

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. GEOLOGIA, GESTIONE TERRE E BONIFICHE

PROGETTO DEFINITIVO

**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA**

**RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA DIRAMAZIONE
LOTTO 1+2**

INDAGINI GEOGNOSTICHE

INDAGINI GEOFISICHE DI PRIMA FASE ESEGUITE DA SOCOTEC

SCALA:

-

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

R S 3 Z 0 0 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 Esecutiva	Socotec Italia	Dicembre 2019	A.Salvagnini	Dicembre 2019	A. Baricca	Dicembre 2019	F.MARCHESE Dicembre 2019

ITALFERR S.p.A.
Dot. Geologo/Franco MARCHESE
Resp. UO GEOLOGIA
Ordine Geologi n. 178/ES

File:

n. Elab.: 69_66

Indice

1. PREMESSA	3
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA.....	6
3. METODO MASW.....	8
3.1. PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO E CENNI SUL METODO	8
3.2. SCHEMA DI ACQUISIZIONE	10
3.3. STRUMENTAZIONE IMPIEGATA	11
4. RISULTATI INDAGINI MASW	13
5. PROSPEZIONE DOWN HOLE.....	15
5.2. ACQUISIZIONE	16
6. RISULTATI INDAGINI DOWN HOLE	19
7. METODO SISMICA A RIFRAZIONE (SRT)	21
7.1. PRINCIPI BASE DEL METODO.....	21
7.2. FATTORI DI INFLUENZA DELLE VELOCITÀ SISMICHE.....	24
7.2.1. Saturazione.....	26
7.2.2. Porosità e contenuto in argilla.....	27
7.2.3. Fratturazione.....	29
7.3. SCHEMA DI ACQUISIZIONE.....	34
7.4. PROCESSING.....	35
8. RISULTATI INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE	38
9. CONCLUSIONI	41
BIBLIOGRAFIA.....	42
ALLEGATI	44

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica riferisce sui risultati delle indagini geofisiche eseguite per il progetto “Raddoppio Tratta Fiumetorto – Lercara diramazione - Lotto 1+2”. Nello specifico, sono stati realizzati n°3 indagini di sismica tipo MASW, n° 20 stendimenti di sismica a rifrazione (SRT, onde P e S_h) e n° 5 prospezioni di tipo down hole (DH) (Fig.1). L’area indagata è stata suddivisa in n° 8 blocchi ed investigati come mostrato in Tab. 1. Le suddette indagini sono state realizzate nei mesi di novembre - dicembre 2018.

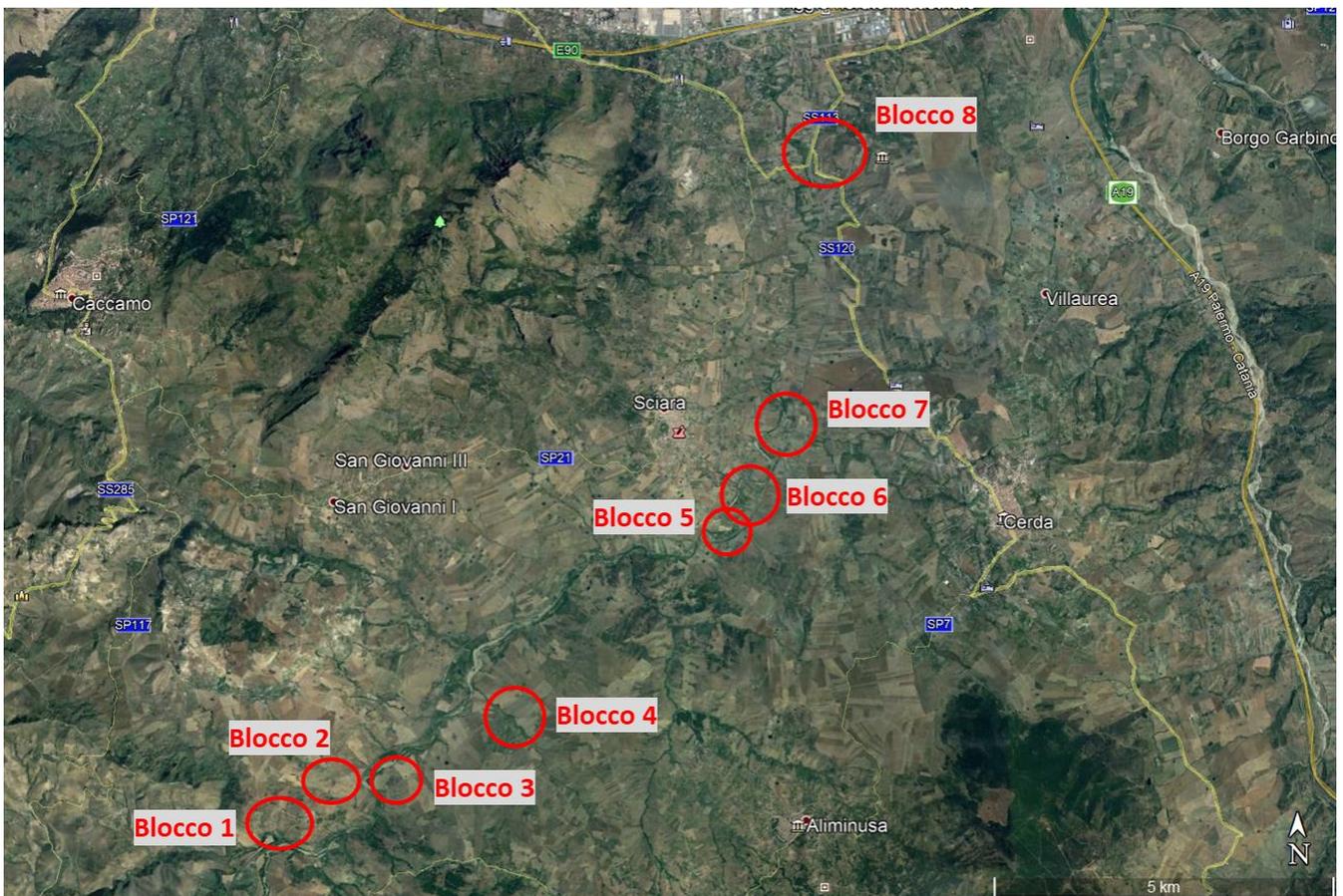


Figura 1 - Ubicazione blocchi

	ID SRT	ID MASW	ID DH
Blocco 1	1 - 2		VI06 – GN12
Blocco 2	3 - 4	1	GN09
Blocco 3	5 - 6	2	
Blocco 4			GN06 – GN07
Blocco 5	7 - 8 - 9 - 10		
Blocco 6	11 – 12 - 13 -14 - 15 - 16		
Blocco 7	17 - 18		
Blocco 8	19 - 20	3	

Tabella 1 - Lista dei blocchi e relative indagine

Si riporta di seguito il riepilogo delle indagini eseguite:

ID Prova	Lunghezza (m)	Coordinate inizio linea (A)	Coordinate fine linea (B)
MASW 1	58	37°52'05.34"N 13°42'36.88"E	37°52'40.94"N 13°42'39.13"E
MASW 2	58	37°52'06.85"N 13°42'46.33"E	37°52'05.56"N 13°42'47.92"E
MASW 3	58	37°56'57.44"N 13°46'57.42"E	37°56'59.24"N 13°46'57.06"E
SRT 1	144	37°51'47.05"N 13°46'57.06"E	37°51'44.34"N 13°41'51.98"E
SRT 2	144	37°51'48.35"N 13°41'53.87"E	37°51'44.95"N 13°41'57.33"E
SRT 3	336	37°52'01.70"N 13°42'21.39"E	37°52'05.73"N 13°42'34.00"E
SRT 4	144	37°52'05.50"N 13°42'25.29"E	37°52'01.81"N 13°42'28.38"E
SRT 5	144	37°52'07.15"N 13°42'51.21"E	37°52'06.79"N 13°42'56.82"E
SRT 6	194	37°52'10.93"N 13°42'55.61"E	37°52'05.01"N 13°42'56.77"E
SRT 7	439	37°54'02.18"N 13°46'22.09"E	37°53'49.00"N 13°46'17.72"E
SRT 8	242	37°54'00.44"N 13°46'16.71"E	37°53'58.30"N 13°46'26.00"E
SRT 9	249	37°54'00.99"N 13°46'17.15"E	37°53'53.75"N 13°46'19.24"E
SRT 10	252	37°54'00.46"N 13°46'24.65"E	37°53'52.89"N 13°46'23.80"E
SRT 11	243	37°54'17.53"N 13°46'34.65"E	37°54'10.42"N 13°46'30.80"E
SRT 12	144	37°54'14.56"N 13°46'29.46"E	37°54'13.05"N 13°46'34.93"E
SRT 13	293	37°54'24.67"N 13°46'41.08"E	37°54'16.79"N 13°46'34.95"E
SRT 14	245	37°54'18.58"N 13°46'32.54"E	37°54'16.73"N 13°46'41.79"E
SRT 15	293	37°54'23.41"N 13°46'35.17"E	37°54'18.32"N 13°46'44.71"E
SRT 16	295	37°54'26.13"N 13°46'37.54"E	37°54'20.87"N 13°46'47.00"E
SRT 17	144	37°54'42.26"N 13°46'47.84"E	37°54'37.63"N 13°46'48.49"E
SRT 18	144	37°54'41.01"N 13°46'45.77"E	37°54'40.64"N 13°46'51.18"E
SRT 19	238	37°56'59.87"N 13°47'04.16"E	37°57'00.58"N 13°47'13.37"E
SRT 20	144	37°57'02.14"N 13°47'08.02"E	37°56'57.74"N 13°47'09.16"E

ID Prova	Lunghezza (m)	Coordinate
DH 1_GN06	80	37°52'36.33"N 13°44'22.87"E
DH 2_GN07	70	37°52'27.19"N 13°44'13.21"E
DH 3_GN09	40	37°52'03.75"N 13°42'26.80"E
DH 4_GN12	30	37°51'46.04"N 13°41'54.63"E
GH 5_VI06	40	37°51'41.80"N 13°41'48.19"E

Tabella 2 - Coordinate indagini eseguite

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Raddoppio Tratta Fiumetorto – Lercara diramazione - Lotto 1+2					
	INDAGINI GEOFISICHE PRIMA FASE	COMMESSA RS3Z	LOTTO 01 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

L'area investigata ricade all'interno del settore nord della regione Sicilia, a sud del fiume Torto.

Consultando la cartografia disponibile in rete (<http://www.isprambiente.gov.it/>) e i sondaggi disponibili (Fig. 2), si evince che l'assetto geologico dell'area indagata è caratterizzato da una forte eterogeneità litologica. In particolare, dal foglio "Termini Imerese" della cartografia ISPRA – CARG in scala 1:50.000, si nota che l'area investigata è caratterizzata dalla presenza di faglie, presunte e non, e sovrascorrimenti con orientazione NE-SW e NW-SE e dalla presenza di una serie di orli di scarpata di frana molto vicini tra loro che coinvolgono colti eluvio – colluviali e superfici di vecchie frane. Le frane, secondo il foglio "Termini Imerese", hanno scorrimento prevalentemente in direzione W - NW. Al di sotto della coltre franosa, in linea di massima, sono state rilevate (Fig. 2) la Formazione di Terravecchia, Argille varicolori, Formazione di Caltavuturo e Formazione di Tavernola.

Nel dettaglio:

- Formazione di Terravecchia: conglomerati rossastri e giallastri ed elementi carbonatici, silicei, granitici con matrice sabbiosa rossastra alternati con livelli sabbiosi grossolani.
- Argille varicolori: argille a struttura scagliosa e marne varicolori, spesso caotiche, diaspri ed arenaria quarzose e micacee. Lo spessore è variabile tra 70 e 200 m.
- Formazione di Caltavuturo: calcilutiti e calcari marnosi alternati a marne argillose di colore rosso e grigiastro in strati centimetrici. Lo spessore varia da 50 a 150 m.
- Formazione di Tavernola: marne sabbiose e argillose bruno giallastre con intercalazioni di arenarie quarzose. Lo spessore varia da 80 a 200 m.

L'assetto geomorfologico è il risultato della combinazione di processi endogeni ed esogeni: da una parte movimenti tettonici, del tipo fagliazione a blocchi, sono stati responsabili della genesi di zone di basso e alto strutturale sulle quali si sono rispettivamente impostati bassi e alti topografici. Dall'altra, l'erosione selettiva ha ulteriormente accentuato i dislivelli grazie alla presenza, nei bassi topografici/strutturali, di rocce "tenere" (litologie a prevalente componente argillosa, marnosa o sabbiosa) e, negli alti

topografici/strutturali, di rocce “dure” (carbonati di piattaforma o di scarpata continentale). Complessivamente si assiste, quindi, ad una generale congruenza fra topografia e struttura geologica.

Alla luce della cartografia consultata, si evince la complessità geologica dell’area e la probabile presenza superfici di distacco. In particolare, la presenza di livelli granulari di alto spessore, in eventuale presenza di un elevato aumento delle pressioni neutre, tendono a diminuire fortemente la loro resistenza lasciando innescare i fenomeni franosi.



Figura 2 – Cartografia geologica dell'area indagata. Triangoli rossi: ubicazione dei blocchi indagati.

Per la legenda di rimanda al sito web ISPRA:

http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/596_609_PLAIA_TERMINI/Foglio.html

3. METODO MASW

3.1. Principi di funzionamento e cenni sul metodo

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva, che individua il profilo di velocità delle onde di taglio V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo. La determinazione delle V_s viene ottenuta tramite l'inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh (Fig. 3).

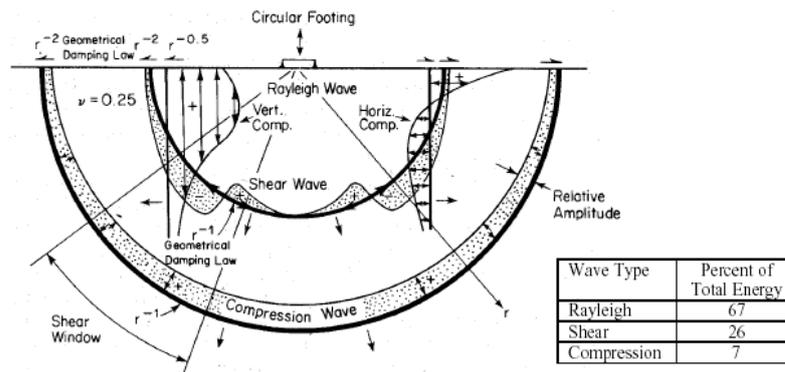


Figura 3 - Distribuzione delle onde di Rayleigh nel sottosuolo

In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999; Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o, detto in maniera equivalente, la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo. Le indagini MASW si distinguono in attive e passive o in una combinazione di entrambe.

Nel metodo attivo, le onde superficiali generate in un punto sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori. Nel metodo passivo lo stendimento dei sensori può essere sia lineare, sia circolare e si misura il rumore ambientale di fondo esistente.

Facendo riferimento al metodo attivo da noi utilizzato possiamo dire che, una generica acquisizione di segnali sismici lungo uno stendimento lineare, con sorgente esterna alla linea sismica, può essere rappresentata come una funzione $u(x, t)$ dove x è lo spazio e t il tempo.

Applicando ai segnali la trasformata di Fourier lungo l'asse dei tempi otteniamo la funzione $U(x, f)$:

$$U(x, f) = \int u(x, t) e^{ift} dt \quad (3.1)$$

La funzione $U(x, f)$ può essere espressa come la moltiplicazione di due termini separati:

$$U(x, f) = P(x, f) A(x, f) \quad (3.2)$$

dove $P(x, f)$ e $A(x, f)$ rappresentano rispettivamente lo spettro di fase e di ampiezza.

Nella funzione $U(x, f)$ ogni componente in frequenza è completamente separata dalle altre e l'informazione del tempo di arrivo è preservata nello spettro di fase $P(x, f)$.

Nella funzione $P(x, f)$ sono contenute inoltre tutte le informazioni relative alla dispersione delle onde superficiali di Rayleigh mentre la funzione $A(x, f)$ contiene tutte le informazioni inerenti l'attenuazione e la divergenza sferica.

Tenendo conto della rappresentazione esponenziale dello spettro di fase la (3.2) può essere espressa come:

$$U(x, f) = e^{-i\theta x} A(x, f) \quad (3.3)$$

Dove $F=f/cf$ con f = frequenza angolare e cf = velocità di fase per ogni frequenza.

Operando un integrale di linea in dx e normalizzando per il modulo della funzione $|U(x, f)|$, otteniamo la funzione $V(f, \phi)$:

$$V(f, \phi) = \int e^{i\phi x} [U(x, f) / |U(x, f)|] dx = \int e^{-i(\Phi-\phi)x} [A(x, f) / |A(x, f)|] dx \quad (3.4)$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Raddoppio Tratta Fiumetorto – Lercara diramazione - Lotto 1+2					
	INDAGINI GEOFISICHE PRIMA FASE	COMMESSA RS3Z	LOTTO 01 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

La funzione $V(f, \phi)$, ottenuta dalla trasformazione integrale, può essere pensata come la somma, lungo tutto lo stendimento, del campo d'onda relativo ad ogni frequenza, applicando uno shift di fase dipendente dall'offset, al campo d'onda, per un'assunta velocità di fase $c_f = f/\phi$.

La normalizzazione al modulo della funzione $|U(x, f)|$, minimizza i fenomeni di attenuazione e di divergenza sferica. Risulta ovvio che la funzione $V(f, \phi)$ avrà un massimo in corrispondenza di un valore:

$$\phi = F = f / c_f \quad (3.5)$$

Per un dato valore di ϕ dove si verifica un massimo della funzione $V(f, \phi)$, la velocità di fase c_f può essere determinata. Tenendo conto che $c_f = f/\phi$ la funzione $V(f, \phi)$ può essere trasformata nella funzione $I(f, c_f)$ che viene definita spettro di velocità di fase. In essa lungo l'asse c_f appariranno dei picchi che soddisferanno, per ogni frequenza, l'equazione (3.5). Il luogo dei punti lungo questi massimi, per differenti valori di frequenza f , permettono di identificare le curve di dispersione delle velocità di fase dei modi di oscillazione dell'onda superficiale di Rayleigh.

La curva di dispersione media delle velocità di fase dell'onda di Rayleigh, estratta con la metodologia MASW, è invertita al fine ottenere un modello monodimensionale di onde di taglio.

3.2. Schema di acquisizione

Gli stendimenti sismici sono stati realizzati utilizzando 24 canali d'acquisizione (geofoni) con passo intergeofonico pari a 2 m (Fig. 4). L'acquisizione dei dati sismici è stata condotta secondo la seguente configurazione spazio temporale:

- n° geofoni: 24;
- n° 10/15 *shot* posizionati in linea con lo stendimento ad una distanza dal geofono 1 pari a -10 m da sottoporre al processo di stacking in fase di processing per ottimizzare il rapporto *signal/noise*;
- tempo di acquisizione: 1 s;
- intervallo di campionamento 0.125 μ s;



Figura 4 - Fasi di acquisizione

3.3. Strumentazione impiegata

L'apparecchiatura utilizzata per questo tipo di prove si compone delle seguenti parti:

- sistema energizzante;
- sistema di ricezione;
- trigger;
- sistema di acquisizione dati.

Nel dettaglio:

sistema energizzante: tale sistema deve essere in grado di generare onde elastiche ad alta frequenza ricche di energia, con forme d'onda ripetibili e direzionali. Per generare le onde di compressione P è stata utilizzata una massa battente da 5kg.

sistema di ricezione: per l'indagine sono stati utilizzati 24 geofoni del tipo elettromagnetico a bobina mobile (oscillazione verticale), con frequenza caratteristica di 4.5 Hz. Per la sismica a rifrazione sono stati utilizzati anche 24 geofoni del tipo elettromagnetico a bobina mobile (oscillazione orizzontale), con frequenza caratteristica di 8 Hz (Fig. 5).



Figura 5 – Geofoni per onda P ed Sh; a) schema di funzionamento del geofono per onda P; b) geofono per onda P con frequenza caratteristica di 4.5 Hz; c) geofono per onda S con frequenza caratteristica di 8 Hz (utilizzato esclusivamente per la sismica a rifrazione).

trigger: la metodologia utilizzata, in quanto attiva, prevede che l’inizio della registrazione sia individuato mediante un *trigger* che consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell’istante in cui la massa battente colpisce la piastra o la trave (nel nostro caso si è usato un geofono starter) e l’impulso generato, inviato al sistema di acquisizione, consentendo di fissare il tempo zero di riferimento per il calcolo dei tempi di percorso delle onde generate.

sistema di acquisizione dati (comune a tutte le indagini eseguite): n°1 sismografo costituito da un sistema a multicanale a conversione digitale. Il modello è denominato *GEODE* (prodotto dalla *GEOMETRICS*, Fig. 6; Tab. 3) con risoluzione di acquisizione pari a 24 bit (Tecnologia Delta Sigma). Tale sistema è in grado di registrare su ciascun canale in forma digitale le forme d’onda e di conservarle su memoria di massa dinamica minima a 24 bit. Esso è collegato a ciascuno dei geofoni ed al sensore del trigger e consente quindi di registrare in forma numerica e visualizzare come tracce su un apposito monitor le vibrazioni a partire dall’impulso inviato dal trigger.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Raddoppio Tratta Fiumetorto – Lercara diramazione - Lotto 1+2					
	INDAGINI GEOFISICHE PRIMA FASE	COMMESSA RS3Z	LOTTO 01 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A



Figura 6 - Sismografo GEODE (Geometrics)

A/D Conversion:	24 bit (Crystal Semiconductor sigma-delta converters)
DynamicRange:	144 dB (system), 110 dB (instantaneous, measured) at 2ms, 24dB.
Distortion:	0.0005% @ 2 ms, 1.75 to 208 Hz.
Bandwidth:	1.75 Hz to 20 kHz
Common Mode Rejection:	> -100 dB at <=100 Hz, 36 dB.
Crosstalk:	-125 dB at 23.5 Hz, 24 dB, 2 ms.
Noise Floor:	0.2uV, RFI at 2 ms, 36 dB, 1.75 to 208 Hz.
Stacking Trigger Accuracy:	1/32 of sample interval.
Maximum Input Signal:	2.8 VPP.
Input Impedance:	20 kOhm, 0.02 uf.
Preamplifier Gains: dB, or 0dB.	24 or 36 dB
Anti-alias Filters:	-3 dB at 83% of Nyquist frequency, down 90 dB.
Pre-trigger Data:	Up to 4,096 Samples.
Sample Interval:	0.02, 0.03125, 0.0625, 0.125, 0.25, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0, 16.0 ms.
Record Length:	16,000 samples standard
Delay:	0 to 9999 ms in 1 ms steps.
Data Transmission:	Ethernet connections

Tabella 3 - Specifiche tecniche Sismografo GEODE

4. RISULTATI INDAGINI MASW

Le indagini MASW hanno consentito di ottenere un modello monodimensionale di Vs che, com'è noto, può essere ritenuto esaustivo del profilo verticale di Vs nel punto centrale dello stendimento. In tutti gli stendimenti si riscontra la presenza di terreno che va a collocarsi nella categorie di suolo **B**, come da nuova normativa NTC2018. In particolare, tutti gli stendimenti mostrano la presenza di terreni mediamente compatti con valori di Vs₃₀ che vanno da 393 a 535 m/s. In particolare, le MASW 1 e 2, collocate nel settore più meridionale dell'area indagata e distanti tra loro circa 220 m, mostrano valori relativamente più alti di Vs_{eq} rispetto alla MASW 3 nel settore settentrionale dell'area indagata.

La MASW 1 (Tab. 4) identifica la presenza di tre principali sismo-strati. Il primo, che va dal piano campagna fino a una profondità di circa 6,50 m è caratterizzato da Vs media di 220 m/s riconducibile alla presenza di limi sabbioso-argillosi. Fino a una profondità di 11 m circa, si riscontra la presenza del secondo sismo-strato con Vs media di 460 m/s assimilabile alla presenza di ghiaia compatta debolmente sabbiosa, come confermerebbero i vicini sondaggi VI03 e VI04. Al di sotto di 11 m dal p.c. si riscontra la presenza di un sismo-strato compatto le cui Vs arrivano a 700 m/s riconducibile alla presenza di peliti compatte, come confermato dai sondaggi sopra citati. La Vs₃₀ ricavata è di 449 m/s.

Sismostrato	Profondità		Spessore	Vs (m/s)	Vs30	449 m/s
1	0.00	2.00	2.00	210.00		
2	2.00	6.40	4.40	230.00		
3	6.40	11.20	4.80	460.00		
4	11.20	23.80	12.60	670.00	Suolo	B
5	23.80	Inf.	Inf.	700.00		

Tabella 4 - Modello 1D Vsh, Vs30 e categoria di suolo (MASW 1)

La MASW 2 (Tab. 5) identifica la presenza di tre principali sismo-strati: il primo lo si identifica dal piano campagna a circa 6,50 m raggiungendo Vs massime di 280 m/s e probabilmente riconducibile alla presenza di ghiaia limoso-sabbiosa. Fino a una profondità di 9 m circa, si riscontra la presenza del secondo sismo-strato con Vs media di 470 m/s assimilabile alla presenza di sabbia limosa compatta, come confermerebbe il vicino sondaggio VI02. Al di sotto dei 9 m dal p.c. si riscontra la presenza di un sismo-strato molto compatto le cui Vs arrivano a 750 m/s riconducibile alla presenza di peliti compatte, come confermato dal sondaggio sopra citato. La Vs₃₀ ricavata è di 523 m/s.

Sismostrato	Profondità		Spessore	Vs (m/s)	Vs30	523 m/s
1	0.00	2.00	2.00	260.00		
2	2.00	6.40	4.40	280.00		
3	6.40	8.50	2.10	470.00		
4	8.50	23.30	14.80	720.00	Suolo	B
5	23.30	Inf.	Inf.	750.00		

Tabella 5 - Modello 1D Vsh, Vs30 e categoria di suolo (MASW 2)

La MASW 3 (Tab. 6) identifica la presenza di 4 sismo-strati. Il primo, fino a una profondità di circa 6 m, ha una Vs media di 210 m/s riconducibile probabilmente alla presenza di limi sabbioso-argillosi poco compatti. Da 6 a circa 12 m dal p.c. si riscontra la presenza del secondi sismo-strato con Vs media di 280 m/s assimilabile alla presenza di limi sabbioso-argillosi più compatti di quelli sovrastanti. Dai 12 m di profondità si riscontra un netto aumento delle Vs indentificando il terzo sismo-strato con Vs di 620 m/s assimilabile a peliti mediamente compatte. La stessa litologia, ma caratterizzata da un grado di compattazione maggiore, si troverebbe nel quarto sismo-strato con Vs di 740 m/s. La Vs₃₀ ricavata è di 393 m/s.

Sismostrato	Profondità		Spessore	Vs (m/s)	Vs30	393 m/s
1	0.00	1.80	1.80	210.00		
2	1.80	6.20	4.40	220.00		
3	6.20	11.70	5.50	280.00		
4	11.70	24.60	12.90	620.00	Suolo	B
5	24.60	Inf.	Inf.	740.00		

Tabella 6 - Modello 1D Vsh, Vs30 e categoria di suolo (MASW 3)

5. PROSPEZIONE DOWN HOLE

Lo scopo della prova DH è quello di valutare la velocità delle onde sismiche primarie Vp e secondarie Vs, dal piano campagna sino ad una profondità pari a 30 m (Gasperini & Signanini, 1983). Le prove sismiche Down-Hole vengono eseguite con lo scopo di misurare la velocità delle onde dirette che si propagano dalla superficie nel terreno in profondità. Il terreno viene energizzato in superficie, in prossimità di testaforo e la registrazione avviene in foro grazie ad un geofono triassiale ancorato a profondità crescenti. Tale geofono registra gli spostamenti (tradotti sotto forma di impulsi elettrici) lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x, y, z). Le onde sismiche vengono generate energizzando il terreno in direzione verticale e in direzione trasversale (parallelamente al suolo). Nel primo caso verranno generate prevalentemente onde compressive (onde P) che si propagano in profondità e vengono registrate al meglio dal geofono verticale (asse z). Nel secondo caso verranno generate prevalentemente onde di taglio (onde S) visibili principalmente sui geofoni con l'asse posto orizzontalmente (assi x e y). Le onde di taglio hanno velocità inferiori rispetto a quelle compressive, solitamente intorno al 60-70%, quindi raggiungono il geofono quando il primo fronte d'onda compressiva è già transitato. Questo passaggio,

purtroppo, costituisce un disturbo per la misura delle onde trasversali in quanto i geofoni orizzontali si trovano ancora in movimento all'arrivo dell'onda S. Per migliorare il rapporto fra l'energia dell'onda compressiva P e l'energia dell'onda trasversale S a favore di quest'ultima, si realizza una doppia energizzazione orizzontale con verso opposto. La sottrazione delle forme d'onda relative a queste due acquisizioni, riduce sensibilmente la componente compressiva presente nel segnale. Tali prove forniscono una dettagliata stratigrafia di velocità delle onde compressive (V_p) e delle onde di taglio (V_s).

5.2. Acquisizione

Per effettuare la prospezione sismica, i fori del sondaggio GN06, GN07, GN09, GN12 e VI04 sono stati rivestiti con apposita tubazione in PVC. Infine tale rivestimento, per garantire una perfetta cementazione lungo tutta la lunghezza del tubo, è stato cementato al terreno incassante con opportuna miscela cementizia iniettata dal fondo foro fino alla fuoriuscita in superficie. Una volta raggiunta la profondità di prova i ricevitori vengono assicurati alla parete del tubo di rivestimento mediante un packer azionato in superficie mediante il Geostuff Controller, la sorgente viene colpita in senso verticale (per generare onde di compressione P) e lateralmente (per generare onde di taglio SH) (Fig. 7, 9) facendo partire, per mezzo del trigger, la registrazione del segnale acquisita secondo i seguenti parametri:

Sampling interval (ms)	0.125
Record length (s)	0.5
Spacing (m)	1

Tabella 7 - Parametri di campionamento prove DH

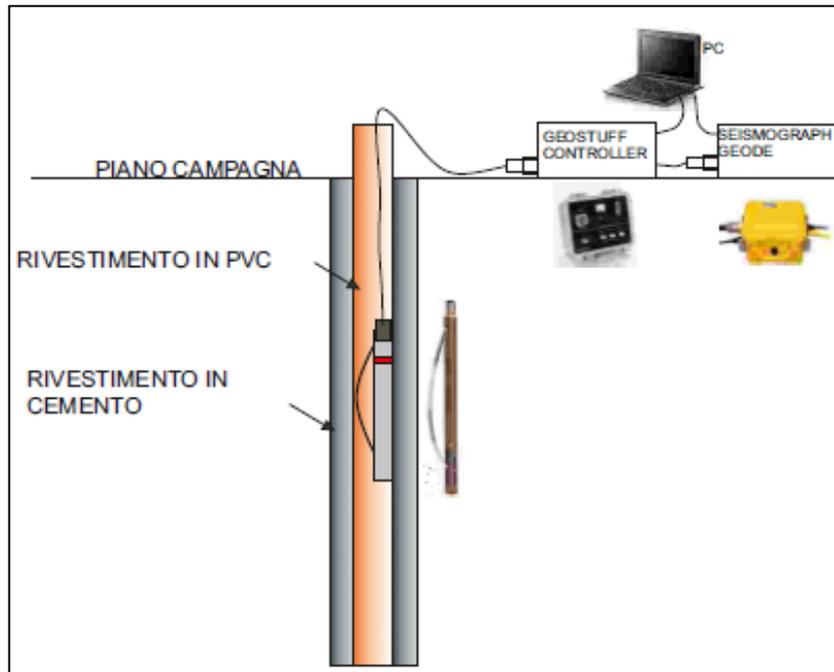


Figura 7 - Schema di acquisizione prova Down-Hole



Figura 8 - Fasi di acquisizione

La misura dei tempi dei primi arrivi delle onde sismiche deve essere realizzata con precisione e con un dettaglio pari a circa un decimo di millisecondo. La prima fase dell'elaborazione consiste nella determinazione dei primi arrivi sia delle onde P che delle onde S. Il picking dei tempi delle onde P è una operazione relativamente semplice, mentre per la corretta individuazione dei tempi di arrivo delle onde S è necessario evidenziare l'inversione di fase dell'onda di taglio: per tale scopo si effettua la

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Raddoppio Tratta Fiumetorto – Lercara diramazione - Lotto 1+2					
	INDAGINI GEOFISICHE PRIMA FASE	COMMESSA RS3Z	LOTTO 01 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

sovrapposizione dei sismogrammi ricavati per la stessa profondità dai due punti di battuta; sovrapponendo le tracce si avrà la corretta localizzazione delle onde S quando si noterà il movimento uguale ed opposto della fase d'onda. La prima operazione da fare è la correzione sulla verticale dei tempi di tragitto (t) misurati lungo i percorsi sorgente-ricevitore per tenere conto della distanza tra la sorgente e il bocca-foro. Con i tempi corretti si realizza il grafico (T_{corr}, z), sia per le onde P che per le onde S. Le velocità dei terreni investigati vengono finalmente ottenute in maniera indiretta con il "metodo intervallo"; i tempi di tragitto dell'onda sismica si misurano fra due posizioni consecutive del ricevitore posti a differente profondità, consentendo così di migliorare la qualità delle misure (velocità d'intervallo). La seconda fase consiste nel calcolo delle dromocrone; la velocità media delle onde sismiche in strati omogenei di terreno rappresentata dall'inclinazione dei segmenti di retta lungo i quali si allineano i dati sperimentali. Successivamente alla costruzione delle dromocrone ed alla determinazione della velocità di propagazione del segnale sismico nei diversi strati di terreno, avendo l'indicazione della densità dei litotipi incontrati durante la perforazione si potranno calcolare i moduli elastici caratteristici.

6. **RISULTATI INDAGINI DOWN HOLE**

La prova DH condotta nel foro di sondaggio GN06 mostra un primo sismostrato che va dal piano campagna fino a circa 20 m di profondità con una V_s media di 450 m/s riconducibile alla presenza di limi argilloso sabbiosi. Da 20 a circa 74 m dal p.c. si riscontra un aumento di V_s che raggiunge valori di circa 700 m/s collegabile alla presenza di argille limose. Inoltre, da circa 35 a 40 m di profondità è stato identificato un livello le cui V_s sono di circa 575 m/s, ricollegabile a un livello di argilla meno consistente, come confermerebbe il sondaggio GN06. Al di sotto di 74 m dal p.c. si riscontra un aumento di V_s che raggiunge i 930 m/s dovuto probabilmente alla presenza di peliti compatte. Tale prova ha collocato il suolo analizzato nella categoria di suolo **B**.

La prova DH condotta nel foro di sondaggio GN07 mostra un primo sismo-strato dal piano campagna fino a circa 10 m di profondità caratterizzato da una V_s di circa 300 m/s riconducibile a un'alternanza di ghiaie e limi, come confermerebbe il sondaggio GN07. Inoltre, l'aumento di velocità fino a circa 15 m di

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Raddoppio Tratta Fiumetorto – Lercara diramazione - Lotto 1+2					
	INDAGINI GEOFISICHE PRIMA FASE	COMMESSA RS3Z	LOTTO 01 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

profondità suggerirebbe la presenza di un livello con sabbie e limi. Fino a circa 45 m di profondità si identifica la presenza di un sismo-strato con velocità maggiori ricollegabile alla presenza di argilla limosa. All'interno di esso, da 38 a 45 m di profondità si nota la presenza di un livello argilloso limoso probabilmente meno consistente caratterizzato da un aumento delle Vp ma una diminuzione della Vs.

La prova DH condotta nel foro di sondaggio GN09 mostra un graduale aumento della Vp e Vs con la profondità. Fino a 7 m di profondità si identifica la presenza di un sismo-strato riconducibile alla presenza di limi sabbiosi poco consistenti. A seguire, si ha un aumento di entrambe le velocità, in particolare di Vp, riconducibile alla presenza di peliti a struttura scagliettata giacenti su una litologia più compatta e veloce ricollegabili a peliti compatte caratterizzate da Vs di oltre 800 m/s e Vp di oltre 2000 m/s. Tale prova ha collocato il suolo analizzato nella categoria di suolo **B**.

La prova DH condotta nel foro di sondaggio GN12 mostra la presenza di tre principali sismo-strati caratterizzati da un costante aumento della velocità delle onde sismiche, sia P che S. Fino a una profondità di 20 m dal p.c. si riscontra un costante aumento delle Vs da 250 a 460 m/s e Vp da 660 a 1413 m/s riconducibile alla presenza di limi argillosi che, a circa 8 dal p.c., si presentano più compatti. Da 20 m dal p.c. si ha un netto aumento delle velocità che raggiungono valori di oltre 2150 e 630 m/s per le onde P e S, rispettivamente. Esso può essere associato a un'alternanza di sabbia limosa e arenaria più compatta. La prova ha collocato il suolo analizzato nella categoria di suolo **B**. La prova DH condotta nel foro di sondaggio VI06 evidenzia la presenza di due principali sismostrati caratterizzati da Vs di circa 292 e 667 m/s, rispettivamente. L'aumento di velocità lo si riscontra a circa 8 m di profondità, ricollegabile al passaggio da ghiaia sabbiosa a un'alternanza di peliti, arenarie e limi argillosi, come confermato dal sondaggio VI06. Tale prova ha collocato il suolo analizzato nella categoria di suolo **B**.

In particolare, due prove DH, la GN06, GN07 (Allegato DH), con i due relativi sondaggi geognostici, hanno caratterizzato il Blocco 4. Entrambe le prove fino a 15 – 20 m mostrano la presenza di limi e limi con sabbie e ghiaie di media consistenza. Al di sotto di tale profondità, si riscontra la presenza di argilla che, nel caso del sondaggio GN06 persiste fino a una profondità di circa 74 m dal p.c. presentandosi scagliettata e poco coesiva. Ciò risulta confermato dalla prova DH_GN06 in cui la Vs non supera i 650 m/s circa fino a tale profondità. Da circa 74 m si riscontra la presenza di peliti dure con Vs media di 900 m/s. Nel caso, invece, del sondaggio GN07 lo spessore delle argille risulta ridotto: esse sono campionate

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Raddoppio Tratta Fiumetorto – Lercara diramazione - Lotto 1+2					
	INDAGINI GEOFISICHE PRIMA FASE	COMMESSA RS3Z	LOTTO 01 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

fino a circa 40 m dal p.c., come confermato dalla prova DH_GN07 effettuata nel foro di sondaggio che mostra una Vs media di circa 600 m/s. Da circa 40 m si riscontra la presenza di peliti dure con Vs media di 900 m/s. Alla luce delle due indagini effettuate, si evince che la copertura in argille e limi ha uno spessore maggiore nel settore nord-est dell'area in cui è ubicato il sondaggio (e relativa prova DH) GN06.

7. METODO SISMICA A RIFRAZIONE (SRT)

7.1. Principi base del metodo

Le indagini indirette, ed in particolare la metodologia a rifrazione, permettono la ricostruzione areale delle geometrie e degli spessori dei depositi di copertura, la profondità del substrato (entro i limiti di penetrazione del metodo), la verifica di eventuali discontinuità laterali nonché di determinare le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali attraverso la determinazione dei moduli elastici dinamici. Il metodo di sismica a rifrazione si basa sul concetto della bi-rifrazione delle onde elastiche a seguito del fronte d'onda conico. Data una sorgente di onde elastiche e uno stendimento di geofoni lungo un profilo, giungeranno in superficie ai geofoni onde dirette, onde riflesse ed onde coniche o birifratte (*head wave*): le onde analizzate sono quelle birifratte cioè quelle che giungono sulla superficie di separazione con un angolo d'incidenza critico (secondo la legge di Snell) e che quindi vengono rifratte con un angolo di 90° propagandosi parallelamente alla superficie rifrangente e venendo nuovamente rifratte verso la superficie con lo stesso angolo di incidenza. I contrasti di proprietà possono essere legati a cause stratigrafiche, strutturali, idrogeologiche. L'indagine viene eseguita disponendo una serie di i trasduttori del moto del suolo (velocimetri o accelerometri) lungo la superficie libera del suolo e generando onde elastiche da una sorgente puntiforme che può essere una massa battente, un fucile sismico o una carica esplosiva. I trasduttori situati più vicino alla sorgente rilevano prima l'onda diretta che arriva con velocità legata alle caratteristiche meccaniche dello strato di terreno più superficiale, mentre quelli più lontani rilevano le onde birifratte che viaggiano a velocità più elevata. Quando l'onda birifratta avrà percorso sufficiente distanza alla velocità V_2 , essa arriverà prima della diretta (Fig.9).

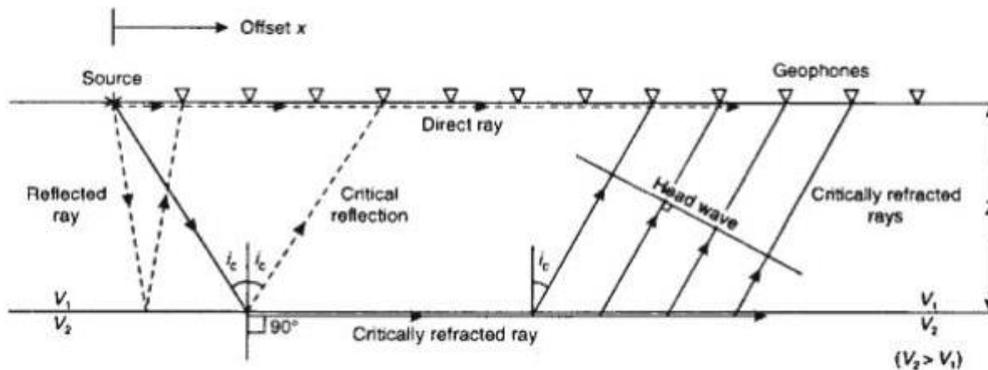


Figura 9 - Schema illustrativo delle onde sismiche

Se si riportano in un semplice grafico x-y per ogni distanza di ciascun ricevitore il tempo di arrivo del primo impulso letto sui sismogrammi i punti si dispongono in una serie di allineamenti, di cui il primo passante per l'origine: ciascuna linea è detta dromocrona ed è rappresentativa della velocità di propagazione delle onde elastiche nel mezzo posto al di sopra di un rifratore (una superficie di separazione più o meno netta tra due materiali a comportamento elastico diverso). Il coefficiente angolare della dromocrona passante per l'origine rappresenta l'inverso della velocità di propagazione delle onde elastiche nel primo strato (V_0), i coefficienti angolari delle altre dromocrone rappresentano l'inverso delle velocità degli strati sottostanti (dal più superficiale al più profondo). L'intersezione tra due dromocrone è detto "punto di ginocchio" e rappresenta il punto in cui arrivano contemporaneamente le onde rifratte da due rifrattori adiacenti o, se consideriamo le prime due dromocrone, le onde dirette e le onde rifratte dal primo rifratore: in un'indagine di sismica a rifrazione sarà possibile individuare un numero di punti di ginocchio pari al numero di rifrattori investigati (Fig. 10).

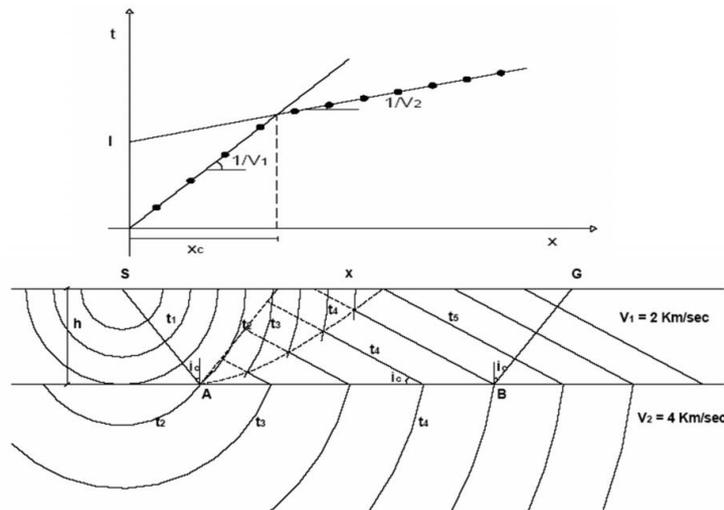


Figura 10 - Schema esemplificativo delle dromocrone in un sottosuolo a 2 strati

Pertanto più è profondo il rifrattore più è distante dalla sorgente il rispettivo punto di ginocchio: da ciò si deduce che gli impulsi rifratti possono essere ricevuti solo a partire da una certa distanza proporzionale alla profondità del rifrattore e che quindi la profondità totale di indagine è legata alla lunghezza dello stendimento di ricevitori. Tramite semplici relazioni trigonometriche è possibile, note le velocità di propagazione delle onde elastiche nei diversi strati omogenei del sottosuolo, conoscere gli spessori di ciascuno di essi. Se gli strati sono poco potenti con velocità crescente con la profondità (come normalmente avviene nei terreni non consolidati), i percorsi delle onde saranno curvi, con concavità rivolta verso l'alto ed anche la corrispondente dromocrona sarà una curva.

Nei casi reali si assume che l'effetto delle onde dirette, in termini di ampiezza delle vibrazioni, sia predominante rispetto a quello delle onde indirette, tanto da potere trascurare queste ultime e considerare il mezzo, limitatamente all'area comprendente la sorgente e il ricevitore, come mezzo omogeneo, isotropo e non confinato.

7.2. Fattori di influenza delle velocità sismiche

Sebbene la velocità dell'onda P sia un buon indicatore del tipo di terreno o di roccia, non è un indicatore univoco. Ogni tipo di sedimento o roccia ha una vasta gamma di velocità sismiche e molti di questi *range* si sovrappongono tra loro. Ci sono molte variabili che influenzano il modulo elastico e quindi la velocità delle onde di compressione delle rocce e dei terreni. Si riportano (Tabb. 8, 9) le velocità da bibliografia di alcune delle principali litologie.

VELOCITA' ONDE DI COMPRESSIONE		
LITOLOGIA	VELOCITA' [m/sec]	
Suoli superficiali	300	700
Limi ed argille sature	1100	2500
Arenarie sature e porose	2000	3500
Acqua	1450	1500
Sabbie asciutte	400	1200
Sabbie sature	1500	2000
Arenarie	2100	4400
Argilliti	2000	6000
Calcari	2000	7000
Dolomie	2500	6500
Marne	2000	3000

Tabella 8 – Velocità delle onde di compressione di alcuni terreni.

VELOCITA' ONDE DI TAGLIO		
LITOLOGIA	VELOCITA' [m/sec]	
Suoli superficiali	50	300
Limi ed argille sature	200	800
Arenarie sature e porose	800	1800
Acqua	-	-
Sabbie asciutte	100	500
Sabbie sature	400	600
Arenarie	900	3100
Argilliti	500	2100
Calcari	1000	3500
Dolomie	1200	3800
Marne	750	1500

Tabella 9 – Velocità delle onde di taglio di alcuni terreni.

I primi esperimenti sulla variazione delle proprietà elastiche delle rocce sono iniziate tra il 1950 e il 1960. A quel tempo molti ricercatori (Wyllie et al., 1956; 1962; 1963; 1985) hanno studiato i cambiamenti della velocità di elasticità onde in funzione di:

- saturazione;
- porosità e contenuto in argilla;
- fratturazione.

Naturalmente le velocità sismiche che si andranno a misurare su rocce o terreni, saranno spesso influenzate dall'effetto contemporaneo di tutti i fattori citati (oltre che ad altri meno importanti nel nostro contesto).

7.2.1. Saturazione

Come ampiamente noto in letteratura, la velocità delle onde P è fortemente influenzata dal grado di saturazione S_r . In particolare, in condizioni di saturazione totale, la velocità delle onde P è controllata dal mezzo liquido (che è incompressibile) se superiore a quello dello scheletro solido. Per $99\% < S_r < 100\%$ la velocità delle onde P varia sensibilmente con S_r , mentre per $S_r < 99\%$ V_p è controllata dalla rigidità dello scheletro solido nella stessa maniera delle onde S_H . Infatti la velocità delle onde S non risulta influenzata da tale parametro (l'acqua non può sostenere sforzi di taglio). Le velocità mostrano una graduale diminuzione all'aumentare della saturazione d'acqua, seguita da un forte aumento a saturazione completa (Liu et al., 2001). Si è osservato che per saturazioni parziali la velocità delle onde P è inferiore a quella ottenibile alla massima saturazione, ma nel contempo è inferiore anche a quella che si ottiene per gli stati secchi. Tale comportamento è attribuito al fatto che i moduli elastici sembrano essere indipendenti dalla saturazione nel range di 2-70 %, infatti, in tal campo, è la densità del sistema a giocare un ruolo determinante, ed essa aumenta con la saturazione comportando un debole decremento della velocità. Per saturazioni elevate ($> 70\%$) è l'incompressibilità dell'acqua che gioca un ruolo predominante: essa tende ad irrigidire il mezzo e quindi ad aumentare la velocità. L'attenuazione mostra un aumento monotono all'aumentare della saturazione d'acqua, seguito da una brusca caduta a saturazione completa (Fig. 11).

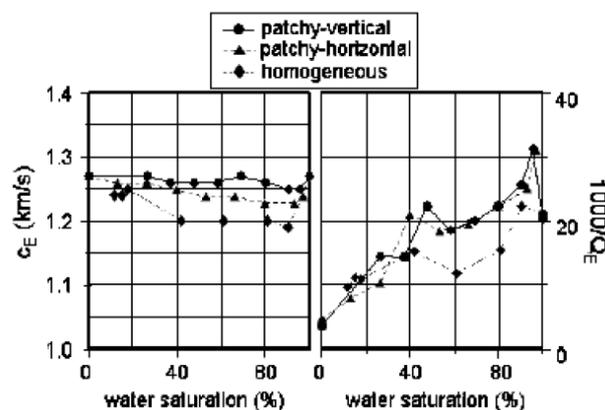


Figura 11 - Relazione tra V_p e saturazione. Velocità delle onde di compressione (a sinistra) e attenuazione (a destra) a 3 kHz per un range di saturazione d'acqua e per tre tipi di saturazione di gas: omogeneo, a patch orizzontali e patch verticali.

7.2.2. Porosità e contenuto in argilla

La diminuzione della velocità associata ad un aumento del contenuto di argilla può essere confrontata con la diminuzione della velocità associata ad un aumento della porosità. Infatti, le particelle di argilla creano una microporosità composta da piccoli pori di 1 μm riducendo notevolmente la dimensione dei pori. Di conseguenza, molti autori includono sia la porosità (Fig. 12) che la frazione di argilla nelle relazioni empiriche per prevedere la velocità. Una gran parte della variazione della velocità dovuta al cambiamento di contenuto di argilla è attribuibile alla significativa quantità di microporosità presente all'interno di minerali di argilla (Kovallis et al., 1984; Fig. 13).

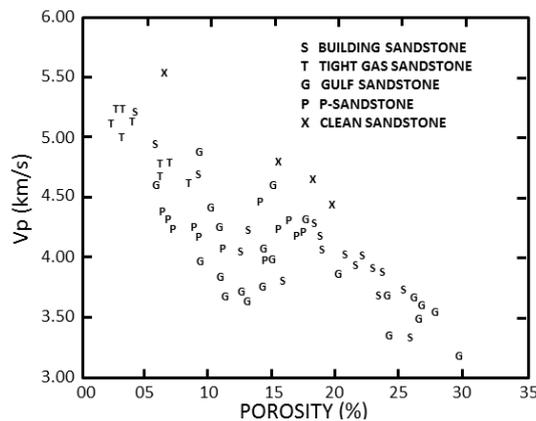


Figura 12 – Relazione tra VP e Porosità Velocità di compressione (a) e di taglio (b) contro porosità misurata per 75 campioni di arenarie a $P_c = 40\text{MPa}$ e $P_p = 1.0\text{MPa}$ (Han, Nur, & Dale, 1986).

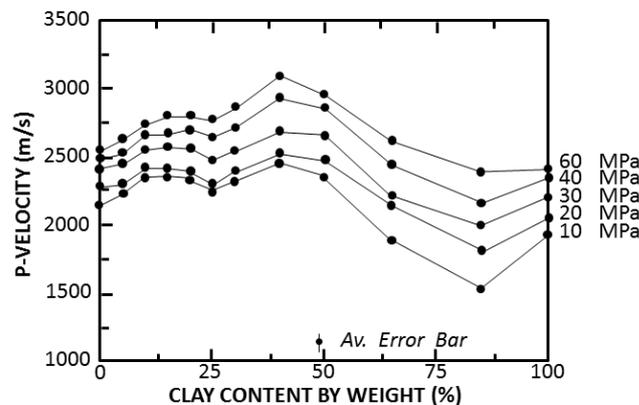


Figura 13 - Variazione delle velocità delle onde P in funzione del contenuto in argilla in campioni sabbia-argilla saturi: un picco in velocità è localizzato in corrispondenza del 40% di contenuto in argilla.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Raddoppio Tratta Fiumetorto – Lercara diramazione - Lotto 1+2					
	INDAGINI GEOFISICHE PRIMA FASE	COMMESSA RS3Z	LOTTO 01 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

Una serie di indagini su rocce ha dimostrato che c'è un brusco cambiamento delle proprietà della matrice rocciosa con l'aggiunta di una piccola quantità d'argilla, attribuita al rammollimento dei cementi, rigonfiamento dell'argilla stessa ed effetti di superficie. Questi effetti causano una variazione delle proprietà fisiche delle rocce individuando quindi una diminuzione della velocità delle onde (Figura 13). Ad alte frequenze, l'attenuazione rivela una maggiore dipendenza al contenuto di argilla ad alta saturazione d'acqua. Per una roccia pienamente satura ($S_w = 1$) a 1 MHz, cioè in condizioni standard di laboratorio, l'attenuazione aumenta monotonamente con il contenuto di argilla. La presenza di argilla aumenta l'area di superficie e diminuisce la permeabilità, aumentando l'attenuazione delle onde lente; la presenza dell'onda lenta costituisce un ulteriore meccanismo di attenuazione per la veloce onda P. In presenza di un'irregolare distribuzione del fluido nello spazio di poro implica un'eterogeneità nella saturazione; in questo caso il materiale possiede una saturazione normalmente denominata "patchy". La velocità dell'onda e l'attenuazione sono sostanzialmente influenzate dalla presenza di saturazione parziale (*patchy*), funzione della dimensione delle sacche di gas, della frequenza e della permeabilità. L'effetto di una parziale saturazione sulla velocità e l'attenuazione dipendono dal *range* di frequenza: mentre l'attenuazione in rocce anidre è trascurabile e indipendente dalla frequenza, al contrario essa diventa dipendente dalla frequenza quando un fluido è introdotto nel mezzo a causa di dissipazioni viscosi. L'attenuazione è anche funzione della pressione: in rocce sature, a basse pressioni di confine, gli alti valori di attenuazione osservati sono causati dall'interazione tra il fluido di poro e le microfrazture aperte nella struttura della roccia; ad alte pressioni di confine, le microfrazture sono chiuse e i valori di attenuazione sono considerevolmente piccoli (Klimentos & McCann, 1990). Due meccanismi sono stati proposti per spiegare la forte attenuazione delle onde in rocce saturate da fluidi, attribuita ad interazione viscosa tra lo scheletro solido della roccia e il fluido di poro:

- a) il primo meccanismo è quello di Biot, che considera gli effetti di perdite viscosi dovute al moto relativo a grande scala tra la fase fluida e lo scheletro solido, importante a frequenze ultrasoniche (Biot, 1956, 1962). Tale meccanismo, secondo la teoria di Biot, ha luogo in presenza di campioni altamente permeabili e in campi di frequenza compresi tra 50 kHz e 1 MHz, mentre è trascurabile su campioni con permeabilità media e alle frequenze sismiche. Biot calcola velocità e

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Raddoppio Tratta Fiumetorto – Lercara diramazione - Lotto 1+2					
	INDAGINI GEOFISICHE PRIMA FASE	COMMESSA RS3Z	LOTTO 01 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

attenuazione, prevedendo l'esistenza di tre tipi di onde di massa: due di compressione (di cui la prima fortemente attenuata, simile ad un'onda di diffusione, e la seconda che viaggia a bassissima attenuazione) e una di taglio.

- b) il secondo meccanismo considera la perdita di energia risultante dal flusso "locale" del fluido viscoso, "squish flow", dentro e fuori le fratture durante il passaggio dell'onda: la compressione dei granuli genera una locale pressione di poro che determina il movimento del fluido all'interno dei pori.

In condizioni di totale saturazione il liquido interstiziale offre resistenza dovuta alla sua bassa compressibilità; in tal modo bassi gradienti di pressione sono generati all'interno del mezzo poroso e l'attenuazione risulta bassa. In condizioni di parziale saturazione la miscela acqua/gas è altamente compressibile per cui l'attenuazione è più elevata.

7.2.3. Fratturazione

Molti studi sperimentali realizzati sino ad oggi prendono in considerazione la velocità di propagazione delle onde longitudinali (onde P) nel mezzo (Hudson et al., 1980; Sassa et al., 1984; Gaviglio, 1989; Watanabe & Sassa, 1995; Kahraman, 2002) in quanto, essendo le più veloci, arrivano per prime al ricevitore e sono facilmente rilevabili. Tuttavia nelle rocce più scadenti, la velocità di propagazione delle onde longitudinali risulta molto diversa in relazione alla presenza o meno di acqua; infatti l'acqua presente nelle fratture permette un' agevole trasmissione delle onde di compressione, mascherando in tal modo lo stato di fratturazione esistente. Pertanto in alcune situazioni, può risultare più utile la stima della velocità di propagazione dell'onda di taglio (onde S). Solo Boadu e Long (1996) proposero un modello di frattura chiamato MDD per lo studio della propagazione delle onde sismiche (P ed S) in mezzi fratturati. Il grado di fratturazione di una formazione rocciosa è legato alle proprietà idrogeologiche delle rocce, come la porosità e la permeabilità (capacità delle rocce di farsi attraversare dalle acque e, conseguentemente, anche dagli inquinanti in esse disciolti). L'importanza dell'impiego del metodo sismico per la valutazione del grado di fratturazione di una formazione rocciosa, è basata sulle evidenze sperimentali che indicano una diminuzione della velocità delle onde di compressione (V_P) e di taglio (V_S)

e un aumento del coefficiente di attenuazione α al crescere della densità di frattura (Leucci, 2004). Considerando un sistema consistente in R differenti set di fratture con orientazioni diverse e scegliendo il set j-esimo e il profilo perpendicolare alla direzione delle fratture di tale set, si definisce (Boadu, 1997) densità lineare di frattura \wp il numero di fratture presenti per unità di lunghezza lungo il profilo stesso. Un altro parametro della roccia fratturata che può essere usato per caratterizzare il suo stato meccanico ed idraulico, è la densità di frattura C definita come (Boadu, 1997):

$$C = \wp / \cos \theta_j (1 - \ln r_{\min}) \quad (7.1)$$

-dove θ_j è l'orientazione del j-esimo set di fratture rispetto alla perpendicolare, verso il basso, al profilo preso in considerazione ($\theta = 0^\circ$ per fratture verticali),

– \wp è la densità di frattura lineare,

- r_{\min} è la lunghezza della frattura più piccola.

Un altro parametro importante è il fattore di qualità della roccia RQD (Rock Quality Designation), definito come (Boadu, 1997) il rapporto tra la somma delle distanze (superiori a 10 cm) fra le fratture lungo il profilo, e la lunghezza del profilo stesso; tale rapporto è espresso in termini percentuali. Questo “indice di qualità”, può fornire una valutazione preliminare delle principali caratteristiche fisiche e meccaniche di una formazione rocciosa.

RQD %	QUALITÀ DELLA ROCCIA
0-25	Molto scadente
25-50	Scadente
50-75	Discreta
75-90	Buona
90-100	Eccellente

Tabella 10 – Velocità Classificazione della qualità della roccia secondo l'indice RQD (Leucci, 2004).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Raddoppio Tratta Fiumetorto – Lercara diramazione - Lotto 1+2					
	INDAGINI GEOFISICHE PRIMA FASE	COMMESSA RS3Z	LOTTO 01 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

L'indice di discontinuità I_d , è usato come un indicatore della permeabilità di una roccia (Boadu, 1997): la permeabilità aumenta all'aumentare di I_d (Wei et al., 1995). Per una lunghezza di frattura media L , in una data distribuzione, I_d è definito come:

$$I_d = \frac{\text{distanza media fra fratture}}{\text{lunghezza media di frattura}} = \Gamma L \quad (7.2)$$

poiché la densità lineare è per definizione l'inverso della distanza media fra fratture. La lunghezza di frattura, tende ad avere una maggiore influenza sulla permeabilità della densità di frattura. Così, rocce fratturate con lunghezze più piccole e densità più alte, hanno una permeabilità più bassa di quelle che hanno fratture più lunghe e densità più basse. Inoltre le rocce fratturate tendono ad essere permeabili per $I_d \geq 1$. Il grado di fratturazione, è definito come rapporto fra la velocità sismica nella roccia fratturata e quella nella roccia intatta. Le proprietà descritte in questo paragrafo sono definite "parametri delle rocce fratturate". Sono stati effettuati una serie di esperimenti, condotti su di un campione di calcarenite contenente fratture, per mettere in relazione le velocità di propagazione delle onde sismiche con i parametri delle rocce fratturate. È stato considerato un blocco di calcarenite di dimensioni 0.6 x 0.4 x 0.4 m, contenente quattro fratture allineate di lunghezza media 0.4 m; la zona fratturata si estende per circa 0.36 m, mentre la distanza fra i confini laterali del modello e la zona fratturata è 0.12 m. Sono state create fratture artificiali, in numero via via crescente a partire da 1 fino a 4. (Leucci & De Giorgi, 2004). Sono state realizzate 4 prove con fratture riempite con quattro diversi tipi di materiale: aria, terra rossa, terra rossa bagnata e argilla. Per ogni test è stata analizzata la variazione delle velocità delle onde P ed S in funzione dei parametri delle rocce fratturate definiti nei paragrafi precedenti. L'esperimento condotto in situazioni controllate della propagazione delle onde sismiche attraverso tale modello, ha fornito come risultato la variazione della velocità delle onde P in funzione dei parametri delle rocce fratturate (Fig. 14, 15, 16). Una lettura dei dati sperimentali, indica una diminuzione della velocità dell'onda P all'aumentare della densità di frattura C . A partire da una velocità di circa 1867 m/s per la calcarenite intatta fino ad arrivare a valori via via più bassi a seconda del materiale di riempimento delle fratture. Dal momento che la densità di frattura C è una misura della trasmissività idraulica, è

ragionevole affermare che una diminuzione di velocità implica un aumento della trasmissività della frattura.

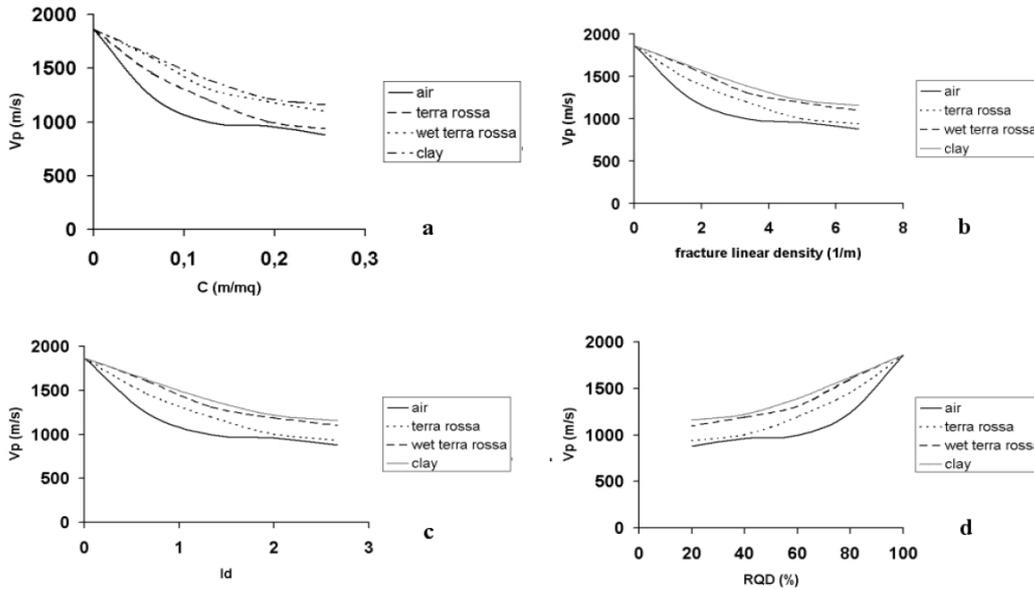


Figura 14 - Variazione della velocità dell'onda P in funzione: a) della densità di fratturazione C; b) della densità lineare di frattura Γ ; c) dell'indice di discontinuità Id; d) del fattore di qualità RQD.

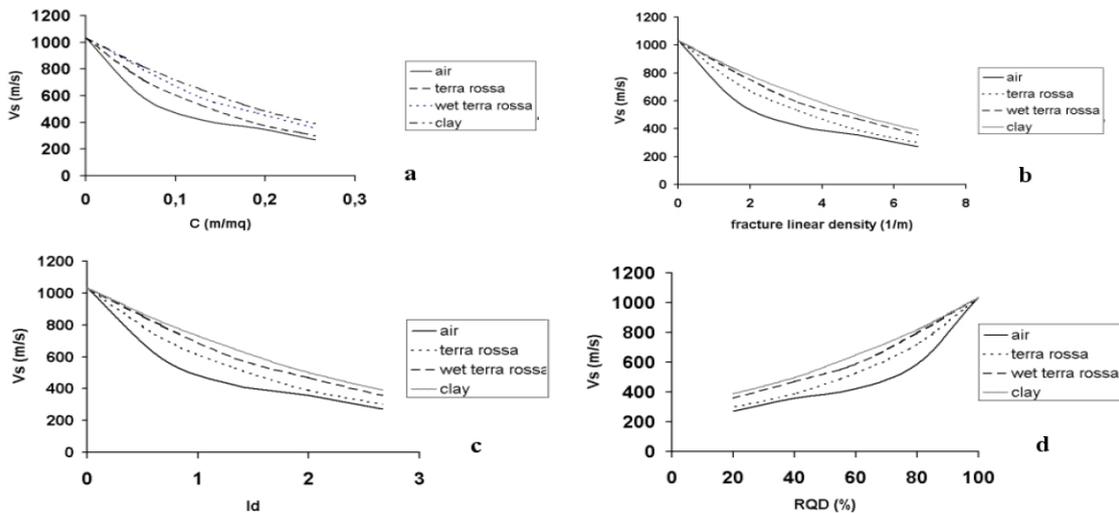


Figura 15 – Variazione della velocità delle onde SH (VS) in funzione dei parametri delle rocce fratturate. Le diminuzioni di velocità per l'onda S sono minori di quelle per l'onda P; per cui le onde P risentono di più delle fratture delle onde S, sotto le stesse condizioni di propagazione.

La velocità delle onde di compressione aumenta all'augmentare del parametro RQD (Fig. 14d). Nelle (Fig. 15a-d), sono mostrati gli effetti dei parametri della roccia fratturata sulla velocità di un'onda S. Le tendenze nelle variazioni di ciascuno di questi parametri, sono essenzialmente simili a quelle delle onde P: la velocità delle onde S, in generale, diminuisce all'augmentare di I_d , Γ , C, mentre aumenta all'augmentare di RQD.

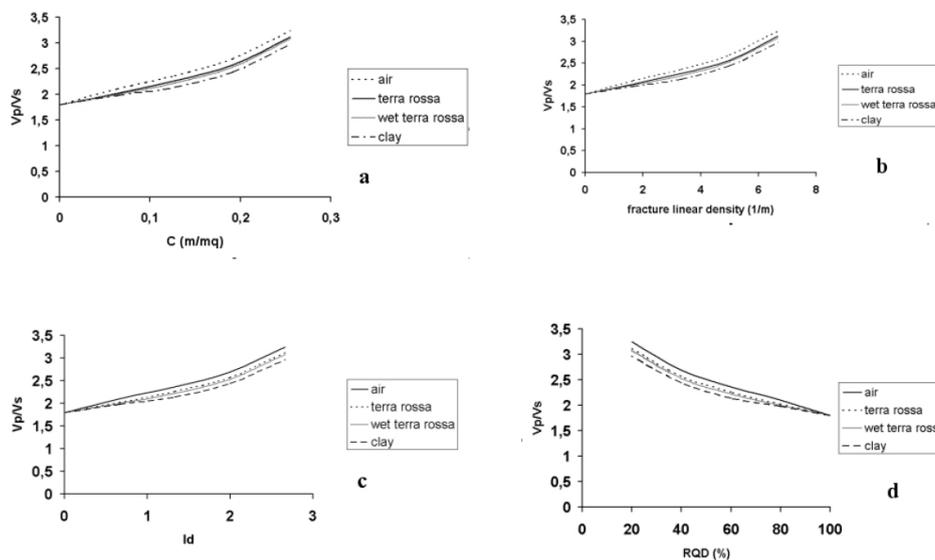


Figura 16 – Variazione del rapporto tra la velocità delle onde P e la velocità delle onde S (V_p/V_s) in funzione dei parametri delle rocce fratturate.

Le due velocità, quando sono usate insieme, danno un'informazione più completa sulle masse delle rocce fratturate. Infatti il rapporto V_p/V_s è legato al coefficiente di Poisson (σ) attraverso la relazione:

$$\frac{V_p}{V_s} = \sqrt{\frac{1 - \sigma}{1/2 - \sigma}} \quad (7.3)$$

Il coefficiente di Poisson, che può essere calcolato dalla relazione (Equazione 3), è un parametro che dà un criterio di valutazione della deformazione che può subire una roccia, ed è ovviamente legato al grado di litificazione, alla porosità ed al grado di fratturazione della roccia stessa. Nelle Fig. 16 (a-d), sono mostrate le variazioni del rapporto fra velocità dell'onda di compressione e dell'onda di taglio V_p/V_s , in funzione dei parametri dei mezzi fratturati. V_p/V_s diminuisce a circa il 41% del valore per la roccia intatta

per una densità di fratture 0.064 m/mq, a circa il 20% per una densità di fratture di 0,26 m/mq. Queste variazioni della densità lineare di frattura con il rapporto V_P/V_S , sono ovviamente differenti da quelle osservate nei valori delle singole V_P e V_S .

7.3. Schema di acquisizione

Gli stendimenti sismici sono stati realizzati con diversi canali d'acquisizione (geofoni) per ogni base, tutti con un passo intergeofonico di 2 m e shots ogni 6 geofoni (Fig.17). L'acquisizione dei dati sismici è stata condotta secondo la seguente configurazione spazio temporale (Tab. 11):

SRT	Roll	Basi	n° canali
1	No	1	72
2	No	1	72
3	Si	3	168
4	No	1	72
5	No	1	72
6	No	1	96
7	Si	3	216
8	Si	2	120
9	Si	2	120
10	No	1	120
11	Si	2	120
12	No	1	72
13	Si	2	144
14	Si	2	120
15	Si	2	144
16	Si	2	144
17	No	1	72
18	No	1	72
19	Si	2	120
20	No	1	72

Tabella 11 – Configurazione di ogni linea sismica acquisita.

Tutti gli stendimenti sono caratterizzati da:

- tempo di acquisizione: 1 s;
- intervallo di campionamento 0.125 μ s.

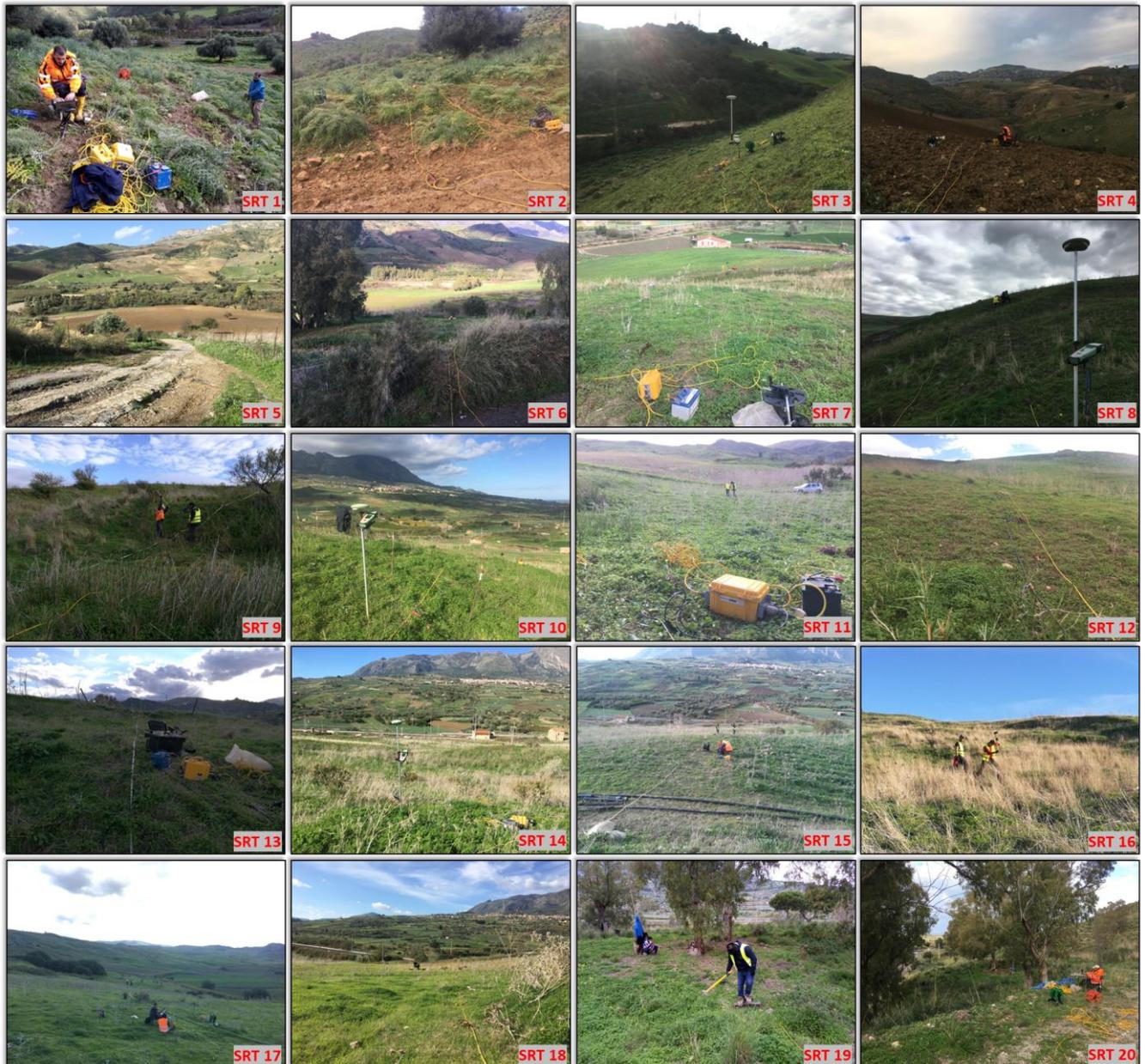


Figura 17 - Fasi di acquisizione

7.4. Processing

Il processing del dataset di sismica a rifrazione è stato condotto mediante il Software RAYFRACT (Intelligent Resources Inc., Canada), studiato per l'elaborazione di dati relativi ad indagini sismiche eseguite in superficie, realizzate sia con onde P che Sh, per scopi geotecnico-ingegneristici, ambientali,

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Raddoppio Tratta Fiumetorto – Lercara diramazione - Lotto 1+2					
	INDAGINI GEOFISICHE PRIMA FASE	COMMESSA RS3Z	LOTTO 01 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

nonché per l'esplorazione nel campo delle georisorse. Rayfract consente sia la ricostruzione della geometria dei rifrattori con la sismica a rifrazione tradizionale, che la realizzazione di dettagliati modelli di velocità del sottosuolo con le più evolute tecniche tomografiche, soprattutto nel caso di strutture profonde.

Lo schema di interpretazione utilizzato nel presente lavoro è basato sulla creazione di un modello iniziale ottenuto mediante interpretazione con una tecnica sofisticata di processo dei tempi di primo arrivo basata sui metodi dei "Fronti d'onda" (Brückl, 1987; Jones and Jovanovich, 1985) e del Plus-minus (Hagedoorn, 1959), fondata su una regressione del campo dei tempi di primo arrivo (Brückl, 1987). Tale metodo può essere considerato un'ottimizzazione dell'algoritmo del GRM, capace di risolvere l'immagine dei rifrattori con andamenti topografici molto accidentati. A partire dal modello sopraccitato è stato quindi utilizzato il codice di calcolo per la modellazione tomografica che utilizza, nell'algoritmo d'inversione, un "raytracing" con raggi curvilinei e metodi di calcolo ai minimi quadrati attraverso il metodo Delta t-v (Gebrande and Miller, 1985), al fine di migliorare il riconoscimento e la localizzazione di strutture di forma anomala, stabilizzando la soluzione dell'algoritmo d'iterazione. In generale, il tempo di percorrenza di un'onda sismica lungo un percorso S attraverso un mezzo bidimensionale (2D) può essere scritto come:

$$t = \int_S u[\mathbf{r}(x, y)] \quad (7.4)$$

dove $u(r)$ è il campo delle lentezze (l'inverso delle velocità) e r è il vettore posizione. Discretizzando il campo di lentezze $u(r)$ con m celle equidimensionali ognuna caratterizzata da una lentezza costante u_k ($k=1, 2, \dots, m$) la dromocrona i -esima delle n disponibili può essere scritta come:

$$t_i = \sum_{k=1}^m l_{ik} \cdot u_k \quad (7.5)$$

dove l_{ik} rappresenta la porzione dell' i -esima dromocrona nella cella k -esima. Considerando tutte le dromocrone disponibili si ottiene il seguente sistema

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Raddoppio Tratta Fiumetorto – Lercara diramazione - Lotto 1+2					
	INDAGINI GEOFISICHE PRIMA FASE	COMMESSA RS3Z	LOTTO 01 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

$$\mathbf{t} = \mathbf{M} \cdot \mathbf{u} \quad (7.6)$$

dove \mathbf{t} è il vettore dei dati sperimentali (tempi di primo arrivo letti sui sismogrammi), \mathbf{M} è la matrice rettangolare contenente le porzioni dei percorsi nelle varie celle, \mathbf{u} è il vettore delle lentezze (incognite del problema). Il problema inverso da risolvere è pertanto:

$$\mathbf{u} = \tilde{\mathbf{M}}^{-1} \cdot \mathbf{t} \quad (7.7)$$

dove $\tilde{\mathbf{M}}$ è la matrice inversa generalizzata. Poiché i percorsi sismici dipendono dalle lentezze, la matrice \mathbf{M} dipende anche dalle lentezze e quindi il problema inverso è un problema non-lineare che deve essere risolto iterativamente partendo da una soluzione iniziale (modello di partenza). L'equazione da considerare è pertanto la seguente

$$\mathbf{J} \cdot \Delta \mathbf{u} = \Delta \mathbf{t} \quad (7.8)$$

dove $\Delta \mathbf{t}$ è la differenza tra i tempi sperimentali e i tempi calcolati per il modello di lentezze iniziale \mathbf{u}_0 ; $\Delta \mathbf{u}$ è la perturbazione del modello iniziale; e \mathbf{J} è la matrice jacobiana contenente le derivate parziali delle dromocrone rispetto alle lentezze nelle celle. Poiché il problema è parzialmente sovradeterminato (per alcune celle si hanno molti percorsi) e parzialmente sottodeterminato (per alcune celle non è disponibile nessun percorso) esso è stato risolto con la tecnica dei minimi quadrati smorzati, cioè è stata minimizzata con la seguente funzione errore

$$\varphi = \|\mathbf{J} \cdot \Delta \mathbf{u} - \Delta \mathbf{t}\|^2 + \lambda \|\mathbf{L}_2 \mathbf{u}\|^2 \quad (7.9)$$

dove λ è il fattore di smorzamento e la matrice \mathbf{L}_2 è una matrice derivata seconda (operatore laplaciano) che forza la soluzione verso la soluzione più regolare possibile (smoothest solution).

L'affinamento della soluzione supportata con il metodo Delta t-v è stato ottenuto attraverso un ulteriore processo finale tomografico.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Raddoppio Tratta Fiumetorto – Lercara diramazione - Lotto 1+2					
	INDAGINI GEOFISICHE PRIMA FASE	COMMESSA RS3Z	LOTTO 01 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

8. **RISULTATI INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE**

Le indagini di sismica a rifrazione hanno evidenziato la presenza di una coltre di terreni mediamente più sciolti e meno competenti dello spessore variabile potenzialmente soggetti a movimenti franosi (linea nera tratteggiata in Allegato SRT) ed una serie di intercalazioni compatte caratterizzate da alti valori di V_p e V_s , che si differenziano a seconda dei blocchi investigati. In particolare, lo spessore delle coltri va dai 20 ai 40 m; tale materiale, poco coerente, è caratterizzato da limi, argille e marne, come largamente confermato dai sondaggi analizzati e ubicati sulle sezioni 2D. Il substrato invece è costituito essenzialmente da peliti. Le indagini sismiche sono state effettuate tramite sezioni 2D. La descrizione dei risultati verrà effettuata per blocchi.

Blocco 1: Il blocco 1 è stato indagato attraverso due stendimenti di sismica a rifrazione, SRT 1 e SRT 2, i cui risultati sono stati confrontati con i sondaggi VI05 e GN12, e una prova down-hole condotta all'interno del foro di sondaggio GN12. Le indagini di sismica a rifrazione identificano un graduale aumento delle velocità P e S_h con la profondità marcando un passaggio da materiale meno compatto quali limi e sabbie limose a peliti, come confermato dai sondaggi lungo lo stendimento SRT 1 (linea nera tratteggiata in Allegato SRT). In particolare, nel settore nord-est dell'area (in corrispondenza della fine della SRT 1, a circa 10 m di profondità si riscontra la presenza di un possibile intercalazione di materiale più compatto con giacitura a reggipoggio caratterizzato da V_p che arrivano a oltre 3500 m/s e V_s di circa 800 m/s (Tavv. 3 - 8 di Allegato SRT). Tale alternanza di zone a maggiore velocità con zone caratterizzate da minore velocità, può essere altresì interpretata come la presenza di zone maggiormente fratturate. La presenza di substrato a 10 m è confermato dalla prova DH_GN12 e dal sondaggio effettuato, in cui si evidenzia la presenza di un'alternanza decimetrica di peliti-siltiti, limi argillo-sabbiosi da molto consistenti a duri.

Blocco 2: Il blocco 2 è stato indagato attraverso due stendimenti di sismica a rifrazione, SRT 3 e SRT 4, confrontato poi con tre sondaggi, GN09, GN10 e VI04, una prova down-hole condotta all'interno del foro di sondaggio GN09 e uno stendimento MASW (MASW 1) (Tavv. 10 - 15). L'analisi combinata delle indagini effettuate suggerisce la presenza di substrato a circa 7 m dal p.c. caratterizzato dalla presenza di peliti dure ed asciutte. Spostandosi verso nord-est, le velocità sismiche diminuiscono, il substrato si

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Raddoppio Tratta Fiumetorto – Lercara diramazione - Lotto 1+2					
	INDAGINI GEOFISICHE PRIMA FASE	COMMESSA RS3Z	LOTTO 01 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

approfondisce e lo spessore della coltre meno compatta aumenta. Essa risulta caratterizzata dalla presenza di limi sabbiosi e sabbie limose con velocità Vp e Vs di circa 700 e 250 m/s, rispettivamente, nei primi 6 -7 m dal p.c.. Inoltre, la SRT 3 mostra la presenza di intercalazioni caratterizzate da alta Vp e Vs, entrambe con una giacitura a reggipoggio (Tavv. 10, 11, 14, 15).

Blocco 3: Il blocco 3 è stato indagato attraverso due stendimenti di sismica a rifrazione, SRT 5 e SRT 6, i cui risultati sono stati poi confrontati con i sondaggi GN08, VI01, VI02 e 1S17 e uno stendimento MASW (MASW 2) (Tavv. 17 - 22). L'analisi delle indagini effettuate suggerisce la presenza di substrato che va da 15 a un massimo di 30 m dal p.c. Esso è caratterizzato da peliti dure ed asciutte ad eccezione del settore sud-orientale, in prossimità della fine della SRT 6 (Tav. 19), in cui i sondaggi non riscontrano la presenza di peliti ma di arenaria compatta. La presenza di altre intercalazioni di materiale più compatto è evidente anche nella SRT 5, sia nel profilo delle Vp che Vs (Tavv. 17 – 18). L'intersezione tra le due sismiche è mostrata in Tavv. 21 e 22.

Blocco 5: Il blocco 5 è stato indagato attraverso quattro stendimenti di sismica a rifrazione, SRT 7, SRT 8, SRT 9, SRT 10, e un sondaggio, GN01 (Tavv. 24 - 35). Dall'analisi combinata delle indagini effettuate si riscontra un aumento pressoché costante delle velocità sismiche con la profondità. In particolare, si riscontra la presenza di substrato a circa 50 m di profondità in cui la velocità delle onde P e S arrivano rispettivamente a 5000 e 1700 m/s, ricollegabile alla presenza di peliti, siltiti e arenarie omogenee (Tavv.23, 24). Sul substrato, nel settore settentrionale dell'area indagata, giace uno strato di materiale mediamente compatto rapportabile a limi argillosi e argille limose, come confermato dal sondaggio GN01 e dal sondaggio GN02 ubicato nel settore meridionale, in cui, sul substrato, giace uno strato di spessore di circa 38 m caratterizzato da peliti e siltiti fratturate. Inoltre, la SRT 7 e la SRT 9 (solo onde S) mostrano la presenza di intercalazioni ad alta velocità sempre con giacitura a reggipoggio (Tavv. 24 – 25 – 29). Per una migliore indagine del limite tra terreni più coesivi e terreni di copertura, la visualizzazione 3D è stata effettuata da due diverse angolazioni, sia per le onde P che per le onde S.

Blocco 6: Il blocco 6 è stato analizzato attraverso sei stendimenti di sismica a rifrazione, SRT 11, SRT 12, SRT 13, SRT 14, SRT 15, SRT 16, confrontati poi con quattro sondaggi: 1SF09, 1SF10, 1SF11, 1SF12 (Tavv.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Raddoppio Tratta Fiumetorto – Lercara diramazione - Lotto 1+2					
	INDAGINI GEOFISICHE PRIMA FASE	COMMESSA RS3Z	LOTTO 01 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

37 - 52). Nel settore sud – ovest dell’area indagata il substrato, caratterizzato da valori di Vp e Vs di 3500 e 1200 m/s, rispettivamente, lo si riscontra ad una profondità di circa 30 – 35 m dal piano campagna, come confermano le sezioni di sismica a rifrazione SRT 11 e SRT 12 (Tavv. 37 – 40). Nel settore nord – est, complice la topografia caratterizzata da una forte inclinazione verso ovest, il substrato lo si rinviene a circa 50 m dal p.c. (SRT 13; Tavv. 41, 42). La SRT 16 (Tavv. 47 – 48), la più settentrionale, nonostante raggiunga la profondità massima di indagine di circa 60 m, non riesce ad intercettare le peliti suggerendo la presenza di una più spessa coltre formata da limi ed argille caratterizzata comunque da un aumento graduale della velocità delle onde sismiche. Inoltre, l’analisi combinata delle sezioni sismiche con i sondaggi effettuati, mostra la presenza di uno spesso strato da poco a mediamente consistente. In particolare, esso è costituito maggiormente da limi argilloso-sabbiosi poco consistenti il cui spessore varia dai 5 ai 15 m. Nel settore orientale dell’area indagata, come mostrato nella porzione finale della SRT 15 (Tavv. 45, 46), la coltre subisce un cambiamento litologico, da limi argilloso-sabbiosi a limi argilloso-marnosi giacenti su sabbie limoso-argillose, come mostrato dai sondaggi 1SF09 e 1SF10 (Tavv. 45, 46). Tra i due sondaggi, la SRT 15 mostra un andamento caotico delle isolinee e dei valori di Vp e Vs, che denotano un andamento non piano-parallelo della stratigrafia ma un graduale cambiamento litologico orizzontale. Nel settore centrale dell’area, la SRT 14 mostra la presenza di intercalazioni di materiale più compatto con giacitura a reggipoggio (Tavv. 43 – 44). Per una migliore indagine del limite tra terreni più coesivi e terreni di copertura, la visualizzazione 3D è stata effettuata da due diverse angolazioni, sia per le onde P che per le onde S.

Blocco 7: Il blocco 7 è stato analizzato attraverso due stendimenti di sismica a rifrazione, SRT 17, SRT 18, e un sondaggio: 1SF08 (Tavv. 54 - 59). Su entrambi gli stendimenti sismici, sia Vp che Vs, sono visibili delle intercalazioni caratterizzate da valori più alti di velocità (Tavv. 54 – 59) Il sondaggio disponibile, 1SF8, mostra un substrato caratterizzato da calcari compatti ai quali corrisponde un netto aumento delle Vp e Vs (Tavv. 54 – 57) i cui valori raggiungono i 3800 m/s e 1200 m/s, rispettivamente.

Blocco 8: Il blocco 8 è stato analizzato attraverso due stendimenti di sismica a rifrazione: SRT 19 e SRT 20 (Tavv. 61 - 66). Gli stendimenti mostrano una sismo-stratigrafia pressoché uniforme evidenziando la presenza del basamento a circa 15 m dal p.c. con Vp e Vs che arrivano a 4500 e 1500 m/s,

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Raddoppio Tratta Fiumetorto – Lercara diramazione - Lotto 1+2					
	INDAGINI GEOFISICHE PRIMA FASE	COMMESSA RS3Z	LOTTO 01 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

rispettivamente. I sondaggi eseguiti lungo gli stendimenti del Blocco 8, confermerebbero quanto detto; a una profondità di circa 15 m dal p.c. si riscontra la presenza di peliti, siltiti e arenarie fratturate. Inoltre, la SRT 19 (Tavv. 61 – 62) mostra una serie di intercalazioni immergenti verso est (a reggipoggio) visibili sia nei profili sismici delle Vp che Vs. La SRT 20, invece, (Tavv. 63 - 64) mostra al metro 110 circa, una struttura immergente verso nord-ovest ricollegabile ad una presunta faglia sepolta con direzione NW-SE, come riportato nella carta geologica “Termini Imerese” del CARG in scala 1:50.000 consultata.

9. CONCLUSIONI

L’analisi combinata delle tre tipologie di indagini e la loro buona correlazione ha permesso di ricostruire in modo abbastanza chiaro le caratteristiche sismo-stratigrafiche e meccaniche dell’area indagata.

In particolare, nel settore sud di tutta l’area indagata, non si hanno evidenze di frane attive ma il netto passaggio tra materiale litoide (caratterizzato da alti valori di Vp e Vs) e materiale meno coerente potrebbe causare una mobilitazione dello stesso qualora si presentino favorevoli condizioni al contorno. Le innumerevoli intercalazioni di materiale più compatto hanno tutte una giacitura a reggipoggio per cui si esclude il loro coinvolgimento in possibili inneschi franosi. Al contrario, qualora si valuti la presenza di materiale fratturato intercalato a materiale più compatto, si potrebbe supporre che esso sia stato messo in posto da precedenti movimenti franosi. Tuttavia, a causa della grande dimensione dei volumi coinvolti, resta un’ipotesi improbabile. Nel settore nord dell’area, il blocco 7 mostra, nei profili sismici Vp e Vs, un’ anomalia coincidente probabilmente ad una faglia sepolta di piccole dimensioni, come suggerito anche dal foglio Termini Imerese della cartografia ISPRA-CARG.

	Raddoppio Tratta Fiumetorto – Lercara diramazione - Lotto 1+2					
	INDAGINI GEOFISICHE PRIMA FASE	COMMESSA RS3Z	LOTTO 01 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

Bibliografia

- Boadu F. K., 1997. Fractured rock mass characterization parameters and seismic properties: Analytical studies. *Journal of Applied Geophysics*, 36, 1-19.
- Brückl E., 1987. The interpretation of travelttime fields in refraction seismology. *Geophysical prospecting*, 33, 9, 973-992. DOI: 10.1111/j.1365-2478.1987.tb00855.x.
- Biot M. A., 1956. Theory of propagation of elastic waves in a fluid-saturated porous solid. *Journal of the Acoustic Society of America*, 28, 2, 168-191.
- Biot M. A., 1962. Mechanism of deformation and acoustic propagation in porous media. *Journal of Applied Physics*, 33, 4, 1482-1498.
- Carrara E., Rapolla A. & Roberti N., 1992. Le indagini geofisiche per lo studio del sottosuolo: metodi geoelettrici e sismici. *Liguori Ed., Napoli*.
- Gaviglio P., 1989. Longitudinal waves propagation in a limestone: the relationship between velocity and density. *Rock Mechanics and Rock Engineering*, 22, 299-306.
- Gebrande H., and Miller H., 1985. Refraktionsseismik, in *Angewandte Geowissenschaften II, Methoden der Angewandten Geophysik und mathematische Verfahren in Geowissenschaften*, 226-260, F. Enke Verlag, Stuttgart.
- Hagedoorn J. G., 1959. The plus-minus method of interpreting seismic refraction sections. *Geophysical Prospecting*, 7, 2, 158-182. DOI: 10.1111/j.1365-2478.1959.tb01460.x.
- Hudson T. A., Jones E. T., & New B. M., 1980. P-wave velocity measurements in a machine bored chalk tunnels. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 13, 33-43.
- Jones G.M. and Jovanovich D.B., 1985. A ray inversion method for refraction analysis. *Geophysics*, 50, 11, 1701-1720. DOI: 10.1190/1.1441861.
- Kahraman S., 2002. The effects of fracture roughness on P-wave velocity. *Engineering Geology*, 63, 347-350.
- Keller G. V. and Rapolla A., 1974. Electrical Prospecting Methods in Volcanic and Geothermal Environments. *Developments in Solid Earth Geophysics*, 6, 133-166. DOI: 10.1016/B978-0-444-41141-9.50012-7.
- Klimentos T. & McCann C., 1990. Relationships among compressional wave attenuation, porosity, clay content, and permeability in sandstones. *Geophysics*, 55, 8, 998-1014.
- Kovallis B. J., Jones L. E. & Wang H. F., 1984. Velocity porosity clay content systematics of poorly consolidated sandstones. *Journal of Geophysical Research*, 89, B12, 10355-10364.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Raddoppio Tratta Fiumetorto – Lercara diramazione - Lotto 1+2					
	INDAGINI GEOFISICHE PRIMA FASE	COMMESSA RS3Z	LOTTO 01 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

Leucci G., 2004. I metodi elettromagnetico impulsivo, elettrico e sismico tomografico a rifrazione per lo studio di problematiche ambientali: sviluppi metodologici e applicazioni. Università consorziate di Lecce, Messina e Palermo: *Tesi di Dottorato di Ricerca in Geofisica per l'Ambiente ed il Territorio (XV Ciclo)*.

Leucci G. & De Giorgi L., 2004. Studio degli effetti delle fratture sulla variazione di velocità di propagazione delle onde P ed S nelle calcareniti. *Atti del 22° Convegno Nazionale GNGTS*.

Liu Z., Rector J. W., Nihei K. T., Tomusa L., Myer L. R. & Nakagawa S., 2001. Extensional wave attenuation and velocity in partially-saturated sand in the sonic frequency range. *EG Technical Program Expanded Abstracts, 1808-1811*. DOI:10.1190/1.1816479.

Palacky G. J., 1988. Resistivity Characteristics of Geologic Targets. *Electromagnetic Methods in Applied Geophysics*, 52-129. DOI: 10.1190/1.9781560802631.ch3.

Sassa K., Ryu M. & Sugimoto T., 1984. P-wave velocities in rock mass with water-saturated cracks. *Proceedings of the 6th Japan Symposium of Rock Mechanics*, 163-168.

Watanabe T. & Sassa K., 1995. Velocity and amplitude of P-waves transmitted through fractured zones composed of multiple thin low-velocity layers. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 32, 4, 313-324.

Waxman M.H. & Smits L.J.M., 1968. Electrical conductivities in oil-bearing shaly sands. *Soc. Pet. Eng. J.*, 8, 107-122.

Wei Z. Q., Egger P. & Descoeudres F., 1995. Permeability predictions for joined rock mass. *International Journal of Rock Mechanics and Mineral Sciences & Geomechanics Abstracts*, 32, 251-261.

Winsauer W.O. & McCardell W.M., 1953. Ionic double-layer conductivity in reservoir rock. *Trans. of Am. Inst. of Min., Met. And Petr. Eng.*, 198, 129-134.

Worthington P.F., 1993. The uses and abuses of the Archie equations. The formation factor-porosity relationship. *Journal of Applied Geophysics*, 30, 215-228.

Wyllie M. R., Gregory A. R. & Gardner G. H., 1956. Elastic wave velocities in heterogeneous and porous media. *Geophysics*, 21, 1, 41-70.

Wyllie M. R., Gregory A. R. & Gardner G. H., 1962. Studies of elastic wave attenuation in porous media. *Geophysics*, 27, 3, 569-589.

Wyllie M. R., Gregory A. R., & Gardner G. H., 1963. Addendum to "Studies of elastic wave attenuation in porous media". *Geophysics*, 28, 6, 1074-1074.

Wyllie M. R., Gregory, A. R. & Gardner G. H., 1985. An experimental investigation of factors affecting elastic wave velocities in porous media. *Geophysics*, 23, 3, 459-493.

ALLEGATI

CLIENTE:	ITALFERR		
LAVORO:	Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2		
UBICAZIONE:	Località: Caccamo (PA)		
NOME TEST:	MASW 1		
DATA DI ESECUZIONE	19/11/2018		
COORDINATE	Y	37°52'5.15"N	ALTITUDINE (m): 140
	X	13°42'37.95"E	





TEST REPORT

2/4

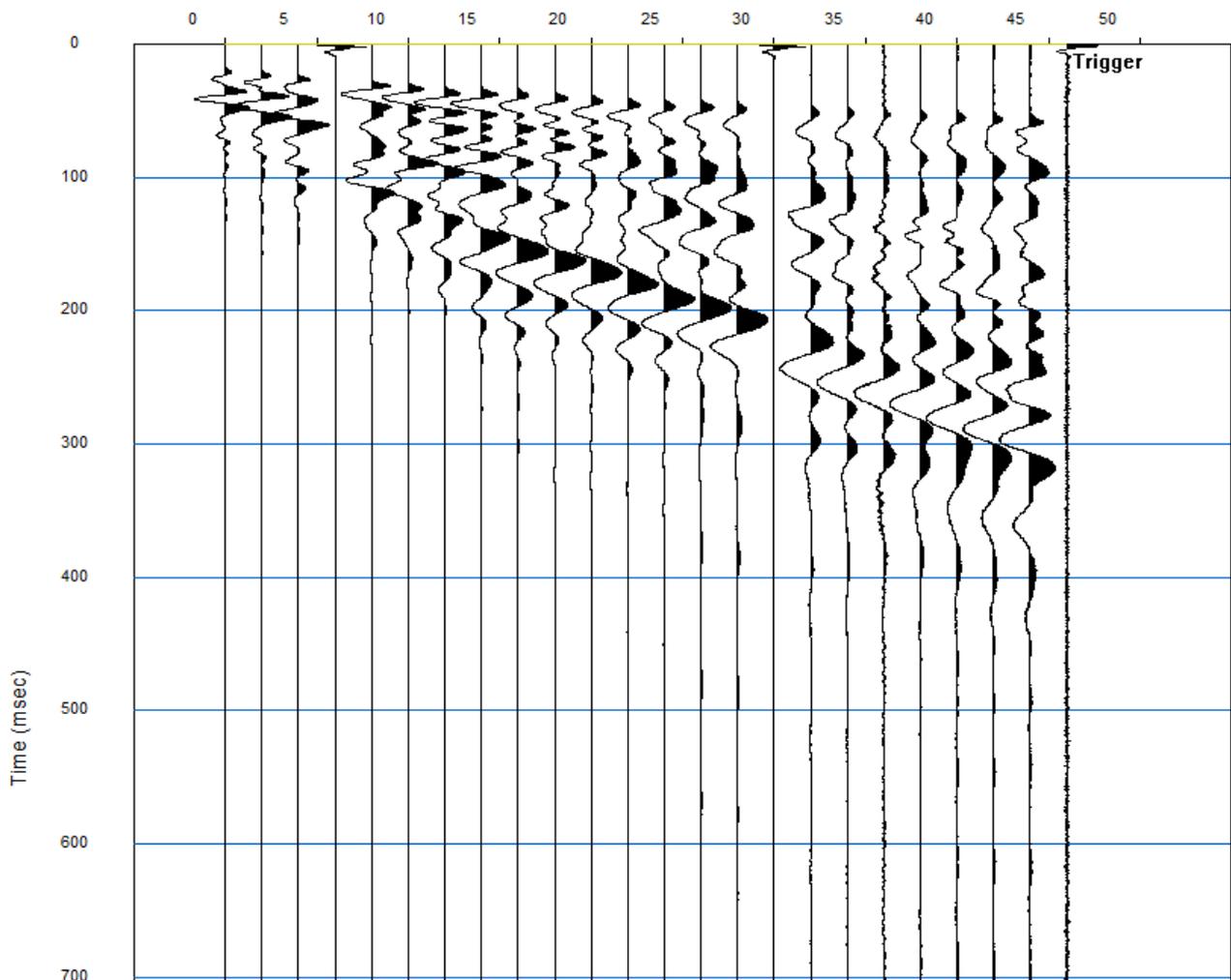
MASW

CLIENTE:	ITALFERR		
LAVORO:	Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2		
UBICAZIONE:	Località: Caccamo (PA)		
NOME TEST:	MASW 1		
DATA DI ESECUZIONE	19/11/2018		
COORDINATE	Y	37°52'5.15"N	ALTITUDINE (m): 140
	X	13°42'37.95"E	

SISMOGRAMMA

Source=-10.0m

Distance (m)





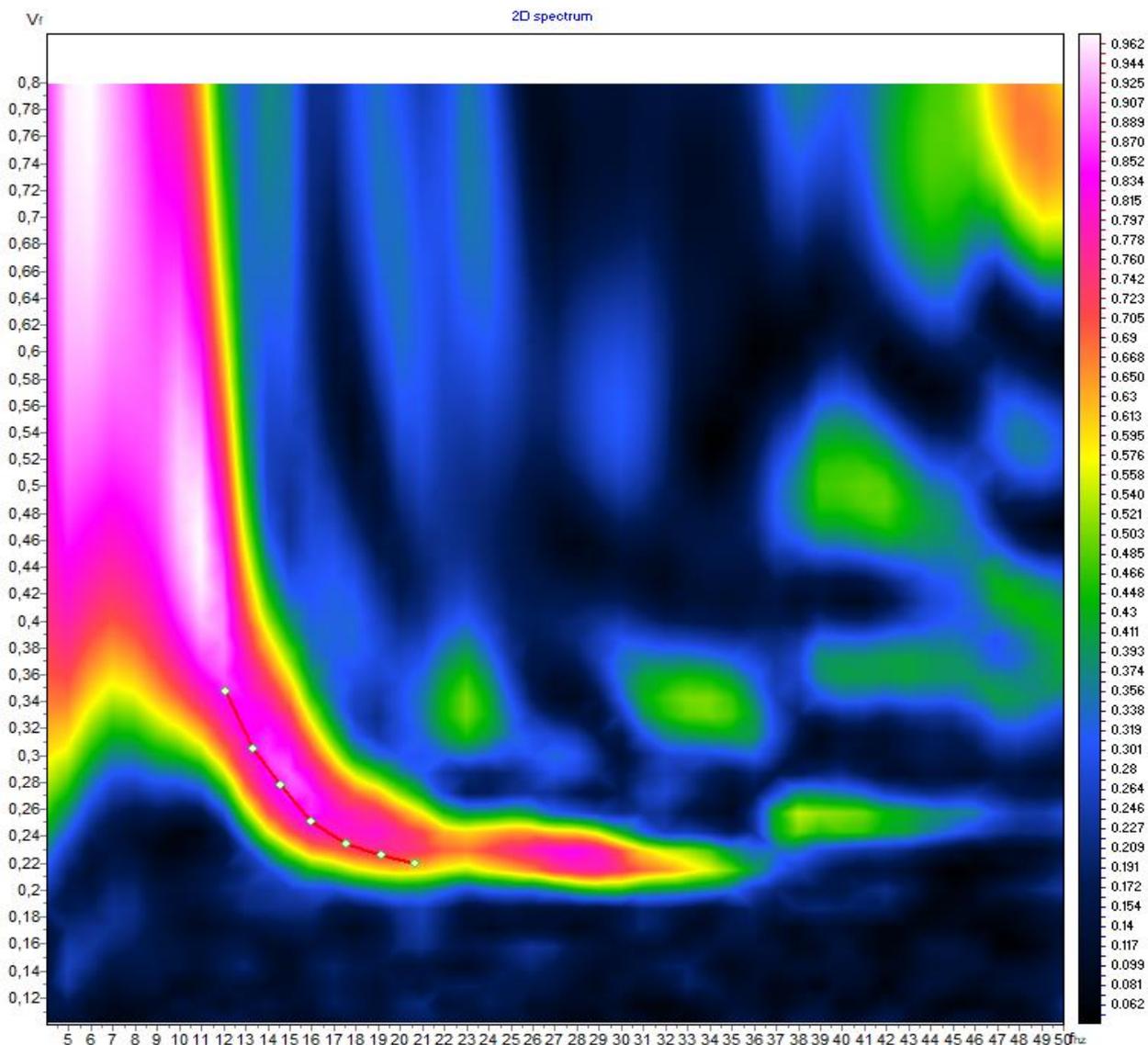
TEST REPORT

3/4

MASW

CLIENTE:	ITALFERR			
LAVORO:	Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2			
UBICAZIONE:	Località: Caccamo (PA)			
NOME TEST:	MASW 1			
DATA DI ESECUZIONE	19/11/2018			
COORDINATE	Y	37°52'5.15"N	ALTITUDINE (m):	140
	X	13°42'37.95"E		

SPETTRO OSSERVATO E CURVA DI DISPERSIONE



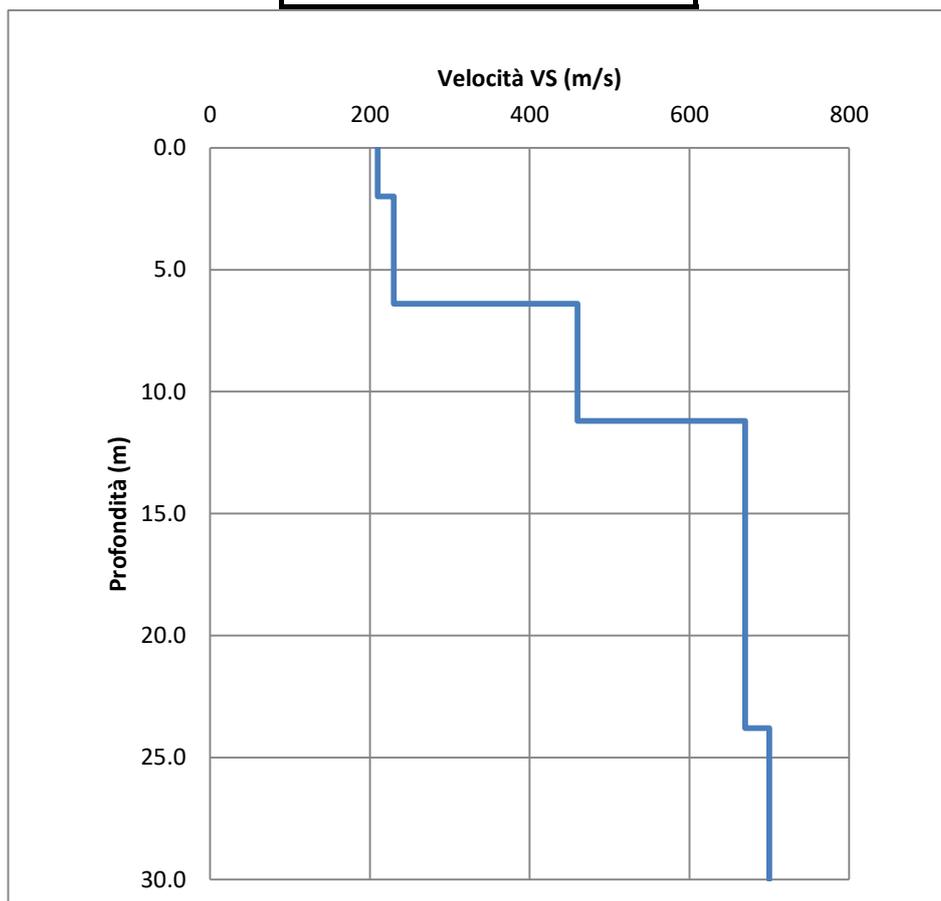
 <p>DIMMS CONTROL A COMPANY OF SOCOTEC</p>	TEST REPORT	4/4
	MASW	

CLIENTE:	ITALFERR		
LAVORO:	Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2		
UBICAZIONE:	Località: Caccamo (PA)		
NOME TEST:	MASW 1		
DATA DI ESECUZIONE	19/11/2018		
COORDINATE	Y	37°52'5.15"N	ALTITUDINE (m): 140
	X	13°42'37.95"E	

GRAFICO & TABELLA Vs - h

Sismostrato	Profondità		Spessore	Vs (m/s)
1	0.00	2.00	2	210.00
2	2.00	6.40	4.4	230.00
3	6.40	11.20	4.8	460.00
4	11.20	23.80	12.60	670.00
5	23.80	inf.	inf.	700.00

Vs30	449
Suolo	B





DIMMS
CONTROL
A COMPANY OF SOCOTEC

TEST REPORT

1/4

MASW

CLIENTE:	ITALFERR			
LAVORO:	Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2			
UBICAZIONE:	Località: Caccamo (PA)			
NOME TEST:	MASW 2			
DATA DI ESECUZIONE	20/11/2018			
COORDINATE	Y	37°52'6.23"N	ALTITUDINE (m):	133
	X	13°42'47.10"E		





TEST REPORT

2/4

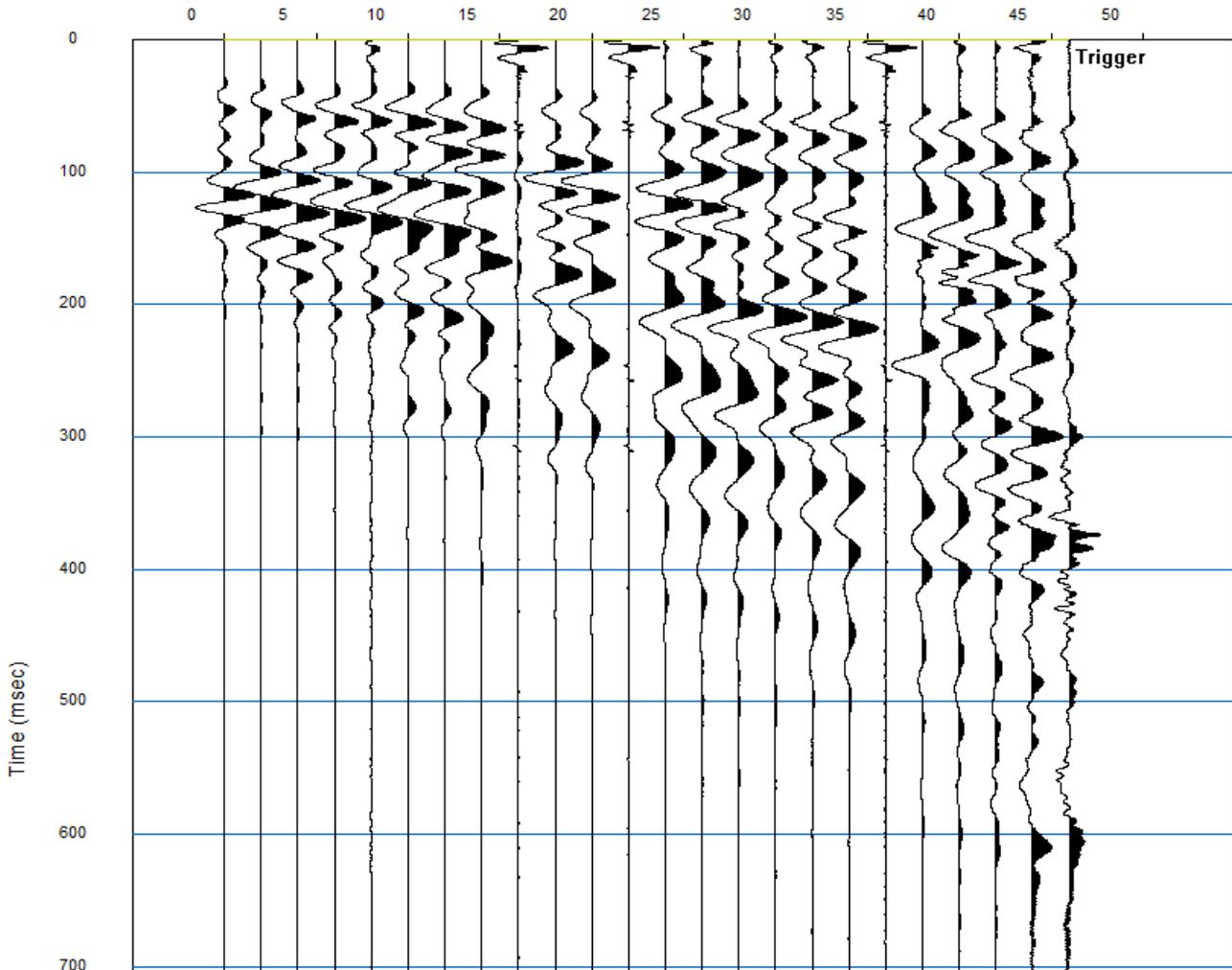
MASW

CLIENTE:	ITALFERR		
LAVORO:	Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2		
UBICAZIONE:	Località: Caccamo (PA)		
NOME TEST:	MASW 2		
DATA DI ESECUZIONE	20/11/2018		
COORDINATE	Y	37°52'6.23"N	ALTITUDINE (m): 133
	X	13°42'47.10"E	

SISMOGRAMMA

Source=-10.0m

Distance (m)





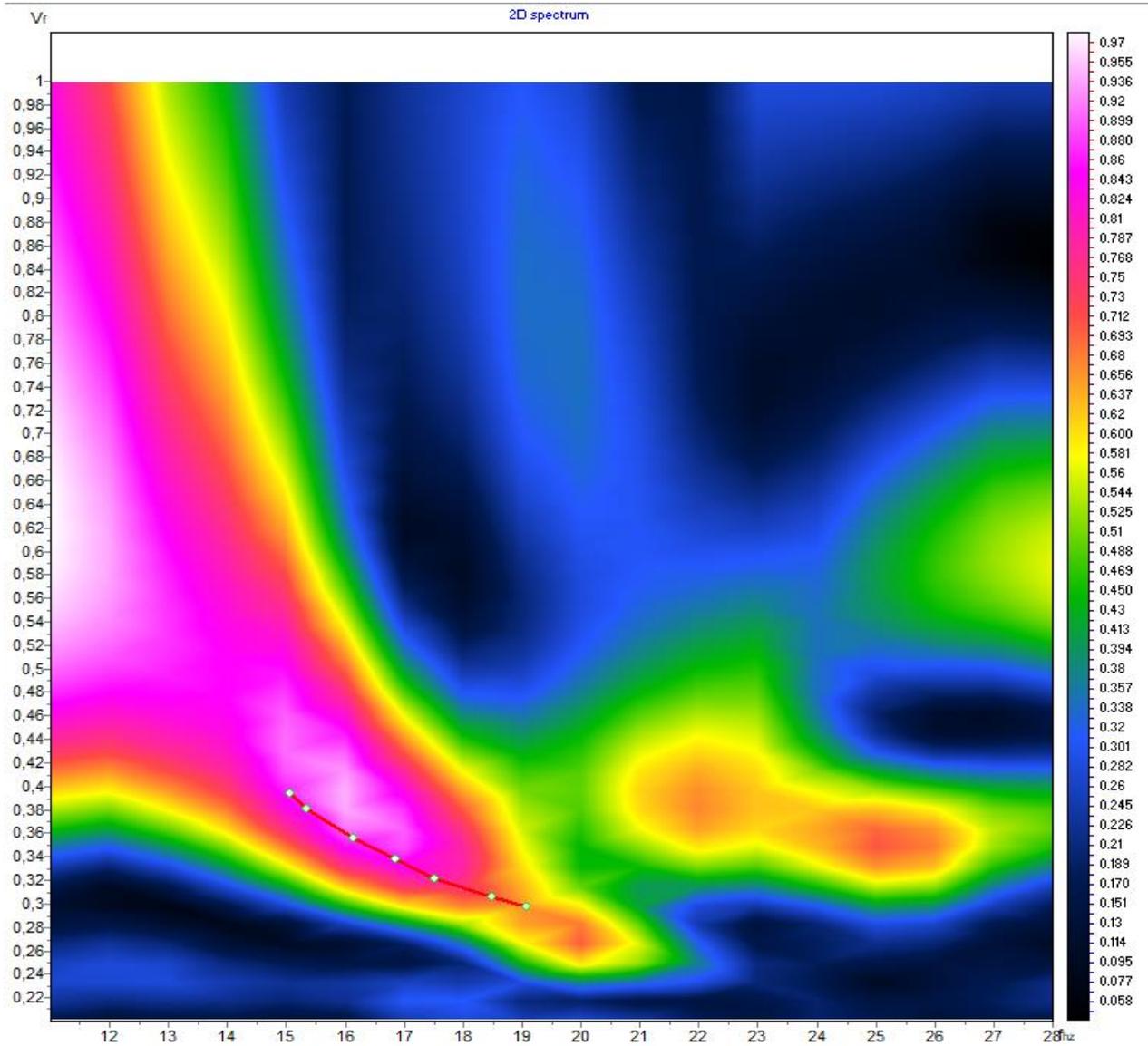
TEST REPORT

3/4

MASW

CLIENTE:	ITALFERR			
LAVORO:	Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2			
UBICAZIONE:	Località: Caccamo (PA)			
NOME TEST:	MASW 2			
DATA DI ESECUZIONE	20/11/2018			
COORDINATE	Y	37°52'6.23"N	ALTITUDINE (m):	133
	X	13°42'47.10"E		

SPETTRO OSSERVATO E CURVA DI DISPERSIONE



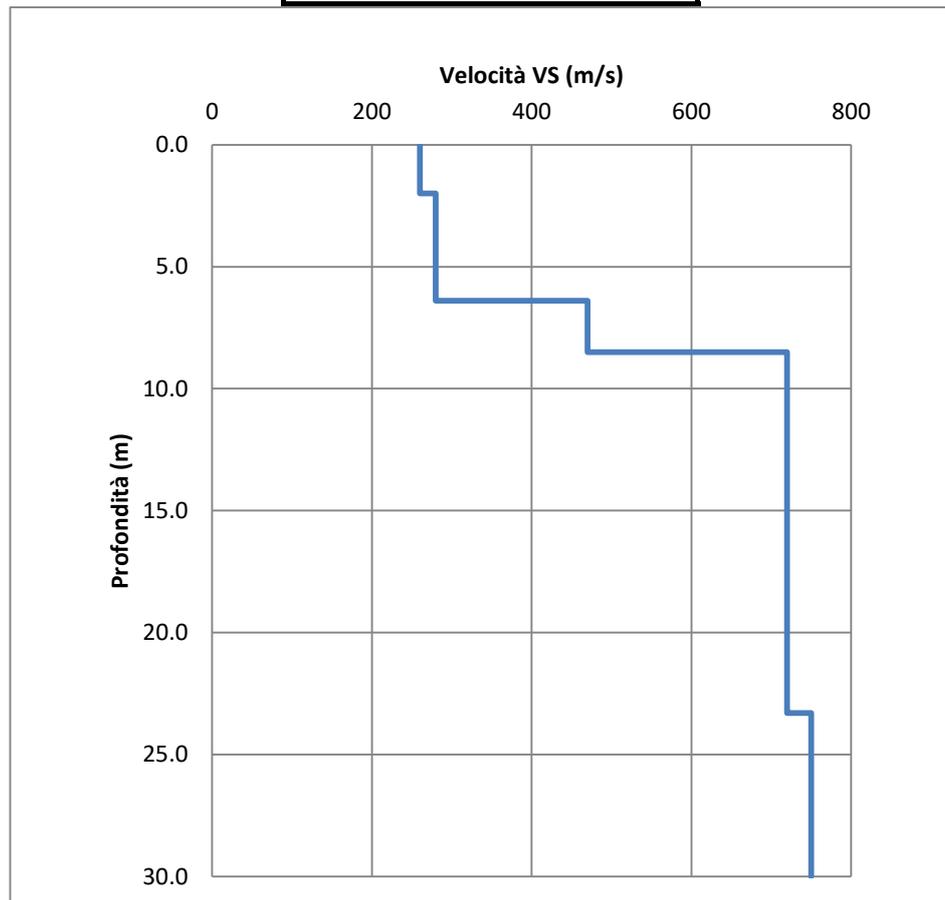
 <p>DIMMS CONTROL A COMPANY OF SOCOTEC</p>	TEST REPORT	4/4
	MASW	

CLIENTE:	ITALFERR		
LAVORO:	Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2		
UBICAZIONE:	Località: Caccamo (PA)		
NOME TEST:	MASW 2		
DATA DI ESECUZIONE	20/11/2018		
COORDINATE	Y	37°52'6.23"N	ALTITUDINE (m): 133
	X	13°42'47.10"E	

GRAFICO & TABELLA Vs - h

Sismostrato	Profondità		Spessore	Vs (m/s)
1	0.00	2.00	2	260.00
2	2.00	6.40	4.4	280.00
3	6.40	8.50	2.1	470.00
4	8.50	23.30	14.80	720.00
5	23.30	inf.	inf.	750.00

Vs30	523
Suolo	B





TEST REPORT

1/4

MASW

CLIENTE:	ITALFERR			
LAVORO:	Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2			
UBICAZIONE:	Località: Villaurea (PA)			
NOME TEST:	MASW 3			
DATA DI ESECUZIONE	05/12/2018			
COORDINATE	Y	37°56'58.33"N	ALTITUDINE (m):	25
	X	13°46'57.18"E		





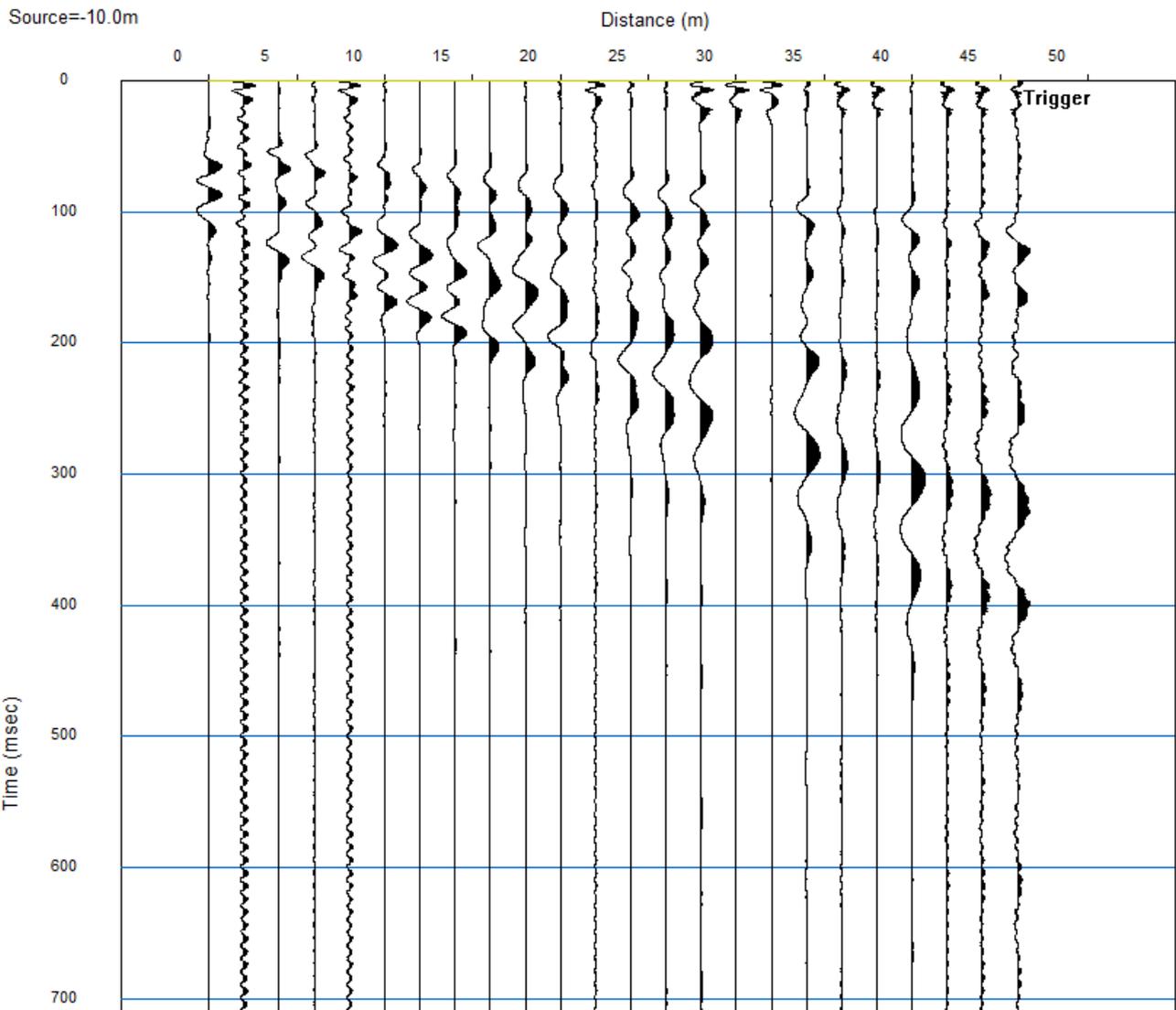
TEST REPORT

2/4

MASW

CLIENTE:	ITALFERR		
LAVORO:	Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2		
UBICAZIONE:	Località: Villaurea (PA)		
NOME TEST:	MASW 3		
DATA DI ESECUZIONE	05/12/2018		
COORDINATE	Y	37°56'58.33"N	ALTITUDINE (m): 25
	X	13°46'57.18"E	

SISMOGRAMMA





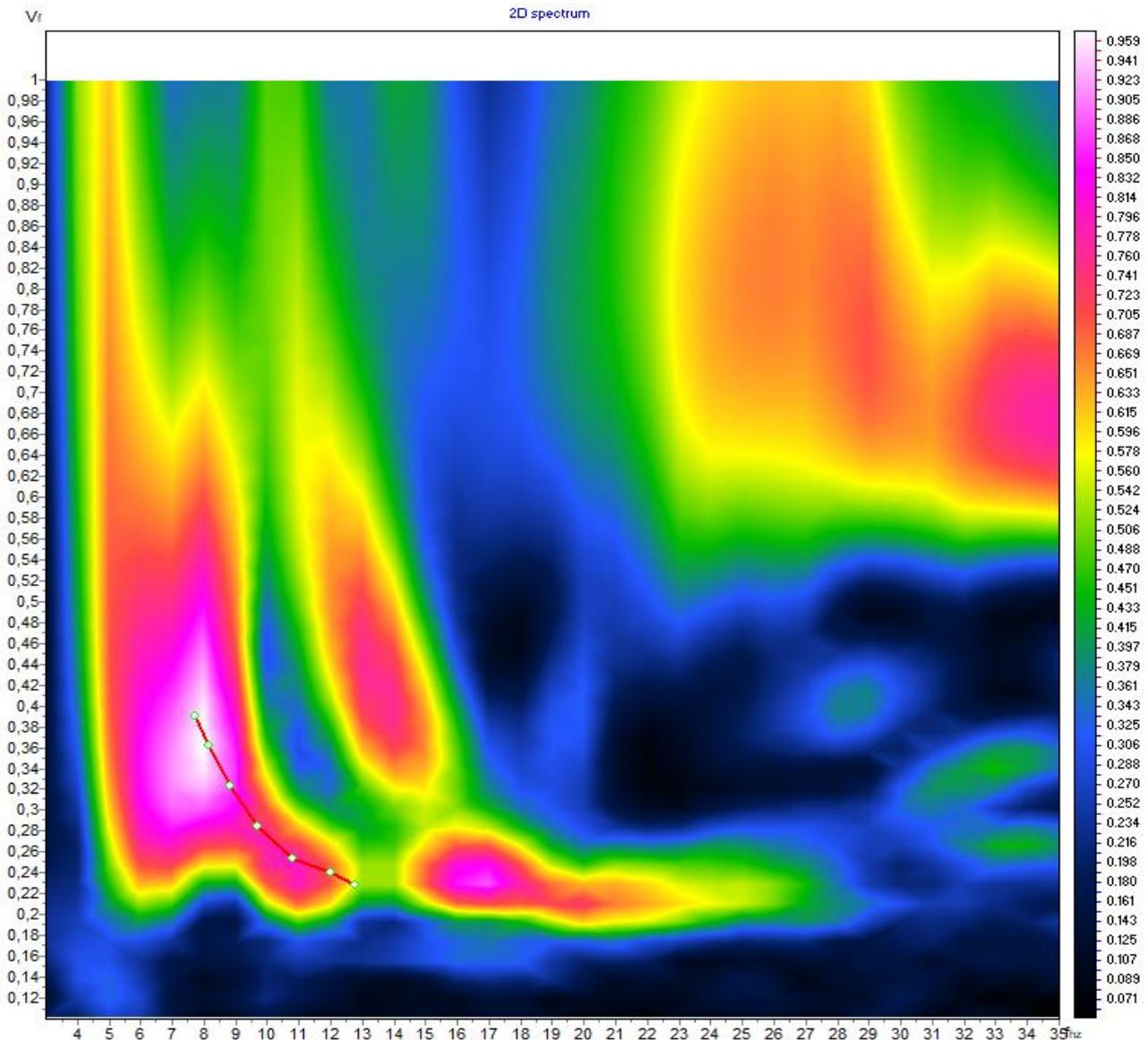
TEST REPORT

3/4

MASW

CLIENTE:	ITALFERR			
LAVORO:	Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2			
UBICAZIONE:	Località: Villaurea (PA)			
NOME TEST:	MASW 3			
DATA DI ESECUZIONE	05/12/2018			
COORDINATE	Y	37°56'58.33"N	ALTITUDINE (m):	25
	X	13°46'57.18"E		

SPETTRO OSSERVATO E CURVA DI DISPERSIONE



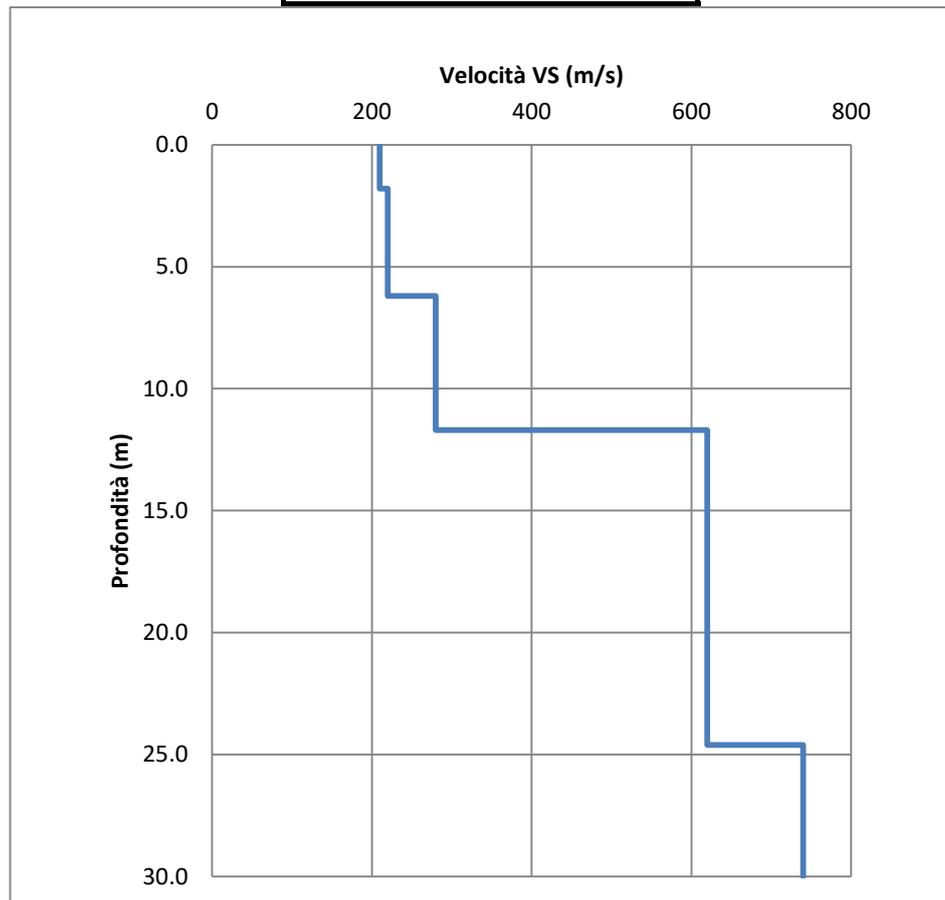
 <p>DIMMS CONTROL A COMPANY OF SOCOTEC</p>	TEST REPORT	4/4
	MASW	

CLIENTE:	ITALFERR		
LAVORO:	Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2		
UBICAZIONE:	Località: Villaurea (PA)		
NOME TEST:	MASW 3		
DATA DI ESECUZIONE	05/12/2018		
COORDINATE	Y	37°56'58.33"N	ALTITUDINE (m): 25
	X	13°46'57.18"E	

GRAFICO & TABELLA Vs - h

Sismostrato	Profondità		Spessore	Vs (m/s)
1	0.00	1.80	1.8	210.00
2	1.80	6.20	4.4	220.00
3	6.20	11.70	5.5	280.00
4	11.70	24.60	12.90	620.00
5	24.60	inf.	inf.	740.00

Vs₃₀ 393
Suolo B





TEST REPORT

1/3

DOWN HOLE

CLIENTE:	ITALFERR		
LAVORO:	Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2		
UBICAZIONE:	Località: Caccamo (PA)		
NOME TEST:	DH - GN06		
DATA DI ESECUZIONE	20/11/2018		
COORDINATE	Y	37°52'27.18"N	
	X	13°44'13.18"E	

Profondità (m)	Onde P		Onde S		Poisson	Young (MPa)	Taglio (MPa)	Bulk (MPa)	γ (kN/m ³)
	(ms)	(m/sec)	(ms)	(m/sec)					
1.00	1.33	753.50	2.83	353.75	0.36	595.3	219.1	701.9	17.5
2.00	3.48	465.54	8.19	186.61	0.40	165.6	59.0	288.3	16.9
3.00	5.17	590.23	13.07	204.65	0.43	206.0	72.0	502.6	17.2
4.00	6.28	898.95	18.33	190.18	0.48	190.1	64.4	1352.5	17.8
5.00	7.02	1363.68	23.23	203.96	0.49	231.9	77.9	3378.7	18.7
6.00	7.51	2013.48	26.28	328.24	0.49	641.4	215.8	7831.4	20.0
7.00	8.07	1805.96	29.83	281.52	0.49	462.4	155.4	6189.1	19.6
8.00	8.56	2017.18	32.07	447.46	0.47	1182.6	401.1	7617.1	20.0
9.00	9.27	1416.74	33.92	539.74	0.42	1552.8	548.7	3048.6	18.8
10.00	9.85	1727.65	35.50	634.43	0.42	2227.2	783.1	4762.9	19.5
11.00	10.53	1459.40	38.25	362.66	0.47	730.1	248.8	3697.7	18.9
12.00	10.94	2429.75	40.13	532.57	0.47	1745.1	591.6	11525.9	20.9
13.00	11.48	1876.02	41.63	666.36	0.43	2504.6	877.1	5782.2	19.8
14.00	11.95	2120.45	43.39	568.66	0.46	1912.9	654.5	8228.2	20.2
15.00	12.60	1529.11	45.17	560.54	0.42	1703.5	598.8	3657.8	19.1
16.00	12.99	2591.73	47.21	490.88	0.48	1512.3	510.4	13548.5	21.2
17.00	13.39	2460.01	48.42	829.39	0.44	4132.6	1439.1	10741.4	20.9
18.00	13.89	2022.28	50.34	519.20	0.46	1582.9	540.3	7477.0	20.0
19.00	14.36	2099.30	51.61	790.77	0.42	3580.3	1263.1	7217.6	20.2
20.00	14.67	3298.70	53.90	435.62	0.49	1278.8	428.8	24017.4	22.6
21.00	15.08	2446.88	55.74	543.79	0.47	1821.4	617.8	11685.7	20.9
22.00	15.42	2878.54	57.17	700.53	0.47	3135.9	1067.7	16604.3	21.8
23.00	15.89	2146.54	59.36	457.18	0.48	1252.3	424.2	8784.8	20.3
24.00	16.35	2170.08	61.45	478.21	0.47	1371.7	465.1	8958.5	20.3
25.00	16.80	2221.78	62.70	797.02	0.43	3704.1	1298.6	8360.0	20.4
26.00	17.25	2238.46	64.19	673.34	0.45	2692.9	928.4	9022.5	20.5
27.00	17.77	1926.54	66.07	532.01	0.46	1639.3	561.9	6619.4	19.9
28.00	18.29	1927.19	67.14	933.18	0.35	4657.3	1729.0	5068.8	19.9
29.00	18.80	1927.78	68.45	763.94	0.41	3260.4	1158.8	5834.0	19.9
30.00	19.27	2133.10	70.26	550.75	0.46	1800.3	614.7	8401.7	20.3
31.00	19.73	2197.61	71.99	577.90	0.46	1992.8	681.1	8941.6	20.4
32.00	20.20	2127.84	73.13	878.05	0.40	4364.5	1561.7	7088.9	20.3
33.00	20.88	1464.37	74.97	544.56	0.42	1593.9	561.3	3310.6	18.9
34.00	21.25	2736.87	77.02	487.13	0.48	1512.0	509.6	15405.4	21.5
35.00	21.60	2835.69	77.94	1094.75	0.41	7336.9	2597.3	13963.3	21.7
36.00	22.03	2329.24	79.08	875.66	0.42	4491.4	1584.0	9095.9	20.7
37.00	22.51	2071.27	80.24	863.67	0.39	4191.2	1502.5	6638.1	20.1
38.00	22.96	2227.48	81.90	599.04	0.46	2144.9	734.0	9170.4	20.5
39.00	23.41	2227.78	84.66	363.08	0.49	801.6	269.7	9792.6	20.5
40.00	23.73	3118.93	86.77	473.98	0.49	1486.9	499.6	20966.2	22.2
41.00	24.10	2703.01	88.48	583.06	0.48	2147.7	727.7	14669.5	21.4
42.00	24.63	1869.76	89.83	741.00	0.41	3049.7	1083.9	5455.8	19.7
43.00	25.00	2743.46	92.18	426.76	0.49	1164.3	391.3	15650.6	21.5
44.00	25.42	2395.47	93.31	880.73	0.42	4586.0	1612.7	9780.1	20.8
45.00	26.00	1706.54	94.78	680.98	0.41	2530.2	900.2	4453.3	19.4
46.00	26.51	1969.15	96.10	757.81	0.41	3236.0	1145.0	6204.5	19.9

47.00	26.96	2240.89	97.27	854.16	0.42	4228.9	1494.3	8292.7	20.5
48.00	27.42	2173.60	98.39	893.01	0.40	4538.4	1622.6	7449.6	20.3
49.00	27.90	2058.27	99.68	775.34	0.42	3428.0	1209.3	6909.9	20.1
50.00	28.35	2238.78	101.33	606.36	0.46	2199.1	752.9	9259.7	20.5
51.00	28.90	1814.83	102.87	649.46	0.43	2362.3	828.0	5361.2	19.6
52.00	29.30	2522.13	104.31	694.80	0.46	2964.3	1015.9	12032.0	21.0
53.00	29.79	2009.86	105.62	764.08	0.42	3308.9	1168.8	6528.6	20.0
54.00	30.18	2559.72	106.78	859.61	0.44	4483.4	1560.6	11757.0	21.1
55.00	30.64	2209.39	107.78	1000.56	0.37	5605.1	2044.2	7241.6	20.4
56.00	31.16	1923.63	108.96	846.65	0.38	3926.3	1422.7	5447.3	19.8
57.00	31.59	2323.98	110.77	553.26	0.47	1858.1	632.0	10309.0	20.6
58.00	31.98	2528.23	111.83	944.34	0.42	5328.8	1877.8	10955.5	21.1
59.00	32.48	2026.70	113.60	565.14	0.46	1867.4	640.5	7383.0	20.1
60.00	32.89	2437.98	115.61	495.65	0.48	1516.4	512.8	11724.3	20.9
61.00	33.31	2387.50	116.72	903.95	0.42	4808.7	1697.6	9578.7	20.8
62.00	33.60	3426.38	118.20	675.91	0.48	3089.9	1044.1	25437.3	22.9
63.00	33.91	3166.25	119.37	858.26	0.46	4804.6	1645.0	20195.2	22.3
64.00	34.29	2619.03	120.96	628.22	0.47	2463.4	838.2	13450.3	21.2
65.00	34.68	2619.11	122.28	753.49	0.45	3508.5	1205.8	12961.2	21.2
66.00	35.14	2150.32	124.23	513.79	0.47	1575.3	535.9	8672.2	20.3
67.00	35.50	2782.37	126.07	544.12	0.48	1890.0	638.5	15843.3	21.6
68.00	35.83	3057.33	127.37	768.01	0.47	3825.4	1304.4	18932.0	22.1
69.00	36.31	2057.52	128.69	758.66	0.42	3291.1	1157.7	6971.8	20.1
70.00	36.68	2730.96	129.79	904.38	0.44	5049.9	1755.4	13666.1	21.5
71.00	37.08	2531.98	131.08	777.75	0.45	3689.7	1274.2	11805.0	21.1
72.00	37.53	2207.42	132.56	676.14	0.45	2703.3	933.3	8703.1	20.4
73.00	37.88	2811.11	134.36	556.38	0.48	1980.7	669.3	16194.1	21.6
74.00	38.27	2561.53	135.86	664.73	0.46	2732.7	933.4	12615.3	21.1
75.00	38.56	3483.56	136.98	893.01	0.46	5365.8	1831.5	25429.1	23.0
76.00	38.86	3399.47	138.00	976.87	0.45	6331.2	2175.7	23446.5	22.8
77.00	39.16	3267.17	139.12	893.27	0.46	5248.9	1798.1	21656.6	22.5
78.00	39.42	3841.03	140.27	870.54	0.47	5286.9	1794.7	32546.5	23.7
79.00	39.80	2673.47	141.22	1057.17	0.41	6715.0	2385.7	12076.7	21.3
80.00	40.12	3097.18	142.34	888.70	0.46	5101.3	1752.9	18952.8	22.2

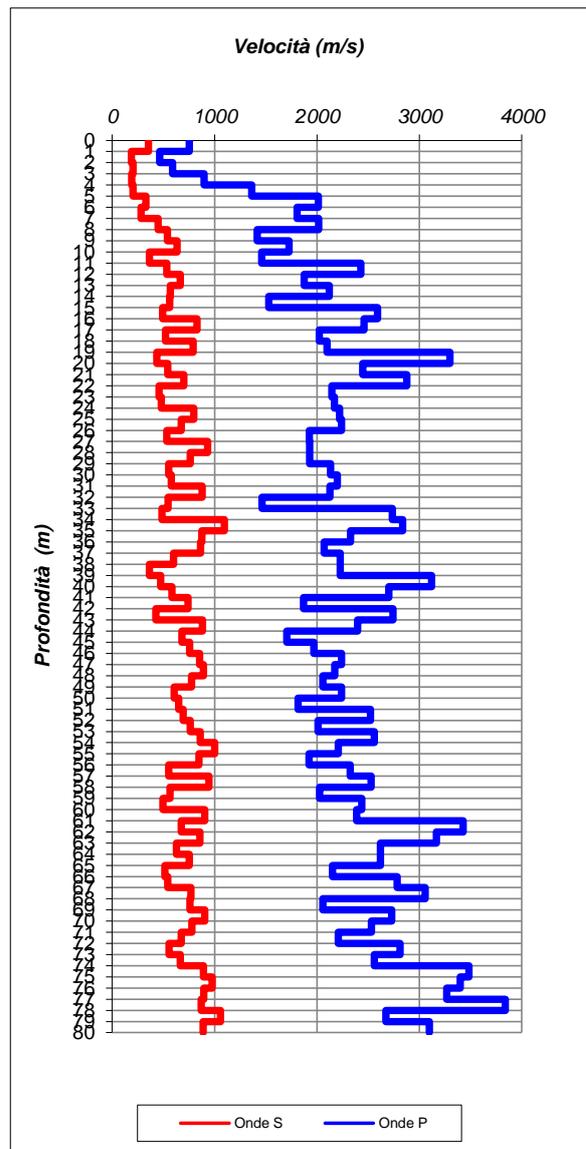
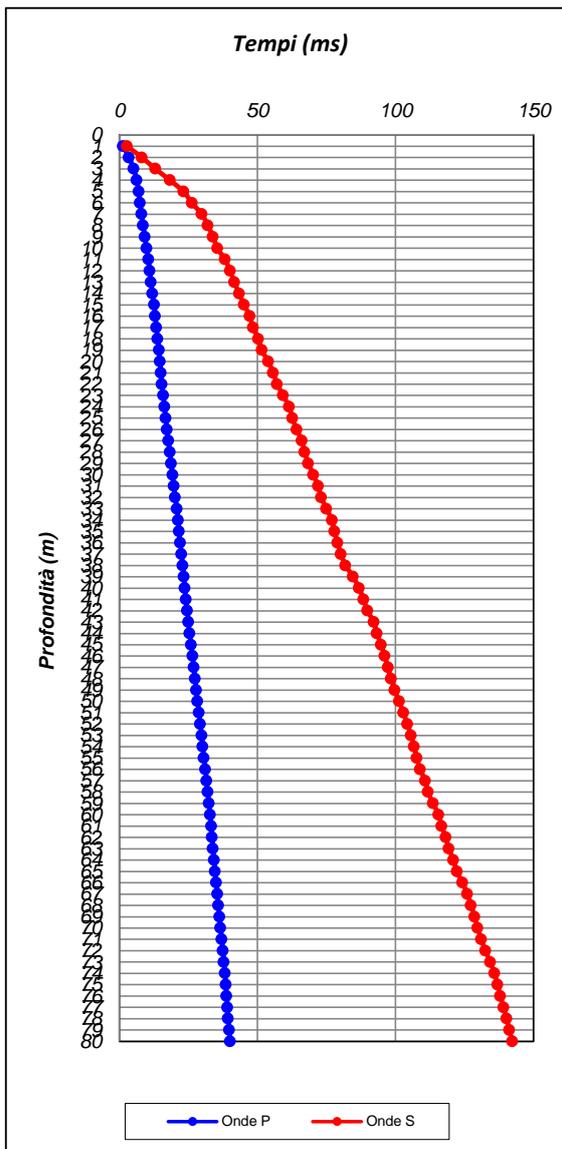


TEST REPORT

2/3

DOWN HOLE

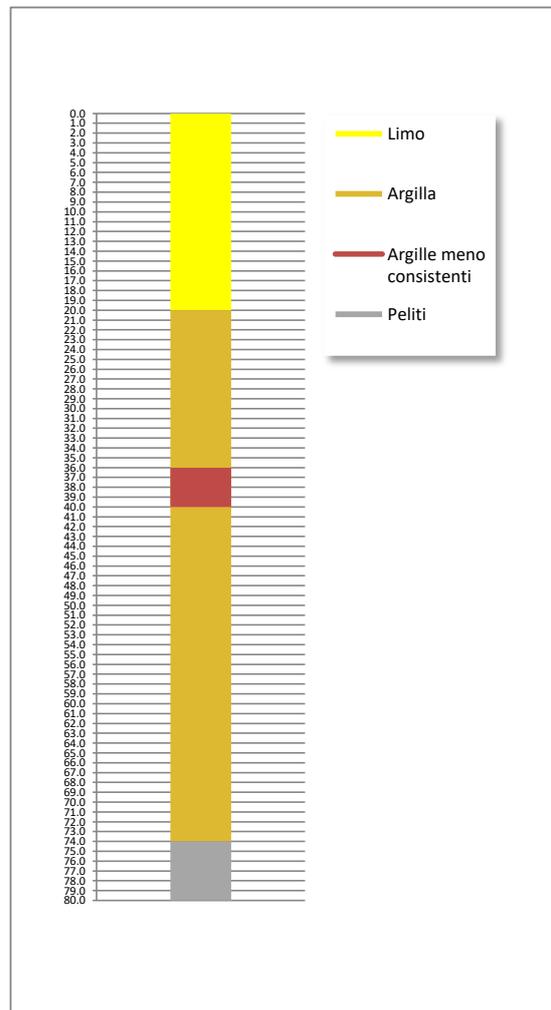
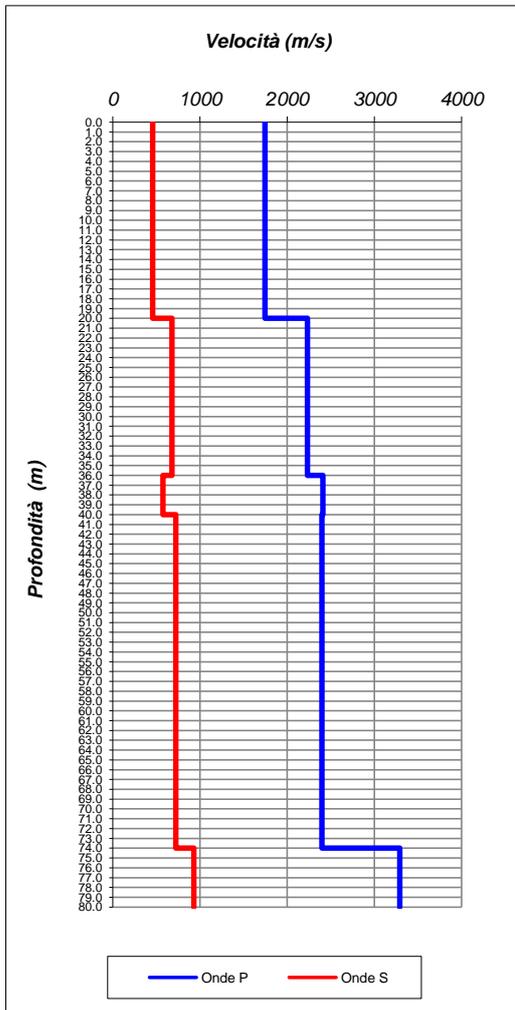
CLIENTE:	ITALFERR		
LAVORO:	Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2		
UBICAZIONE:	Località: Caccamo (PA)		
NOME TEST:	DH - GN06		
DATA DI ESECUZIONE	20/11/2018		
COORDINATE	Y	37°52'27.18"N	
	X	13°44'13.18"E	



	TEST REPORT	3/3
	DOWN HOLE	

CLIENTE:	ITALFERR		
LAVORO:	Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2		
UBICAZIONE:	Località: Caccamo (PA)		
NOME TEST:	DH - GN06		
DATA DI ESECUZIONE	20/11/2018		
COORDINATE	Y	37°52'27.18"N	
	X	13°44'13.18"E	

Profondità base(m)	Onde P	Onde S	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	γ (kN/m ³)
	Velocità (m/sec)	Velocità (m/sec)					
20.00	1746.98	456.36	0.46	1188.24	405.99	5408.15	19.5
36.00	2231.78	680.50	0.45	2745.73	947.62	8929.10	20.5
40.00	2411.36	574.94	0.47	2023.45	688.31	11189.99	20.8
74.00	2398.95	722.25	0.45	3146.61	1084.92	10522.51	20.8
80.00	3293.65	929.92	0.46	5690.58	1953.26	21898.63	22.6



V _{S30 0-30} 446	Suolo B
------------------------------	------------

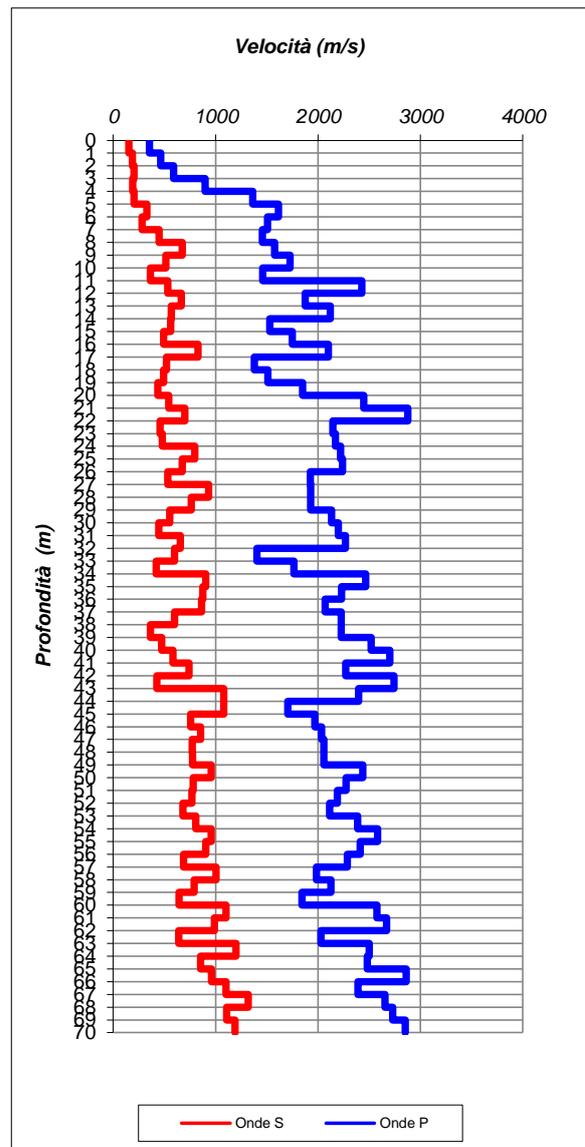
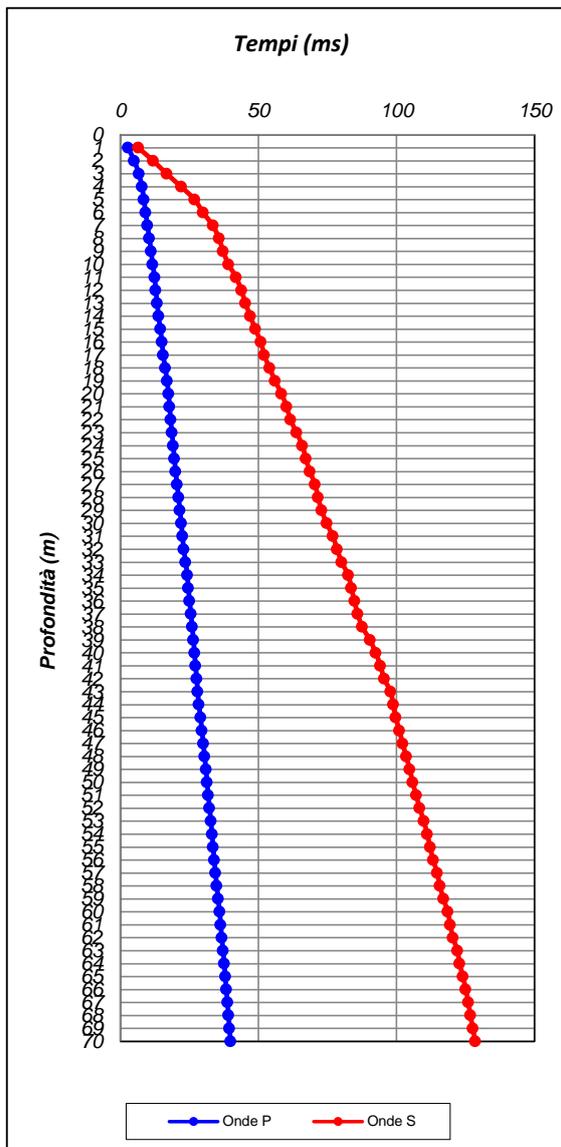
DOWN HOLE

CLIENTE:	ITALFERR		
LAVORO:	Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2		
UBICAZIONE:	Località: Caccamo(PA)		
NOME TEST:	DH - GN07		
DATA DI ESECUZIONE	20/11/2018		
COORDINATE	Y	37°52'27.18"N	
	X	13°44'13.18"E	

Profondità (m)	Onde P		Onde S		Poisson	Young (MPa)	Taglio (MPa)	Bulk (MPa)	γ (kN/m ³)
	(ms)	(m/sec)	(ms)	(m/sec)					
1.00	2.83	353.50	6.50	153.75	0.38	109.3	39.5	156.1	16.7
2.00	4.98	465.54	11.86	186.61	0.40	165.6	59.0	288.3	16.9
3.00	6.67	590.23	16.75	204.65	0.43	206.0	72.0	502.6	17.2
4.00	7.78	898.95	22.01	190.18	0.48	190.1	64.4	1352.5	17.8
5.00	8.52	1363.68	26.91	203.96	0.49	231.9	77.9	3378.7	18.7
6.00	9.14	1613.48	29.96	328.24	0.48	612.5	207.2	4729.2	19.2
7.00	9.80	1505.96	33.51	281.52	0.48	446.6	150.7	4110.8	19.0
8.00	10.49	1456.86	35.74	447.46	0.45	1096.6	378.7	3509.4	18.9
9.00	11.12	1577.16	37.23	673.26	0.39	2411.2	868.2	3606.9	19.2
10.00	11.70	1727.65	39.17	514.50	0.45	1494.9	515.0	5120.3	19.5
11.00	12.39	1459.40	41.93	362.66	0.47	730.1	248.8	3697.7	18.9
12.00	12.80	2429.75	43.81	532.57	0.47	1745.1	591.6	11525.9	20.9
13.00	13.33	1876.02	45.31	666.36	0.43	2504.6	877.1	5782.2	19.8
14.00	13.80	2120.45	47.07	568.66	0.46	1912.9	654.5	8228.2	20.2
15.00	14.46	1529.11	48.85	560.54	0.42	1703.5	598.8	3657.8	19.1
16.00	15.03	1748.98	50.89	490.88	0.46	1369.3	469.8	5337.8	19.5
17.00	15.50	2100.34	52.09	829.39	0.41	3912.0	1389.6	7058.6	20.2
18.00	16.23	1379.19	54.02	519.20	0.42	1433.5	505.7	2893.9	18.8
19.00	16.89	1511.13	56.06	490.77	0.44	1320.5	458.2	3732.9	19.0
20.00	17.43	1850.01	58.35	435.62	0.47	1099.6	373.8	6244.0	19.7
21.00	17.84	2446.88	60.19	543.79	0.47	1821.4	617.8	11685.7	20.9
22.00	18.19	2878.54	61.62	700.53	0.47	3135.9	1067.7	16604.3	21.8
23.00	18.65	2146.54	63.81	457.18	0.48	1252.3	424.2	8784.8	20.3
24.00	19.11	2170.08	65.90	478.21	0.47	1371.7	465.1	8958.5	20.3
25.00	19.56	2221.78	67.15	797.02	0.43	3704.1	1298.6	8360.0	20.4
26.00	20.01	2238.46	68.64	673.34	0.45	2692.9	928.4	9022.5	20.5
27.00	20.53	1926.54	70.52	532.01	0.46	1639.3	561.9	6619.4	19.9
28.00	21.05	1927.19	71.59	933.18	0.35	4657.3	1729.0	5068.8	19.9
29.00	21.57	1927.78	72.90	763.94	0.41	3260.4	1158.8	5834.0	19.9
30.00	22.04	2133.10	74.71	550.75	0.46	1800.3	614.7	8401.7	20.3
31.00	22.49	2197.61	76.96	445.08	0.48	1194.8	404.0	9311.1	20.4
32.00	22.93	2268.25	78.49	654.49	0.45	2559.2	879.7	9393.0	20.5
33.00	23.64	1404.54	80.15	600.20	0.39	1881.4	677.6	2807.1	18.8
34.00	24.21	1764.24	82.54	419.91	0.47	1012.3	344.3	5619.2	19.5
35.00	24.62	2467.47	83.64	904.75	0.42	4874.8	1713.7	10461.1	20.9
36.00	25.06	2228.98	84.78	875.66	0.41	4419.7	1568.7	8072.7	20.5
37.00	25.55	2071.27	85.94	863.67	0.39	4191.2	1502.5	6638.1	20.1
38.00	26.00	2227.48	87.61	599.04	0.46	2144.9	734.0	9170.4	20.5
39.00	26.44	2227.78	90.36	363.08	0.49	801.6	269.7	9792.6	20.5
40.00	26.84	2518.93	92.47	473.98	0.48	1400.5	472.6	12718.3	21.0
41.00	27.21	2703.01	94.19	583.06	0.48	2147.7	727.7	14669.5	21.4
42.00	27.65	2269.76	95.54	741.00	0.44	3248.8	1127.8	9077.9	20.5
43.00	28.02	2743.46	97.88	426.76	0.49	1164.3	391.3	15650.6	21.5
44.00	28.43	2395.47	98.81	1080.73	0.37	6664.4	2428.3	8692.6	20.8
45.00	29.02	1706.54	99.73	1080.98	0.16	5285.2	2268.4	2629.0	19.4
46.00	29.53	1969.15	101.05	757.81	0.41	3236.0	1145.0	6204.5	19.9

47.00	30.02	2036.66	102.22	854.16	0.39	4081.0	1464.5	6373.7	20.1
48.00	30.51	2058.16	103.52	773.01	0.42	3408.7	1202.1	6918.6	20.1
49.00	30.99	2058.27	104.81	775.34	0.42	3428.0	1209.3	6909.9	20.1
50.00	31.40	2438.78	105.85	956.27	0.41	5380.6	1909.2	9871.6	20.9
51.00	31.84	2275.13	107.13	781.65	0.43	3598.7	1255.6	8963.1	20.6
52.00	32.30	2190.12	108.43	768.65	0.43	3443.2	1204.1	8170.2	20.4
53.00	32.77	2113.58	109.90	681.75	0.44	2711.2	940.1	7782.5	20.2
54.00	33.19	2388.39	111.14	805.78	0.44	3873.7	1349.0	10053.2	20.8
55.00	33.58	2581.12	112.19	956.89	0.42	5504.3	1937.7	11515.1	21.2
56.00	33.99	2411.74	113.29	902.90	0.42	4816.0	1697.6	9848.5	20.8
57.00	34.43	2287.77	114.75	688.18	0.45	2826.4	974.4	9469.7	20.6
58.00	34.93	1984.90	115.74	1003.56	0.33	5342.9	2011.2	5186.1	20.0
59.00	35.40	2125.28	117.01	791.09	0.42	3598.1	1267.3	7457.0	20.3
60.00	35.94	1844.35	118.56	641.88	0.43	2321.8	811.2	5615.8	19.7
61.00	36.33	2577.50	119.47	1103.55	0.39	7150.7	2576.3	10619.2	21.2
62.00	36.71	2671.79	120.48	990.33	0.42	5946.5	2093.3	12444.9	21.3
63.00	37.20	2029.90	122.04	639.19	0.44	2368.5	819.6	7172.8	20.1
64.00	37.60	2501.65	122.88	1198.47	0.35	8151.7	3016.8	9122.1	21.0
65.00	38.00	2483.00	124.05	855.20	0.43	4393.8	1533.4	10881.6	21.0
66.00	38.35	2862.65	125.09	960.38	0.44	5757.2	2003.8	15131.7	21.7
67.00	38.77	2390.90	126.00	1100.68	0.37	6876.0	2517.7	8522.8	20.8
68.00	39.15	2655.88	126.76	1319.04	0.34	9909.8	3707.9	10088.7	21.3
69.00	39.51	2730.65	127.66	1109.30	0.40	7400.8	2640.9	12481.4	21.5
70.00	39.86	2851.99	128.50	1190.49	0.39	8579.0	3076.0	13552.3	21.7

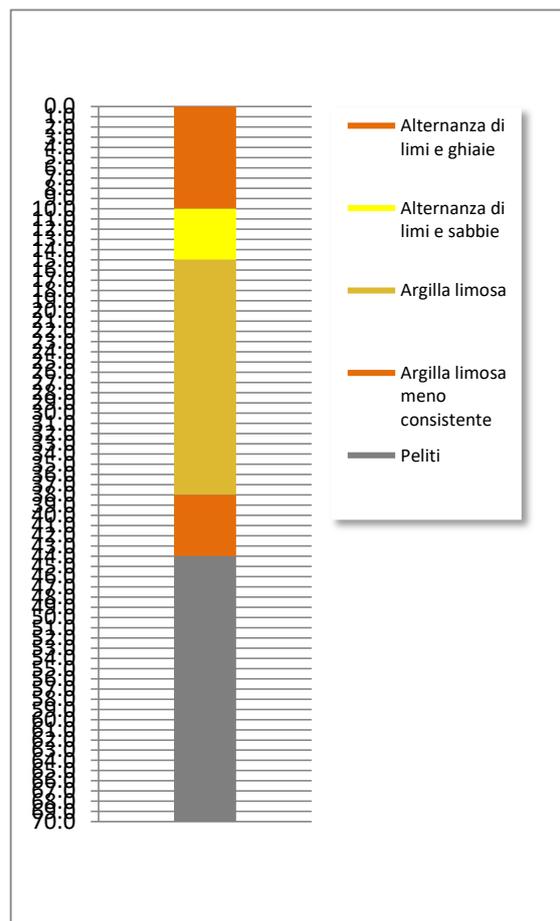
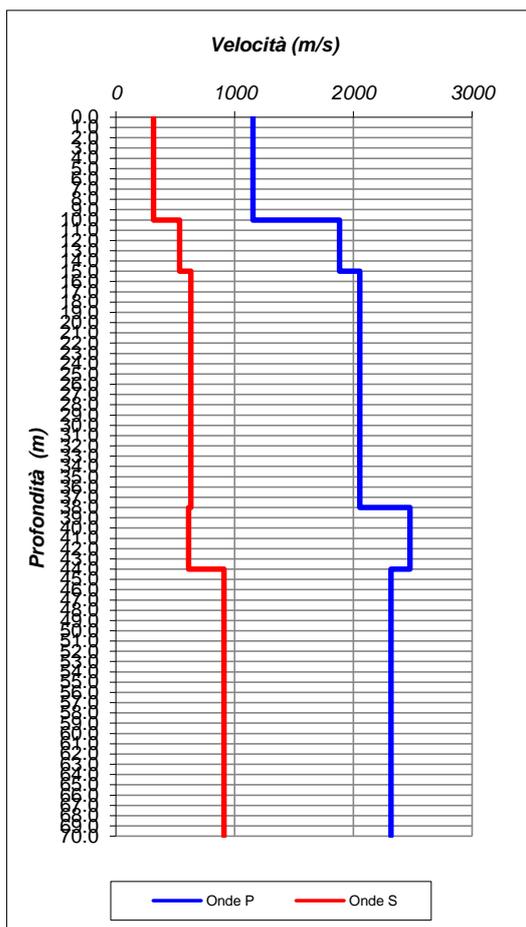
CLIENTE:	ITALFERR		
LAVORO:	Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2		
UBICAZIONE:	Località: Caccamo(PA)		
NOME TEST:	DH - GN07		
DATA DI ESECUZIONE	20/11/2018		
COORDINATE	Y	37°52'27.18"N	
	X	13°44'13.18"E	



 DIMMS CONTROL <small>A COMPANY OF SOCOTEC</small>	TEST REPORT	3/3
	DOWN HOLE	

CLIENTE:	ITALFERR		
LAVORO:	Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2		
UBICAZIONE:	Località: Caccamo(PA)		
NOME TEST:	DH - GN07		
DATA DI ESECUZIONE	20/11/2018		
COORDINATE	Y	37°52'27.18"N	
	X	13°44'13.18"E	

Profondità base(m)	Onde P	Onde S	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	γ (kN/m ³)
	Velocità (m/sec)	Velocità (m/sec)					
10.00	1155.30	318.41	0.46	541.68	185.65	2196.43	18.3
15.00	1882.95	538.16	0.46	1666.43	572.45	6244.72	19.8
38.00	2053.75	632.98	0.45	2332.36	805.64	7406.98	20.1
44.00	2476.40	611.44	0.47	2299.13	783.33	11805.00	21.0
70.00	2316.38	911.02	0.41	4823.94	1712.43	8787.49	20.6



V_{S30 0-30} 460	Suolo B
---	--------------------------



TEST REPORT

1/3

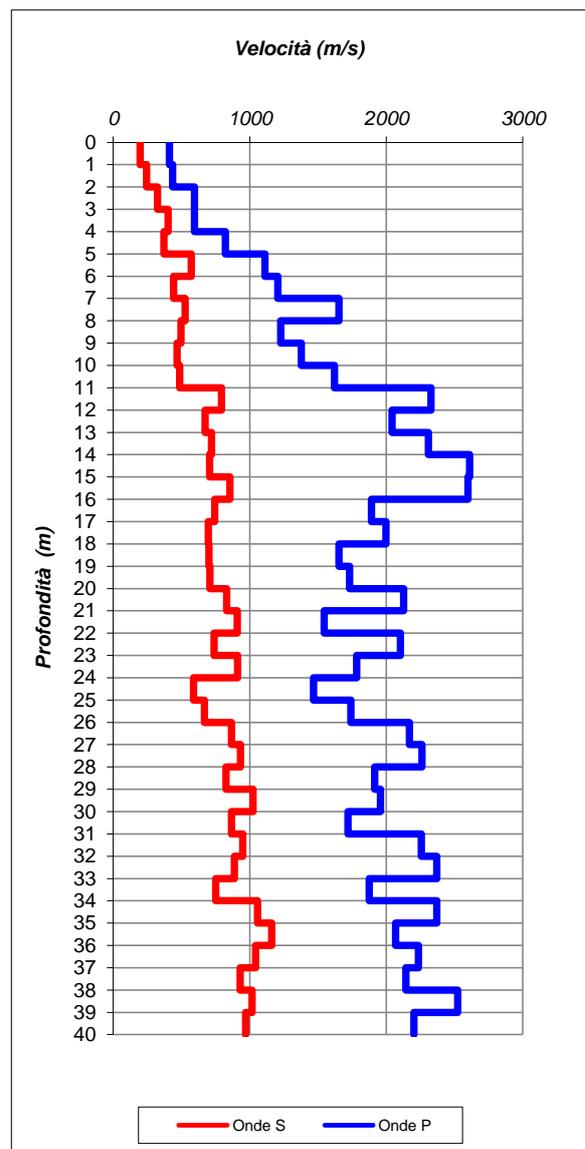
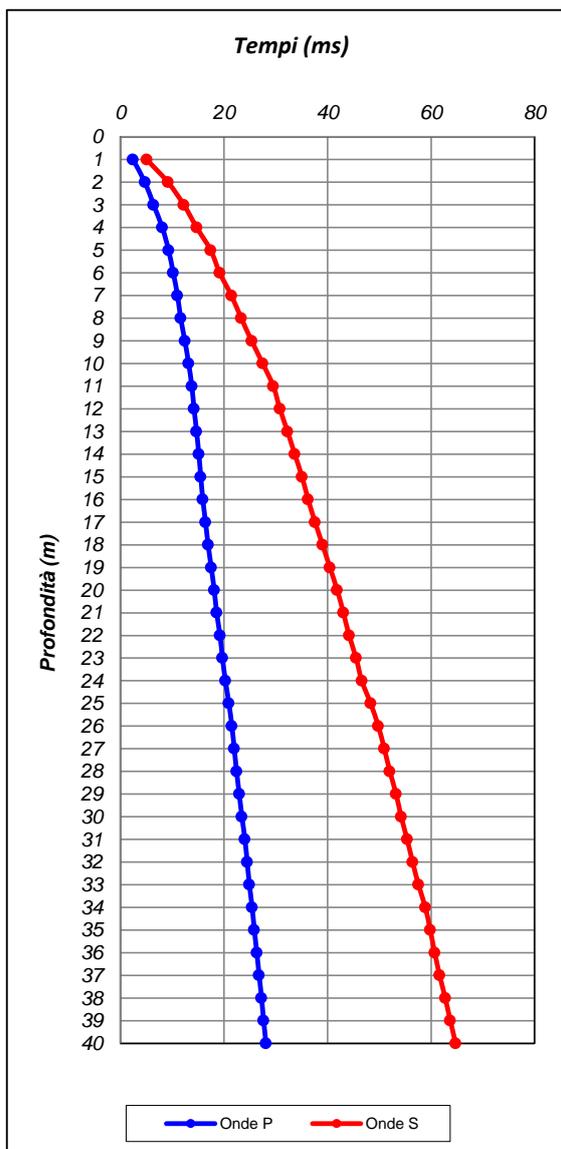
DOWN HOLE

CLIENTE:	ITALFERR		
LAVORO:	Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2		
UBICAZIONE:	Località Caccamo (PA)		
NOME TEST:	DH - GN09		
DATA DI ESECUZIONE	16/11/2018		
COORDINATE	Y	37°52'3.74"N	
	X	13°42'26.80"E	

Profondità (m)	Onde P		Onde S		Poisson	Young (MPa)	Taglio (MPa)	Bulk (MPa)	γ (kN/m ³)
	(ms)	(m/sec)	(ms)	(m/sec)					
1.00	2.43	411.96	5.09	196.49	0.35	175.7	65.0	198.9	16.8
2.00	4.73	434.62	9.18	244.30	0.27	255.5	100.7	184.4	16.9
3.00	6.41	595.87	12.26	324.98	0.29	467.8	181.6	368.3	17.2
4.00	8.09	594.75	14.75	402.15	0.08	599.8	278.0	237.4	17.2
5.00	9.31	820.94	17.44	371.40	0.37	667.4	243.3	864.5	17.6
6.00	10.21	1112.31	19.19	571.49	0.32	1572.2	595.2	1461.2	18.2
7.00	11.03	1206.87	21.45	443.24	0.42	1028.9	361.8	2199.7	18.4
8.00	11.64	1654.29	23.34	527.28	0.44	1549.8	536.8	4568.4	19.3
9.00	12.45	1227.68	25.35	497.20	0.40	1279.2	456.2	2173.3	18.5
10.00	13.18	1377.32	27.49	467.67	0.43	1177.1	410.2	3010.9	18.8
11.00	13.80	1621.19	29.54	488.19	0.45	1330.1	458.6	4446.0	19.2
12.00	14.22	2329.17	30.80	792.72	0.43	3724.5	1298.2	9476.3	20.7
13.00	14.71	2043.64	32.28	674.24	0.44	2628.0	913.2	7171.8	20.1
14.00	15.15	2309.84	33.67	720.07	0.45	3092.3	1069.1	9575.8	20.6
15.00	15.53	2611.03	35.09	706.34	0.46	3092.8	1058.8	13056.4	21.2
16.00	15.91	2599.89	36.26	855.02	0.44	4461.5	1549.8	12263.4	21.2
17.00	16.44	1891.43	37.60	744.65	0.41	3089.7	1097.0	5614.7	19.8
18.00	16.94	1998.55	39.04	696.33	0.43	2774.9	969.6	6694.4	20.0
19.00	17.55	1652.85	40.46	700.68	0.39	2635.8	947.8	4010.4	19.3
20.00	18.13	1731.38	41.88	708.37	0.40	2733.5	976.6	4532.1	19.5
21.00	18.60	2127.25	43.08	832.16	0.41	3954.4	1402.6	7295.4	20.3
22.00	19.24	1545.30	44.18	909.87	0.23	3902.7	1580.5	2451.5	19.1
23.00	19.72	2103.69	45.53	739.32	0.43	3157.9	1104.5	7470.1	20.2
24.00	20.28	1783.22	46.63	910.39	0.32	4293.3	1621.7	4059.7	19.6
25.00	20.96	1467.42	48.33	587.96	0.40	1838.5	654.6	3204.5	18.9
26.00	21.54	1742.23	49.82	669.26	0.41	2467.1	872.7	4750.6	19.5
27.00	22.00	2169.84	50.98	866.94	0.41	4295.7	1528.7	7538.0	20.3
28.00	22.44	2261.17	52.05	932.11	0.40	4984.1	1783.0	8115.5	20.5
29.00	22.96	1916.69	53.26	825.66	0.39	3748.1	1352.1	5483.4	19.8
30.00	23.47	1957.13	54.24	1024.52	0.31	5481.8	2090.3	4840.8	19.9
31.00	24.05	1720.93	55.39	867.43	0.33	3890.4	1462.9	3807.4	19.4
32.00	24.50	2257.36	56.44	947.95	0.39	5135.7	1843.5	7995.6	20.5
33.00	24.92	2370.83	57.57	887.02	0.42	4630.3	1632.0	9482.6	20.7
34.00	25.45	1875.89	58.90	750.22	0.40	3123.4	1111.7	5468.3	19.8
35.00	25.87	2370.26	59.85	1057.52	0.38	6382.1	2319.5	8559.6	20.7
36.00	26.36	2068.56	60.71	1161.81	0.27	6901.8	2718.1	4992.4	20.1
37.00	26.80	2237.02	61.67	1042.62	0.36	6059.3	2225.6	7278.2	20.5
38.00	27.27	2145.13	62.75	929.45	0.38	4853.3	1752.8	6999.6	20.3
39.00	27.66	2524.87	63.73	1017.44	0.40	6114.7	2179.1	10513.8	21.0
40.00	28.12	2202.64	64.76	970.39	0.38	5301.7	1921.5	7337.9	20.4

DOWN HOLE

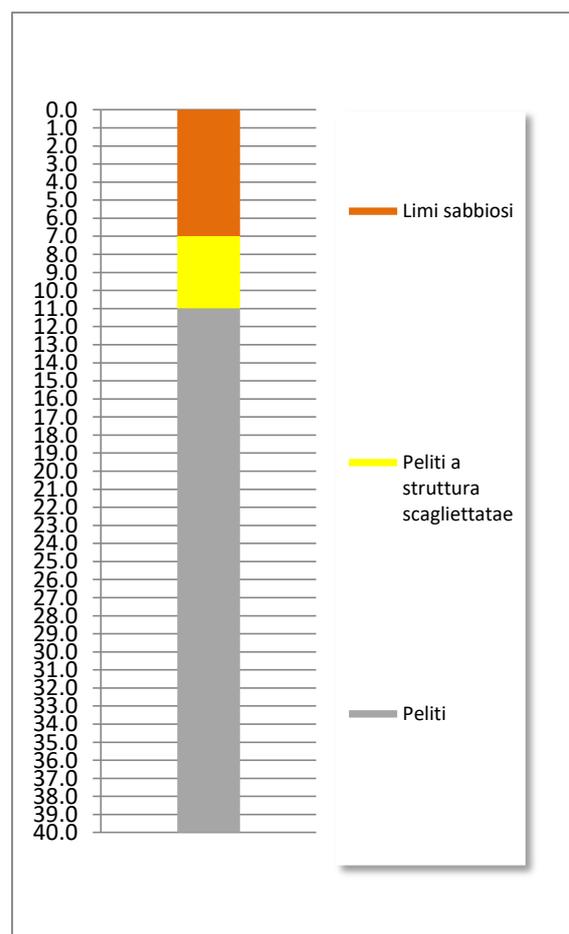
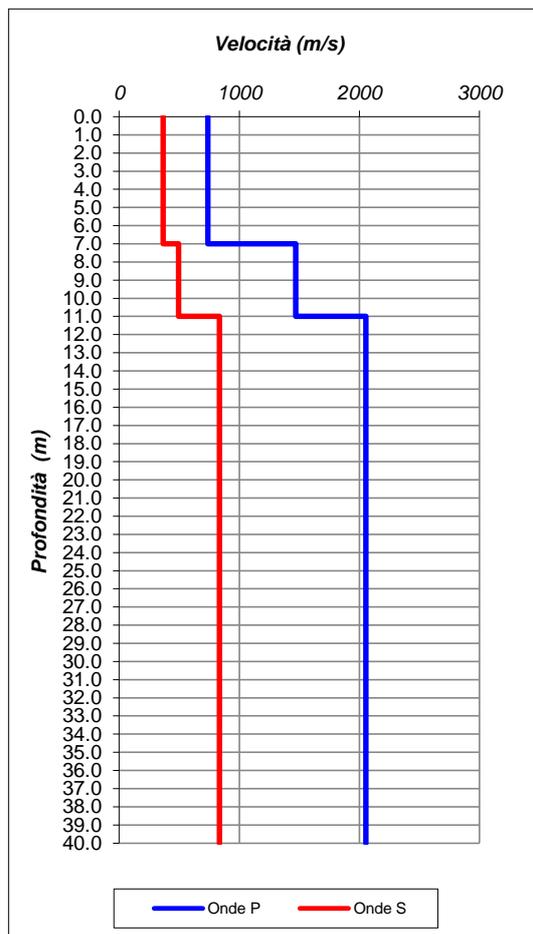
CLIENTE:	ITALFERR		
LAVORO:	Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2		
UBICAZIONE:	Località Caccamo (PA)		
NOME TEST:	DH - GN09		
DATA DI ESECUZIONE	16/11/2018		
COORDINATE	Y	37°52'3.74"N	
	X	13°42'26.80"E	



DOWN HOLE

CLIENTE:	ITALFERR		
LAVORO:	Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2		
UBICAZIONE:	Località Caccamo (PA)		
NOME TEST:	DH - GN09		
DATA DI ESECUZIONE	16/11/2018		
COORDINATE	Y	37°52'3.74"N	
	X	13°42'26.80"E	

Profondità base(m)	Onde P	Onde S	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	γ (kN/m ³)
	Velocità (m/sec)	Velocità (m/sec)					
7.00	739.62	364.86	0.34	623.23	232.69	645.91	17.5
11.00	1470.12	495.08	0.44	1333.34	464.24	3474.49	18.9
40.00	2054.55	833.89	0.40	3919.20	1398.33	6623.93	20.1





TEST REPORT

1/3

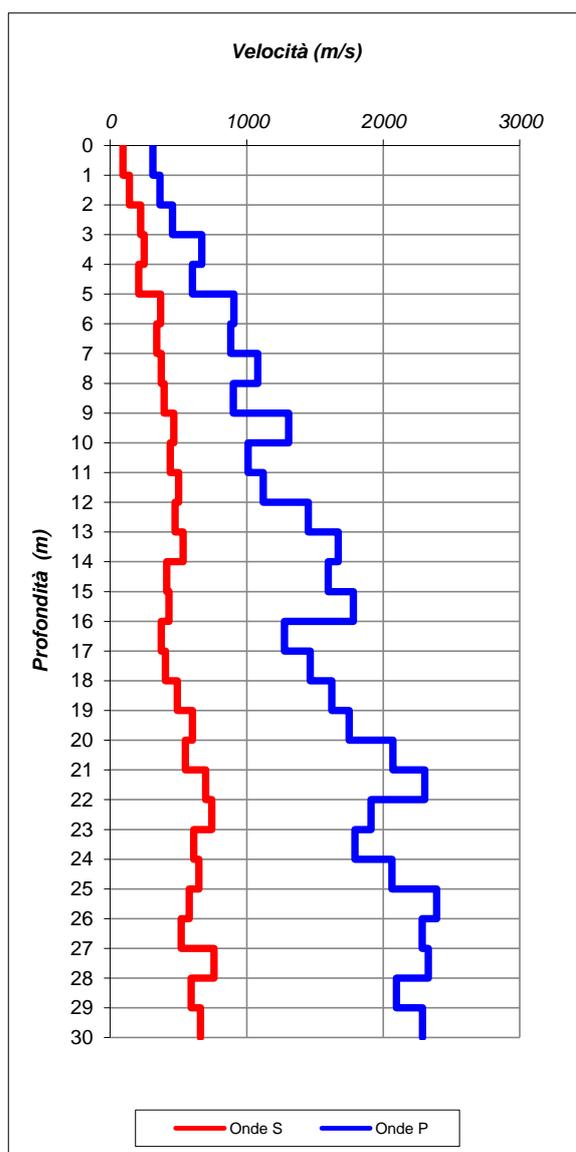
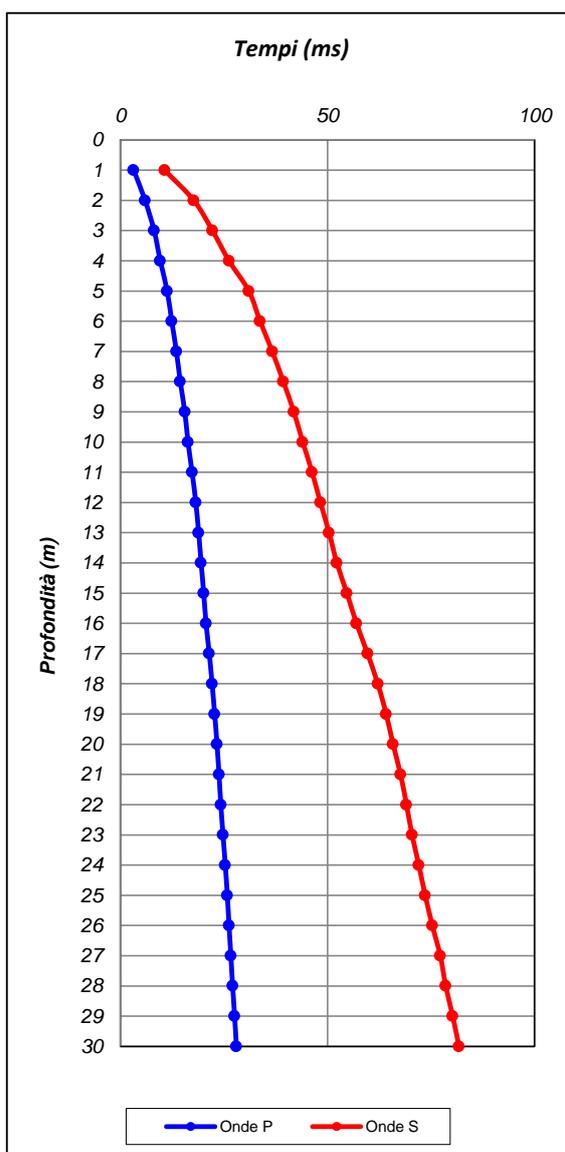
DOWN HOLE

CLIENTE:	ITALFERR		
LAVORO:	Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2		
UBICAZIONE:	Località: Caccamo (PA)		
NOME TEST:	DH - GN12		
DATA DI ESECUZIONE	17/12/2018		
COORDINATE	Y	37°51'46.04"N	
	X	13°41'54.63"E	

Profondità (m)	Onde P		Onde S		Poisson	Young (MPa)	Taglio (MPa)	Bulk (MPa)	γ (kN/m ³)
	(ms)	(m/sec)	(ms)	(m/sec)					
1.00	3.20	312.39	10.66	93.82	0.45	42.5	14.6	142.7	16.6
2.00	5.95	364.30	17.72	141.63	0.41	94.7	33.6	177.3	16.7
3.00	8.13	457.29	22.22	222.32	0.35	224.9	83.6	242.2	16.9
4.00	9.62	671.23	26.23	249.49	0.42	306.5	107.9	637.4	17.3
5.00	11.28	602.02	31.02	208.74	0.43	214.6	75.0	523.6	17.2
6.00	12.39	905.88	33.73	368.82	0.40	678.7	242.3	1138.6	17.8
7.00	13.52	883.99	36.66	340.57	0.41	582.4	206.1	1113.7	17.8
8.00	14.44	1080.23	39.33	374.62	0.43	729.7	254.9	1779.3	18.2
9.00	15.55	902.78	41.87	394.54	0.38	766.1	277.2	1081.6	17.8
10.00	16.32	1307.32	44.02	465.00	0.43	1149.2	402.5	2644.7	18.6
11.00	17.31	1009.24	46.29	440.67	0.38	967.3	349.9	1368.8	18.0
12.00	18.20	1120.23	48.28	500.88	0.38	1258.5	457.6	1678.9	18.2
13.00	18.89	1451.39	50.38	476.38	0.44	1235.1	429.0	3410.0	18.9
14.00	19.49	1670.44	52.26	533.19	0.44	1587.2	549.8	4663.7	19.3
15.00	20.11	1598.42	54.68	412.89	0.46	958.4	327.3	4468.4	19.2
16.00	20.68	1781.11	57.00	431.26	0.47	1068.8	363.8	5720.7	19.6
17.00	21.46	1276.09	59.66	375.12	0.45	758.5	261.1	2673.0	18.6
18.00	22.14	1466.48	62.14	403.72	0.46	900.4	308.6	3660.2	18.9
19.00	22.76	1622.76	64.17	492.15	0.45	1351.2	466.2	4446.5	19.2
20.00	23.33	1750.77	65.83	603.27	0.43	2033.5	709.7	5031.3	19.5
21.00	23.81	2070.63	67.65	551.38	0.46	1790.3	612.3	7819.1	20.1
22.00	24.25	2303.79	69.07	700.13	0.45	2927.6	1010.1	9590.5	20.6
23.00	24.77	1910.67	70.42	743.19	0.41	3089.2	1094.8	5776.3	19.8
24.00	25.33	1791.89	72.05	612.38	0.43	2106.1	734.4	5308.9	19.6
25.00	25.81	2064.12	73.59	650.49	0.44	2461.2	851.7	7440.2	20.1
26.00	26.23	2391.88	75.32	579.03	0.47	2047.1	696.8	10961.4	20.8
27.00	26.67	2284.79	77.24	520.77	0.47	1643.0	557.8	9994.0	20.6
28.00	27.10	2330.89	78.55	761.16	0.44	3448.3	1197.1	9629.5	20.7
29.00	27.57	2096.59	80.23	593.69	0.46	2073.2	711.7	7927.3	20.2
30.00	28.01	2287.33	81.75	661.38	0.45	2617.9	900.0	9564.5	20.6

DOWN HOLE

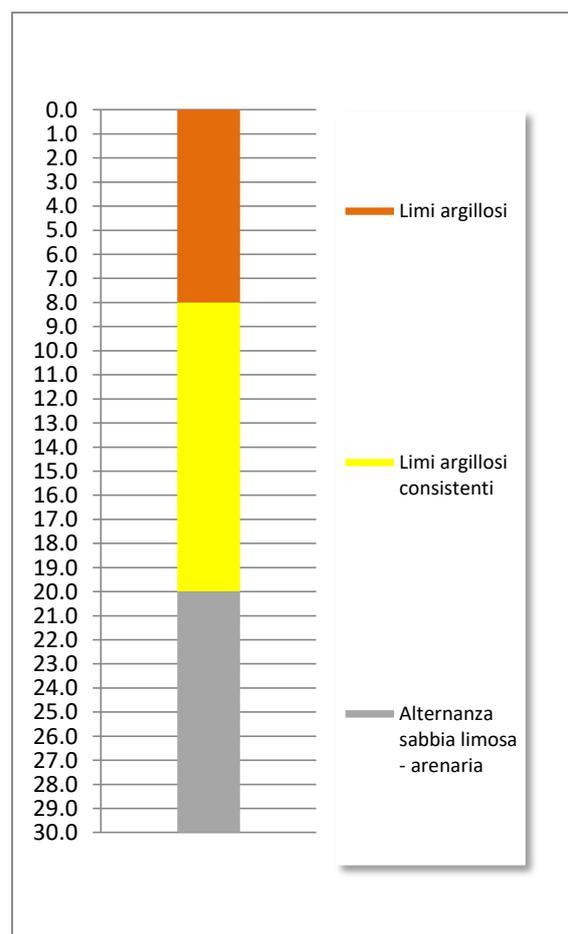
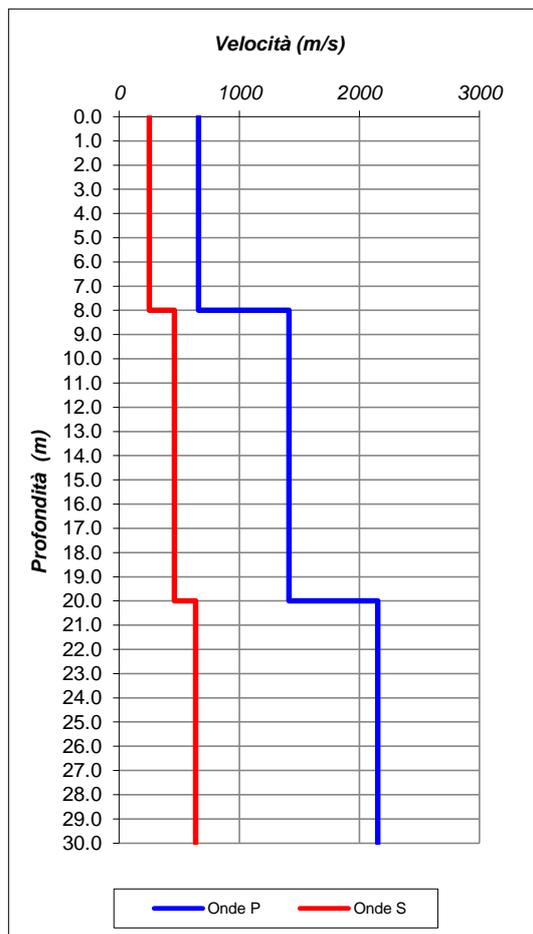
CLIENTE:	ITALFERR		
LAVORO:	Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2		
UBICAZIONE:	Località: Caccamo (PA)		
NOME TEST:	DH - GN12		
DATA DI ESECUZIONE	17/12/2018		
COORDINATE	Y	37°51'46.04"N	
	X	13°41'54.63"E	



DOWN HOLE

CLIENTE:	ITALFERR		
LAVORO:	Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2		
UBICAZIONE:	Località: Caccamo (PA)		
NOME TEST:	DH - GN12		
DATA DI ESECUZIONE	17/12/2018		
COORDINATE	Y	37°51'46.04"N	
	X	13°41'54.63"E	

Profondità base(m)	Onde P	Onde S	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	γ (kN/m ³)
	Velocità (m/sec)	Velocità (m/sec)					
8.00	659.67	250.00	0.42	306.59	108.25	609.34	17.3
20.00	1413.09	460.75	0.44	1151.46	399.67	3226.34	18.8
30.00	2153.26	637.36	0.45	2395.51	824.91	8315.27	20.3





TEST REPORT

1/3

DOWN HOLE

CLIENTE:	ITALFERR		
LAVORO:	Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2		
UBICAZIONE:	Contrada Causo, Caccamo (PA)		
NOME TEST:	DH - VI06		
DATA DI ESECUZIONE	18/12/2018		
COORDINATE	Y	37°51'41.80"N	
	X	13°41'48.19"E	

Profondità (m)	Onde P		Onde S		Poisson	Young (MPa)	Taglio (MPa)	Bulk (MPa)	γ (kN/m ³)
	(ms)	(m/sec)	(ms)	(m/sec)					
1.00	1.30	769.28	4.83	207.24	0.46	220.1	75.3	937.5	17.5
2.00	2.36	945.62	8.85	248.23	0.46	322.6	110.2	1452.8	17.9
3.00	3.18	1217.24	12.68	261.55	0.48	372.2	126.1	2563.2	18.4
4.00	3.95	1301.35	15.90	310.46	0.47	527.1	179.3	2911.3	18.6
5.00	4.61	1501.10	19.49	278.04	0.48	435.5	146.9	4085.9	19.0
6.00	5.34	1369.39	22.45	338.72	0.47	631.0	215.0	3227.3	18.7
7.00	6.03	1458.83	25.19	364.21	0.47	736.2	250.9	3691.4	18.9
8.00	6.73	1432.38	28.22	330.23	0.47	605.6	205.7	3596.2	18.9
9.00	7.28	1820.12	30.24	495.12	0.46	1405.9	481.5	5864.5	19.6
10.00	7.79	1948.81	31.96	582.24	0.45	1957.5	674.5	6657.5	19.9
11.00	8.29	2002.99	33.66	588.77	0.45	2014.9	693.5	7101.7	20.0
12.00	8.72	2303.56	35.48	548.36	0.47	1821.8	619.7	10108.8	20.6
13.00	9.18	2177.24	37.06	632.78	0.45	2369.9	815.0	8562.1	20.4
14.00	9.62	2261.55	38.59	652.19	0.45	2539.7	873.0	9332.8	20.5
15.00	10.04	2390.17	39.99	717.04	0.45	3099.6	1068.4	10447.1	20.8
16.00	10.50	2204.57	41.46	680.44	0.45	2735.3	944.9	8659.2	20.4
17.00	10.96	2168.24	43.06	625.39	0.45	2314.0	795.4	8500.2	20.3
18.00	11.41	2232.46	44.55	669.06	0.45	2657.9	916.1	8978.0	20.5
19.00	11.87	2139.77	46.14	630.39	0.45	2341.1	805.9	8210.7	20.3
20.00	12.33	2190.47	47.55	709.23	0.44	2955.5	1025.2	8412.2	20.4
21.00	12.77	2273.39	48.86	761.83	0.44	3426.6	1192.5	9029.2	20.5
22.00	13.21	2282.75	50.21	740.44	0.44	3249.9	1127.5	9213.2	20.6
23.00	13.65	2279.61	51.66	690.53	0.45	2842.0	980.3	9376.7	20.6
24.00	14.12	2094.05	53.35	589.79	0.46	2046.2	702.2	7916.2	20.2
25.00	14.60	2116.38	55.28	520.37	0.47	1608.4	547.9	8331.9	20.2
26.00	15.09	2046.83	56.79	659.89	0.44	2523.5	875.0	7251.6	20.1
27.00	15.52	2284.98	58.33	650.04	0.46	2531.0	869.2	9581.0	20.6
28.00	15.98	2180.72	59.91	632.49	0.45	2368.8	814.5	8596.9	20.4
29.00	16.40	2388.01	61.33	707.23	0.45	3017.6	1039.2	10462.2	20.8
30.00	16.82	2362.37	62.63	766.90	0.44	3513.1	1218.9	9940.8	20.7
31.00	17.24	2419.24	63.93	770.34	0.44	3570.3	1236.6	10547.3	20.8
32.00	17.66	2340.49	65.73	555.76	0.47	1878.2	638.8	10477.1	20.7
33.00	18.12	2171.06	67.34	620.77	0.46	2281.9	783.9	8543.1	20.3
34.00	18.53	2454.35	68.67	750.61	0.45	3412.5	1178.0	11024.3	20.9
35.00	18.94	2438.48	70.11	693.08	0.46	2920.4	1002.8	11076.7	20.9
36.00	19.34	2491.65	71.42	762.48	0.45	3533.7	1219.9	11400.5	21.0
37.00	19.77	2344.52	72.84	708.55	0.45	3011.6	1038.7	9987.4	20.7
38.00	20.18	2419.44	74.18	742.79	0.45	3329.6	1149.7	10665.4	20.8
39.00	20.62	2295.67	75.47	776.04	0.44	3560.3	1240.1	9198.4	20.6
40.00	21.03	2408.73	76.86	719.55	0.45	3127.9	1077.8	10641.1	20.8

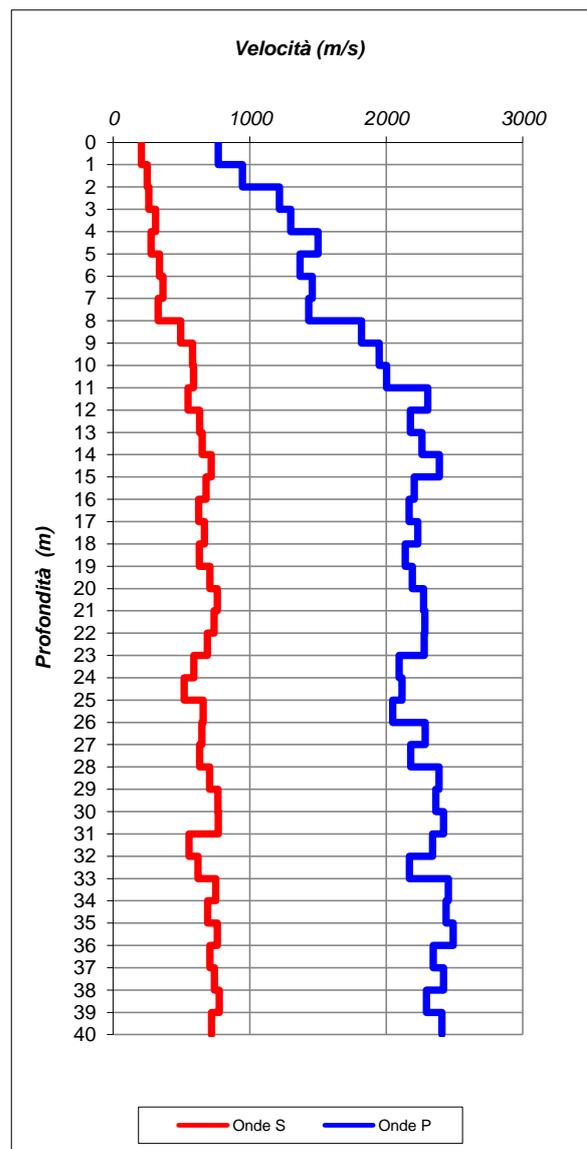
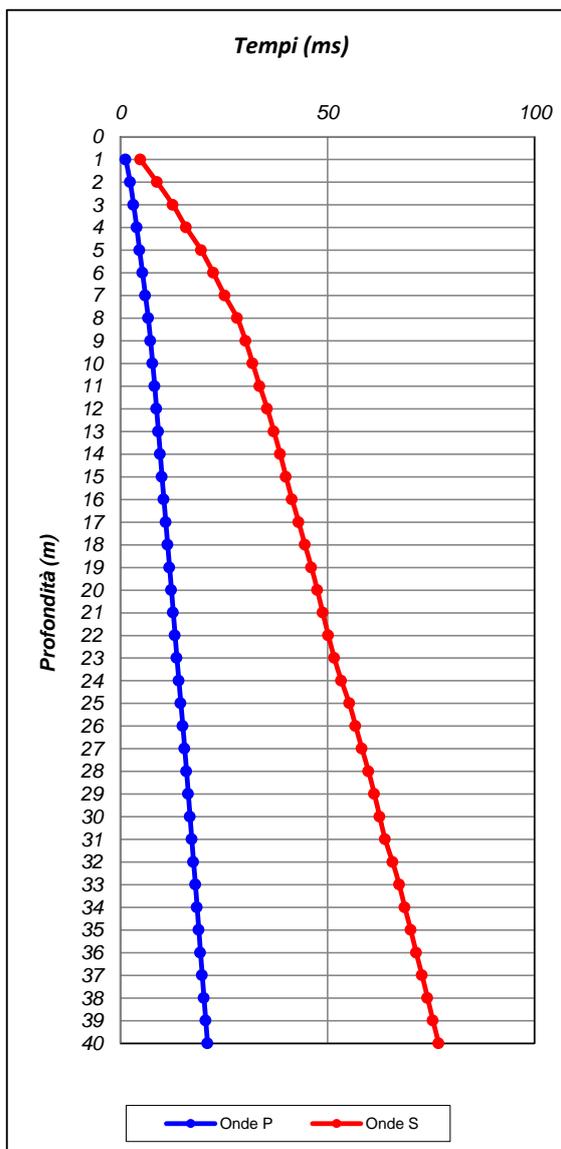


TEST REPORT

2/3

DOWN HOLE

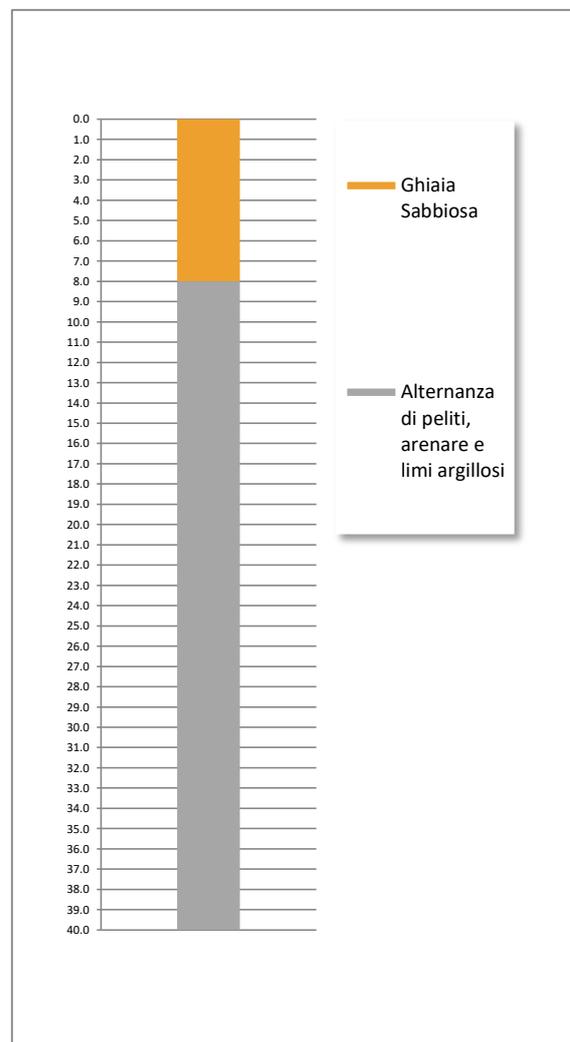
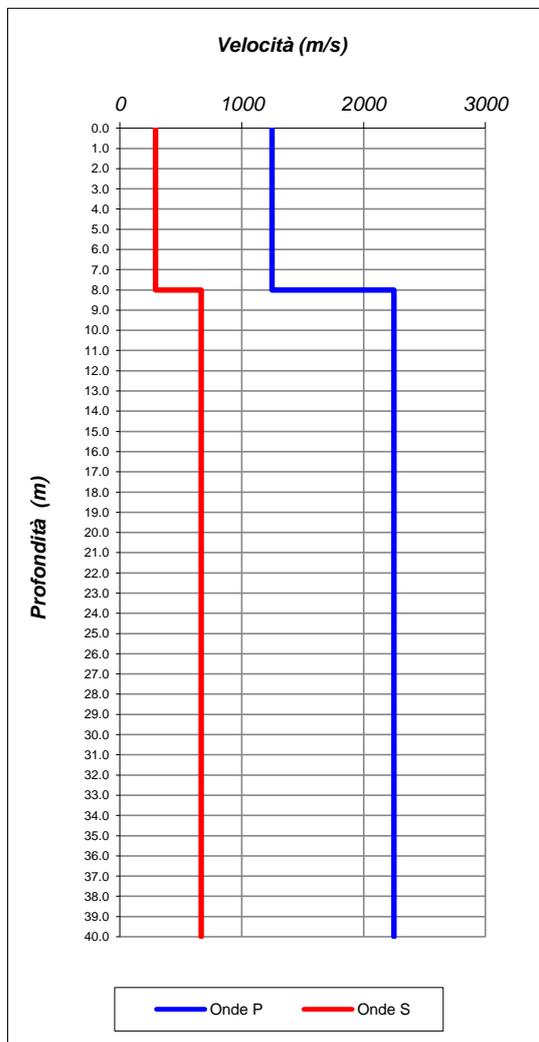
CLIENTE:	ITALFERR		
LAVORO:	Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2		
UBICAZIONE:	Contrada Causo, Caccamo (PA)		
NOME TEST:	DH - VI06		
DATA DI ESECUZIONE	18/12/2018		
COORDINATE	Y	37°51'41.80"N	
	X	13°41'48.19"E	



 DIMMS CONTROL <small>A COMPANY OF SOCOTEC</small>	TEST REPORT	3/3
	DOWN HOLE	

CLIENTE:	ITALFERR		
LAVORO:	Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2		
UBICAZIONE:	Contrada Causo, Caccamo (PA)		
NOME TEST:	DH - VI06		
DATA DI ESECUZIONE	18/12/2018		
COORDINATE	Y	37°51'41.80"N	
	X	13°41'48.19"E	

Profondità base(m)	Onde P	Onde S	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	γ (kN/m ³)
	Velocità (m/sec)	Velocità (m/sec)					
8.00	1249.40	292.33	0.47	465.11	158.09	2676.87	18.5
40.00	2247.90	667.20	0.45	2649.03	912.39	9140.07	20.5



Vs30 0-30 497	Suolo B
------------------	------------



Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva
del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2
Direttrice ferroviaria Messina – Catania – Palermo
Nuovo collegamento Palermo – Catania

Indagini di sismica a rifrazione

ALLEGATO GRAFICO

Emissione	Data	Elaborato	Verificato	Approvato
Rev. 00	Novembre - Dicembre 2018	Domenico Di Massa	Donato Fiore	Massimo De Iasi
		<i>Domenico Di Massa</i>	<i>Donato Fiore</i>	<i>Massimo De Iasi</i>

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente**Indagine:**

SRT

Data**esecuzione:**

Novembre -

Dicembre 2018

Tavola: 1

Ubicazione indagini

Elaborato:

Domenico Di Massa

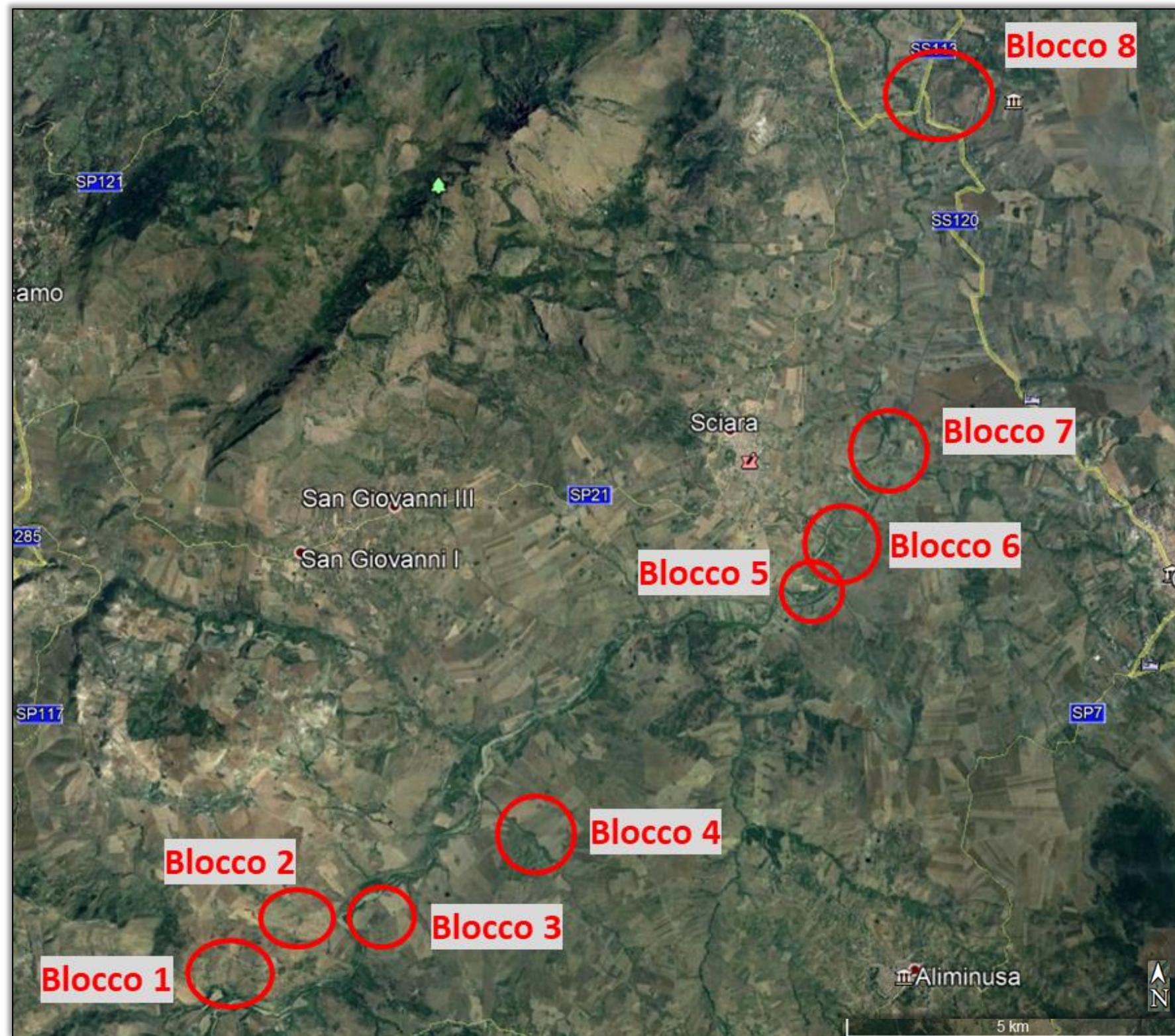
Verificato:

Donato Fiore

Approvato:

Massimo De Iasi

	ID SRT	ID MASW	ID DH
Blocco 1	1 - 2		VI06 – GN12
Blocco 2	3 - 4	1	GN09
Blocco 3	5 - 6	2	
Blocco 4			GN06 – GN07
Blocco 5	7 - 8 - 9 - 10		
Blocco 6	11 - 12 - 13 14 - 15 - 16		
Blocco 7	17 - 18		
Blocco 8	19 - 20	3	



Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente**Indagine:**

SRT

Data

esecuzione:

Novembre -

Dicembre 2018

Tavola: 2

Ubicazione indagini

SRT 1; SRT 2

Elaborato:

Domenico Di Massa

Verificato:

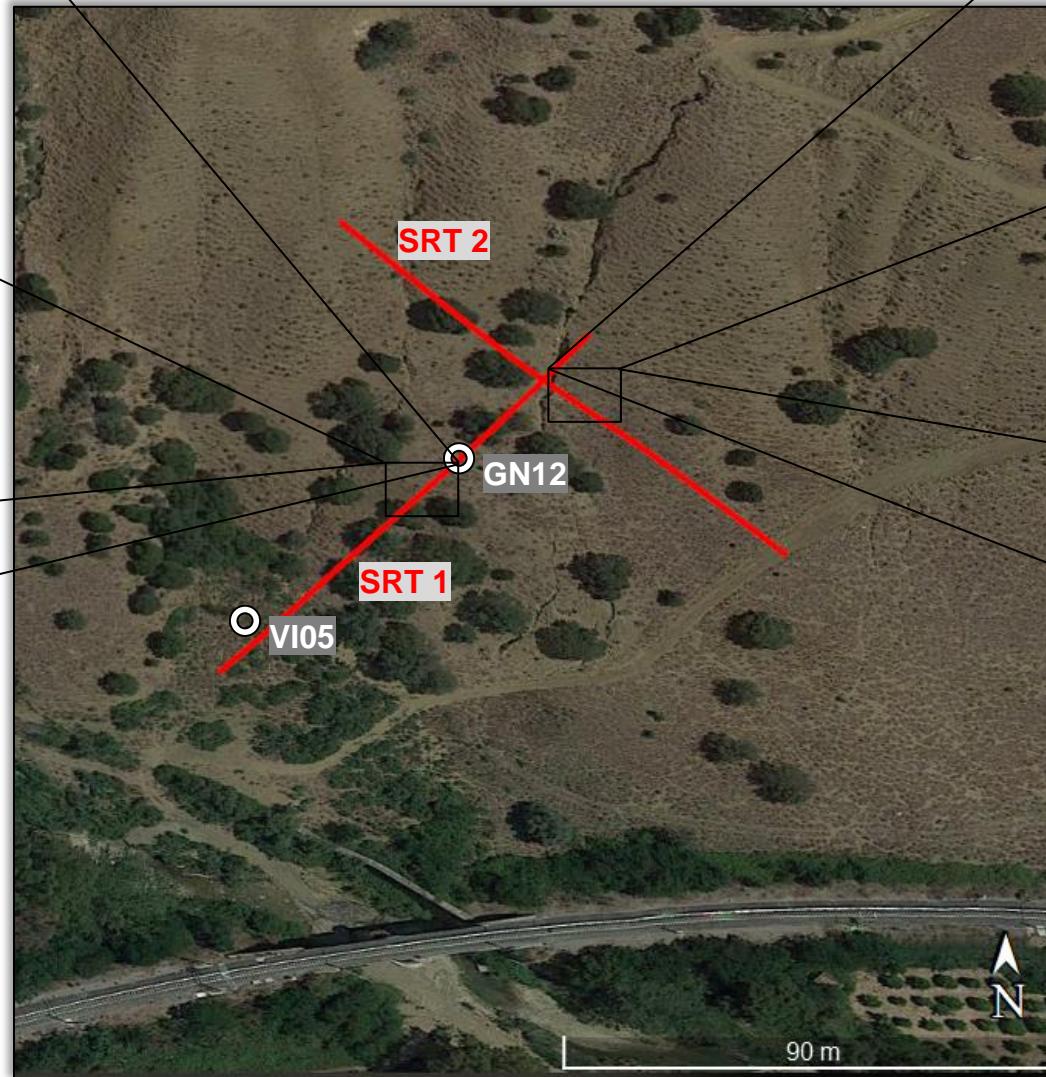
Donato Fiore

Approvato:

Massimo De Iasi



SRT 1



SRT 2



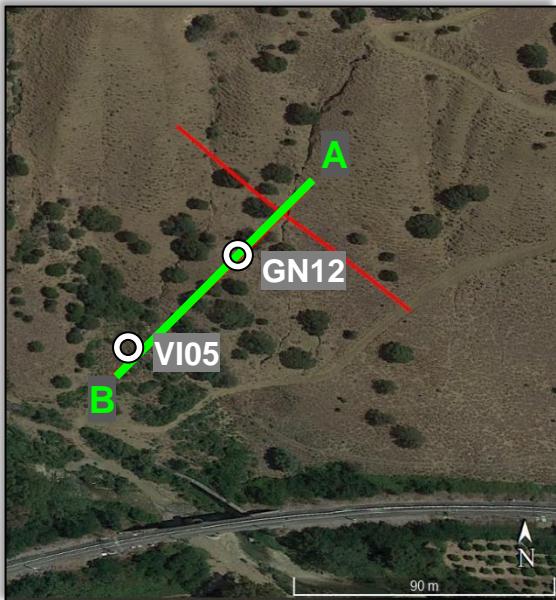
SRT 1



SRT 2

ID SRT 1	Latitudine	Longitudine
A	37°51'47.05"N	13°41'56.15"E
B	37°51'44.34"N	13°41'51.98"E

ID SRT 2	Latitudine	Longitudine
A	37°51'48.35"N	13°41'53.87"E
B	37°51'44.95"N	13°41'57.33"E



SRT 1

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:
Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 3

Sismica a rifrazione
SRT 1
Onda P

Elaborato:

Domenico Di Massa

Verificato:

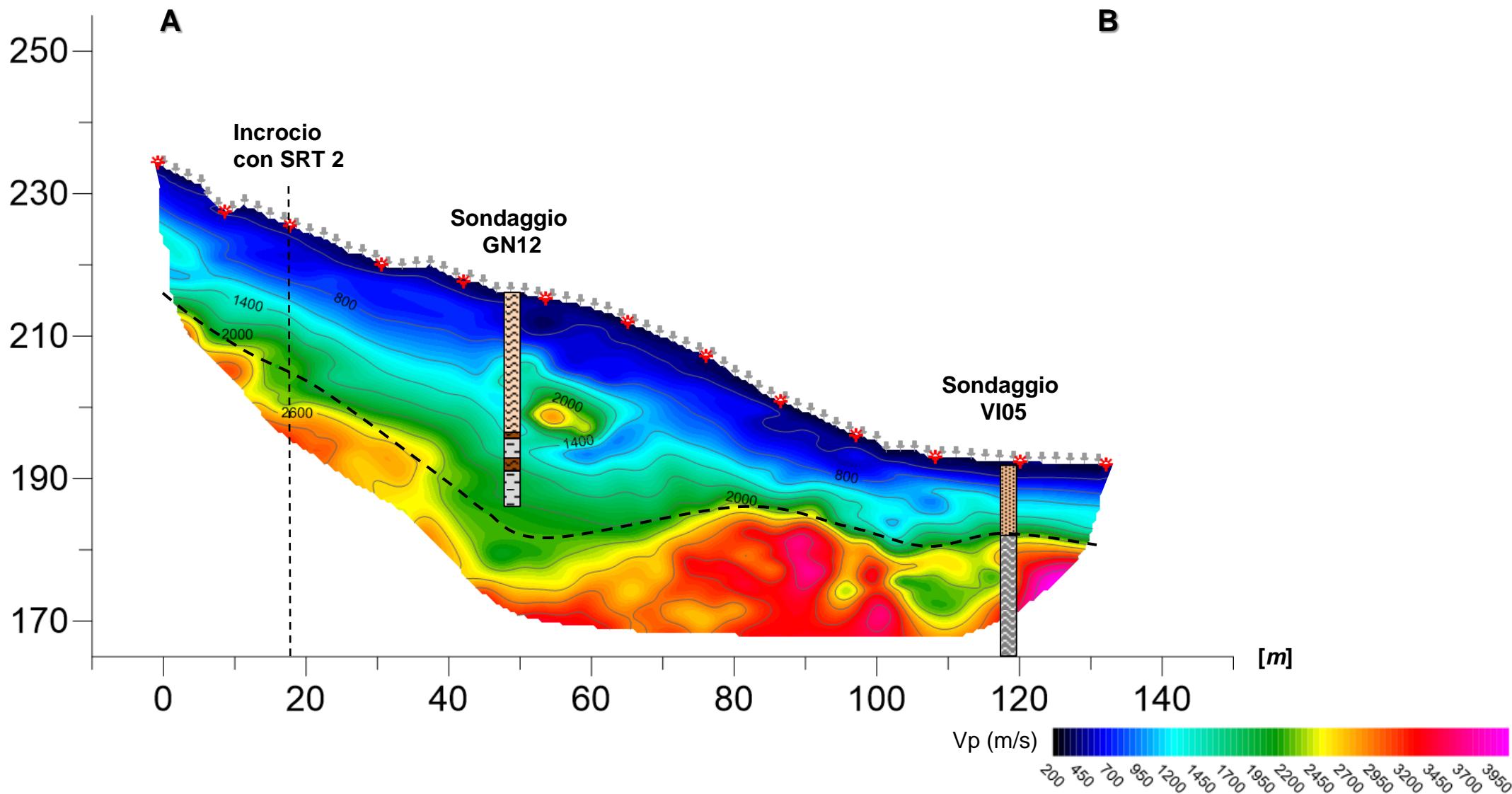
Donato Fiore

Approvato:

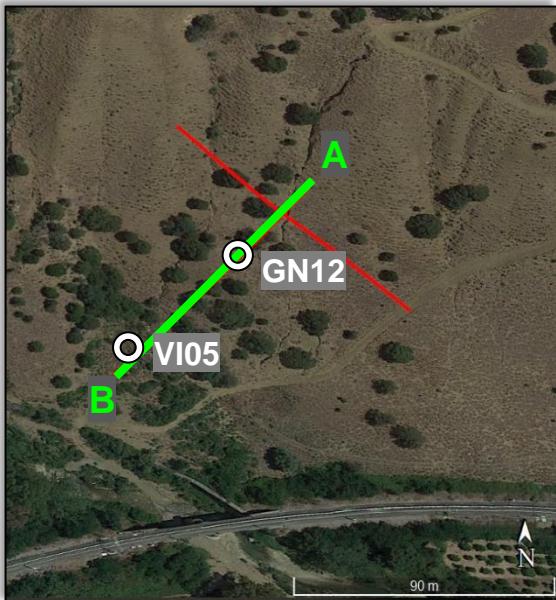
Massimo De Iasi

	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotetica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti - terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

[Quote ellissoidiche (m)]



Scala 1:750



SRT 1

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:

Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 4

Sismica a rifrazione

SRT 1

Onda Sh

Elaborato:

Domenico Di Massa

Verificato:

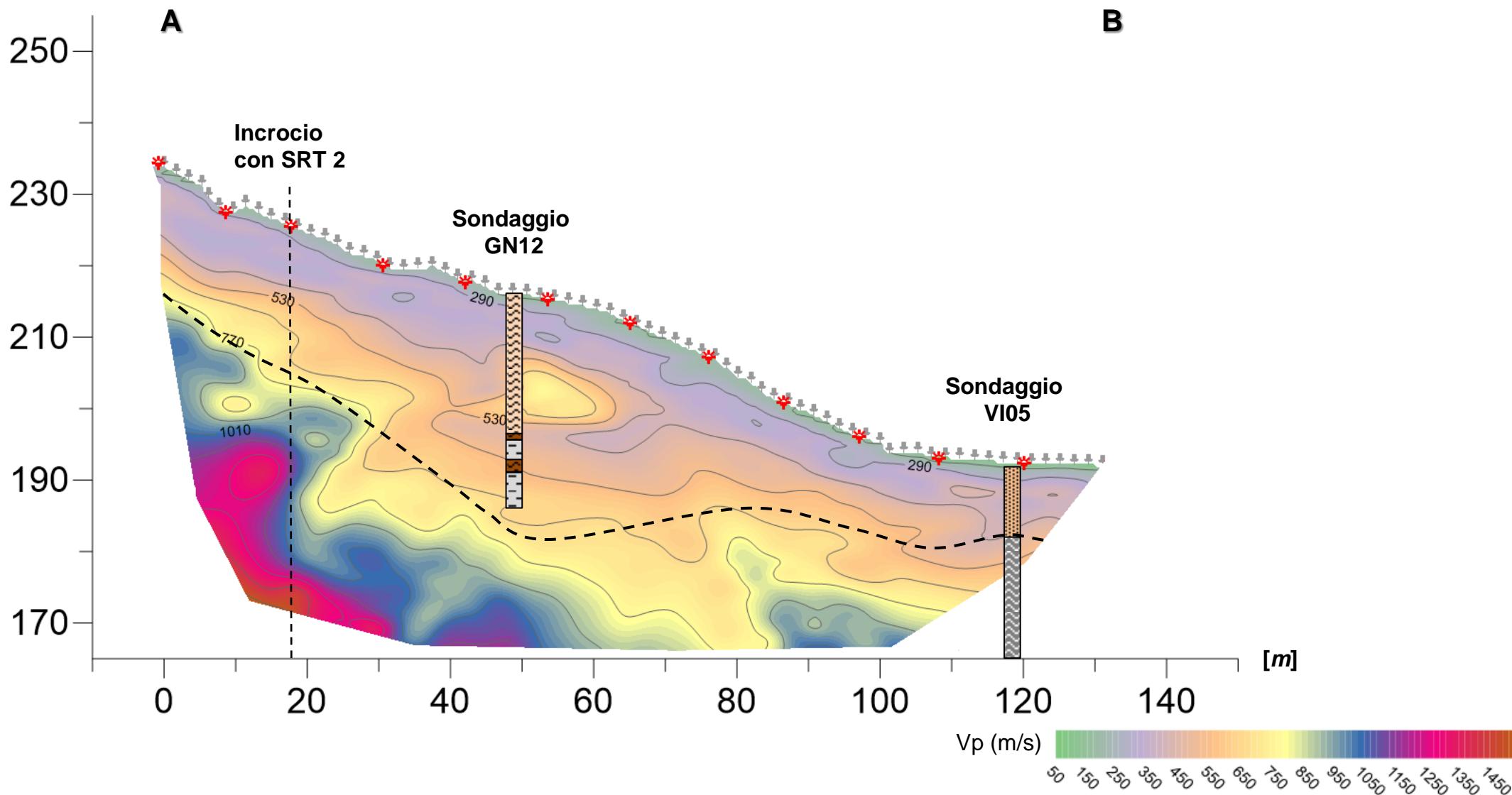
Donato Fiore

Approvato:

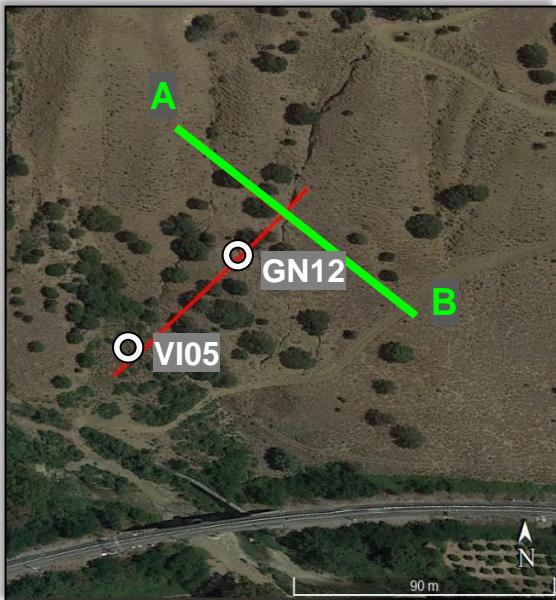
Massimo De Iasi

	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotetica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti – terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

[Quote ellissoidiche (m)]



Scala 1:750



SRT 2

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:

Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 5

Sismica a rifrazione

SRT 2

Onda P

Elaborato:

Domenico Di Massa

Verificato:

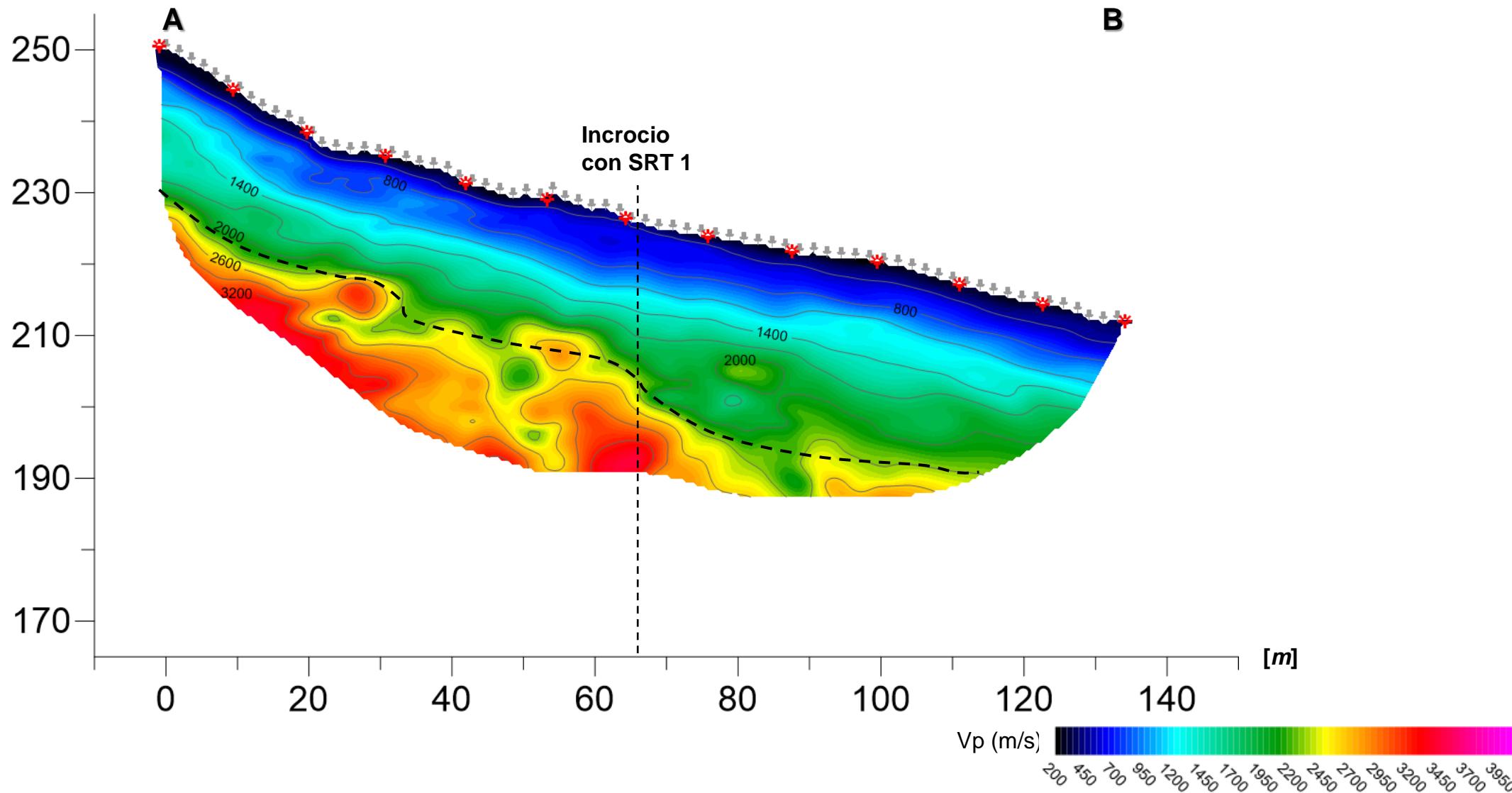
Donato Fiore

Approvato:

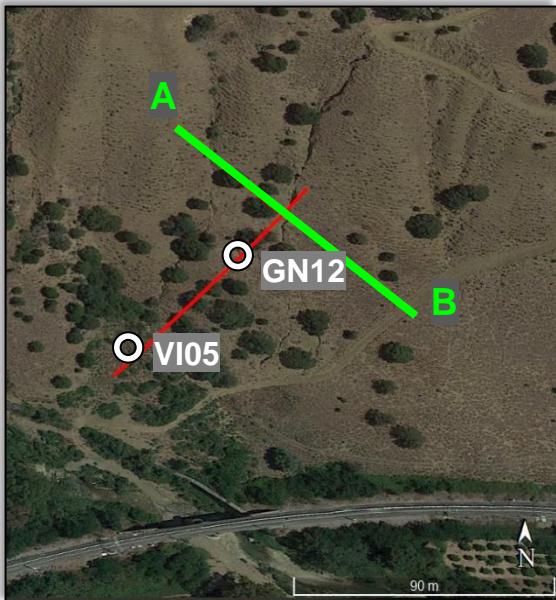
Massimo De Iasi

	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotetica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti - terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

[Quote ellissoidiche (m)]



Scala 1:750



SRT 2

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:

Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 6

Sismica a rifrazione

SRT 2

Onda Sh

Elaborato:

Domenico Di Massa

Verificato:

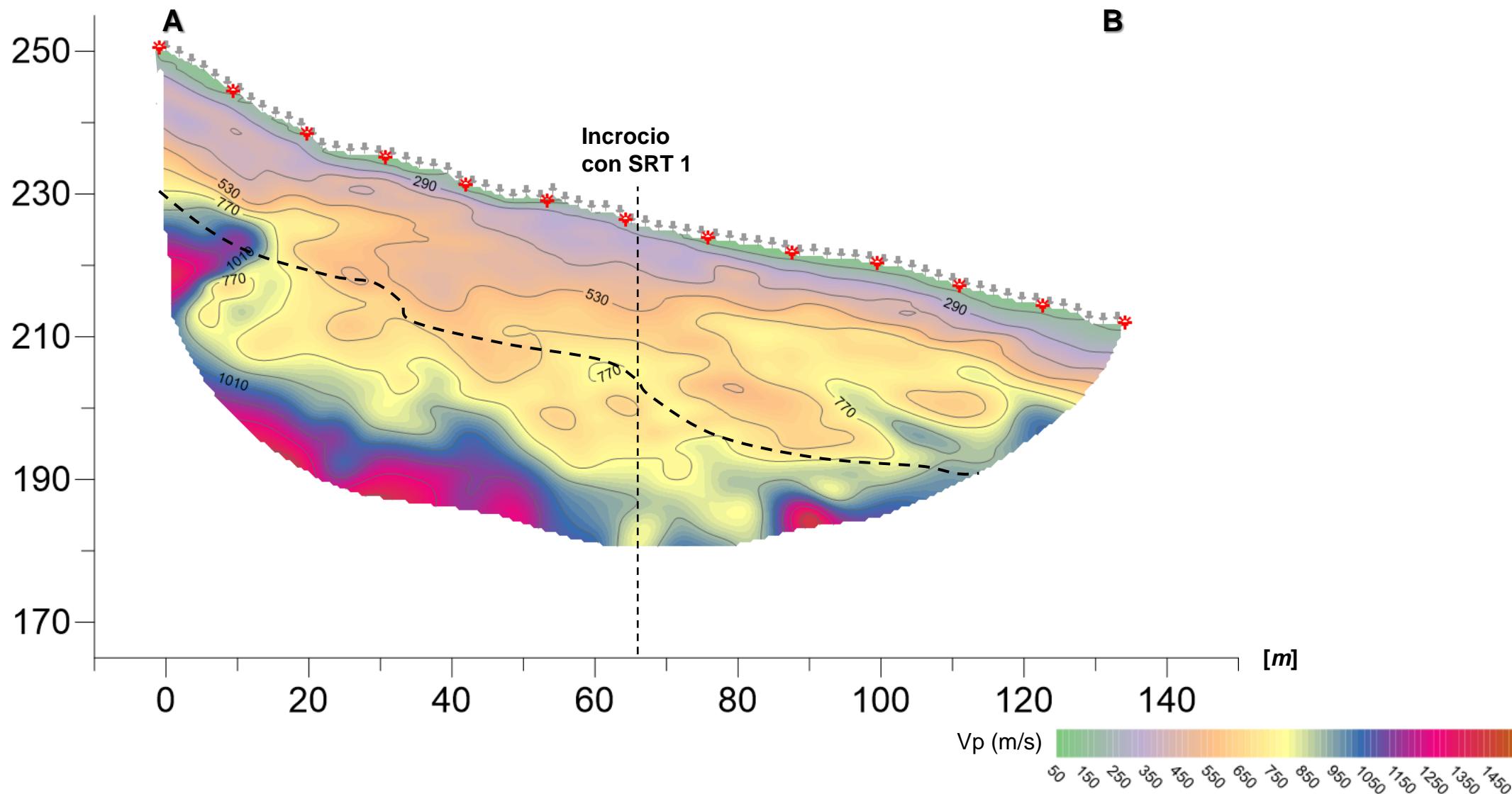
Donato Fiore

Approvato:

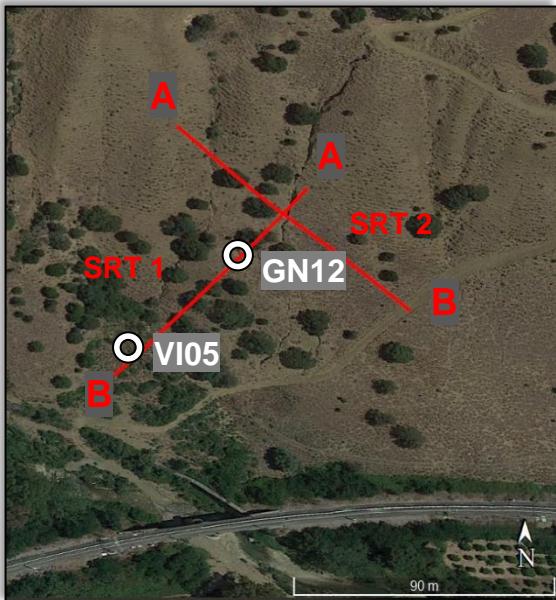
Massimo De Iasi

	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotetica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti - terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

[Quote ellissoidiche
(m)]



Scala 1:750



Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:
 Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

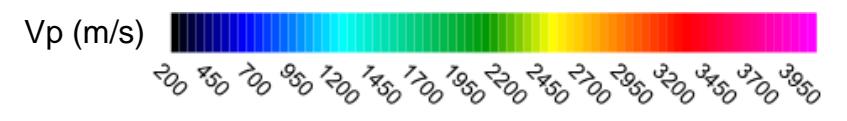
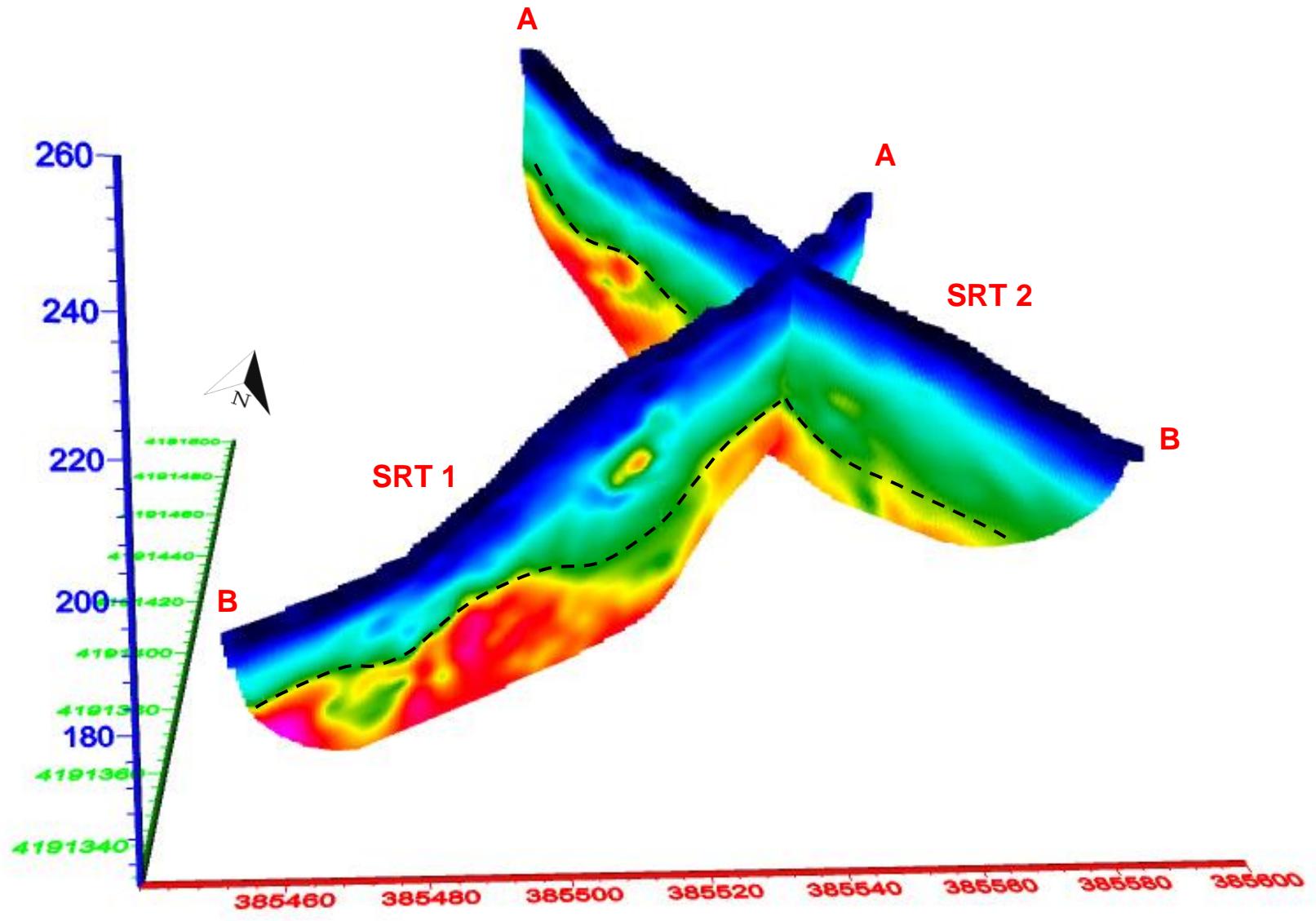
Committente

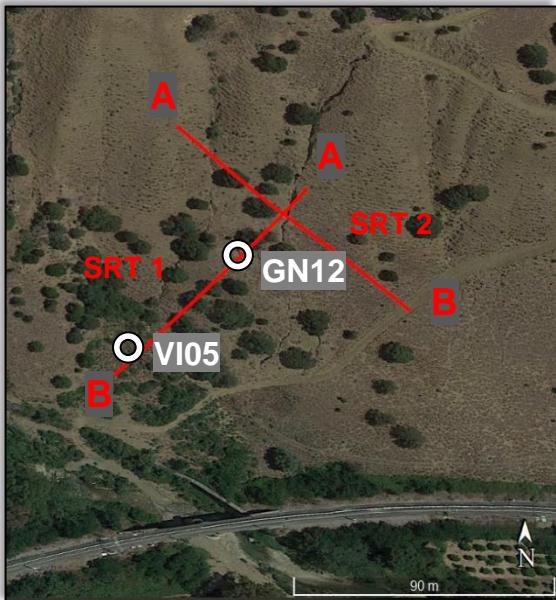

Indagine:
 SRT
Data esecuzione:
 Novembre - Dicembre 2018

Tavola: 7
 Panoramica
 SRT 1; SRT 2
 Onda P

Elaborato:
 Domenico Di Massa
Verificato:
 Donato Fiore
Approvato:
 Massimo De Iasi

--- Limite terreni compatti – terreni copertura





Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:
 Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

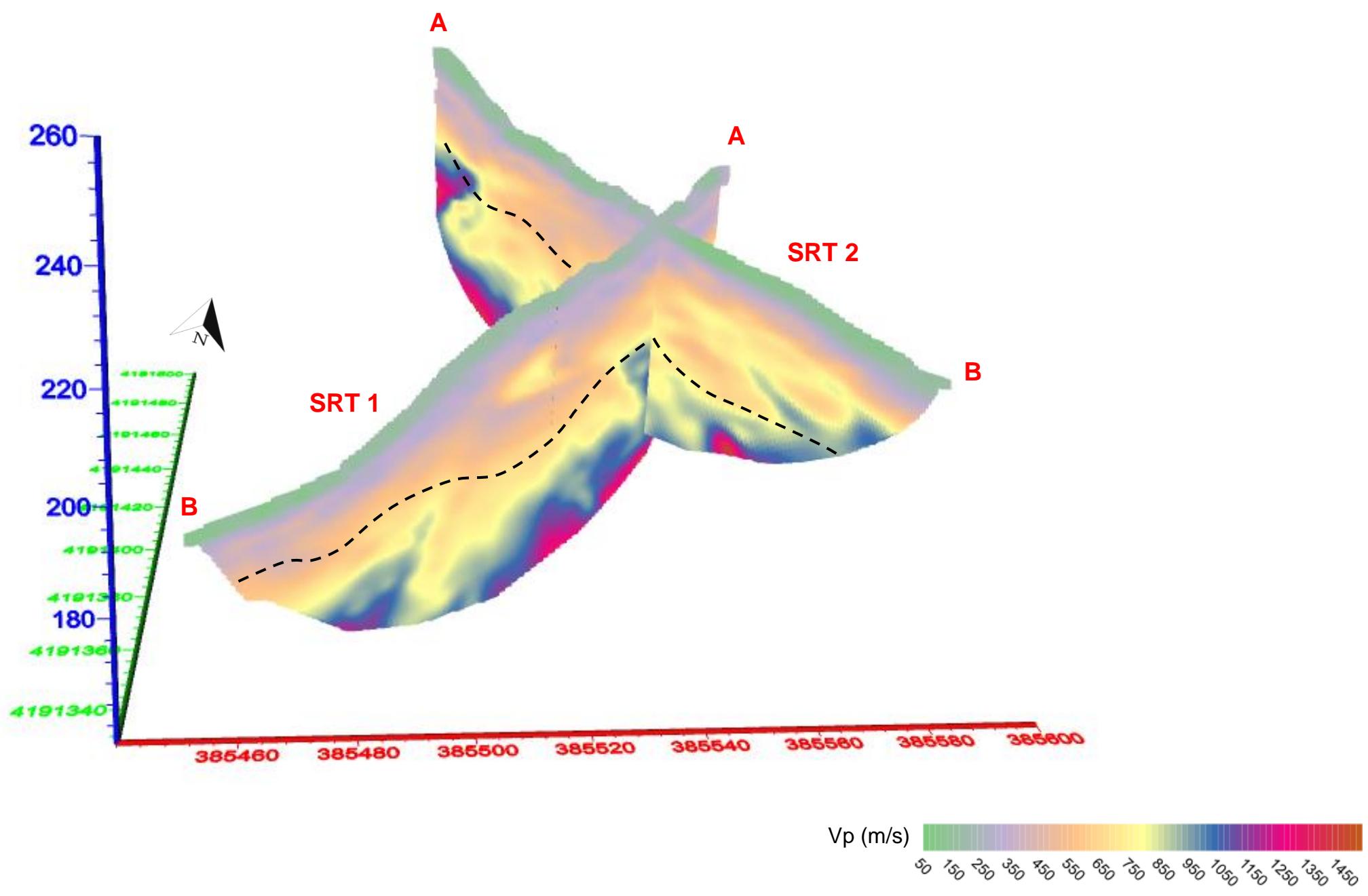
Committente
 ITALFERR
 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

Indagine:
 SRT
Data esecuzione:
 Novembre - Dicembre 2018

Tavola: 8
 Panoramica
 SRT 1; SRT 2
 Onda Sh

Elaborato:
 Domenico Di Massa
Verificato:
 Donato Fiore
Approvato:
 Massimo De Iasi

--- Limite terreni compatti – terreni copertura



Lavoro:
Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

Indagine:
SRT
Data esecuzione:
Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 9
Ubicazione indagini
SRT 3; SRT 4

Elaborato:
Domenico Di Massa
Verificato:
Donato Fiore
Approvato:
Massimo De Iasi



SRT 3



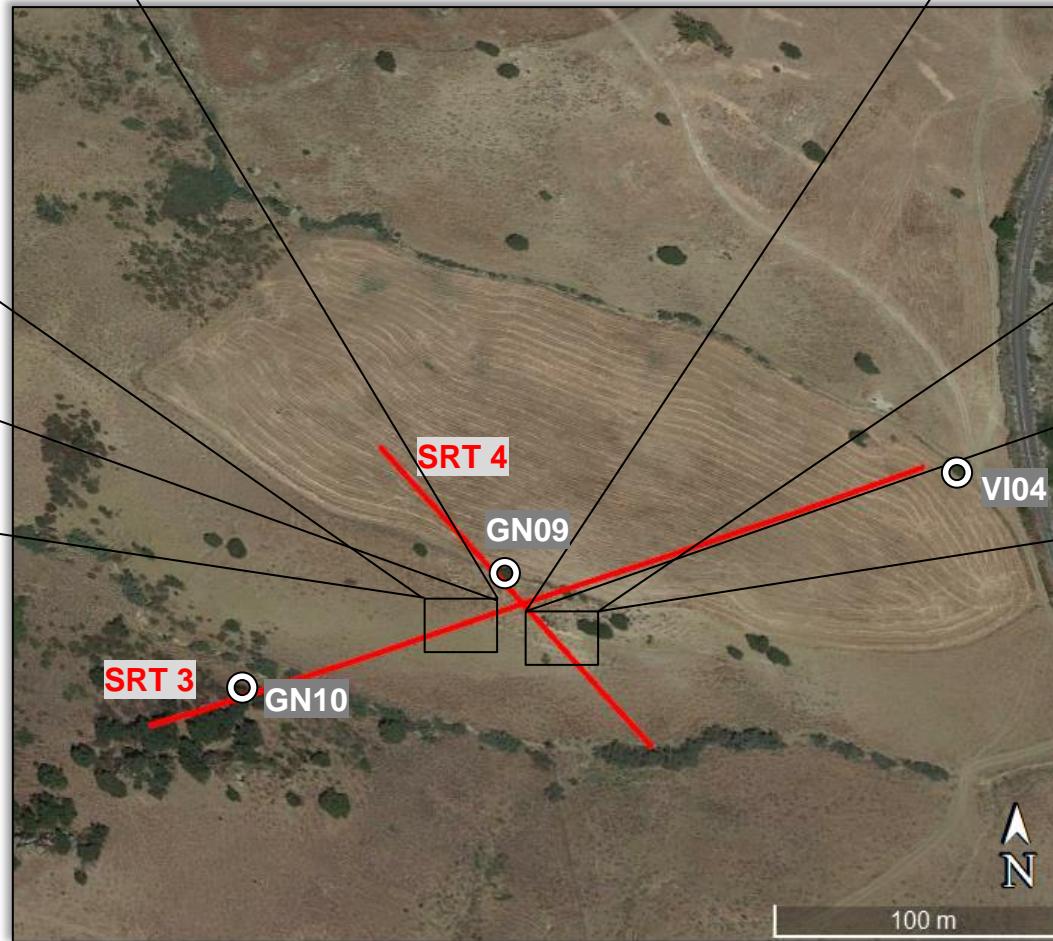
SRT 4



SRT 3

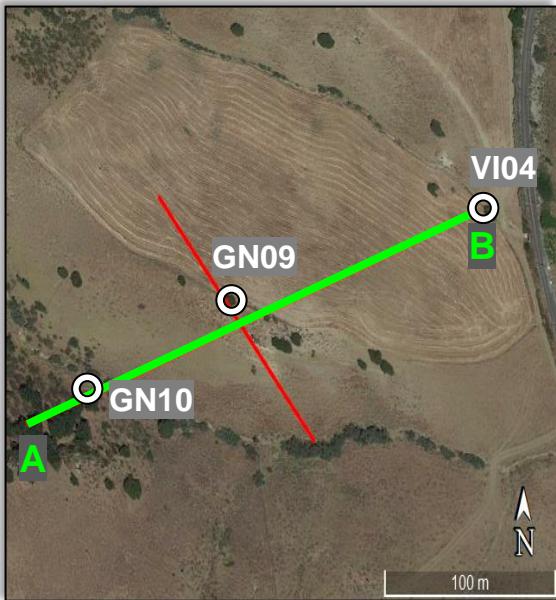


SRT 4



ID SRT 3	Latitudine	Longitudine
A	37°52'1.70"N	13°42'21.39"E
B	37°52'5.73"N	13°42'34.00"E

ID SRT 4	Latitudine	Longitudine
A	37°52'5.50"N	13°42'25.29"E
B	37°52'1.81"N	13°42'28.38"E



SRT 3

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:

Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 10

Sismica a rifrazione

SRT 3

Onda P

Elaborato:

Domenico Di Massa

Verificato:

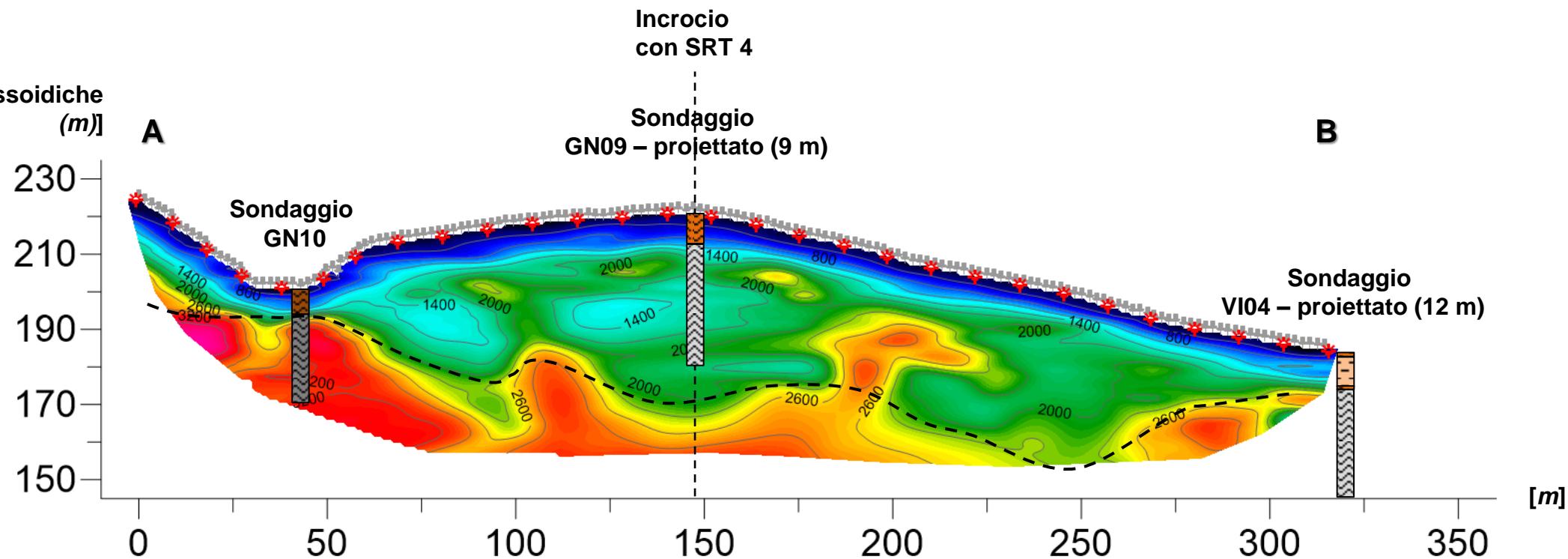
Donato Fiore

Approvato:

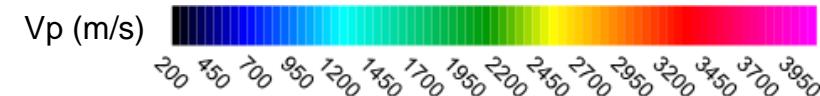
Massimo De Iasi

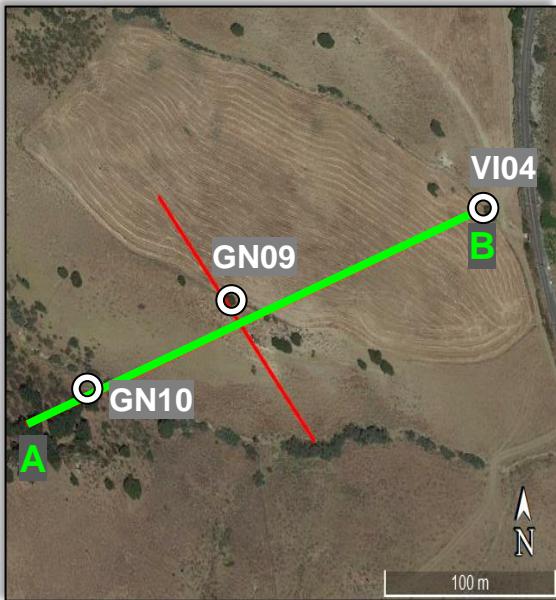
	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotetica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti – terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

[Quote ellissoidiche (m)]



Scala 1:1500





SRT 3

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:
Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 11

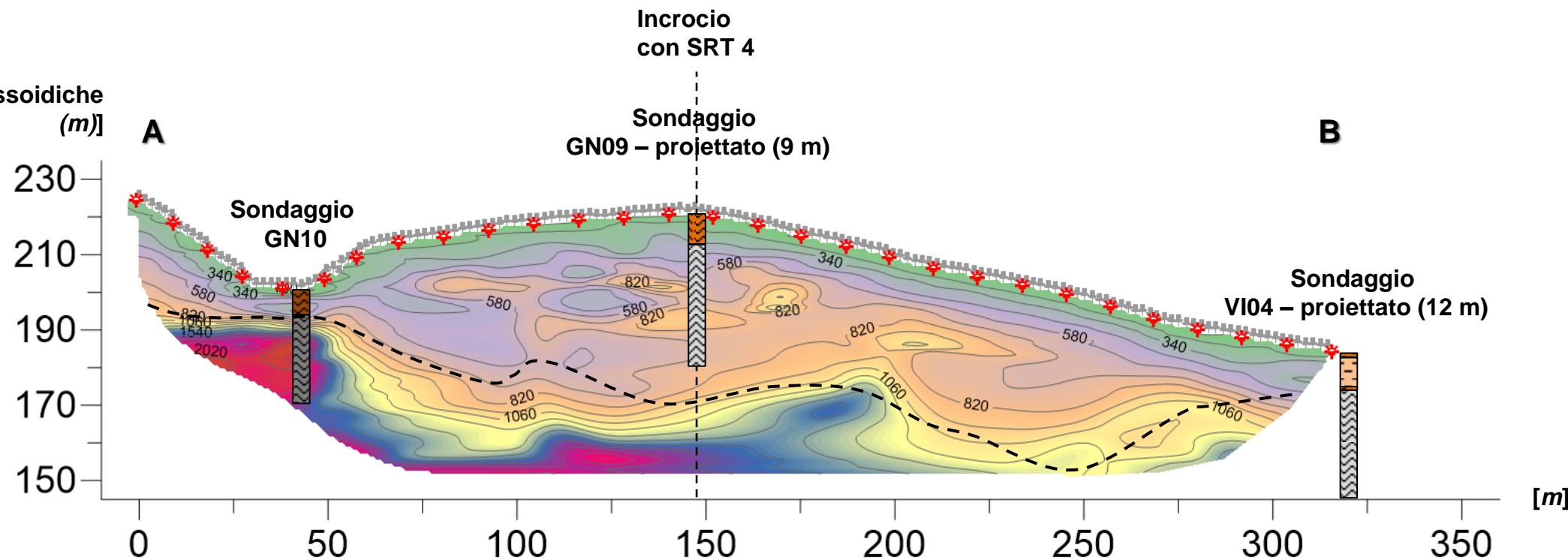
Sismica a rifrazione
SRT 3
Onda Sh

Elaborato:

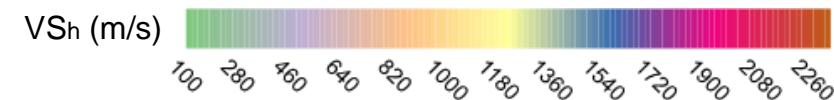
Domenico Di Massa
Verificato:
Donato Fiore
Approvato:
Massimo De Iasi

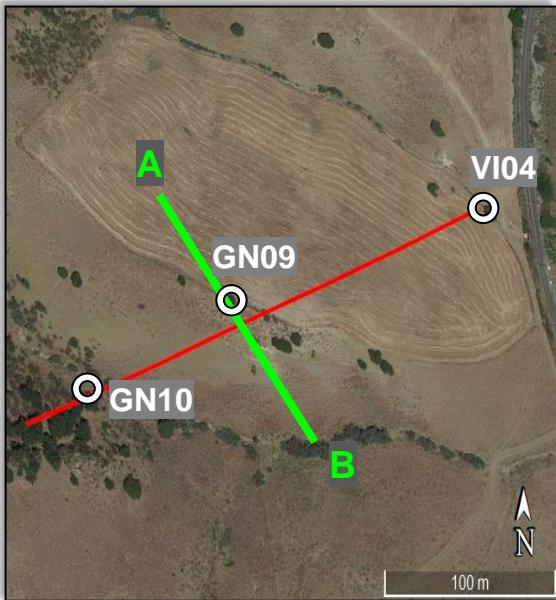
	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotetica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti - terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

[Quote ellissoidiche (m)]



Scala 1:1500





SRT 4

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:

Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 12

Sismica a rifrazione

SRT 4

Onda P

Elaborato:

Domenico Di Massa

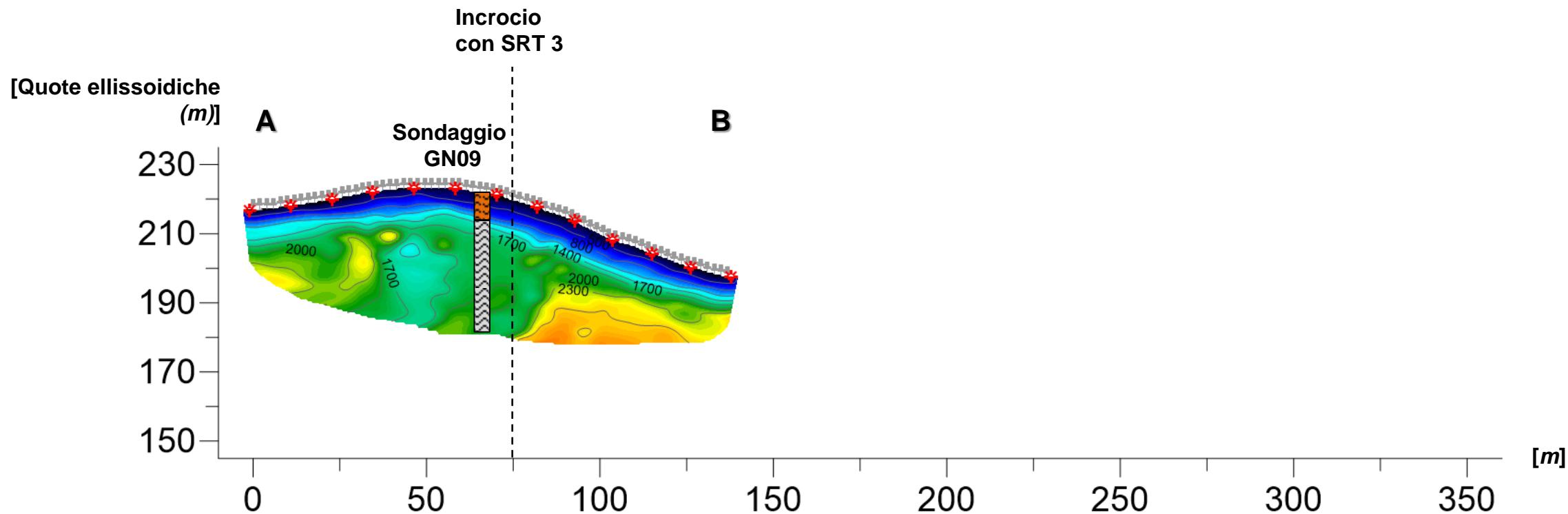
Verificato:

Donato Fiore

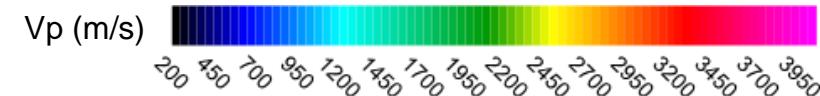
Approvato:

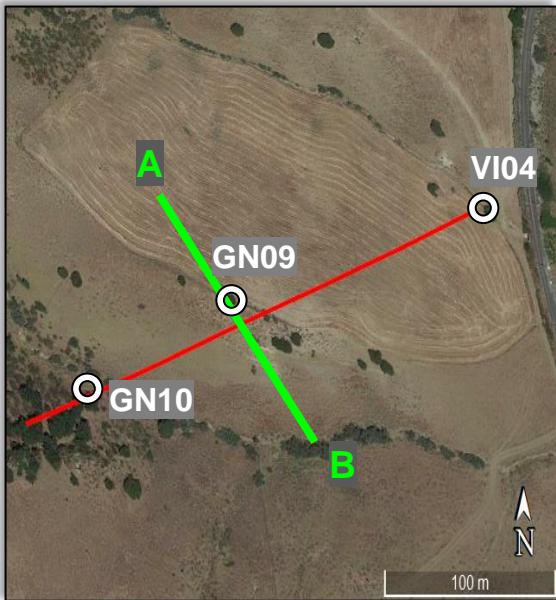
Massimo De Iasi

	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotetica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti – terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		



Scala 1:1500





SRT 4

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:

Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 13

Sismica a rifrazione

SRT 4

Onda Sh

Elaborato:

Domenico Di Massa

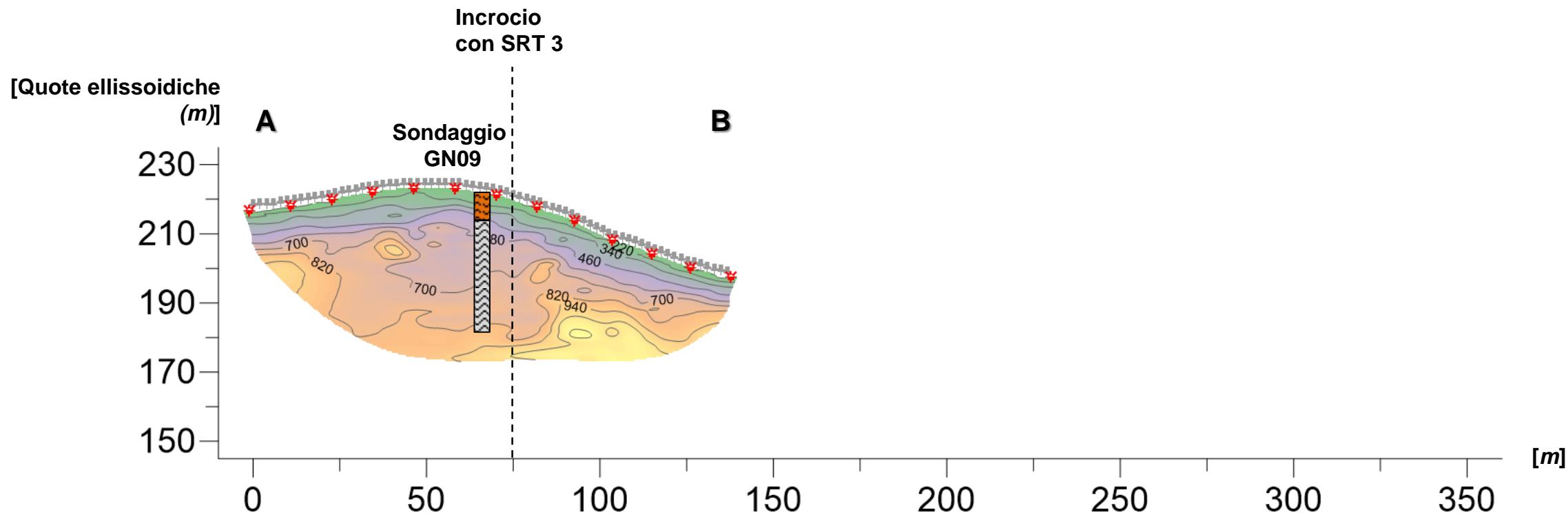
Verificato:

Donato Fiore

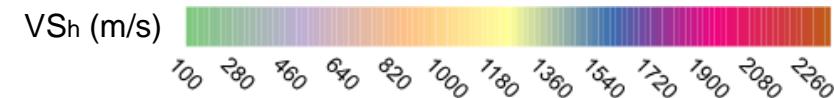
Approvato:

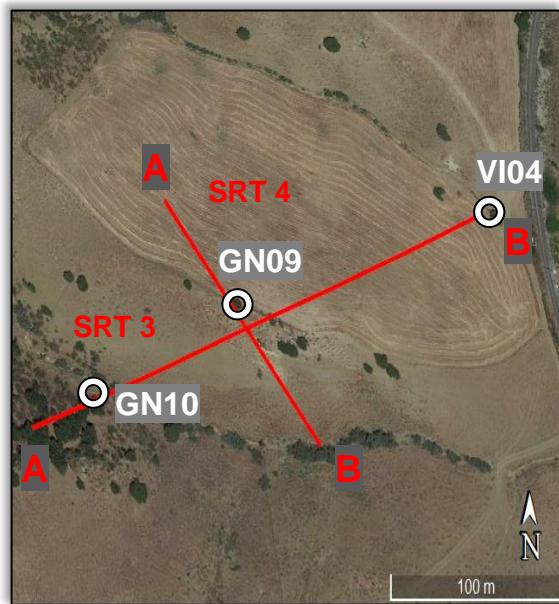
Massimo De Iasi

	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotetica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti – terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		



Scala 1:1500





Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:
 Novembre -
 Dicembre 2018

Tavola: 14

Panoramica
 SRT 3; SRT 4
 Onda P

Elaborato:

Domenico Di Massa

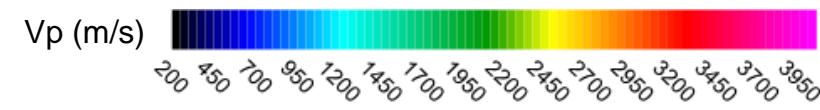
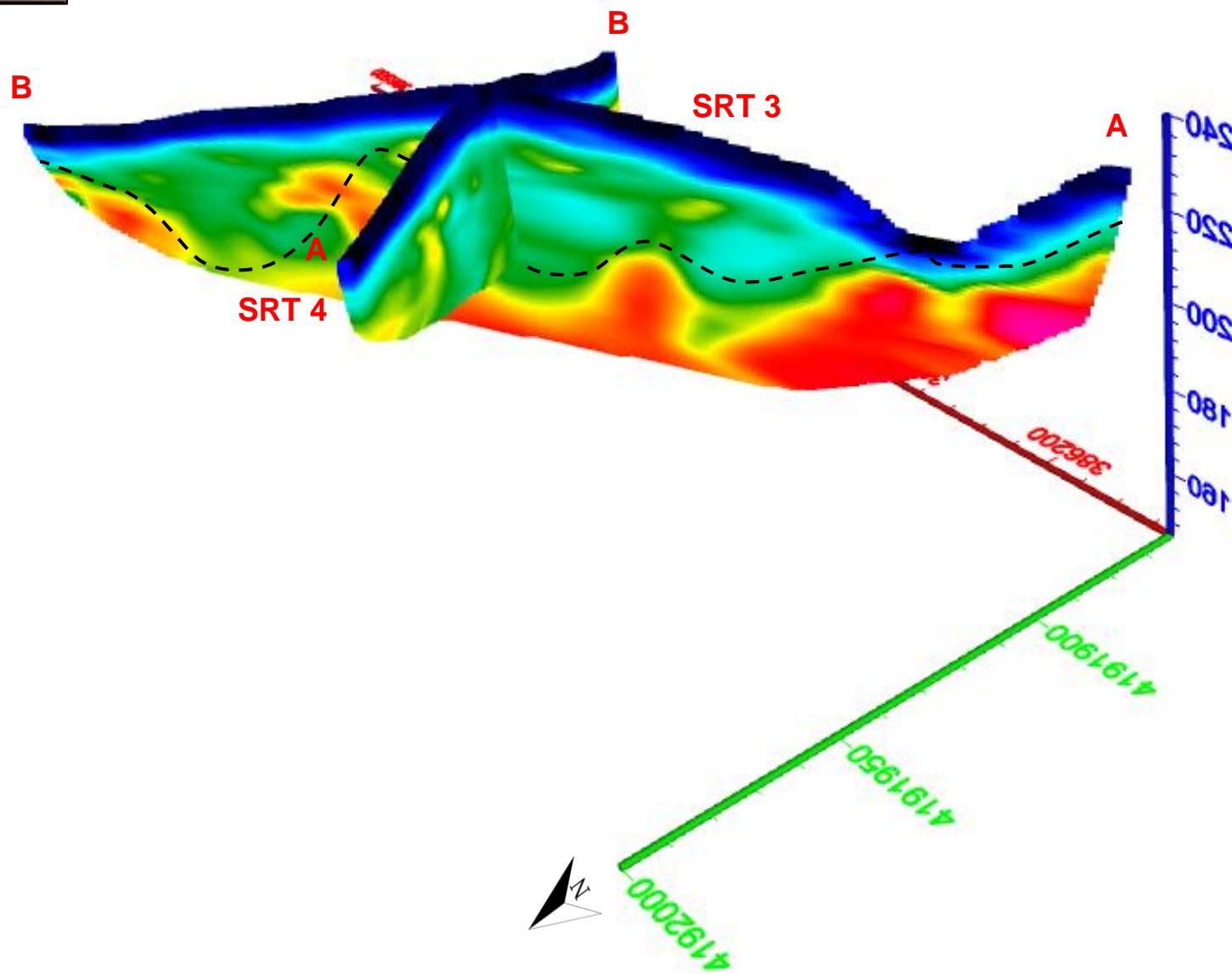
Verificato:

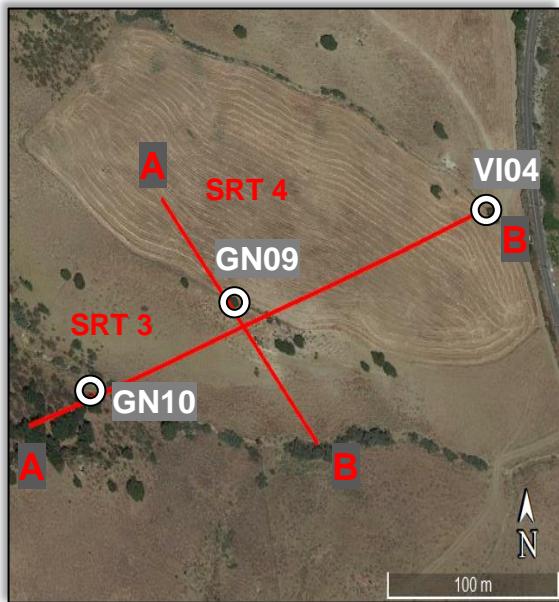
Donato Fiore

Approvato:

Massimo De Iasi

--- Limite terreni compatti – terreni copertura





Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:
Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

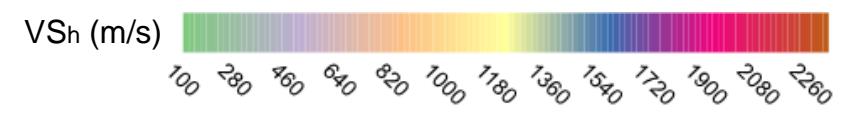
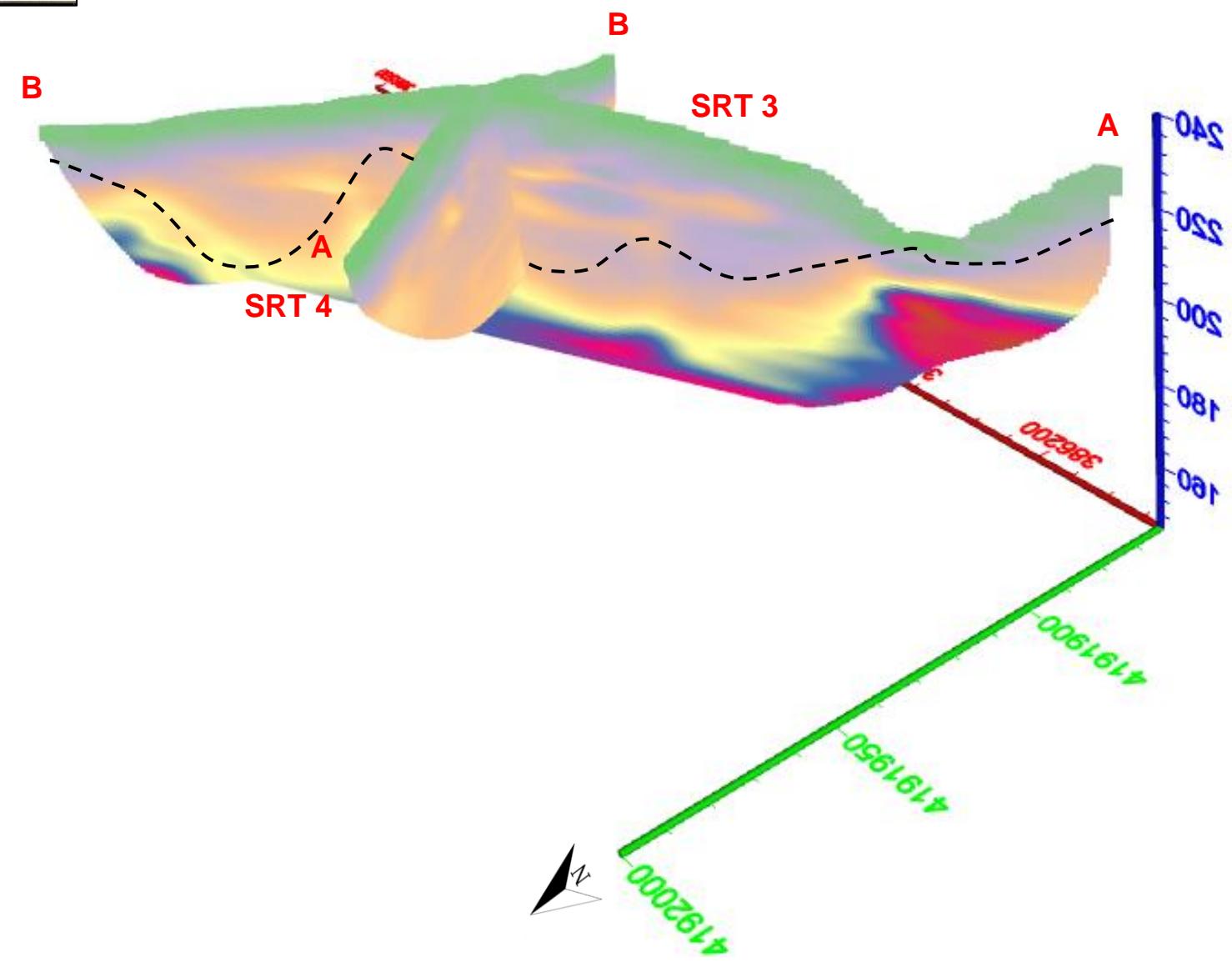
Committente


Indagine:
SRT
Data esecuzione:
Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 15
Panoramica
SRT 3; SRT 4
Onda Sh

Elaborato:
Domenico Di Massa
Verificato:
Donato Fiore
Approvato:
Massimo De Iasi

--- Limite terreni compatti – terreni copertura



Lavoro:
Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

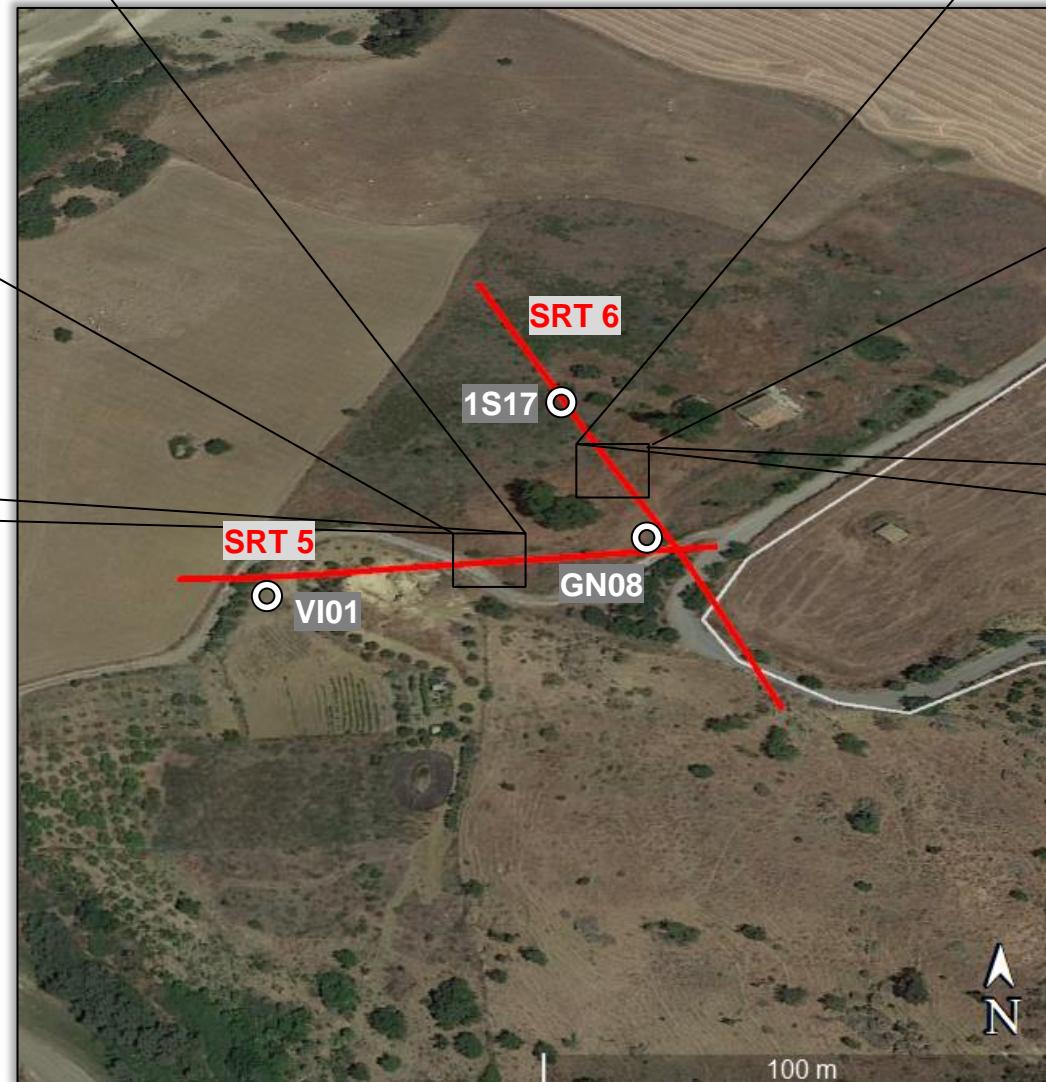
Committente

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

Indagine:
SRT
Data esecuzione:
Novembre -
Dicembre 2018

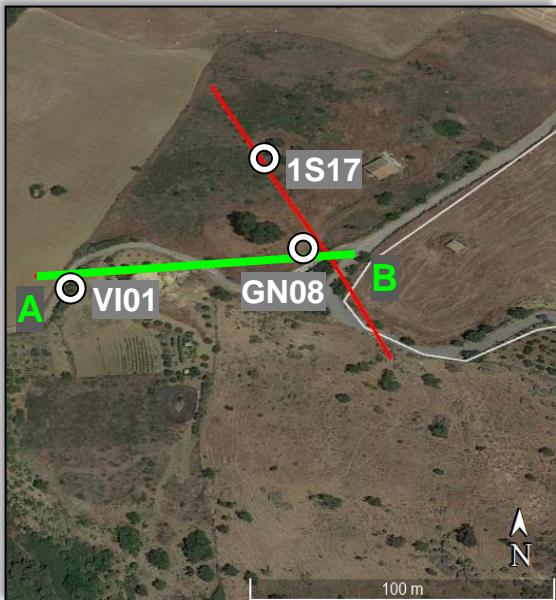
Tavola: 16
Ubicazione indagini
SRT 5; SRT 6

Elaborato:
Domenico Di Massa
Verificato:
Donato Fiore
Approvato:
Massimo De Iasi



ID SRT 5	Latitudine	Longitudine
A	37°52'07.15"N	13°42'51.21"E
B	37°52'06.79"N	13°42'56.82"E

ID SRT 6	Latitudine	Longitudine
A	37°52'10.93"N	13°42'55.61"E
B	37°52'05.01"N	13°42'56.77"E



Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:
Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 17

Sismica a rifrazione
SRT 5
Onda P

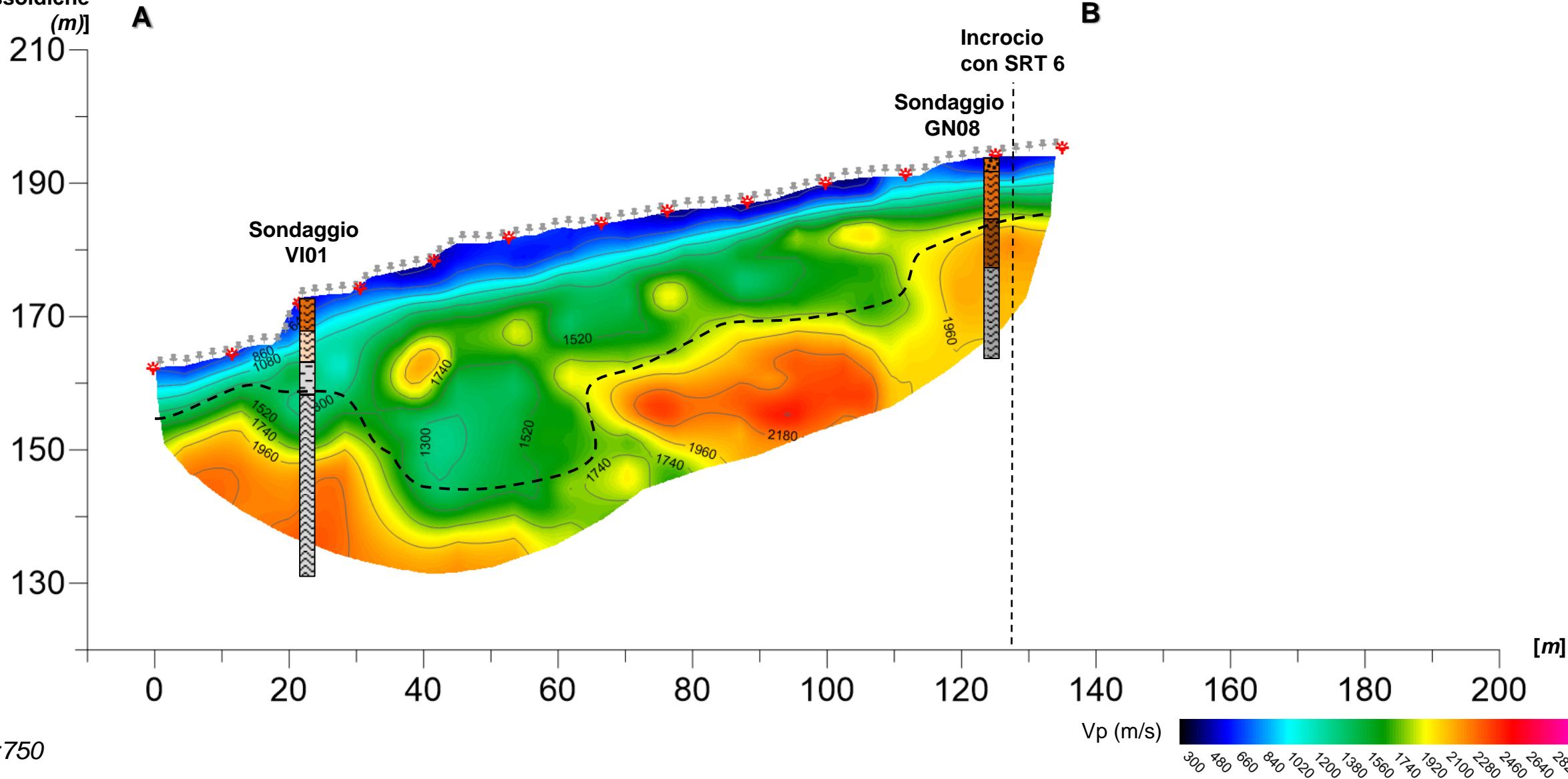
Elaborato:

Domenico Di Massa
Verificato:
Donato Fiore
Approvato:
Massimo De Iasi

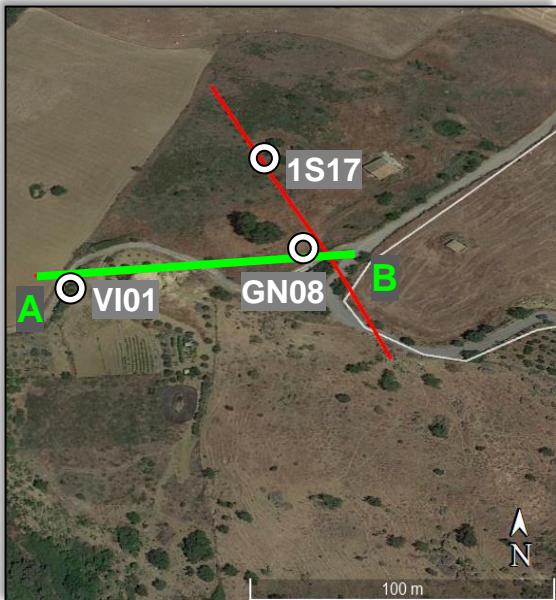
	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotesica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti - terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

SRT 5

[Quote ellissoidiche (m)]



Scala 1:750



Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:
Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 18

Sismica a rifrazione
SRT 5
Onda Sh

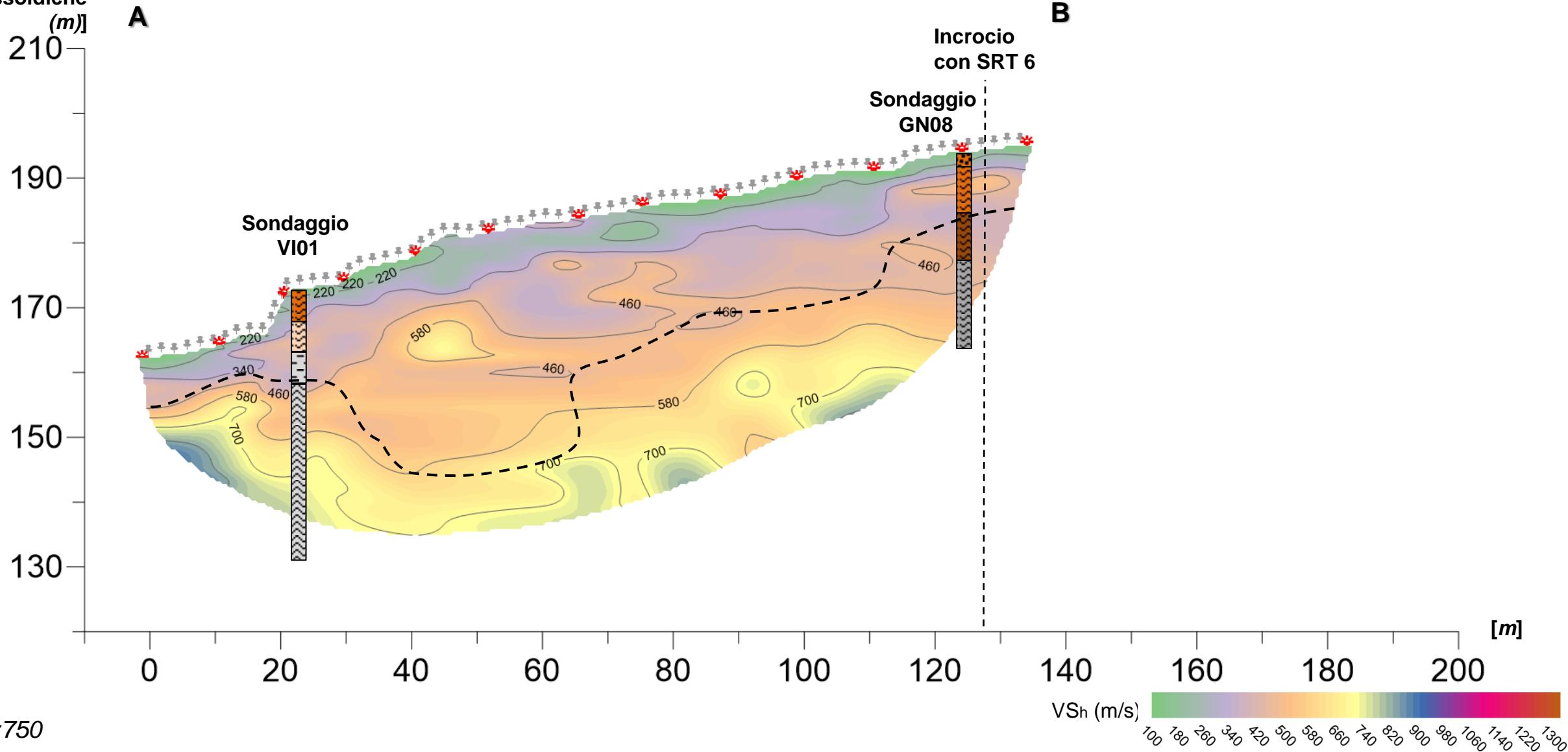
Elaborato:

Domenico Di Massa
Verificato:
Donato Fiore
Approvato:
Massimo De Iasi

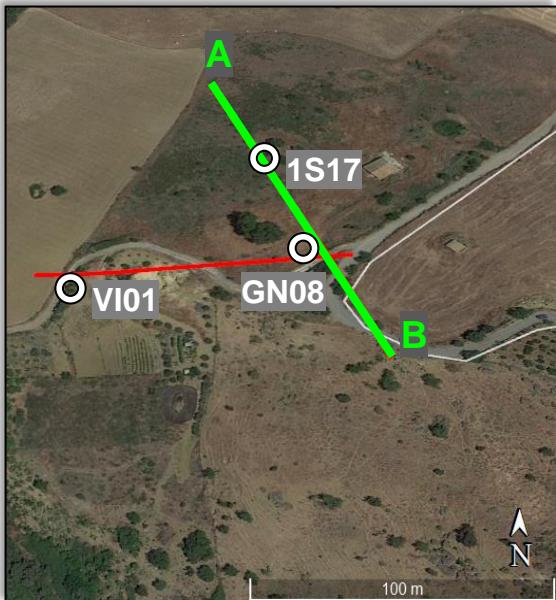
	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotesica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti - terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

SRT 5

[Quote ellissoidiche (m)]



Scala 1:750



Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:
Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 19

Sismica a rifrazione

SRT 6

Onda P

Elaborato:

Domenico Di Massa

Verificato:

Donato Fiore

Approvato:

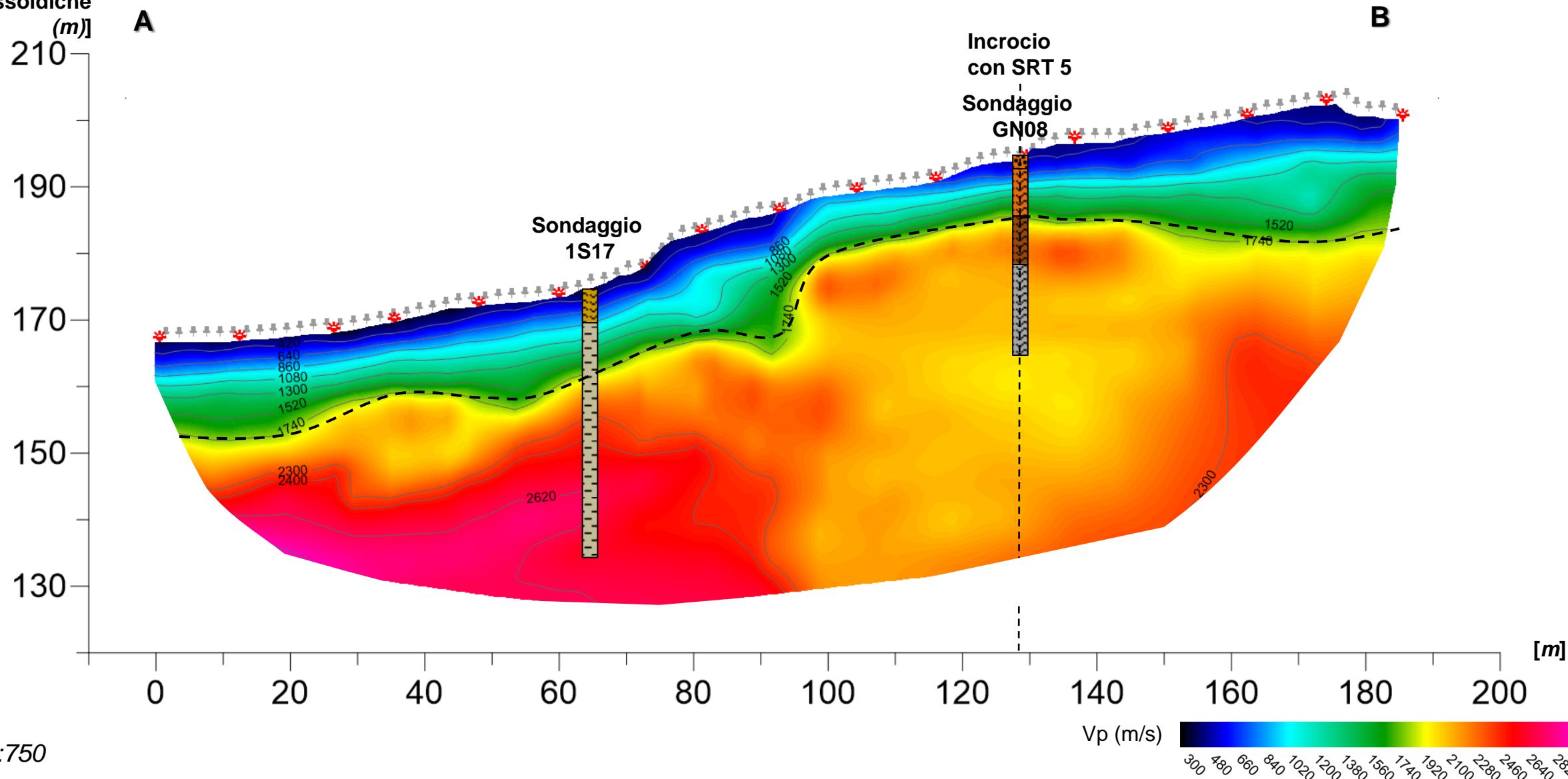
Massimo De Iasi

	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotesica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti – terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

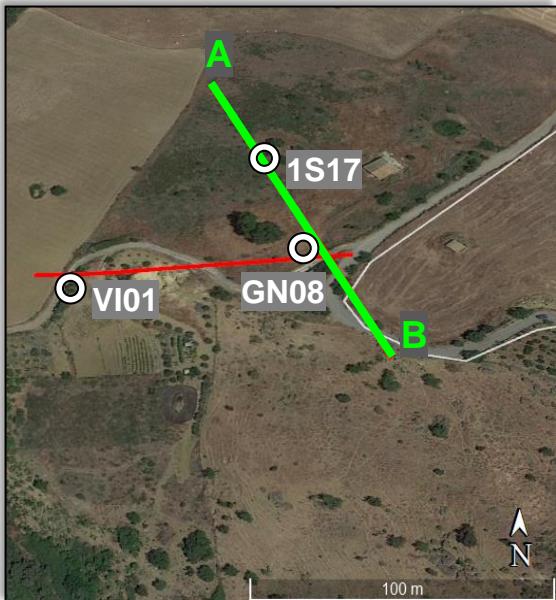
SRT 6

[Quote ellissoidiche

(m)]



Scala 1:750



Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:
Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 20

Sismica a rifrazione

SRT 6

Onda Sh

Elaborato:

Domenico Di Massa

Verificato:

Donato Fiore

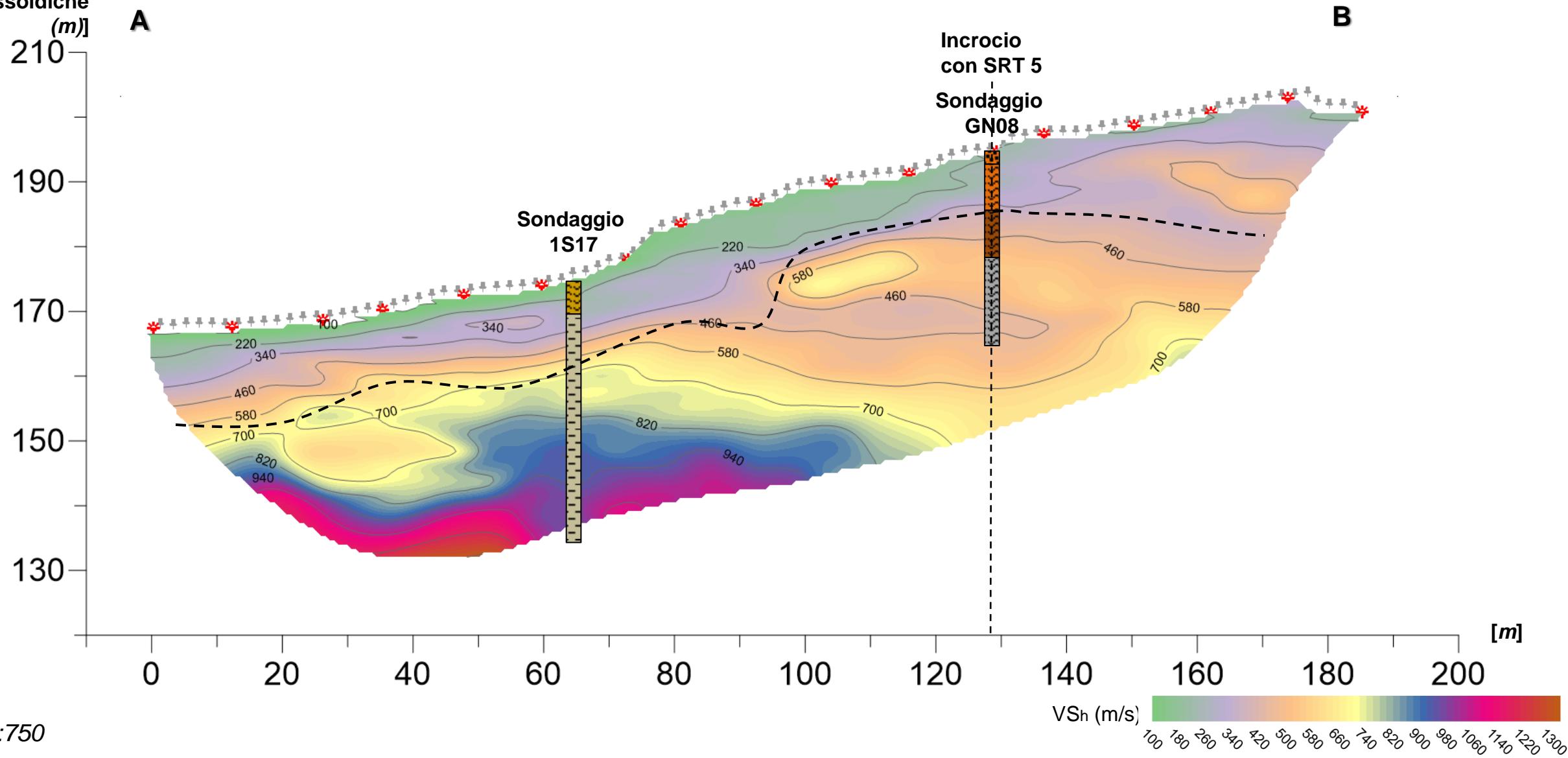
Approvato:

Massimo De Iasi

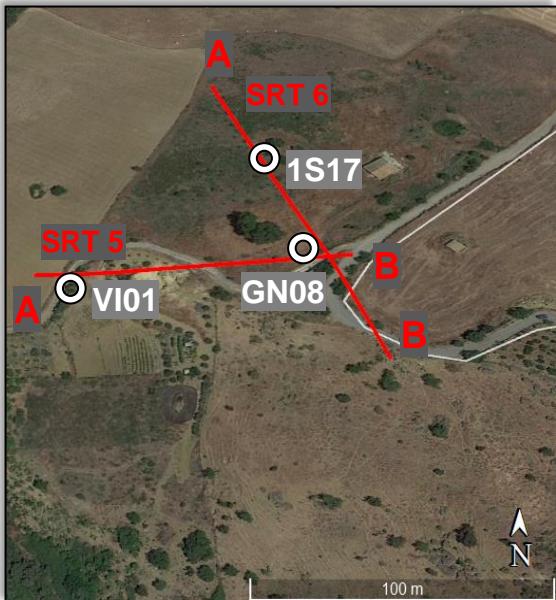
	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotetica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti - terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

SRT 6

[Quote ellissoidiche (m)]



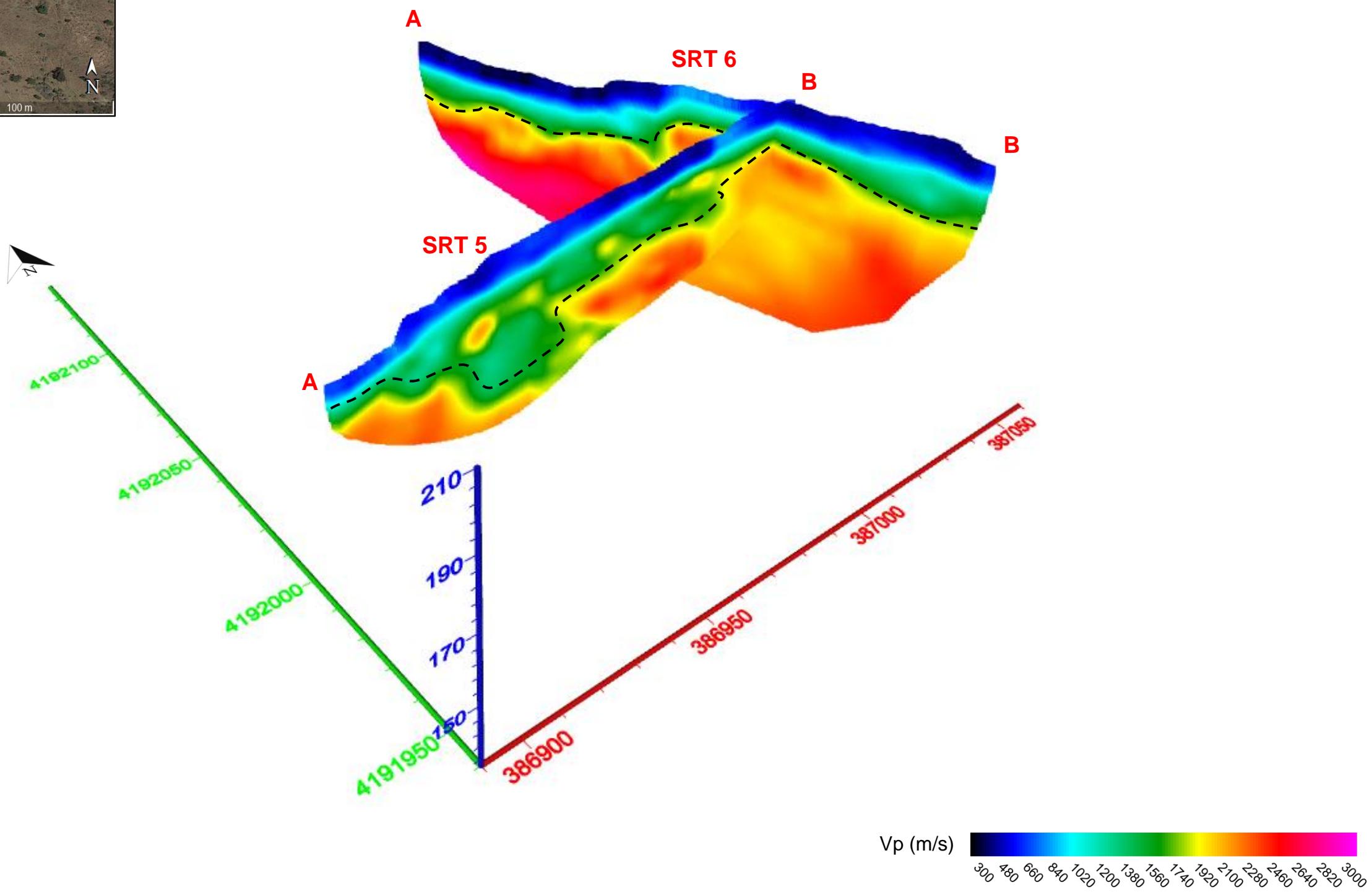
Scala 1:750

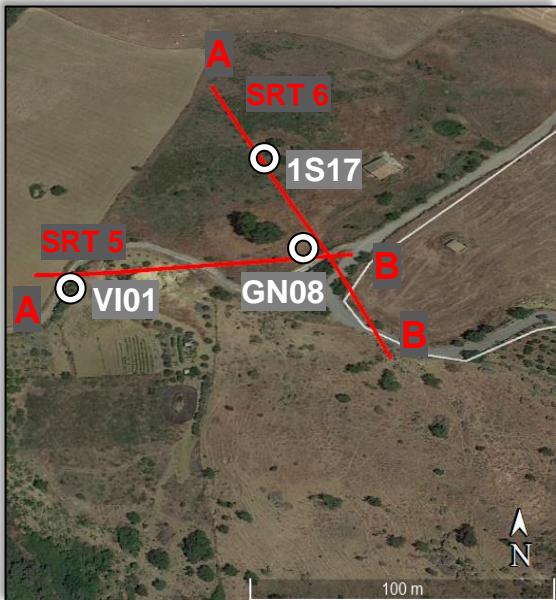


Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro: Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2	Committente  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	Indagine: SRT	Tavola: 21 Panoramica	Elaborato: Domenico Di Massa
		Data esecuzione: Novembre - Dicembre 2018	SRT 5; SRT 6 Onda P	Verificato: Donato Fiore
				Approvato: Massimo De Iasi

--- Limite terreni compatti – terreni copertura





Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:
Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

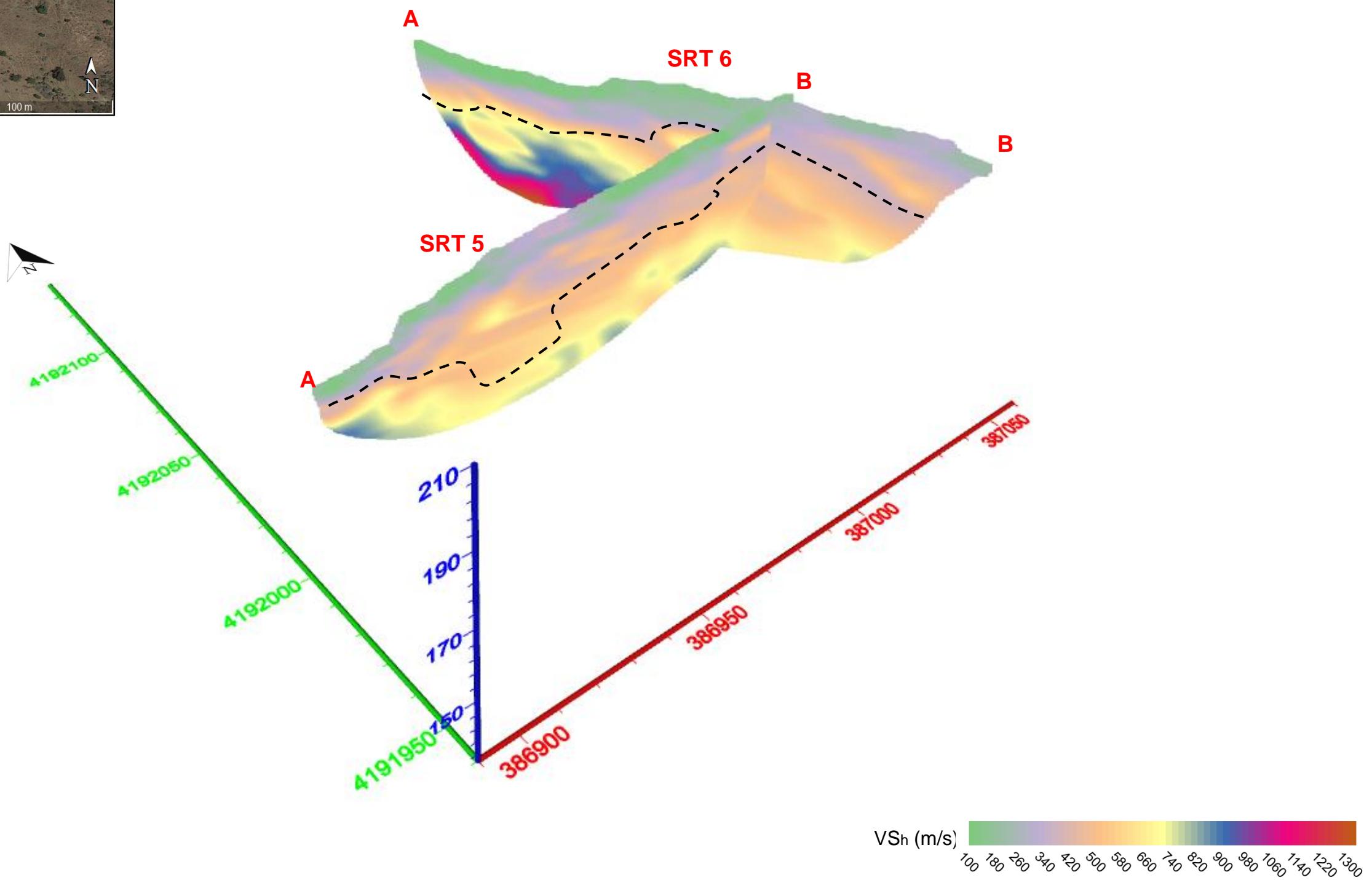
Committente


Indagine:
SRT
Data esecuzione:
Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 22
Panoramica
SRT 5; SRT 6
Onda Sh

Elaborato:
Domenico Di Massa
Verificato:
Donato Fiore
Approvato:
Massimo De Iasi

--- Limite terreni compatti – terreni copertura



Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente**Indagine:**

SRT

Data**esecuzione:**

Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 23

Ubicazione indagini
SRT 7; SRT 8; SRT 9;
SRT 10

Elaborato:

Domenico Di Massa

Verificato:

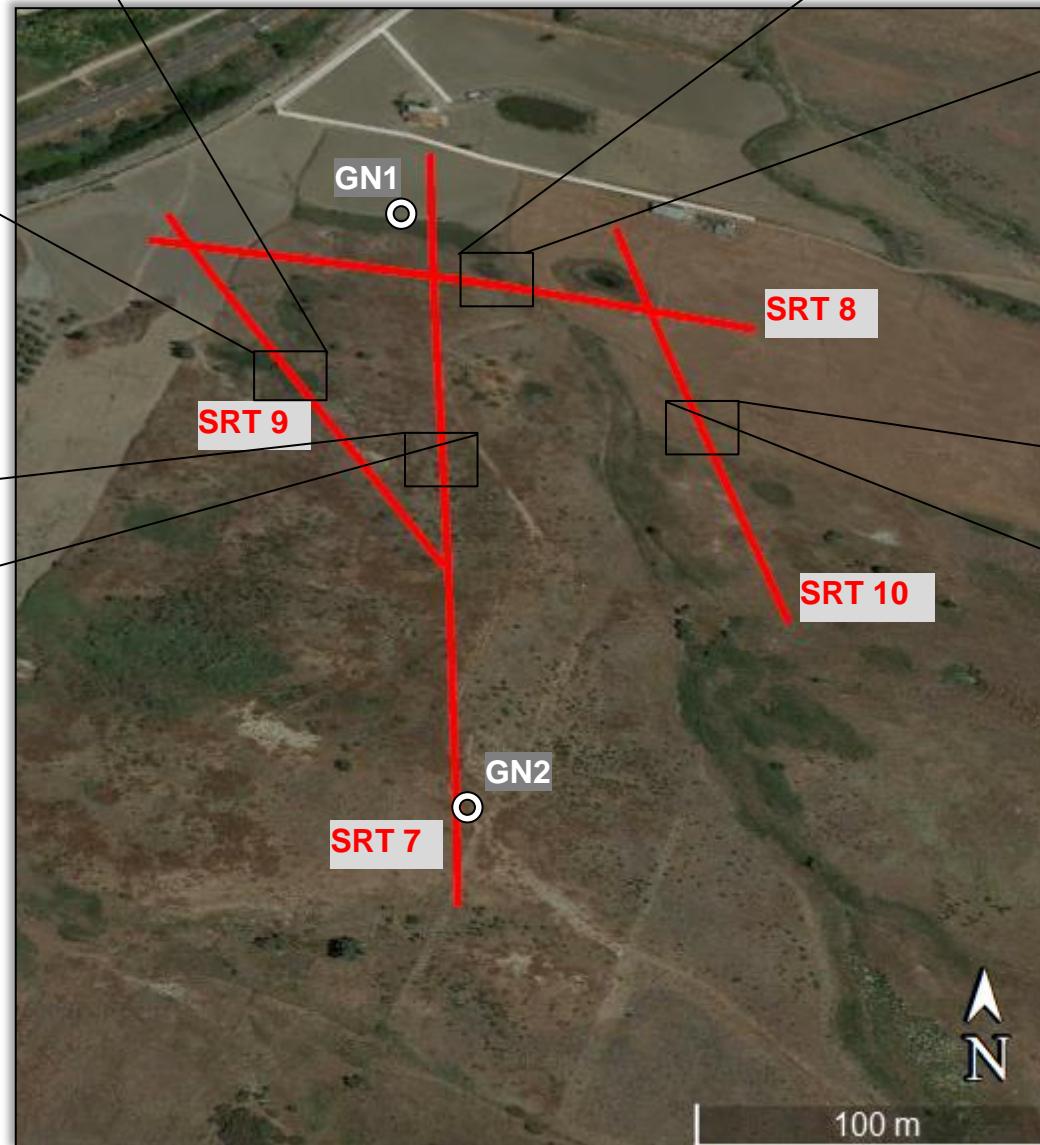
Donato Fiore

Approvato:

Massimo De Iasi

**SRT 9**

ID SRT 9	Latitudine	Longitudine
A	37°54'00.99"N	13°46'17.15"E
B	37°53'53.75"N	13°46'19.24"E

**SRT 8**

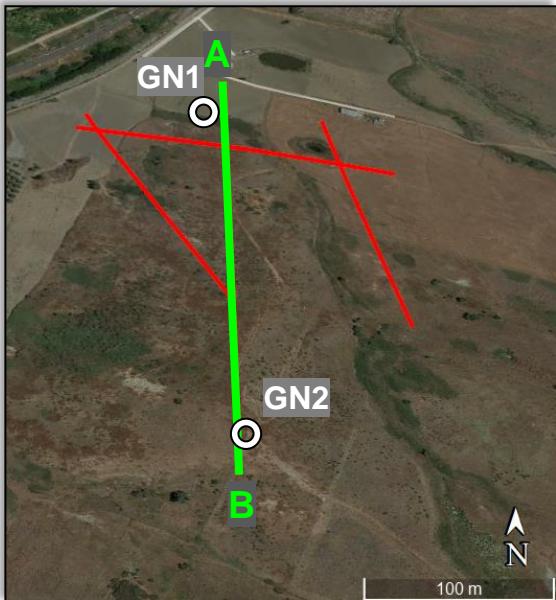
ID SRT 8	Latitudine	Longitudine
A	37°54'00.44"N	13°46'16.71"E
B	37°53'58.30"N	13°46'26.00"E

**SRT 7**

ID SRT 7	Latitudine	Longitudine
A	37°54'02.18"N	13°46'22.09"E
B	37°53'49.00"N	13°46'17.72"E

**SRT 10**

ID SRT 10	Latitudine	Longitudine
A	37°54'00.46"N	13°46'24.65"E
B	37°53'52.89"N	13°46'23.80"E



SRT 7

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:
Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente
ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

Indagine:
SRT

Data esecuzione:
Novembre - Dicembre 2018

Tavola: 24
Sismica a rifrazione
SRT 7
Onda P

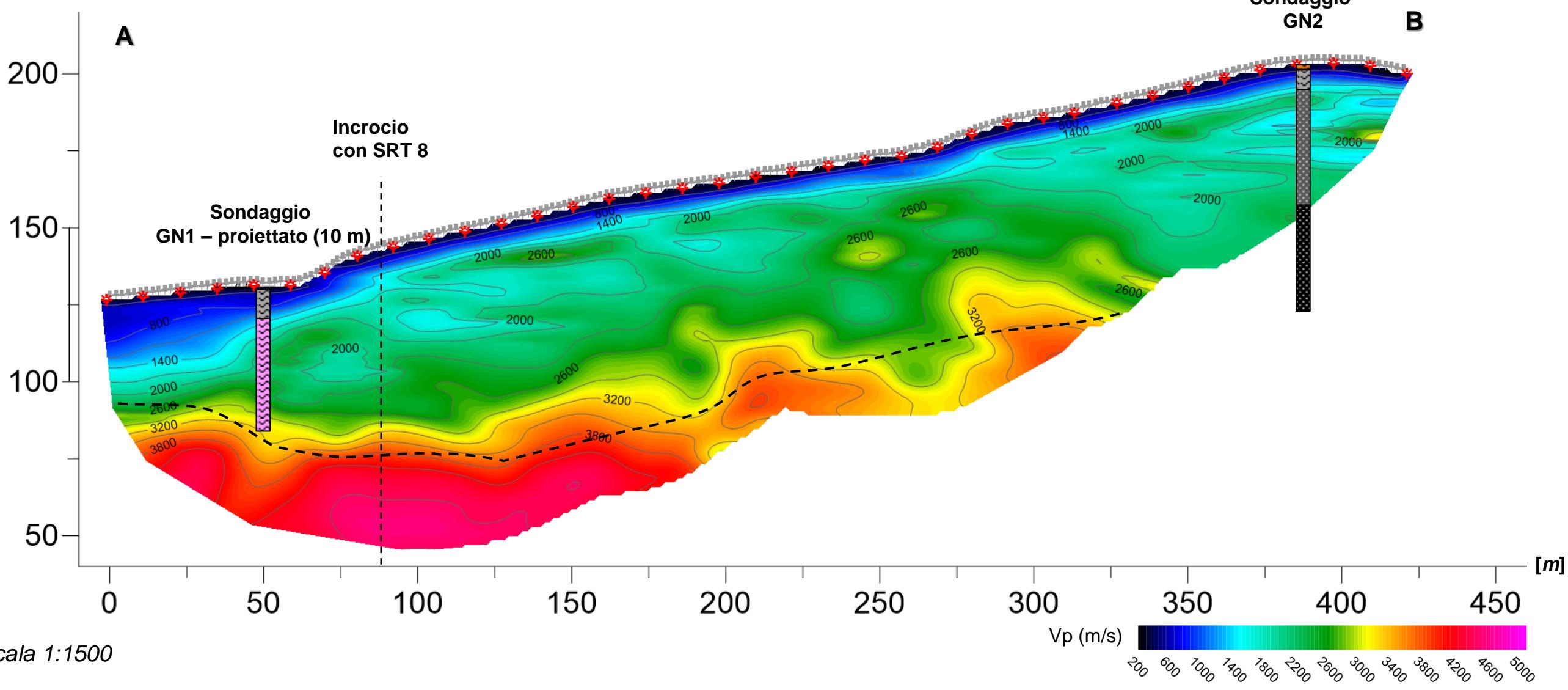
Elaborato:
Domenico Di Massa

Verificato:
Donato Fiore

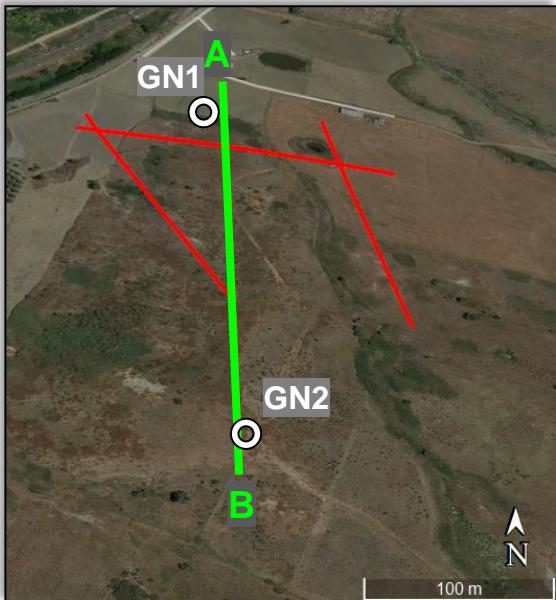
Approvato:
Massimo De Iasi

	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotetica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti - terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

[Quote ellissoidiche (m)]



Scala 1:1500



SRT 7

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:
Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2



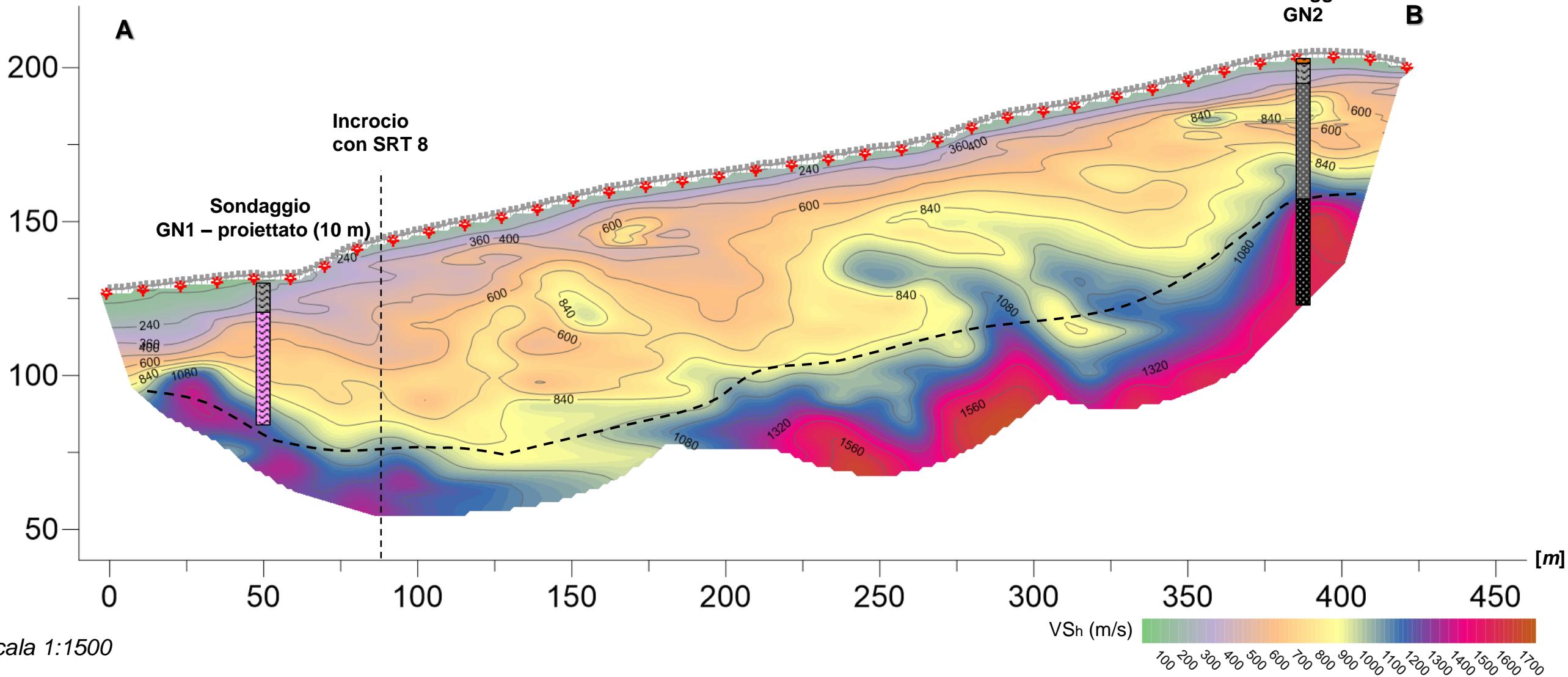
Indagine:
SRT
Data esecuzione:
Novembre - Dicembre 2018

Tavola: 25
Sismica a rifrazione
SRT 7
Onda Sh

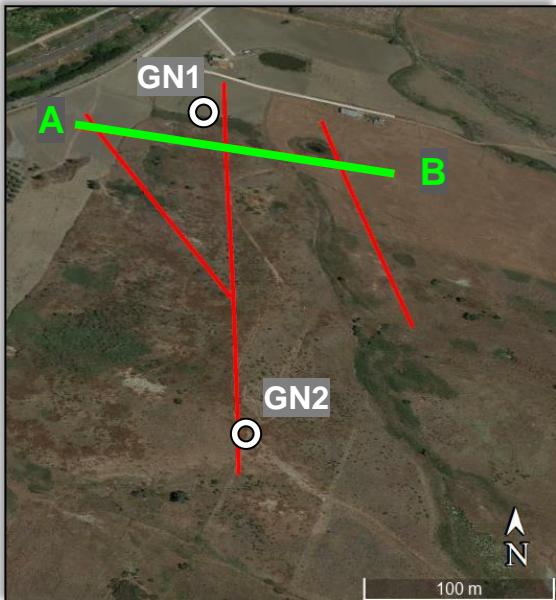
Elaborato:
Domenico Di Massa
Verificato:
Donato Fiore
Approvato:
Massimo De Iasi

	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotetica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti - terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

[Quote ellissoidiche (m)]



Scala 1:1500



SRT 8

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:
Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2



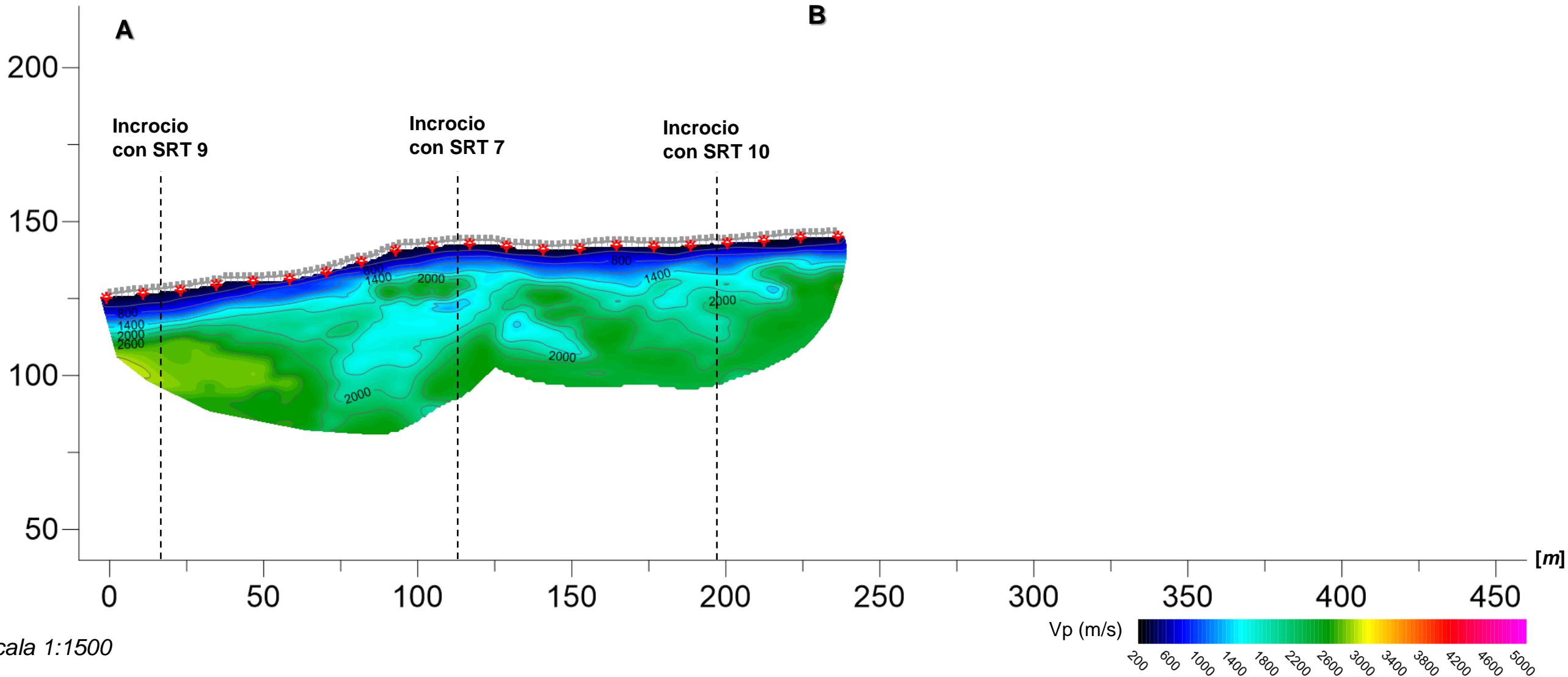
Indagine:
SRT
Data esecuzione:
Novembre - Dicembre 2018

Tavola: 26
Sismica a rifrazione
SRT 8
Onda P

Elaborato:
Domenico Di Massa
Verificato:
Donato Fiore
Approvato:
Massimo De Iasi

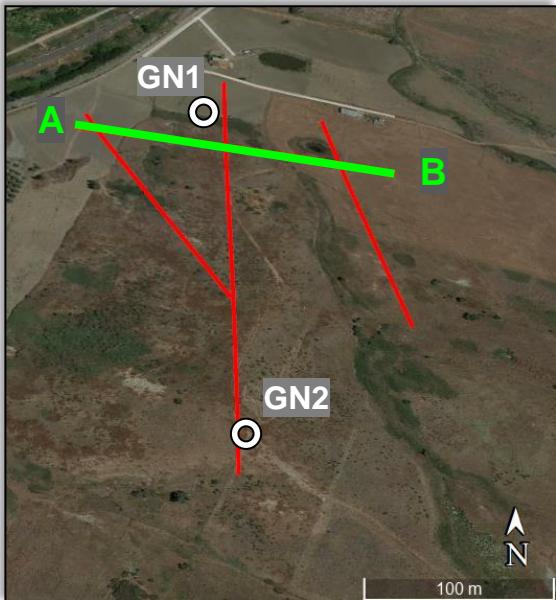
	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotetica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti - terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

[Quote ellissoidiche (m)]



Scala 1:1500





SRT 8

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:
Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente
ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

Indagine:
SRT

Data esecuzione:
Novembre - Dicembre 2018

Tavola: 27
Sismica a rifrazione
SRT 8
Onda Sh

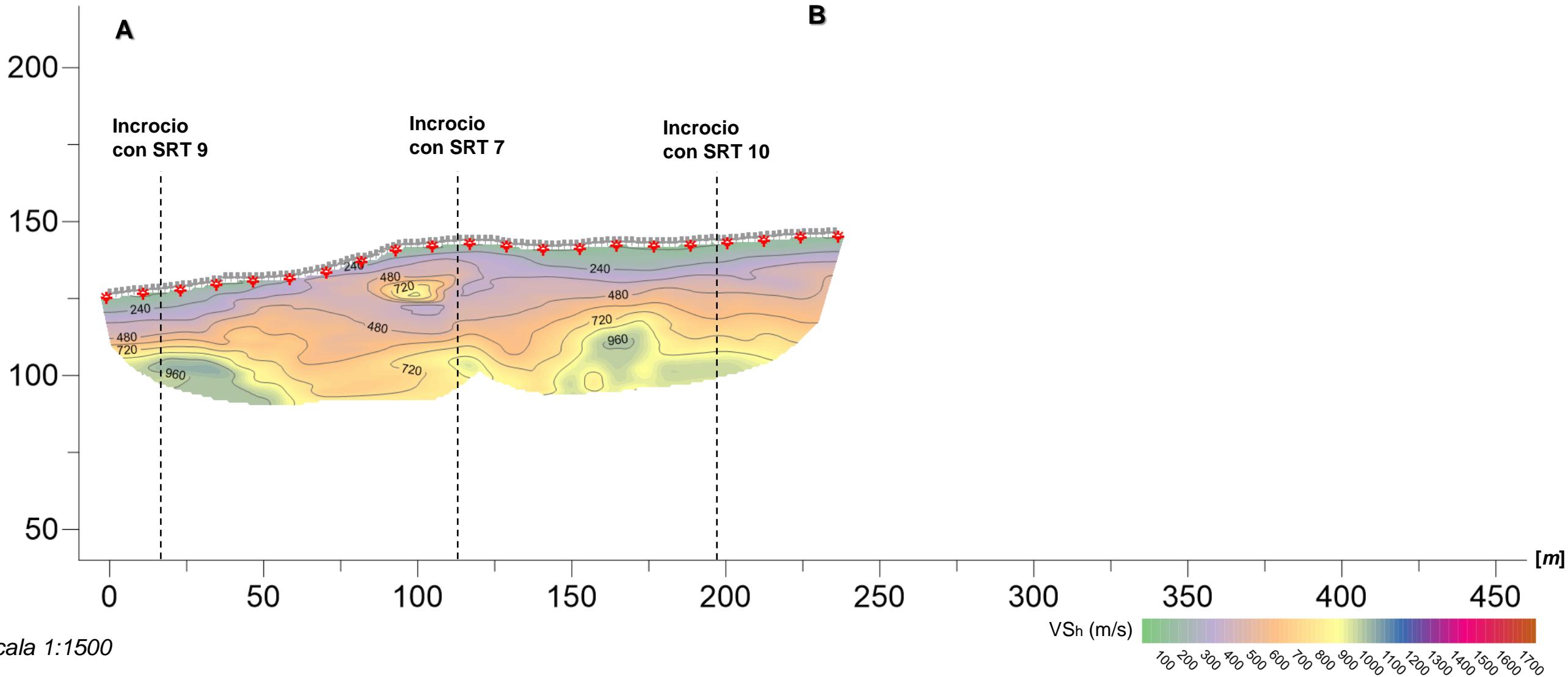
Elaborato:
Domenico Di Massa

Verificato:
Donato Fiore

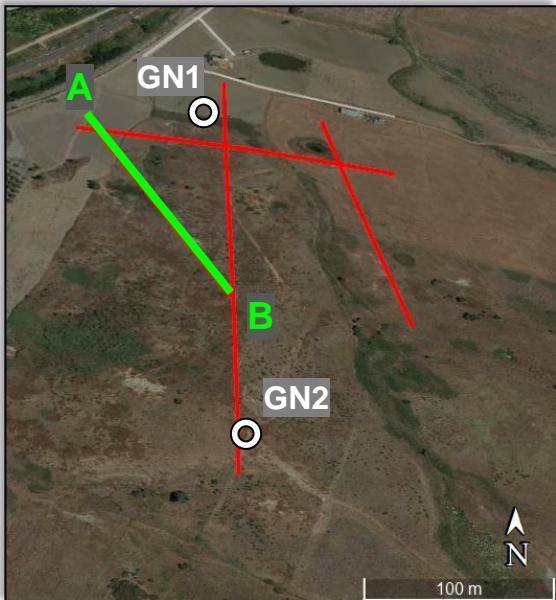
Approvato:
Massimo De Iasi

	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotetica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti - terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

[Quote ellissoidiche (m)]



Scala 1:1500



SRT 9

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:
Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2



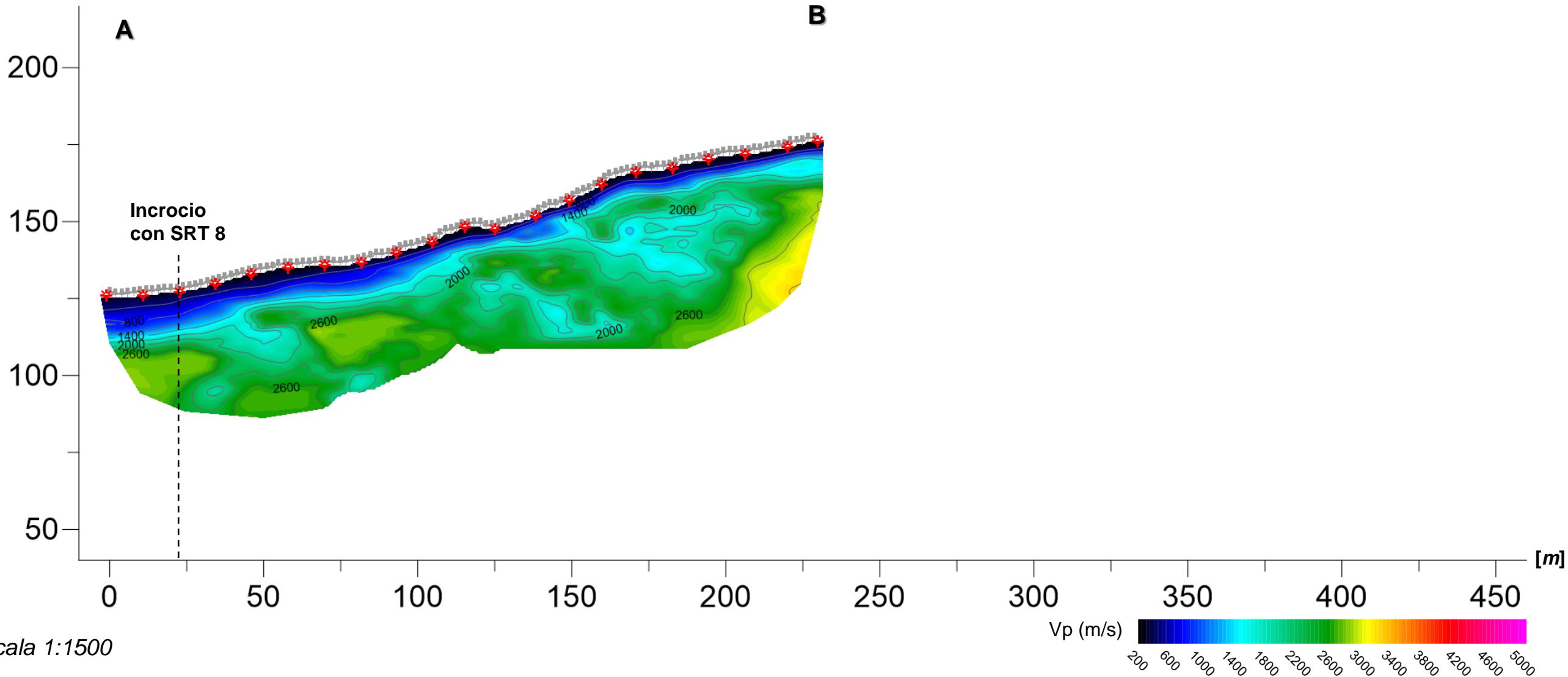
Indagine:
SRT
Data esecuzione:
Novembre - Dicembre 2018

Tavola: 28
Sismica a rifrazione
SRT 9
Onda P

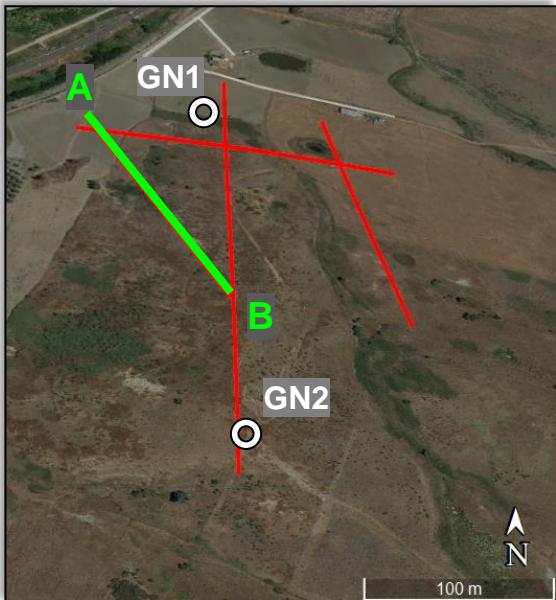
Elaborato:
Domenico Di Massa
Verificato:
Donato Fiore
Approvato:
Massimo De Iasi

	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotetica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti - terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

[Quote ellissoidiche (m)]



Scala 1:1500



SRT 9

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:

Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 29

Sismica a rifrazione

SRT 9

Onda Sh

Elaborato:

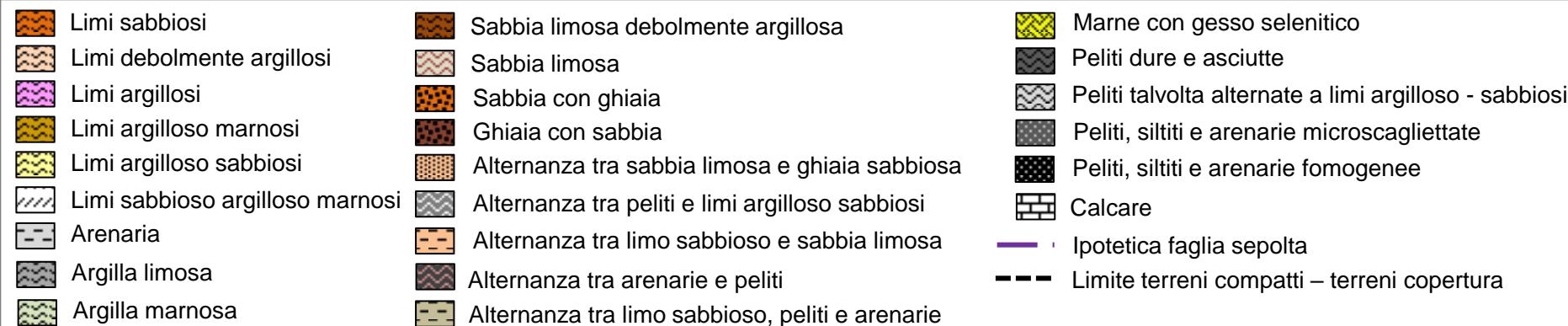
Domenico Di Massa

Verificato:

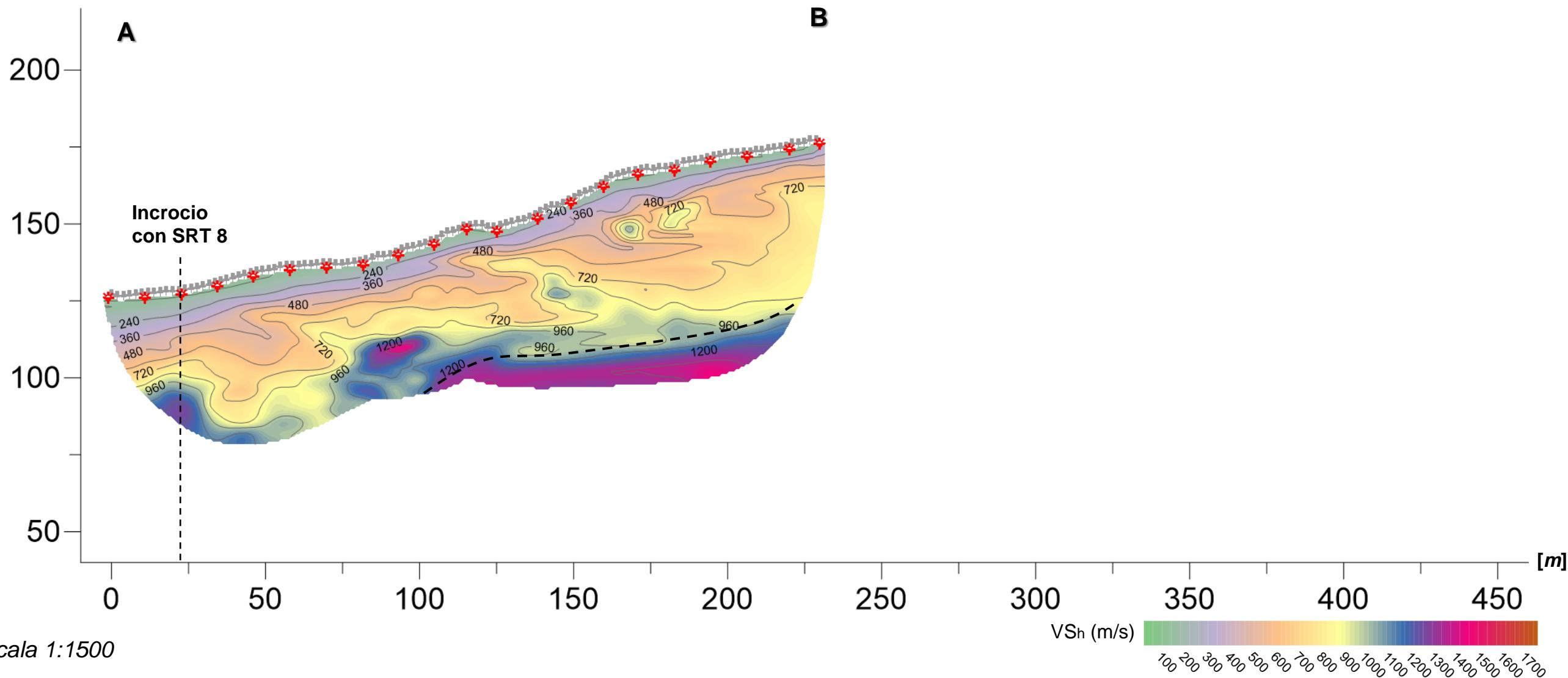
Donato Fiore

Approvato:

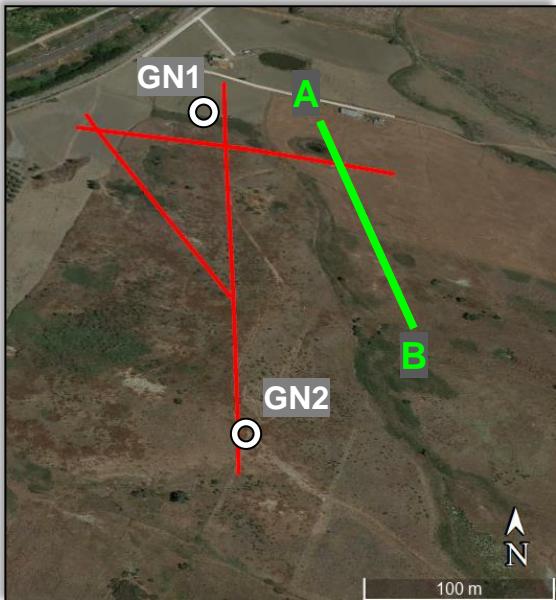
Massimo De Iasi



[Quote ellissoidiche (m)]



Scala 1:1500



SRT 10

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:
Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2



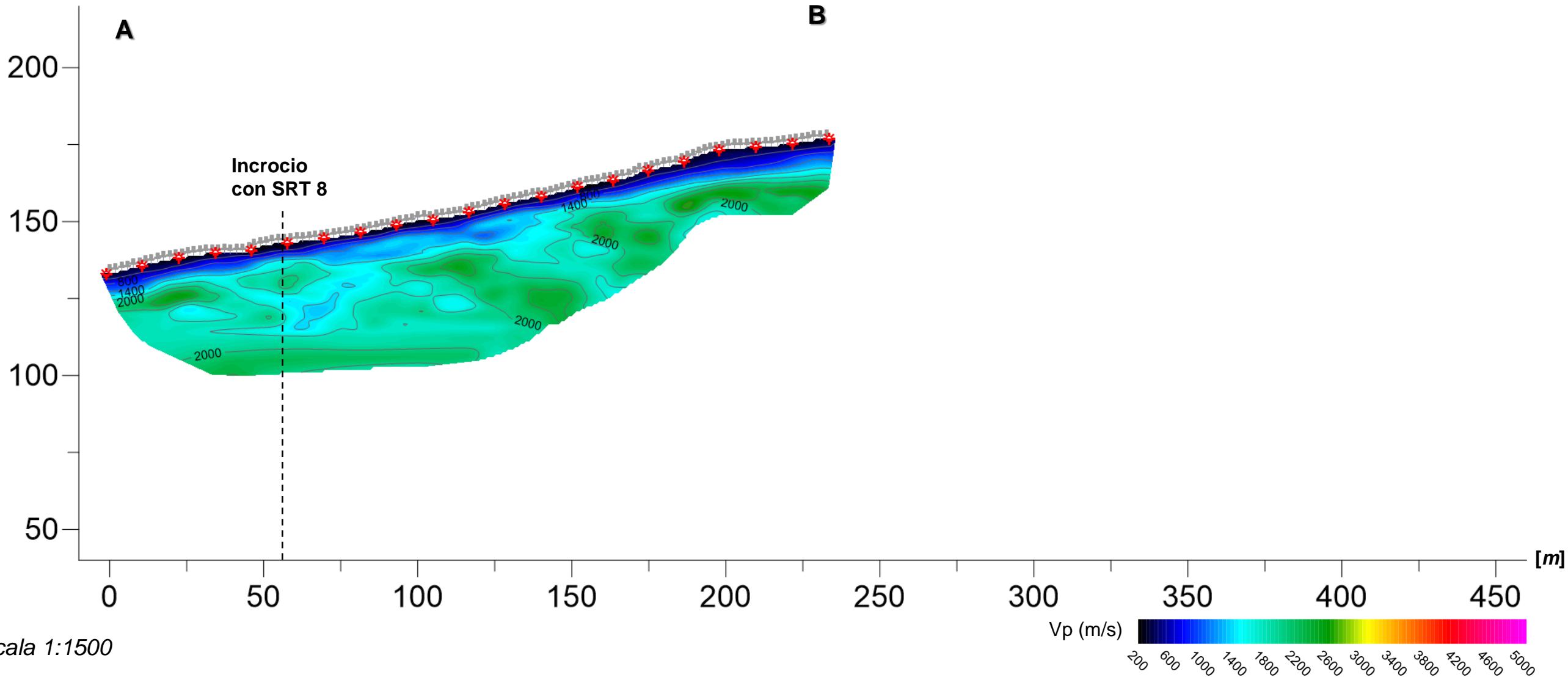
Indagine:
SRT
Data esecuzione:
Novembre - Dicembre 2018

Tavola: 30
Sismica a rifrazione
SRT 10
Onda P

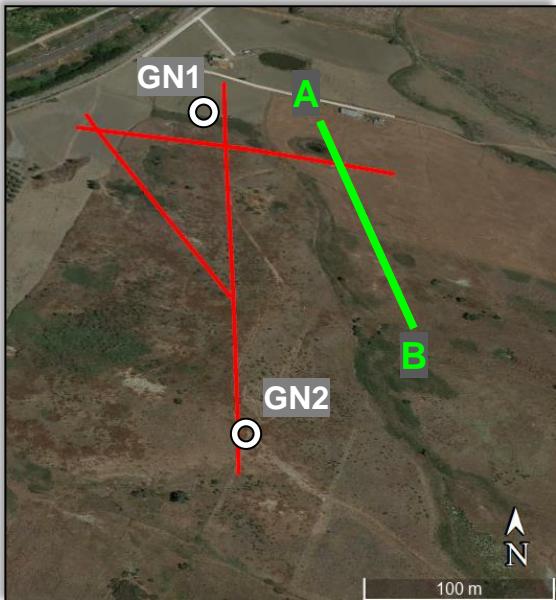
Elaborato:
Domenico Di Massa
Verificato:
Donato Fiore
Approvato:
Massimo De Iasi

	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotesica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti - terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

[Quote ellissoidiche (m)]



Scala 1:1500



SRT 10

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:
Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente
ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

Indagine:
SRT

Data esecuzione:
Novembre - Dicembre 2018

Tavola: 31
Sismica a rifrazione
SRT 10
Onda Sh

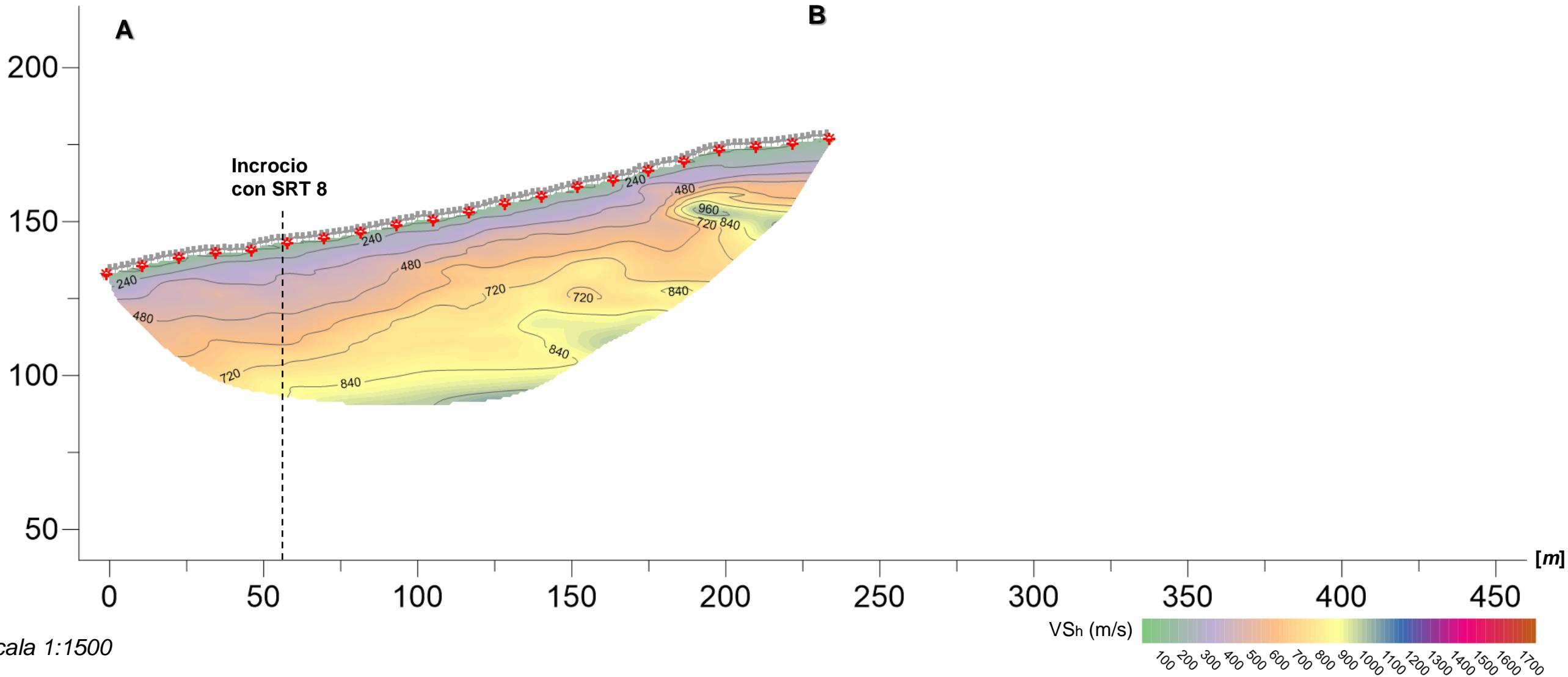
Elaborato:
Domenico Di Massa

Verificato:
Donato Fiore

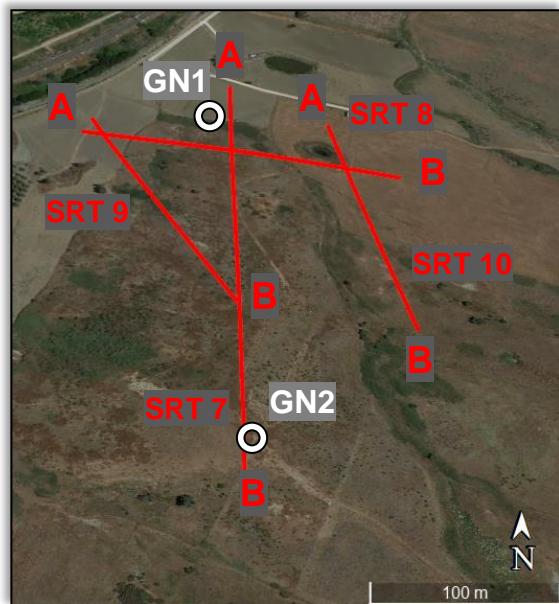
Approvato:
Massimo De Iasi

	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotesica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti - terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

[Quote ellissoidiche (m)]



Scala 1:1500



Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:
Novembre -
Dicembre 2018

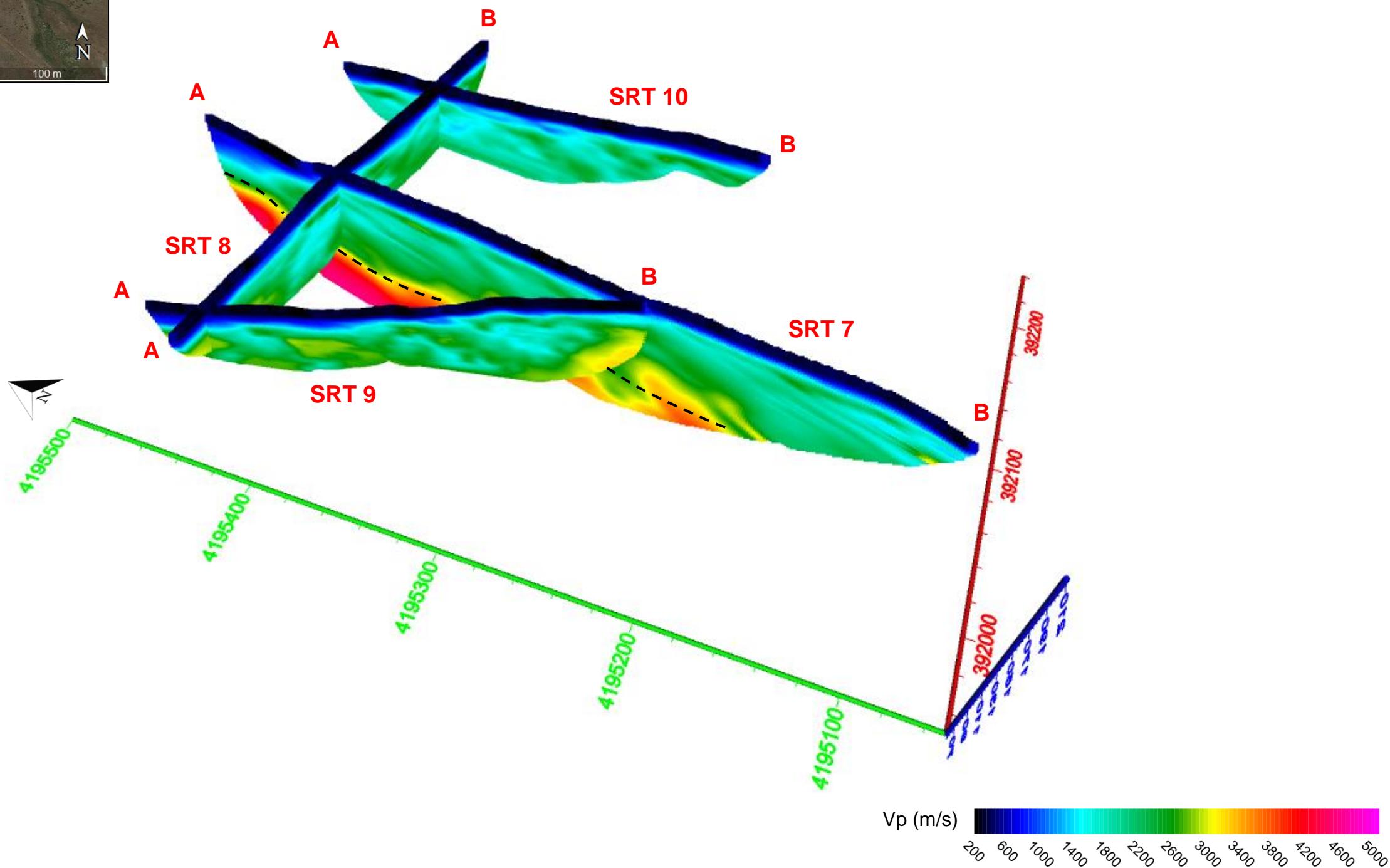
Tavola: 32

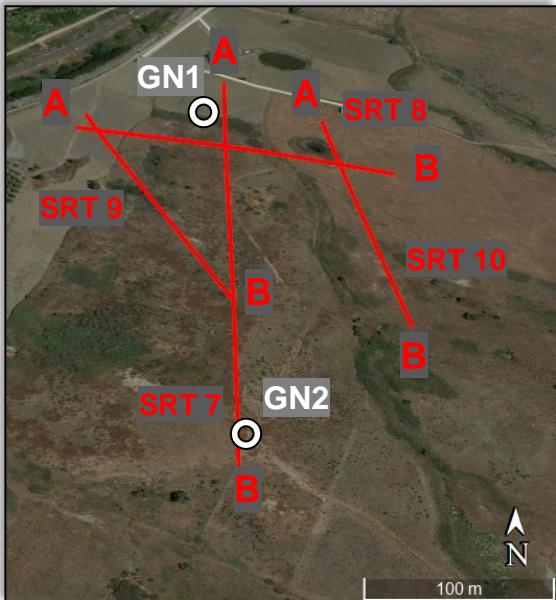
Panoramica
SRT 7; SRT 8; SRT 9;
SRT 10
Onda P

Elaborato:

Domenico Di Massa
Verificato:
Donato Fiore
Approvato:
Massimo De Iasi

--- Limite terreni compatti – terreni copertura





Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:
 Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

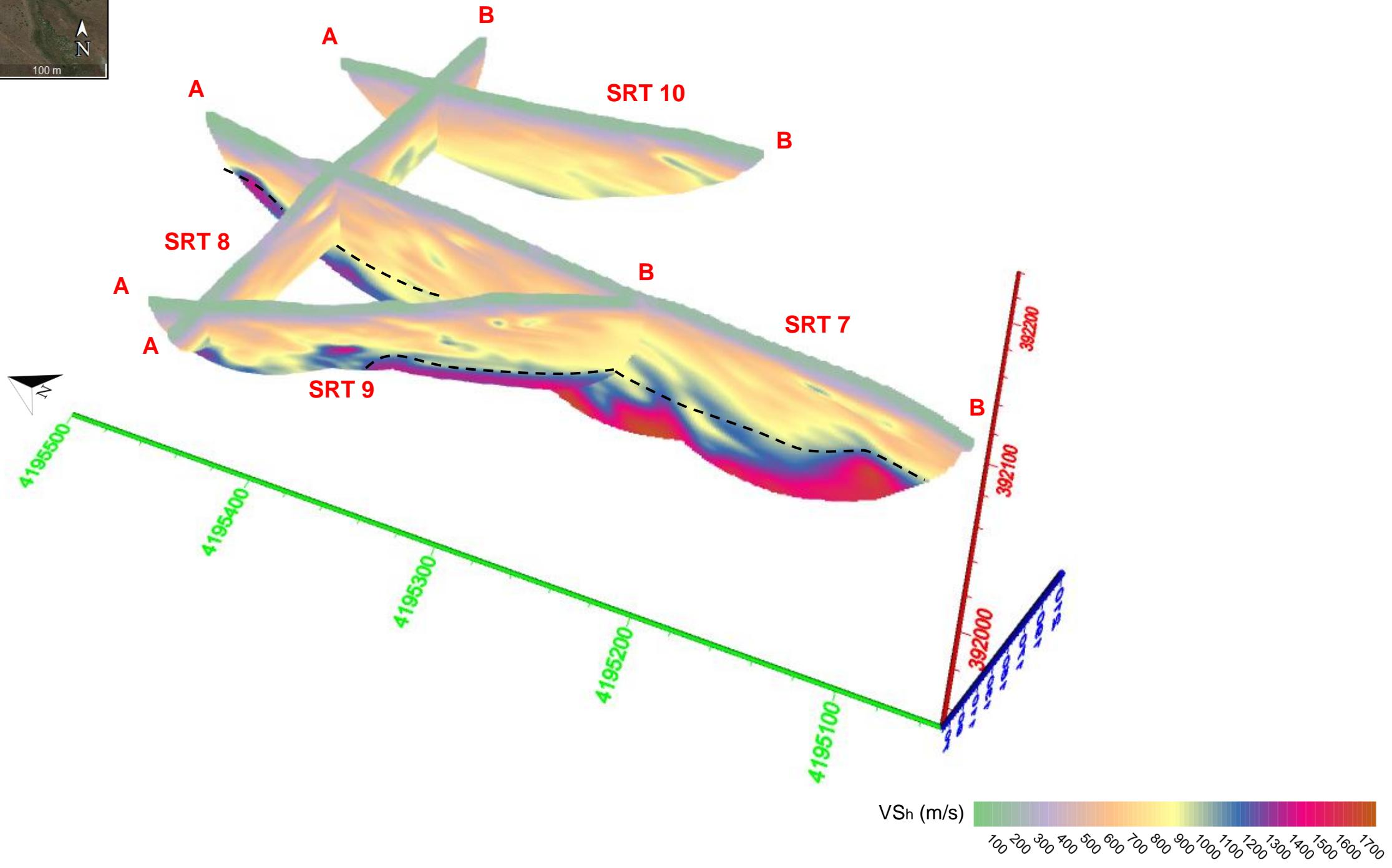
Committente

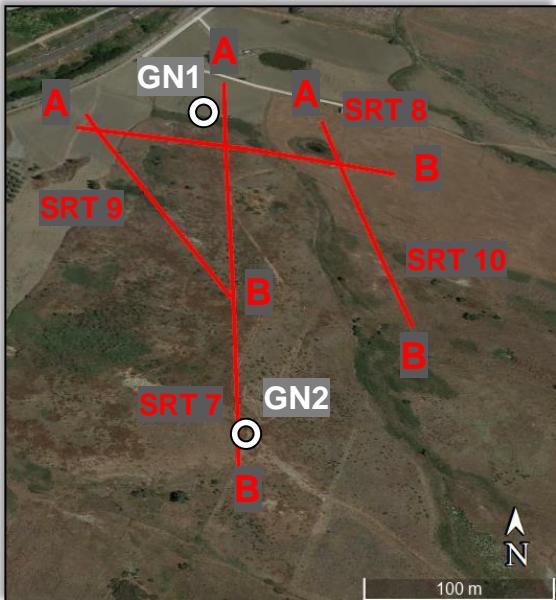

Indagine:
 SRT
Data esecuzione:
 Novembre - Dicembre 2018

Tavola: 33
 Panoramica
 SRT 7; SRT 8; SRT 9;
 SRT 10

Elaborato:
 Domenico Di Massa
Verificato:
 Donato Fiore
Approvato:
 Massimo De Iasi

--- Limite terreni compatti – terreni copertura





Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:
 Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

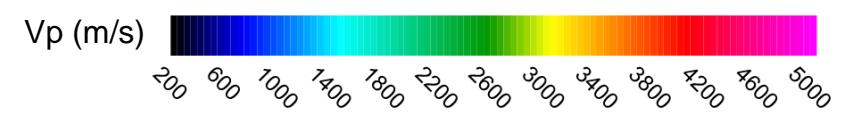
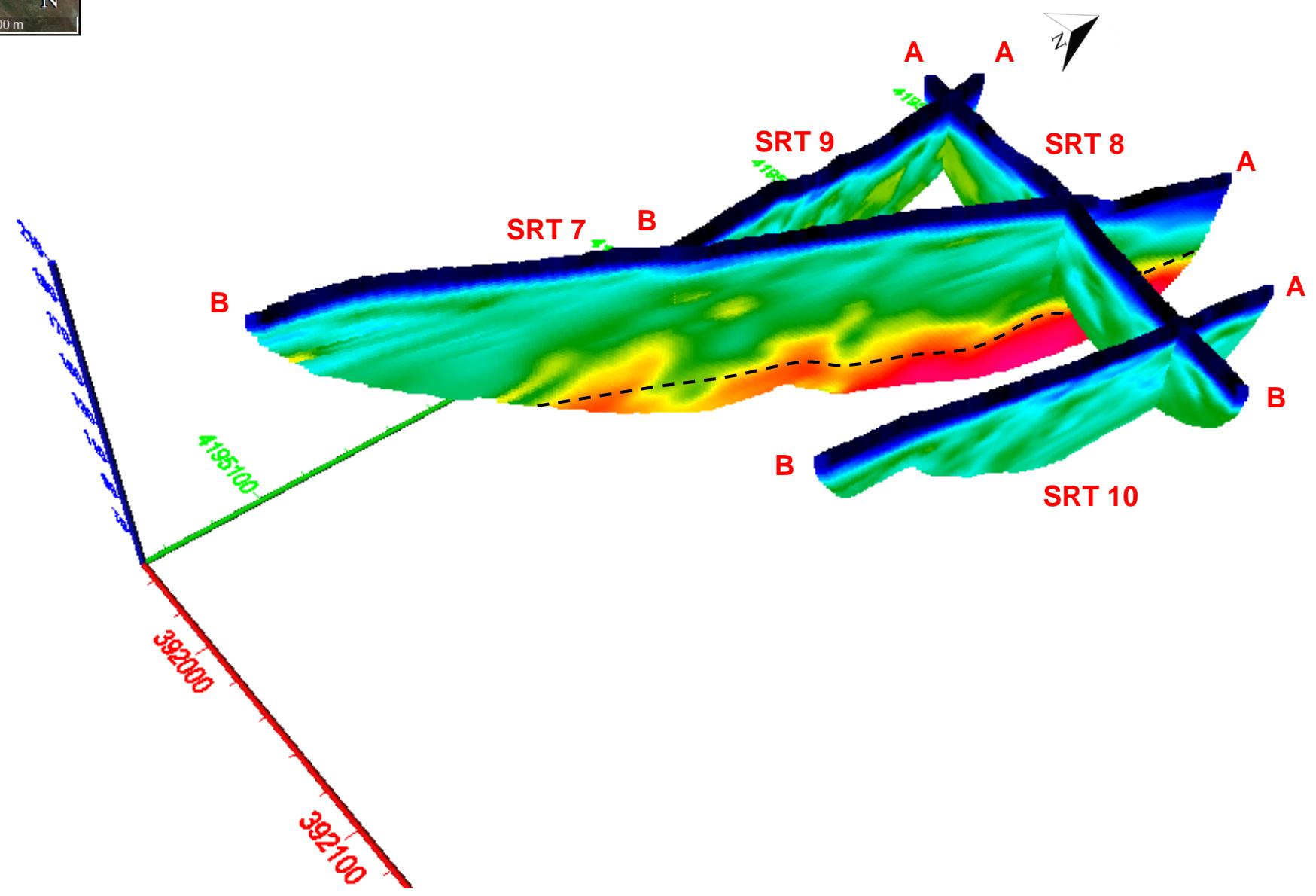
Committente

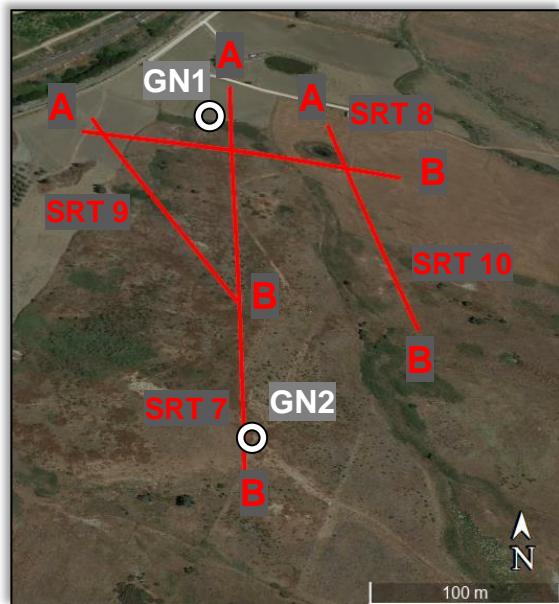

Indagine:
 SRT
Data esecuzione:
 Novembre - Dicembre 2018

Tavola: 34
 Panoramica n° 2
 SRT 7; SRT 8; SRT 9;
 SRT 10
 Onda P

Elaborato:
 Domenico Di Massa
Verificato:
 Donato Fiore
Approvato:
 Massimo De Iasi

--- Limite terreni compatti – terreni copertura





Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:
Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 35

Panoramica n° 2
SRT 7; SRT 8; SRT 9;
SRT 10

Elaborato:

Domenico Di Massa

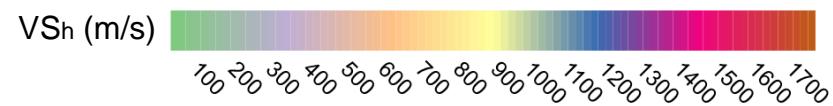
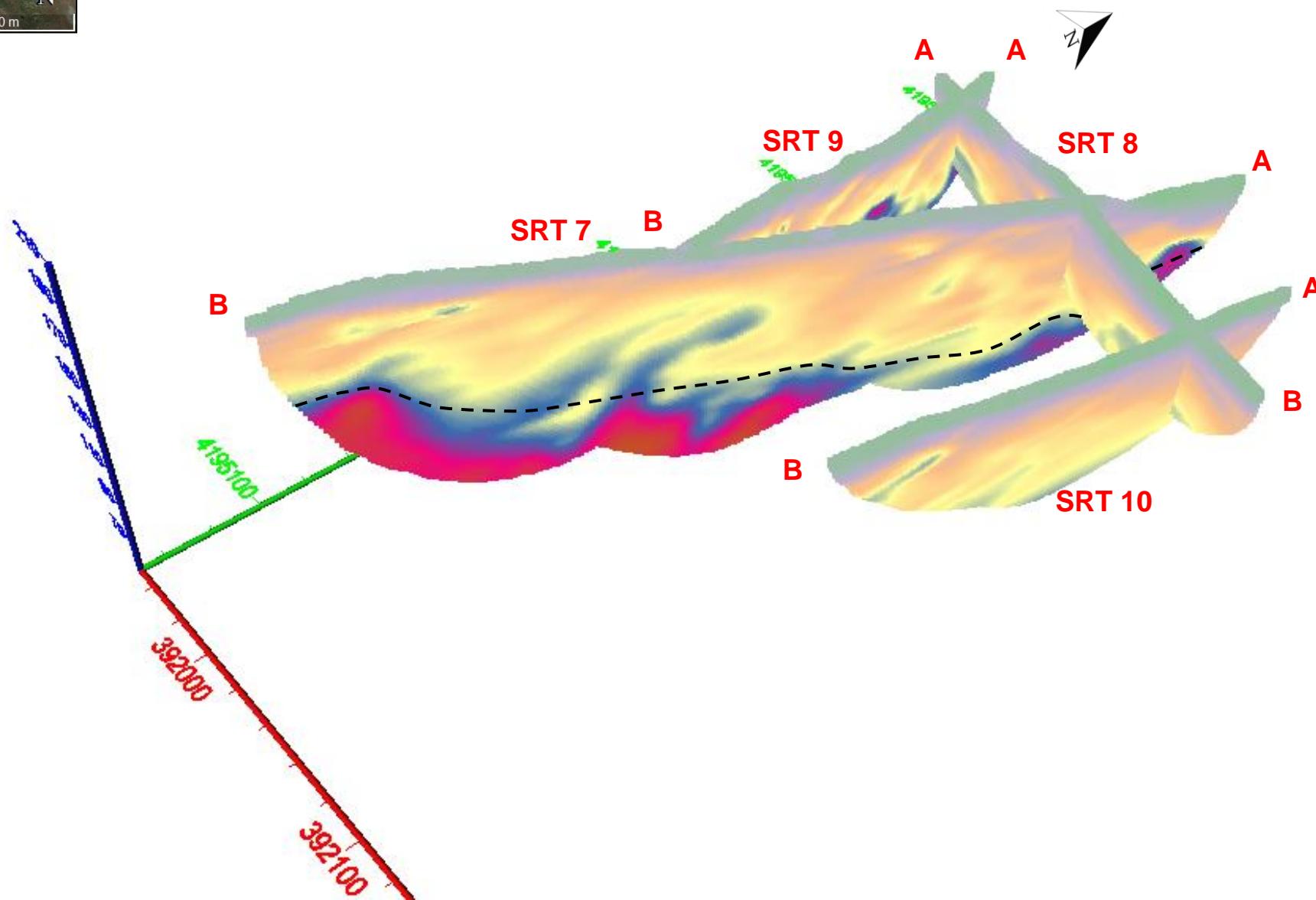
Verificato:

Donato Fiore

Approvato:

Massimo De Iasi

--- Limite terreni compatti – terreni copertura



Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente**Indagine:**

SRT

Data**esecuzione:**

Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 36

Ubicazione indagini

SRT 11; SRT 12;

SRT 13; SRT 14;

SRT 15; SRT 16.

Elaborato:

Domenico Di Massa

Verificato:

Donato Fiore

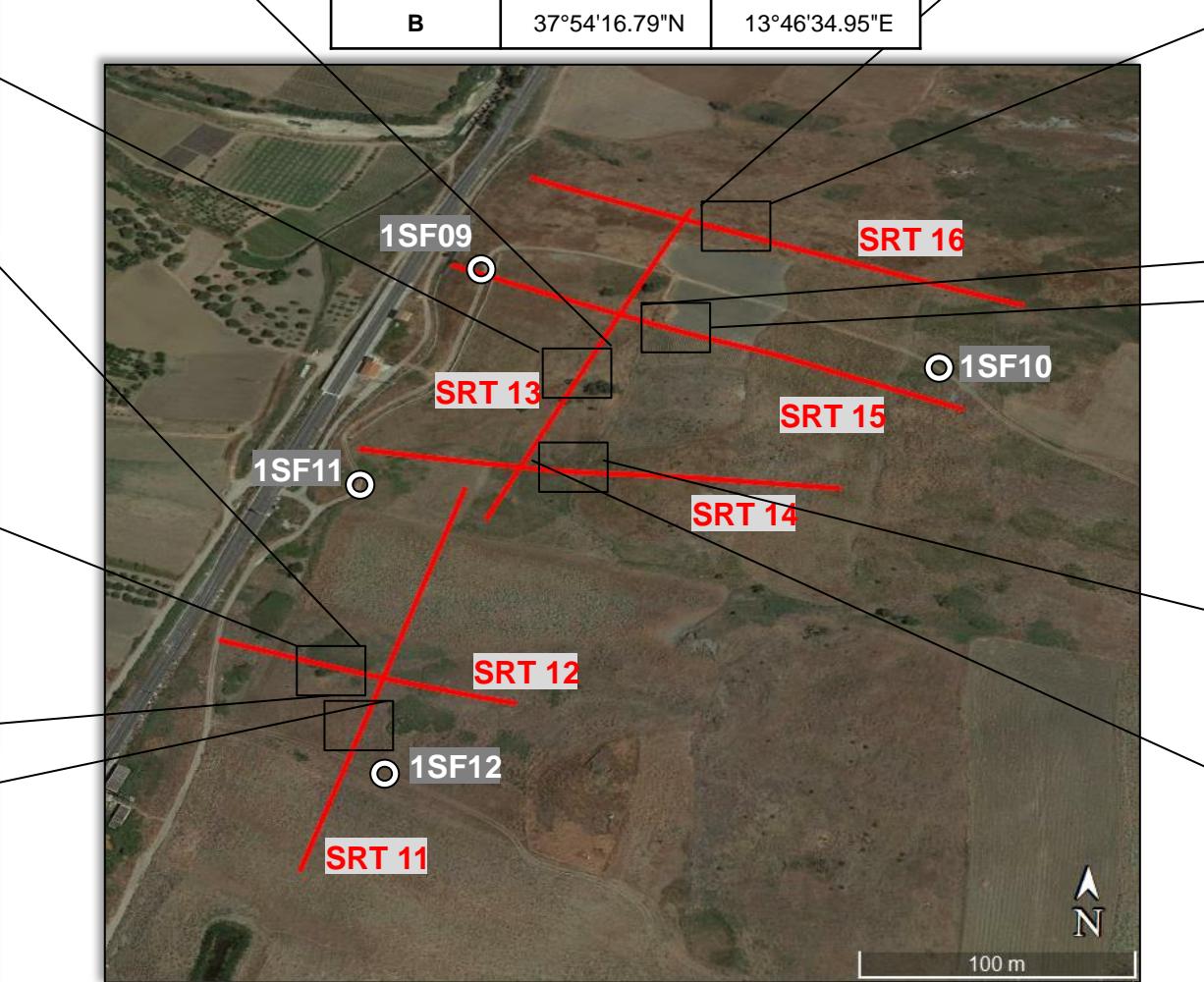
Approvato:

Massimo De Iasi

ID SRT 11	Latitudine	Longitudine
A	37°54'17.53"N	13°46'34.65"E
B	37°54'10.42"N	13°46'30.80"E

ID SRT 12	Latitudine	Longitudine
A	37°54'14.56"N	13°46'29.46"E
B	37°54'13.05"N	13°46'34.93"E

ID SRT 13	Latitudine	Longitudine
A	37°54'24.67"N	13°46'41.08"E
B	37°54'16.79"N	13°46'34.95"E



ID SRT 14	Latitudine	Longitudine
A	37°54'18.58"N	13°46'32.54"E
B	37°54'16.73"N	13°46'41.79"E

ID SRT 15	Latitudine	Longitudine
A	37°54'23.41"N	13°46'35.17"E
B	37°54'18.32"N	13°46'44.71"E

ID SRT 16	Latitudine	Longitudine
A	37°54'26.13"N	13°46'37.54"E
B	37°54'20.87"N	13°46'47.00"E



SRT 13



SRT 16



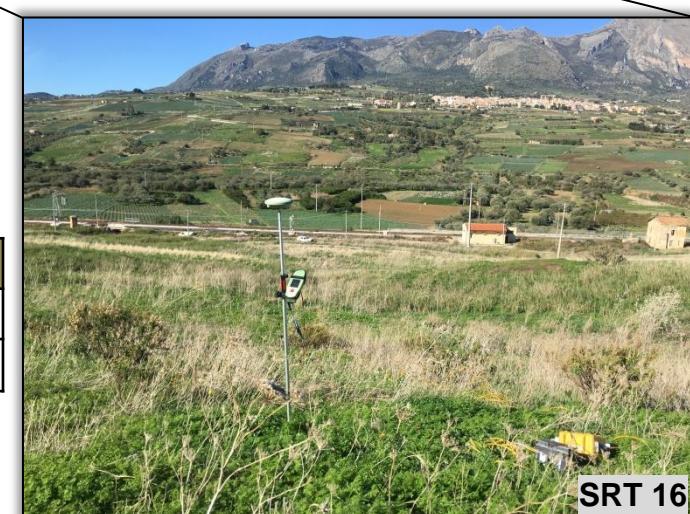
SRT 12



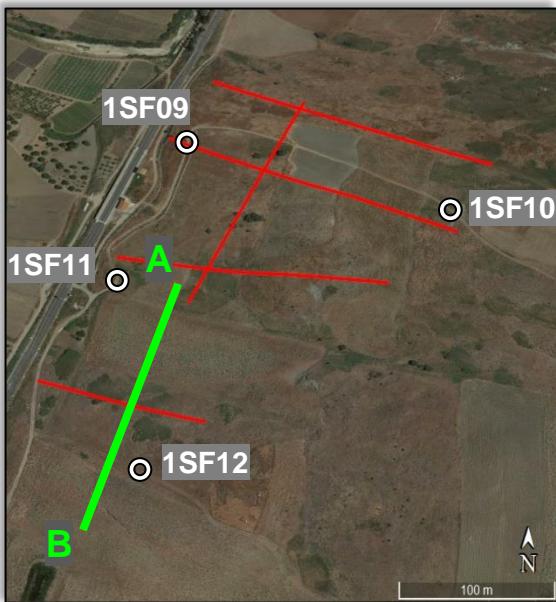
SRT 15



SRT 11



SRT 16



SRT 11

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:
Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 37

Sismica a rifrazione

SRT 11

Onda P

Elaborato:

Domenico Di Massa

Verificato:

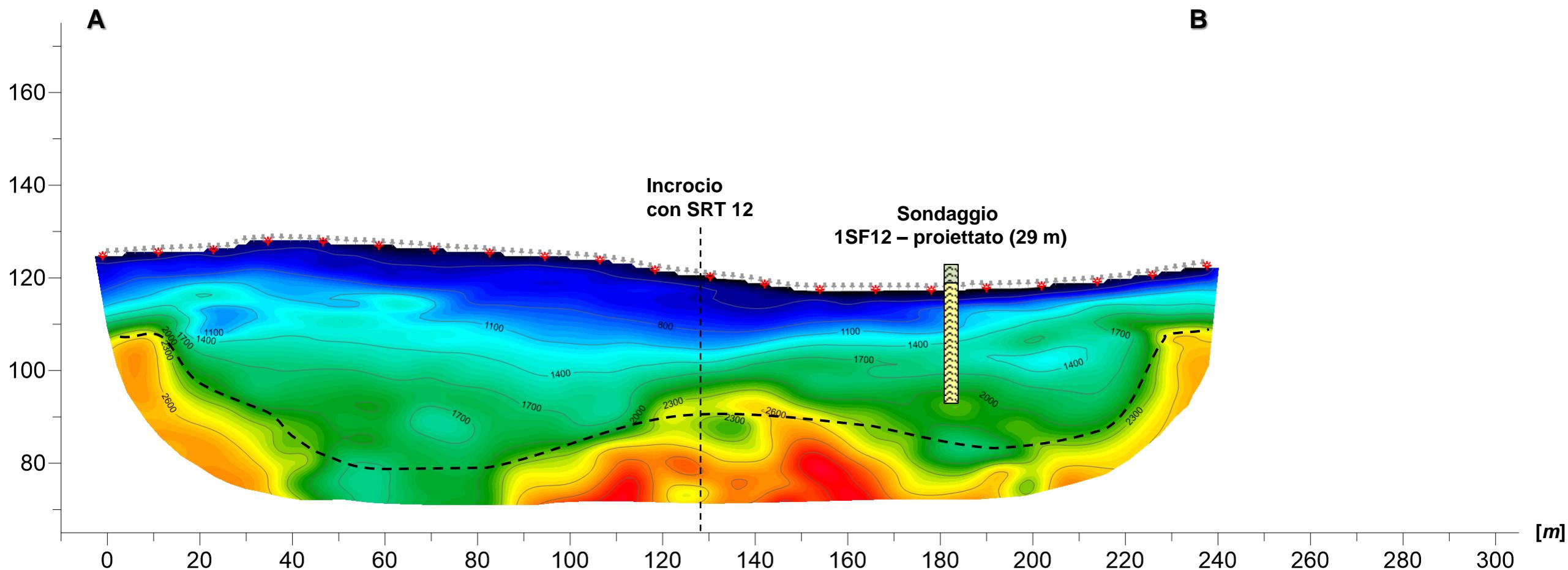
Donato Fiore

Approvato:

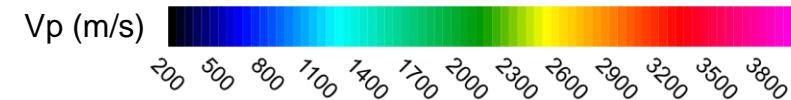
Massimo De Iasi

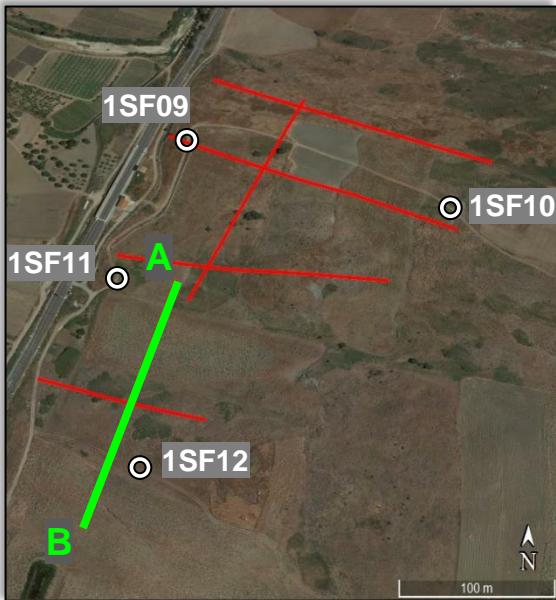
	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotetica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti - terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

[Quote ellissoidiche (m)]



Scala 1:1000





SRT 11

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:
Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente
ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

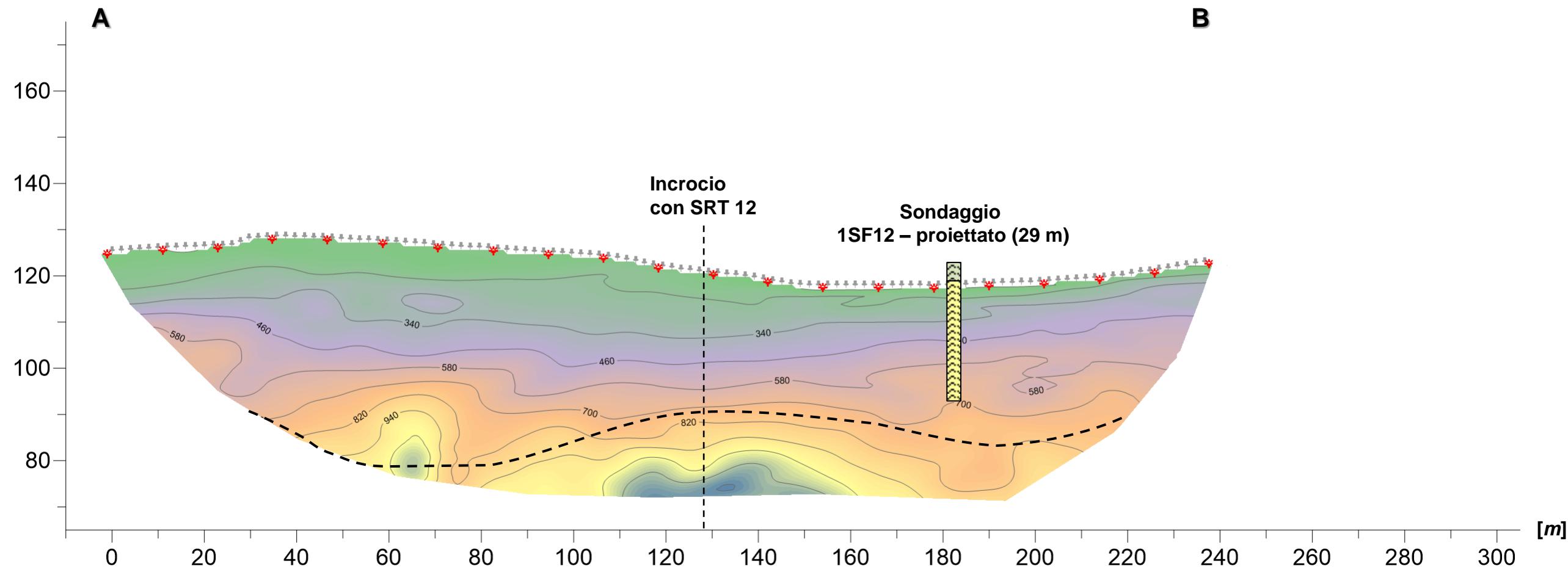
Indagine:
SRT
Data esecuzione:
Novembre - Dicembre 2018

Tavola: 38
Sismica a rifrazione
SRT 11
Onda Sh

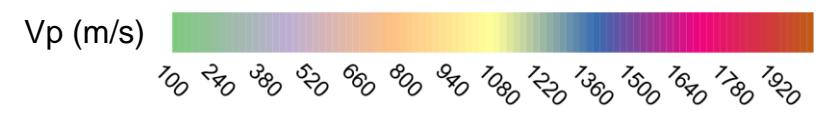
Elaborato:
Domenico Di Massa
Verificato:
Donato Fiore
Approvato:
Massimo De Iasi

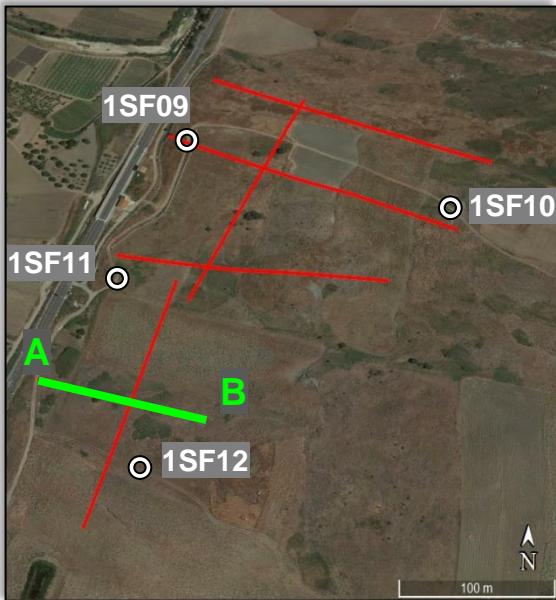
	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotesica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti - terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

[Quote ellissoidiche (m)]



Scala 1:1000





SRT 12

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:
Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2



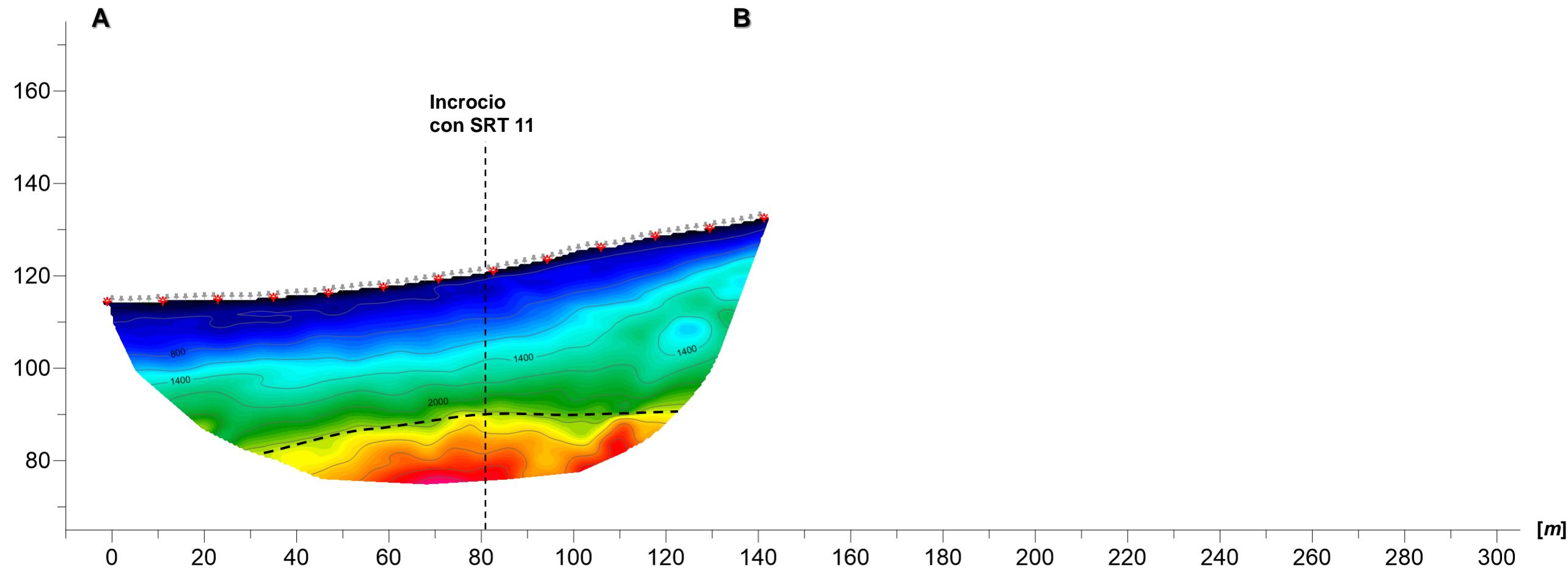
Indagine:
SRT
Data esecuzione:
Novembre - Dicembre 2018

Tavola: 39
Sismica a rifrazione
SRT 12
Onda P

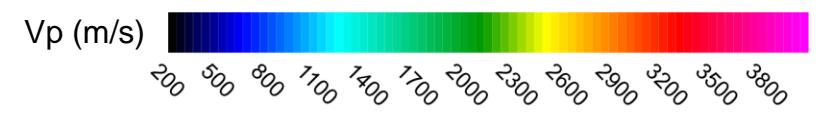
Elaborato:
Domenico Di Massa
Verificato:
Donato Fiore
Approvato:
Massimo De Iasi

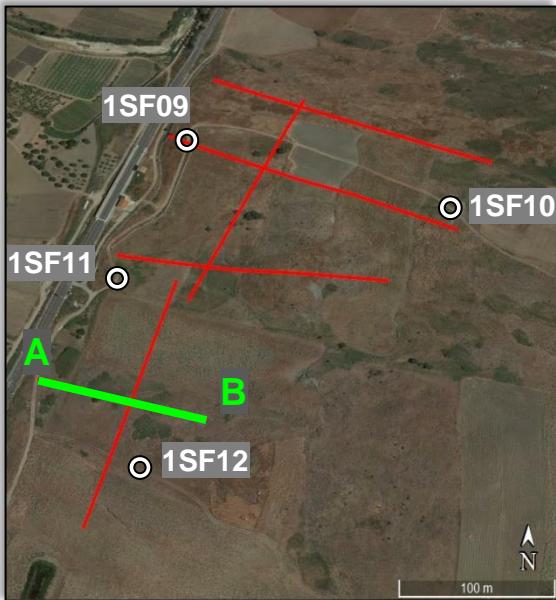
	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotetica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti – terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

[Quote ellissoidiche (m)]



Scala 1:1000





SRT 12

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:
Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente
ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

Indagine:
SRT

Data esecuzione:
Novembre - Dicembre 2018

Tavola: 40
Sismica a rifrazione
SRT 12
Onda Sh

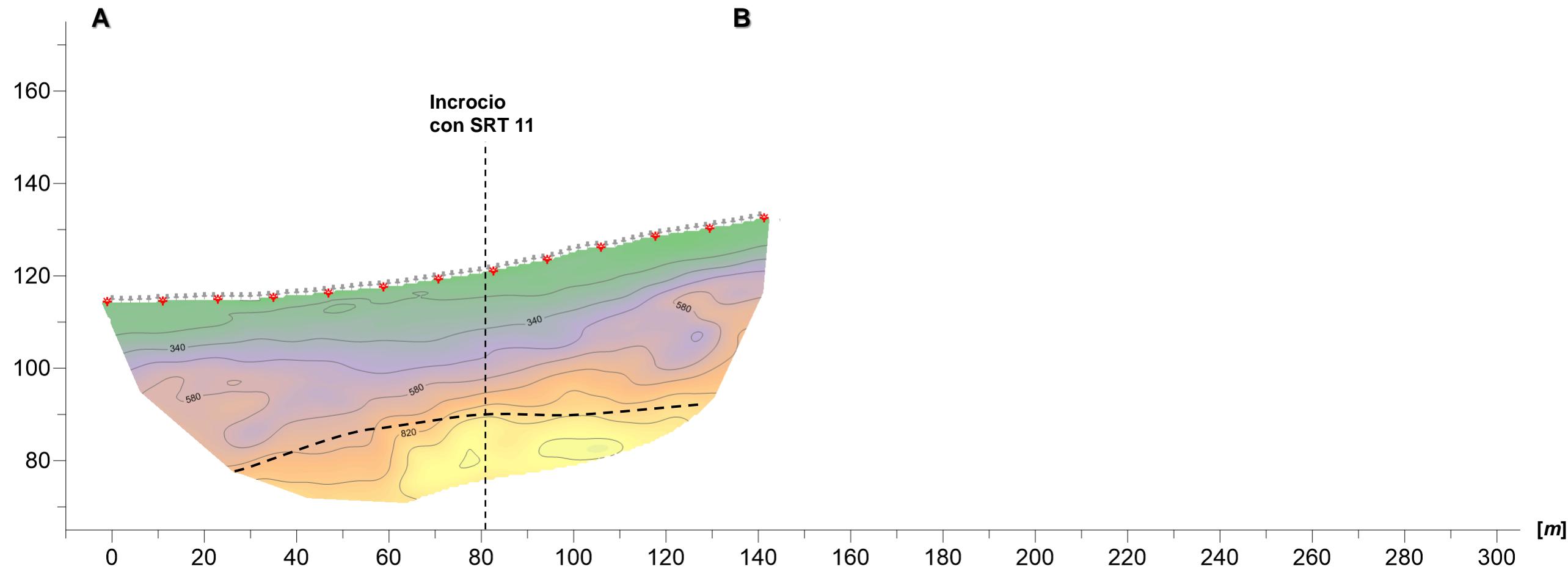
Elaborato:
Domenico Di Massa

Verificato:
Donato Fiore

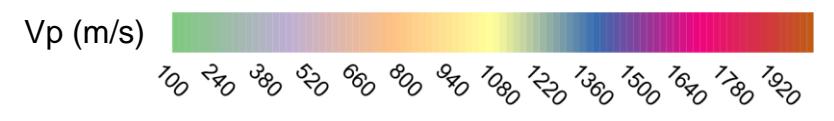
Approvato:
Massimo De Iasi

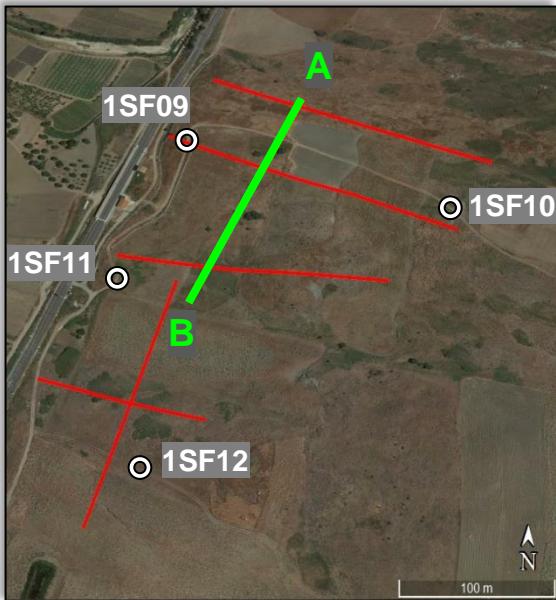
	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotetica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti - terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

[Quote ellissoidiche (m)]



Scala 1:1000





SRT 13

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:

Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 41

Sismica a rifrazione

SRT 13

Onda P

Elaborato:

Domenico Di Massa

Verificato:

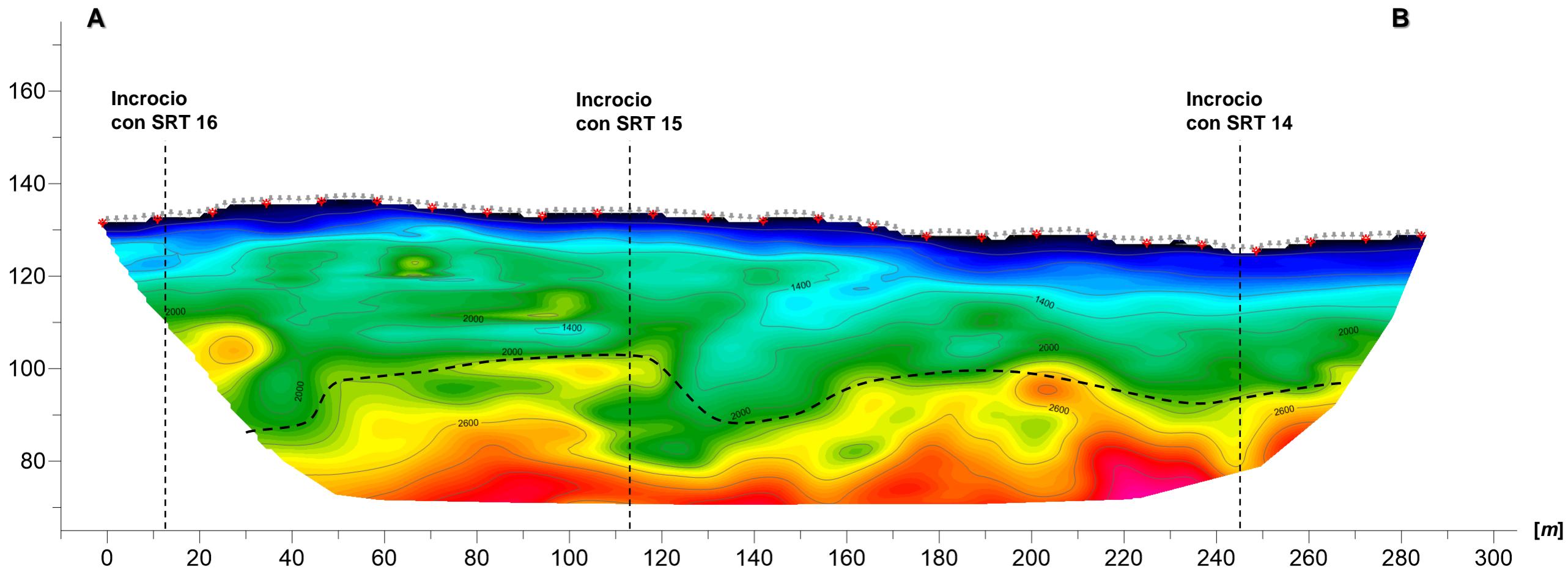
Donato Fiore

Approvato:

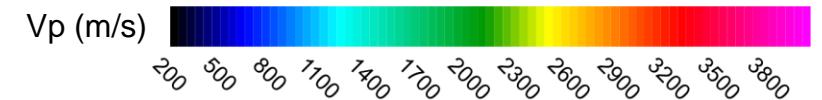
Massimo De Iasi

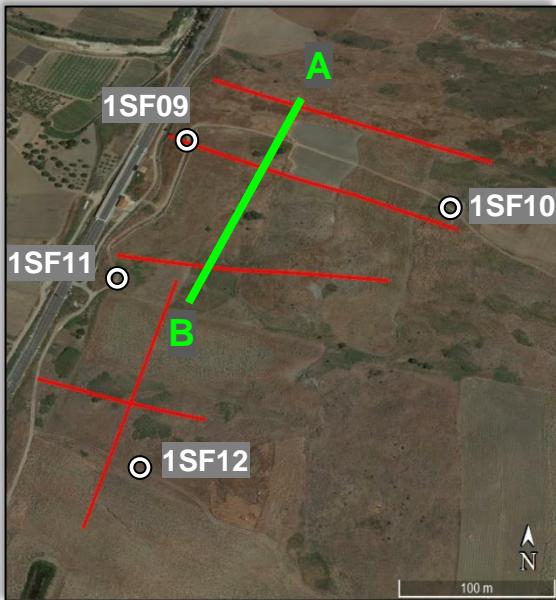
	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotetica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti - terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

[Quote ellissoidiche (m)]



Scala 1:1000





SRT 13

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:

Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 42

Sismica a rifrazione

SRT 13

Onda Sh

Elaborato:

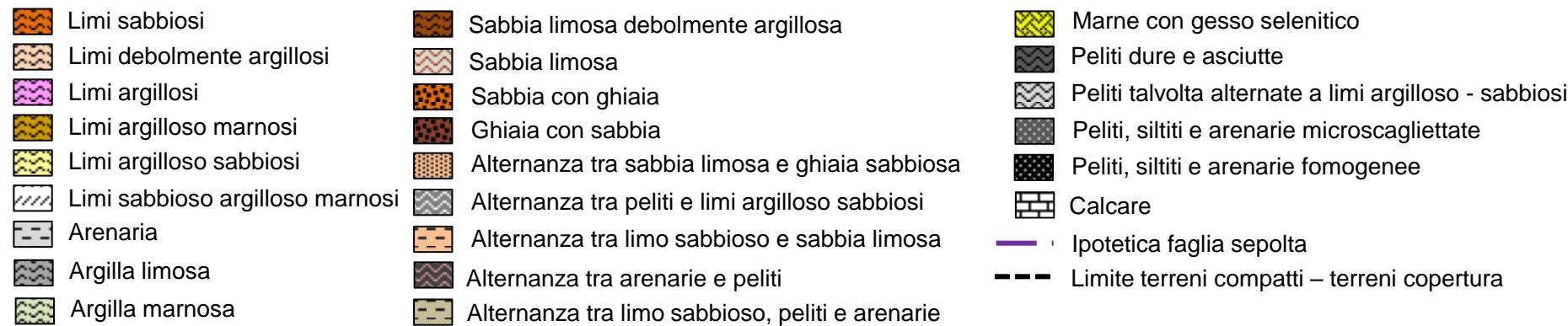
Domenico Di Massa

Verificato:

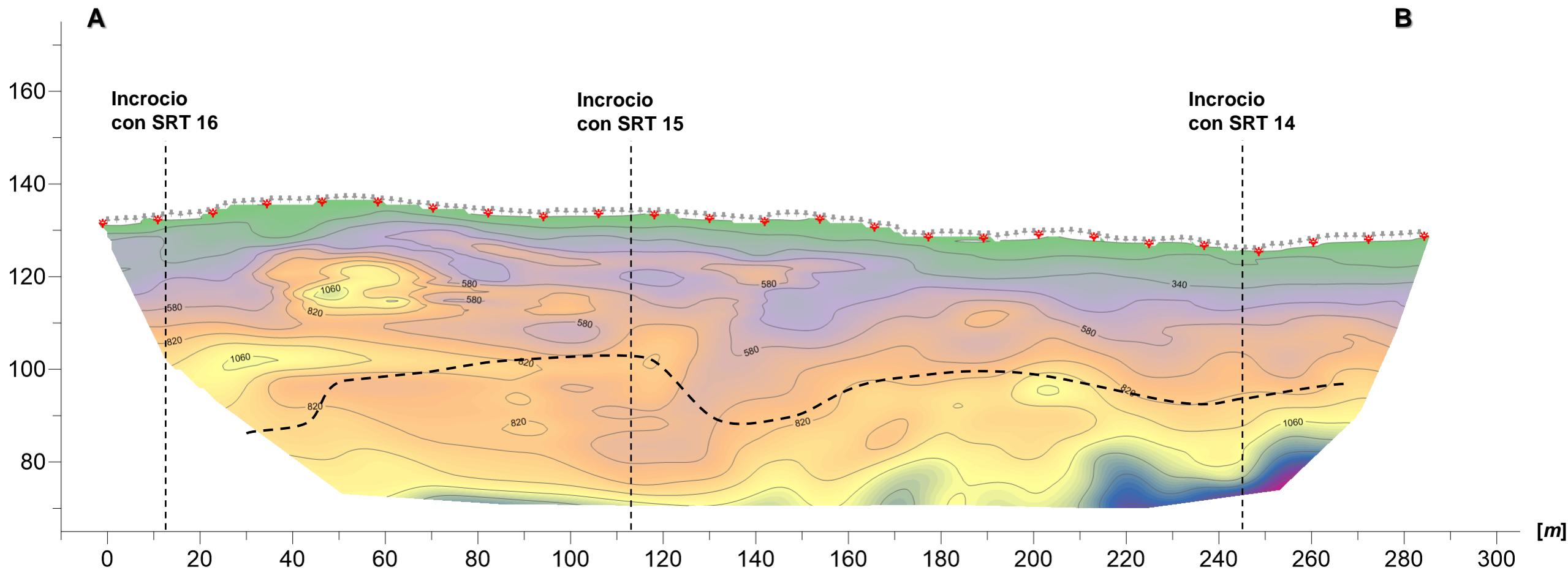
Donato Fiore

Approvato:

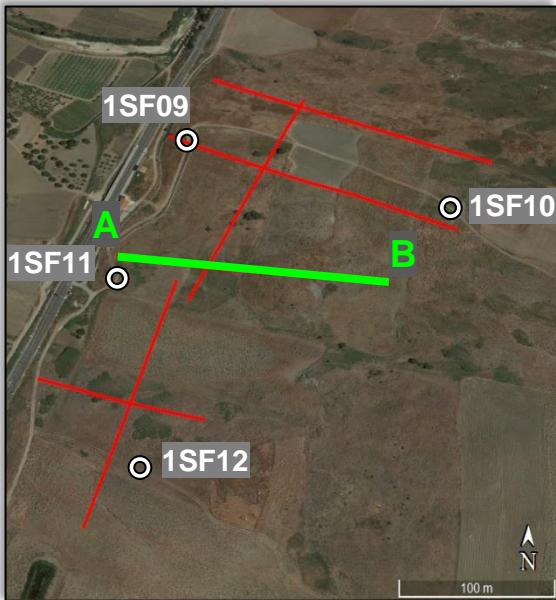
Massimo De Iasi



[Quote ellissoidiche (m)]



Scala 1:1000



SRT 14

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:

Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 43

Sismica a rifrazione

SRT 14

Onda P

Elaborato:

Domenico Di Massa

Verificato:

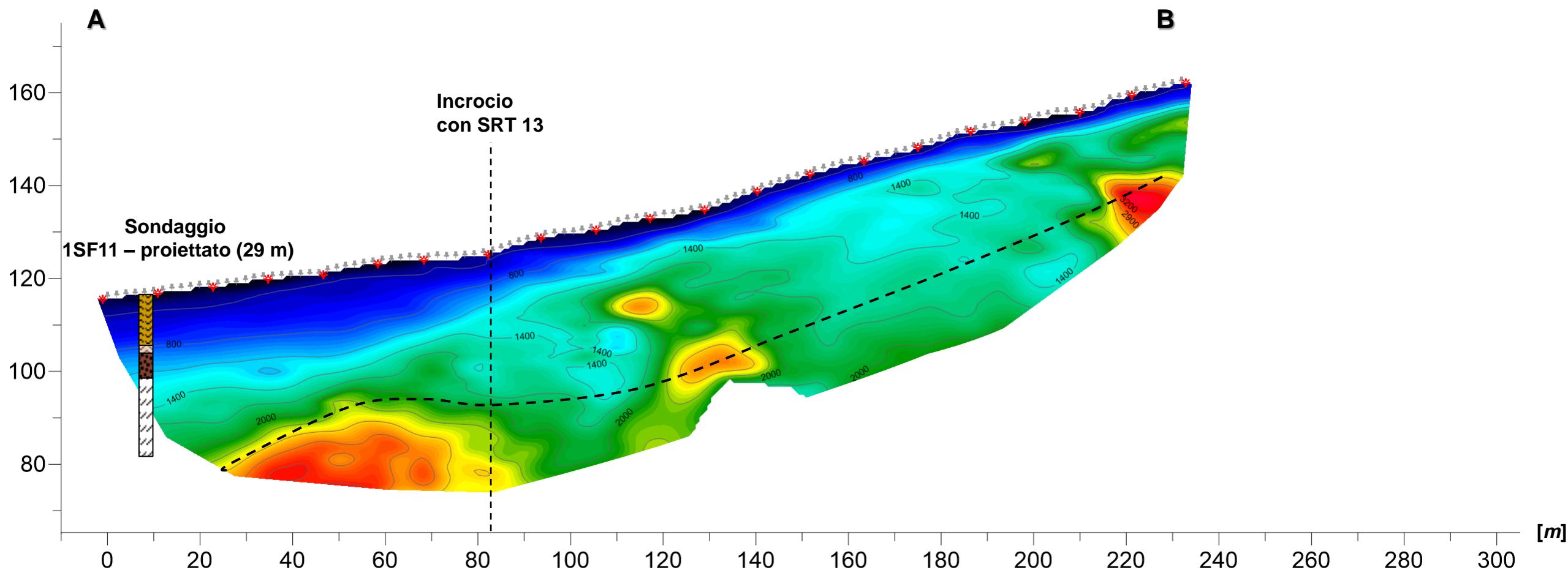
Donato Fiore

Approvato:

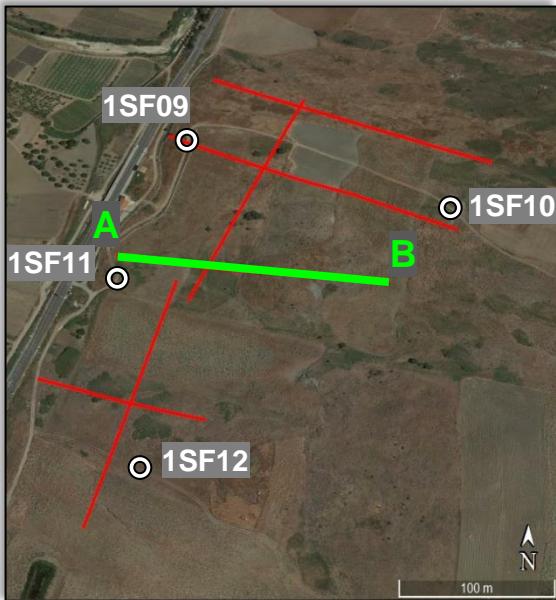
Massimo De Iasi

	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotesica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti - terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

[Quote ellissoidiche (m)]



Scala 1:1000



SRT 14

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:
Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 44

Sismica a rifrazione

SRT 14

Onda Sh

Elaborato:

Domenico Di Massa

Verificato:

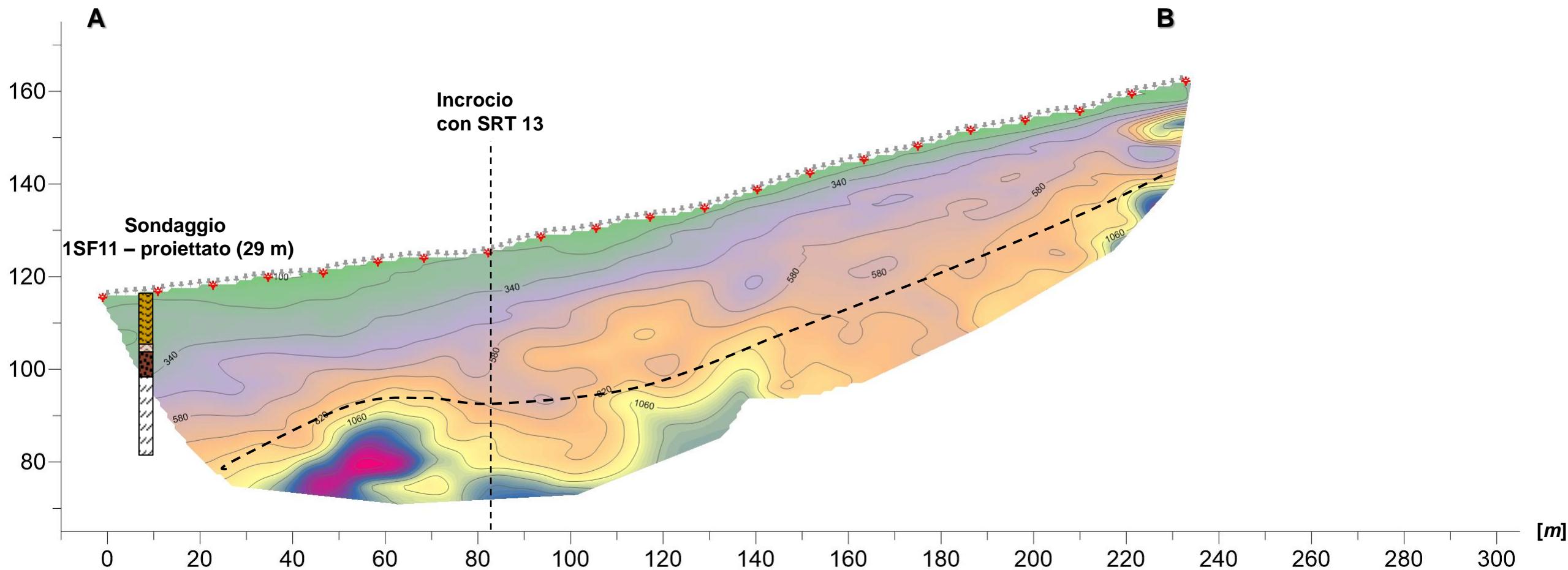
Donato Fiore

Approvato:

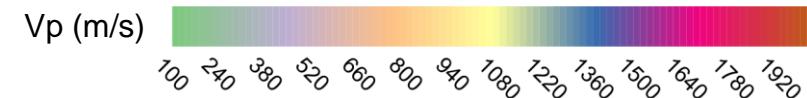
Massimo De Iasi

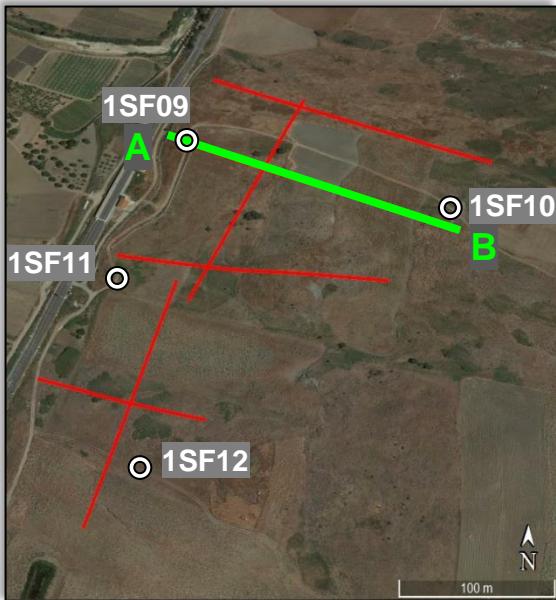
	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotesica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti - terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

[Quote ellissoidiche (m)]



Scala 1:1000





SRT 15

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:
Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 45

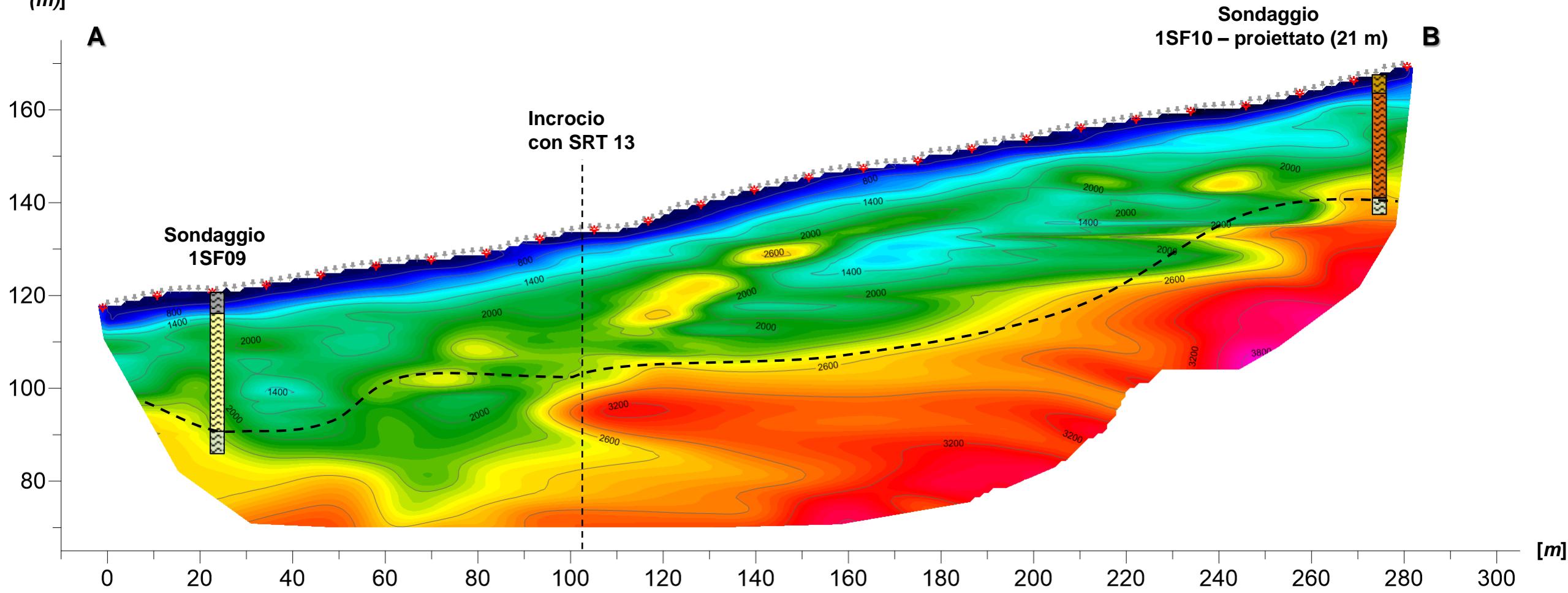
Sismica a rifrazione
SRT 15
Onda P

Elaborato:

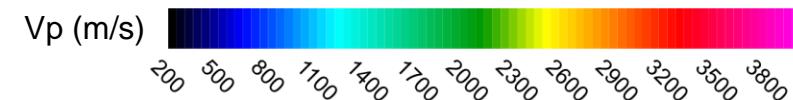
Domenico Di Massa
Verificato:
Donato Fiore
Approvato:
Massimo De Iasi

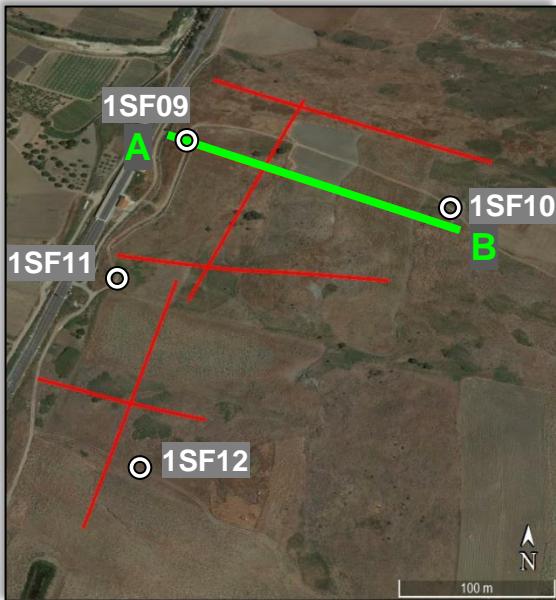
	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotesica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti - terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

[Quote ellissoidiche (m)]



Scala 1:1000





SRT 15

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:
Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 46

Sismica a rifrazione

SRT 15

Onda Sh

Elaborato:

Domenico Di Massa

Verificato:

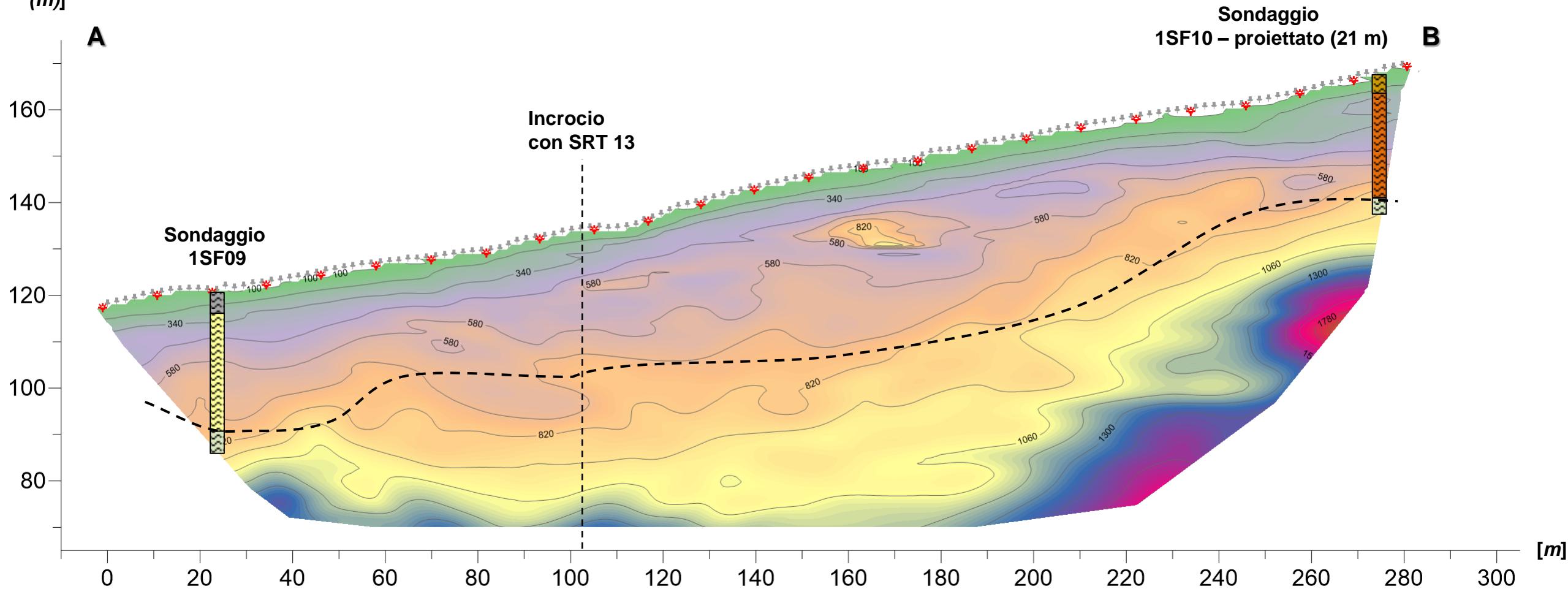
Donato Fiore

Approvato:

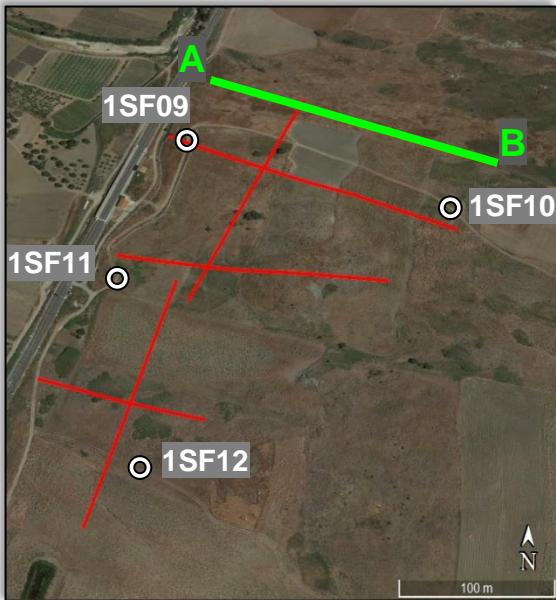
Massimo De Iasi

	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotesica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti - terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

[Quote ellissoidiche (m)]



Scala 1:1000



SRT 16

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:
Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 47

Sismica a rifrazione

SRT 16

Onda P

Elaborato:

Domenico Di Massa

Verificato:

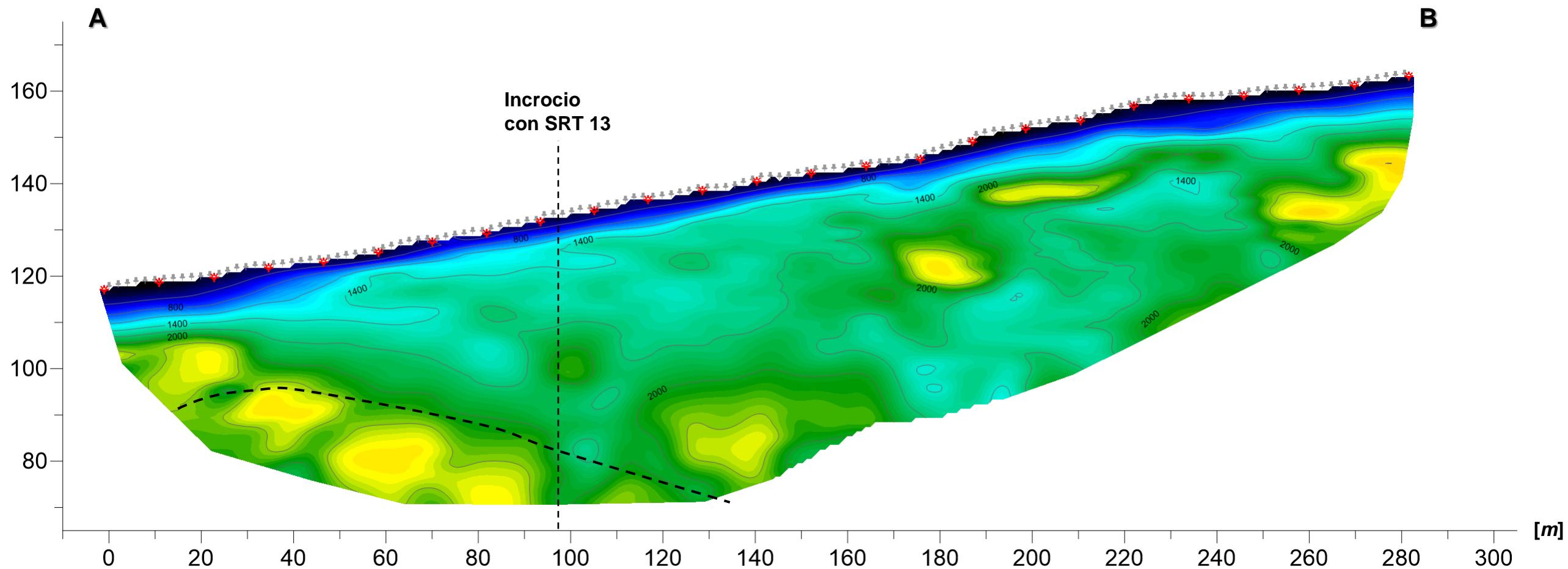
Donato Fiore

Approvato:

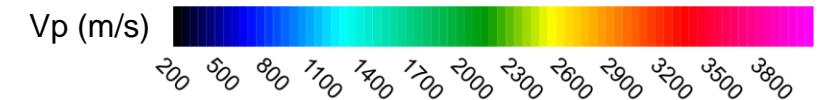
Massimo De Iasi

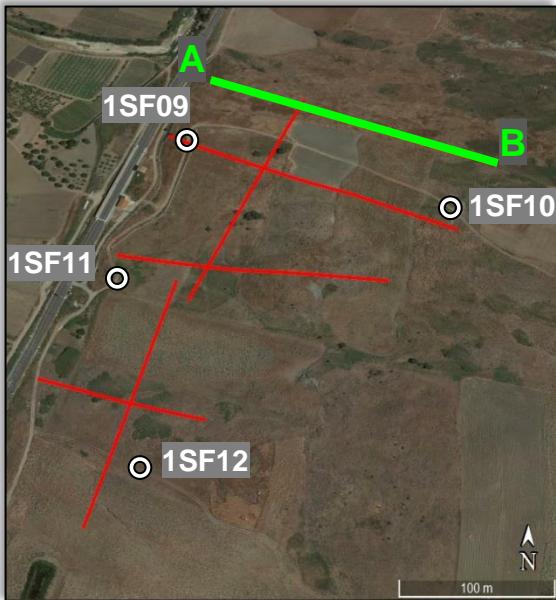
	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotetica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti - terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

[Quote ellissoidiche (m)]



Scala 1:1000





SRT 16

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:

Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 48

Sismica a rifrazione

SRT 16

Onda Sh

Elaborato:

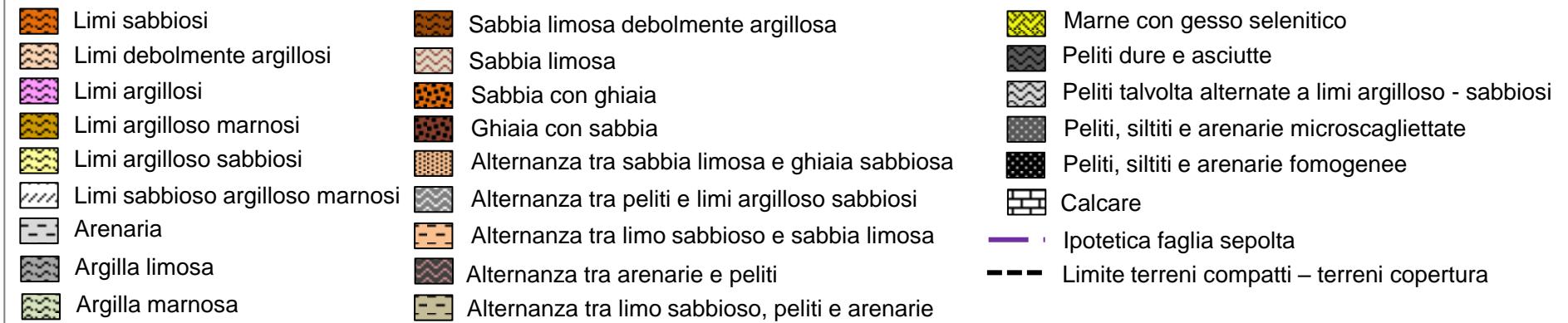
Domenico Di Massa

Verificato:

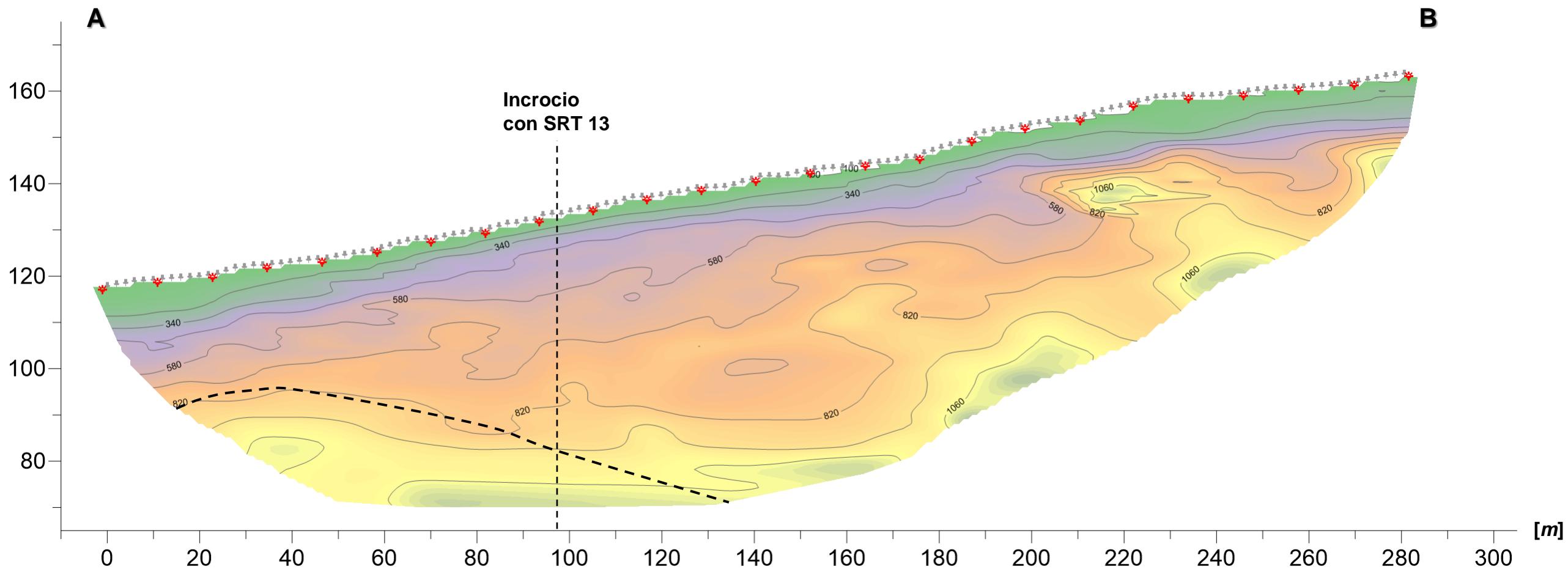
Donato Fiore

Approvato:

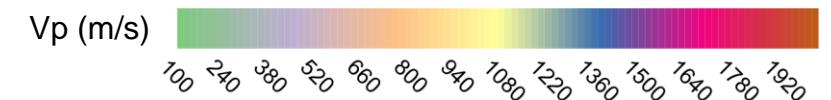
Massimo De Iasi

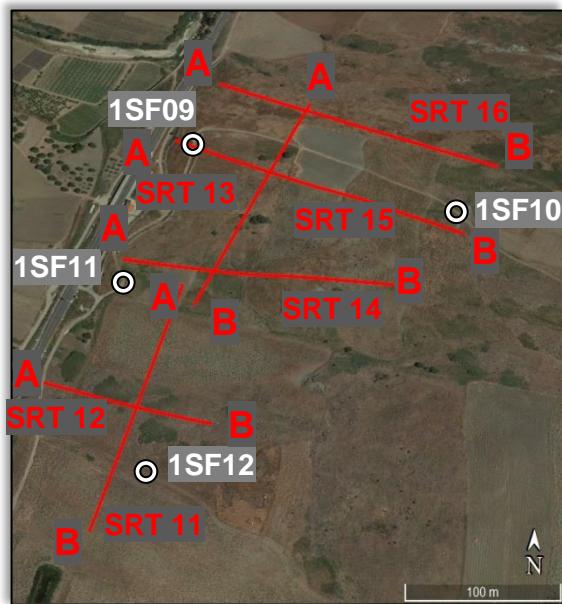


[Quote ellissoidiche (m)]



Scala 1:1000





Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:
Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 49

Panoramica
SRT 11; SRT 12; SRT 13;
SRT 14; SRT 15;
SRT 16
Onda P

Elaborato:

Domenico Di Massa

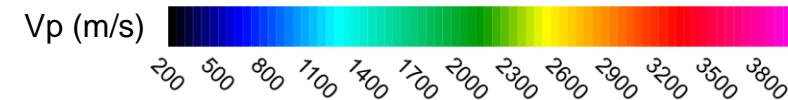
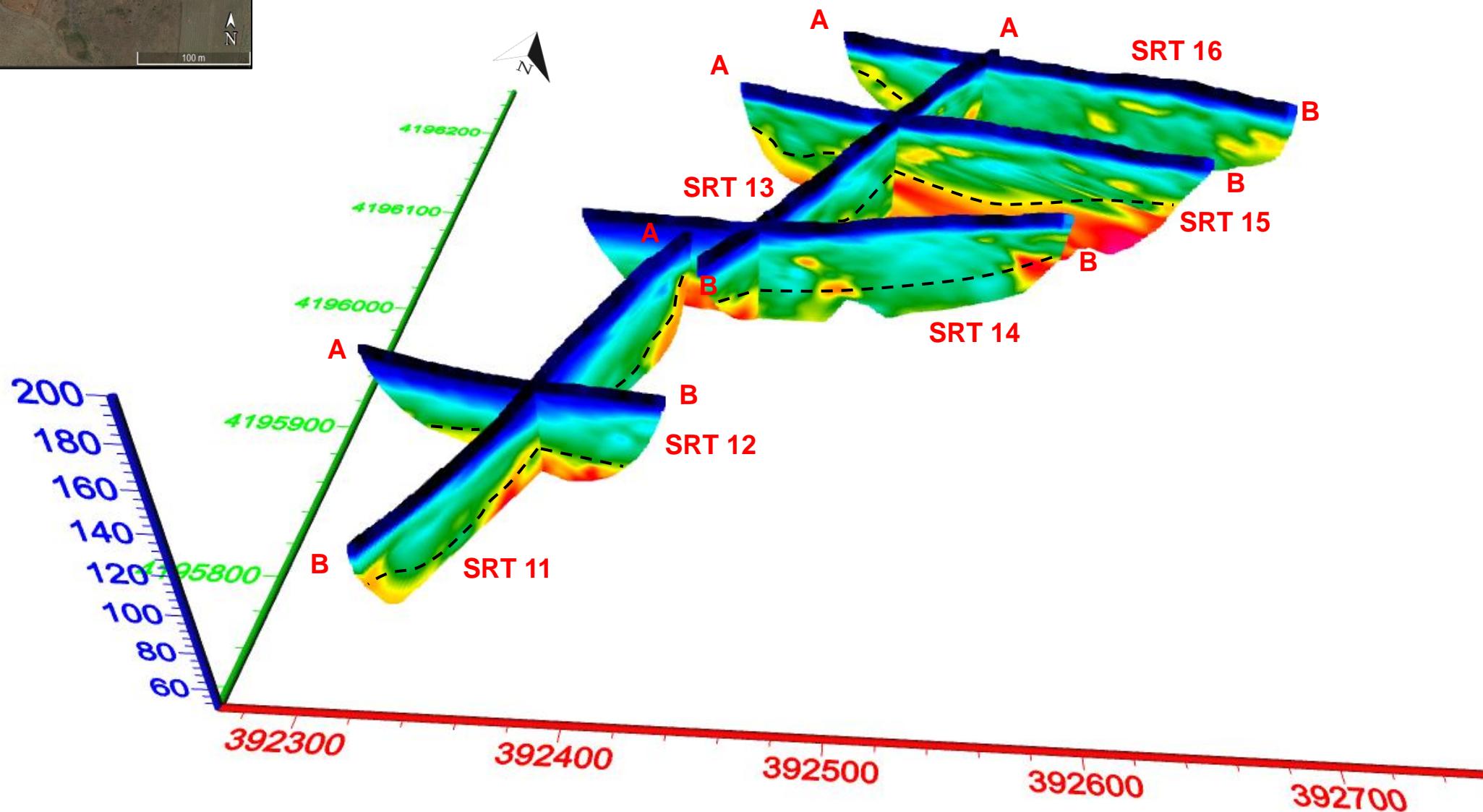
Verificato:

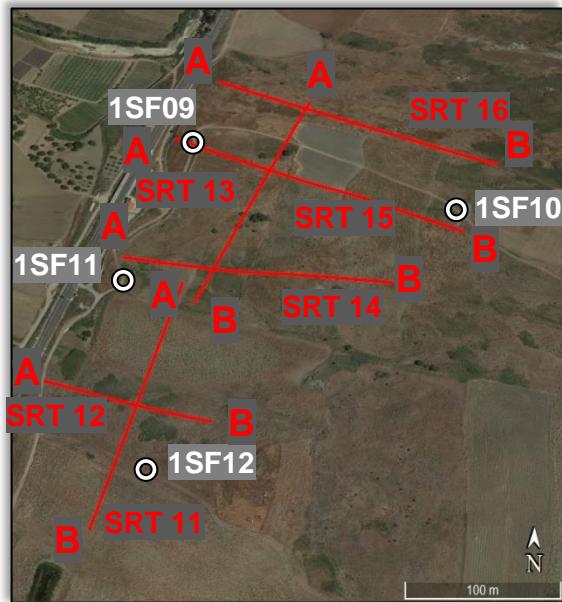
Donato Fiore

Approvato:

Massimo De Iasi

--- Limite terreni compatti – terreni copertura





Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:
 Novembre -
 Dicembre 2018

Tavola: 50

Panoramica
 SRT 11; SRT 12; SRT 13;
 SRT 14; SRT 15;
 SRT 16
 Onda Sh

Elaborato:

Domenico Di Massa

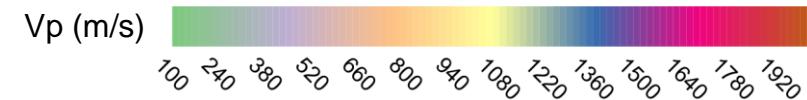
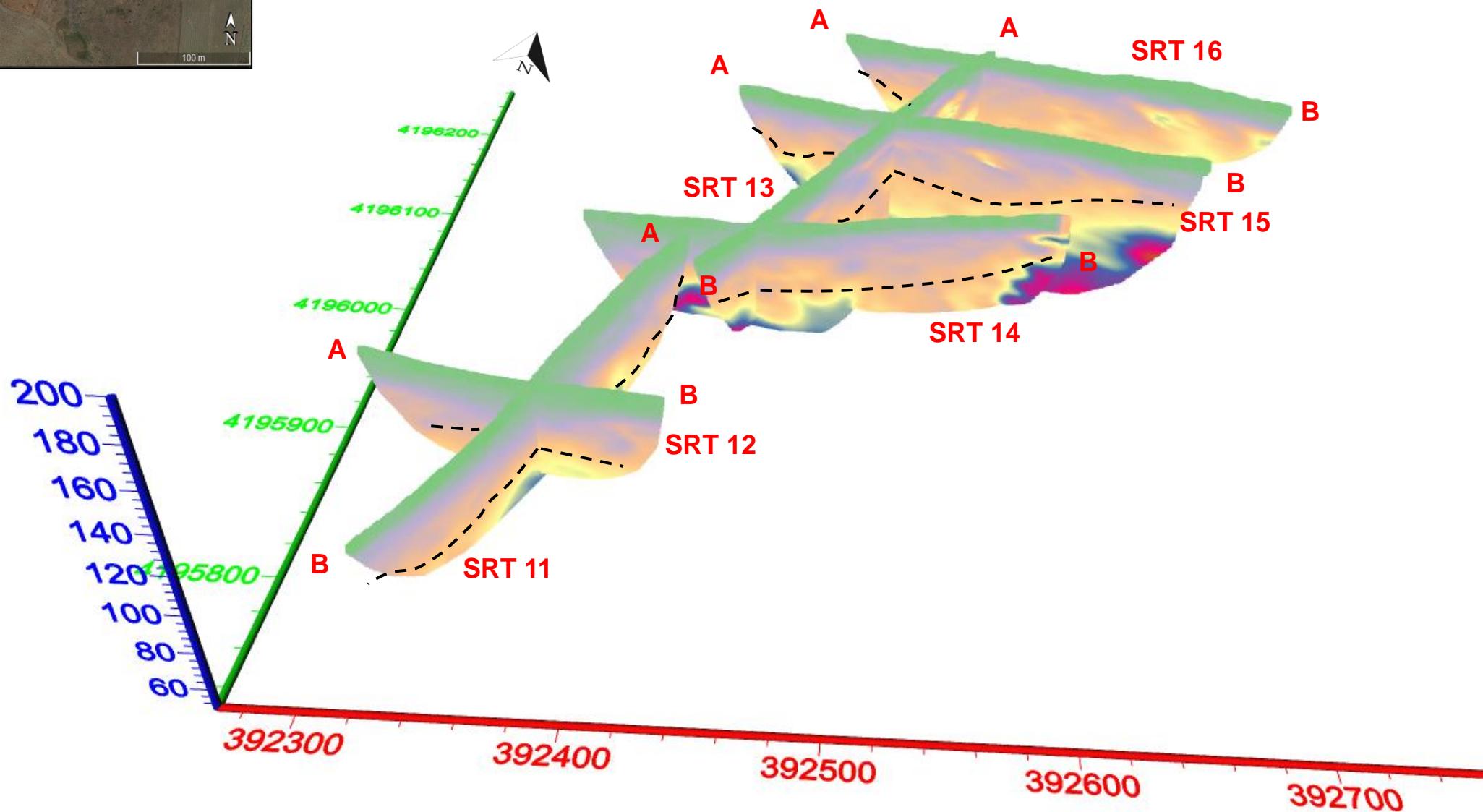
Verificato:

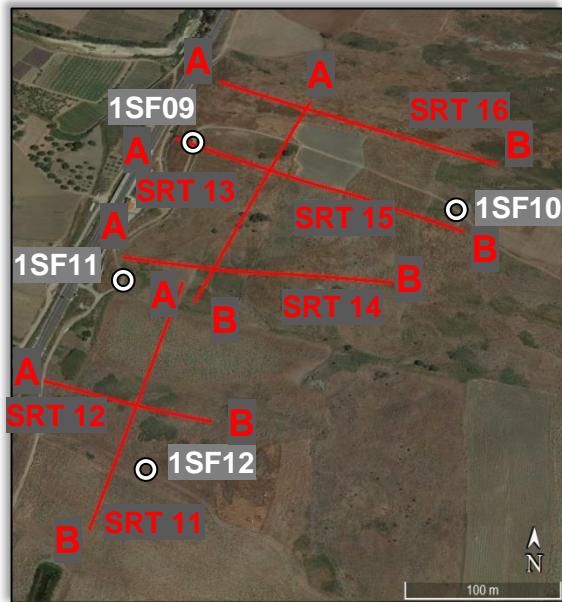
Donato Fiore

Approvato:

Massimo De Iasi

--- Limite terreni compatti – terreni copertura





Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:
Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 51

Panoramica n°2
SRT 11; SRT 12; SRT 13;
SRT 14; SRT 15;
SRT 16
Onda P

Elaborato:

Domenico Di Massa

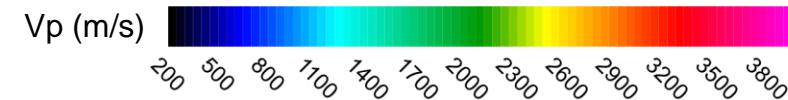
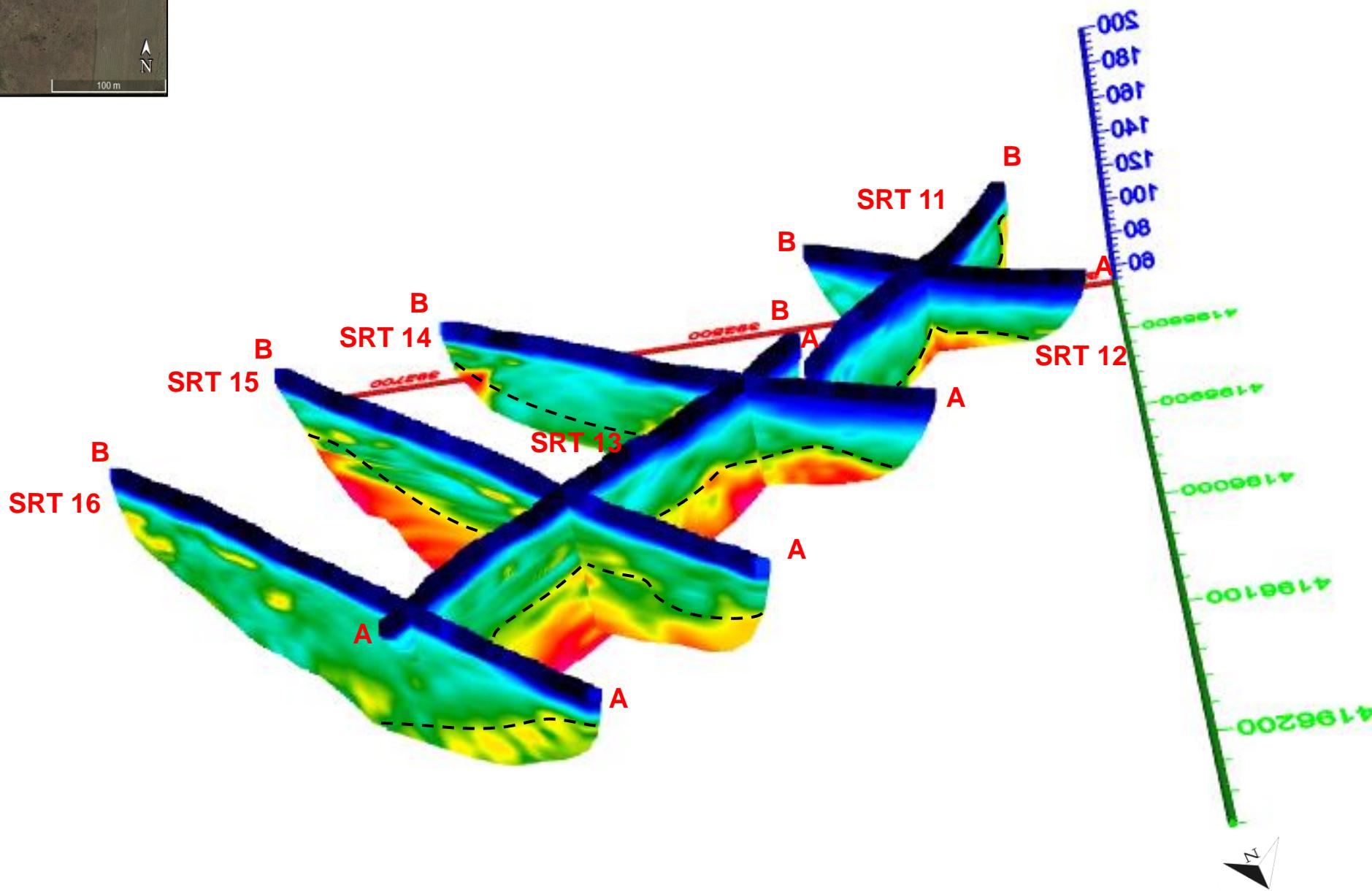
Verificato:

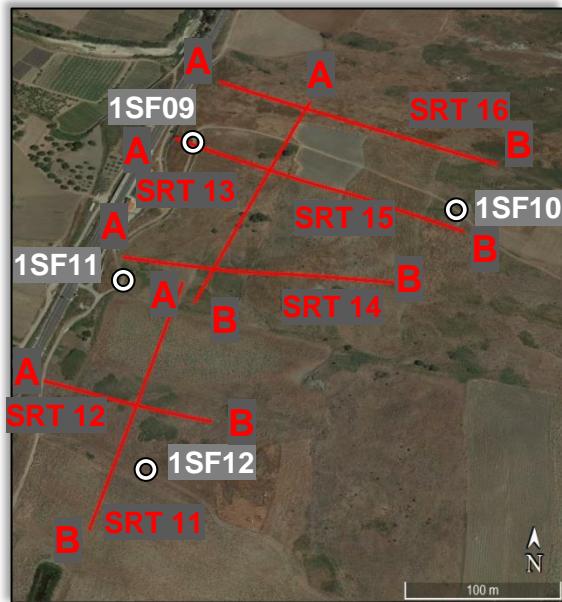
Donato Fiore

Approvato:

Massimo De Iasi

--- Limite terreni compatti – terreni copertura





Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:
Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 52

Panoramica n° 2
SRT 11; SRT 12; SRT 13;
SRT 14; SRT 15;
SRT 16
Onda Sh

Elaborato:

Domenico Di Massa

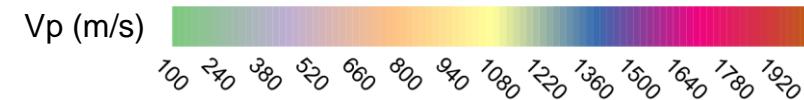
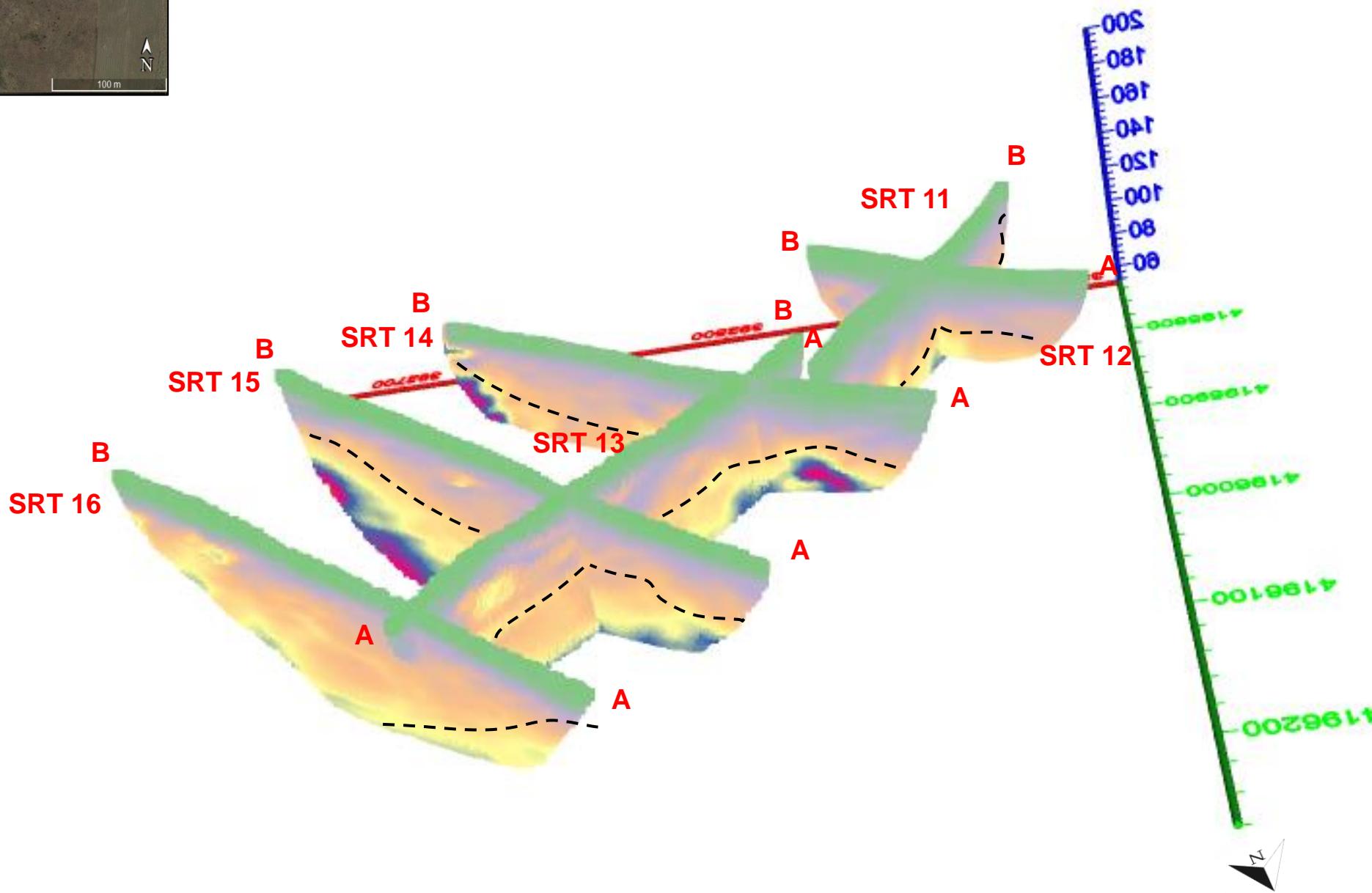
Verificato:

Donato Fiore

Approvato:

Massimo De Iasi

--- Limite terreni compatti – terreni copertura



Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente**Indagine:**

SRT

Data**esecuzione:**

Novembre -

Dicembre 2018

Tavola: 53

Ubicazione indagini

SRT 17; SRT 18

Elaborato:

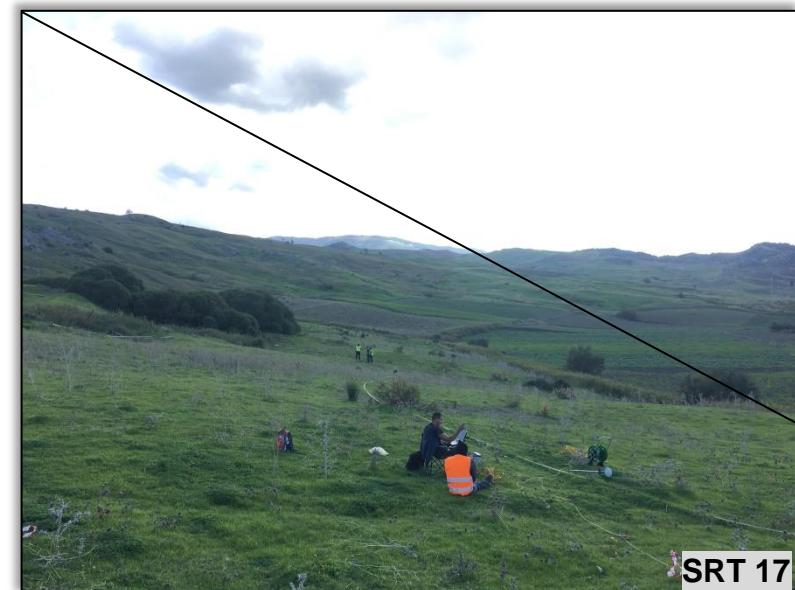
Domenico Di Massa

Verificato:

Donato Fiore

Approvato:

Massimo De Iasi



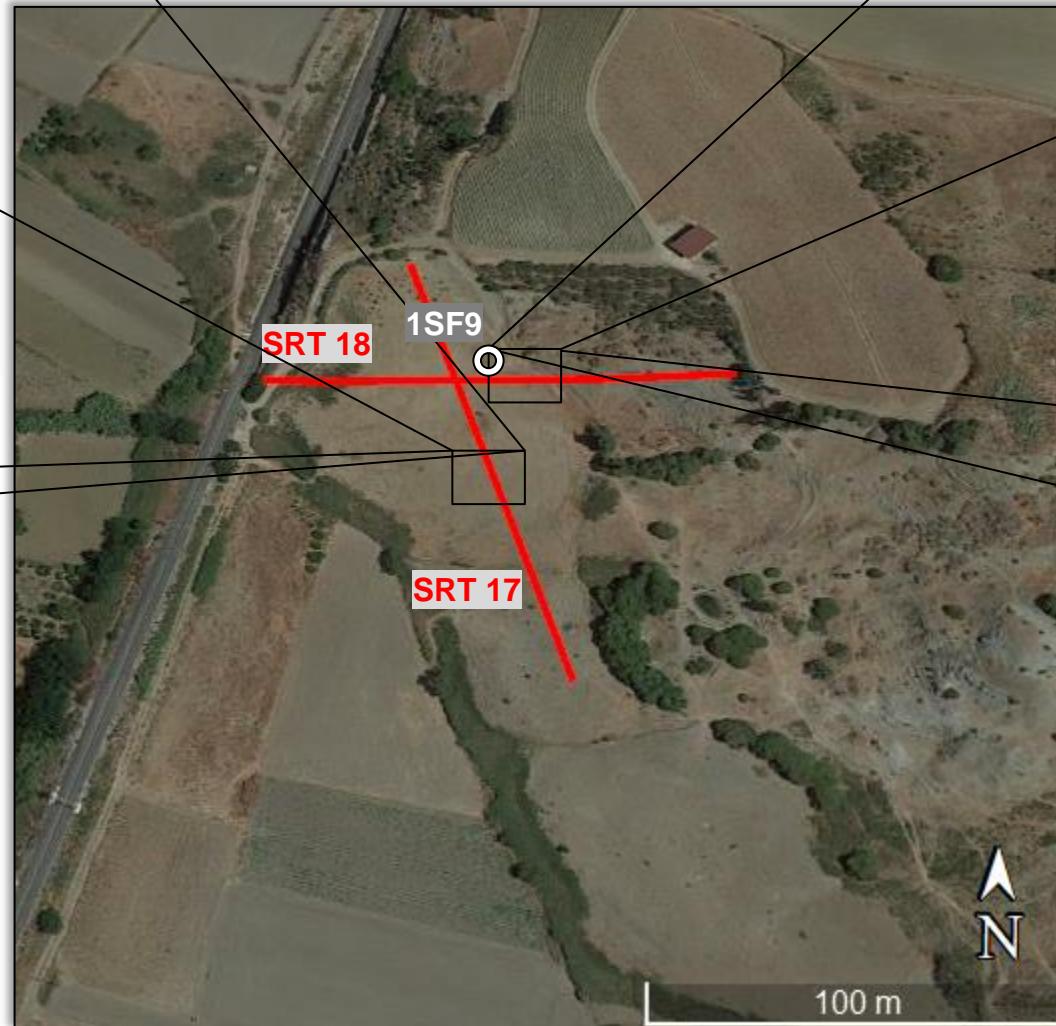
SRT 17



SRT 18



SRT 17



SRT 18

1SF9

SRT 17

100 m

N



SRT 18

ID SRT 17	Latitudine	Longitudine
A	37°54'42.26"N	13°46'47.84"E
B	37°54'37.63"N	13°46'48.49"E

ID SRT 18	Latitudine	Longitudine
A	37°54'41.01"N	13°46'45.77"E
B	37°54'40.64"N	13°46'51.18"E



SRT 17

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:
Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 54

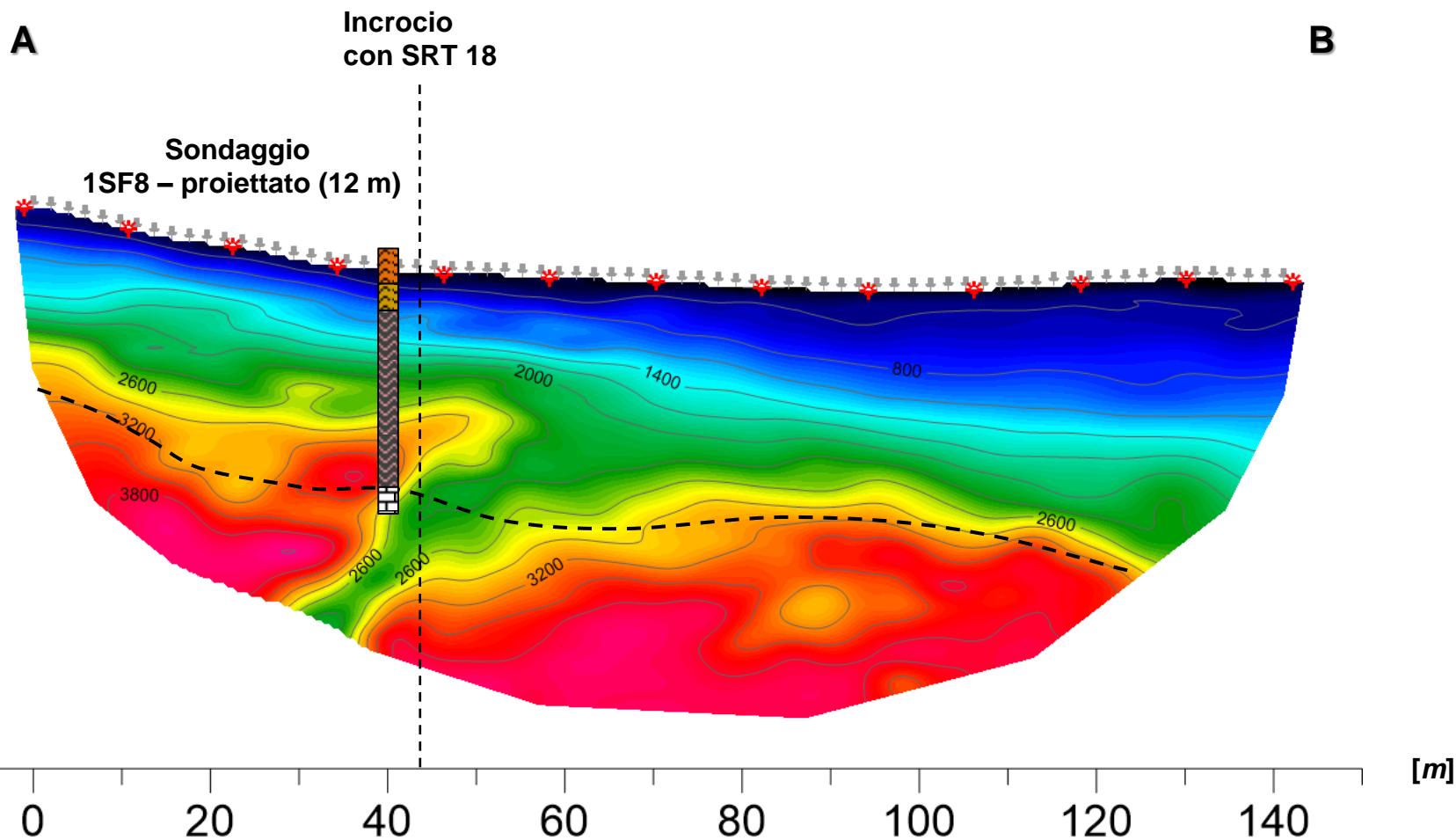
Sismica a rifrazione
SRT 17
Onda P

Elaborato:

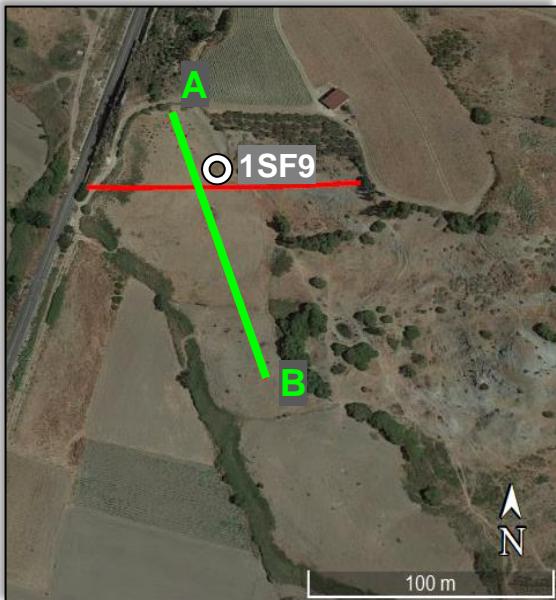
Domenico Di Massa
Verificato:
Donato Fiore
Approvato:
Massimo De Iasi

	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotetica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti - terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

[Quote ellissoidiche (m)]



Scala 1:750



SRT 17

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:
Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 55

Sismica a rifrazione

SRT 17

Onda Sh

Elaborato:

Domenico Di Massa

Verificato:

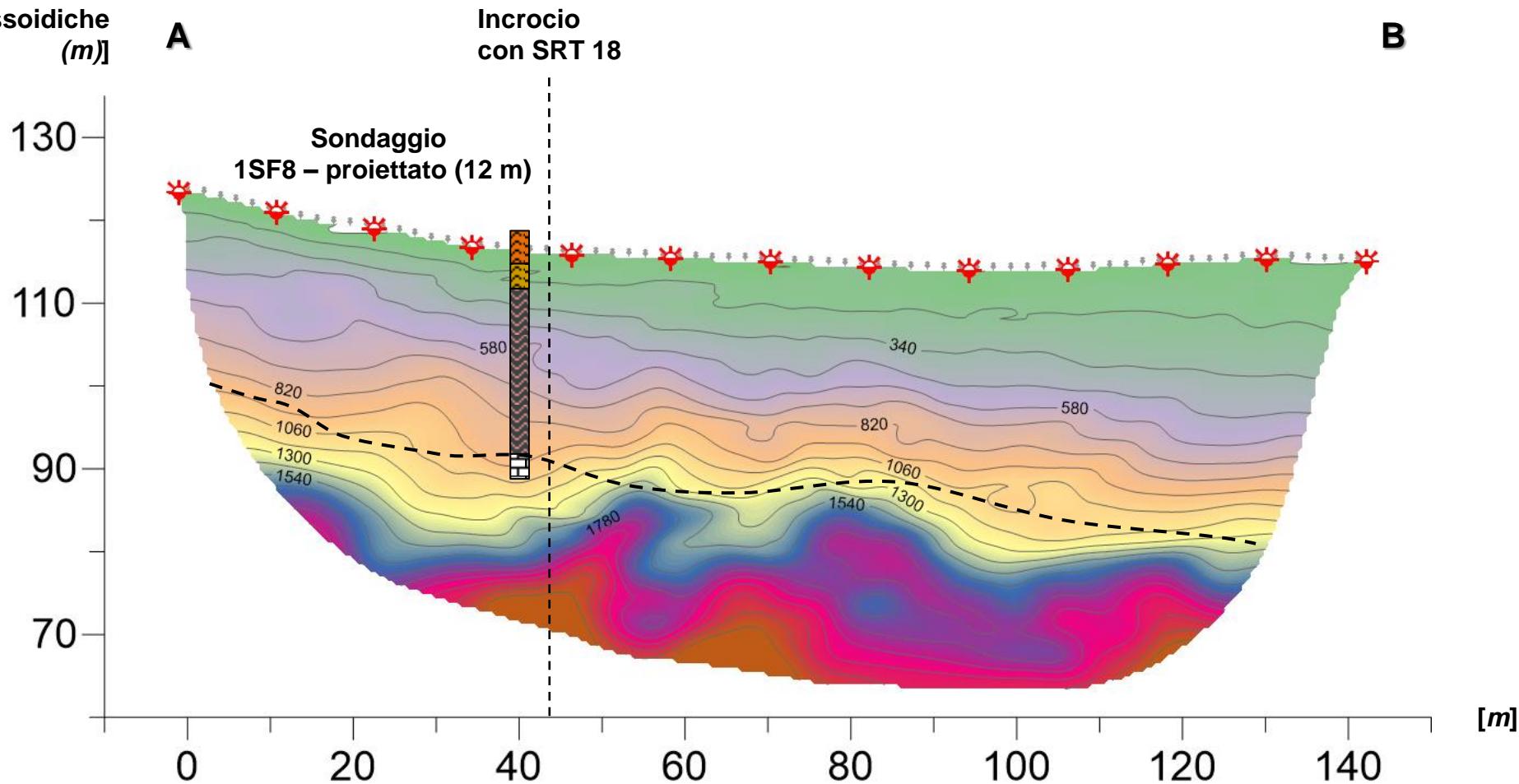
Donato Fiore

Approvato:

Massimo De Iasi

	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotesica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti - terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

[Quote ellissoidiche (m)]



Scala 1:750



SRT 18

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:
Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 56

Sismica a rifrazione

SRT 18

Onda P

Elaborato:

Domenico Di Massa

Verificato:

Donato Fiore

Approvato:

Massimo De Iasi

	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotesica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti - terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

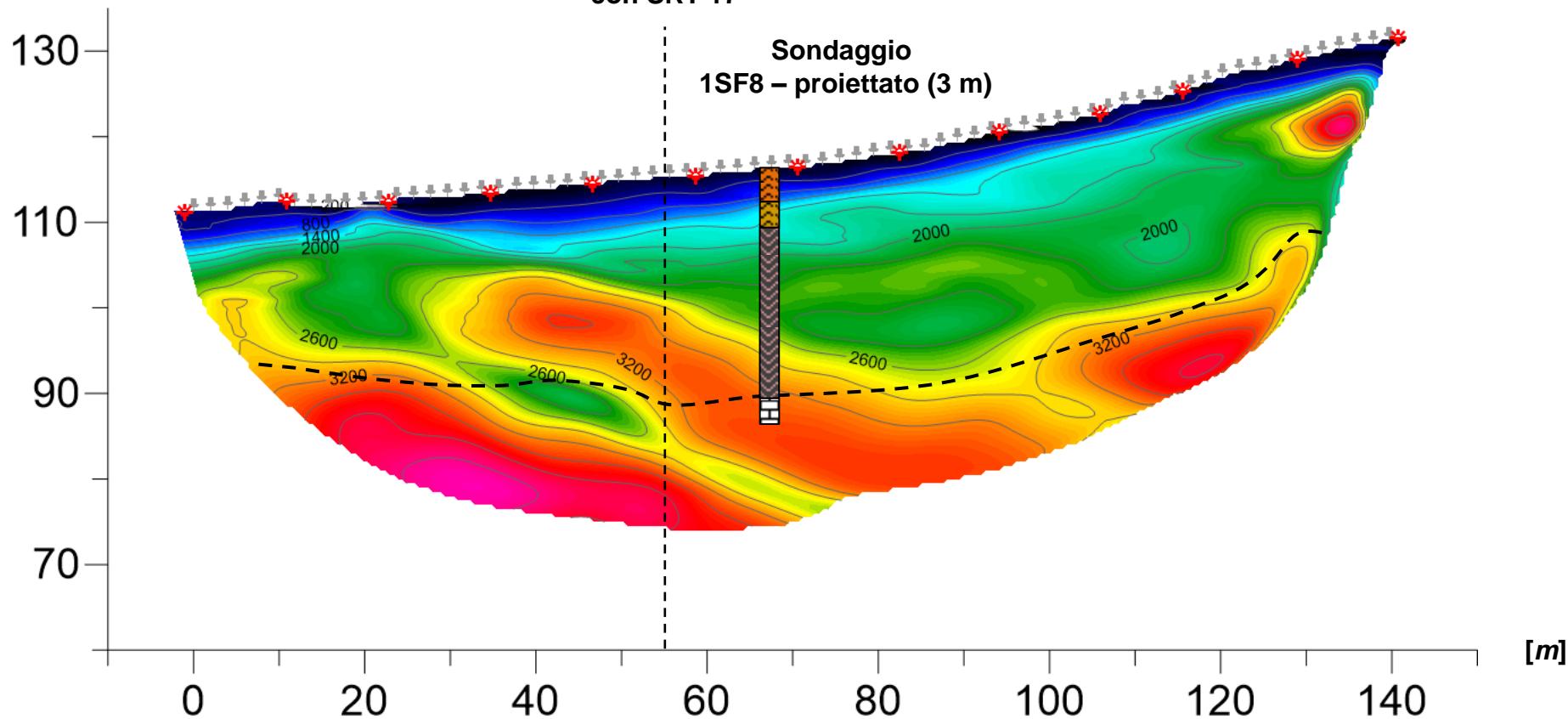
[Quote ellissoidiche (m)]

A

Incrocio con SRT 17

Sondaggio 1SF8 – proiettato (3 m)

B



Scala 1:750



SRT 18

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:
Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 57

Sismica a rifrazione

SRT 18

Onda Sh

Elaborato:

Domenico Di Massa

Verificato:

Donato Fiore

Approvato:

Massimo De Iasi

	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotetica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti - terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

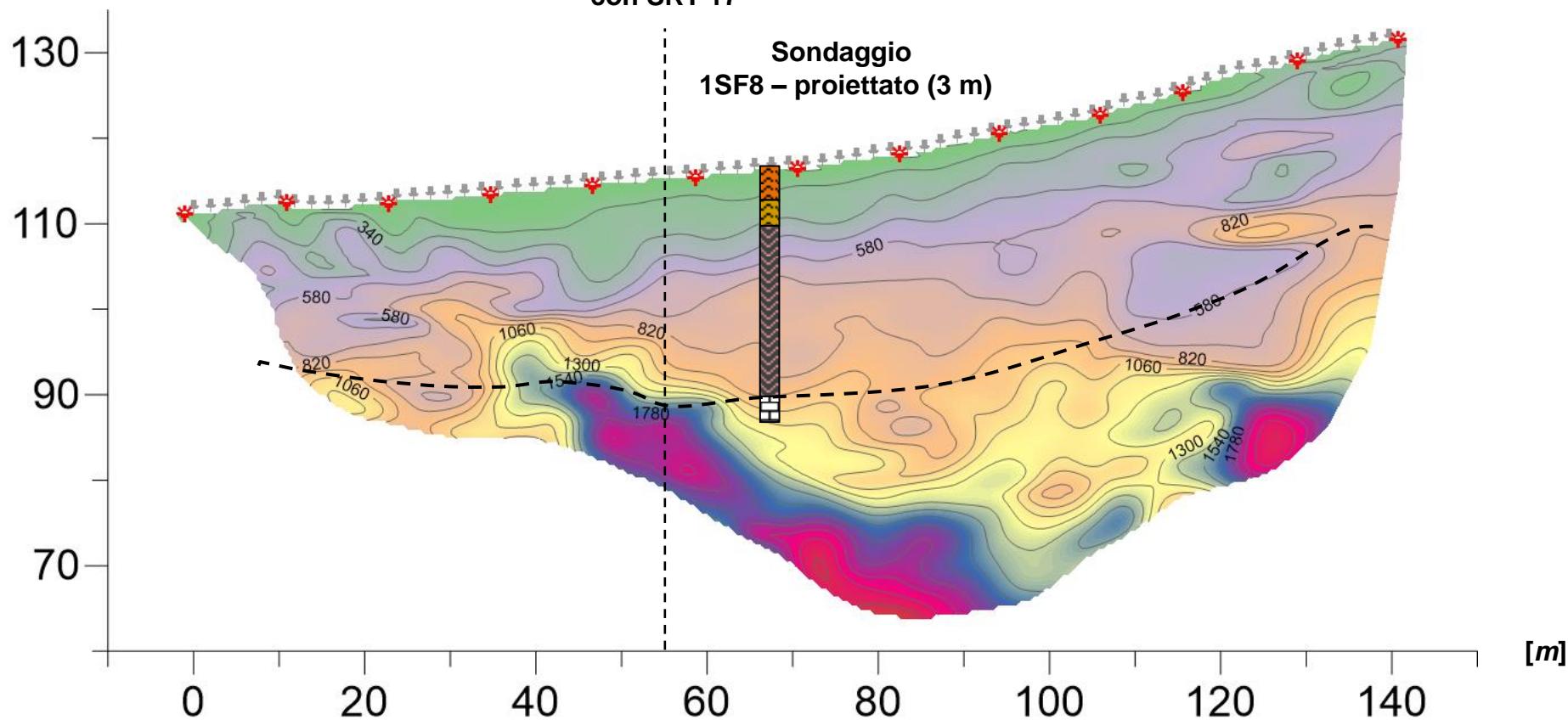
[Quote ellissoidiche (m)]

A

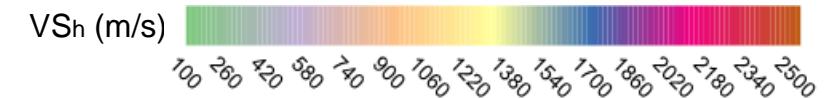
Incroccio con SRT 17

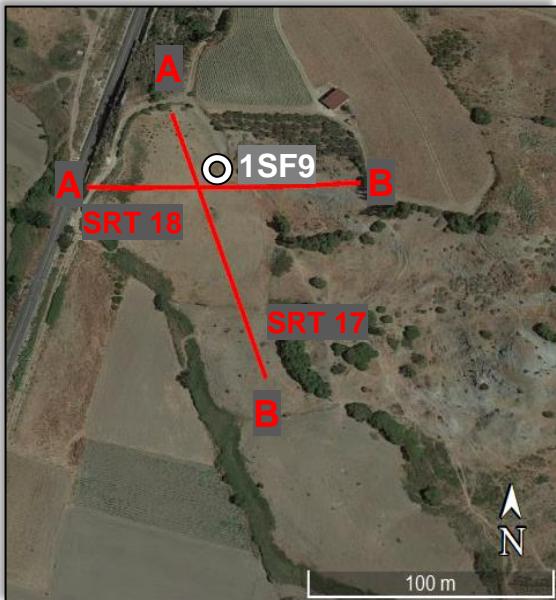
Sondaggio 1SF8 – proiettato (3 m)

B



Scala 1:750





Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:
 Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

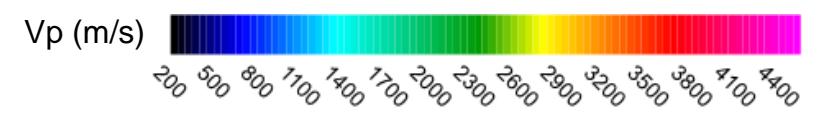
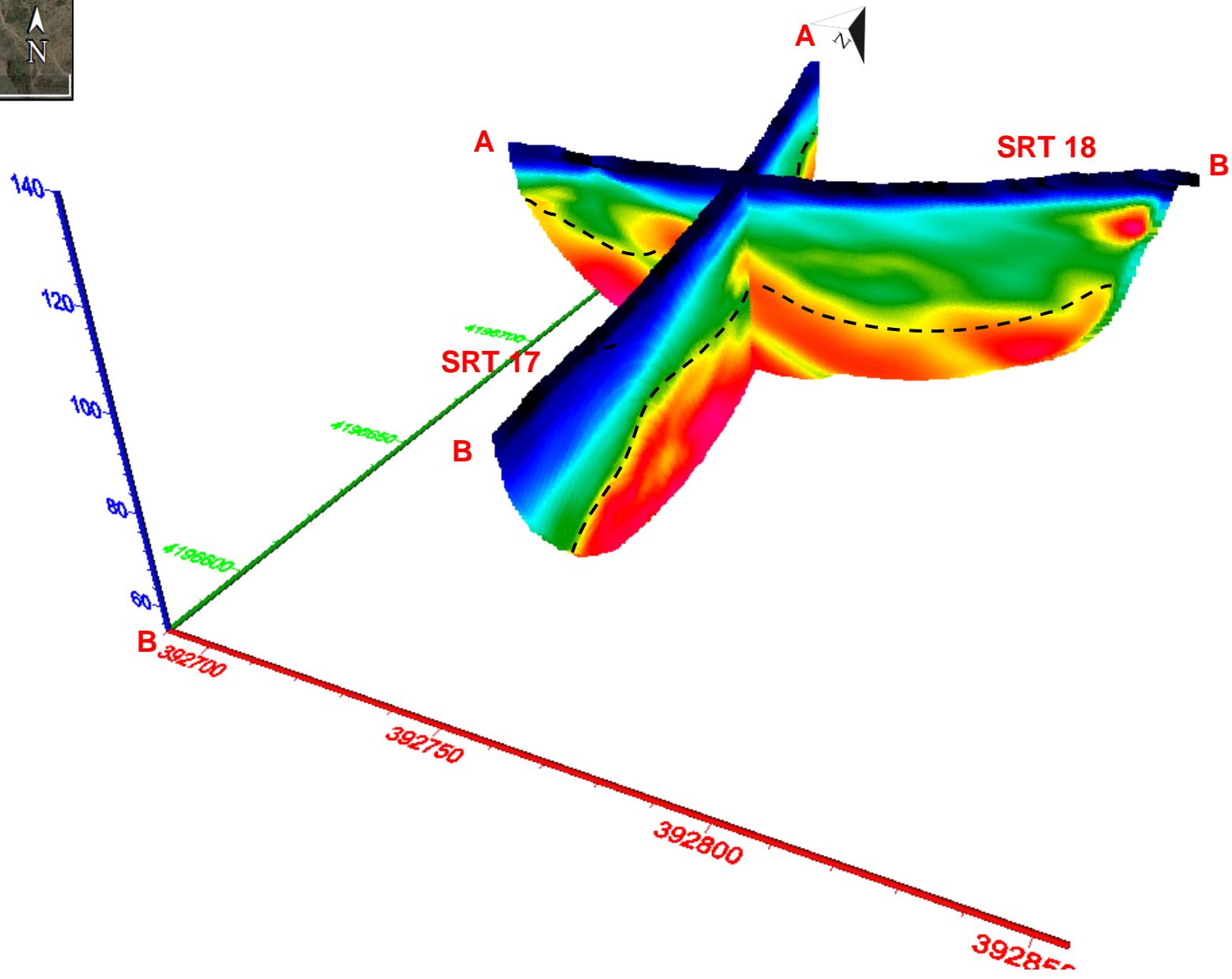


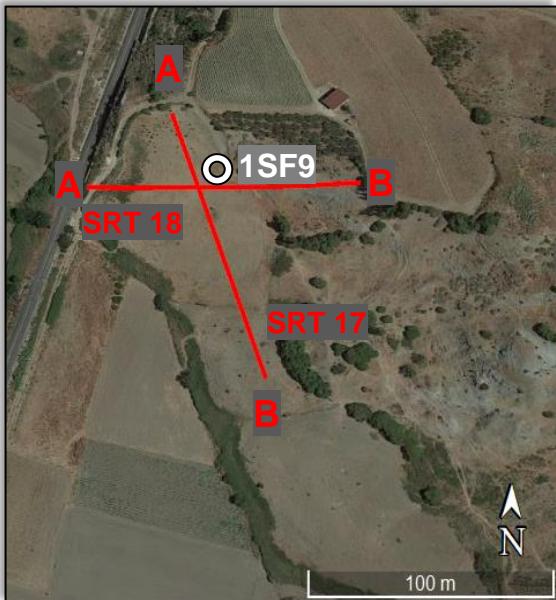
Indagine:
 SRT
Data esecuzione:
 Novembre -
 Dicembre 2018

Tavola: 58
 Panoramica
 SRT 17; SRT 18
 Onda P

Elaborato:
 Domenico Di Massa
Verificato:
 Donato Fiore
Approvato:
 Massimo De Iasi

--- Limite terreni compatti – terreni copertura





Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:

Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 59

Panoramica

SRT 17; SRT 18

Onda Sh

Elaborato:

Domenico Di Massa

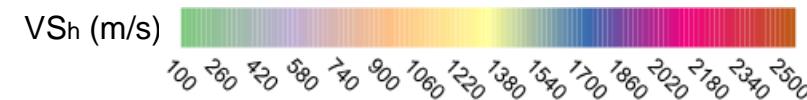
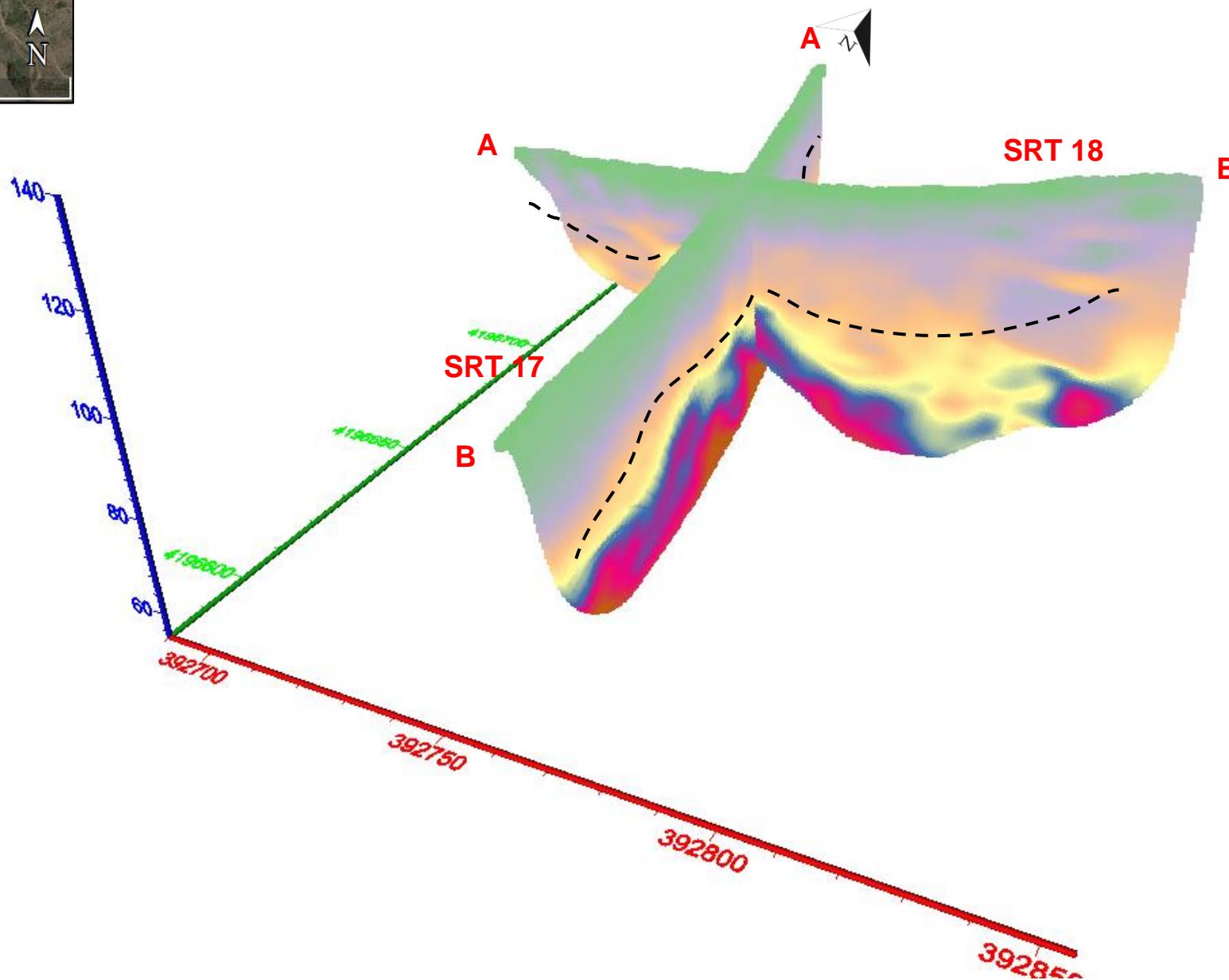
Verificato:

Donato Fiore

Approvato:

Massimo De Iasi

--- Limite terreni compatti – terreni copertura



Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente**Indagine:**

SRT

Data**esecuzione:**

Novembre -

Dicembre 2018

Tavola: 60

Ubicazione indagini

SRT 19; SRT 20

Elaborato:

Domenico Di Massa

Verificato:

Donato Fiore

Approvato:

Massimo De Iasi



SRT 19



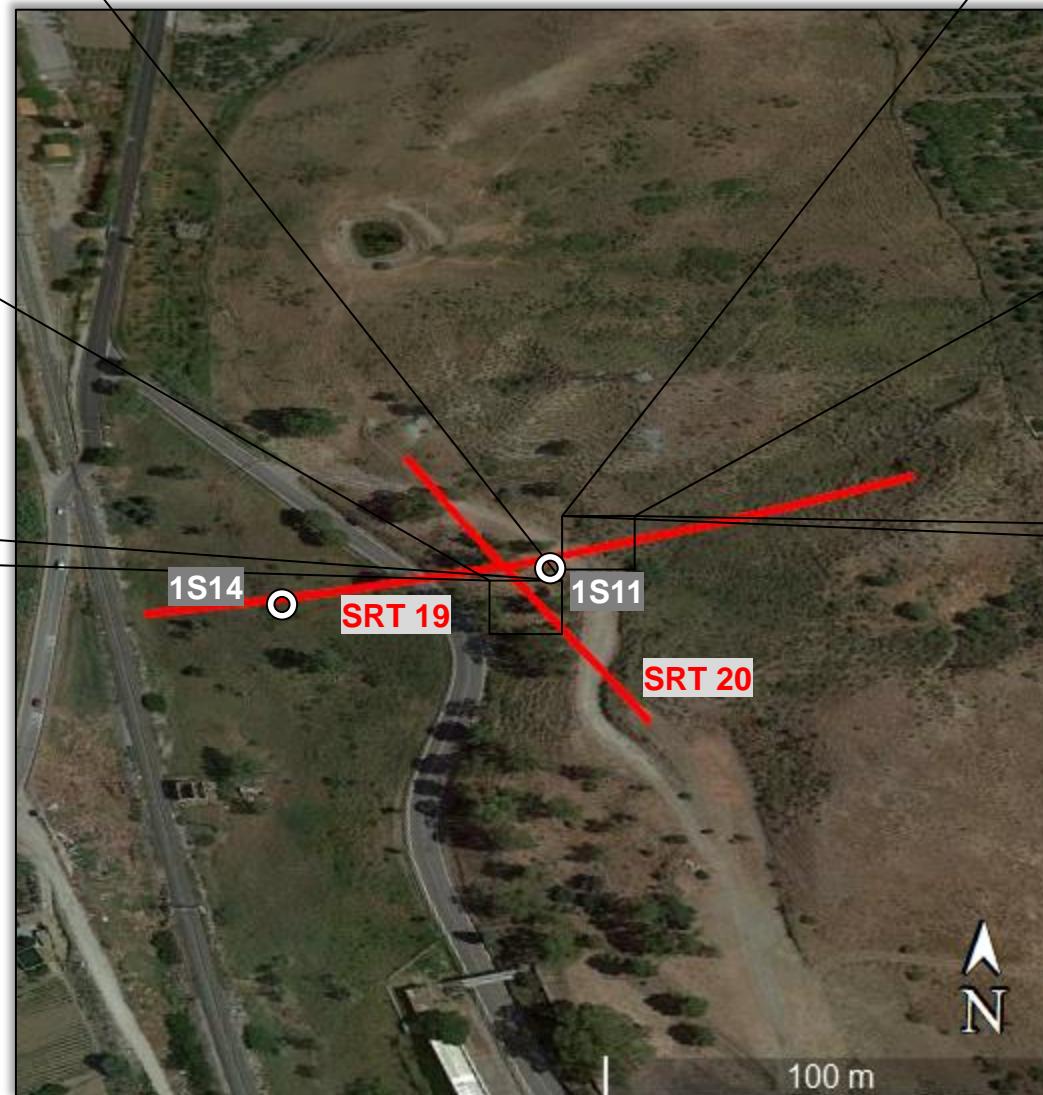
SRT 20



SRT 19

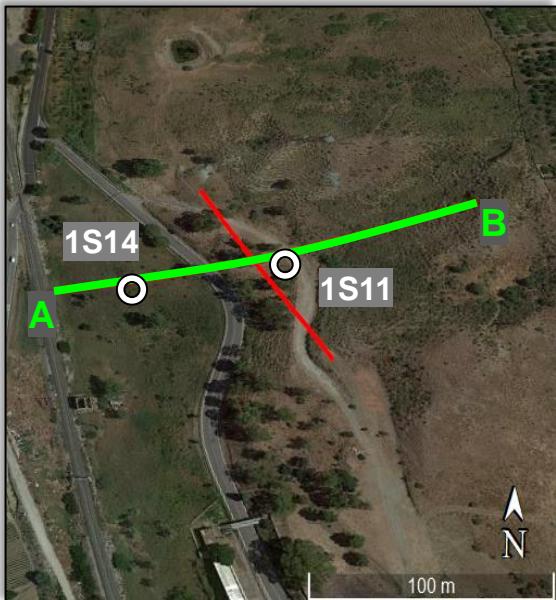


SRT 20



ID SRT 19	Latitudine	Longitudine
A	37°56'59.87"N	13°47'04.16"E
B	37°57'00.58"N	13°47'13.37"E

ID SRT 20	Latitudine	Longitudine
A	37°57'02.14"N	13°47'08.02"E
B	37°56'57.74"N	13°47'09.16"E



SRT 19

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:

Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 61

Sismica a rifrazione

SRT 19

Onda P

Elaborato:

Domenico Di Massa

Verificato:

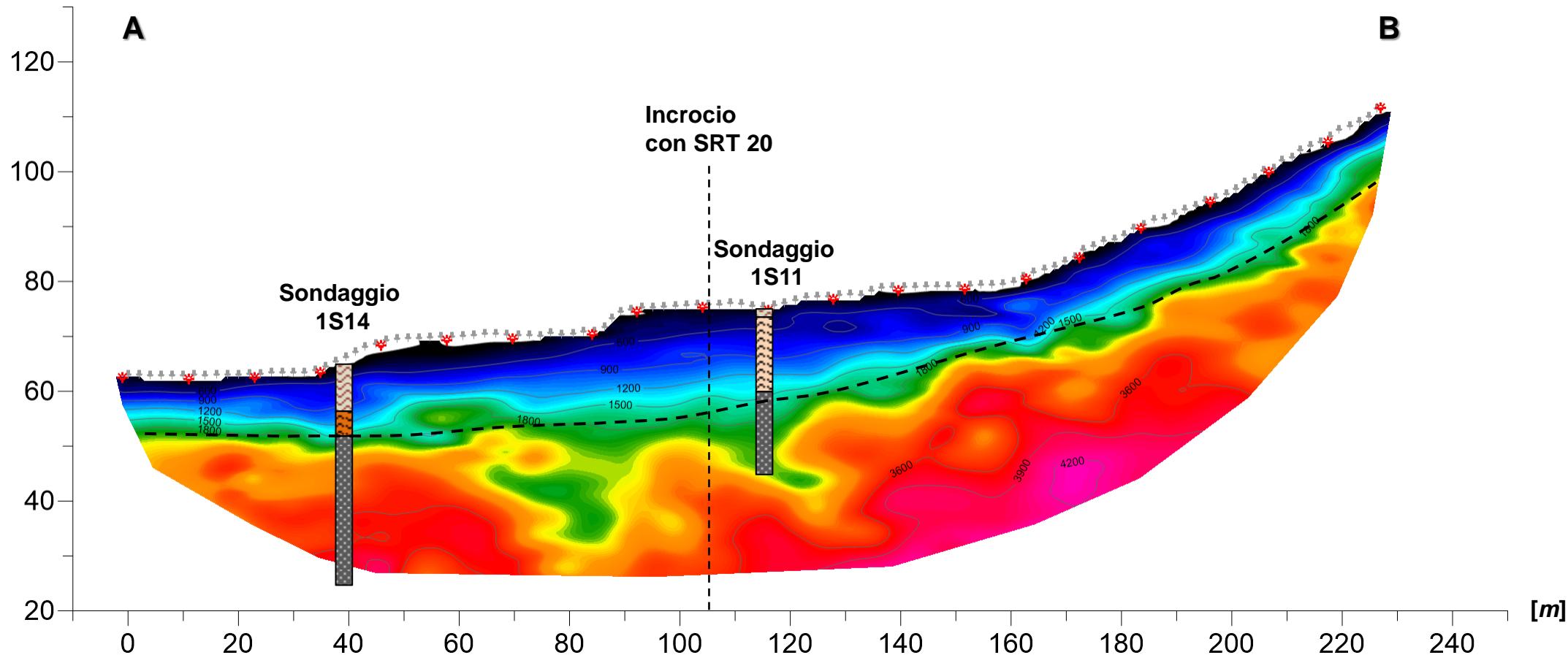
Donato Fiore

Approvato:

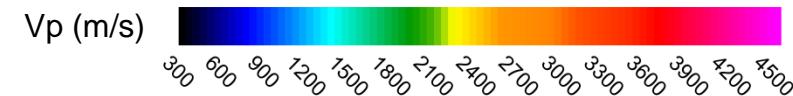
Massimo De Iasi

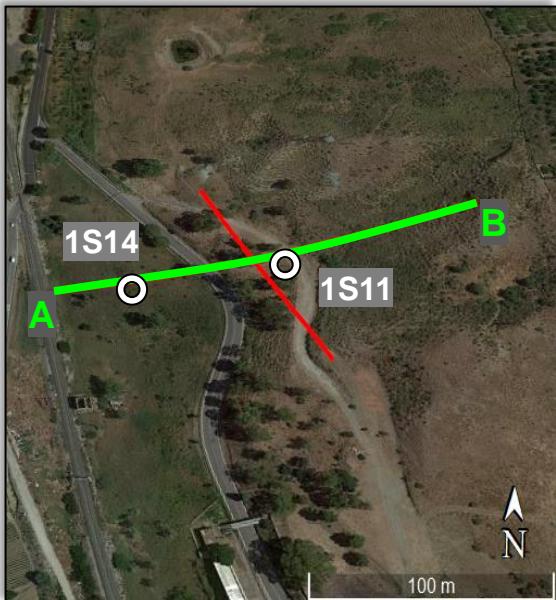
	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotesica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti - terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

[Quote ellissoidiche (m)]



Scala 1:1000





SRT 19

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:
Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 62

Sismica a rifrazione

SRT 19

Onda Sh

Elaborato:

Domenico Di Massa

Verificato:

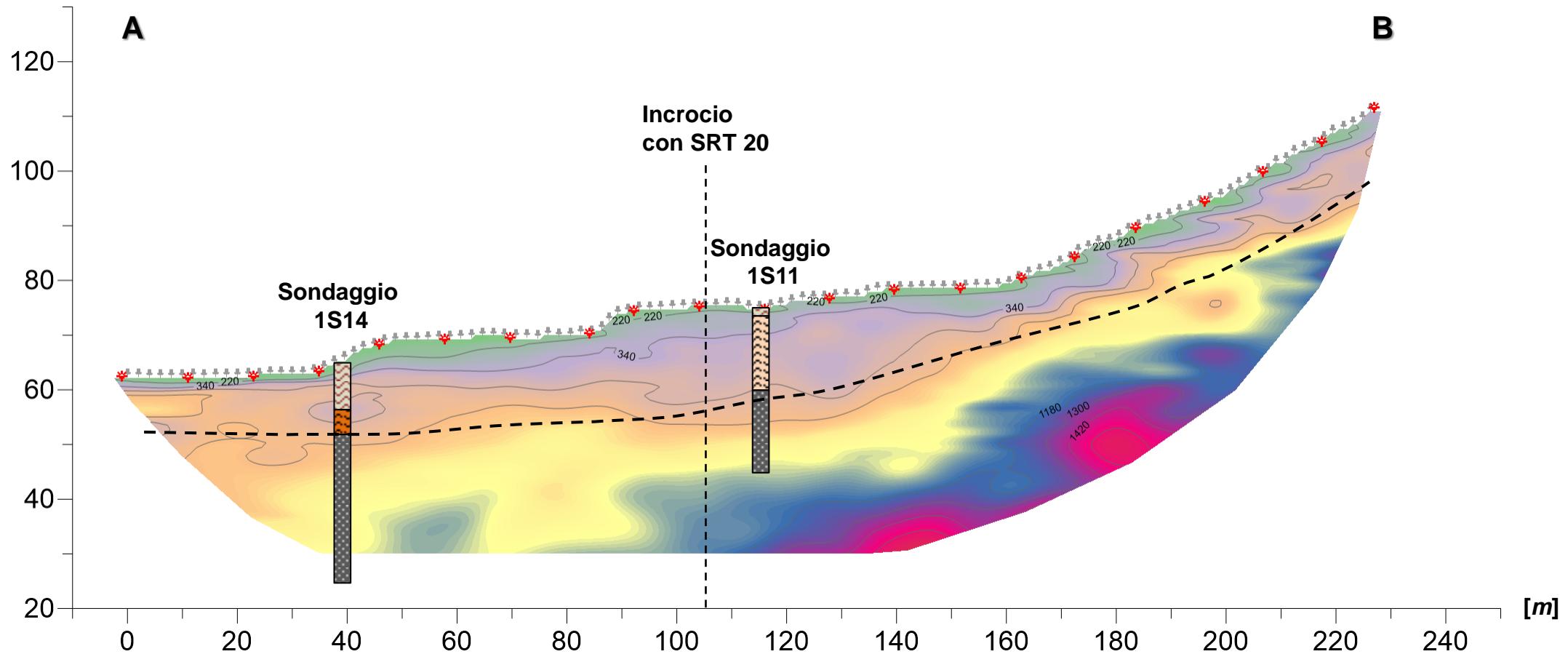
Donato Fiore

Approvato:

Massimo De Iasi

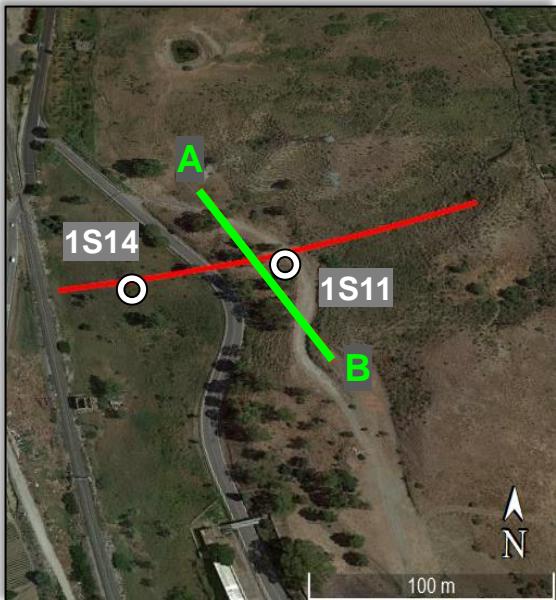
	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotesica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti - terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

[Quote ellissoidiche (m)]



Scala 1:1000





SRT 20

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:

Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 63

Sismica a rifrazione

SRT 20

Onda P

Elaborato:

Domenico Di Massa

Verificato:

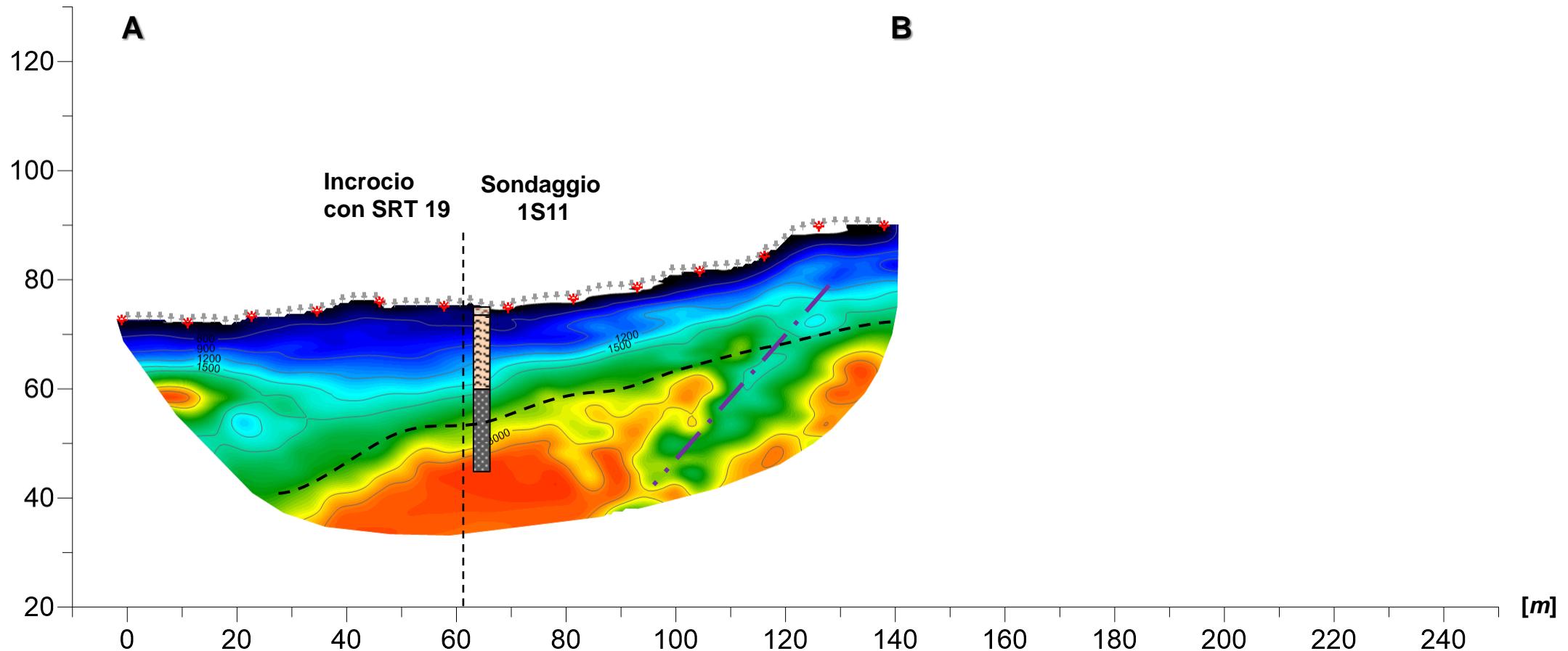
Donato Fiore

Approvato:

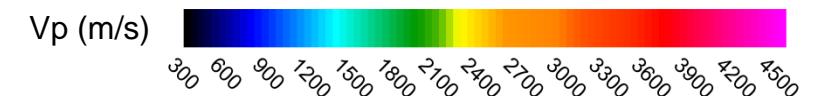
Massimo De Iasi

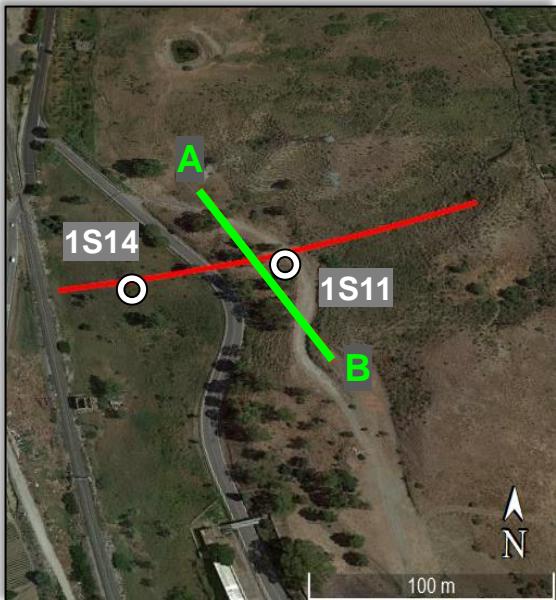
	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotetica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti - terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

[Quote ellissoidiche (m)]



Scala 1:1000





SRT 20

Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:
Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 64

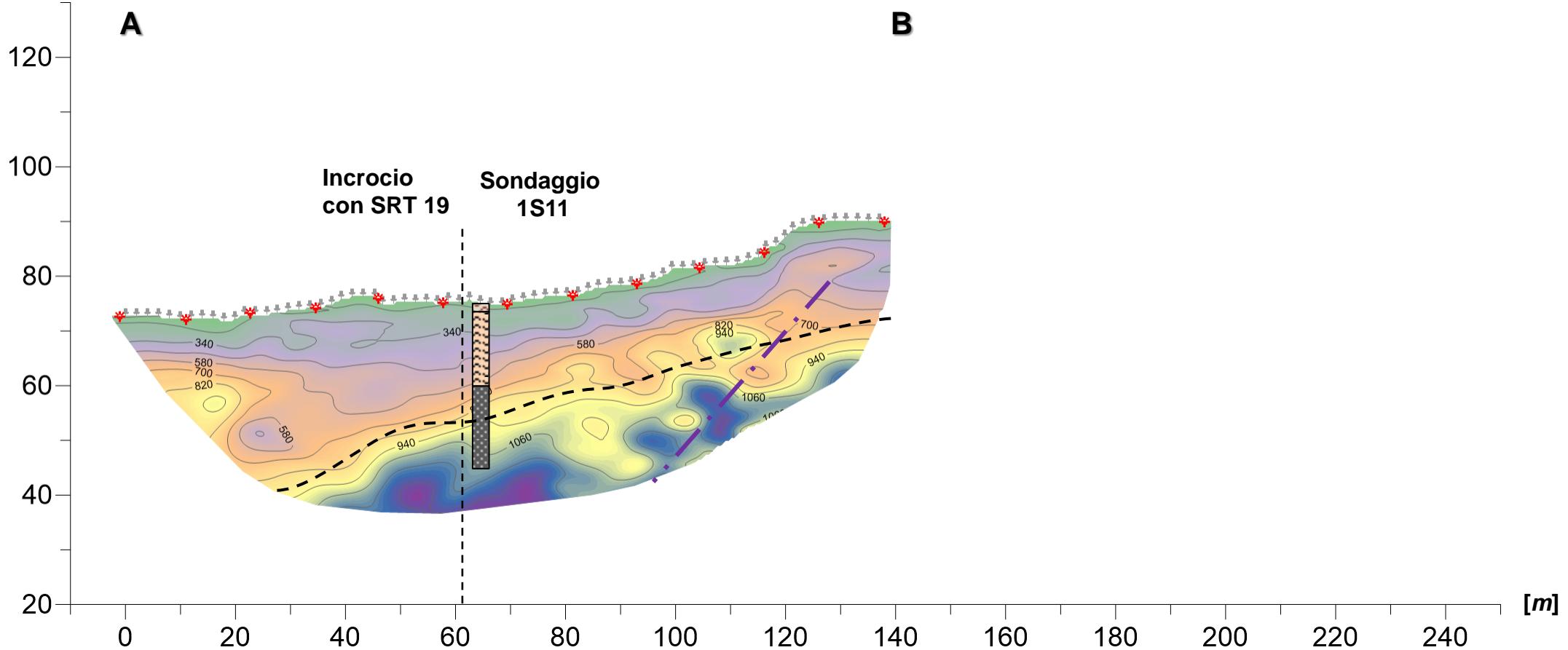
Sismica a rifrazione
SRT 20
Onda Sh

Elaborato:

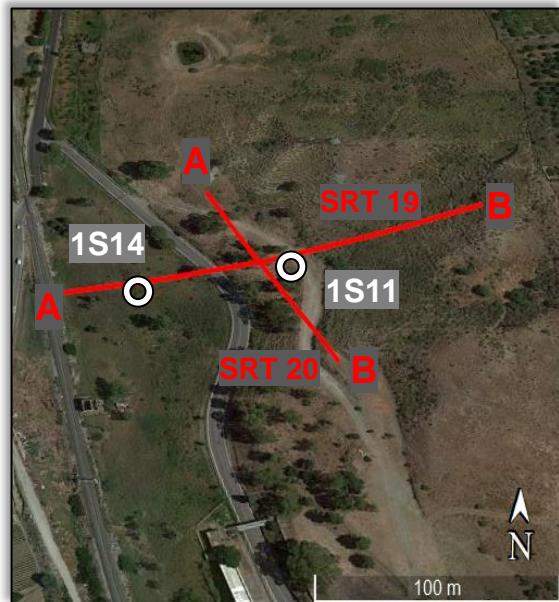
Domenico Di Massa
Verificato:
Donato Fiore
Approvato:
Massimo De Iasi

	Limi sabbiosi		Sabbia limosa debolmente argillosa		Marne con gesso selenitico
	Limi debolmente argillosi		Sabbia limosa		Peliti dure e asciutte
	Limi argillosi		Sabbia con ghiaia		Peliti talvolta alternate a limi argilloso - sabbiosi
	Limi argilloso marnosi		Ghiaia con sabbia		Peliti, siltiti e arenarie microscagliettate
	Limi argilloso sabbiosi		Alternanza tra sabbia limosa e ghiaia sabbiosa		Peliti, siltiti e arenarie fomogenee
	Limi sabbioso argilloso marnosi		Alternanza tra peliti e limi argilloso sabbiosi		Calcare
	Arenaria		Alternanza tra limo sabbioso e sabbia limosa		Ipotetica faglia sepolta
	Argilla limosa		Alternanza tra arenarie e peliti		Limite terreni compatti - terreni copertura
	Argilla marnosa		Alternanza tra limo sabbioso, peliti e arenarie		

[Quote ellissoidiche (m)]



Scala 1:1000



Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:
 Novembre -
 Dicembre 2018

Tavola: 65

Panoramica
 SRT 19; SRT 20
 Onda P

Elaborato:

Domenico Di Massa

Verificato:

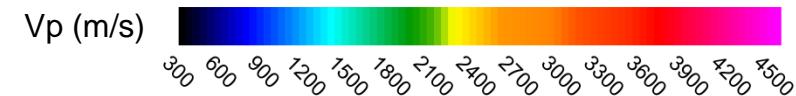
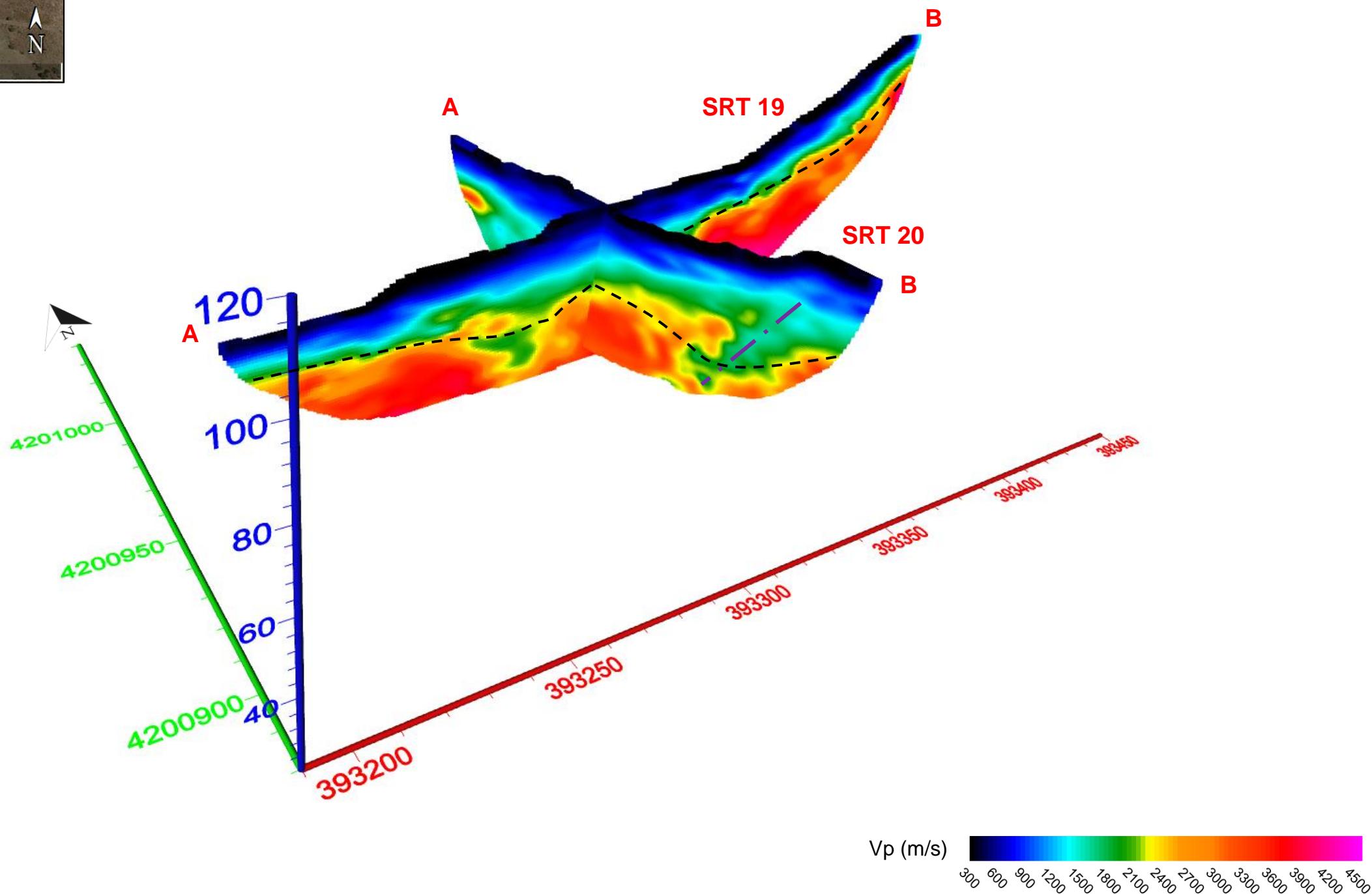
Donato Fiore

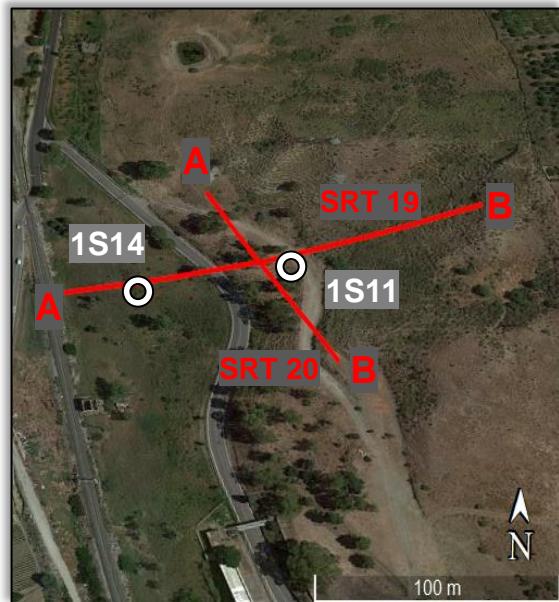
Approvato:

Massimo De Iasi

--- Limite terreni compatti – terreni copertura

— Ipotetica faglia sepolta





Passo intergeofonico: 2 m

Lavoro:

Esecuzione di indagini Geofisiche di Prima Fase per la Progettazione Definitiva del raddoppio tratta Fiumetorto – Lercara diramazione lotto 1+2

Committente



Indagine:

SRT

Data

esecuzione:

Novembre -
Dicembre 2018

Tavola: 66

Panoramica

SRT 19; SRT 20

Onda Sh

Elaborato:

Domenico Di Massa

Verificato:

Donato Fiore

Approvato:

Massimo De Iasi

--- Limite terreni compatti – terreni copertura

— Ipotetica faglia sepolta

