



Regione  
Molise



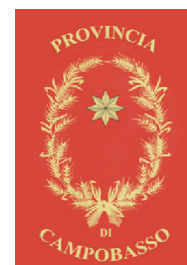
Comune di  
San Giovanni in Galdo



Comune di  
Campolieto



Comune di  
Morrone del Sannio



Provincia di  
Campobasso

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE  
DI UN PARCO EOLICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA**  
della potenza di 33 MW alla località Fiego dei Comuni di San Giovanni in Galdo e  
Campolieto (aerogeneratori)  
**e DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI**  
nei Comuni di San Giovanni in Galdo, Campolieto e Morrone del Sannio.

**PROGETTO DEFINITIVO**

**GAL\_GEO.01**

Relazione Geologica

**Proponente**



**Rinnovabili Sud Tre srl**  
Via Della Chimica, 103 - 85100 Potenza (PZ)

Formato

**A4**

Scala

-

**Il Tecnico**

D.ssa geol. Giovanna Cardillo

Revisione	Descrizione	Data	Preparato	Controllato	Approvato
00	Prima emissione	Novembre 2023	D.ssa geol. G. Cardillo	D.ssa geol. G. Cardillo	D.ssa geol. G. Cardillo

## Sommario

1. PREMESSA .....	2
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	6
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE.....	7
4. ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA .....	13
5. ANALISI DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA E STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROGEROLOGICA .....	21
6. INDAGINI ESEGUITE .....	28
6.1 INDAGINI GEOFISICHE A RIFRAZIONE IN ONDE P METODO GRM E METODO TOMOGRAFICO.....	31
REPORT INDAGINI.....	39
Report SISM1 .....	39
Report SISM 2 .....	50
Report SISM 3.....	60
Report SISM 4.....	70
Report SISM 5.....	80
6.2 INDAGINE SISMICA TIPO MASW .....	91
6.2.1 REPORT INDAGINI MASW.....	93
6.3 INDAGINI HVS.....	119
HVS1 .....	119
HVS 2 .....	122
HVS 3 .....	125
HVS 4.....	128
HVS 5.....	131
7.MODELLO GEOLOGICO TECNICO E CONSIDERAZIONI GEOLOGICO-TECNICHE CONCLUSIVE.....	133
8. REPERTO FOTOGRAFICO.....	134

## 1. PREMESSA

La seguente relazione è stata redatta dalla sottoscritta per conto della società RINNOVABILI SUD TRE S.r.l. con sede a Potenza in Via della Chimica n. 103 – Partita IVA la quale mi incaricava in quanto geologa regolarmente iscritta all’Ordine dei Geologi della Puglia al n. 791 dal 13/09/2012.

Finalità del presente studio è la redazione di relazione geologica e indagini geofisiche finalizzate alla realizzazione di un Parco Eolico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (vento) e delle relative opere di connessione dell’energia prodotta nella Rete di Trasmissione Nazionale. Gli aerogeneratori saranno ubicati alla Località ‘Fiego’ dei Comuni di San Giovanni in Galdo (CB) e Campolieto (CB) con opere di connessione nei comuni di San Giovanni in Galdo (CB), Campolieto (CB) e Morrone del Sannio (CB).

Il progetto di parco eolico proposto prevede l’installazione di **n. 5 aerogeneratori** aventi una potenza massima unitaria pari a **6.6 MW**. La potenza installata massima dell’impianto risulta pertanto pari a **33,00 MW**. È inoltre previsto un impianto di accumulo elettrochimico della potenza di **8 MW** e capacità **16 MWh**, da ubicarsi in adiacenza all’impianto eolico.

Gli aerogeneratori saranno collegati in serie fra loro e poi direttamente alla SE utente

Pertanto, si è reso necessario impostare un programma dettagliato di studio svoltosi secondo le seguenti linee:

- acquisizione di informazione pregresse bibliografiche e da indagini limitrofe;
- rilevamento geologico di superficie;
- esecuzione di n. 5 indagini sismiche a rifrazione in onde P elaborate in modalità GRM e Tomografica;
- esecuzione di n. 5 indagini MASW;
- esecuzione di n. 5 indagini HVSR.

Si riportano in Figura 1, 2 e 3 le ubicazioni delle opere da realizzarsi rispettivamente su stradario, IGM e ortofoto. Nei paragrafi successivi i risultati delle indagini.

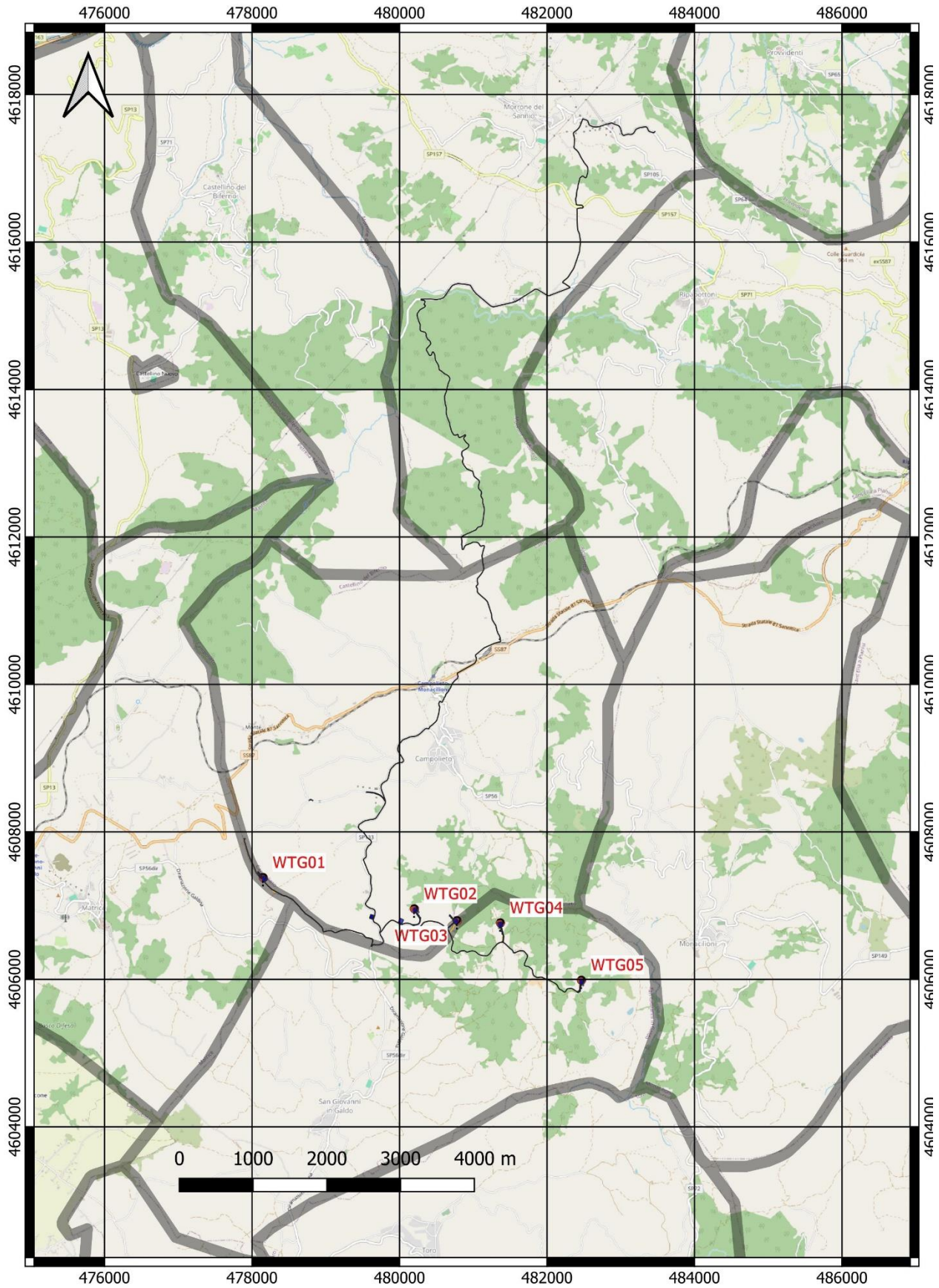


Figura 1 Inquadramento opere su stradario.



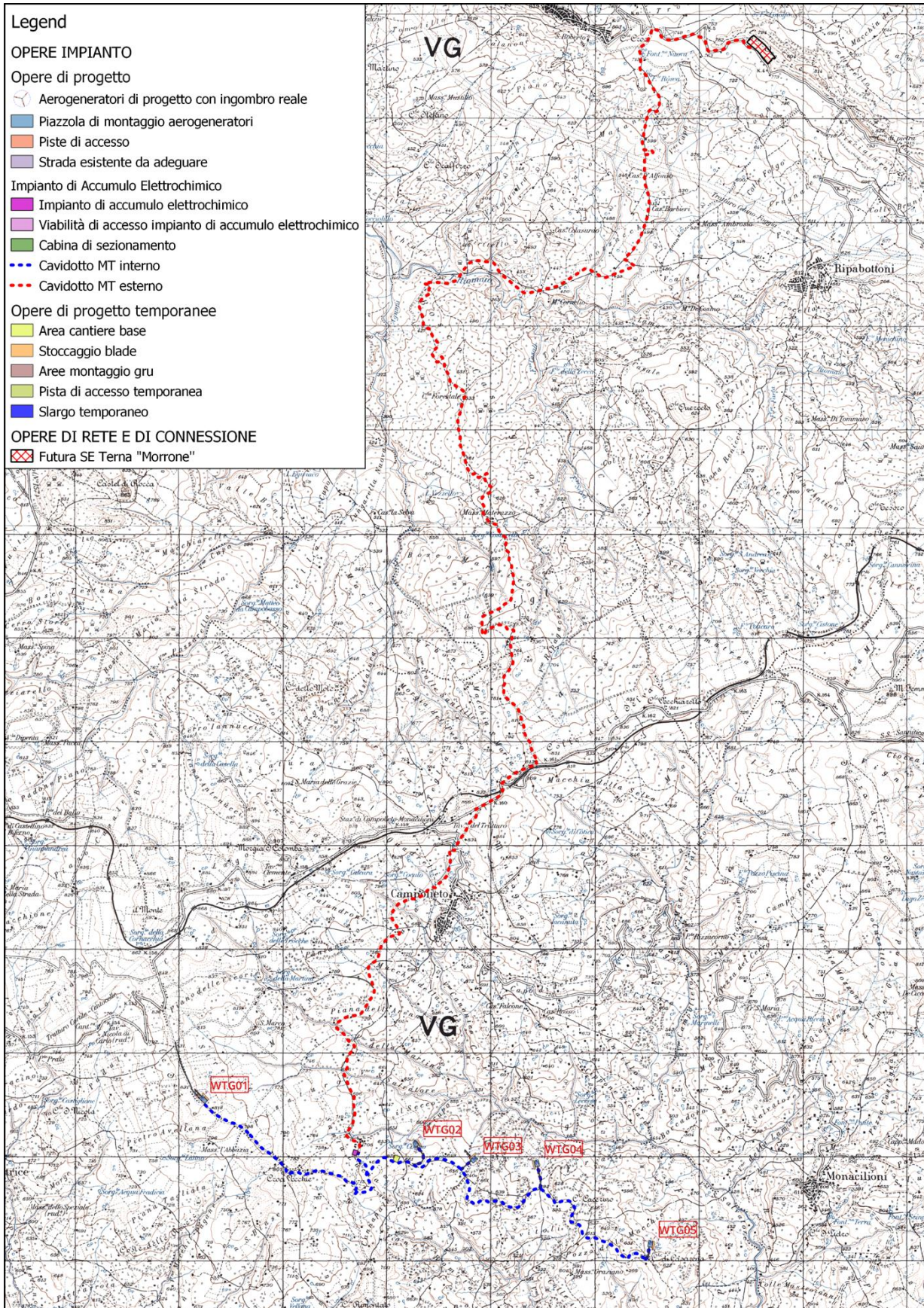


Figura 2 Inquadramento opere su IGM.



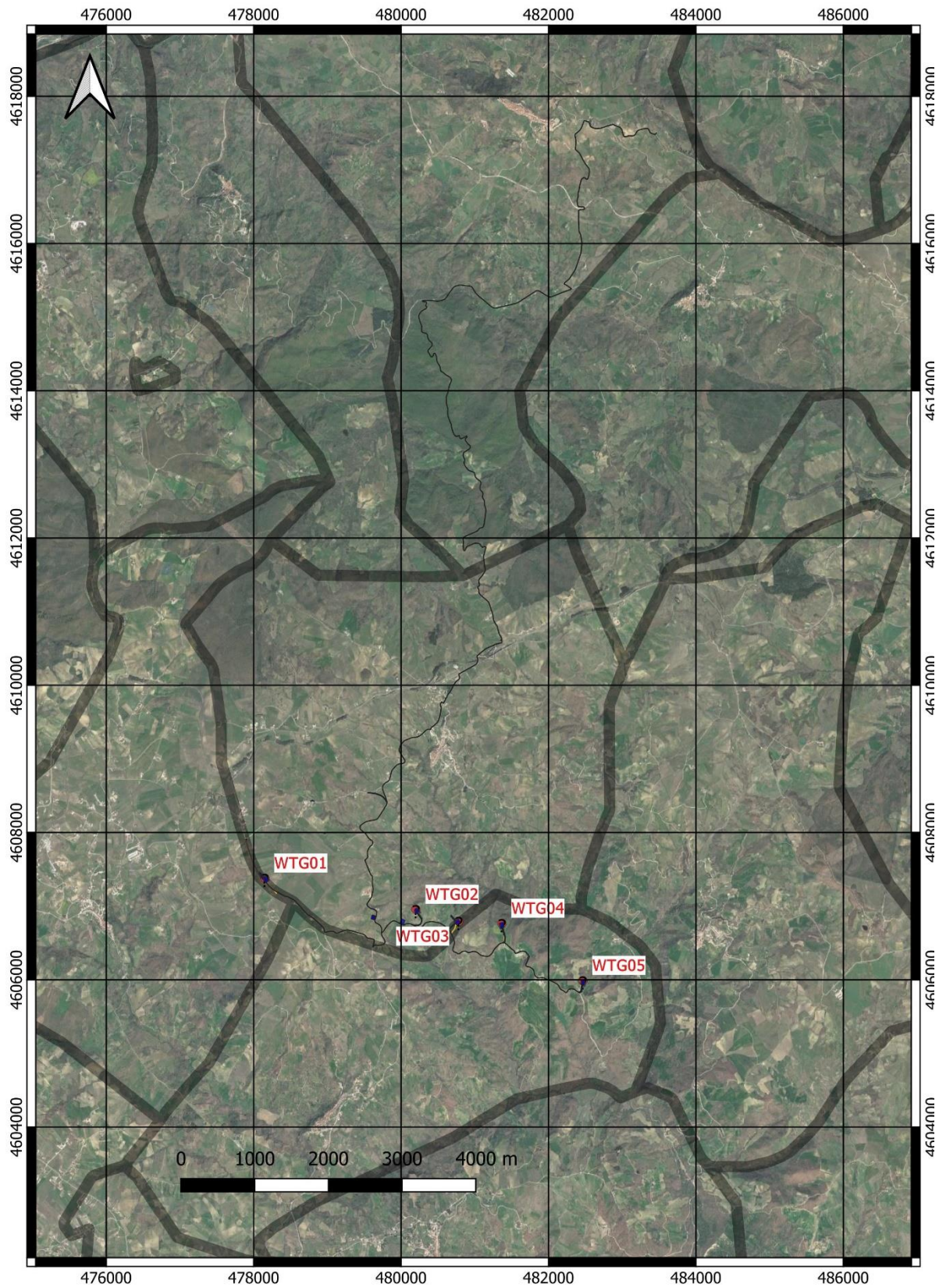


Figura 3 Inquadramento opere su ortofoto.

## 2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Lo studio geologico e la presente relazione sono stati eseguiti e redatti nel rispetto delle seguenti principali normative tecniche nazionali:

- **D.M. 11 marzo 1988** “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”
- **Circ. LL.PP. 24 settembre 1988 n. 30483** “Legge 2 febbraio 1974, art. 1 – D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione”
- **Legge 2 febbraio 1974, n. 64** “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche” e successive modifiche ed integrazioni
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274** “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”
- **Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018** “Norme tecniche per le costruzioni”
- **Decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207** “Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante “Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE””  
(articoli ancora in vigore)

### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE

La Regione Molise, pur essendo confinata in un territorio di limitata estensione (4438 km<sup>2</sup>), è caratterizzata da una situazione geologica molto articolata e risultante nell'insieme complessa e di difficile interpretazione, sia per quanto attiene alle condizioni di superficie sia soprattutto per la geologia profonda. La configurazione attuale è il risultato complessivo della continua evoluzione paleogeografica e dei notevoli sconvolgimenti tettonici che a più riprese, ma particolarmente nella fase parossistica dell'orogenesi appenninica (Mio-Pleistocene), hanno deformato e disarticolato le unità tettoniche preesistenti, complicandone ulteriormente la geometria dei rapporti e, successivamente, contribuito alla dislocazione dei diversi corpi geologici fino all'individuazione delle unità morfologiche attualmente presenti sul territorio.

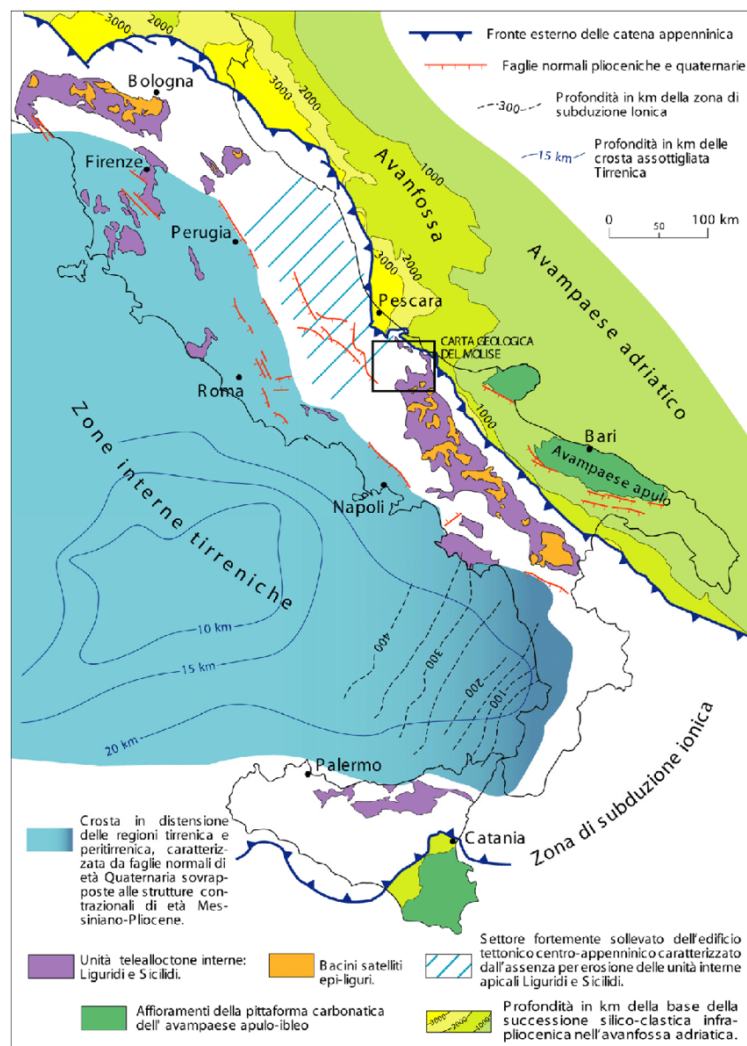
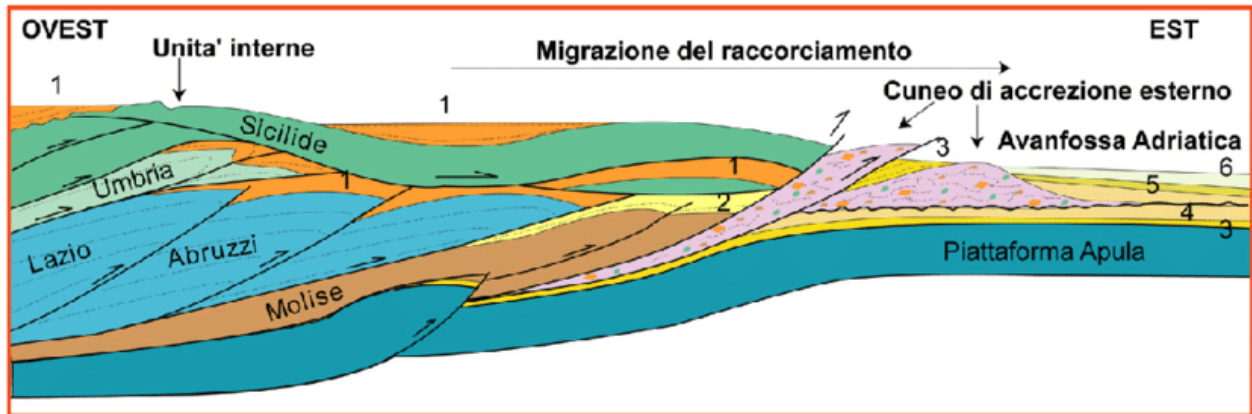


Figura 4 Assetto tettonico attuale della penisola italiana.





**Successioni silico-clastiche dei bacini thrust-top e dell'Avanfossa Adriatica**

1	Tortoniano-Messiniano (10-6.4 Ma)	3	Pliocene inf. (5.4-2.7 Ma)	5	Pliocene sup. (2.0-1.62 Ma)
2	Messiniano (6.4-5.4 Ma)	4	Pliocene medio-sup. (2.7-2.0 Ma)	6	Pleistocene inf. (1.62-0.72 Ma)

Figura 5 Sezione schematica della catena appenninica.

Il territorio molisano è costituito esclusivamente da formazioni sedimentarie, gran parte delle quali, le più antiche, sono di ambiente marino, su di esse poggiano le più recenti formazioni di ambiente continentale. Le formazioni marine antiche appartengono a cinque unità litostratigrafiche, riferibili alle diverse situazioni paleoambientali che si sono succedute nei tempi geologici, a partire dal Trias fino al Pleistocene:

- PIATTAFORMA ABRUZZESE-CAMPANA: corrispondente ad un ambiente di Piattaforma Carbonatica caratterizzato da sedimentazione calcareo-dolomitica di età Trias-Cretaceo (Matese - Mainarde);
- ZONA DI TRANSIZIONE: corrispondente ad un ambiente di Scarpata e caratterizzato da sedimentazione calcareo-marnoso-selciosa, a partire dal Cretaceo fino al Miocene con notevoli apporti detritici della zona di piattaforma (M.ti di Venafro-Isernia; zona di Frosolone; zona di Sepino);
- BACINO MOLISANO: corrispondente ad un ambiente di sedimentazione di mare aperto e relativamente profondo, antistante la zona di scarpata e caratterizzato da una sedimentazione terrigena, prevalentemente argillitica alla base ed arenitica nella parte sommitale, che comprende



la fascia delle medie valli del Trigno e del Biferno fino ai rilievi dei M.ti Frentani, di età Paleogene - Miocene superiore;

- AVANFOSSA PERIADRIATICA: corrispondente ad una profonda depressione allungata parallelamente alla linea di costa attuale, creatasi a partire dal Pliocene e caratterizzata da notevoli fenomeni di subsidenza, accompagnata da sedimentazione prevalentemente argilloso-sabbiosa, di età Plio-Pleistocene;

- PIATTAFORMA PUGLIESE: corrispondente alla zona di Avampaese e ad un ambiente neritico, con caratteri simili a quelli della Piattaforma Abruzzese-Campana; le formazioni carbonatiche della Piattaforma Pugliese non affiorano nel territorio molisano in quanto ricoperte dai sedimenti Plio-Pleistocenici di Avanfossa. Il contesto geologico-strutturale è particolarmente complesso e non sempre chiaro, poiché fortemente condizionato da imponenti stress tettonici per lo più a carattere compressivo che hanno determinato una serie di deformazioni, accavallamenti e traslazione di masse rocciose, anche di notevolissime proporzioni, verso l'Avampaese, con complessiva contrazione spaziale. L'azione di tali forze orogenetiche è riflessa nell'attuale assetto geostrutturale rilevabile in superficie e, ad esse, sono da imputare la complessità dei rapporti geometrici tra le diverse unità litostratigrafiche, la più o meno suddivisione in blocchi delle masse litoidi, il disordine giaciturale delle masse prevalentemente argillitiche, nonché i caratteri strutturali di locale dettaglio delle singole formazioni. Lo schema tettonico regionale proposto nella "Carta tettonica d'Italia" in scala 1:1.500.000 (CNR, 1980, PROGETTO FINALIZZATO GEODINAMICA), evidenzia come il territorio molisano sia attraversato da alcune importanti linee di dislocazione, ad andamento appenninico (NW-SE), corrispondenti a fronti di sovrascorrimento che hanno prodotto, durante l'orogenesi della catena, la sovrapposizione dei sedimenti calcareo-dolomitici della Piattaforma Abruzzese-Campana sulle successioni calcareo-marnoso-selciose della Zona di Transizione e, queste ultime, a loro volta si sono sovrapposte in contatto tettonico con i terreni flyschoidi alloctoni del complesso delle argille varicolori e con quelli dei flyschardorogenici del Bacino Molisano. I terreni flyschoidi ricoprono in falda, almeno in parte, i più recenti sedimenti Plio-Pleistocenici dell'Avanfossa Periadriatica.

L'area oggetto di studio è rappresentata da morfologie prevalentemente collinari dove sono diffuse le successioni bacinali marnoso-argilloso-calcaree e silicoclastiche riferibili rispettivamente all'Unità del Sannio ed al Flysch di San Bartolomeo. Tali unità rappresentano, in questo settore di

catena, le unità di tetto di un sistema a duplex, che nelle porzioni più profonde è formato da *borses* carbonatici a loro volta sovrapposti sul margine occidentale dell'avampaese apulo.



dt  
 Detrito di falda.

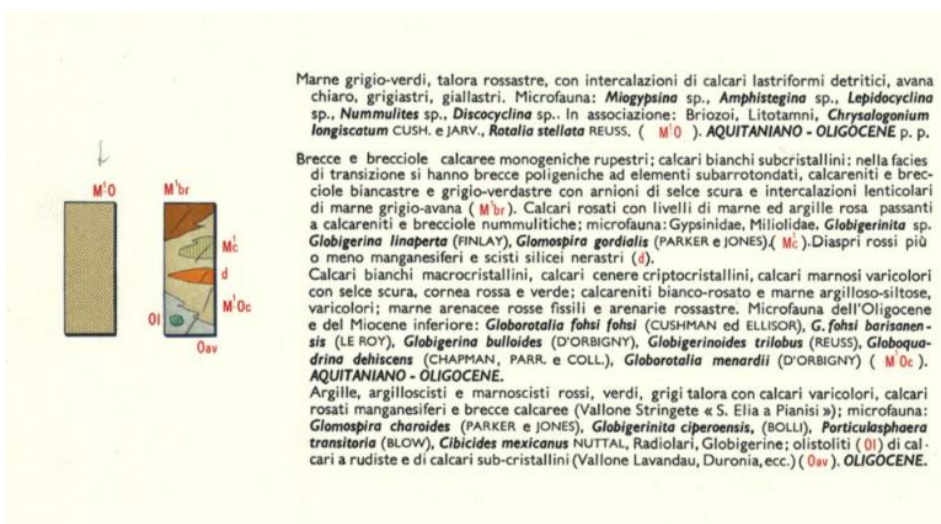


Figura 6 Stralcio Carta Geologica d'Italia 1:100.000, F 162 Campobasso.



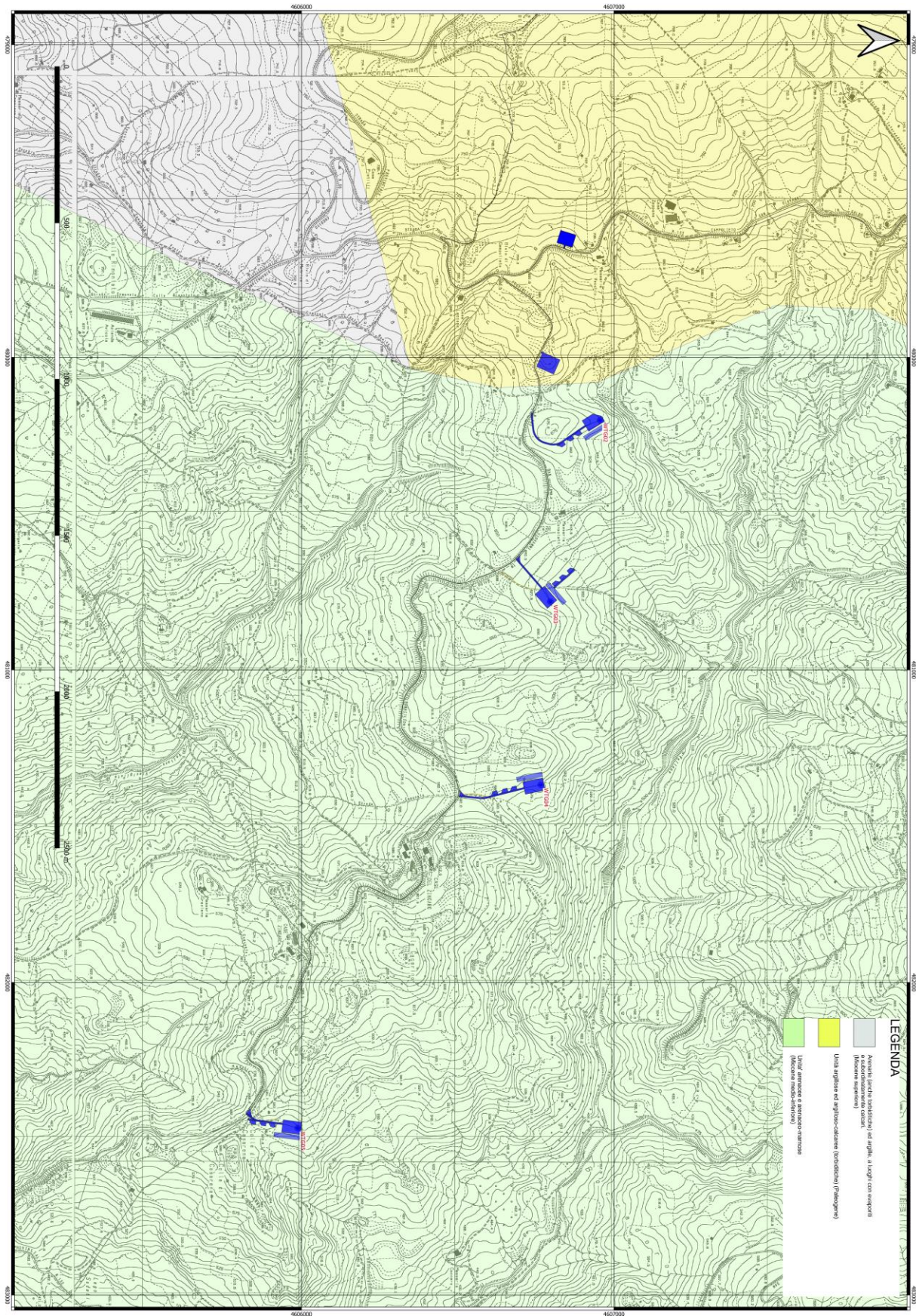


Figura 7 Carta geologica 1: 25000.



#### 4. ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA

In figura 7 è illustrata la distribuzione della sismicità per l'area molisana. Da essa risulta evidente come la distribuzione degli epicentri corrisponda ad una sismicità regionale diffusa con la presenza non trascurabile di terremoti aventi magnitudo  $M_s > 6.0$  (Molise 05/12/1456  $M_s = 6.7$ ; Matese 05/06/1688  $M_s = 7.3$ ; Matese 26/07/1805  $M_s = 6.7$ ; Sannio 21/08/1962  $M_s = 6.2$ ).

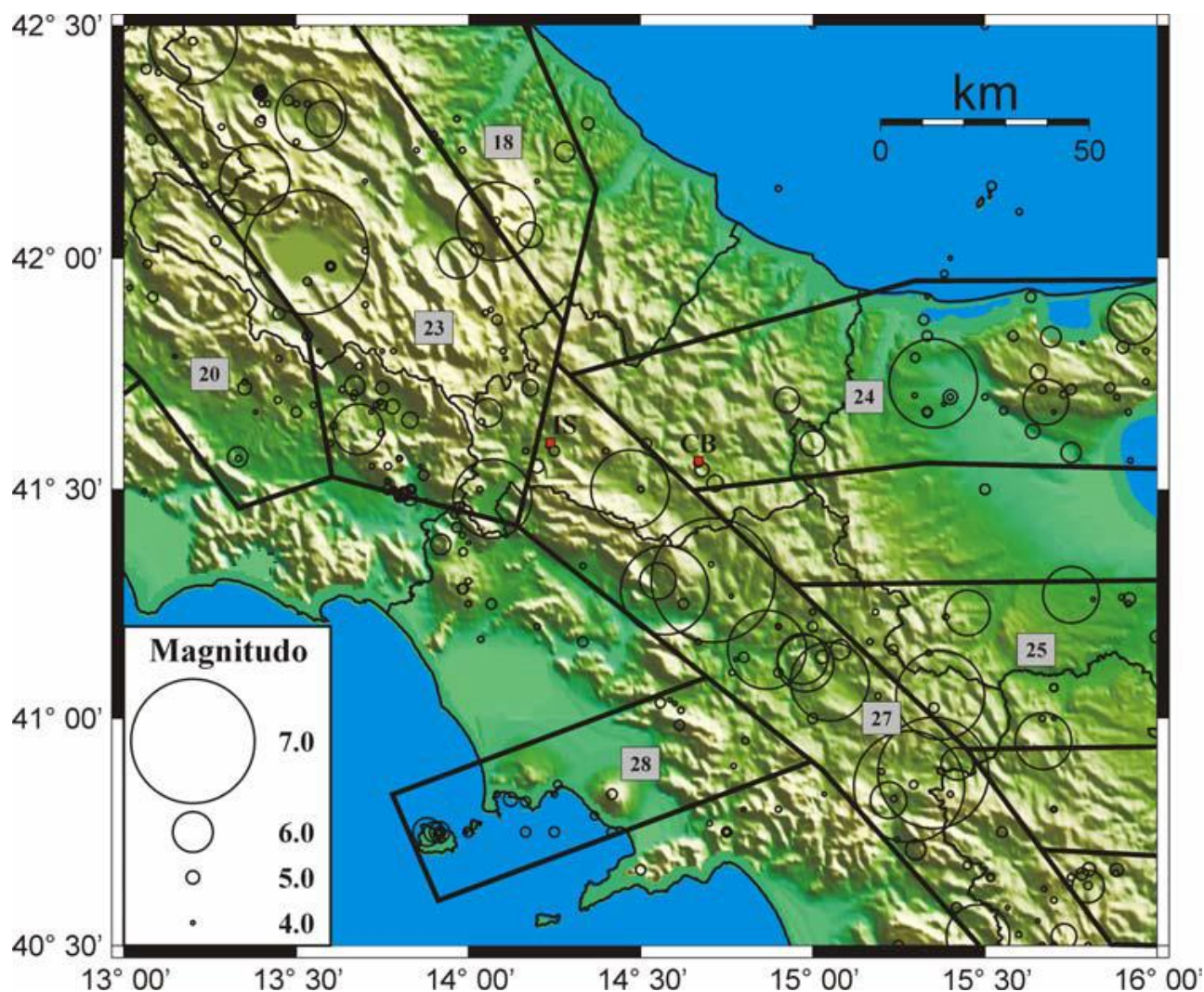


Figura 8 Distribuzione della sismicità nell'area di studio. Eventi contenuti nel catalogo CPTI04 (Gruppo di lavoro CPTI, 2004). Sovrapposizione della zonazione sismogenetica ZS9 (Gruppo di lavoro MPS, 2004).



## Sismicità storica

Secondo la pericolosità sismica di base proposta nella mappa MPS12 (Mappa di Pericolosità Sismica 2012), il territorio del comune di San Giovanni in Galdo e di Campolieto, ricade nella Zona 2 (valori di  $0,20 \leq a_g < 0,225$ ), ovvero in una zona a “sismicità media” potenzialmente soggetta a forti scuotimenti.

Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g$ )	Descrizione
1	$a_g > 0.25$	E' la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti.
2	$0.15 < a_g \leq 0.25$	Nei comuni inseriti in questa zona possono verificarsi terremoti abbastanza forti.
3	$0.05 < a_g \leq 0.15$	I Comuni interessati in questa zona possono essere soggetti a scuotimenti modesti.
4	$a_g \leq 0.05$	E' la meno pericolosa. Nei comuni inseriti in questa zona le possibilità di danni sismici sono basse.

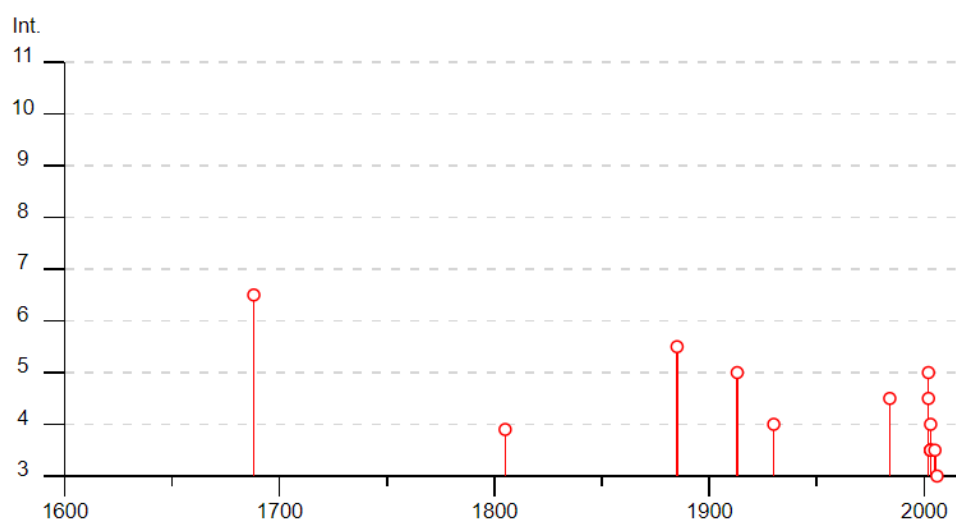
Tabella 1. Suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido (OPCM 3519/06)

La sismicità storica del comune interessato dall'impianto, è stata desunta dal database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (<http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15>; GdL CPTI, 2004; Stucchi et al., 2007).

## San Giovanni in Galdo



PlaceID IT\_58796  
 Coordinate (lat, lon) 41.588, 14.748  
 Comune (ISTAT 2015) San Giovanni in Galdo  
 Provincia Campobasso  
 Regione Molise  
 Numero di eventi riportati 16



Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6-7	1688	06	05	15	30		Sannio	215	11	7.06
5-6	1885	12	26	02			Molise	28	5-6	4.66
5	1913	10	04	18	26		Molise	205	7-8	5.35
5	2002	10	31	10	32	5	Molise	51	7-8	5.74
4-5	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	911	8	5.86
4-5	2002	11	12	09	27	4	Molise	174	5-6	4.57
4	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10	6.67
4	2003	06	01	15	45	1	Molise	501	5	4.44
F	1805	07	26	21			Molise	220	10	6.68
3-4	2003	01	27	04	03	4	Molise	60	5	3.84
3-4	2003	04	28	20	12	3	Molise	33	4-5	3.64
3-4	2003	12	30	05	31	3	Molise	326	4-5	4.53
3-4	2005	03	01	05	41	3	Molise	136	4	3.68
3	2006	05	29	02	20	0	Gargano	384		4.64
NF	1989	03	11	21	05		Gargano	61	5	4.34
NF	2006	10	04	17	34	2	Adriatico centrale	98	4-5	4.30

## Campolieto



PlaceID IT\_58616  
 Coordinate (lat, lon) 41.633, 14.766  
 Comune (ISTAT 2015) Campolieto  
 Provincia Campobasso  
 Regione Molise  
 Numero di eventi riportati 26



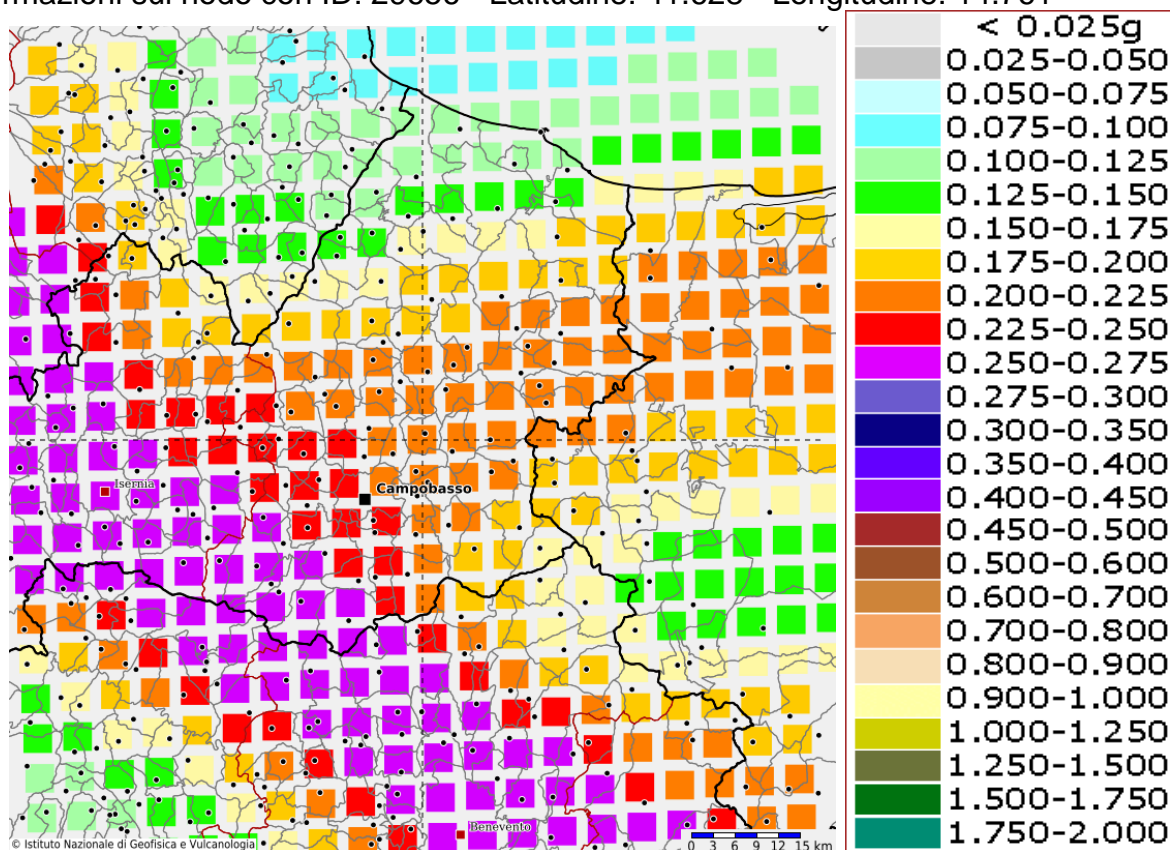
Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6-7	1805	07	26	21			Molise	220	10	6.68
6	1962	08	21	18	19		Irpinia	562	9	6.15
6	2002	11	01	15	09	0	Molise	638	7	5.72
5-6	2002	10	31	10	32	5	Molise	51	7-8	5.74
5	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
5	2003	06	01	15	45	1	Molise	501	5	4.44
4-5	2002	11	12	09	27	4	Molise	174	5-6	4.57
4-5	2003	04	28	20	12	3	Molise	33	4-5	3.64
4-5	2003	12	30	05	31	3	Molise	326	4-5	4.53
4	1905	08	18	04	07		Tavoliere delle Puglie	41	5	4.61
4	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	911	8	5.86
F	1688	06	05	15	30		Sannio	215	11	7.06
3-4	2003	01	27	04	03	4	Molise	60	5	3.84
3	1895	08	09	17	38	2	Adriatico centrale	103	6	5.11
3	1996	11	10	23	23	1	Tavoliere delle Puglie	55	5-6	4.35
2-3	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
2	1997	03	19	23	10	5	Sannio-Matese	284	6	4.52

Figura 9 Grafico delle intensità massime risentite nei Comuni oggetto dell'impianto.

## Figura 10: Modello di pericolosità sismica del territorio nazionale MPS04-S1 (2004)

La descrizione della costruzione del modello di pericolosità sismica MPS04 è contenuta nel sito <http://zonesismiche.mi.ingv.it>  
La descrizione della stima di tutti i parametri è contenuta nel sito <http://esse1.mi.ingv.it>, da cui si può accedere anche alle mappe interattive. Per quanto riguarda le analisi di disaggregazione, i dettagli sono disponibili nella pagina del deliverable D14 del progetto S1 (<http://esse1.mi.ingv.it/d14.html>). La pubblicazione scientifica di riferimento è: Stucchi M., Meletti C., Montaldo V., Crowley H., Calvi G.M., Boschi E., 2011. Seismic Hazard Assessment (2003-2009) for the Italian Building Code. Bull. Seismol. Soc. Am. 101(4), 1885-1911. DOI: 10.1785/0120100130

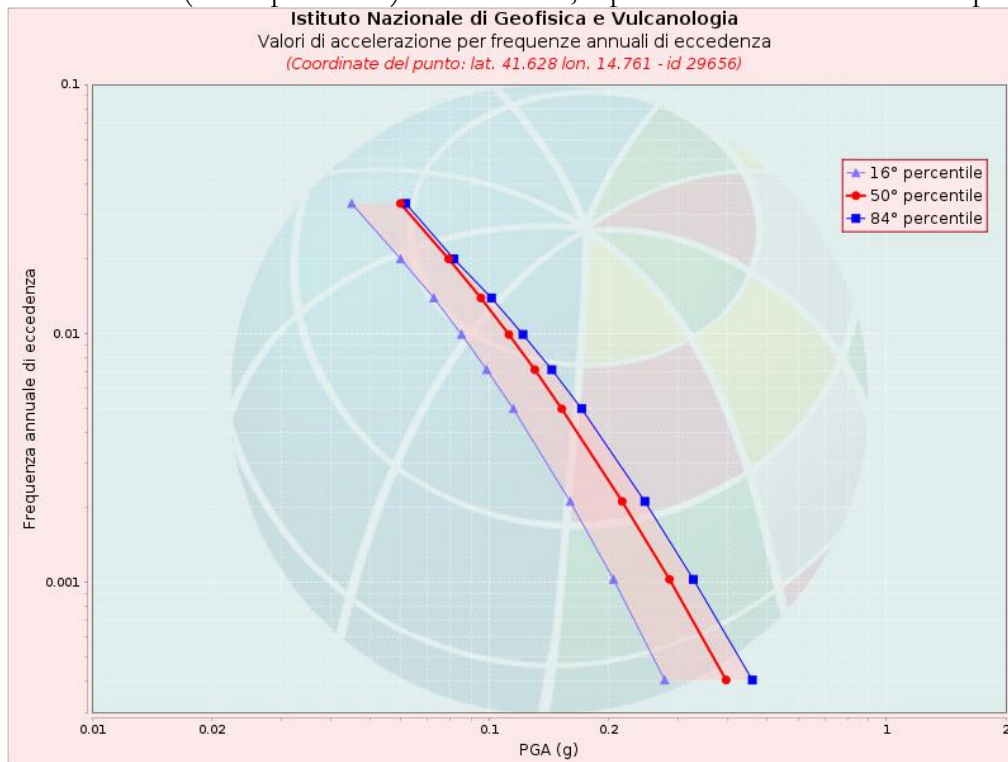
Informazioni sul nodo con ID: 29656 - Latitudine: 41.628 - Longitudine: 14.761



La mappa rappresenta il modello di pericolosità sismica per l'Italia e i diversi colori indicano il valore di scuotimento (PGA = Peak Ground Acceleration; accelerazione di picco del suolo, espressa in termini di g, l'accelerazione di gravità) atteso con una probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni su suolo rigido (classe A,  $V_{s30} > 800$  m/s) e pianeggiante. Le coordinate selezionate individuano un nodo della griglia di calcolo identificato con l'ID **29656** (posto al centro della mappa). Per ogni nodo della griglia sono disponibili numerosi parametri che descrivono la pericolosità sismica, riferita a diversi periodi di ritorno e diverse accelerazioni spettrali.

### Figura 11: Curva di pericolosità

La pericolosità è l'insieme dei valori di scuotimento (in questo caso per la PGA) per diverse frequenze annuali di eccedenza (valore inverso del periodo di ritorno). La tabella riporta i valori mostrati nel grafico, relativi al valore mediano (50mo percentile) ed incertezza, espressa attraverso il 16° e l'84° percentile.



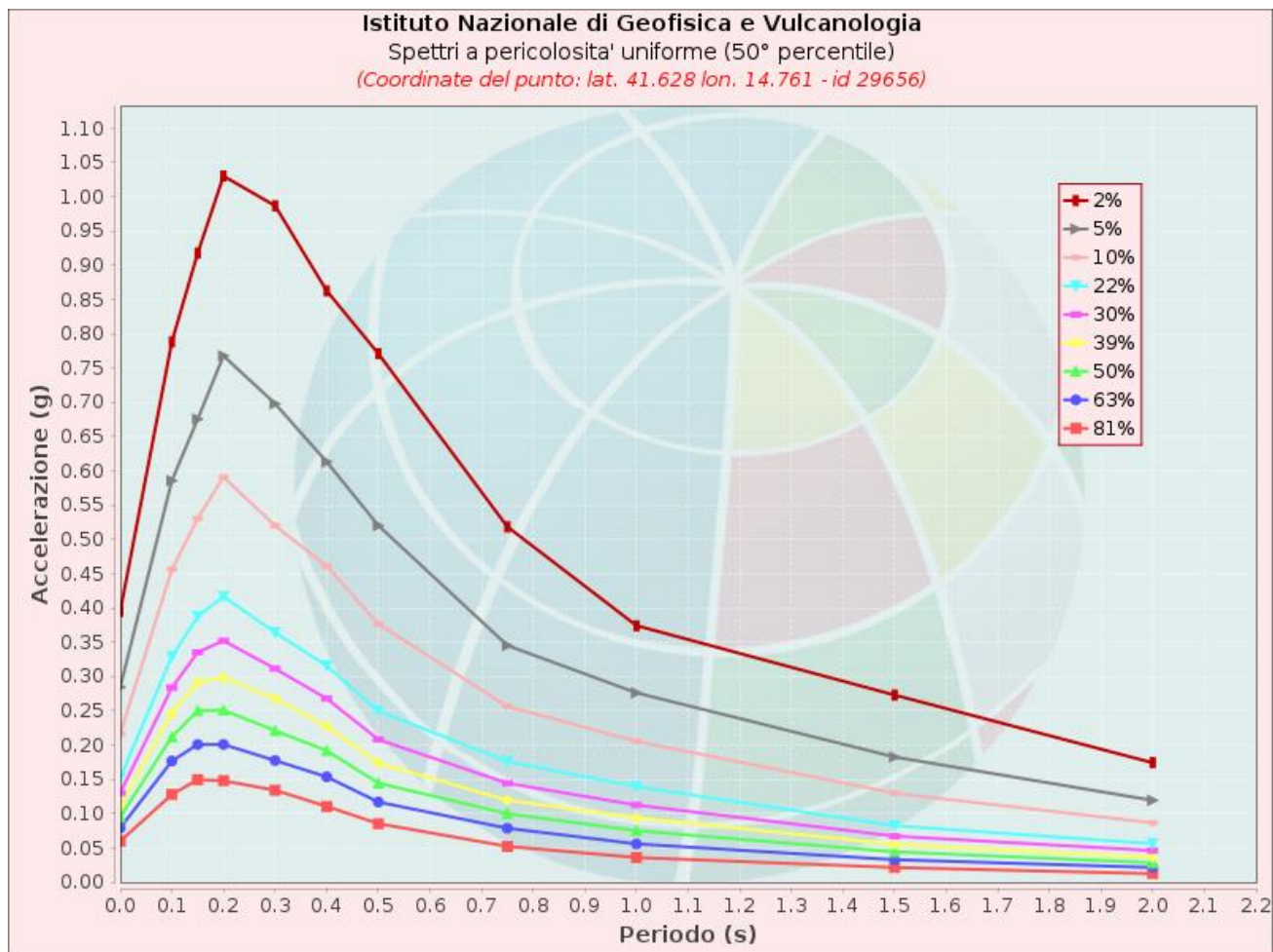
Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza			
Frequenza annuale di ecc.	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.277	0.395	0.460
0.0010	0.206	0.285	0.327
0.0021	0.160	0.216	0.247
0.0050	0.115	0.152	0.171
0.0071	0.099	0.130	0.144
0.0099	0.085	0.112	0.122
0.0139	0.073	0.095	0.101
0.0199	0.060	0.079	0.082
0.0332	0.045	0.060	0.062



### Figura 12: Spettri a pericolosità uniforme

Gli spettri indicano i valori di scuotimento calcolati per 11 periodi spettrali, compresi tra 0 e 2 secondi. La PGA corrisponde al periodo pari a 0 secondi. Il grafico è relativo alle stime mediane (50mo percentile) proposte dal modello di pericolosità.

I diversi spettri nel grafico sono relativi a diverse probabilità di eccedenza (PoE) in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico.

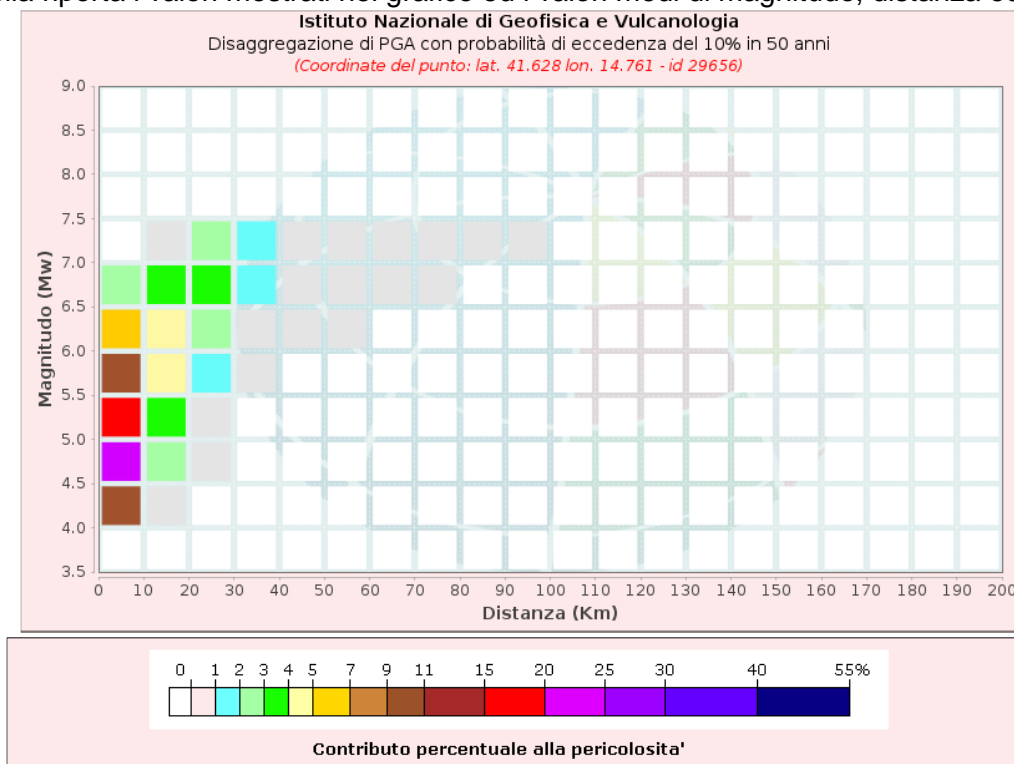


Spettri a pericolosità uniforme (50° percentile)												
PoE in 50 anni	Accelerazione (g)											
	Periodo (s)											
	0.0	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0	
2%	0.395	0.788	0.918	1.030	0.987	0.863	0.771	0.518	0.374	0.273	0.174	
5%	0.285	0.586	0.675	0.768	0.698	0.613	0.520	0.345	0.276	0.183	0.119	
10%	0.216	0.456	0.531	0.591	0.520	0.461	0.377	0.256	0.205	0.130	0.086	
22%	0.152	0.329	0.388	0.417	0.364	0.316	0.250	0.176	0.139	0.082	0.056	
30%	0.130	0.284	0.335	0.352	0.311	0.268	0.208	0.144	0.112	0.067	0.046	
39%	0.112	0.247	0.291	0.299	0.267	0.228	0.174	0.120	0.094	0.055	0.036	
50%	0.095	0.212	0.250	0.251	0.221	0.192	0.144	0.100	0.075	0.044	0.028	
63%	0.079	0.177	0.201	0.201	0.177	0.154	0.117	0.079	0.056	0.033	0.021	
81%	0.060	0.128	0.150	0.148	0.134	0.111	0.085	0.052	0.036	0.021	0.012	

**Figura 13: Grafico di disaggregazione**

Il grafico rappresenta il contributo percentuale delle possibili coppie di valori di magnitudo-distanza epicentrale alla pericolosità del nodo, rappresentata in questo caso dal valore della PGA mediana, per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

La tabella riporta i valori mostrati nel grafico ed i valori medi di magnitudo, distanza ed epsilon.



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

Distanza in Km	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	9.5200	21.6000	16.1000	10.1000	5.3500	2.4700	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.3990	2.3200	3.9500	4.5300	4.1200	3.1700	0.5280	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.0009	0.2380	1.1300	2.2600	3.3000	2.3100	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0885	0.7020	1.6500	1.6600	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1350	0.7500	0.9480	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0050	0.2020	0.3130	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0365	0.1050	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0030	0.0369	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0082	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi: magnitudo = 5.53 ; distanza = 10.7 ; epsilon = 1.04

## 5. ANALISI DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA E STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROGEROLOGICA

Il sito di interesse per l'installazione dell'impianto eolico, ricade all'interno del Bacino idrografico del Fiume Fortore e confina con il Bacino Idrografico del Biferno, entrambe di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale Appennino Meridionale, ex AdB Regionale Molise.

Si riportano di seguito gli inquadramenti PAI valori di pericolosità (Figura 14) e valori di rischio (Figura 15).

Le Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico ex Adb del Fiume Fortore, individua e classifica, a scala di bacino, le aree in frana distinguendole in base a livelli di pericolosità determinati secondo le procedure indicate nella Relazione Generale di cui all'art.5 comma 1 lettera a).

Si individuano le tre seguenti classi di aree a diversa pericolosità da frana, come riportate negli elaborati di piano (tavole da T. 02-01 a T. 02-32) e come di seguito definite:

- 1) aree a pericolosità da frana estremamente elevata (PF3);
- 2) aree a pericolosità da frana elevata (PF2);
- 3) aree a pericolosità da frana moderata (PF1);

Appartengono alla classe PF2 le aree con elevata pericolosità da frana evidenziate dalla presenza di elementi distintivi del carattere di quiescenza e da indicatori geomorfologici diretti quali la presenza di corpi di frana preesistenti e di segni precursori di fenomeni gravitativi (ondulazioni, contropendenze, fratture di trazione, aperture anomale nei giunti di discontinuità, rigonfiamenti, etc.). Appartengono a tale classe le aree di probabile evoluzione spaziale dei fenomeni censiti con stato attivo. Rientrano in tale classe anche fenomeni di dissesto superficiali (soliflussi e/o deformazioni viscosi dei suoli per i quali è scontata l'attività continua nel tempo o, al più, il carattere stagionale) censite come frane s.s. anche se tali non possono considerarsi (Canuti & Esu 1995; Cruden 1991) e le frane sulle quali sono stati realizzati interventi di consolidamento (frane stabilizzate artificialmente). Appartengono a tale classe, inoltre, gli areali che, sulla base dei caratteri fisici (litologia e caratteristiche geotecniche dei terreni, struttura e giacitura dei corpi geologici, processi di degradazione meteorica, dinamica geomorfologica in atto, etc.), vegetazionale e di uso del suolo sono privi, al momento, di indicazioni morfologiche di fenomeni franosi superficiali e/o profondi ma che potrebbero evolvere attraverso fenomenologie di frana a cinematica rapida (crolli, ribaltamenti, debris flow). Tale ultima indicazione assume carattere cautelativo, volto a scongiurare l'insorgere di nuove condizioni di rischio e a mitigare quelle già esistenti.

Secondo l'Art.26 delle NTA del Pai, nelle Aree classificate a pericolosità elevata (PF2) sono consentiti, oltre agli interventi ammessi all'articolo 25, previa valutazione di compatibilità idrogeologica di cui all'*allegato 2*, gli interventi a carattere edilizio-infrastrutturale di seguito elencati :

a) Interventi di restauro e risanamento conservativo di cui alla lettera c) comma 1 dell'art.3 del D.P.R. n.380 del 06-06-2001, purché non siano previsti cambiamenti di destinazione d'uso che possano comportare un aumento del carico antropico;

b) Interventi di ampliamenti degli edifici esistenti unicamente per motivate necessità di adeguamento igienico sanitario.



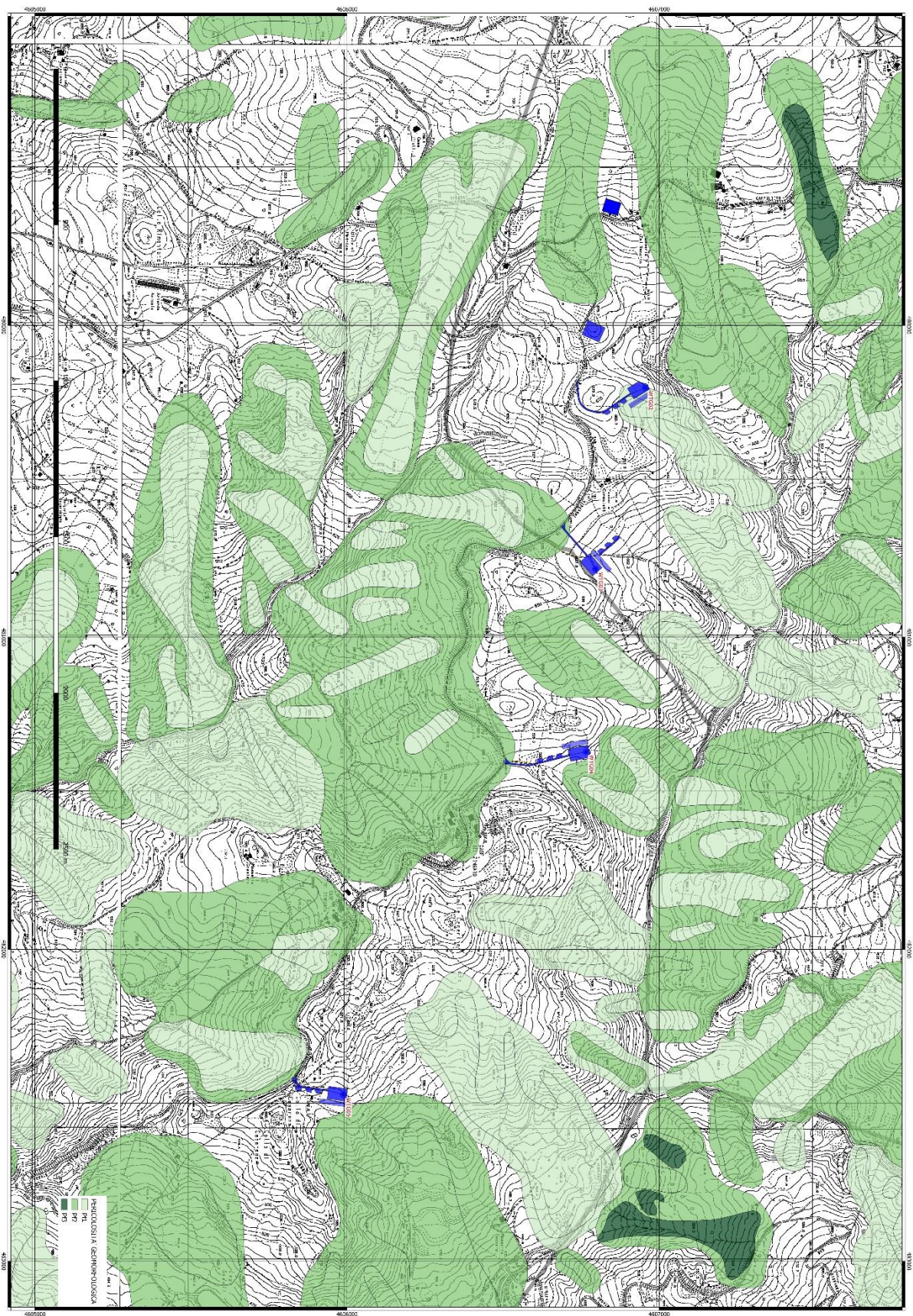


Figura 14 Inquadramento PAI (Piano di Assetto Idrogeologico), pericolosità geomorfologiche.



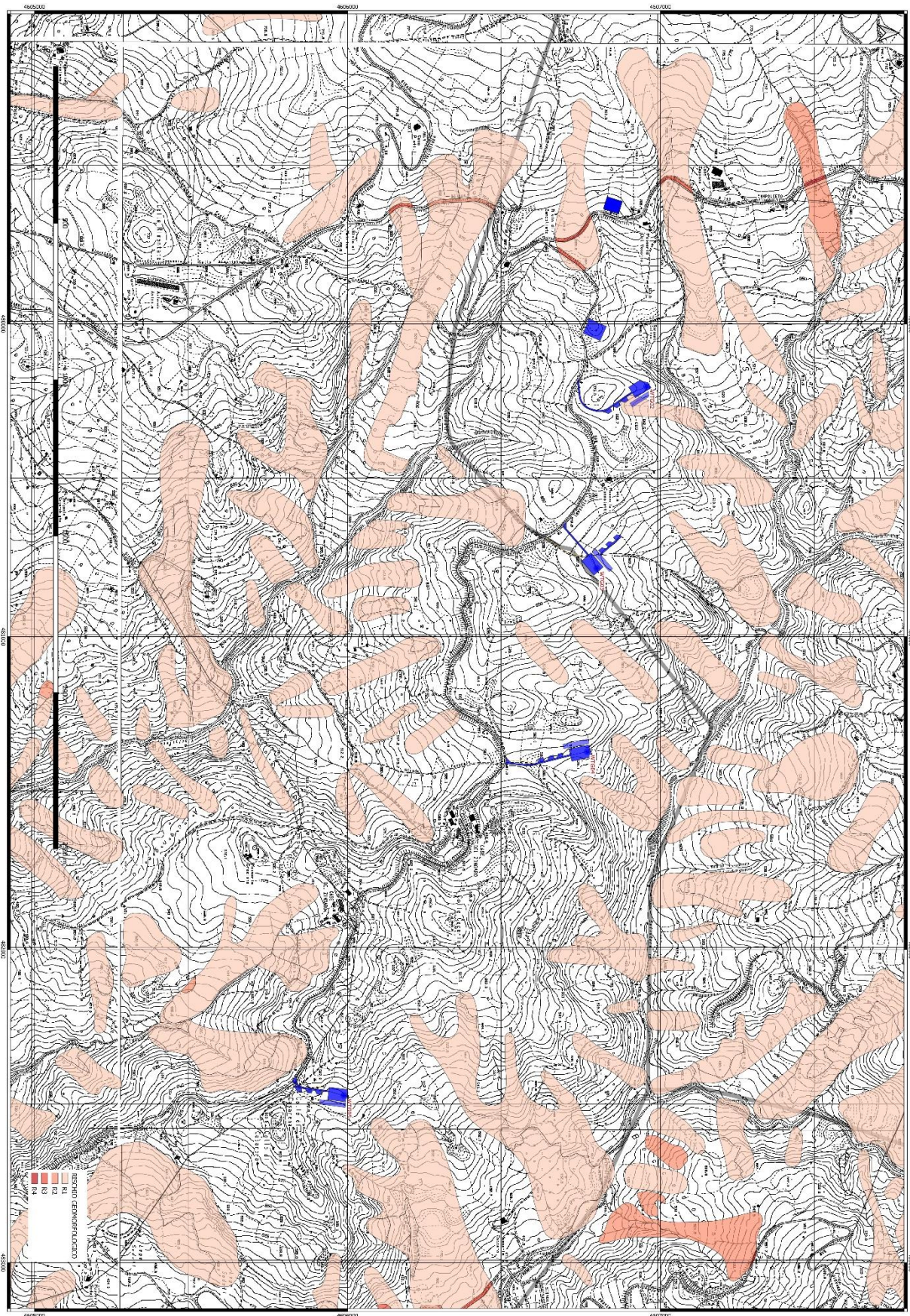


Figura 15 Inquadramento PAI (Piano di Assetto Idrogeologico), valori di rischio geomorfologico.











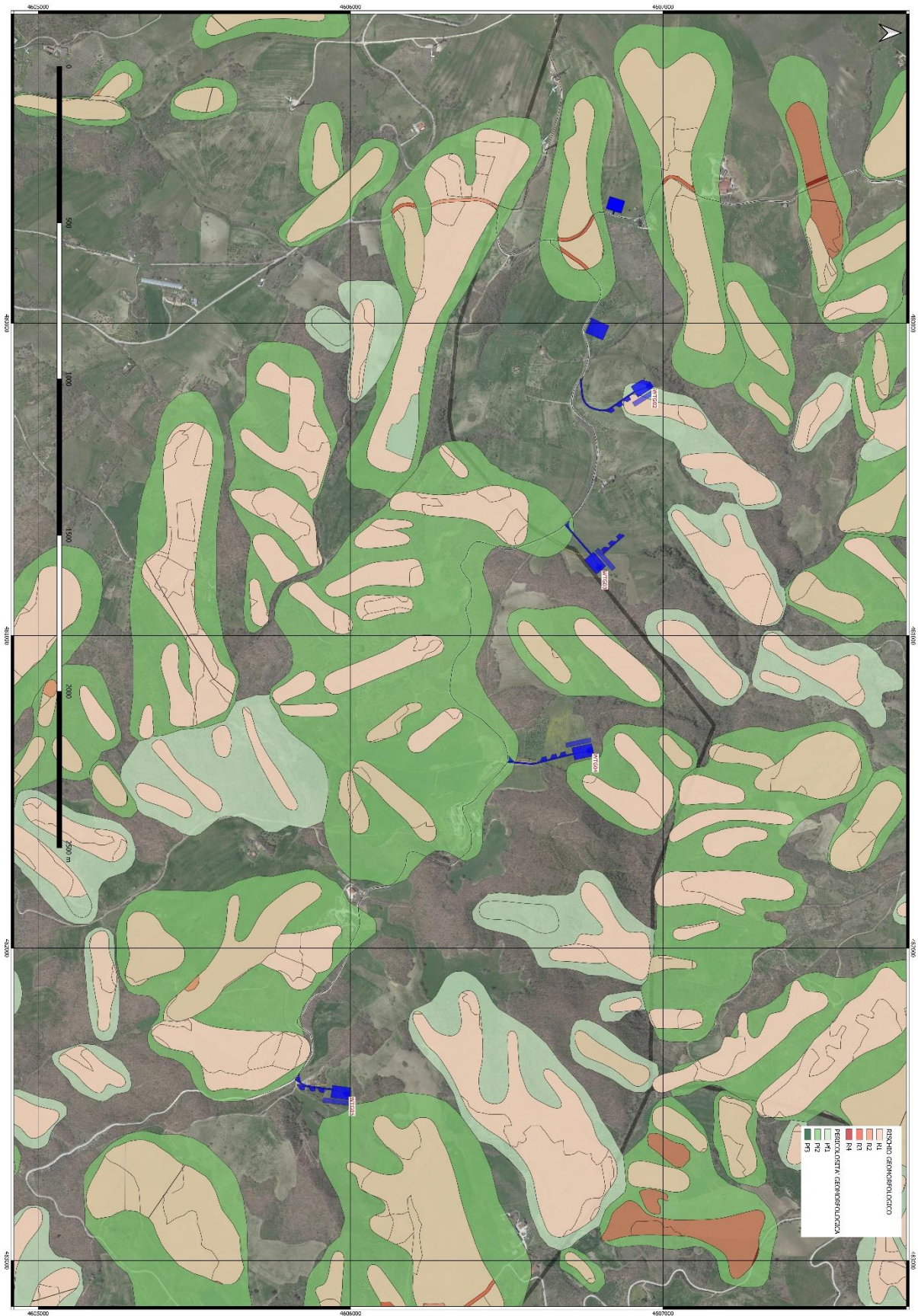


Figura 10 Dettaglio inquadramento PAI

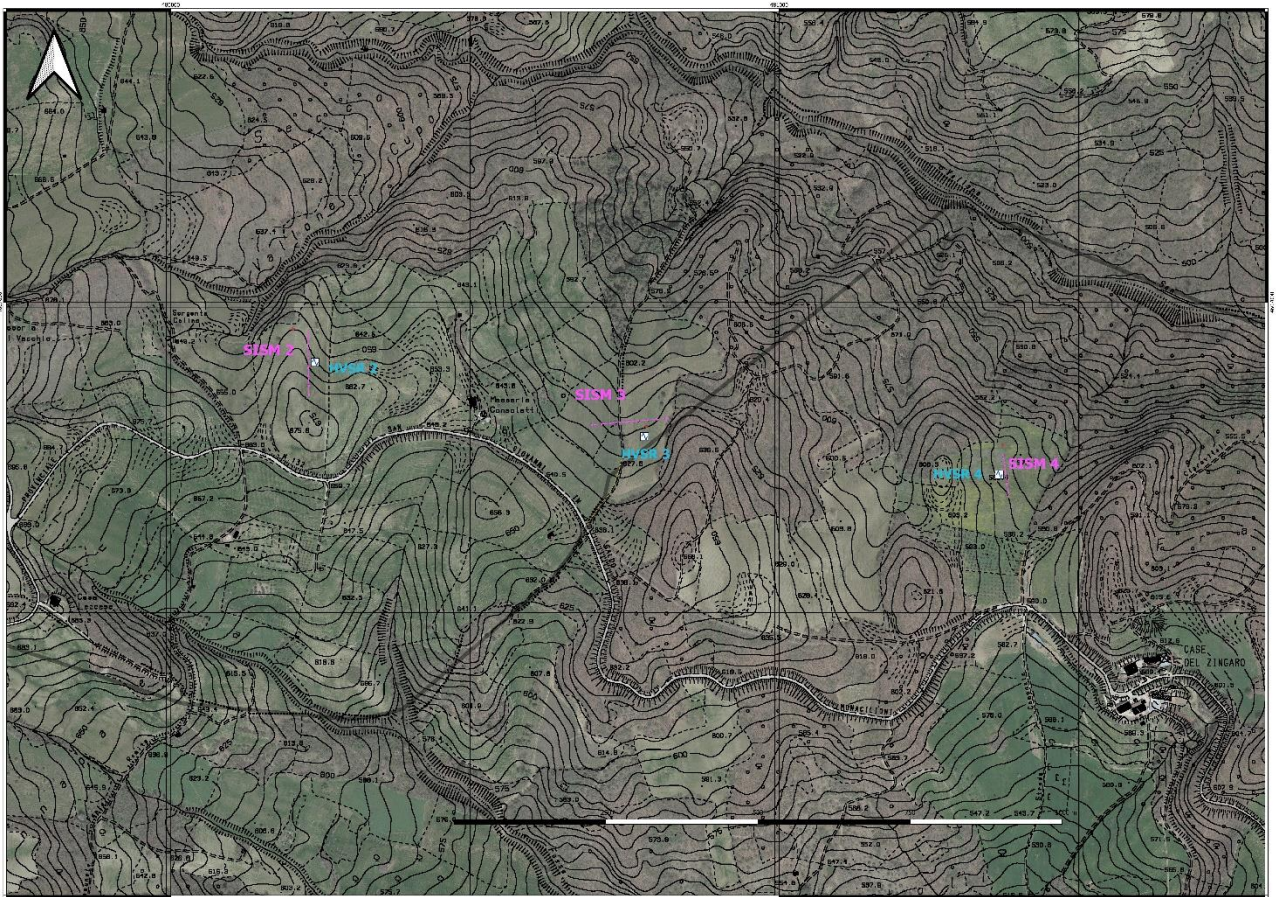
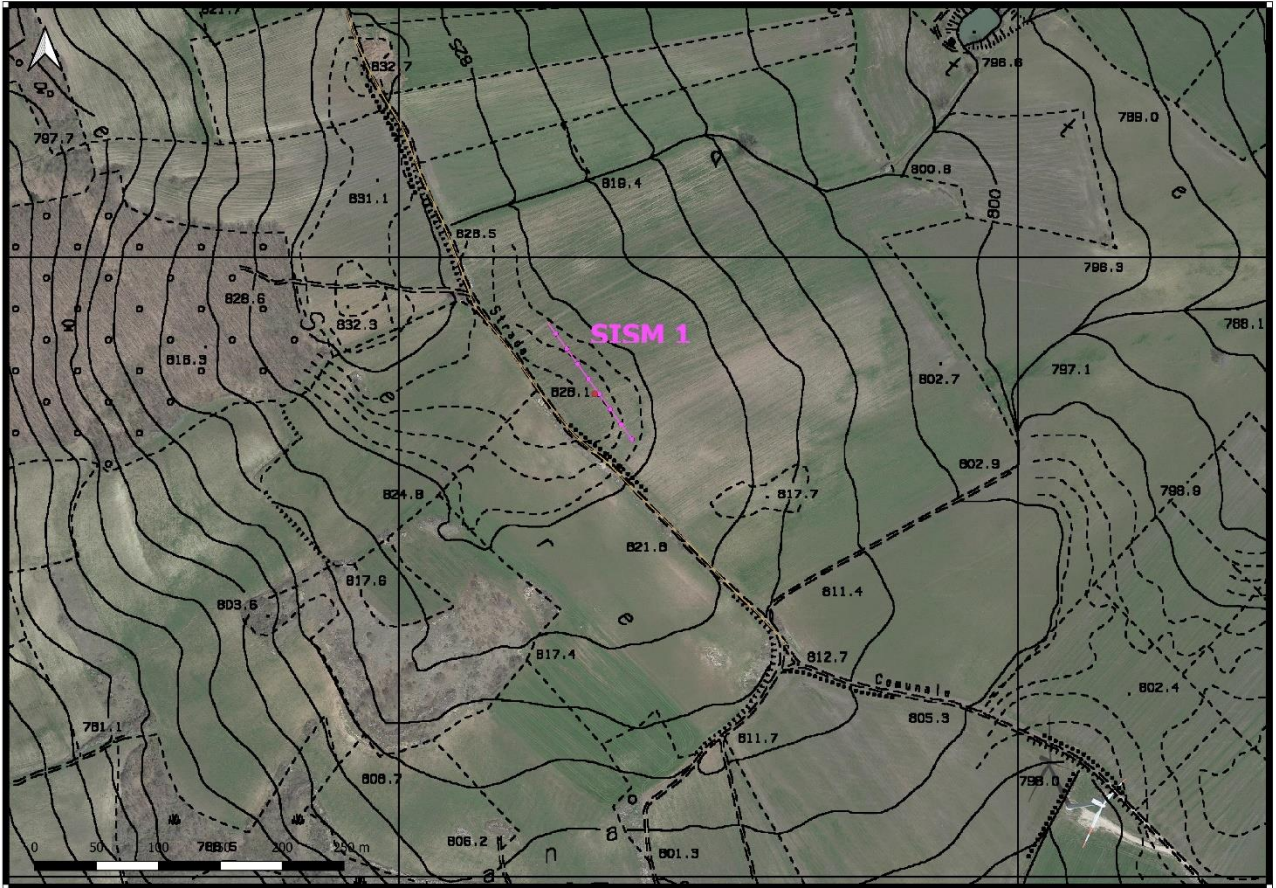
## 6. INDAGINI ESEGUITE

Sono state eseguite:

- cinque indagini sismiche a rifrazione in onde P;
- cinque indagini sismica di tipo MASW per la determinazione delle onde di taglio (S) in corrispondenza dello stesso stendimento della sismica a rifrazione; tale tecnica ha consentito di stimare il valore delle  $V_{s,eq}$  e quindi attribuire al sottosuolo in esame una delle categorie di suolo di fondazione contemplata dalle Norme Tecniche delle Costruzioni 2018;

mediante strumentazione costituita da un sismografo A6000S della MAE e 24 geofoni verticali, equispaziati con interdistanza geofonica pari a 3 m, lunghezza stendimento pari a 72 m, 7 punti di energizzazione per l'indagine sismica a rifrazione in onde P e 2 punti per l'indagine MASW, Ad ogni stendimento è stata abbinato una o due indagini HVSR per un totale di 5.







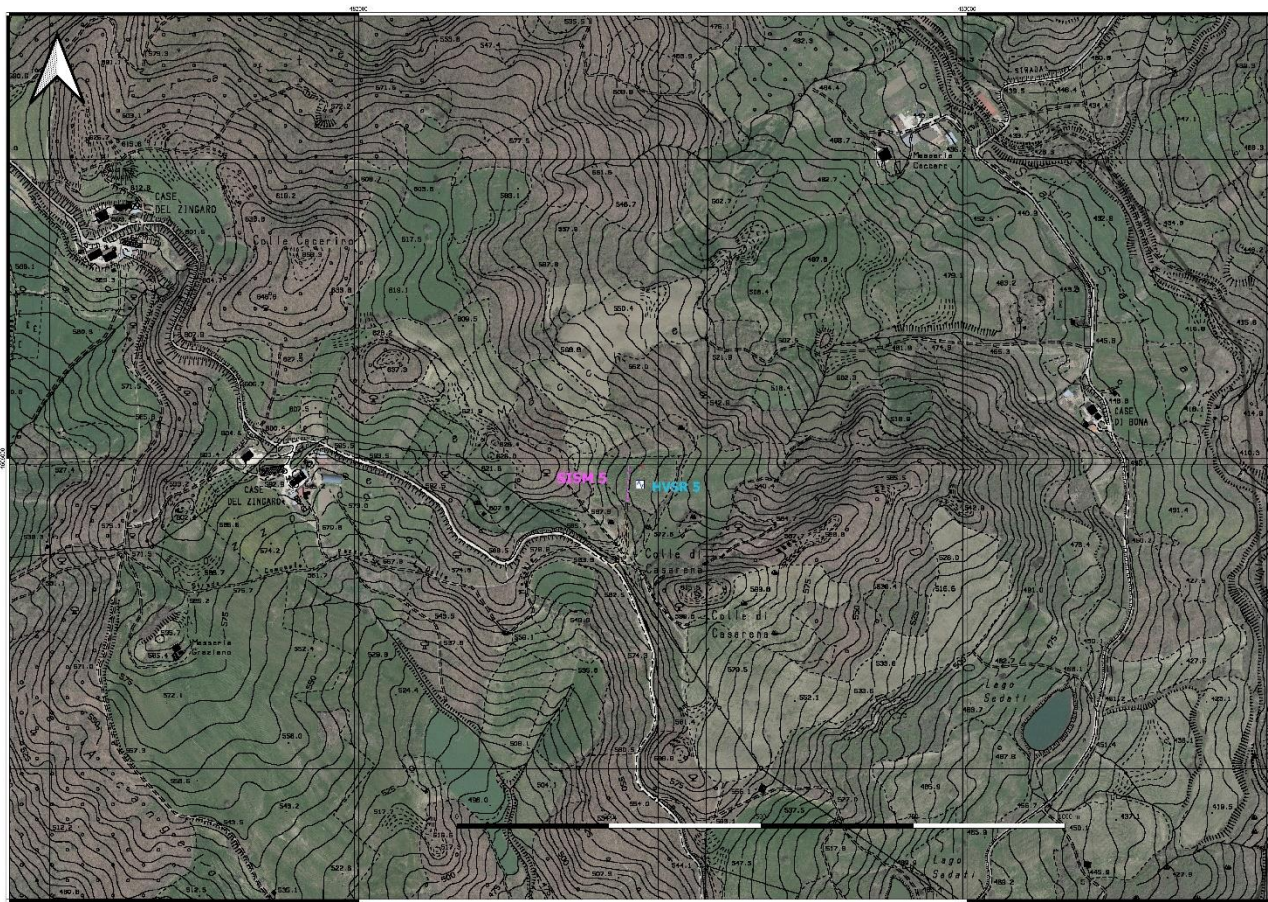


Figure 19 Ubicazione indagini eseguite su Carta Tecnica Regionale 1:5000.

## 6.1 INDAGINI GEOFISICHE A RIFRAZIONE IN ONDE P METODO GRM E METODO TOMOGRAFICO

### Cenni sul metodo sismico a rifrazione

La sismica a rifrazione considera i tempi di propagazione di onde elastiche che, generate al suolo, si rifrangono su superfici di discontinuità. Dalla misura dei tempi di percorso dalla stazione energizzante ad una successione di stazioni riceventi, rappresentata ognuna da un geofono, è possibile dedurre le velocità e gli spessori degli orizzonti in cui si propagano le onde elastiche generate e quindi ottenere informazioni sulla natura e sulla struttura del sottosuolo, per profondità che variano da pochi metri fino varie decine di chilometri.

Mettendo in diagramma in ordinate i tempi di percorso misurati e, in ascisse le distanze dalla sorgente energizzante dei vari geofoni dello stendimento, si ottiene un grafico tempi-distanze la cui analisi permetterà di individuare le «dromocrone», cioè dei segmenti di retta che segnalano percorsi effettuati con uguale velocità (Carrara et al., 1992)

La metodologia sismica a rifrazione permette dunque di ottenere la stima delle velocità di propagazione delle onde sismiche nel sottosuolo che sono generate quando il terreno è sottoposto a sollecitazioni artificiali (ad esempio massa battente). La determinazione delle velocità viene ricavata misurando i tempi di primo arrivo delle onde sismiche generate in diversi punti sulla superficie topografica.

Operativamente, ciò che viene eseguito in campo è una disposizione lungo una retta di trasduttori (geofoni) lungo la sezione che si desidera investigare. Quindi, in funzione della risoluzione e delle profondità ricercate, si dispongono i punti di produzione dell'energia elastica. I punti di energizzazione saranno disposti secondo geometrie variabili rispetto alla copertura geofonica.

I geofoni sono costituiti da una massa magnetica oscillante che trasforma, per induzione elettromagnetica, il movimento in un segnale elettrico, il quale è acquisito e digitalizzato da un sismografo digitale. Per quanto riguarda l'elaborazione del segnale, essa avviene nel dominio del tempo, determinando l'intervallo di tempo intercorso tra l'energizzazione ed il primo arrivo del segnale sismico su ogni singolo geofono.

L'indagine è stata condotta in onde P (utilizzando geofoni verticali).

Lo scopo della tecnica d'indagine è di ricostruire un profilo sismo-stratigrafico lungo l'allineamento geofonico di investigazione. Secondo i tempi di primo arrivo delle onde longitudinali P e le distanze relative alla configurazione geometrica adottata (interdistanza tra i geofoni e offset di scoppio, ovvero distanza tra sorgente e primo ricevitore) sarà possibile dimensionare gli spessori dei sismo-strati attraversati dalle onde elastiche e quindi ottenere una dettagliata perizia sismica della porzione di sottosuolo sottoposta ad indagine.

## Strumentazione e configurazione geometrica utilizzata

La strumentazione utilizzata è costituita da un sismografo multicanale **M.A.E. A6000S**, avente le seguenti caratteristiche tecniche :

- capacità di campionamento dei segnali tra 0.002 e 0.00005 sec;
- sistema di comunicazione e di trasmissione del “tempo zero” (time break)
- filtri High Pass e Band Reject
- “Automatic Gain Control”
- convertitore A/D a 24 bit
- 24 geofoni verticali (P) con periodo proprio di 4.5 Hz;
- massa battente pesante di 10 Kg.

## Acquisizione dei dati

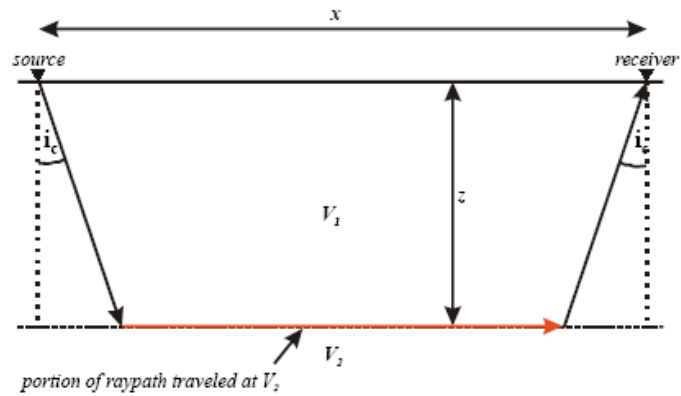
Dunque sono stati utilizzati 24 canali, disposti in modo da mantenere un'interdistanza di 3m e sono state effettuate 7 energizzazioni per stendimento così distribuite: quattro esterne allo stendimento, poste a 2 e 10 metri dal 1° e dal 24° geofono, una al centro dello stendimento, ovvero tra il 12° e il 13° geofono; altre due energizzazioni interne allo stendimento disposte simmetricamente rispetto al centro, ovvero tra il 4° e il 5°, tra il 8° e il 9°, tra il 16° e il 17°, tra il 20° e il 21° geofono.

## Elaborazione dati

L'acquisizione e l'elaborazione, dei dati sismici acquisiti (onde P) è avvenuta con l'ausilio dei software PsLab, Easy Refract della Geostru e Smart Tomo.

La tecnica di elaborazione dei dati sismici utilizzata è quella del Time Term Inversion (TTI) che permette di risolvere geometrie del sottosuolo piuttosto complesse. Questa procedura si avvale del metodo dei minimi quadrati, ma considera l'inversione semplice dei tempi di percorso sorgente-ricevitori definendo la lentezza S come parametro inverso della velocità:  $S = 1/V$ .





Caso di due strati piano paralleli.

In condizioni di due strati piano paralleli, sarà:  $S_1 = 1/V_1$  e  $S_2 = 1/V_2$  (figura 6).

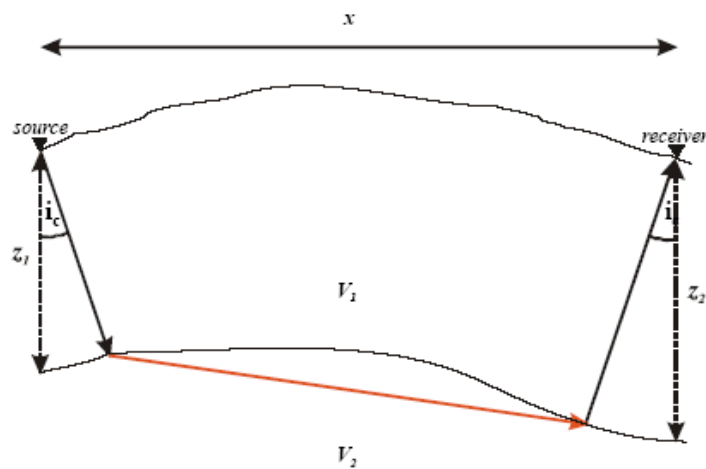
Dalla legge di Snell:

- $\sin(i_c) = S_2/S_1$

Il tempo totale di percorso dell'onda rifratta dalla sorgente al ricevitore è dato da:

- $t = 2S_1 \cos(i_c) z + xS_2$ ;

dove  $Z$  e  $S_2$  sono le incognite. Se invece si considera il caso più frequente di rifrattore non parallelo al piano campagna, ma caratterizzato da una morfologia piuttosto variabile, le incognite in questo caso saranno  $Z_1$ ,  $Z_2$  e  $S_2$ .



Definendo:

- $c = 2S_1 \cos(i_c)$

il tempo di percorso diventerà:

- $t = cz_1 + cz_2 + xS_2$

Generalizzando si ottiene:

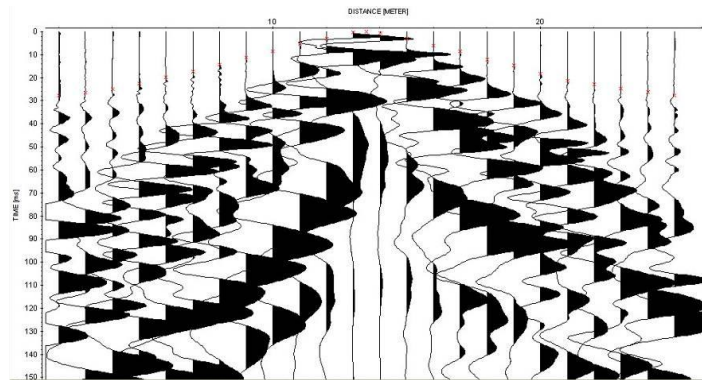
$$t_j = \sum_{k=1}^n c_{jk} z_k + x_j s_2$$

Ovvero in forma matriciale:

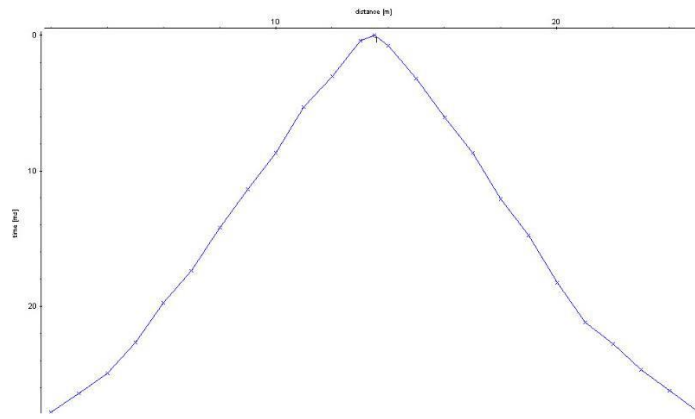
$$\begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} & \cdot & c_{1n} & x_1 \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} & \cdot & c_{2n} & x_2 \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} & \cdot & c_{3n} & x_3 \\ c_{41} & c_{42} & c_{43} & \cdot & c_{4n} & x_4 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ c_{m2} & c_{m2} & c_{m3} & \cdot & c_{mn} & x_m \end{pmatrix} \begin{pmatrix} z_1 \\ z_2 \\ z_3 \\ \cdot \\ z_n \\ s_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t_1 \\ t_2 \\ t_3 \\ t_4 \\ \cdot \\ t_m \end{pmatrix}$$

Dove  $m$  = numero di curve di percorso,  $n$  = numero di ricevitori. A questo punto la matrice si può risolvere per  $z_1 \dots z_n$  e  $s_2$ .

Dopo aver effettuato la lettura dei tempi di primo arrivo su ogni *shot gather* si ricavano le dromocrone. Lo studio accurato delle dromocrone permette di assegnare un numero di strati e il loro spessore e con il metodo *time term inversion* si ricava il modello di velocità bidimensionale.



-Picking dei primi arrivi su un esempio di shot gather.



Dromocrona (curva espressa in funzione del tempo e della distanza)



## Inversione tomografica

La tecnica tomografica prevede la creazione di un modello sintetico del sottosuolo e la sua perturbazione alla ricerca del minimo scarto tra le misure effettuate sul terreno e le misure “virtuali” registrate sul modello sintetico attraverso una procedura iterativa che alterna le due seguenti fasi:

- Nella fase “diretta” vengono calcolati sul modello sintetico i tempi di arrivo dell’impulso sismico (smartTomo è basato sul lavoro di Moser, T. J. "Shortest path calculation of seismic rays." Geophysics 56.1 (1991): 59-67). Il modello di velocità iniziale è suddiviso in una griglia le cui celle hanno assegnato un valore di velocità iniziale. Sui lati della cella sono presenti più nodi (il numero è scelto dall’utente) che costituiscono i nodi della rete di ipotetici raggi sismici che connettono tutte le sorgenti e tutti i ricevitori che sono anch’essi dei nodi. Ogni nodo è connesso con i nodi delle celle adiacenti.

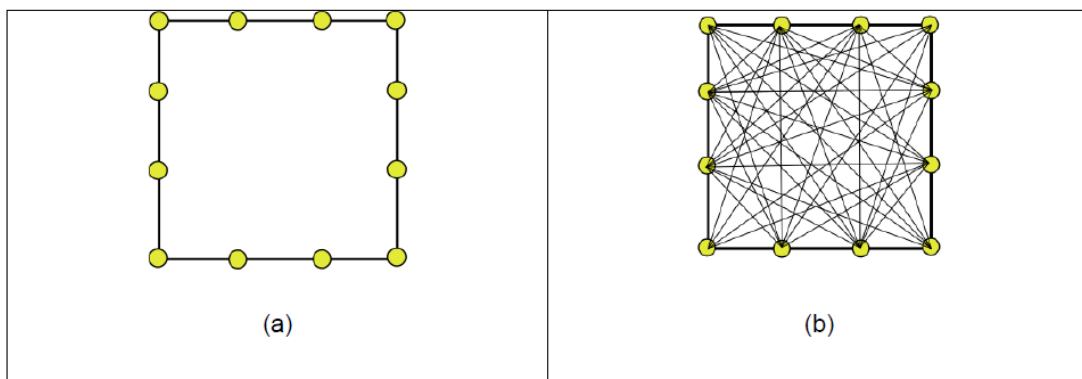


Figura 1 (a) Esempio di cella con 4 nodi; (b) visualizzazione dei possibili raggi sismici che congiungono i nodi della cella. Aumentando il numero di nodi aumenta il dettaglio e la precisione nel percorso dei raggi sismici ma aumenta anche l’uso di memoria.

Il percorso delle onde rifratte corrisponde al percorso lungo i raggi sismici che impiega il minor tempo a percorrere il tragitto tra la sorgente ed il ricevitore.

- Nella fase “inversa” i tempi sintetici calcolati nel passo “diretto” vengono confrontati con i tempi misurati; le differenze tra i due tempi sono usate per aggiornare il modello sintetico (smartTomo impiega un algoritmo riconducibile alla famiglia delle “Simultaneous Iterative Reconstruction Technique”). Nell’applicazione di questo metodo la velocità viene sostituita dal suo inverso, la lentezza. Quindi considerando un generico raggio sismico  $j$  tra la sorgente ed il ricevitore la lentezza media può essere espressa come:

$$S_j = t_0 l_j$$

dove  $t_0$  rappresenta il tempo misurato tra la sorgente ed il ricevitore e  $l_j$  rappresenta la lunghezza del raggio sismico  $j$ -esimo. Pertanto, conoscendo i tempi di percorso misurato  $t_m$  e  $t_c$  per il raggio  $j$ -esimo si può calcolare il residuo del tempo di percorso:

$$\Delta t_j = t_{mj} - t_{cj}$$

Il residuo dei tempi di percorso può essere proiettato su ciascuna cella  $k$  su cui può essere calcolato anche il fattore di correzione della lentezza:

$$\Delta S_k = \sum \Delta t_{ik} \sum \Delta l_{ik}$$

L'indice  $i$  indica ciascun raggio sismico incidente sulla cella  $k$ -esima. Il fattore di correzione della lentezza verrà utilizzato per aggiornare il modello di velocità alla fine di ogni iterazione del ciclo di risoluzione.

Questa procedura consente di ottenere un modello, con variazioni di velocità continue e non necessariamente vincolato alla presenza di rifrattori.

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

**Tabella 1.1 – 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



f)

Calcere compatte	2800-6400
Calcere cristalline	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 della base sismica in esame.

REPORT INDAGINI

	Numero canali	Distanza intergeofonica (m)	Lunghezza stendimento geofonico	Numero sorgenti
SISM 1	24	3	72	9
SISM 2	24	3	72	9
SISM 3	24	3	72	9
SISM 4	24	3	72	9
SISM 5	24	3	72	9

Report SISM1

**Geometria geofoni**

	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	0.0	0.0
2	3.0	0.0
3	6.0	0.0
4	9.0	0.0
5	12.0	0.0
6	15.0	0.0
7	18.0	0.0
8	21.0	0.0
9	24.0	0.0
10	27.0	0.0
11	30.0	0.0
12	33.0	0.0
13	36.0	0.0
14	39.0	0.0
15	42.0	0.0
16	45.0	0.0
17	48.0	0.0
18	51.0	0.0
19	54.0	0.0
20	57.0	0.0
21	60.0	0.0
22	63.0	0.0
23	66.0	0.0
24	69.0	0.0

*Interpretazione col metodo G<sub>r</sub>.R.M.*

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 0.0 [m]	15.0	--
G= 3.0 [m]	14.5	--



G= 6.0 [m]	14.0	--
G= 9.0 [m]	13.8	--
G= 12.0 [m]	13.5	--
G= 15.0 [m]	13.8	--
G= 18.0 [m]	13.7	--
G= 21.0 [m]	13.3	--
G= 24.0 [m]	12.9	--
G= 27.0 [m]	12.9	--
G= 30.0 [m]	12.7	--
G= 33.0 [m]	12.6	--
G= 36.0 [m]	11.3	--
G= 39.0 [m]	10.8	--
G= 42.0 [m]	10.0	--
G= 45.0 [m]	10.4	--
G= 48.0 [m]	10.2	--
G= 51.0 [m]	10.6	--
G= 54.0 [m]	10.3	--
G= 57.0 [m]	10.0	--
G= 60.0 [m]	10.0	--
G= 63.0 [m]	10.0	--
G= 66.0 [m]	10.3	--
G= 69.0 [m]	11.1	--
Velocità [m/sec]	874.1	3651.2
Descrizione		

### Altri parametri geotecnici

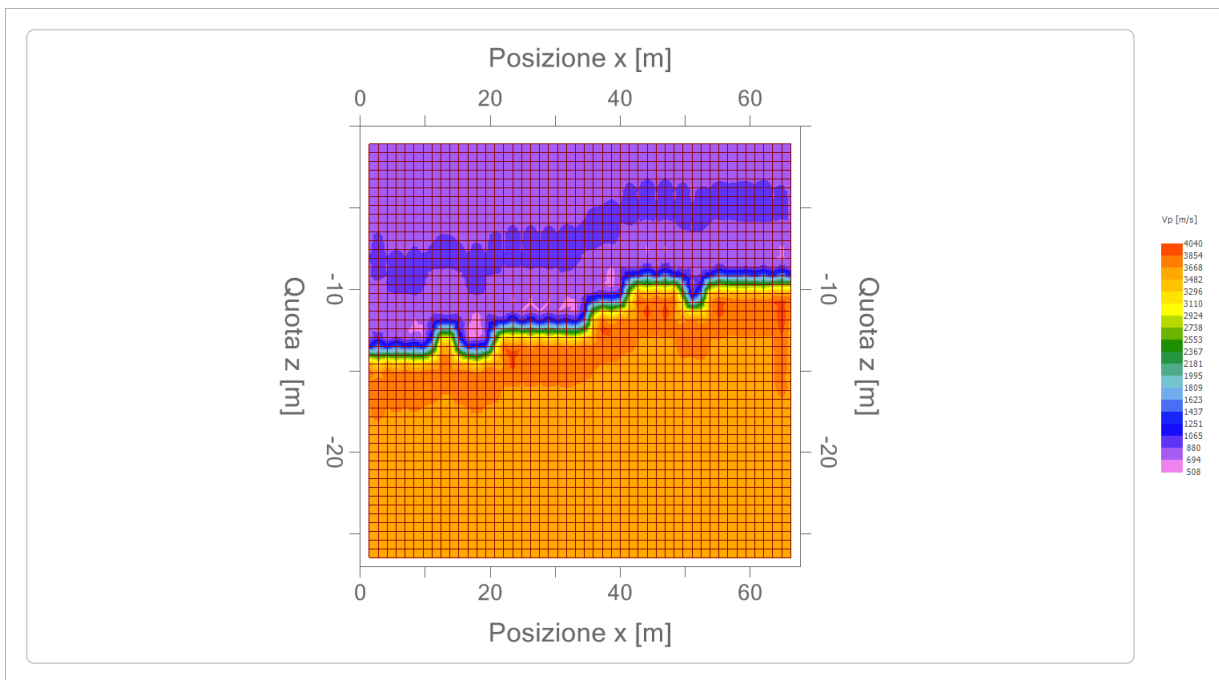
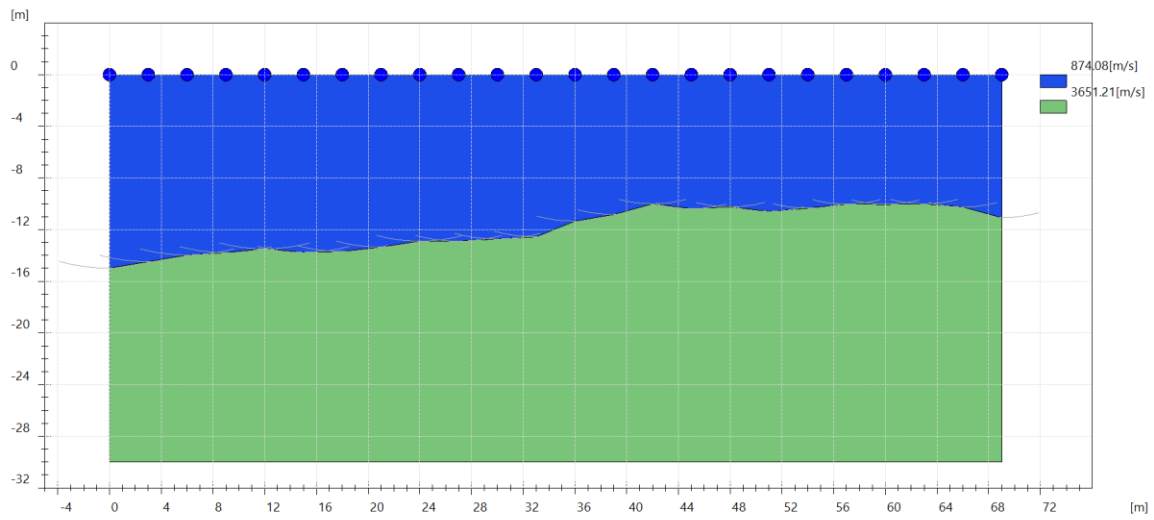
	Strato n. 1	Strato n. 2
Coefficiente Poisson	0.35	0.35
Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	1800.00	1800.00
Vp [m/s]	874.08	3651.21
Vs [m/s]	419.89	1753.98
G0 [MPa]	317.36	5537.62
Ed [Mpa]	1375.22	23996.36
M0 [MPa]	1057.86	18458.74
Ey [Mpa]	856.87	14951.58

G0: Modulo di deformazione al taglio;

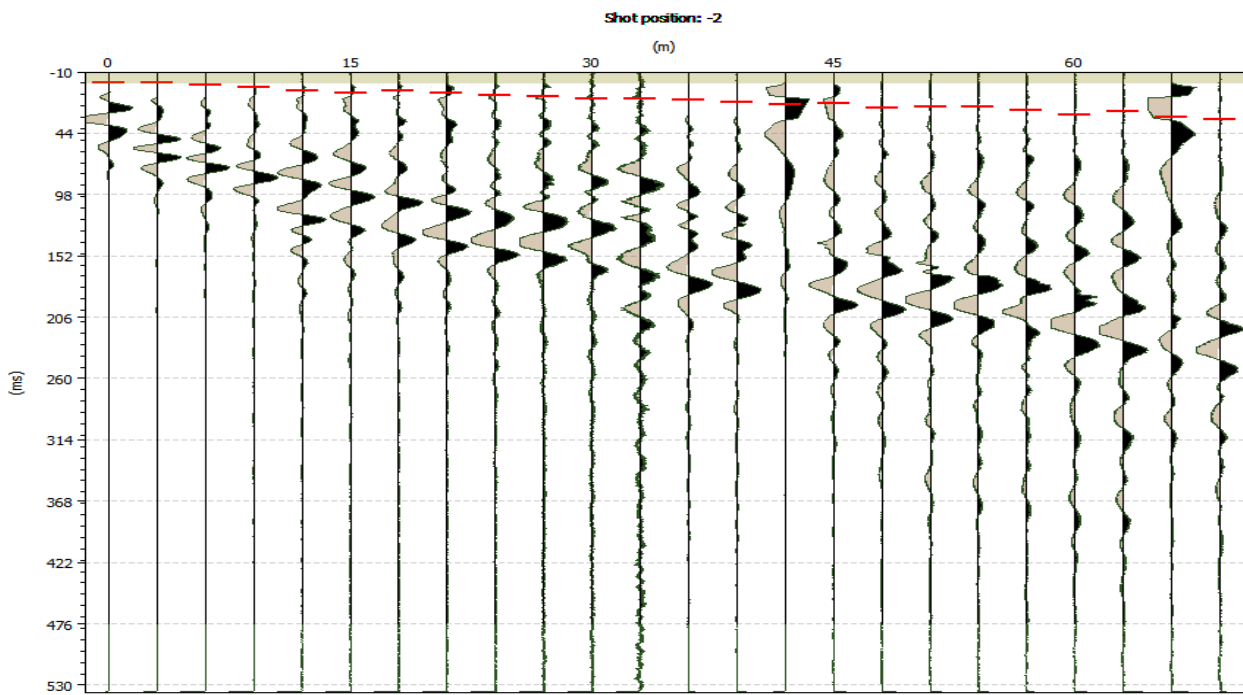
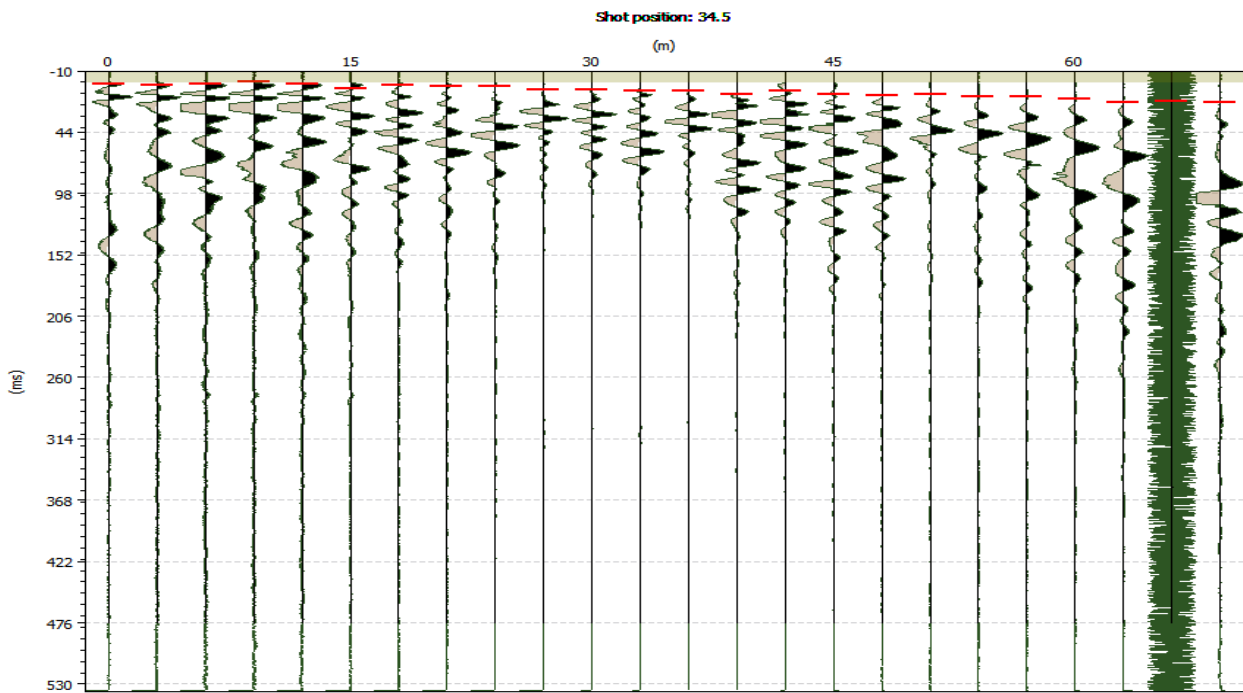
Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

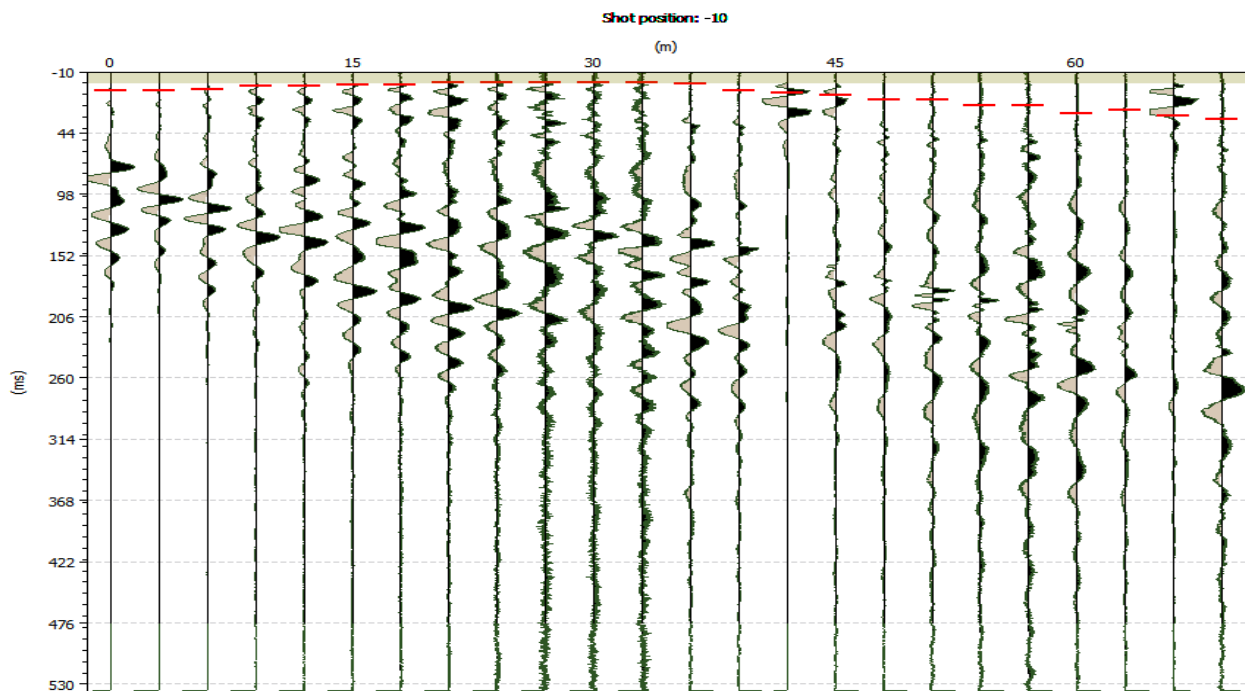
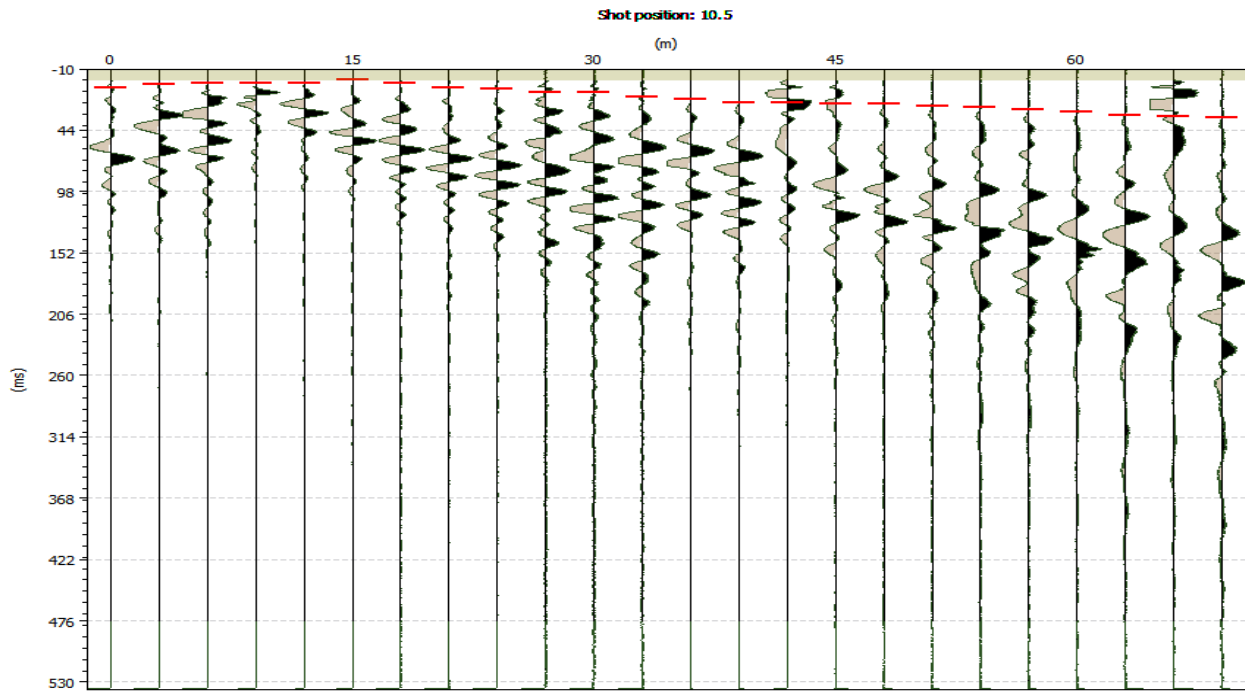
Ey: Modulo di Young;



Elaborazione tomografica SISM 1

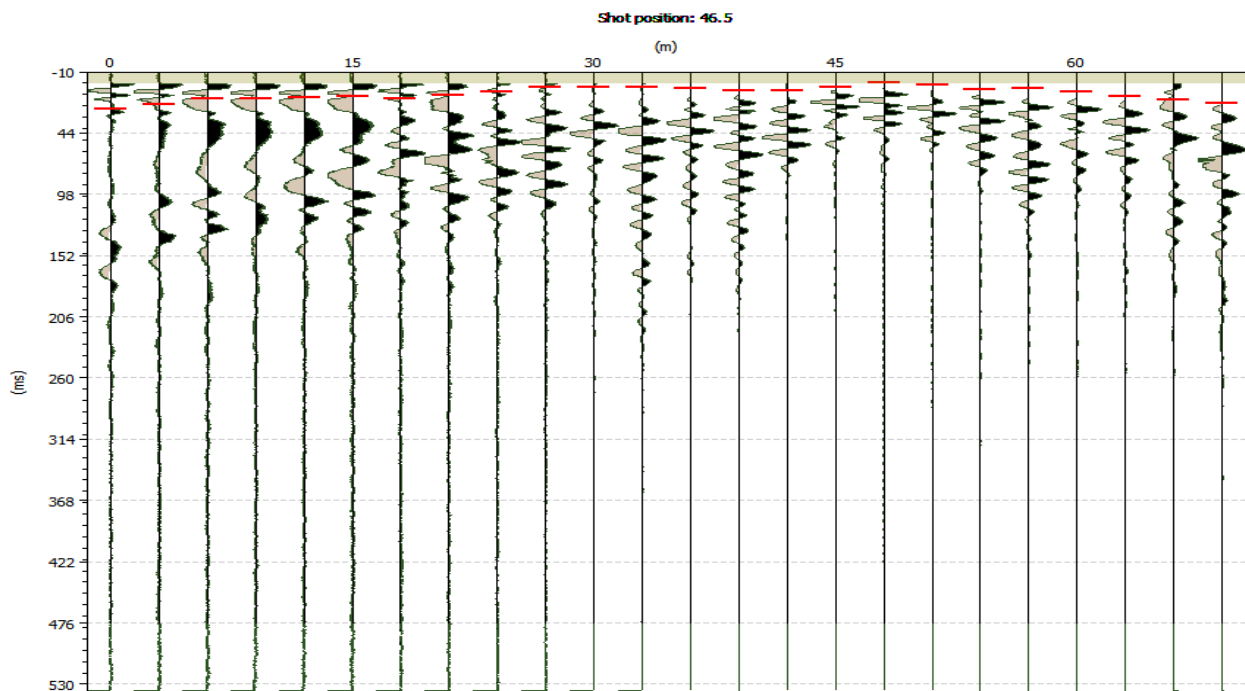
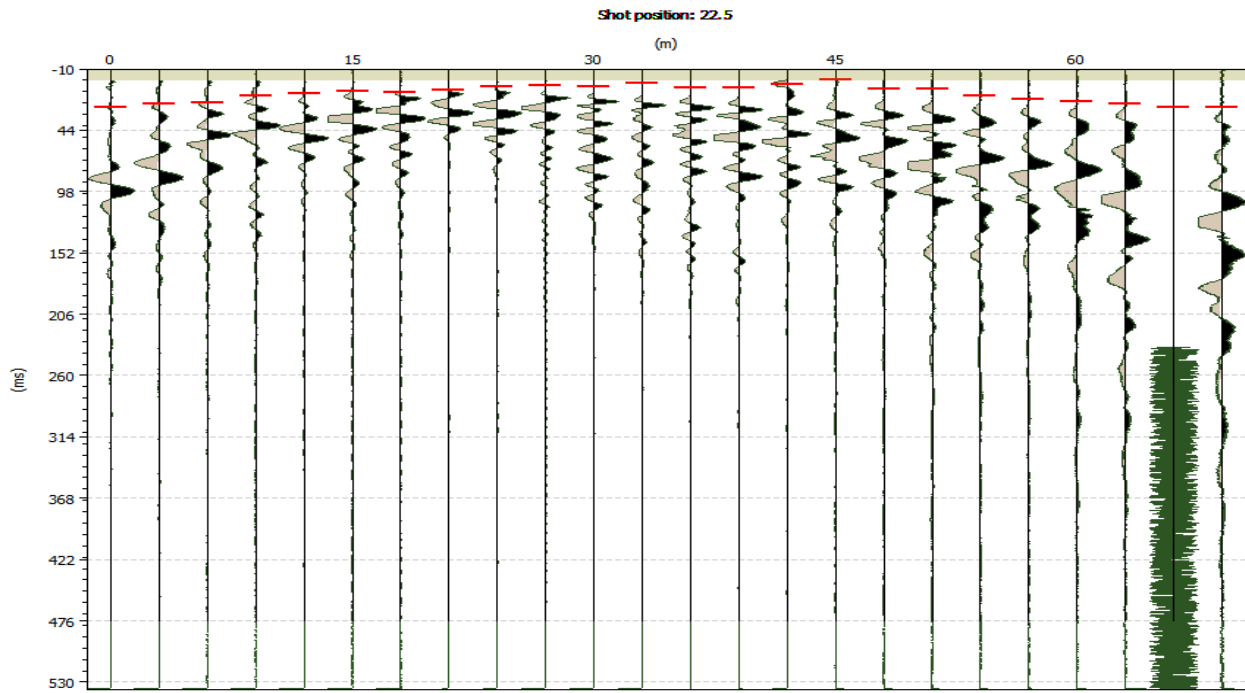






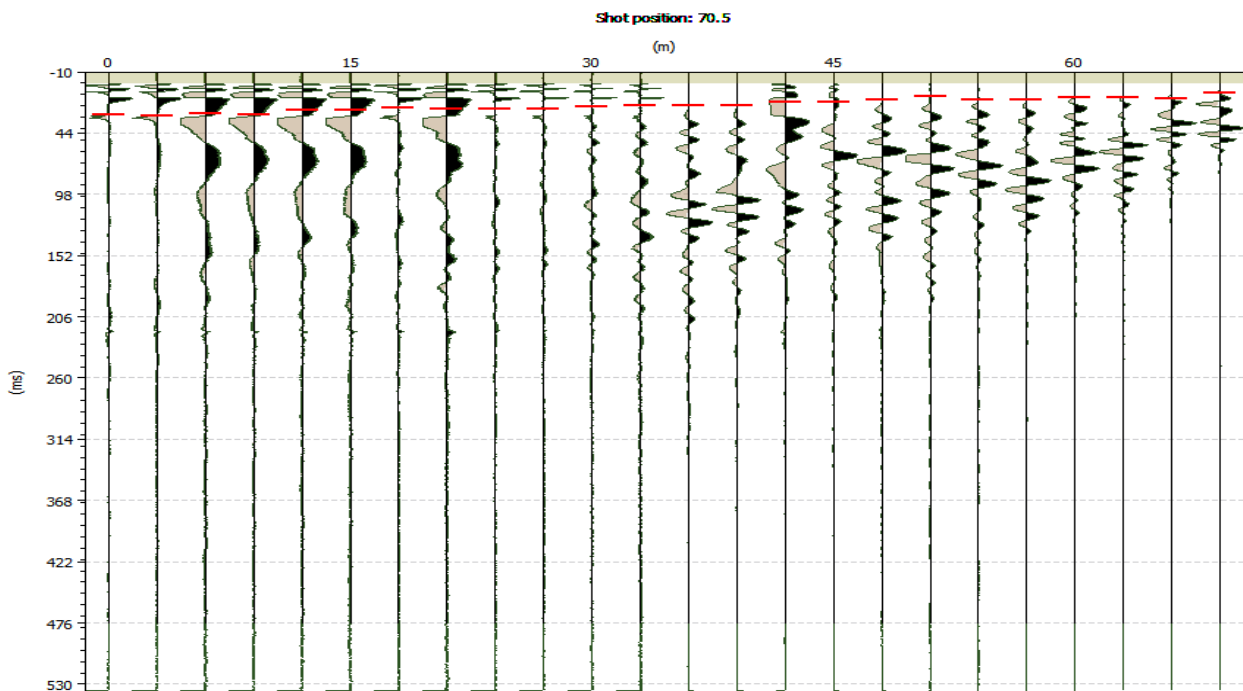
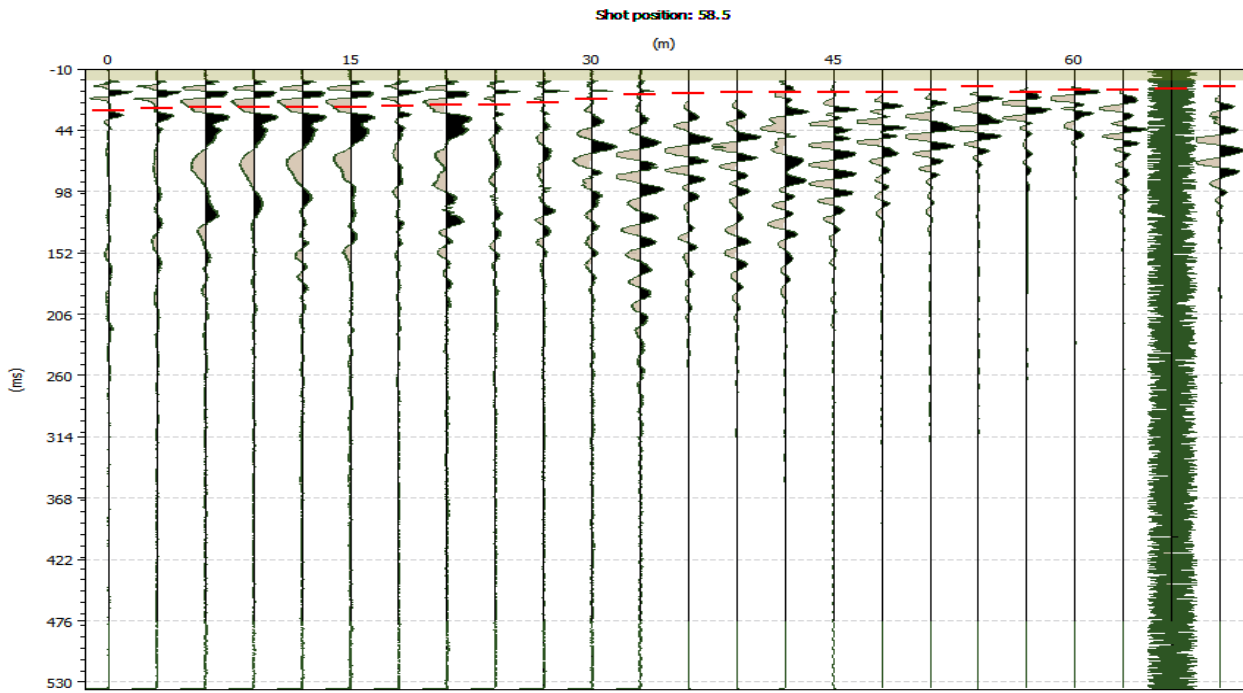
Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
 Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
 C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715



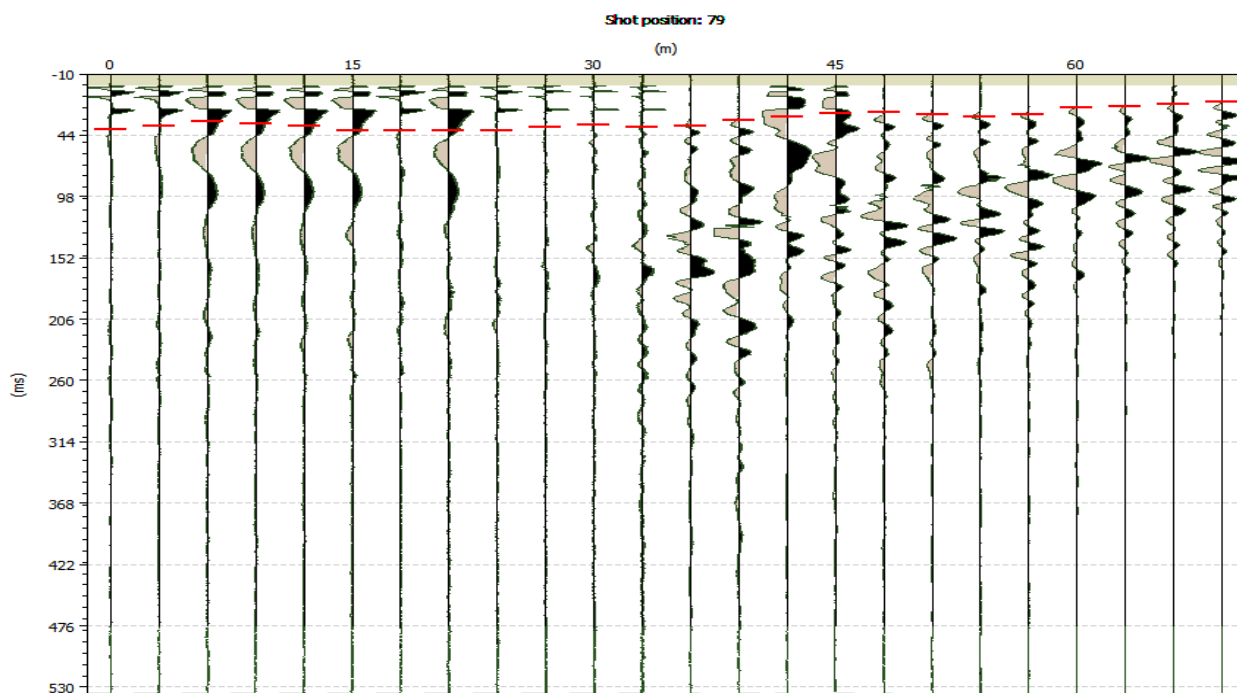
Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
 Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
 C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715



Studio di Geologia e Geofisica  
 Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
 Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
 C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715





Shot:	X	Elevation
centrale33.sg2	34.5	0
dir_2bis.sg2	-2	0
dir_10.5.sg2	10.5	0
dir_10.sg2	-10	0
dir22,5.sg2	22.5	0
inv1.sg2	46.5	0
inv2.sg2	58.5	0
inv3.sg2	70.5	0
inv4.sg2	79	0

ID:geophone#	X	Elevation	centrale33.sg2 Observed TravelTime / Computed TravelTime	dir_2bis.sg2 Observed TravelTime / Computed TravelTime	dir_10.5.sg2 Observed TravelTime / Computed TravelTime	dir_10.sg2 Observed TravelTime / Computed TravelTime	dir22,5.sg2 Observed TravelTime / Computed TravelTime
0:0	0	0	0.00141171 / 0.0146343	0 / 0.000775454	0.00711757 / 0.00446121	0.00711757 / 0.00412852	0.0242351 / 0.0118955
1:0	3	0	0.00222684 / 0.0136972	-0.000218532 / 0.00188529	0.00385708 / 0.00335065	0.00711757 / 0.00519014	0.0209746 / 0.0109539

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

2:0	6	0	0.00141171 / 0.0130428	0.00141171 / 0.00302193	0.00222684 / 0.00221694	0.00548732 / 0.00631627	0.0201595 / 0.0102897
3:0	9	0	-0.000218532 / 0.0122703	0.00385708 / 0.00443748	0.00304196 / 0.000807539	0.00304196 / 0.00773182	0.0136385 / 0.00917505
4:0	12	0	0.00141171 / 0.0114032	0.00711757 / 0.00601651	0.00304196 / 0.000833175	0.00304196 / 0.00928683	0.0120083 / 0.00780348
5:0	15	0	0.00548732 / 0.0106264	0.00874781 / 0.00744128	0 / 0.00234497	0.00141171 / 0.0103079	0.00956294 / 0.00637465
6:0	18	0	0.00304196 / 0.0105815	0.00711757 / 0.00920238	0.00304196 / 0.0042214	0.00141171 / 0.0118392	0.0103781 / 0.00461999
7:0	21	0	0.00385708 / 0.00857132	0.00874781 / 0.011818	0.00630245 / 0.00725131	0 / 0.0143716	0.00874781 / 0.00159575
8:0	24	0	0.00385708 / 0.00570398	0.0103781 / 0.0128862	0.00793269 / 0.00936909	0 / 0.01526	0.00548732 / 0.00152441
9:0	27	0	0.00711757 / 0.00376288	0.0120083 / 0.0123354	0.0103781 / 0.00891199	0 / 0.0147092	0.0046722 / 0.00343015
10:0	30	0	0.00630245 / 0.00275367	0.0136385 / 0.0128429	0.0111932 / 0.00942014	0 / 0.0152167	0.00548732 / 0.0044412
11:0	33	0	0.00793269 / 0.00111778	0.0136385 / 0.0143402	0.0152688 / 0.0109252	0 / 0.016714	0.00222684 / 0.00609351
12:0	36	0	0.00793269 / 0.00122911	0.0144537 / 0.0161957	0.016899 / 0.0127823	0.00059659 / 0.0185695	0.00630245 / 0.00828068
13:0	39	0	0.0111932 / 0.00353045	0.016899 / 0.0172379	0.0193444 / 0.0138245	0.00711757 / 0.0195076	0.00630245 / 0.00957676
14:0	42	0	0.00793269 / 0.00518239	0.0185293 / 0.0178289	0.0201595 / 0.014512	0.00874781 / 0.0197514	0.00385708 / 0.0102643
15:0	45	0	0.0103781 / 0.00644054	0.0177142 / 0.0183164	0.0209746 / 0.0151096	0.0103781 / 0.0202139	0 / 0.0110575
16:0	48	0	0.0120083 / 0.00755824	0.0217898 / 0.0192539	0.0209746 / 0.016047	0.0152688 / 0.0211358	0.00793269 / 0.0121752
17:0	51	0	0.0103781 / 0.00852381	0.0209746 / 0.0200771	0.0226049 / 0.0168702	0.0152688 / 0.0219438	0.00793269 / 0.0131408
18:0	54	0	0.0128234 / 0.00986496	0.0209746 / 0.0213558	0.02342 / 0.0181489	0.0201595 / 0.0232159	0.0136385 / 0.0144819
19:0	57	0	0.0128234 / 0.0120814	0.02342 / 0.023524	0.0258654 / 0.0203171	0.0193444 / 0.0253736	0.016899 / 0.0166983
20:0	60	0	0.0144537 / 0.0143984	0.0274956 / 0.0256176	0.0274956 / 0.0224304	0.0266805 / 0.0274538	0.0185293 / 0.0189961
21:0	63	0	0.0177142 / 0.015975	0.0250503 / 0.0267609	0.0307561 / 0.0236785	0.0242351 / 0.0285942	0.0209746 / 0.0204549

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

22:0	66	0	0.016899 / 0.0170796	0.029941 / 0.0275335	0.0323864 / 0.0244519	0.0291259 / 0.0293666	0.02342 / 0.0214987
23:0	69	0	0.0177142 / 0.0188781	0.0323864 / 0.0292598	0.0332015 / 0.0261956	0.0323864 / 0.0310929	0.0242351 / 0.0232541

ID:geophone#	X	Elevation	inv1.sg2 Observed TravelTime / Computed TravelTime	inv2.sg2 Observed TravelTime / Computed TravelTime	inv3.sg2 Observed TravelTime / Computed TravelTime	inv4.sg2 Observed TravelTime / Computed TravelTime
0:0	0	0	0.0226049 / 0.0181586	0.0266805 / 0.0241181	0.0274956 / 0.0297596	0.0389073 / 0.0367628
1:0	3	0	0.0185293 / 0.0172331	0.0250503 / 0.0231926	0.0291259 / 0.0288341	0.036462 / 0.035865
2:0	6	0	0.0136385 / 0.0165905	0.0242351 / 0.02255	0.0266805 / 0.0281915	0.0323864 / 0.0352224
3:0	9	0	0.0136385 / 0.0159159	0.02342 / 0.0218754	0.0283107 / 0.0275279	0.0340166 / 0.0345587
4:0	12	0	0.0128234 / 0.0151729	0.02342 / 0.0211337	0.02342 / 0.0268035	0.0356469 / 0.0338343
5:0	15	0	0.0120083 / 0.0144704	0.0242351 / 0.0204392	0.0242351 / 0.0261163	0.0397225 / 0.0331472
6:0	18	0	0.0136385 / 0.0146374	0.0226049 / 0.0208751	0.0217898 / 0.0265828	0.0405376 / 0.0336136
7:0	21	0	0.0111932 / 0.0128769	0.0217898 / 0.0192044	0.0226049 / 0.0255077	0.0405376 / 0.0325385
8:0	24	0	0.00793269 / 0.010247	0.0217898 / 0.0165745	0.0226049 / 0.0229039	0.0397225 / 0.0299347
9:0	27	0	0.00385708 / 0.00840124	0.0193444 / 0.0147287	0.0226049 / 0.0210684	0.0372771 / 0.0280993
10:0	30	0	0.00385708 / 0.00785293	0.016899 / 0.0141804	0.0209746 / 0.0205676	0.0348317 / 0.0275984
11:0	33	0	0.00385708 / 0.00735053	0.0128234 / 0.013678	0.0201595 / 0.0201943	0.0372771 / 0.027251
12:0	36	0	0.0046722 / 0.00633164	0.0120083 / 0.0127539	0.0201595 / 0.0194367	0.0356469 / 0.0266625
13:0	39	0	0.00630245 / 0.00421765	0.0111932 / 0.0111518	0.0193444 / 0.0179608	0.0307561 / 0.0252545
14:0	42	0	0.00630245 / 0.00244798	0.0111932 / 0.00983789	0.016899 / 0.0168736	0.0283107 / 0.0241704
15:0	45	0	0.00385708 / 0.000843039	0.0111932 / 0.00844595	0.016899 / 0.0159884	0.0250503 / 0.0232979

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

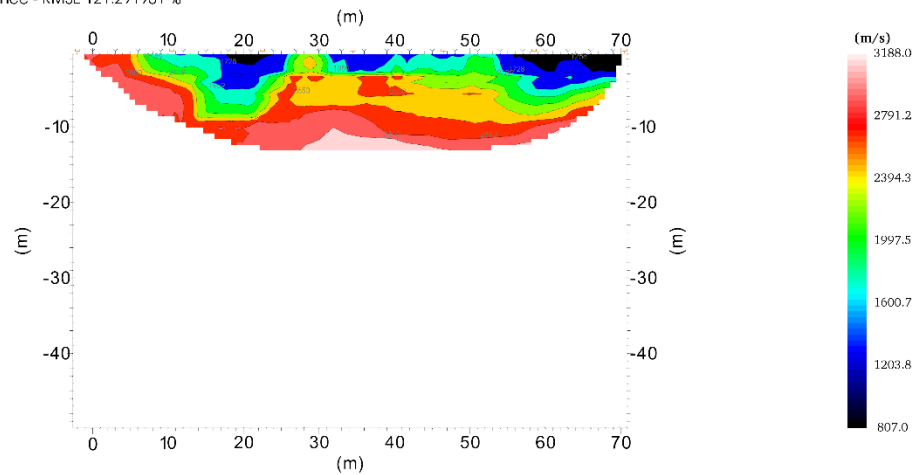
Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715



16:0	48	0	-0.000218532 / 0.000874973	0.0111932 / 0.00692417	0.0152688 / 0.0148795	0.0242351 / 0.0224303
17:0	51	0	0.00141171 / 0.00239022	0.00874781 / 0.00549461	0.0120083 / 0.0138034	0.0258654 / 0.02168
18:0	54	0	0.00548732 / 0.00405593	0.00548732 / 0.00388608	0.0152688 / 0.013112	0.0274956 / 0.0209886
19:0	57	0	0.0046722 / 0.0064413	0.0103781 / 0.00143181	0.0144537 / 0.0112918	0.0258654 / 0.0197135
20:0	60	0	0.00793269 / 0.00900014	0.00874781 / 0.00145721	0.0128234 / 0.00861764	0.0201595 / 0.0175629
21:0	63	0	0.0120083 / 0.0107932	0.00874781 / 0.00404082	0.0128234 / 0.00602283	0.0185293 / 0.0149833
22:0	66	0	0.0152688 / 0.0120242	0.00793269 / 0.0061057	0.0136385 / 0.0039579	0.016899 / 0.0129184
23:0	69	0	0.0177142 / 0.0142129	0.00548732 / 0.00859353	0.00874781 / 0.00147804	0.0144537 / 0.0104385

- Profilo tomografico - velocità con isolinee - RMSE 121.291951 %



Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

## Report SISM 2

Interpretazione col metodo G<sub>r</sub>.R.M.

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 0.0 [m]	15.0	--
G= 3.0 [m]	14.5	--
G= 6.0 [m]	14.0	--
G= 9.0 [m]	13.8	--
G= 12.0 [m]	13.5	--
G= 15.0 [m]	13.8	--
G= 18.0 [m]	13.7	--
G= 21.0 [m]	13.3	--
G= 24.0 [m]	12.9	--
G= 27.0 [m]	12.9	--
G= 30.0 [m]	12.7	--
G= 33.0 [m]	12.6	--
G= 36.0 [m]	11.3	--
G= 39.0 [m]	10.8	--
G= 42.0 [m]	10.0	--
G= 45.0 [m]	10.4	--
G= 48.0 [m]	10.2	--
G= 51.0 [m]	10.6	--
G= 54.0 [m]	10.3	--
G= 57.0 [m]	10.0	--
G= 60.0 [m]	10.0	--
G= 63.0 [m]	10.0	--
G= 66.0 [m]	10.3	--
G= 69.0 [m]	11.1	--
Velocità [m/sec]	874.1	3651.2
Descrizione		

### Altri parametri geotecnici

	Strato n. 1	Strato n. 2
Coefficiente Poisson	0.35	0.35
Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	1800.00	1800.00
V <sub>p</sub> [m/s]	874.08	3651.21
V <sub>s</sub> [m/s]	419.89	1753.98
G <sub>0</sub> [MPa]	317.36	5537.62
E <sub>d</sub> [Mpa]	1375.22	23996.36
M <sub>0</sub> [MPa]	1057.86	18458.74
E <sub>y</sub> [Mpa]	856.87	14951.58

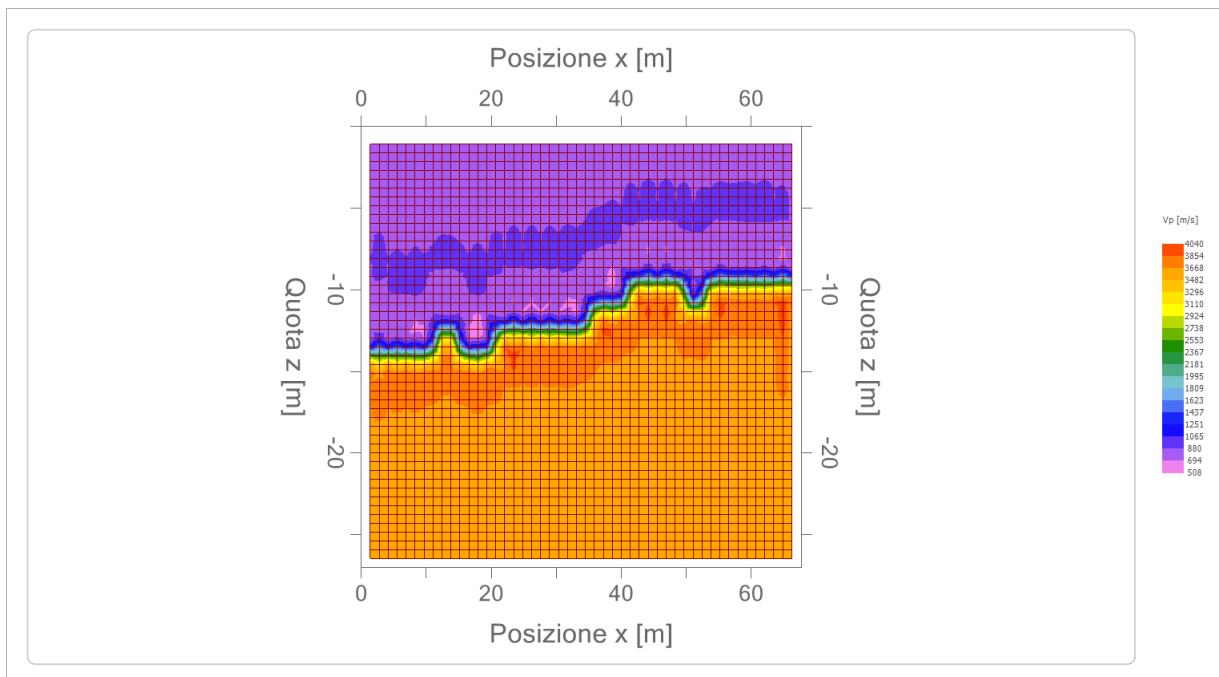
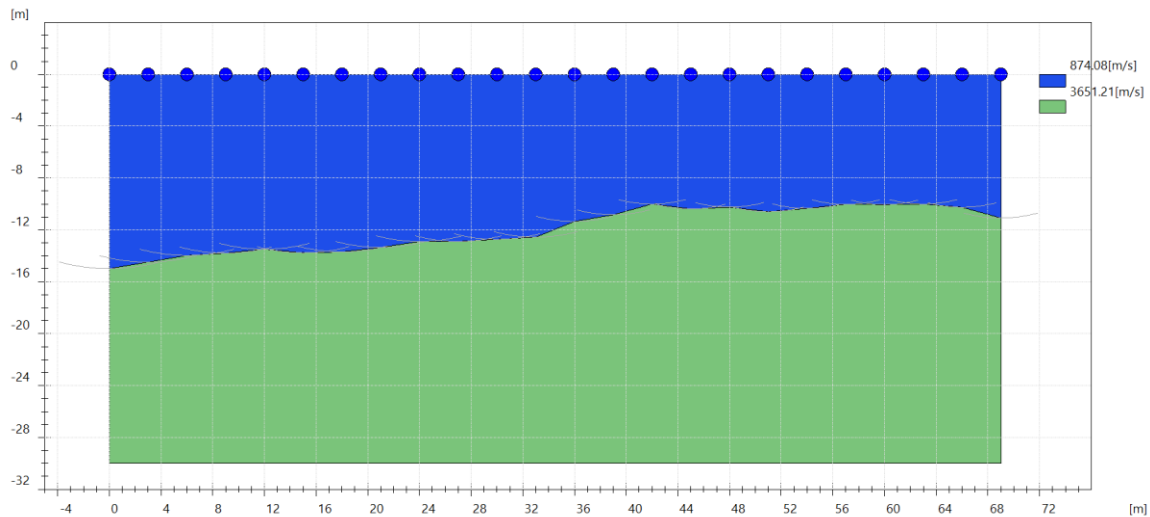
Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

G0: Modulo di deformazione al taglio;  
 Ed: Modulo edometrico;  
 M0: Modulo di compressibilità volumetrica;  
 Ey: Modulo di Young;

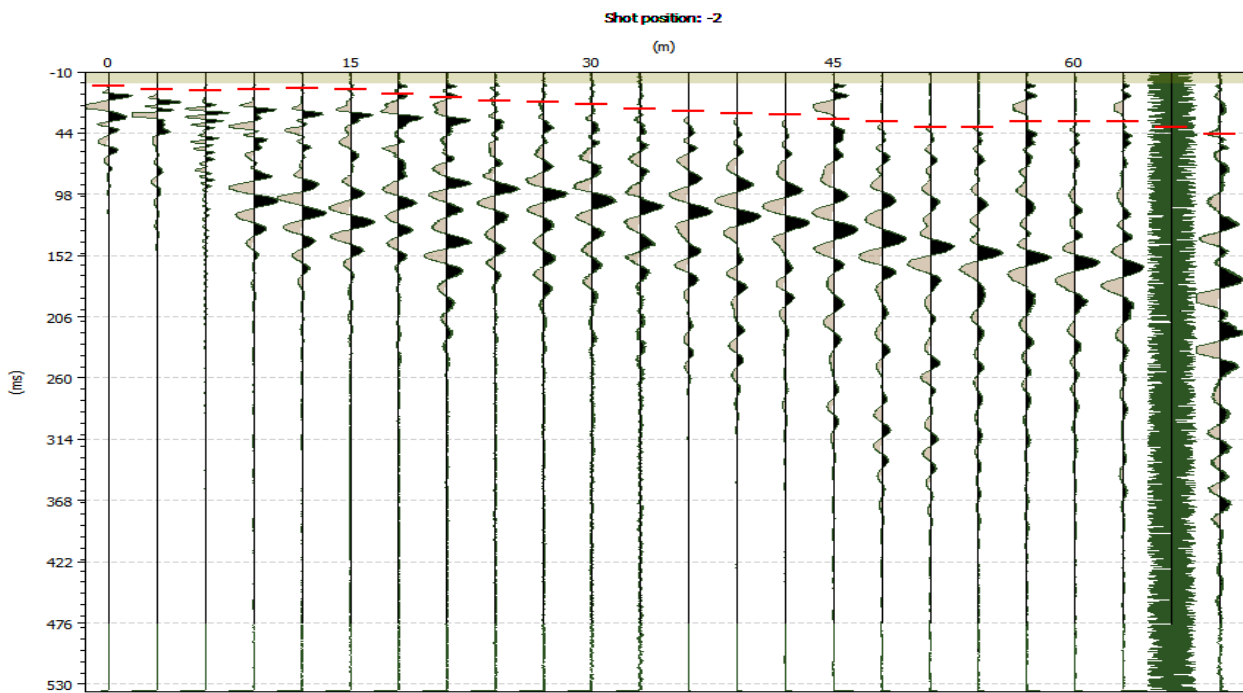
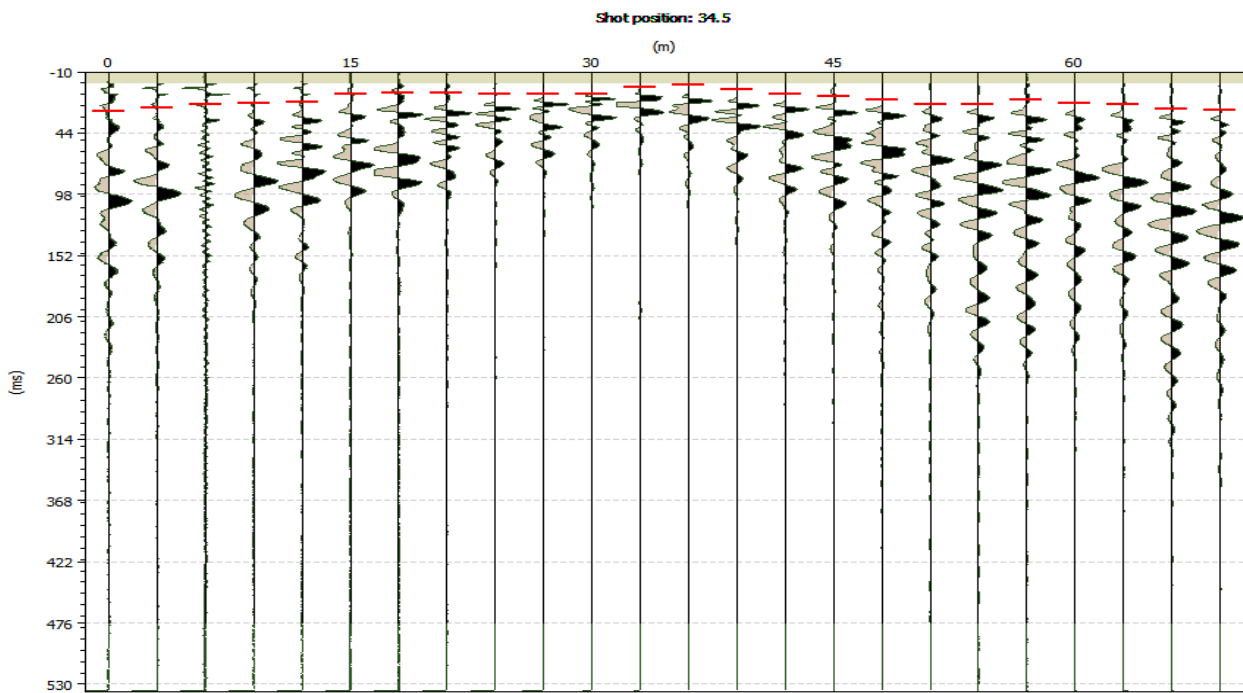


Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
 Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
 C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715



Elaborazione tomografica SISM 2

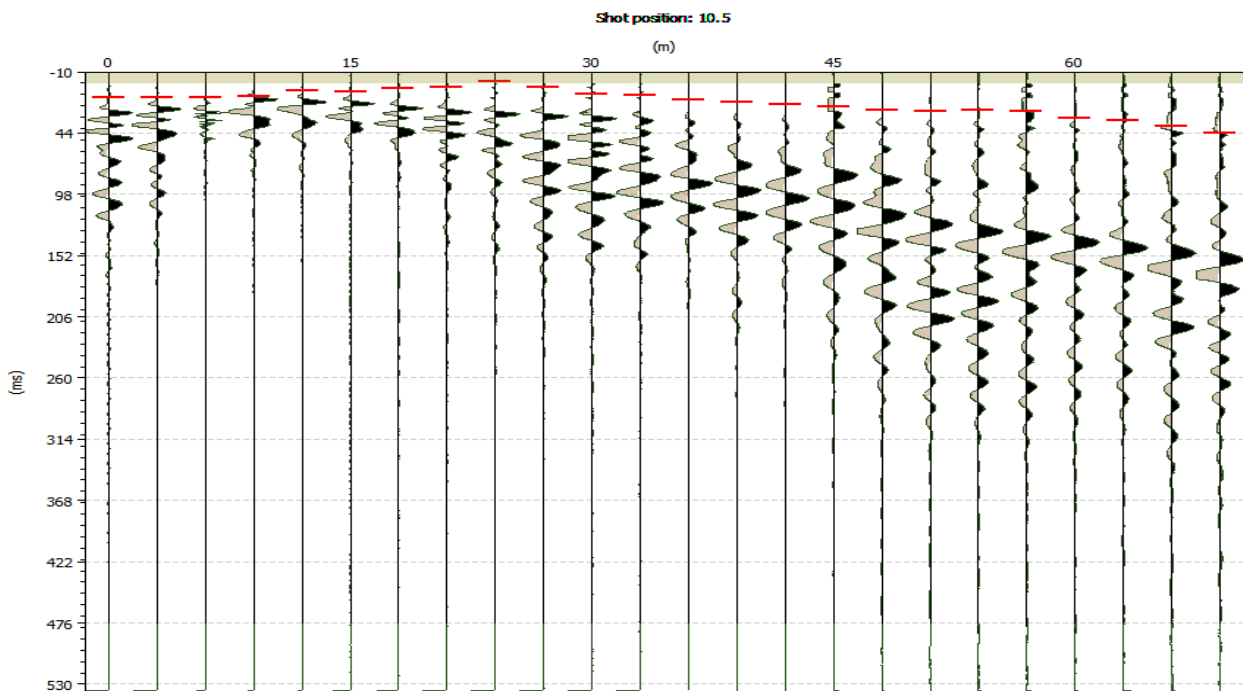
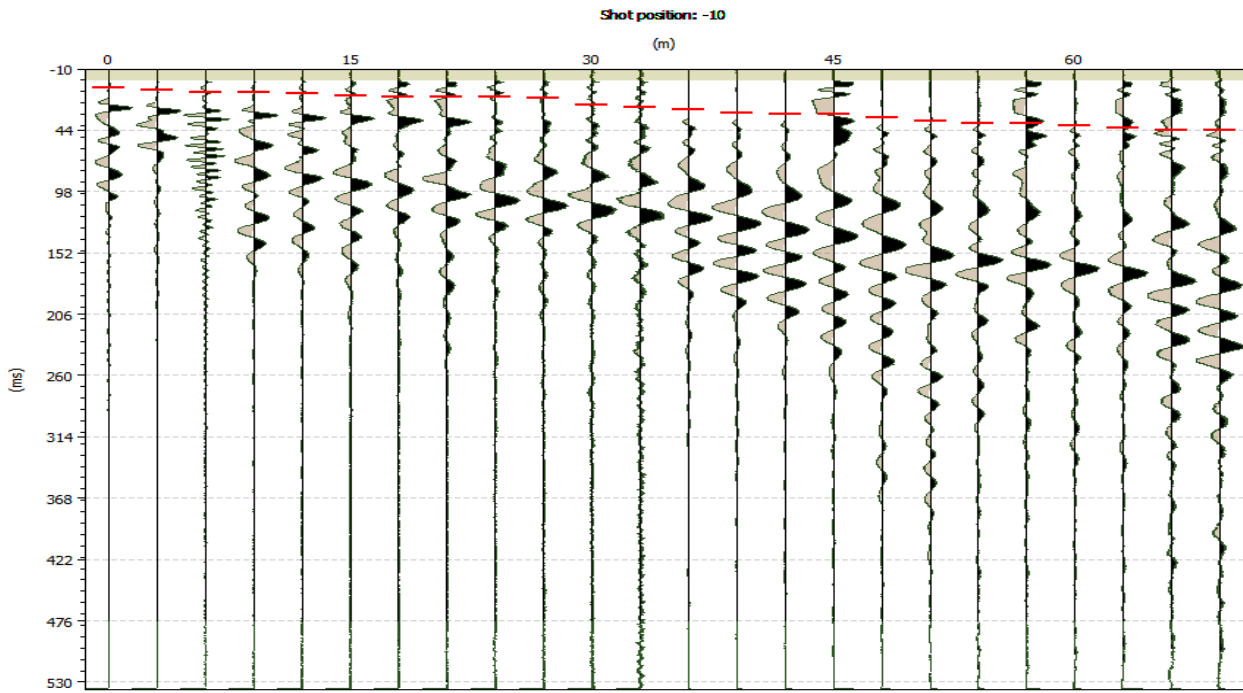


Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

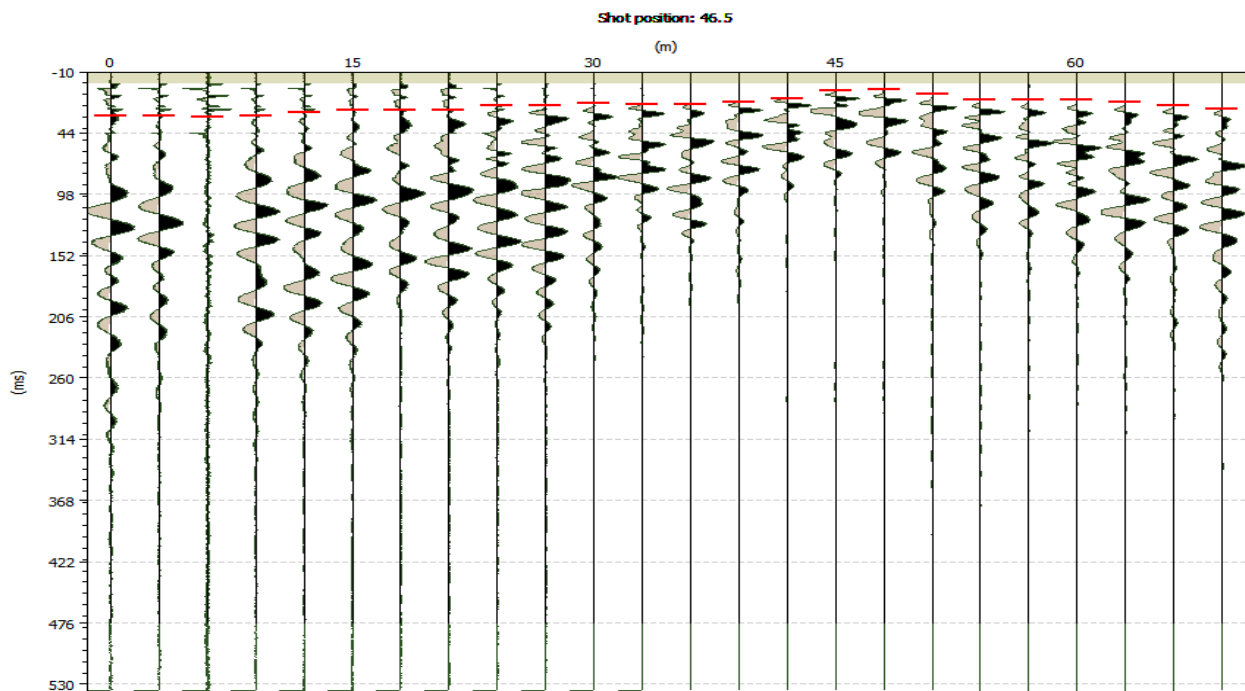
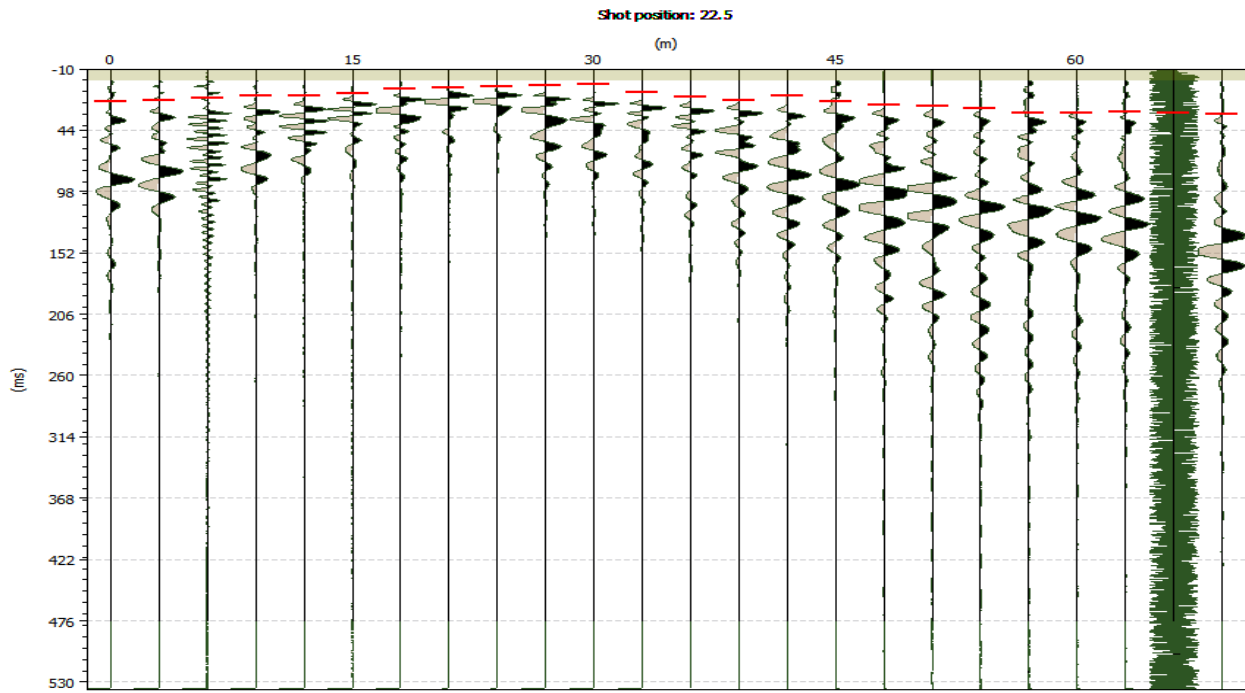
Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715



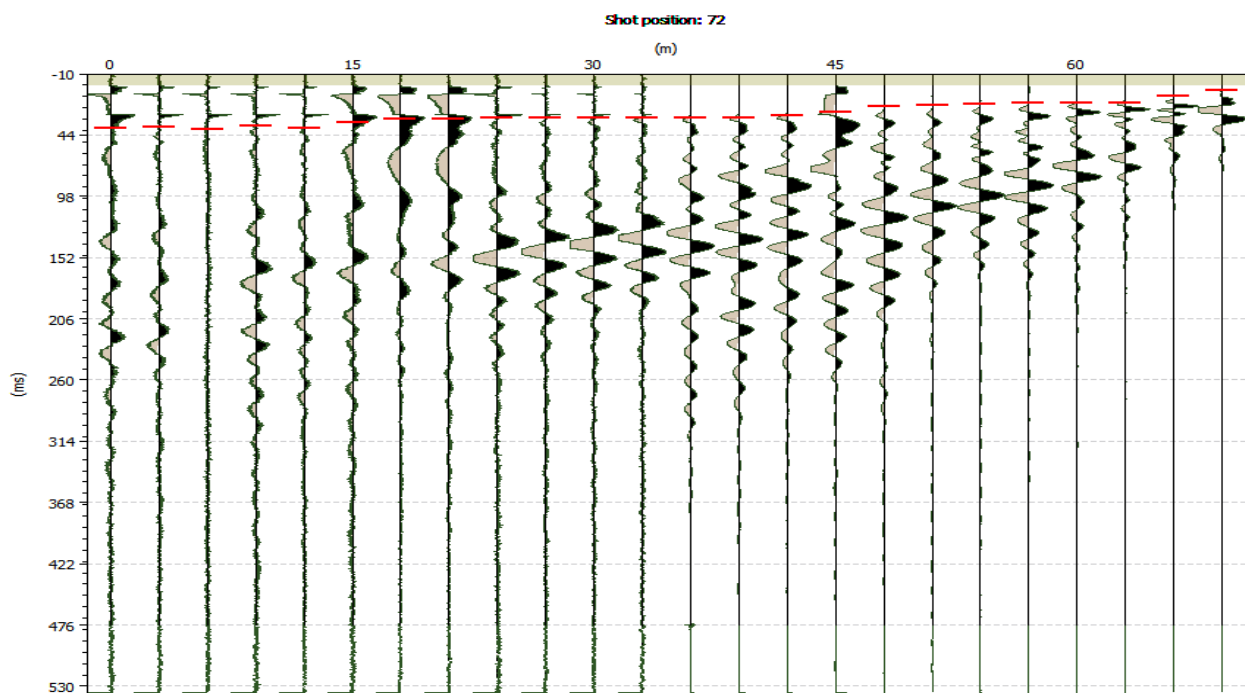
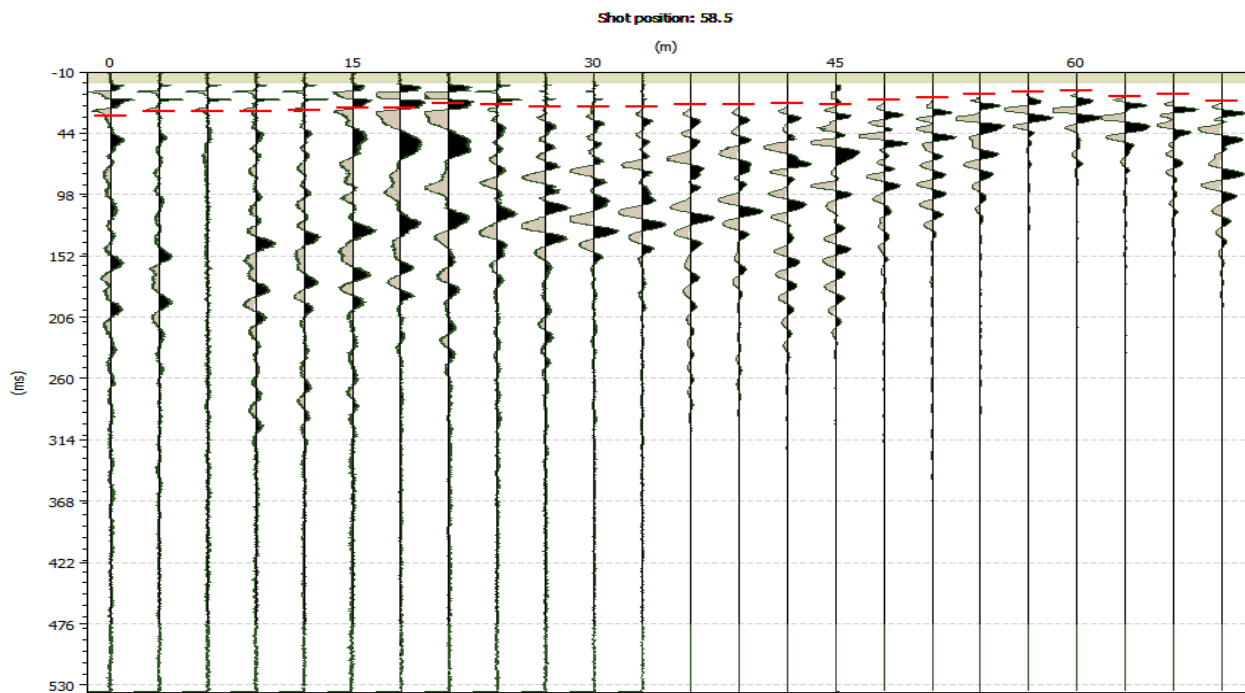
Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
 Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
 C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715



Studio di Geologia e Geofisica  
 Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
 Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
 C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715



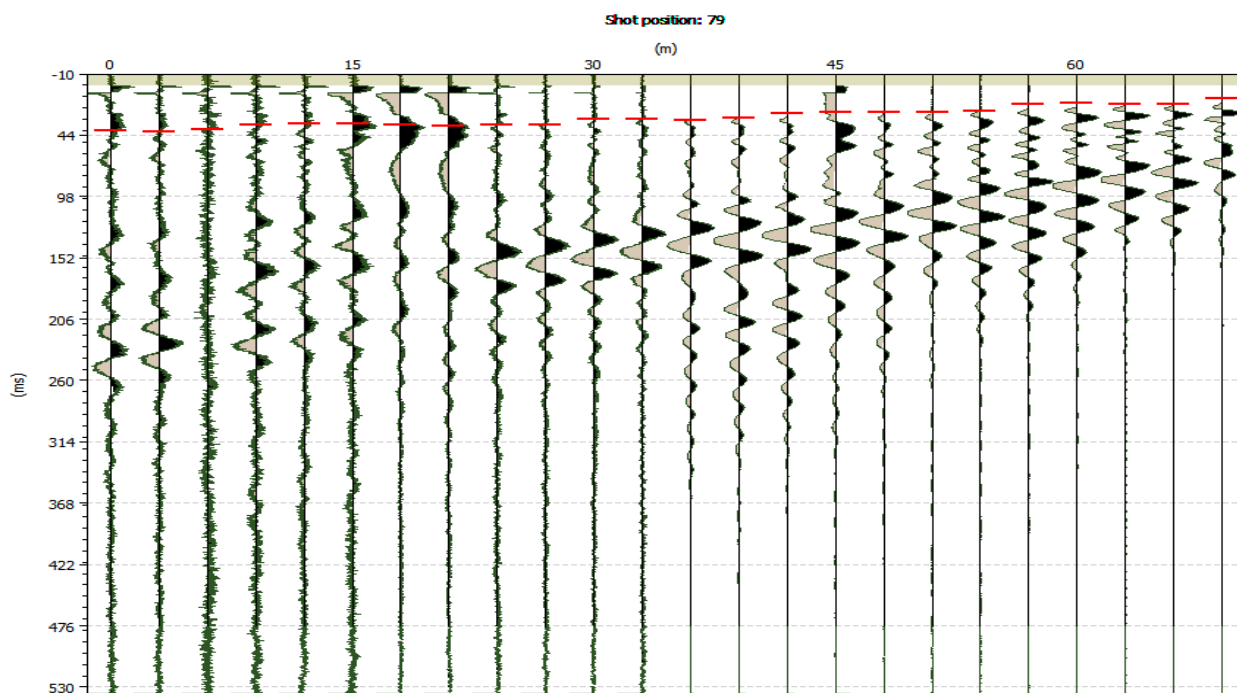


Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715



Shot:	X	Elevation
centrale.sg2	34.5	0
dir_2.sg2	-2	0
dir_10.sg2	-10	0
dir10.5.sg2	10.5	0
dir22,5.sg2	22.5	0
inv1.sg2	46.5	0
inv2.sg2	58.5	0
inv3.sg2	72	0
inv4.sg2	79	0

ID:geophone#	X	Elevation	centrale.sg2 Observed TravelTime /Computed TravelTime	dir_2.sg2 Observed TravelTime /Computed TravelTime	dir_10.sg2 Observed TravelTime /Computed TravelTime	dir10.5.sg2 Observed TravelTime /Computed TravelTime	dir22,5.sg2 Observed TravelTime /Computed TravelTime
0:0	0	0	0.0251803 /0.0195555	0.00256439 /0.00119177	0.00675251 /0.00514122	0.0126159 /0.00896983	0.0193169 /0.0140275
1:0	3	0	0.0218298 /0.0187579	0.00591489 /0.00336468	0.00842777 /0.00716478	0.0126159 /0.00746997	0.0176416 /0.0131489

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

2:0	6	0	0.0184793 0.0180963	/0.00675251 0.00599535	/0.0109406 0.00969145	/0.0126159 0.0051262	/0.0159664 0.0122607
3:0	9	0	0.0176416 0.0163496	/0.00591489 0.00898079	/0.0109406 0.0119673	/0.0117783 0.00166938	/0.0134535 0.0103333
4:0	12	0	0.016804 0.0141441	/0.00423964 0.010131	/0.0117783 0.0130667	/0.00675251 0.00149665	/0.0134535 0.00762404
5:0	15	0	0.010103 0.0125237	/0.00591489 0.0104788	/0.0134535 0.013192	/0.00759014 0.00355126	/0.0117783 0.00561099
6:0	18	0	0.00842777 0.011986	/0.00926539 0.0115587	/0.0151288 0.0142719	/0.00507726 0.00527397	/0.00759014 0.00401779
7:0	21	0	0.00842777 0.0104033	/0.0126159 0.0136417	/0.0151288 0.016355	/0.00340201 0.00776986	/0.00675251 0.00142279
8:0	24	0	0.010103 0.00787292	/0.0159664 0.015155	/0.0142911 0.0178682	/-0.00162374 0.00989686	/0.00591489 0.00137083
9:0	27	0	0.00926539 0.00577825	/0.016804 0.0155439	/0.0159664 0.0182571	/0.00340201 0.0106976	/0.00423964 0.00344897
10:0	30	0	0.00926539 0.00397422	/0.0184793 0.0166794	/0.0218298 0.0193927	/0.010103 0.0118331	/0.00340201 0.00526049
11:0	33	0	0.00340201 0.00149975	/0.0226674 0.0188678	/0.0243427 0.0215811	/0.0109406 0.0140215	/0.0109406 0.00774049
12:0	36	0	0.00172676 0.00152014	/0.0251803 0.021282	/0.0260179 0.0239953	/0.0142911 0.0164357	/0.0151288 0.0106468
13:0	39	0	0.00591489 0.00446597	/0.0268555 0.0233976	/0.0293684 0.0261108	/0.016804 0.0185513	/0.0176416 0.0132246
14:0	42	0	0.010103 0.0079436	/0.0276932 0.0258067	/0.030206 0.0285199	/0.0193169 0.0209604	/0.0134535 0.0160043
15:0	45	0	0.0117783 0.0120801	/0.0318813 0.0285197	/0.030206 / 0.031233	0.0209922 0.0237046	/0.0184793 0.0190314
16:0	48	0	0.0151288 0.0154907	/0.0335565 0.0299872	/0.0327189 0.0327004	/0.0243427 0.0252209	/0.0218298 0.0208939
17:0	51	0	0.0184793 0.0172098	/0.0394199 0.0305756	/0.0360694 0.0332889	/0.0251803 0.0258303	/0.0226674 / 0.02169
18:0	54	0	0.0193169 0.018436	/0.0385823 0.031362	/0.0377447 0.0340753	/0.0243427 0.0266167	/0.0251803 0.022518
19:0	57	0	0.0151288 0.0199422	/0.0343942 0.0325484	/0.0377447 0.0352617	/0.0251803 0.027805	/0.0285308 0.0237422
20:0	60	0	0.0176416 0.0213146	/0.0335565 0.0337976	/0.0402575 0.0365108	/0.0310437 0.0290543	/0.0285308 0.0250126
21:0	63	0	0.0193169 0.0228518	/0.0343942 0.0352821	/0.0419328 0.0379953	/0.0327189 0.0305401	/0.0276932 0.0265038

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715



22:0	660	0.0226674 0.0247471	/0.0394199 0.0371275	/0.043608 0.0398407	/0.0377447 0.0323882	/0.0293684 0.0283615
23:0	690	0.0243427 0.0267743	/0.0452833 0.0390915	/0.043608 0.0418048	/0.0444457 0.0343522	/0.030206 0.0303323

ID:geophone#	X	Elevation	inv1.sg2 TravelTime / Computed TravelTime	Observed	inv2.sg2 TravelTime / Computed TravelTime	Observed	inv3.sg2 TravelTime / Computed TravelTime	Observed	inv4.sg2 TravelTime / Computed TravelTime	Observed
0:0	0	0	0.0285308 / 0.0288813		0.0293684 / 0.0325478		0.0377447 / 0.03955		0.0402575 / 0.0422377	
1:0	3	0	0.0293684 / 0.0280838		0.0251803 / 0.0317502		0.036907 / 0.0387524		0.0410952 / 0.0414402	
2:0	6	0	0.030206 / 0.0274393		0.0251803 / 0.0311131		0.0385823 / 0.0381176		0.0394199 / 0.0408053	
3:0	9	0	0.0293684 / 0.0257286		0.0251803 / 0.0294166		0.0360694 / 0.0364241		0.0352318 / 0.0391118	
4:0	120		0.0260179 / 0.0235422		0.0243427 / 0.0272459		0.0377447 / 0.0342582		0.0335565 / 0.0369459	
5:0	150		0.0243427 / 0.0220008		0.0218298 / 0.0257404		0.0327189 / 0.0327562		0.0335565 / 0.0354439	
6:0	180		0.0243427 / 0.0216986		0.0218298 / 0.0255132		0.030206 / 0.0325478		0.0352318 / 0.0352355	
7:0	210		0.0243427 / 0.0208935		0.0176416 / 0.0248848		0.030206 / 0.0319461		0.0360694 / 0.0346338	
8:0	240		0.0201545 / 0.0192619		0.0193169 / 0.0236126		0.0293684 / 0.0308076		0.0352318 / 0.0334954	
9:0	270		0.0201545 / 0.0178109		0.0209922 / 0.0224793		0.0285308 / 0.0297011		0.0352318 / 0.0324021	
10:0	300		0.0176416 / 0.0169315		0.0209922 / 0.0221795		0.0285308 / 0.0294582		0.030206 / 0.0321592	
11:0	330		0.0184793 / 0.0153395		0.0209922 / 0.0212799		0.0293684 / 0.0286656		0.030206 / 0.0313816	
12:0	360		0.0184793 / 0.0127347		0.0193169 / 0.0198212		0.0293684 / 0.0273503		0.0310437 / 0.0301462	
13:0	390		0.016804 / 0.00998739		0.0184793 / 0.0186332		0.0285308 / 0.0262664		0.0293684 / 0.0291437	
14:0	420		0.0134535 / 0.00657093		0.0176416 / 0.0176109		0.0268555 / 0.0253515		0.0251803 / 0.0282898	
15:0	450		0.00675251 / 0.00232361		0.0184793 / 0.0158343		0.023505 / 0.0237757		0.023505 / 0.0267917	
16:0	480		0.00591489 / 0.0022686		0.0151288 / 0.0127761		0.0184793 / 0.0215278		0.023505 / 0.0245985	
17:0	510		0.00926539 / 0.00623951		0.0126159 / 0.00903081		0.0176416 / 0.0192104		0.023505 / 0.0223013	
18:0	540		0.0151288 / 0.00966669		0.00926539 / 0.00565687		0.016804 / 0.0176001		0.0226674 / 0.0207718	
19:0	570		0.0151288 / 0.0131058		0.00759014 / 0.00195724		0.0159664 / 0.0160003		0.016804 / 0.019274	
20:0	600		0.0151288 / 0.0154373		0.00675251 / 0.00195947		0.0159664 / 0.0139988		0.0159664 / 0.0176779	
21:0	630		0.016804 / 0.0172052		0.0117783 / 0.00564668		0.0159664 / 0.0106233		0.016804 / 0.0157174	
22:0	660		0.0201545 / 0.0191919		0.010103 / 0.00913195		0.010103 / 0.00718591		0.016804 / 0.0133592	
23:0	690		0.0226674 / 0.0213061		0.0159664 / 0.0125553		0.00507726 / 0.00352898		0.0117783 / 0.00994535	

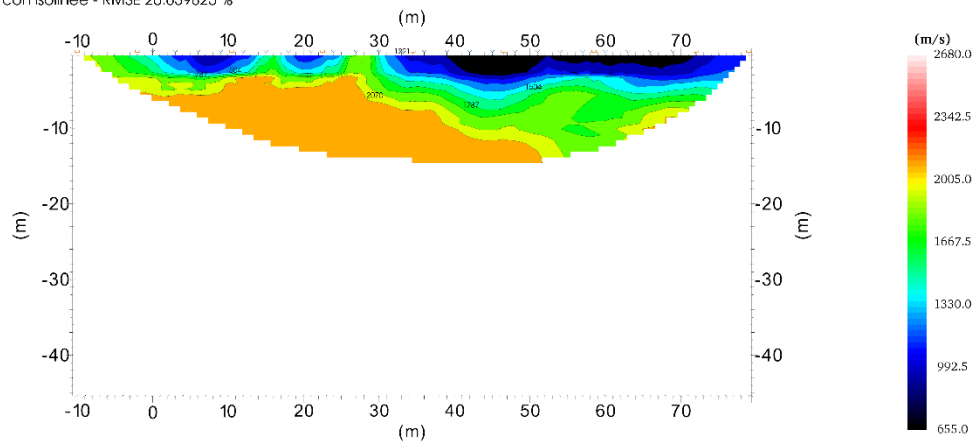
Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

- Profilo tomografico - velocità con isolinee - RMSE 20.639825 %



Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

Interpretazione col metodo G<sub>r</sub>.M.

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 0.0 [m]	9.2	--
G= 3.0 [m]	9.0	--
G= 6.0 [m]	9.2	--
G= 9.0 [m]	9.4	--
G= 12.0 [m]	9.0	--
G= 15.0 [m]	9.1	--
G= 18.0 [m]	9.1	--
G= 21.0 [m]	9.3	--
G= 24.0 [m]	9.5	--
G= 27.0 [m]	9.9	--
G= 30.0 [m]	9.9	--
G= 33.0 [m]	9.1	--
G= 36.0 [m]	9.5	--
G= 39.0 [m]	9.5	--
G= 42.0 [m]	9.6	--
G= 45.0 [m]	9.9	--
G= 48.0 [m]	9.9	--
G= 51.0 [m]	9.7	--
G= 54.0 [m]	9.6	--
G= 57.0 [m]	9.6	--
G= 60.0 [m]	9.9	--
G= 63.0 [m]	9.9	--
G= 66.0 [m]	10.0	--
G= 69.0 [m]	10.3	--
Velocità [m/sec]	450.5	2112.2
Descrizione		

### Altri parametri geotecnici

	Strato n. 1	Strato n. 2
Coefficiente Poisson	0.35	0.35
Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	1800.00	1800.00
V <sub>p</sub> [m/s]	450.52	2112.17
V <sub>s</sub> [m/s]	216.42	1014.65
G <sub>0</sub> [MPa]	84.31	1853.14
E <sub>d</sub> [Mpa]	365.35	8030.26
M <sub>0</sub> [MPa]	281.04	6177.12

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

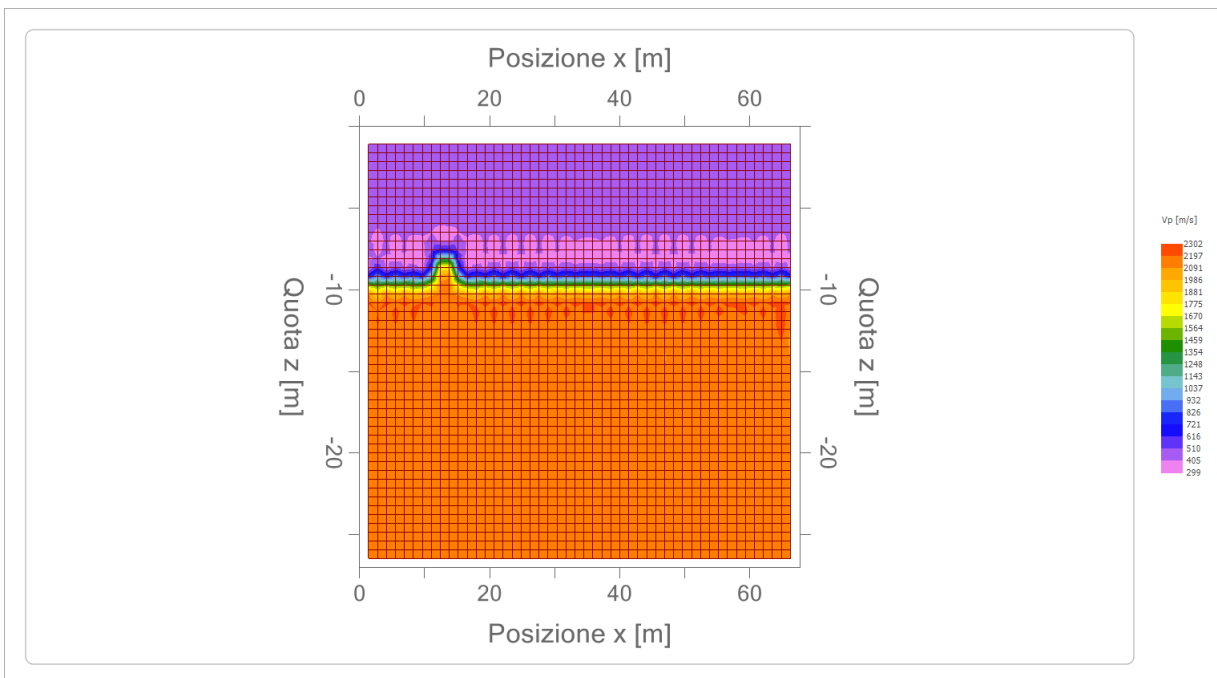
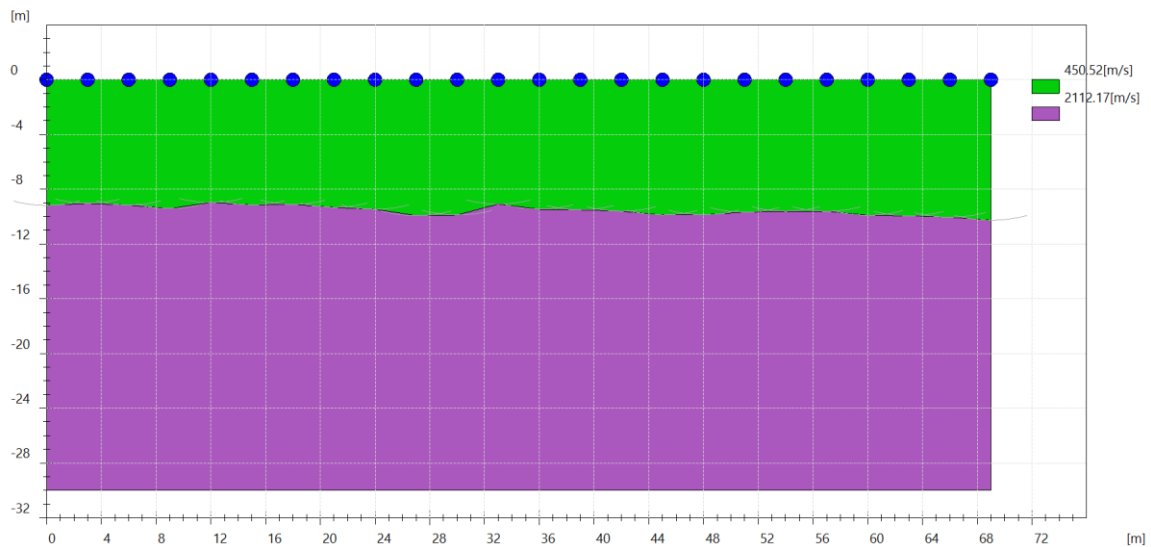


Ey [Mpa]

227.64

5003.47

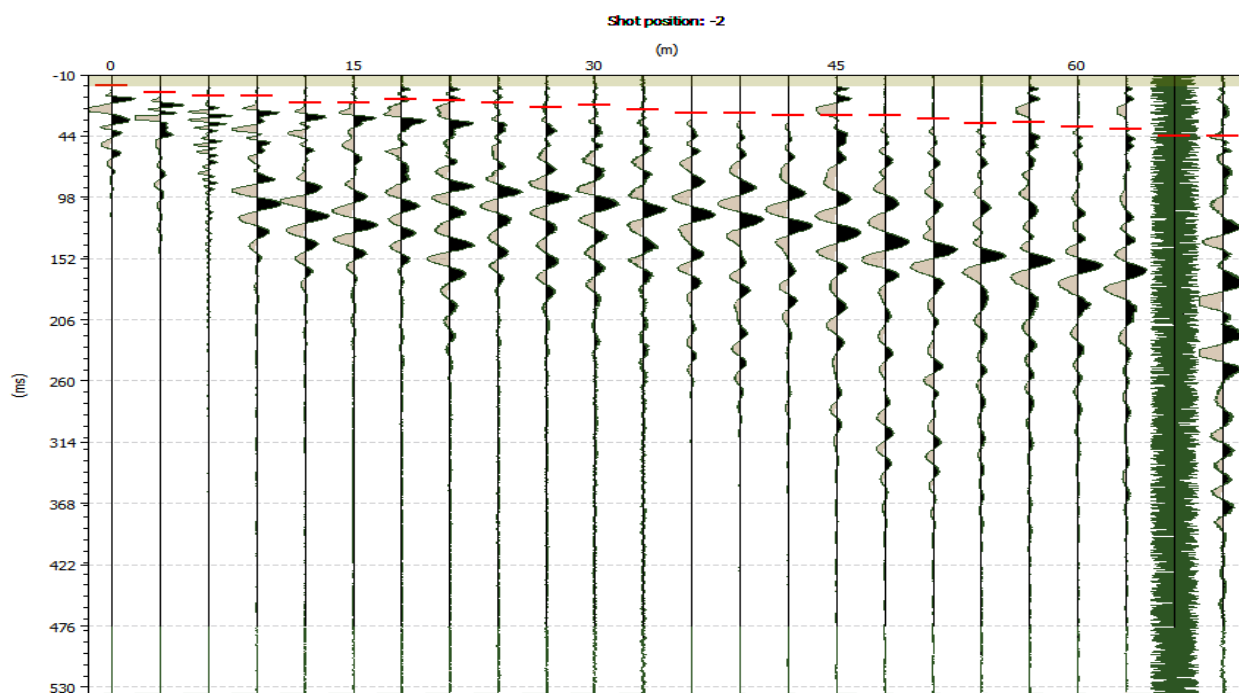
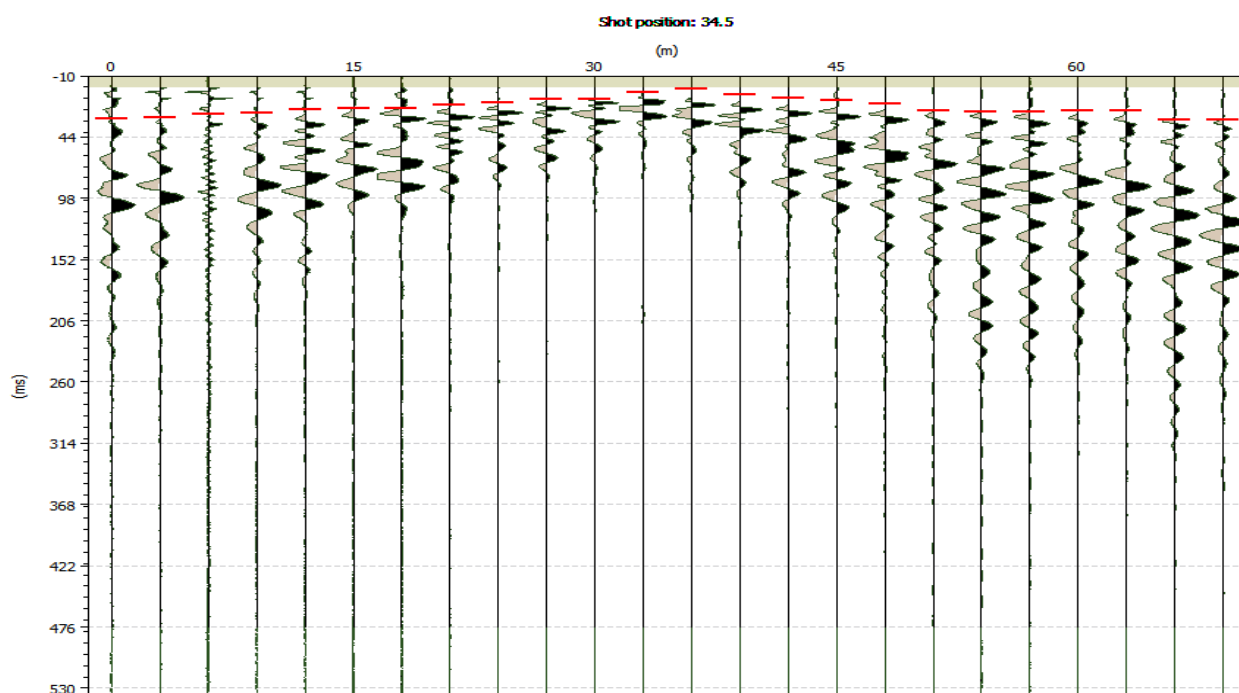
G0: Modulo di deformazione al taglio;  
Ed: Modulo edometrico;  
M0: Modulo di compressibilità volumetrica;  
Ey: Modulo di Young;



Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

Elaborazione tomografica SISM 3

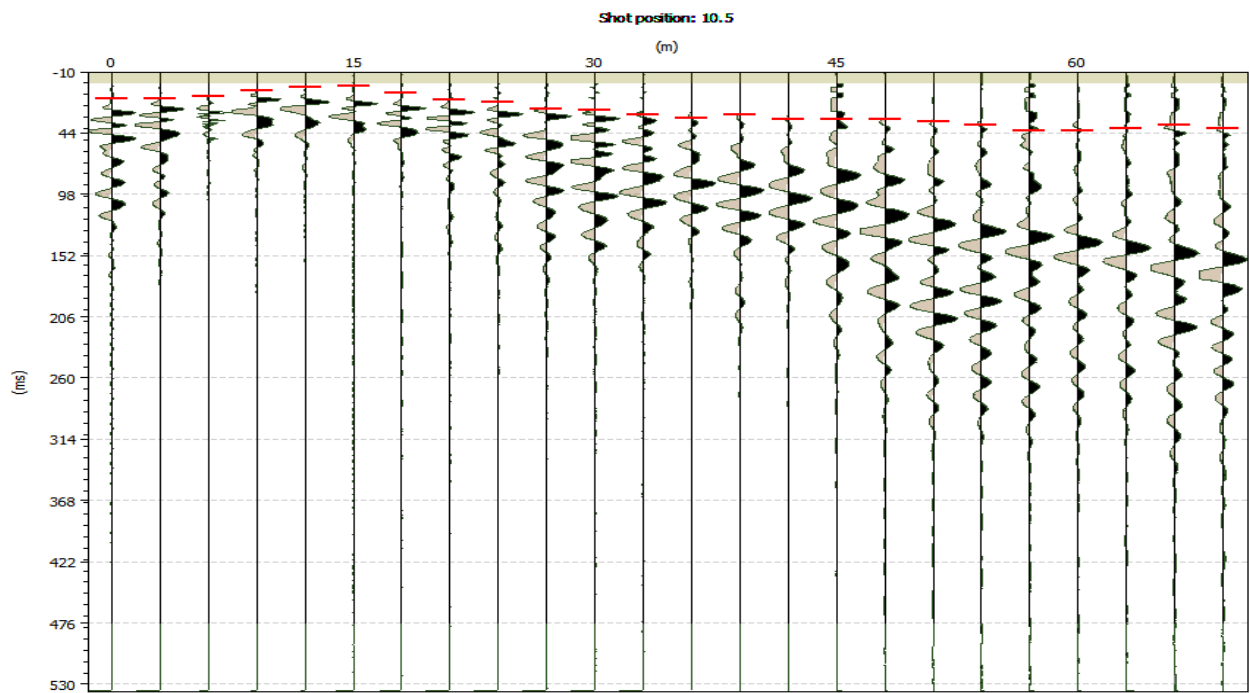
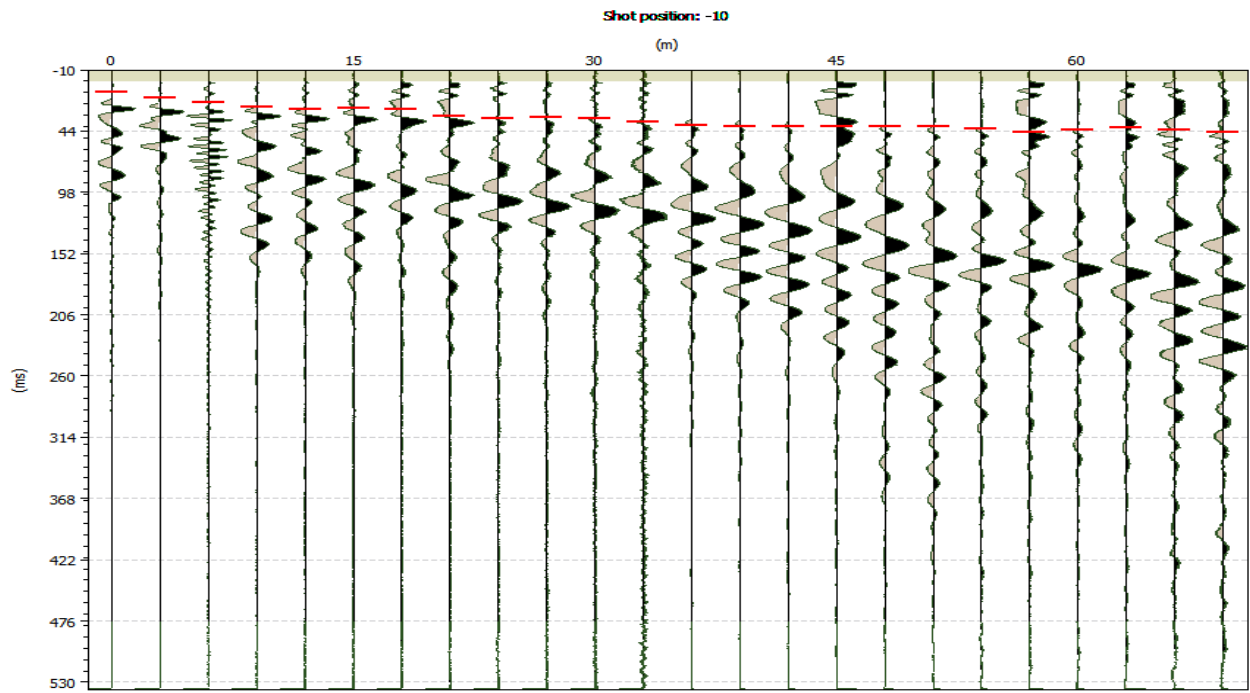


Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

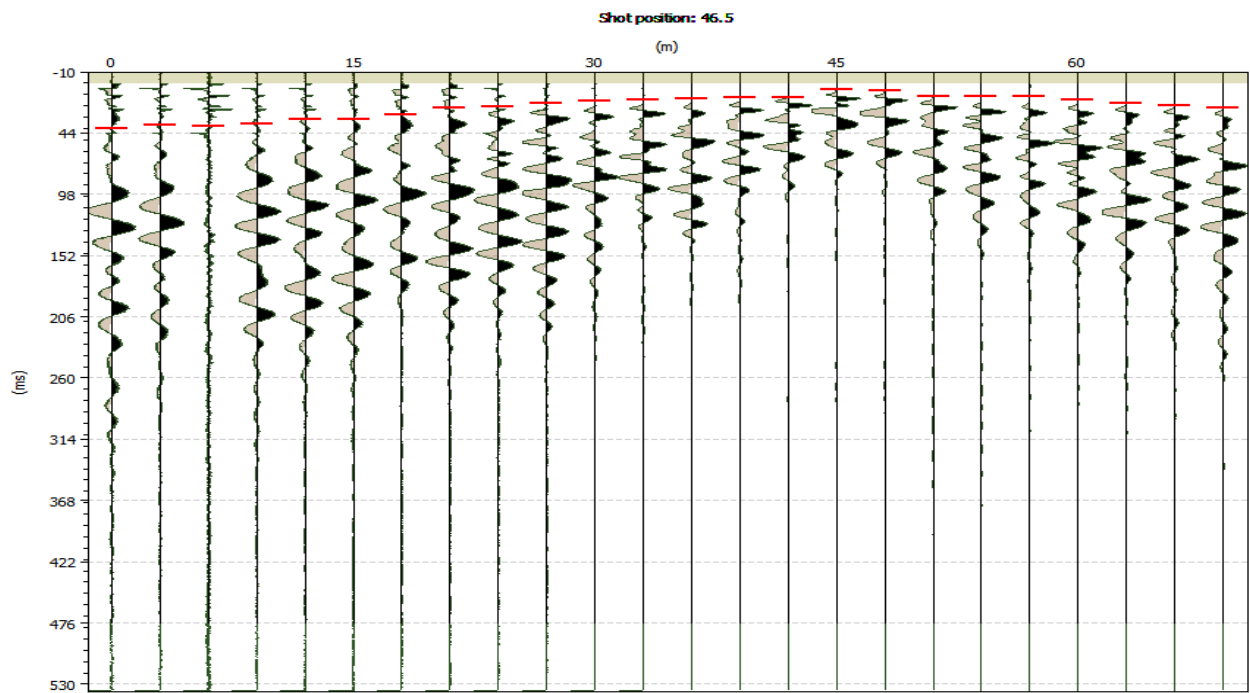
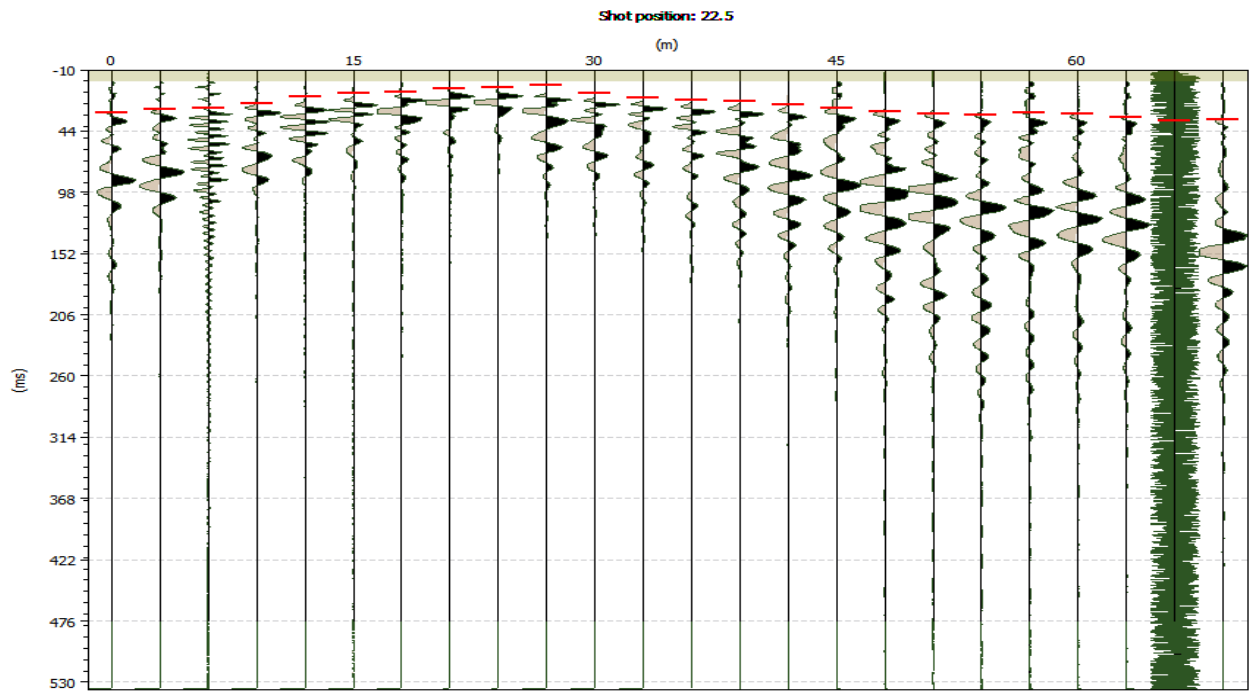


Studio di Geologia e Geofisica

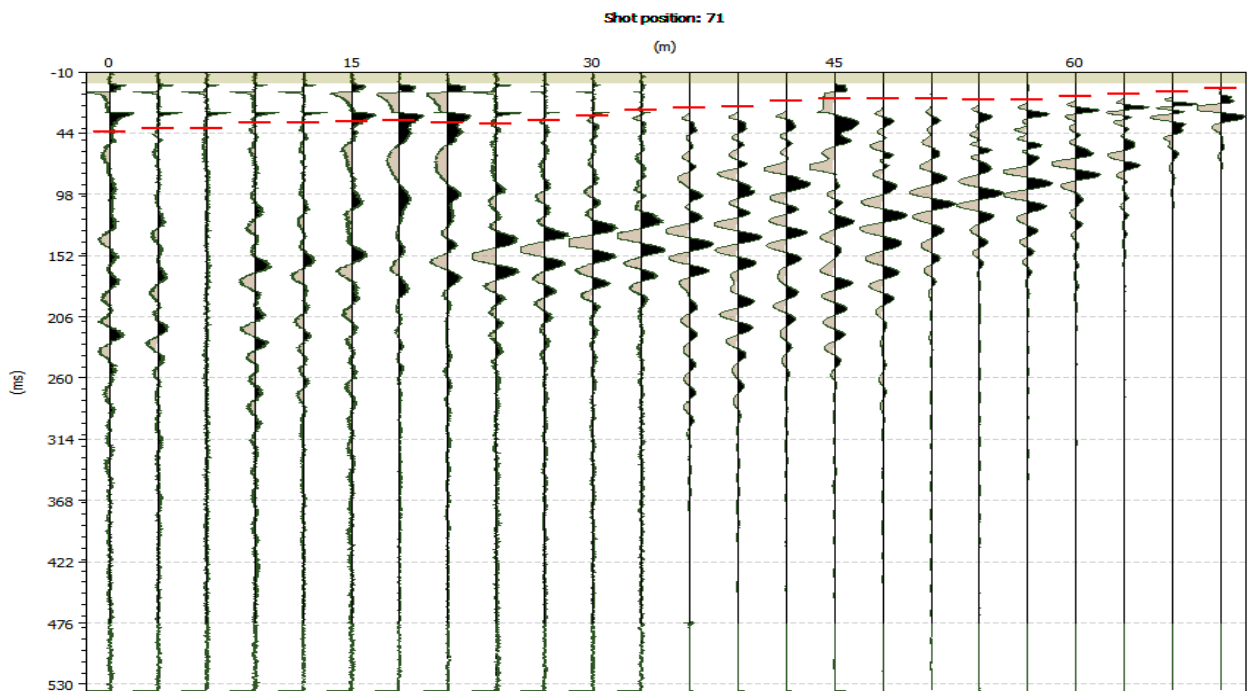
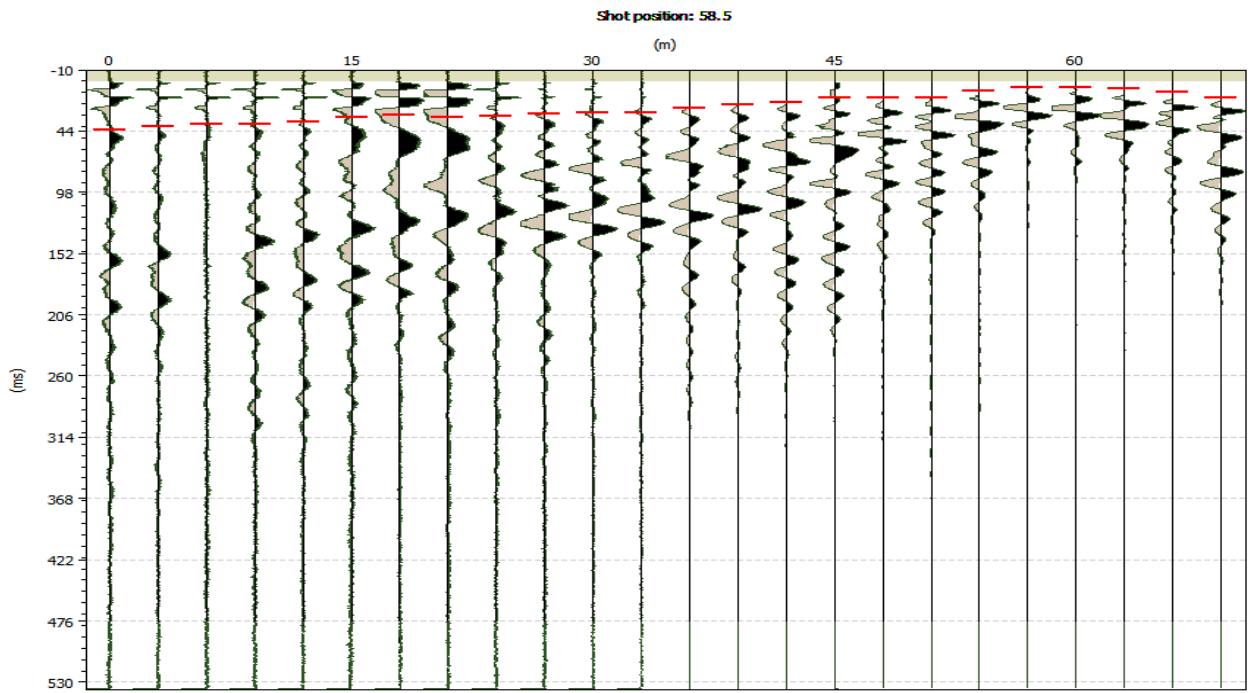
Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

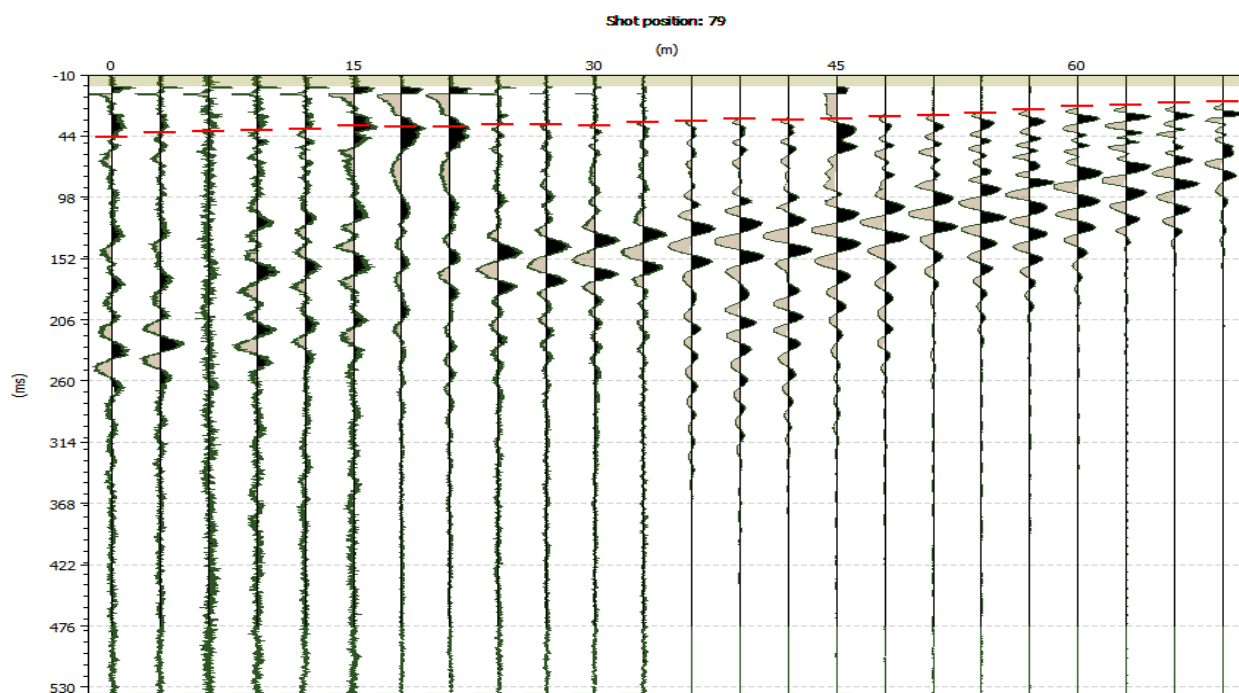






Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
 Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
 C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715



Shot:	X	Elevation
centrale.sg2	34.5	0
dir_2.sg2	-2	0
dir_10.sg2	-10	0
dir10.5.sg2	10.5	0
dir22,5.sg2	22.5	0
inv1.sg2	46.5	0
inv2.sg2	58.5	0
inv3.sg2	71	0
inv4.sg2	79	0

ID:geophone#	X	Elevation	centrale.sg2 Observed TravelTime Computed TravelTime	dir_2.sg2 Observed TravelTime Computed TravelTime	dir_10.sg2 Observed TravelTime Computed TravelTime	dir10.5.sg2 Observed TravelTime Computed TravelTime	dir22,5.sg2 Observed TravelTime Computed TravelTime
0:0	0	0	0.0274956 0.0265068	0.00178265	0.00956294 0.0107291	0.0136385 0.0113831	0.0283107 0.021205
1:0	3	0	0.0266805 0.025381	0.00548732 0.00441478	0.0144537 0.0133612	0.0136385 0.00880188	0.0250503 0.019796
2:0	6	0	0.0242351 0.024852	0.00874781 0.00754352	0.0185293 0.0164603	0.0120083 0.00569008	0.02342 0.0180689

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

3:0	90	0.0226049 0.0238693	/0.00874781 0.011271	/0.0226049 0.0200492	/0.00711757 0.00195351	/0.0201595 0.0145338
4:0	120	0.0193444 0.0212633	/0.0152688 0.0144489	/0.0250503 0.0229031	/0.00385708 0.00186881	/0.0136385 0.0108548
5:0	150	0.0185293 0.0186774	/0.0152688 0.0161606	/0.0242351 0.0242079	/0.00222684 0.00486036	/0.0103781 0.00784694
6:0	180	0.0185293 0.0168638	/0.0120083 0.0180646	/0.0250503 0.0260697	/0.00874781 0.007587	/0.00956294 0.00512903
7:0	210	0.0160839 0.0139911	/0.0128234 0.0209406	/0.0307561 0.02891	/0.0144537 0.0109136	/0.00630245 0.00180958
8:0	240	0.0136385 0.0107007	/0.0152688 0.0230509	/0.0332015 0.0308783	/0.016899 0.0143701	/0.00548732 0.00178524
9:0	270	0.0111932 0.00773038	/0.0185293 0.0233515	/0.0323864 0.0311754	/0.0226049 0.0169346	/0.00385708 0.0047993
10:0	300	0.0103781 0.00488828	/0.016899 0.0247528	/0.0332015 0.0325768	/0.0242351 0.0189311	/0.0103781 0.00764713
11:0	330	0.0046722 0.00169701	/0.0209746 0.0267227	/0.0356469 0.0345466	/0.0274956 0.0215361	/0.0144537 0.0108196
12:0	360	0.00141171 0.00164266	/0.02342 0.0286096	/0.0389073 0.0364336	/0.0307561 0.0237284	/0.016899 0.0137373
13:0	390	0.00630245 0.00444671	/0.0242351 0.030177	/0.0405376 0.037669	/0.0283107 0.0254446	/0.0177142 0.01608
14:0	420	0.00956294 0.00714678	/0.0258654 0.0320289	/0.0397225 0.0386081	/0.0315712 0.0274803	/0.0209746 0.0182577
15:0	450	0.0120083 0.0103727	/0.0258654 0.0341372	/0.0397225 0.0400579	/0.0323864 0.0300154	/0.02342 / 0.021195
16:0	480	0.0144537 0.0141054	/0.0258654 0.0354652	/0.0405376 0.0412989	/0.0323864 0.0316047	/0.0266805 0.0244811
17:0	510	0.0209746 0.0169641	/0.0291259 0.0361331	/0.0397225 0.0419668	/0.0340166 0.0324915	/0.0291259 0.0266128
18:0	540	0.0217898 0.0188407	/0.0332015 0.0369091	/0.0421678 0.0427428	/0.0372771 0.0333259	/0.029941 0.0277475
19:0	570	0.0217898 0.0206779	/0.0323864 0.037714	/0.0446132 0.0435454	/0.0421678 0.0341843	/0.0283107 0.0288436
20:0	600	0.0209746 0.0218631	/0.0356469 0.0379445	/0.042983 0.043742	/0.0421678 0.0350569	/0.0291259 0.02985
21:0	630	0.0209746 0.0231653	/0.0380922 0.0380555	/0.0413527 0.0438529	/0.0397225 0.0351984	/0.0315712 0.0308092
22:0	660	0.0291259 0.0246021	/0.0437981 0.038695	/0.042983 0.0444924	/0.0372771 0.0358389	/0.0348317 0.0314565

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

23:0	690	0.0291259 0.0264596	/0.0437981 0.0397986	/0.0454283 0.045596	/0.0405376 0.0369425	/0.0340166 0.0325658
------	-----	------------------------	-------------------------	------------------------	-------------------------	-------------------------

ID:geophone#	X	Elevation	inv1.sg2 Observed TravelTime / Computed TravelTime	inv2.sg2 Observed TravelTime / Computed TravelTime	inv3.sg2 Observed TravelTime / Computed TravelTime	inv4.sg2 Observed TravelTime / Computed TravelTime
0:0	0	0	0.0405376 / 0.0337549	0.042983 / 0.0368516	0.042983 / 0.0396011	0.0446132 / 0.0428693
1:0	3	0	0.0372771 / 0.0326378	0.0397225 / 0.0359008	0.0405376 / 0.0386508	0.0413527 / 0.0419216
2:0	6	0	0.0380922 / 0.032154	0.0380922 / 0.0357241	0.0405376 / 0.0384817	0.0405376 / 0.0417554
3:0	9	0	0.0356469 / 0.0313759	0.0380922 / 0.0350993	0.0348317 / 0.0380581	0.0389073 / 0.041335
4:0	12	0	0.0315712 / 0.0299223	0.036462 / 0.0337665	0.0348317 / 0.037302	0.0380922 / 0.0406024
5:0	15	0	0.0315712 / 0.027894	0.0323864 / 0.0318633	0.0340166 / 0.0355335	0.0348317 / 0.0388403
6:0	18	0	0.0283107 / 0.0265471	0.029941 / 0.0309798	0.0332015 / 0.0347031	0.0356469 / 0.0380128
7:0	21	0	0.0217898 / 0.0243522	0.0315712 / 0.0299848	0.0348317 / 0.0338435	0.0356469 / 0.0371579
8:0	24	0	0.0209746 / 0.0213881	0.0307561 / 0.0282441	0.0356469 / 0.0328822	0.0340166 / 0.0362019
9:0	27	0	0.0177142 / 0.0189692	0.0291259 / 0.0262819	0.0332015 / 0.0321138	0.0340166 / 0.0354335
10:0	30	0	0.0160839 / 0.0166618	0.0283107 / 0.0247738	0.0291259 / 0.0309995	0.0348317 / 0.0351235
11:0	33	0	0.0152688 / 0.0137357	0.0283107 / 0.0225894	0.0242351 / 0.0289143	0.0323864 / 0.0340968
12:0	36	0	0.0136385 / 0.0106031	0.02342 / 0.0198798	0.0217898 / 0.0263412	0.0307561 / 0.0323359
13:0	39	0	0.0128234 / 0.00778979	0.0209746 / 0.0177559	0.0209746 / 0.024253	0.0291259 / 0.0304257
14:0	42	0	0.0128234 / 0.00509588	0.0185293 / 0.0162848	0.0160839 / 0.0228252	0.029941 / 0.0290041
15:0	45	0	0.00548732 0.00188078	/0.0144537 / 0.0145426	0.0136385 / 0.0213581	0.0291259 / 0.0275809
16:0	48	0	0.00630245 0.00201503	/0.0144537 / 0.0124198	0.0136385 / 0.0197082	0.0266805 / 0.0260463
17:0	51	0	0.0120083 / 0.005955	0.0144537 / 0.00879944	0.0136385 / 0.0175347	0.0258654 / 0.0239324
18:0	54	0	0.0120083 / 0.00950856	0.00874781 0.00529006	/0.0152688 / 0.0157706	0.02342 / 0.02227
19:0	57	0	0.0120083 / 0.0127166	0.00548732 0.00171225	/0.0144537 / 0.013476	0.0209746 / 0.0202768
20:0	60	0	0.0144537 / 0.0144367	0.00548732 0.00160899	/0.0120083 / 0.0105201	0.0177142 / 0.0180908
21:0	63	0	0.0177142 / 0.0159512	0.00630245 0.00449251	/0.00956294 0.00768661	/0.016899 / 0.0158567
22:0	66	0	0.0201595 / 0.0174046	0.00956294 0.00717409	/0.00793269 0.00500614	/0.0144537 / 0.0135193
23:0	69	0	0.0217898 / 0.0193564	0.0152688 / 0.0100508	0.0046722 / 0.00207979	0.0136385 / 0.0106286

Studio di Geologia e Geofisica

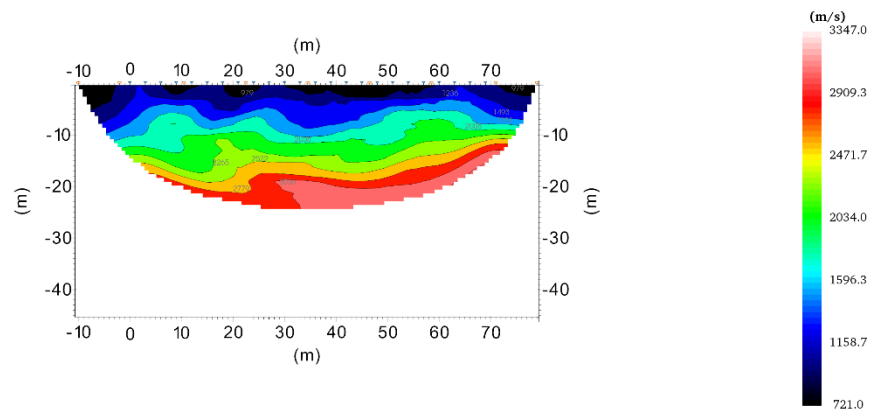
Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715



- Profilo tomografico - velocità con isolinee - RMSE 9.833928 %



Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 0.0 [m]	8.1	--
G= 3.0 [m]	7.8	--
G= 6.0 [m]	7.6	--
G= 9.0 [m]	7.8	--
G= 12.0 [m]	7.9	--
G= 15.0 [m]	7.7	--
G= 18.0 [m]	8.1	--
G= 21.0 [m]	7.8	--
G= 24.0 [m]	7.0	--
G= 27.0 [m]	6.8	--
G= 30.0 [m]	7.0	--
G= 33.0 [m]	7.3	--
G= 36.0 [m]	8.9	--
G= 39.0 [m]	8.8	--
G= 42.0 [m]	9.0	--
G= 45.0 [m]	9.2	--
G= 48.0 [m]	9.8	--
G= 51.0 [m]	10.0	--
G= 54.0 [m]	10.5	--
G= 57.0 [m]	10.5	--
G= 60.0 [m]	10.6	--
G= 63.0 [m]	10.9	--
G= 66.0 [m]	11.2	--
G= 69.0 [m]	11.5	--
Velocità [m/sec]	469.8	3273.9
Descrizione		

**Altri parametri geotecnici**

	Strato n. 1	Strato n. 2
Coefficiente Poisson	0.35	0.35
Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	1800.00	1800.00
Vp [m/s]	469.82	3273.92
Vs [m/s]	225.70	1572.74
G0 [MPa]	91.69	4452.32
Ed [Mpa]	397.32	19293.38
M0 [MPa]	305.63	14841.06
Ey [Mpa]	247.56	12021.26

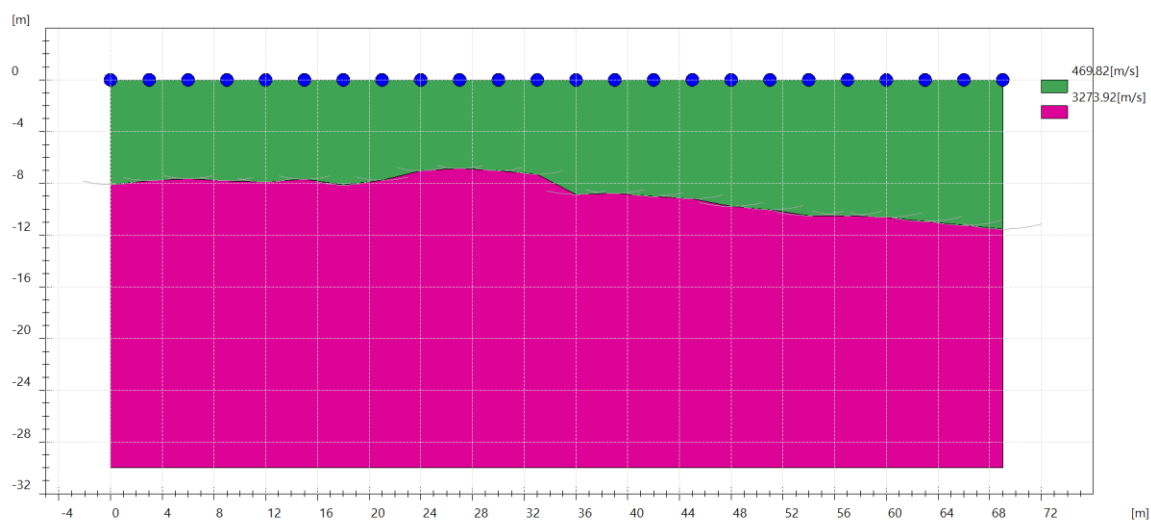
Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

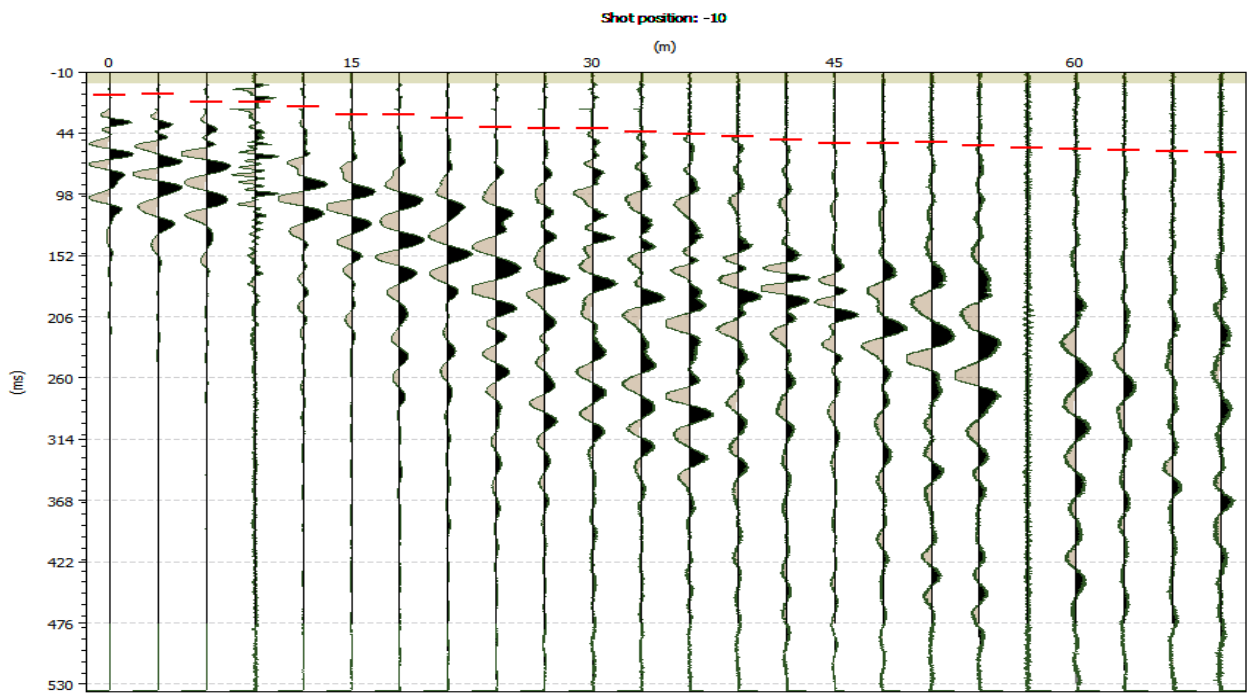
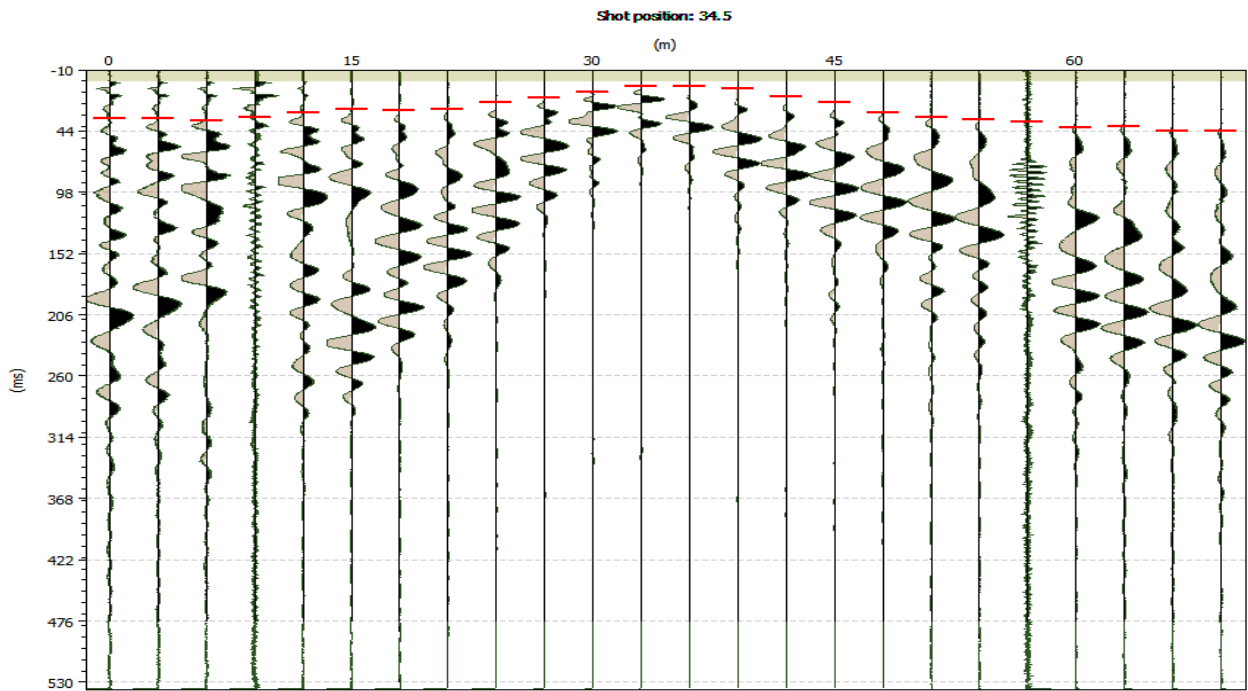
G0: Modulo di deformazione al taglio;  
Ed: Modulo edometrico;  
M0: Modulo di compressibilità volumetrica;  
Ey: Modulo di Young;



Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

Elaborazione tomografica SISM 4



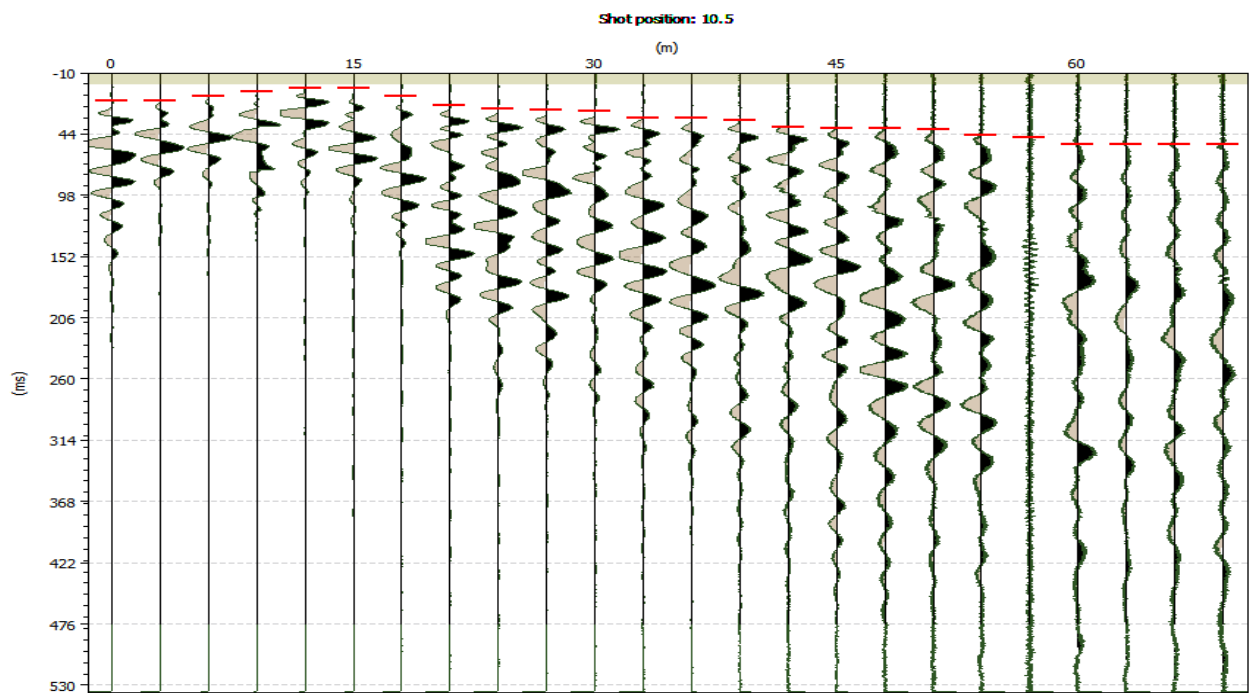
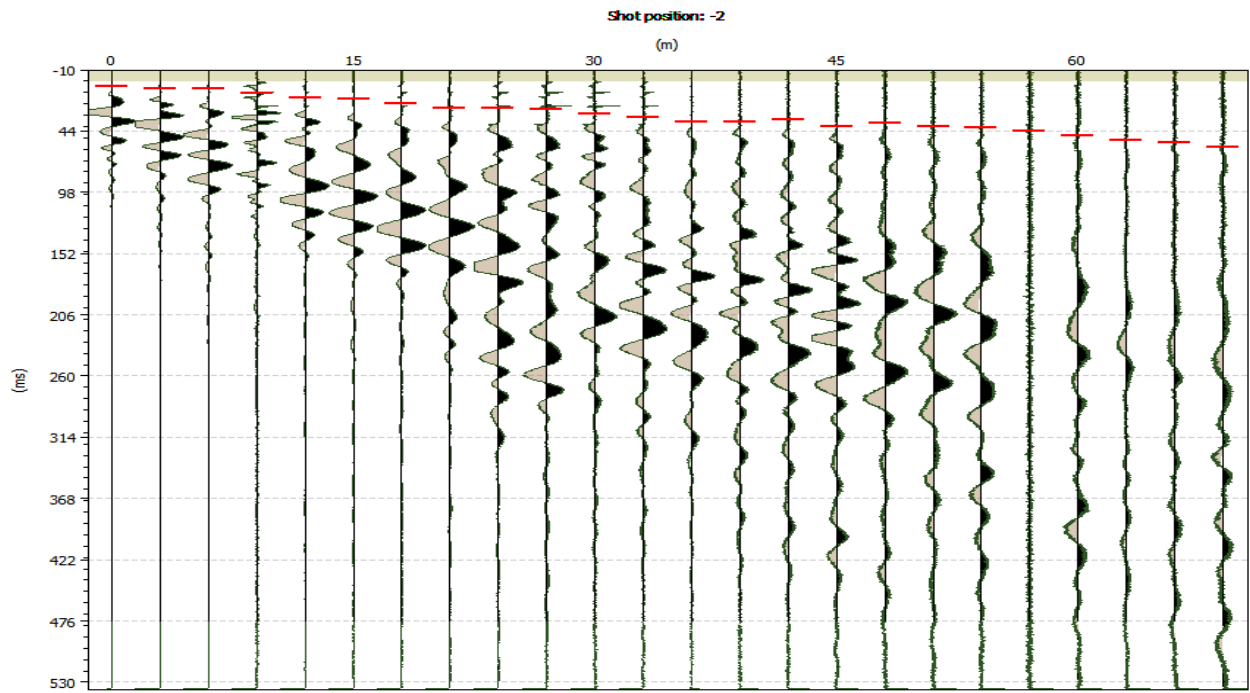
Studio di Geologia e Geofisica

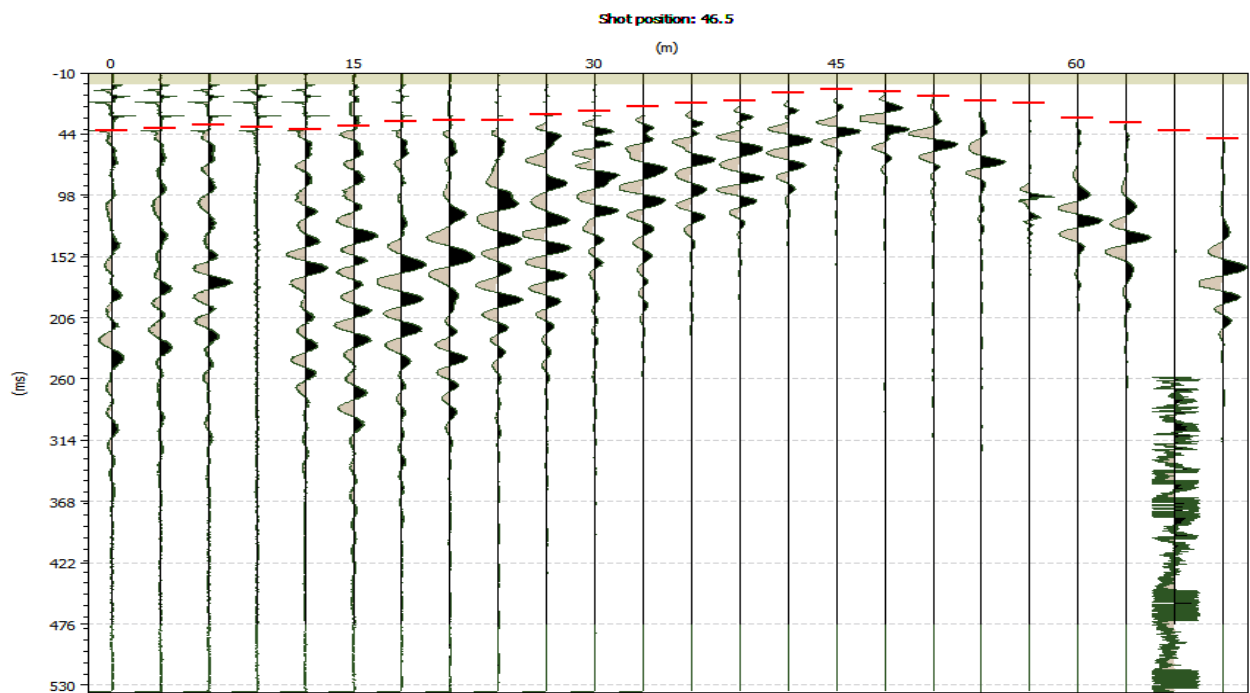
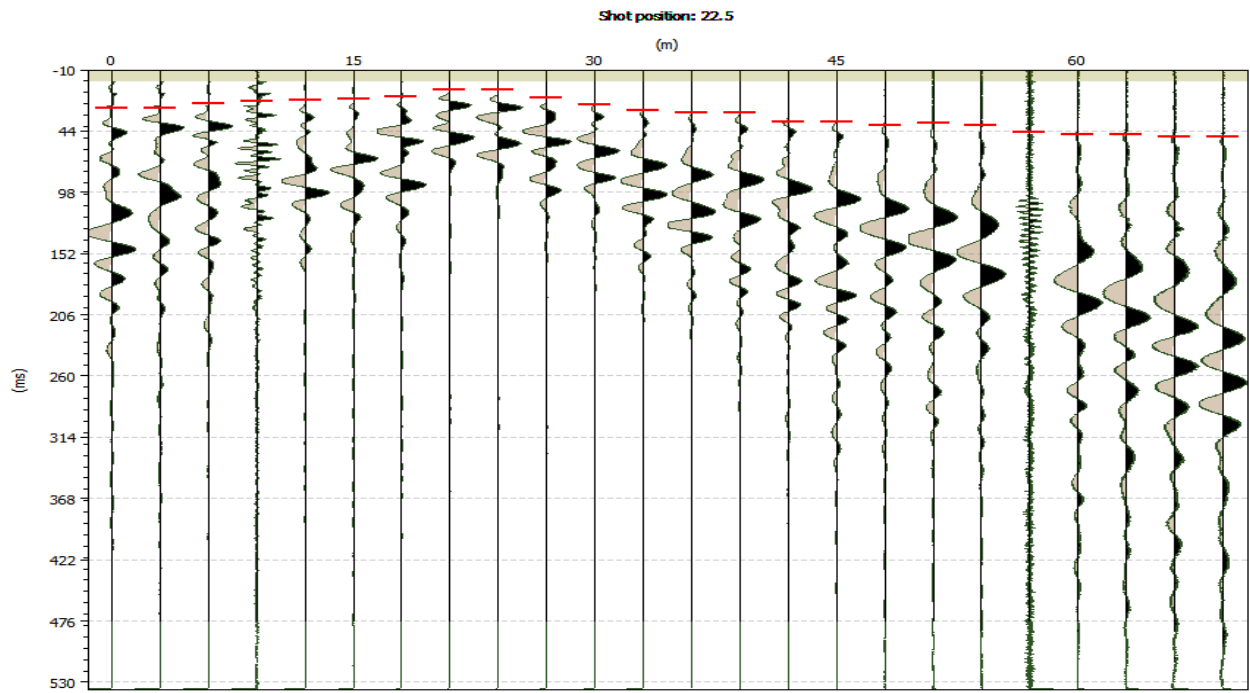
Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

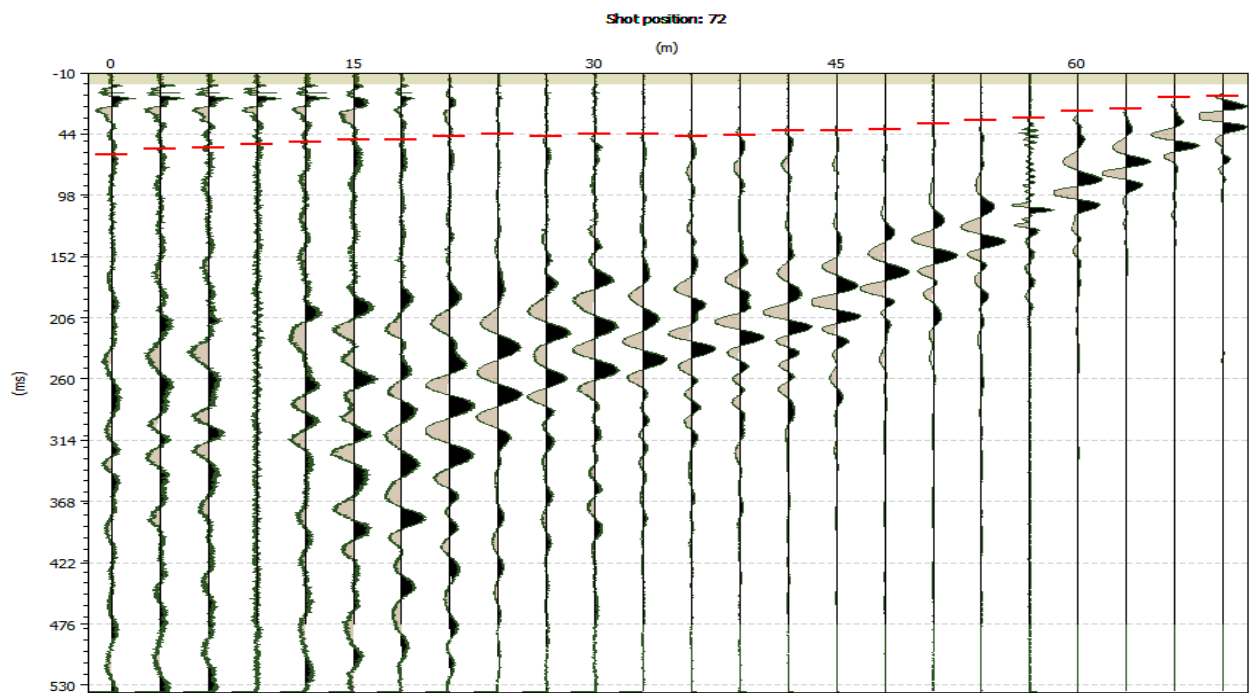
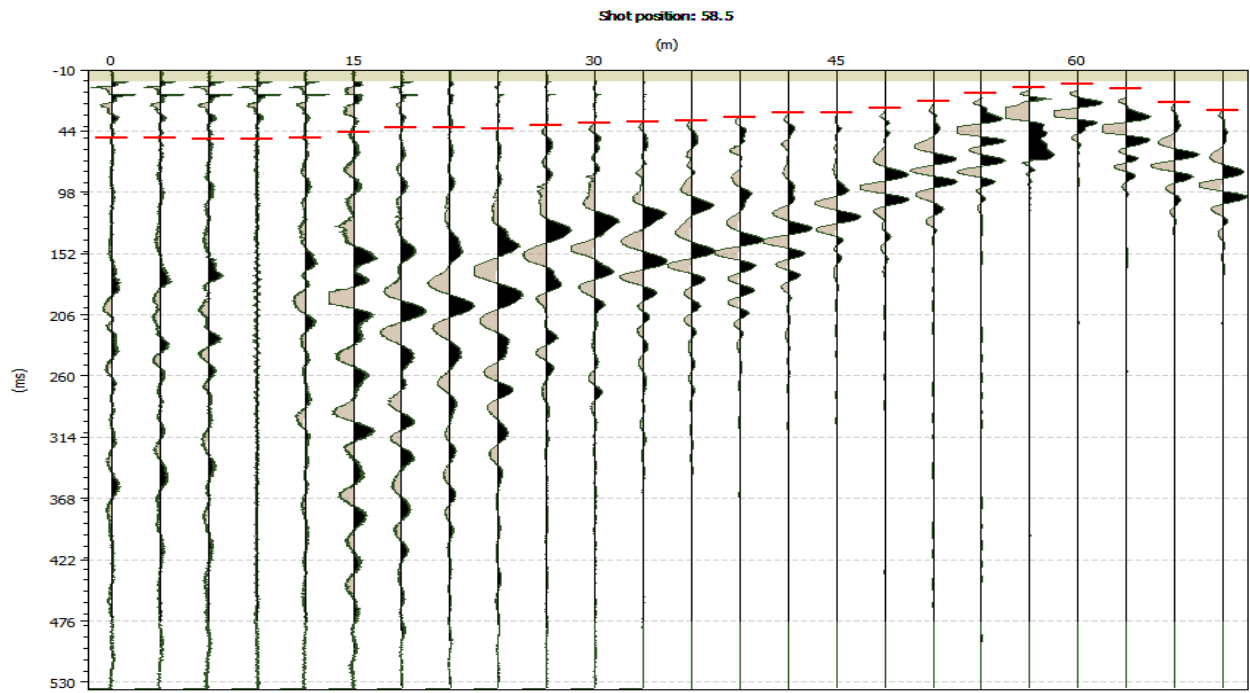
Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

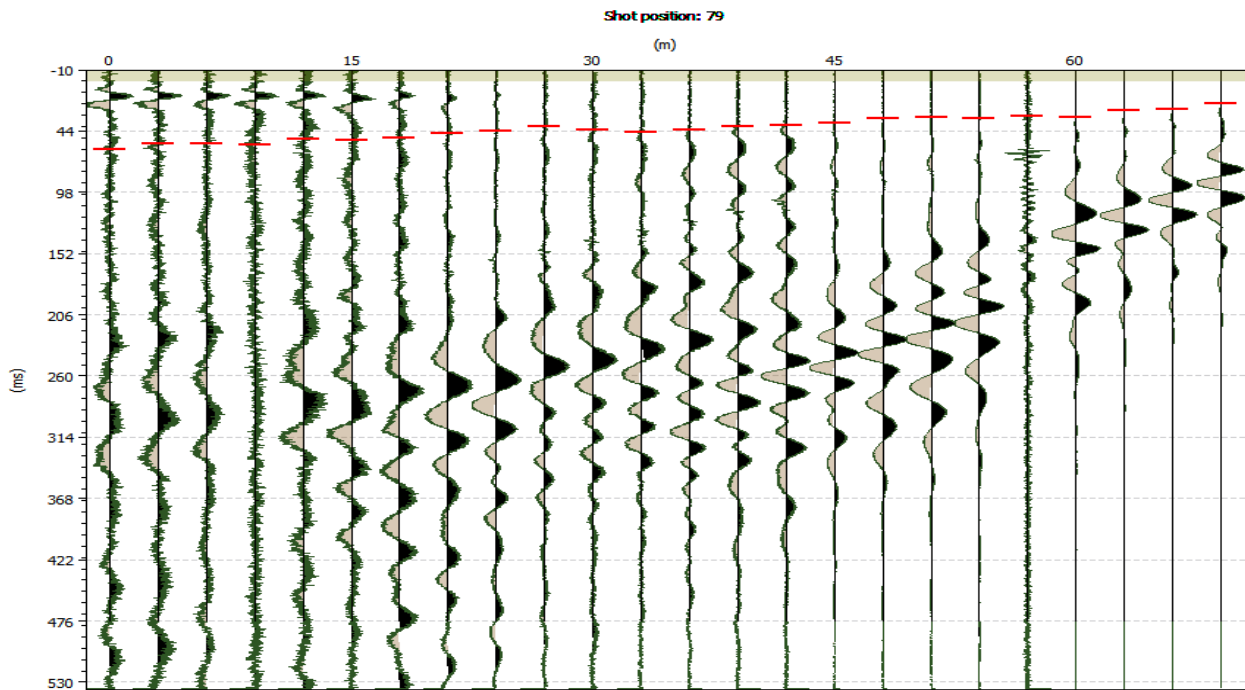
C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715











Shot:	X	Elevation
centrale.sg2	34.5	0
dir1.sg2	-10	0
dir2.sg2	-2	0
dir3.sg2	10.5	0
dir4.sg2	22.5	0
inv1.sg2	46.5	0
inv2.sg2	58.5	0
inv4.sg2	72	0
inv5.sg2	79	0

ID:geophone#	X	Elevation	centrale.sg2	dir1.sg2	dir2.sg2	dir3.sg2	dir4.sg2
			Observed	Observed	Observed	Observed	Observed
			TravelTime /	TravelTime /	TravelTime /	TravelTime /	TravelTime /

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
 Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
 C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715



			Computed TravelTime	Computed TravelTime	Computed TravelTime	Computed TravelTime	Computed TravelTime
0:0	0	0	0.0332015 / 0.0345815	0.0103781 / 0.0104584	0.0046722 / 0.00190776	0.0144537 / 0.0100966	0.0242351 / 0.0239711
1:0	3	0	0.0332015 / 0.0327353	0.00956294 / 0.0130898	0.00630245 / 0.00453911	0.0144537 / 0.00746114	0.02342 / 0.0218168
2:0	6	0	0.0348317 / 0.0315082	0.016899 / 0.0156736	0.00711757 / 0.007123	0.0103781 / 0.00488284	0.0193444 / 0.0201737
3:0	9	0	0.0315712 / 0.0297688	0.016899 / 0.018852	0.0111932 / 0.0103014	0.00711757 / 0.00171365	0.0177142 / 0.0176304
4:0	12	0	0.0283107 / 0.0276905	0.0209746 / 0.0220207	0.0144537 / 0.0134955	0.00385708 / 0.00170648	0.016899 / 0.0145726
5:0	15	0	0.0250503 / 0.0256265	0.0274956 / 0.0245555	0.0160839 / 0.0164506	0.00385708 / 0.00510222	0.0160839 / 0.0113951
6:0	18	0	0.0258654 / 0.0242814	0.0274956 / 0.0274819	0.0193444 / 0.0193769	0.0111932 / 0.00881122	0.0136385 / 0.00775938
7:0	21	0	0.0250503 / 0.0223052	0.0307561 / 0.0315837	0.02342 / 0.0234787	0.0185293 / 0.0134626	0.00793269 / 0.00292085
8:0	24	0	0.0185293 / 0.017004	0.0389073 / 0.0355407	0.02342 / 0.0276521	0.0217898 / 0.0187705	0.00793269 / 0.00304379
9:0	27	0	0.0144537 / 0.0113536	0.0405376 / 0.0384651	0.0250503 / 0.0305765	0.0226049 / 0.0223409	0.0144537 / 0.00868514
10:0	30	0	0.00956294 / 0.0065412	0.0397225 / 0.0405145	0.0291259 / 0.032741	0.0242351 / 0.0247787	0.0209746 / 0.0134812
11:0	33	0	0.0046722 / 0.00219591	0.042983 / 0.0427894	0.0315712 / 0.0350994	0.029941 / 0.0273876	0.0258654 / 0.0176851
12:0	36	0	0.0046722 / 0.00220534	0.0446132 / 0.0445781	0.036462 / 0.0371407	0.029941 / 0.0301586	0.0274956 / 0.0218414
13:0	39	0	0.00630245 / 0.0065906	0.0470586 / 0.0466208	0.036462 / 0.0392002	0.0315712 / 0.033083	0.0283107 / 0.0261794
14:0	42	0	0.0136385 / 0.0111575	0.0503191 / 0.0486207	0.0340166 / 0.0412497	0.0380922 / 0.0355386	0.0356469 / 0.0303999
15:0	45	0	0.0185293 / 0.0162848	0.0535795 / 0.050364	0.0397225 / 0.0430109	0.0389073 / 0.0373781	0.0356469 / 0.033155
16:0	48	0	0.0274956 / 0.0216801	0.0535795 / 0.0520463	0.0372771 / 0.0446932	0.0389073 / 0.039131	0.0389073 / 0.0350336
17:0	51	0	0.0315712 / 0.0266996	0.0519493 / 0.0536811	0.0397225 / 0.0463279	0.0405376 / 0.0407764	0.0372771 / 0.0367595
18:0	54	0	0.0340166 / 0.0308584	0.0552098 / 0.0557469	0.0413527 / 0.0483938	0.0454283 / 0.0428525	0.0389073 / 0.0388612
19:0	57	0	0.0356469 / 0.0348353	0.05684 / 0.0583072	0.0437981 / 0.0512969	0.0470586 / 0.0457693	0.0446132 / 0.0418147

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

20:0	600	0.0413527 / 0.0385073	0.0584703 / 0.0602786	0.0478737 / 0.0540172	0.0527644 / 0.0485294	0.0470586 / 0.044676
21:0	630	0.0397225 / 0.0412349	0.0592854 / 0.0618026	0.0519493 / 0.0556828	0.0535795 / 0.0501951	0.0470586 / 0.046618
22:0	660	0.0437981 / 0.0428842	0.0601005 / 0.0632052	0.0543947 / 0.057193	0.0527644 / 0.0517052	0.0486888 / 0.0481704
23:0	690	0.0437981 / 0.0438201	0.0609156 / 0.0639552	0.0584703 / 0.0579999	0.0527644 / 0.0525139	0.0486888 / 0.0490649

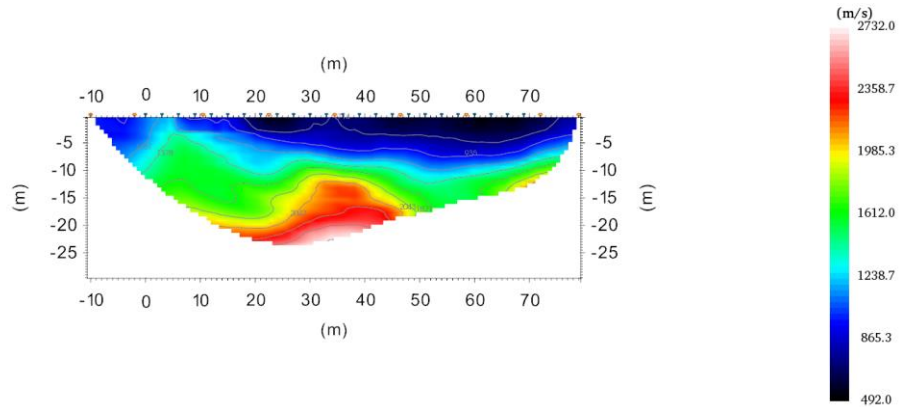
ID:geophone#	X	Elevation	inv1.sg2 Observed TravelTime / Computed TravelTime	inv2.sg2 Observed TravelTime / Computed TravelTime	inv4.sg2 Observed TravelTime / Computed TravelTime	inv5.sg2 Observed TravelTime / Computed TravelTime
0:0	0	0	0.0413527 / 0.0423255	0.0503191 / 0.0511767	0.0625459 / 0.0564015	0.0601005 / 0.0568625
1:0	3	0	0.0389073 / 0.0405127	0.0503191 / 0.049364	0.0576552 / 0.054591	0.0552098 / 0.0550519
2:0	6	0	0.036462 / 0.0396108	0.0511342 / 0.0484621	0.0560249 / 0.053693	0.0552098 / 0.054154
3:0	9	0	0.0380922 / 0.038848	0.0511342 / 0.0477116	0.0535795 / 0.0529665	0.0560249 / 0.0534274
4:0	12	0	0.0397225 / 0.0377797	0.0503191 / 0.0467588	0.0511342 / 0.0521285	0.0511342 / 0.0525894
5:0	15	0	0.0372771 / 0.0360467	0.0446132 / 0.0450702	0.0486888 / 0.0508487	0.0519493 / 0.0513114
6:0	18	0	0.0332015 / 0.0351151	0.0413527 / 0.0441755	0.0486888 / 0.0499708	0.0503191 / 0.0504441
7:0	21	0	0.0323864 / 0.0344737	0.0413527 / 0.0435652	0.0462434 / 0.0493805	0.0462434 / 0.0498567
8:0	24	0	0.0315712 / 0.033374	0.0421678 / 0.0425409	0.0437981 / 0.0483949	0.0437981 / 0.0488717
9:0	27	0	0.0266805 / 0.0302181	0.0389073 / 0.0408139	0.0462434 / 0.0467493	0.0405376 / 0.0472282
10:0	30	0	0.02342 / 0.0254426	0.0372771 / 0.0391703	0.0437981 / 0.0452526	0.042983 / 0.0457617
11:0	33	0	0.0201595 / 0.0210973	0.036462 / 0.0377626	0.0437981 / 0.044374	0.0446132 / 0.0449762
12:0	36	0	0.016899 / 0.0168656	0.0348317 / 0.0353249	0.0462434 / 0.0435272	0.042983 / 0.0441995
13:0	39	0	0.0144537 / 0.0124828	0.0315712 / 0.0321898	0.0454283 / 0.0420689	0.0397225 / 0.042792
14:0	42	0	0.00793269 / 0.00792316	0.0283107 / 0.0284782	0.0413527 / 0.0404833	0.0389073 / 0.0412909
15:0	45	0	0.0046722 / 0.00280686	0.0274956 / 0.0238182	0.0413527 / 0.0391397	0.0372771 / 0.0400229
16:0	48	0	0.00630245 / 0.00283571	0.02342 / 0.0185935	0.0397225 / 0.0372835	0.0332015 / 0.0382153
17:0	51	0	0.0111932 / 0.00812746	0.0177142 / 0.0132982	0.0348317 / 0.0350715	0.0315712 / 0.036212
18:0	54	0	0.0152688 / 0.0131963	0.0111932 / 0.00822836	0.0315712 / 0.032498	0.0332015 / 0.034397
19:0	57	0	0.016899 / 0.0185621	0.00548732 / 0.00286896	0.029941 / 0.0279751	0.0307561 / 0.0326276

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

20:0	600	0.029941 / 0.0239726	0.00304196 / 0.00293713	0.0242351 / 0.0227288	0.0323864 / 0.0305219
21:0	630	0.0340166 / 0.0297625	0.00630245 / 0.00890286	0.0217898 / 0.0169716	0.0258654 / 0.026135
22:0	660	0.0413527 / 0.0347617	0.0185293 / 0.0146909	0.0120083 / 0.0112004	0.0250503 / 0.0210497
23:0	690	0.0478737 / 0.0379104	0.0258654 / 0.0204829	0.0103781 / 0.00534397	0.0201595 / 0.0154204

- Profilo tomografico - velocità con isolinee - RMSE 7.930305 %



Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

---

Report SISM 5

*Interpretazione col metodo G.R.M.*

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 0.0 [m]	8.8	--
G= 3.0 [m]	8.5	--
G= 6.0 [m]	8.3	--
G= 9.0 [m]	8.3	--
G= 12.0 [m]	8.2	--
G= 15.0 [m]	8.1	--
G= 18.0 [m]	8.4	--
G= 21.0 [m]	8.6	--
G= 24.0 [m]	8.4	--
G= 27.0 [m]	8.8	--
G= 30.0 [m]	9.0	--
G= 33.0 [m]	8.8	--
G= 36.0 [m]	7.9	--
G= 39.0 [m]	7.6	--
G= 42.0 [m]	7.7	--
G= 45.0 [m]	7.5	--
G= 48.0 [m]	7.6	--
G= 51.0 [m]	7.7	--
G= 54.0 [m]	7.5	--
G= 57.0 [m]	7.5	--
G= 60.0 [m]	7.5	--
G= 63.0 [m]	7.4	--
G= 66.0 [m]	7.8	--
G= 69.0 [m]	8.0	--
Velocità [m/sec]	455.5	2386.5

---

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715



---

Descrizione		
-------------	--	--

### Altri parametri geotecnici

	Strato n. 1	Strato n. 2
Coefficiente Poisson	0.35	0.35
Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	1800.00	1800.00
Vp [m/s]	455.52	2386.47
Vs [m/s]	218.83	1146.42
G0 [MPa]	86.19	2365.71
Ed [Mpa]	373.50	10251.41
M0 [MPa]	287.31	7885.70
Ey [Mpa]	232.72	6387.42

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

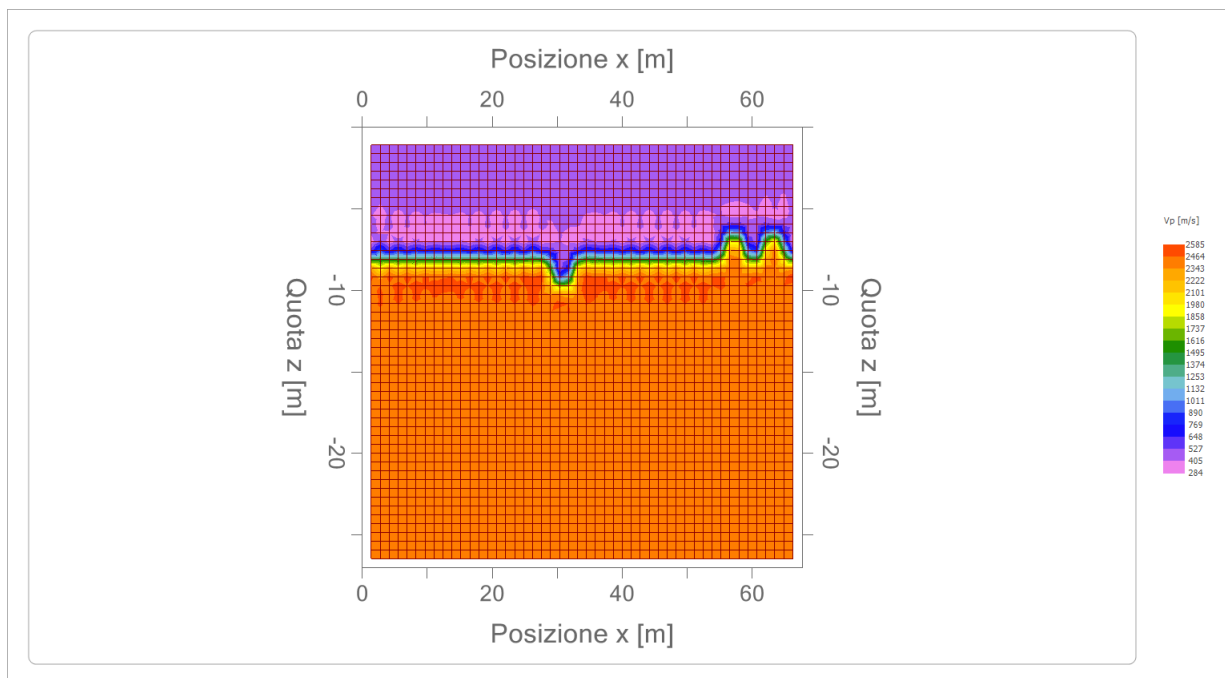
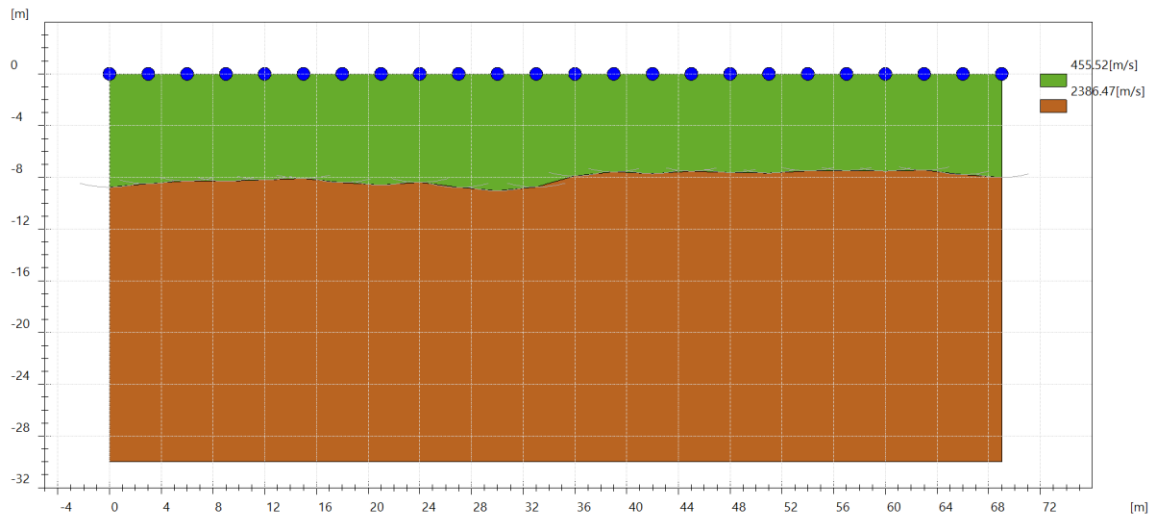
---

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

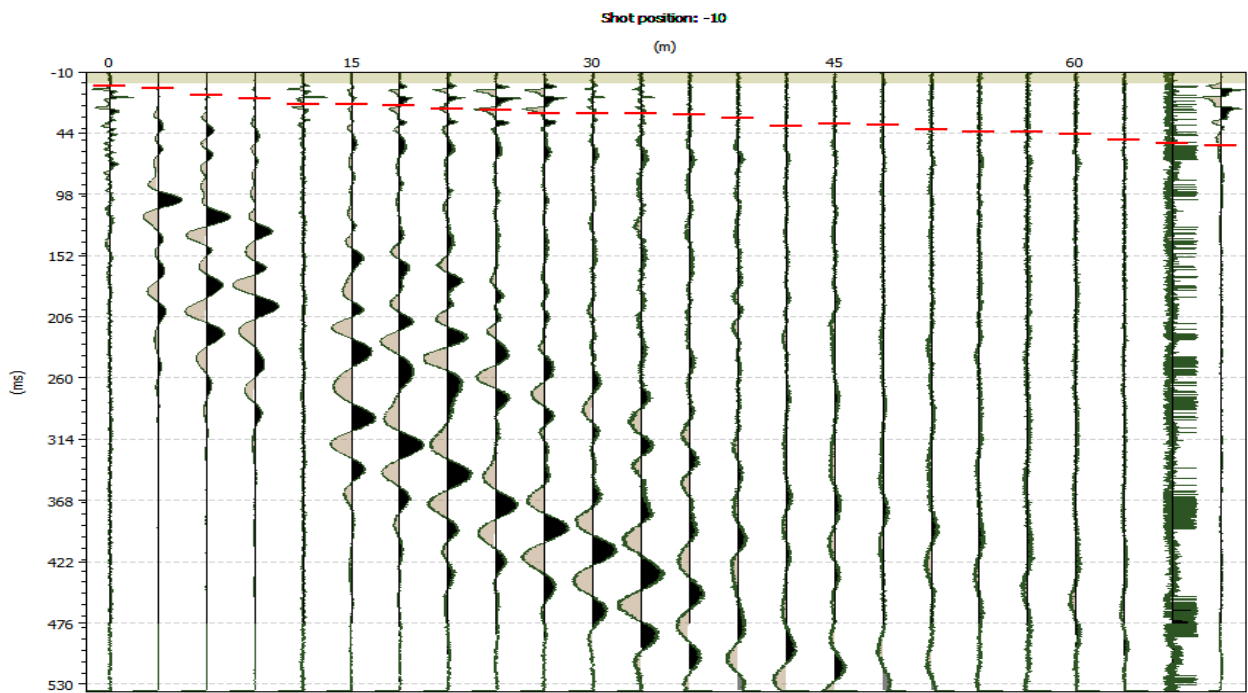
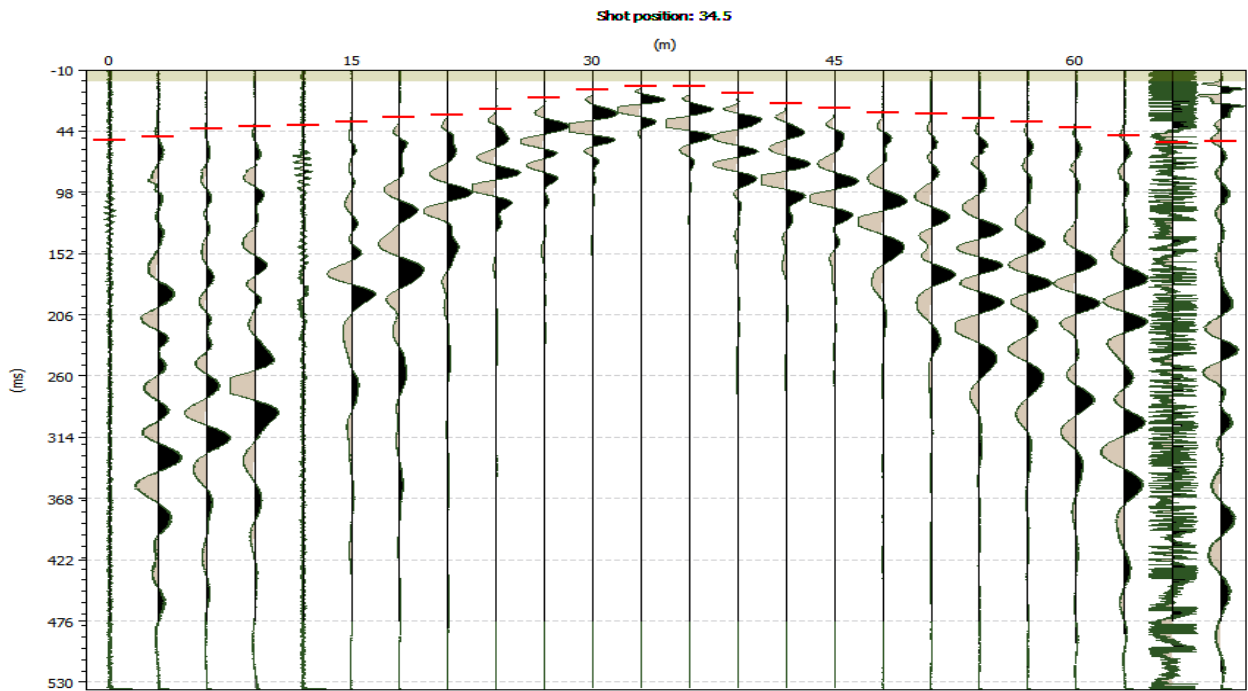
Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715



Studio di Geologia e Geofisica  
 Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
 Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
 C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

Elaborazione tomografica SISM 5

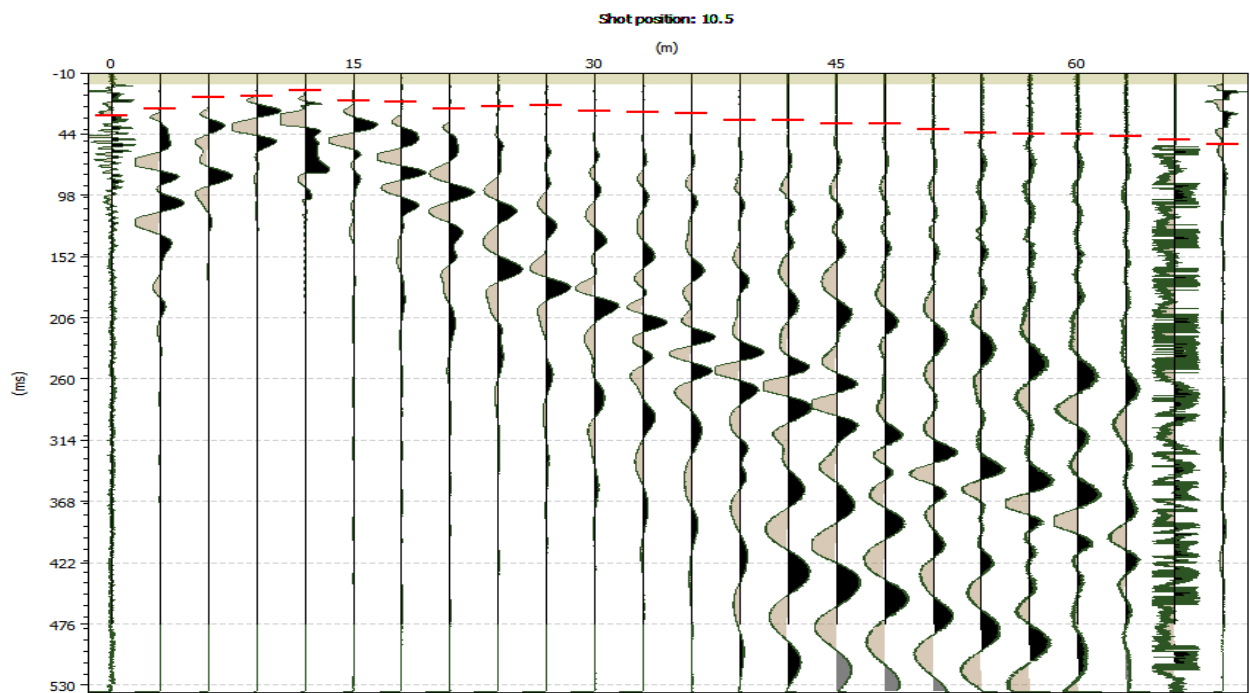
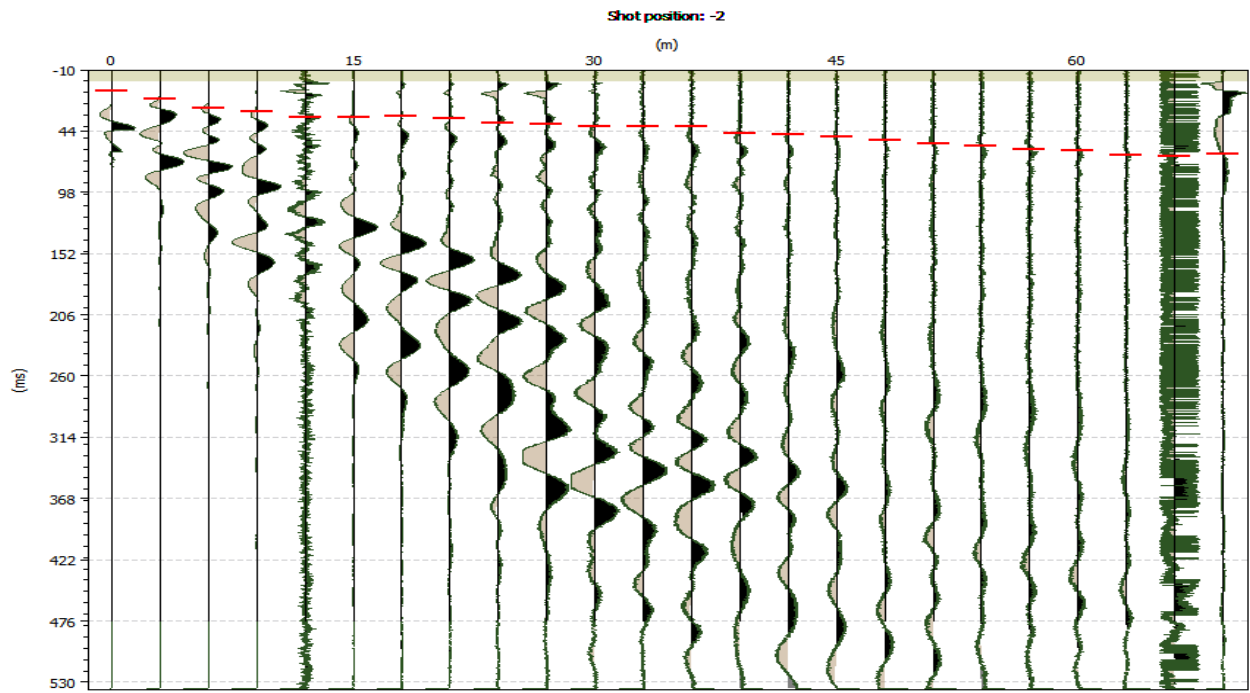


Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

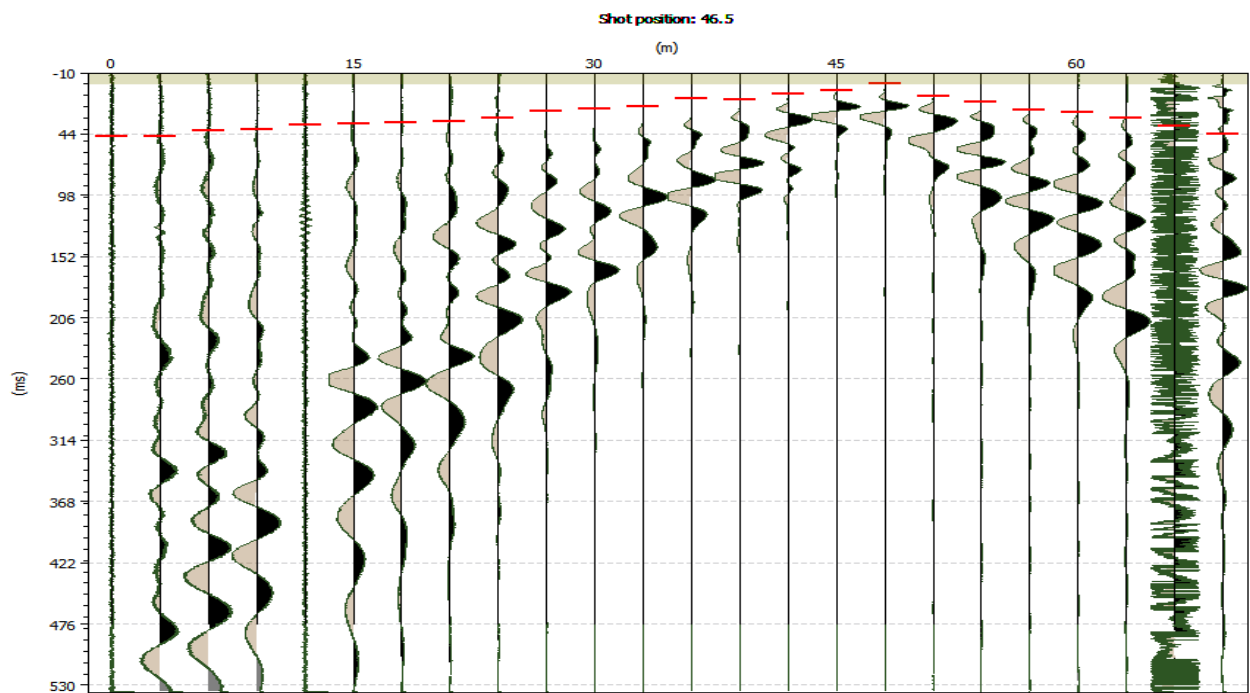
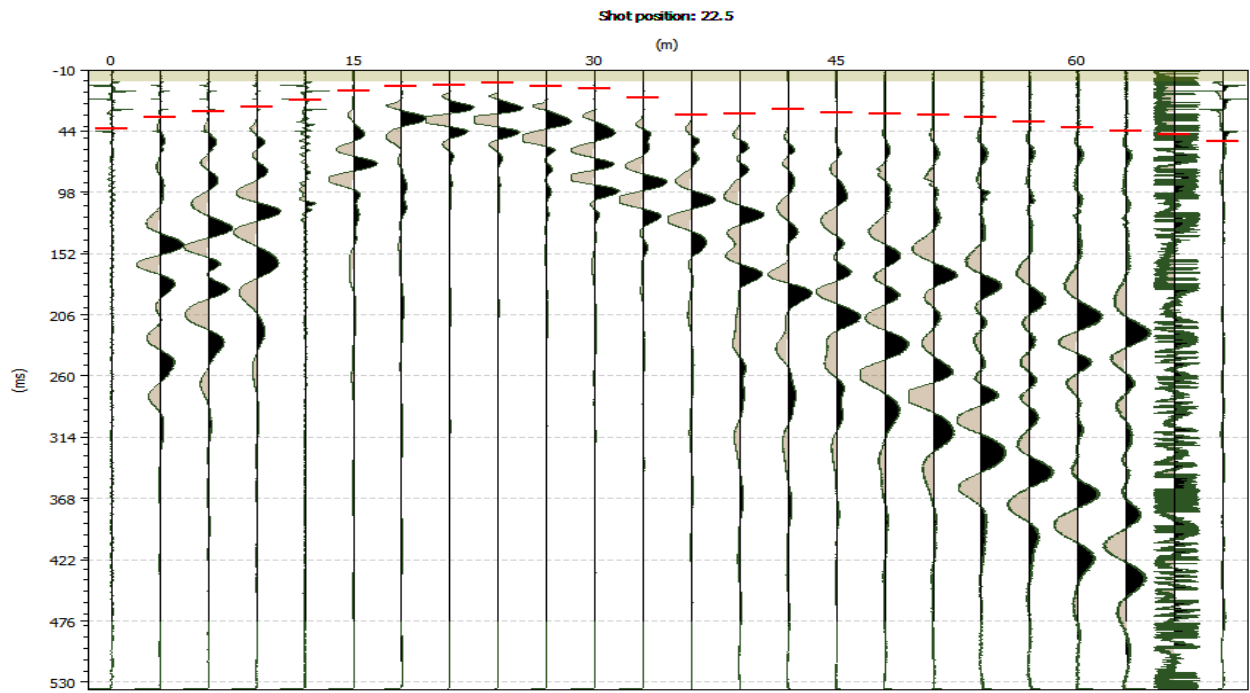
C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

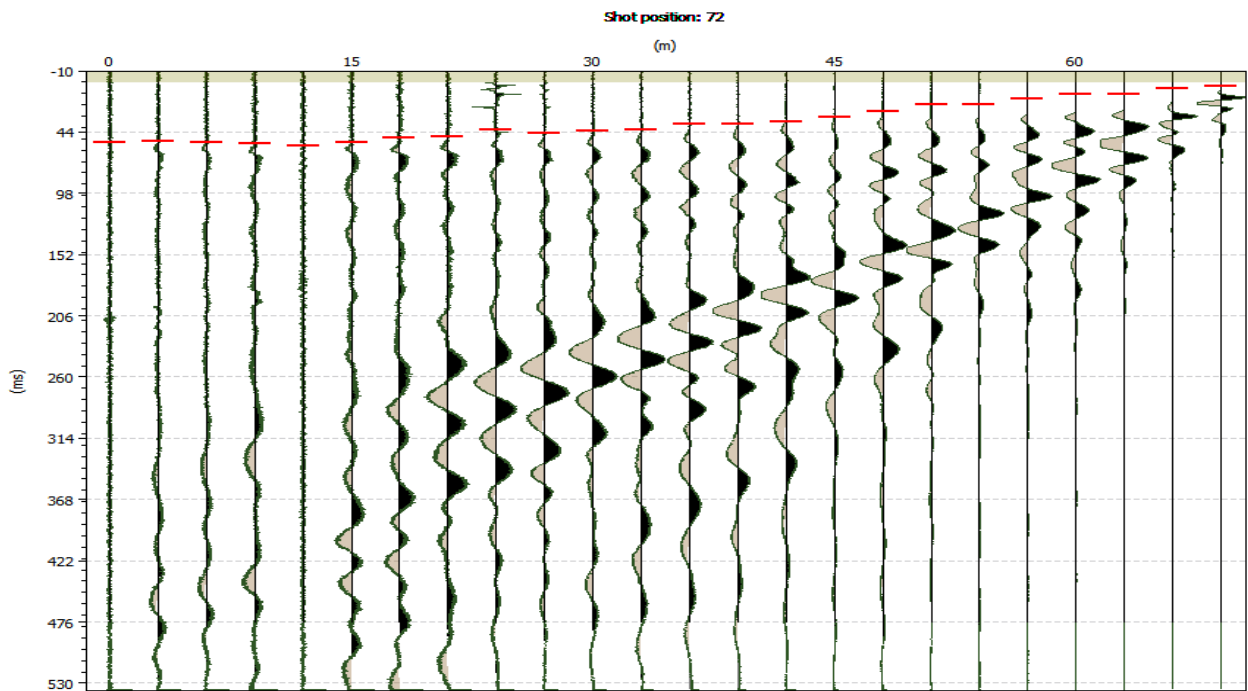
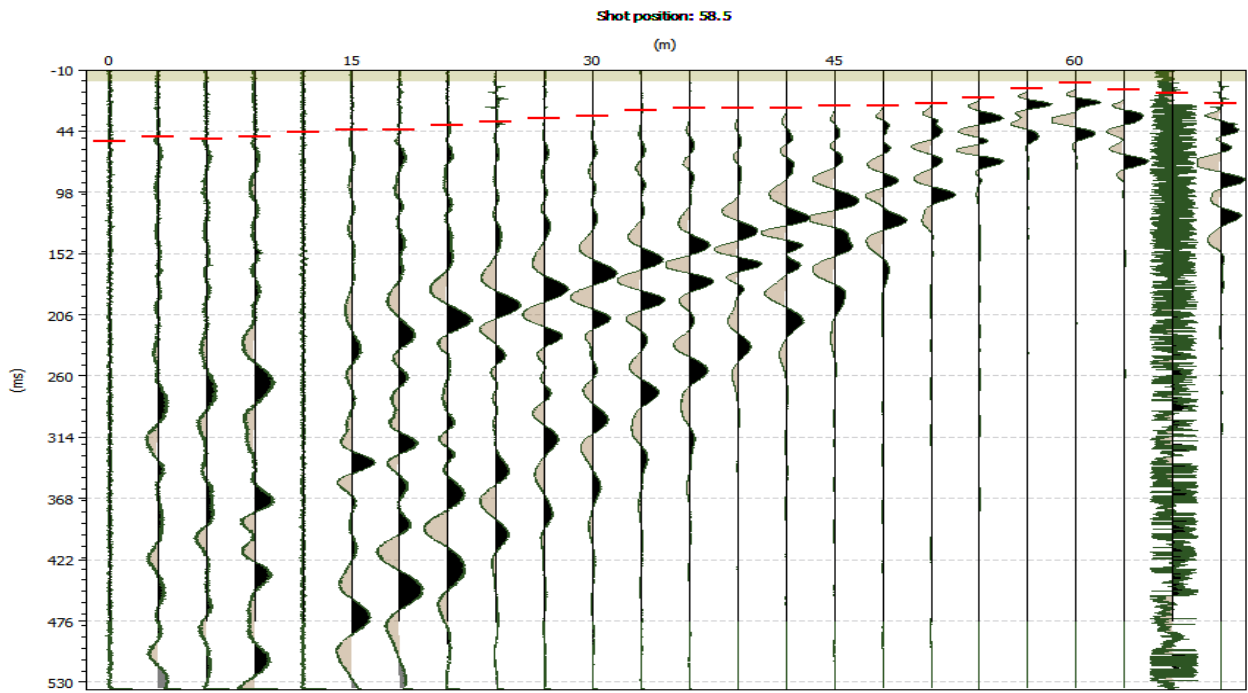


Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
 Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
 C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

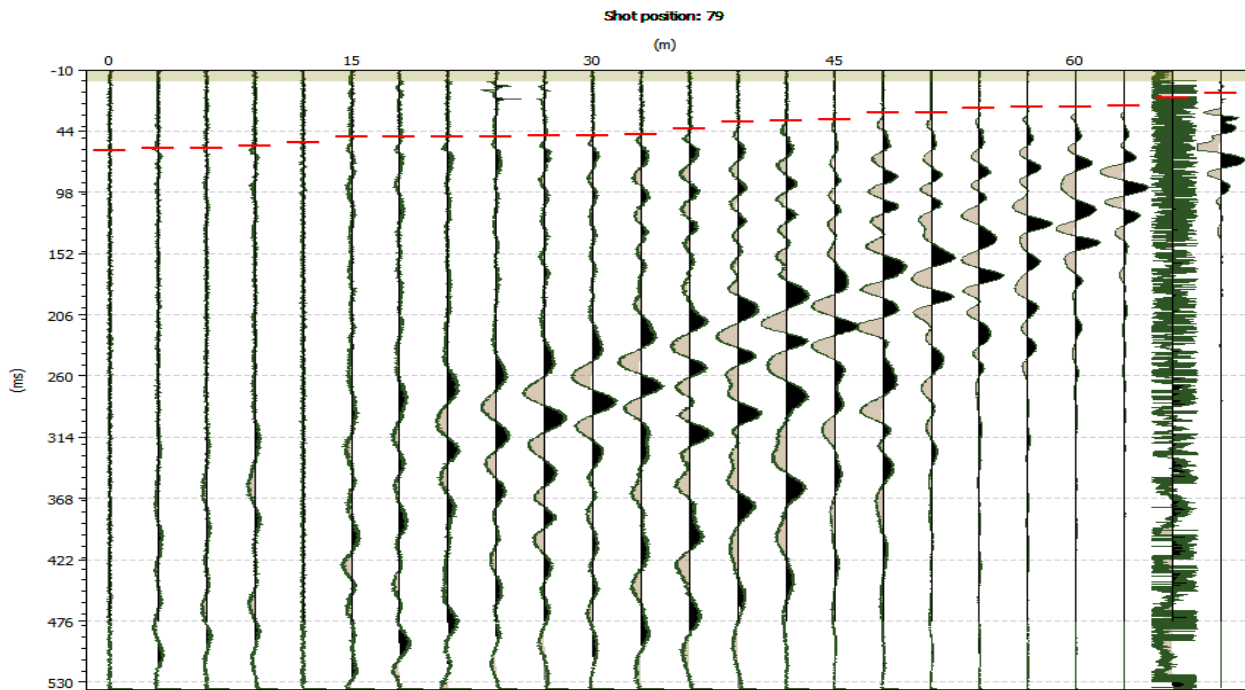






Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
 Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
 C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715



Shot:	X	Elevation
centrale.sg2	34.5	0
dir1.sg2	-10	0
dir2.sg2	-2	0
dir3.sg2	10.5	0
dir4.sg2	22.5	0
inv1.sg2	46.5	0
inv2.sg2	58.5	0
inv4.sg2	72	0
inv5.sg2	79	0

ID:geophone#	X	Elevation	centrale.sg2 Observed TravelTime / Computed TravelTime	dir1.sg2 Observed TravelTime / Computed TravelTime	dir2.sg2 Observed TravelTime / Computed TravelTime	dir3.sg2 Observed TravelTime / Computed TravelTime	dir4.sg2 Observed TravelTime / Computed TravelTime
0:0	0	0	0.0519493 / 0.0343169	0.00304196 / 0.00755827	0.00874781 / 0.00275941	0.0283107 / 0.0194706	0.0421678 / 0.0288776

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

1:0	3	0	0.0495039 / 0.0351594	0.0046722 / 0.0130353	0.0160839 / 0.00823641	0.0217898 / 0.0143683	0.0323864 / 0.0279576
2:0	6	0	0.0421678 / 0.0348161	0.0103781 / 0.0164337	0.02342 / 0.0138852	0.0120083 / 0.00885939	0.0266805 / 0.0248461
3:0	9	0	0.0405376 / 0.0331793	0.0136385 / 0.0185752	0.0266805 / 0.0193369	0.0103781 / 0.00297559	0.0226049 / 0.0201679
4:0	12	0	0.0389073 / 0.0313058	0.0185293 / 0.0206583	0.0315712 / 0.022148	0.00548732 / 0.00289506	0.016899 / 0.0147037
5:0	15	0	0.036462 / 0.0276231	0.0185293 / 0.0218879	0.0315712 / 0.0238358	0.0152688 / 0.0078616	0.00874781 / 0.00971583
6:0	18	0	0.0315712 / 0.0236639	0.0201595 / 0.022989	0.0307561 / 0.025132	0.0160839 / 0.0118694	0.0046722 / 0.00569709
7:0	21	0	0.029941 / 0.0199488	0.0226049 / 0.0246496	0.0332015 / 0.0267926	0.0217898 / 0.0155921	0.00385708 / 0.0019708
8:0	24	0	0.0250503 / 0.0161612	0.02342 / 0.0263215	0.0372771 / 0.0285112	0.0201595 / 0.019435	0.00141171 / 0.00204822
9:0	27	0	0.0144537 / 0.0121855	0.0266805 / 0.0275963	0.0380922 / 0.0297862	0.0185293 / 0.0235358	0.0046722 / 0.00615225
10:0	30	0	0.00793269 / 0.00774801	0.0266805 / 0.0290443	0.0397225 / 0.0312341	0.02342 / 0.0279521	0.00630245 / 0.0106005
11:0	33	0	0.0046722 / 0.00273825	0.0266805 / 0.0301872	0.0405376 / 0.0323771	0.0250503 / 0.0315788	0.0152688 / 0.01562
12:0	36	0	0.0046722 / 0.0027605	0.0274956 / 0.0314686	0.0405376 / 0.0336585	0.0258654 / 0.0330028	0.029941 / 0.02053
13:0	39	0	0.0111932 / 0.00793321	0.0307561 / 0.0324813	0.0462434 / 0.0346711	0.0315712 / 0.0341235	0.0291259 / 0.0239585
14:0	42	0	0.0193444 / 0.012535	0.0380922 / 0.0336985	0.0470586 / 0.0358884	0.0315712 / 0.0353791	0.0250503 / 0.0260176
15:0	45	0	0.02342 / 0.0167921	0.0356469 / 0.0354707	0.0486888 / 0.0376605	0.0348317 / 0.0371537	0.0283107 / 0.0282142
16:0	48	0	0.0274956 / 0.0211312	0.0372771 / 0.037986	0.0519493 / 0.0401759	0.0348317 / 0.0396802	0.0291259 / 0.030965
17:0	51	0	0.0291259 / 0.024261	0.0413527 / 0.0406323	0.0552098 / 0.0428222	0.0405376 / 0.0423341	0.029941 / 0.0338102
18:0	54	0	0.0332015 / 0.0273467	0.042983 / 0.0435763	0.05684 / 0.0457662	0.042983 / 0.0452782	0.0315712 / 0.0368739
19:0	57	0	0.036462 / 0.0308334	0.042983 / 0.0460209	0.0601005 / 0.0482107	0.0437981 / 0.0478945	0.0356469 / 0.0402792
20:0	60	0	0.0413527 / 0.0344832	0.0446132 / 0.048077	0.0617308 / 0.0502669	0.0437981 / 0.0499507	0.0413527 / 0.043743
21:0	63	0	0.0478737 / 0.0377273	0.0503191 / 0.0494893	0.0649913 / 0.0516791	0.0462434 / 0.0513629	0.0437981 / 0.0456313

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715



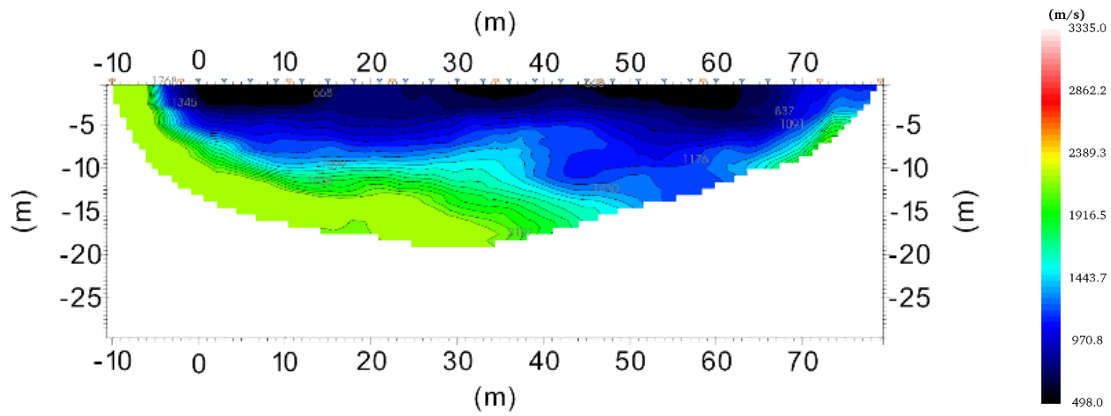
22:0	660	0.0543947 / 0.0391564	0.0535795 / 0.0504642	0.0666215 / 0.0526541	0.0486888 / 0.0523378	0.0470586 / 0.0466235
23:0	690	0.0535795 / 0.0401609	0.0552098 / 0.050818	0.0641761 / 0.0530078	0.0527644 / 0.0526916	0.0535795 / 0.0470023

ID:geophone#	X	Elevation	inv1.sg2 Observed TravelTime / Computed TravelTime	inv2.sg2 Observed TravelTime / Computed TravelTime	inv4.sg2 Observed TravelTime / Computed TravelTime	inv5.sg2 Observed TravelTime / Computed TravelTime
0:0	0	0	0.0462434 / 0.0400502	0.0527644 / 0.0505716	0.0527644 / 0.0544509	0.0609156 / 0.0555565
1:0	3	0	0.0462434 / 0.0408926	0.0495039 / 0.0514142	0.0519493 / 0.0552935	0.0592854 / 0.0563991
2:0	6	0	0.0413527 / 0.0405493	0.0511342 / 0.0510709	0.0527644 / 0.0549502	0.0592854 / 0.0560558
3:0	9	0	0.0397225 / 0.0391015	0.0495039 / 0.0497205	0.0543947 / 0.0535998	0.0576552 / 0.0547054
4:0	12	0	0.036462 / 0.0373778	0.0446132 / 0.0481171	0.0560249 / 0.0519964	0.0543947 / 0.053102
5:0	15	0	0.0348317 / 0.0353469	0.042983 / 0.0461825	0.0535795 / 0.0500618	0.0495039 / 0.0511674
6:0	18	0	0.0340166 / 0.0330477	0.042983 / 0.0449594	0.0486888 / 0.0488591	0.0495039 / 0.0499647
7:0	21	0	0.0332015 / 0.0307789	0.0389073 / 0.0431638	0.0478737 / 0.0477956	0.0486888 / 0.0489054
8:0	24	0	0.029941 / 0.0281392	0.0356469 / 0.0408298	0.0421678 / 0.0465598	0.0486888 / 0.0476764
9:0	27	0	0.0242351 / 0.0255443	0.0332015 / 0.0382813	0.0446132 / 0.044898	0.0478737 / 0.0460146
10:0	30	0	0.0217898 / 0.0233605	0.0307561 / 0.0361052	0.042983 / 0.0433885	0.0478737 / 0.0445106
11:0	33	0	0.0193444 / 0.0210141	0.0258654 / 0.0339123	0.0421678 / 0.0417397	0.0470586 / 0.0428781
12:0	36	0	0.0128234 / 0.0165806	0.0242351 / 0.0313821	0.0372771 / 0.0393223	0.0421678 / 0.0404607
13:0	39	0	0.0136385 / 0.0117489	0.0242351 / 0.0282644	0.0372771 / 0.0366047	0.0356469 / 0.0377431
14:0	42	0	0.00874781 / 0.00707046	0.0242351 / 0.0254544	0.0348317 / 0.0343722	0.0348317 / 0.0355106
15:0	45	0	0.00548732 / 0.00248053	0.0217898 / 0.0224464	0.0307561 / 0.0327132	0.0340166 / 0.0339826
16:0	48	0	0 / 0.00257398	0.0217898 / 0.0179144	0.0258654 / 0.0306697	0.0283107 / 0.0319852
17:0	51	0	0.0111932 / 0.007576	0.0193444 / 0.0131773	0.0201595 / 0.0282197	0.0274956 / 0.0296271
18:0	54	0	0.0160839 / 0.0126735	0.0144537 / 0.00808087	0.0201595 / 0.0261956	0.0242351 / 0.0277068
19:0	57	0	0.0226049 / 0.0176785	0.00711757 / 0.00278969	0.0144537 / 0.0209614	0.0226049 / 0.0259221
20:0	60	0	0.0250503 / 0.0226818	0.00141171 / 0.00268996	0.0103781 / 0.0156888	0.0226049 / 0.0219144
21:0	63	0	0.029941 / 0.0269708	0.00793269 / 0.00758583	0.0103781 / 0.0107793	0.0217898 / 0.017005

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

22:0	660	0.0372771 / 0.0299796	0.0103781 / 0.0116869	0.00548732 / 0.00666909	0.0152688 / 0.0129173
23:0	690	0.0437981 / 0.031108	0.0193444 / 0.0152833	0.00385708 / 0.00305926	0.0111932 / 0.00936887



---

## 6.2 INDAGINE SISMICA TIPO MASW

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

### Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P**-Longitudinale: onda profonda di compressione;
- **S**-Trasversale: onda profonda di taglio;
- **L**-Love: onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R**-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

### Onde di Rayleigh – “R”

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

### Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale

---

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

---

nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

#### Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times v$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

#### Modi di vibrazione

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

#### Profondità di indagine

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

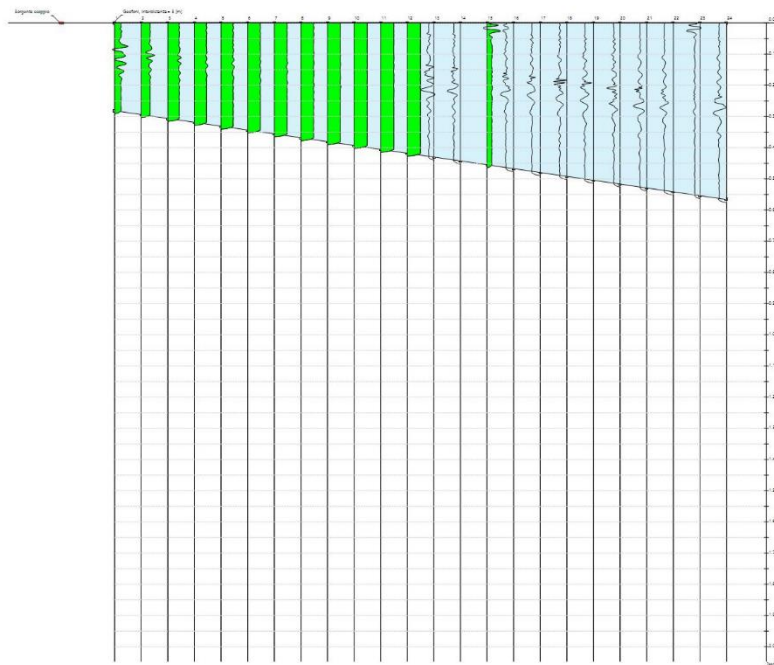
---

## 6.2.1 REPORT INDAGINI MASW

*Masw diretta sism1*

### Tracce

<b>N. tracce</b>	24
<b>Durata acquisizione</b> [msec]	2048.0
<b>Interdistanza geofoni</b> [m]	3.0
<b>Periodo di</b> <b>campionamento</b> [msec]	0.50



---

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

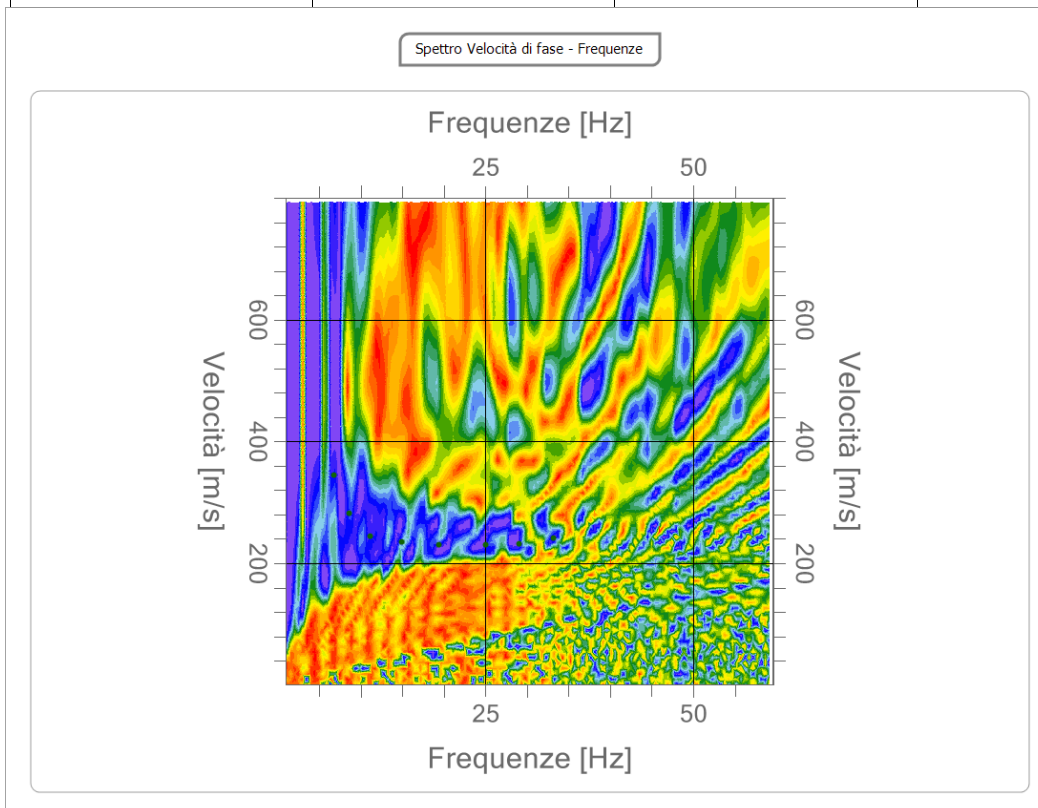


## Analisi spettrale

<b>Frequenza minima di elaborazione [Hz]</b>	1
<b>Frequenza massima di elaborazione [Hz]</b>	60
<b>Velocità minima di elaborazione [m/sec]</b>	1
<b>Velocità massima di elaborazione [m/sec]</b>	800
<b>Intervallo velocità [m/sec]</b>	1

### Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	6.8	344.1	0
2	8.6	282.0	0
3	11.1	244.5	0
4	14.9	234.7	0
5	19.4	229.8	0
6	25.0	229.8	0
7	29.0	231.4	0
8	33.2	241.2	0



Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
 Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
 C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

### Inversione

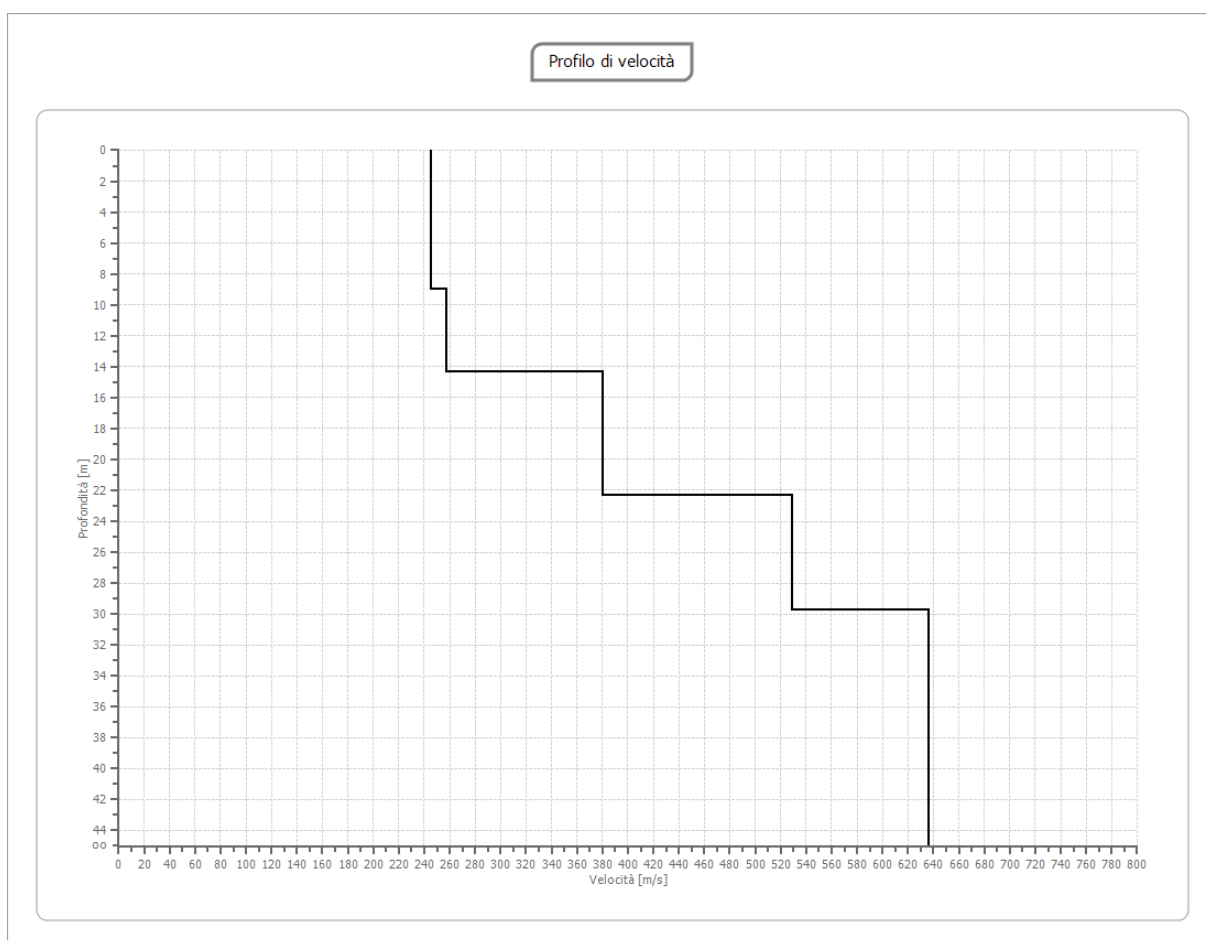
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		4.89	4.89	1800.0	0.42	No	660.4	245.3
2		9.00	4.11	1800.0	0.42	No	659.2	244.8
3		14.34	5.34	1800.0	0.42	No	691.8	256.9
4		22.32	7.99	1800.0	0.42	No	1023.6	380.2
5		29.76	7.43	1800.0	0.42	No	1424.2	528.9
6		oo	oo	1800.0	0.42	No	1712.0	635.8

Percentuale di errore

0.034 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.019

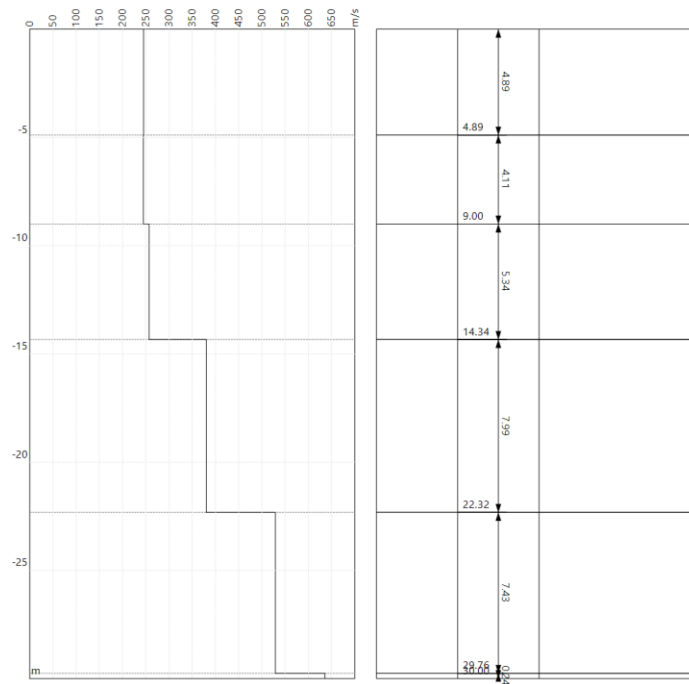


Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715



## Risultati

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	0.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)</b>	322.77
<b>Categoria del suolo</b>	C

Suolo di tipo 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.

### Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	4.89	4.89	245.26	660.38	1800.00	0.42	108.27	784.98	640.61	307.49	N/A	2119.72
2	9.00	4.11	244.83	659.22	1800.00	0.42	107.89	782.24	638.38	306.42	N/A	2101.17
3	14.34	5.34	256.93	691.81	1800.00	0.42	118.82	861.47	703.04	337.46	N/A	2677.62
4	22.32	7.99	380.15	1023.59	1800.00	0.42	260.13	1885.94	1539.10	738.77	N/A	N/A

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

---

5	29.76	7.43	528.9 2	1424. 16	1800. 00	0.42	503.5 6	3650. 84	2979. 42	1430. 12	N/A	N/A
6	oo	oo	635.8 1	1711. 97	1800. 00	0.42	727.6 6	5275. 53	4305. 32	2066. 55	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

---

Studio di Geologia e Geofisica

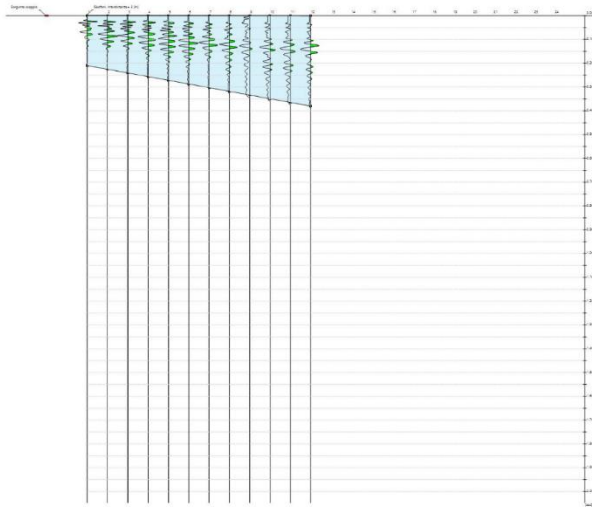
Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

**Tracce**

<b>N. tracce</b>	24
<b>Durata acquisizione</b> [msec]	2048.0
<b>Interdistanza geofoni</b> [m]	3.0
<b>Periodo di</b> <b>campionamento</b> [msec]	0.50





---

## Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	1200
Intervallo velocità [m/sec]	1

### Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	19.3	641.0	0
2	20.6	594.4	0
3	22.9	542.9	0
4	23.9	525.7	0
5	25.6	486.5	0
6	27.8	454.6	0
7	29.9	437.4	0
8	31.5	435.0	0
9	33.1	427.6	0
10	38.1	398.2	0
11	40.6	381.1	0
12	42.5	390.9	0
13	43.3	412.9	0
14	44.2	415.4	0
15	47.3	417.8	0
16	49.6	417.8	0
17	51.9	410.5	0
18	54.6	405.6	0
19	57.7	408.0	0

---

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

### Inversione

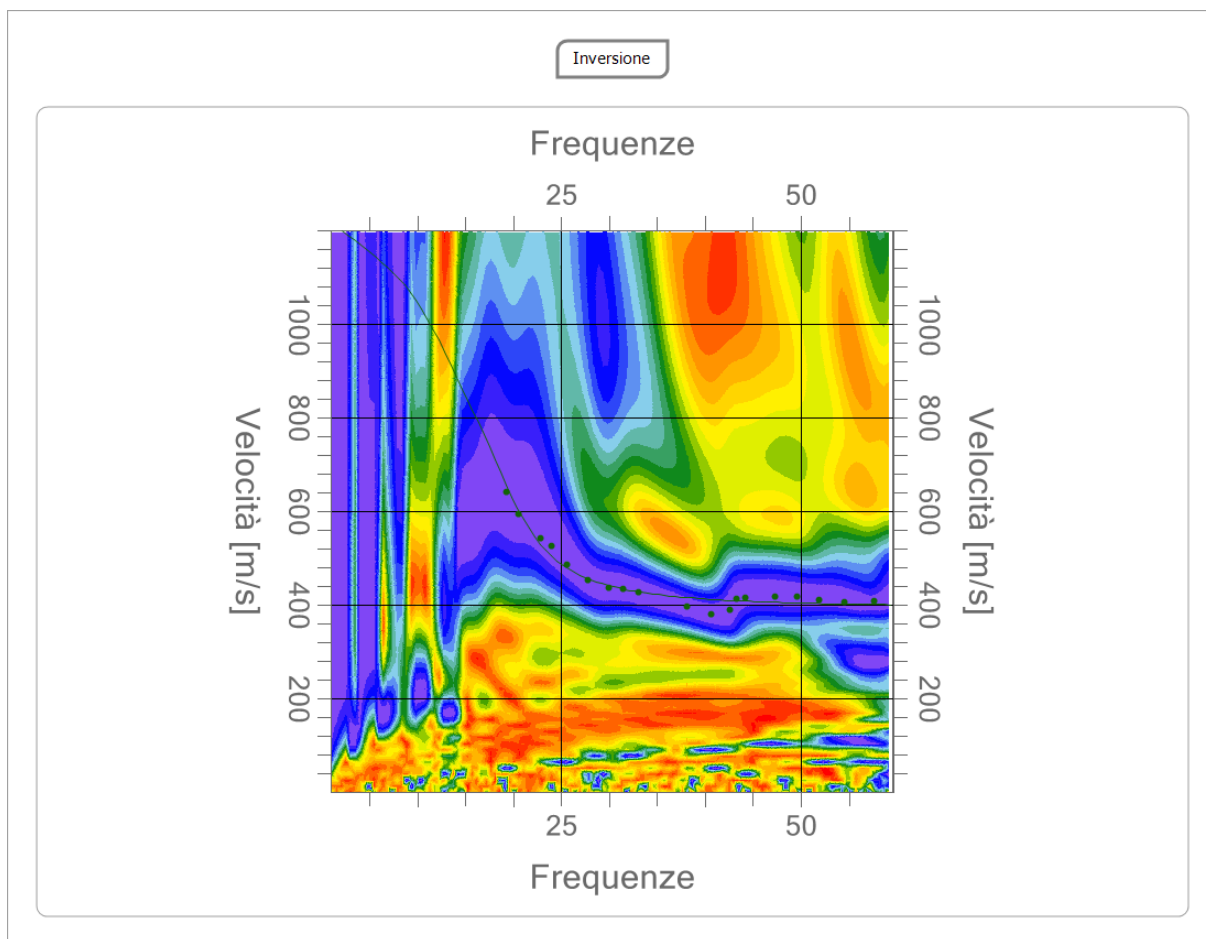
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		4.92	4.92	1800.0	0.42	No	1129.3	419.4
2		9.21	4.29	1800.0	0.42	No	1216.5	451.8
3		14.70	5.49	1800.0	0.42	No	2275.0	844.9
4		21.57	6.87	1800.0	0.42	No	2464.2	915.2
5		29.80	8.23	1800.0	0.42	No	2574.5	956.2
6		oo	oo	1800.0	0.42	No	3531.4	1311.5

Percentuale di errore

0.080 %

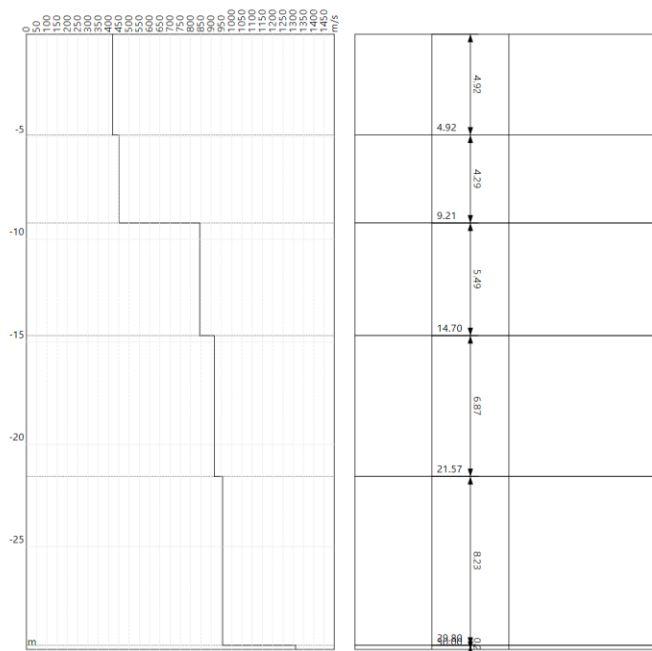
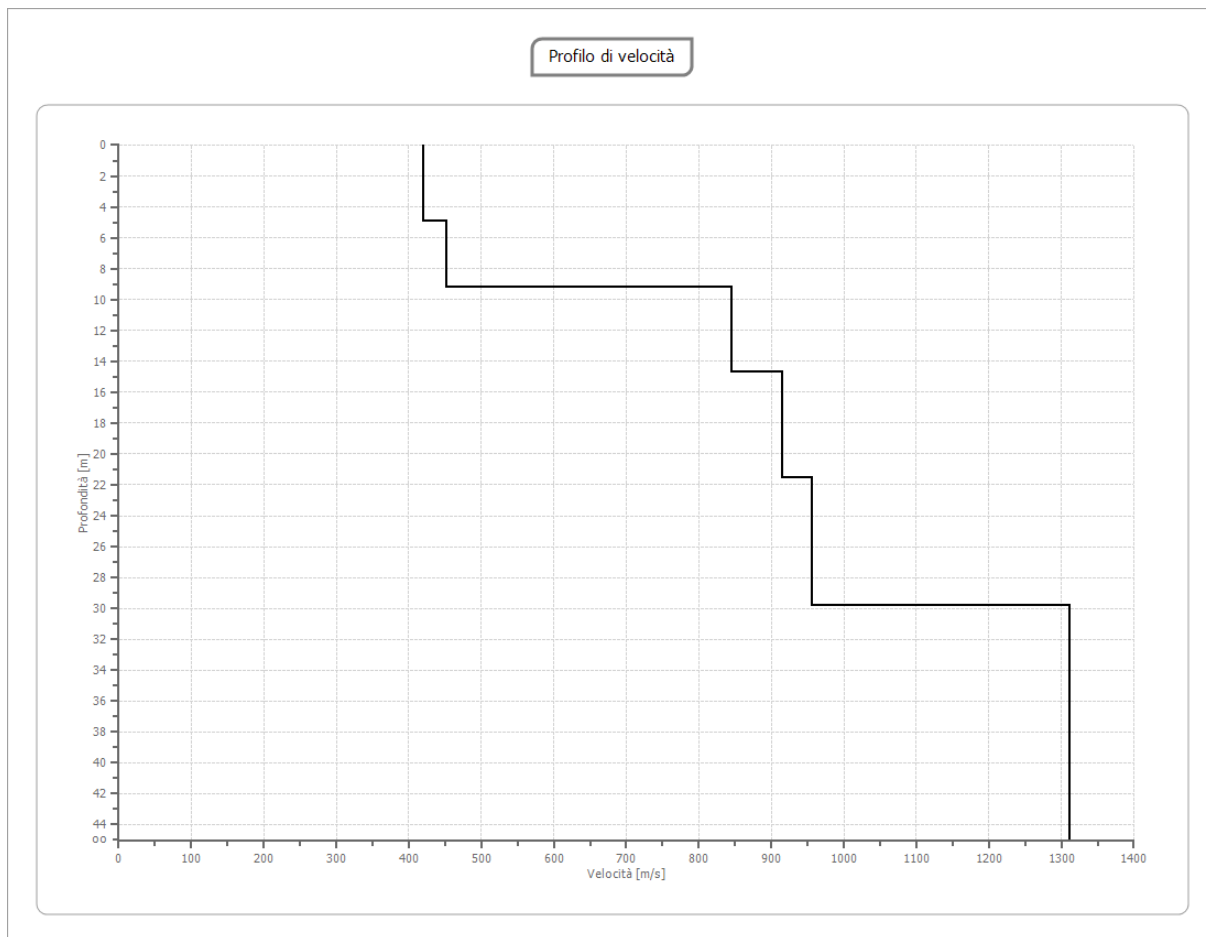
Fattore di disadattamento della soluzione

0.030



Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
 Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
 C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715



Studio di Geologia e Geofisica  
 Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
 Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
 C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

## Risultati

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	0.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=9.21 m)</b>	433.91
<b>Categoria del suolo</b>	B

Suolo di tipo 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.

### Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	4.92	4.92	419.42	1129.31	1800.00	0.42	316.64	2295.63	1873.44	899.25	N/A	N/A
2	9.21	4.29	451.81	1216.53	1800.00	0.42	367.43	2663.88	2173.97	1043.51	N/A	N/A
3	14.70	5.49	844.91	2275.00	1800.00	0.42	1284.98	9316.11	7602.80	3649.34	N/A	N/A
4	21.57	6.87	915.18	2464.20	1800.00	0.42	1507.60	10930.08	8919.95	4281.58	N/A	N/A
5	29.80	8.23	956.16	2574.53	1800.00	0.42	1645.63	11930.79	9736.62	4673.58	N/A	N/A
6	oo	oo	1311.54	3531.44	1800.00	0.42	3096.27	22447.96	18319.60	8793.41	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

---

Studio di Geologia e Geofisica

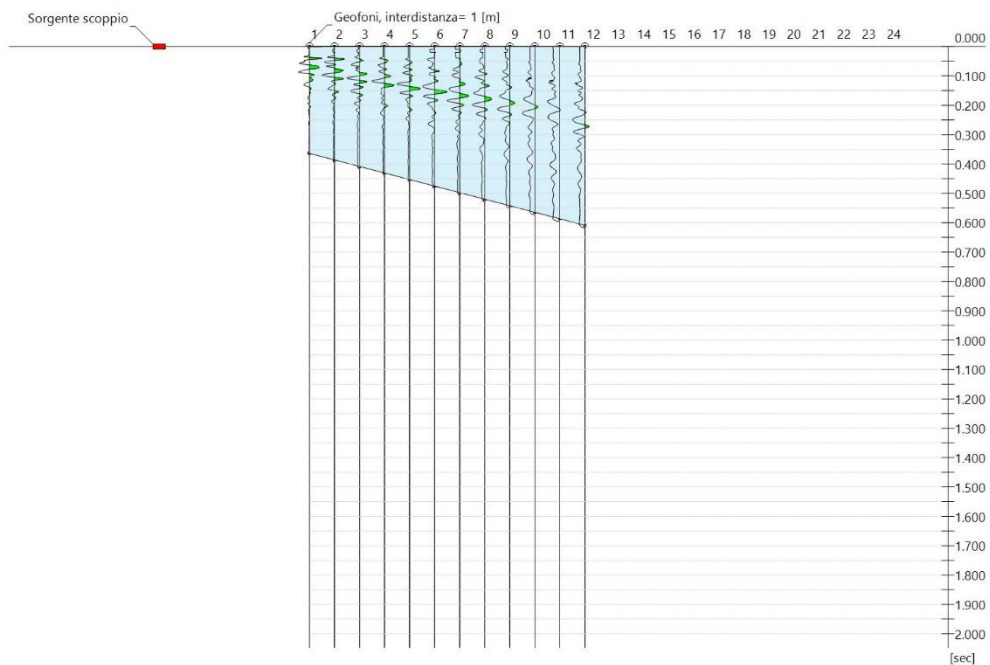
Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

### Tracce

<b>N. tracce</b>	24
<b>Durata acquisizione</b> [msec]	2048.0
<b>Interdistanza geofoni</b> [m]	1.0
<b>Periodo di campionamento</b> [msec]	0.50





## Analisi spettrale

<b>Frequenza minima di elaborazione [Hz]</b>	1
<b>Frequenza massima di elaborazione [Hz]</b>	60
<b>Velocità minima di elaborazione [m/sec]</b>	1
<b>Velocità massima di elaborazione [m/sec]</b>	800
<b>Intervallo velocità [m/sec]</b>	1

### Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	10.7	130.1	0
2	11.1	112.1	0
3	11.4	99.0	0
4	12.0	86.0	0
5	12.9	77.8	0
6	13.5	77.8	0
7	14.1	79.4	0
8	15.0	79.4	0
9	16.2	82.7	0
10	16.8	97.4	0
11	17.3	103.9	0
12	18.2	107.2	0
13	19.3	103.9	0
14	21.5	102.3	0
15	23.2	102.3	0
16	25.6	102.3	0
17	27.2	102.3	0
18	29.3	99.0	0
19	30.4	95.8	0
20	32.5	90.9	0
21	34.5	89.2	0
22	36.8	89.2	0
23	37.1	86.0	0
24	38.0	82.7	0
25	39.8	86.0	0
26	41.8	84.3	0
27	42.3	77.8	0

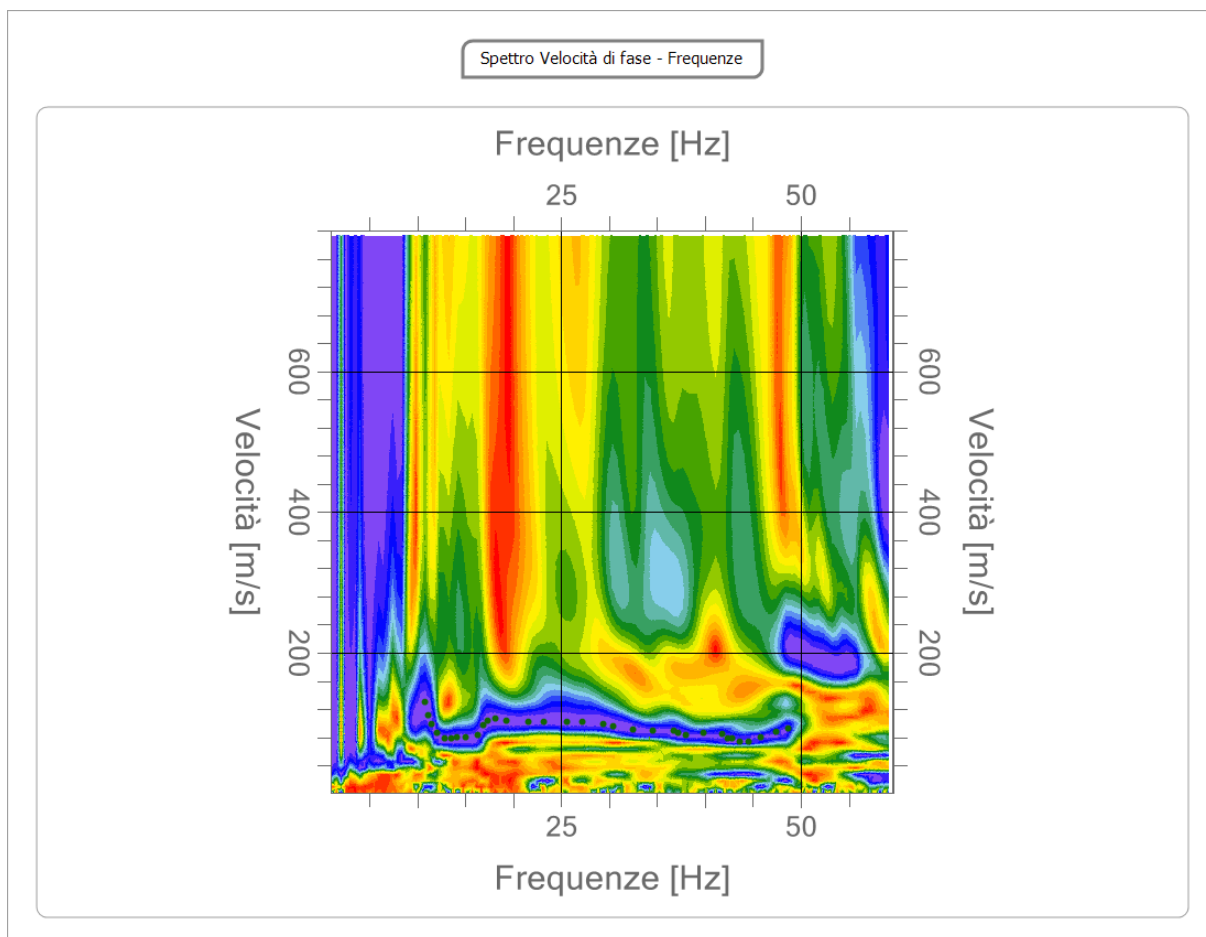
Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

28	42.8	77.8	0
29	43.6	74.5	0
30	44.6	74.5	0
31	45.8	79.4	0
32	47.5	87.6	0
33	48.7	92.5	0



Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

### Inversione

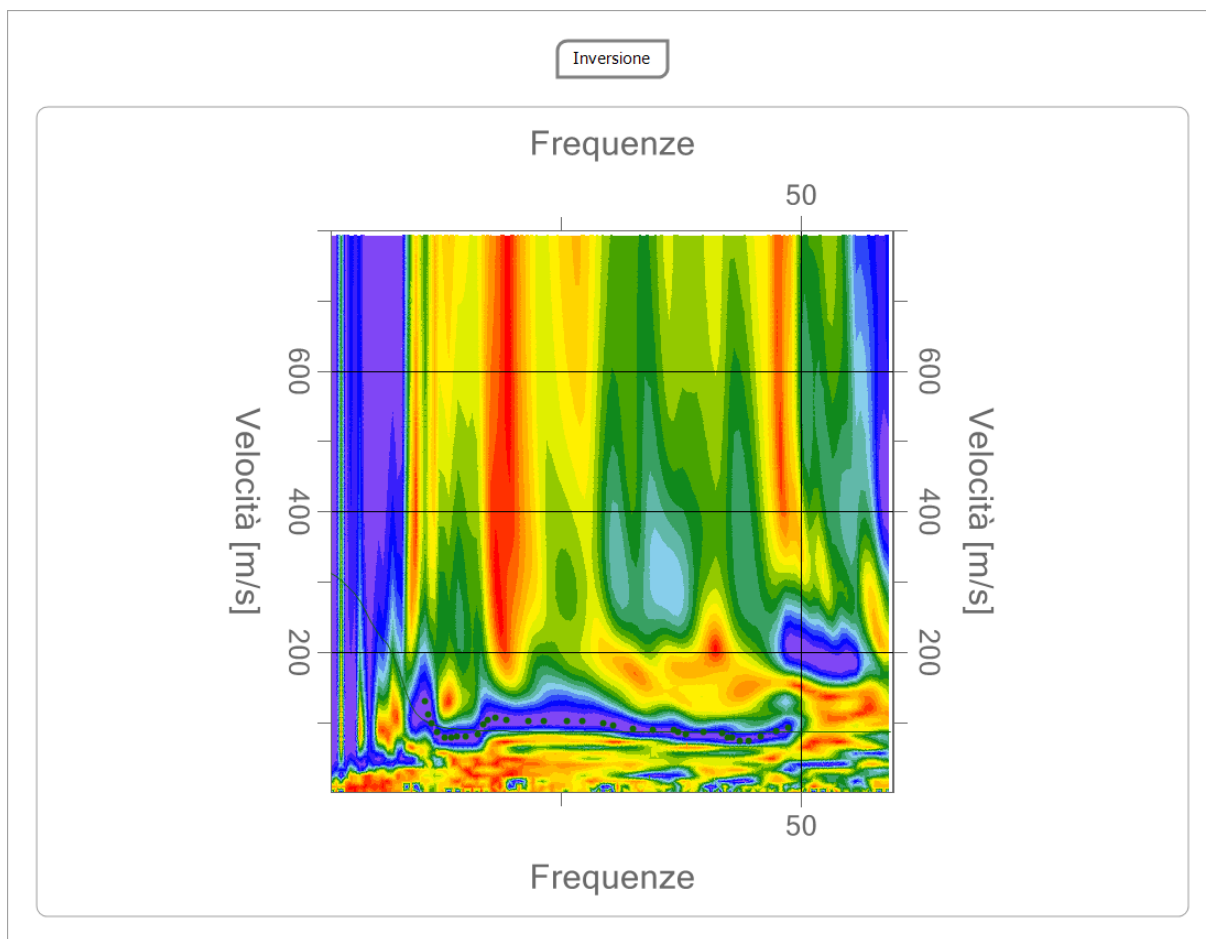
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		4.61	4.61	1800.0	0.42	No	245.5	91.2
2		10.51	5.90	1800.0	0.42	No	626.7	232.7
3		15.88	5.38	1800.0	0.42	No	691.6	256.9
4		23.81	7.93	1800.0	0.42	No	780.3	289.8
5		30.96	7.15	1800.0	0.42	No	921.4	342.2
6		oo	oo	1800.0	0.42	No	921.4	342.2

Percentuale di errore

1.596 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.121

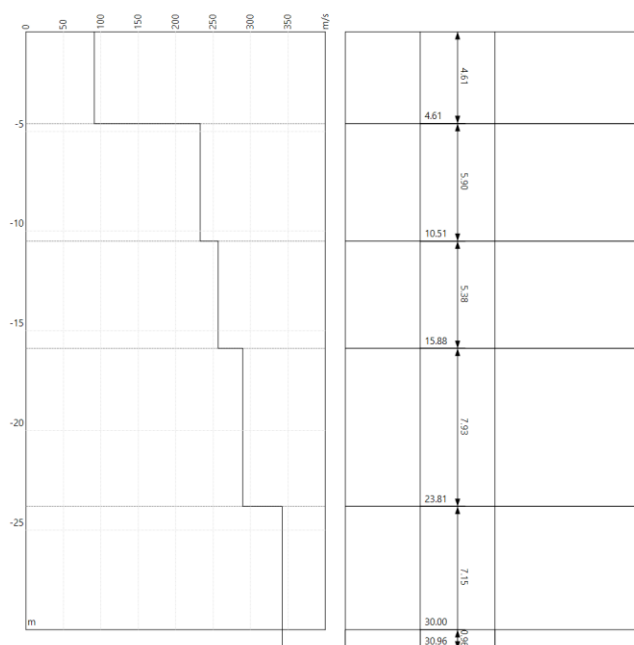
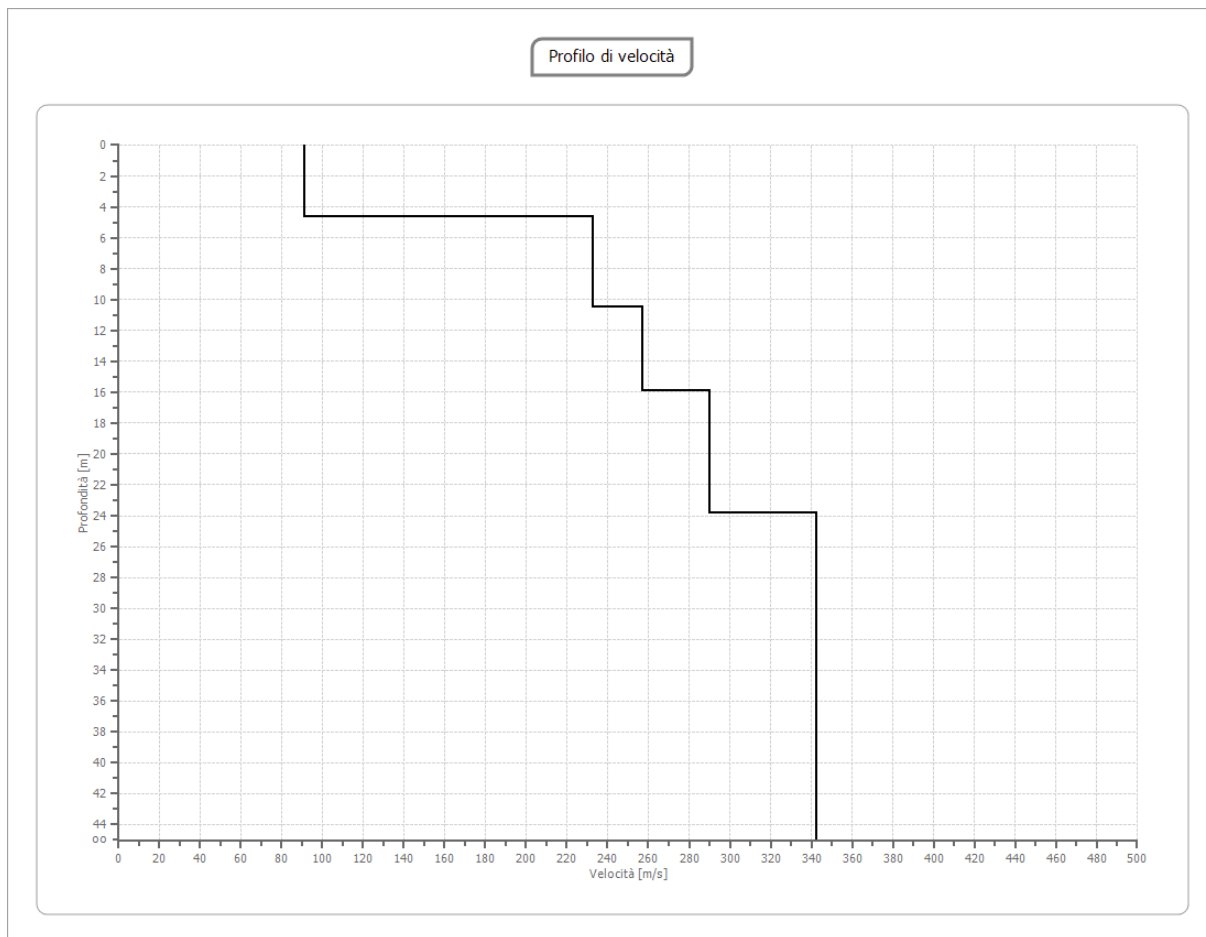


Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715



Studio di Geologia e Geofisica  
 Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
 Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
 C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

## Risultati

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	0.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)</b>	210.90
<b>Categoria del suolo</b>	C

Suolo di tipo 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.

### Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	4.61	4.61	91.18	245.51	1800.00	0.42	14.96	108.49	88.54	42.50	2	14.68
2	10.51	5.90	232.73	626.66	1800.00	0.42	97.50	706.86	576.86	276.89	N/A	1628.91
3	15.88	5.38	256.86	691.63	1800.00	0.42	118.76	861.02	702.67	337.28	N/A	2674.09
4	23.81	7.93	289.79	780.29	1800.00	0.42	151.17	1095.95	894.39	429.31	N/A	4902.65
5	30.96	7.15	342.19	921.38	1800.00	0.42	210.77	1528.08	1247.05	598.59	N/A	N/A
6	oo	oo	342.19	921.38	1800.00	0.42	210.77	1528.08	1247.05	598.59	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

---

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

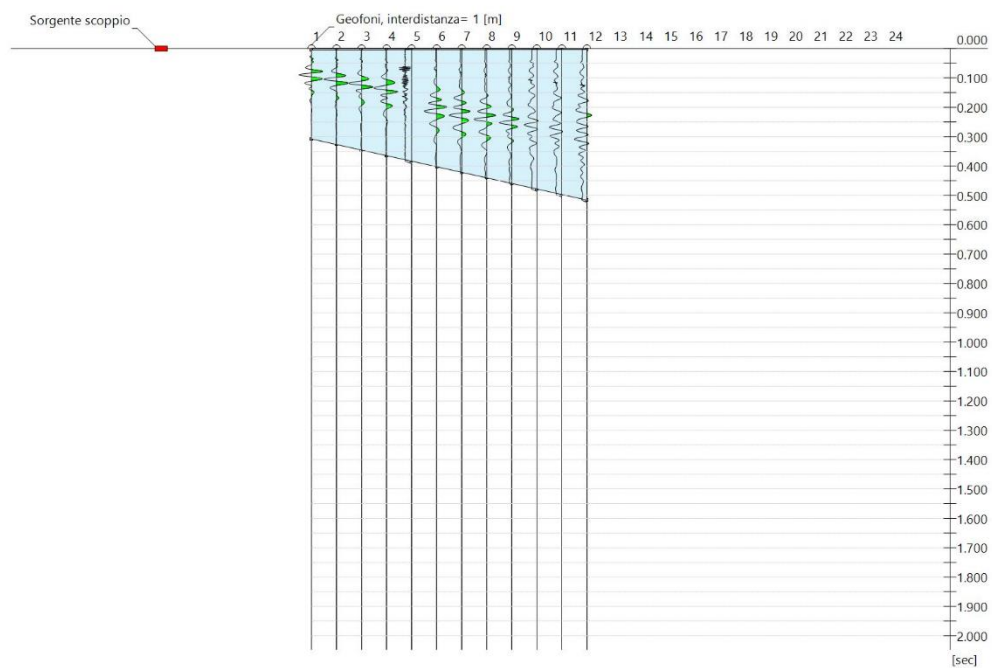
Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715



## Tracce

<b>N. tracce</b>	24
<b>Durata acquisizione</b> [msec]	2048.0
<b>Interdistanza geofoni</b> [m]	1.0
<b>Periodo di</b> <b>campionamento</b> [msec]	0.50



---

## Analisi spettrale

<b>Frequenza minima di elaborazione [Hz]</b>	1
<b>Frequenza massima di elaborazione [Hz]</b>	60
<b>Velocità minima di elaborazione [m/sec]</b>	1
<b>Velocità massima di elaborazione [m/sec]</b>	800
<b>Intervallo velocità [m/sec]</b>	1

### Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	9.2	252.6	0
2	11.7	169.3	0
3	16.5	115.4	0
4	22.9	100.7	0
5	31.3	84.3	0
6	35.8	79.4	0
7	38.9	74.5	0
8	41.7	74.5	0
9	44.9	72.9	0
10	47.8	68.0	0
11	51.5	63.1	0
12	54.7	58.2	0
13	57.1	56.6	0

---

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

### Inversione

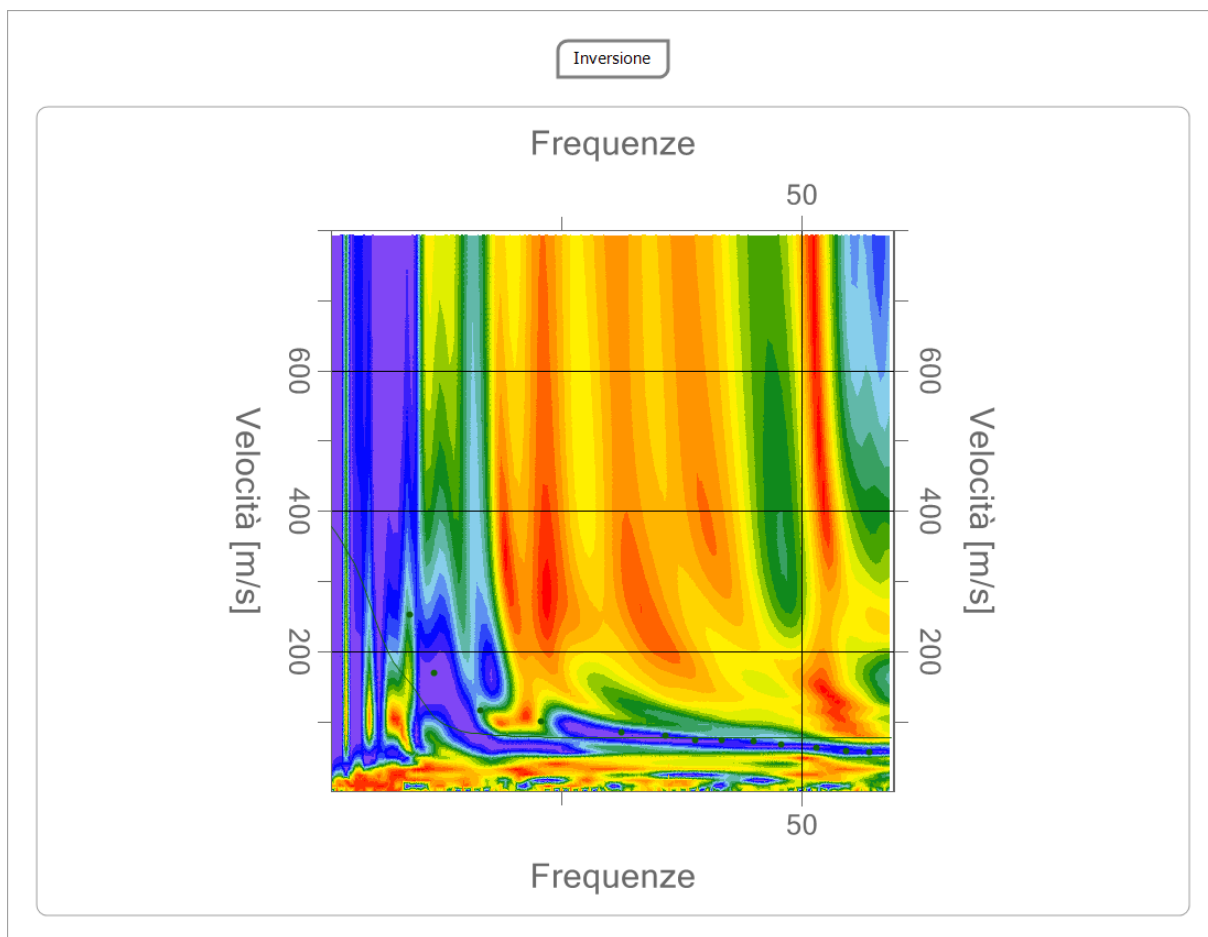
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		3.00	3.00	1800.0	0.20	No	137.3	84.1
2		7.00	4.00	1800.0	0.20	No	407.8	249.7
3		13.88	6.88	1800.0	0.20	No	514.3	314.9
4		21.80	7.92	1800.0	0.20	No	584.9	358.2
5		28.80	7.00	1800.0	0.20	No	634.6	388.6
6		oo	oo	1800.0	0.20	No	714.3	437.4

Percentuale di errore

10.013 %

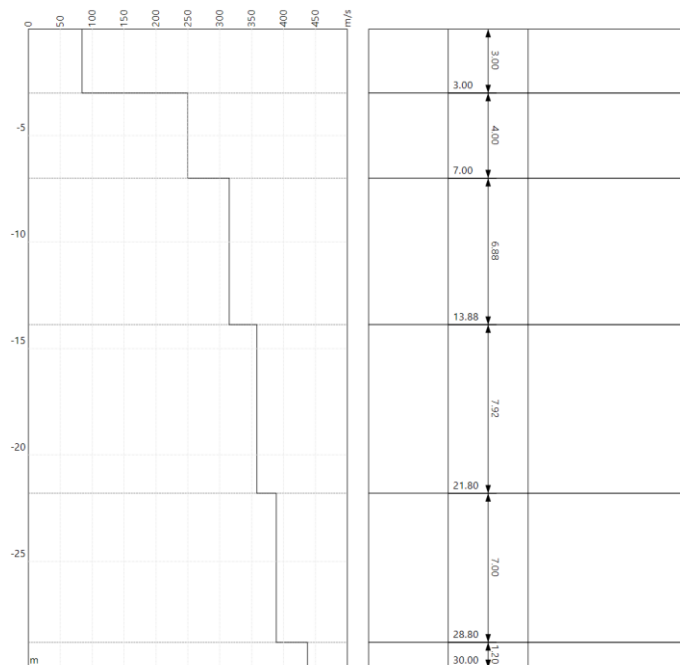
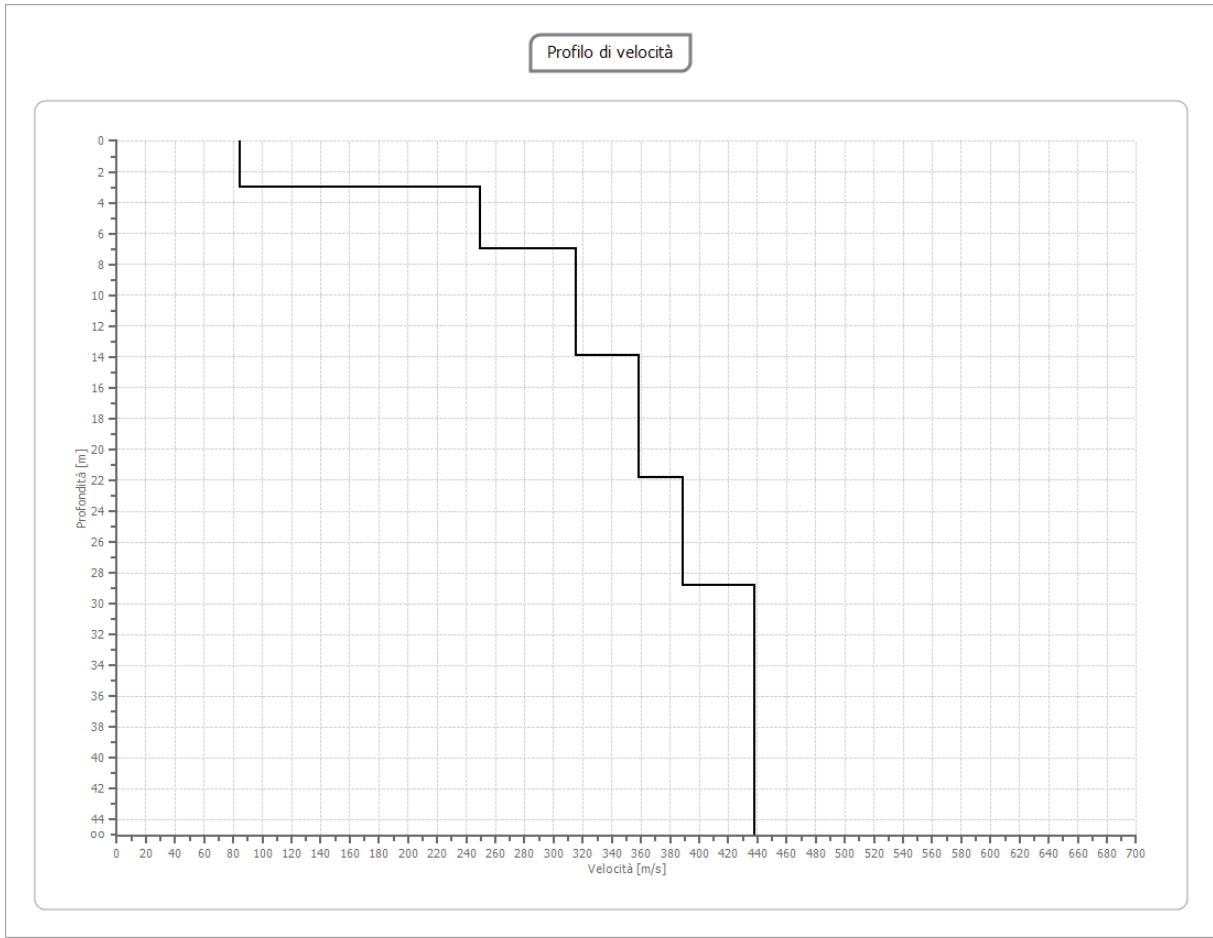
Fattore di disadattamento della soluzione

0.235



Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
 Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
 C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715



Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
 Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
 C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

## Risultati

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	0.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)</b>	257.68
<b>Categoria del suolo</b>	C

Suolo di tipo 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.

### Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	3.00	3.00	84.05	137.26	1800.00	0.20	12.72	33.91	16.96	30.52	2	9.76
2	7.00	4.00	249.70	407.76	1800.00	0.20	112.23	299.28	149.64	269.35	N/A	2319.72
3	13.88	6.88	314.92	514.26	1800.00	0.20	178.51	476.03	238.02	428.43	N/A	N/A
4	21.80	7.92	358.20	584.93	1800.00	0.20	230.95	615.87	307.93	554.28	N/A	N/A
5	28.80	7.00	388.59	634.57	1800.00	0.20	271.81	724.82	362.41	652.34	N/A	N/A
6	oo	oo	437.42	714.31	1800.00	0.20	344.41	918.42	459.21	826.58	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

---

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

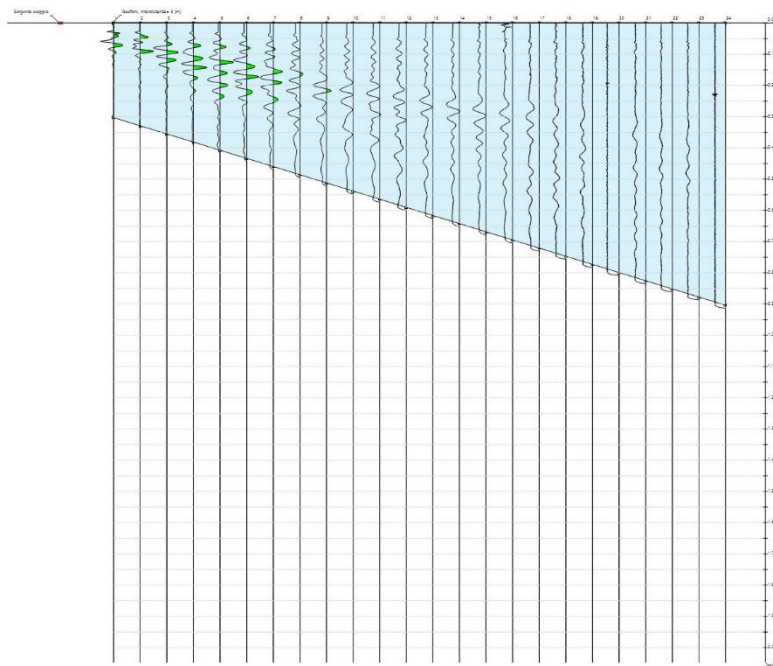
Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715



## Tracce

<b>N. tracce</b>	24
<b>Durata acquisizione</b> [msec]	2048.0
<b>Interdistanza geofoni</b> [m]	3.0
<b>Periodo di</b> <b>campionamento</b> [msec]	0.50



---

## Analisi spettrale

<b>Frequenza minima di elaborazione [Hz]</b>	1
<b>Frequenza massima di elaborazione [Hz]</b>	60
<b>Velocità minima di elaborazione [m/sec]</b>	1
<b>Velocità massima di elaborazione [m/sec]</b>	800
<b>Intervallo velocità [m/sec]</b>	1

### Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	10.1	298.4	0
2	11.2	278.8	0
3	12.6	255.9	0
4	13.2	215.0	0
5	15.6	184.0	0
6	21.8	161.1	0
7	25.6	136.6	0
8	29.9	123.5	0
9	32.9	123.5	0
10	39.2	121.9	0
11	43.7	123.5	0
12	46.4	121.9	0
13	49.5	136.6	0

---

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

### Inversione

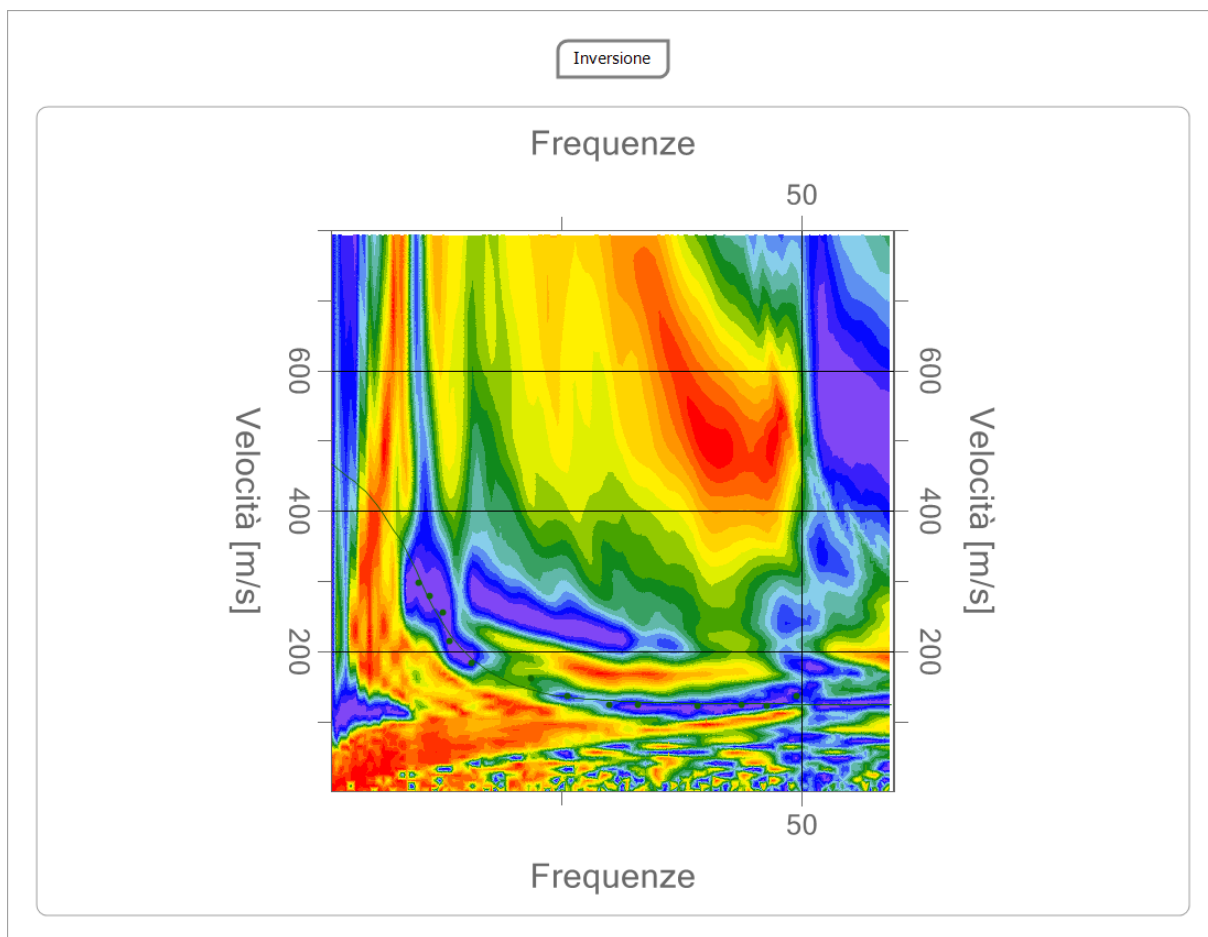
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		3.01	3.01	1800.0	0.42	No	353.8	131.4
2		7.42	4.42	1800.0	0.42	No	598.6	222.3
3		13.43	6.01	1800.0	0.42	No	930.9	345.7
4		19.47	6.05	1800.0	0.42	No	1163.9	432.3
5		26.48	7.01	1800.0	0.42	No	1280.5	475.6
6		oo	oo	1800.0	0.42	No	1365.9	507.3

Percentuale di errore

0.228 %

Fattore di disadattamento della soluzione

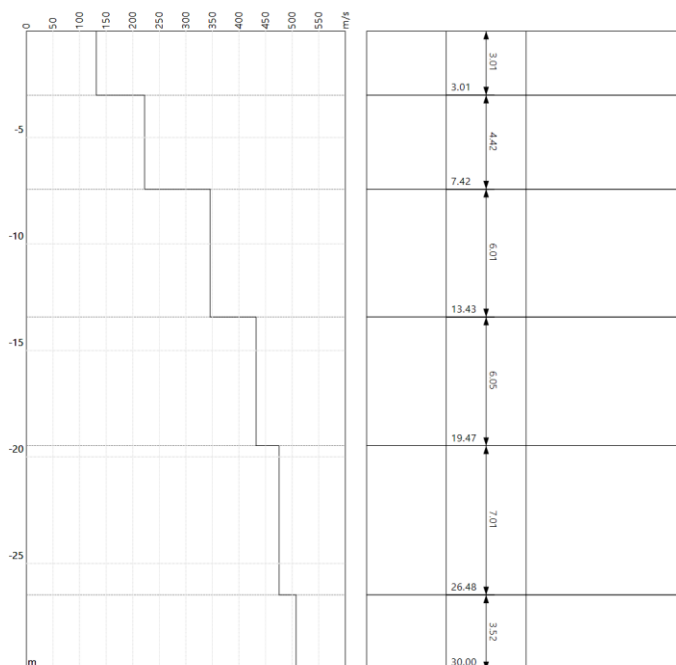
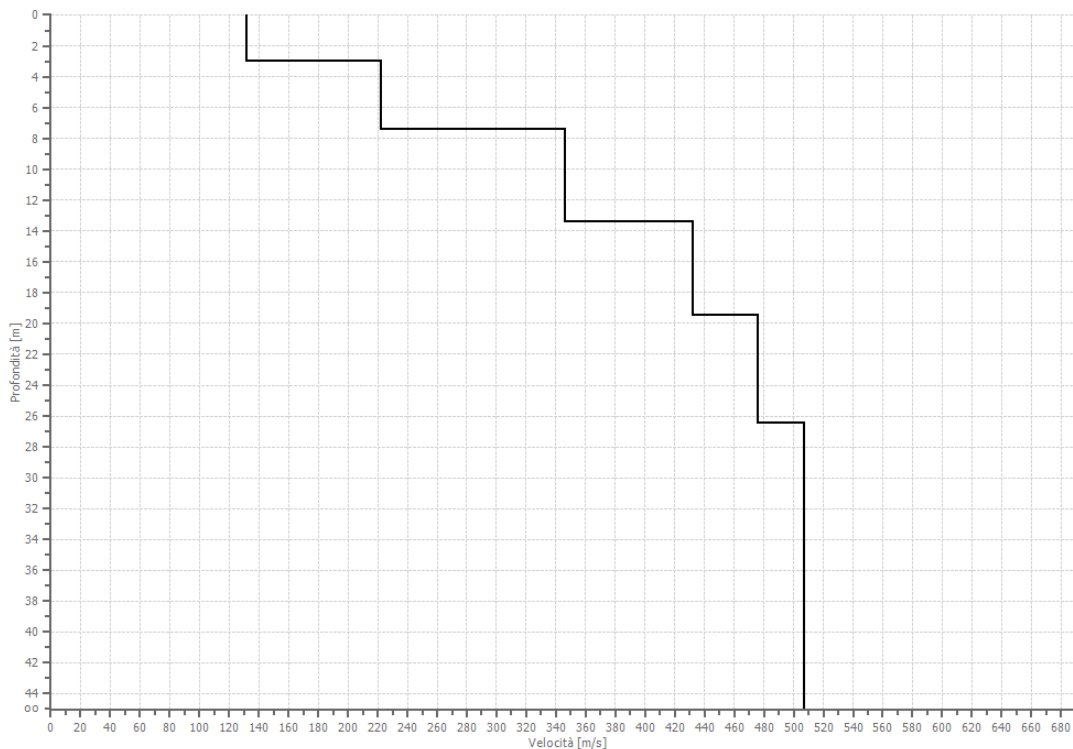
0.050



Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
 Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
 C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

Profilo di velocità



Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
 Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
 C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

## Risultati

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	0.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)</b>	313.26
<b>Categoria del suolo</b>	C

Suolo di tipo 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.

### Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	3.01	3.01	131.40	353.79	1800.00	0.42	31.08	225.31	183.87	88.26	28	92.10
2	7.42	4.42	222.32	598.62	1800.00	0.42	88.97	645.03	526.40	252.67	N/A	1294.24
3	13.43	6.01	345.71	930.85	1800.00	0.42	215.13	1559.67	1272.83	610.96	N/A	N/A
4	19.47	6.05	432.25	1163.87	1800.00	0.42	336.31	2438.28	1989.86	955.13	N/A	N/A
5	26.48	7.01	475.55	1280.47	1800.00	0.42	407.07	2951.28	2408.52	1156.09	N/A	N/A
6	oo	oo	507.27	1365.87	1800.00	0.42	463.18	3358.06	2740.49	1315.43	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

---

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715



## 6.3 INDAGINI HVSR

HVSR1

<b>Criteria for a reliable H/V curve</b> [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$			
$n_c(f_0) > 200$			
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$			
<b>Criteria for a clear H/V peak</b> [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			
$A_0 > 2$			
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$			
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$			
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$			

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\theta(f_0)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## SAN GIOVANNI IN GALDO,

Instrument: TZB-0138/01-20

Data format: 32 bit

Full scale [mV]: 179

Start recording: 20/11/2023 08:59:31 End recording: 20/11/2023 09:29:31

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h30'00". Analyzed 93% trace (automatic window selection)

Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

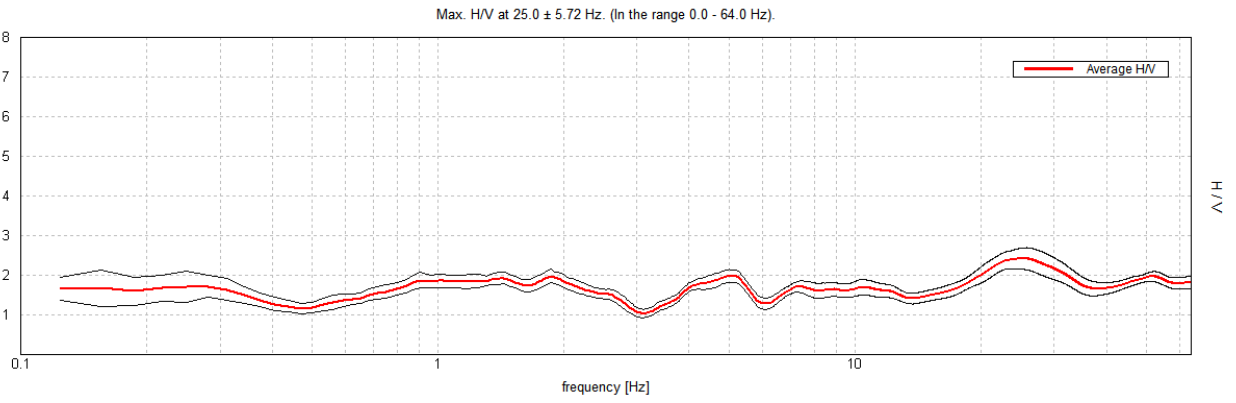
---

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

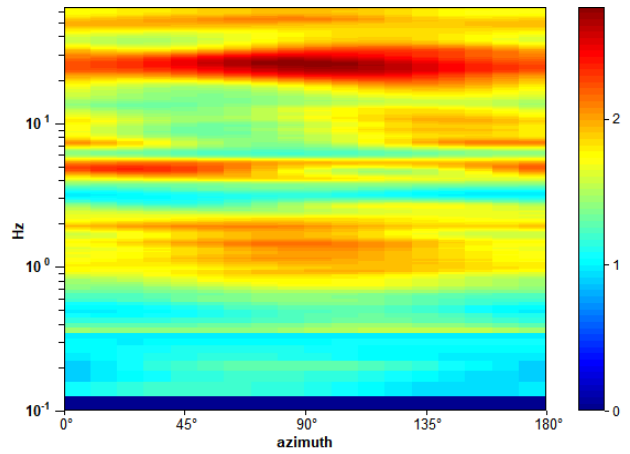
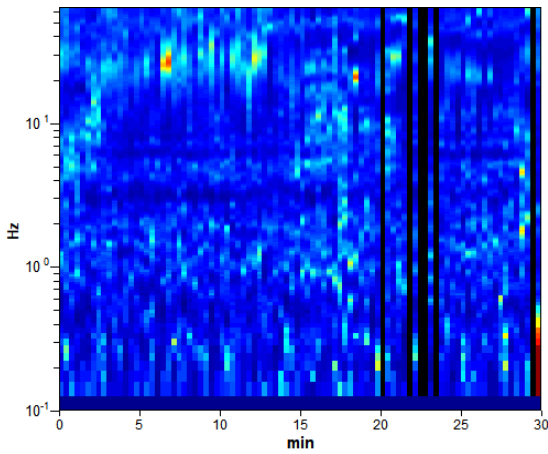
Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

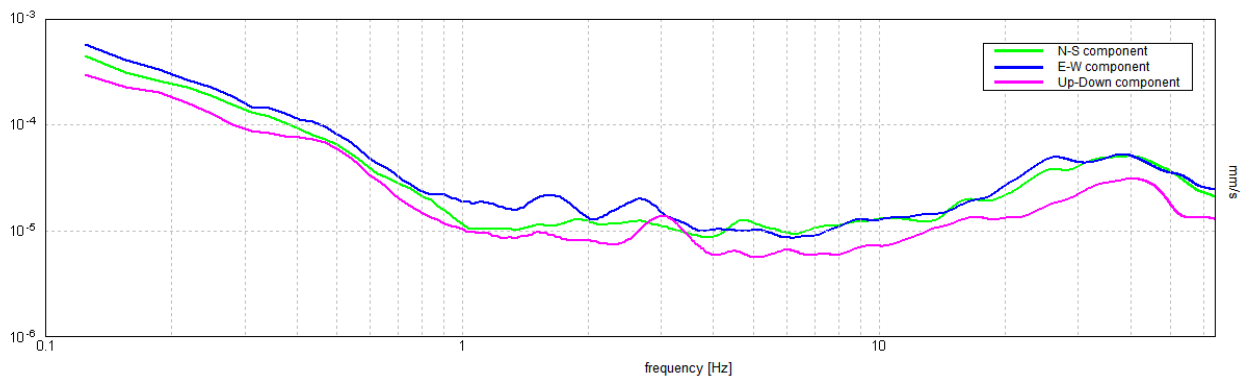


H/V TIME HISTORY

DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
 Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
 C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

HVSR 2

[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

**Max. H/V at 25.0 ± 5.72 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).**

**Criteria for a reliable H/V curve**

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	25.00 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	42000.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1201 times	OK	

**Criteria for a clear H/V peak**

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	2.43 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.22876  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	5.71893 < 1.25		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2662 < 1.58	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

### SAN GIOVANNI IN GALDO,

Instrument: TZB-0138/01-20

Data format: 32 bit

Full scale [mV]: 179

Start recording: 20/11/2023 09:44:15 End recording: 20/11/2023 10:14:15

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h30'00". Analyzed 89% trace (automatic window selection)

Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

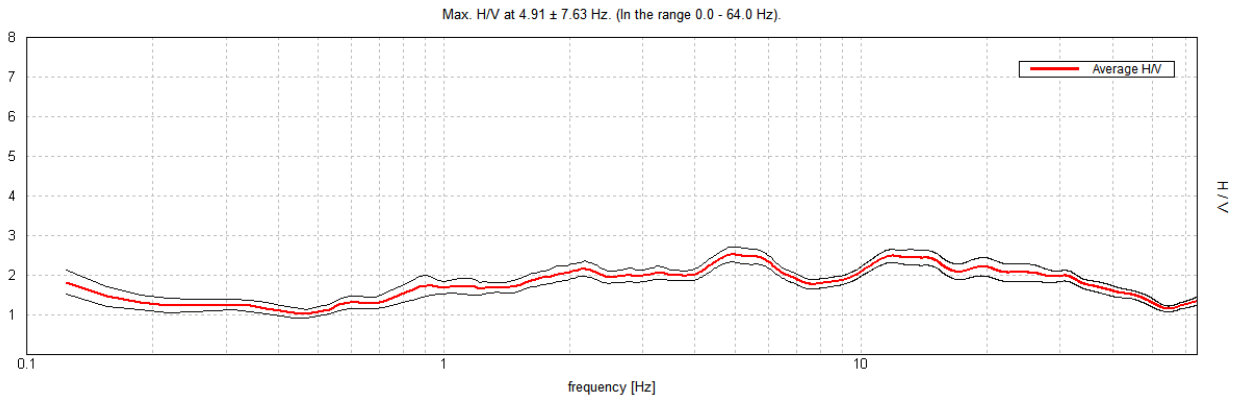
Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

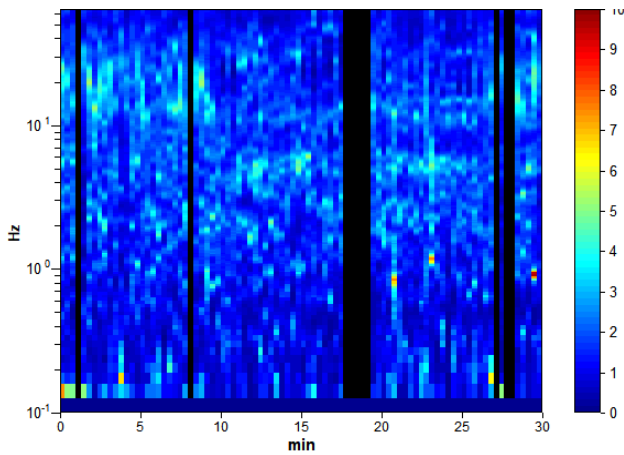
Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

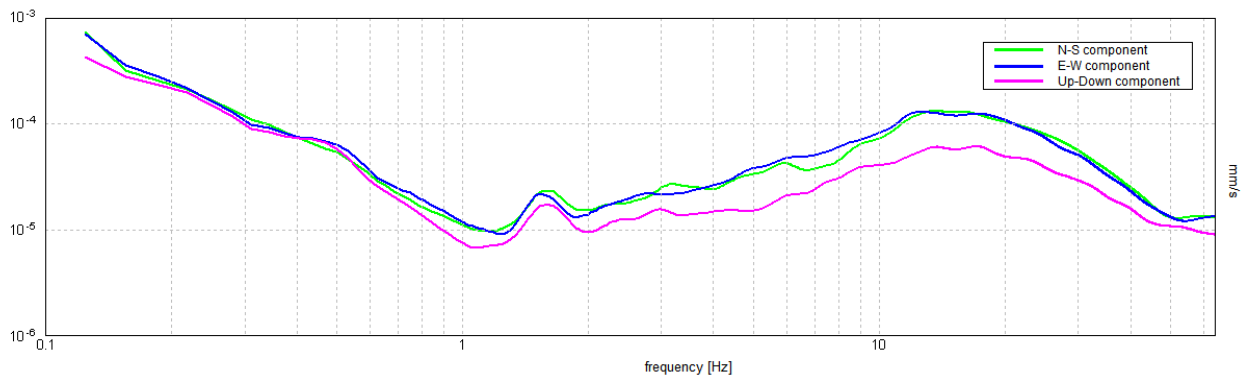




### H/V TIME HISTORY



### SINGLE COMPONENT SPECTRA



Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

**Max. H/V at 4.91 ± 7.63 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).**

<b>Criteria for a reliable H/V curve</b>			
[All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	4.91 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	7850.0 > 200	OK	
$s_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $s_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 237 times	OK	
<b>Criteria for a clear H/V peak</b>			
[At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	2.53 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm s_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	1.5556  < 0.05		NO
$s_f < e(f_0)$	7.63218 < 0.24531		NO
$s_A(f_0) < q(f_0)$	0.1932 < 1.58	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency

$s_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$e(f_0)$	threshold value for the stability condition $s_f < e(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$s_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $s_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$s_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$q(f_0)$	threshold value for the stability condition $s_A(f) < q(f_0)$

Threshold values for $s_f$ and $s_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$e(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$q(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log q(f_0)$ for $s_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**SAN GIOVANNI IN GALDO,**

Instrument: TZB-0138/01-20

Data format: 32 bit

Full scale [mV]: 179

Start recording: 20/11/2023 10:27:27 End recording: 20/11/2023 10:57:27

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h30'00". Analyzed 96% trace (automatic window selection)

Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

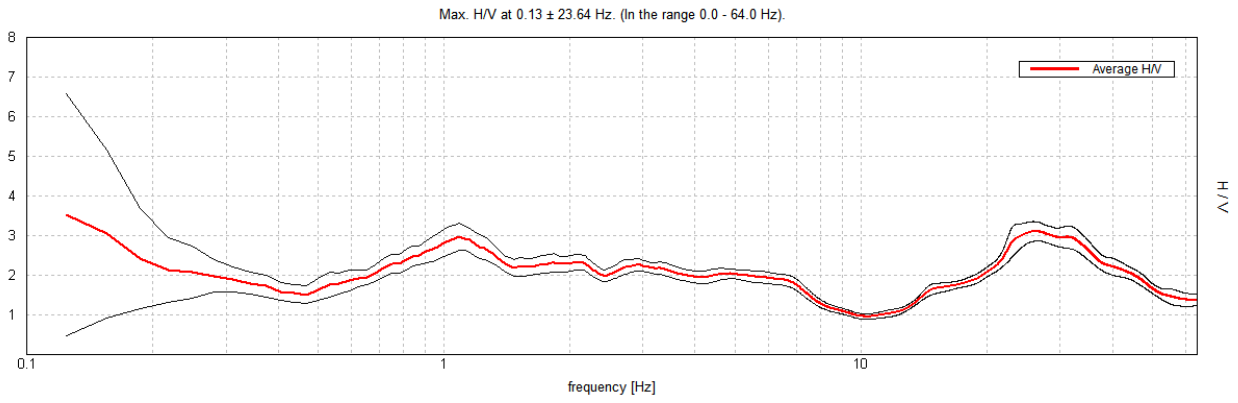
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

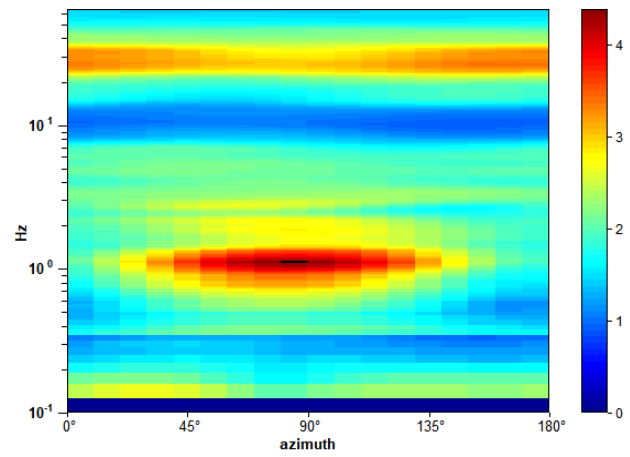
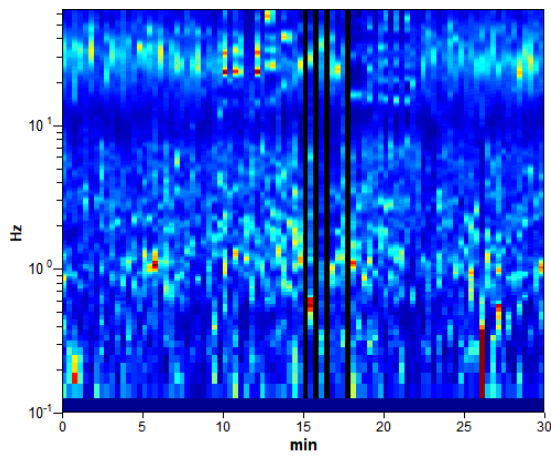
Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

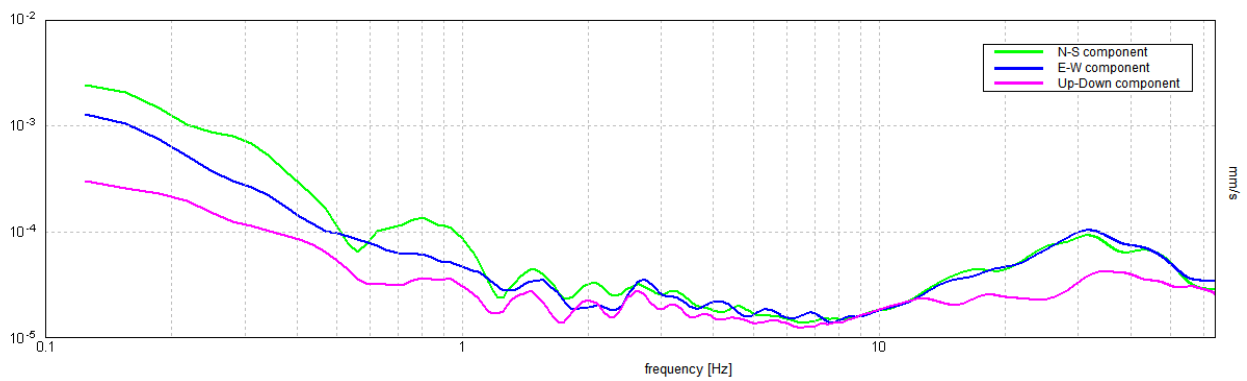


H/V TIME HISTORY

DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



Studio di Geologia e Geofisica  
 Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
 Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
 C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

**Max. H/V at 0.13 ± 23.64 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).**

<b>Criteria for a reliable H/V curve</b>			
[All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	0.13 > 0.50		<b>NO</b>
$n_c(f_0) > 200$	215.0 > 200	<b>OK</b>	
$s_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $s_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 1 out of 7 times		<b>NO</b>
<b>Criteria for a clear H/V peak</b>			
[At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.094 Hz	<b>OK</b>	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.375 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	3.53 > 2	<b>OK</b>	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm s_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 189.112  < 0.05$		<b>NO</b>
$s_f < e(f_0)$	23.63901 < 0.03125		<b>NO</b>
$s_A(f_0) < q(f_0)$	3.0404 < 3.0		<b>NO</b>

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency

$s_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$e(f_0)$	threshold value for the stability condition $s_f < e(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$s_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $s_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$s_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$q(f_0)$	threshold value for the stability condition $s_A(f) < q(f_0)$

Threshold values for $s_f$ and $s_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$e(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$q(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log q(f_0)$ for $s_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

### SAN GIOVANNI IN GALDO,

Instrument: TZB-0138/01-20

Data format: 32 bit

Full scale [mV]: 179

Start recording: 20/11/2023 11:13:11 End recording: 20/11/2023 11:43:11

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h30'00". Analyzed 92% trace (automatic window selection)

Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

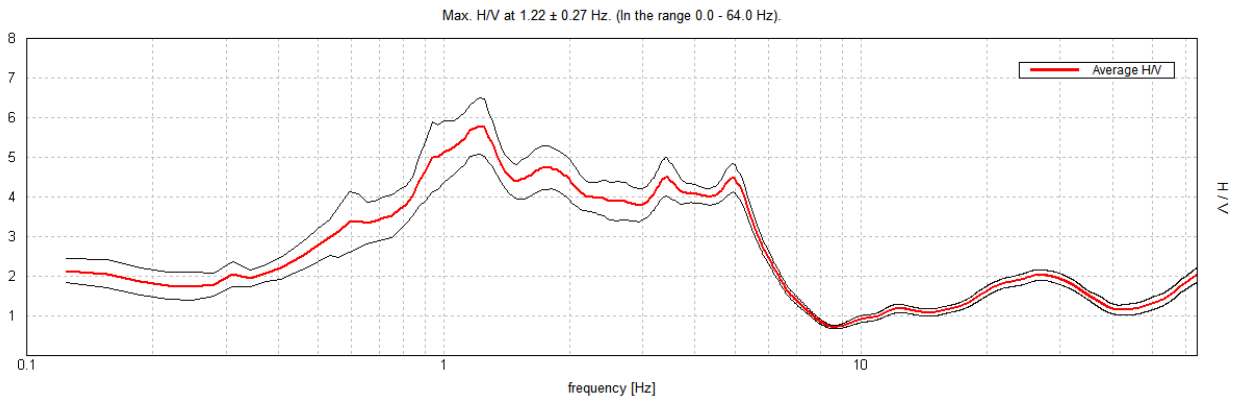
C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715



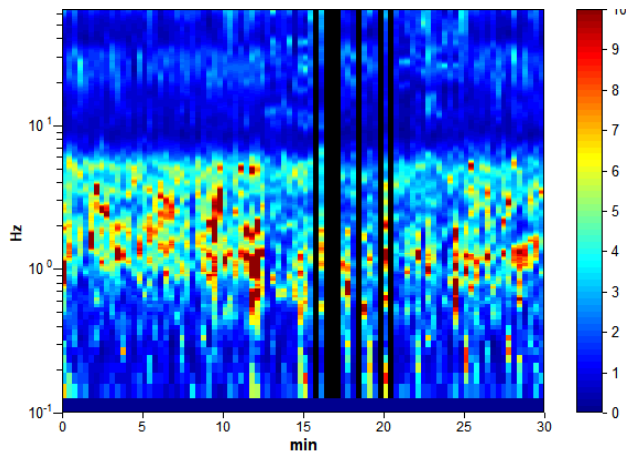
Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

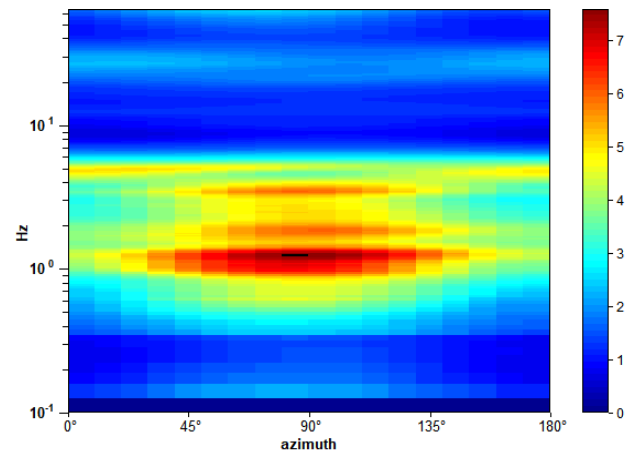
### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



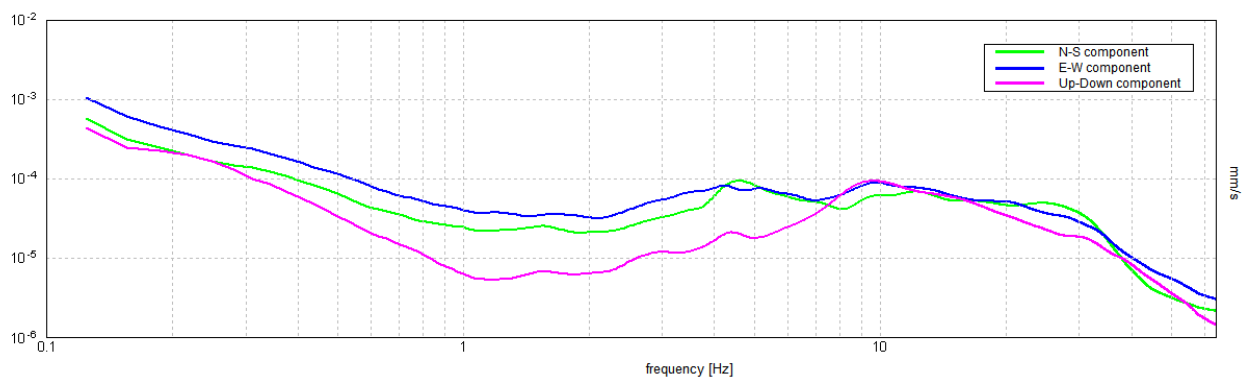
### H/V TIME HISTORY



### DIRECTIONAL H/V



### SINGLE COMPONENT SPECTRA



Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

**Max. H/V at  $1.22 \pm 0.27$  Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).**

<b>Criteria for a reliable H/V curve</b>			
[All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	$1.22 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$2023.1 > 200$	<b>OK</b>	
$s_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $s_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 59 times	<b>OK</b>	
<b>Criteria for a clear H/V peak</b>			
[At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.5 Hz	<b>OK</b>	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			<b>NO</b>
$A_0 > 2$	$5.78 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm s_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.22043  < 0.05$		<b>NO</b>
$s_f < e(f_0)$	$0.26865 < 0.12188$		<b>NO</b>
$s_A(f_0) < q(f_0)$	$0.7061 < 1.78$	<b>OK</b>	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency

$s_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$e(f_0)$	threshold value for the stability condition $s_f < e(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$s_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $s_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$s_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$q(f_0)$	threshold value for the stability condition $s_A(f) < q(f_0)$

Threshold values for $s_f$ and $s_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$e(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$q(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log q(f_0)$ for $s_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -

Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -

C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

---

## 7. MODELLO GEOLOGICO TECNICO E CONSIDERAZIONI GEOLOGICO-TECNICHE CONCLUSIVE

L'area in cui verrà installato l'impianto ricopre un vasto territorio caratterizzato dall'alternarsi di formazioni arenarie, argillose e arenaceo marnose tipiche dei Flysch. La zona è caratterizzata da un'alta variabilità litologica e morfologica. Di particolare rilevanza è la presenza di un diffuso reticolo idrografico e diverse scaturigini sorgentizie. Il territorio è a prevalente destinazione agricola e, spesso, il lavoro delle macchine agricole tomba le linee di impluvio, favorendo la generazione di fenomeni franosi. Pertanto, posto che nelle successive fasi di progettazione si provvederà a eseguire sondaggio geognostico con prelievo di campioni indisturbati, si porrà particolare attenzione nelle fasi sia di progettazione che esecutive al rispetto delle linee di impluvio e alla regimazione delle acque superficiali e di falda, prevedendo intanto fondazioni profonde per ogni torre.

- a) L'analisi dei dati risultati delle indagini MASW hanno fornito valori della  $v_{seq}$  compatibili con categoria di sottosuolo B o C;
- b) La categoria topografica è T2.
- c) Dall'analisi sismica a rifrazione si rileva un miglioramento delle caratteristiche geotecniche con la profondità.

Campobasso, lì 06/12/2023

LA GEOLOGA

Dott.ssa Giovanna Cardillo



---

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

---

## 8. REPERTO FOTOGRAFICO



---

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715





Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715





---

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715





Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715

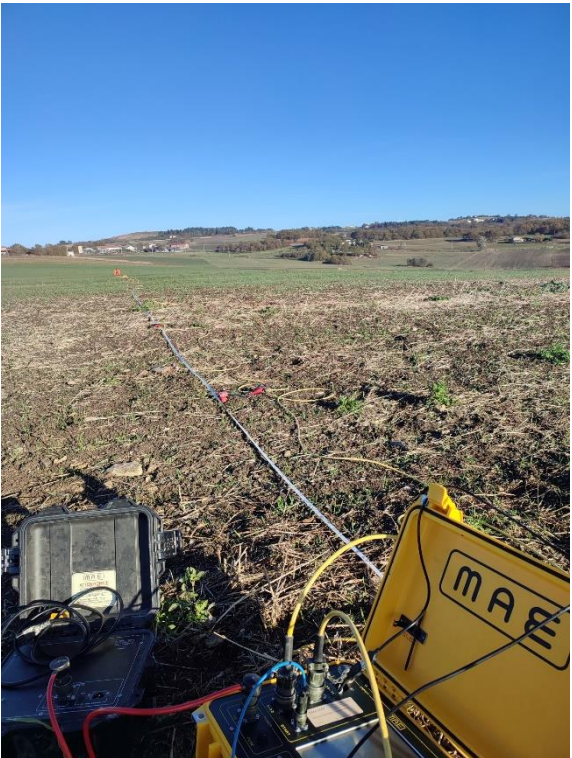




Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715





---

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715





---

Studio di Geologia e Geofisica

Dott.ssa Geol. Giovanna Cardillo - Santa Maria della Croce, 11, 86100, Campobasso, (CB) -  
Tel.08741950423, Tel.3290026210, e-mail:geologa.cardillo@libero.it, -  
C.F.CRDGNN87M47D643G, P.Iva.03876760715