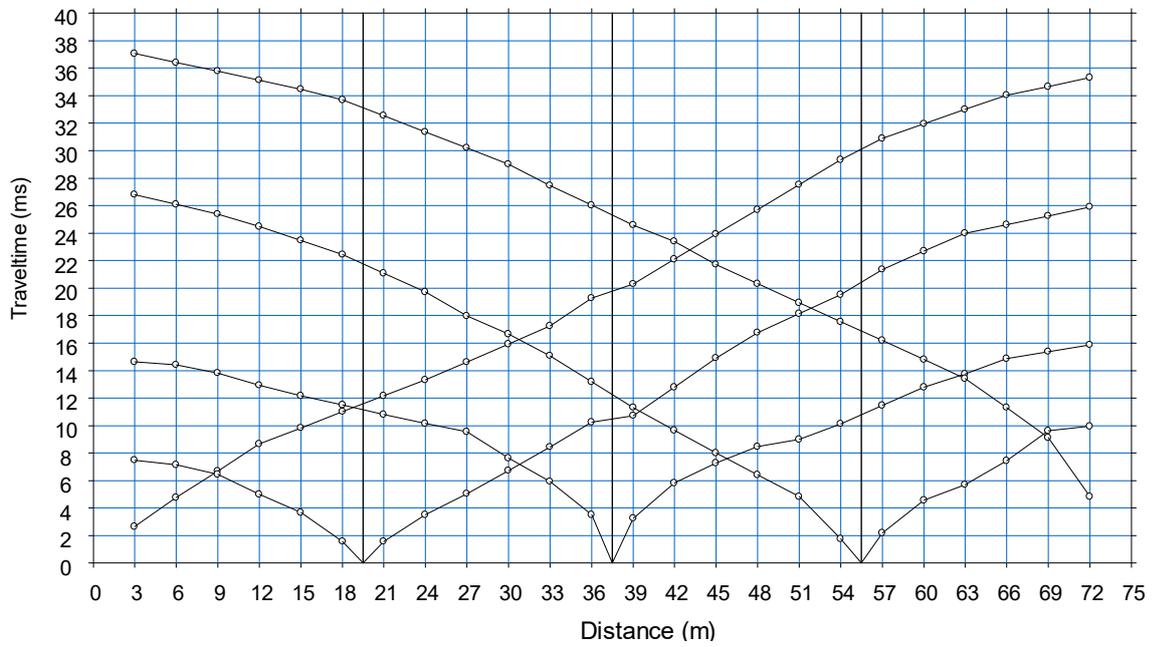


BASE SISMICA BS03 – ONDE P

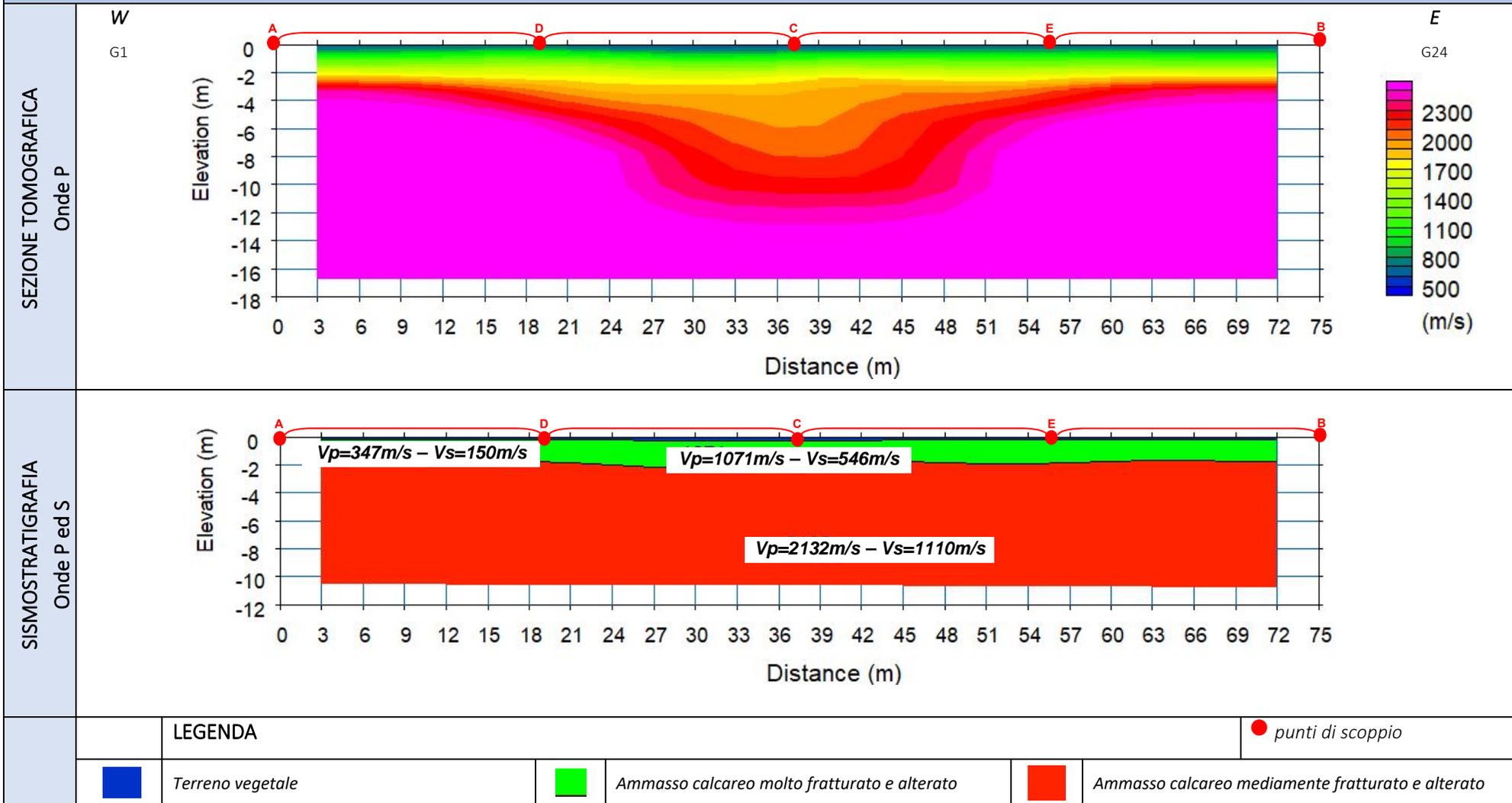


DROMOCRONE BS03 - ONDE P

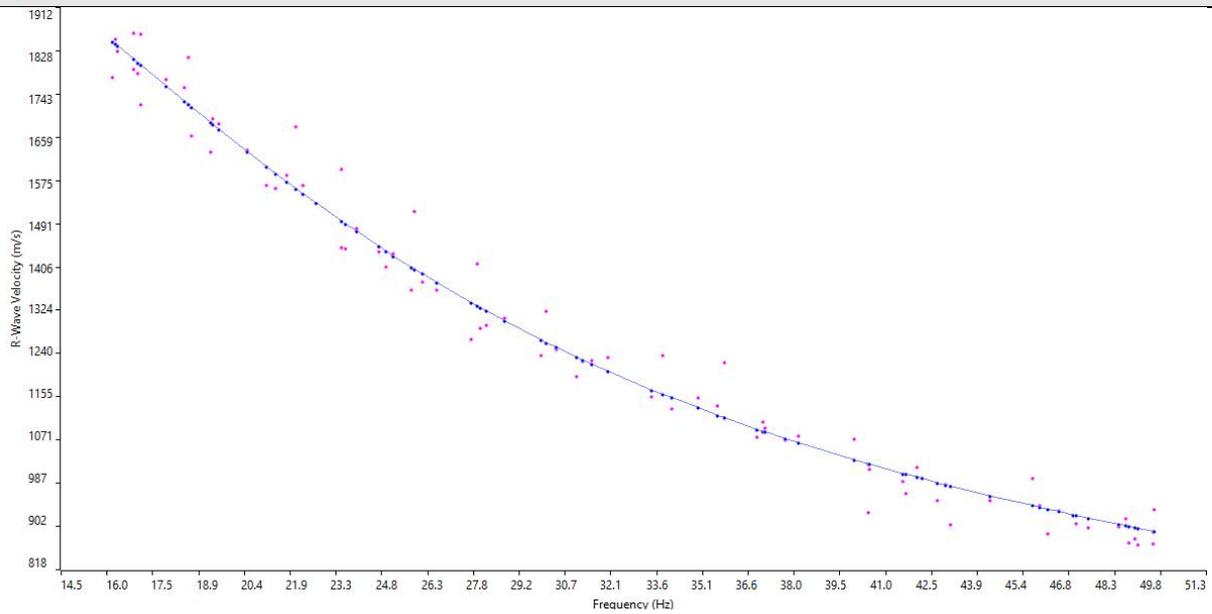
BS03 – ONDE P



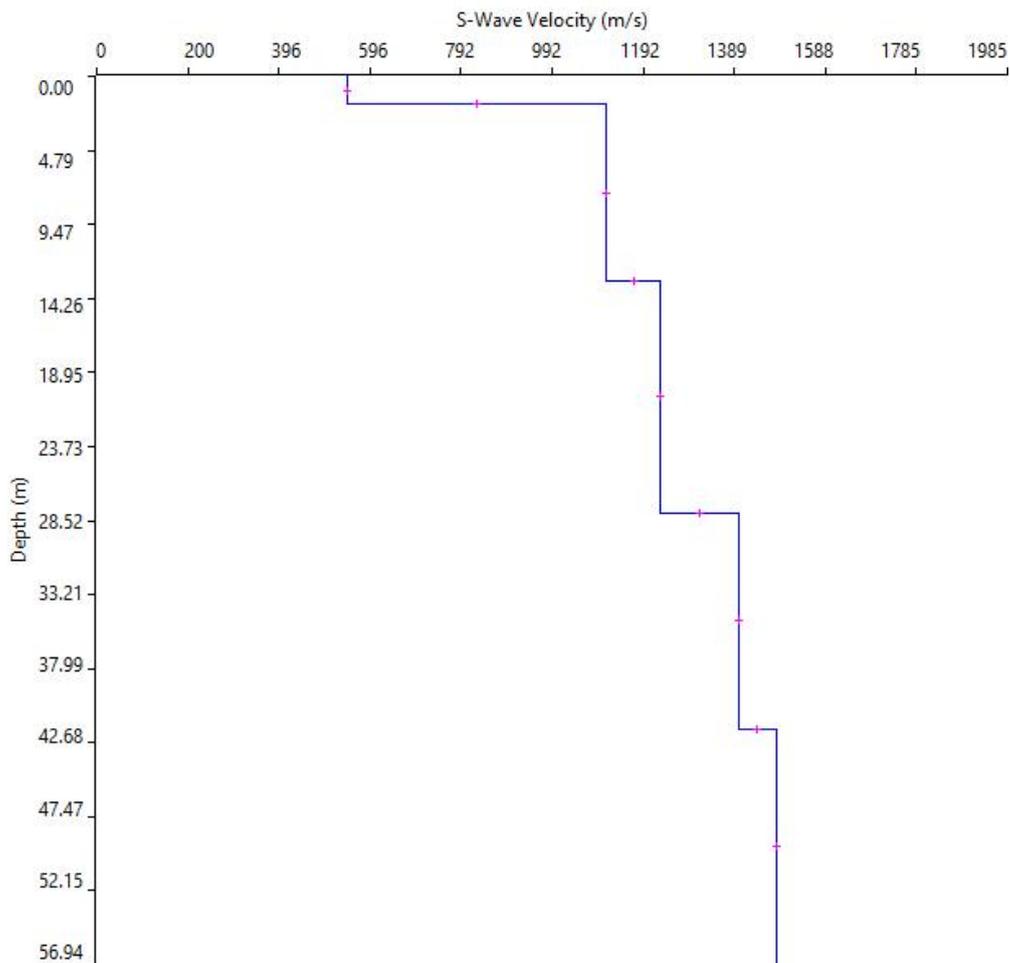
BASE SISMICA 03



CURVA DI DISPERSIONE

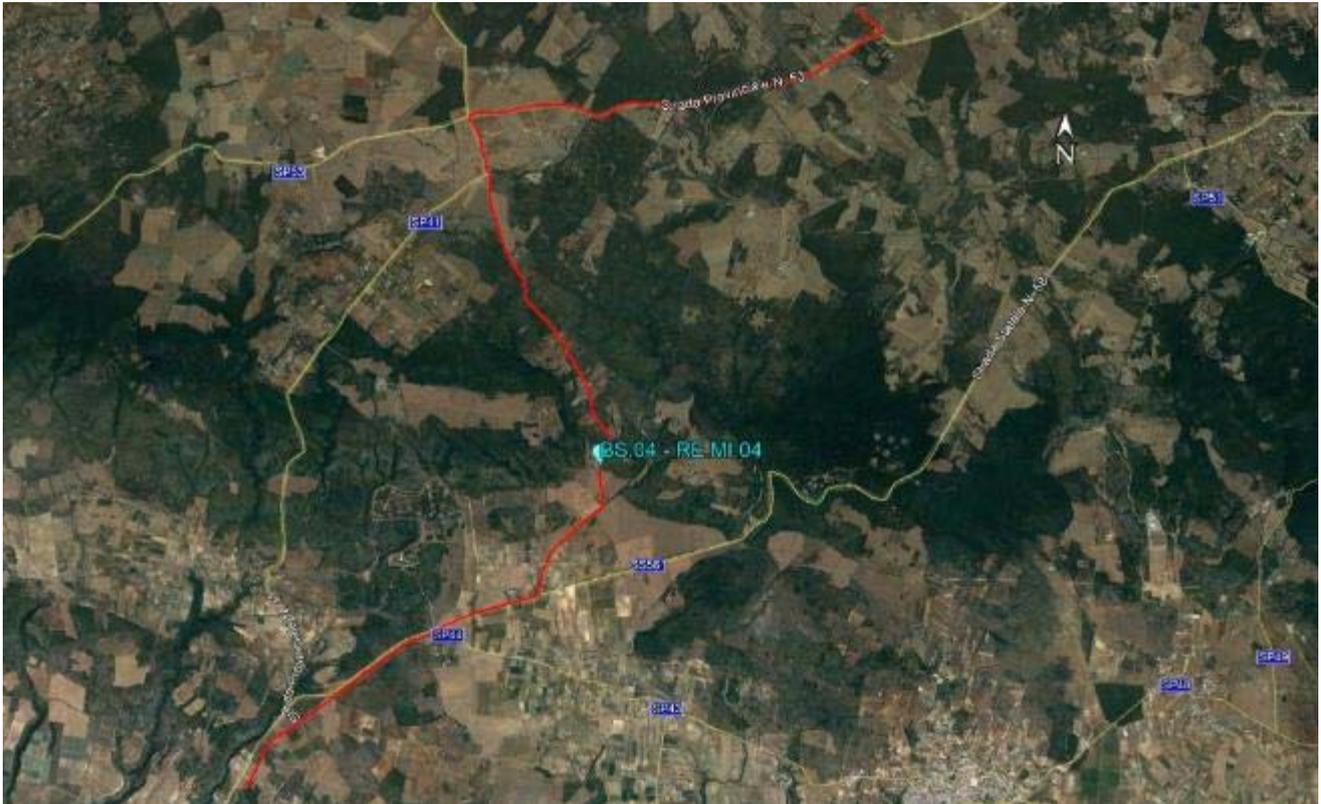


PROFILO VS - RE.MI.03



Categoria "A" – presenza del substrato alla profondità di -3.0m dal p.c.

Prospezione sismica BS.04 – RE.MI.04



Ubicazione del punto di indagine su base ortofoto



Dettaglio planimetrico del profilo sismico

REPORT FOTOGRAFICO: BS.04 – RE.MI.04

Punto di vista dal geofono G01



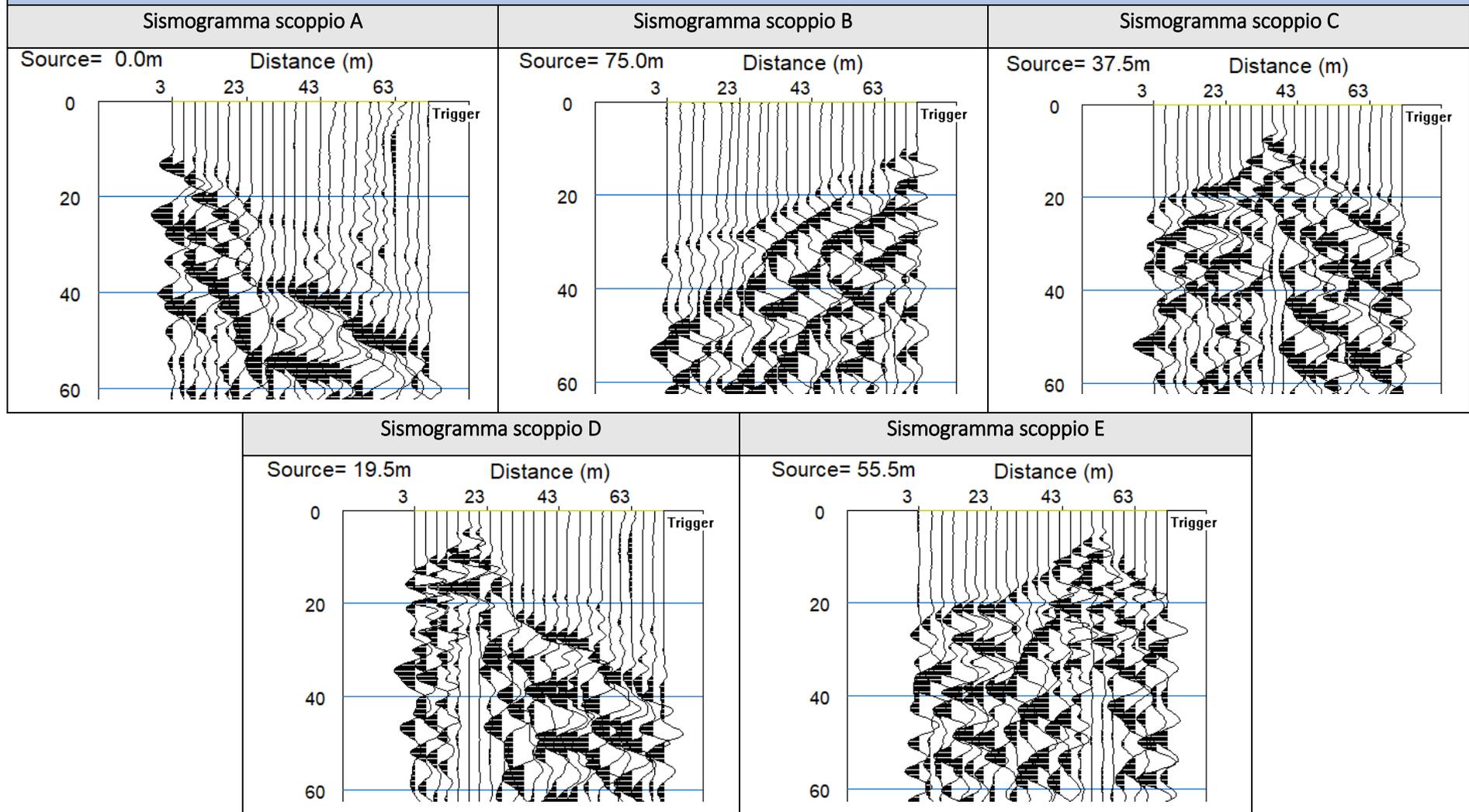
Punto di vista dal geofono G24



Particolare della strumentazione

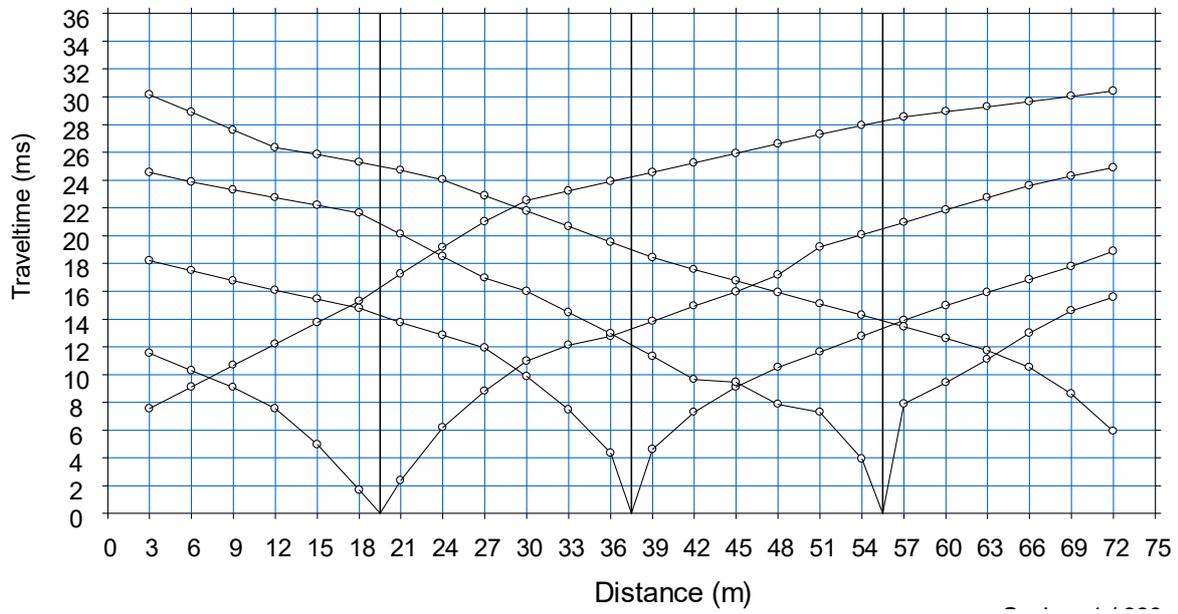


BASE SISMICA BS04 – ONDE P

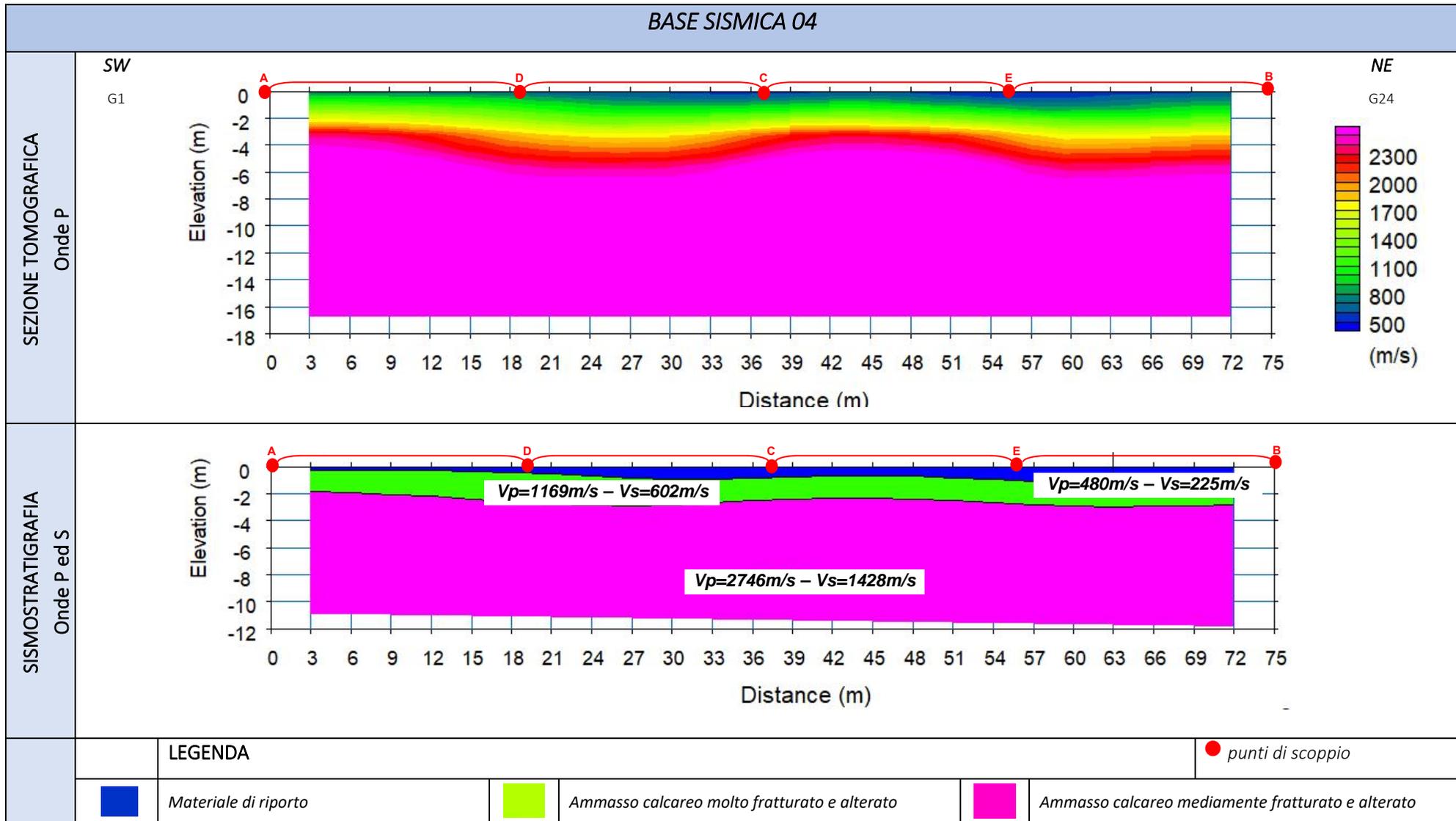


DROMOCRONE BS04 - ONDE P

BS04 – ONDE P



BASE SISMICA 04



ELABORATI INDAGINE RE.MI.04

SISMOGRAMMA MEDIO

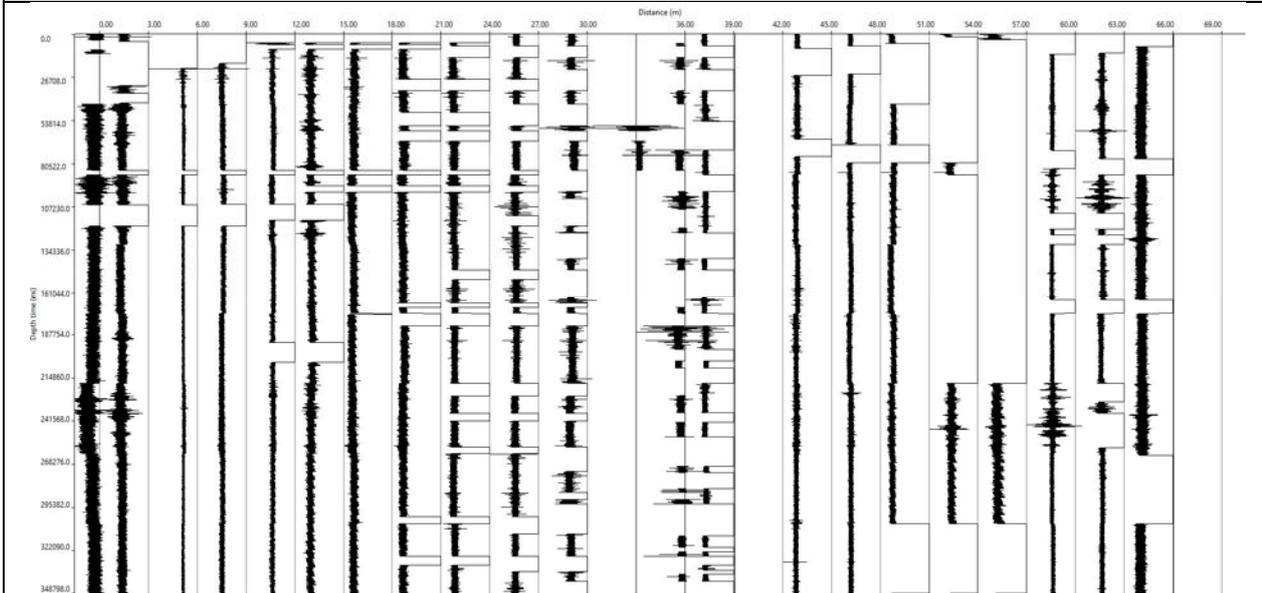
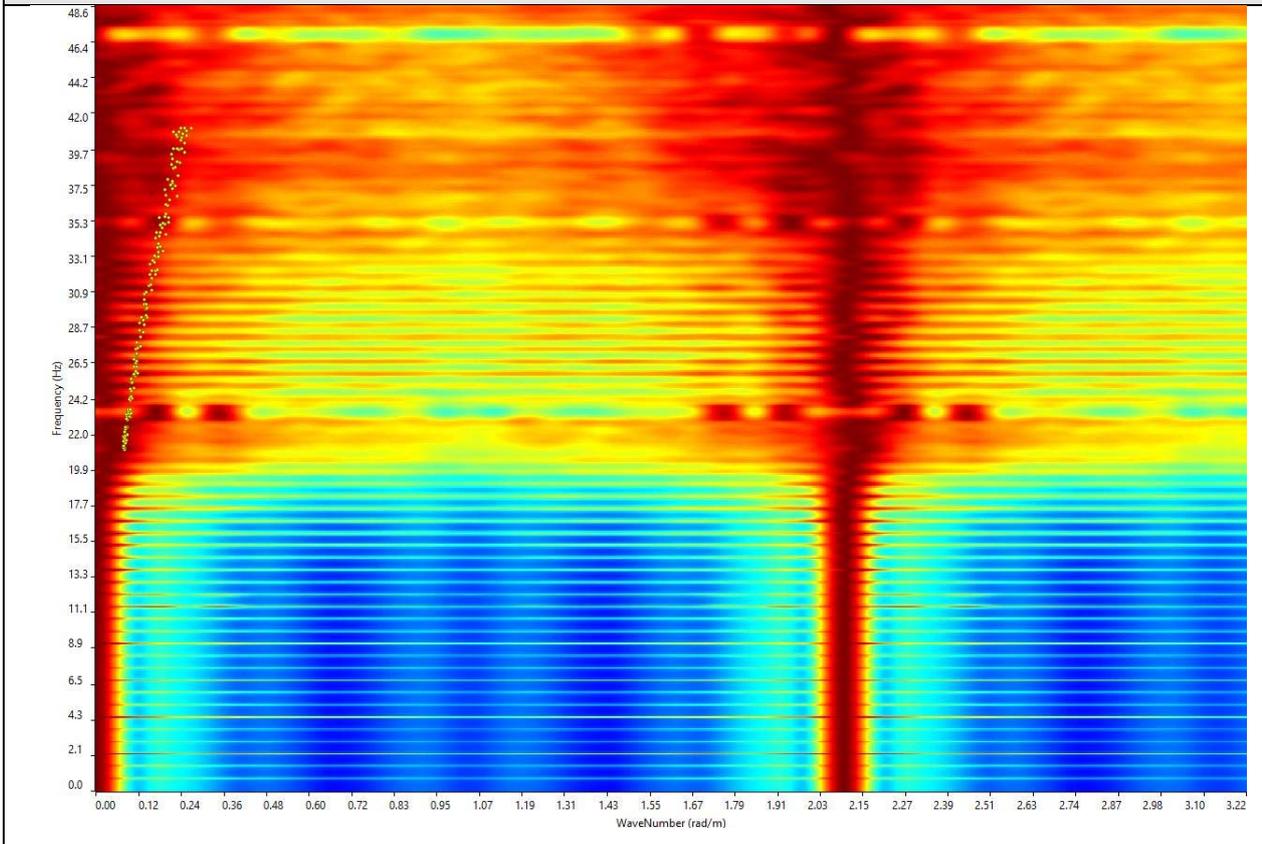
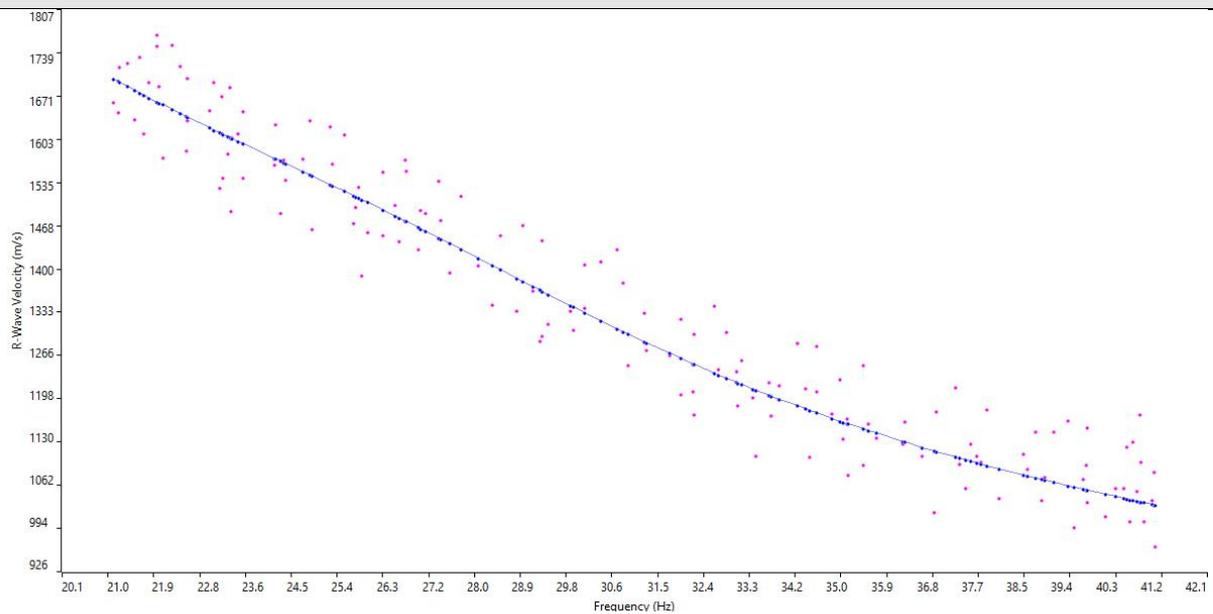


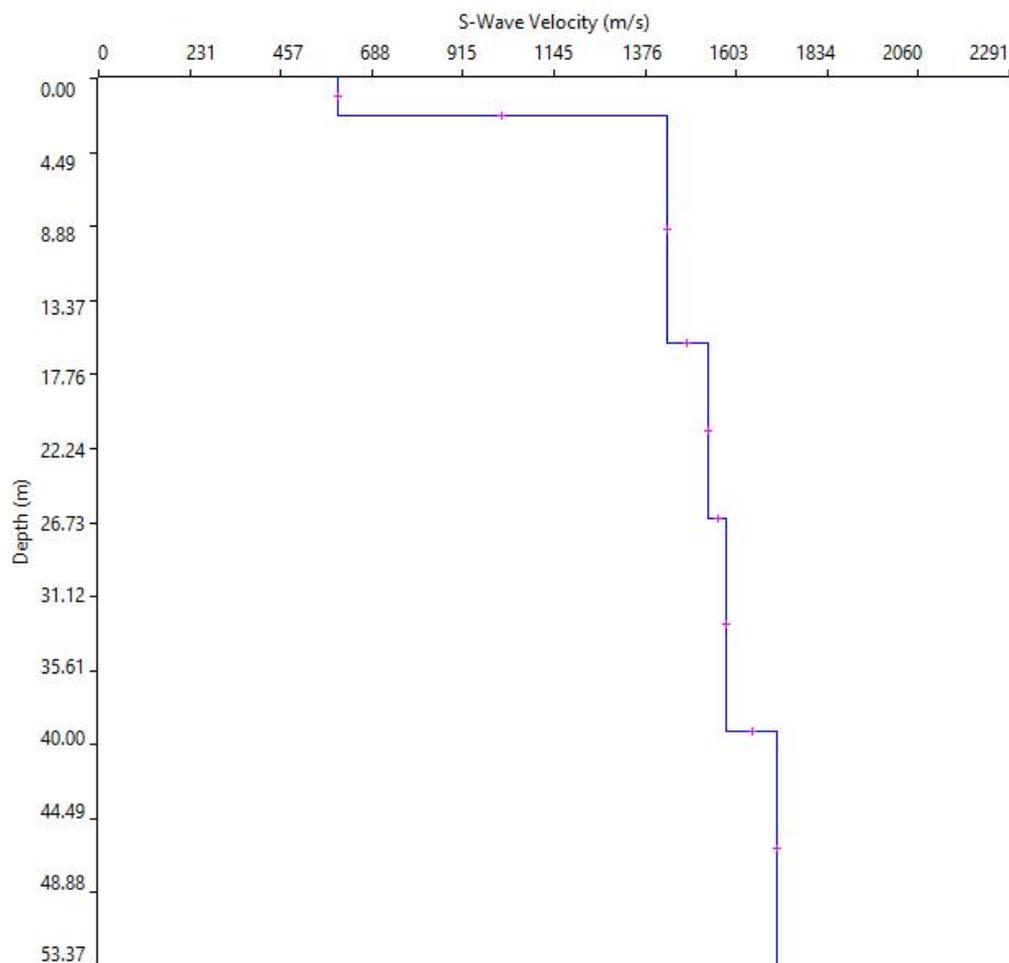
GRAFICO P-F CON L'INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DELLA CURVA DI DISPERSIONE



CURVA DI DISPERSIONE

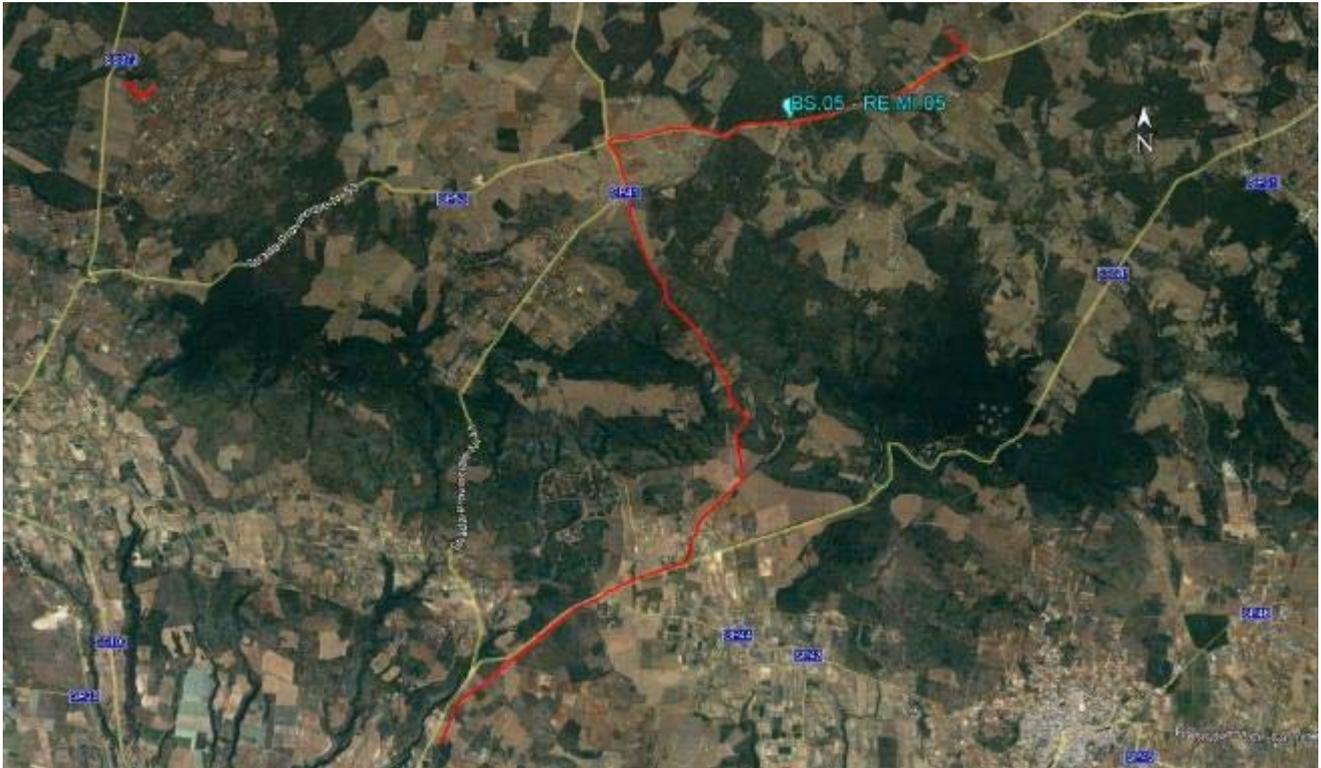


PROFILO VS - RE.MI.04



Categoria "A" – presenza del substrato alla profondità di -3.0m dal p.c.

Prospezione sismica BS.05 – RE.MI.05



Ubicazione del punto di indagine su base ortofoto



Dettaglio planimetrico del profilo sismico

REPORT FOTOGRAFICO: BS.05 – RE.MI.05

Punto di vista dal geofono G01



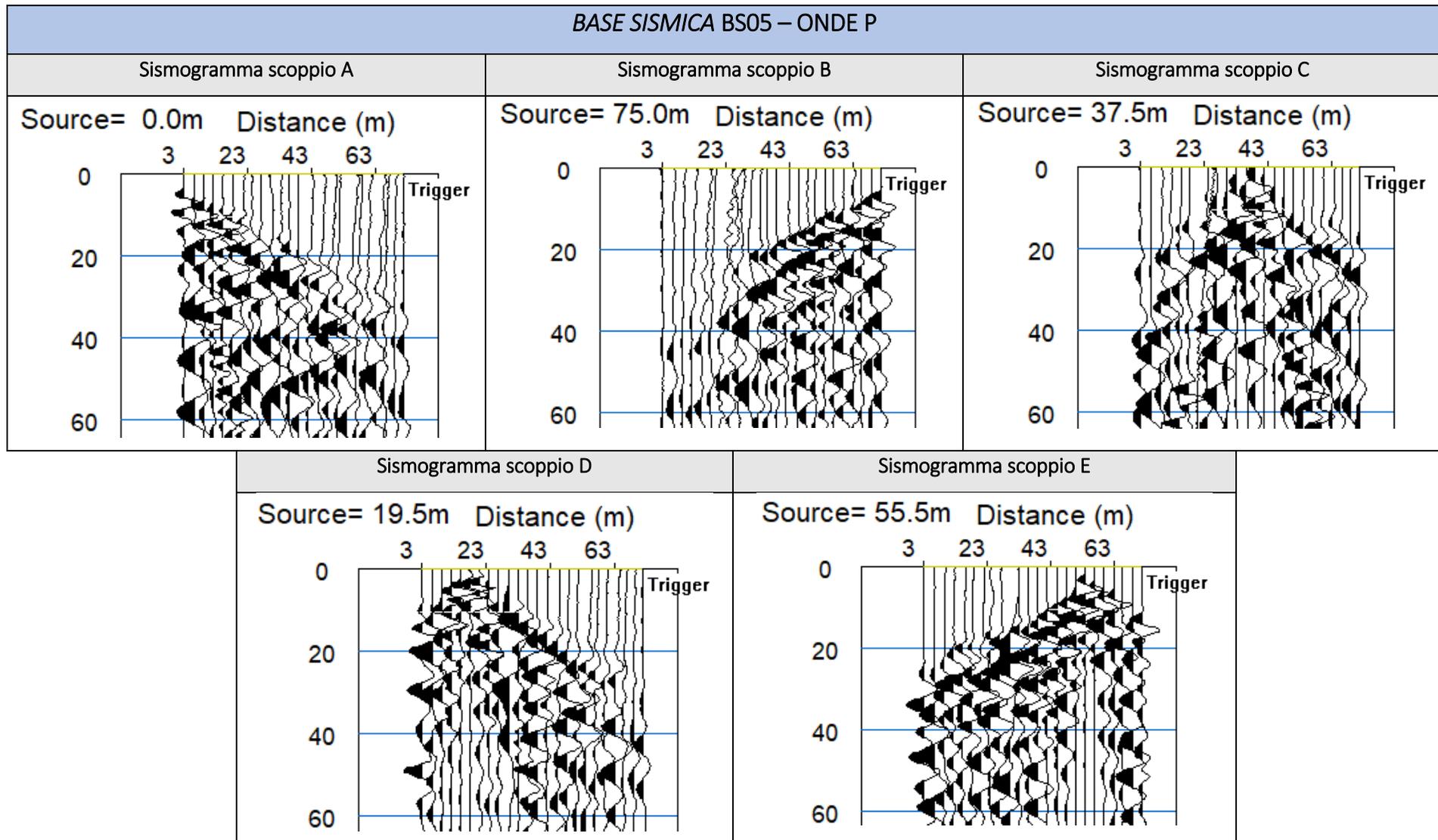
Punto di vista dal geofono G24



Particolare della strumentazione

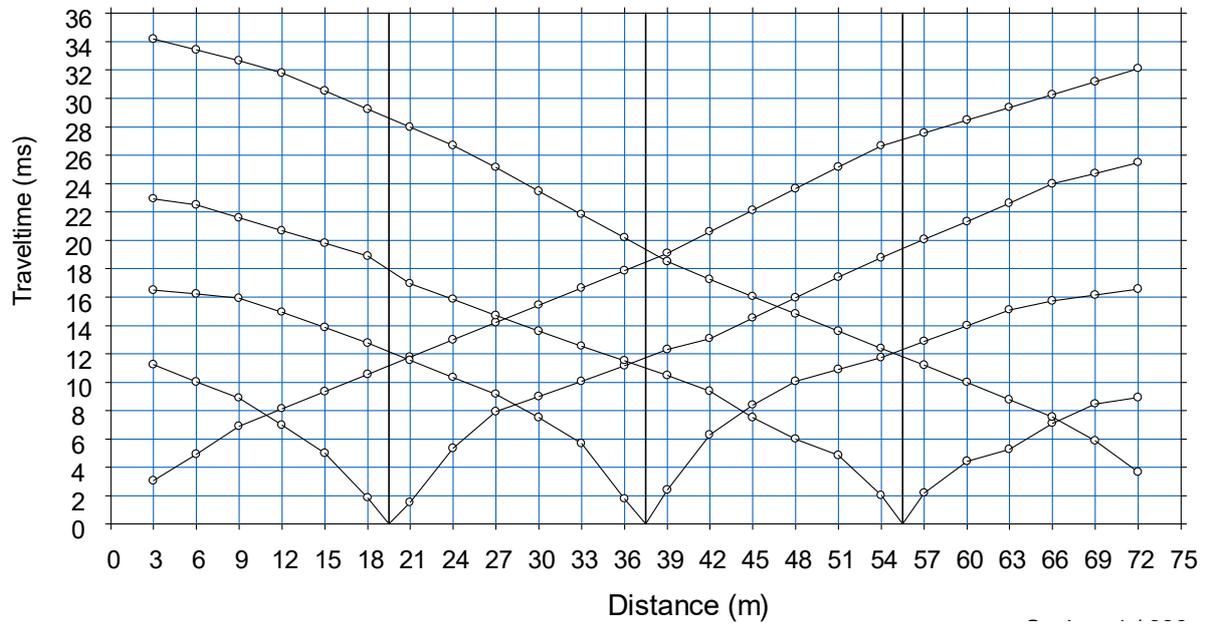


BASE SISMICA BS05 – ONDE P

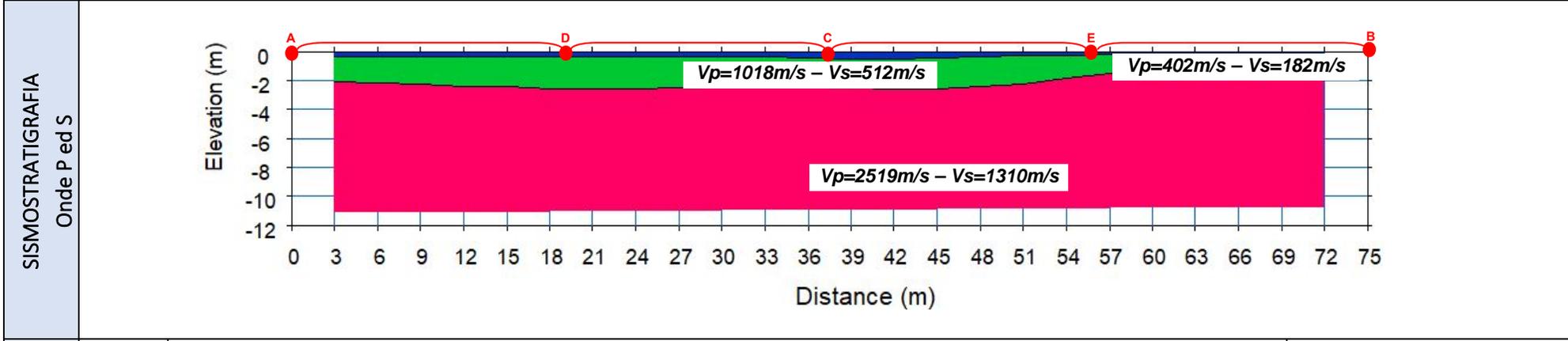
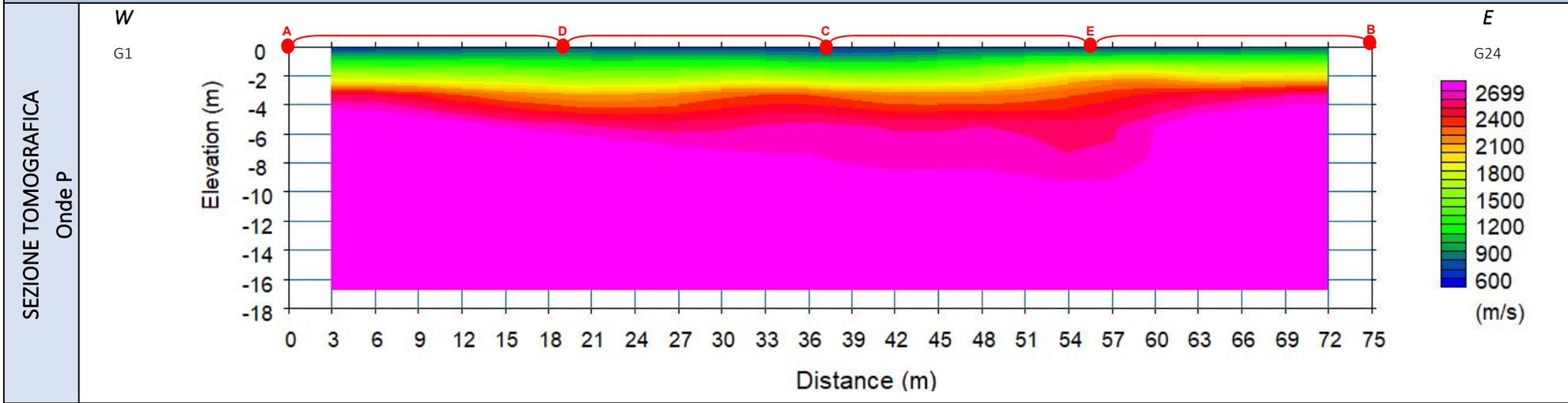


DROMOCRONE BS05 - ONDE P

BS05 – ONDE P



BASE SISMICA 05



LEGENDA

● punti di scoppio



Terreno vegetale

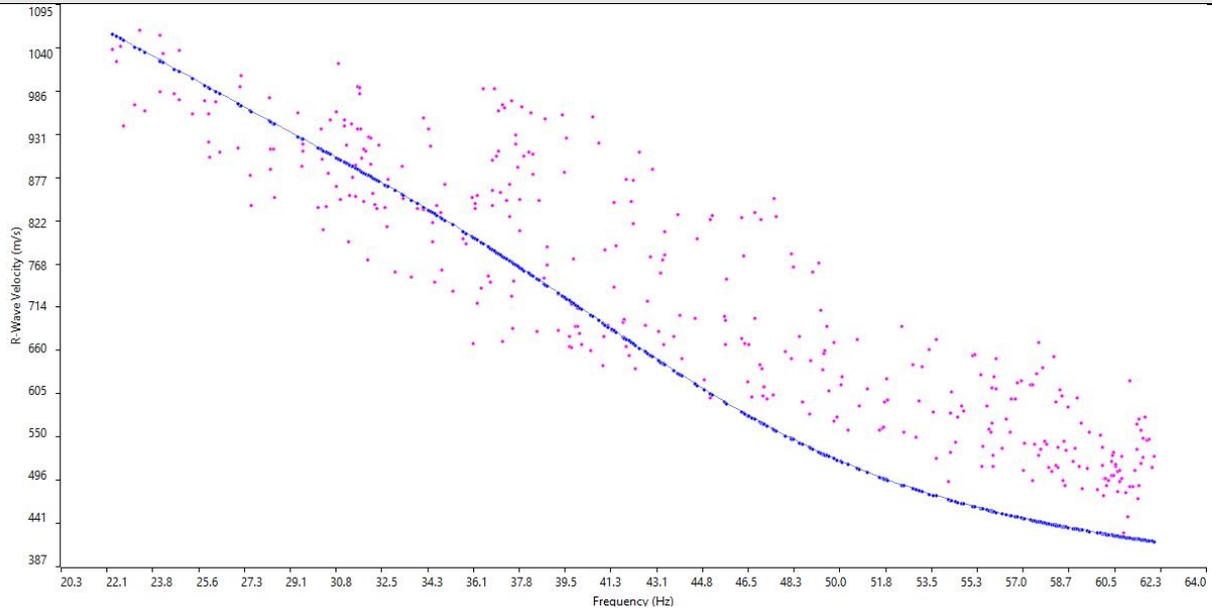


Ammasso calcareo molto fratturato e alterato

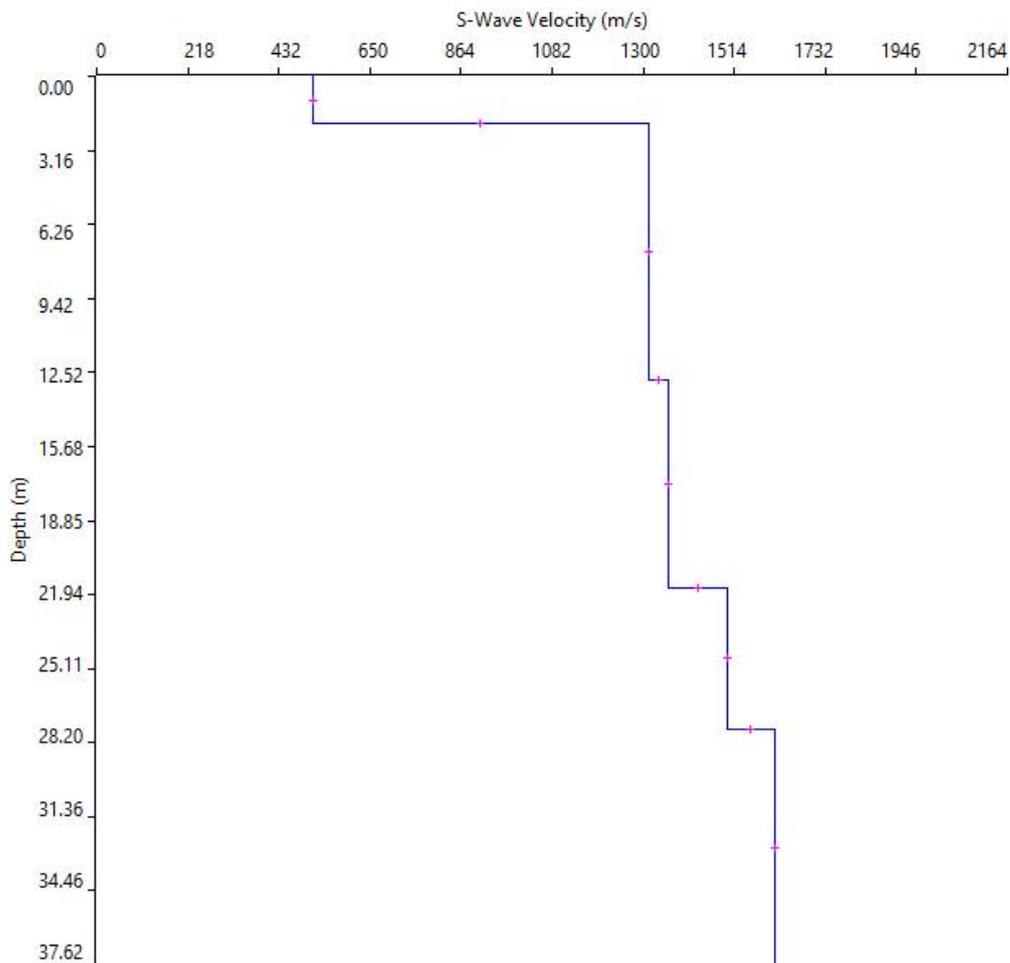


Ammasso calcareo mediamente fratturato e alterato

CURVA DI DISPERSIONE

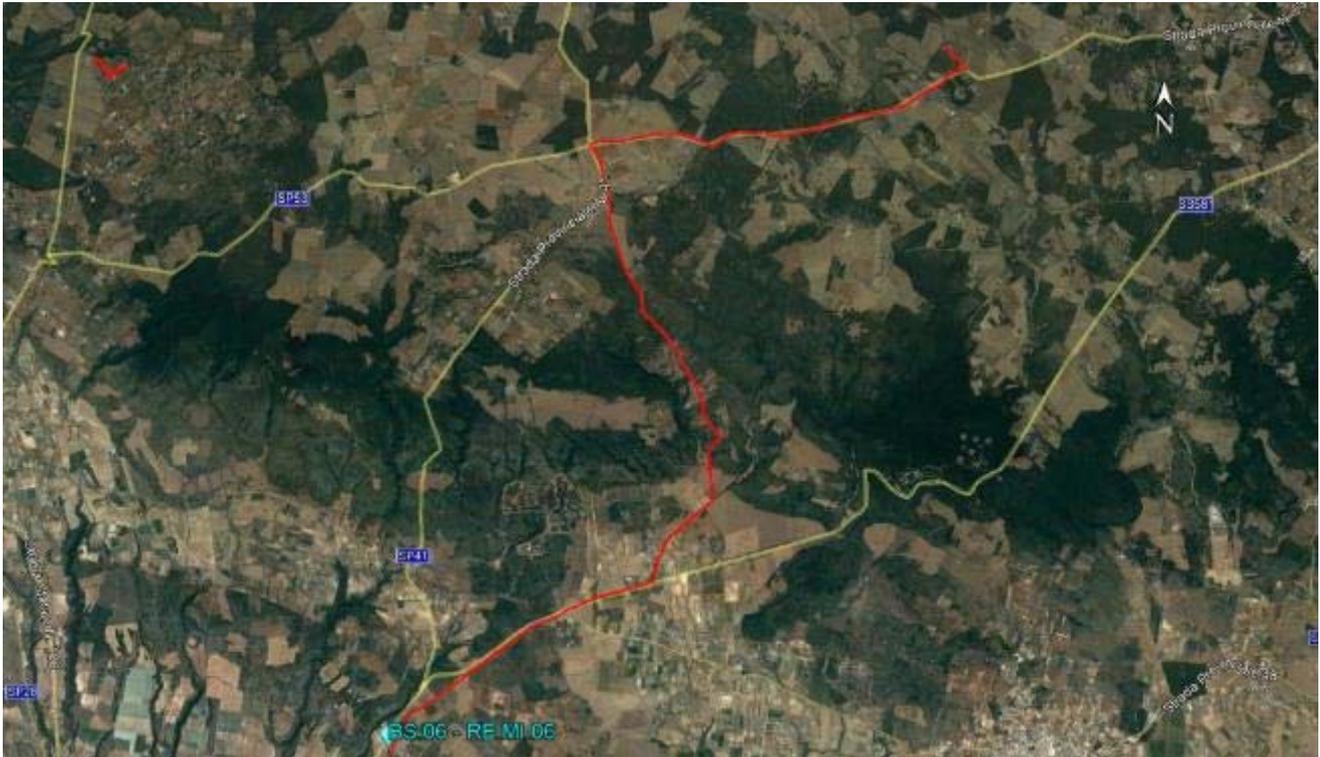


PROFILO VS - RE.MI.05



Categoria "A" – presenza del substrato alla profondità di -3.0m dal p.c.

Prospezione sismica BS.06 – RE.MI.06



Ubicazione del punto di indagine su base ortofoto



Dettaglio planimetrico del profilo sismico

REPORT FOTOGRAFICO: BS.06 – RE.MI.06

Punto di vista dal geofono G01



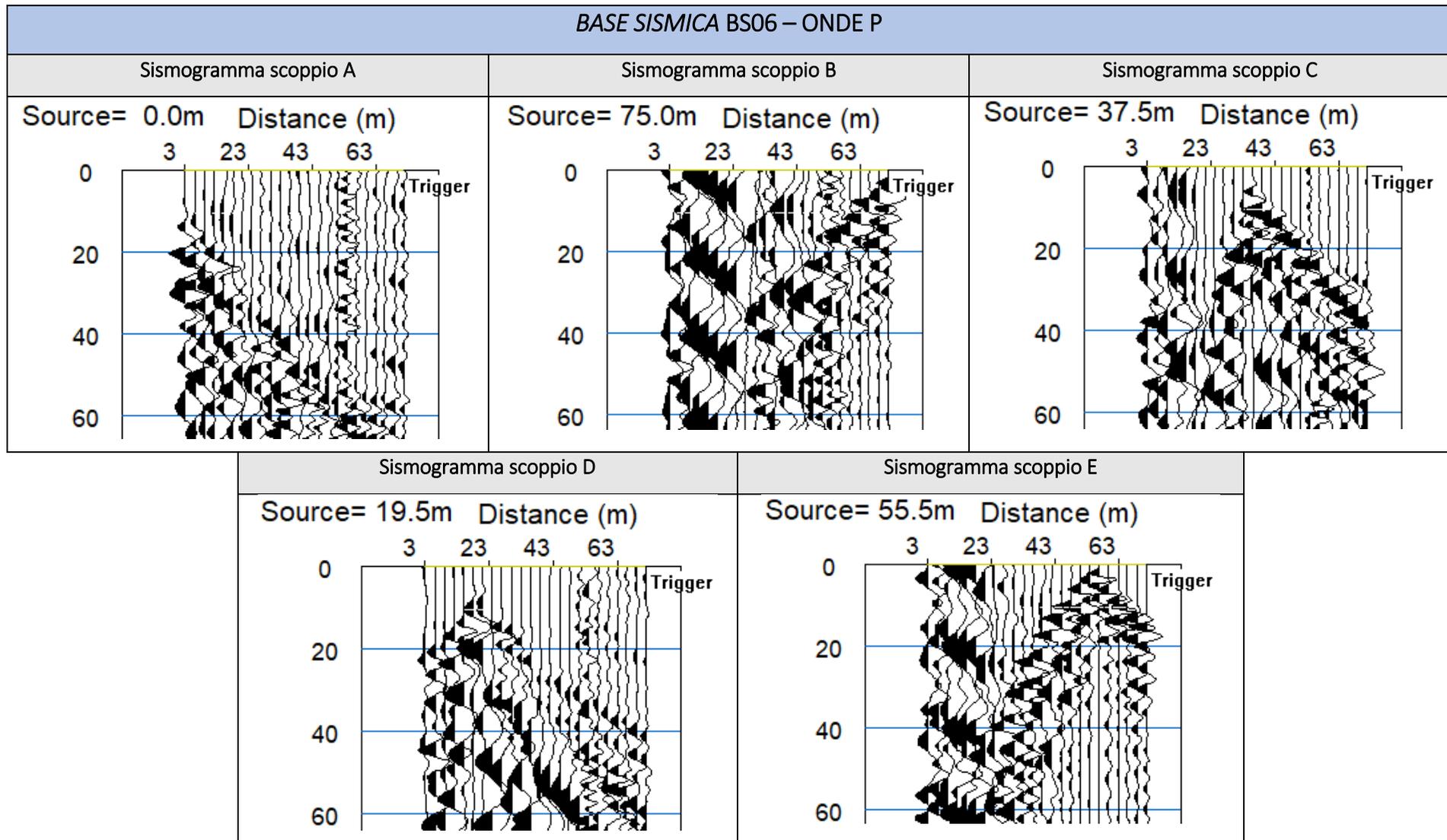
Punto di vista dal geofono G24



Particolare della strumentazione

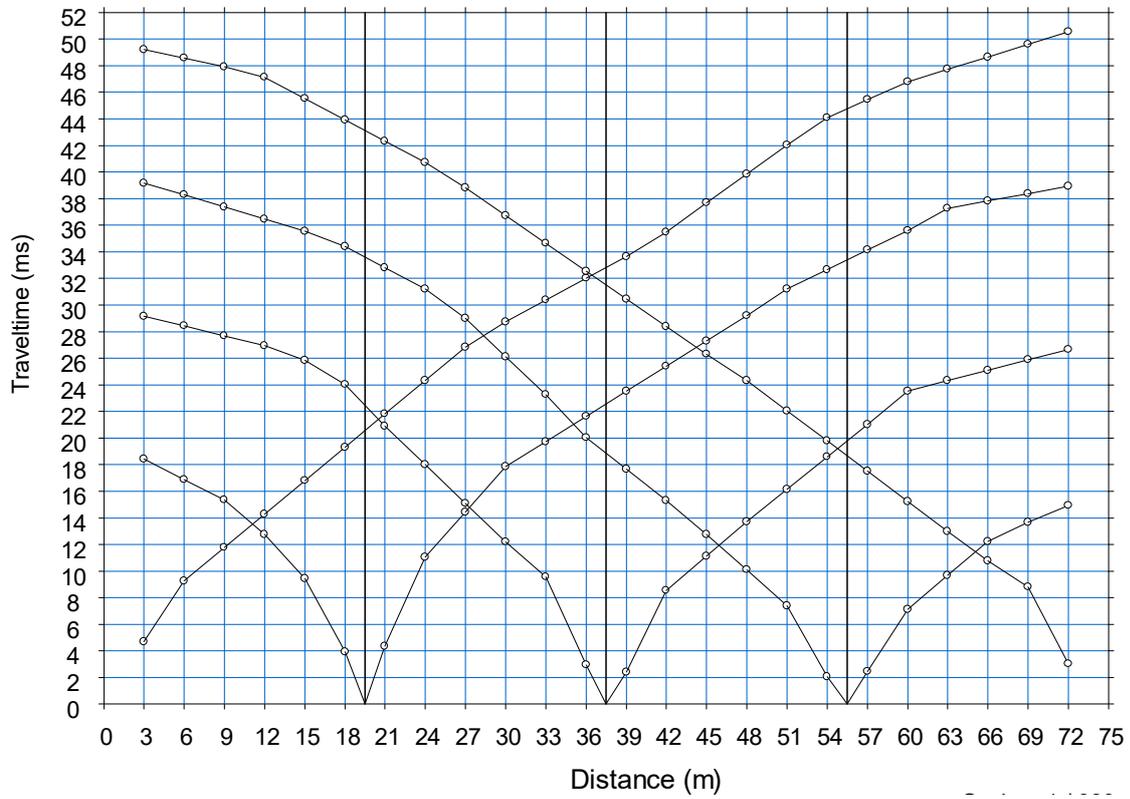


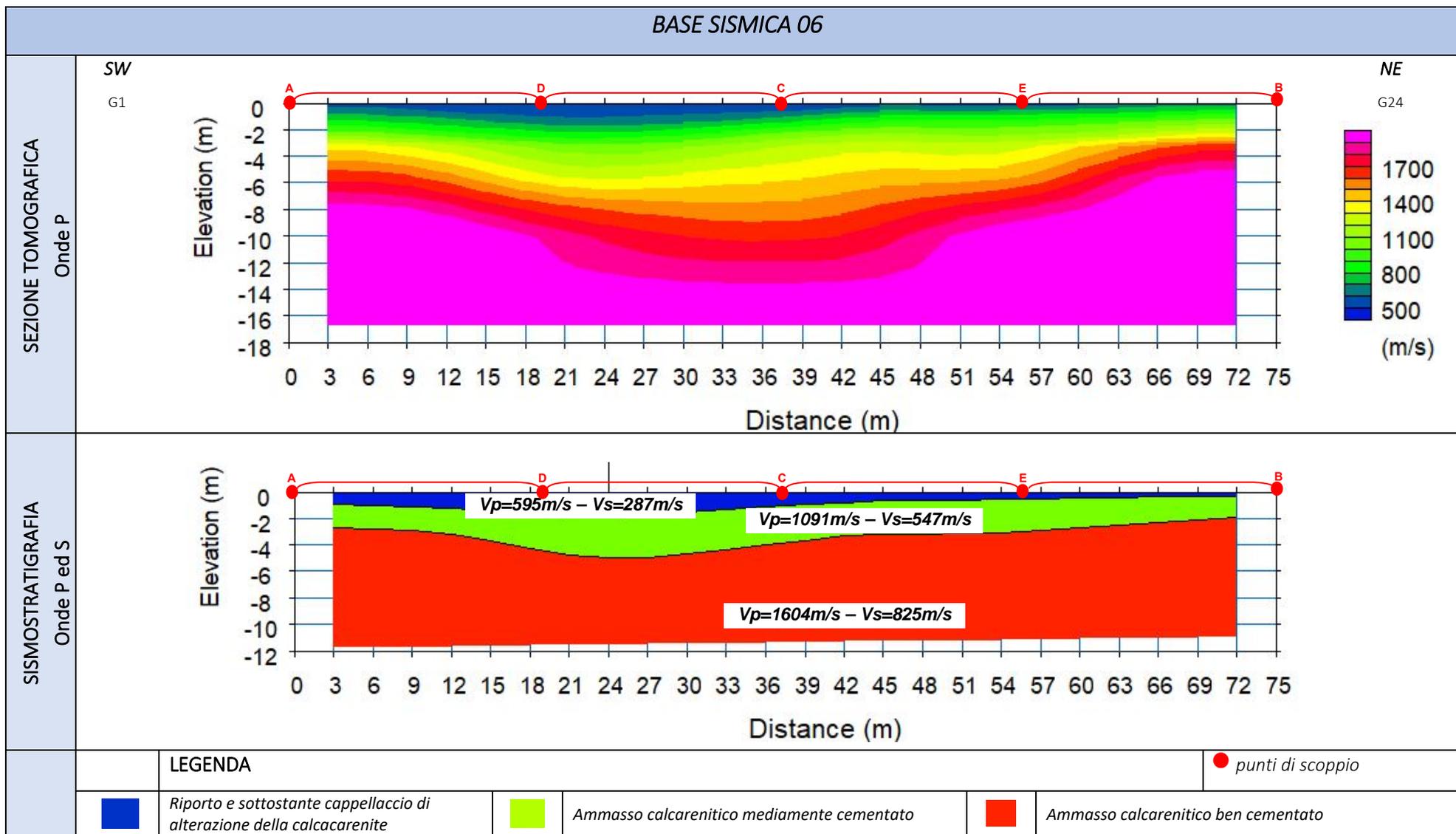
BASE SISMICA BS06 – ONDE P



DROMOCRONE BS06 - ONDE P

BS06 – ONDE P



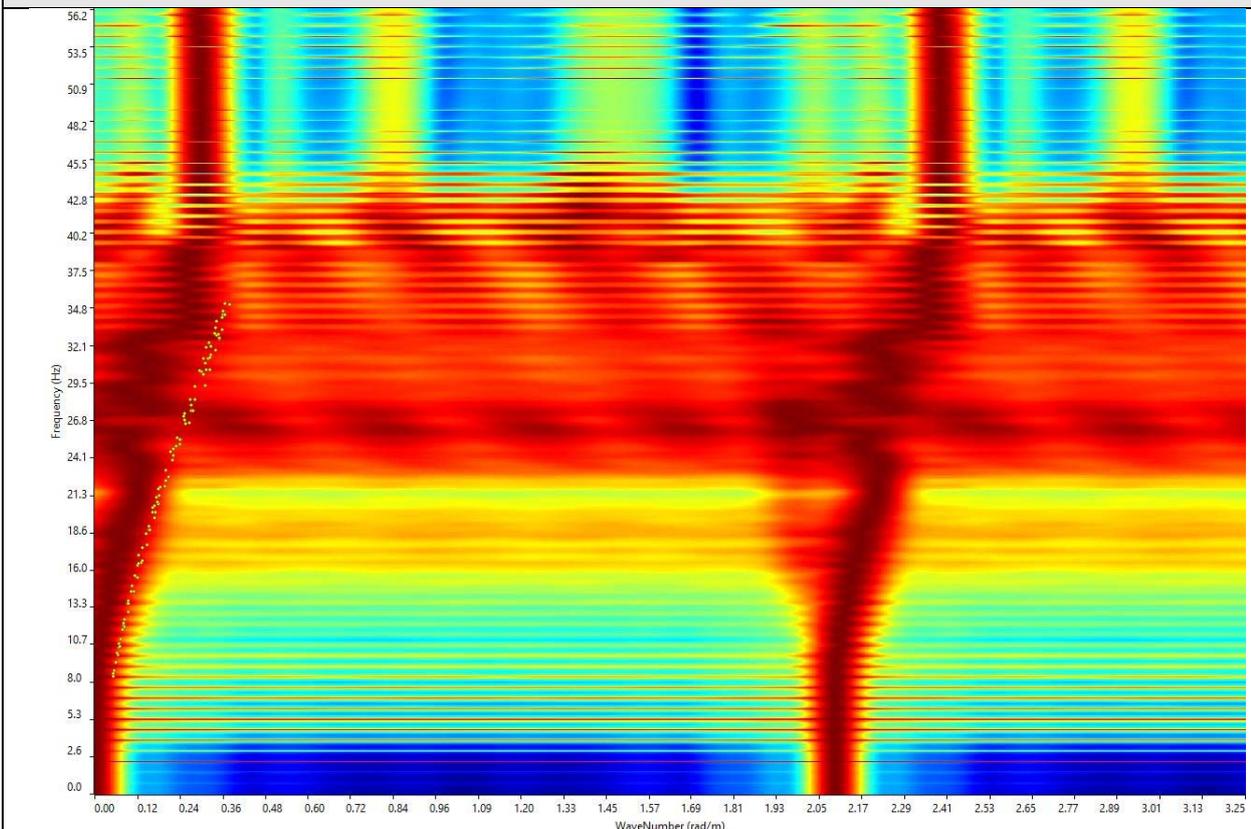


ELABORATI INDAGINE RE.MI.06

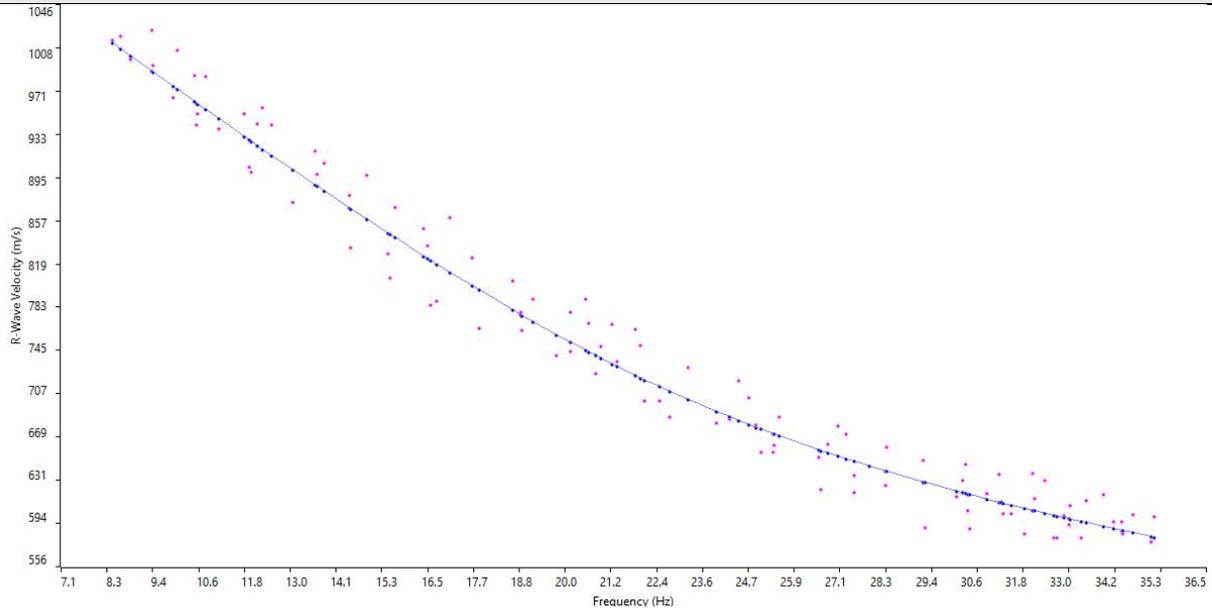
SISMOGRAMMA MEDIO



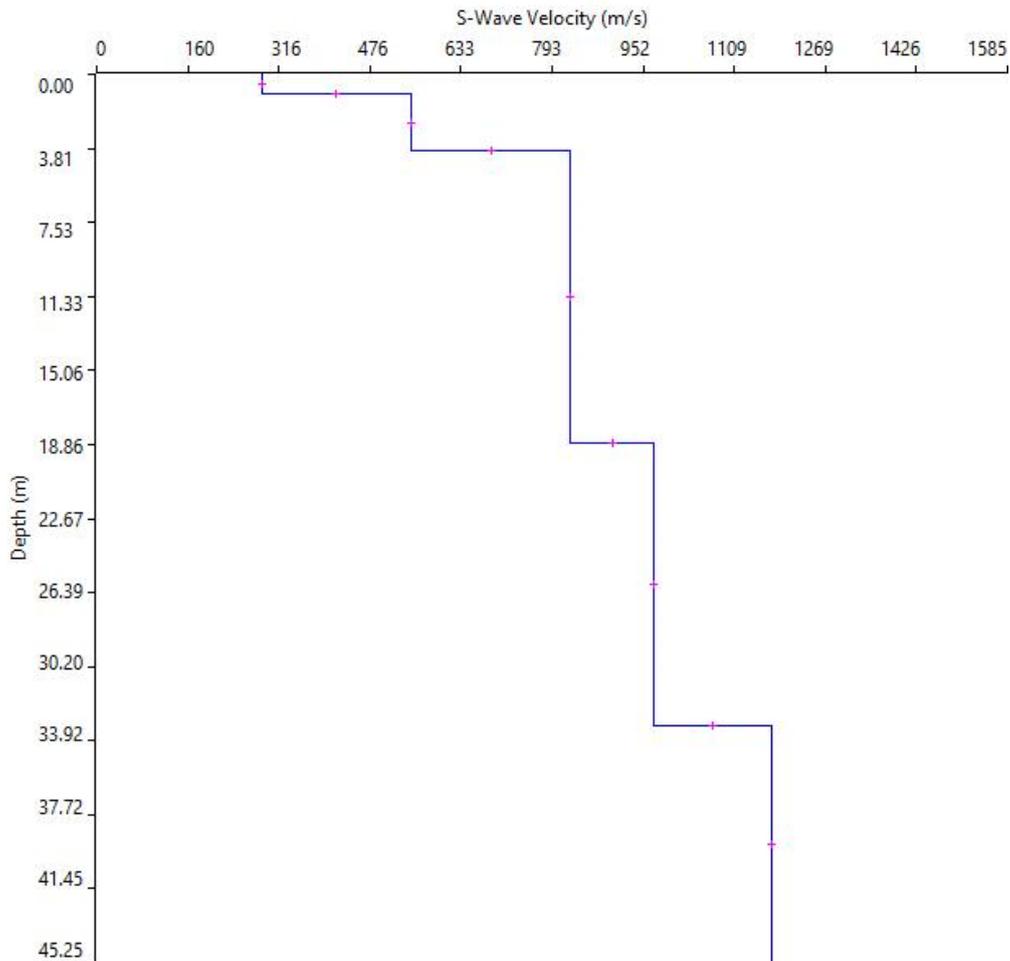
GRAFICO P-F CON L'INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DELLA CURVA DI DISPERSIONE



CURVA DI DISPERSIONE

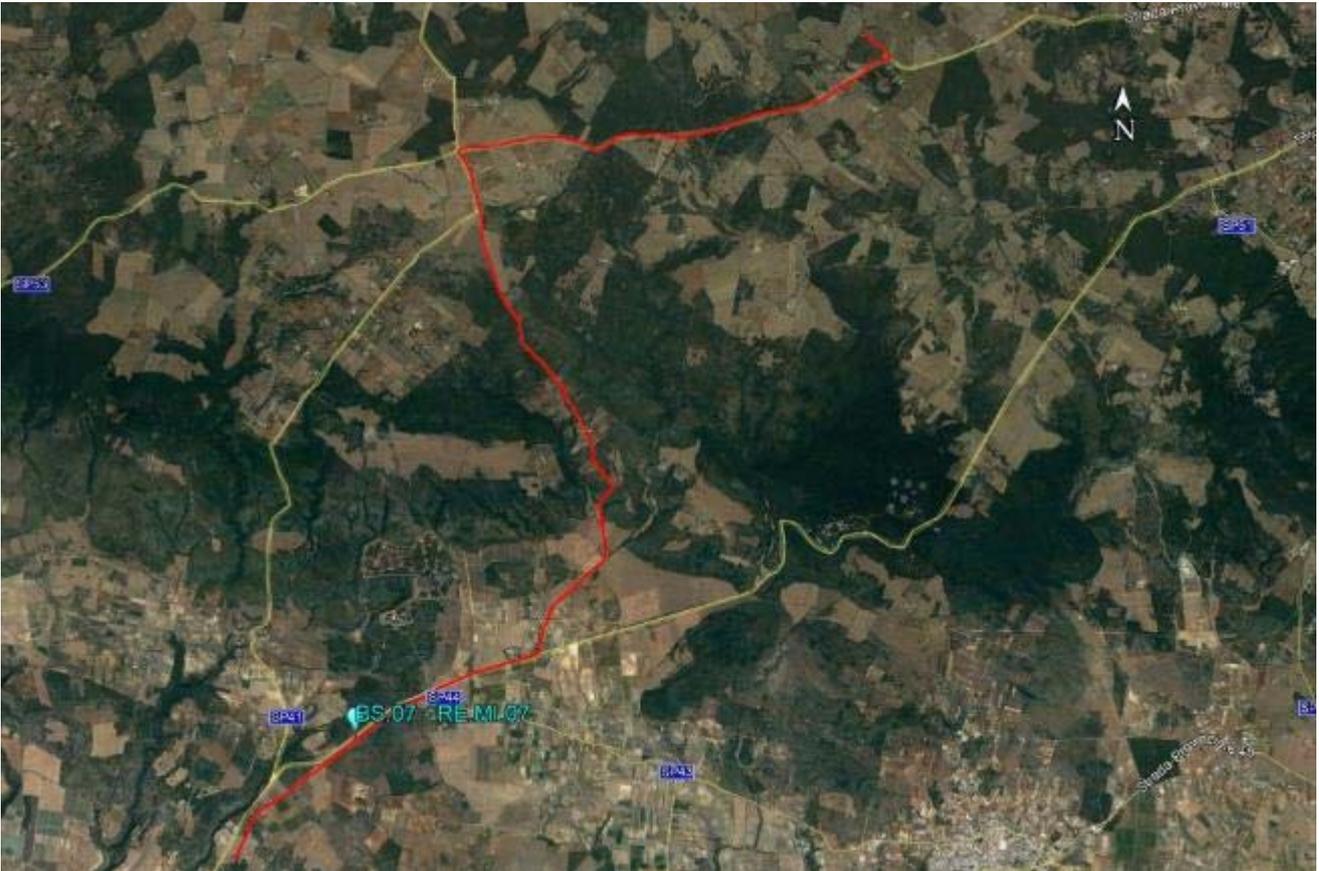


PROFILO VS - RE.MI.06



Categoria "B" – $V_{s,eq}=444\text{m/s}$ calcolato a partire dal p.c.

Prospezione sismica BS.07 – RE.MI.07



Ubicazione del punto di indagine su base ortofoto



Dettaglio planimetrico del profilo sismico

REPORT FOTOGRAFICO: BS.07 – RE.MI.07

Punto di vista dal geofono G01



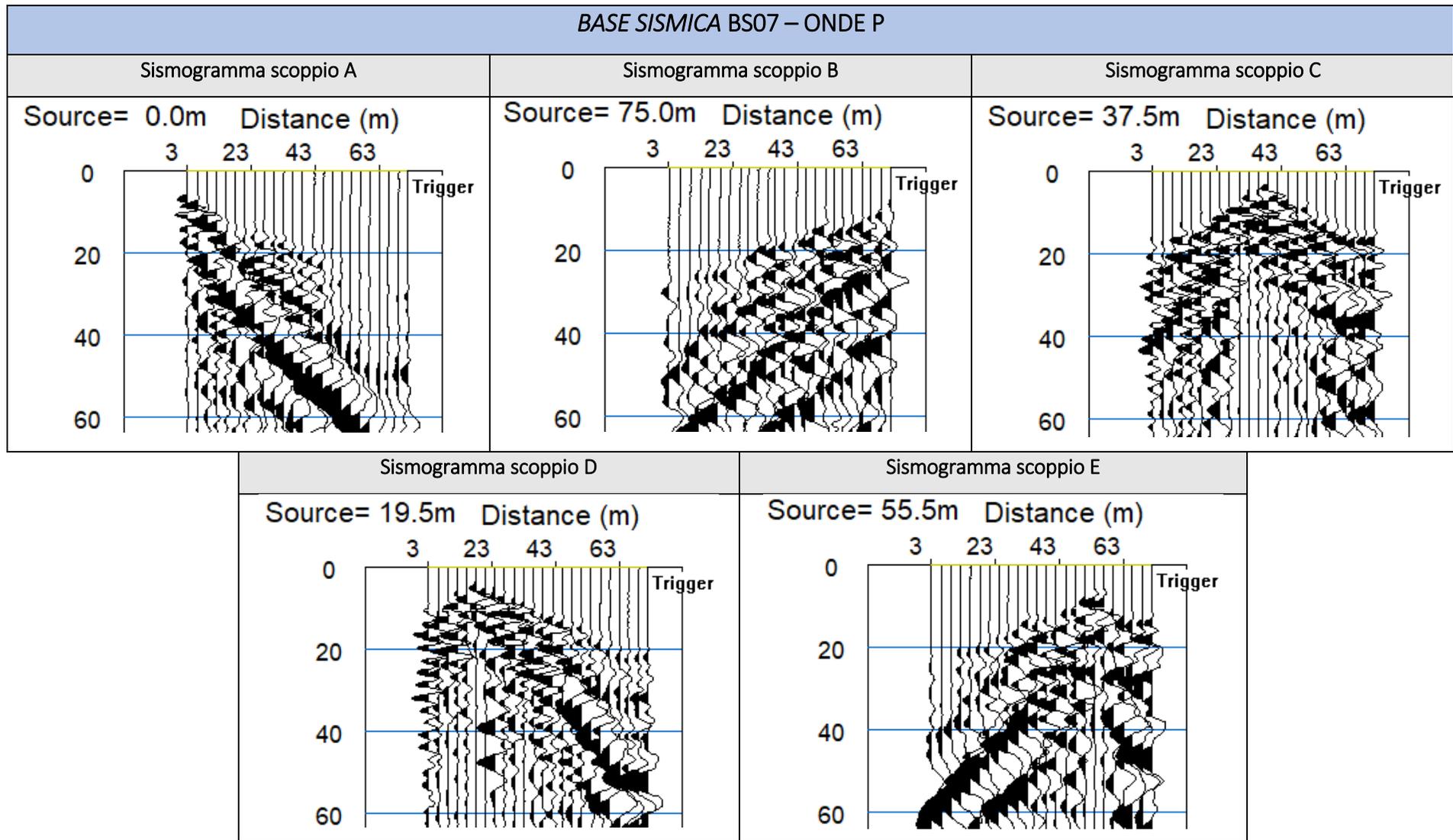
Punto di vista dal geofono G24



Particolare della strumentazione

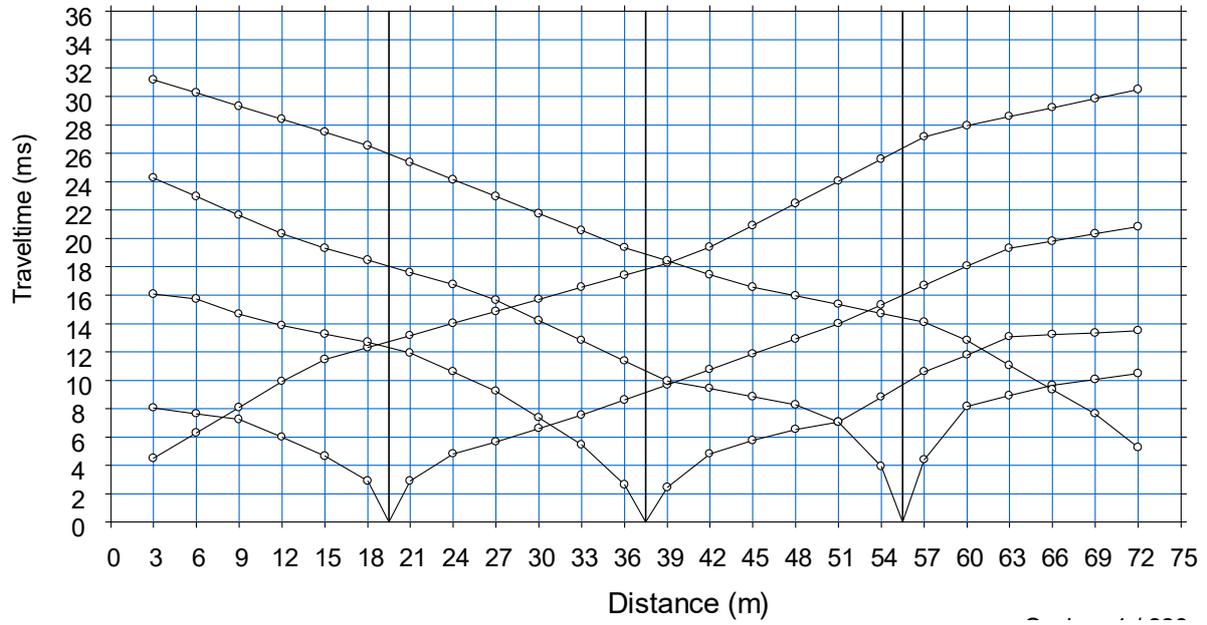


BASE SISMICA BS07 – ONDE P

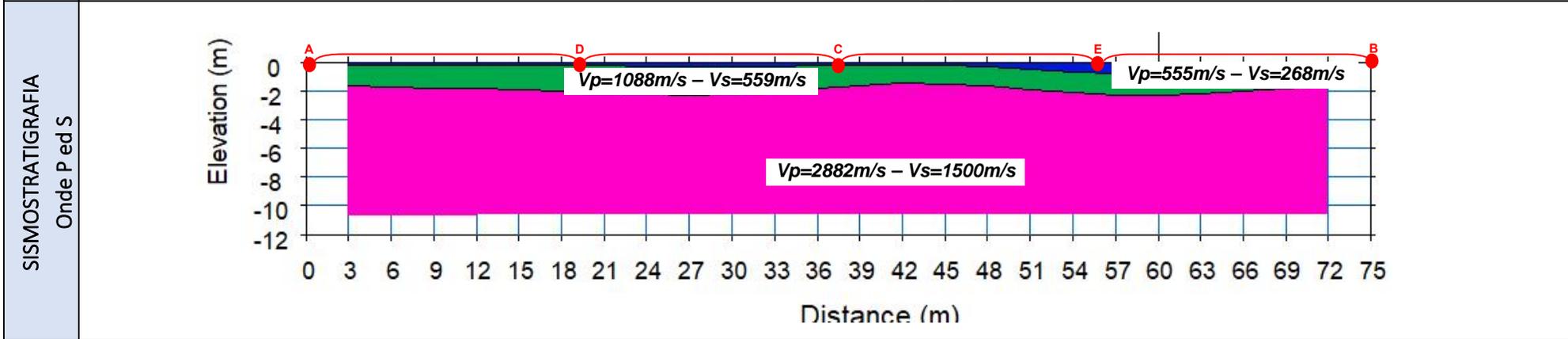
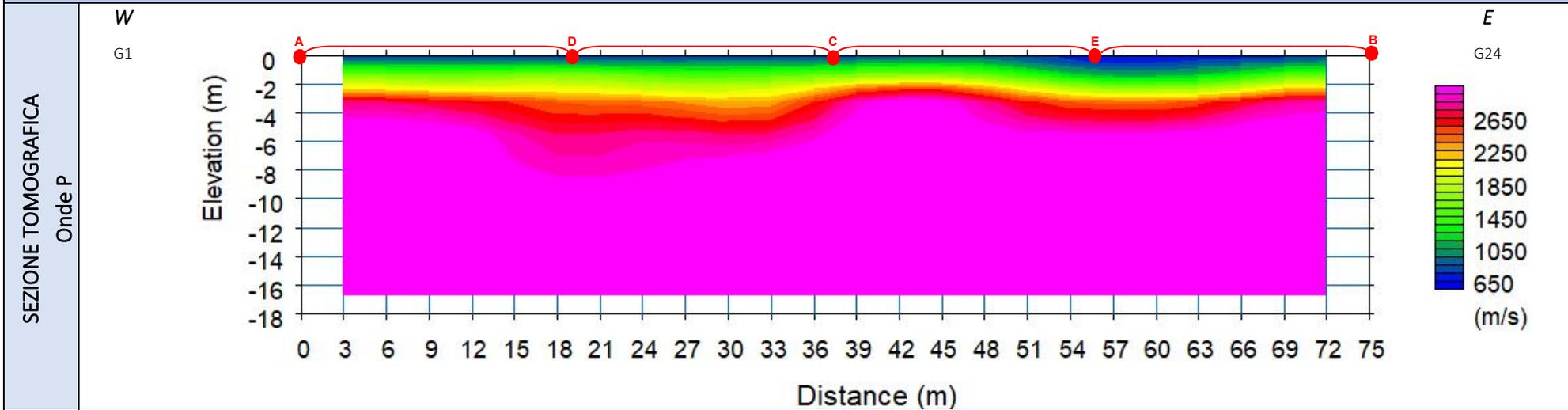


DROMOCRONE BS07 - ONDE P

BS07 – ONDE P



BASE SISMICA 07



LEGENDA

● punti di scoppio



Materiale di riporto addensato

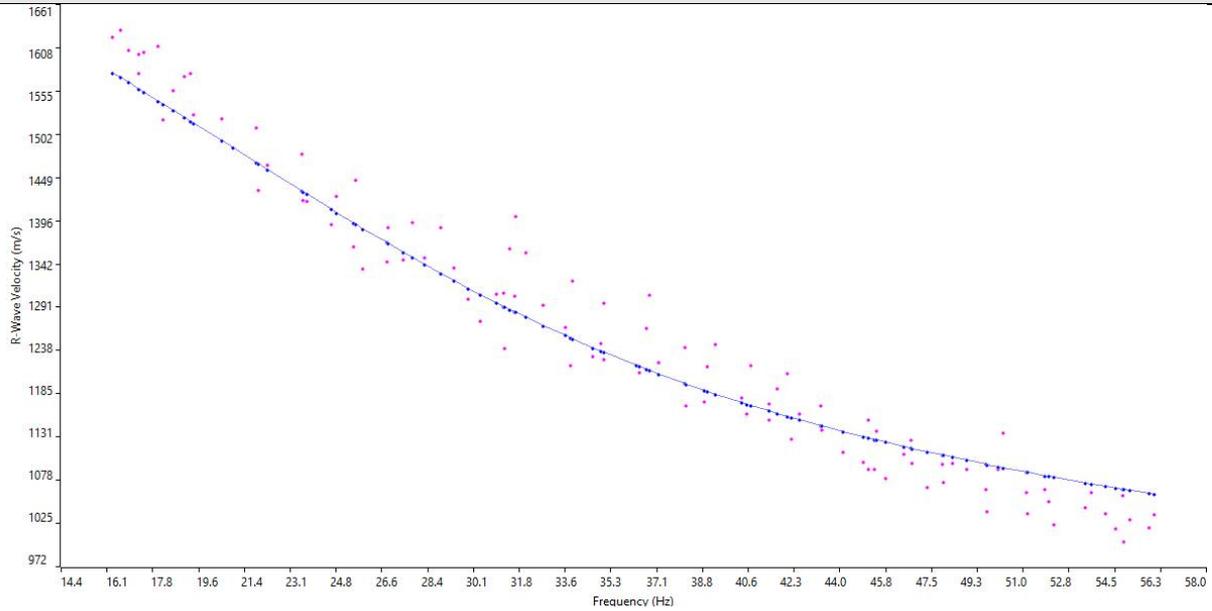


Ammasso calcareo molto fratturato e alterato

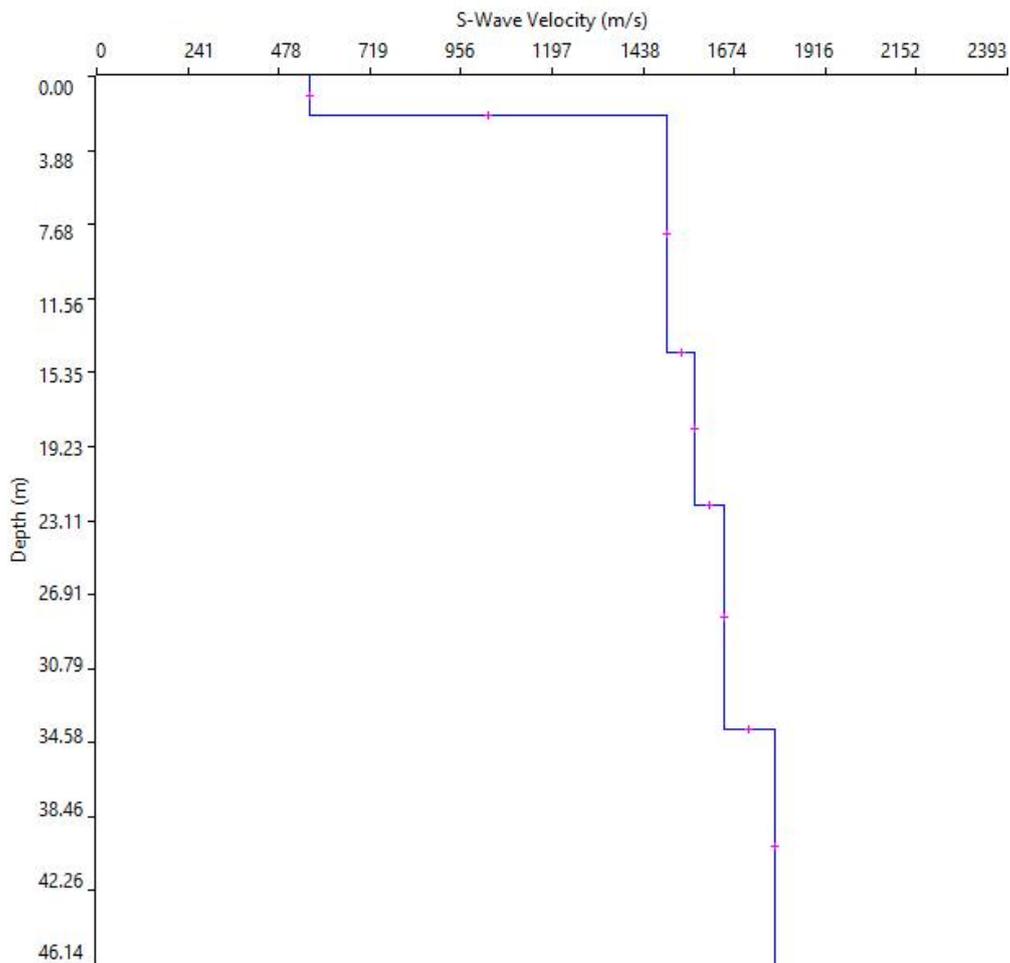


Ammasso calcareo mediamente cementato e alterato

CURVA DI DISPERSIONE

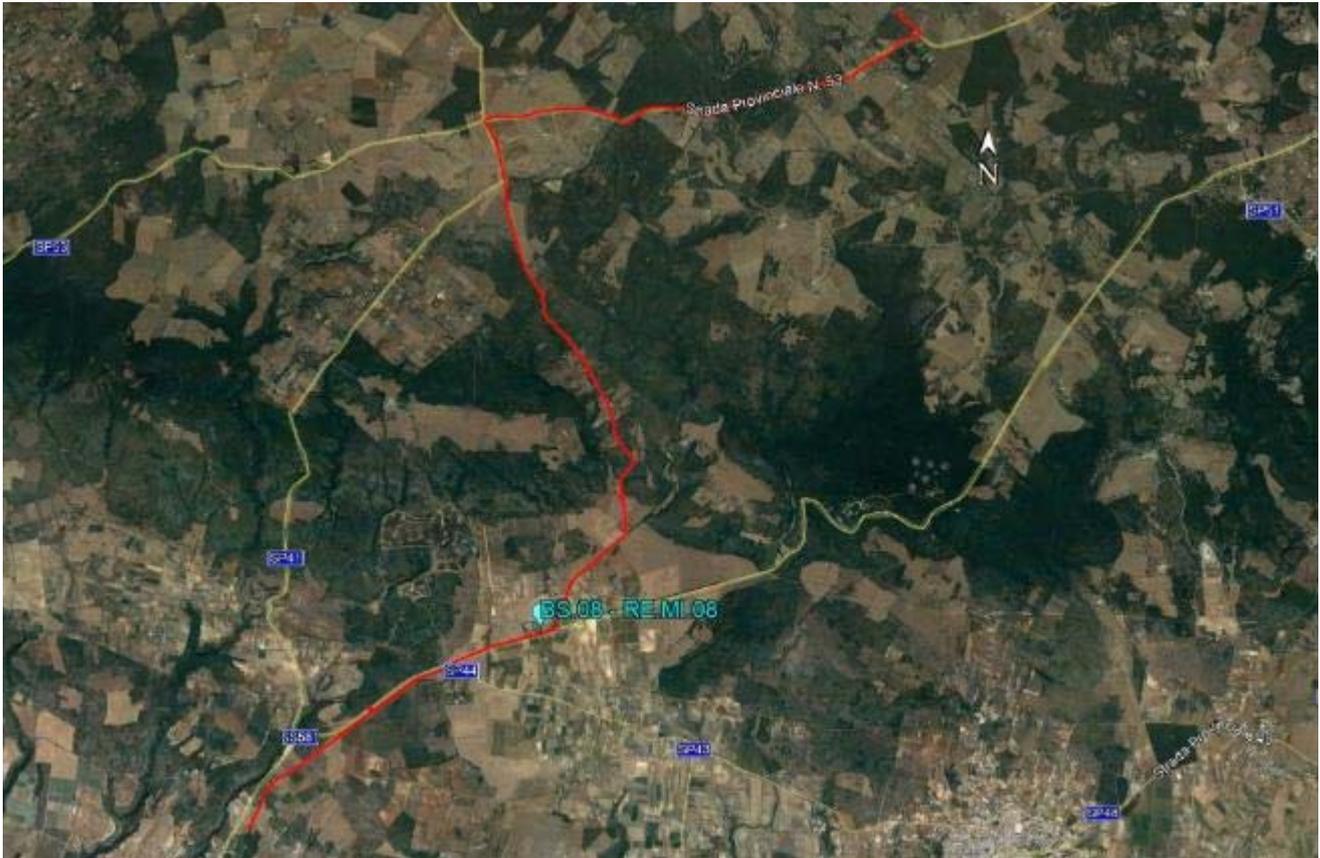


PROFILO VS - RE.MI.07



Categoria "A" – presenza del substrato alla profondità di -3.0m dal p.c.

Prospezione sismica BS.08 – RE.MI.08



Ubicazione del punto di indagine su base ortofoto



Dettaglio planimetrico del profilo sismico

REPORT FOTOGRAFICO: BS.08 – RE.MI.08

Punto di vista dal geofono G01



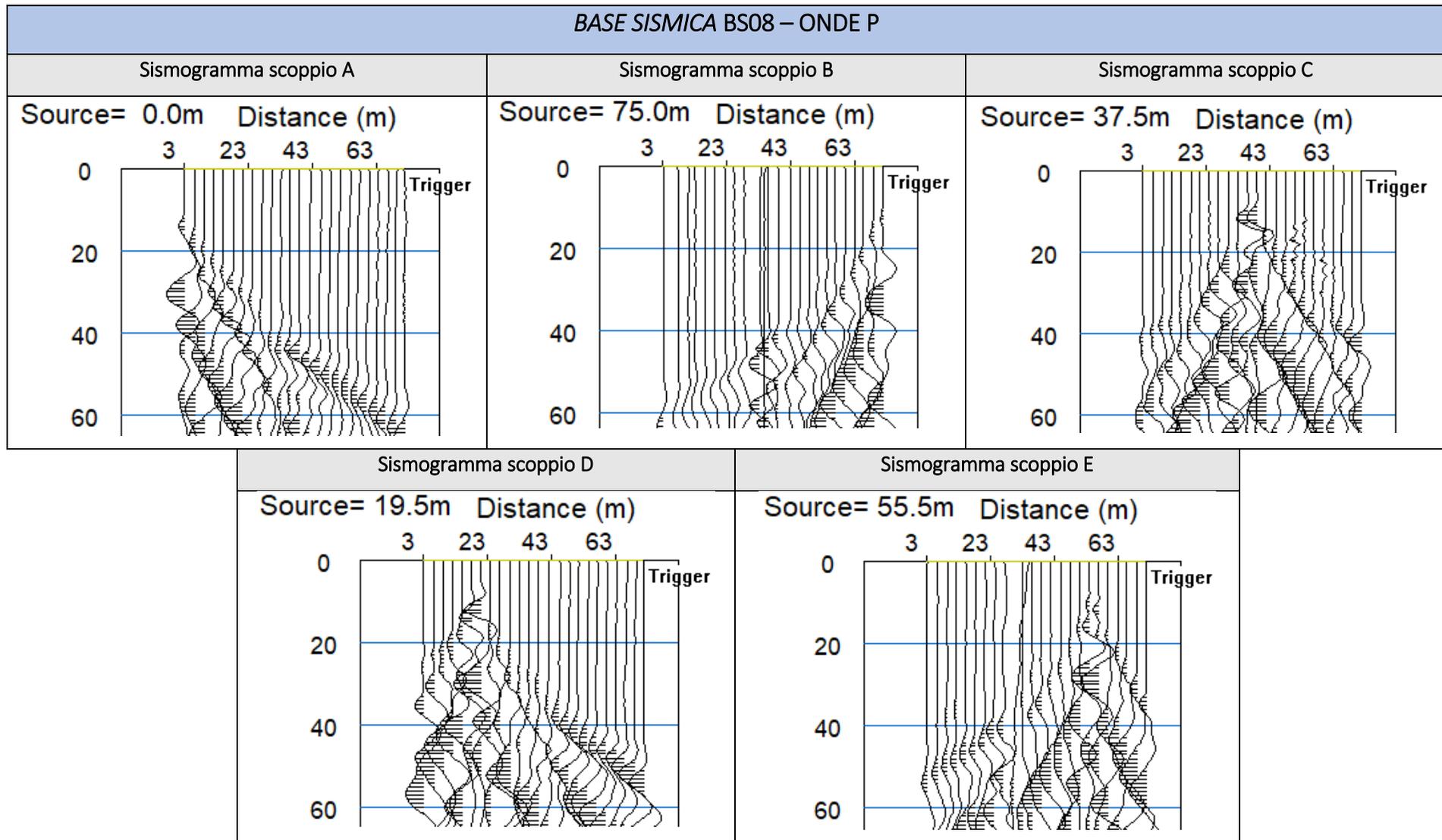
Punto di vista dal geofono G24



Particolare della strumentazione

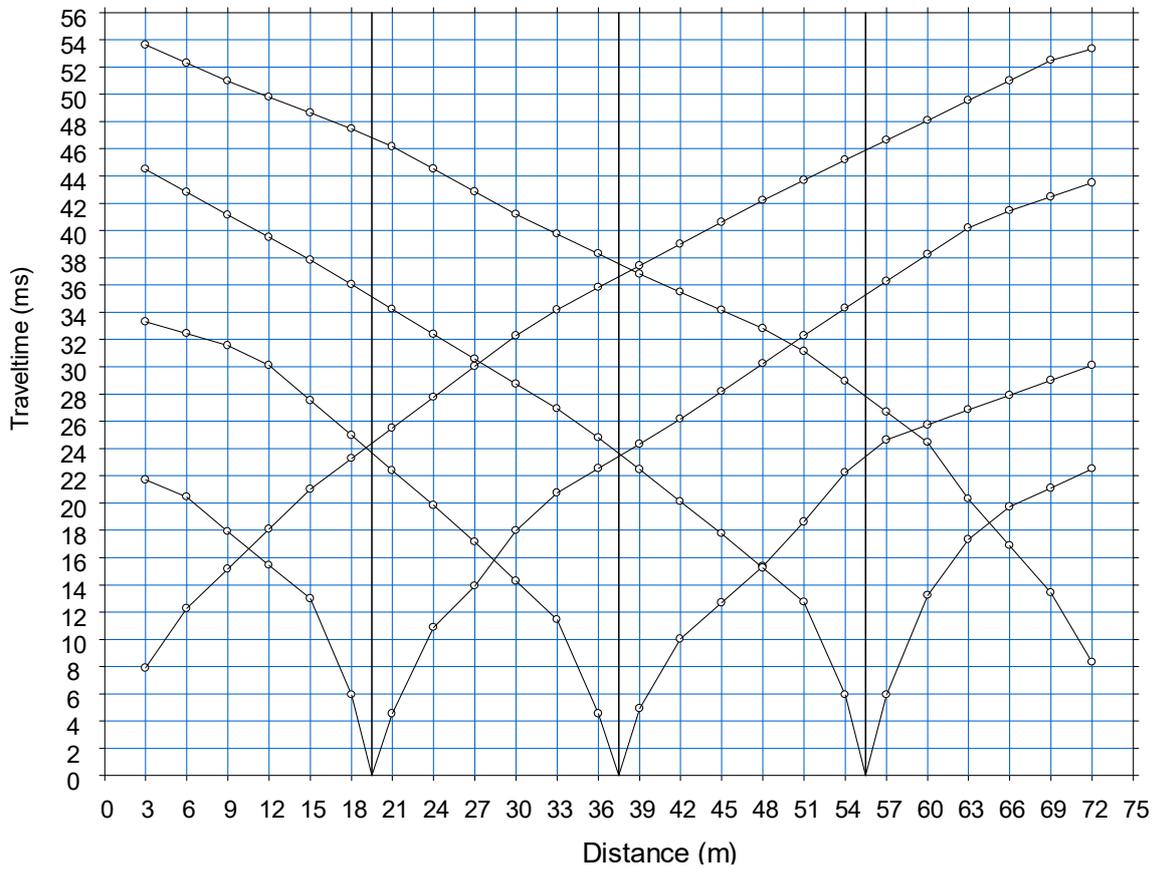


BASE SISMICA BS08 – ONDE P

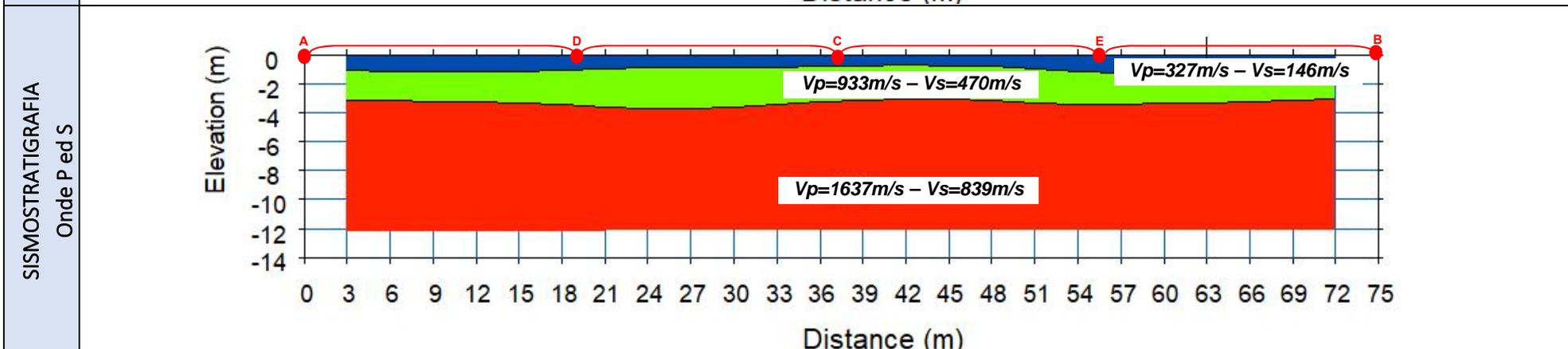
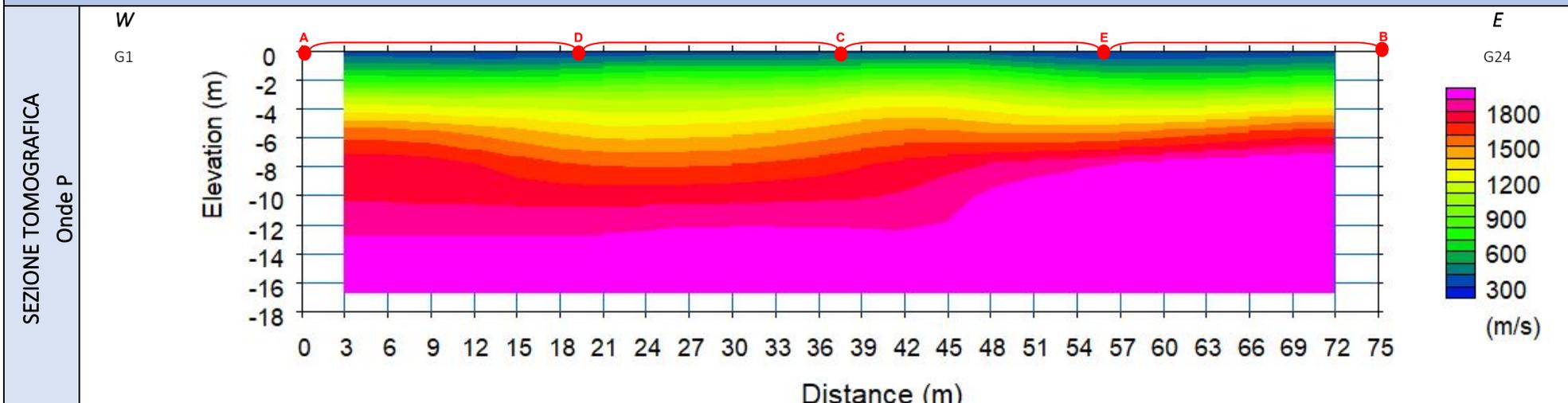


DROMOCRONE BS08 - ONDE P

BS08 – ONDE P



BASE SISMICA 08



LEGENDA

● punti di scoppio



Terreno vegetale



Ammasso calcarenitico mediamente cementato



Ammasso calcarenitico ben cementato

ELABORATI INDAGINE RE.MI.08

SISMOGRAMMA MEDIO

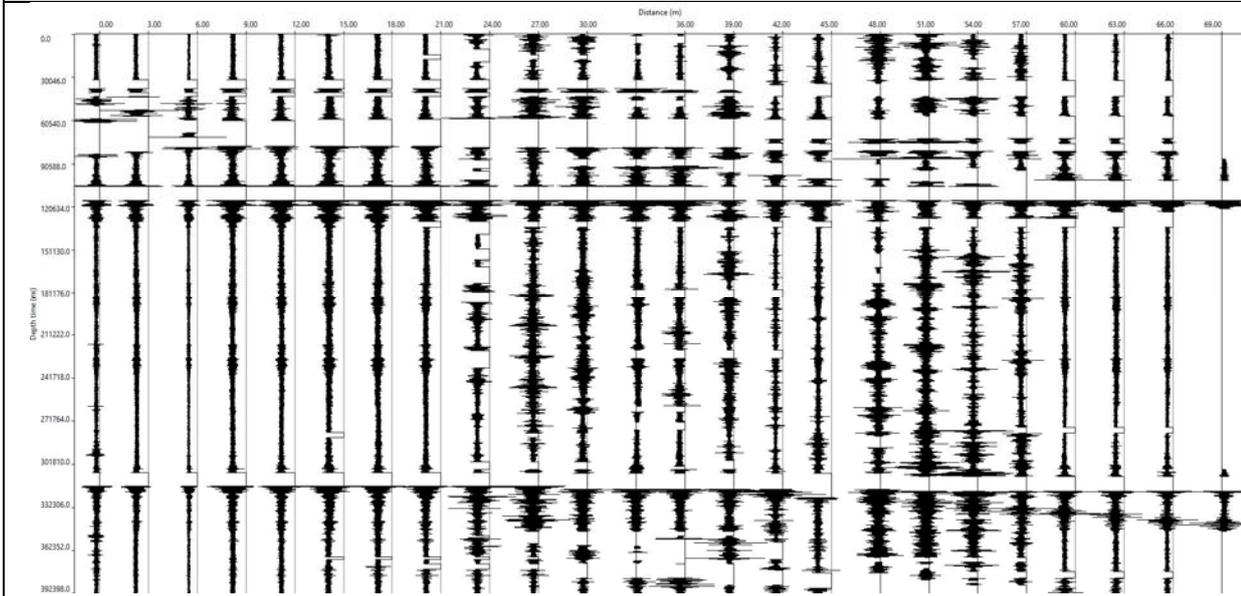
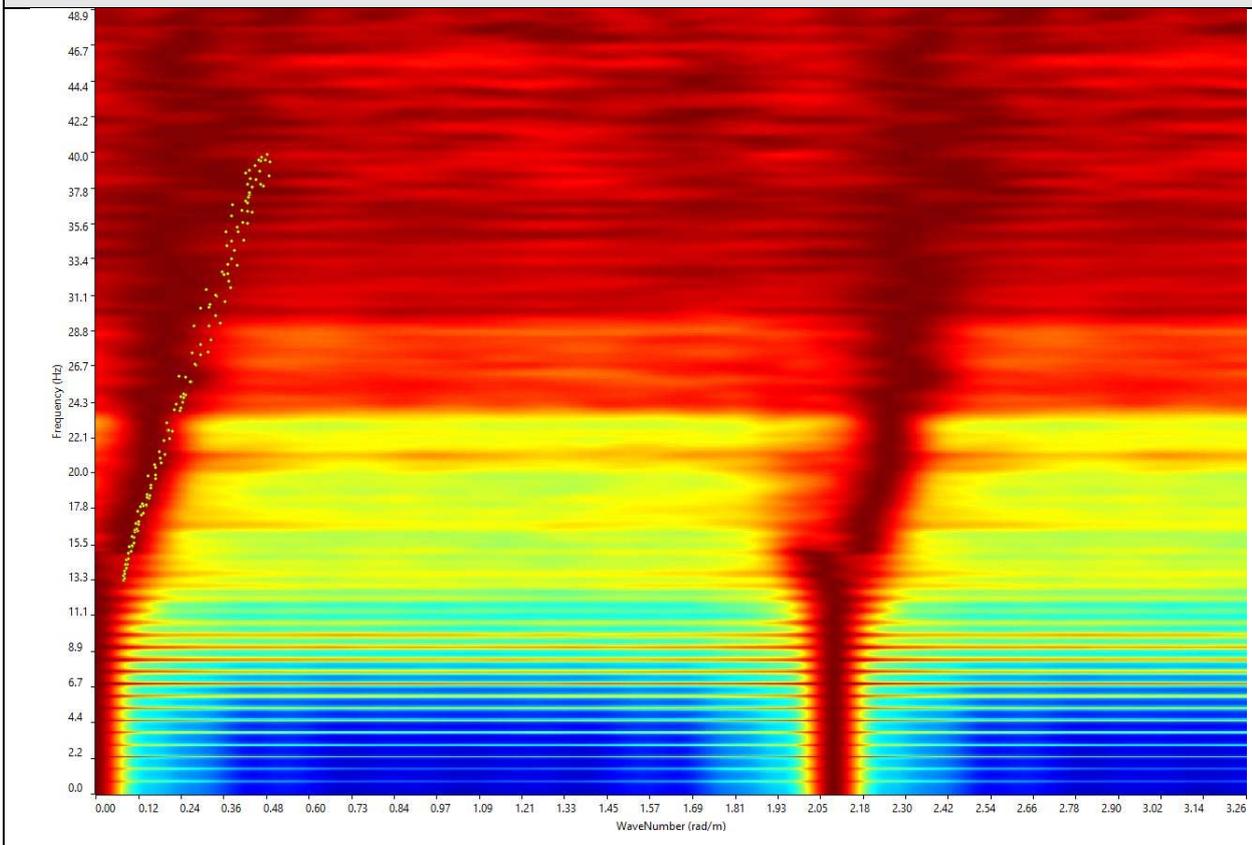
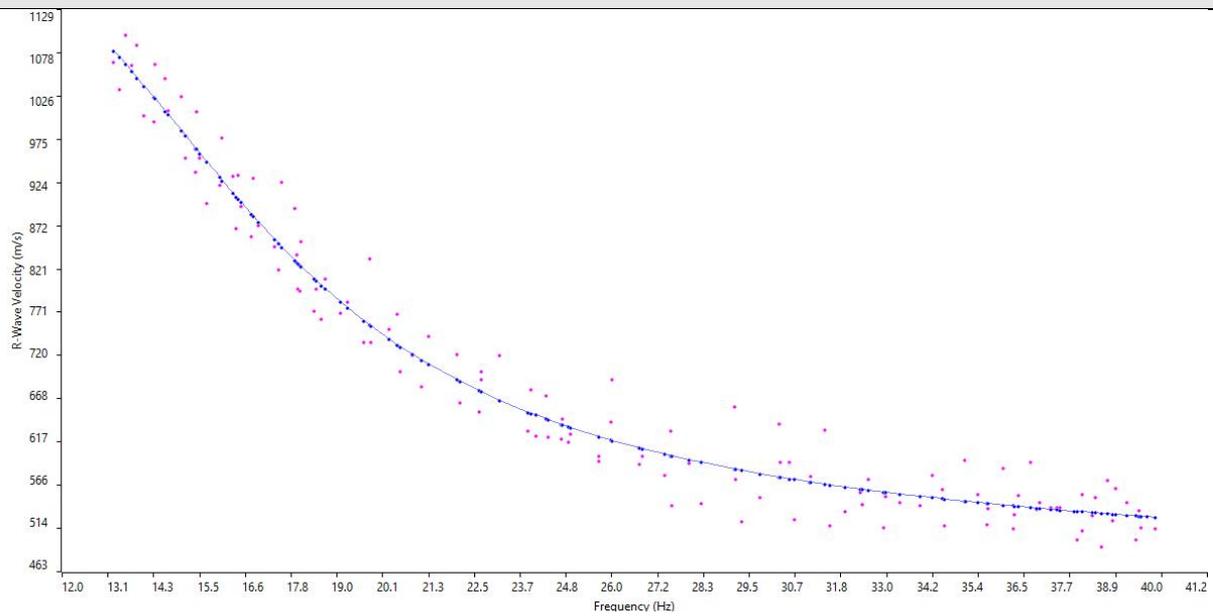


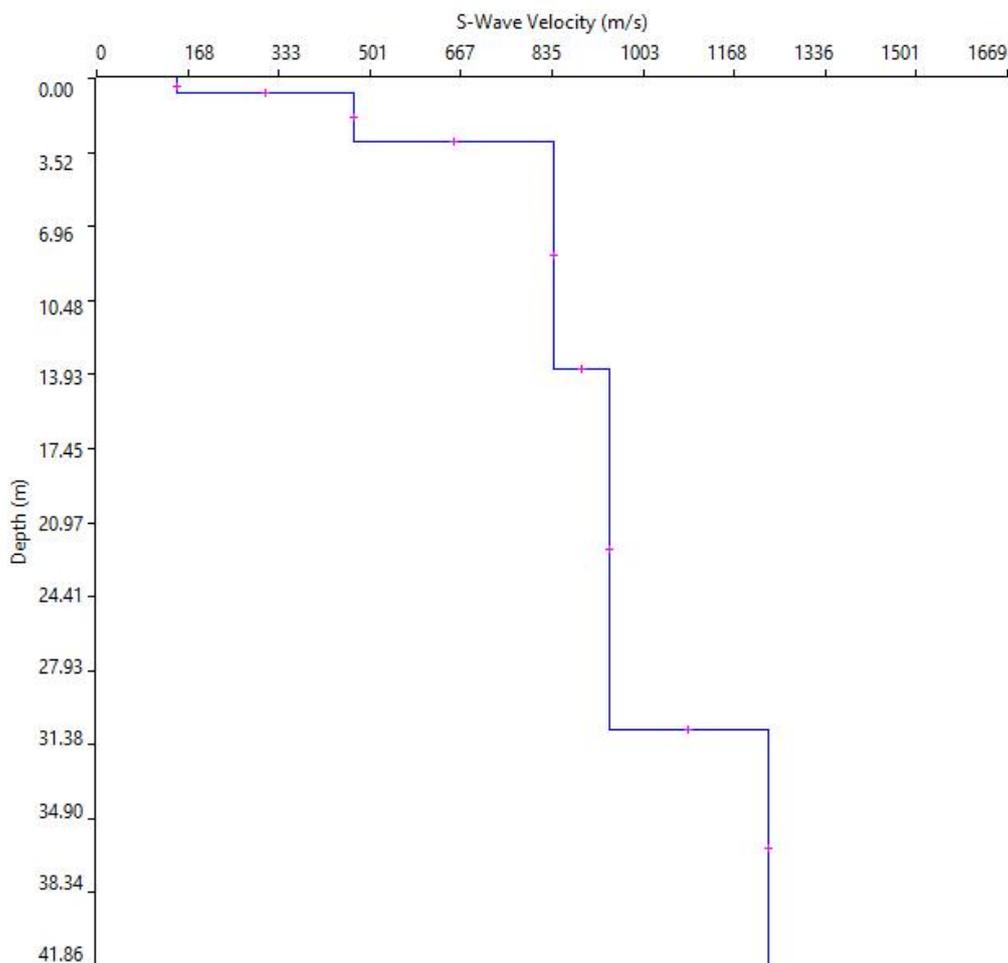
GRAFICO P-F CON L'INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DELLA CURVA DI DISPERSIONE



CURVA DI DISPERSIONE



PROFILO VS - RE.MI.08



Categoria "A" – presenza del substrato alla profondità di -3.0m dal p.c.

Prospezione sismica BS.09 – RE.MI.09



Ubicazione del punto di indagine su base ortofoto



Dettaglio planimetrico del profilo sismico

REPORT FOTOGRAFICO: BS.09 – RE.MI.09

Punto di vista dal geofono G01



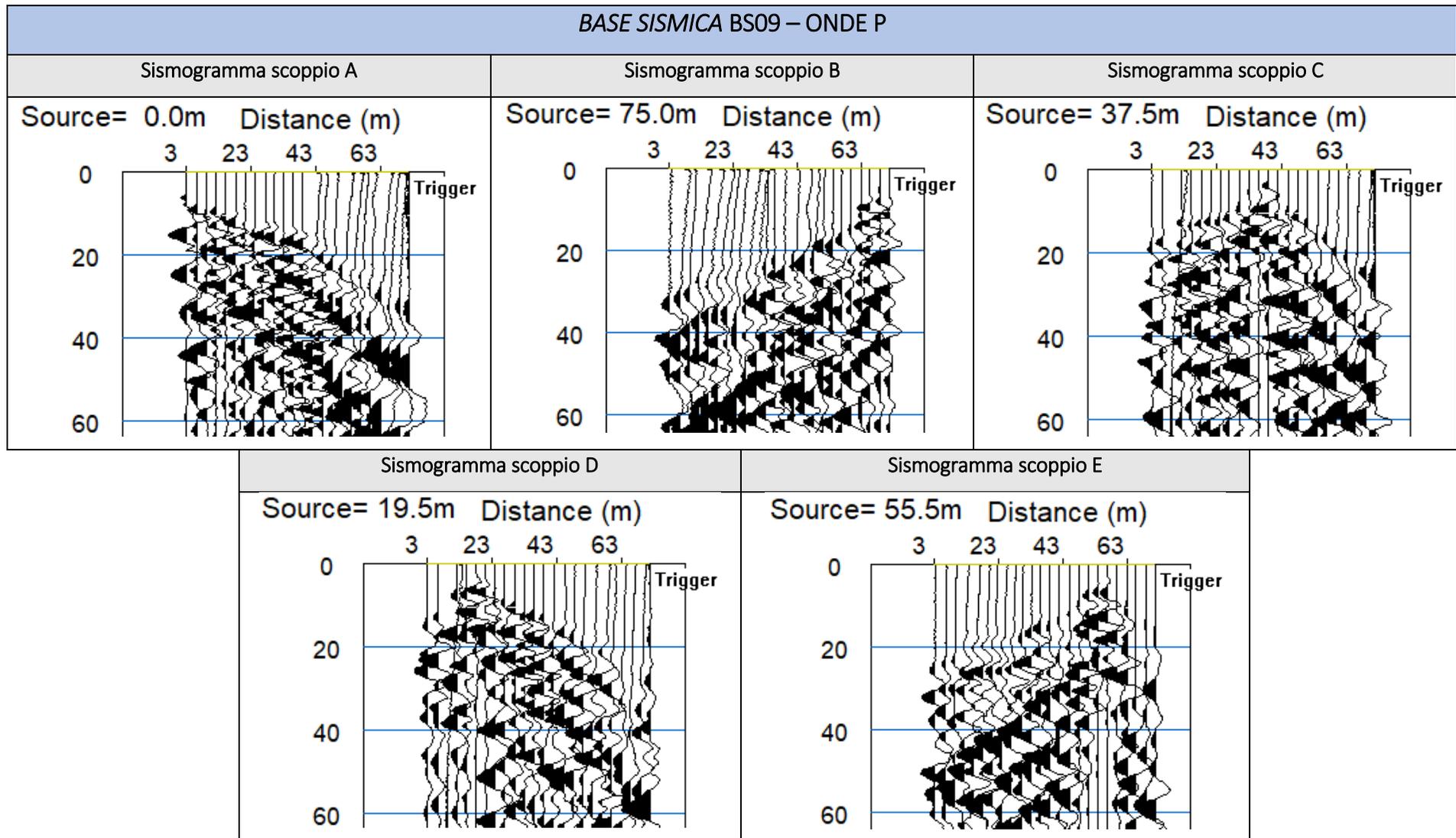
Punto di vista dal geofono G24



Particolare della strumentazione

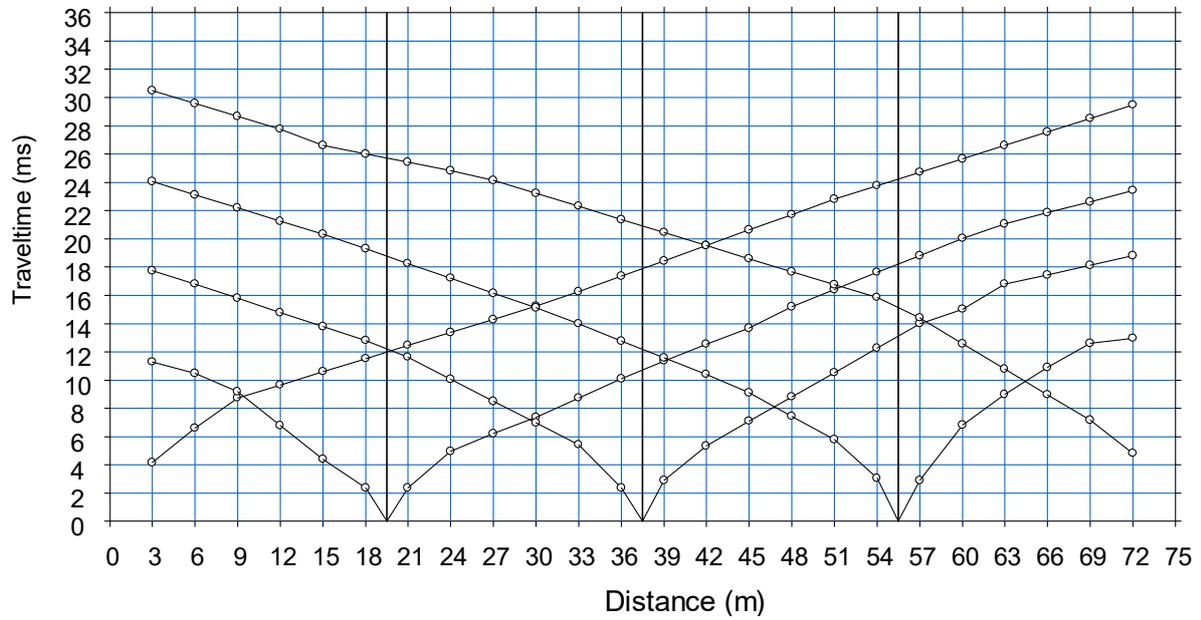


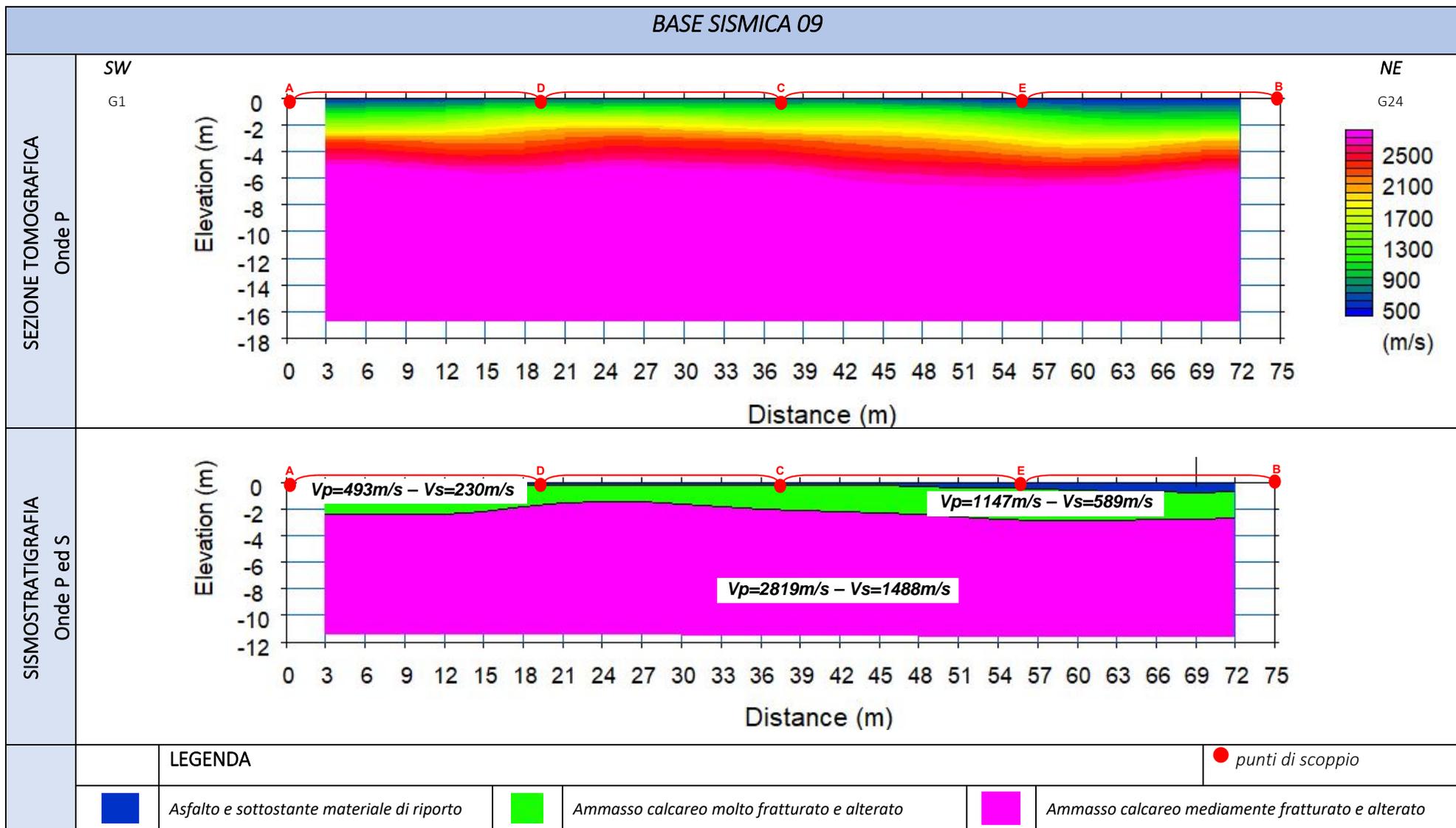
BASE SISMICA BS09 – ONDE P



DROMOCRONE BS09 - ONDE P

BS09 – ONDE P





ELABORATI INDAGINE RE.MI.09

SISMOGRAMMA MEDIO

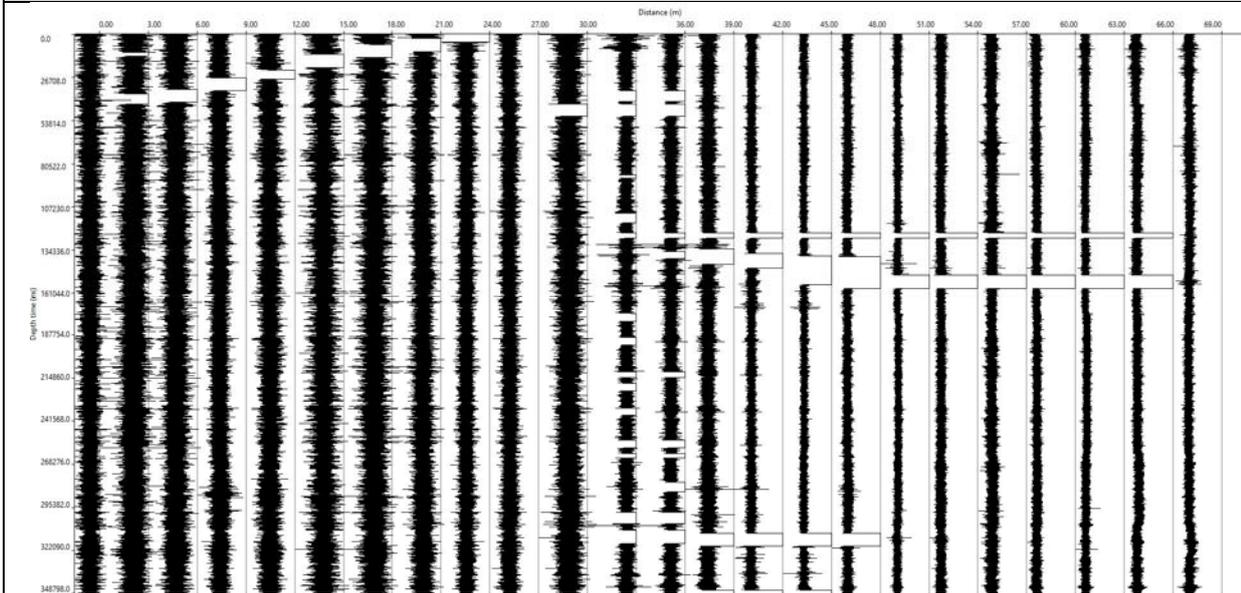
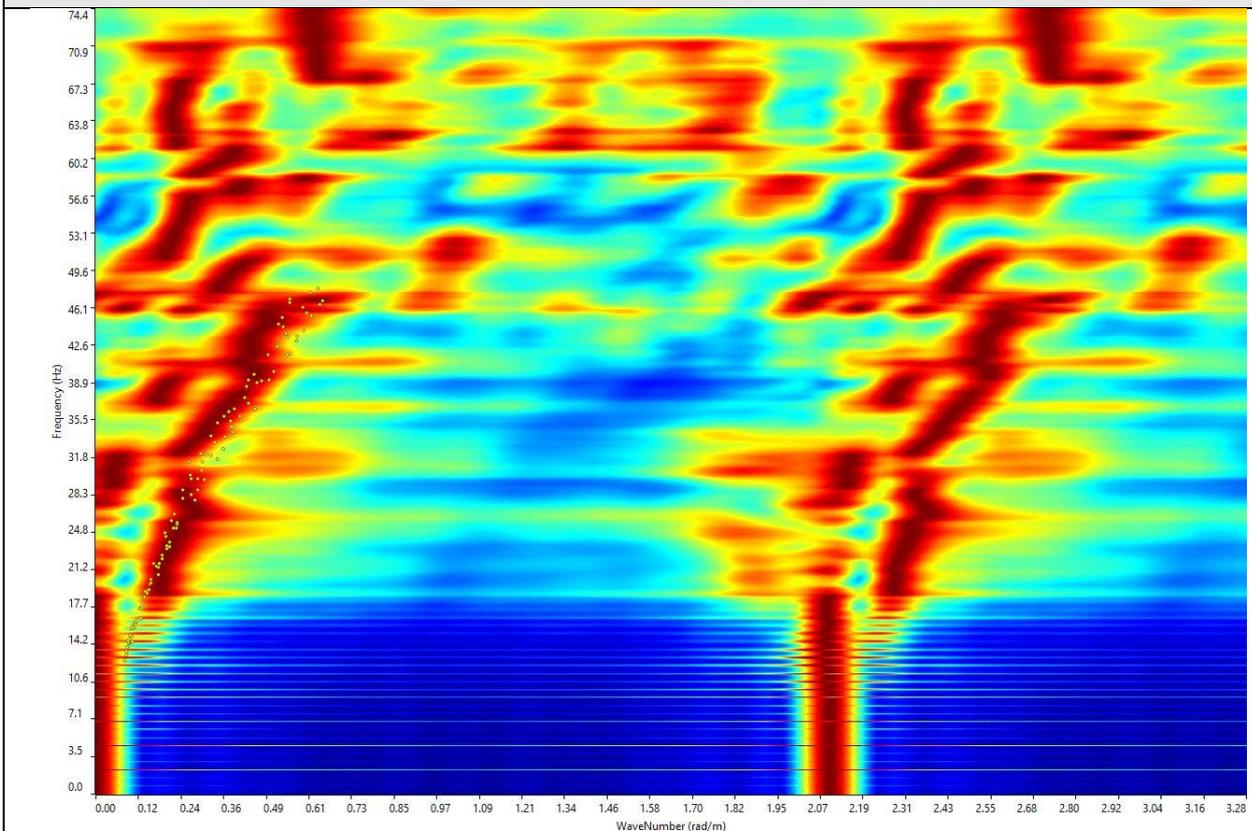
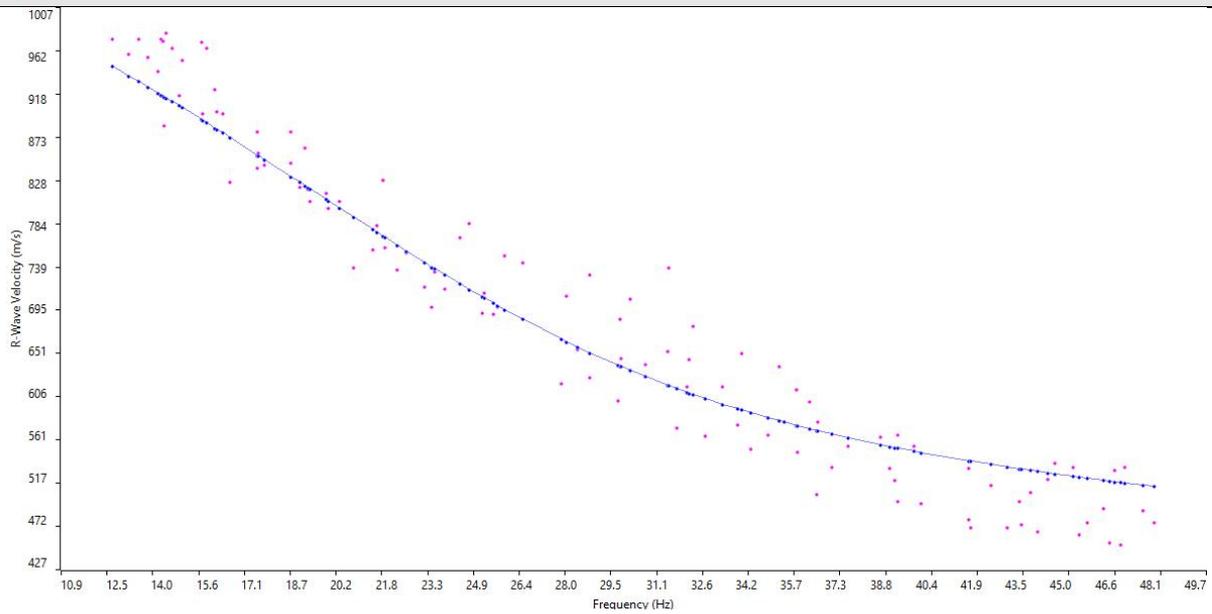


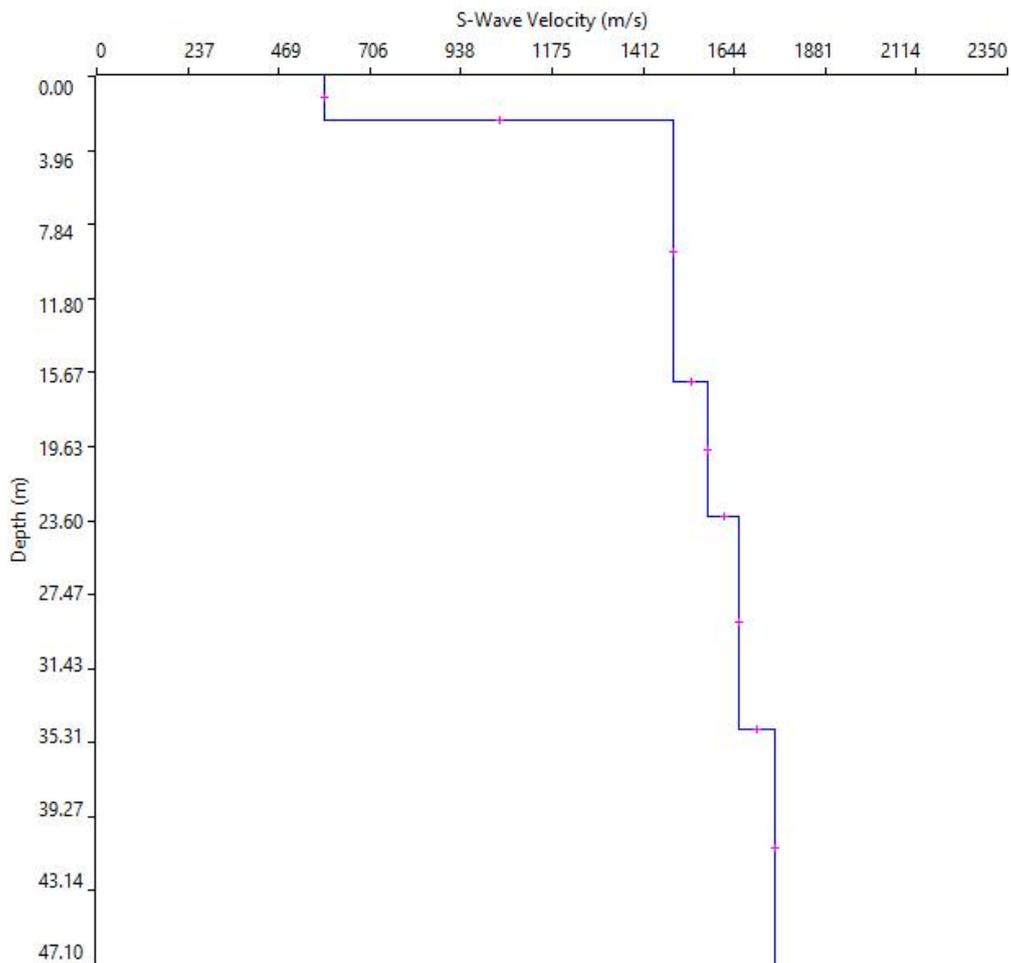
GRAFICO P-F CON L'INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DELLA CURVA DI DISPERSIONE



CURVA DI DISPERSIONE

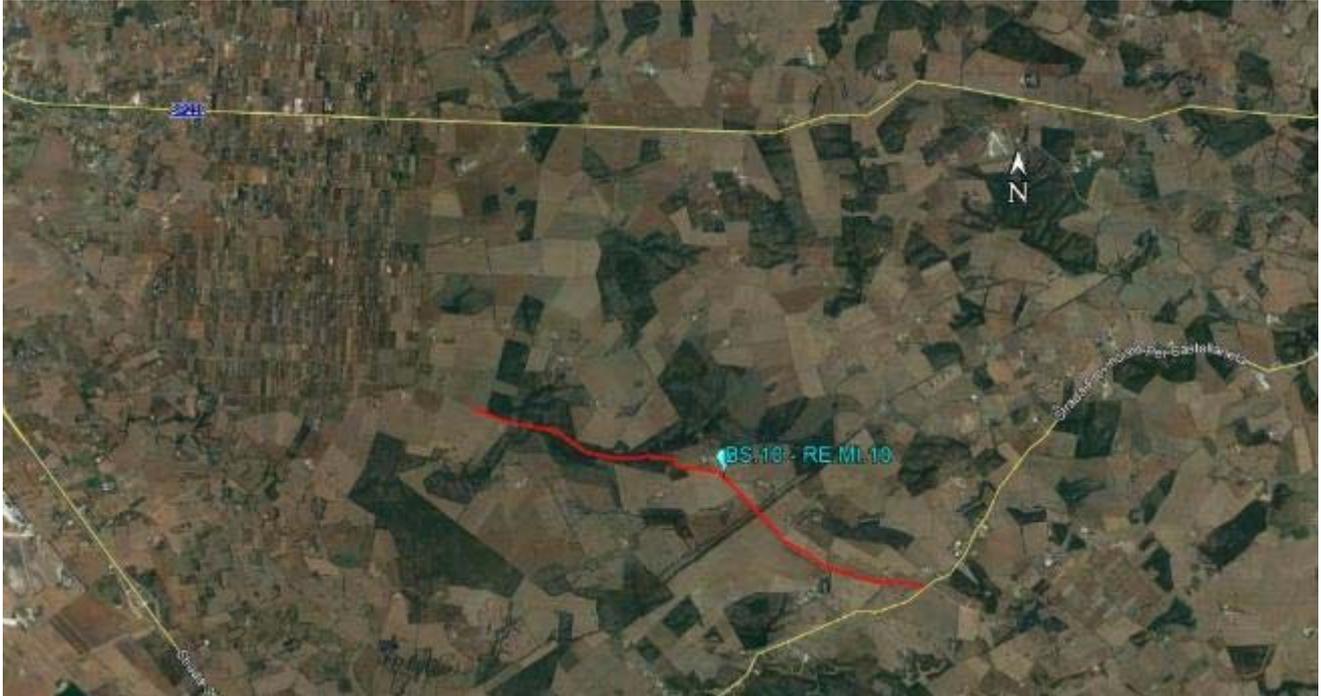


PROFILO VS - RE.MI.09



Categoria "A" – presenza del substrato alla profondità di -3.0m dal p.c.

Prospezione sismica BS.10 – RE.MI.10



Ubicazione del punto di indagine su base ortofoto



Dettaglio planimetrico del profilo sismico

REPORT FOTOGRAFICO: BS.10 – RE.MI.10

Punto di vista dal geofono G01



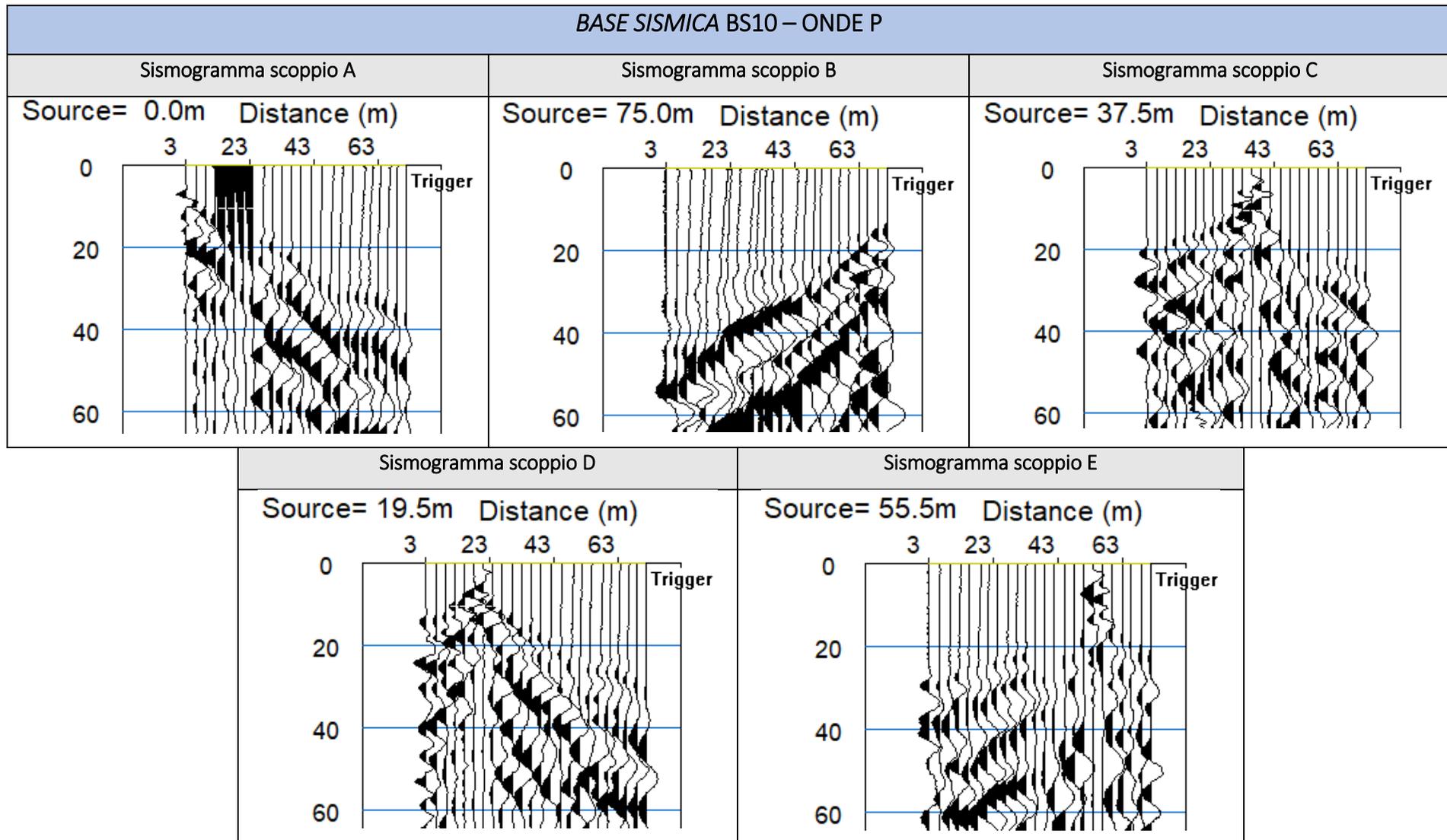
Punto di vista dal geofono G24



Particolare della strumentazione

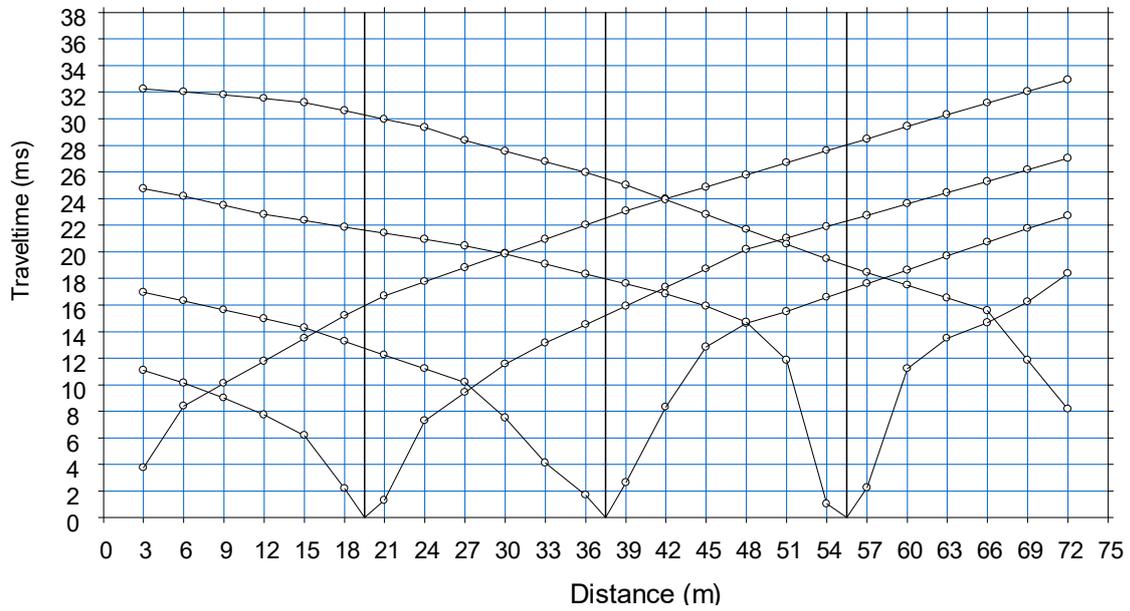


BASE SISMICA BS10 – ONDE P

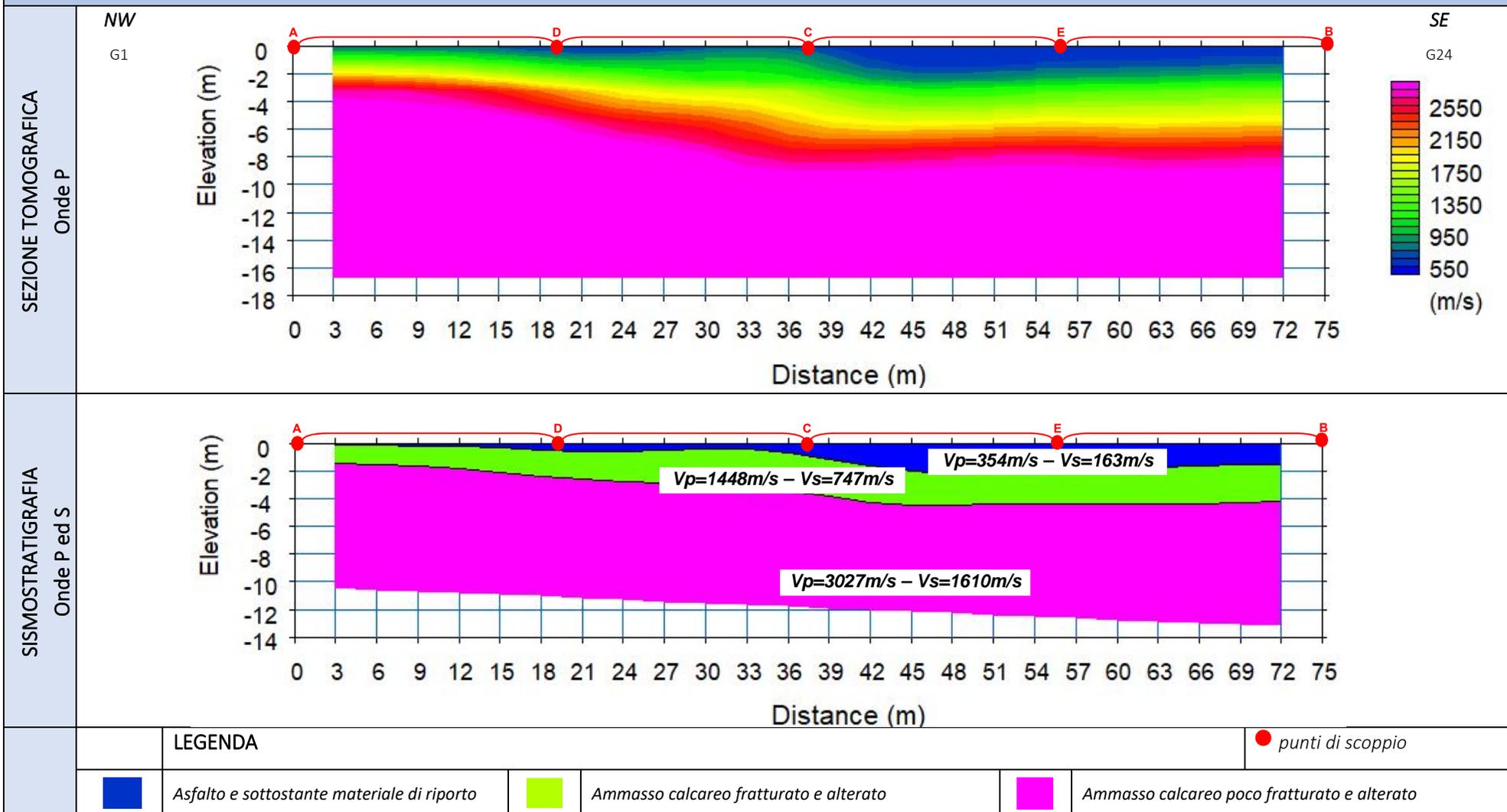


DROMOCRONE BS10 - ONDE P

BS10 – ONDE P



BASE SISMICA 10



ELABORATI INDAGINE RE.MI.10

SISMOGRAMMA MEDIO

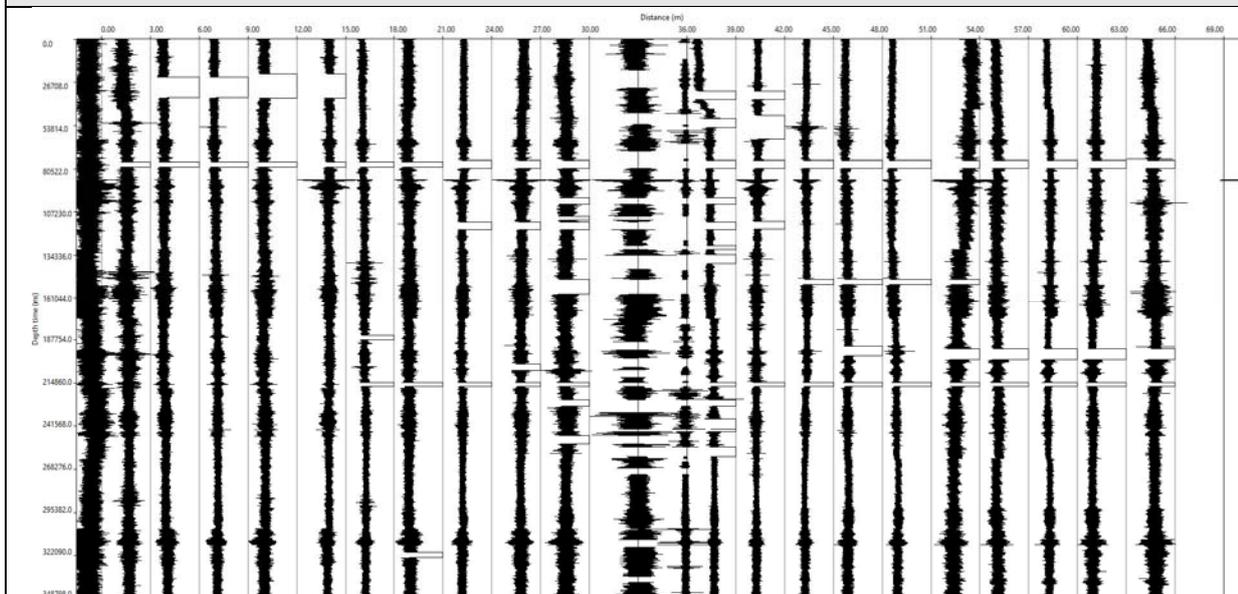
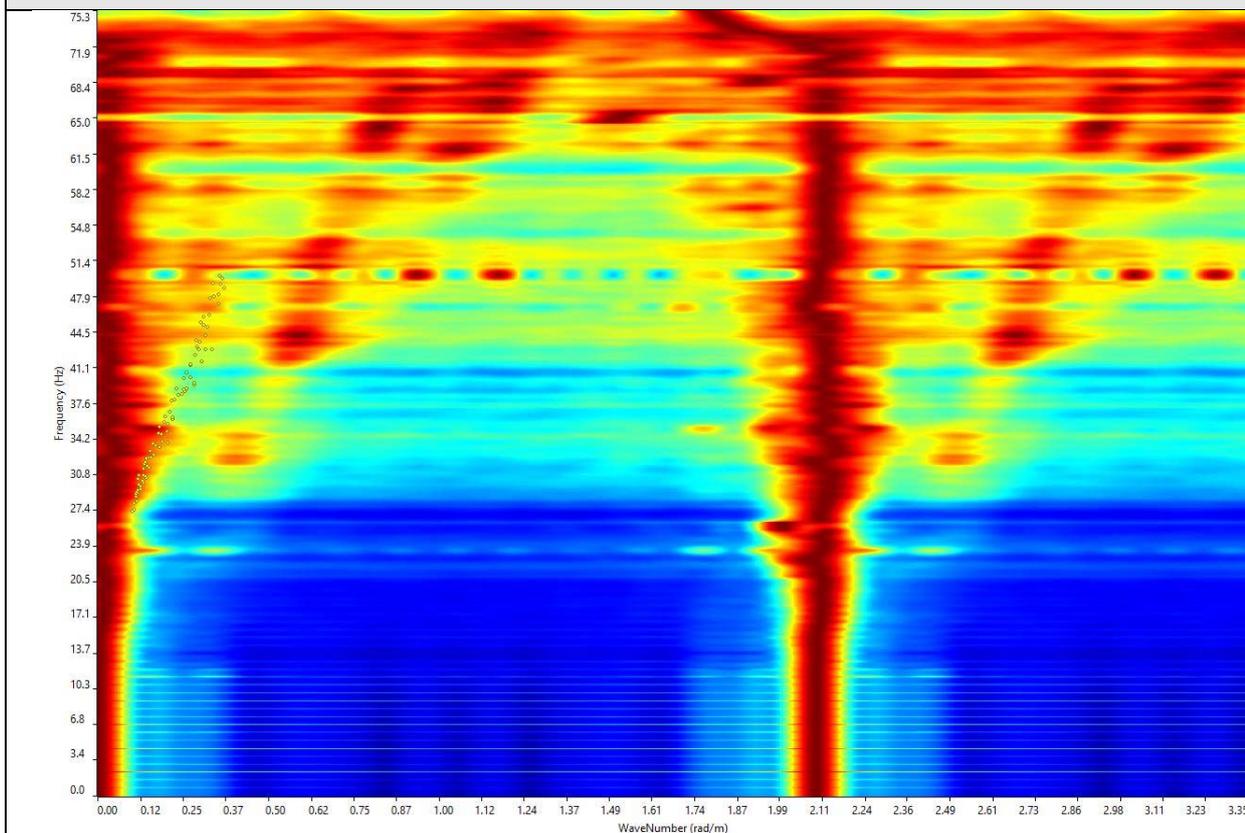
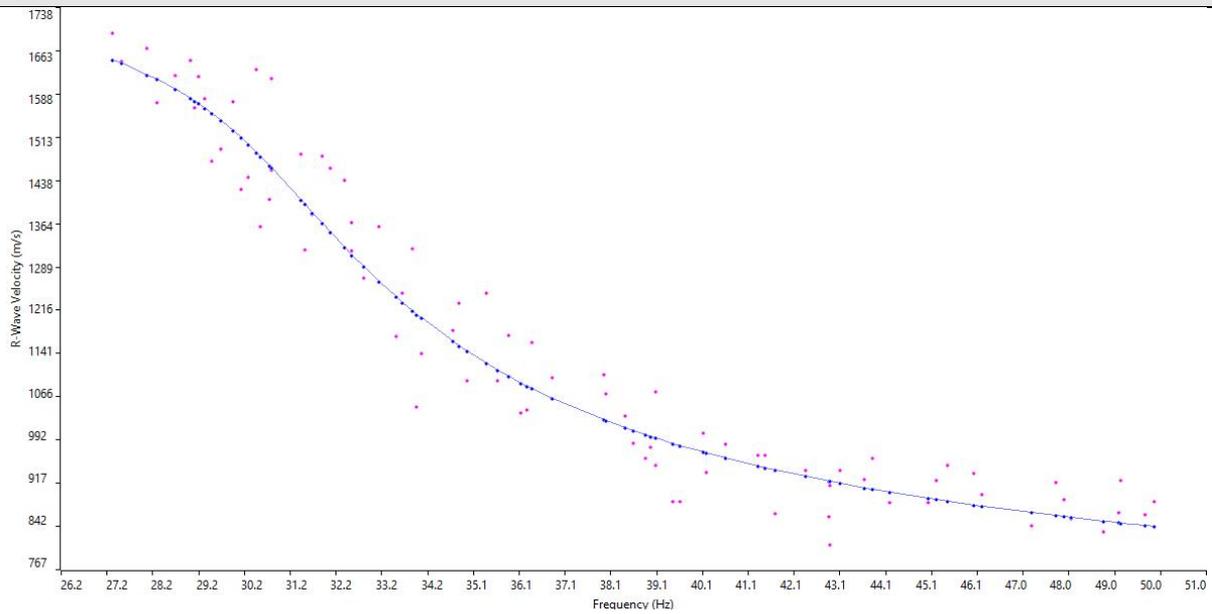


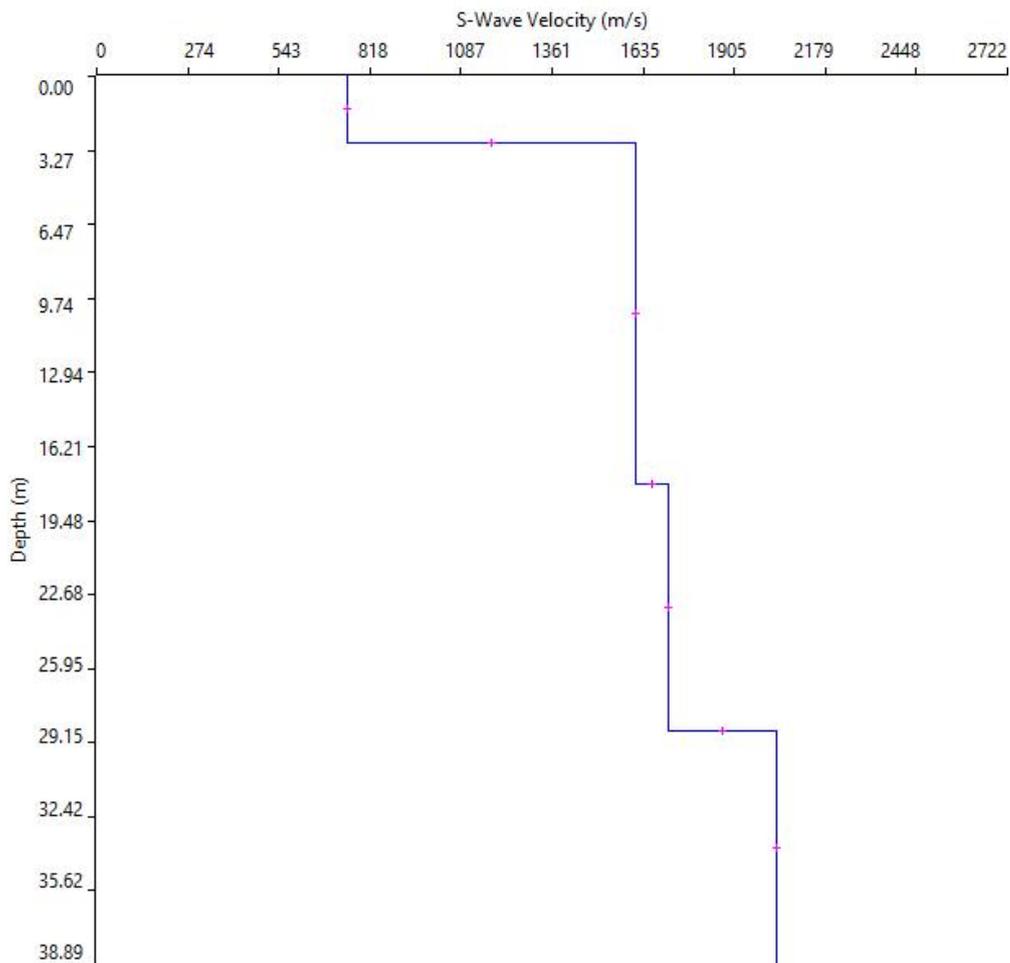
GRAFICO P-F CON L'INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DELLA CURVA DI DISPERSIONE



CURVA DI DISPERSIONE



PROFILO VS - RE.MI.10



Categoria "A" – presenza del substrato alla profondità di -3.0m dal p.c.