

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

**U.O. GEOLOGIA, GESTIONE TERRE E BONIFICHE**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**LINEA PESCARA - BARI  
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA  
LOTTI 2 e 3 - RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**REPORT INDAGINI GEOFISICHE (pk 0+000 – pk 5+300)**

SCALA:

-

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

L I 0 2 0 2 D 6 9 I G G E 0 0 0 5 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione definitiva	P. Chiara	Sett. 2018	M. Sciarra R. Briganti	Sett. 2018	B.M. Bianchi	Sett. 2018	F. Marchese Sett. 2018

File: LI02 02 D 69 IG GE0005 001 A.docx

n. Elab

ITALFERR S.p.A.  
Dot. Geology Francesco Marchese  
Resp. UO GEOLOGIA  
C/line Geologia 178 ES

## INDICE

1.	INTRODUZIONE .....	4
1.1	PREMESSA E SCOPI DELL'INDAGINE GEOFISICA.....	4
2.	DATI GEOGNOSTICI DI RIFERIMENTO .....	6
3.	METODOLOGIE IMPIEGATE.....	6
3.1	INDAGINE ELETTROMAGNETICA IN DOMINIO DI FREQUENZA (FDEM) A BASSO NUMERO DI INDUZIONE .....	6
3.1.1	Principi di funzionamento e cenni sul metodo.....	6
3.1.2	Strumentazione utilizzata, rete di misura, acquisizione ed elaborazione dei dati.....	7
3.2	INDAGINE TOMOGRAFICA ELETTRICA .....	8
3.2.1	Strumentazione.....	8
3.2.2	Principi base della tecnica tomografica elettrica (ERT).....	8
3.2.3	Proprietà elettriche del suolo ed interpretazione dei valori di resistività.....	9
3.2.4	Configurazione delle misure ed elaborazione dati .....	10
3.3	INDAGINE SISMICA PER ONDE SUPERFICIALI MASW .....	11
3.3.1	Principi di funzionamento e cenni sul metodo.....	11
3.3.2	Strumentazione utilizzata, configurazione di indagine, codice di configurazione ed inversione dati .....	12
3.4	DOWN HOLE TEST (DHT).....	13
3.4.1	Principi di funzionamento e cenni sul metodo.....	13
3.4.2	Metodologia di misura e strumentazione utilizzata .....	14
3.4.3	Principi teorici .....	15
4.	RISULTATI .....	17
4.1	RISULTATI INDAGINE FDEM.....	17
4.1.1	Area S09.....	17
4.1.2	Area S10.....	17

**REPORT INDAGINI GEOFISICHE**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI03	02 D 69	IG	GE0005 001	A	3 di 37

4.1.3	Area S11.....	17
4.1.4	Area S12.....	17
4.1.5	Area S13.....	18
4.1.6	Area S14.....	18
4.1.7	Area S15.....	18
4.2	RISULTATI LINEE TOMOGRAFICHE ELETTRICHE – ALLEGATO 2.....	19
4.2.1	Linee ERT 1.....	19
4.2.2	Linea ERT 2.....	20
4.2.3	Linee ERT 3 e ERT 4.....	20
4.3	RISULTATI MASW – ALLEGATO 3, TAVOLE 1-14.....	21
4.3.1	MASW 1.....	21
4.3.2	MASW 2.....	23
4.3.3	MASW 3.....	24
4.3.4	MASW 4.....	25
4.3.5	MASW 5.....	26
4.3.6	MASW su S14v.....	27
4.3.7	MASW su S18v.....	29
4.4	ANALISI DEI RISULTATI DELLE PROVE DOWN HOLE – ALLEGATO 4, TAVOLE 1-12.....	30
4.4.1	Down Hole S1v.....	30
4.4.2	Down Hole S3v.....	31
4.4.3	Down Hole S1vp.....	32
4.4.4	Down Hole S11v.....	34
5.	BIBLIOGRAFIA.....	36

**ALLEGATI**

ALLEGATO GRAFICO N.1 – INDAGINI FDEM TAVOLE 1-7

ALLEGATO GRAFICO N.2 – INDAGINI ERT TAVOLE 1-3

ALLEGATO GRAFICO N.3 – INDAGINI MASW TAVOLE 1-14

ALLEGATO GRAFICO N.4 – INDAGINI DOWN HOLE TAVOLE 1-12

## 1. INTRODUZIONE

### 1.1 Premessa e scopi dell'indagine geofisica

La presente relazione illustra i risultati della campagna di prospezioni geofisiche non invasive, condotte secondo le modalità previste nelle specifiche tecniche Italferr, eseguite sulla Linea Pescara-Bari, in relazione al Raddoppio Termoli (e) - Lesina (e) Raddoppio Termoli (e) - Ripalta (Lotti 2 e 3).

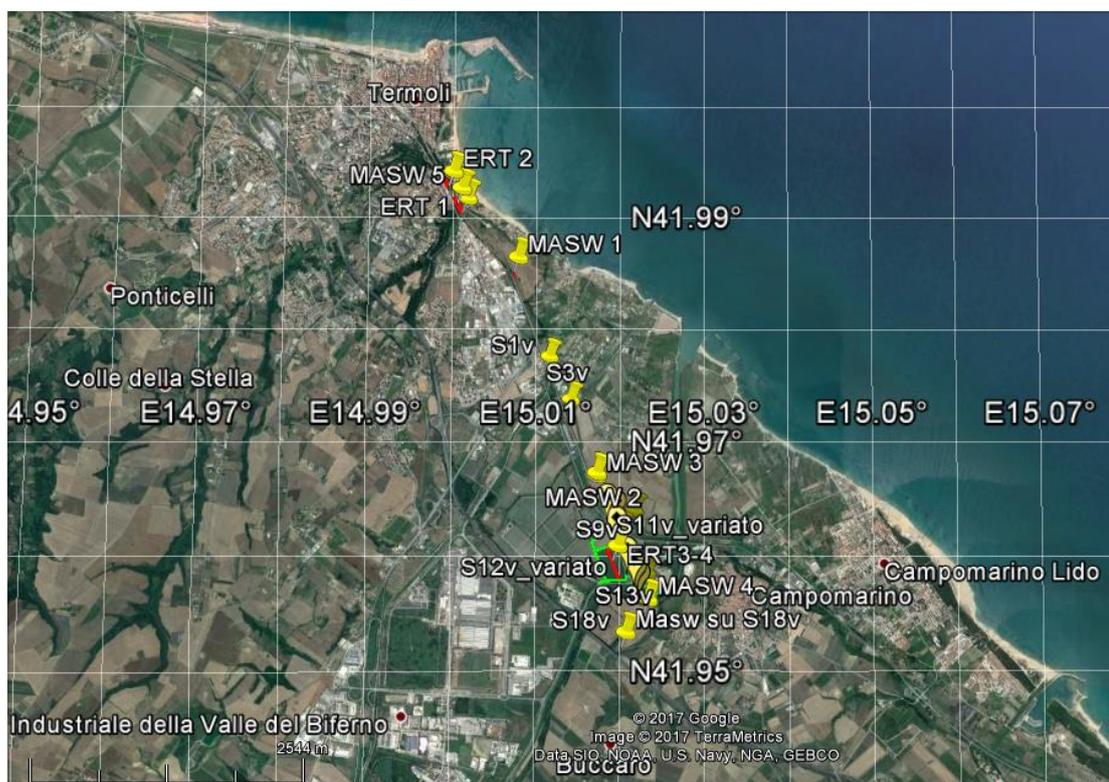


Figura 1: Posizioni delle indagini ERT, M.A.S.W. e DOWN HOLE

Le prospezioni geofisiche sono state condotte utilizzando le seguenti metodologie:

- Indagini elettromagnetiche FDEM;
- tomografie elettriche 2D (ERT, Electrical Resistivity Tomography);
- M.A.S.W;
- Down Hole.

Le indagini elettromagnetiche sono state eseguite nel dominio della frequenza, con lo scopo di accertare, sulle verticali di perforazione dei sondaggi S09, S10, S11, S12, S13, S14, S15, la possibile presenza di disturbi nel sottosuolo associabili alla presenza di masse metalliche interrato e individuarne i punti privi di tali interferenze sui quali posizionare in modo ottimale le suddette verticali; i risultati di tali prospezioni sono presentati nell'Allegato 1.

Le tomografie elettriche (ERT, Electrical Resistivity Tomography) bidimensionali,

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA-BARI</b> Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli - Lesina 2 e 3 RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</p> <p><b>INDAGINE GEOFISICA</b></p>					
	<p><b>REPORT INDAGINI GEOFISICHE</b></p>	<p>COMMESSA LI03</p>	<p>LOTTO 02 D 69</p>	<p>CODIFICA IG</p>	<p>DOCUMENTO GE0005 001</p>	<p>REV. A</p>

attraverso la misura della distribuzione del parametro di resistività estesa al volume di terreno soggetto ad indagine, sono perlopiù condotte laddove sia necessario aumentare l'efficacia diagnostica ed il dettaglio nelle porzioni di copertura ed in zone di frana o con presenze di formazioni con frazioni coesive, argillose o fini, di tipo limo-argilloso o sabbioso limose o, ancora in presenza di massi erratici superficiali e di substrato argillitico.

I risultati delle tomografie elettriche sono raccolti nell'Allegato 2; le singole linee geoelettriche sono indicate rispettivamente con le sigle:

- L1;
- L2;
- L3;
- L4.

Sono state inoltre realizzate indagini sismiche per onde superficiali con metodologie M.A.S.W. e sismiche in foro di tipo Down Hole per onde di compressione P e di taglio SH.

Le indagini MASW consentono di ottenere la distribuzione monodimensionale della velocità di propagazione delle Onde di Taglio Vs, lungo un profilo verticale, utile alla attribuzione della categoria del suolo pertinente a ciascuna area di indagine.

Nell'Allegato 3 sono presentati i risultati delle stese MASW realizzate:

- MASW 1
- MASW 2
- MASW 3
- MASW 4
- MASW 5
- MASW 6
- MASW S14v
- MASW S18v

L'indagine sismica Down Hole è stata condotta sulle verticali di sondaggio S1v, S3v, S1vp e S11v, opportunamente attrezzate; tale metodologia d'indagine consente la caratterizzazione sismica di dettaglio dei terreni attraversati e l'approfondimento ai fini geotecnici, laddove sia necessario valutare il comportamento dei terreni di fondazione, caratterizzandone i parametri dinamici relativi. La ricostruzione sismostratigrafica per onde di taglio inoltre consente il calcolo del parametro Vs<sub>30</sub> per mezzo del quale è possibile l'attribuzione ai terreni della categoria di sottosuolo ai fini della valutazione della risposta sismica locale. I risultati di tali indagini sono riportati nell'Allegato 4.

Le informazioni inerenti la stratigrafia e le litologie locali mediamente presenti nel sottosuolo, necessarie per i confronti di "taratura" delle indagini geofisiche, derivano

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA-BARI</b> Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli - Lesina 2 e 3 RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</p>					
	<p><b>INDAGINE GEOFISICA</b></p>					
<p><b>REPORT INDAGINI GEOFISICHE</b></p>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI03	02 D 69	IG	GE0005 001	A	6 di 37

dalle stratigrafie ricostruite dai sondaggi a carotaggio continuo realizzate nelle vicinanze delle varie aree di indagine relative alla presente tratta.

Il presente documento, oltre a riportare le evidenze dei risultati emersi dalle campagne di acquisizione dati condotte in sito, contiene una breve descrizione della metodologie geofisiche utilizzate.

## 2. DATI GEOGNOSTICI DI RIFERIMENTO

L'assetto geologico locale nella tratta indagata, come anticipato in precedenza, è noto principalmente sulla base delle stratigrafie derivate dai sondaggi a carotaggio continuo realizzati in prossimità dell'area di prospezione geofisica.

In particolare, nel prosieguo, per l'interpretazione delle linee elettriche, dei profili MASW e del Down Hole, si farà riferimento alle stratigrafie dei sondaggi sia superficiali (C1, C2, C3, C4) che profondi (S1v, S3v, S1vp, S11v.....etc) e alle carte geologiche variante N.5 Ge0001 001 e 002.

Per la corretta interpretazione dei risultati sono state utilizzate inoltre le informazioni derivate dall'osservazione diretta dei materiali affioranti nei vari siti indagati.

## 3. METODOLOGIE IMPIEGATE

### 3.1 INDAGINE ELETTROMAGNETICA IN DOMINIO DI FREQUENZA (FDEM) A BASSO NUMERO DI INDUZIONE

#### 3.1.1 Principi di funzionamento e cenni sul metodo

La metodologia elettromagnetica per induzione in dominio di frequenza consente di eseguire indagini non invasive di estremo dettaglio del sottosuolo. Tale tecnica permette di ottenere ottimi risultati in termini di potere risolvante spaziale e di velocità di esecuzione delle misure.

La tecnica geofisica utilizzata consiste nel generare, in ogni stazione di misura, un campo elettromagnetico (campo primario), per mezzo di una delle due bobine componenti la strumentazione, e nel registrare (con la seconda bobina posta in ricezione) la risposta del campo magnetico secondario indotto nel terreno nelle due sue componenti in fase e in quadratura:

- la componente in quadratura, presa in esame nella suddetta indagine, è proporzionale allo sfasamento tra il campo primario e quello secondario indotto. Trattandosi di strumentazione che opera in regime di "basso numero d'induzione", la medesima componente in quadratura è proporzionale alla conducibilità/resistività elettrica del volume di suolo sottostante le due bobine per la parte soggetta ad induzione;
- la componente orizzontale in fase (rispetto all'onda EM trasmessa) è maggiormente legata alla suscettività magnetica nel sottosuolo, quindi sensibile alle presenze metalliche (materiali metallici, tubazioni, fusti, serbatoi, ecc.) e ad

	<b>LINEA PESCARA-BARI</b> Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli - Lesina 2 e 3 <b>RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>					
	<b>INDAGINE GEOFISICA</b>					
<b>REPORT INDAGINI GEOFISICHE</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI03	02 D 69	IG	GE0005 001	A	7 di 37

anomalie che amplificano notevolmente la risposta del sottosuolo anche i termini dielettrici, ovvero indice di materiali quasi-isolanti (che attenuano in modo anomalo il campo elettromagnetico).

Le misure sono state rappresentate, per la componente in quadratura proporzionale alla conducibilità elettrica del terreno, in mS/m e, per la componente in fase, in ppm (parti per migliaia) dell'intensità del campo secondario indotto rispetto al campo primario.

### 3.1.2 Strumentazione utilizzata, rete di misura, acquisizione ed elaborazione dei dati

La strumentazione FDEM impiegata è costituita da un elettromagnetometro a basso numero d'induzione CMD-4 prodotto da GF Instruments (Repubblica Ceca, UE).

Le aree di indagini sono costituite mediamente da quadrati/rettangoli di dimensioni comprese tra circa 50 e 100 mq.

Nei casi in cui lo spazio a disposizione non consentisse di acquisire un'area di dimensioni regolari, si procede in campo ad adattarla in ogni caso per coprire in modo adeguato la superficie necessaria.



*Figura 2: Elettromagnetometro CMD.*

In questo lavoro le linee sono state acquisite con un passo di 50cm nelle due direzioni tra loro ortogonali; per ciascuna area indagata è stato predisposto un sistema di riferimento relativo del tipo indicato nella figura seguente.

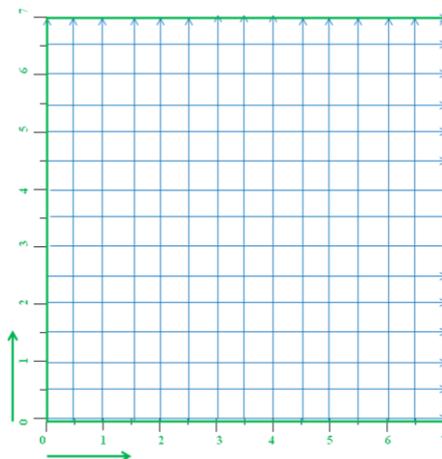


Figura 3: maglia di acquisizione tipo

In campo, i vertici della maglia sono stati materializzati da picchetti di legno lasciati in sito. Per ciascuna area di indagine, negli allegati grafici, è presente anche una documentazione fotografica, con indicazioni utili per collocare in modo univo con le eventuali zone di anomalia individuate. Tali zone di anomalia sono state segnalate con rettangoli/quadrati di colore rosso, sia sulle mappe di conducibilità che di componente in fase.

## 3.2 INDAGINE TOMOGRAFICA ELETTRICA

### 3.2.1 Strumentazione

La strumentazione adottata (Syscal Pro fino a 96 canali a commutazione concentrata, prodotto da IRIS Instruments, Francia), ha permesso di eseguire misure di alta precisione, con correnti indotte fino ad oltre 2 Ampere. Fondamentale in fase di acquisizione dati è stata la continua ed automatica compensazione del potenziale spontaneo, specie nei casi in cui tale valore è risultato essere dell'ordine di qualche decina di millivolts.

Il Syscal-Pro utilizzato, rispetto ai resistivimetri di più classica concezione, ha la possibilità di ricevere su 10 coppie di elettrodi contemporaneamente, abbattendo di un ordine di grandezza il tempo necessario per l'acquisizione.

### 3.2.2 Principi base della tecnica tomografica elettrica (ERT)

Il metodo della tomografia elettrica (ERT, Electrical Resistivity Tomography), si basa sulla misura eseguita sulla sequenza di migliaia di quadripoli, ciascuno di essi caratterizzato da due elettrodi di potenziale (detti convenzionalmente MN) che misurano la caduta di potenziale " $\Delta V$ " a seguito di una corrente elettrica " $I$ " immessa nel sottosuolo da una diversa coppia di elettrodi, detti AB. I diversi valori di resistività elettrica misurati (resistività apparenti  $\rho_a$ ), ciascuno aggregato ad un punto diverso nel volume del terreno, in profondità, dipendono pertanto da " $\Delta V$ " e " $I$ " secondo la seguente relazione generale:

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LINEA PESCARA-BARI Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli - Lesina 2 e 3 RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</p> <p><b>INDAGINE GEOFISICA</b></p>					
	<p><b>REPORT INDAGINI GEOFISICHE</b></p>	<p>COMMESSA LI03</p>	<p>LOTTO 02 D 69</p>	<p>CODIFICA IG</p>	<p>DOCUMENTO GE0005 001</p>	<p>REV. A</p>

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

che è funzione, oltre che della posizione reciproca dei quattro elettrodi anzidetti (dipendenza contenuta nella costante K, che ne definisce il fattore geometrico), della distribuzione del valore del parametro di resistività elettrica nel sottosuolo interessato dalla propagazione della corrente "I"; il parametro citato della resistività elettrica è quello che permette di caratterizzare il diverso comportamento elettrico dei materiali indagati. Esso fornisce un supporto in termini di caratterizzazione del sottosuolo, nonché informazioni estensive per integrare le conoscenze derivanti dalle informazioni stratigrafiche provenienti dalle indagini dirette puntuali, quali sondaggi geognostici, allo scopo di estendere sensibilmente la conoscenza della stratigrafia e di altri attributi geologici, geomorfologici e idrogeologica dei terreni all'intera area oggetto di indagine geofisica.

### 3.2.3 Proprietà elettriche del suolo ed interpretazione dei valori di resistività

La resistività dei sedimenti è controllata principalmente dai seguenti fattori:

- grado di saturazione dei pori,
- porosità,
- fluidi,
- salinità del fluido, se presente nei pori,
- temperatura,
- eventuale presenza di sostanze organiche (idrocarburi, solventi, ecc.),
- presenza di argilla,
- presenza di minerali particolari (ad esempio le miche, minerali metalli),
- grado di compattazione.

La relazione empirica proposta da Archie è valida per suoli avente scarsa componente argillosa (sabbie, ghiaie) :

$$\rho_s = \rho_f a \phi^{-n} S^{-m}$$

dove:

- $\rho_s$  : resistività ( $\Omega \cdot m$ ) del suolo parzialmente saturo di fluido,
- $\rho_f$  : resistività ( $\Omega \cdot m$ ) del fluido presente nei pori,
- $S$  : frazione del volume di pori occupata dal fluido,
- $m$  : coefficiente di saturazione ( solitamente assunto essere pari a 2 ),
- $a$  : costante empirica, detta di Winsaur (tipico per sabbia : 0.62)
- $n$  : coefficiente empirico, detto di "tortuosità" (tipico per sabbia: 2.15),

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA-BARI</b> Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli - Lesina 2 e 3 RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA  <b>INDAGINE GEOFISICA</b>				
	<b>REPORT INDAGINI GEOFISICHE</b>	COMMESSA LI03	LOTTO 02 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 001

-  $\phi$  : porosità del suolo .

La resistività del fluido  $\rho_f$  è calcolabile qualora si conoscano le concentrazioni di ioni in soluzione (ad es.  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ , ecc.) utilizzando la formula

$$\rho_f = 0.0123 + 10^{(3.562 - 0.955 \log_{10} C)}$$

dove **C** è la somma delle concentrazioni (pesate da opportuni coefficienti ricavati sperimentalmente per ciascun ione) di tutti gli ioni presenti.

In linea generale, la distribuzione della resistività elettrica consente di discriminare eventuali variazioni dei/nei geomateriali dovute alla presenza di litologie differenti o con caratteristiche di maggior o minor cementazione, fratture o discontinuità tettoniche, presenza di sostanze fluidi a comportamento elettrico resistivo o conduttivo all'interno dei pori o fratture dell'ammasso oggetto d'indagine.

Rispetto al modello elettrostratigrafico medio rappresentativo di un sito d'indagine, le variazioni di resistività verso valori più alti sono rappresentate da viraggi verso il colore rosso (così come sono rappresentate le scale di rappresentazione della resistività nelle tavole degli allegati grafici); oppure nel caso di variazioni di umidità, circolazione d'acqua, maggior contenuto in componenti limo-argillose o fini, le resistività si evidenziano graficamente con viraggi verso valori relativamente più bassi (rappresentati dal colore viola-blu-azzurro nelle medesime tavole degli allegati grafici succitati).

Nel caso di presenza di argilla, i cationi adsorbiti sulla superficie delle particelle di tale sostanza offrono cammini addizionali per la corrente elettrica e quindi aumentano la conducibilità dei sedimenti. Esistono relazioni semi-empiriche valide per il calcolo della resistività di sedimenti con componente argillosa non trascurabile, che non porteremo in questo contesto.

Terreni sabbio-limosi o ghiaioso-sabbiosi, se saturi, risultano sempre più conduttivi rispetto ai medesimi asciutti.

Nell'ambito del presente lavoro, i depositi argillosi, limo-argillosi e limo sabbiosi, specie se umidi, manifestano valori di resistività elettrica estremamente bassi, in certe circostanze inferiori alla decina di Ohm·m e fino a pochi Ohm·m.

La presenza di materiali consistenti litoidi superficiali ("trovanti") con litotipi riconducibili ad arenarie presentano comportamento maggiormente resistivo rispetto alle marne argillose od argilliti; ghiaie poligeniche asciutte con scarsa o nulla matrice limosa o limo-argillosa rispondono in modo maggiormente resistivo; qualora sia presente abbondante matrice limo-argillosa e naturalmente in presenza di acque di circolazione, anche tali formazioni possono manifestare comportamenti maggiormente e talvolta marcatamente conduttivi.

#### 3.2.4 Configurazione delle misure ed elaborazione dati

Per l'esecuzione della linea sono state utilizzate basi con cavi multiconduttori fino a 96 elettrodi.

	<b>LINEA PESCARA-BARI</b> Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli - Lesina 2 e 3 <b>RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>					
	<b>INDAGINE GEOFISICA</b>					
<b>REPORT INDAGINI GEOFISICHE</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI03	02 D 69	IG	GE0005 001	A	11 di 37

La spaziatura elettrodica (pari a 2 m) ha fornito una risoluzione ed un dettaglio ottimali.

Nel profilo d'indagine sono state impiegate configurazioni miste Wenner-Schlumberger e Dipolo-Dipolo, in modo da sfruttare, di ognuna, le diverse sensibilità intrinseche laterali e verticali.

L'elaborazione bidimensionale delle misure di campagna, è stata effettuata con software proprietario a discretizzazione FEM (elementi finiti), correzione topografica, procedura di inversione robusta con possibile inserimento di vincoli complessi, capace di ricostruire la distribuzione di resistività reale in due e tre dimensioni attraverso inversione completa dei dati (basata sulla "Occam inversion").

Ciascuna sezione geoelettrica è rappresentata nelle figure degli allegati grafici seguendo un criterio di presentazione sinottica. La rappresentazione dei dati consiste in una o più immagini o viste tomografiche del parametro di resistività elettrica.

I risultati grafici di resistività elettrica presentati nell'allegato, sono visualizzati con campiture a colori caratterizzate da una scala cromatica rappresentativa della dinamica dei valori di resistività elettrica incontrati (espressi in Ohm·m); tale rappresentazione consente di identificare aree elettricamente omogenee (medesimo comportamento cromatico). Queste zone di isovalori di resistività elettrica sono anche correlabili ad ammassi di materiale con caratteristiche affini.

### 3.3 INDAGINE SISMICA PER ONDE SUPERFICIALI MASW

#### 3.3.1 Principi di funzionamento e cenni sul metodo

Nelle diverse aree sono state allestite stese sismiche per onde superficiali con tecnica multicanale identificata con l'acronimo MASW.

La propagazione delle onde superficiali (o di Rayleigh) avviene, in un mezzo eterogeneo, secondo modalità dispersive. Cioè, a differenti frequenze, corrispondono velocità di fase diverse: in particolare la dispersione geometrica, in opposizione alla dispersione intrinseca dei materiali, dipende dalle geometrie (spessori) delle formazioni o delle stratificazioni attraversate.

In un terreno non omogeneo o stratificato avente proprietà meccaniche variabili, il comportamento delle onde superficiali varia con tali caratteristiche. Differenti lunghezze d'onda, pertinenti a diverse profondità, coinvolgono materiali con disuguali proprietà meccaniche: ciascuna lunghezza d'onda si propaga secondo velocità di fase dipendenti dalle medesime proprietà meccaniche di cui sopra.

Le onde di superficie dunque non possiedono una singola velocità bensì una velocità di fase in funzione della frequenza; la relazione tra frequenza e velocità di fase è contenuta nelle curve di dispersione e di attenuazione. Attraverso un procedimento matematico di inversione è possibile risalire ai profili verticali delle onde di taglio S, proporzionali alle velocità di fase delle onde di superficie secondo un coefficiente invariabile.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA-BARI</b> <b>Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli - Lesina 2 e 3</b> <b>RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>  <b>INDAGINE GEOFISICA</b>					
	<b>REPORT INDAGINI GEOFISICHE</b>	COMMESSA LI03	LOTTO 02 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

Il metodo MASW, impiegato solo qualitativamente ai fini della ricostruzione sismo-stratigrafica di massima, è invece efficace per il calcolo speditivo del parametro  $V_{s30}$ .

Il parametro  $V_{s30}$  è calcolato come sommatoria (nei 30 metri di spessore del sottosuolo, nel nostro caso a partire dalla quota del piano campagna) dei valori delle velocità di intervallo, pesati rispetto agli spessori associati alla stratificazione dei materiali.

$$V_{s30} = 30 \frac{1}{\sum_1^N \frac{h_i}{V_i}}$$

Dal valore del parametro  $V_{s30}$  è possibile risalire alla categoria di suolo secondo il D.M. 14 Gennaio 2008 dal quale sono tratte le successive tabelle.

Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo*

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, 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 $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella 3.2.III – *Categorie aggiuntive di sottosuolo*

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

### 3.3.2 Strumentazione utilizzata, configurazione di indagine, codice di configurazione ed inversione dati

L'indagine per onde superficiali è stata condotta secondo le seguenti specifiche:

- Impiego di Sismografo a 48 canali e dinamica del convertitore analogico

	<b>LINEA PESCARA-BARI</b> Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli - Lesina 2 e 3 <b>RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>					
	<b>INDAGINE GEOFISICA</b>					
<b>REPORT INDAGINI GEOFISICHE</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI03	02 D 69	IG	GE0005 001	A	13 di 37

digitale a 24 Bit, impiegato in configurazione a 24-48 canali;

- 24-48 geofoni con frequenza naturale a 4.5 Hz, distanza intergeofonica pari a 3 m o 2 m;
- piastra di battuta in alluminio;
- massa battente da 12 Kg con interruttore starter e cavo trigger;
- finestra di acquisizione pari a 2 secondi.

La tecnica di trattamento dati utilizzata è basata sul “f-k processing”. I file grezzi subiscono un primo “processing” di muting selettivo per eliminare le tracce o le porzioni di tracce ad elevato rumore. Quindi si esegue un calcolo della FFT usando un “windowing” opportuno. Attraverso una procedura semiautomatica si ricercano i massimi dello spettro (ricerca degli zeri della funzione secolare di Rayleigh) per ricavare i punti appropriati per la costruzione della curva di dispersione da utilizzarsi in un processo di inversione multimodale.

La tecnica di trattamento dati utilizzata è stata ottimizzata utilizzando un Software commerciale validato (SWAN, Italia).



Figura 4: Sismografo digitale a 24 bit.

### 3.4 Down Hole Test (DHT)

#### 3.4.1 Principi di funzionamento e cenni sul metodo

La prova sismica DHT è un metodo di indagine sismica finalizzato alla

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA-BARI</b> Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli - Lesina 2 e 3 <b>RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>					
	<b>INDAGINE GEOFISICA</b>					
<b>REPORT INDAGINI GEOFISICHE</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI03	02 D 69	IG	GE0005 001	A	14 di 37

determinazione dei profili di velocità delle onde di taglio SH e di compressione P di depositi di terreno.

I profili di velocità ottenuti dalle misure DHT rappresentano valori di velocità medi sullo spessore degli strati poiché sono calcolati lungo percorsi dei raggi sismici inclinati. Tali percorsi sono poi stati corretti per essere riportati ad un percorso rettilineo lungo la verticale.

L'importante particolarità di tale metodo è quella di studiare i parametri di stato e di comportamento riferendoli a volumi di terreno rappresentativi dei caratteri megastrutturali dei depositi attraverso misure capaci di dare valori medi e non solo puntuali dei parametri geotecnici dei geomateriali.

Caratteristica essenziale del metodo sismico utilizzato è quella di consentire la determinazione dei parametri di deformabilità riferendoli a valori molto bassi dei livelli di deformazione (<10-5m), al di sotto della soglia di deformazione lineare ciclica.

Per l'interpretazione dei dati è stata usata la tecnica diretta, che rappresenta un metodo nel quale la velocità delle onde P e SH è calcolata dalle pendenze dei tratti di dromocrone generate in dipendenza delle posizioni consecutive dei sensori alle diverse quote di spostamento lungo il foro. Nel nostro caso le misurazioni sono state eseguite ogni metro.

I parametri calcolabili con l'ausilio del metodo DHT sono:

- il Coefficiente di Poisson dinamico,
- il modulo di elasticità dinamico (o di Young),
- il modulo di taglio dinamico (o modulo di rigidità),
- il Bulk modulus (modulo di incompressibilità) e pertanto
- il modulo di compressibilità dinamico.

I valori dinamici calcolati con tali tecniche possono risultare differenti dai valori provenienti da prove di tipo statico puntuali (normalmente anche di un ordine di grandezza), specie in tipologie di materiali quali quelli in oggetto.

Il parametro  $V_{s30}$  è calcolato come già ampiamente descritto nel precedente paragrafo §3.2.1 (relativo alle indagini MASW).

#### 3.4.2 Metodologia di misura e strumentazione utilizzata

La sorgente del segnale sismico per onde SH è costituita da barre in teflon, di circa 2 m di lunghezza complessiva, assicurate al terreno applicando un carico verticale adeguato. Lo sforzo di taglio è trasmesso colpendo orizzontalmente con una massa battente la barra, in successione sui due lati opposti (con lo scopo di trasmettere impulsi a polarità invertite). Alternativamente, attraverso la realizzazione di un scasso nel terreno ove alloggiare verticalmente una piastra in alluminio per generare gli sforzi di taglio sulle due direzioni opposte (sempre con lo scopo di trasmettere

	<b>LINEA PESCARA-BARI</b> Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli - Lesina 2 e 3 <b>RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>					
	<b>INDAGINE GEOFISICA</b>					
<b>REPORT INDAGINI GEOFISICHE</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI03	02 D 69	IG	GE0005 001	A	15 di 37

impulsi a polarità invertite e successivamente sommarli per l'eliminazione del contributo delle onde P dai sismogrammi da avviare ad elaborazione).

Lo sforzo di compressione è invece trasmesso attraverso una massa battente verticale su di una piastra in alluminio; i sistemi di energizzazione sono posizionati, in prossimità del boccaforo. I ricevitori, all'interno del foro di sondaggio, sono stati posti in modo tale che la velocità di propagazione delle onde di volume, caratteristica dei vari strati di terreno, potesse essere misurata ogni metro.



Figura 5 a e b : configurazioni standard per le indagini DHT

Spostando i ricevitori (geofoni triassiali solidali da foro) a diverse profondità, è possibile ottenere un dettagliato profilo di velocità delle onde SH e P.

L'accoppiamento meccanico tra le pareti del "casing" del foro e i ricevitori all'interno del foro stesso, nell'indagine in oggetto, è stato reso possibile con appositi sistemi di ancoraggio pneumatico.

I ricevitori utilizzati sono costituiti da un sistema tridimensionale composto da tre geofoni, a frequenza propria di 10 Hz, della Geospace (USA), orientati nelle tre dimensioni dello spazio.

Il sismografo utilizzato per le misure sismiche (si veda la Fig. 1 alle pagine precedenti), è uno strumento con possibilità di acquisizione su 48 canali contemporanei e dotato di convertitore analogico digitale a 24 bit.

### 3.4.3 Principi teorici

Per la determinazione dei moduli dinamici a partire dalla distribuzione di velocità delle onde di compressione P e di taglio SH, occorre assumere che il geomateriale indagato sia un mezzo omogeneo, elastico ed isotropo.

Nel nostro caso, come per la maggior parte, tale assunzione risulta un'approssimazione.

In ogni caso, facendo riferimento alle supposizioni introdotte, è possibile risalire al coefficiente di Poisson (in tale contesto denominato con  $\sigma$  in altri comunemente

definito con  $\nu$ ), tramite la seguente relazione  $\diamond$

$$\sigma = \frac{\left(\frac{V_P}{V_S}\right)^2 - 2}{2\left[\left(\frac{V_P}{V_S}\right)^2 - 1\right]} \quad \diamond$$

e al modulo di Young tramite la  $\diamond$

$$E = \frac{(1-2\sigma)(1+\sigma)}{(1-\sigma)} \rho V_P^2 \quad \diamond$$

I valori dinamici calcolati con tali tecniche possono risultare differenti dai valori provenienti da prove di tipo statico puntuali (normalmente anche di un ordine di grandezza), specie in tipologie di materiali quali quelli in oggetto.

Sono inoltre esprimibili come funzioni dalle costanti elastiche dinamiche  $E$  e  $\sigma$ , la compressibilità  $\beta$  e di conseguenza il *Bulk modulus* ( $k = 1/\beta$ ) (Milton B. et alii, 1988), cioè come relazione tra le costanti di dilatazione cubica, risultanti dalla combinazione degli sforzi lineari di compressione e di taglio in dipendenza delle relative costanti:

$$k = \frac{E}{3(1-2\sigma)}$$

e il modulo di rigidità o di taglio  $\mu$  (altrimenti indicato con la lettera  $G$ ) :

$$\mu = \frac{E}{2(1+\sigma)}$$

---

$\diamond$  Milton B. Dobrin, Carl H. Savit, 1988, Introduction to Geophysical Prospecting, fourth Edition, McGraw-Hill International Editions e R.E. Goodman, 1989, Introduction to Rock Mechanics, second Edition, John Wiley & Sons

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LINEA PESCARA-BARI Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli - Lesina 2 e 3 RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</p> <p><b>INDAGINE GEOFISICA</b></p>					
	<p><b>REPORT INDAGINI GEOFISICHE</b></p>	<p>COMMESSA LI03</p>	<p>LOTTO 02 D 69</p>	<p>CODIFICA IG</p>	<p>DOCUMENTO GE0005 001</p>	<p>REV. A</p>

## 4. RISULTATI

### 4.1 Risultati Indagine FDEM

#### 4.1.1 Area S09

L'area di indagine consiste in una maglia 7 m X 6 m all'interno di un campo.

Nell'Allegato grafico 1 – tavola 1 sono riportate le mappe delle componenti in quadratura ed in fase elaborate per il sito d'indagine al di sopra della verticale del Foro S09.

L'indagine non ha evidenziato anomalie associabili alla presenza di masse metalliche interrato entro i primi 4-5 metri di terreno dal piano campagna ad eccezione del lato verso la strada dove, sia la componente in fase che la componente in quadratura ricostruiscono un allineamento riconducibile alla presenza di una tubazione. Sulla base dei risultati è stato consigliato lo spostamento del sondaggio dalla posizione originale.

#### 4.1.2 Area S10

L'area di indagine consiste in una maglia 4 m X 9 m sul bordo della strada.

Nell'Allegato grafico 1 – tavola 2 sono riportate le mappe delle componenti in quadratura ed in fase elaborate per il sito d'indagine al di sopra della verticale del Foro S10.

L'indagine non ha evidenziato anomalie associabili alla presenza di masse metalliche interrato entro i primi 4-5 metri di terreno dal piano campagna ad eccezione delle zone evidenziate in mappa relativa alla componente in fase. Sulla base dei risultati è stato sconsigliato di effettuare il sondaggio all'interno di tali zone.

#### 4.1.3 Area S11

Nell'Allegato grafico 1 – tavola 3 sono riportate le mappe delle componenti in quadratura ed in fase elaborate per il sito d'indagine al di sopra della verticale del Foro S11.

L'area di indagine consiste in una maglia 7 m X 6 m all'interno di un campo.

L'indagine ha evidenziato la presenza di anomalie associabili a masse metalliche interrato nei primi 4-5 metri di terreno. Sulla base di tale risultato è consigliato lo spostamento del sondaggio S11 di 1-2 metri verso la stradina, oppure nelle vicinanze del punto di origine della maglia avente coordinate (0;0).

#### 4.1.4 Area S12

Nell'Allegato grafico 1 – tavola 4 sono riportate le mappe delle componenti in quadratura ed in fase elaborate per il sito d'indagine al di sopra della verticale del Foro S12.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LINEA PESCARA-BARI Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli - Lesina 2 e 3 RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</p> <p><b>INDAGINE GEOFISICA</b></p>					
	<p><b>REPORT INDAGINI GEOFISICHE</b></p>	<p>COMMESSA</p> <p>LI03</p>	<p>LOTTO</p> <p>02 D 69</p>	<p>CODIFICA</p> <p>IG</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>GE0005 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>

L'area di indagine consiste in una maglia 5 m X 8 m lungo una strada sterrata.

L'indagine ha evidenziato la presenza di una anomalia lineare sul lato fossetta del campo per cui è consigliato lo spostamento del sondaggio S12 verso la zona centrale dell'area indagata, sulla strada sterrata.

#### 4.1.5 Area S13

L'area di indagine consiste in una maglia 4 m X 12 m all'interno di un campo erbato.

Nell'Allegato grafico 1 – tavola 5 sono riportate le mappe delle componenti in quadratura ed in fase elaborate per il sito d'indagine al di sopra della verticale del Foro S13.

L'indagine, con entrambe le componenti, non ha evidenziato anomalie associabili alla presenza di masse metalliche interrate nei primi 4-5 metri di terreno.

#### 4.1.6 Area S14

L'area di indagine consiste in una maglia 7 m X 9 m all'interno di un campo.

Nell'Allegato grafico 1 – tavola 6 sono riportate le mappe delle componenti in quadratura ed in fase elaborate per il sito d'indagine al di sopra della verticale del Foro S14.

L'indagine non ha evidenziato anomalie associabili alla presenza di masse metalliche interrate entro i primi 4-5 metri di terreno dal piano campagna.

#### 4.1.7 Area S15

L'area di indagine consiste in una maglia 7 m X 9 m all'interno di un campo.

Nell'Allegato grafico 1 – tavola 7 sono riportate le mappe delle componenti in quadratura ed in fase elaborate per il sito d'indagine al di sopra della verticale del Foro S15.

Anche in questo caso, l'indagine non ha evidenziato anomalie associabili alla presenza di masse metalliche interrate entro i primi 4-5 metri di terreno dal piano campagna.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA-BARI</b> Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli - Lesina 2 e 3 RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA				
	<b>INDAGINE GEOFISICA</b>				
<b>REPORT INDAGINI GEOFISICHE</b>	COMMESSA LI03	LOTTO 02 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. FOGGIO A 19 di 37

## 4.2 Risultati delle Linee tomografiche elettriche – Allegato 2

L'ubicazione delle sezioni tomografiche acquisite è ben visibile nelle varie tavole dell'allegato grafico.

Le linee tomografiche elettriche eseguite sono state realizzate con passo interelettrodico pari a 2 m ed hanno raggiunto un alto grado di dettaglio, con risoluzioni verticali e orizzontali opportune.

L'assetto elettrostratigrafico ottenuto delle porzioni di sottosuolo indagato, è stato interpretato sulla base delle informazioni stratigrafiche dirette provenienti da sondaggi a carotaggio eseguiti lungo la linea ferroviaria. Le superfici di separazione tra i vari elettrostrati sono rappresentate lungo le sezioni a mezzo di linee tratteggiate di color magenta.

### 4.2.1 Linee ERT 1

La linea ERT 1, eseguita sul bordo lato mare del rilevato ferroviario con 96 elettrodi e con passo interelettrodico pari a 2 m, ha investigato i terreni fino ad una profondità di circa 29-30 m dal piano campagna (piano ferrovia). La suddivisione elettrostratigrafica riportata in sezione deriva dalle correlazioni con le stratigrafie ottenute a mezzo dei sondaggi a carotaggio continuo C2, C3 e C4.

Lungo la sezione si distingue un elettrostrato 1, caratterizzato da valori di resistività maggiori di 10 Ohm·m e con picchi significativi maggiori di 1000 Ohm·m, attribuibile alla massicciata ferroviaria ed al materiale granulare compattato del corpo di rilevato ferroviario.

Seguono al di sotto n.2 elettrostrati. L'elettrostrato 2, compreso nell'intervallo di progressive 10 – 132 m, ha valori di resistività molto bassi, tra 1 e 7 Ohm·m e sulla base delle stratigrafie dei sondaggi C3 e C4 è attribuibile al materiale rimaneggiato e caotico con il quale è stato riempito l'impluvio e costruito parte del rilevato ferroviario. In corrispondenza della progressiva 53 m esso raggiunge lo spessore massimo di circa 12/15 m.

L'anomalia alto resistiva (3.100 Ohm·m) e la prosecuzione della medesima in profondità, compresa nella fascia tra le progressive 65 m e 80 m, sulla base delle informazioni recepite, può essere attribuita alla struttura interna al rilevato ferroviario che consente in deflusso a mare delle acque trasportate dal Torrente Sevoce.

Tra la progressiva 132 m e la fine della sezione si intercetta l'elettrostrato 3, di spessore tra 5 m e 8 m e con valori di resistività ancora piuttosto bassi (< 20 Ohm·m) correlabili con i terreni sabbio limosi e limo sabbiosi affioranti lungo il versante lato mare del rilevato.

Gli elettrostrati 2 e 3 poggiano sull'elettrostrato 4. Esso, con valori di resistività maggiori di 30/35 Ohm·m, rappresenta il substrato di natura sabbiosa che costituisce l'ossatura degli alti morfologici della zona.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LINEA PESCARA-BARI Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli - Lesina 2 e 3 RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</p> <p><b>INDAGINE GEOFISICA</b></p>					
	<p><b>REPORT INDAGINI GEOFISICHE</b></p>	<p>COMMESSA LI03</p>	<p>LOTTO 02 D 69</p>	<p>CODIFICA IG</p>	<p>DOCUMENTO GE0005 001</p>	<p>REV. A</p>

#### 4.2.2 Linea ERT 2

Per la linea ERT 2, eseguita anch'essa sul bordo lato mare del rilevato ferroviario, è stata utilizzata una configurazione con 72 elettrodi e con passo interelettrodico pari a 2 m; essa ha investigato i terreni fino ad una profondità di circa 25 m dal piano campagna (piano ferrovia).

Come nella linea precedente (ERT 1), lungo la sezione ERT 2 si distinguono 4 elettrostrati.

L'elettrostrato 1 è caratterizzato da valori di resistività maggiori di 10 Ohm·m e con picchi di 260-5500 Ohm·m, ed è attribuibile tra le progressive 0-90 m alla massicciata ferroviaria e tra le progressive 90-142 m alla massicciata ferroviaria ed al sottostante materiale granulare compattato del corpo di rilevato ferroviario.

Seguono al di sotto n.2 elettrostrati. L'elettrostrato 2, compreso nell'intervallo di progressive 85 – 125 m, ha valori di resistività molto bassi, tra 2-3 Ohm·m ed uno spessore massimo di 10-12 m. Tale porzione della sezione è attribuibile al materiale rimaneggiato e caotico con il quale è stato riempito l'impluvio e costruito parte del rilevato ferroviario. Esso rappresenta inoltre una discontinuità laterale per l'elettrostrato 3.

L'elettrostrato 3, presente negli intervalli di progressive 0-85 m e 125-142 m, ha uno spessore medio di circa 5/7 m ed i valori comunque molto bassi (minori o uguali ai 2 Ohm·m) consentono di correlarlo a terreni sabbio limosi e/o limi sabbiosi.

Gli elettrostrati 2 e 3 poggiano sull'elettrostrato 4. Lungo la sezione ERT 2 il substrato sabbioso presenta delle discontinuità laterali. Tra le progressive 0-80/85 m presenta resistività con valori maggiori di 40 Ohm·m e con massimo di 4700 Ohm·m. Nella seconda metà della sezione, Tra le progressive 80/85 m e la fine della sezione, il substrato presenta massimi piuttosto bassi, 80 Ohm·m, probabilmente legati sia a variazioni granulometriche che ad un certo gradi di fessurazione e circolazione di acqua.

#### 4.2.3 Linee ERT 3 e ERT 4

Le linee ERT 3 ed ERT 4 sono state acquisite con continuità ed elaborate assieme come una unica sezione; la profondità massima raggiunta è di circa 50-52 m.

Lungo la sezione, l'elettrostratigrafia deriva dall'esame combinato tra i valori elettrici dei terreni e la stratigrafia derivata dal sondaggio a carotaggio continuo S11v ubicato nei medesimi terreni ma ad una certa distanza dal profilo.

Vengono distinti n. 3 elettrostrati.

L'elettrostrato 1 è superficiale ed è scomposto in sezione negli elettrostrati 1a ed 1b.

L'elettrostrato 1a, a partire dal piano campagna, ha uno spessore variabile tra 2 e 3 m, è presente lungo l'intera sezione ed ha valori di resistività < 10 Ohm·m. Esso è correlabile a terreni ad elevata componente limo argillosa.

Tra le progressive 0 m e 260 m, al di sotto dell'elettrostrato 1a, si trova l'elettrostrato

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA-BARI</b> Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli - Lesina 2 e 3 <b>RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>					
	<b>INDAGINE GEOFISICA</b>					
<b>REPORT INDAGINI GEOFISICHE</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI03	02 D 69	IG	GE0005 001	A	21 di 37

1b che, con valori di resistività maggiori di 10 Ohm·m, risulta correlabile alle sabbie limose.

Segue in profondità l'elettrostrato 3; esso, a partire dalla progressiva 60 m tende progressivamente verso la superficie verso la fine della sezione ed al contempo a ridurre progressivamente i valori di resistività. Lungo tale percorso si passa presumibilmente da limi argillosi debolmente sabbiosi ad argille e limi.

In profondità, l'elettrostrato 4 è caratterizzato da una certa omogeneità nei valori di resistività (> 6 Ohm·m) ed è attribuibile ad un passaggio ad un termine costituito da sabbie limose/ghiaiose.

### 4.3 Risultati MASW – Allegato 3, Tavole 1-14

Nell'Allegato Grafico 3, per ciascun MASW, sono riportati il sismogramma medio utilizzato per l'elaborazione, il profilo monodimensionale di velocità onde S inerente, lo spettro F-K (F-V esclusivamente per il masw 1) e la curva di dispersione sperimentale oggetto del "picking" dei massimi sulla curva F-K (o FV) sovrapposta a quella ottimizzata secondo il modello interpretativo che meglio si accoppia a quello sperimentale.

Per ciascun punto di indagine MASW, sono riportati il calcolo della  $V_{S30}$  e l'attribuzione del valore alla classe di suolo idonea. Si ricorda che, per la progettazione di opere civili, il DM 2008 non prevede l'applicabilità del metodo semplificato con attribuzione della categoria di suolo nei casi siano presenti inversioni di velocità lungo il profilo verticale.

Nella presente indagine, in fase di elaborazione dei dati, il comportamento sismostratigrafico nei primi 30 m a partire dal piano di calpestio (di seguito indicato come p.c.) è stato ottimizzato con un modello a 30 sismostrati, ciascuno indicativamente di uguale spessore minimo pari a 1 m.

Questa procedura permette di approssimare al meglio il modello fisico reale della velocità delle onde S nel sottosuolo, caratterizzandolo secondo variazioni graduali quasi continue all'interno dei terreni oggetto di prospezione. Tale approccio consente un processo di affinamento dei risultati e accresce la confidenza tra la curva sperimentale di dispersione e quella del modello ai fini dell'inversione, permettendo di ottenere una curva Velocità onde S – Spessori in funzione della profondità del sottosuolo, la più attendibile possibile.

#### 4.3.1 MASW 1

A seguito dell'indagine e dell'elaborazione effettuata, i risultati del MASW 1 sono riassunti nella tabella sottostante.

<u>Sismostrato</u>	<u>Spessore (m)</u>	<u>Profondità (m dal p.c.)</u>	<u>Vs (m/s)</u>
1	1	0	175
2	1	1	159

3	1	2	148
4	1	3	150
5	1	4	158
6	1	5	179
7	1	6	206
8	1	7	236
9	1	8	262
10	1	9	285
11	1	10	303
12	1	11	314
13	1	12	320
14	1	13	320
15	1	14	315
16	1	15	308
17	1	16	298
18	1	17	289
19	1	18	282
20	1	19	277
21	1	20	279
22	1	21	286
23	1	22	300
24	1	23	322
25	1	24	351
26	1	25	386
27	1	26	427
28	1	27	473
29	1	28	524
30	INF	29	577

Tabella 4.3.1.1 – Modello a 30 sismostrati, con identificazione, per ogni intervallo di 1m, della distribuzione di velocità dei terreni indagati con metodologia M.A.S.W..

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio  $V_s$  nei primi 30 m di profondità, è possibile determinare una velocità equivalente  $V_{s30}$  rappresentativa del sito in esame. Secondo la normativa italiana in materia di progettazione antisismica “O.P.C.M. n° 3274/2003” e sue modifiche e le Norme Tecniche di Costruzione (D.M. 14/01/2008) e sue modifiche e, ancora, secondo la normativa europea Eurocodice 8, il valore calcolato di  $V_{s30}$  è pari a

$$V_{s30} = 263 \text{ m/s.}$$

Vista la stratigrafia presente, i profili di velocità delle onde di taglio e il valore di  $V_{s30}$  si può assimilare la categoria di suolo di fondazione di riferimento al suolo “C”.

Si fa presente che lungo il profilo verticale di velocità delle onde di taglio sono presenti due lievi inversioni di velocità.

#### 4.3.2 MASW 2

Dall'indagine e dall'elaborazione effettuata, i risultati del MASW 2 sono riassunti nella tabella sottostante.

<u>Sismostrato</u>	<u>Spessore (m)</u>	<u>Profondità (m dal p.c.)</u>	<u>Vs (m/s)</u>
1	1	0	164
2	1	1	150
3	1	2	144
4	1	3	146
5	1	4	150
6	1	5	153
7	1	6	154
8	1	7	154
9	1	8	154
10	1	9	155
11	1	10	157
12	1	11	159
13	1	12	161
14	1	13	162
15	1	14	163
16	1	15	162
17	1	16	161
18	1	17	158
19	1	18	154
20	1	19	150
21	1	20	148
22	1	21	148
23	1	22	152
24	1	23	160
25	1	24	175
26	1	25	194
27	1	26	218
28	1	27	246
29	1	28	278
30	INF	29	312

Tabella 4.3.2.1 – Modello a 30 sismostrati, con identificazione, per ogni intervallo di 1m, della distribuzione di velocità dei terreni indagati con metodologia M.A.S.W..

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio Vs nei primi 30 m di profondità, è possibile determinare una velocità equivalente  $V_{S30}$  rappresentativa del sito in esame. Secondo la normativa italiana in materia di progettazione antisismica "O.P.C.M. n° 3274/2003" e sue modifiche e le Norme Tecniche di Costruzione (D.M. 14/01/2008) e sue modifiche e, ancora, secondo la normativa europea Eurocodice 8,

il valore calcolato di  $V_{s30}$  è pari a

$$V_{s30} = 165 \text{ m/s.}$$

Vista la stratigrafia presente, i profili di velocità delle onde di taglio e il valore di  $V_{s30}$  si può assimilare la categoria di suolo di fondazione di riferimento al suolo "D".

#### 4.3.3 MASW 3

A seguito dell'indagine e dell'elaborazione effettuata, i risultati del MASW 3 sono riassunti nella tabella sottostante.

Sismostrato	Spessore (m)	Profondità (m dal p.c.)	$V_s$ (m/s)
1	1	0	123
2	1	1	117
3	1	2	111
4	1	3	128
5	1	4	152
6	1	5	166
7	1	6	167
8	1	7	157
9	1	8	142
10	1	9	130
11	1	10	125
12	1	11	129
13	1	12	141
14	1	13	157
15	1	14	175
16	1	15	192
17	1	16	208
18	1	17	222
19	1	18	235
20	1	19	245
21	1	20	254
22	1	21	262
23	1	22	268
24	1	23	273
25	1	24	278
26	1	25	281
27	1	26	284
28	1	27	286
29	1	28	288
30	INF	29	290

Tabella 4.3.3.1 – Modello a 30 sismostrati, con identificazione, per ogni intervallo di 1m, della distribuzione di velocità dei terreni indagati con metodologia M.A.S.W..

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio  $V_s$  nei primi 30 m di profondità, è possibile determinare una velocità equivalente  $V_{s30}$  rappresentativa del sito in esame. Secondo la normativa italiana in materia di progettazione antisismica "O.P.C.M. n° 3274/2003" e sue modifiche e le Norme Tecniche di Costruzione (D.M. 14/01/2008) e sue modifiche e, ancora, secondo la normativa europea Eurocodice 8, il valore calcolato di  $V_{s30}$  è pari a

$$V_{s30} = 179 \text{ m/s.}$$

Vista la stratigrafia presente, i profili di velocità delle onde di taglio e il valore di  $V_{s30}$  si può assimilare la categoria di suolo di fondazione di riferimento al suolo "D", al limite con "C". Si fa presente che lungo il profilo verticale di velocità delle onde di taglio sono presenti due lievi inversioni di velocità.

#### 4.3.4 MASW 4

A seguito dell'indagine e dell'elaborazione effettuata, i risultati del MASW 4 sono riassunti nella tabella sottostante.

Sismostrato	Spessore (m)	Profondità (m dal p.c.)	$V_s$ (m/s)
1	1	0	128
2	1	1	132
3	1	2	143
4	1	3	158
5	1	4	172
6	1	5	182
7	1	6	189
8	1	7	192
9	1	8	194
10	1	9	196
11	1	10	198
12	1	11	201
13	1	12	207
14	1	13	215
15	1	14	226
16	1	15	238
17	1	16	253
18	1	17	268
19	1	18	285
20	1	19	302
21	1	20	319
22	1	21	335
23	1	22	352
24	1	23	367
25	1	24	382

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA-BARI</b> Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli - Lesina 2 e 3 RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA  <b>INDAGINE GEOFISICA</b>				
	<b>REPORT INDAGINI GEOFISICHE</b>	COMMESSA LI03	LOTTO 02 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 001

26	1	25	396
27	1	26	409
28	1	27	422
29	1	28	433
30	INF	29	444

Tabella 4.3.4.1 – Modello a 30 sismostrati, con identificazione, per ogni intervallo di 1m, della distribuzione di velocità dei terreni indagati con metodologia M.A.S.W..

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio  $V_s$  nei primi 30 m di profondità, è possibile determinare una velocità equivalente  $V_{s30}$  rappresentativa del sito in esame. Secondo la normativa italiana in materia di progettazione antisismica “O.P.C.M. n° 3274/2003” e sue modifiche e le Norme Tecniche di Costruzione (D.M. 14/01/2008) e sue modifiche e, ancora, secondo la normativa europea Eurocodice 8, il valore calcolato di  $V_{s30}$  è pari a

$$V_{s30} = 231 \text{ m/s.}$$

Vista la stratigrafia presente, i profili di velocità delle onde di taglio e il valore di  $V_{s30}$  si può assimilare la categoria di suolo di fondazione di riferimento al suolo “C”.

#### 4.3.5 MASW 5

A seguito dell’indagine e dell’elaborazione effettuata, i risultati del MASW 5 sono riassunti nella tabella sottostante.

Sismostrato	Spessore (m)	Profondità (m dal p.c.)	$V_s$ (m/s)
1	1	0	152
2	1	1	181
3	1	2	234
4	1	3	274
5	1	4	270
6	1	5	248
7	1	6	244
8	1	7	268
9	1	8	305
10	1	9	340
11	1	10	363
12	1	11	372
13	1	12	370
14	1	13	359
15	1	14	345
16	1	15	331
17	1	16	319
18	1	17	312

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA-BARI</b> Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli - Lesina 2 e 3 RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA  <b>INDAGINE GEOFISICA</b>				
	<b>REPORT INDAGINI GEOFISICHE</b>	COMMESSA LI03	LOTTO 02 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 001

19	1	18	311
20	1	19	315
21	1	20	324
22	1	21	338
23	1	22	356
24	1	23	378
25	1	24	404
26	1	25	432
27	1	26	463
28	1	27	496
29	1	28	531
30	INF	29	567

*Tabella 4.3.5.1 – Modello a 30 sismostrati, con identificazione, per ogni intervallo di 1m, della distribuzione di velocità dei terreni indagati con metodologia M.A.S.W..*

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio  $V_s$  nei primi 30 m di profondità, è possibile determinare una velocità equivalente  $V_{s30}$  rappresentativa del sito in esame. Secondo la normativa italiana in materia di progettazione antisismica “O.P.C.M. n° 3274/2003” e sue modifiche e le Norme Tecniche di Costruzione (D.M. 14/01/2008) e sue modifiche e, ancora, secondo la normativa europea Eurocodice 8, il valore calcolato di  $V_{s30}$  è pari a

$$V_{s30} = 314 \text{ m/s.}$$

Vista la stratigrafia presente, i profili di velocità delle onde di taglio e il valore di  $V_{s30}$  si può assimilare la categoria di suolo di fondazione di riferimento al suolo “C”. Si fa presente che lungo il profilo verticale di velocità delle onde di taglio sono presenti due lievi inversioni di velocità.

#### 4.3.6 MASW su S14v

A seguito dell’indagine e dell’elaborazione effettuata, i risultati del MASW S14v sono riassunti nella tabella sottostante.

Sismostrato	Spessore (m)	Profondità (m dal p.c.)	$V_s$ (m/s)
1	c	0	196
2	1	1	194
3	1	2	183
4	1	3	171
5	1	4	162
6	1	5	159
7	1	6	162
8	1	7	170
9	1	8	181

10	1	9	194
11	1	10	207
12	1	11	220
13	1	12	232
14	1	13	243
15	1	14	252
16	1	15	260
17	1	16	267
18	1	17	272
19	1	18	276
20	1	19	279
21	1	20	282
22	1	21	283
23	1	22	284
24	1	23	285
25	1	24	285
26	1	25	284
27	1	26	283
28	1	27	282
29	1	28	281
30	INF	29	279

Tabella 4.3.6.1 – Modello a 30 sismostrati, con identificazione, per ogni intervallo di 1m, della distribuzione di velocità dei terreni indagati con metodologia M.A.S.W..

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio  $V_s$  nei primi 30 m di profondità, è possibile determinare una velocità equivalente  $V_{s30}$  rappresentativa del sito in esame. Secondo la normativa italiana in materia di progettazione antisismica "O.P.C.M. n° 3274/2003" e sue modifiche e le Norme Tecniche di Costruzione (D.M. 14/01/2008) e sue modifiche e, ancora, secondo la normativa europea Eurocodice 8, il valore calcolato di  $V_{s30}$  è pari a

$$V_{s30} = 227 \text{ m/s.}$$

Vista la stratigrafia presente, i profili di velocità delle onde di taglio e il valore di  $V_{s30}$  si può assimilare la categoria di suolo di fondazione di riferimento al suolo "C". Si fa presente che lungo il profilo verticale di velocità delle onde di taglio è presente una lieve inversioni di velocità.

#### 4.3.7 MASW su S18v

A seguito dell'indagine e dell'elaborazione effettuata, i risultati del MASW S18v sono riassunti nella tabella sottostante.

Sismostrato	Spessore (m)	Profondità (m dal p.c.)	Vs (m/s)
1	1	0	179
2	1	1	211
3	1	2	253
4	1	3	271
5	1	4	251
6	1	5	228
7	1	6	250
8	1	7	321
9	1	8	408
10	1	9	487
11	1	10	549
12	1	11	590
13	1	12	611
14	1	13	616
15	1	14	609
16	1	15	594
17	1	16	576
18	1	17	559
19	1	18	545
20	1	19	538
21	1	20	537
22	1	21	543
23	1	22	555
24	1	23	574
25	1	24	597
26	1	25	623
27	1	26	651
28	1	27	681
29	1	28	711
30	INF	29	742

Tabella 4.3.7.1 – Modello a 30 sismostrati, con identificazione, per ogni intervallo di 1m, della distribuzione di velocità dei terreni indagati con metodologia M.A.S.W..

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio Vs nei primi 30 m di profondità, è possibile determinare una velocità equivalente  $V_{S30}$  rappresentativa del sito in esame. Secondo la normativa italiana in materia di progettazione antisismica "O.P.C.M. n° 3274/2003" e sue modifiche e le Norme Tecniche di Costruzione (D.M. 14/01/2008) e sue modifiche e, ancora, secondo la normativa europea Eurocodice 8,

il valore calcolato di  $V_{s30}$  è pari a

$$V_{s30} = 419 \text{ m/s.}$$

Vista la stratigrafia presente, i profili di velocità delle onde di taglio e il valore di  $V_{s30}$  si può assimilare la categoria di suolo di fondazione di riferimento al suolo "B". Si fa presente che lungo il profilo verticale di velocità delle onde di taglio sono presenti due lievi inversioni di velocità.

#### 4.4 Analisi dei risultati delle Prove Down Hole – Allegato 4, Tavole 1-12

##### 4.4.1 *Down Hole S1v*

La prova S1v\_DH è stata condotta, come precedentemente accennato, all'interno del foro geotecnico S1v. La profondità del sondaggio è stata spinta fino a 30 m.

I risultati completi della prova, la sua ubicazione e la sua interpretazione, sono reperibili di seguito e nell'Allegato 4.

Nelle pagine seguenti, sono altresì riportati, i valori delle velocità delle onde P ed S, i valori dinamici del Coefficiente di Poisson (qui indicato col simbolo  $\sigma$ ), del Modulo di Young dinamico (E), del Modulo di Rigidità o di Taglio ( $\mu$ ), nonché del Bulk Modulus (inverso della compressibilità), calcolati così come descritto precedentemente.

##### FORO S1v – VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità media P [m/s]
1	da -1 a -2 m	1	316
2	da -2 a -4 m	2	619
3	da -4 a -9 m	5	619
4	da -9 a -12 m	3	696
5	da -12 a -17 m	5	703
6	da -17 a -25 m	8	1377
7	da -25 a -30 m	5	1151

##### FORO S1v – VELOCITA' ONDE SH

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità media SH [m/s]
1	da -1 a -2 m	1	201
2	da -2 a -4 m	2	131
3	da -4 a -9 m	5	359
4	da -9 a -12 m	3	381
5	da -12 a -17 m	5	462
6	da -17 a -25 m	8	489
7	da -25 a -30 m	5	268

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA-BARI</b> Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli - Lesina 2 e 3 <b>RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>  <b>INDAGINE GEOFISICA</b>					
	<b>REPORT INDAGINI GEOFISICHE</b>	COMMESSA LI03	LOTTO 02 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

### FORO S1v – PARAMETRI DINAMICI

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Poisson [ $\sigma$ ]	Taglio $\mu$ [MPa]	Young E [MPa]	Bulk $\kappa$ [MPa]
1	da -1 a -2 m	1	16.63	0.16	152.91	65.90	75.01
2	da -2 a -4 m	2	17.24	0.48	85.67	29.01	609.05
3	da -4 a -9 m	5	17.24	0.25	543.19	217.87	357.24
4	da -9 a -12 m	3	17.39	0.29	636.82	247.59	496.10
5	da -12 a -17 m	5	17.41	0.12	816.05	364.34	357.81
6	da -17 a -25 m	8	18.75	0.43	1255.89	439.78	2900.92
7	da -25 a -30 m	5	18.30	0.47	379.35	128.91	2205.92

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio  $V_s$  nei primi 30 m di profondità, è possibile determinare una velocità equivalente  $V_{s30}$  rappresentativa del sito in esame. Secondo la normativa italiana in materia di progettazione antisismica "O.P.C.M. n° 3274/2003" e sue modifiche e le Norme Tecniche di Costruzione (D.M. 14/01/2008) e sue modifiche e, ancora, secondo la normativa europea Eurocodice 8, il valore calcolato di  $V_{s30}$  è pari a

$$V_{s30} = 323 \text{ m/s.}$$

Vista la stratigrafia presente, i profili di velocità delle onde di taglio e il valore di  $V_{s30}$  si può assimilare la categoria di suolo di fondazione di riferimento al suolo "C". Si fa presente che lungo il profilo verticale di velocità delle onde di taglio e di compressione sono presenti inversioni di velocità in profondità.

#### 4.4.2 Down Hole S3v

La prova S3v\_DH è stata condotta, come precedentemente accennato, all'interno del foro geotecnico S3v.

I risultati completi della prova, la sua ubicazione e la sua interpretazione, sono reperibili di seguito e nell'Allegato 4.

Nelle pagine seguenti, sono altresì riportati, i valori delle velocità delle onde P ed S, i valori dinamici del Coefficiente di Poisson (qui indicato col simbolo  $\sigma$ ), del Modulo di Young dinamico (E), del Modulo di Rigidezza o di Taglio ( $\mu$ ), nonché del Bulk Modulus (inverso della compressibilità), calcolati così come descritto precedentemente.

### FORO S3v – VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità media P [m/s]
1	da -1 a -3 m da p.c	2	407
2	da -3 a -4 m da p.c	1	610
3	da -4 a -8 m da p.c	4	629
4	da -8 a -15 m da p.c	7	686
5	da -15 a -24 m da p.c	9	1369
6	da -24 a -30 m da p.c	6	1369



LINEA PESCARA-BARI  
Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli - Lesina 2 e 3  
RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA

INDAGINE GEOFISICA

REPORT INDAGINI GEOFISICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI03	02 D 69	IG	GE0005 001	A	32 di 77

### FORO S3v – VELOCITA' ONDE SH

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità media SH [m/s]
1	da -1 a -3 m da p.c	2	186
2	da -3 a -4 m da p.c	1	117
3	da -4 a -8 m da p.c	4	113
4	da -8 a -15 m da p.c	7	135
5	da -15 a -24 m da p.c	9	156
6	da -24 a -30 m da p.c	6	170

### FORO S3v – PARAMETRI DINAMICI

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Poisson [ $\sigma$ ]	Taglio $\mu$ [MPa]	Young E [MPa]	Bulk $\kappa$ [MPa]
1	da -1 a -3 m da p.c	2	16.81	0.37	156.08	57.05	197.08
2	da -3 a -4 m da p.c	1	17.22	0.48	68.47	23.12	597.55
3	da -4 a -8 m da p.c	4	17.26	0.48	64.11	21.61	640.79
4	da -8 a -15 m da p.c	7	17.37	0.48	91.90	31.05	760.33
5	da -15 a -24 m da p.c	9	18.74	0.49	133.57	44.72	3384.33
6	da -24 a -30 m da p.c	6	18.74	0.49	158.49	53.11	3373.15

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio Vs nei primi 30 m di profondità, è possibile determinare una velocità equivalente Vs<sub>30</sub> rappresentativa del sito in esame. Secondo la normativa italiana in materia di progettazione antisismica "O.P.C.M. n° 3274/2003" e sue modifiche e le Norme Tecniche di Costruzione (D.M. 14/01/2008) e sue modifiche e, ancora, secondo la normativa europea Eurocodice 8, il valore calcolato di Vs<sub>30</sub> è pari a

$$Vs_{30} = 146 \text{ m/s.}$$

Vista la stratigrafia presente, i profili di velocità delle onde di taglio e il valore di Vs<sub>30</sub> si può assimilare la categoria di suolo di fondazione di riferimento al suolo "D".

#### 4.4.3 Down Hole S1vp

La prova S1vp\_DH è stata condotta, come precedentemente accennato, all'interno del foro geotecnico S1vp. La profondità del sondaggio è stata spinta fino a 30 m.

I risultati completi della prova, la sua ubicazione e la sua interpretazione, sono reperibili di seguito e nell'Allegato 4.

Nelle pagine seguenti, sono altresì riportati, i valori delle velocità delle onde P ed S, i valori dinamici del Coefficiente di Poisson (qui indicato col simbolo  $\sigma$ ), del Modulo di Young dinamico (E), del Modulo di Rigidità o di Taglio ( $\mu$ ), nonché del Bulk Modulus (inverso della compressibilità), calcolati così come descritto precedentemente.

### FORO S1vp – VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità media P [m/s]
1	da -1 a -2 m	1	213
2	da -2 a -5 m	3	539
3	da -5 a -9 m	4	767
4	da -9 a -17 m	8	1070
5	da -17 a -21 m	4	737
6	da -21 a -30 m	9	1177

### FORO S1vp – VELOCITA' ONDE SH

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità media SH [m/s]
1	da -1 a -2 m	1	122
2	da -2 a -5 m	3	117
3	da -5 a -9 m	4	160
4	da -9 a -17 m	8	146
5	da -17 a -21 m	4	213
6	da -21 a -30 m	9	192

### FORO S1vp – PARAMETRI DINAMICI

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Poisson [ $\sigma$ ]	Taglio $\mu$ [MPa]	Young E [MPa]	Bulk $\kappa$ [MPa]
1	da -1 a -2 m	1	16.43	0.26	60.22	23.98	41.12
2	da -2 a -5 m	3	17.08	0.48	67.65	22.93	456.00
3	da -5 a -9 m	4	17.53	0.48	130.06	44.02	952.88
4	da -9 a -17 m	8	18.14	0.49	113.04	37.92	1986.16
5	da -17 a -21 m	4	17.47	0.45	226.15	77.75	827.14
6	da -21 a -30 m	9	18.35	0.49	197.25	66.35	2405.04

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio Vs nei primi 30 m di profondità, è possibile determinare una velocità equivalente Vs<sub>30</sub> rappresentativa del sito in esame. Secondo la normativa italiana in materia di progettazione antisismica "O.P.C.M. n° 3274/2003" e sue modifiche e le Norme Tecniche di Costruzione (D.M. 14/01/2008) e sue modifiche e, ancora, secondo la normativa europea Eurocodice 8, il valore calcolato di Vs<sub>30</sub> è pari a

$$V_{s30} = 160 \text{ m/s.}$$

Vista la stratigrafia presente, i profili di velocità delle onde di taglio e il valore di Vs<sub>30</sub> si può assimilare la categoria di suolo di fondazione di riferimento al suolo "D".

#### 4.4.4 Down Hole S11v

La prova S11v\_DH è stata condotta, come precedentemente accennato, all'interno del foro geotecnico S11v. La profondità del sondaggio è stata spinta fino a 30 m.

I risultati completi della prova, la sua ubicazione e la sua interpretazione, sono reperibili di seguito e nell'Allegato 4.

Nelle pagine seguenti, sono altresì riportati, i valori delle velocità delle onde P ed S, i valori dinamici del Coefficiente di Poisson (qui indicato col simbolo  $\sigma$ ), del Modulo di Young dinamico (E), del Modulo di Rigidità o di Taglio ( $\mu$ ), nonché del Bulk Modulus (inverso della compressibilità), calcolati così come descritto precedentemente.

#### FORO S11v – VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità media P [m/s]
1	da -1 a -3 m	2	331
2	da -3 a -6 m	3	519
3	da -6 a -10 m	4	1673
4	da -10 a -13 m	3	1098
5	da -13 a -20 m	7	1158
6	da -20 a -25 m	5	1177
7	da -25 a -30 m	5	1462

#### FORO S11v – VELOCITA' ONDE SH

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità media SH [m/s]
1	da -1 a -3 m	2	116
2	da -3 a -6 m	3	129
3	da -6 a -10 m	4	140
4	da -10 a -13 m	3	297
5	da -13 a -20 m	7	170
6	da -20 a -25 m	5	198
7	da -25 a -30 m	5	248

#### FORO S11v – PARAMETRI DINAMICI

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Poisson [ $\sigma$ ]	Taglio $\mu$ [MPa]	Young E [MPa]	Bulk $\kappa$ [MPa]
1	da -1 a -3 m	2	16.66	0.43	62.88	21.99	149.71
2	da -3 a -6 m	3	17.04	0.47	81.58	27.81	413.00
3	da -6 a -10 m	4	19.35	0.50	111.29	37.19	5260.62
4	da -10 a -13 m	3	18.20	0.46	459.79	157.40	1941.46
5	da -13 a -20 m	7	18.32	0.49	154.59	51.91	2339.44
6	da -20 a -25 m	5	18.35	0.49	209.64	70.56	2399.42
7	da -25 a -30 m	5	18.92	0.49	339.04	114.14	3814.57

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio Vs nei primi 30 m di profondità, è possibile determinare una velocità equivalente Vs<sub>30</sub> rappresentativa del sito in esame. Secondo la normativa italiana in materia di progettazione antisismica "O.P.C.M. n° 3274/2003" e sue modifiche e le Norme Tecniche di Costruzione (D.M.



LINEA PESCARA-BARI  
Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli - Lesina 2 e 3  
RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA

INDAGINE GEOFISICA

REPORT INDAGINI GEOFISICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI03	02 D 69	IG	GE0005 001	A	35 di 37

14/01/2008) e sue modifiche e, ancora, secondo la normativa europea Eurocodice 8, il valore calcolato di  $V_{s30}$  è pari a

$$V_{s30} = 172 \text{ m/s.}$$

Vista la stratigrafia presente, i profili di velocità delle onde di taglio e il valore di  $V_{s30}$  si può assimilare la categoria di suolo di fondazione di riferimento al suolo "D".

	<b>LINEA PESCARA-BARI</b> Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli - Lesina 2 e 3 <b>RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>					
	<b>INDAGINE GEOFISICA</b>					
<b>REPORT INDAGINI GEOFISICHE</b>	<b>COMMESSA</b>	<b>LOTTO</b>	<b>CODIFICA</b>	<b>DOCUMENTO</b>	<b>REV.</b>	<b>FOGLIO</b>
	LI03	02 D 69	IG	GE0005 001	A	36 di 37

## 5. BIBLIOGRAFIA

Aki K., 1964. A note on the use of microseisms in determining the shallow structures of the earth's crust, *Geophysics*, 29, 665–666.

Archie G.E., 1942. "The electrical resistivity log as an aid in determining some reservoir characteristics". *Transaction of the AIME* 146, 54-62.

Ben-Menahem A. E SINGH S.J., 1981. *Seismic Waves and Sources*, Springer-Verlag, New York.

Burnham, G. F. and Hawke, P. J., Smart solution to a sticky problem: in-mine clay mapping using high-resolution geophysics. (In Press).

Coffeen, J.A., 1978. "Seismic exploration fundamentals". Pubb. Co.;

Dey A. and Morrison H.F., 1979, Resistivity modeling for arbitrarily shaped two-dimensional structures, *Geophysical Prospecting*, 27(1), 106-136.

Dobrin, M.B., 1976. "Introduction to Geophysical prospecting". McGraw-Hill Book Co.;

Cavinato, G. P., Di Luzio, E., Moscatelli, M., Vallone, R., Averardi, M., Valente, A., and Papale, S. 2006. The new Col di Tenda tunnel between Italy and France: Integrated geological investigations and geophysical prospections for preliminary studies on the Italian side. *Engineering Geology* 88, 90-109.

Dahlin, T., Bjelm, L., and Svensson, C. 1999. Use of electrical imaging in site investigations for a railway tunnel through the Hallandsås Horst, Sweden. *Quarterly Journal of Engineering Geology* 32, 163-172.

Foti S., 2000, Multi-Station Methods for Geotechnical Characterisation Using Surface Waves, PhD Diss., Politecnico di Torino, 229 pp.

Ganerød, G. V., Rønning, J. S., Dalsegg, E., Elvebakk, H., Holmøy, K., Nilsen, B., and Braathen, A. 2006 Comparison of geophysical methods for sub-surface mapping of faults and fracture zones in a section of the Viggja road tunnel, Norway. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment* 65, 231-243.

John m. Reynolds, (1997). "An introduction to applied and environmental geophysics", pp. 415-488, Wiley, England.

Jun-Su Choi , Hee-Hwan Ryu, In-Mo Lee , Gye-Chun Cho, 2006. "Rock Mass Classification Using Electrical Resistivity – an Analytical Study", *Key Engineering Material*, Vols. 321-323, pp. 1411-1414, Trans Tech Publications, Switzerland.

LaBrecque, D. J., Morelli, G., Daily, W., Ramirez, A. and Lundegard, P. - Occam's inversion of 3-D electrical resistivity tomography, in Oristaglio, M. and Spies, B., Ed., *Three-dimensional electromagnetics: Soc. of Expl. Geophys.*, 575-590, 1999.

Loke, M.H., A practical guide to 2D & 3D electrical imaging surveys (10th Aug. 2000).

Morelli, G., Morelli, A., Chiara, P., Pacchini, A., Fischanger, F., 2004. "Characterization of Complex Archaeological Sites Using 3D Electrical Resistivity Tomography". *Proceedings of the SAGEEP 2004*, 185-192.

Mcmechan G.A., Yedlin M.J., 1981, Analysis of dispersive wave by wave field

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA-BARI</b> Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli - Lesina 2 e 3 RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</p> <p><b>INDAGINE GEOFISICA</b></p>					
	<p><b>REPORT INDAGINI GEOFISICHE</b></p>	<p>COMMESSA LI03</p>	<p>LOTTO 02 D 69</p>	<p>CODIFICA IG</p>	<p>DOCUMENTO GE0005 001</p>	<p>REV. A</p>

transformation, Geophysics, 46, 869-874.

Morelli G. and LaBrecque D.J., 1996, Advances in ERT modeling, Eur. J. Environ. Eng. Geophys., 1, 171-186.

Nazarian S., Stokoe K.H., 1986, Use of surface waves in pavement evaluation, Transp. Res. Rec, 1070, 132-144;

Park C.B., Miller R.D., Xia J., 2001, Offset and resolution of dispersion curve in multichannel analysis of surface waves (MASW), proc. SAGEEP 2001;

Park S.K. and Van G.P., 1991, Inversion of pole-pole data for 3-D resistivity structure beneath arrays of electrodes, Geophysics, 56, 951-960.

Ramirez A., Daily W., Binley A., and LaBrecque D.J., 1999, Electrical impedance tomography of known targets, J. of Environmental and Engineering Geophysics, 4(1), 11-26, 1999.

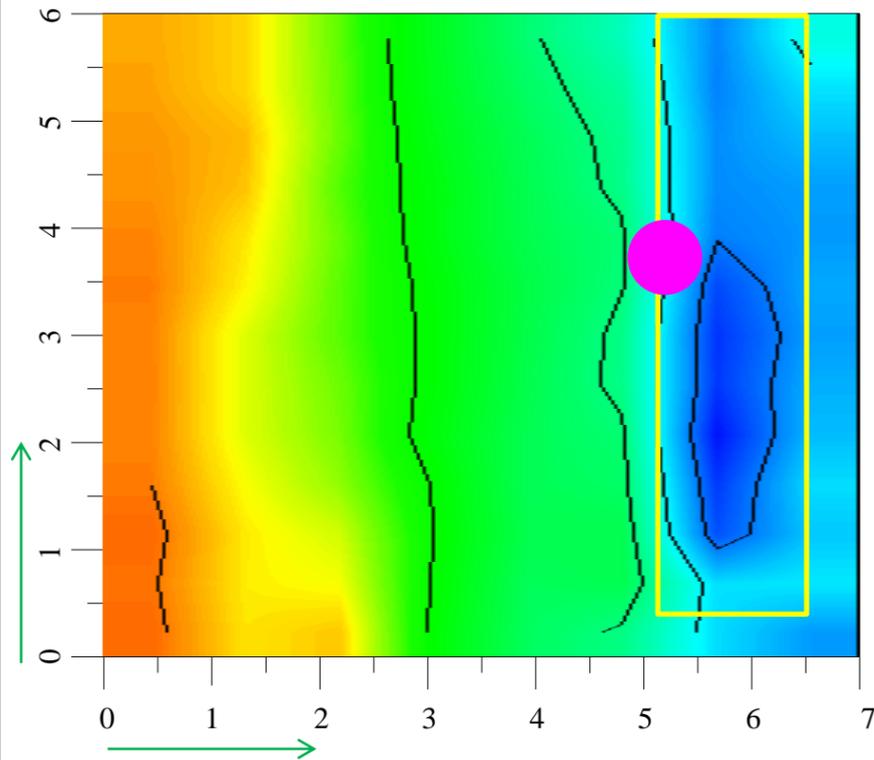
Sasaki Y., 1994, 3-D resistivity inversion using the finite-element method, Geophysics, 59(11), 1839-1848.

Stokoe K.H., Wright S.G., Bay J., Roesset J.M., 1994, characterization of geotechnical sites by SASW method, in Geophysical characterization of sites, (ISSMFE TC#10) by R.D. Woods (ed), Oxford & IBH Publ., pp. 15-25.

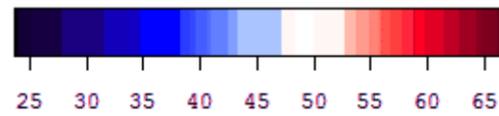
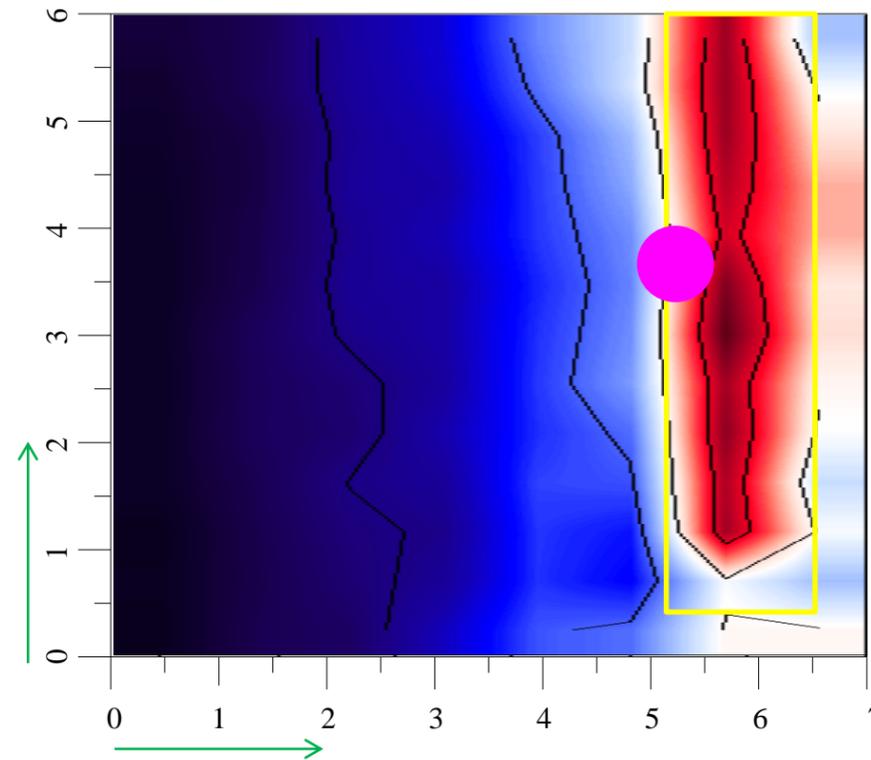
Xia J., Miller R.D., Park C.B., 1999, Estimation of near-surface shear-wave velocity by inversion of Rayleigh waves, Geophysics, 64, 691-700.

**ALLEGATO GRAFICO N.1 – INDAGINI FDEM TAVOLE 1-7**

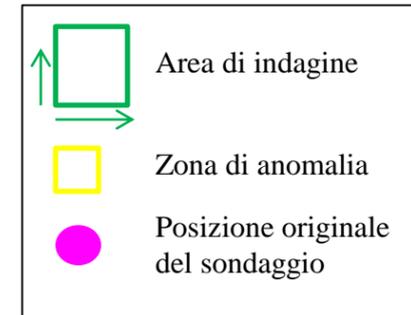
**INDAGINI ELETTRO MAGNETICHE – Termoli (CB) – S09**



Scala colore della mappa della componente in quadratura in mS/m



Scala colore della mappa della componente in fase in ppt (parti per migliaia)



**L'indagine non evidenzia anomalie associabili alla presenza di masse metalliche interrate nei primi 4-5 metri di terreno ad eccezione del lato verso la strada che evidenzia un allineamento riconducibile alla presenza di una tubazione. SI CONSIGLIA lo spostamento del sondaggio dalla posizione originale.**

**Foto dell'area di indagine**

Presenza di una struttura in cemento



TAVOLA

**1**

**OGGETTO**

Indagini geofisiche per la ricerca di masse metalliche interrate:

Piazzola per sondaggio **S09**

Progetto Definitivo

LINEA PESCARA-BARI  
RADDOPPIO TERMOLI (e)  
- LESINA (e)  
RADDOPPIO TERMOLI (e)  
- RIPALTA (Lotti 2 e 3)



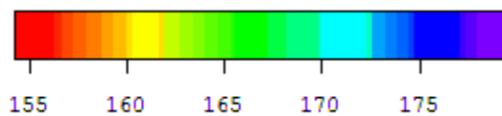
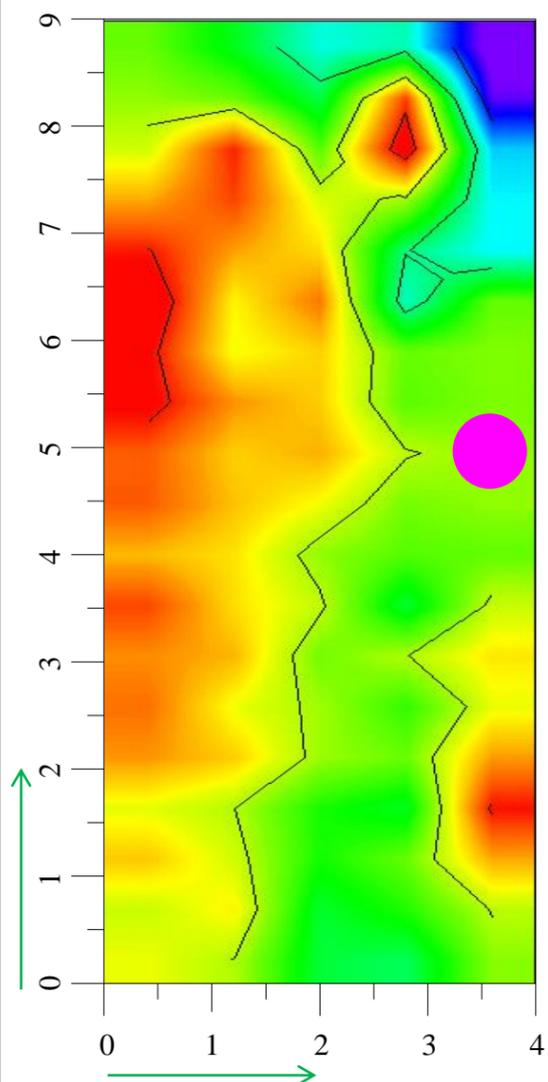
**Per la  
SOING Strutture e  
Ambiente srl**

**ELAB** N. Ardito

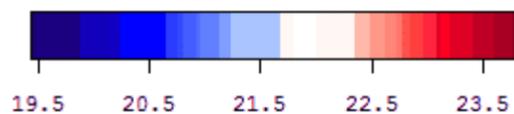
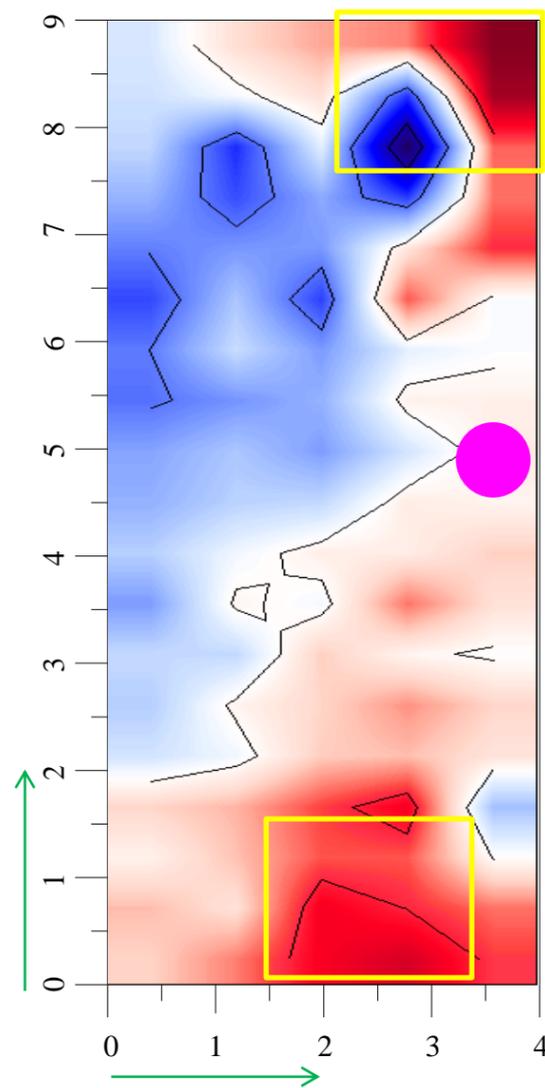
**VERIFICA** A. Morelli

**APPROV.** P. Chiara

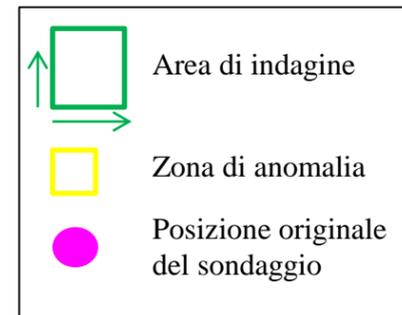
# INDAGINI ELETTRO MAGNETICHE – Termoli (CB) – S10



Scala colore della mappa della componente in quadratura in mS/m

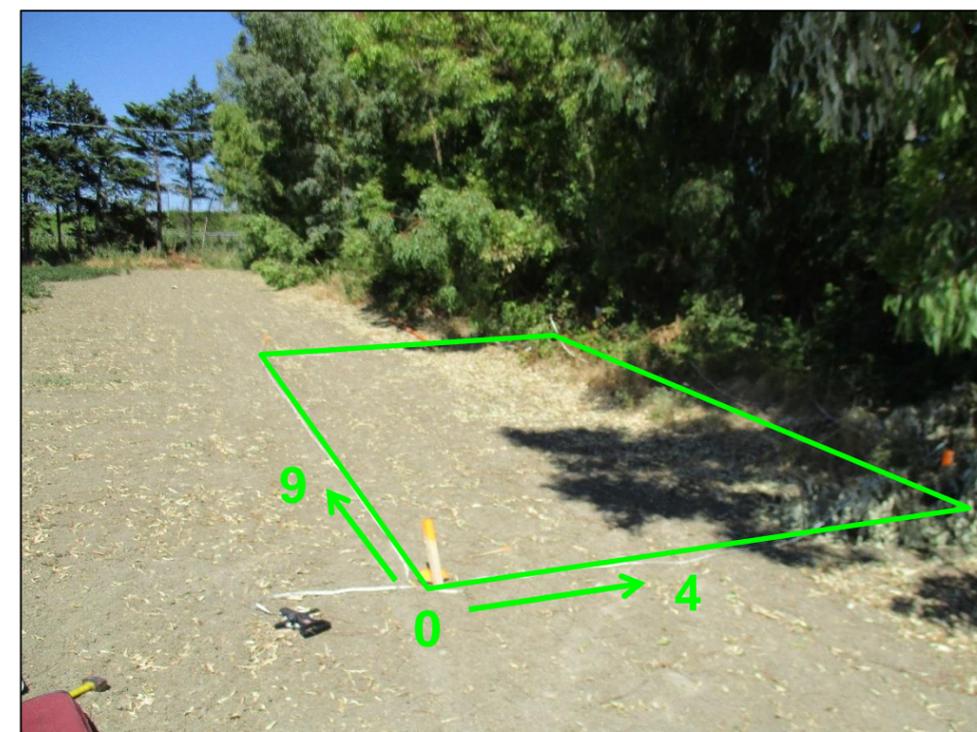


Scala colore della mappa della componente in fase in ppt (parti per migliaia)



**L'indagine non evidenzia anomalie associabili alla presenza di masse metalliche interrate nei primi 4-5 metri di terreno ad eccezione delle zone evidenziate in mappa, nelle quali SI SCONSIGLIA di effettuare il sondaggio.**

## Foto dell'area di indagine



TAVOLA

2

### OGGETTO

Indagini geofisiche per la ricerca di masse metalliche interrate:

Piazzola per sondaggio **S10**

Progetto Definitivo

LINEA PESCARA-BARI  
RADDOPPIO TERMOLI (e)  
- LESINA (e)  
RADDOPPIO TERMOLI (e)  
- RIPALTA (Lotti 2 e 3)



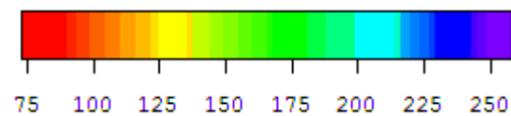
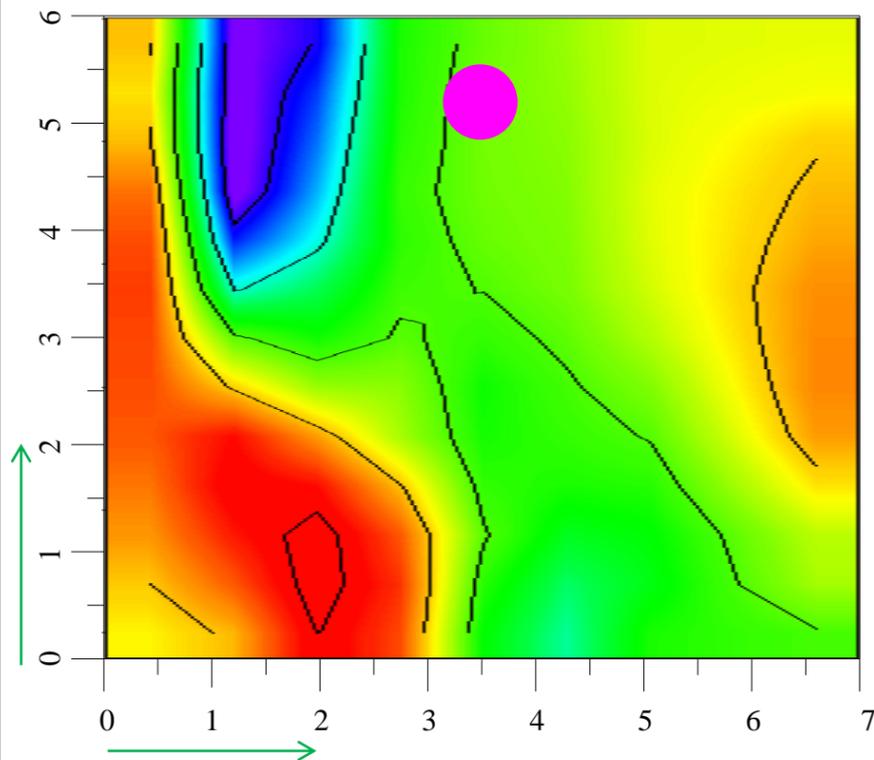
**Per la  
SOING Strutture e  
Ambiente srl**

**ELAB** N. Ardito

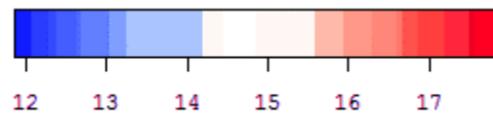
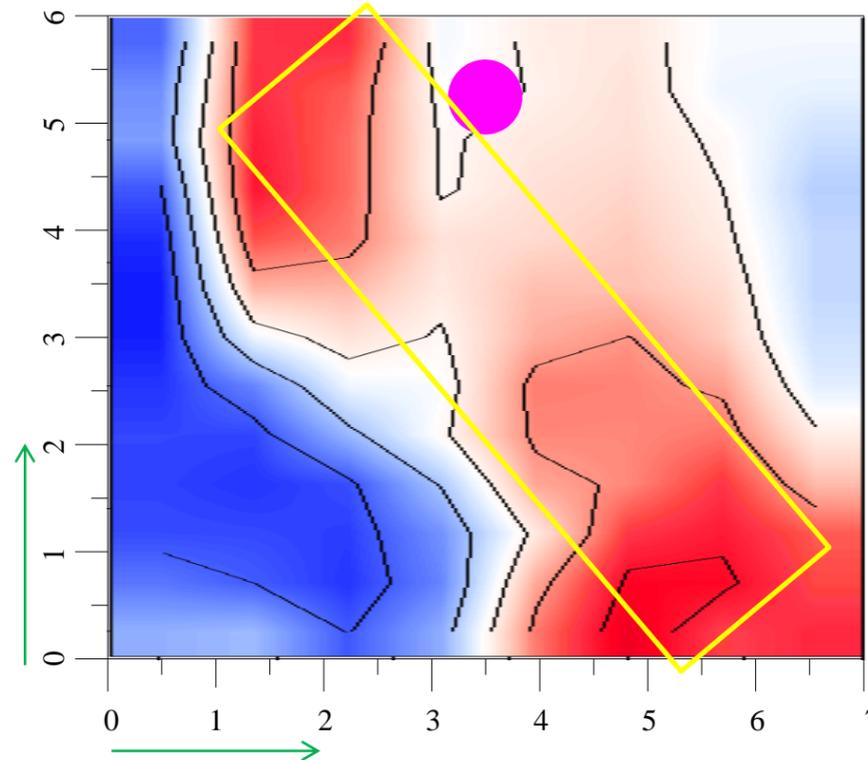
**VERIFICA** A. Morelli

**APPROV.** P. Chiara

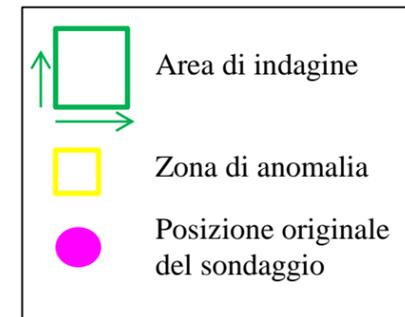
**INDAGINI ELETTRO MAGNETICHE – Termoli (CB) – S11**



Scala colore della mappa della componente in quadratura in mS/m



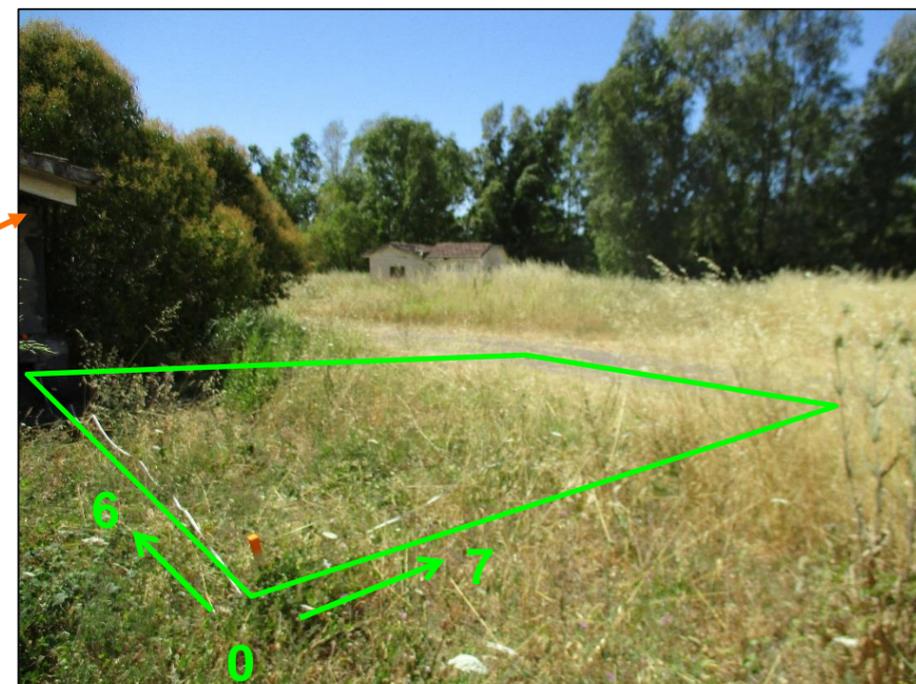
Scala colore della mappa della componente in fase in ppt (parti per migliaia)



**L'indagine evidenzia anomalie associabili alla presenza di masse metalliche interrato nei primi 4-5 metri di terreno. SI CONSIGLIA di spostare il sondaggio di 1-2 metri verso la stradina, oppure nelle vicinanze del punto 0;0 .**

**Foto dell'area di indagine**

Presenza di un casotto



**OGGETTO**

Indagini geofisiche per la ricerca di masse metalliche interrato:

Piazzola per sondaggio **S11**

Progetto Definitivo

LINEA PESCARA-BARI  
RADDOPPIO TERMOLI (e)  
- LESINA (e)  
RADDOPPIO TERMOLI (e)  
- RIPALTA (Lotti 2 e 3)



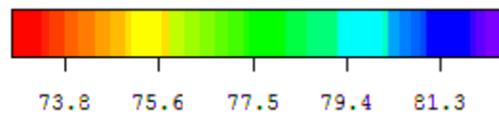
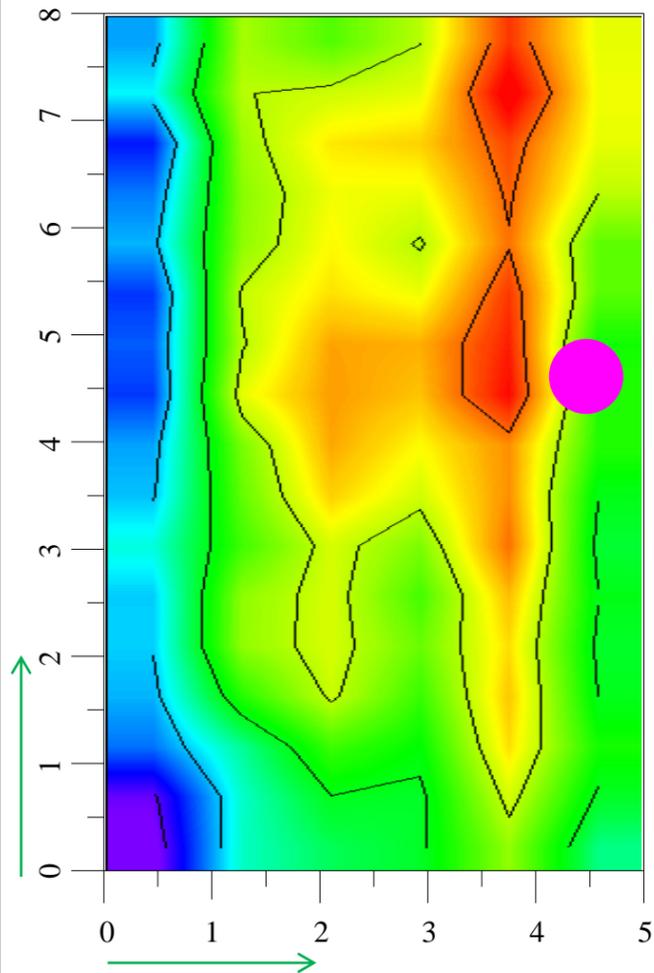
**Per la  
SOING Strutture e  
Ambiente srl**

**ELAB** N. Ardito

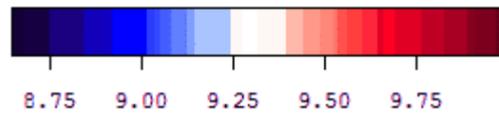
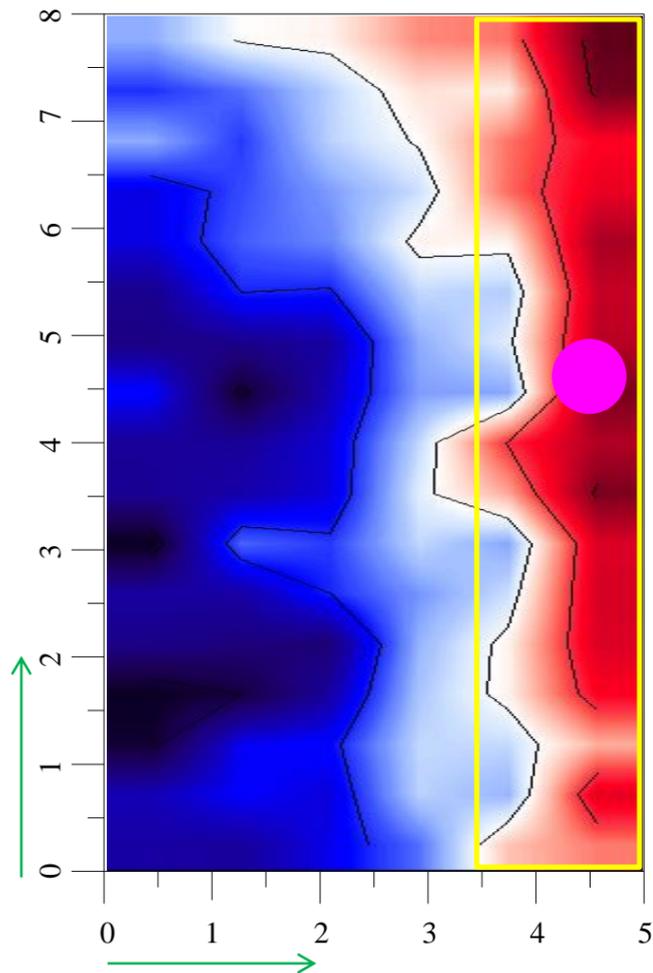
**VERIFICA** A. Morelli

**APPROV.** P. Chiara

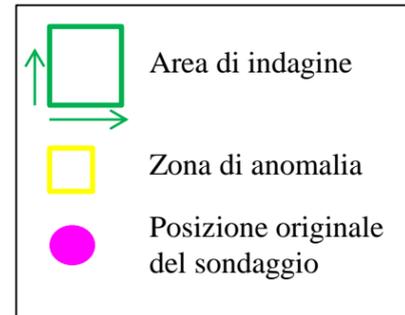
**INDAGINI ELETTRO MAGNETICHE – Termoli (CB) – S12**



Scala colore della mappa della componente in quadratura in mS/m

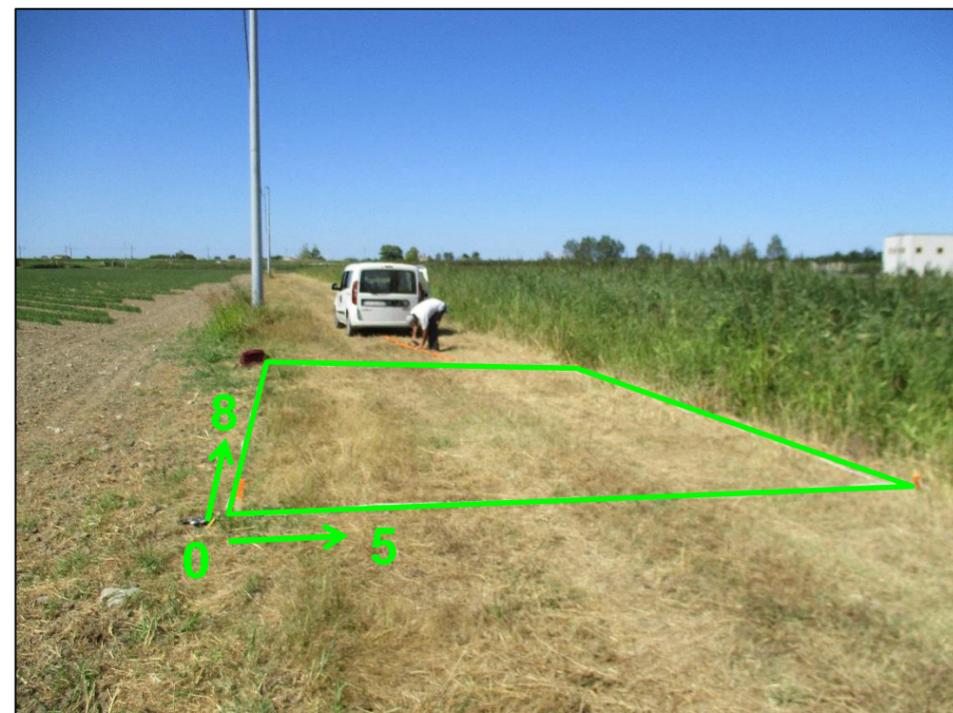


Scala colore della mappa della componente in fase in ppt (parti per migliaia)



**L'indagine evidenzia un'anomalia lineare sul lato del fossetto. SI CONSIGLIA di effettuare il sondaggio al centro dell'area, sulla strada sterrata.**

**Foto dell'area di indagine**



TAVOLA

**4**

**OGGETTO**

Indagini geofisiche per la ricerca di masse metalliche interrate:

Piazzola per sondaggio **S12**

Progetto Definitivo

LINEA PESCARA-BARI  
RADDOPPIO TERMOLI (e)  
- LESINA (e)  
RADDOPPIO TERMOLI (e)  
- RIPALTA (Lotti 2 e 3)



**Per la  
SOING Strutture e  
Ambiente srl**

**ELAB** N. Ardito

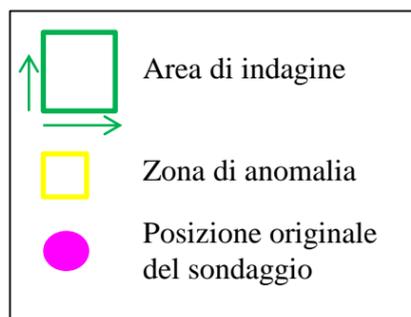
**VERIFICA** A. Morelli

**APPROV.** P. Chiara

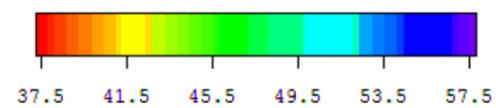
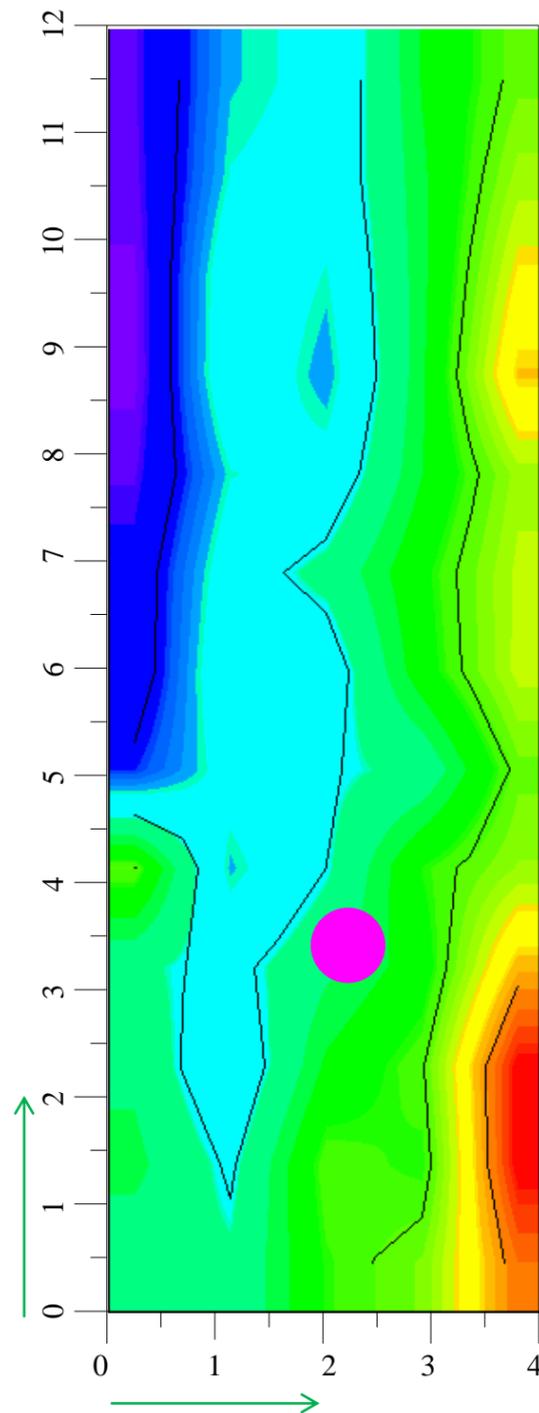
**INDAGINI ELETTRO MAGNETICHE – Termoli (CB) – S13**



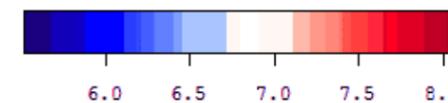
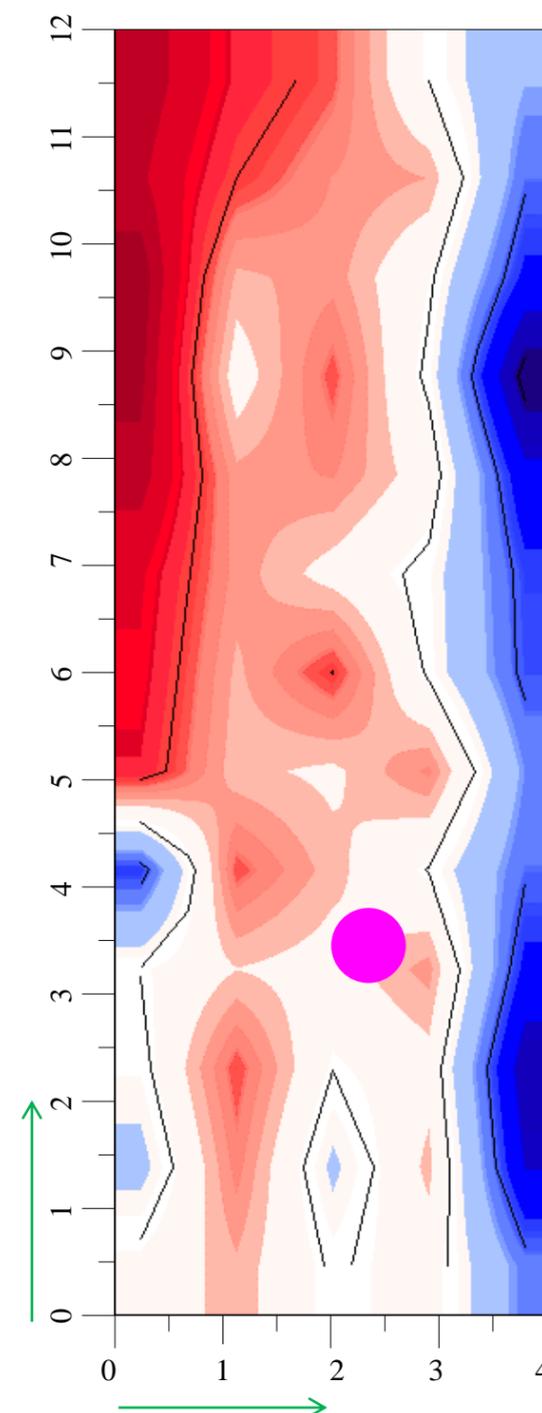
**Foto dell'area di indagine**



**L'indagine non evidenzia anomalie associabili alla presenza di masse metalliche interrato nei primi 4-5 metri di terreno**



Scala colore della mappa della componente in quadratura in mS/m



Scala colore della mappa della componente in fase in ppt (parti per migliaia)

**OGGETTO**

Indagini geofisiche per la ricerca di masse metalliche interrato:

Piazzola per sondaggio **S13**

Progetto Definitivo

LINEA PESCARA-BARI  
RADDOPPIO TERMOLI (e)  
- LESINA (e)  
RADDOPPIO TERMOLI (e)  
- RIPALTA (Lotti 2 e 3)



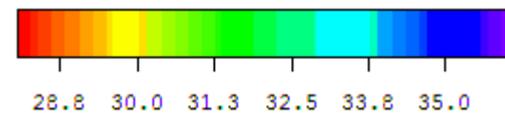
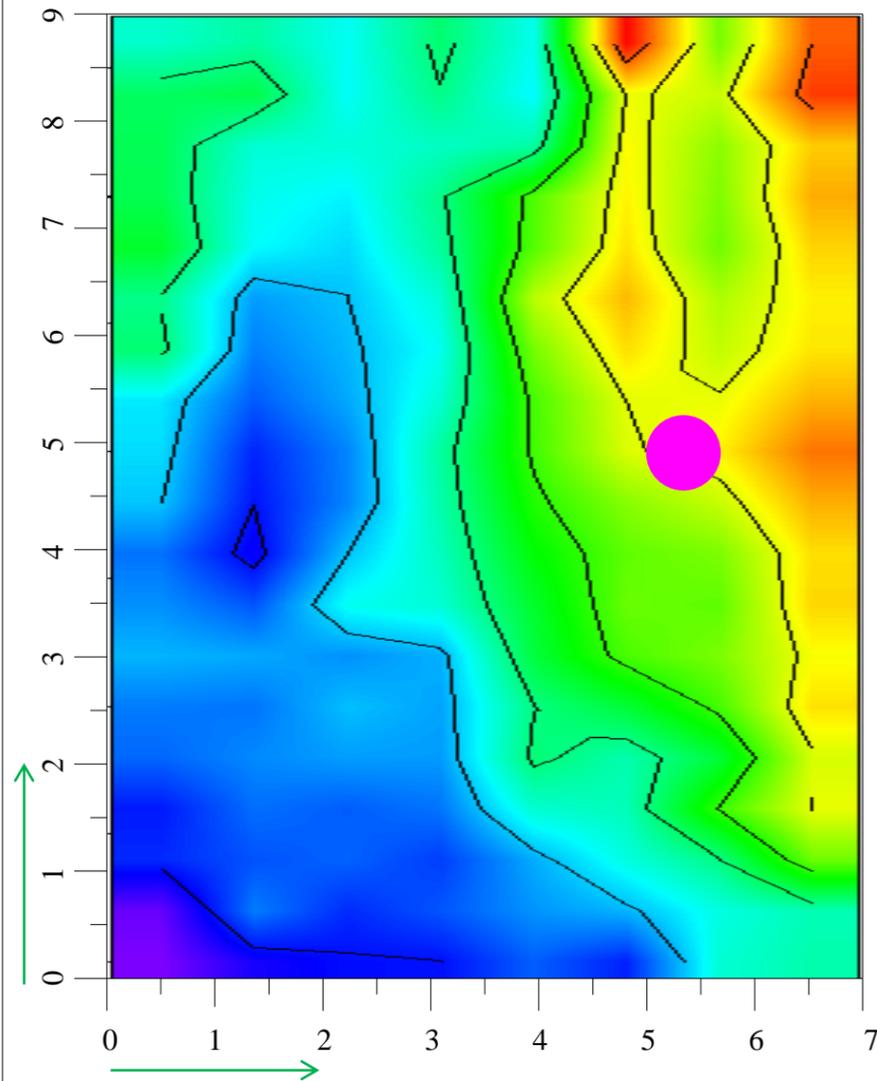
**Per la  
SOING Strutture e  
Ambiente srl**

**ELAB** N. Ardito

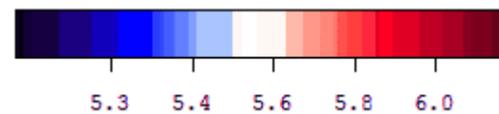
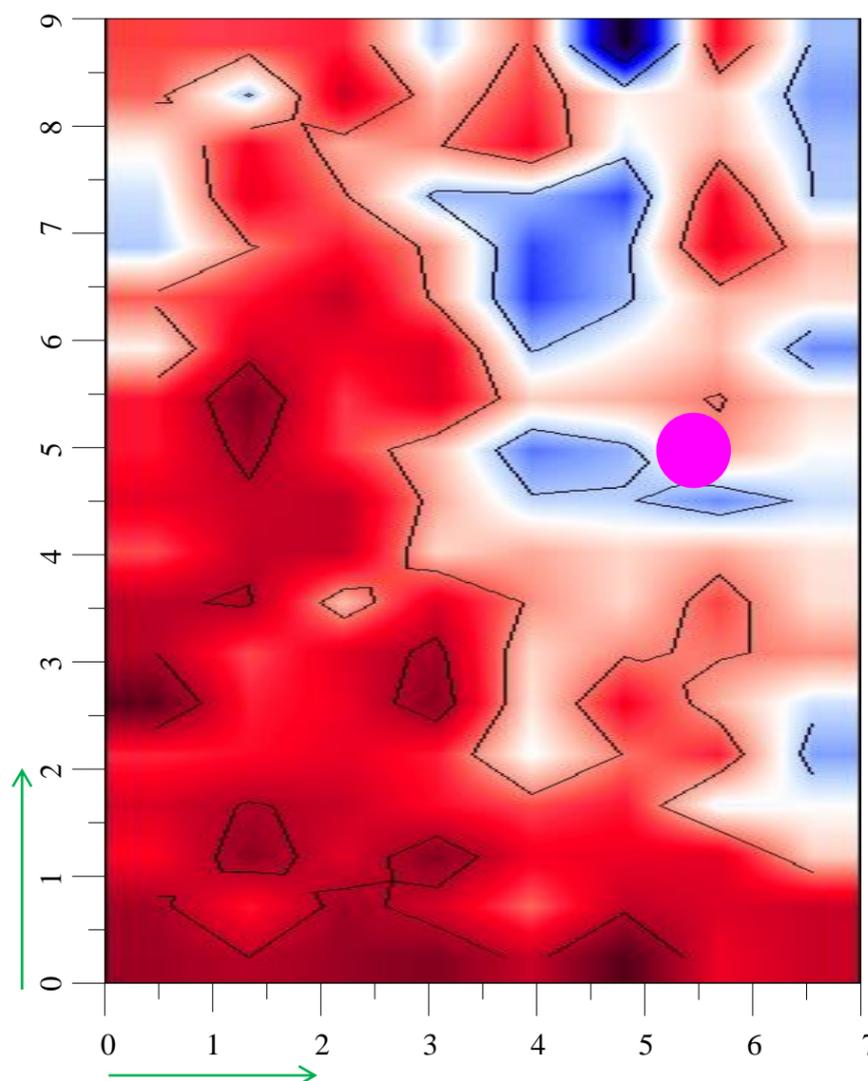
**VERIFICA** A. Morelli

**APPROV.** P. Chiara

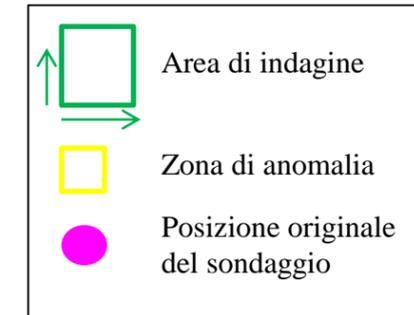
**INDAGINI ELETTRO MAGNETICHE – Termoli (CB) – S14**



Scala colore della mappa della componente in quadratura in mS/m



Scala colore della mappa della componente in fase in ppt (parti per migliaia)



**L'indagine non evidenzia anomalie associabili alla presenza di masse metalliche interrate nei primi 4-5 metri di terreno.**

**Foto dell'area di indagine**



TAVOLA

**6**

**OGGETTO**

Indagini geofisiche per la ricerca di masse metalliche interrate:

Piazzola per sondaggio **S14**

Progetto Definitivo

LINEA PESCARA-BARI  
RADDOPPIO TERMOLI (e)  
- LESINA (e)  
RADDOPPIO TERMOLI (e)  
- RIPALTA (Lotti 2 e 3)



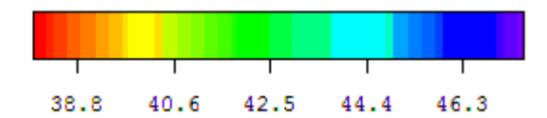
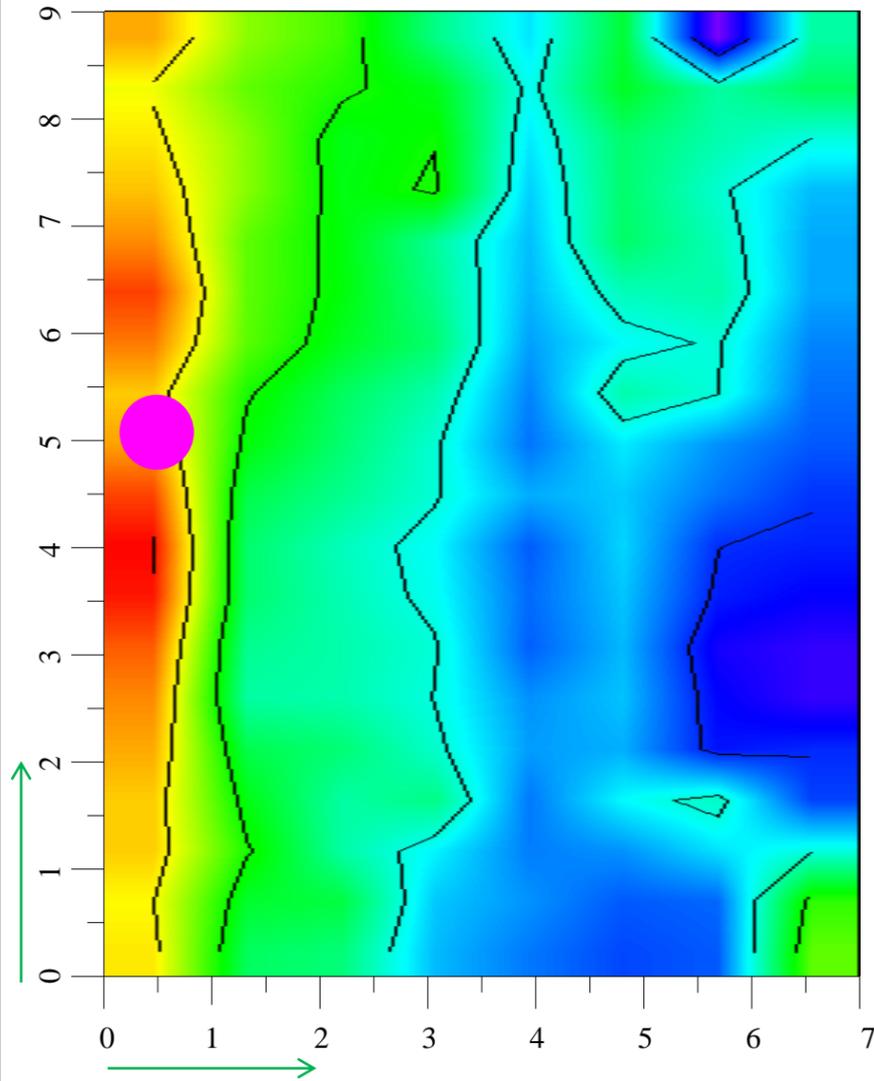
**Per la  
SOING Strutture e  
Ambiente srl**

**ELAB** N. Ardito

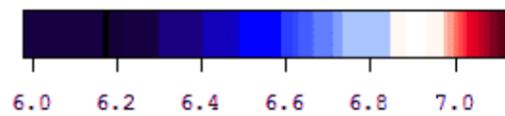
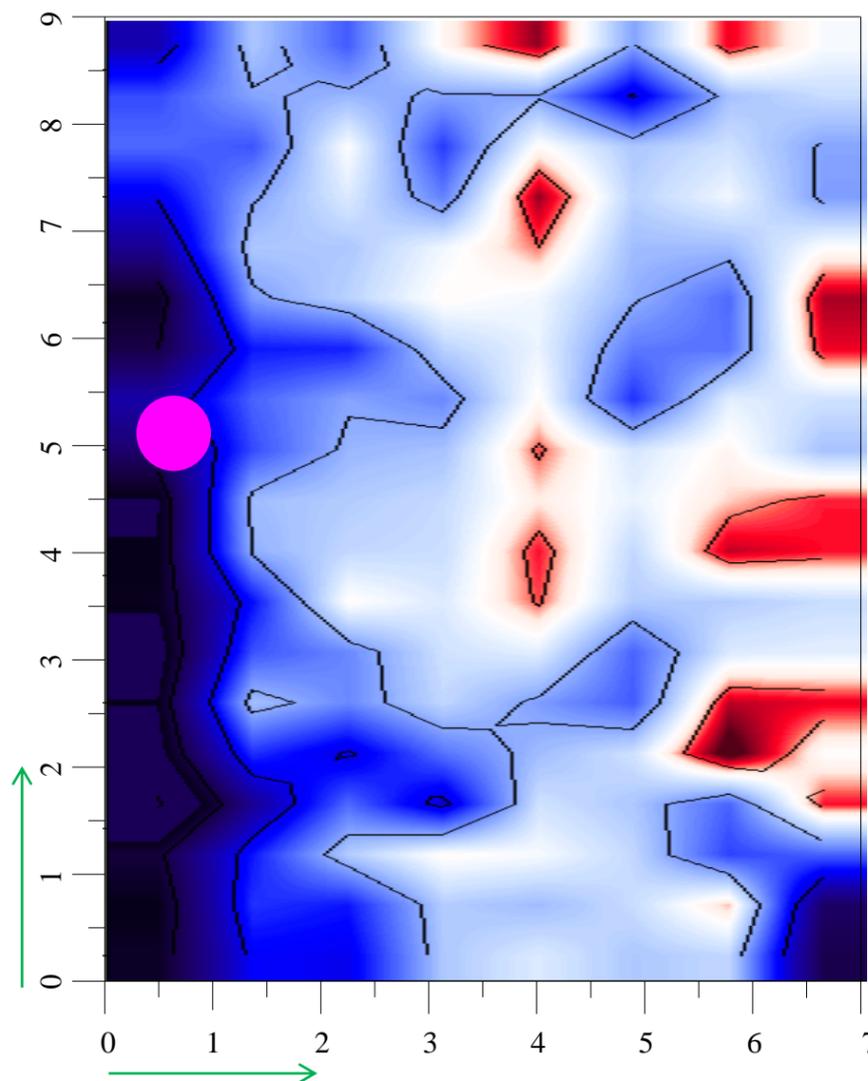
**VERIFICA** A. Morelli

**APPROV.** P. Chiara

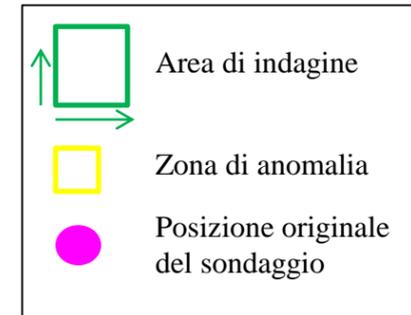
**INDAGINI ELETTRO MAGNETICHE – Termoli (CB) – S15**



Scala colore della mappa della componente in quadratura in mS/m

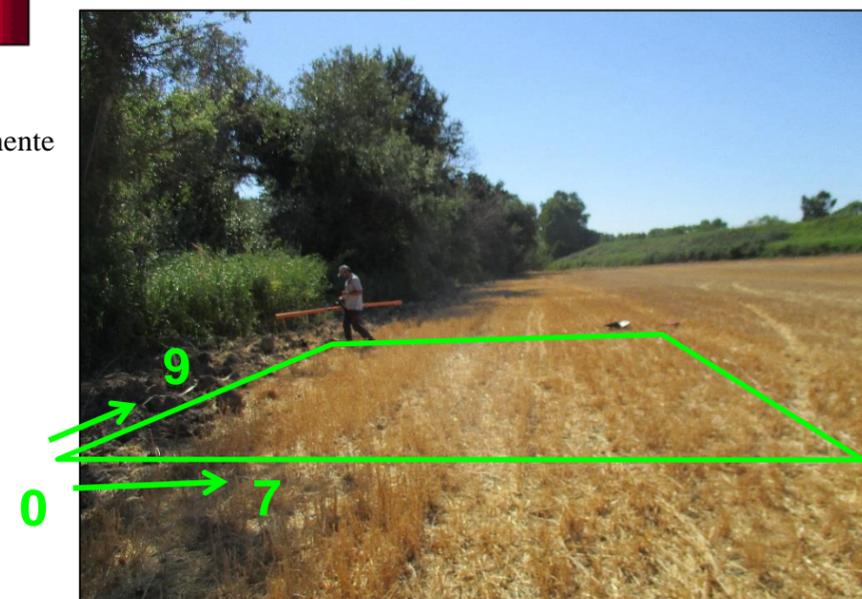


Scala colore della mappa della componente in fase in ppt (parti per migliaia)



**L'indagine non evidenzia anomalie associabili alla presenza di masse metalliche interrate nei primi 4-5 metri di terreno**

**Foto dell'area di indagine**



**OGGETTO**

Indagini geofisiche per la ricerca di masse metalliche interrate:

Piazzola per sondaggio **S15**

Progetto Definitivo

LINEA PESCARA-BARI  
RADDOPPIO TERMOLI (e)  
- LESINA (e)  
RADDOPPIO TERMOLI (e)  
- RIPALTA (Lotti 2 e 3)



**Per la  
SOING Strutture e  
Ambiente srl**

**ELAB** N. Ardito

**VERIFICA** A. Morelli

**APPROV.** P. Chiara

**ALLEGATO GRAFICO N.2 – INDAGINI ERT TAVOLE 1-3**

INDAGINE ELETTRICA ERT 2D



Ubicazione dell'area di indagine

Fase di acquisizione ERT L1  
Inizio linea

**SOING**  
SOLUZIONI E SERVIZI

**OGGETTO:**  
INDAGINE GEOFISICA

**PROGETTO:**  
LINEA PESCARA-BARI  
RADDOPPIO TERMOLI (e) - LESINA (e)  
RADDOPPIO TERMOLI (e) - RIPALTA (Lotti 2 e 3)

**TOMOGRAFIA ELETTRICA ERT L1**

Per la **SOING** Strutture e Ambiente

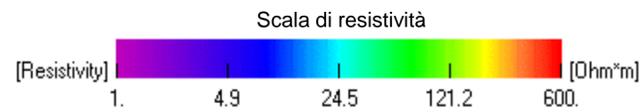
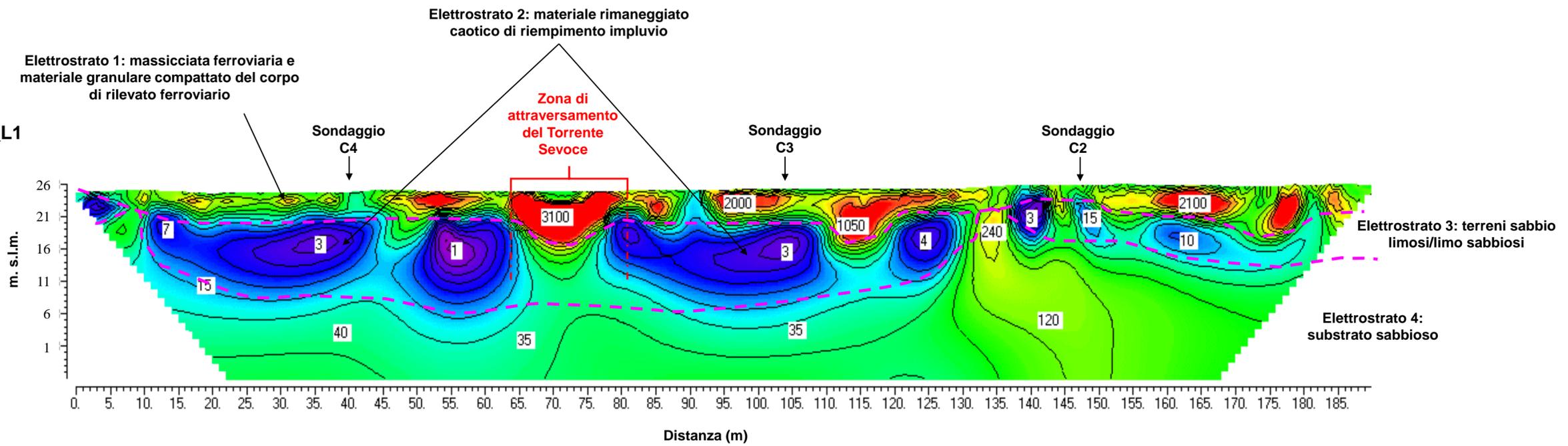
**ELAB** MG. Idili  
**VERIFICA** A. Morelli  
**APPROVAZIONE** P. Chiara

REV 00	TAVOLA 1
--------	----------

Ubicazione indagine ERT 2D

Scala della sezione  
1 cm = 5 m

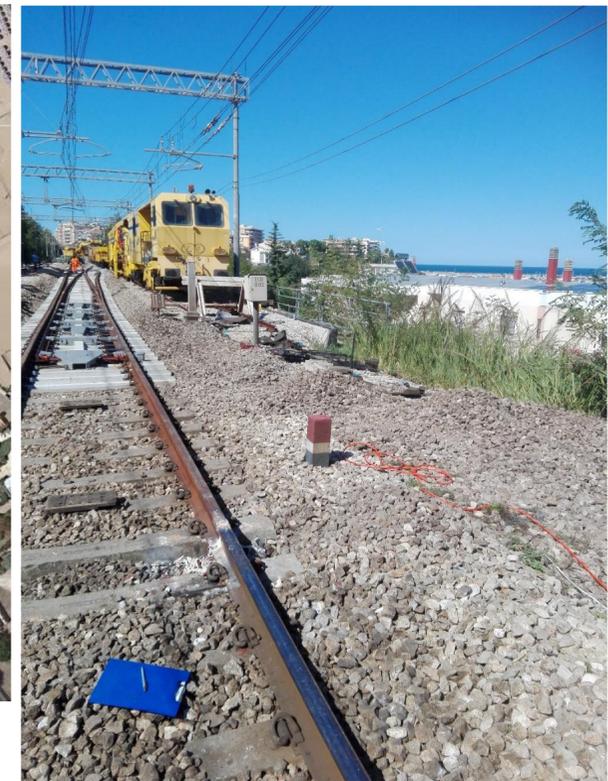
INDAGINE ERT\_L1



INDAGINE ELETTRICA ERT 2D



Ubicazione dell'area di indagine



Fase di acquisizione ERT L2  
Fine linea

**SOING**  
SOLUZIONI E SERVIZI

**OGGETTO:**  
Indagini elettriche ERT 2D

**PROGETTO:**  
LINEA PESCARA-BARI  
RADDOPPIO TERMOLI (e) - LESINA (e)  
RADDOPPIO TERMOLI (e) - RIPALTA (Lotti 2 e 3)

TOMOGRAFIA ELETTRICA  
ERT L2

Per la **SOING** Strutture e Ambiente

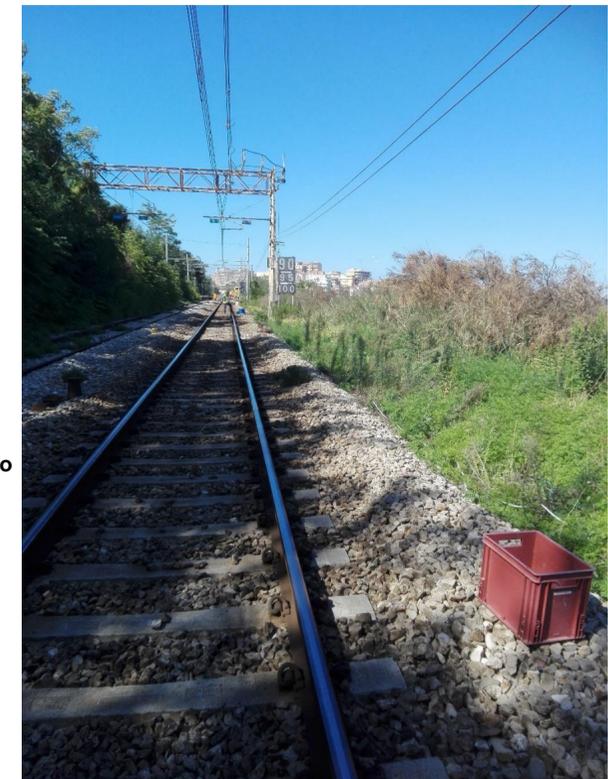
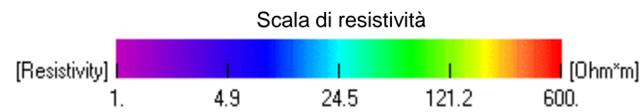
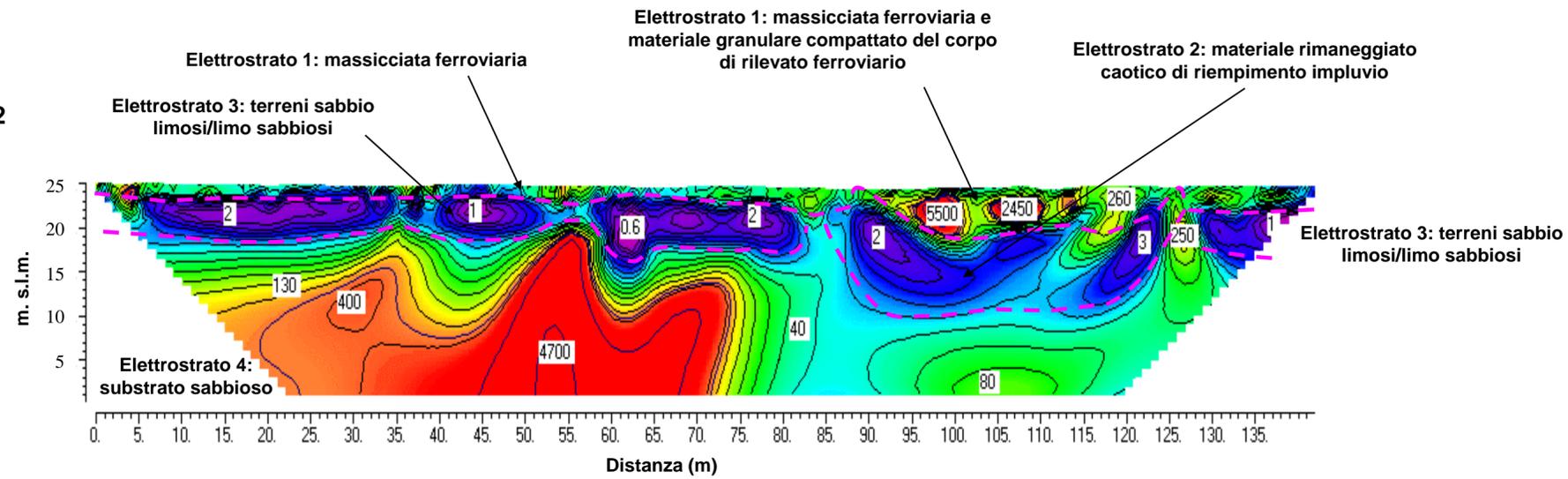
**ELAB** MG. Idili  
**VERIFICA** A. Morelli  
**APPROVAZIONE** P. Chiara

REV 00	TAVOLA 2
--------	----------

Ubicazione indagine ERT 2D

Scala della sezione  
1 cm = 5 m

INDAGINE ERT\_L2

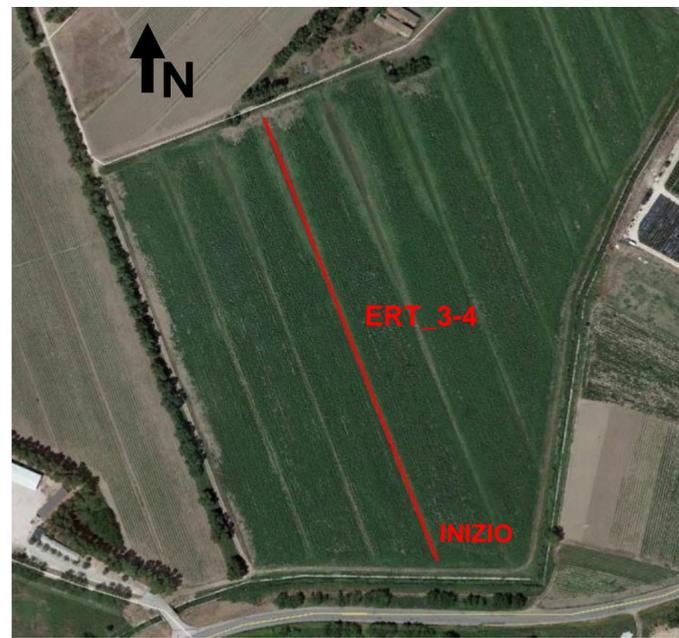


Fase di acquisizione ERT 2  
Inizio linea

INDAGINE ELETTRICA ERT 2D

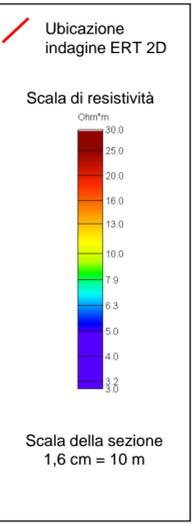


Ubicazione dell'area di indagine

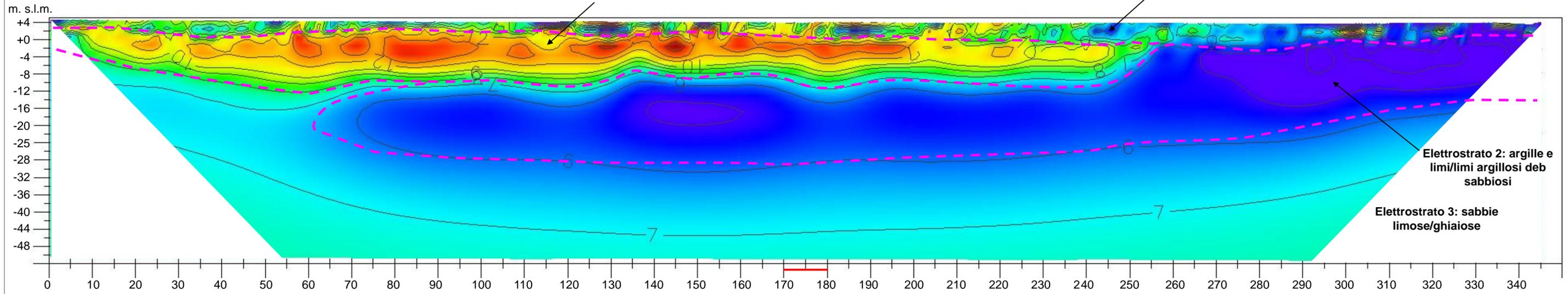


Fase di acquisizione ERT L3-4

<b>OGGETTO:</b>	
Indagini elettrica ERT 2D	
<b>PROGETTO:</b>	
LINEA PESCARA-BARI	
RADDOPPIO TERMOLI (e) - LESINA (e)	
RADDOPPIO TERMOLI (e) - RIPALTA (Lotti 2 e 3)	
TOMOGRAFIA ELETTRICA ERT L3-4	
Per la SOING Strutture e Ambiente	
<b>ELAB</b>	MG. Idili
<b>VERIFICA</b>	A. Morelli
<b>APPROVAZIONE</b>	P. Chiara
REV 00	TAVOLA 3



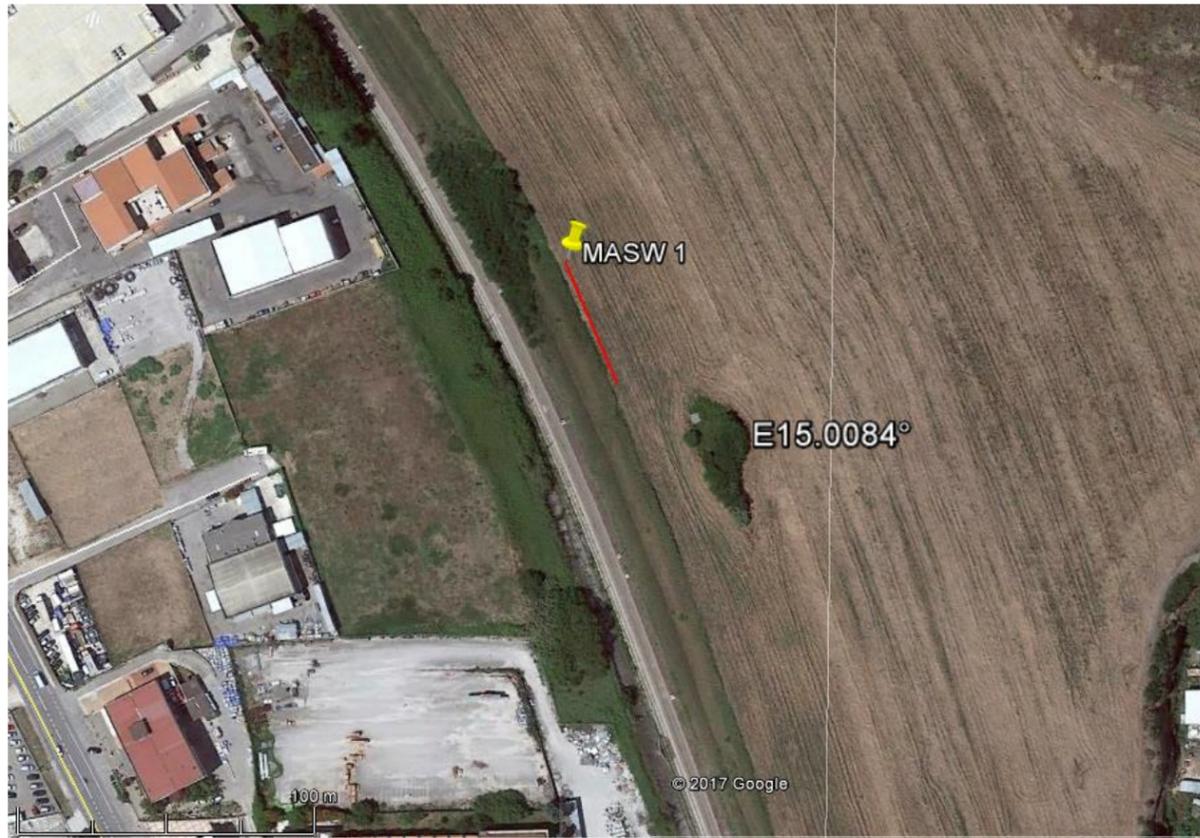
INDAGINE ERT\_ L3-4



**ALLEGATO GRAFICO N.3 – INDAGINI MASW TAVOLE 1-14**

# INDAGINI SISMICHE MASW 1

## Ubicazione Indagine



## Immagine Area Indagine



TAVOLA

1

### OGGETTO

Indagine sismica  
M.A.S.W. 1

Progetto Definitivo

LINEA PESCARA-  
BARI  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
LESINA (e)  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
RIPALTA (Lotti 2 e 3)



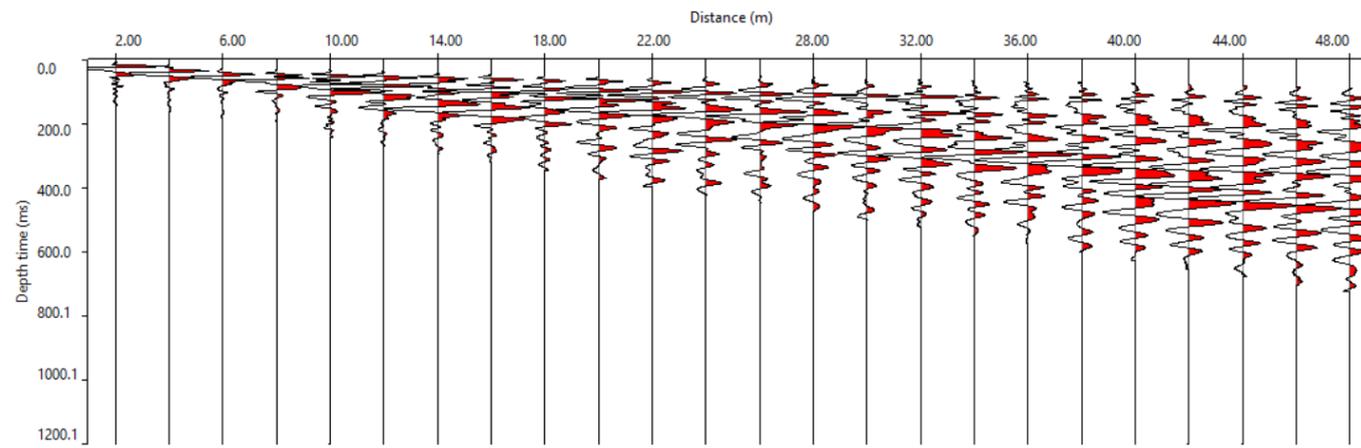
Per la  
**SOING Strutture e  
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

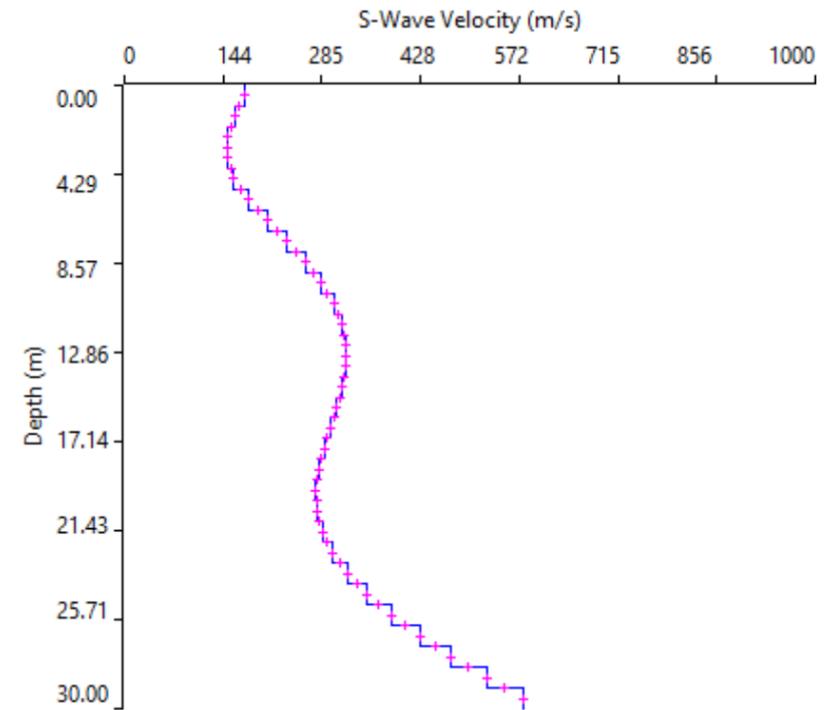
VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

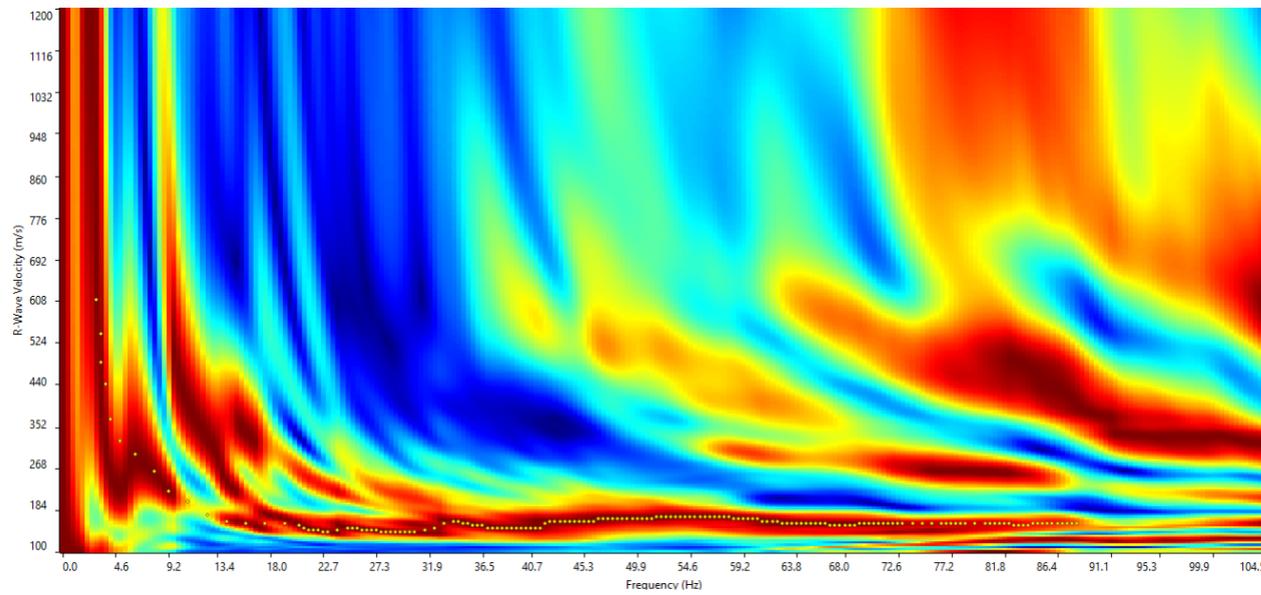
# INDAGINI SISMICHE MASW 1



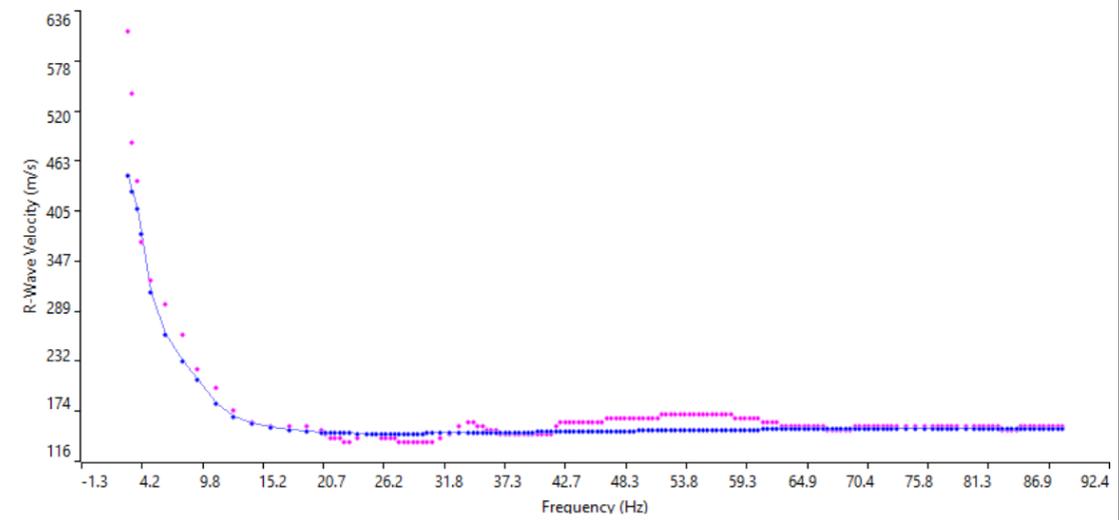
Sismogramma medio utilizzato



Profilo velocità onde S



Spettro F-V



Accoppiamento curve di dispersione

TAVOLA

2

**OGGETTO**

Indagine sismica  
M.A.S.W. 1

Progetto Definitivo

LINEA PESCARA-  
BARI  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
LESINA (e)  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
RIPALTA (Lotti 2 e 3)



**Per la  
SOING Strutture e  
Ambiente srl**

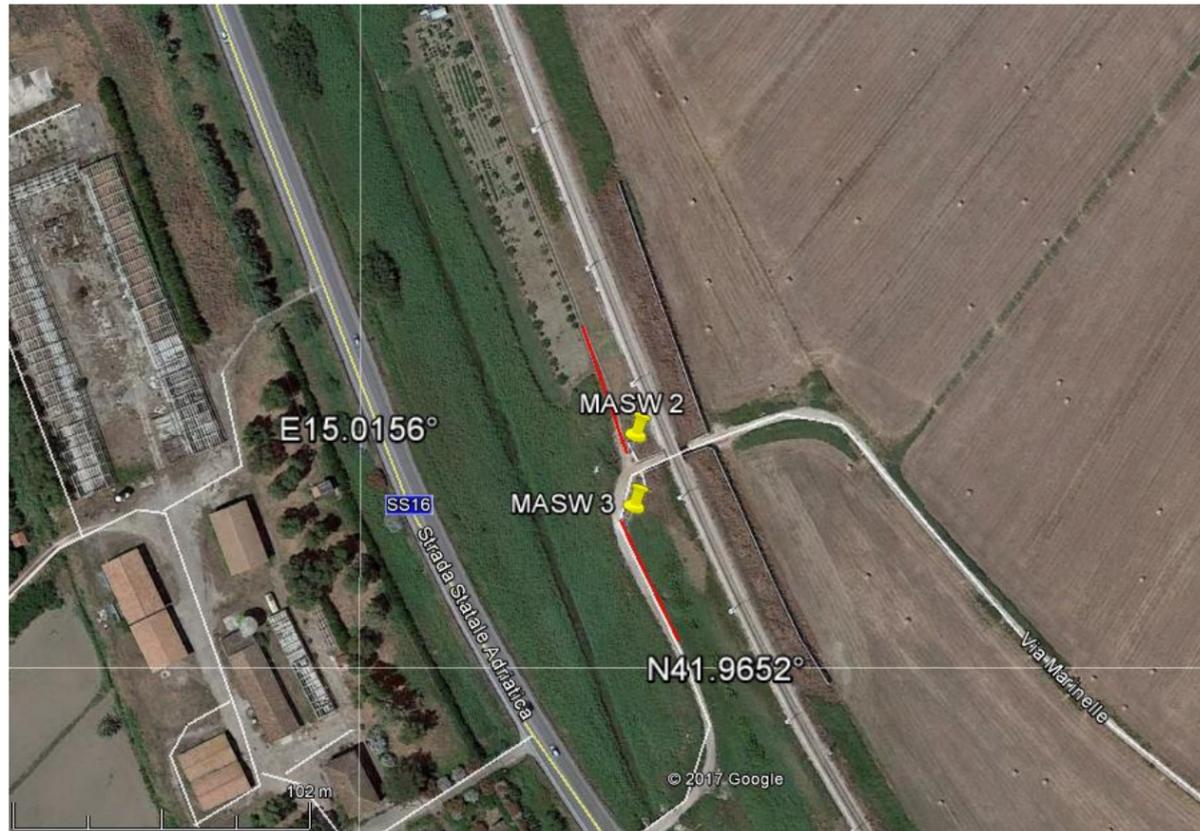
**ELAB** G. Luciani

**VERIFICA** A. Morelli

**APPROV.** P. Chiara

## INDAGINI SISMICHE MASW 2

### Ubicazione Indagine



### Immagini Area Indagine



TAVOLA

3

#### OGGETTO

Indagine sismica  
M.A.S.W. 2

Progetto Definitivo

LINEA PESCARA-  
BARI  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
LESINA (e)  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
RIPALTA (Lotti 2 e 3)



Per la  
**SOING Strutture e  
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

# INDAGINI SISMICHE MASW 2

TAVOLA

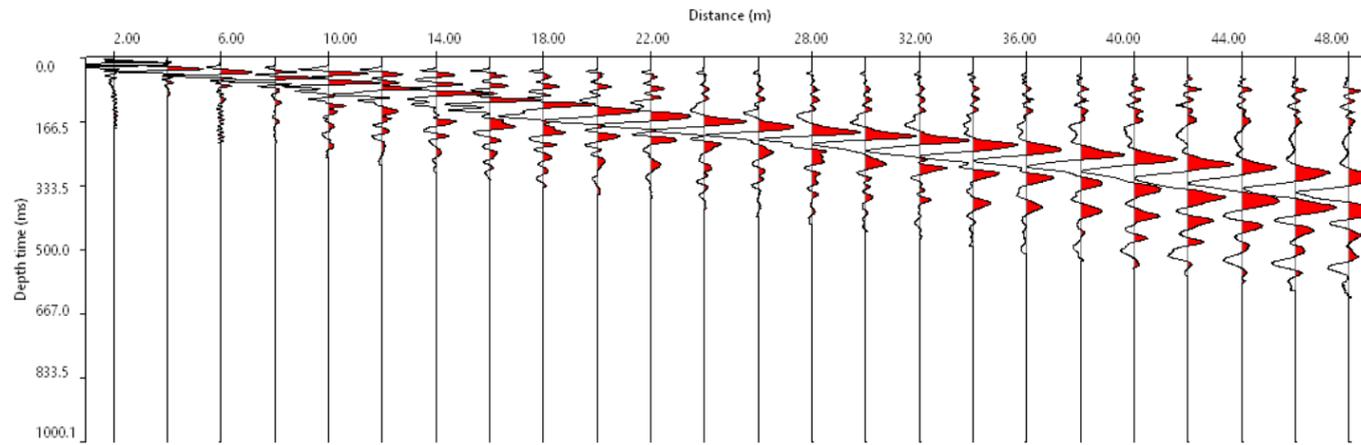
4

**OGGETTO**

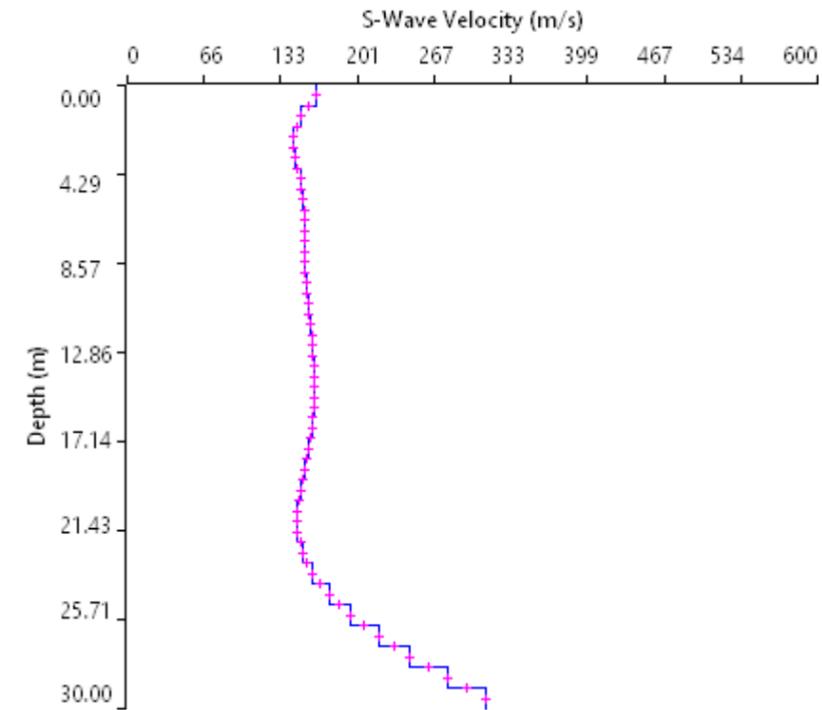
Indagine sismica  
M.A.S.W. 2

Progetto Definitivo

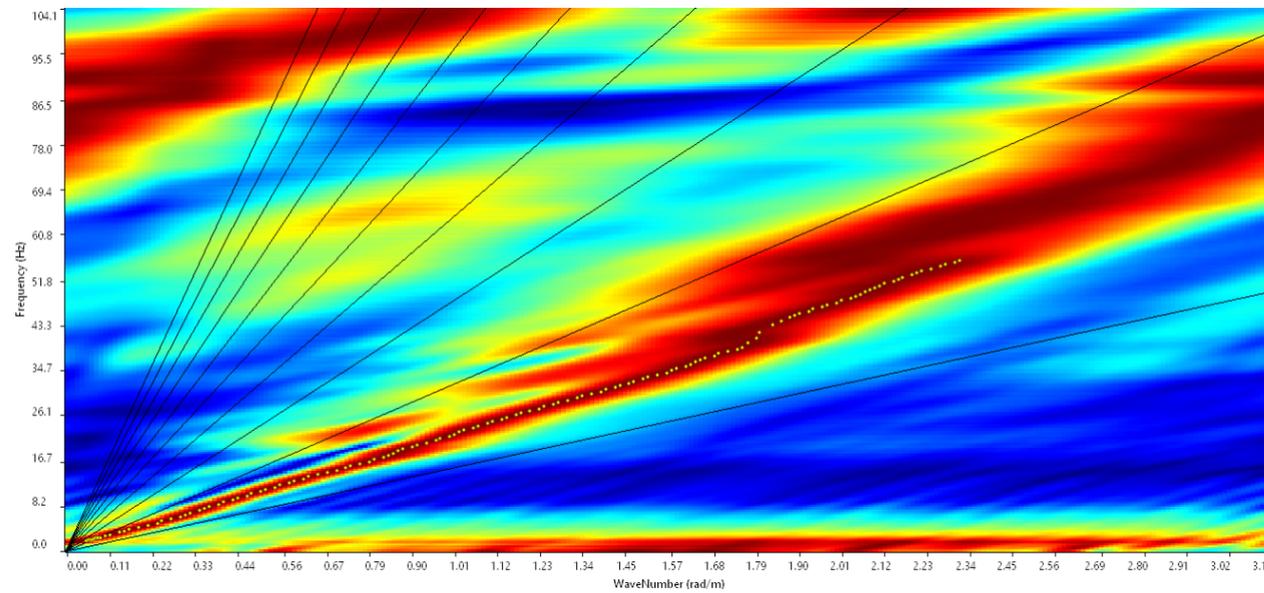
LINEA PESCARA-  
BARI  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
LESINA (e)  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
RIPALTA (Lotti 2 e 3)



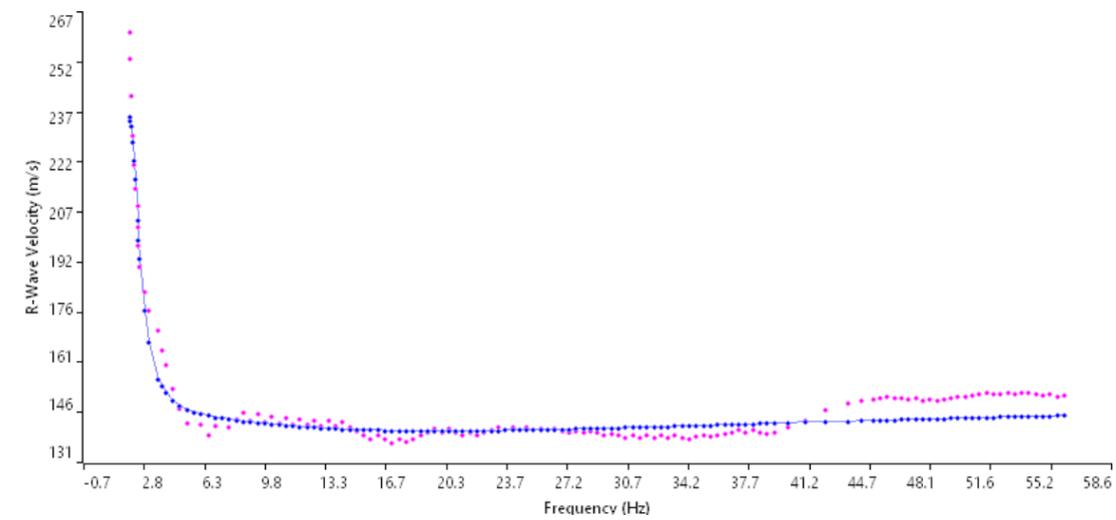
Sismogramma medio utilizzato



Profilo velocità onde S



Spettro F-K



Accoppiamento curve di dispersione



**Per la  
SOING Strutture e  
Ambiente srl**

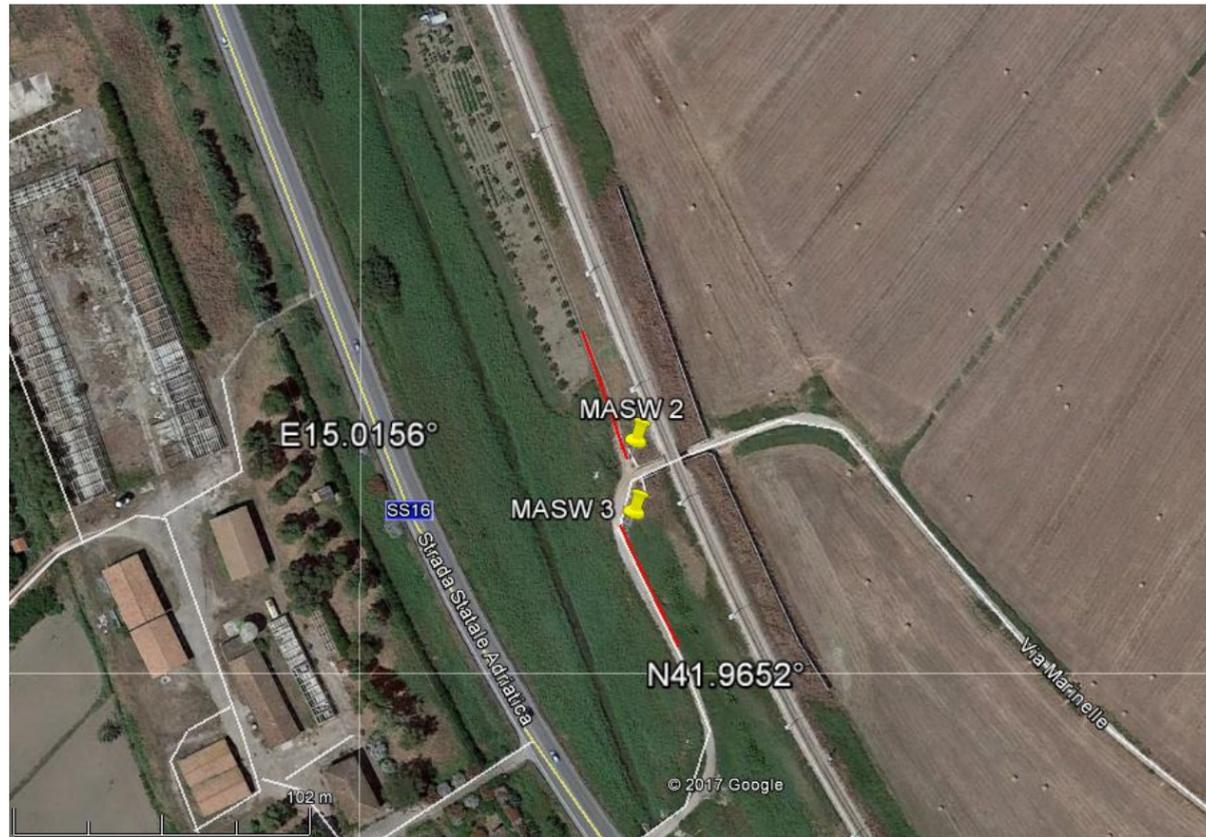
**ELAB** G. Luciani

**VERIFICA** A. Morelli

**APPROV.** P. Chiara

## INDAGINI SISMICHE MASW 3

### Ubicazione Indagine



### Immagini Area Indagine



TAVOLA

5

#### OGGETTO

Indagine sismica  
M.A.S.W. 3

Progetto Definitivo

LINEA PESCARA-  
BARI  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
LESINA (e)  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
RIPALTA (Lotti 2 e 3)



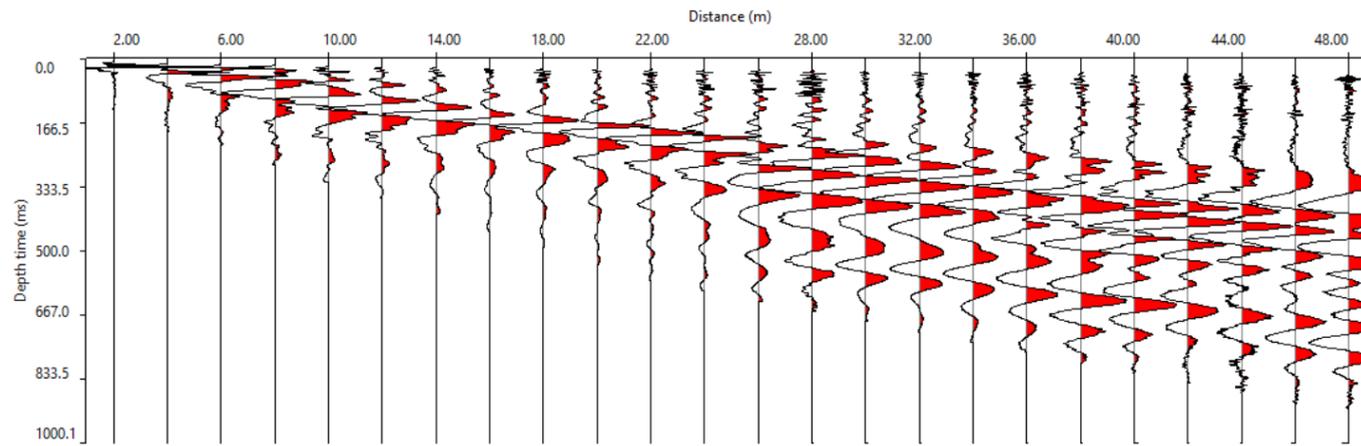
Per la  
**SOING Strutture e  
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

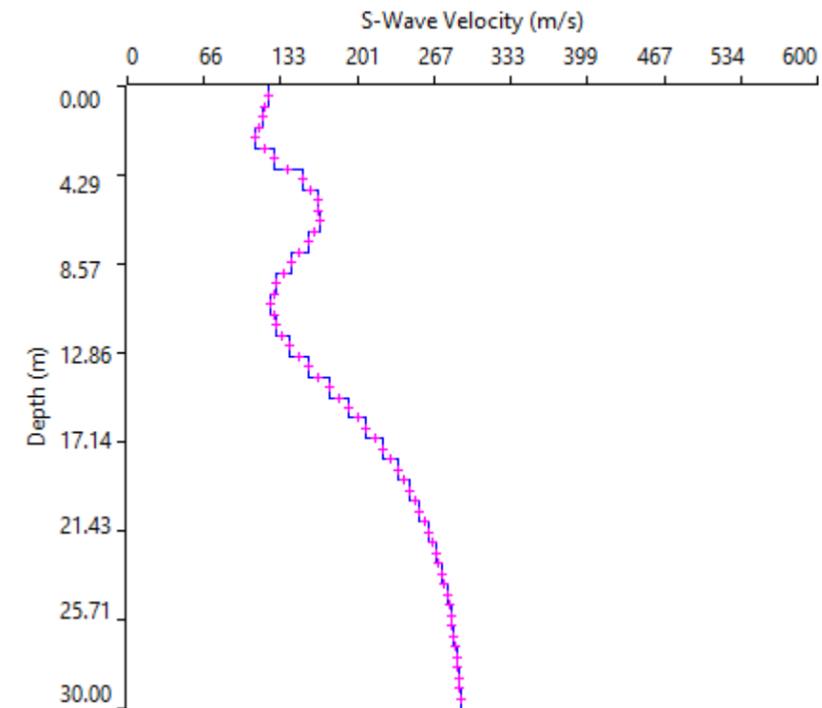
VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

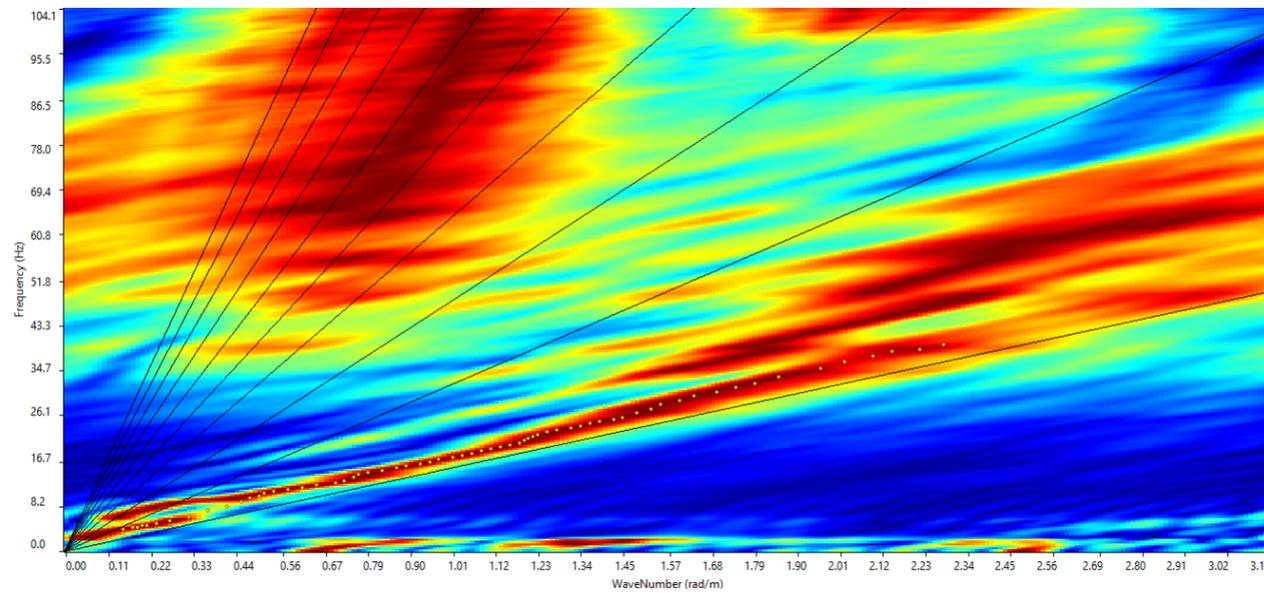
# INDAGINI SISMICHE MASW 3



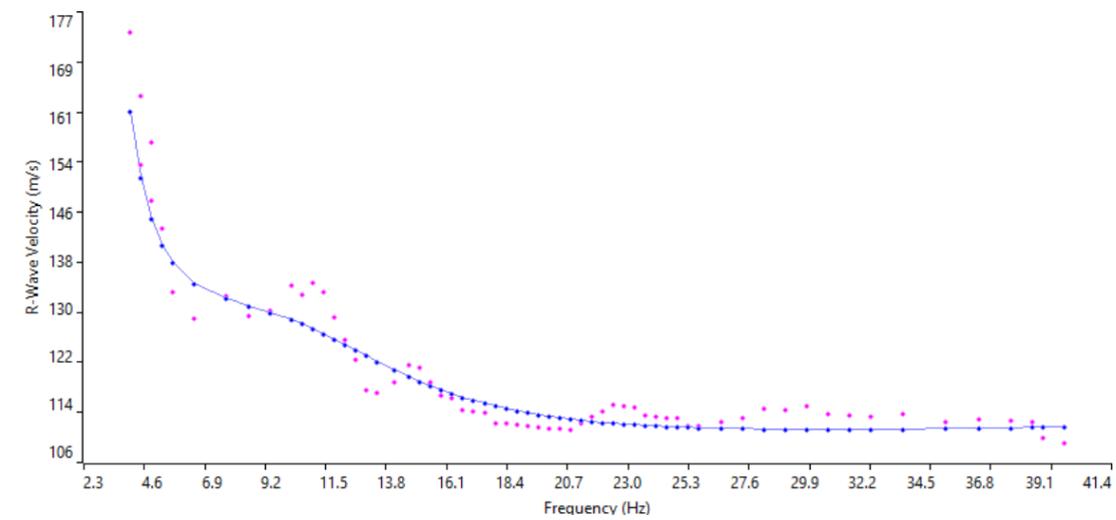
Sismogramma medio utilizzato



Profilo velocità onde S



Spettro F-K



Accoppiamento curve di dispersione

TAVOLA

6

**OGGETTO**

Indagine sismica  
M.A.S.W. 3

Progetto Definitivo

LINEA PESCARA-  
BARI  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
LESINA (e)  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
RIPALTA (Lotti 2 e 3)



**Per la  
SOING Strutture e  
Ambiente srl**

**ELAB** G. Luciani

**VERIFICA** A. Morelli

**APPROV.** P. Chiara

# INDAGINI SISMICHE MASW 4

## Ubicazione Indagine



## Immagine Area Indagine



TAVOLA

7

### OGGETTO

Indagine sismica  
M.A.S.W. 4

Progetto Definitivo

LINEA PESCARA-  
BARI  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
LESINA (e)  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
RIPALTA (Lotti 2 e 3)



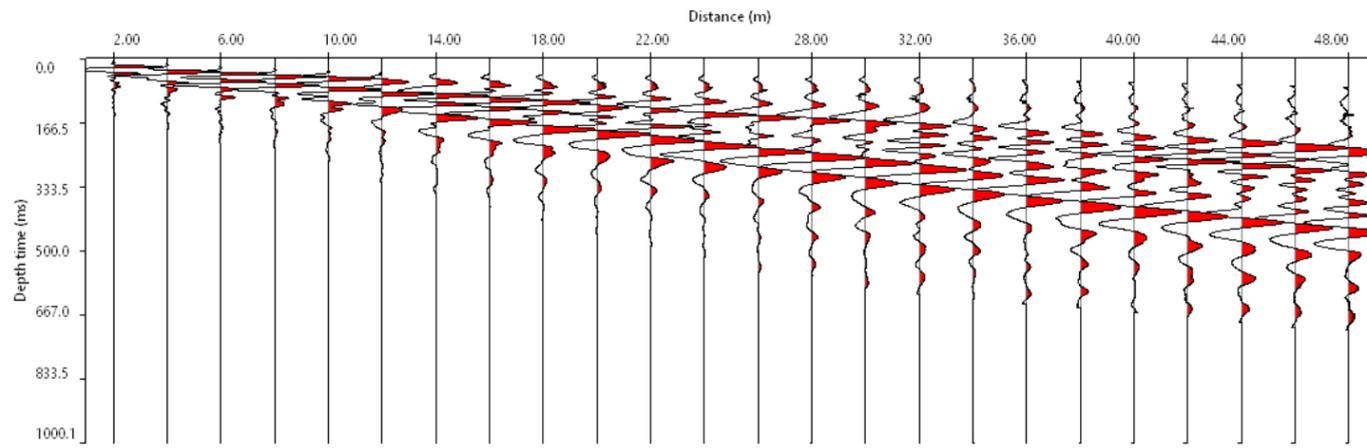
Per la  
**SOING Strutture e  
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

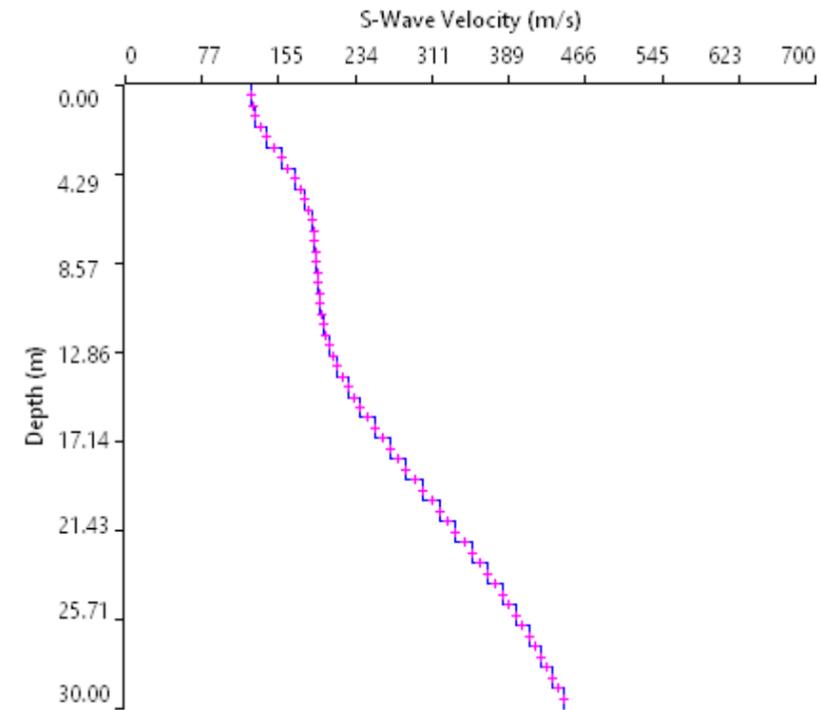
VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

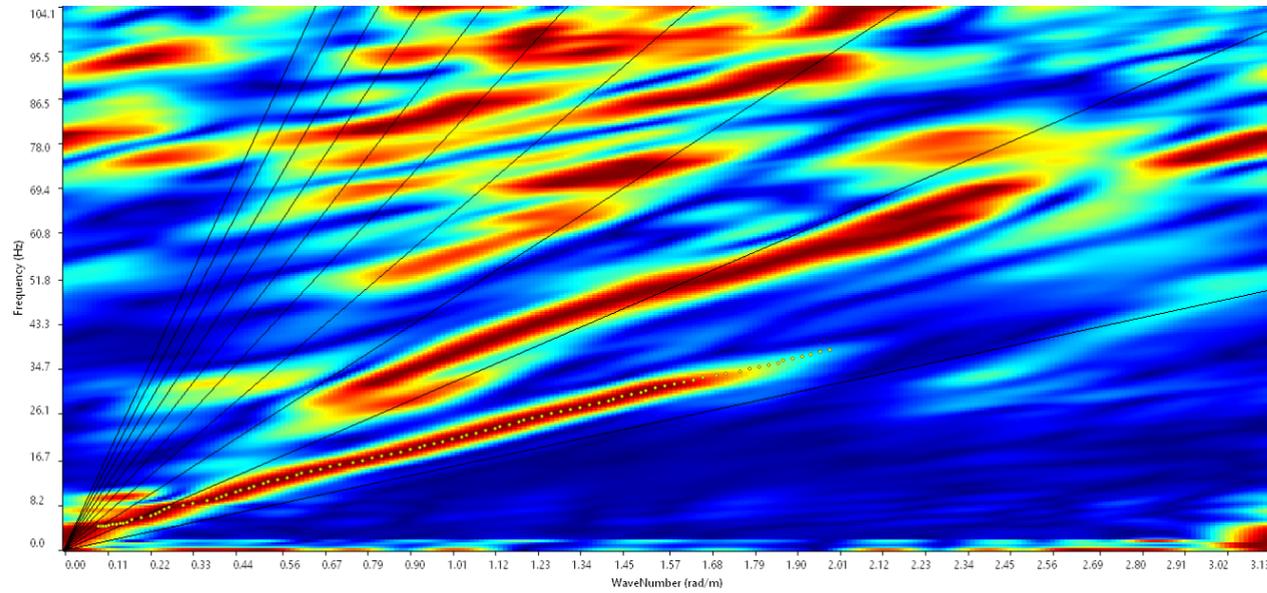
# INDAGINI SISMICHE MASW 4



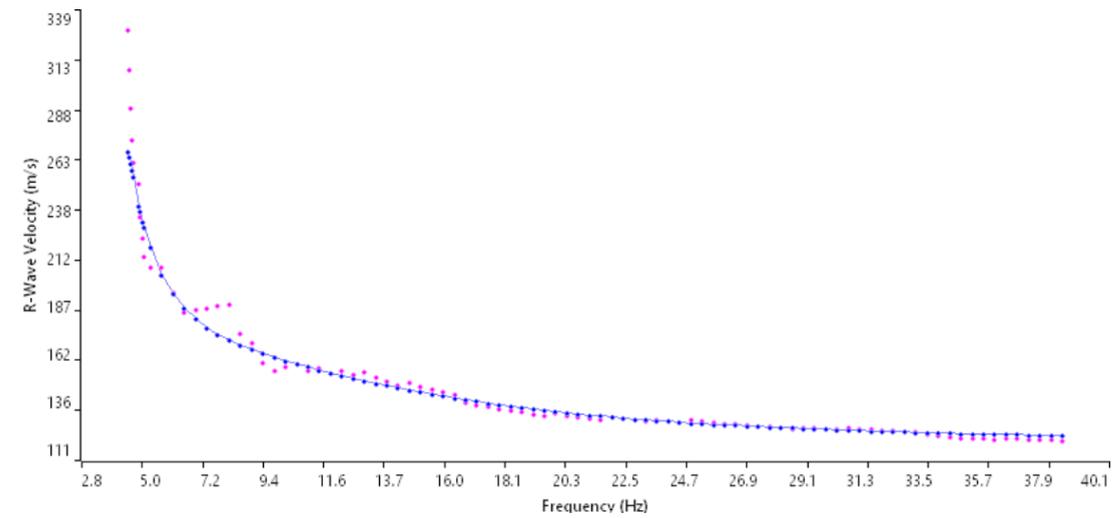
Sismogramma medio utilizzato



Profilo velocità onde S



Spettro F-K



Accoppiamento curve di dispersione

TAVOLA

8

**OGGETTO**

Indagine sismica  
M.A.S.W. 4

Progetto Definitivo

LINEA PESCARA-  
BARI  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
LESINA (e)  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
RIPALTA (Lotti 2 e 3)



**Per la  
SOING Strutture e  
Ambiente srl**

**ELAB** G. Luciani

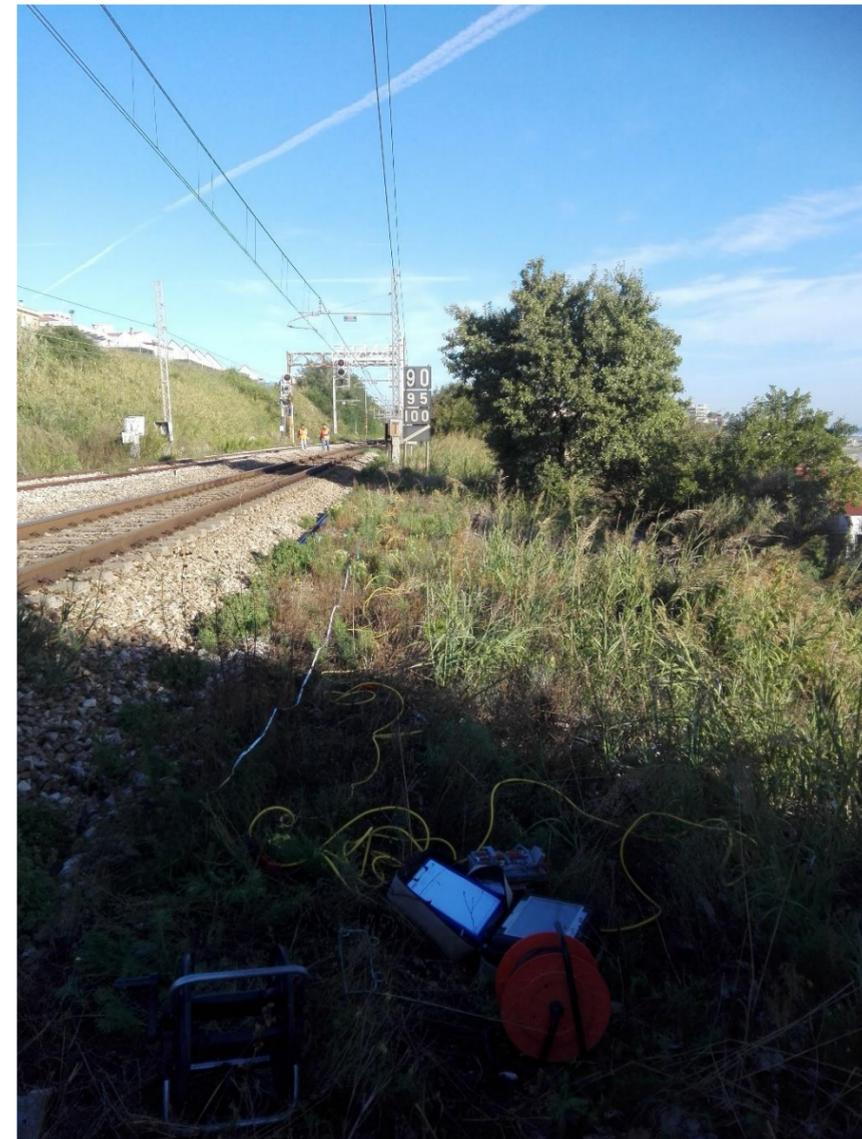
**VERIFICA** A. Morelli

**APPROV.** P. Chiara

**Ubicazione Indagine**



**Immagini Area Indagine**



**OGGETTO**

Indagine sismica  
M.A.S.W. 5

Progetto Definitivo

LINEA PESCARA-  
BARI  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
LESINA (e)  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
RIPALTA (Lotti 2 e 3)



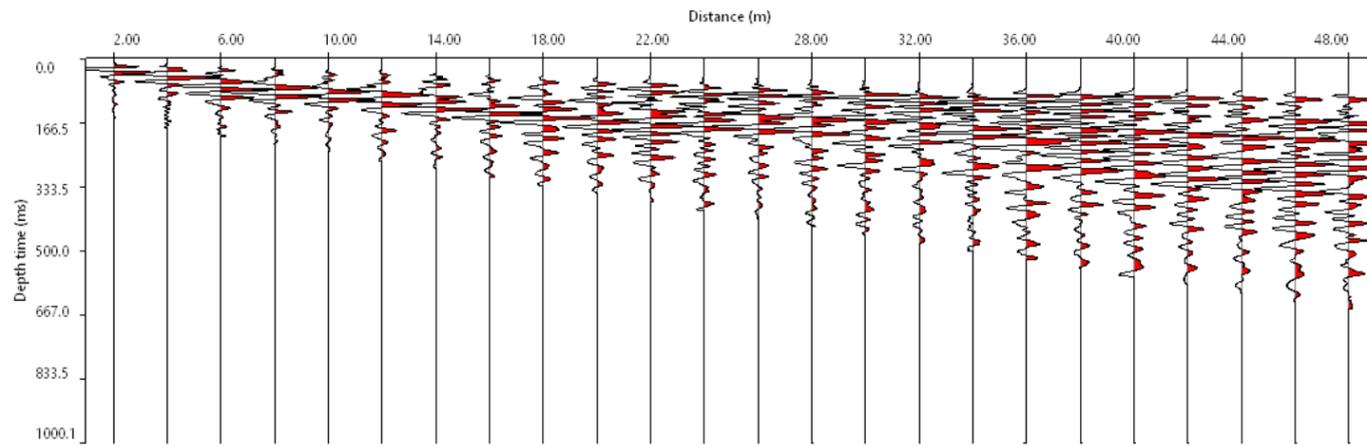
**Per la  
SOING Strutture e  
Ambiente srl**

**ELAB** G. Luciani

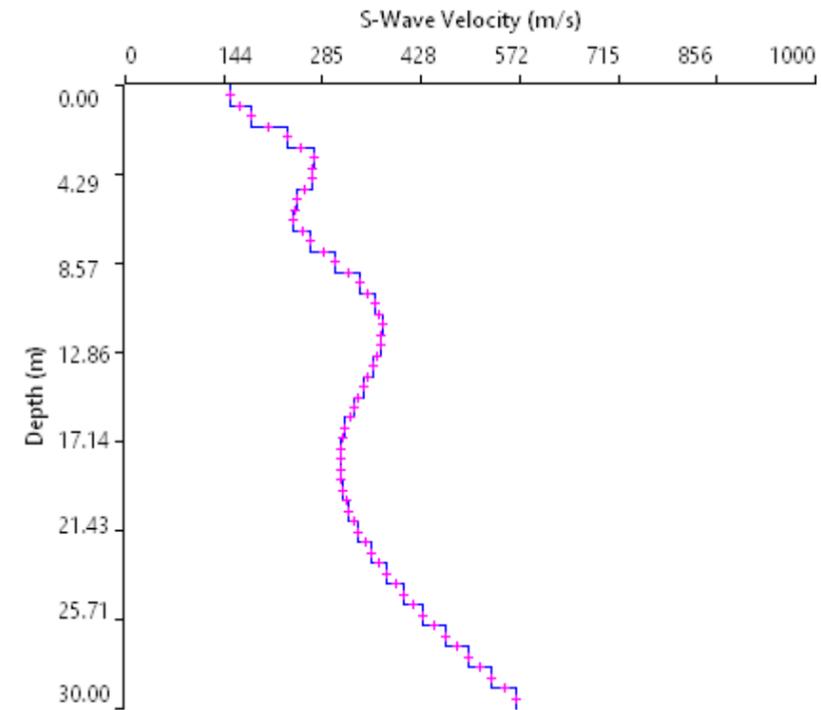
**VERIFICA** A. Morelli

**APPROV.** P. Chiara

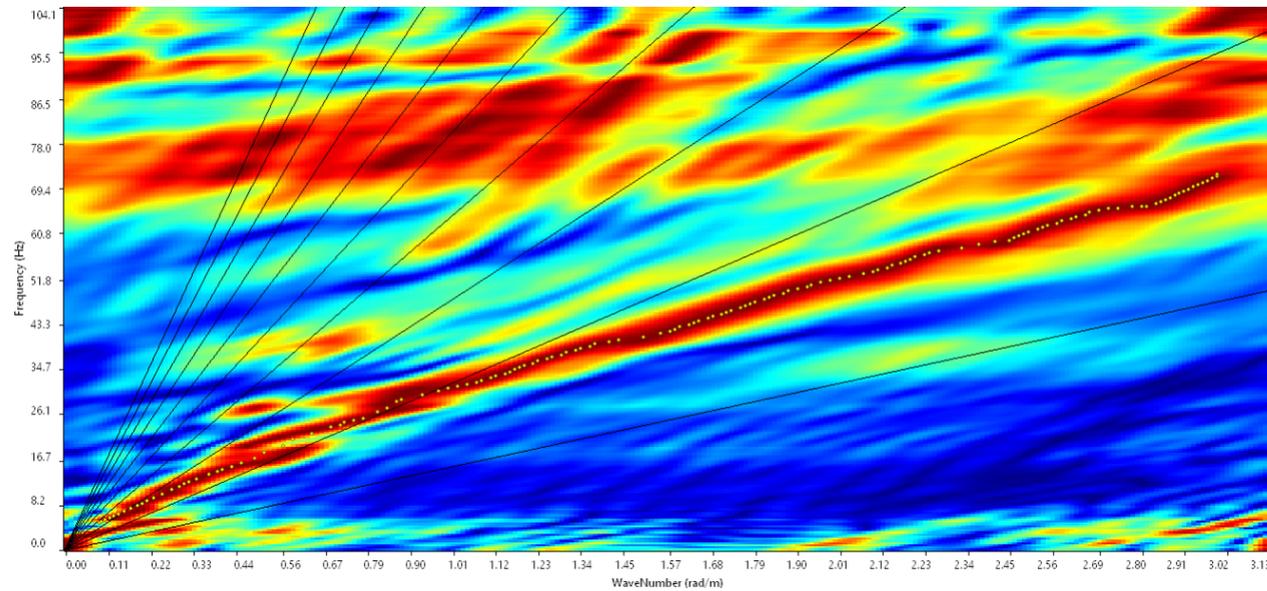
# INDAGINI SISMICHE MASW 5



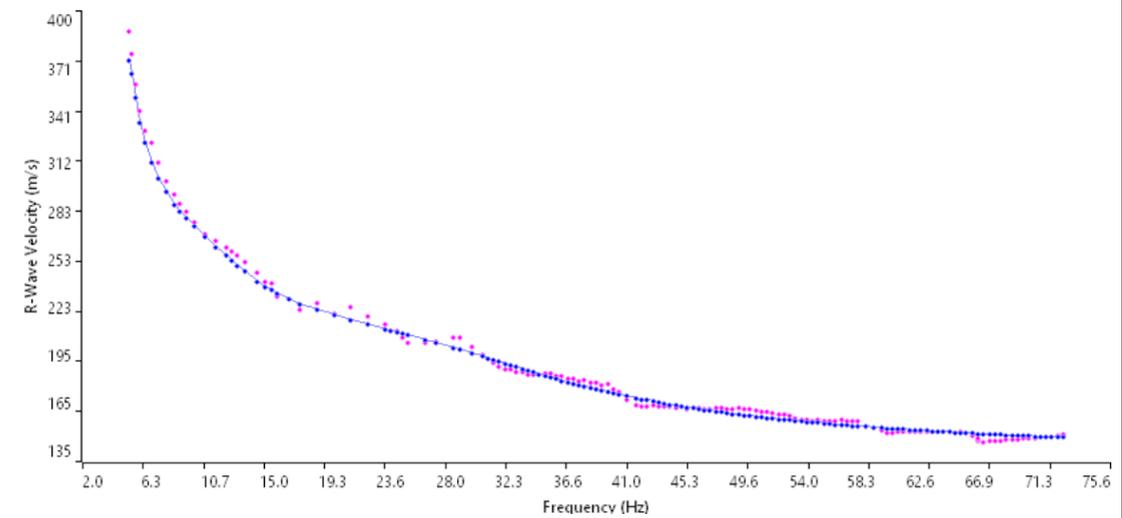
Sismogramma medio utilizzato



Profilo velocità onde S



Spettro F-K



Accoppiamento curve di dispersione

TAVOLA

10

**OGGETTO**

Indagine sismica  
M.A.S.W. 5

Progetto Definitivo

LINEA PESCARA-  
BARI  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
LESINA (e)  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
RIPALTA (Lotti 2 e 3)



**Per la  
SOING Strutture e  
Ambiente srl**

**ELAB** G. Luciani

**VERIFICA** A. Morelli

**APPROV.** P. Chiara

## INDAGINI SISMICHE MASW S14v

### Ubicazione Indagine



### Immagini Area Indagine



TAVOLA

11

#### OGGETTO

Indagine sismica  
M.A.S.W. S14V

Progetto Definitivo

LINEA PESCARA-  
BARI  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
LESINA (e)  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
RIPALTA (Lotti 2 e 3)



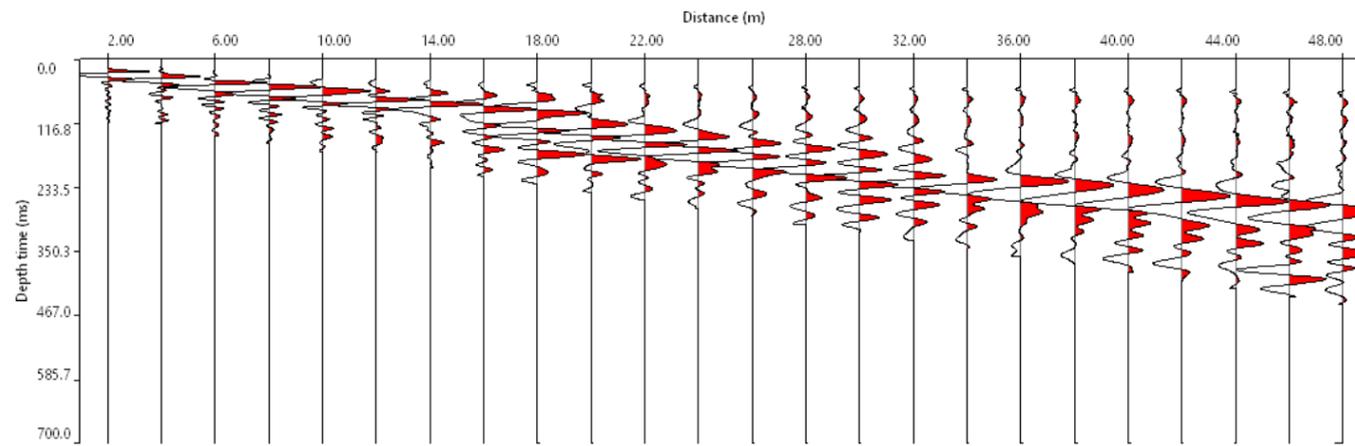
Per la  
**SOING Strutture e  
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

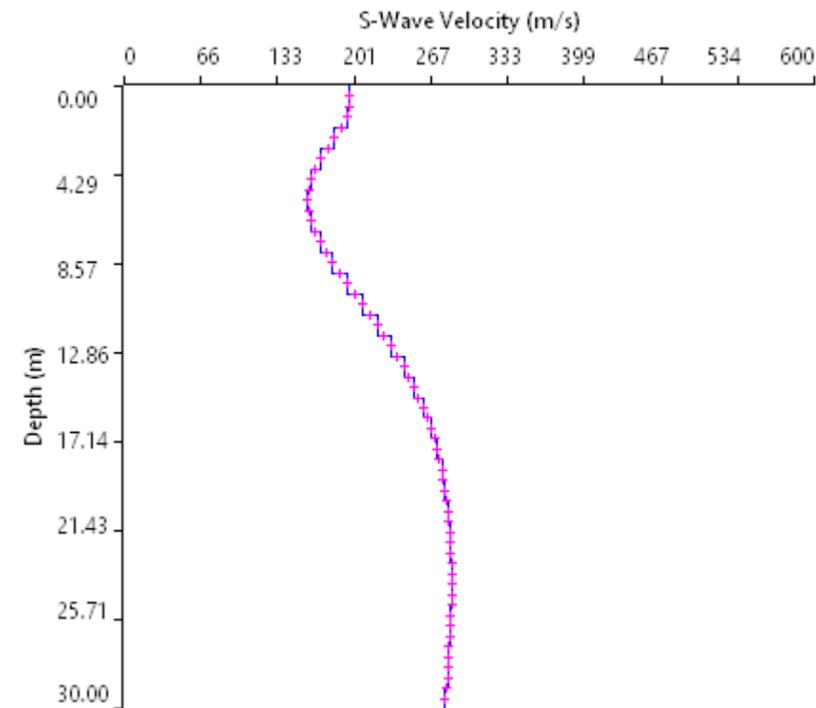
VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

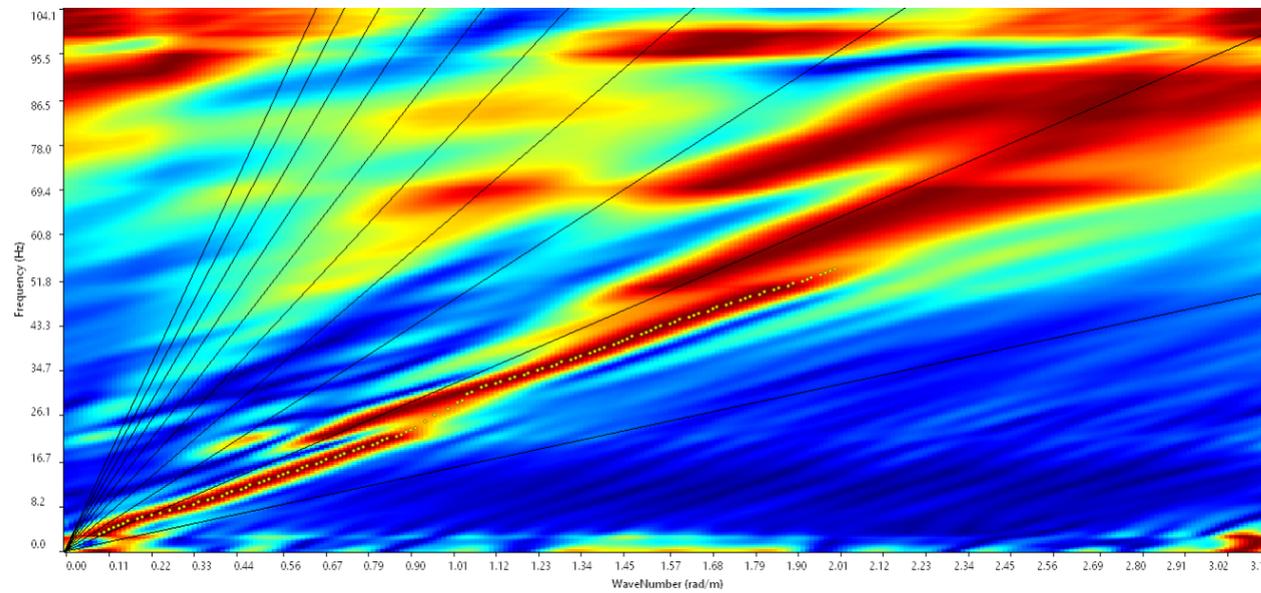
# INDAGINI SISMICHE MASW S14v



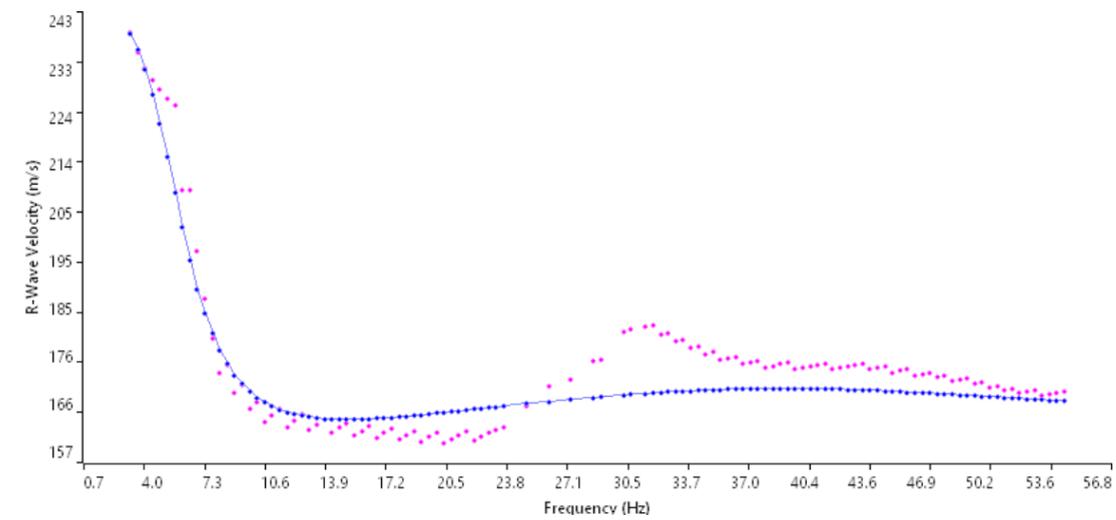
Sismogramma medio utilizzato



Profilo velocità onde S



Spettro F-K



Accoppiamento curve di dispersione

TAVOLA

12

**OGGETTO**

Indagine sismica  
M.A.S.W. S14V

Progetto Definitivo

LINEA PESCARA-  
BARI  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
LESINA (e)  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
RIPALTA (Lotti 2 e 3)



Per la  
**SOING Strutture e  
Ambiente srl**

**ELAB** G. Luciani

**VERIFICA** A. Morelli

**APPROV.** P. Chiara

**Ubicazione Indagine**



**Immagini Area Indagine**



**OGGETTO**

Indagine sismica  
M.A.S.W. S18V

Progetto Definitivo

LINEA PESCARA-  
BARI  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
LESINA (e)  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
RIPALTA (Lotti 2 e 3)



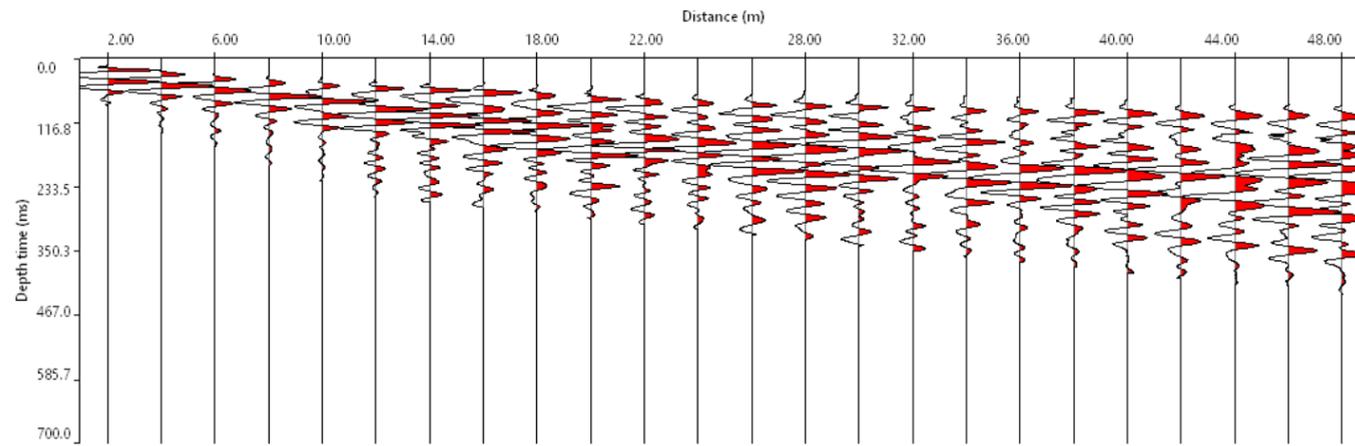
**Per la  
SOING Strutture e  
Ambiente srl**

**ELAB** G. Luciani

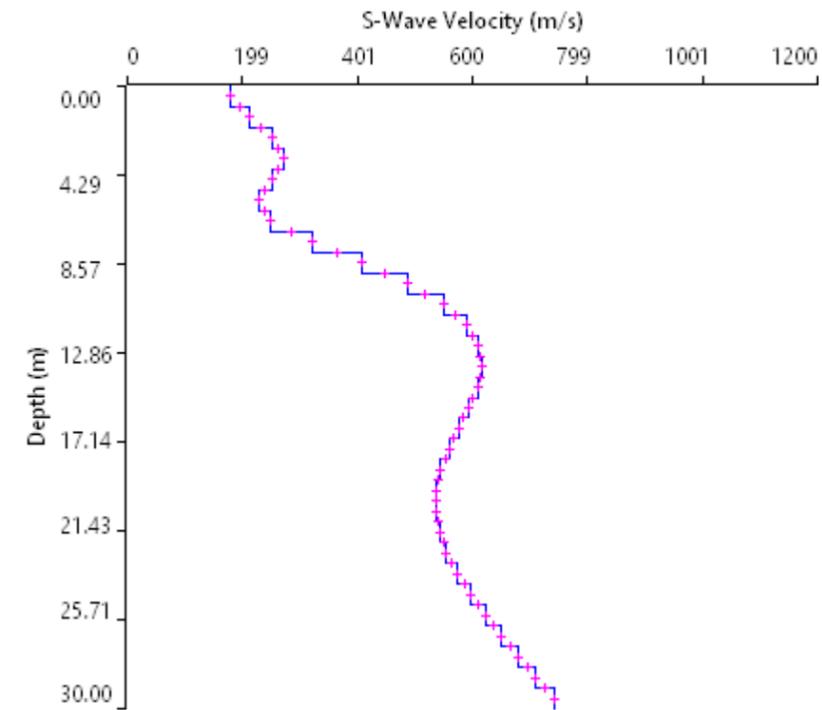
**VERIFICA** A. Morelli

**APPROV.** P. Chiara

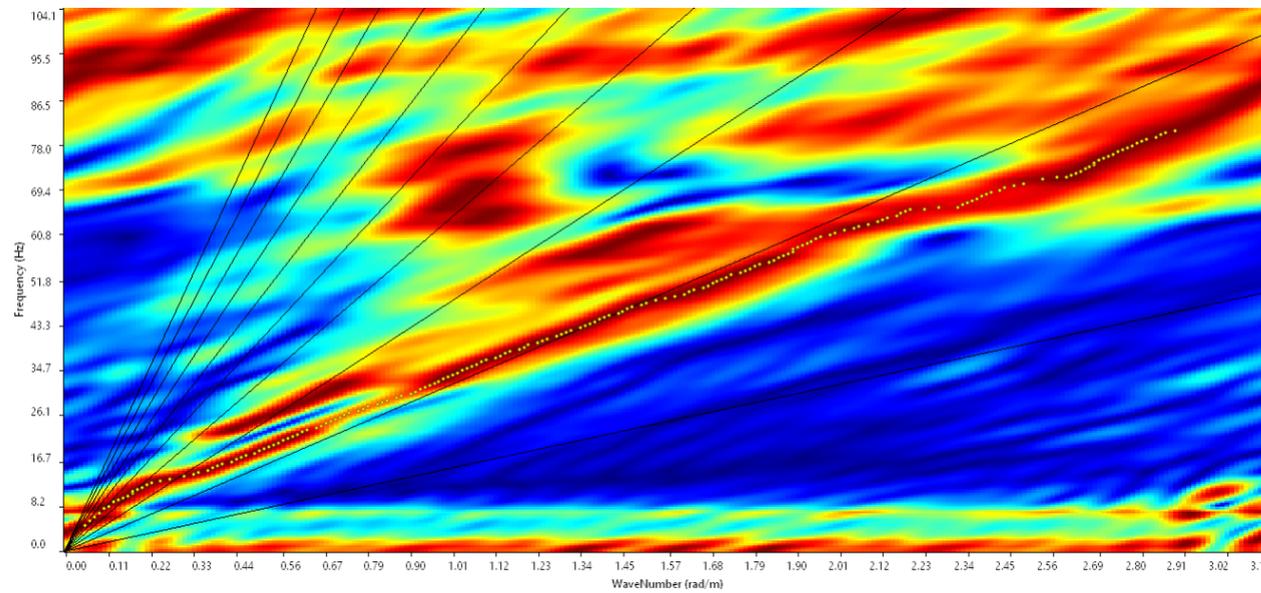
# INDAGINI SISMICHE MASW S18v



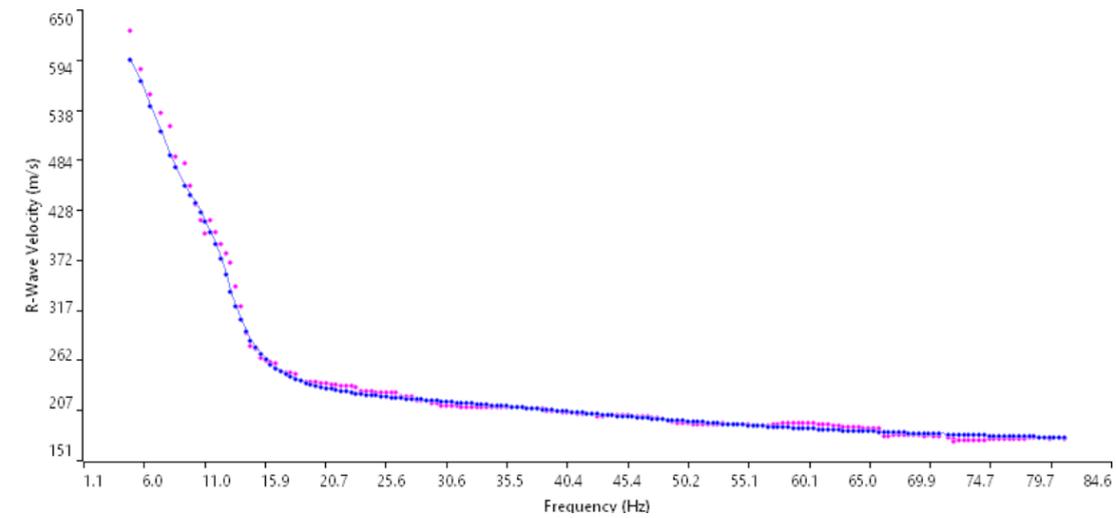
Sismogramma medio utilizzato



Profilo velocità onde S



Spettro F-K



Accoppiamento curve di dispersione

TAVOLA

14

**OGGETTO**

Indagine sismica  
M.A.S.W. S18V

Progetto Definitivo

LINEA PESCARA-  
BARI  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
LESINA (e)  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
RIPALTA (Lotti 2 e 3)



**Per la  
SOING Strutture e  
Ambiente srl**

**ELAB** G. Luciani

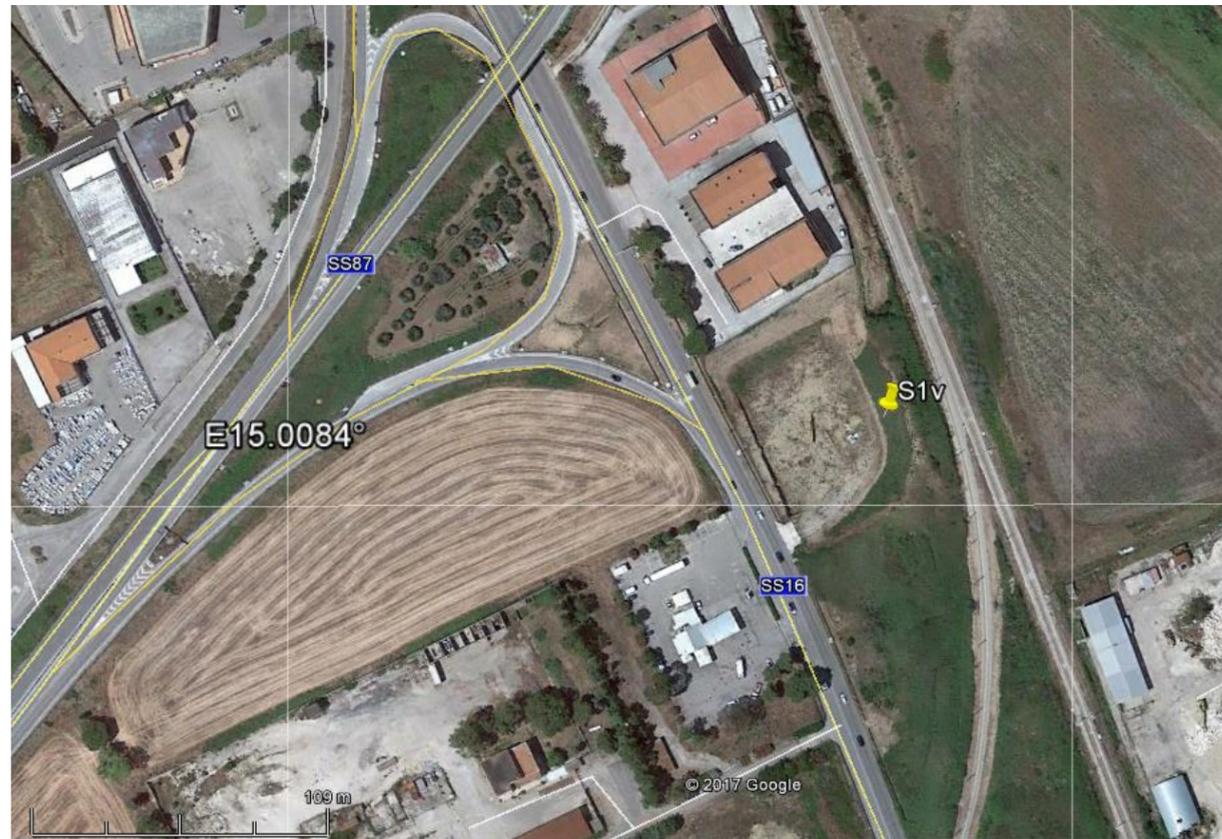
**VERIFICA** A. Morelli

**APPROV.** P. Chiara

**ALLEGATO GRAFICO N.4 – INDAGINI DOWN HOLE TAVOLE 1-12**

# INDAGINI SISMICHE Down Hole S1v

## Ubicazione Indagine



## Immagini area indagine



TAVOLA

1

### OGGETTO

Indagine sismica  
DOWN HOLE. S1V

Progetto Definitivo

LINEA PESCARA-  
BARI  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
LESINA (e)  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
RIPALTA (Lotti 2 e 3)



Per la  
**SOING Strutture e  
Ambiente srl**

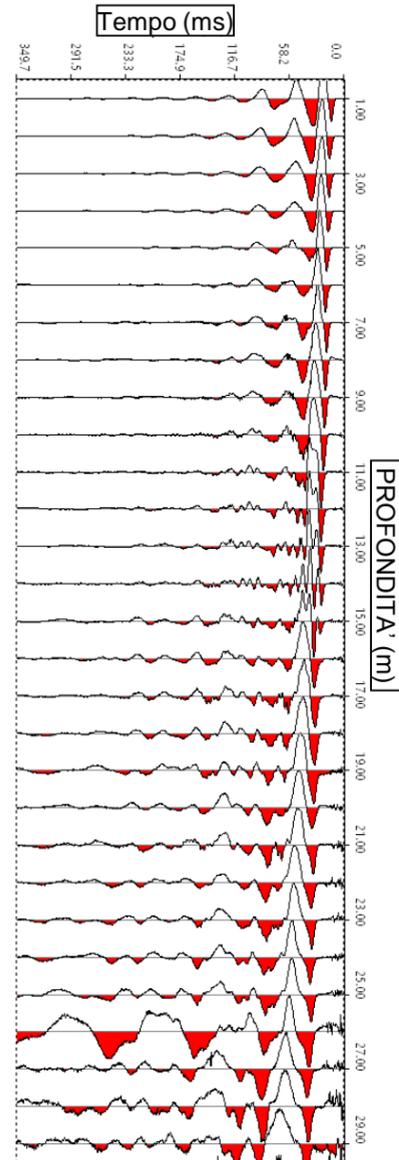
ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

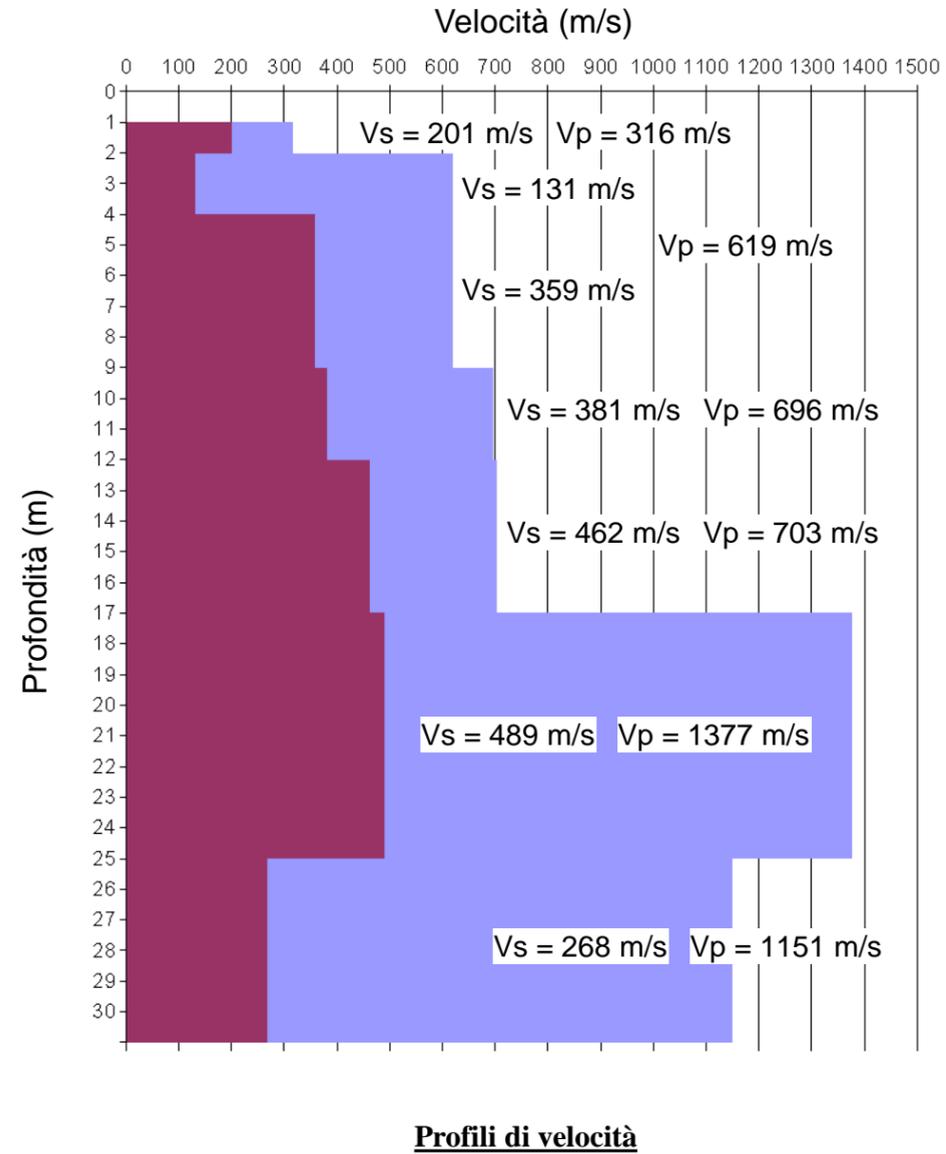
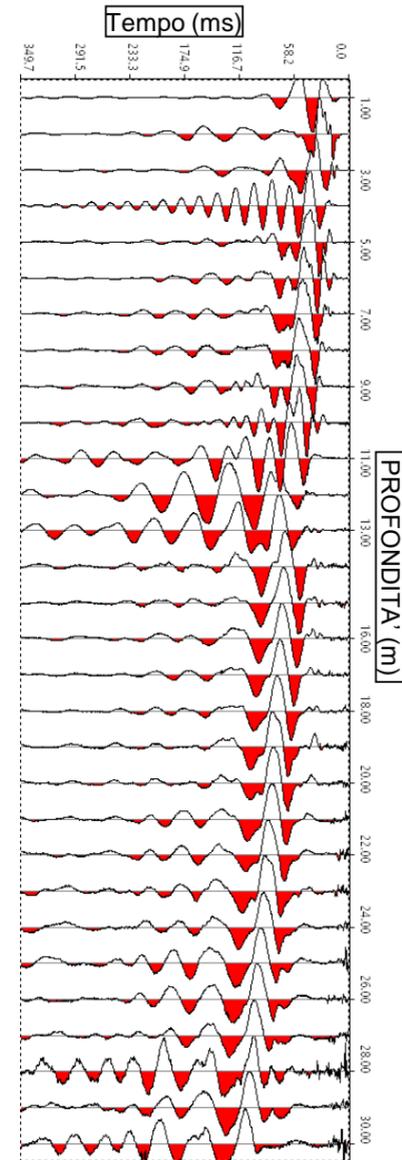
APPROV. P. Chiara

# INDAGINI SISMICHE Down Hole S1v

**Sismogramma onde P**



**Sismogramma onde S**



Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	$\gamma$ ( $kN/m^3$ )	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vs30 (da 0 a -30 m)
1	da -1 a -2 m	1	16.63	0.16	152.91	65.90	75.01	323
2	da -2 a -4 m	2	17.24	0.48	85.67	29.01	609.05	
3	da -4 a -9 m	5	17.24	0.25	543.19	217.87	357.24	
4	da -9 a -12 m	3	17.39	0.29	636.82	247.59	496.10	
5	da -12 a -17 m	5	17.41	0.12	816.05	364.34	357.81	
6	da -17 a -25 m	8	18.75	0.43	1255.89	439.78	2900.92	
7	da -25 a -30 m	5	18.30	0.47	379.35	128.91	2205.92	

**Foro DH S1v – Parametri Dinamici e Vs30**

**OGGETTO**

Indagine sismica  
DOWN HOLE. S1V

Progetto Definitivo

LINEA PESCARA-  
BARI  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
LESINA (e)  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
RIPALTA (Lotti 2 e 3)



**Per la  
SOING Strutture e  
Ambiente srl**

**ELAB** G. Luciani

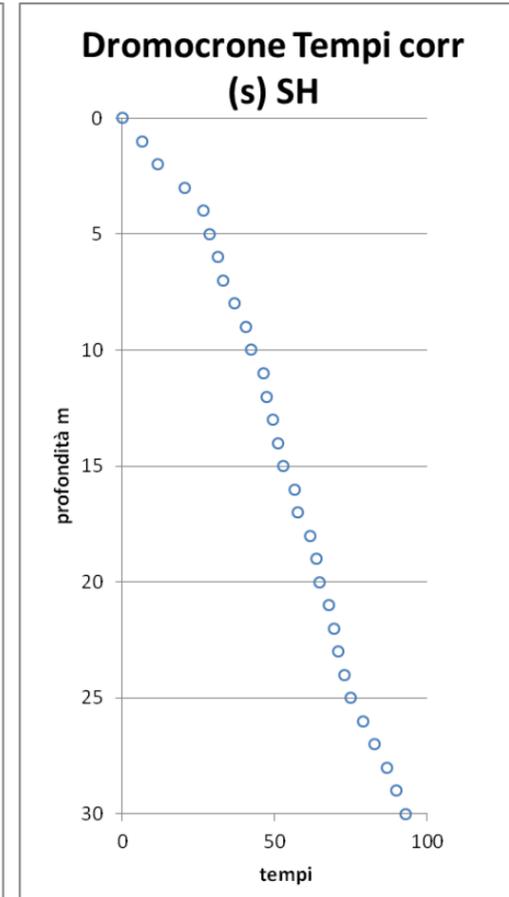
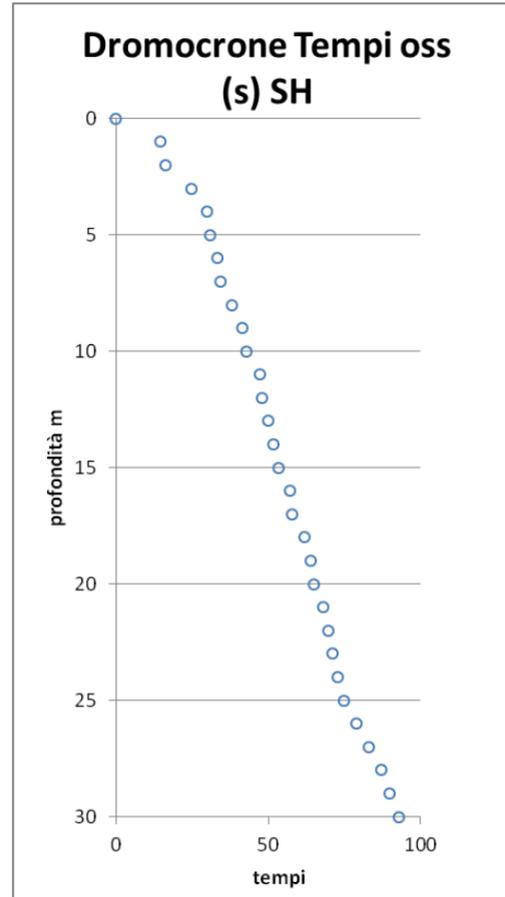
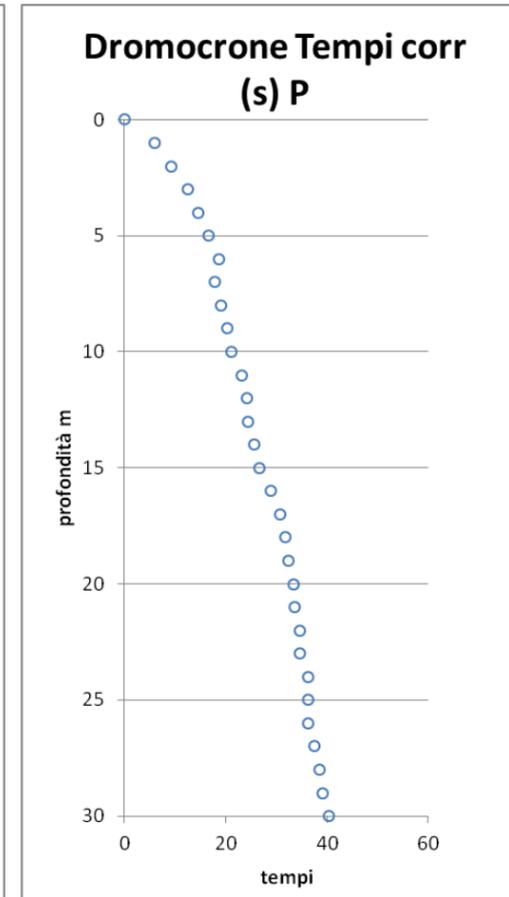
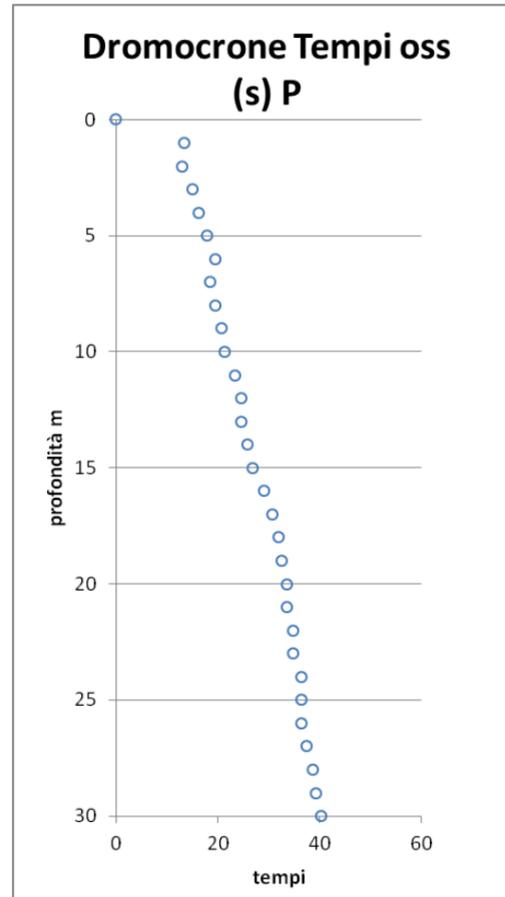
**VERIFICA** A. Morelli

**APPROV.** P. Chiara

# INDAGINI SISMICHE Down Hole S1v

Profondità (m)	Tempi oss (ms) P	Tempi corr (ms) P	Tempi oss (ms) S	Tempi corr (ms) S
0	0		0	
1	13.47	6.03	14.60	6.53
2	13.00	9.19	16.28	11.51
3	15.16	12.61	24.70	20.55
4	16.28	14.56	29.75	26.61
5	17.96	16.68	30.88	28.67
6	19.65	18.64	33.12	31.42
7	18.53	17.81	34.25	32.93
8	19.65	19.06	38.00	36.87
9	20.77	20.28	41.50	40.51
10	21.50	21.08	43.00	42.16
11	23.50	23.12	47.16	46.40
12	24.60	24.27	48.00	47.35
13	24.70	24.41	50.00	49.42
14	25.82	25.56	51.65	51.13
15	26.95	26.71	53.33	52.86
16	29.19	28.97	57.00	56.56
17	30.88	30.66	58.00	57.60
18	32.00	31.80	62.00	61.62
19	32.56	32.38	64.00	63.65
20	33.68	33.52	65.00	64.68
21	33.68	33.53	68.00	67.69
22	34.81	34.66	69.61	69.33
23	34.81	34.68	71.00	70.73
24	36.49	36.36	73.00	72.75
25	36.49	36.37	75.00	74.76
26	36.49	36.38	79.00	78.77
27	37.61	37.51	83.00	82.77
28	38.74	38.64	87.00	86.78
29	39.30	39.20	90.00	89.79
30	40.42	40.33	93.00	92.79

**Tabella dei tempi osservati e corretti Onde P e S**



**Dromocrone**

**OGGETTO**

Indagine sismica  
DOWN HOLE. S1V

Progetto Definitivo

LINEA PESCARA-  
BARI  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
LESINA (e)  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
RIPALTA (Lotti 2 e 3)



**Per la  
SOING Strutture e  
Ambiente srl**

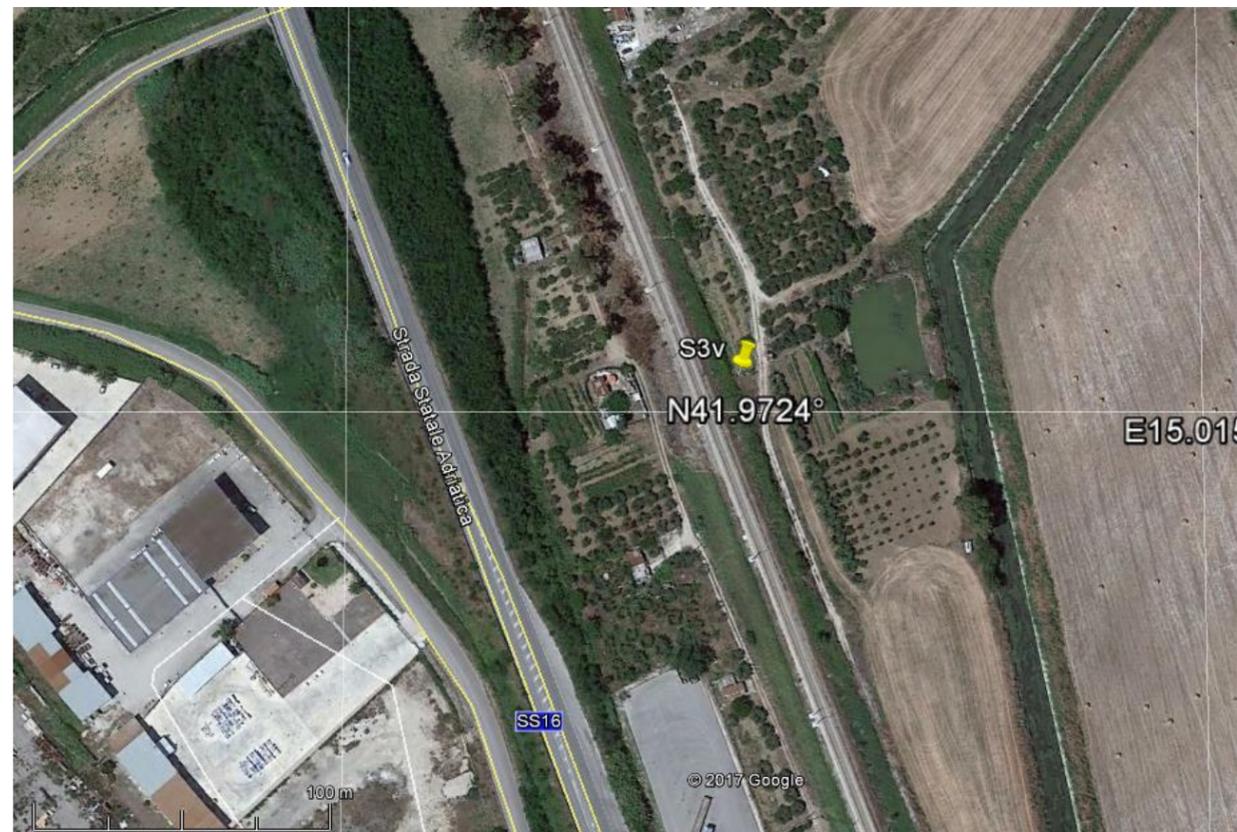
**ELAB** G. Luciani

**VERIFICA** A. Morelli

**APPROV.** P. Chiara

# INDAGINI SISMICHE Down Hole S3v

## Ubicazione Indagine



## Immagini area indagine



TAVOLA

4

### OGGETTO

Indagine sismica  
DOWN HOLE. S3V

Progetto Definitivo

LINEA PESCARA-  
BARI

RADDOPPIO

TERMOLI (e) -

LESINA (e)

RADDOPPIO

TERMOLI (e) -

RIPALTA (Lotti 2 e 3)



**SOING**  
STRUTTURE & AMBIENTE



Per la  
**SOING Strutture e  
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

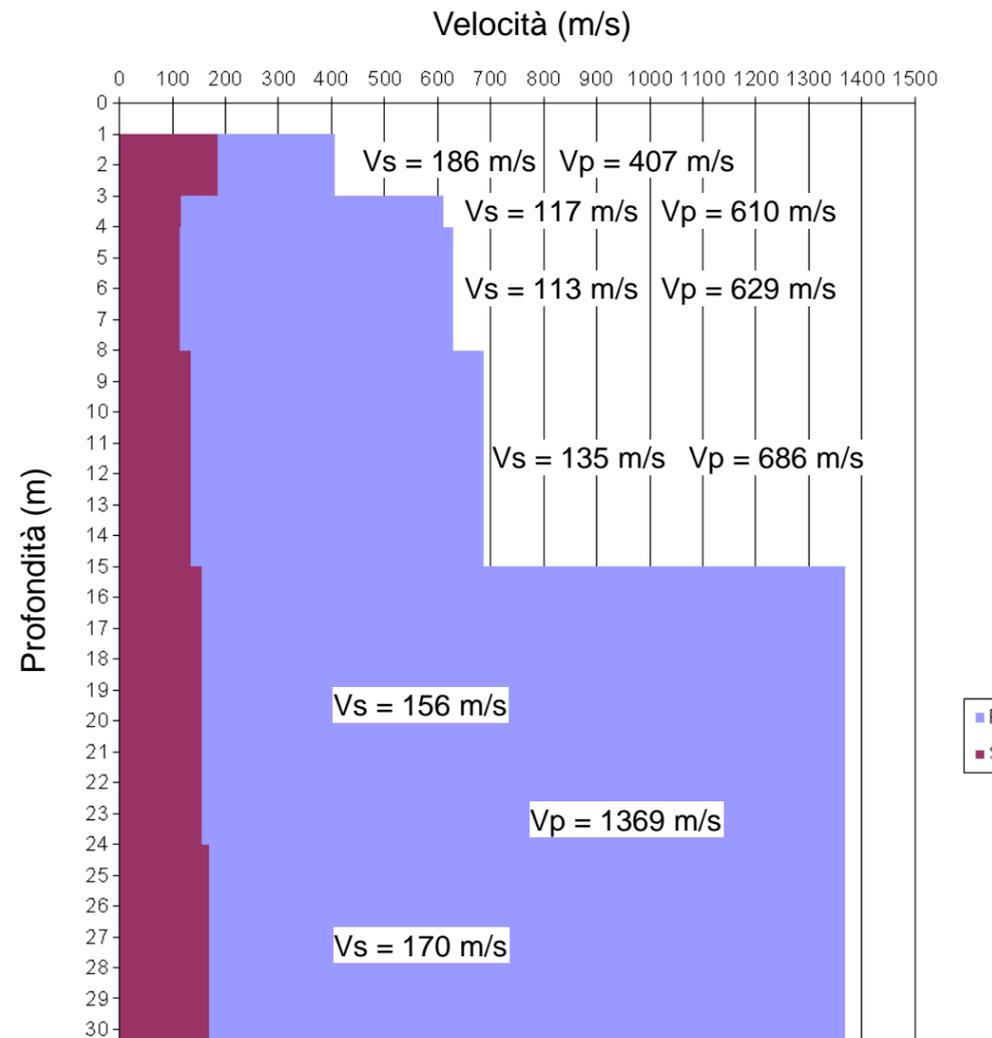
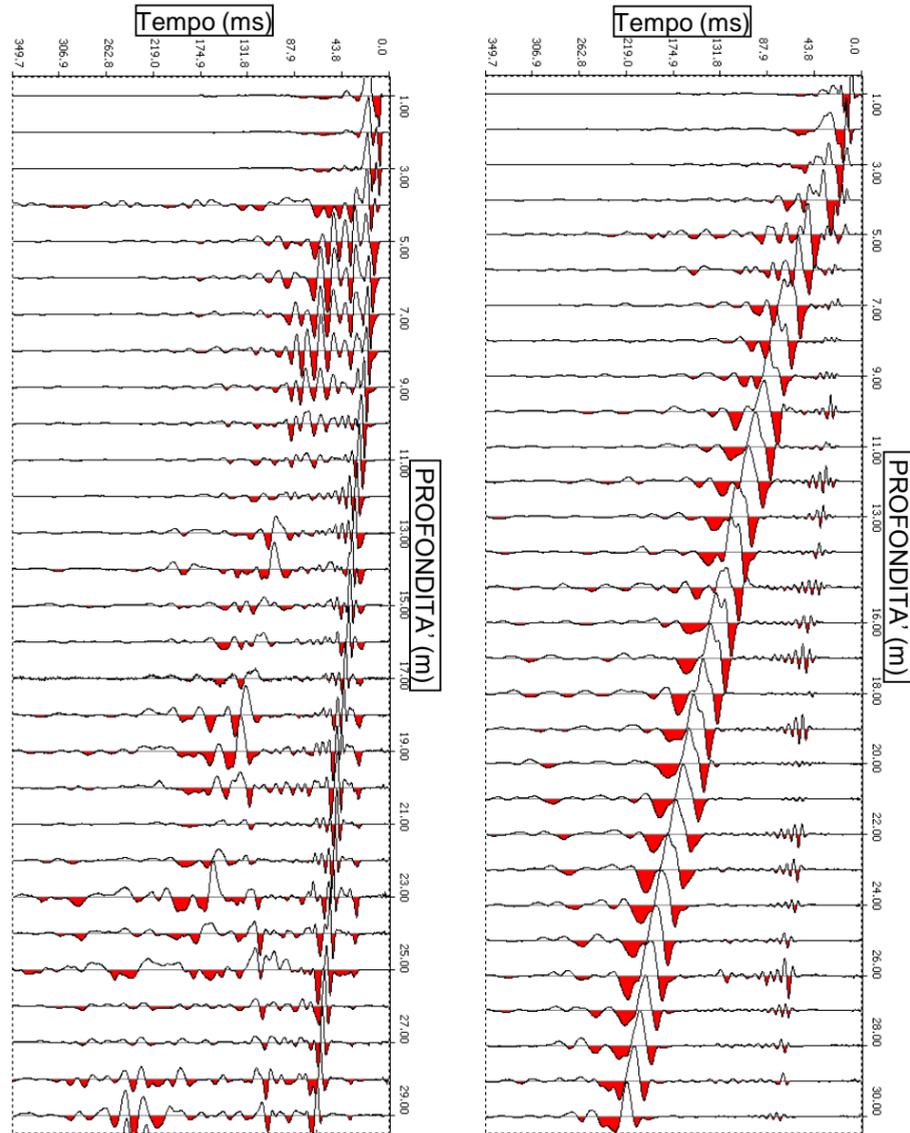
VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

# INDAGINI SISMICHE Down Hole S3v

**Sismogramma onde P**

**Sismogramma onde S**



**Profili di velocità**

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vs30 (da 0 a -30 m)
1	da -1 a -3 m da p.c	2	16.81	0.37	156.08	57.05	197.08	146
2	da -3 a -4 m da p.c	1	17.22	0.48	68.47	23.12	597.55	
3	da -4 a -8 m da p.c	4	17.26	0.48	64.11	21.61	640.79	
4	da -8 a -15 m da p.c	7	17.37	0.48	91.90	31.05	760.33	
5	da -15 a -24 m da p.c	9	18.74	0.49	133.57	44.72	3384.33	
6	da -24 a -30 m da p.c	6	18.74	0.49	158.49	53.11	3373.15	

**Foro DH S1v – Parametri Dinamici e Vs30**

**OGGETTO**

Indagine sismica  
DOWN HOLE. S3V

Progetto Definitivo

LINEA PESCARA-BARI  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
LESINA (e)  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
RIPALTA (Lotti 2 e 3)



**Per la  
SOING Strutture e  
Ambiente srl**

**ELAB** G. Luciani

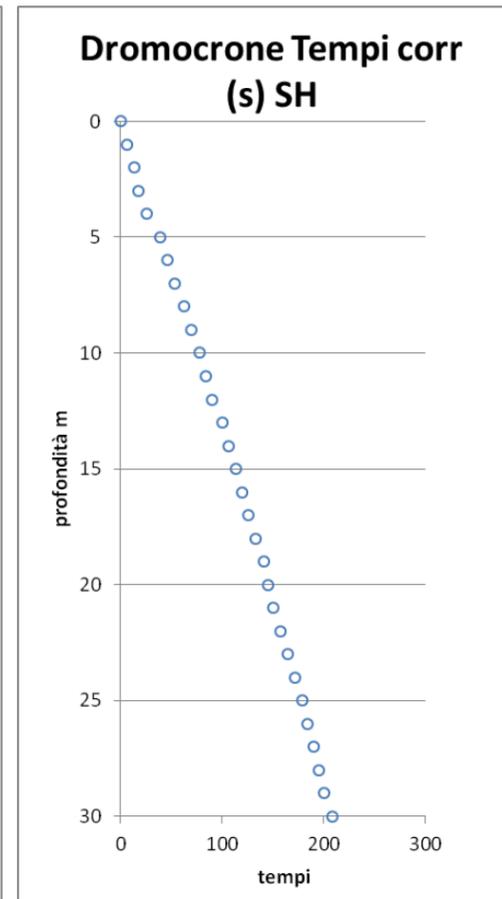
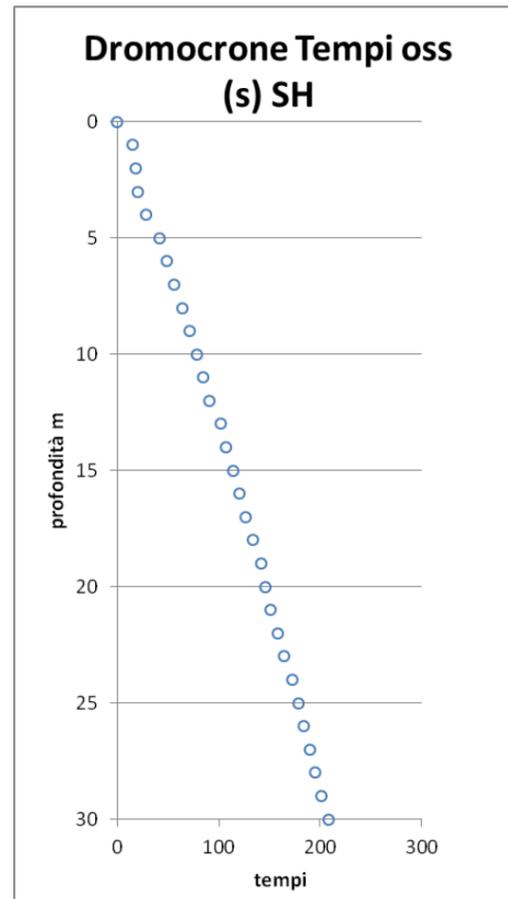
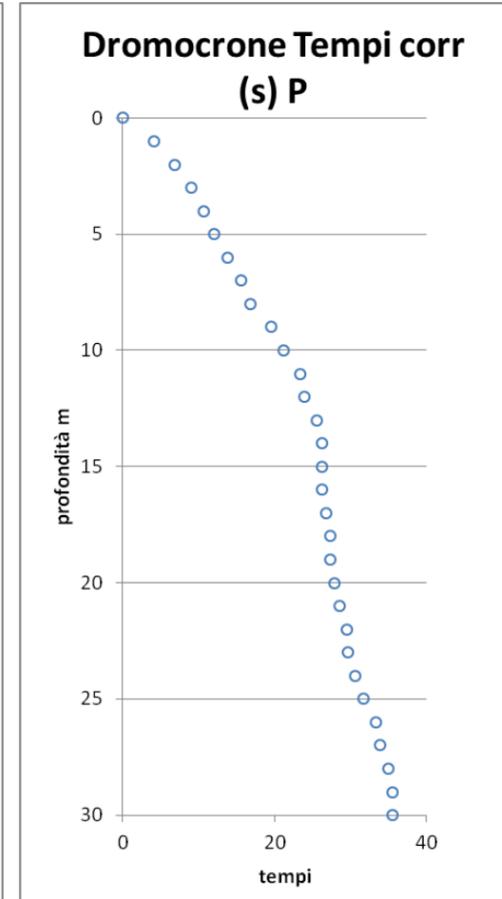
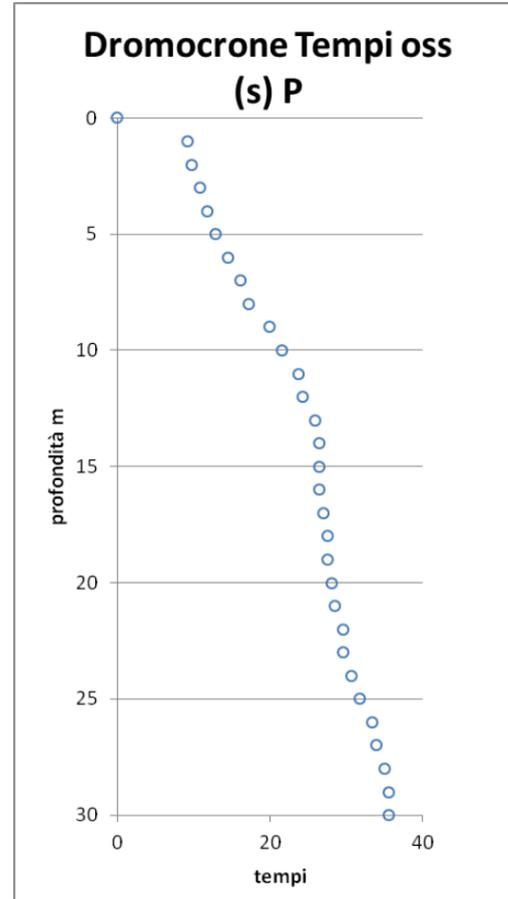
**VERIFICA** A. Morelli

**APPROV.** P. Chiara

# INDAGINI SISMICHE Down Hole S3v

Profondità (m)	Tempi oss (s)	Tempi corr (s)	Tempi oss (s)	Tempi corr (s)
	P	P	S	S
0	0	0	0	0
1	9.18	4.11	14.58	6.52
2	9.72	6.87	18.36	12.98
3	10.80	8.99	20.52	17.08
4	11.88	10.63	28.63	25.60
5	12.96	12.03	41.59	38.61
6	14.58	13.83	48.61	46.11
7	16.20	15.58	55.63	53.49
8	17.28	16.77	63.73	61.83
9	19.98	19.51	70.75	69.07
10	21.60	21.18	78.85	77.32
11	23.76	23.38	84.80	83.43
12	24.30	23.97	90.74	89.50
13	25.92	25.62	101.54	100.36
14	26.47	26.20	107.48	106.40
15	26.47	26.23	113.96	112.96
16	26.47	26.26	120.44	119.51
17	27.01	26.82	126.38	125.52
18	27.55	27.38	133.40	132.59
19	27.55	27.39	141.50	140.73
20	28.09	27.95	145.83	145.10
21	28.63	28.50	150.69	150.01
22	29.71	29.58	158.25	157.60
23	29.71	29.59	164.73	164.11
24	30.79	30.68	172.29	171.69
25	31.87	31.76	178.77	178.20
26	33.49	33.39	184.17	183.63
27	34.03	33.93	190.11	189.59
28	35.11	35.02	194.97	194.48
29	35.65	35.56	200.91	200.44
30	35.65	35.57	208.48	208.01

Tabella dei tempi osservati e corretti Onde P e S



Dromocrone

**OGGETTO**  
Indagine sismica  
DOWN HOLE. S3V

Progetto Definitivo

LINEA PESCARA-  
BARI  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
LESINA (e)  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
RIPALTA (Lotti 2 e 3)



**Per la  
SOING Strutture e  
Ambiente srl**

**ELAB** G. Luciani

**VERIFICA** A. Morelli

**APPROV.** P. Chiara

# INDAGINI SISMICHE Down Hole S1vp

## Ubicazione Indagine



## Immagini area indagine



TAVOLA

7

### OGGETTO

Indagine sismica  
DOWN HOLE. S1VP

Progetto Definitivo

LINEA PESCARA-  
BARI  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
LESINA (e)  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
RIPALTA (Lotti 2 e 3)



Per la  
**SOING Strutture e  
Ambiente srl**

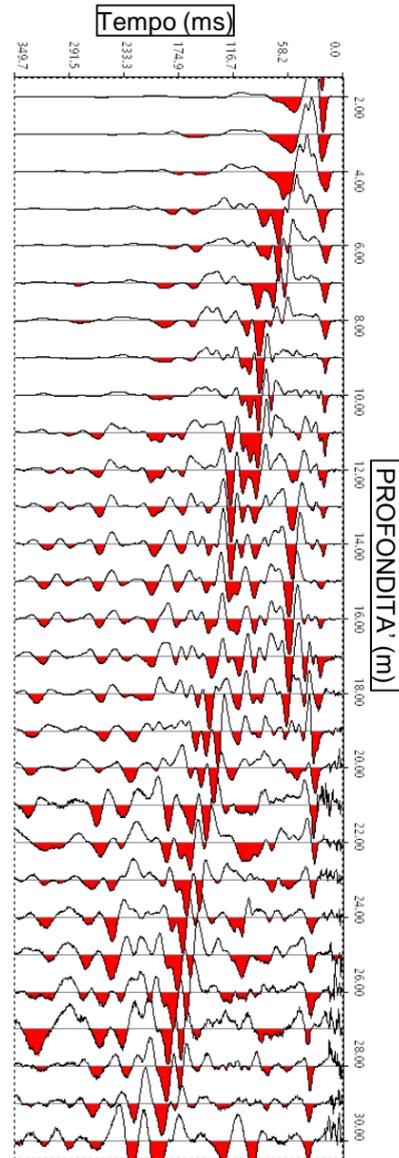
ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

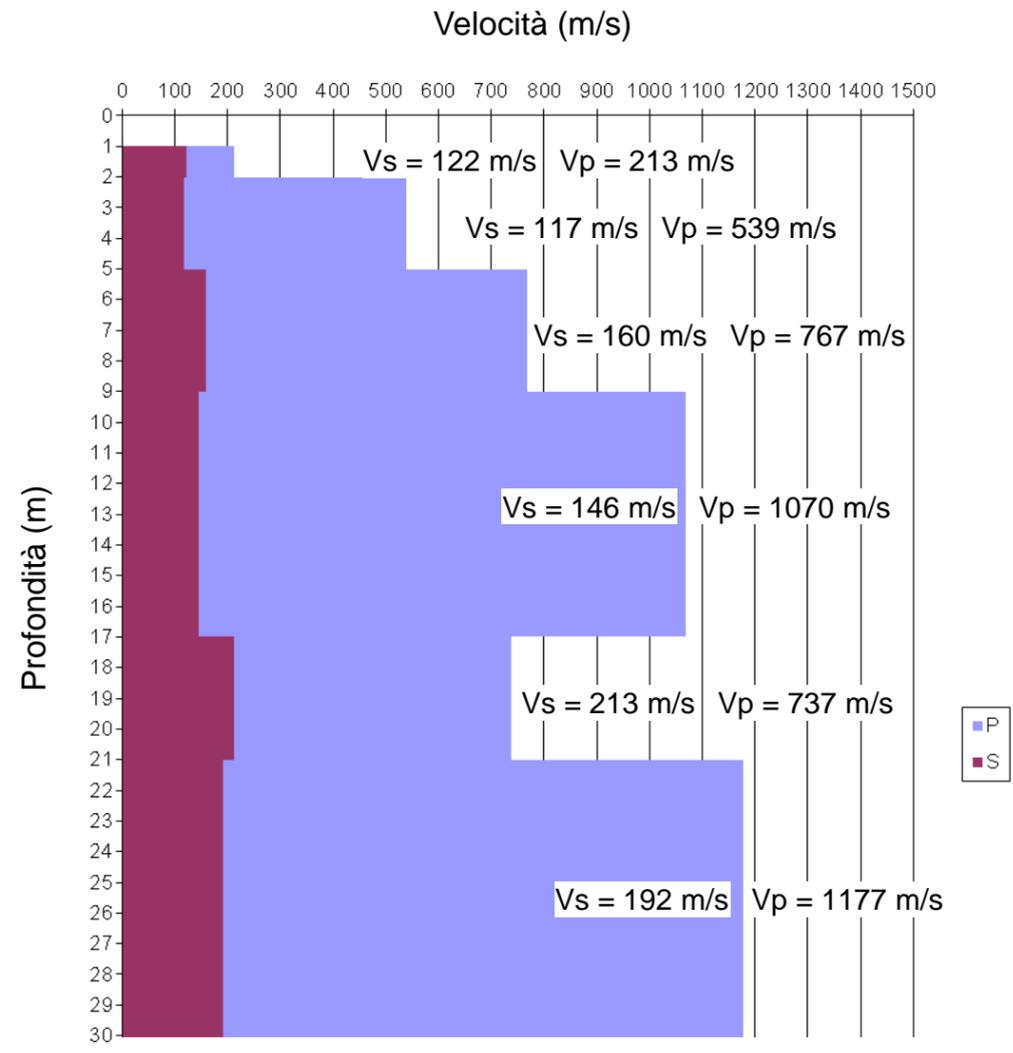
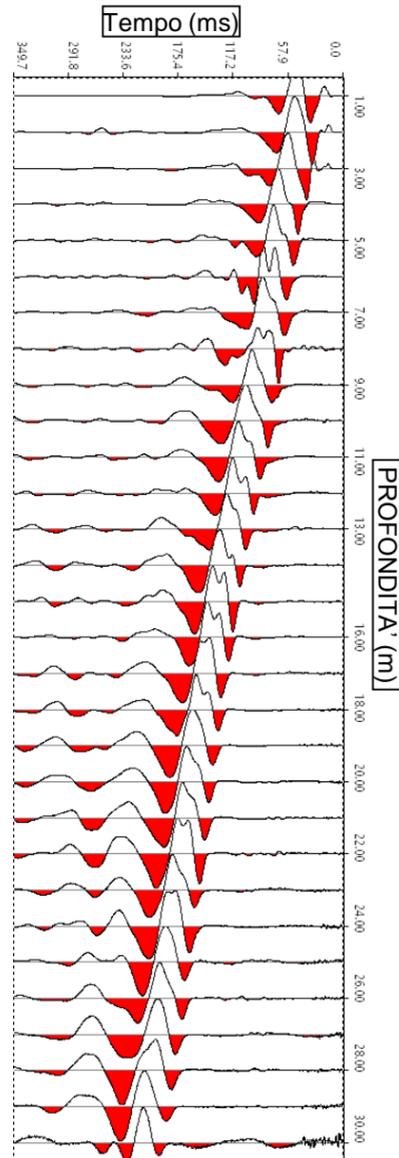
APPROV. P. Chiara

# INDAGINI SISMICHE Down Hole S1vp

**Sismogramma onde P**



**Sismogramma onde S**



**Profili di velocità**

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	$\gamma$ ( $kN/m^3$ )	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vs30
								(da 0 a -30 m)
1	da -1 a -2 m	1	16.43	0.26	60.22	23.98	41.12	160
2	da -2 a -5 m	3	17.08	0.48	67.65	22.93	456.00	
3	da -5 a -9 m	4	17.53	0.48	130.06	44.02	952.88	
4	da -9 a -17 m	8	18.14	0.49	113.04	37.92	1986.16	
5	da -17 a -21 m	4	17.47	0.45	226.15	77.75	827.14	
6	da -21 a -30 m	9	18.35	0.49	197.25	66.35	2405.04	

**Foro DH S1vp – Parametri Dinamici e Vs30**

**OGGETTO**

Indagine sismica  
DOWN HOLE. S1VP

Progetto Definitivo

LINEA PESCARA-BARI  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
LESINA (e)  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
RIPALTA (Lotti 2 e 3)



**Per la  
SOING Strutture e  
Ambiente srl**

**ELAB** G. Luciani

**VERIFICA** A. Morelli

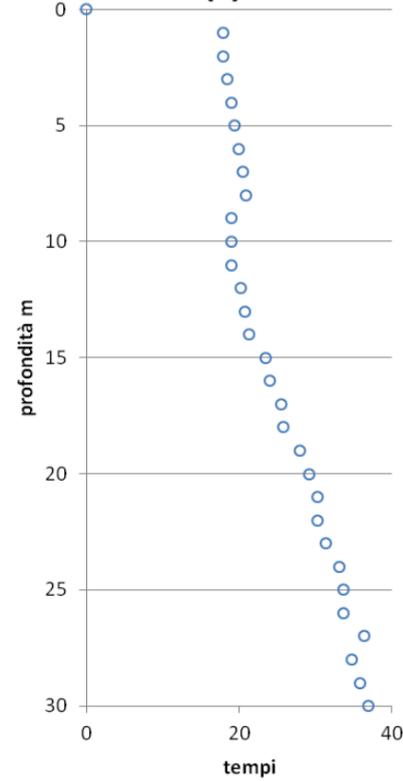
**APPROV.** P. Chiara

# INDAGINI SISMICHE Down Hole S1vp

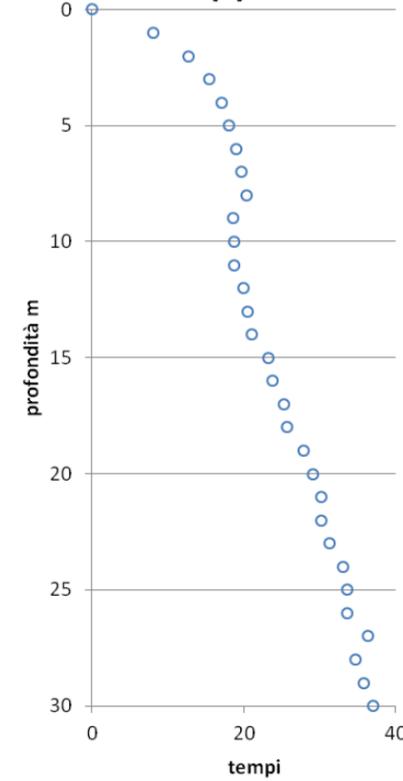
Profondità (m)	Tempi oss (ms) P	Tempi corr (ms) P	Tempi oss (ms) S	Tempi corr (ms) S
0	0		0	
1	17.96	8.03	33.12	14.81
2	18.00	12.73	32.56	23.02
3	18.53	15.41	40.98	34.10
4	19.09	17.07	47.72	42.68
5	19.50	18.11	51.65	47.95
6	20.00	18.97	60.07	56.99
7	20.50	19.71	61.75	59.38
8	21.00	20.37	67.93	65.90
9	19.09	18.63	75.79	73.98
10	19.09	18.72	79.72	78.17
11	19.09	18.78	88.14	86.72
12	20.21	19.94	94.31	93.03
13	20.77	20.53	102.73	101.54
14	21.33	21.12	108.91	107.81
15	23.50	23.29	115.65	114.63
16	24.00	23.81	120.70	119.77
17	25.50	25.33	128.56	127.68
18	25.82	25.67	131.93	131.12
19	28.07	27.91	138.10	137.34
20	29.19	29.05	142.03	141.33
21	30.32	30.18	146.52	145.86
22	30.32	30.19	152.14	151.51
23	31.44	31.32	157.75	157.16
24	33.12	33.01	162.80	162.24
25	33.68	33.58	168.42	167.88
26	33.68	33.58	171.22	170.72
27	36.49	36.39	177.40	176.91
28	34.81	34.72	182.45	181.99
29	35.93	35.84	187.50	187.06
30	37.05	36.97	194.80	194.37

**Tabella dei tempi osservati e corretti Onde P e S**

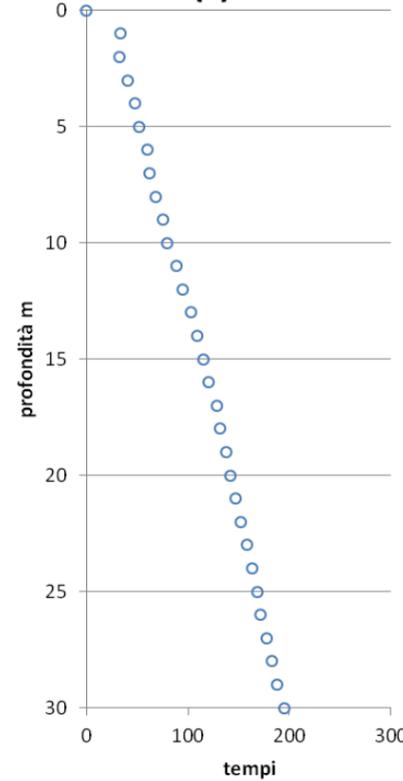
**Dromocrone Tempi oss (s) P**



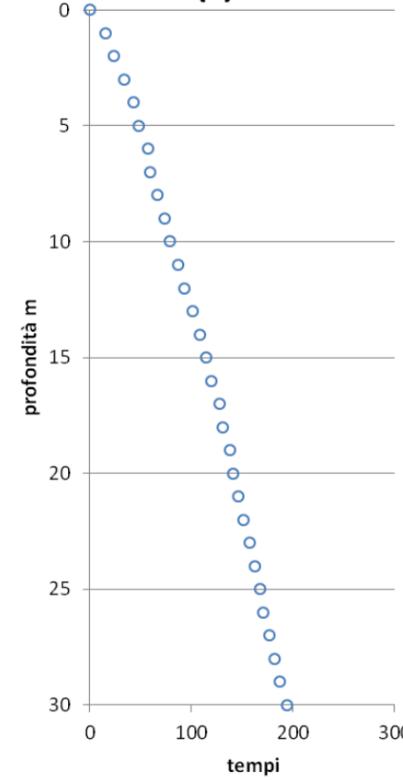
**Dromocrone Tempi corr (s) P**



**Dromocrone Tempi oss (s) SH**



**Dromocrone Tempi corr (s) SH**



**Dromocrone**

**OGGETTO**

Indagine sismica  
DOWN HOLE. S1VP

Progetto Definitivo

LINEA PESCARA-  
BARI  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
LESINA (e)  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
RIPALTA (Lotti 2 e 3)



**Per la  
SOING Strutture e  
Ambiente srl**

**ELAB** G. Luciani

**VERIFICA** A. Morelli

**APPROV.** P. Chiara

# INDAGINI SISMICHE Down Hole S11v

## Ubicazione Indagine



## Immagini area indagine



TAVOLA

10

### OGGETTO

Indagine sismica  
DOWN HOLE. S11V

Progetto Definitivo

LINEA PESCARA-  
BARI  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
LESINA (e)  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
RIPALTA (Lotti 2 e 3)



Per la  
**SOING Strutture e  
Ambiente srl**

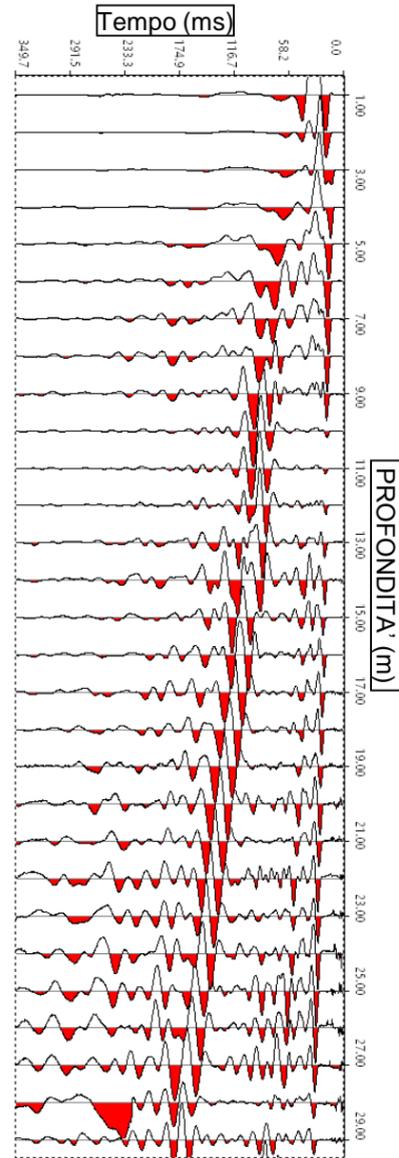
ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

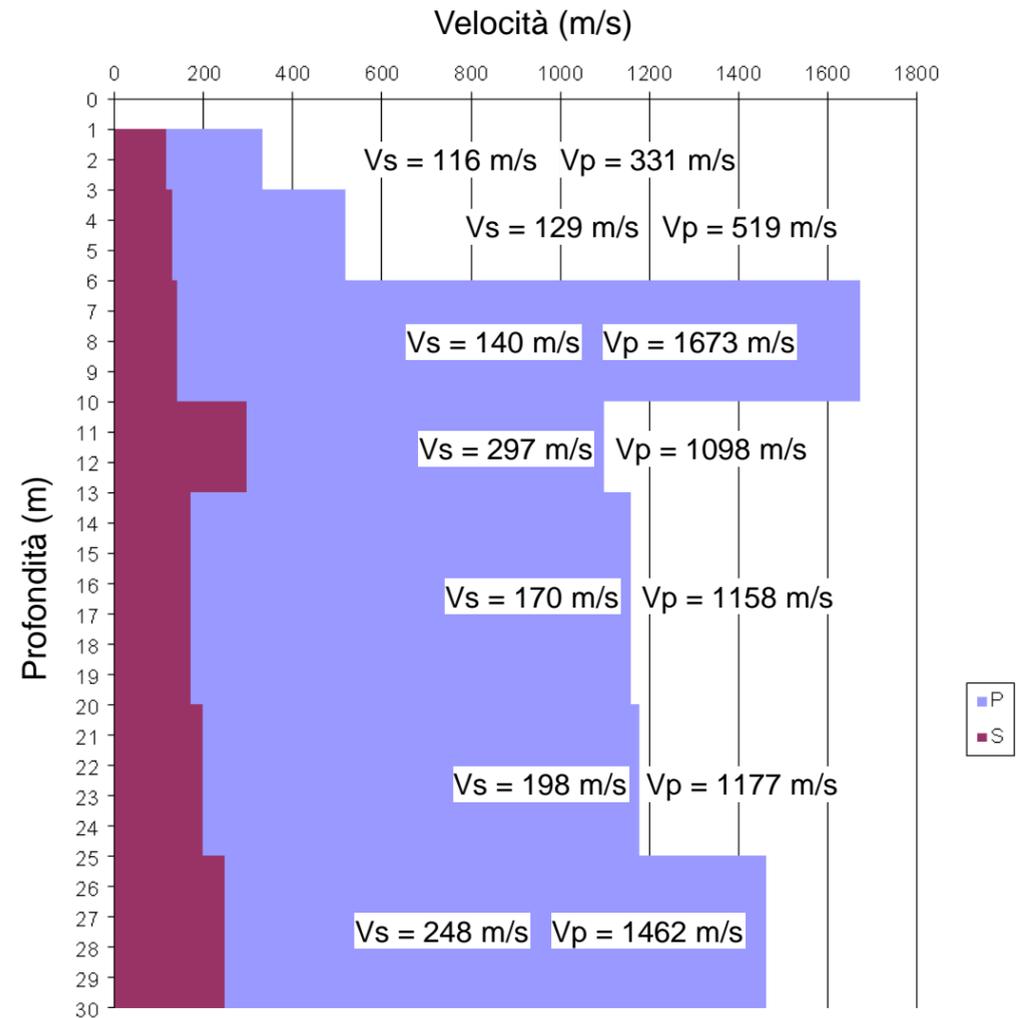
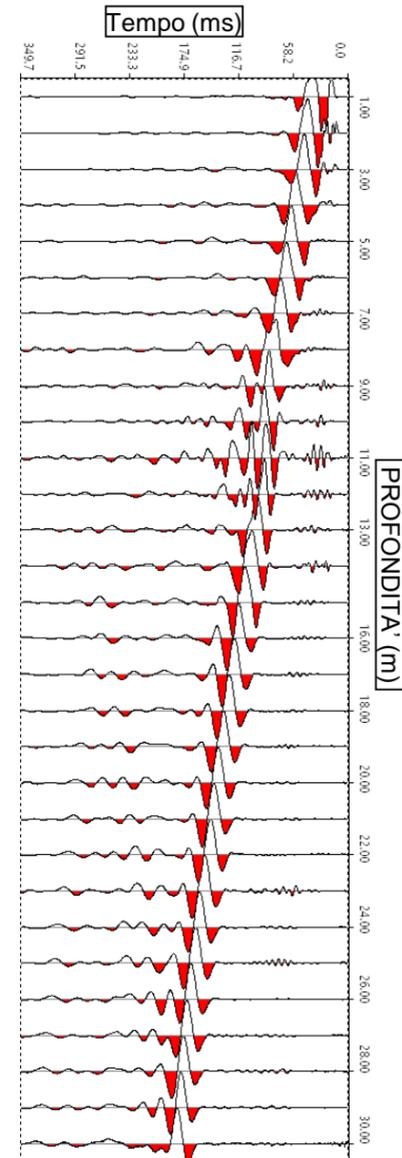
APPROV. P. Chiara

# INDAGINI SISMICHE Down Hole S11v

**Sismogramma onde P**



**Sismogramma onde S**



**Profili di velocità**

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vs30 (da 0 a -30 m)
1	da -1 a -3 m	2	16.66	0.43	62.88	21.99	149.71	172
2	da -3 a -6 m	3	17.04	0.47	81.58	27.81	413.00	
3	da -6 a -10 m	4	19.35	0.50	111.29	37.19	5260.62	
4	da -10 a -13 m	3	18.20	0.46	459.79	157.40	1941.46	
5	da -13 a -20 m	7	18.32	0.49	154.59	51.91	2339.44	
6	da -20 a -25 m	5	18.35	0.49	209.64	70.56	2399.42	
7	da -25 a -30 m	5	18.92	0.49	339.04	114.14	3814.57	

**Foro DH S11v – Parametri Dinamici e Vs30**

**OGGETTO**

Indagine sismica  
DOWN HOLE. S11V

Progetto Definitivo

LINEA PESCARA-  
BARI  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
LESINA (e)  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
RIPALTA (Lotti 2 e 3)



**Per la  
SOING Strutture e  
Ambiente srl**

**ELAB** G. Luciani

**VERIFICA** A. Morelli

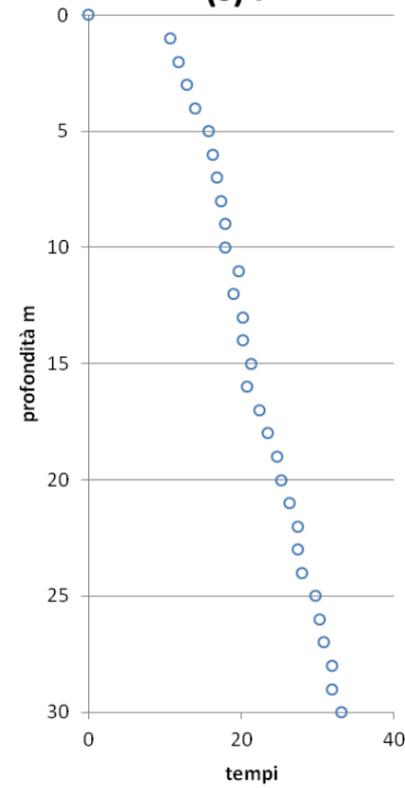
**APPROV.** P. Chiara

# INDAGINI SISMICHE Down Hole S11v

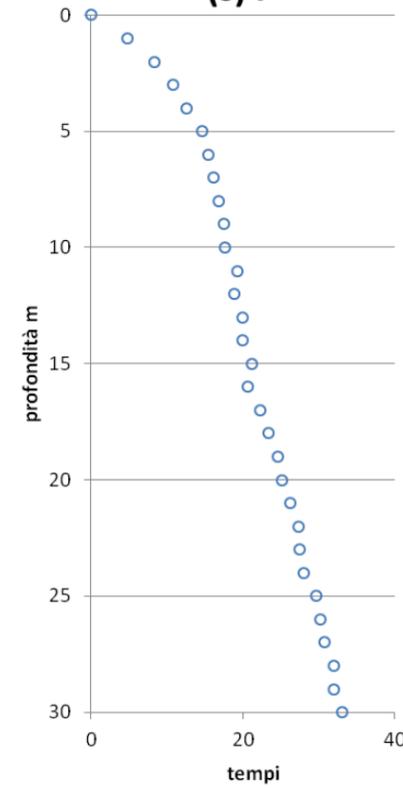
Profondità (m)	Tempi oss (s)	Tempi corr (s)	Tempi oss (s)	Tempi corr (s)
	P	P	S	S
0	0	0	0	0
1	10.67	4.77	25.82	11.55
2	11.79	8.34	30.88	21.83
3	12.91	10.74	34.25	28.49
4	14.04	12.55	42.10	37.66
5	15.72	14.59	47.16	43.78
6	16.28	15.44	51.65	49.00
7	16.84	16.19	60.63	58.30
8	17.40	16.88	64.56	62.63
9	17.96	17.54	73.54	71.79
10	17.96	17.62	79.16	77.62
11	19.65	19.33	78.03	76.77
12	19.09	18.83	82.52	81.40
13	20.21	19.97	86.45	85.45
14	20.21	20.01	90.38	89.48
15	21.33	21.15	97.12	96.27
16	20.77	20.61	103.30	102.50
17	22.46	22.30	108.91	108.16
18	23.58	23.43	115.09	114.38
19	24.70	24.57	120.70	120.04
20	25.26	25.14	126.31	125.69
21	26.39	26.27	130.80	130.21
22	27.51	27.40	134.17	133.62
23	27.51	27.40	140.91	140.38
24	28.07	27.97	146.52	146.02
25	29.75	29.66	150.45	149.97
26	30.32	30.23	154.94	154.49
27	30.88	30.79	160.00	159.56
28	32.00	31.92	163.36	162.95
29	32.00	31.92	166.73	166.34
30	33.12	33.05	170.66	170.28

Tabella dei tempi osservati e corretti Onde P e S

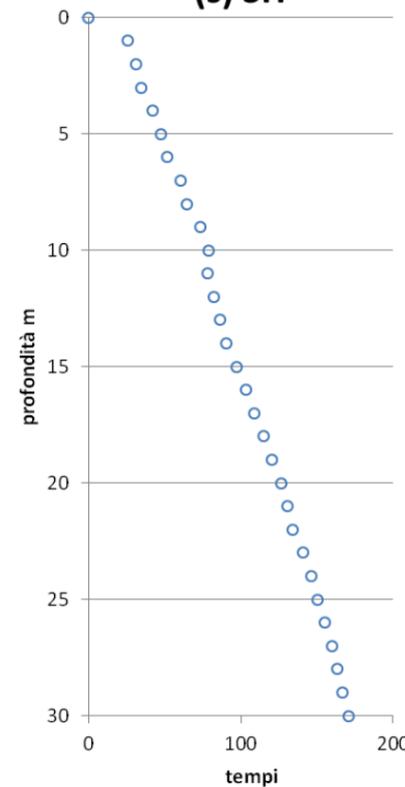
Dromocrone Tempi oss (s) P



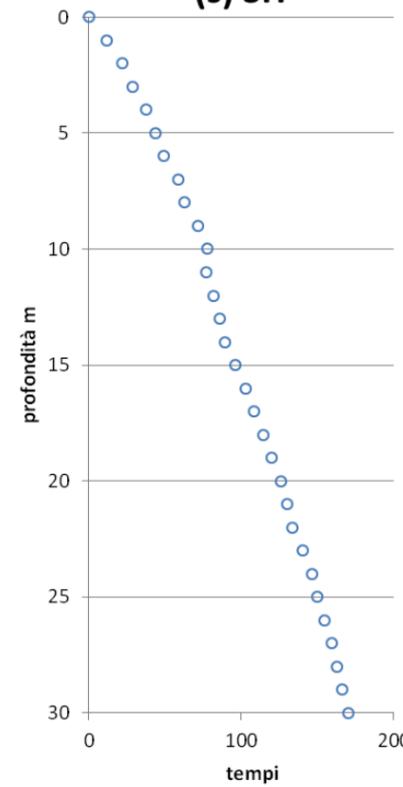
Dromocrone Tempi corr (s) P



Dromocrone Tempi oss (s) SH



Dromocrone Tempi corr (s) SH



Dromocrone

**OGGETTO**

Indagine sismica  
DOWN HOLE. S11V

Progetto Definitivo

LINEA PESCARA-  
BARI  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
LESINA (e)  
RADDOPPIO  
TERMOLI (e) -  
RIPALTA (Lotti 2 e 3)



**Per la  
SOING Strutture e  
Ambiente srl**

**ELAB** G. Luciani

**VERIFICA** A. Morelli

**APPROV.** P. Chiara