

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA

U.O. GEOLOGIA

PROGETTO ESECUTIVO

RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA-RADDUSA AGIRA
Nuova viabilità al km 13+000

INDAGINI GEOFISICHE

Prospezioni sismiche a rifrazione tomografica

SCALA:

-

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

RS0S 00 E 69 IG GE0005 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione definitiva	P. Chiara	Maggio 2015	F. Romano	Maggio 2015	P. Carlesimo	Maggio 2015	F. Macchese	Maggio 2015

n. Elab.:

ITALFERR S.p.A.
Dott. Geologo Francesco Macchese
Resp. UO GEOLOGIA
Ordine Geologi Lazio n. 179 E

7

	RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA–RADDUSA AGIRA					
	Indagini geofisiche Prospezioni sismiche a rifrazione tomografica					
RELAZIONE GENERALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS0S	00 E 69	IG	GE0005 001	A	2 di 11

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	3
1.1 PREMESSA E SCOPI DELL'INDAGINE GEOFISICA	3
2. DATI GEOGNOSTICI DI RIFERIMENTO.....	3
3. INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE.....	5
3.1 ATTREZZATURA UTILIZZATA.	5
3.2 PRINCIPI BASE DELLA SISMICA A RIFRAZIONE	5
3.3 CONFIGURAZIONE DELLE MISURE ED ELABORAZIONE DATI	5
4. RISULTATI.....	8
4.1 PREMESSA	8
4.2 INTERPRETAZIONE DELLE TOMOGRAFIE SISMICHE	8
4.2.1 SEZIONI STX PER ONDE P E SH	8
5. BIBLIOGRAFIA	10
6. ALLEGATI GRAFICI – RISULTATI DELLE INDAGINI TOMOGRAFICHE SISMICHE	11

	RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA–RADDUSA AGIRA					
	Indagini geofisiche					
RELAZIONE GENERALE	Prospezioni sismiche a rifrazione tomografica					
	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS0S	00 E 69	IG	GE0005 001	A	3 di 11

1. INTRODUZIONE

1.1 Premessa e scopi dell'indagine geofisica

La presente relazione illustra i risultati della campagna di prospezioni geofisiche non invasive, condotte secondo le modalità previste nelle specifiche tecniche Italferr, eseguite per il progetto esecutivo della nuova viabilità al km 13+000, nell'ambito del raddoppio della Tratta Catenanuova-Raddusa Agira, in relazione al nuovo collegamento Palermo-Catania riguardante la direttrice ferroviaria Messina-Catania-Palermo.

Le prospezioni geofisiche sono state condotte utilizzando metodologie sismiche tomografiche bidimensionali a rifrazione per onde P ed SH.

L'indagine sismica a rifrazione con interpretazione tomografica è stata finalizzata, nei limiti delle metodologie impiegate, attraverso le variazioni complesse di velocità di propagazione delle onde P e delle onde SH, alla definizione e alla caratterizzazione dei depositi di pianura sulla tratta indagata.

I risultati delle indagini sono restituiti con sezioni sismiche 2D.

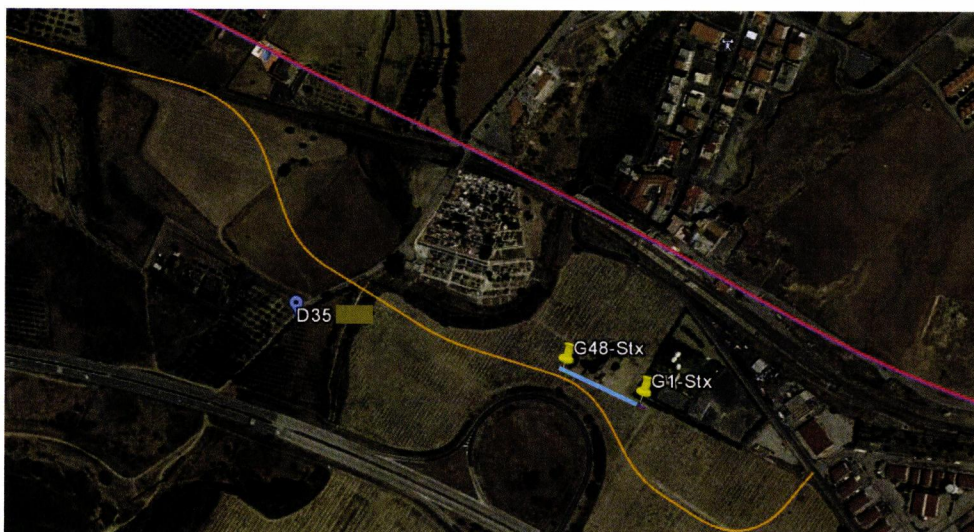
Le informazioni inerenti la stratigrafia e le litologie locali mediamente presenti nel sottosuolo delle varie aree di indagine, necessari per i confronti di "taratura" delle indagini geofisiche, derivano dalle stratigrafie ricostruite attraverso le informazioni di sondaggi a carotaggio continuo.

2. DATI GEOGNOSTICI DI RIFERIMENTO

Il sito di indagine è situato in un'area subpianeggiante alla periferia Sud Sud-Ovest dell'abitato di Catenanuova.

L'assetto geologico locale, come anticipato nella premessa, è noto principalmente sulla base della stratigrafia derivata dal sondaggio a carotaggio continuo "D35" (si veda figura alla pagina seguente), realizzato in precedenza, e messo a disposizione per il presente studio.

	RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA-RADDUSA AGIRA					
	Indagini geofisiche					
	Prospezioni sismiche a rifrazione tomografica					
RELAZIONE GENERALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS0S	00 E 69	IG	GE0005 001	A	4 di 11



Ubicazione Linea Sismica Stx e del Sondaggio D35

La stratigrafia del sondaggio D35 è sintetizzata di seguito:

- da 0m a 0,45m dal p.c. riporto;
- da 0,45m a 14m dal p.c. - alternanze tra argille limose debolmente sabbiose e limi argilloso sabbiosi;
- da 14m a 16,60m dal p.c. - alternanze tra limi argillosi sabbiosi ghiaiosi e ghiaie poligeniche;
- da 16,6m dal p.c. a fine sondaggio - argilla limosa e argilla limosa marnosa per lo più a struttura scagliosa, con livelli argillitici duri.

	RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA–RADDUSA AGIRA					
	Indagini geofisiche					
RELAZIONE GENERALE	Prospezioni sismiche a rifrazione tomografica					
	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS0S	00 E 69	IG	GE0005 001	A	5 di 11

3. INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE

3.1 Attrezzatura utilizzata.

Per il presente lavoro è stato utilizzato un sismografo ECHO 48/2014, prodotto dalla Ambrogeo (Piacenza, Italia). Lo strumento impiegato è un sistema a 48 canali, espandibile a 96, che possiede le seguenti caratteristiche tecniche principali:

- Convertitore analogico digitale A/D a 24-bits
- intervalli di campionamento: 1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 1/2, 1, 1 ½, 2 ms

Sono quindi stati impiegate catene di geofoni fino a 48 elementi, con frequenza naturale a 14 Hz collegati fino a 2 cavi multi conduttori ciascuno a 24 prese.

3.2 Principi base della sismica a rifrazione

Per sismica a rifrazione si indicano una serie di tecniche basate sul principio fisico del fenomeno della rifrazione di un'onda sismica che incide su una discontinuità individuata fra due corpi aventi proprietà meccaniche diverse (orizzonte rifrattorio). Sulla superficie da investigare si posizionano i trasduttori del moto del suolo (geofoni) ad una certa distanza dalla sorgente sismica che può essere una massa battente (diversamente applicata e guidata) o una carica esplosiva a seconda della lunghezza dello stendimento e della profondità di indagine richiesta. Nel nostro caso è stata impiegata una massa battente.

Nell'indagine sismica a rifrazione 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 rifratte che viaggiano a velocità più elevata. Conoscendo i tempi di primo arrivo e la distanza geofono-sorgente, tramite l'analisi delle curve dei primi arrivi ad ogni trasduttore (dromocrone) con i metodi descritti al successivo paragrafo, si possono determinare i campi di velocità delle onde di compressione P e delle onde di taglio SH che caratterizzano i vari strati interessati dall'indagine; da qui produrre una stratigrafia sismica da correlare alle formazioni geologiche o discontinuità presenti nella serie investigata nel sottosuolo.

3.3 Configurazione delle misure ed elaborazione dati

Per l'esecuzione dei profili sismici sono stati utilizzati cavi sismici multiconduttori a 24 geofoni ciascuno, impiegati con allineamenti a 48 stazioni (geofoni) simultaneamente utilizzati a formare singole linee di acquisizione.

Per ogni profilo sono state considerate 10 postazioni di scoppio (punti di energizzazione) ed in ognuna di esse sono state acquisite molteplici registrazioni ("stacking"), al fine di ottimizzare il segnale in risposta.

	RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA–RADDUSA AGIRA					
	Indagini geofisiche Prospezioni sismiche a rifrazione tomografica					
RELAZIONE GENERALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS0S	00 E 69	IG	GE0005 001	A	6 di 11

Per il processing dei dati è stato utilizzato il Software RAYFRACT (ver. 3.24) della Intelligent Resources Inc. (Canada), creato per l'elaborazione di dati tomografici sismici a rifrazione, realizzabili sia con acquisizioni per onde di compressione P che di taglio SH, per scopi geologici, geotecnico-ingegneristici, ambientali, nonché per l'esplorazione nel campo delle georisorse.

Il software citato consente la realizzazione di dettagliati modelli di velocità del sottosuolo con le più evolute tecniche tomografiche, al fine di caratterizzarne gli orizzonti presenti in termini sismo-stratigrafici.

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 "Volumi di Fresnel" (Watanabe 1999) al fine di elaborare un primo modello di partenza con una tecnica del Gradiente "smooth" 1D, a partire dal modello sopraccitato; il codice di calcolo per la modellazione tomografica 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

$$t = \int_S u[r(x, y)] \quad (2)$$

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

$$t_i = \sum_{k=1}^m l_{ik} \cdot u_k \quad (3)$$

dove l_{ik} rappresenta la porzione dell' i -esima dromocrona nella cella k -esima.

Considerando tutte le dromocrone disponibili si ottiene il seguente sistema

$$\mathbf{t} = \mathbf{M} \cdot \mathbf{u} \quad (4)$$

	RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA–RADDUSA AGIRA					
	Indagini geofisiche					
	Prospezioni sismiche a rifrazione tomografica					
RELAZIONE GENERALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS0S	00 E 69	IG	GE0005 001	A	7 di 11

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

$$\mathbf{u} = \tilde{\mathbf{M}}^{-1} \cdot \mathbf{t} \quad (5)$$

dove $\tilde{\mathbf{M}}^{-1}$ 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 (5) 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

$$\mathbf{J} \cdot \Delta \mathbf{u} = \Delta \mathbf{t} \quad (5)$$

dove $\Delta \mathbf{t} = \mathbf{t} - \mathbf{t}(\mathbf{u}_0)$ 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 $\frac{\partial t_i}{\partial u_k}$.

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

$$\varphi = \|\mathbf{J} \cdot \Delta \mathbf{u} - \Delta \mathbf{t}\|^2 + \lambda \|\mathbf{L}_2 \mathbf{u}\|^2 \quad (6)$$

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 è stato ottenuto attraverso un processo tomografico di inversione basato sul metodo WET (Wavepath Eikonal Traveltime inversion: Theory, 1993, Geophysics, Volume 58, Issue 9, pp. 1314-1323), spinto fino a 100 iterazioni per ottimizzarne il risultato finale e risolvere al meglio le zone con inversioni di velocità.

I risultati grafici che rappresentano la distribuzione delle velocità delle onde di compressione (V_p) e di taglio (V_s) nei terreni indagati, sono visualizzati nell'Allegato con campiture a colori caratterizzate da una scala cromatica rappresentativa della dinamica dei valori di velocità incontrati (espressi in m/s, metri al secondo). Tale rappresentazione consente di identificare aree omogenee (medesimo comportamento cromatico) in termini sismo-stratigrafici. Queste zone di isovalori, di V_p per le onde di compressione, e di V_s , per quelle di taglio, sono correlabili ad ammassi di materiale con caratteristiche affini.

	RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA-RADDUSA AGIRA					
	Indagini geofisiche					
RELAZIONE GENERALE	Prospezioni sismiche a rifrazione tomografica					
	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS0S	00 E 69	IG	GE0005 001	A	8 di 11

4. RISULTATI

4.1 Premessa

I risultati riportati nell'Allegato grafico, sono organizzati in n. 2 Tavole secondo lo schema seguente:

- La Tavola 1, contiene l'inquadramento planimetrico del sito di indagine su CTR e su immagine satellitare con specificata la posizione della linea.
- Nella Tavola 2 sono riportate le sezioni tomografiche per onde P ed SH della linea Stx eseguita nel sito di indagine.

Nei prossimi paragrafi e sulla base degli obiettivi di studio menzionati nel capitolo introduttivo, saranno discussi e presentati i risultati raggiunti.

4.2 Interpretazione delle tomografie sismiche

Le indagini sismiche a rifrazione sono state condotte con lo scopo principale di descrivere con il massimo dettaglio possibile l'assetto sismostratigrafico del sito indagato. Nello specifico, come anticipato nel capitolo iniziale, l'analisi dei risultati è finalizzata alla caratterizzazione, attraverso le variazioni complesse di velocità di propagazione delle onde P e delle onde SH, dei depositi di pianura sulla tratta indagata.

Nelle sezioni sismiche sono individuati n. 3 sismostrati.

Le risultanze delle indagini sono di seguito discusse per ogni profilo. La separazione tra i sismostrati è evidenziata nelle sezioni sismiche con una linea tratteggiata di colore viola sia nel caso delle onde P che delle onde SH.

4.2.1 Sezioni Stx per onde P e SH

Le sezioni Stx per onde compressionali (P) e Stx per onde di tagli (SH) hanno investigato, entrambe, profondità dell'ordine dei 40 m dal piano campagna.

Sulla sezione Stx per onde P si individua un primo sismostrato, superficiale, di spessore variabile. Tra le progressive 0-45 m la potenza del sismostrato è dell'ordine dei 12-13 m. Esso si assottiglia nella zona compresa tra le progressive 45-60 m, con potenze medie di 4 m, e di seguito aumenta nuovamente di spessore. I valori di velocità di propagazione delle onde di compressione sono compresi tra 200 m/s e 900 m/s.

Il secondo sismostrato, che ad inizio sezione è compreso tra le quote 108 e 120 m s.l.m., è in leggera pendenza Sud Est, verso l'inizio della sezione; esso è caratterizzato da valori di velocità delle onde compressionali tra 900m/s e 1.400m/s. All'interno di tale sismostrato si osservano diverse inversioni di velocità, in particolare ad inizio sezione e tra le progressive 62-

	RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA-RADDUSA AGIRA					
	Indagini geofisiche					
	Prospezioni sismiche a rifrazione tomografica					
RELAZIONE GENERALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS0S	00 E 69	IG	GE0005 001	A	9 di 11

68 m. Il tetto dell'orizzonte è collocato nella parte più superficiale alla quota media di 128 m s.l.m.

In profondità si delinea un terzo sismostrato. Esso presenta velocità delle onde compressionali al tetto variabili tra 1.600-1800m/s, con massimi a fondo sezione di circa 3.400m/s. Nella porzione tra le progressive 30 m e 44 m e tra le quote 100 e 104 m s.l.m., sono presenti porzoini caratterizzate da marcate inversioni di velocità.

La sezione Stx per onde di taglio conferma tale assetto sismostratigrafico.

In superficie il primo sismostrato pesenta valori di propagazione delle velocità di taglio compresi tra 150m/s e 350m/s. Lo spessore è dell'ordine dei 12-13 m tra le progressive 0-45m e diminuisce a 4-6 m dalla progressiva 45m fino a fine sezione.

In profondità, il secondo sismostrato ha valori di velocità compresi tra 350 m/s e 600 m/s. Anche attraverso le onde di taglio, tra le progressive 45 m e 80 m, si ha una risalita delle isolinee dei valori di Vs ed il gradiente di velocità tende ad attenuarsi.

In profondità il terzo sismostrato presenta velocità crescenti in modo progressivo e piuttosto uniforme da valori di 600m/s fino a 1.000m/s.

Sulla base dei dati stratigrafici disponibili i tre sismostrati sono ragionevolmente associabili ai geomateriali in sito secondo lo schema seguente:

- Sismostrato 1 - alternanze tra argille limose debolmente sabbiose e limi argilloso sabbiosi;
- Sismostrato 2 - alternanze tra limi argillosi sabbiosi ghiaiosi e ghiaie poligeniche ed in profondità argilla limosa e argilla limosa marnosa per lo più a struttura scagliosa, a stratificazione indistinta;
- Sismostrato 3 - argilla limosa e argilla limosa marnosa, microscagliettata o scagliettata con livelli argillitici duri.

La maggiore complessità del sismostrato 2, in particolare nella sezione Stx per onde P, è molto probabilmente legata sia al comportamento meccanico dei terreni in relazione alla propagazione delle onde sismiche di volume, sia alla presenza di circolazione di acque, in particolare nei livelli a scheletro solido grossolano.

	RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA–RADDUSA AGIRA					
	Indagini geofisiche Prospezioni sismiche a rifrazione tomografica					
RELAZIONE GENERALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS0S	00 E 69	IG	GE0005 001	A	10 di 11

5. BIBLIOGRAFIA

6. **Dziewonski, A., Bloch, S. and Landisman, M.**, 1969 "A technique for the analysis of transient seismic signals". B.S.S.A, 59: 427-444.
7. **Herrmann R.B. and Ammon C. J.**, 2002. "Computer Programs in Seismology" ver. 3.20
8. **Lobkis, O. I. and L. Weaver, R. L.**, 2001 "On the emergence of the Green's function in the correlations of a diffuse field". The Journal of the Acoustical Society of America, 110: 3011-3017.
9. **Hagedoorn J.G.** 1959. The Plus-Minus Method of Interpreting Seismic Refraction Sections. Geophysical Prospecting, volume 7, p. 158-182.
10. **Alekseev A.S., Belonosova A.V., Burmakov I.A., Krasnopevtseva G.V., Matveeva N.N., Nersessov G.L., Pavlenkova N.I., Romanov V.G. and Ryaboy V.Z.** 1973. Seismic studies of low-velocity layers and horizontal inhomogeneities within the crust and upper mantle on the territory of the U.S.S.R. Tectonophysics, Volume 20, December 1973, Pages 47-56.
11. **Diebold J.B. and Stoffa P.L.** 1981. The traveltine equation, tau-p mapping, and inversion of common midpoint data. Geophysics, volume 46, p. 238-254.
12. **Gebrande H and Miller H.**, 1985. Refraktionsseismik (in German). In: F. Bender (Editor), Angewandte Geowissenschaften II. Ferdinand Enke, Stuttgart; pp. 226-260. ISBN 3-432-91021-5.
13. **Jansen S.** 2010. Parameter investigation for subsurface tomography with refraction seismic data, Master thesis, Niels Bohr Institute, University of Copenhagen.
14. **Jones G.M. and Jovanovich D.B.** 1985. A ray inversion method for refraction analysis. Geophysics, volume 50, p. 1701-1720.
15. **Lecomte, I.; Gjoystdal, H.; Dahle, A.; Pedersen, O.C.**, 2000, Improving modeling and inversion in refraction seismics with a first-order Eikonal solver, Geophysical Prospecting, Vol. 48, 437-454.
16. **MacPhail M.R.** 1967. The midpoint method of interpreting a refraction survey. In: Musgrave A.W. (Editor), Seismic.
17. **Palmer, D.**, 2010, Non-uniqueness with refraction inversion – a syncline model study, Geophysical Prospecting, Vol. 58, 203-218.
18. **Schuster G T, Akse Q B.** 1993. Wave-path Eikonal travel-time inversion: Theory. Geophysics, 58(9): 1314–1323.
19. **Watanabe, T.; Matsuoka, T.; ASHida, Y.**, 1999, Seismic traveltine tomography using Fresnel volume
20. approach, SEG Houston 1999, Expanded Abstracts. <http://dx.doi.org/10.1190/1.1820777>.

	RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA–RADDUSA AGIRA					
	Indagini geofisiche					
RELAZIONE GENERALE	Prospezioni sismiche a rifrazione tomografica					
	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS0S	00 E 69	IG	GE0005 001	A	11 di 11

6. ALLEGATI GRAFICI – RISULTATI DELLE INDAGINI TOMOGRAFICHE SISMICHE

UBICAZIONE DELLE INDAGINI ESEGUITE
RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA –RADDUSA AGIRA NUOVA VIABILITA' Km 13+000

PROGETTO
 Progetto esecutivo direttrice ferroviaria Messina – Catania – Palermo
 nuovo collegamento Palermo – Catania
 Indagini Geofisiche

ELAB MG.Idili

VERIFICA A. Morelli

APPROVAZIONE P. Chiara

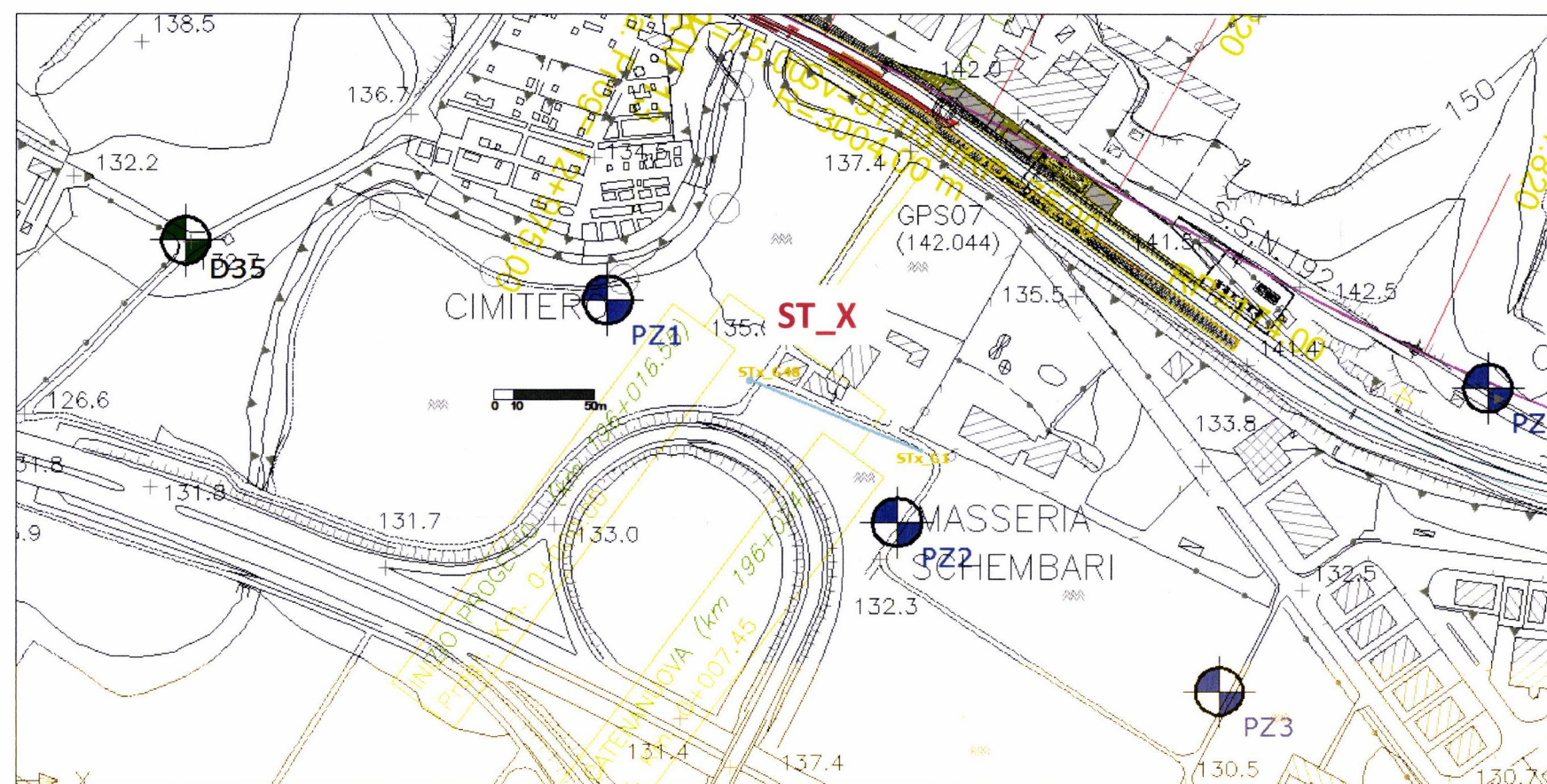
SITO
 Raddoppio della tratta Catenanuova –RADDUSA AGIRA nuova viabilità al Km 13+000

RIFERIMENTI INTERNI SOING
 Comm_023_14_04

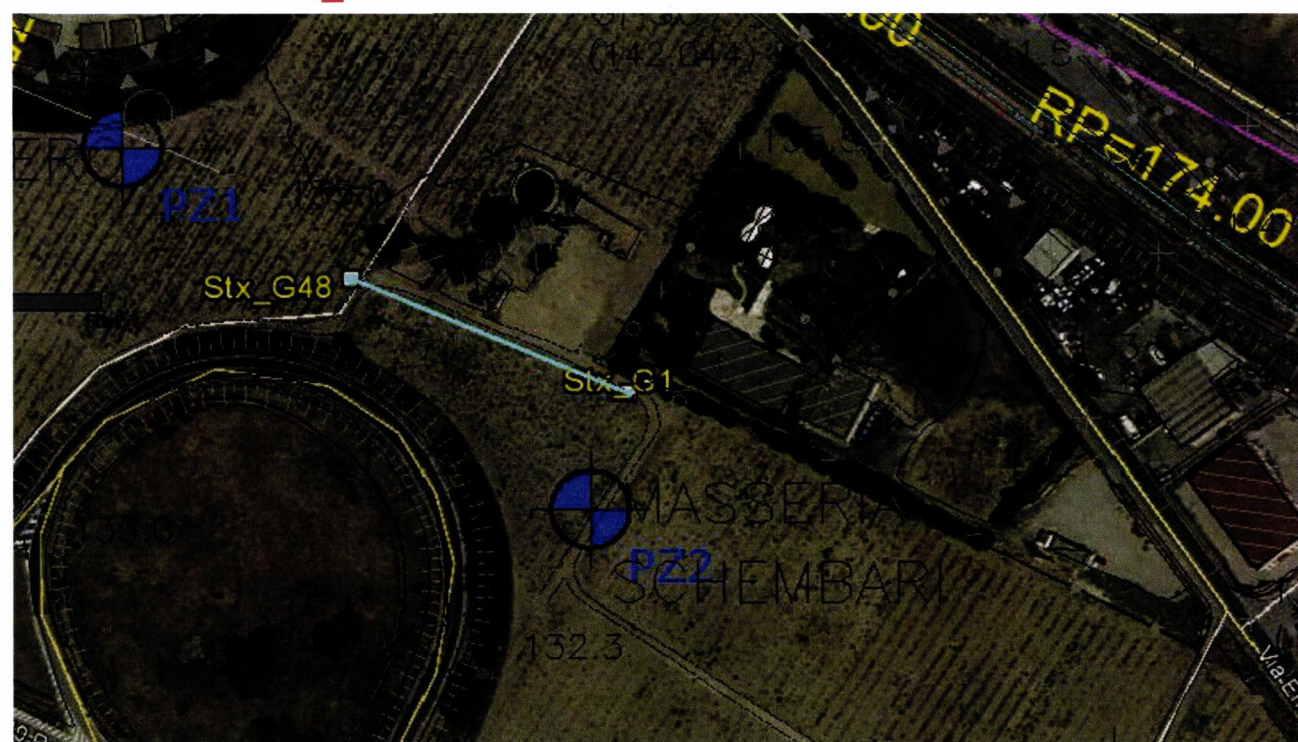
OGGETTO
 Ubicazione delle indagini geofisiche STx

TAVOLA
1

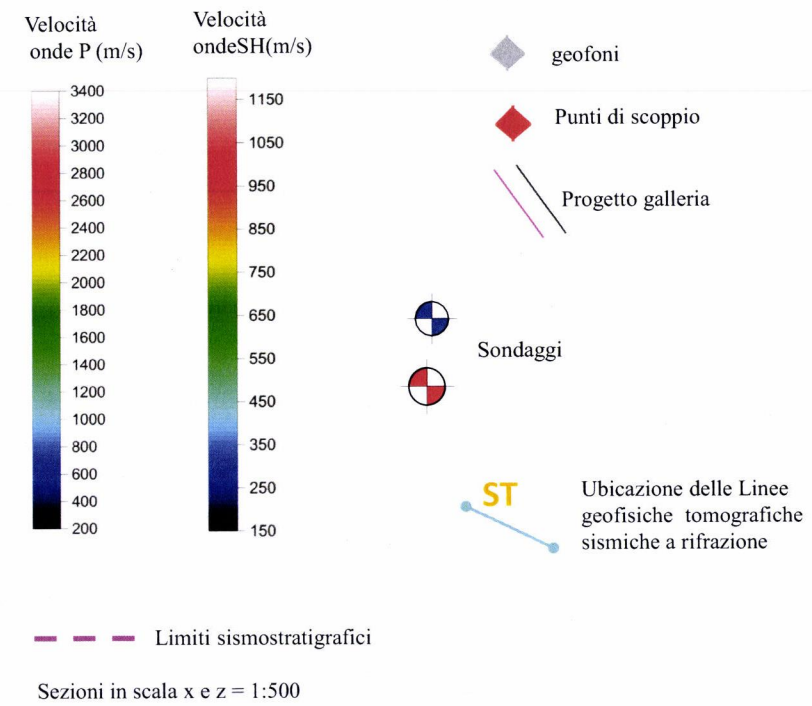
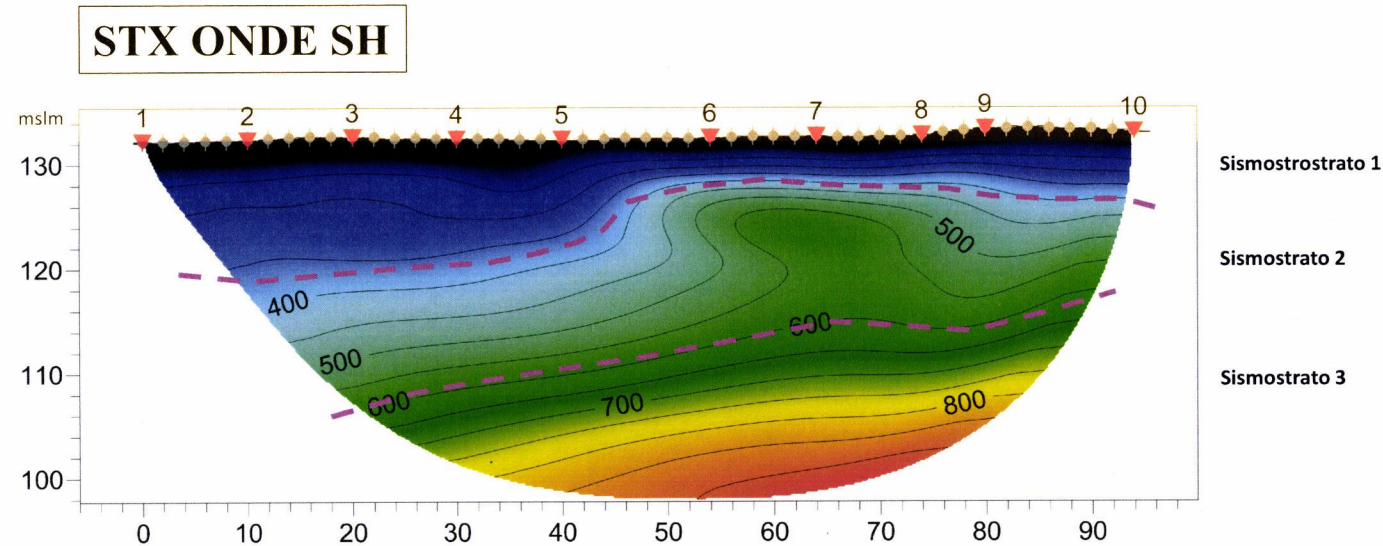
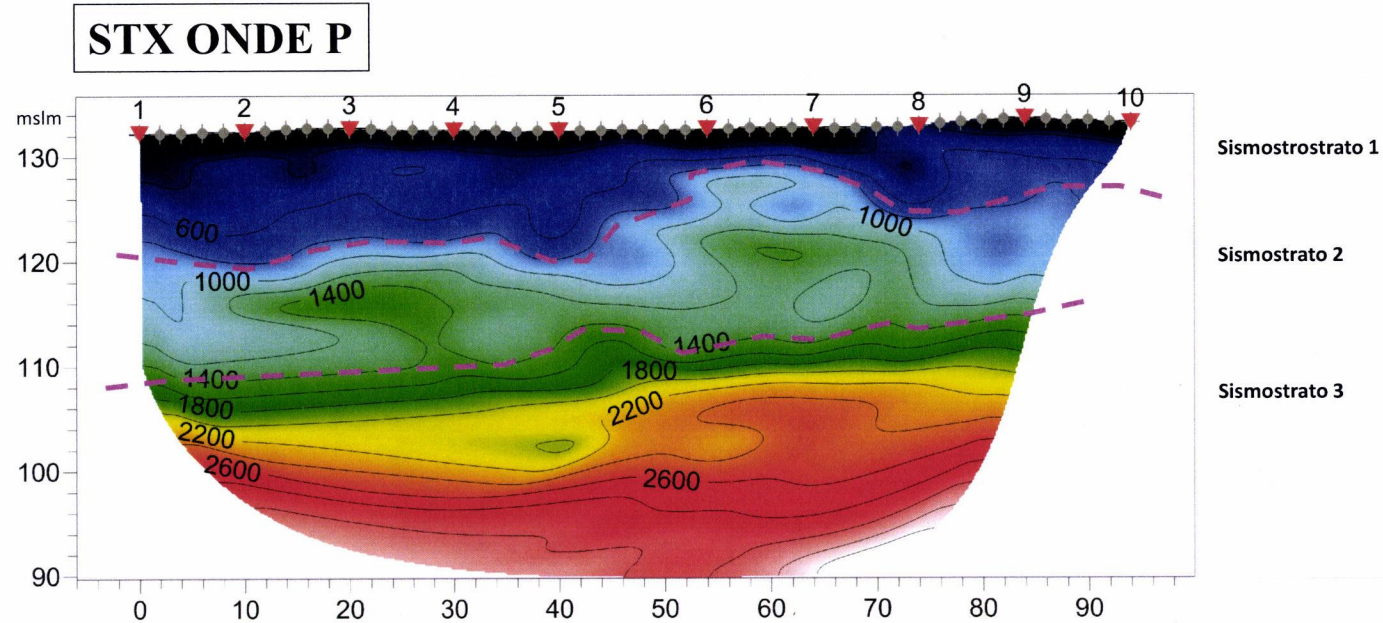
DATA 13/03/2015



DETTAGLIO ST_X



INDAGINI TOMOGRAFICHE SISMICHE STX
RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA –RADDUSA AGIRA NUOVA VIABILITA' Km 13+000



DETTAGLIO ST_X



PROGETTO
Progetto esecutivo direttrice
ferroviaria Messina – Catania –
Palermo
nuovo collegamento Palermo–
Catania
Indagini Geofisiche

ELAB	MG.Idili
------	----------

VERIFICA A. Morelli

APPROVAZIONE P. Chiara

SITO
Raddoppio della tratta
Catenanuova – RADDUSA
AGIRA nuova viabilità al Km
13+000

**RIFERIMENTI
INTERNI SOING**
Comm_023_14_04

OGGETTO
Ubicazione delle indagini
geofisiche STx

TAVOLA

2

DATA 13/03/2015