

COMMITTENTE :



DIREZIONE LAVORI :



APPALTATORE :

MANDATARIA



MANDANTE



Impresa Silvia Dierobon

consorzio triveneto rocciatori



PROGETTAZIONE :

MANDATARIA



MANDANTE



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01 e s.m.i.

CUP: J94F04000020001

PROGETTO ESECUTIVO

ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA

ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA

SUB-LOTTO FUNZIONALE: FLUIDIFICAZIONE DEL TRAFFICO ED INTERCONNESSIONE CON LA RETE ESISTENTE DEL LOTTO 1 FORTEZZA - PONTE GARDENA

D4.03 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA - GEOLOGIA

INDAGINI GEOFISICHE - ZONA PONTE GARDENA Relazione generale: Profili sismici Pes 12, Pes 13, Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17, Res17b, Res23

APPALTATORE	RESPONSABILE DELLE INTEGRAZIONI DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE	SCALA:
 QUADRIO GAETANO COSTRUZIONI S.P.A.	 27.03.2020 16240	<input type="text"/>

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

I B 0 A 0 0 E Z Z R G G E 0 0 0 1 0 0 4 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data
A	Emissione esecutiva	R. Tommaselli	11.01.2020	L. Fieni	11.01.2020	R. Pieroncini	11.01.2020
B	Emissione a seguito VPE e ODI	R. Tommaselli	27.03.2020	L. Fieni	27.03.2020	R. Pieroncini	27.03.2020





ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA

**ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA**

**SUB-LOTTO FUNZIONALE: FLUIDIFICAZIONE DEL TRAFFICO
ED INTERCONNESSIONE CON LA RETE ESISTENTE DEL LOTTO 1**

INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11 Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	1 di 41

INDICE

1	PREMESSA	2
1.1	ESEMPI DELLE ATTIVITÀ SVOLTE	4
2	INDAGINI SISMICHE MASW / RE.MI.	5
2.1	MASW / RE.MI. – RIFERIMENTO NORMATIVO (<i>NTC 2008 DM 14/01/2008</i>).....	6
2.2	STENDIMENTI SISMICI CON METODO “MASW” E “RE.MI.” CENNI METODOLOGICI	7
2.3	MODALITÀ ESECUTIVE DELLA PROVA “MASW” E “RE.MI.”	8
2.4	ELABORAZIONE DATI.....	9
2.5	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DELL’ATTIVITÀ DI REGISTRAZIONE	12
	ALLEGATO 1 SPETTRI, CURVE DI DISPERSIONE PROFILI DI VELOCITÀ ONDE VS	13
	ALLEGATO 2 REGISTRAZIONI / SPETTRI MASW	21
3	PROSPEZIONE SISMICA	29
3.1	CENNI TEORICI.....	31
3.2	ACQUISIZIONE DATI.....	31
3.3	ELABORAZIONE DATI.....	32
3.4	ANALISI DEI RISULTATI.....	33
3.4.1	Area 1- Profili Pes10 e Pes11	33
3.4.2	Area 2 - Profili Pes12, Pes13 e Pes14	37

1 PREMESSA

Il presente Rapporto Tecnico riassume i risultati di specifici rilievi geofisici eseguiti durante l'anno 2017 in zona **Ponte Gardena** a supporto del Progetto Definitivo relativo a "Asse ferroviario Monaco – Verona - Accesso sud alla galleria di base del Brennero - Quadruplicamento della linea Fortezza – Verona -Lotto 1 Fortezza – Ponte Gardena" (Fig. 2).

Le indagini geofisiche, ubicate in scala 1:2000 nello specifico elaborato planimetrico allegato (IBL1-0A-D-69-IG-GE0005- 001), sono state sviluppate in due aree distinte (Fig. 1) in prossimità del tracciato ferroviario in progetto, i cui risultati sono stati sintetizzati negli elaborati allegati secondo lo schema indicato dalla successiva tabella:

Area	Binario	Progressiva Elaborato (PROGR)
1	Pari	002
2	Dispari	003

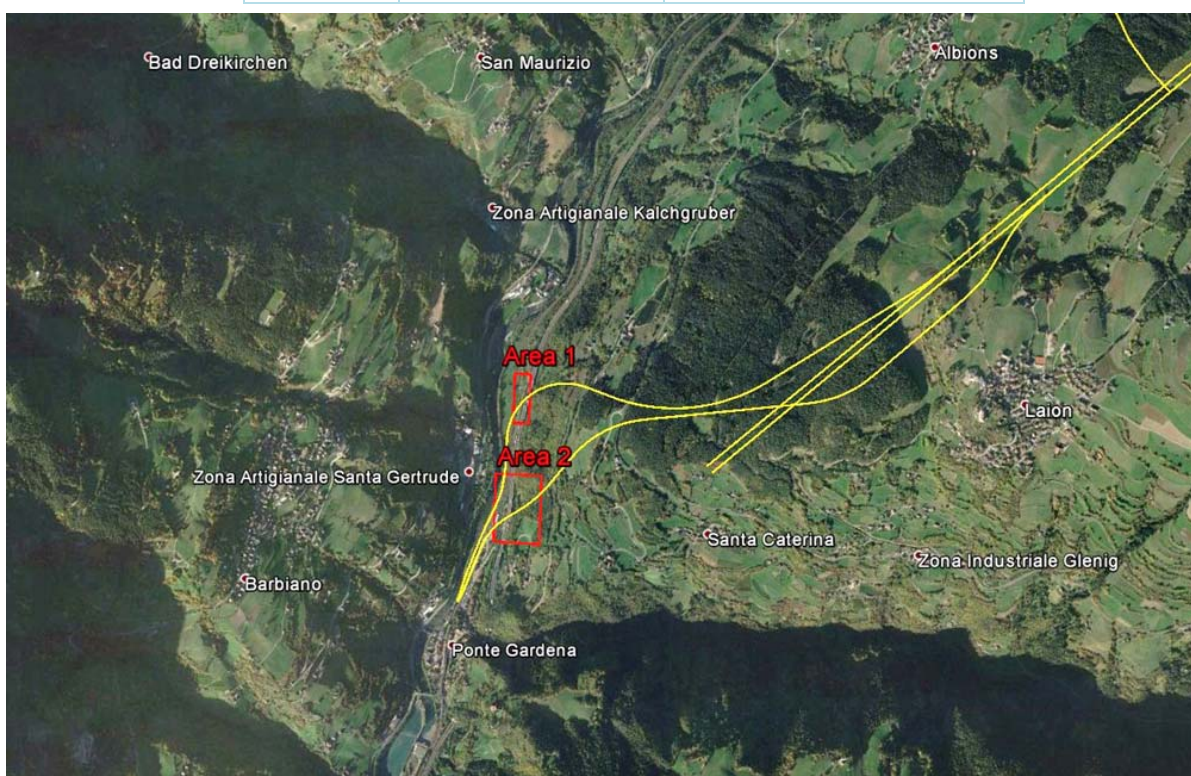


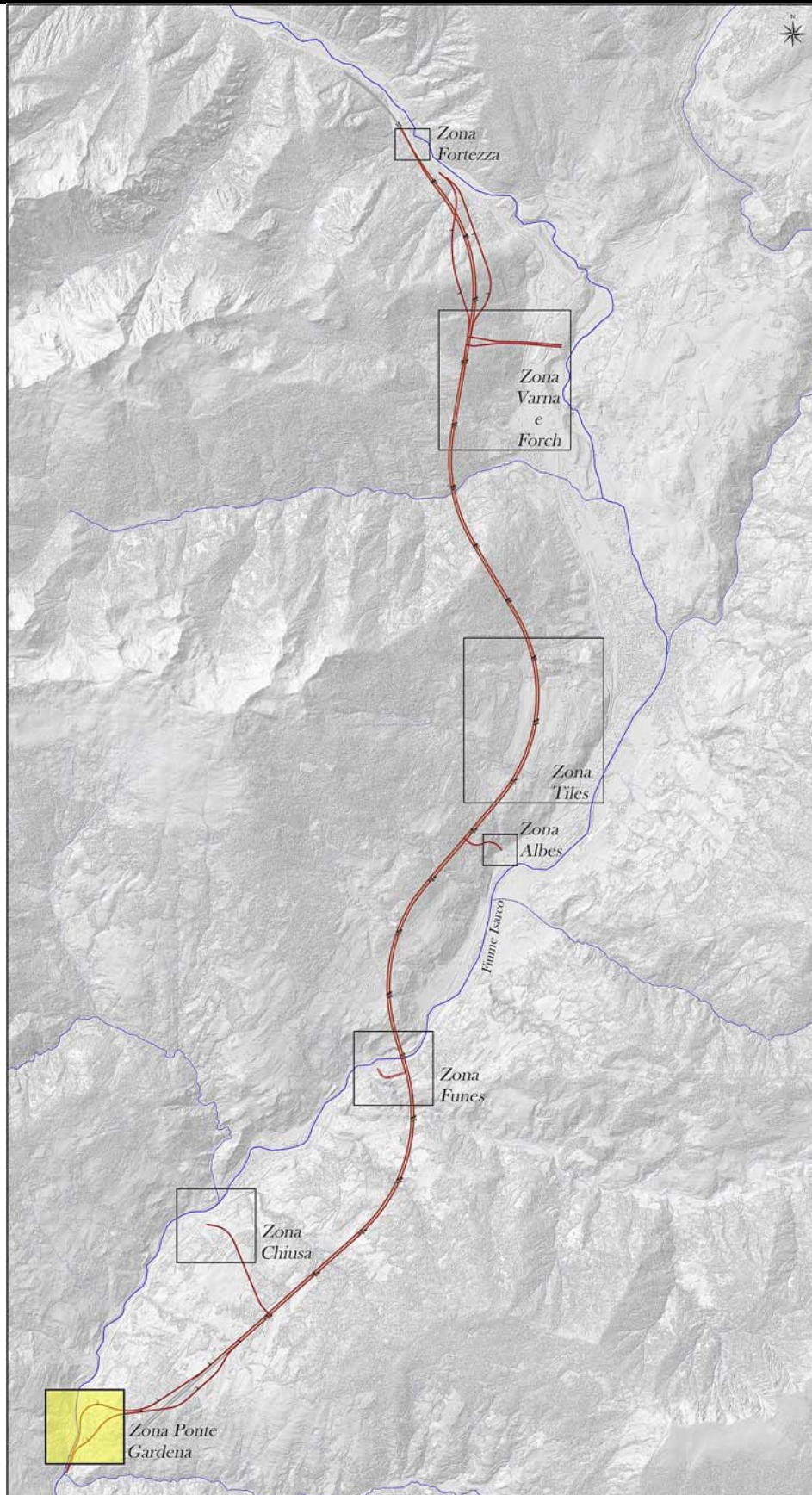
Fig. 1 - Inquadramento Territoriale Aree Indagini: 1 - binario pari, 2 - binario dispari

L'attività si è articolata in differenti metodologie geofisiche strutturate in:

- N. 7 prove sismiche di tipo MASW / Re.Mi., denominate **Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17, Res17b e Res23** con stendimenti di n. 24 geofoni intervallati ogni 5.00/2.50m, finalizzate alla definizione del profilo di velocità V_s per la determinazione del parametro V_{s30} e la classificazione della categoria sismica dei suoli ai sensi dell'NTC 2008.

INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11, Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	3 di 41



**Fig. 2 Quadro d'unione
Zona Ponte Gardena
(in giallo)**

INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
 Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11, Pes 12, Pes 13,
 Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
 Res17b, Res23

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	4 di 41

- N. 5 Profili Sismici a rifrazione in onde P e S, denominati **Pes10**, **Pes11**, **Pes12**, **Pes13** e **Pes14** con stendimenti variabili da n. 48 a n. 95 geofoni, posizionati ad intervalli regolari di 2.50/5.00m, elaborati con metodologia tomografica.

Di seguito vengono descritte le singole attività svolte e relativa interpretazione dei dati geofisici acquisiti unitamente agli allegati di riferimento e specifica documentazione fotografica.

1.1 Esempi delle attività svolte



Fig. 3 –Operatività in campo

INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11, Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	5 di 41

2 INDAGINI SISMICHE MASW / RE.MI.

Per la definizione dei valori di V_{S30} , classificazione della categoria dei suoli e ricostruzione stratigrafica sono state eseguite sette (7) prove sismiche di tipo MASW/Re.Mi., sviluppate con stendimenti di 24 geofoni intervallati ogni 5.0/2.5m a sigla **Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17, Res17b e Res23**.

Per le modalità di elaborazione dei dati vedi il paragrafo 2.3 *Modalità esecutive della prova “MASW” e “Re.Mi.”*

L’ubicazione territoriale su foto area delle prove sismiche è mostrata in Fig. 4, la posizione su aerofotogrammetrico in scala 1:2000 è riportata nello specifico allegato planimetrico (**IBL1-0A-D-69-IG-GE0005- 001**).

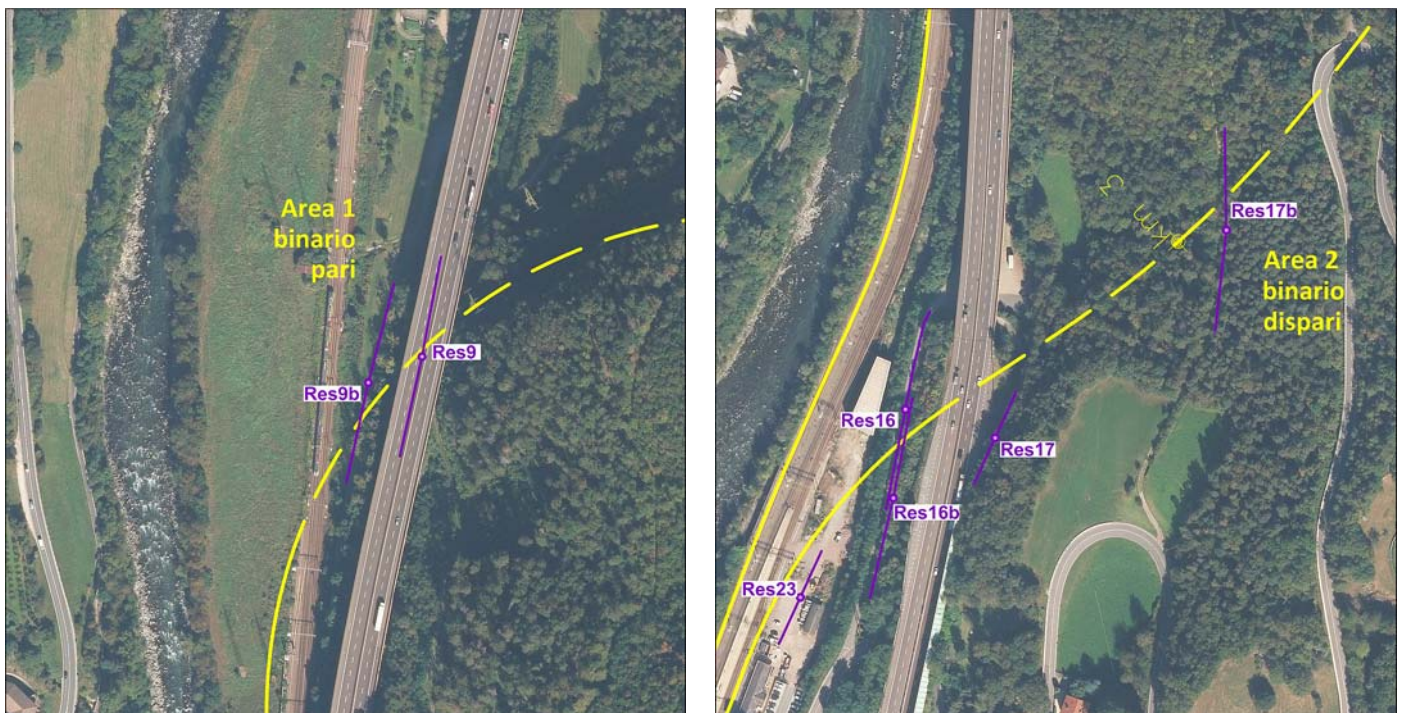


Fig. 4 – Ubicazione Prove Sismiche MASW / Re.Mi.

Per l’ubicazione di dettaglio su foto aerea delle prove sismiche fare riferimento all’**allegato 1** “SPETTRI, CURVE DI DISPERSIONE e LOG VELOCITÀ ONDE V_s Masw / Re.Mi.”.

**ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA****ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA****SUB-LOTTO FUNZIONALE: FLUIDIFICAZIONE DEL TRAFFICO
ED INTERCONNESSIONE CON LA RETE ESISTENTE DEL LOTTO 1**INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11 Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	6 di 41

2.1 MASW / RE.MI. – riferimento normativo (NTC 2008 DM 14/01/2008)

La normativa “Norme tecniche per le costruzioni” afferma che ai fini della definizione della azione sismica di progetto (punto 3.2.2), deve essere valutata l’influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, mediante studi specifici di risposta sismica locale.

In mancanza di tali studi si può utilizzare la classificazione dei terreni descritta di seguito. La classificazione deve riguardare i terreni compresi tra il piano di imposta delle fondazioni degli edifici ed un substrato rigido di riferimento, (bedrock) ovvero quelli presenti ad una profondità commisurata all’estensione ed all’importanza dell’opera.

La classificazione può essere basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio V_{S30} ovvero sul numero medio di colpi NSPT ottenuti in una prova penetrometrica dinamica ovvero sulla coesione non drenata media c_u . In base alle grandezze sopra definite si identificano le seguenti le categorie del suolo di fondazione:

- A – *Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi* caratterizzati da valori di V_{S30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali livelli di alterazione superficiale con spessore massimo pari a 3m.
- B – *Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti*, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica NSPT > 50, o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa).
- C – *Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza*, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{S30} compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < NSPT < 50$, $70 < c_u < 250$ kPa).
- D – *Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti*, caratterizzati da valori di $V_{S30} < 180$ m/s ($NSPT < 15$, $c_u < 70$ kPa).
- E – *Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali*, con valori di V_{S30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $V_{S30} > 800$ m/s.

A queste cinque categorie principali si aggiungono altre due categorie per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell’azione sismica da considerare:

- S1 - Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di $V_{S30} < 100$ m/s ($10 < c_u < 20$ kPa).
- S2 - Depositi di terreni soggetti a liquefazione, argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti

La classificazione è effettuata sulla base del parametro V_{S30} che rappresenta la velocità delle onde di taglio S riferita a 30 m di profondità e calcolata con l’espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

**ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA****ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA****SUB-LOTTO FUNZIONALE: FLUIDIFICAZIONE DEL TRAFFICO
ED INTERCONNESSIONE CON LA RETE ESISTENTE DEL LOTTO 1**INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11 Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	7 di 41

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $g < 10^{-6}$) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30m superiori.

2.2 Stendimenti sismici con metodo “MASW” e “Re.Mi.” Cenni metodologici

Il rilievo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) e Re.Mi. (Rifraction Microtremor) sono tecniche di indagine non invasiva (non è necessario eseguire perforazioni o scavi), che individuano il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.

In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione.

La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi. Il metodo di indagine MASW si distingue in metodo attivo e metodo passivo (Zywicki, D.J.1999) o in una combinazione di entrambi.

Nel metodo attivo, utilizzato nell'indagine, le onde superficiali generate in un punto sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori.

Nel metodo passivo lo stendimento dei sensori può essere sia lineare, sia circolare e si misura il rumore ambientale di fondo esistente. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5Hz e 70Hz, quindi dà informazioni sulla parte più superficiale del suolo, sui primi 30m-50m, in funzione della rigidità del suolo. Il metodo passivo in genere consente di tracciare una velocità di fase apparente sperimentale compresa tra 0 Hz e 10Hz, quindi dà informazioni sugli strati più profondi del suolo, generalmente al di sotto dei 50m, in funzione della rigidità del suolo.

L'elaborazione dei dati con il metodo MASW prevede tre fasi di lavoro:

1. la prima fase prevede il calcolo della velocità di fase (o curva di dispersione) apparente sperimentale,
2. la seconda fase consiste nel calcolare la velocità di fase apparente numerica,
3. la terza ed ultima fase consiste nell'individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , modificando opportunamente lo spessore h , le velocità delle onde di taglio V_s e di compressione V_p (o in maniera alternativa alle velocità V_p è possibile assegnare il coefficiente di Poisson), la densità di massa degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo assegnato.

Il modello di suolo e quindi il profilo di velocità delle onde di taglio verticali possono essere individuati con procedura manuale o con procedura automatica o con una combinazione delle due. Generalmente si assegnano il

**ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA****ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA****SUB-LOTTO FUNZIONALE: FLUIDIFICAZIONE DEL TRAFFICO
ED INTERCONNESSIONE CON LA RETE ESISTENTE DEL LOTTO 1**INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11 Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	8 di 41

numero di strati del modello, il coefficiente di Poisson, la densità di massa ρ e si variano lo spessore h e la velocità V_s degli strati.

Nella procedura manuale l'utente assegna per tentativi diversi valori delle velocità V_s e degli spessori h , cercando di avvicinare la curva di dispersione numerica alla curva di dispersione sperimentale. Nella procedura automatica la ricerca del profilo di velocità ottimale è affidata ad un algoritmo di ricerca globale o locale che cerca di minimizzare l'errore tra la curva sperimentale e la curva numerica. In genere quando l'errore relativo, tra curva sperimentale e curva numerica è compresa tra il 5% e il 10% si ha un soddisfacente accordo tra le due curve e il profilo di velocità delle onde di taglio V_s e quindi il tipo di suolo sismico conseguente rappresentano una soluzione valida da un punto di vista ingegneristico.

La tecnica di prospezione "Refraction Microtremor" (Re.Mi), utilizzata nell'ambito di questo progetto, capovolge il concetto comune del parametro "segnale-disturbo", per il quale tradizionalmente il primo (segnale) ha necessità di essere rilevato in condizioni favorevoli quindi in assenza o scarsità di rumore. Viceversa, in presenza di forte rumore di fondo (es. ambiente urbano), le tradizionali rilevazioni sismiche hanno sempre trovato una condizione di difficile applicazione a causa della difficoltà di discriminare il segnale dal rumore.

Con questa nuova tecnica, il disturbo, il "noise" ambientale diventa il segnale utilizzato per la caratterizzazione sismica. Sono i microtremori (rumore di fondo generato dal traffico stradale, ferroviario e comunque il rumore presente costantemente in ambito urbanizzato) a costituire la sorgente di energia utile allo scopo.

Numerose sperimentazioni hanno consentito di appurare che le registrazioni del rumore di fondo ambientale, effettuate con uno stendimento sismico normalmente utilizzato per la sismica a rifrazione, possono essere utilizzate, con opportune procedure di acquisizione e elaborazione, per stimare la velocità delle onde di taglio (V_s) fino a profondità che possono essere superiori a 100m. La metodologia d'indagine più applicata per la determinazione del profilo verticale di velocità delle onde di taglio V_s , è stata proposta e sperimentata da J.N.Louie del Seismological Laboratory and Dept. of Geological Sciences dell'Università del Nevada, ed è basata su due aspetti fondamentali:

- uno pratico, rappresentato dal fatto che alcuni sistemi di acquisizione di sismica a rifrazione (con dinamica a 24bit) sono in grado di registrare onde di superficie con frequenze fino a 2 Hz per intervalli di tempo sufficientemente lunghi (almeno 10 sec);
- uno teorico, sulla base del quale una semplice trasformata bidimensionale (p-f) slowness-frequency della registrazione di un rumore di fondo (microtremor) è in grado di separare le onde di Rayleigh (onde di superficie) da altri tipi di onde che compongono il sismogramma, rendendo possibile il riconoscimento delle vere velocità di fase dalle velocità apparenti.

2.3 Modalità esecutive della prova "MASW" e "Re.Mi."

In considerazione delle particolari condizioni logistiche locali, per poter definire con una discreta certezza il dato medio di V_{s30} , si è proceduto ad acquisire sia profili sismici di tipo "MASW" sia "Re.Mi.". In **All.2** si riportano le registrazioni / spettri delle prove MASW.

L'acquisizione dei dati per la definizione della V_s è stata realizzata tramite la registrazione del rumore ambientale, impiegando geofoni da 4.5Hz, ed un acquisitore digitale a 24 canali della Geometrics tipo "Geode" con dinamica a 24bit.



ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA

**ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA**

**SUB-LOTTO FUNZIONALE: FLUIDIFICAZIONE DEL TRAFFICO
ED INTERCONNESSIONE CON LA RETE ESISTENTE DEL LOTTO 1**

INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11 Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	11 di 41

Res23					
Prof. (m dal p.c.)	Spessore strato (m)	Vs (m/s)	Prof. (m dal p.c.)	Spessore strato (m)	Vs (m/s)
0.0			0.0		
2.3	2.3	199			
5.0	2.8	370			
10.5	5.5	306			
13.4	2.9	638			
15.5	2.1	673			
16.6	1.1	763			
18.6	2.0	789			
21.0	2.4	816			
25.3	4.3	871			
33.5	8.3	943			
37.4	3.9	1084			
58.8	21.4	1150			
118.5	59.8	1230			
200.0	81.5	1271			

INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11, Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	12 di 41

2.5 Documentazione fotografica dell'attività di registrazione



Fig. 5 - Stendimento sismico per registrazione MASW / Re.Mi.

Fig. 6 - Energizzazione Prova MASW



Fig. 7 - Attrezzatura di registrazione





ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA

ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA

SUB-LOTTO FUNZIONALE: FLUIDIFICAZIONE DEL TRAFFICO
ED INTERCONNESSIONE CON LA RETE ESISTENTE DEL LOTTO 1

INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11 Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	13 di 41

ALLEGATO 1

SPETTRI, CURVE DI DISPERSIONE

PROFILI DI VELOCITÀ ONDE V_s

Prove MASW / Re.Mi.

Res9

Res9b

Res16

Res16b

Res17

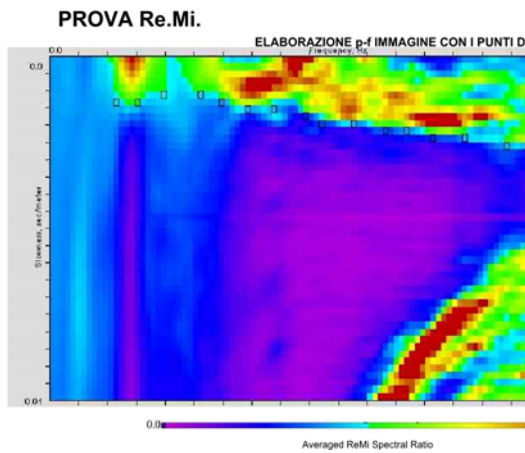
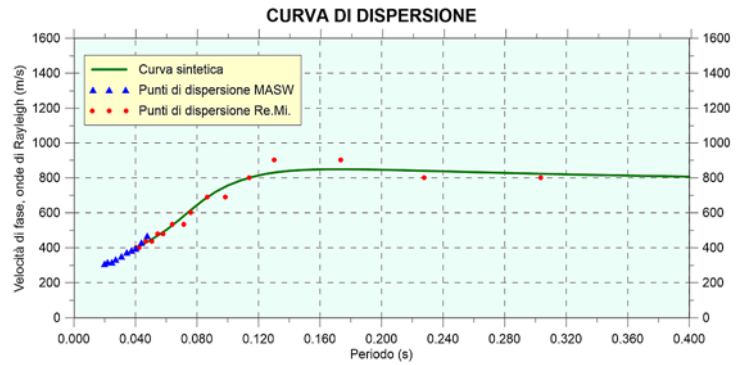
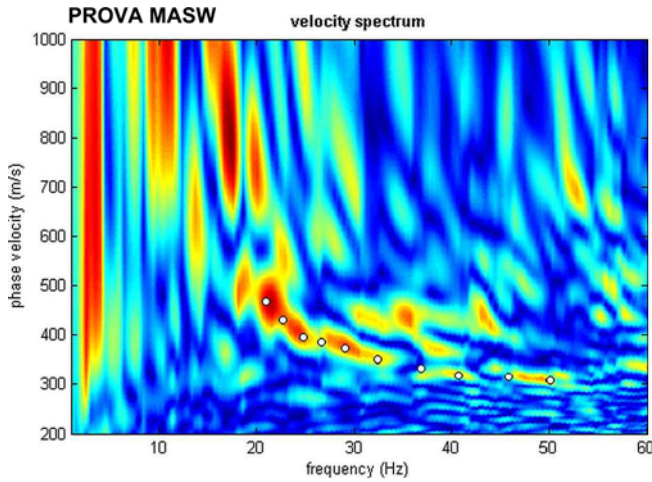
Res17b

Res23

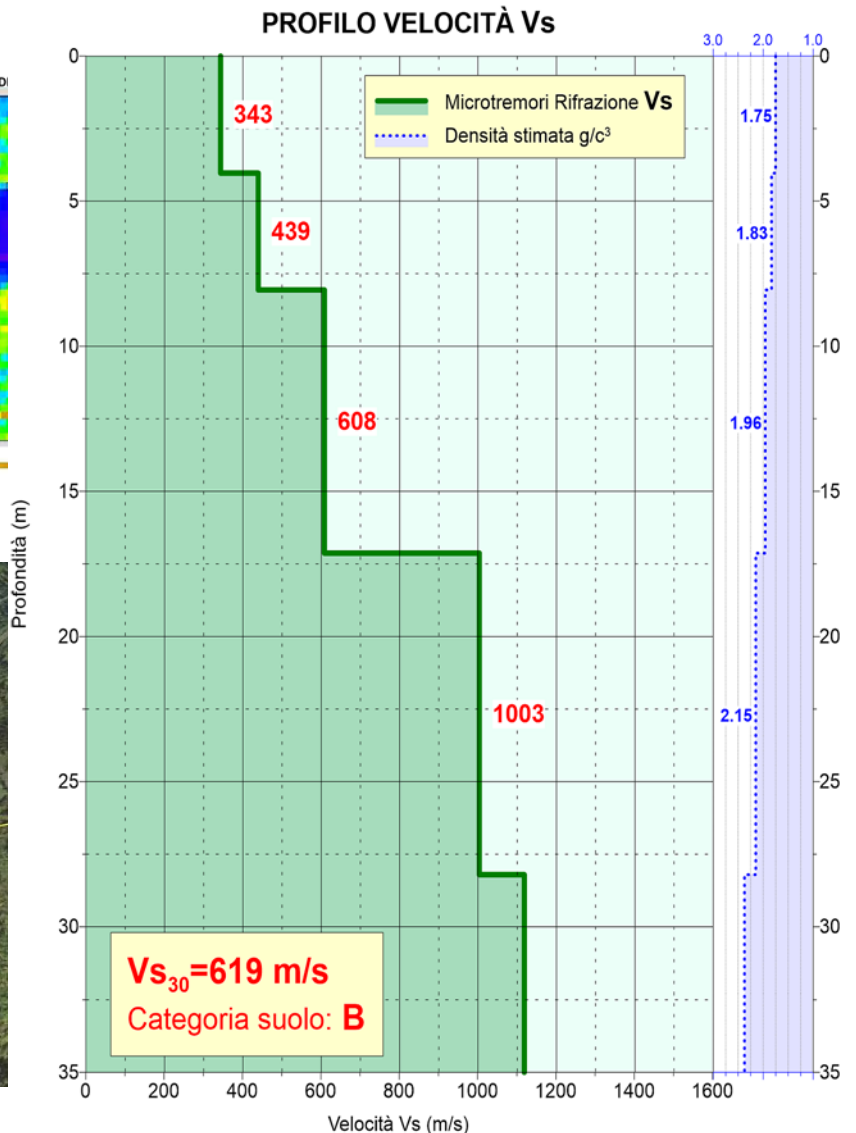
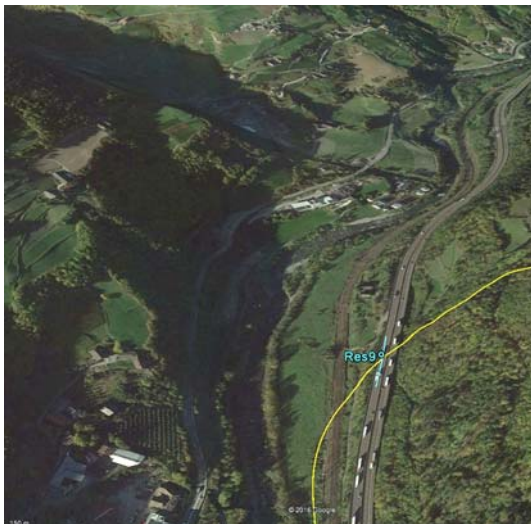
INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11, Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	14 di 41

Prova Masw/Re.Mi. – Res9



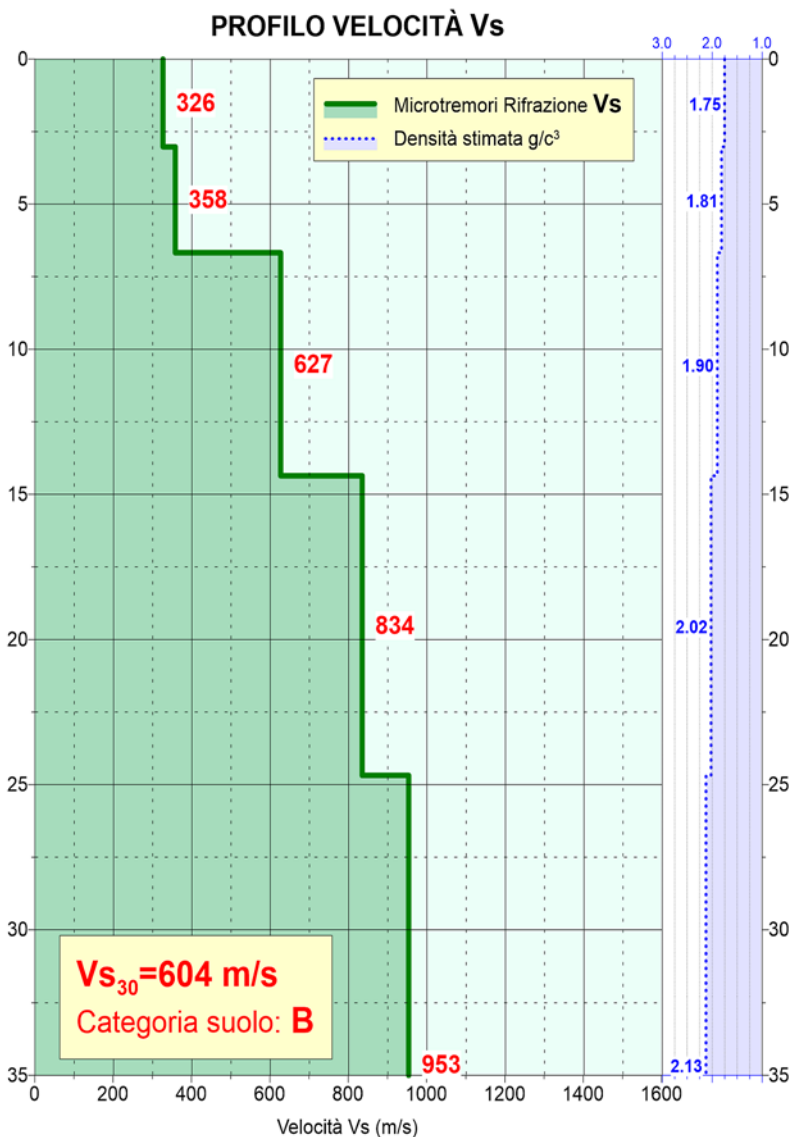
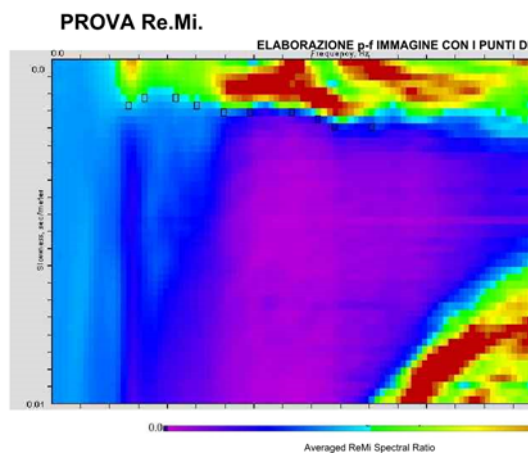
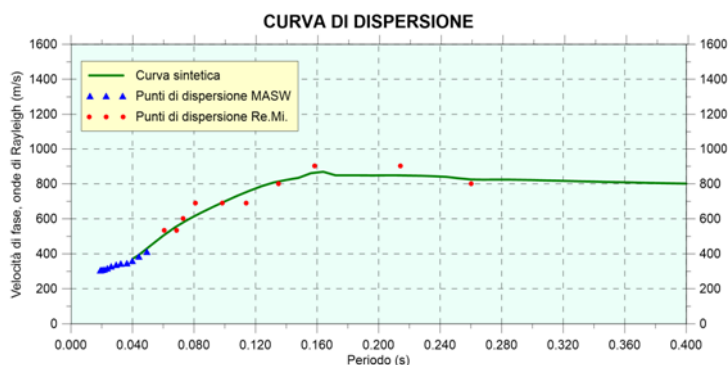
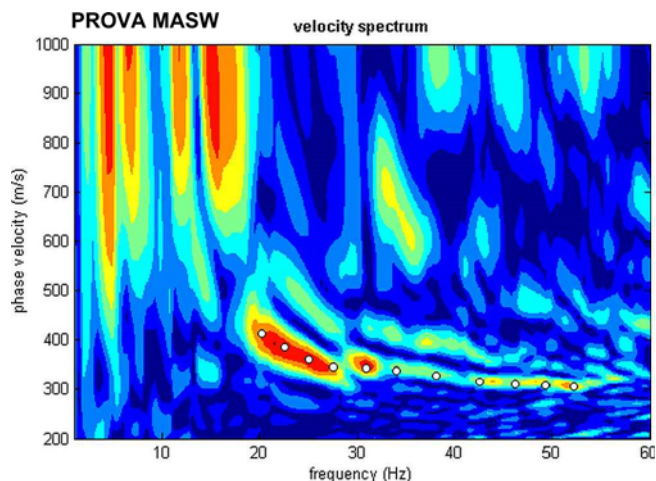
Ubicazione prova (eseguita al di sotto del viadotto)



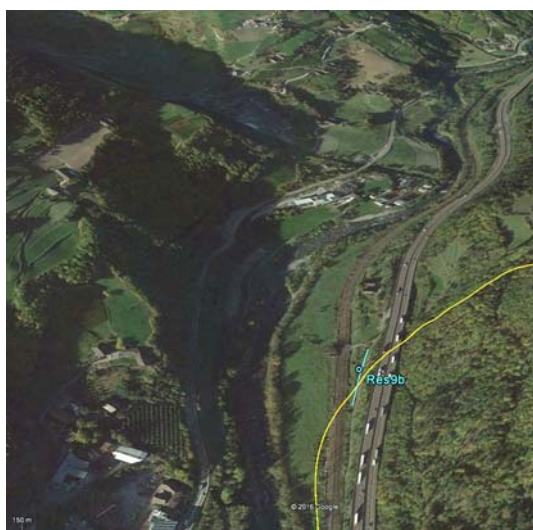
INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11, Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	15 di 41

Prova Masw/Re.Mi. – Res9b



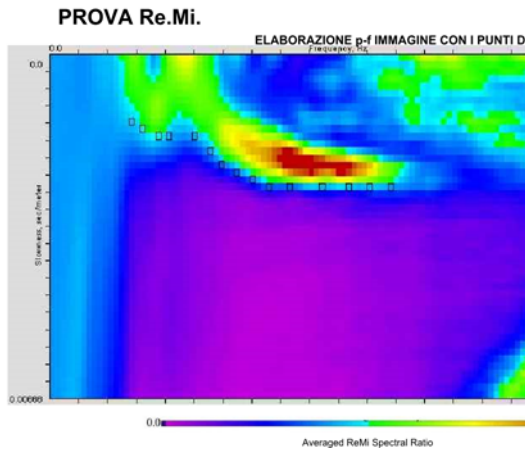
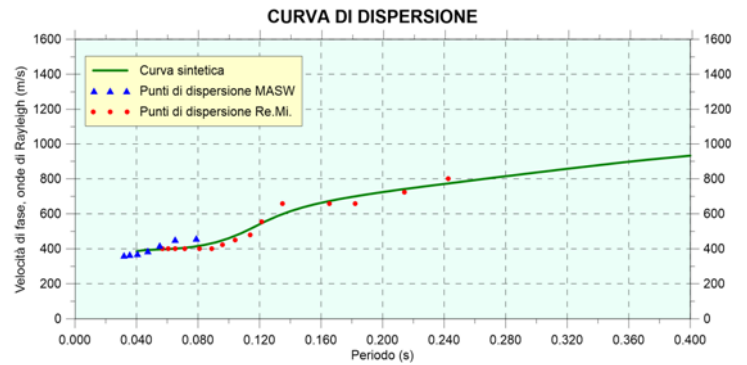
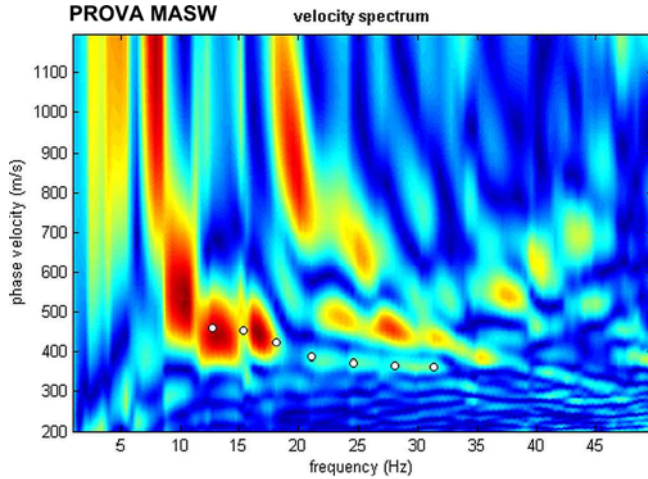
Ubicazione prova



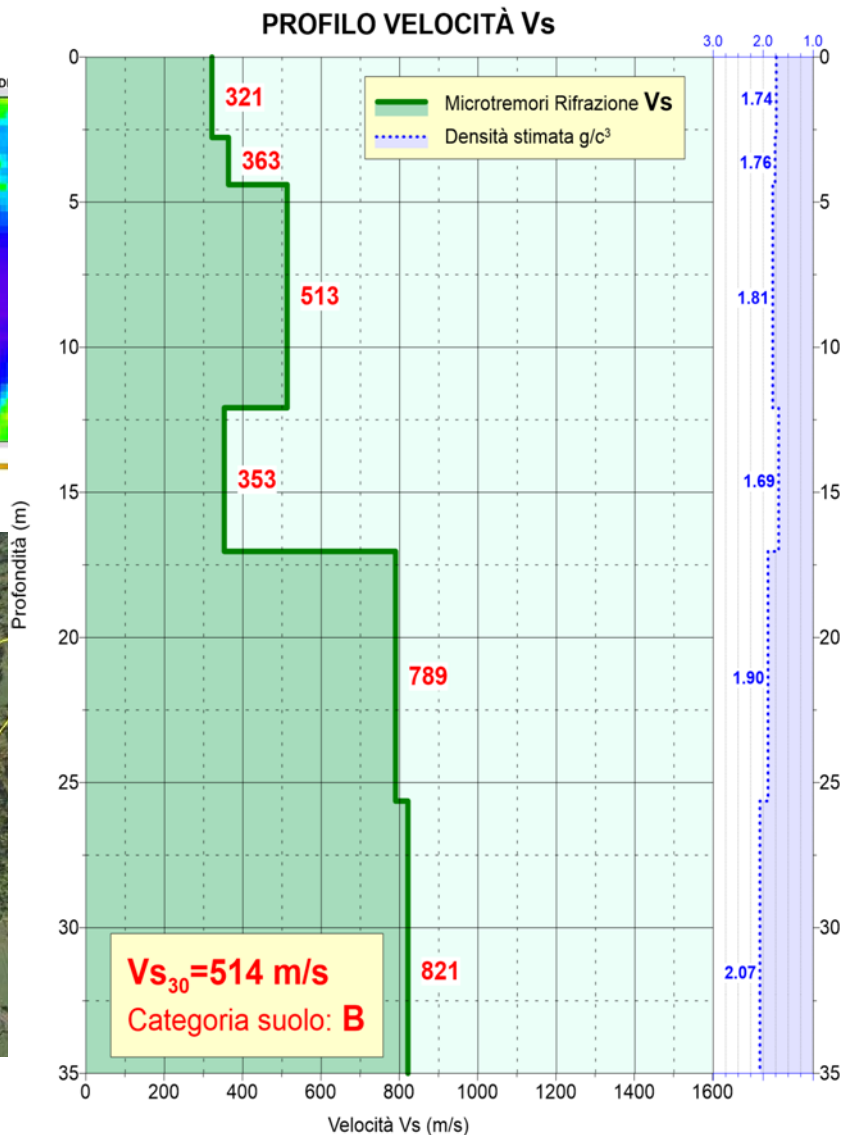
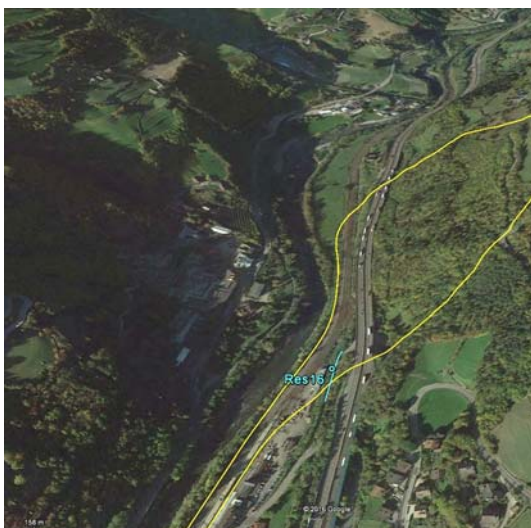
INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11 Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	16 di 41

Prova Masw/Re.Mi. – Res16



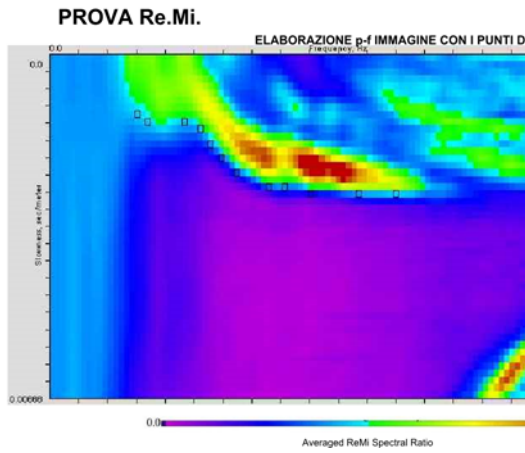
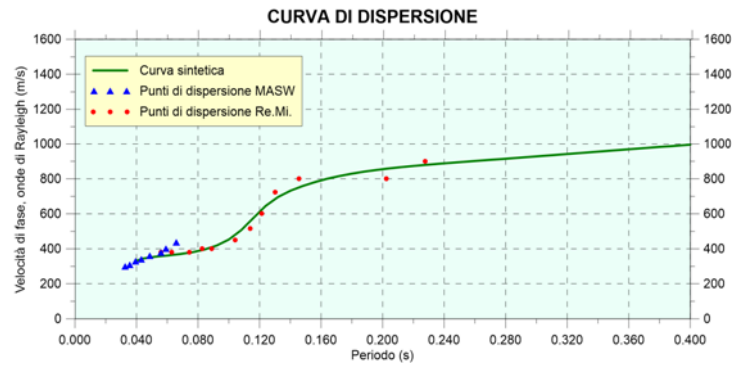
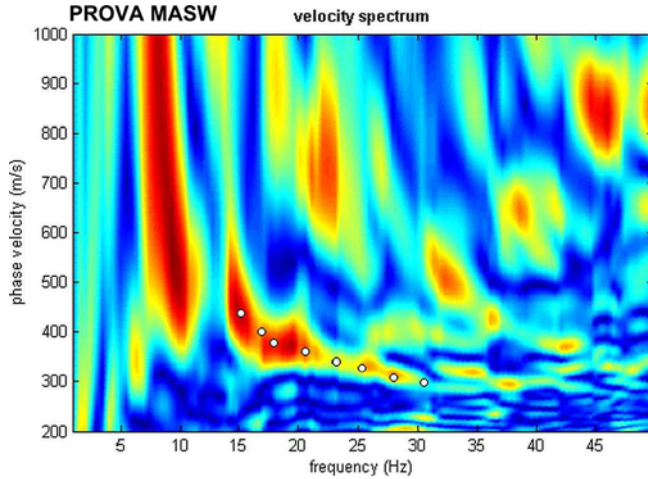
Ubicazione prova



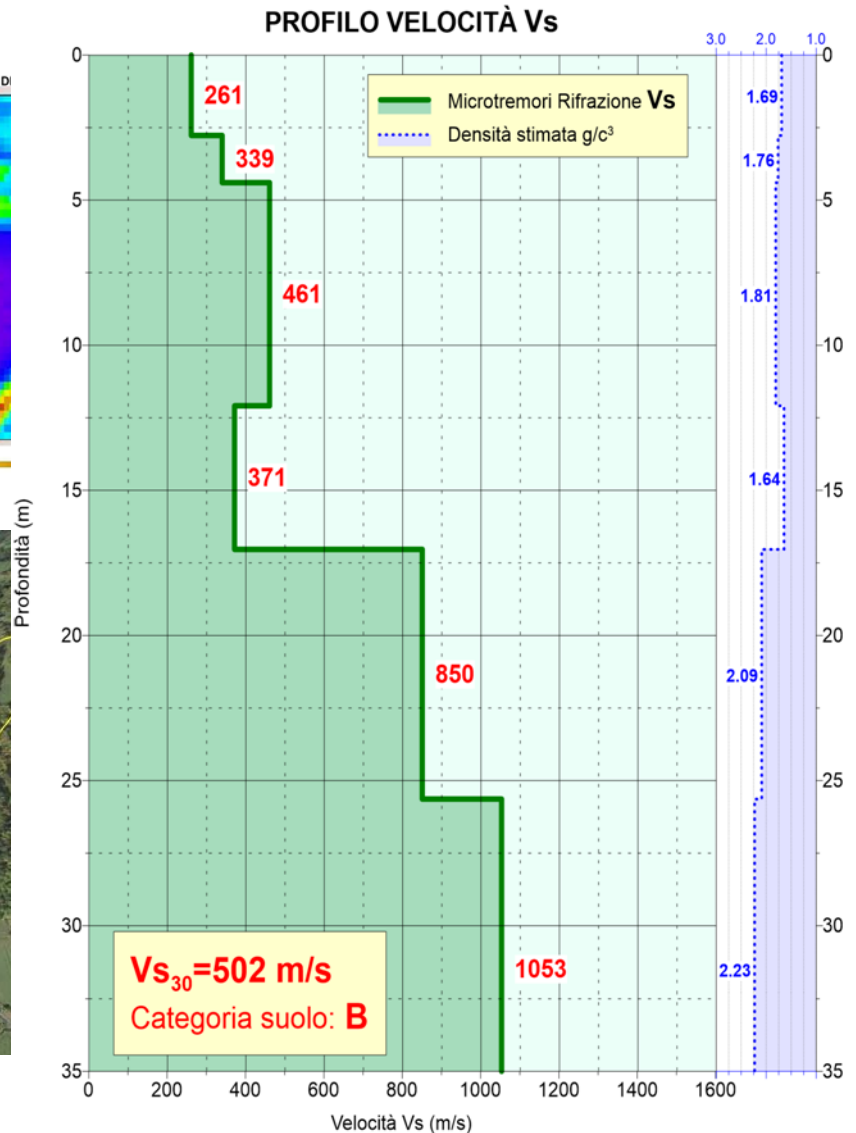
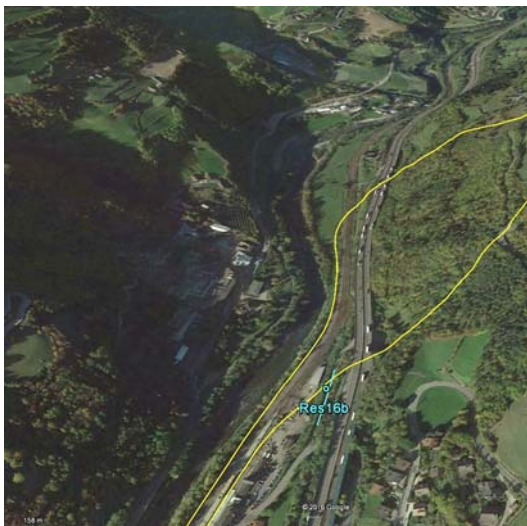
INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11, Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	17 di 41

Prova Masw/Re.Mi. – Res16b



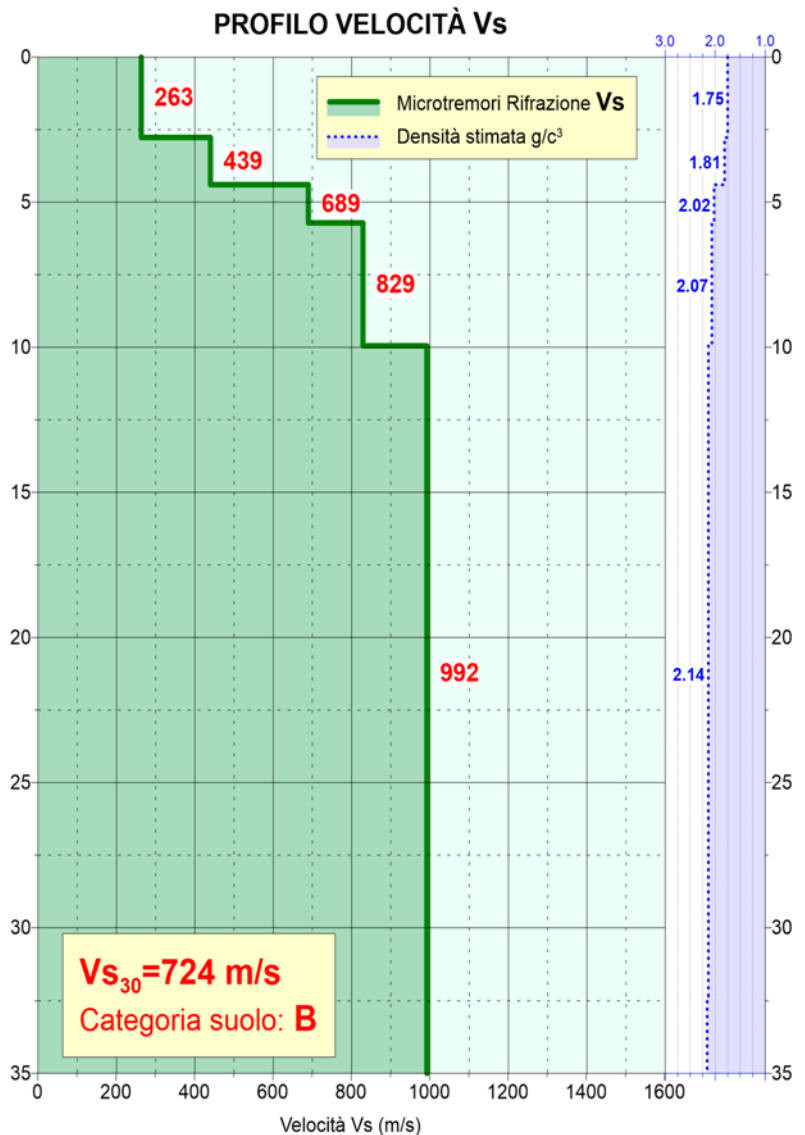
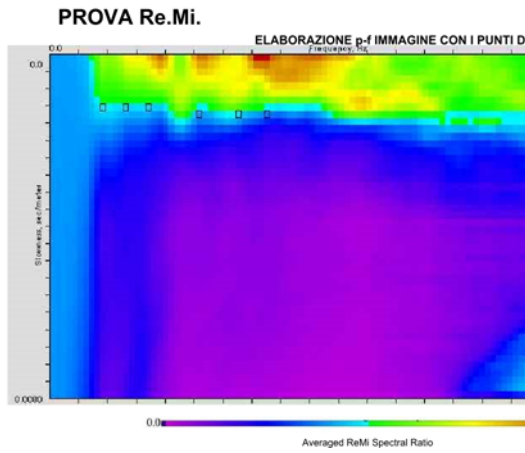
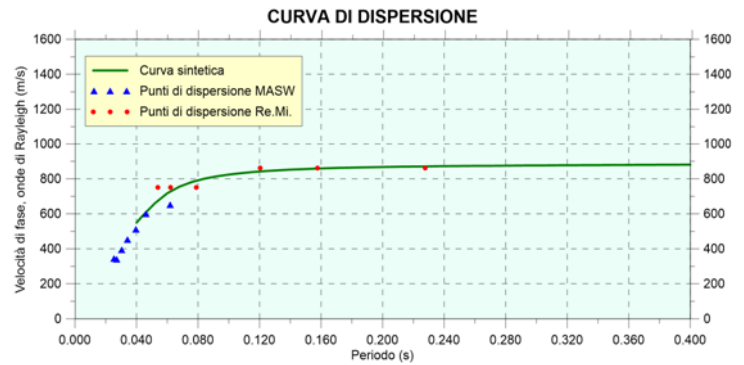
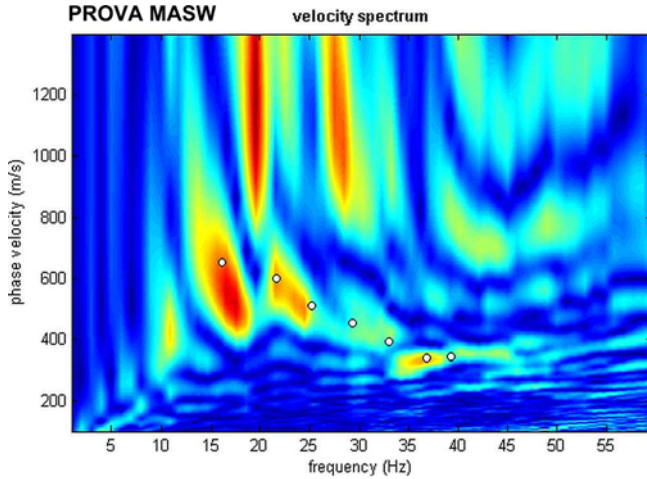
Ubicazione prova



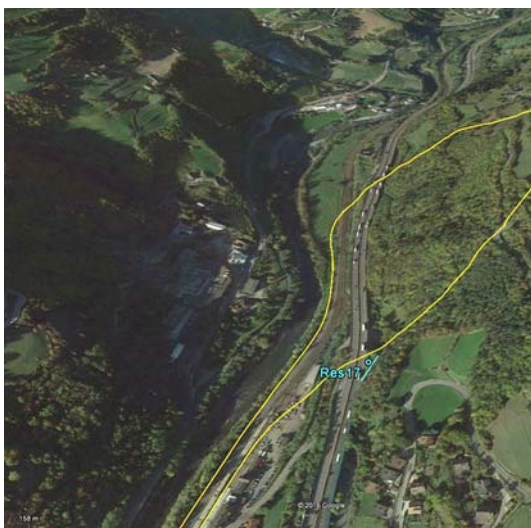
INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11, Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	18 di 41

Prova Masw/Re.Mi. – Res17



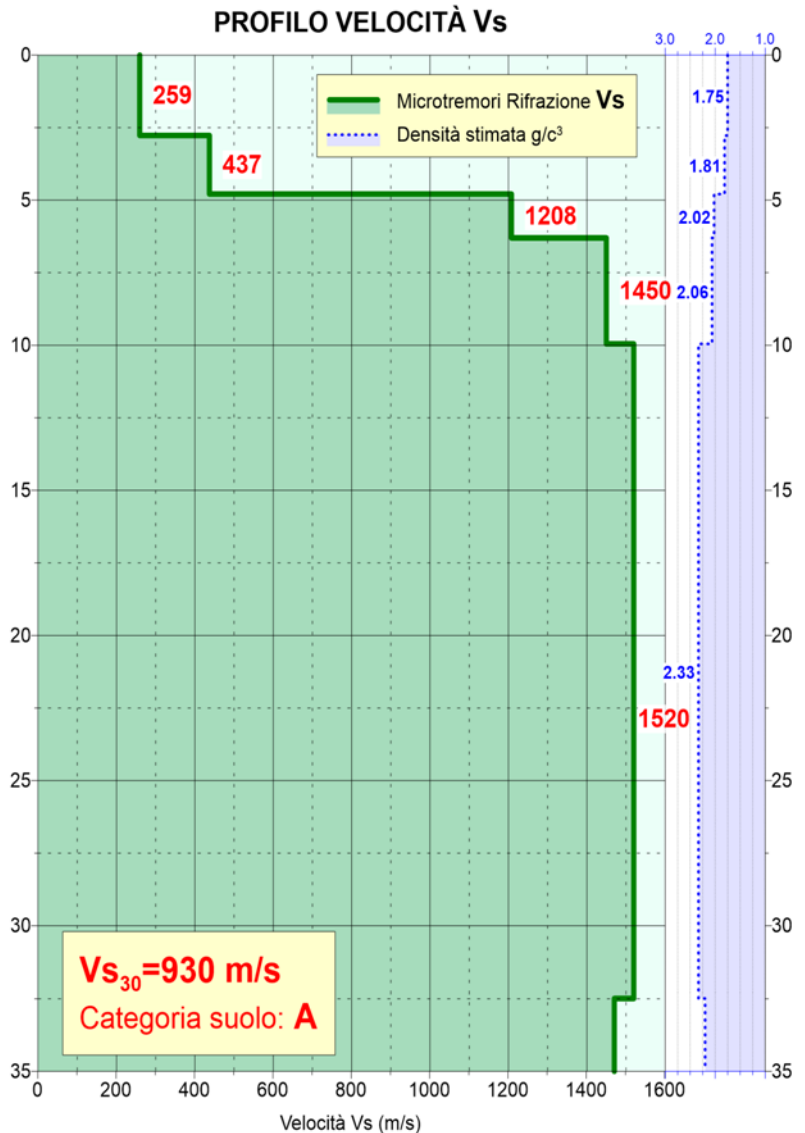
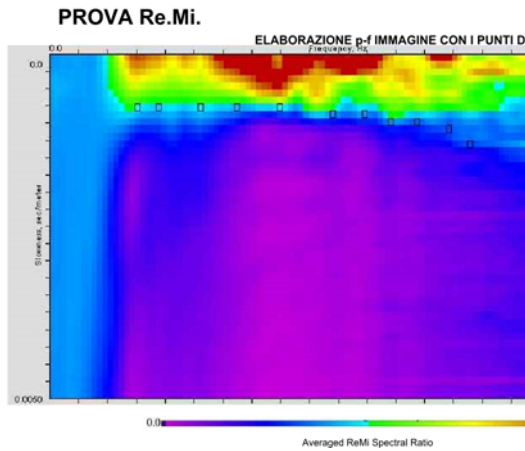
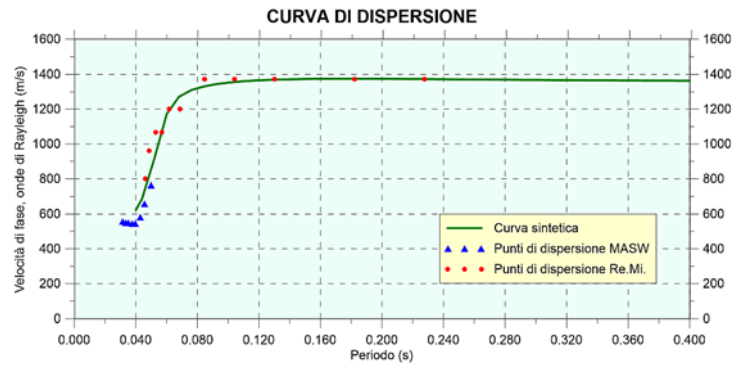
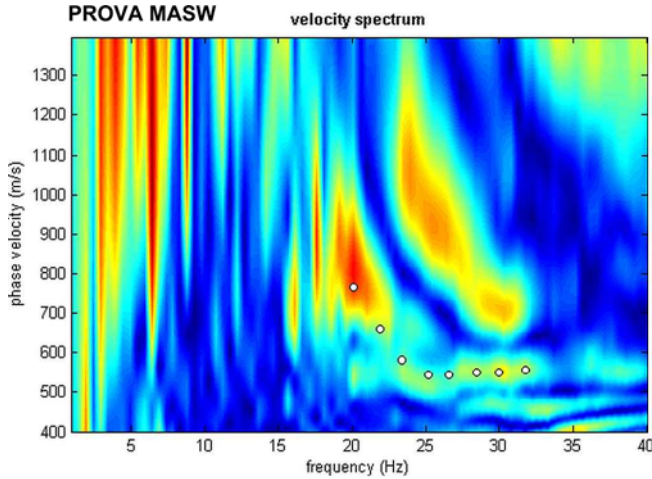
Ubicazione prova



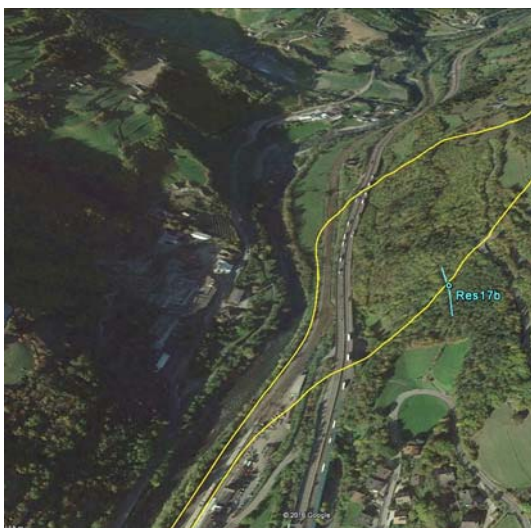
INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11, Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	19 di 41

Prova Masw/Re.Mi. – Res17b



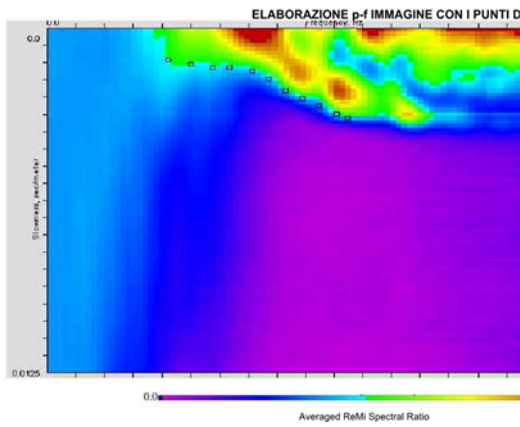
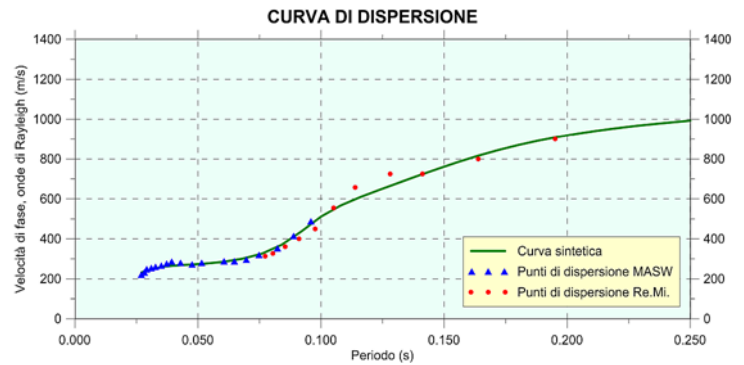
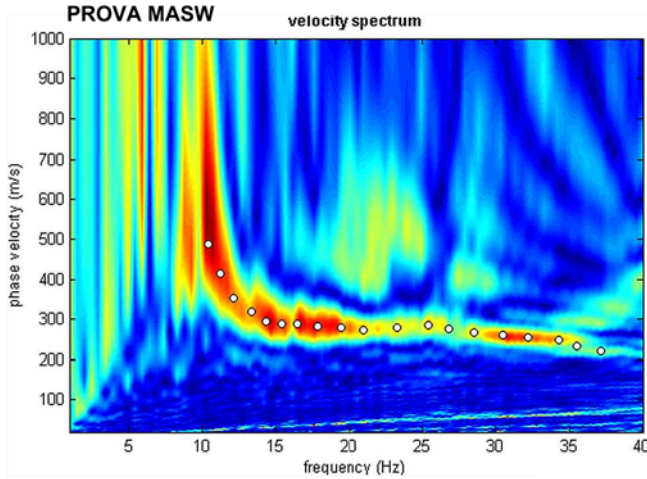
Ubicazione prova



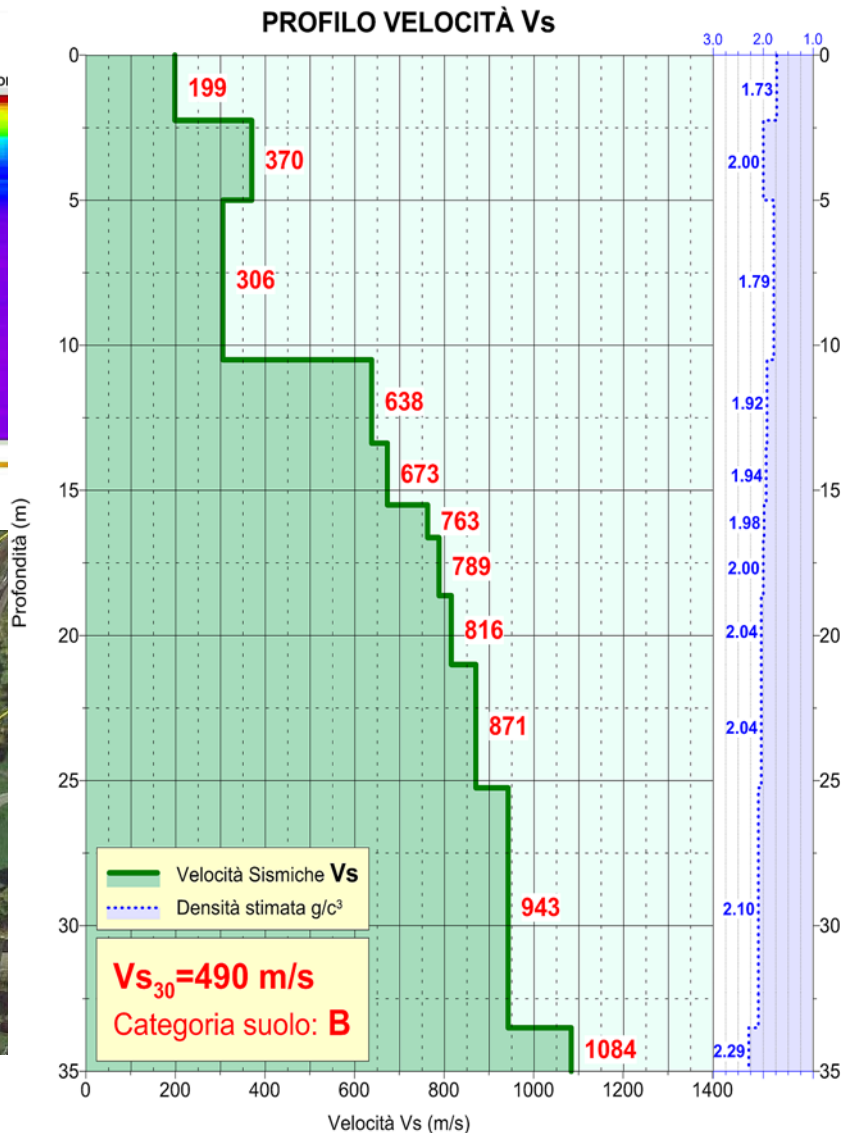
INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11 Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	20 di 41

Prova Masw/Re.Mi. – Res23



Ubicazione prova





ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA

**ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA**

**SUB-LOTTO FUNZIONALE: FLUIDIFICAZIONE DEL TRAFFICO
ED INTERCONNESSIONE CON LA RETE ESISTENTE DEL LOTTO 1**

INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11 Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	21 di 41

ALLEGATO 2

REGISTRAZIONI / SPETTRI MASW

Prove MASW

Res9

Res9b

Res16

Res16b

Res17

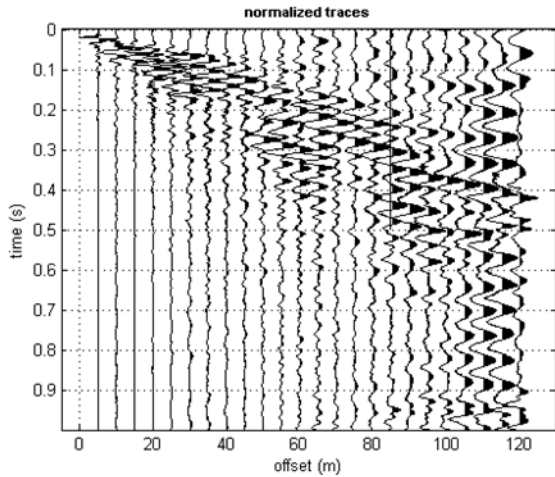
Res17b

Res23

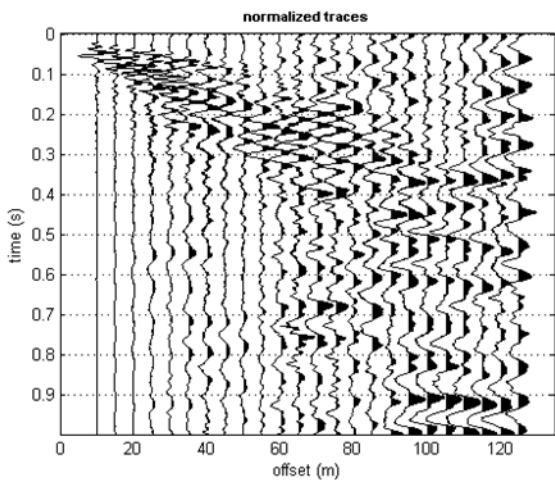
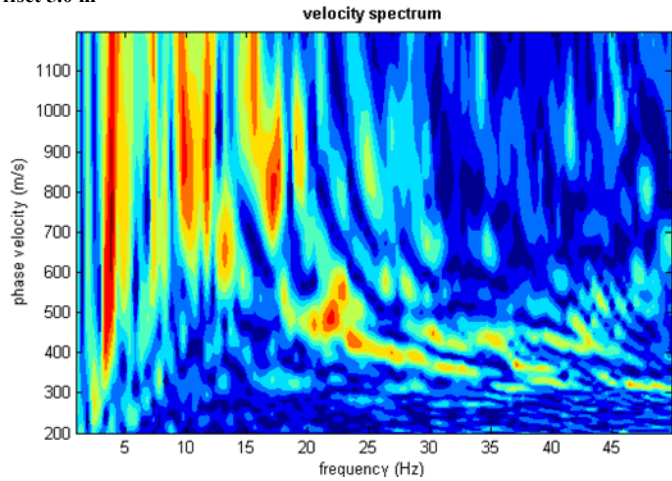
INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11 Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	22 di 41

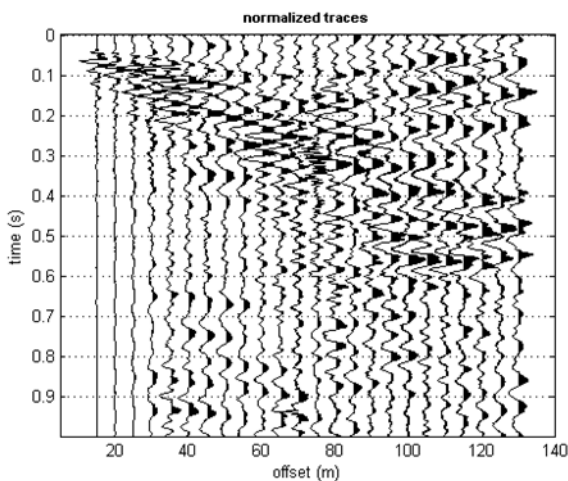
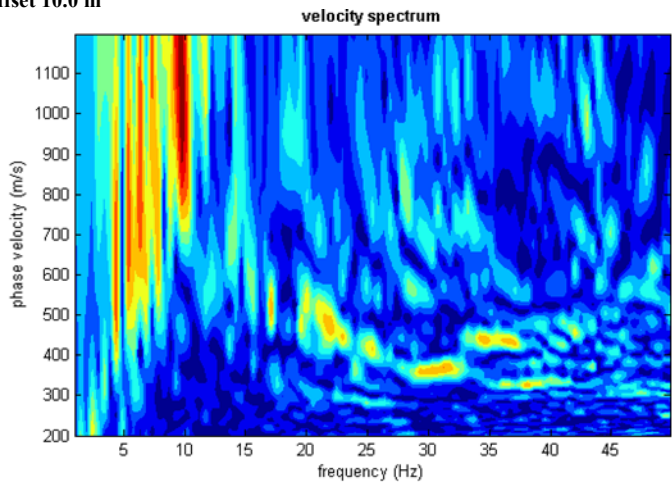
REGISTRAZIONI / SPETTRI PROVA MASW – Res9



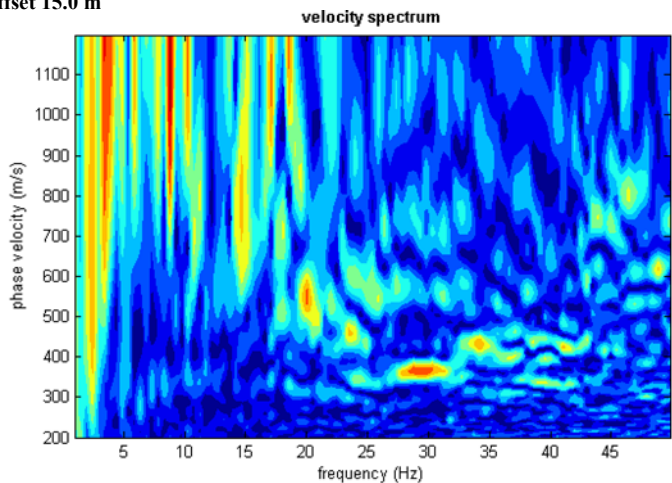
Offset 5.0 m



Offset 10.0 m



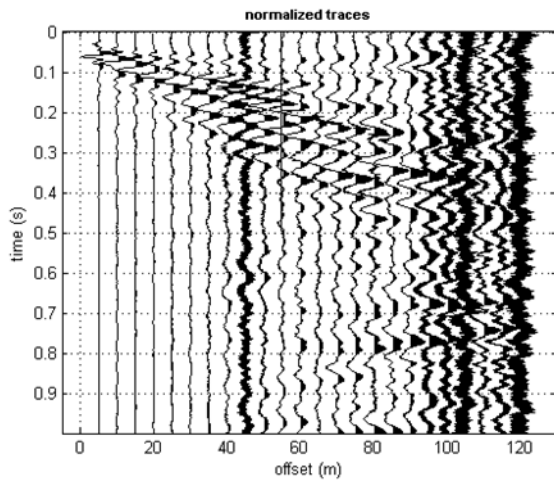
Offset 15.0 m



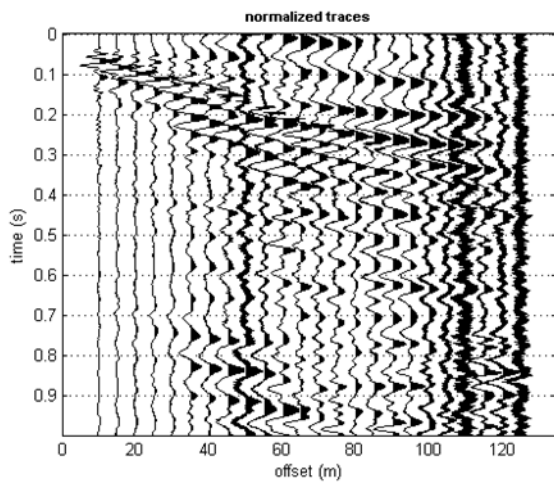
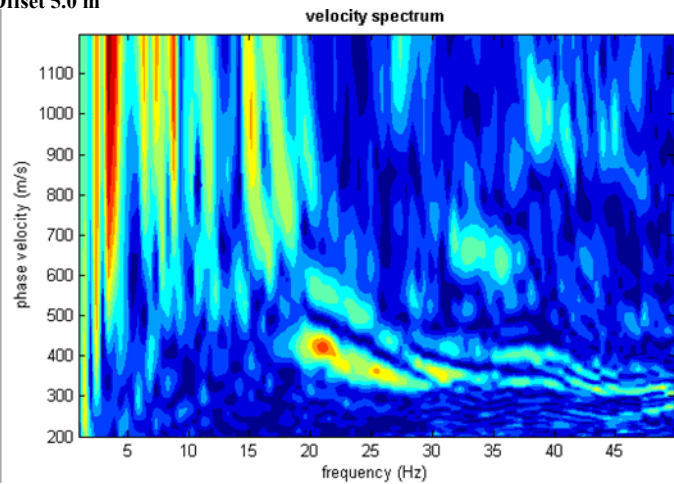
INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11 Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	23 di 41

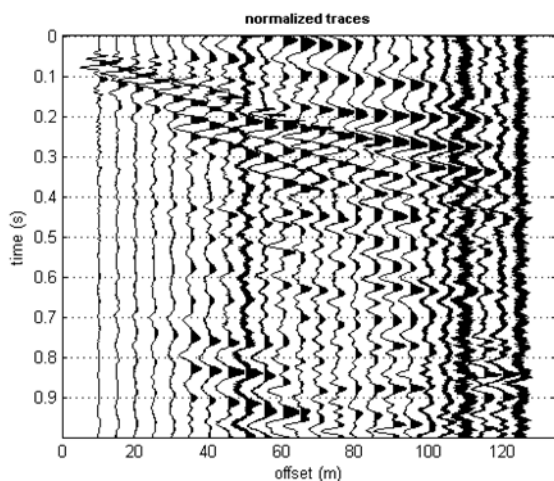
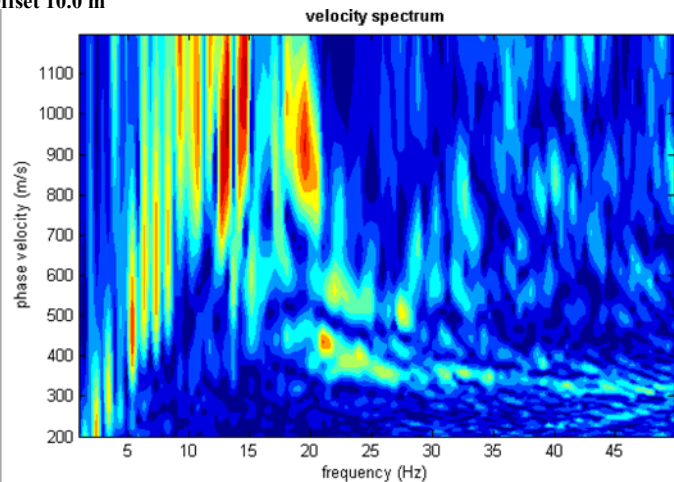
REGISTRAZIONI / SPETTRI PROVA MASW – Res9b



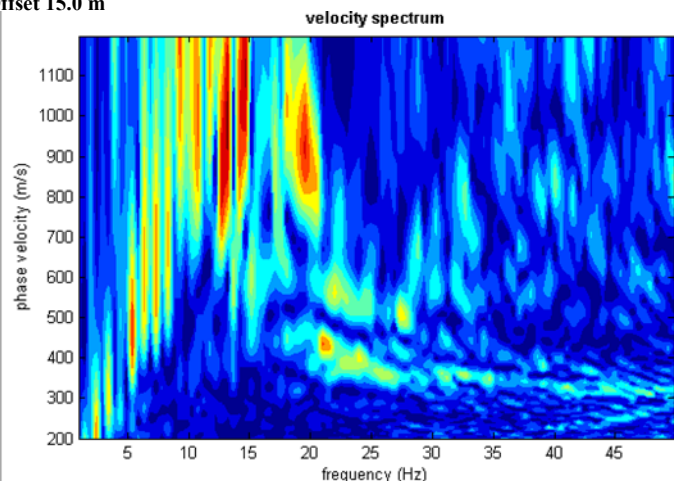
Offset 5.0 m



Offset 10.0 m



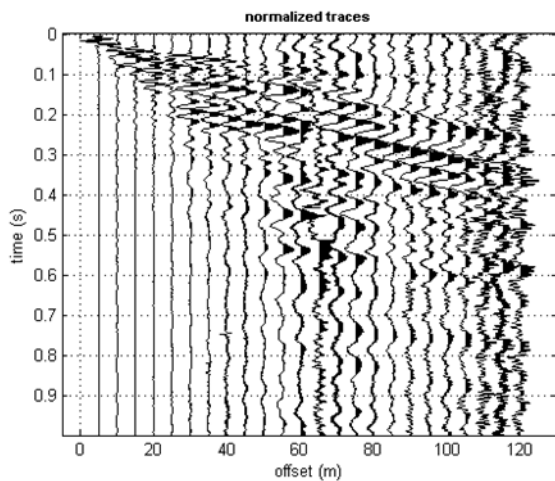
Offset 15.0 m



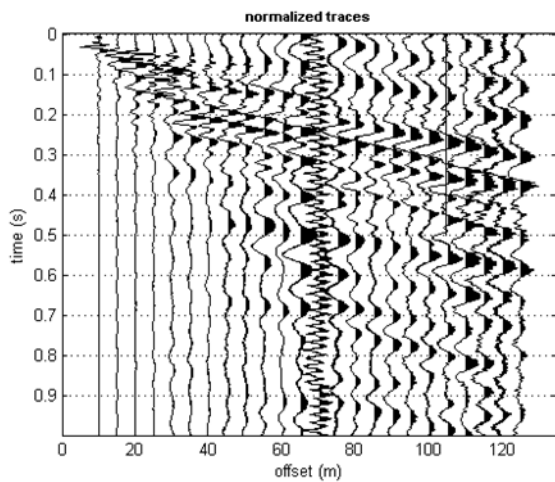
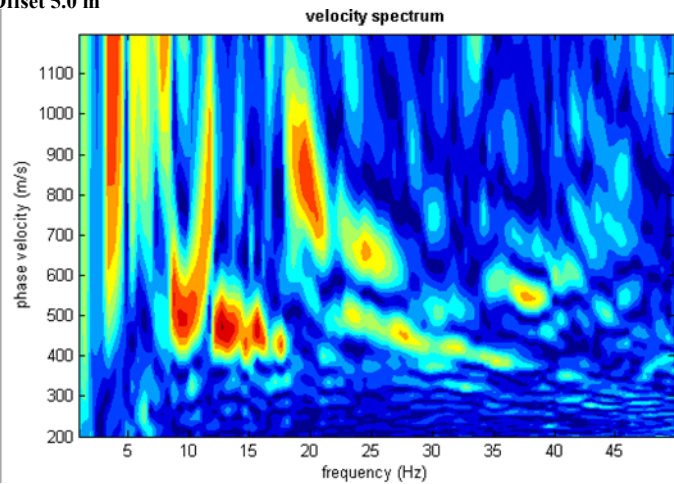
INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11, Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	24 di 41

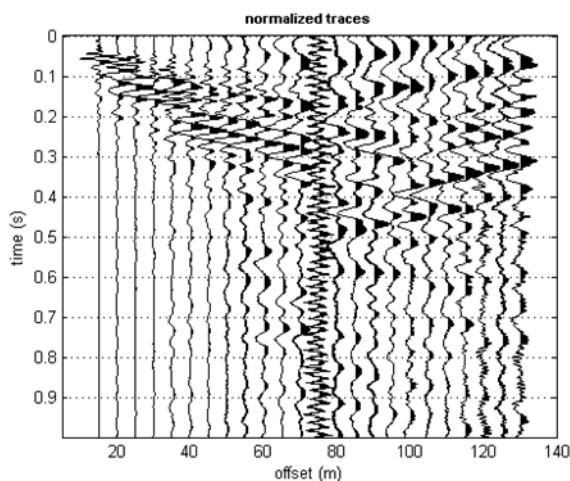
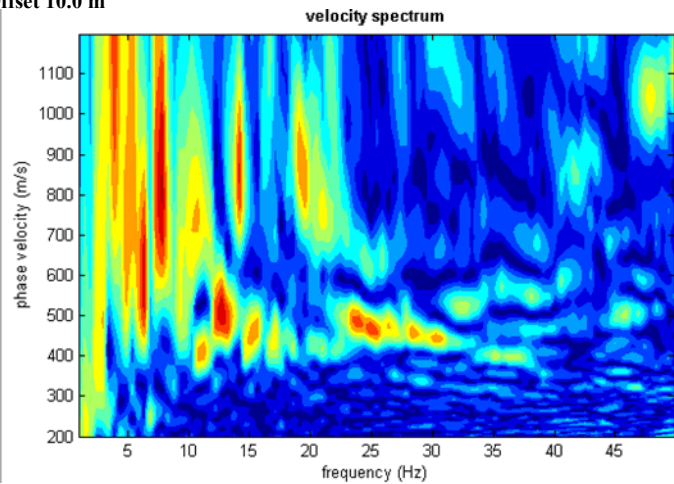
REGISTRAZIONI / SPETTRI PROVA MASW – Res16



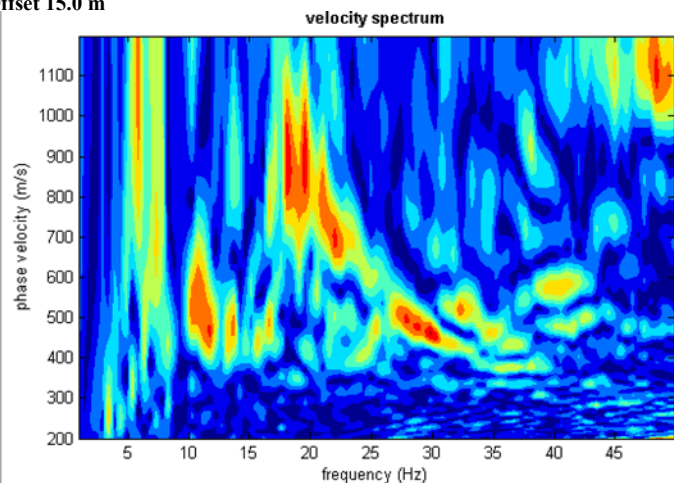
Offset 5.0 m



Offset 10.0 m



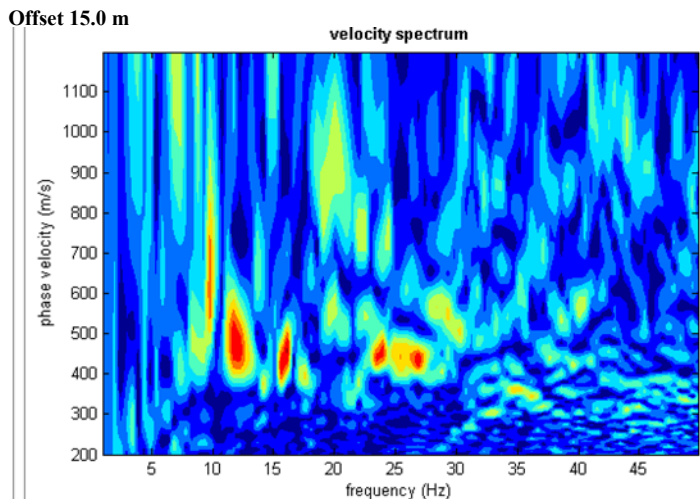
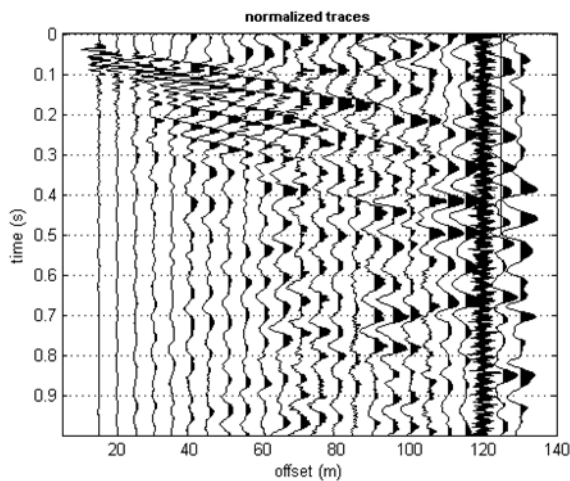
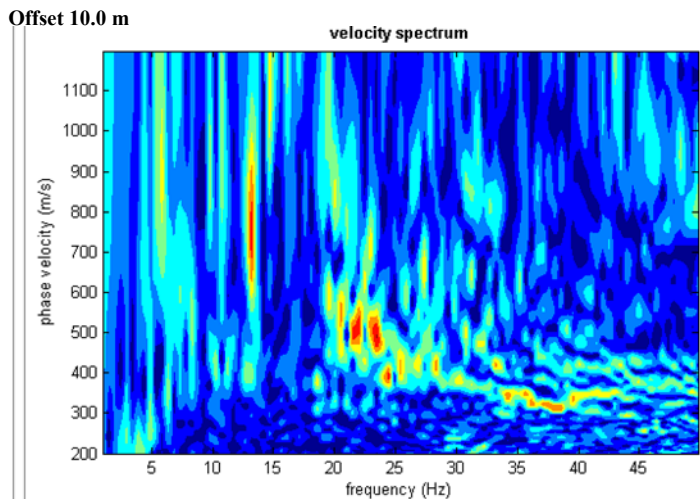
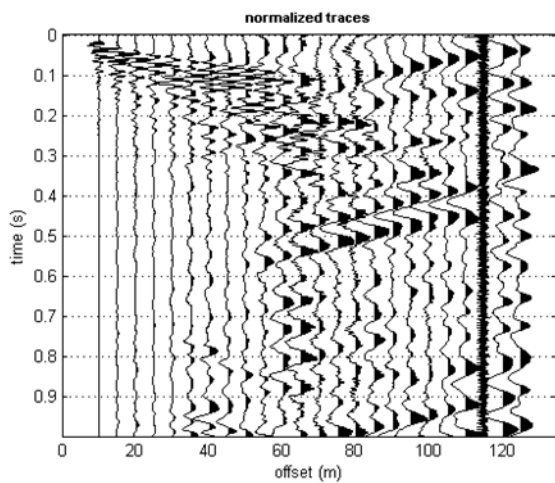
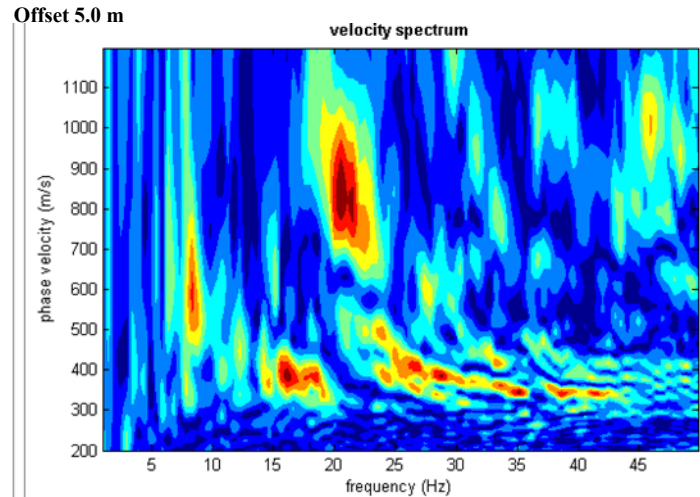
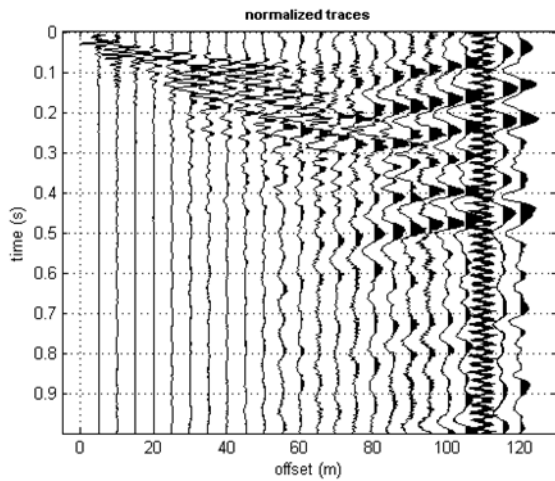
Offset 15.0 m



INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11, Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	25 di 41

REGISTRAZIONI / SPETTRI PROVA MASW – **Res16b**





ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA

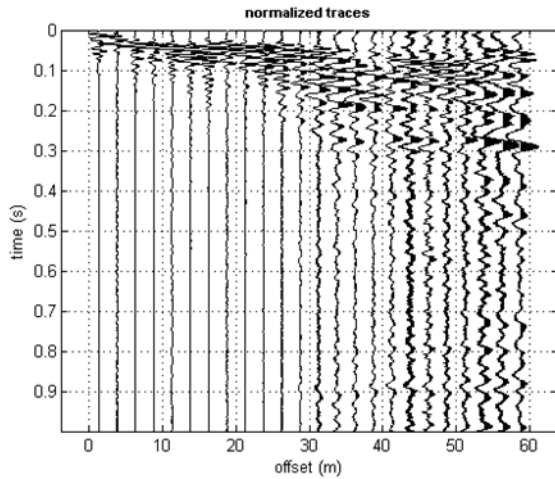
**ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA**

**SUB-LOTTO FUNZIONALE: FLUIDIFICAZIONE DEL TRAFFICO
ED INTERCONNESSIONE CON LA RETE ESISTENTE DEL LOTTO 1**

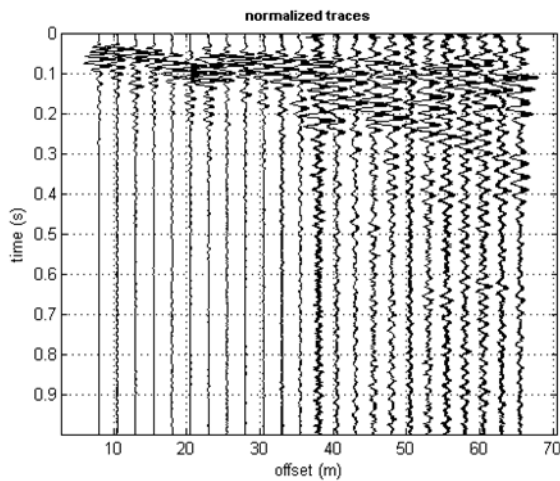
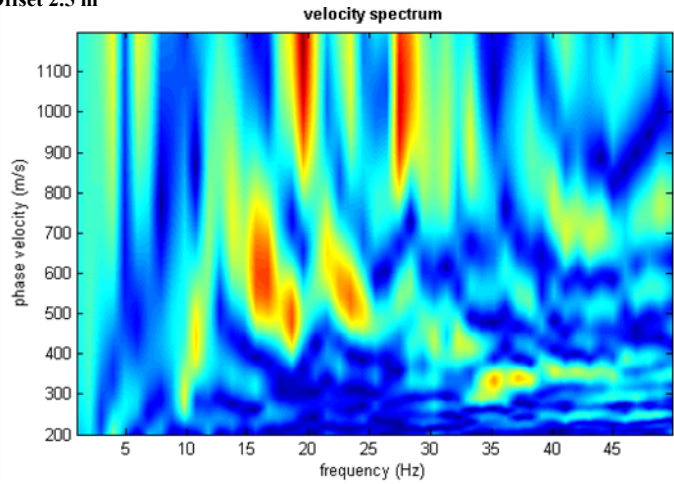
INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11, Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	26 di 41

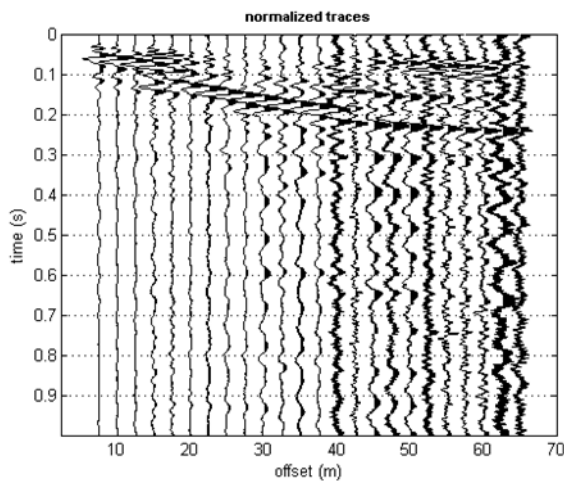
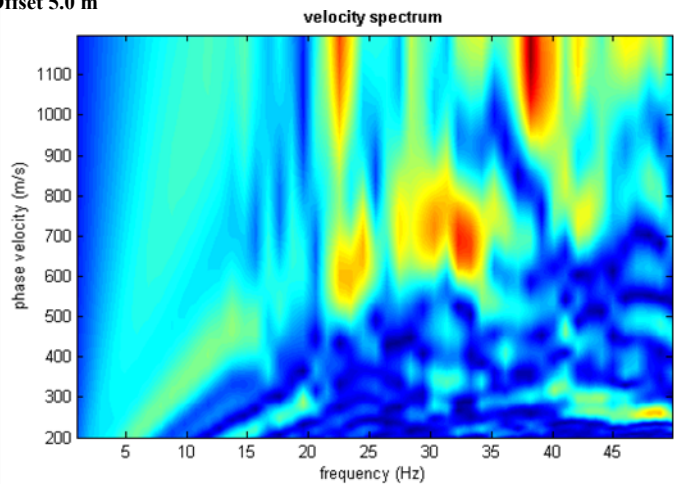
REGISTRAZIONI / SPETTRI PROVA MASW – **Res17**



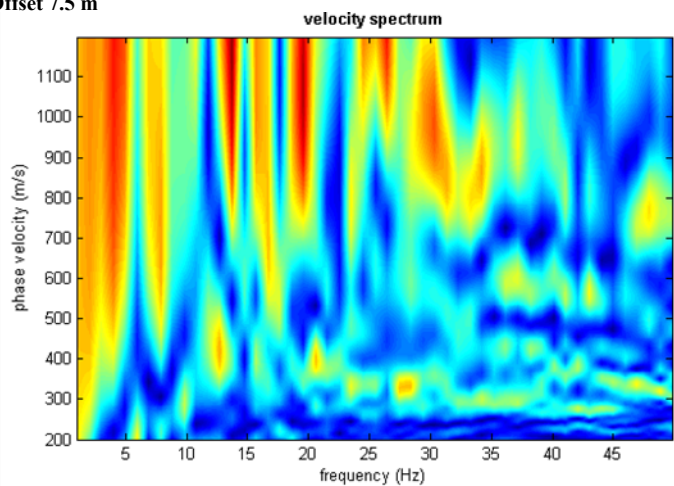
Offset 2.5 m



Offset 5.0 m



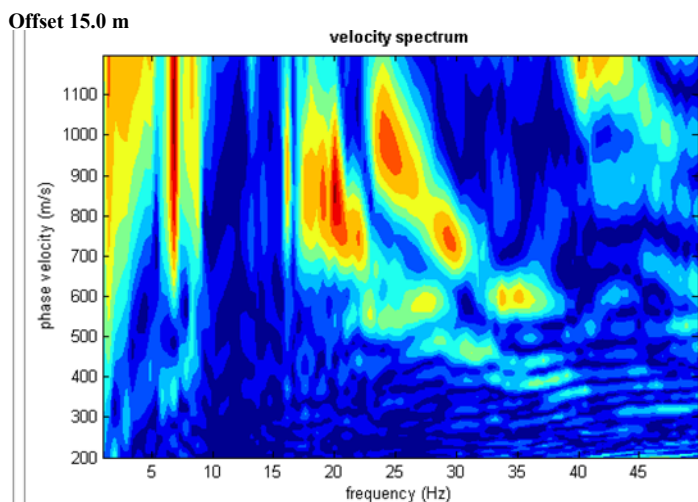
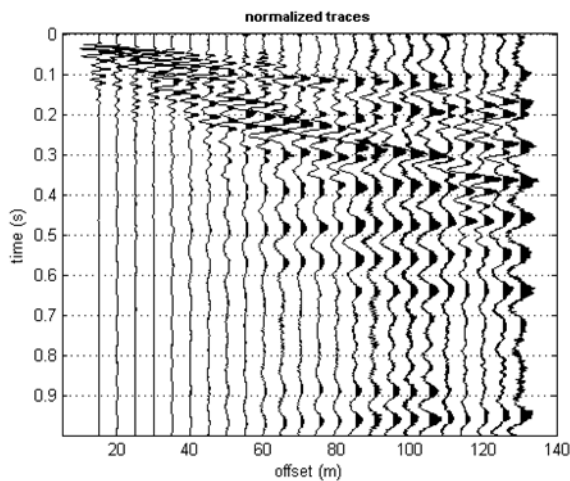
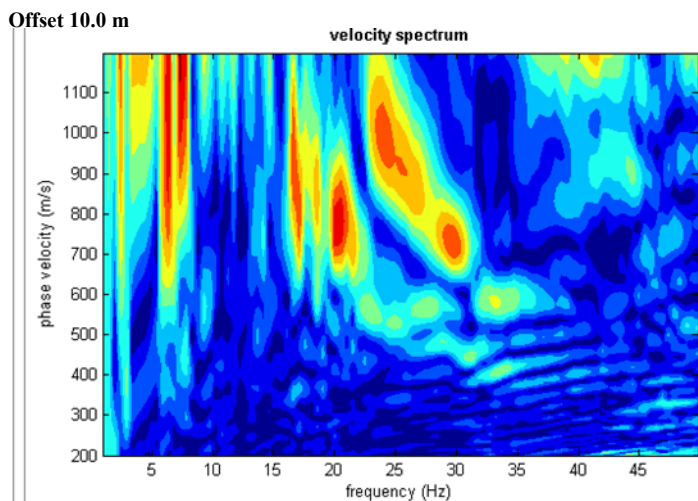
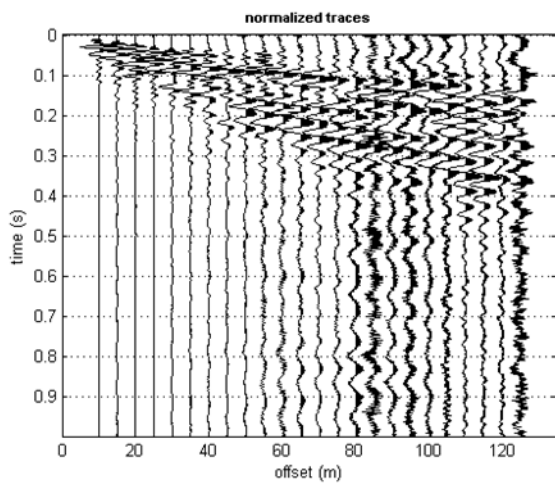
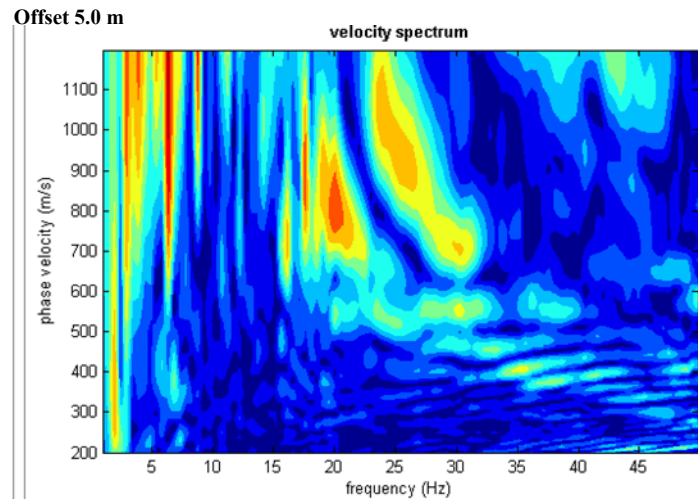
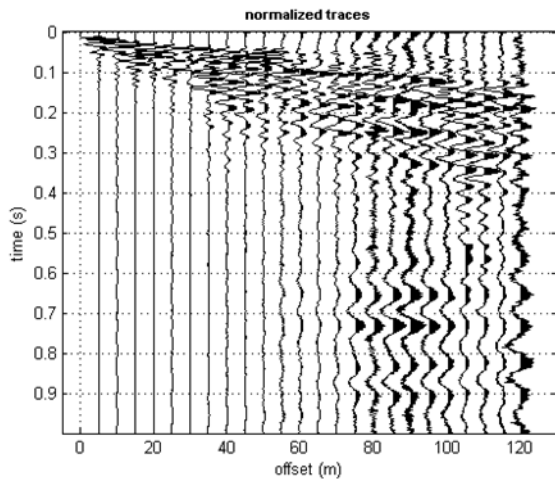
Offset 7.5 m



INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11, Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	27 di 41

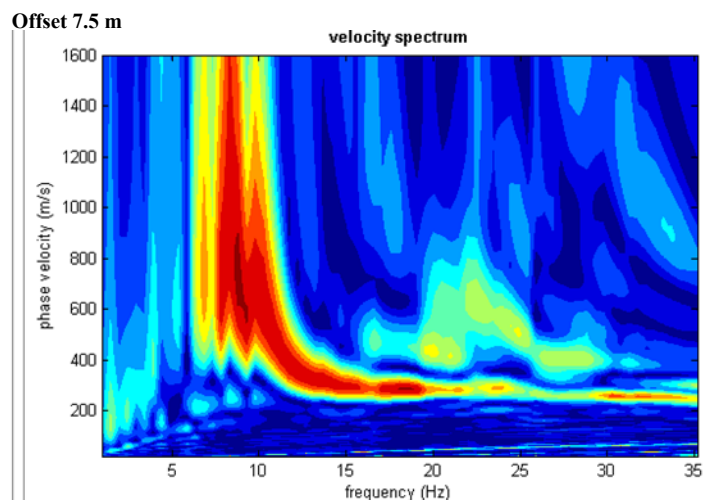
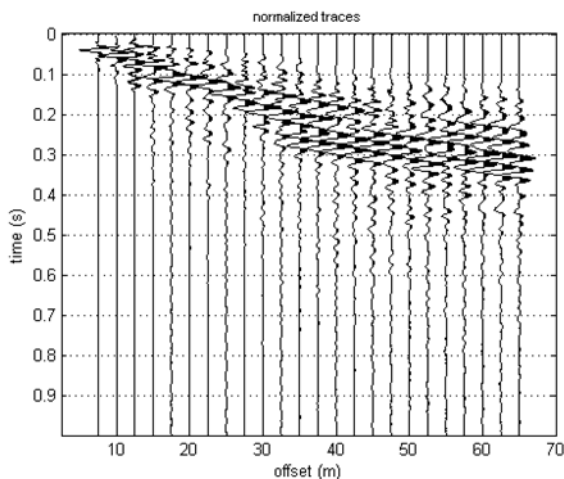
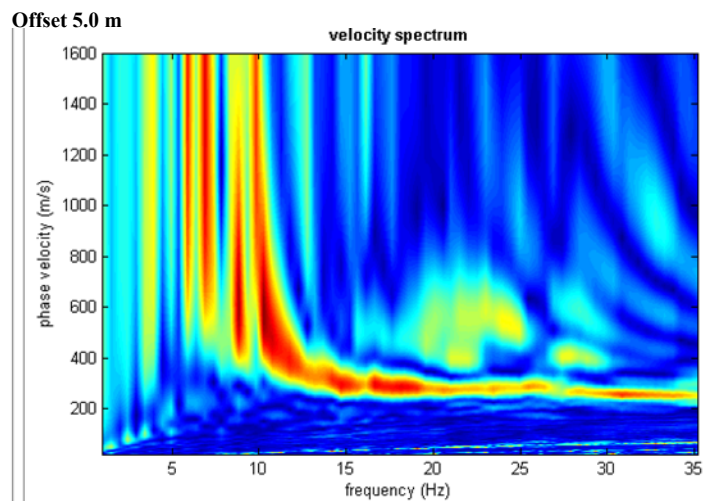
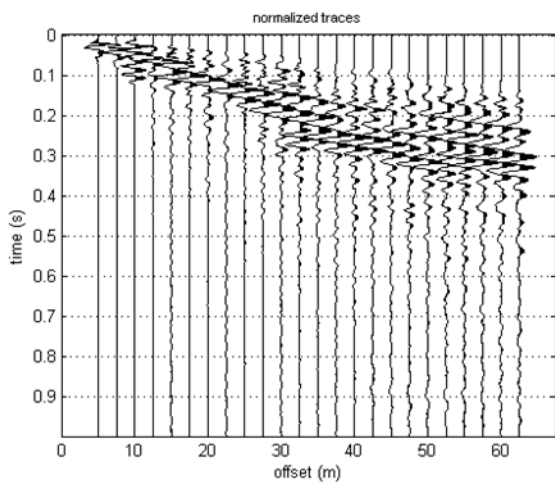
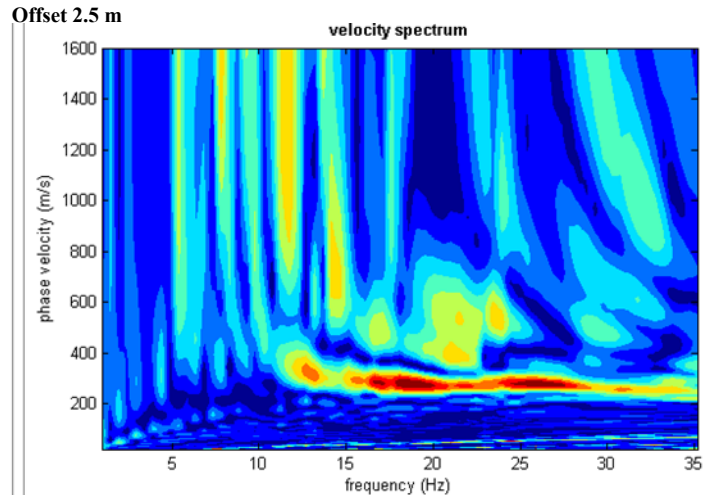
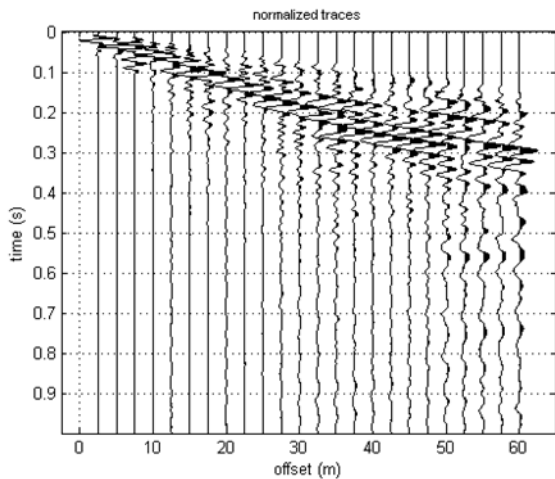
REGISTRAZIONI / SPETTRI PROVA MASW – **Res17b**



INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11 Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	28 di 41

REGISTRAZIONI / SPETTRI PROVA MASW – Res23





ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA

ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
 QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA

SUB-LOTTO FUNZIONALE: FLUIDIFICAZIONE DEL TRAFFICO
 ED INTERCONNESSIONE CON LA RETE ESISTENTE DEL LOTTO 1

INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
 Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11, Pes 12, Pes 13,
 Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
 Res17b, Res23

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	29 di 41

3 PROSPEZIONE SISMICA

La prospezione sismica a RIFRAZIONE è stata finalizzata alla ricostruzione sismostratigrafica con determinazione delle velocità delle onde sismiche **P** (onde di compressione) e **S** (onde di taglio) dei litotipi presenti nell'area d'indagine. Nella totalità sono stati realizzati n.5 profili sismici a rifrazione suddivisi in 2 aree (**1** e **2**) site in corrispondenza del binario pari e dispari (

Fig. 8), le stese sismiche sono costituite da allineamenti da n. 48 a n. 95 geofoni distribuiti a intervalli regolari di 2.50/5.00 m. L'ubicazione planimetria dei profili sismici è riportata nello specifico elaborato (**IBL1-0A-D-69-IG-GE0005- 001**) in scala 1:2000. L'indagine sismica a rifrazione si è sviluppata per un totale di 705.0 ml per i profili con distanza intergeofonica di 2.5m e di 235.0 ml con geofoni intervallati ogni 5.0m, la tabella seguente sintetizza per ogni singola acquisizione il numero di geofoni, la spaziatura intergeofonica, lunghezza del profilo, l'area di appartenenza / binario di progetto e numero progressivo dell'elaborato di sintesi dei risultati.

Profilo	N. Geofoni x spaziatura in m	Lunghezza (m)	Riferimenti planimetrici	Elaborato in scala 1:500
Pes10	60 x 2.5	147.5	Area 1 binario pari	002
Pes11	95 x 2.5	235.0		
Pes12	71 x 2.5	175.0	Area 2 binario dispari	003
Pes13	60 x 2.5	147.5		
Pes14	48 x 5.0	235.0		

INDA
Plan
Pes
Res

CO
OTTO 1

OGGIO
di 41

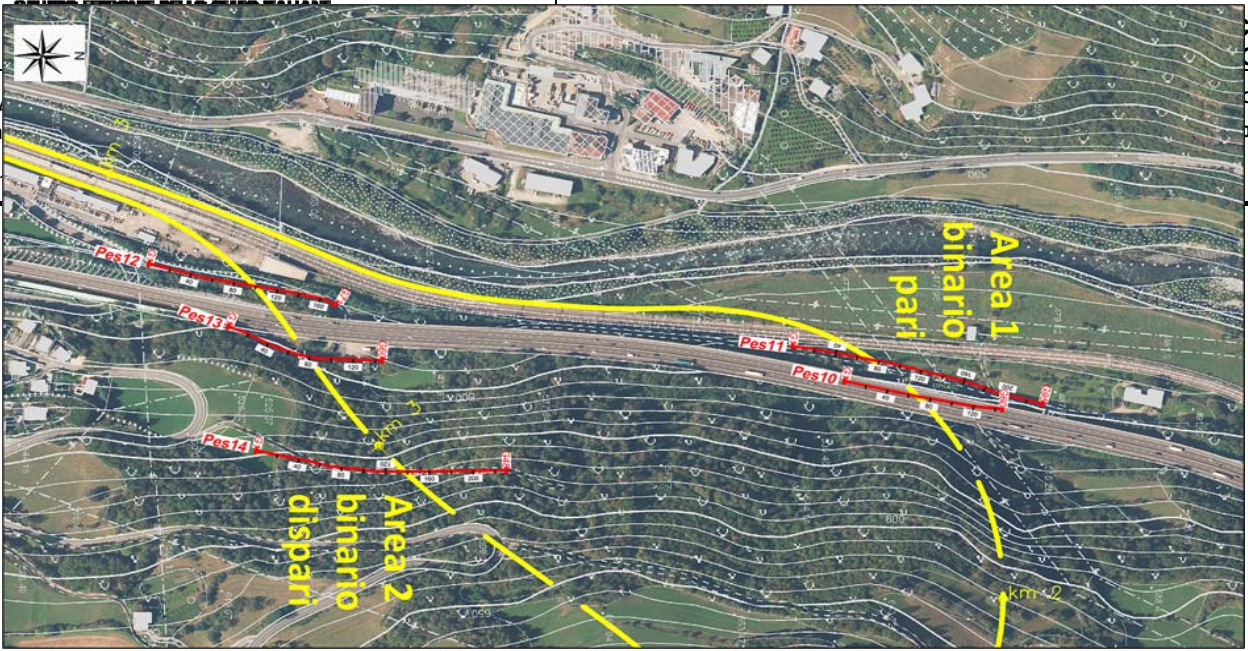


Fig. 8 – Inquadramento Indagini Sismiche a Rifrazione

INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11 Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

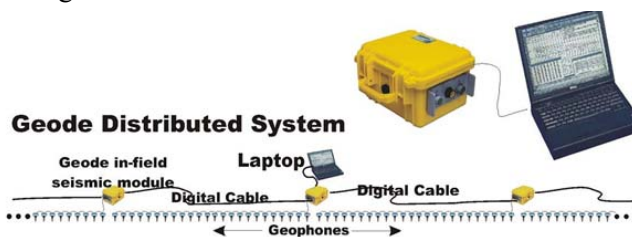
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	31 di 41

3.1 Cenni teorici

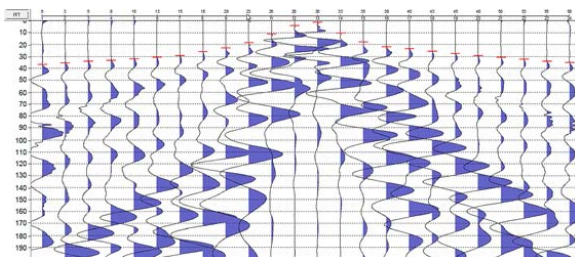
Il metodo sismico a rifrazione si basa sulla misura dei tempi di percorso delle onde sismiche di volume (**P** e **S**) dirette e rifratte che, partendo in un istante noto da una sorgente artificiale di posizione nota, arrivano ai diversi geofoni (sensori collocati a distanze note dalla sorgente). Le onde dirette sono quelle che si propagano direttamente dalla sorgente ai geofoni, senza scendere in profondità, invece, le onde rifratte sono quelle che, dopo essere penetrate in profondità nel sottosuolo, incontrano un rifratore (superficie di aumento brusco della velocità di propagazione) e vengono da esso trasmesse in superficie (a causa del fenomeno dell'incidenza critica dei raggi sismici). Pertanto, i dati ricavati da tale tipo di indagine consentono la definizione di un modello bidimensionale del sottosuolo. Utilizzando le distanze tra il punto di scoppio e i vari geofoni e i tempi di arrivo del segnale sismico, si ricavano delle curve tempo-distanza (dromocrone), dalle dromocrone dei primi arrivi (curve che rappresentano la variazione del tempo di percorso in funzione della distanza sorgente - geofono) si risale al modello di velocità sismica del sottosuolo, fino alla base del rifratore più profondo individuato (poiché i raggi sismici che scendono a profondità superiori non ritornano in superficie nei punti in cui sono collocati i geofoni).

3.2 Acquisizione dati

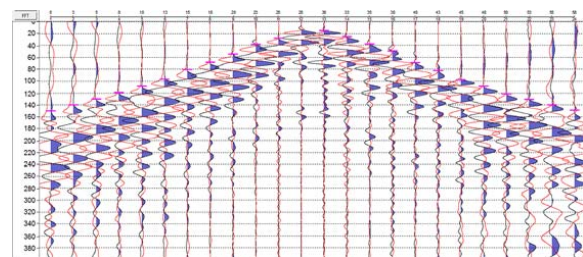
Negli stendimenti sono stati utilizzati geofoni “Geospace” con frequenza propria di 14 Hz per registrazioni **Vp** e di 10 Hz per registrazioni **Vs**, posizionati ad una distanza intergeofonica di 2.5/5.0m. In punti predefiniti del profilo, nello specifico ogni 3 geofoni, sono stati creati artificialmente degli impulsi elastici mediante l'utilizzo di una massa battente da 8.0 Kg; per ogni punto di energizzazione, per migliorare il rapporto segnale-rumore, sono state sommate diverse battute. Il “time-break”, tempo zero di inizio registrazione, è stato fissato attraverso l’apertura di un circuito elettrico posizionato sulla massa battente. La registrazione dei sismogrammi è stata effettuata mediante 2 sismografi digitali mod. “Geode” della Geometrics a 24 canali



Il tempo di acquisizione è stato di 1 secondo, con un passo di campionamento di 0.125 ms. Di seguito un esempio di sismogramma con il picking dei primi arrivi delle onde **P** e delle onde **S**.



Esempio registrazione onde P



*Esempio registrazione onde S
(sismogramma con sovrapposizione della battuta SIN e DES)*

INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11, Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	32 di 41

3.3 Elaborazione dati

Tramite software dedicato, sono stati letti i tempi di “primo arrivo” degli impulsi sismici ai vari geofoni (raggi diretti e rifratti) e ricostruiti i relativi diagrammi spazio-tempo (Fig. 9).

Le dromocrone sono state interpretate applicando algoritmi di calcolo basati sul metodo “time delay” di Hawkins e sul metodo “delle intercette”. I risultati di tale interpretazione hanno consentito la caratterizzazione in termini di velocità sismica dei materiali costituenti il sottosuolo dell’area indagata e la ricostruzione geometrica delle unità sismiche caratterizzanti il sottosuolo stesso.

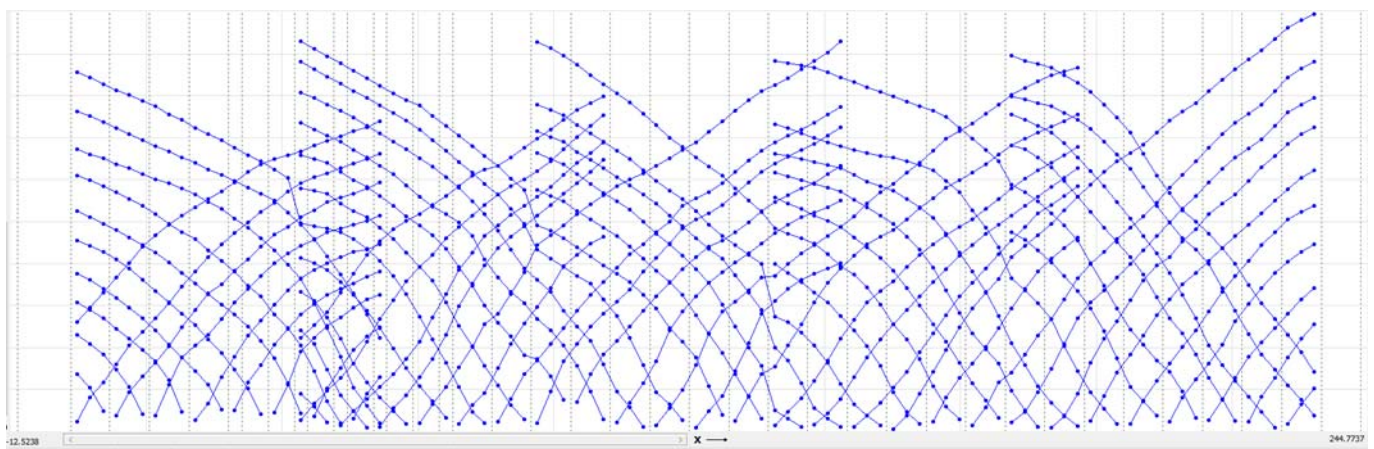
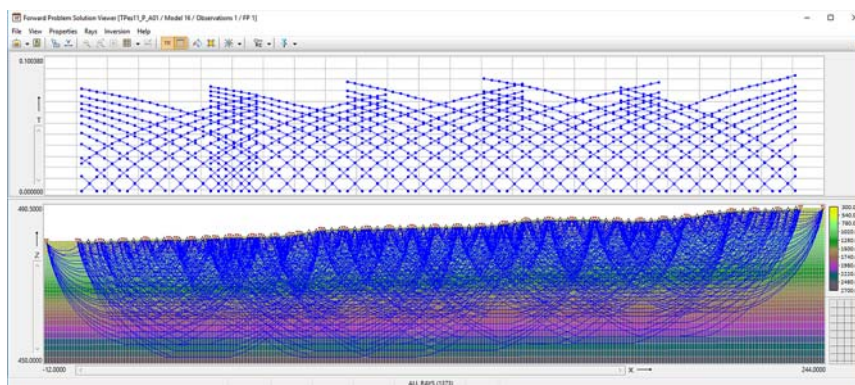


Fig. 9 - Esempio Dromocrone

Lo schema di velocità ottenuto è quindi stato utilizzato come modello iniziale per l’elaborazione tomografica. Il programma di inversione tomografica utilizzato è “XTomo-LM3” di Xgeo. La tecnica



tomografica analizza e ricostruisce, tramite i tempi di primo arrivo, i percorsi dei raggi sismici grazie ad un algoritmo di “ray-tracing”.



La sezione indagata viene suddivisa in celle di dimensioni regolari in modo che ogni elemento sia attraversato dai molteplici raggi sismici, compresi tra i punti di sparo e i punti di ricezione. La prima fase di

“processing” prevede il calcolo, a partire da un semplice modello iniziale, di un modello “diretto”, mentre la successiva inversione è basata su un algoritmo di ottimizzazione e regolarizzazione. La routine di “inversione” bidimensionale attraverso l’assegnazione di una velocità teorica ad ogni singola cella, per iterazioni successive, ne calcola la velocità “reale”. Le iterazioni vengono ripetute fino al raggiungimento del minor scarto possibile tra i valori di velocità teorica e calcolata. Il risultato finale dell’elaborazione consiste in una sezione di velocità sismica nella quale ad ogni cella è stato assegnato un valore di velocità. Tali valori vengono infine elaborati graficamente tramite apposite “routine” di “gridding” e “countouring”. A differenza delle sezioni elaborate con il metodo delle intercette, queste sezioni non presentano una distinzione in unità sismiche caratterizzate da

INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11 Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	33 di 41

precisi valori di velocità sismica, ma da una variazione continua della velocità stessa, risultando particolarmente efficace nella individuazione delle variazioni laterali e/o con maggior gradiente di velocità sismica presenti lungo le sezioni.

3.4 Analisi dei risultati

Le sezioni sismiche a rifrazione hanno permesso di ricostruire i rapporti stratigrafici fra le differenti unità sismiche elaborate sulla base delle differenti velocità sismiche, la scala colorimetrica utilizzata è mostrata in Fig. 10.



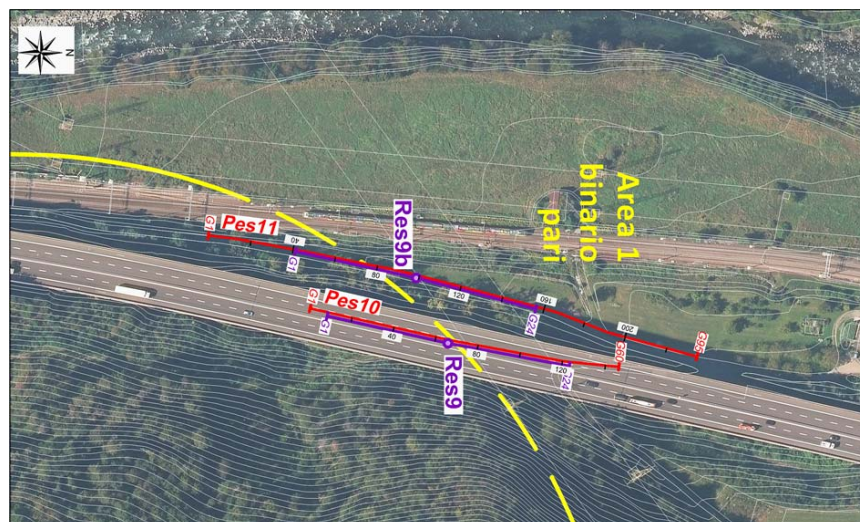
Fig. 10 – Scala colorimetrica Sezioni Tomografiche Sismiche

Vengono di seguito esaminati i singoli profili suddivisi per aree.

3.4.1 Area 1- Profili Pes10 e Pes11

Gli stendimenti geofisici si sviluppano trasversalmente al binario pari di progetto della nuova interconnessione. I profili sono stati acquisiti con una spaziatura intergeofonica di 2.50m. Il profilo Pes10 è stato registrato al di sotto del viadotto autostradale, il profilo Pes11 si sviluppa alla base della scarpata morfologica sottostante il viadotto stradale (

Fig. 11). Nell'area in corrispondenza dei profili sismici a rifrazione sono state acquisite due prove MASW / Re.Mi. Res9 e Res9b.





ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA

**ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA**

**SUB-LOTTO FUNZIONALE: FLUIDIFICAZIONE DEL TRAFFICO
ED INTERCONNESSIONE CON LA RETE ESISTENTE DEL LOTTO 1**

INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11 Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

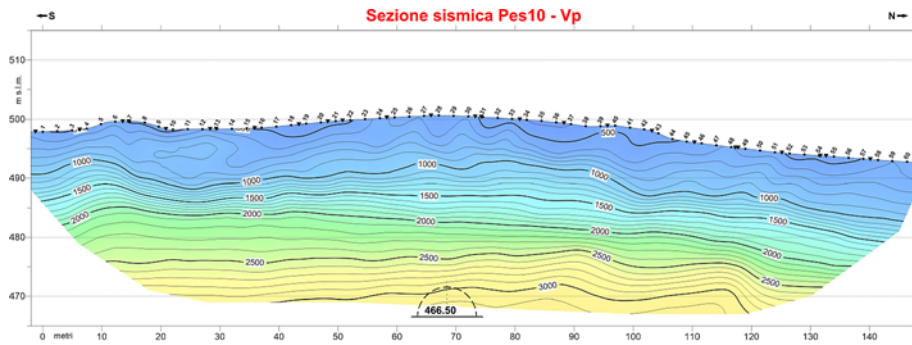
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	34 di 41

Fig. 11 – Area 1 - Planimetria Indagini Geofisiche

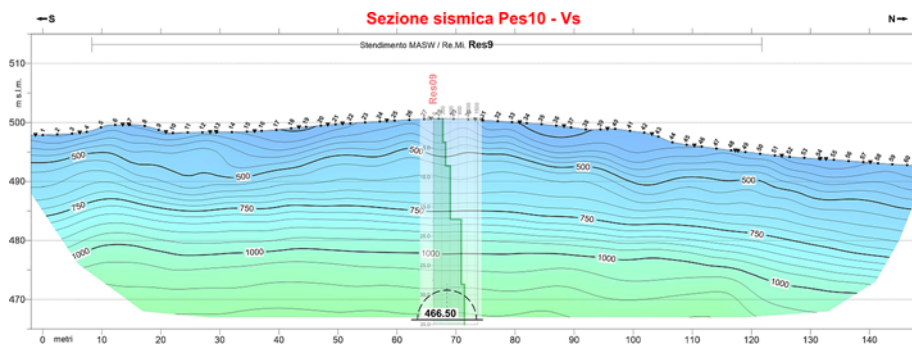
INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11 Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	35 di 41

➤ Profilo Pes10



Si descrive una copertura di materiali disomogenei di riporto riferibile a velocità inferiori a 1200/1500 m/s, quindi un'unità intermedia con velocità comprese fra 1500/2000 m/s riferibili a materiali intensamente fratturati, di seguito si addensa lo stato fisico dei materiali fino a definire velocità dell'ordine di 3000 m/s in corrispondenza dell'asse galleria.

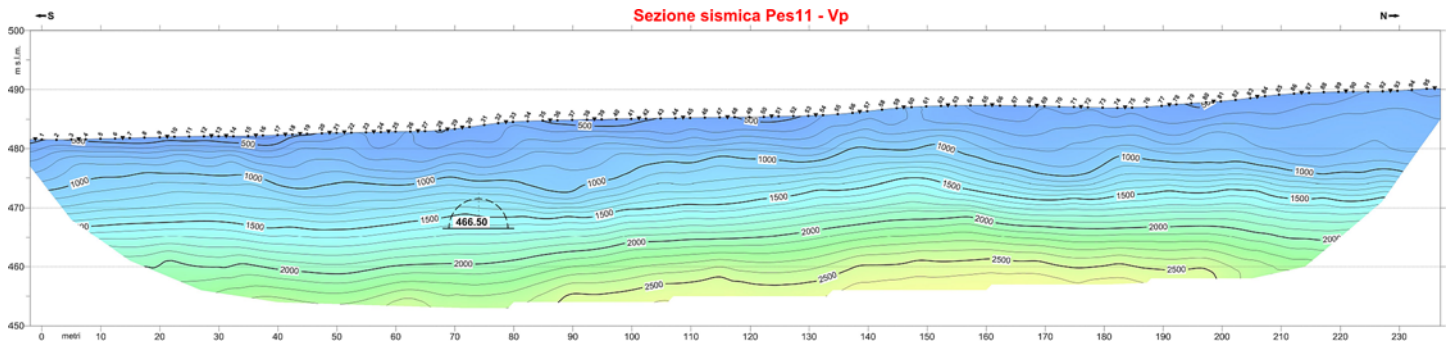


Relativamente alla velocità Vs si osserva un incremento regolare dei valori di velocità fino a -10.00 metri dal p.c. riferibile a 550/600 m/s, segue un'unità con valori inferiori a 1000 m/s fino a profondità di 22/25.00 metri dal p.c. con alla base un'unità caratterizzata da Vs di 1150/1200 interessante l'asse galleria.

INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11, Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	36 di 41

➤ Profilo Pes11

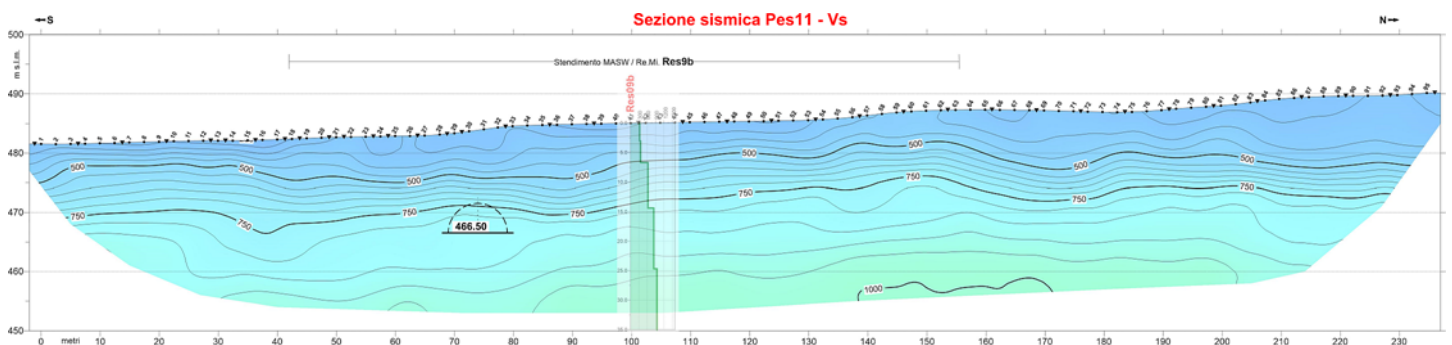


La sezione tomografica evidenzia tre specifiche unità litologiche definite sulla base delle velocità V_p .

Un'unità di copertura relativamente lenta con valori a 1000 m/s definita da litologie grossolane con spessori medi dell'ordine di 10/12.00 metri, di seguito un'alternanza di elementi mediamente fratturati e/o grossolani con spessori maggiori (25/30 metri) nella porzione meridionale del profilo definiti da velocità inferiori a 2000 m/s.

Nel settore settentrionale del profilo si osserva l'incremento relativo di velocità sismica attorno a 2500 m/s imputabile ad un potenziale addensamento dei materiali.

In corrispondenza dell'asse galleria si osservano velocità V_p media di 1600/1700 m/s.



Relativamente alle velocità V_s i valori registrati si incrementano regolarmente sino a -13/15.00 metri dal p.c. valori di 750 m/s, quindi si stabilizzano attorno a 800 m/s (valore di riferimento in corrispondenza all'asse galleria).



ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA

ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA

SUB-LOTTO FUNZIONALE: FLUIDIFICAZIONE DEL TRAFFICO
ED INTERCONNESSIONE CON LA RETE ESISTENTE DEL LOTTO 1

INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11 Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	37 di 41

3.4.2 Area 2 - Profili Pes12, Pes13 e Pes14

Lo stendimento dei profili si sviluppa trasversalmente al binario dispari nel tratto compreso tra le progressive 2+965 e 3+190 km del tracciato della interconnessione in progetto. I geofoni nel profilo Pes14 hanno una spaziatura di 5.00m, mentre negli altri due profili l'intervallo tra i geofoni è uguale a 2.50m (

Fig. 12).

Nell'area in corrispondenza dei profili sismici a rifrazione sono state acquisite quattro prove MASW / Re.Mi. **Res16, Res16b** lungo il profilo **Pes12** e **Res17, Res17b** in corrispondenza dei profili **Pes13, Pes14**.

INDAGINI
Planimetria
Pes 14;
Res17b,

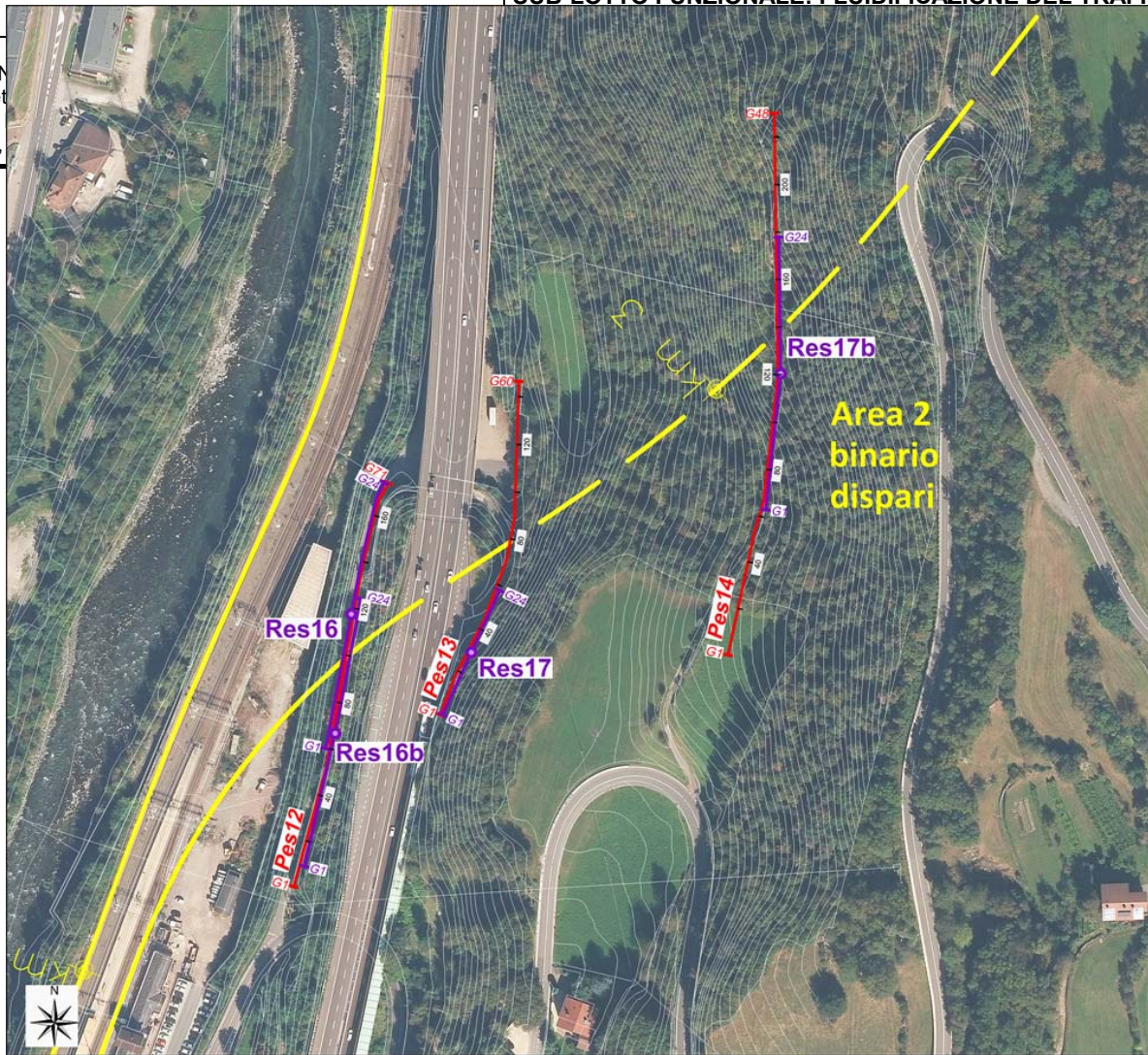
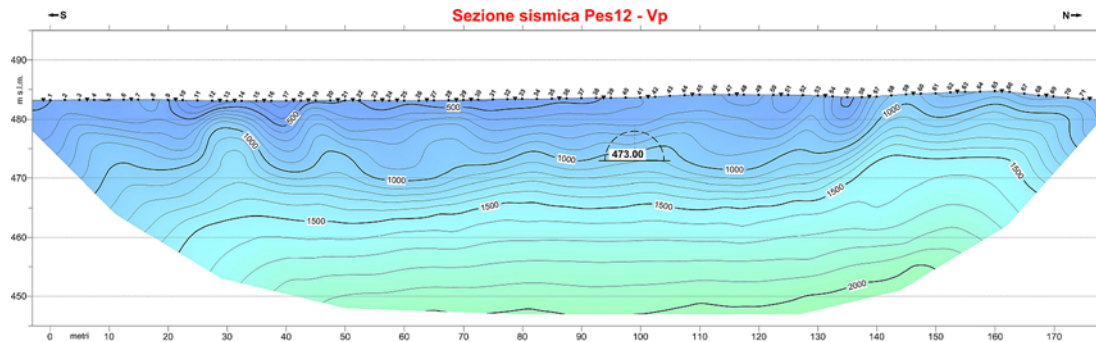


Fig. 12 –Area 2 – Planimetria Indagini Geofisiche

INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11 Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

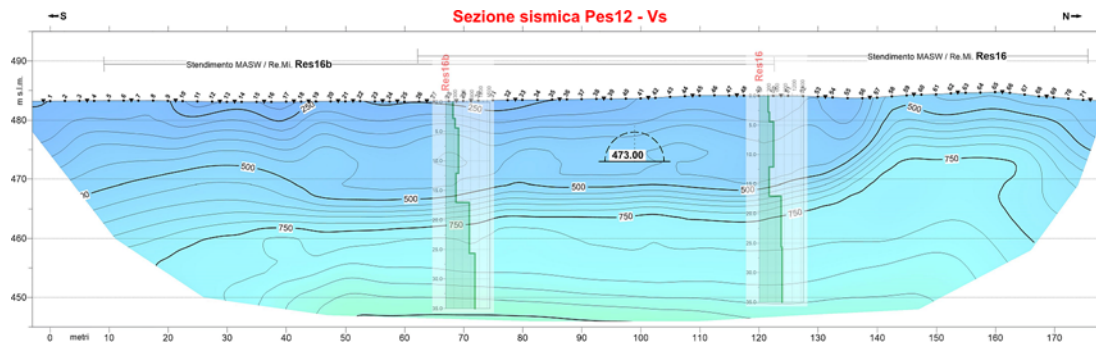
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	39 di 41

➤ Profilo Pes12



Il profilo registrato in onde Vp definisce un'unità superficiale particolare allentata ed eterogenea con velocità inferiori a 1200/1400 m/s che interessa i primi 10/15.00 metri della serie litologica, segue un'unità con velocità attorno a 1500/1800 m/s sino a profondità dell'ordine di 30/35.00 metri dal p.c.

In corrispondenza dell'asse galleria si osserva una velocità Vp dell'ordine di 1000/1100 m/s.



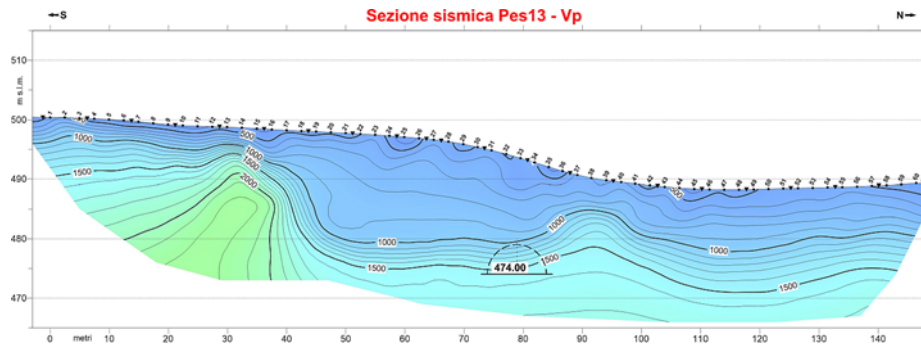
Le velocità Vs si definiscono con valori superficiali inferiori a 400/500 m/s, segue un incremento attorno 700/800 m/s fino a -30.00 metri dal p.c.

In corrispondenza dell'asse galleria la velocità Vs di riferimento è 450 m/s.

INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11, Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	40 di 41

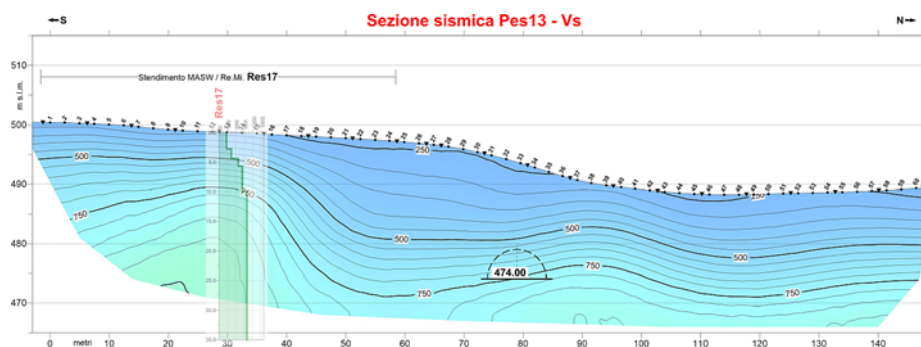
➤ Profilo Pes13



Il profilo registrato in onde Vp evidenzia nella parte meridionale (progressiva 0-40m) la presenza di un nucleo a velocità relativamente elevata (maggiore di 2000 m/s) prossima alla superficie.

Nello sviluppo del profilo si osserva un approfondimento dei materiali più allentati con velocità inferiori a 1000/1200 m/s che addensano attorno a 1500/1600 m/s dopo circa 20.00metri dal p.c.

In corrispondenza dell'asse si osservano valori di Vp dell'ordine di 1500/1600 m/s.



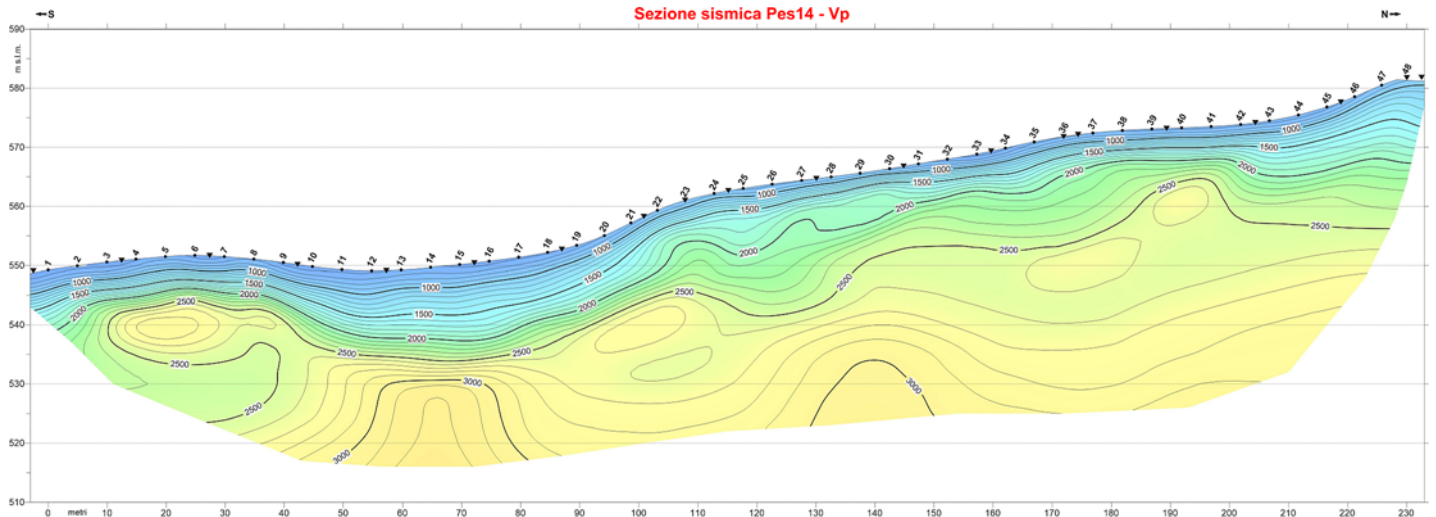
La sezione acquisita in onde Vs conferma morfologicamente il punto precedentemente descritto registrando valori Vs maggiori di 750/850 m/s in corrispondenza dell'asse galleria.

I terreni sovrastanti presentano valori di Vs mediamente inferiori a 500 m/s.

INDAGINI GEOFISICHE – ZONA PONTE GARDENA
Planimetria Profili sismici Pes 10, Pes 11, Pes 12, Pes 13,
Pes 14; MASW/Re.Mi: Res9, Res9b, Res16, Res16b, Res17,
Res17b, Res23

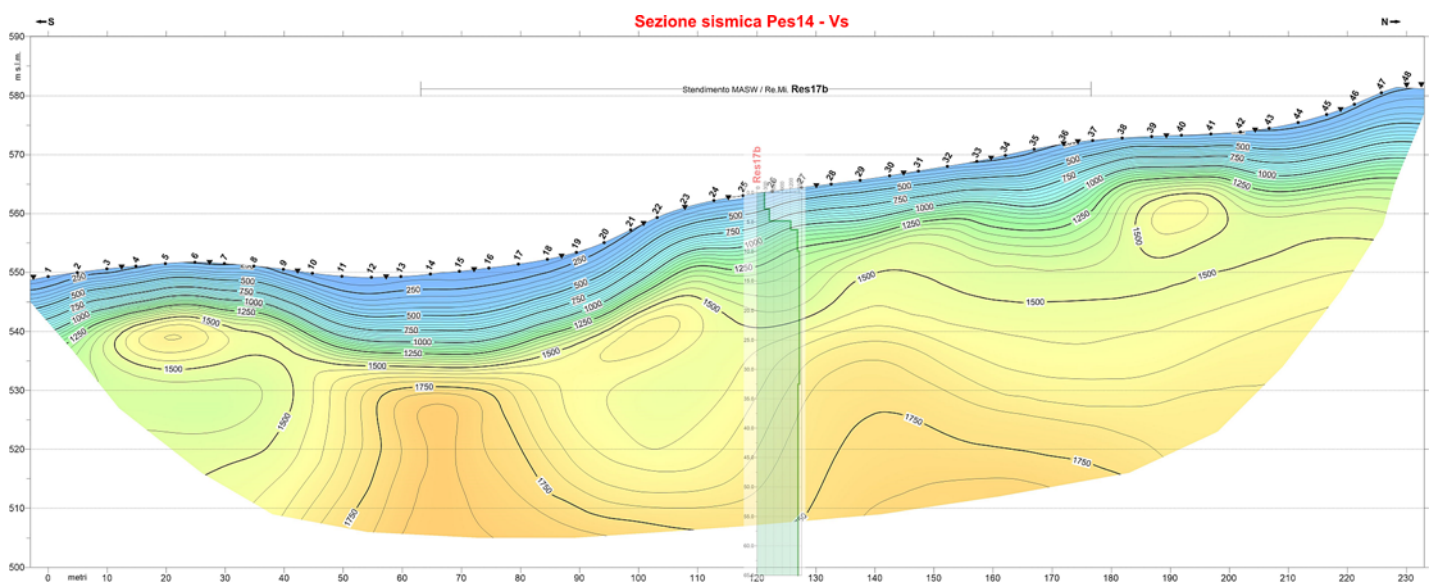
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	0A	D 69IG	GE 00 05 004	A	41 di 41

➤ Profilo Pes14



Dopo una debole copertura a velocità inferiore a 1000/1200 m/s si osserva un'unità con velocità dell'ordine di 2000/2200 m/s che progressivamente si addensa tendendo a valori superiori a 3000 m/s in profondità.

L'asse della galleria dell'interconnessione di P. Gardena (binario dispari) posizionato a profondità dell'ordine di 80/90 metri dal p.c. risulta interessato dall'unità addensata con valori di velocità tendenti e/o superiori a 3000/3200 m/s.



Relativamente al profilo in Vs, si può osservare come dopo la debole copertura detritica i valori di Vs passano da velocità di circa 1250 m/s a velocità dell'ordine di 1500 m/s con un incremento costante per poi stabilizzarsi attorno a 1600/1750 m/s, con leggeri incrementi in profondità interessando l'asse galleria.