

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



### DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

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

### PROGETTO DEFINITIVO

### RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

### INDAGINI GEOFISICHE

CAMPAGNA GEOGNOSTICA 2013 - 2014  
PROSPEZIONI ELETTROMAGNETICHE E MASW

SCALA:

-

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

RS2S 00 D 69 IG GE0005 007 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorità
A	Emissione Esecutiva	S.G.G.	mar. 2014	F. Romano	mar. 2014	P. Carlesimo	gen. 2018	ITALFERR S.p.A. Dott. Geologo Francesco MARCOISE UO GEOLOGIA, GESTIONE TERRE E BONIFICHE Ordine Geologi Lazio n. 79 US

## INDICE (I° INTERVENTO)

1 - INTRODUZIONE .....	3
2 - STRUMENTAZIONE IMPIEGATA, PERSONALE E SISTEMA QUALITA' .....	4
3 - FINALITÀ DELLA PROSPEZIONE.....	5
4 - LAVORI SVOLTI.....	6
5 - METODOLOGIA ESECUTIVA DEI RILIEVI .....	7
6 - METODOLOGIA INTERPRETATIVA .....	8
7 - ANALISI DEI RISULTATI.....	9
APPENDICE	
CARTE DI CONDUCIBILITÀ ELETTRICA.....	13



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO

LINEA MESSINA-CATANIA

RADDOPPIO GIAMPILIERI–FIUMEFREDDO

INDAGINI GEOFISICHE

PROGETTO  
RS0B

LOTTO  
00

CODIFICA  
R69 IG

DOCUMENTO  
GE0005 001

REV.  
A

FOGLIO  
3 di 54

## 1 - INTRODUZIONE

Nel presente rapporto sono illustrati i risultati dell'indagine geofisica eseguita per conto di **RFI - Rete Ferroviaria Italiana** nell'ambito del **Progetto Preliminare Linea Messina-Catania – Tratta Fiumefreddo-Giampilieri**.

I lavori sono stati eseguiti lungo la tratta ferroviaria Fiumefreddo-Giampilieri, con l'esecuzione di profili elettromagnetici per la ricerca di masse metalliche sepolte nei primi 5 metri di suolo, su 9 distinte piazzole. Le prospezioni elettromagnetiche sono state svolte in due interventi distinti, nel mese di ottobre e nel mese di novembre 2013.

Nella presente relazione sono descritti i modi d'esecuzione della fase di acquisizione dei dati sperimentali e le metodologie interpretative dei dati secondo un criterio essenzialmente geofisico.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b>  <b>LINEA MESSINA-CATANIA</b>  <b>RADDOPPIO GIAMPILIERI–FIUMEFREDDO</b>					
	<b>INDAGINI GEOFISICHE</b>	<b>PROGETTO</b> RS0B	<b>LOTTO</b> 00	<b>CODIFICA</b> R69 IG	<b>DOCUMENTO</b> GE0005 001	<b>REV.</b> A

## 2 - STRUMENTAZIONE IMPIEGATA, PERSONALE E SISTEMA QUALITA'

n°	Strumentazione profili elettromagnetici	COD. IDENT.
1	elettromagnetometro EM34-3 (Geonics)	SGG-SI-64
1	cavi di collegamento Tx-Rx, intercoil 10 metri (Geonics)	
1	strumentazione GPS Ashtech	SGG-SI-46

Tutti gli strumenti di misura impiegati sono tarati presso il laboratorio metrologico Gammamisure di Calenzano (certificato ed accreditato LAT n°56) e/o verificati secondo il piano annuale di taratura e verifica adottato presso questo studio.

### Risorse coinvolte

Per l'esecuzione della prospezione di campagna e della relativa interpretazione in ufficio, sono state coinvolte le seguenti risorse:

• Responsabile dell'incarico	A. BALDI
• Responsabile Assicurazione Qualità per la prospezione	A. BALDI
• Responsabile della prospezione	S. MENCARINI
• Prospettore geofisico	M. SCHEGGI
• Interpretazione misure geofisiche	S. MENCARINI M. SCHEGGI
• Editing	M. SCHEGGI

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b>					
	<b>LINEA MESSINA-CATANIA</b> <b>RADDOPPIO GIAMPILIERI–FIUMEFREDDO</b>					
<b>INDAGINI GEOFISICHE</b>	PROGETTO RS0B	LOTTO 00	CODIFICA R69 IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A	FOGLIO 5 di 54

### Sistema Qualità

La prospezione geofisica è stata eseguita in riferimento alle specifiche SP0302 e SP0901. L'elaborazione dei dati è avvenuta in conformità all'istruzione IS0901. Per la registrazione delle varie attività sono stati utilizzati i moduli del sistema qualità in uso presso questo studio.

### **3 - FINALITÀ DELLA PROSPEZIONE**

Le finalità della prospezione elettromagnetica possono così essere sinteticamente riassunte:

- misure della conducibilità elettrica, in corrispondenza delle zone di esecuzione dei sondaggi geognostici, per la ricerca di eventuali masse metalliche sepolte nei primi 5 metri di suolo, con metodologia elettromagnetica FDEM secondo una griglia 2,5x2,5m;

#### 4 - LAVORI SVOLTI

Di seguito una tabella in cui si riporta il dettaglio delle indagini geofisiche eseguite.

Tabella indagini svolte

sondaggio geognostico di riferimento	indagine geofisica	griglia delle misure	esecuzione
S1pz	profili elettromagnetici con EM34-3 Geonics	2,5x2,5m	I intervento
S2pz	profili elettromagnetici con EM34-3 Geonics	2,5x2,5m	I intervento
S4pz	profili elettromagnetici con EM34-3 Geonics	2,5x2,5m	I intervento
S5pz	profili elettromagnetici con EM34-3 Geonics	2,5x2,5m	I intervento
S3pz	profili elettromagnetici con EM34-3 Geonics	2,5x2,5m	II intervento
S1apz	profili elettromagnetici con EM34-3 Geonics	2,5x2,5m	II intervento
S2apz	profili elettromagnetici con EM34-3 Geonics	2,5x2,5m	II intervento
S3apz	profili elettromagnetici con EM34-3 Geonics	2,5x2,5m	II intervento
S4apz	profili elettromagnetici con EM34-3 Geonics	2,5x2,5m	II intervento

La prospezione elettromagnetica FDEM, è stata operata con due interventi distinti: nell'ottobre 2013 e nel novembre 2013, con griglia di 2,5x2,5 metri ed elettromagnetometro EM34-3 Geonics. L'indagine elettromagnetica è stata finalizzata alla ricerca di masse metalliche sepolte nei primi 5 metri di suolo.

Complessivamente, sono stati quindi eseguiti:

- **n°9 postazioni di rilievo elettromagnetico FDEM** con griglia 2,5x2,5m con elettromagnetometro EM34-3 Geonics con intercoil di 10 metri.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b>  <b>LINEA MESSINA-CATANIA</b>  <b>RADDOPPIO GIAMPILIERI–FIUMEFREDDO</b>					
	<b>INDAGINI GEOFISICHE</b>	<b>PROGETTO</b> RS0B	<b>LOTTO</b> 00	<b>CODIFICA</b> R69 IG	<b>DOCUMENTO</b> GE0005 001	<b>REV.</b> A

## 5 - METODOLOGIA ESECUTIVA DEI RILIEVI

Al fine di garantire un'ottima copertura fino a 5 metri di profondità da piano campagna, l'indagine elettromagnetica è stata eseguita con elettromagnetometro EM34-3 Geonics, con accoppiamento orizzontale dei dipoli, Tx ed Rx, operando con intercoil fisso pari a 10 metri. L'utilizzo di detta spaziatura, congiuntamente all'utilizzo delle bobine riceventi e trasmettenti in assetto verticale (dipoli orizzontali), garantisce, infatti, un'ottima risoluzione delle misure di conducibilità elettrica fino a 5-6 metri di profondità.

L'elettromagnetometro EM34-3 Geonics è uno strumento multifrequenza; l'uso di un intercoil di 10 metri applica una frequenza di indagine pari a 6400Hz (Figura 5.1). Nelle piazzole oggetto di indagine è stata adottata una griglia di lettura pari a 2,5x2,5m. Ciascuna lettura della conducibilità elettrica, espressa in mmhos/m, è stata tabellata e conseguentemente interpretata con l'uso di software di surface-map contouring.

<b>Measured Quantities</b>	Apparent conductivity in millisiemens per metre (mS/m)
<b>Primary Field Source</b>	Self-contained dipole transmitter
<b>Sensor</b>	Self-contained dipole receiver
<b>Reference Cable</b>	Lightweight, 2 wire shielded cable
<b>Inter-coil Spacing Operating Frequency</b>	10m at 6.4 kHz 20m at 1.6 kHz 40m at 0.4 kHz
<b>Power Supply</b>	Transmitter: 8 disposable or rechargeable 'D' cells Receiver: 8 disposable or rechargeable 'C' cells
<b>Conductivity Ranges</b>	10, 100, 1000 mS/m
<b>Measurement Resolution</b>	+/- 0.1% of full scale
<b>Measurement Accuracy</b>	+/- 5% at 20 mS/m
<b>Noise Levels</b>	0.2 mS/m (can be greater in regions of high power line interference)
<b>Dimensions</b>	Receiver Console: 19 x 13.5 x 26 cm Transmitter Console: 15.5 x 8 x 26 cm Receiver & Transmitter Coil: 63 cm dia. Shipping Case: 27.5 x 75 x 75 cm
<b>Weight</b>	Instrument: 20.5 kg Shipping: 43 kg

**Figura 5.1** – Specifiche tecniche dell'elettromagnetometro EM34-3 Geonics.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b>					
	<b>LINEA MESSINA-CATANIA</b>  <b>RADDOPPIO GIAMPILIERI–FIUMEFREDDO</b>					
<b>INDAGINI GEOFISICHE</b>	PROGETTO RS0B	LOTTO 00	CODIFICA R69 IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A	FOGLIO 8 di 54

## 6 - METODOLOGIA INTERPRETATIVA

Le indagini elettromagnetiche nel dominio della frequenza (FDEM) rappresentano uno strumento di indagine speditivo per l'identificazione di anomalie riconducibili alla presenza di corpi sepolti con caratteristiche di elevata conducibilità elettrica. In questo specifico caso, l'indagine elettromagnetica è stata rivolta alla ricerca di eventuali masse metalliche sepolte.

I valori di conducibilità elettrica (in mmhos/m) acquisiti, unitamente alla loro posizione spaziale, sono stati tabellati su foglio elettronico ed elaborati con software di *surface map contouring* – SURFER.

Per ciascun sito è stata realizzata una carta della conducibilità elettrica, così da rendere visivamente efficaci i risultati dell'indagine FDEM e permettere l'ubicazione dei sondaggi geognostici in zone prive della presenza di masse metalliche sepolte. Il perimetro delle zone prive di masse metalliche è evidenziato con soprassegno sulla mappa di conducibilità elettrica.

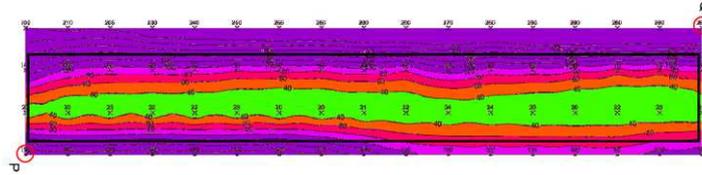
I vertici delle aree investigate sono stati picchettati sul terreno e le coordinate dei vertici sono riportate nelle schede dei certificati, secondo il sistema di coordinate geografiche WGS84.

Per ciascuna area è stato rilasciato un certificato con i risultati della prospezione elettromagnetica.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b>					
	<b>LINEA MESSINA-CATANIA</b> <b>RADDOPPIO GIAMPILIERI–FIUMEFREDDO</b>					
<b>INDAGINI GEOFISICHE</b>	<b>PROGETTO</b> RS0B	<b>LOTTO</b> 00	<b>CODIFICA</b> R69 IG	<b>DOCUMENTO</b> GE0005 001	<b>REV.</b> A	<b>FOGLIO</b> 9 di 54

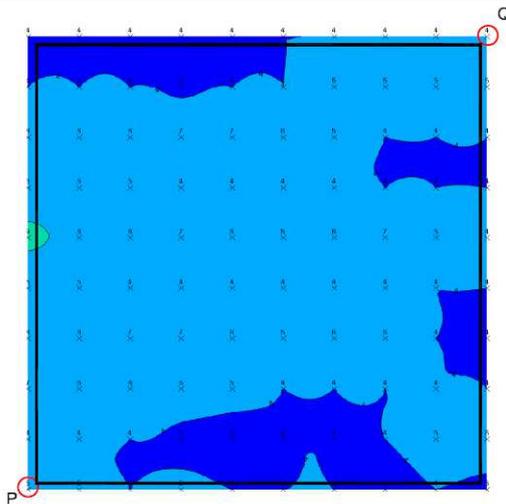
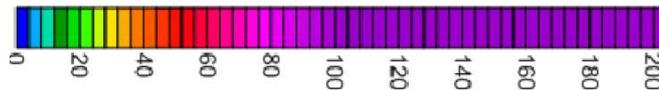
## 7 - ANALISI DEI RISULTATI

L'indagine elettromagnetica FDEM è stata condotta per caratterizzare le piazzole dei sondaggi nei primi 5 metri di suolo, al fine di evidenziare anomalie di conducibilità elettrica potenzialmente riconducibili a masse metalliche sepolte. A seguito della prospezione elettromagnetica sono stati inviati, celermente, i certificati relativi a ciascuna piazzola (riportati in appendice). L'indagine geofisica è stata condotta su n°9 piazzole con maglia di misure 2,5x2,5m. Le carte di conducibilità elettrica derivate, con apposita scala colorimetrica, sono riportate di seguito. Per ogni piazzola è stata evidenziata con un rettangolo l'area sgombra da eventuali masse metalliche sepolte nei primi 5 metri di suolo. Di seguito si riportano, sinteticamente, i risultati in termini di conducibilità elettrica, ottenuti per ciascuna piazzola (Figure 7.1 – 7.2).

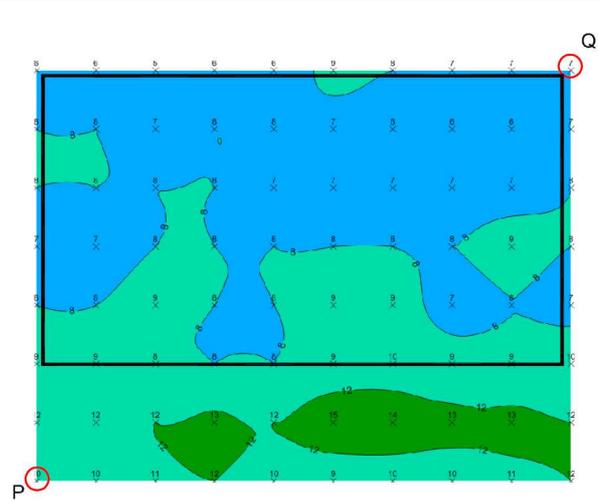


sondaggio di riferimento **S1pz**

CONDUCIBILITA' ELETTRICA mmhos/m

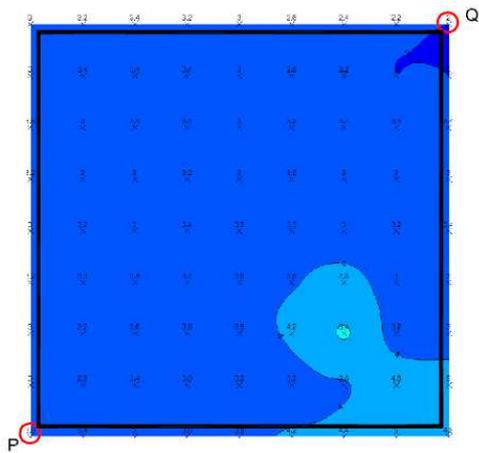


sondaggio di riferimento **S2pz**

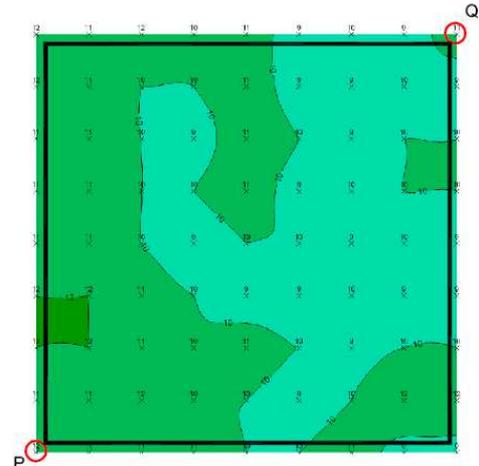


sondaggio di riferimento **S4pz**

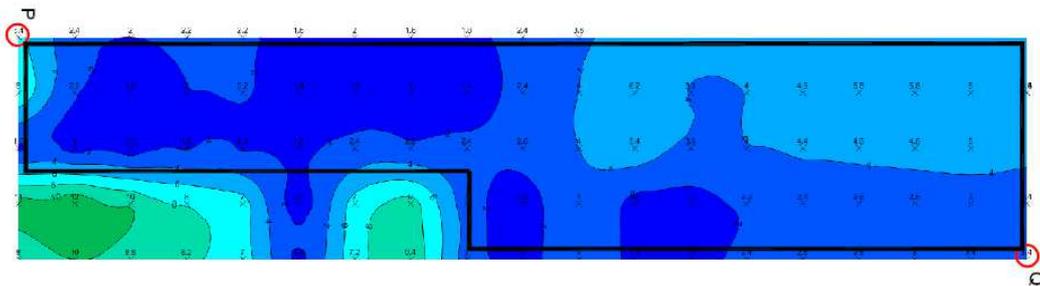
**Figura 7.1** – Carte della conducibilità elettrica eseguite nelle piazzole relative ai sondaggi S1pz, S2pz, S4pz.



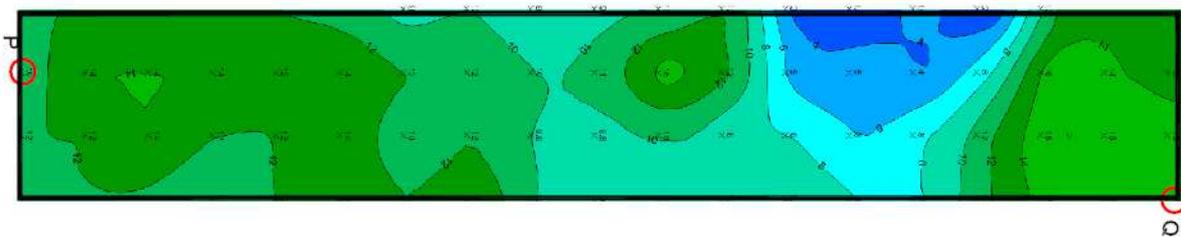
sondaggio di riferimento **S3pz**



sondaggio di riferimento **S5pz**

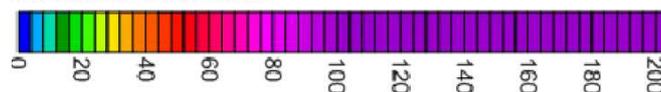


sondaggio di riferimento **S1apz**

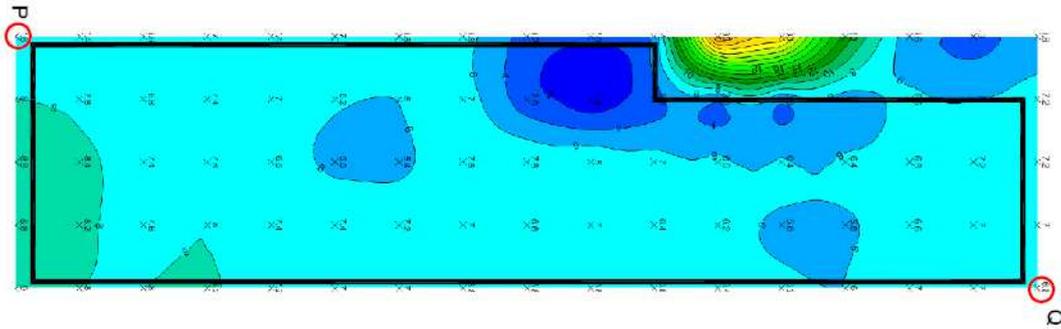


sondaggio di riferimento **S2apz**

CONDUCIBILITA' ELETTRICA mmhos/m



**Figura 7.2** – Carte della conducibilità elettrica eseguite nelle piazzole relative ai sondaggi S3pz, S5pz, S1apz, S2apz.

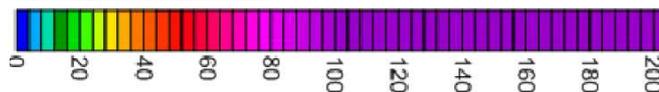


sondaggio di riferimento **S3apz**



sondaggio di riferimento **S4apz**

CONDUCIBILITA' ELETTRICA mmhos/m



**Figura 7.3** – Carte della conducibilità elettrica eseguite nelle piazzole relative ai sondaggi S3apz, S4apz.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO

LINEA MESSINA-CATANIA

RADDOPPIO GIAMPILIERI-FIUMEFREDDO

INDAGINI GEOFISICHE

PROGETTO  
RS0B

LOTTO  
00

CODIFICA  
R69 IG

DOCUMENTO  
GE0005 001

REV.  
A

FOGLIO  
13 di 54

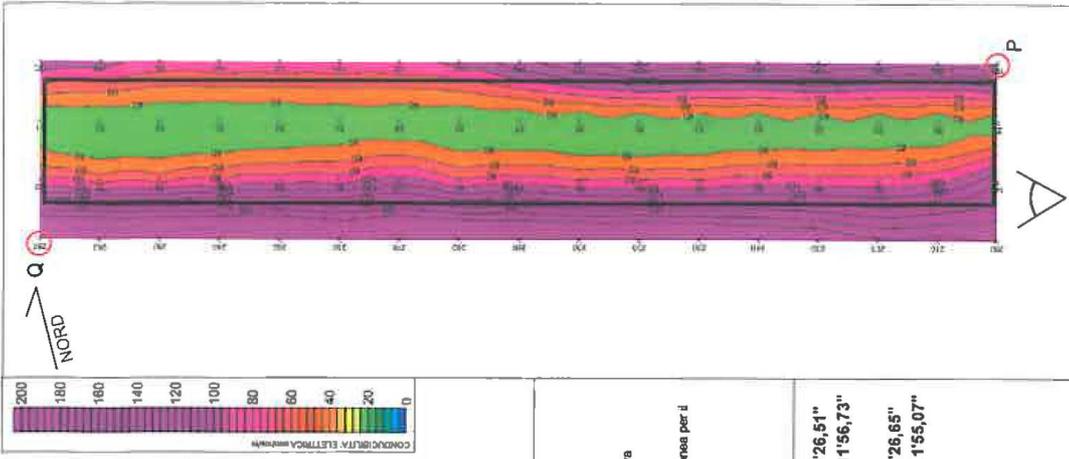
## APPENDICE

### Carte di conducibilità elettrica

2/2

Prot. 57/2013

CARTA DELLA CONDUCEBILITA' ELETTRICA Scala 1:250



AREA SONDAGGIO S1pz

PLANIMETRIA GENERALE UBICATIVA



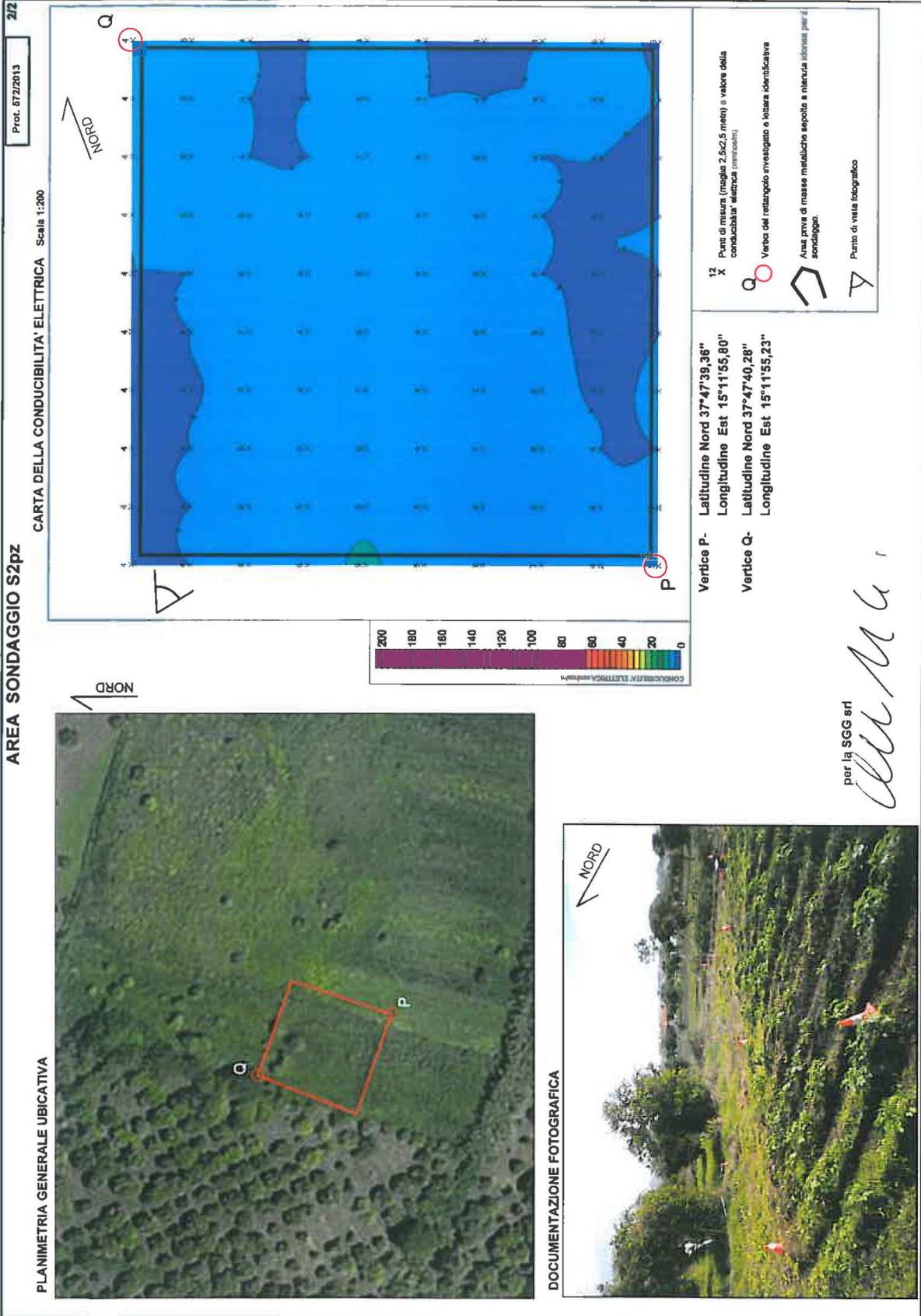
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



- 12 X Punti di misura (maglia 2,5x2,5 metri) e valore della conducibilità elettrica (mms/m)
- Vertici del rettangolo investigato e lettera identificativa
- Area priva di masse metalliche sepolte e ritenuta idonea per il sondaggio.
- Punto di vista fotografico

Vertice P- Latitudine Nord 37°47'26,51"  
Longitudine Est 15°11'56,73"  
Vertice Q- Latitudine Nord 37°47'26,65"  
Longitudine Est 15°11'55,07"

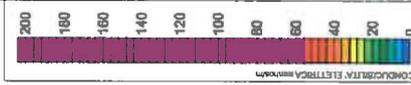
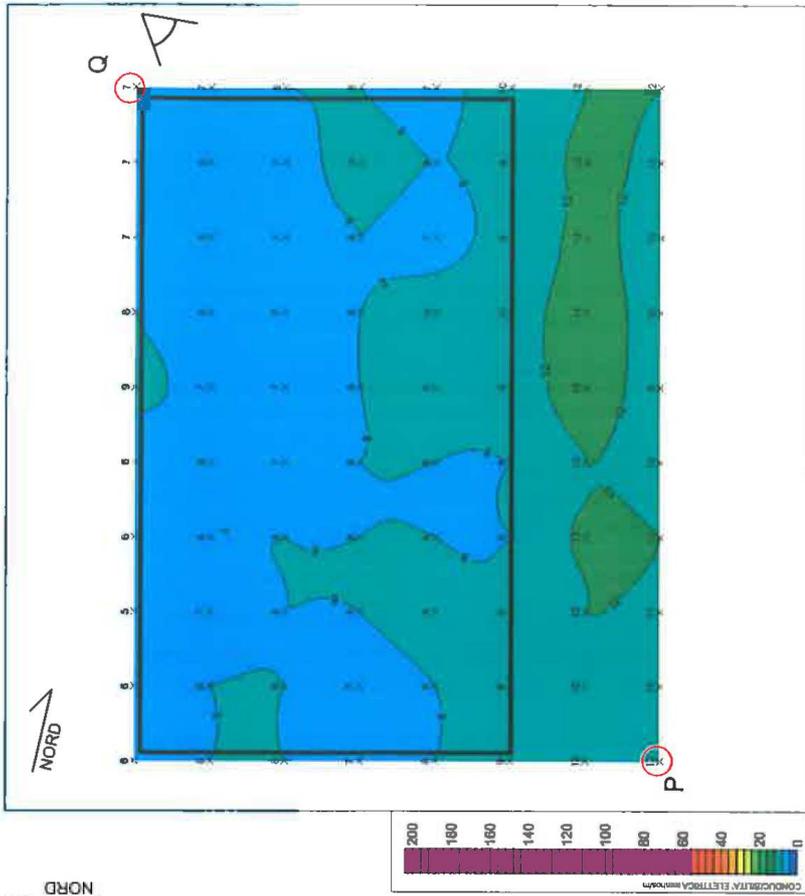
per la SGG srl  
*Carra MGI*



Prot.673/2013

AREA SONDAGGIO S4pz

CARTA DELLA CONDUCIBILITA' ELETTRICA Scala 1:200



12 X  
Punti di misura (maglia 2,5x2,5 metri) e valore della conducibilità elettrica (mS/m)

Q  
Vertice del rettangolo investigato e lettera identificativa

Area priva di masse metalliche sepolte e ritenuta idonea per il sondaggio.

P  
Punto di vista fotografico

Vertice P- Latitudine Nord 39°48'10,25"  
Longitudine Est 15°11'49,61"

Vertice Q- Latitudine Nord 37°48'10,85"  
Longitudine Est 15°11'49,75"

PLANIMETRIA GENERALE UBICATIVA



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

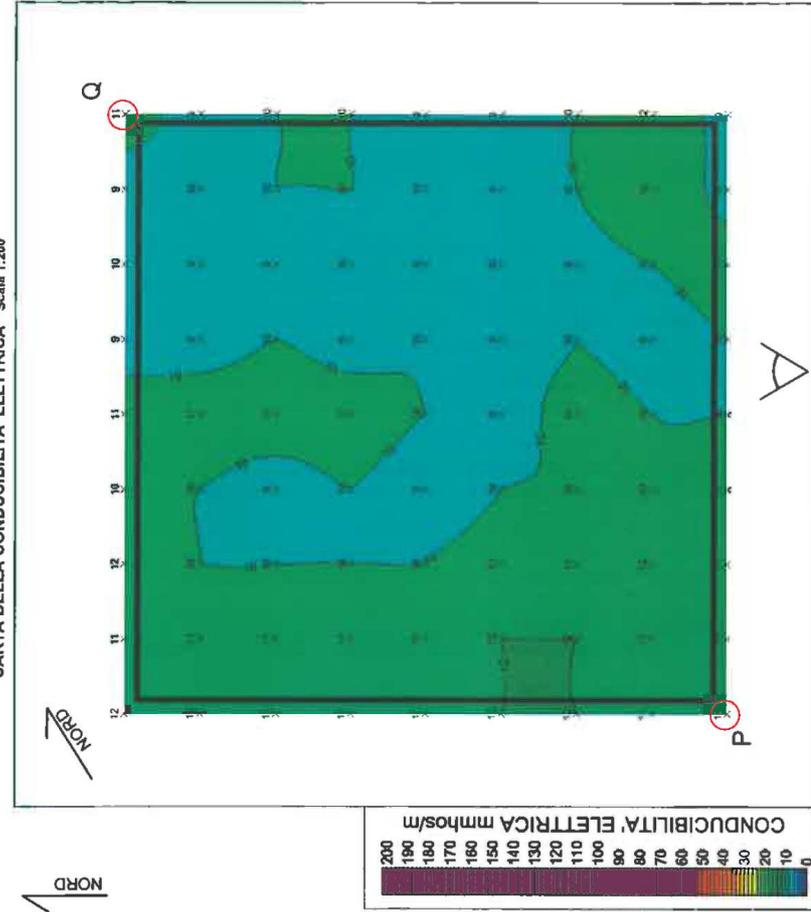


per la SGG srl

*W. M. G.*

2/2  
Procl.610/2013

AREA SONDAGGIO S5pz  
CARTA DELLA CONDUCIBILITA' ELETTRICA Scala 1:200



12 X  
Punti di misura (maglia 2,5x2,5 metri) e valore della conducibilità elettrica (mhos/m)

Vertici del rettangolo investigato e lettera identificativa

Area priva di masse metalliche sepolte e ritenuta idonea per il sondaggio.

Punto di vista fotografico

Vertice P- Latitudine Nord 37°47'48,45"  
Longitudine Est 15°12'17,03"

Vertice Q- Latitudine Nord 37°47'48,83"  
Longitudine Est 15°12'17,03"

PLANIMETRIA GENERALE UBICATIVA



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



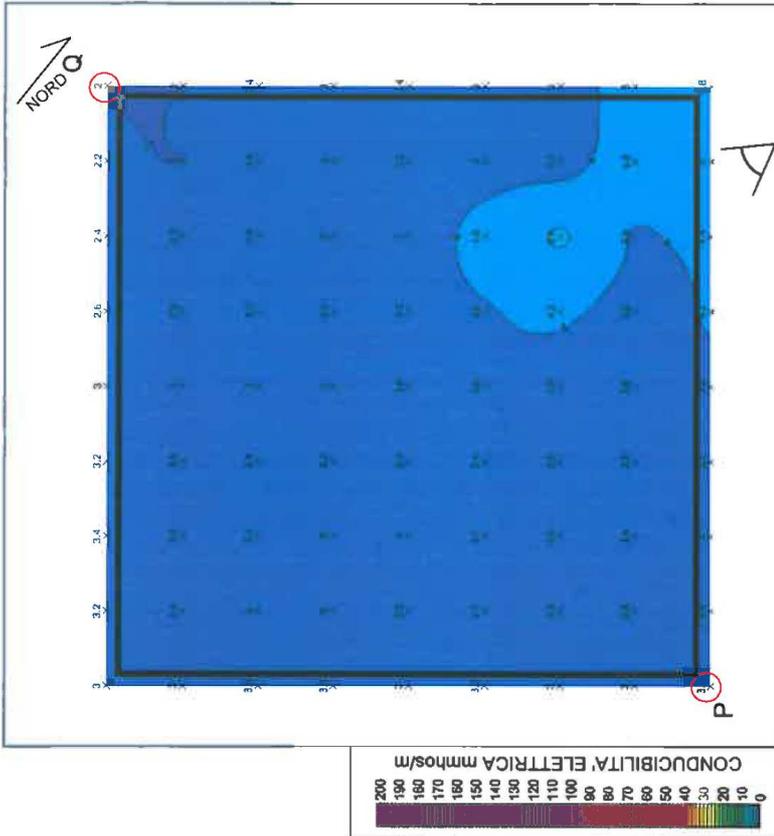
per la SGG srl



2/2

Prot. 611/2013

CARTA DELLA CONDUCIBILITA' ELETTRICA Scala 1:260



AREA SONDAGGIO S3pz

PLANIMETRIA GENERALE UBICATIVA



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



12 X  
Punti di misure (maglia 2,5x2,5 metri) e valore della conducibilità elettrica (mhos/m)

Q Vertici del rettangolo investigato e lettera identificativa

P Area priva di masse metalliche asportate e ritenuta idonea per il sondaggio.

A Punto di vista fotografico

Vertice P -  
Latitudine Nord 37°47'54,38"  
Longitudine Est 15°11'53,36"

Vertice Q -  
Latitudine Nord 37°47'54,51"  
Longitudine Est 15°11'53,05"

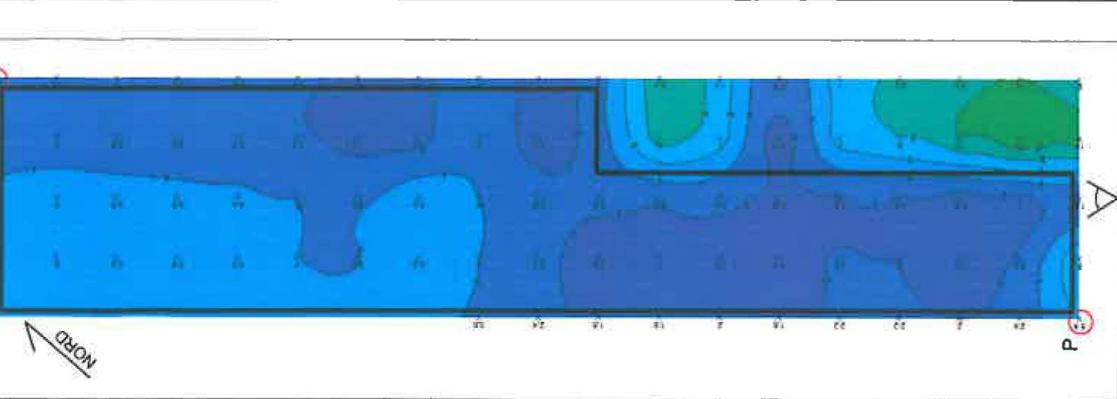
per la SGG srl  
*[Handwritten signature]*  
SOG. CO. SGG

2/2  
ProL 613/2013

CARTA DELLA CONDUCIBILITA' ELETTRICA Scale 1:250

AREA SONDAGGIO S1apz

PLANIMETRIA GENERALE UBICATIVA



- X 12 Punti di misura (maglia 2,5x2,5 metri) e valore della conducibilità elettrica (mhos/m)
- o Vertice del rettangolo investigato e lettera identificativa
- Area priva di masse metalliche sepolte e ritenuta idonea per il sondaggio.
- Pointo di vista fotografico

Vertice P. Latitudine Nord 38°00'18,16"  
Longitudine Est 15°25'02,21"

Vertice Q. Latitudine Nord 38°00'18,98"  
Longitudine Est 15°25'00,82"

per la SCG srl

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

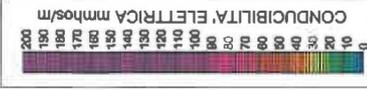
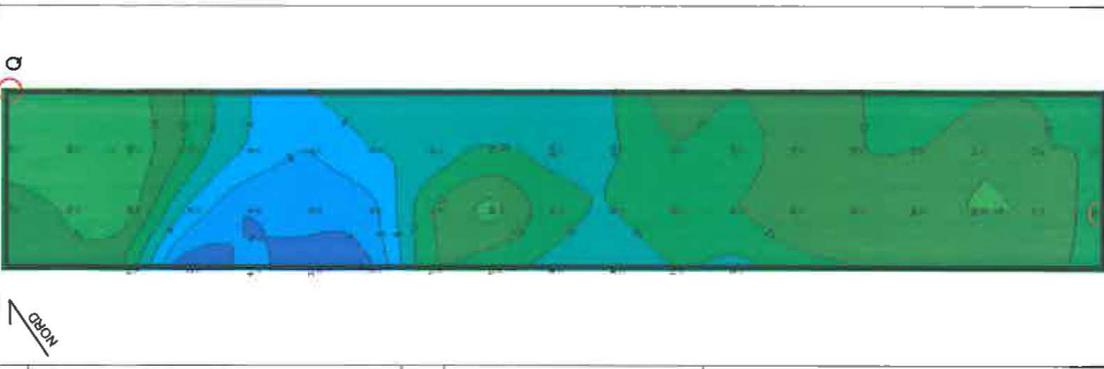


2/2  
Prot. 01/4/2013

CARTA DELLA CONDUCIBILITA' ELETTRICA Scale 1:250

AREA SONDAGGIO S2apz

PLANIMETRIA GENERALE UBICATIVA



- 12 X Punti di misura (maglia 2,5x2,5 metri) e valore della conducibilità elettrica (mhos/m)
- Vertici del rettangolo investigato e lettera identificativa
- Area priva di masse metalliche sepolte e ritenuta idonea per il sondaggio.
- Punto di vista fotografico

Vertice P- Latitudine Nord 38°00'30,34"  
Longitudine Est 15°25'14,27"

Vertice Q- Latitudine Nord 38°00'30,60"  
Longitudine Est 15°25'13,99"

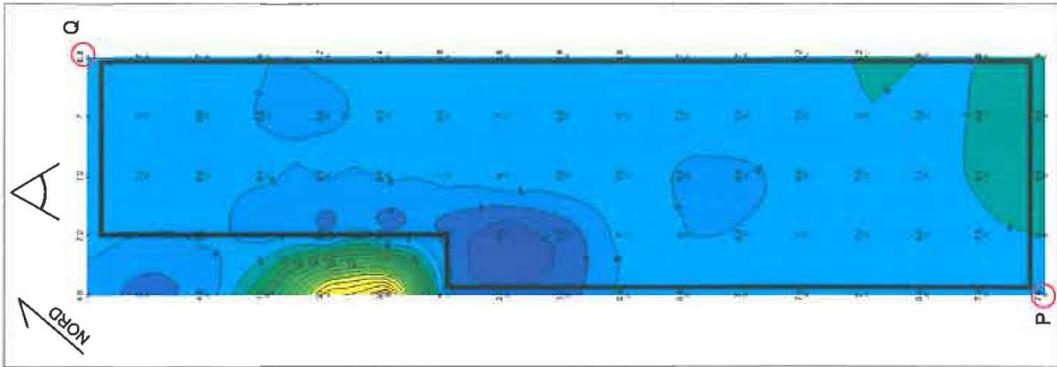


per la SCG srl  
*[Handwritten signature]*

2/2

Prot. 612/2013

CARTA DELLA CONDUCEBILITA' ELETTRICA Scale 1:250



- 12 X Punti di misura (maglia 2,5x2,5 metri) e valore della conducibilit  elettrica (mhos/m)
- Vertici del rettangolo investigato e lettera identificativa
- Area priva di masse metalliche sepolte e ritenuta idonea per il sondaggio.
- Punto di vista fotografico

Vertice P- Latitudine Nord 38°00'33,03"  
Longitudine Est 15°25'20,61"

Vertice Q- Latitudine Nord 38°00'33,15"  
Longitudine Est 15°25'21,91"

AREA SONDAGGIO S3apz

PLANIMETRIA GENERALE UBICATIVA



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



per la SCG srl

## INDICE (II° INTERVENTO)

1	INTRODUZIONE .....	23
2	STRUMENTAZIONE IMPIEGATA, PERSONALE E SISTEMA QUALITA' .....	24
3	FINALITÀ DELLA PROSPEZIONE .....	26
4	LAVORI SVOLTI .....	27
5	METODOLOGIA ESECUTIVA DEI RILIEVI .....	29
5.1	Prospezione elettromagnetica .....	29
5.2	Prove MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) .....	30
6	METODOLOGIA INTERPRETATIVA .....	31
6.1	Prospezione elettromagnetica .....	31
6.2	Prove MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) .....	31
7	ANALISI DEI RISULTATI .....	34
7.1	Prospezione elettromagnetica .....	34
7.2	Prove MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) .....	35
	APPENDICE: CARTE DI CONDUCIBILITÀ ELETTRICA .....	48

## 1 INTRODUZIONE

Nel presente rapporto sono illustrati i risultati dell'indagine geofisica eseguita per conto di **RFI - Rete Ferroviaria Italiana** nell'ambito del Contratto Istituzionale di Sviluppo – CIS Sicilia, Diretrice Ferroviaria Messina – Catania – Palermo, Linea Messina - Catania, Raddoppio Giampilieri-Fiumefreddo.

La prospezione geofisica è stata eseguita nei giorni compresi tra il 2 ed il 6 febbraio 2014, su n°6 piazzole identificate per l'esecuzione di sondaggi geognostici e su n°4 siti per la esecuzione di prove MASW ad integrazione di indagini preesistenti. Per ciascuna piazzola è stata eseguita una prospezione elettromagnetica finalizzata alla ricerca di masse metalliche sepolte, e su due di esse sono state effettuate anche due prove di sismica attiva (prova MASW) per la definizione del valore di  $V_{s30}$  utile per la classificazione dei suoli di fondazione nelle categorie previste dalla vigente normativa antisismica.

Nella presente relazione sono descritti i modi d'esecuzione della fase di acquisizione dei dati sperimentali e le metodologie interpretative dei dati secondo un criterio essenzialmente geofisico.

## 2 STRUMENTAZIONE IMPIEGATA, PERSONALE E SISTEMA QUALITA'

n°	Strumentazione profili elettromagnetici	COD. IDENT.
1	elettromagnetometro EM34-3 ( <i>Geonics</i> )	SGG-SI-64
1	cavi di collegamento Tx-Rx, intercoil 10 metri ( <i>Geonics</i> )	
1	sistema GPS Pro Mark 2 ( <i>Ashtech</i> )	SGG-SI-46

n°	Strumentazione per prove sismiche attive di superficie (MASW)	COD. IDENT.
1	sismografo digitale GEODE 24 ch - 24 bit ( <i>Geometrics</i> )	SGG-SI-52
1	notebook HP per registrazione dei dati	
24	geofoni verticali con frequenza 4,5Hz ( <i>OYO-Geospace</i> )	SGG-SI-61
1	cavo di collegamento per geofoni 24 take-out/5,0 metri ( <i>OYO-Geospace</i> )	cavoSIS11
1	energizzatore sismico ISOTTA ( <i>Pasi</i> )	SGG-SI-67
1	linea trigger con dispositivo hammer-switch	
1	massa battente del peso di 5kg	

Tutti gli strumenti di misura impiegati sono tarati presso il laboratorio metrologico GAMMAMISURE di Calenzano (certificato ed accreditato LAT n°56) e/o verificati secondo il *piano annuale di taratura e verifica* adottato presso questo studio.

### Risorse coinvolte

Per l'esecuzione della prospezione di campagna e della relativa interpretazione in ufficio, sono state coinvolte le seguenti risorse:

• Responsabile dell'incarico	A. BALDI
• Responsabile Assicurazione Qualità per la prospezione	A. BALDI
• Responsabile della prospezione	J. DE LUCA
• Prospettore geofisico	J. DE LUCA
• Interpretazione misure elettromagnetiche	J. DE LUCA
• Interpretazione misure sismiche	J. DE LUCA
• Editing	J. DE LUCA

### Sistema Qualità

La prospezione geofisica è stata eseguita in riferimento alle specifiche SP0302 e SP0901. L'elaborazione dei dati è avvenuta in conformità all'istruzione IS0901.

Per la registrazione delle varie attività sono stati utilizzati i moduli del sistema qualità in uso presso questo studio.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b>					
	<b>LINEA MESSINA-CATANIA</b> <b>RADDOPPIO GIAMPILIERI-FIUMEFREDDO</b>					
<b>INDAGINI GEOFISICHE</b>	<b>PROGETTO</b> RS0B	<b>LOTTO</b> 00	<b>CODIFICA</b> R69 IG	<b>DOCUMENTO</b> GE0005 001	<b>REV.</b> A	<b>FOGLIO</b> 26 di 54

### 3 FINALITÀ DELLA PROSPEZIONE

Le finalità della prospezione elettromagnetica e delle prove MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves), possono così essere sinteticamente riassunte:

- misure della conducibilità elettrica, in corrispondenza delle zone di esecuzione dei sondaggi geognostici, per la ricerca di eventuali masse metalliche sepolte nei primi 5 metri di suolo, con metodologia elettromagnetica FDEM secondo una griglia 2,5x2,5m;
- computo del valore  $V_{s30}$  del sito per la classificazione dei suoli di fondazione nelle categorie previste dalla normativa vigente;
- profilo verticale di  $V_s$  nei primi 30 metri di suolo.

Per quanto riguarda le principali proprietà dinamiche dei terreni, è opportuno ricordare che, per sottosuoli naturali, a causa della rapidità delle azioni e del fatto che questi si trovano per gran parte sotto falda, ci si trova in condizioni di drenaggio impedito e pertanto il fenomeno sismico produce deformazioni volumetriche trascurabili, rispetto a quelle distorsionali. Per questo motivo appare giustificato ricondurre la modellazione meccanica di un fenomeno sismico all'analisi degli effetti prodotti da un treno d'onde S, che si propagano dal substrato alla superficie, con un campo di spostamenti del terreno in pratica orizzontale. Tale assunzione è oltretutto giustificata dal fatto che, da un punto di vista ingegneristico, il moto più verosimile ai fini della verifica sismica dei manufatti è quello orizzontale. In tal senso, a livelli di deformazione bassi, è assunta l'ipotesi che il terreno in esame presenti un comportamento tensione-deformazione di tipo elastico lineare (deformazioni inferiori a  $10^{-3}\%$ ). Le velocità delle onde S e delle onde di superficie, sono caratteristiche delle vibrazioni trasmesse prevalentemente dal solo scheletro solido e perciò rappresentative delle proprietà meccaniche del terreno. Ne consegue che per alcuni terreni sotto falda, le uniche onde in grado di fornire informazioni precise sulla rigidità del terreno sono quelle di taglio e, subordinatamente, le onde di superficie.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO					
	LINEA MESSINA-CATANIA					
RADDOPPIO GIAMPILIERI–FIUMEFREDDO						
INDAGINI GEOFISICHE	PROGETTO RS0B	LOTTO 00	CODIFICA R69 IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A	FOGLIO 27 di 54

#### 4 LAVORI SVOLTI

La prospezione geofisica è stata eseguita nei giorni dal 2 al 6 febbraio 2014, su n°6 piazzole identificate per l'esecuzione di sondaggi geognostici su n°4 siti per la esecuzione di prove MASW ad integrazione di indagini preesistenti.. L'ubicazione delle prove è stata definita il giorno 2 febbraio con sopralluogo diretto dei siti insieme al Dr. Geol. Rizza, rappresentante la ditta per l'esecuzione dei sondaggi . Per ciascuna piazzola è stata eseguita una griglia 2,5x2,5m di profili elettromagnetici finalizzata alla ricerca di masse metalliche, ed su due di esse una prova di sismica attiva (prova MASW) per la definizione del valore di  $V_{s30}$  utile per la classificazione dei suoli di fondazione nelle categorie previste dalla vigente normativa antisismica.

Di seguito si riporta l'ubicazione delle prove su foto-planimetria derivata da google-earth (Figura 4.1).

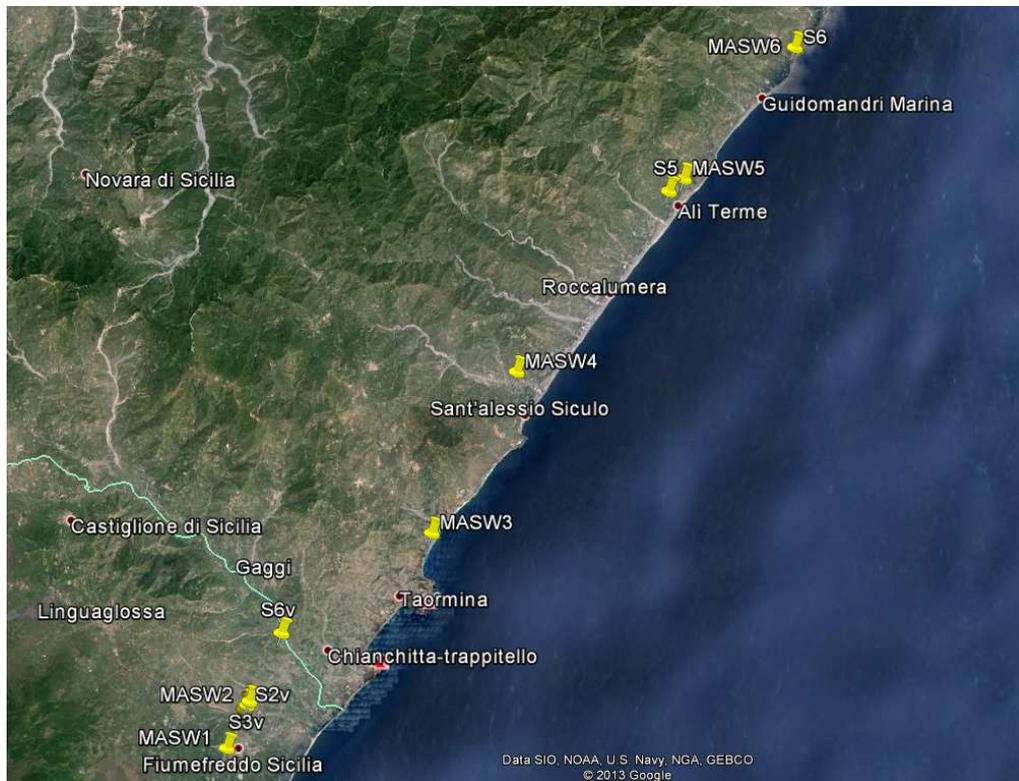


Figura 4.1 – Ubicazione planimetrica, su foto-planimetria di google, dei sondaggi S1, S2, S3, S4 S5, S6, MASW1, MASW2, MASW3, MASW4, MASW5, MASW6.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b>					
	<b>LINEA MESSINA-CATANIA</b>  <b>RADDOPPIO GIAMPILIERI–FIUMEFREDDO</b>					
<b>INDAGINI GEOFISICHE</b>	<b>PROGETTO</b> RS0B	<b>LOTTO</b> 00	<b>CODIFICA</b> R69 IG	<b>DOCUMENTO</b> GE0005 001	<b>REV.</b> A	<b>FOGLIO</b> 28 di 54

Complessivamente, sono state quindi eseguite:

- **n°6 postazioni di rilievo elettromagnetico FDEM** con griglia 2,5x2,5m con elettromagnetometro EM34-3 Geonics con intercoil di 10 metri;
- **n°6 prove MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves)** con array sismico composto da 24 geofoni verticali (freq. 4,5Hz).



Figura 4.2 – Griglia 2,5x2,5m di profili elettromagnetici eseguiti con strumentazione EM34 Geonics, in corrispondenza della piazzola del sondaggio S2.



Figura 4.3 – Strumentazione per l'esecuzione della prova di sismica attiva MASW; foto scattata in corrispondenza della piazzola del sondaggio S6.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b>					
	<b>LINEA MESSINA-CATANIA</b>  <b>RADDOPPIO GIAMPILIERI–FIUMEFREDDO</b>					
<b>INDAGINI GEOFISICHE</b>	<b>PROGETTO</b> RS0B	<b>LOTTO</b> 00	<b>CODIFICA</b> R69 IG	<b>DOCUMENTO</b> GE0005 001	<b>REV.</b> A	<b>FOGLIO</b> 29 di 54

## 5 METODOLOGIA ESECUTIVA DEI RILIEVI

### 5.1 Prospezione elettromagnetica

Al fine di garantire un'ottima copertura fino a 5 metri di profondità da piano campagna, l'indagine elettromagnetica è stata eseguita con elettromagnetometro EM34-3 Geonics, con accoppiamento orizzontale dei dipoli, Tx ed Rx, ed operando con intercoil fisso pari a 10 metri. L'utilizzo di detta spaziatura, congiuntamente all'utilizzo delle bobine riceventi e trasmettenti in assetto verticale (dipoli orizzontali), garantisce, infatti, un'ottima risoluzione delle misure di conducibilità elettrica nei primi 5-6 metri di profondità.

L'elettromagnetometro EM34 Geonics è uno strumento multifrequenza; l'uso di un intercoil di 10 metri applica una frequenza di indagine pari a 6,4kHz (Figura 5.1). Nelle piazzole oggetto di indagine è stata adottata una griglia di lettura pari a 2,5x2,5m. Ciascuna lettura della conducibilità elettrica, espressa in mmhos/m, è stata tabellata e conseguentemente interpretata con l'uso di software di surface-map contouring.

<b>Measured Quantities</b>	Apparent conductivity in millisiemens per metre (mS/m)
<b>Primary Field Source</b>	Self-contained dipole transmitter
<b>Sensor</b>	Self-contained dipole receiver
<b>Reference Cable</b>	Lightweight, 2 wire shielded cable
<b>Inter-coil Spacing Operating Frequency</b>	10m at 6.4 kHz 20m at 1.6 kHz 40m at 0.4 kHz
<b>Power Supply</b>	Transmitter: 8 disposable or rechargeable 'D' cells Receiver: 8 disposable or rechargeable 'C' cells
<b>Conductivity Ranges</b>	10, 100, 1000 mS/m
<b>Measurement Resolution</b>	+/- 0.1% of full scale
<b>Measurement Accuracy</b>	+/- 5% at 20 mS/m
<b>Noise Levels</b>	0.2 mS/m (can be greater in regions of high power line interference)
<b>Dimensions</b>	Receiver Console: 19 x 13.5 x 26 cm Transmitter Console: 15.5 x 8 x 26 cm Receiver & Transmitter Coil: 63 cm dia. Shipping Case: 27.5 x 75 x 75 cm
<b>Weight</b>	Instrument: 20.5 kg Shipping: 43 kg

Figura 5.1 – Specifiche tecniche dell'elettromagnetometro EM34-3 Geonics.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b>					
	<b>LINEA MESSINA-CATANIA</b> <b>RADDOPPIO GIAMPILIERI–FIUMEFREDDO</b>					
<b>INDAGINI GEOFISICHE</b>	<b>PROGETTO</b> RS0B	<b>LOTTO</b> 00	<b>CODIFICA</b> R69 IG	<b>DOCUMENTO</b> GE0005 001	<b>REV.</b> A	<b>FOGLIO</b> 30 di 54

## 5.2 Prove MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves)

Lo scopo della prova MASW è quello di ricostruire il profilo di rigidità del sito tramite la misura della velocità di propagazione delle onde di superficie di Rayleigh con un successivo processo d'inversione, attraverso il quale è fornita una stima indiretta della distribuzione delle Vs (velocità di propagazione delle onde di taglio).

La prova consiste nel produrre in un punto sulla superficie del terreno, in corrispondenza del sito da investigare, una sollecitazione dinamica verticale in un determinato campo di frequenze e nel registrare tramite uno stendimento lineare di sensori le vibrazioni prodotte, sempre in corrispondenza della superficie, a distanze note e prefissate. L'acquisizione dei dati è stata eseguita utilizzando la strumentazione classica per la prospezione sismica a rifrazione (a geofono singolo da 4,5 Hz) disposta sul terreno con array lineare da 24 geofoni spazati di 2,5 metri.

In riferimento all'acquisizione di onde S con tecnica di sismica attiva (prova MASW), sono state adottate le seguenti caratteristiche:

- *24 geofoni verticali con frequenza di 4,5Hz;*
- *spaziatura dei geofoni: 2,5-5,0 metri;*
- *sorgente: energizzatore sismico Isotta e massa battente da 5kg;*
- *distanza delle energizzazioni: 2,5 – 5,0 – 10,0 metri;*
- *lunghezza registrazione del singolo evento: 2000 millisecondi;*
- *campionamento: 0,250 millisecondi.*

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b>					
	<b>LINEA MESSINA-CATANIA</b> <b>RADDOPPIO GIAMPILIERI–FIUMEFREDDO</b>					
<b>INDAGINI GEOFISICHE</b>	PROGETTO RS0B	LOTTO 00	CODIFICA R69 IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A	FOGLIO 31 di 54

## 6 METODOLOGIA INTERPRETATIVA

### 6.1 Prospezione elettromagnetica

Le indagini elettromagnetiche nel dominio della frequenza (FDEM) rappresentano uno strumento di indagine speditivo per l'identificazione di anomalie riconducibili alla presenza di corpi sepolti con caratteristiche di elevata conducibilità elettrica. In questo specifico caso, l'indagine elettromagnetica è stata rivolta alla ricerca di eventuali masse metalliche sepolte.

I valori di conducibilità elettrica acquisiti (in mmhos/m), unitamente alla loro posizione spaziale, sono stati tabellati su foglio elettronico ed elaborati con software di *surface map contouring* – SURFER. Per ciascun sito è stata realizzata una carta della conducibilità elettrica, così da rendere visivamente efficaci i risultati dell'indagine FDEM e permettere l'ubicazione dei sondaggi geognostici in zone prive della presenza di masse metalliche sepolte. Per ciascuna area è stato rilasciato un certificato con i risultati della prospezione elettromagnetica; i certificati delle quattro piazzole sono riportati in appendice del presente elaborato.

### 6.2 Prove MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves)

L'analisi delle onde di superficie risulta finalizzata al computo del  $V_{s30}$ . Per raggiungere tale obiettivo è stata realizzata una prova MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves). Il parametro  $V_{s30}$ , corrisponde alla velocità equivalente di propagazione entro i primi 30 metri di profondità delle onde superficiali ed è calcolato secondo l'espressione seguente:

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

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano rispettivamente lo spessore (in metri) e la velocità delle onde S (per deformazioni di taglio  $\gamma < 10^{-6}$ ) dello strato  $i$ -esimo, per un totale di  $N$  strati presenti nei primi 30 metri di profondità. Il valore del parametro  $V_{s30}$ , è riportato, per convenzione, al centro del relativo stendimento geofonico.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b>  <b>LINEA MESSINA-CATANIA</b>  <b>RADDOPPIO GIAMPILIERI–FIUMEFREDDO</b>					
	<b>INDAGINI GEOFISICHE</b>	PROGETTO RS0B	LOTTO 00	CODIFICA R69 IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

Per l'interpretazione dei dati sperimentali è stato utilizzato uno specifico programma (WINMASW VER 4.3PRO). Il profilo verticale di Vs è ottenuto tramite l'inversione (considerando tanto il modo fondamentale che quelli superiori) delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh. La procedura si sviluppa in due fasi:

- determinazione dello spettro della velocità sulla quale si identifica la curva di dispersione;
- inversione della curva di dispersione attraverso l'utilizzo di algoritmi genetici.

L'elaborazione del segnale consiste innanzitutto nella normalizzazione delle tracce di ogni singolo geofono (Figura 6.1).

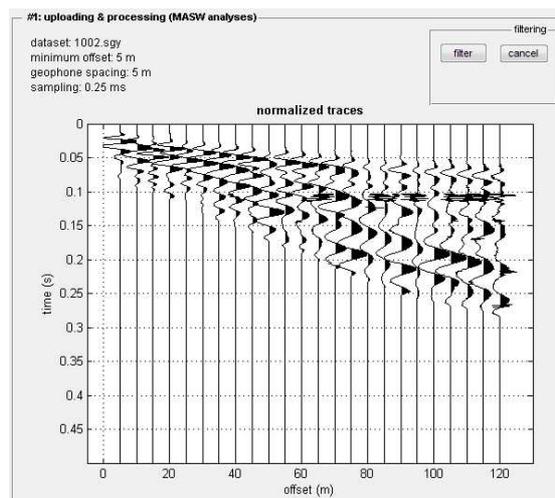


Figura 6.1 – Esempio di sismogramma acquisito con sismografo Geode relativo all'energizzazione eseguita per la prova MASW.

Sullo spettro di velocità (Figura 6.2) è eseguito il *picking* della curva di dispersione (soprassegno con cerchietti) individuando un insieme di punti che appartengono ad un certo modo (modo fondamentale e primo modo superiore) di propagazione dell'onda superficiale di Rayleigh.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b>					
	<b>LINEA MESSINA-CATANIA</b> <b>RADDOPPIO GIAMPILIERI-FIUMEFREDDO</b>					
<b>INDAGINI GEOFISICHE</b>	PROGETTO RS0B	LOTTO 00	CODIFICA R69 IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A	FOGLIO 33 di 54

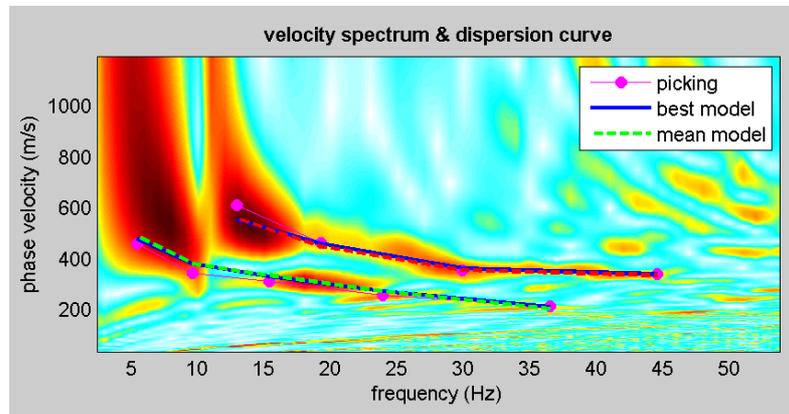


Figura 6.2 – Esempio di spettro di velocità tratto dalla prova MASW.

Allo scopo di ottenere una prima valutazione del possibile modello del terreno è altresì effettuata una modellazione diretta del terreno tramite il calcolo di una curva di dispersione appartenente ad un modello a strati. Successivamente, per ottenere il profilo verticale di  $V_s$  è eseguita l'inversione della curva di dispersione. Tale inversione è operata tramite l'utilizzo di algoritmi genetici che consentono di ottenere soluzioni affidabili ed una stima dell'attendibilità del modello ricavato in termini di deviazione standard.

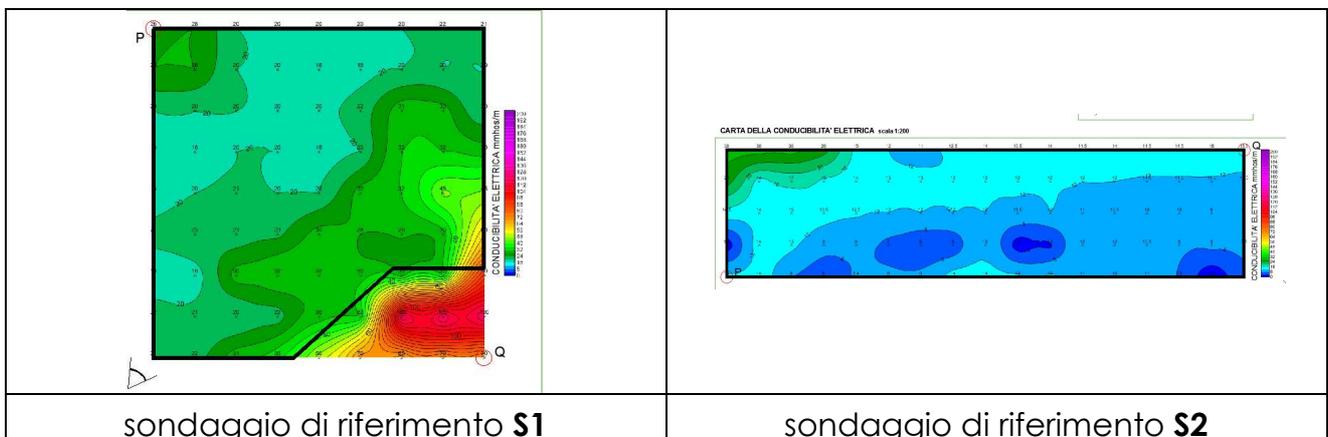
L'operazione di inversione è ottimizzata definendo uno spazio di ricerca i cui confini sono definiti da valori di  $V_s$  e spessori all'interno dei quali si cerca la soluzione. Una volta fissati i limiti minimi e massimi dello spazio di ricerca, sono quindi impostati i parametri genetici che definiscono sia il numero di individui (ossia il numero di modelli che costituiscono la popolazione che si evolverà verso soluzioni sempre migliori) sia il numero di generazioni al passare delle quali sono esplorati modelli sempre migliori.

## 7 ANALISI DEI RISULTATI

### 7.1 Prospezione elettromagnetica

L'indagine elettromagnetica FDEM è stata condotta per caratterizzare le piazzole dei sondaggi nei primi 5 metri di suolo, al fine di evidenziare anomalie di conducibilità elettrica potenzialmente riconducibili a masse metalliche sepolte. A seguito della prospezione elettromagnetica sono stati inviati, celermente, i certificati relativi a ciascuna piazzola (riportati in appendice). L'indagine geofisica è stata condotta su n°6 piazzole con maglia di misure 2,5x2,5m. Le carte di conducibilità elettrica derivate, con apposita scala colorimetrica, sono riportate di seguito (Figura 7.1).

Le mappe elaborate con metodologia elettromagnetica, hanno messo in risalto le caratteristiche di conducibilità elettrica del terreno nei primi 5 metri di suolo. Per ogni piazzola è stata evidenziata con un rettangolo l'area sgombra da eventuali masse metalliche sepolte, secondo un criterio interpretativo basato sui valori assoluti di conducibilità, ma soprattutto in funzione delle linee di gradiente. Sulla base di quanto detto, nella piazzole relative ai sondaggi S1, S3 ed S6 si è consigliato di evitare alcune zone di bordo caratterizzate da un alto gradiente di conducibilità elettrica. Nella piazzola relativa al sondaggio S3, si è consigliato di evitare il bordo strada, dati i valori di picco presenti sulla stessa. Le piazzole relative ai sondaggi S2 ed S4 sono risultate sgombre da anomalie riconducibili alla presenza di oggetti metallici sepolti.



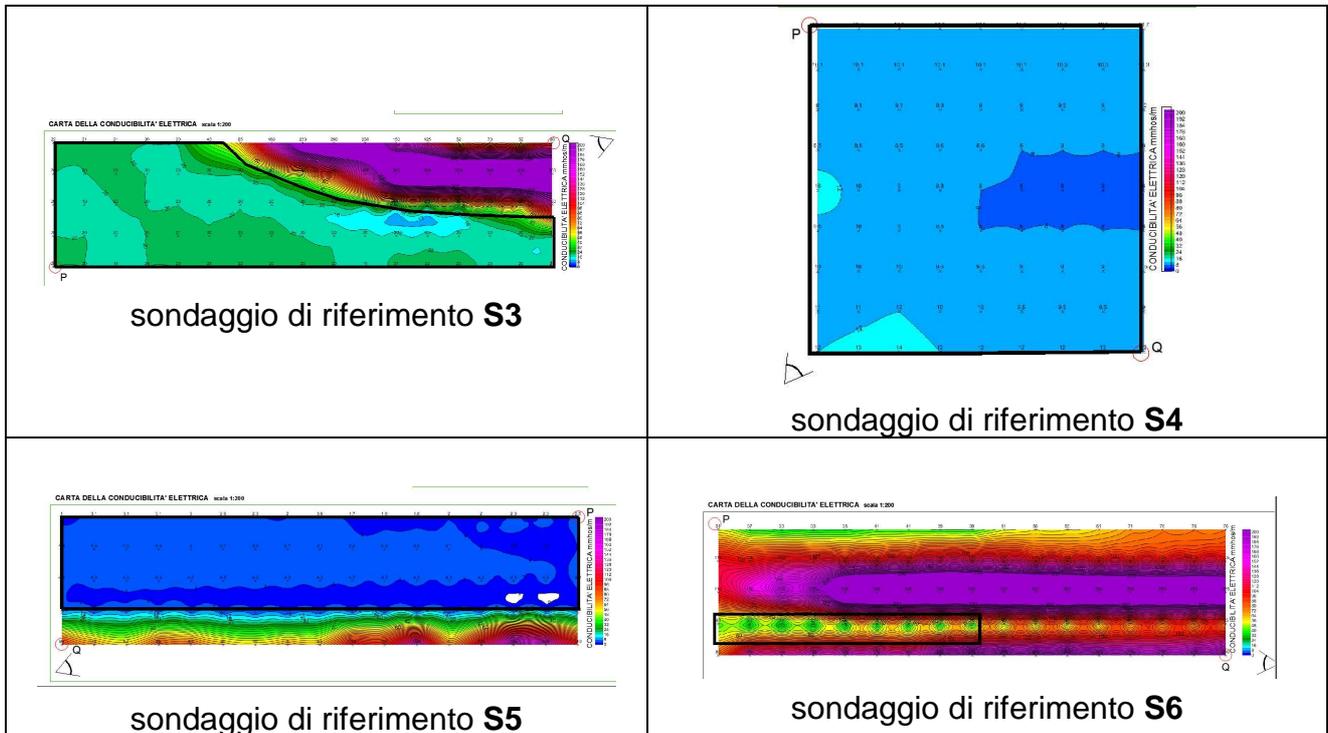


Figura 7.1 – Carte della conducibilità elettrica eseguite nelle piazzole relative ai sondaggi S1, S2, S3 ed S4.

## 7.2 Prove MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves)

Le prove di sismica attiva con metodologia MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) sono state eseguite in corrispondenza delle piazzole S2V ed S6APP identificate per l'esecuzione dei sondaggi geognostici e su altri quattro siti interessati da indagini precedenti. Per ciascuna prova MASW è stato utilizzato un array sismico costituito da 24 geofoni verticali, con frequenza propria di 4,5Hz, spazati sul terreno di 2,5 metri. Per ogni linea sono state eseguite energizzazioni con fucile sismico Isotta ad una distanza pari alla spaziatura geofonica (2,5m), ad una distanza pari al doppio della spaziatura geofonica (5,0m) e ad una distanza pari al quadruplo della spaziatura geofonica (10,0m).

La prova MASW 1 è stata eseguita con array sismico costituito da 24 geofoni verticali, con frequenza propria di 4,5Hz, spaziatissimi sul terreno di 2,5 metri, per una lunghezza dello stendimento geofonico pari a 57,5 metri. La traccia dello stendimento utilizzato per l'esecuzione della prova è riportata su foto-planimetria di google (Figura 7.2). Successivamente, si riportano le caratteristiche salienti relative all'elaborazione della prova MASW 1.



Figura 7.2 – Traccia dello stendimento sismico relativo alla prova MASW 1, della lunghezza di 57,5 metri.

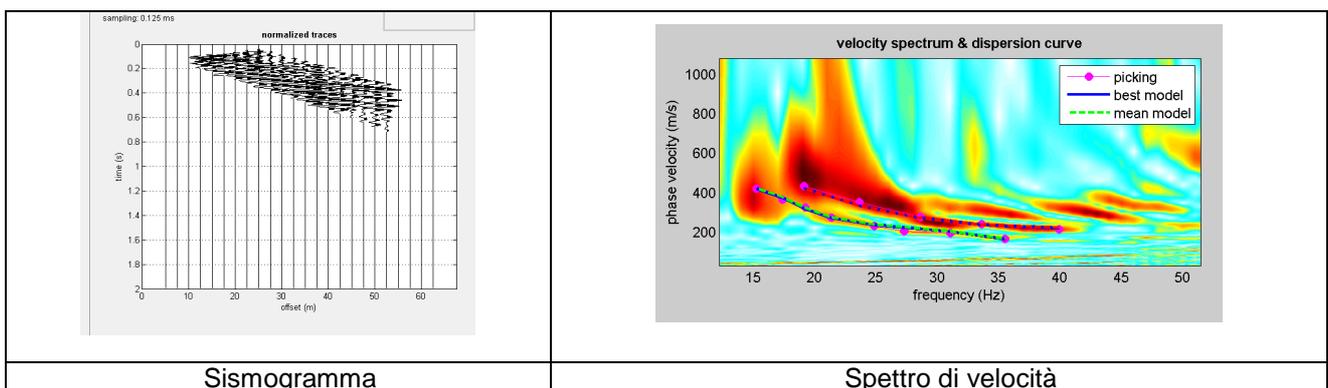


Figura 7.3 – Sismogramma e diagramma *velocità di fase/frequenza*, relativi alla prova MASW 1. Sullo spettro di velocità è riportata la curva di dispersione su cui è eseguito il picking.

L'interpretazione della prova MASW, relativamente alle onde S, ha reso evidente la seguente successione:

prova MASW 1

Profondità da p.c.		velocità onde S (m/s)
0,0	1,4	119
1,4	6,0	278
6,0	8,1	576
8,1	30,0	608

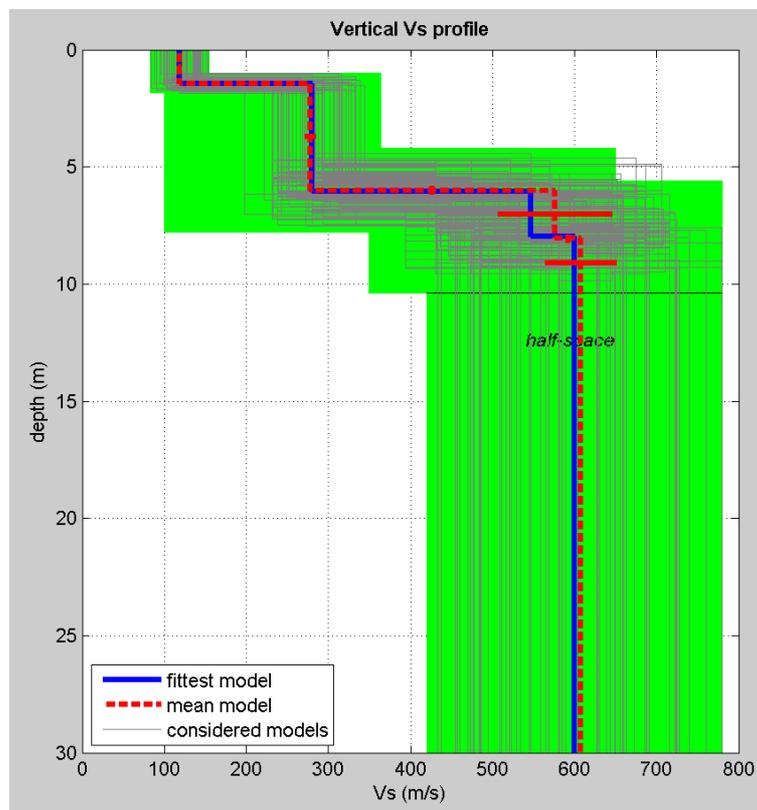


Figura 7.4 – Profilo di Vs (velocità delle onde S) nei primi 30 metri di suolo, derivato dall'elaborazione della prova MASW 1.

La prova MASW 1 ha fornito un valore di  $V_{s30}$  pari a 436 m/s. L'area in esame può quindi essere collocata, secondo la normativa italiana vigente, in **classe B**.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  LINEA MESSINA-CATANIA  RADDOPPIO GIAMPILIERI–FIUMEFREDDO					
	INDAGINI GEOFISICHE	PROGETTO RS0B	LOTTO 00	CODIFICA R69 IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

### MASW 2 – Sondaggio S2V

La prova MASW 2 è stata eseguita con array sismico costituito da 24 geofoni verticali, con frequenza propria di 4,5Hz, spaziatosi sul terreno di 2,5 metri, per una lunghezza dello stendimento geofonico pari a 57,5 metri. La traccia dello stendimento utilizzato per l'esecuzione della prova è riportata su foto-planimetria di google (Figura 7.5). Successivamente, si riportano le caratteristiche salienti relative all'elaborazione della prova MASW 2 eseguita in corrispondenza della piazzola del sondaggio S2V.

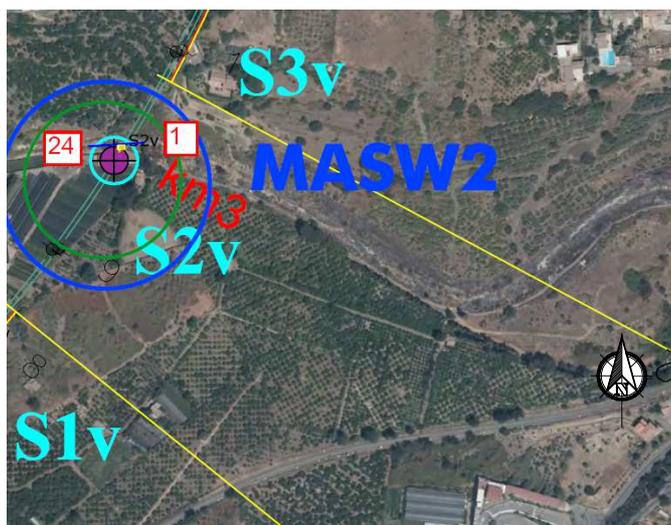


Figura 7.5 – Traccia dello stendimento sismico relativo alla prova MASW 2, della lunghezza di 57,5 metri, in corrispondenza della piazzola del sondaggio S2V.

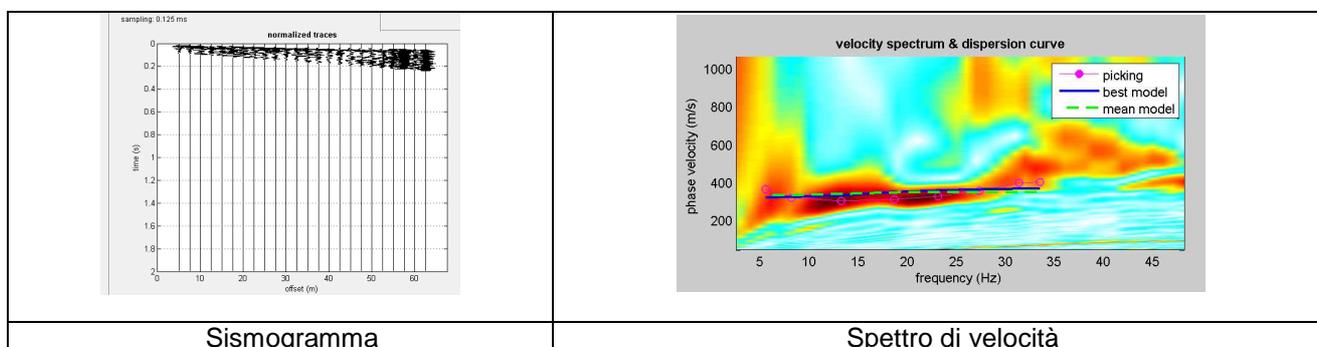


Figura 7.6 – Sismogramma e diagramma *velocità di fase/frequenza*, relativi alla prova MASW 2. Sullo spettro di velocità è riportata la curva di dispersione su cui è eseguito il picking.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b>					
	<b>LINEA MESSINA-CATANIA</b> <b>RADDOPPIO GIAMPILIERI–FIUMEFREDDO</b>					
<b>INDAGINI GEOFISICHE</b>	PROGETTO RS0B	LOTTO 00	CODIFICA R69 IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A	FOGLIO 39 di 54

L'interpretazione della prova MASW, relativamente alle onde S, ha reso evidente la seguente successione:

prova MASW 2

Profondità da p.c.	velocità onde S (m/s)
0,0	421
7,1	321
12,7	335

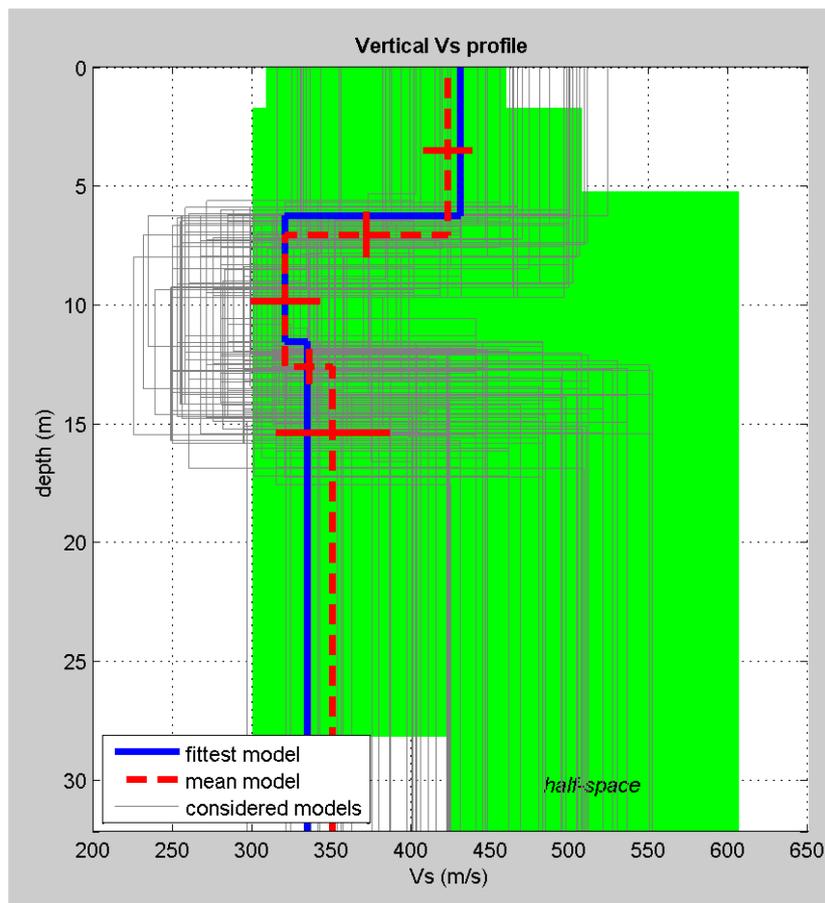


Figura 7.7 – Profilo di Vs (velocità delle onde S) nei primi 30 metri di suolo, derivato dall'elaborazione della prova MASW 2.

La prova MASW 2 ha fornito un valore di  $V_{s30}$  pari a 349 m/s. L'area in esame può quindi essere collocata, secondo la normativa italiana vigente, in **classe C**.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b>  <b>LINEA MESSINA-CATANIA</b>  <b>RADDOPPIO GIAMPILIERI-FIUMEFREDDO</b>					
	<b>INDAGINI GEOFISICHE</b>	PROGETTO RS0B	LOTTO 00	CODIFICA R69 IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

### MASW 3

La prova MASW 3 è stata eseguita con array sismico costituito da 24 geofoni verticali, con frequenza propria di 4,5Hz, spaziatissimi sul terreno di 2,5 metri, per una lunghezza dello stendimento geofonico pari a 57,5 metri. La traccia dello stendimento utilizzato per l'esecuzione della prova è riportata su foto-planimetria di google (Figura 7.8). Successivamente, si riportano le caratteristiche salienti relative all'elaborazione della prova MASW 3.



Figura 7.8 – Traccia dello stendimento sismico relativo alla prova MASW 3, della lunghezza di 57,5 metri.

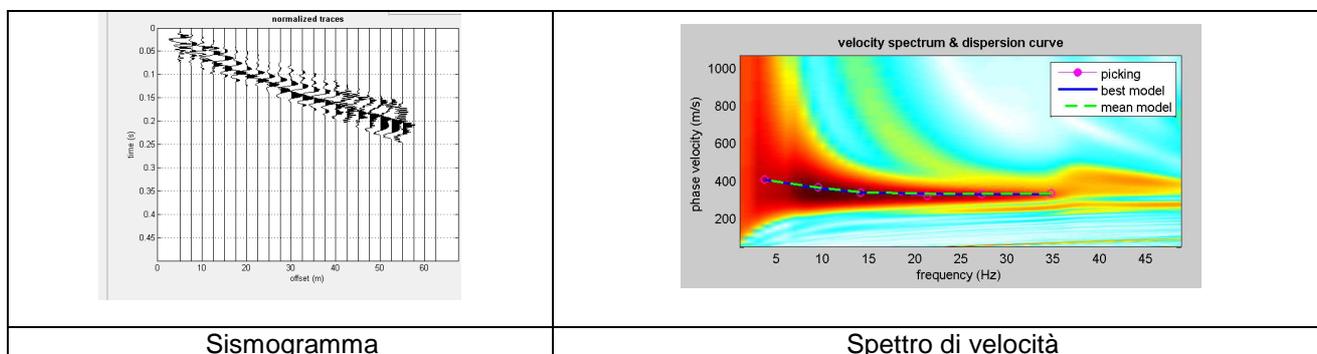


Figura 7.9 – Sismogramma e diagramma *velocità di fase/frequenza*, relativi alla prova MASW 3. Sullo spettro di velocità è riportata la curva di dispersione su cui è eseguito il picking.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b>  <b>LINEA MESSINA-CATANIA</b>  <b>RADDOPPIO GIAMPILIERI–FIUMEFREDDO</b>					
	<b>INDAGINI GEOFISICHE</b>	PROGETTO RS0B	LOTTO 00	CODIFICA R69 IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

L'interpretazione della prova MASW, relativamente alle onde S, ha reso evidente la seguente successione:

prova MASW 3

Profondità da p.c.		velocità onde S (m/s)
0,0	17,0	352
17,0	23,4	454
23,4	30,0	450

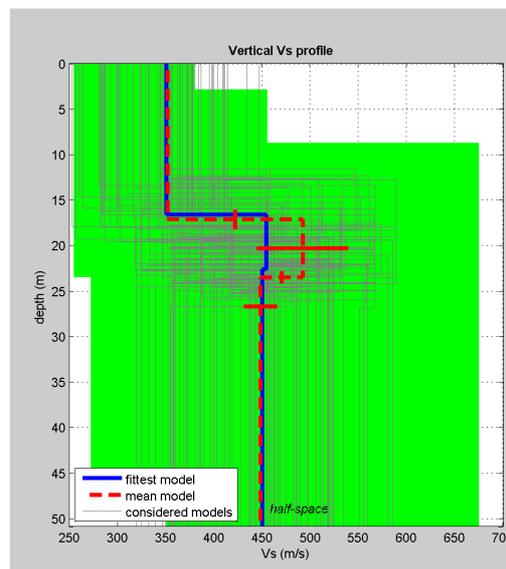


Figura 7.10 – Profilo di Vs (velocità delle onde S) nei primi 30 metri di suolo, derivato dall'elaborazione della prova MASW 3.

La prova MASW 3 ha fornito un valore di  $V_{s30}$  pari a 390 m/s. L'area in esame può quindi essere collocata, secondo la normativa italiana vigente, in **classe B**.



	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b>					
	<b>LINEA MESSINA-CATANIA</b> <b>RADDOPPIO GIAMPILIERI–FIUMEFREDDO</b>					
<b>INDAGINI GEOFISICHE</b>	PROGETTO RS0B	LOTTO 00	CODIFICA R69 IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A	FOGLIO 43 di 54

L'interpretazione della prova MASW, relativamente alle onde S, ha reso evidente la seguente successione:

prova MASW 4

Profondità da p.c.		velocità onde S (m/s)
0,0	5,3	252
5,3	15,7	357
15,7	30,0	550

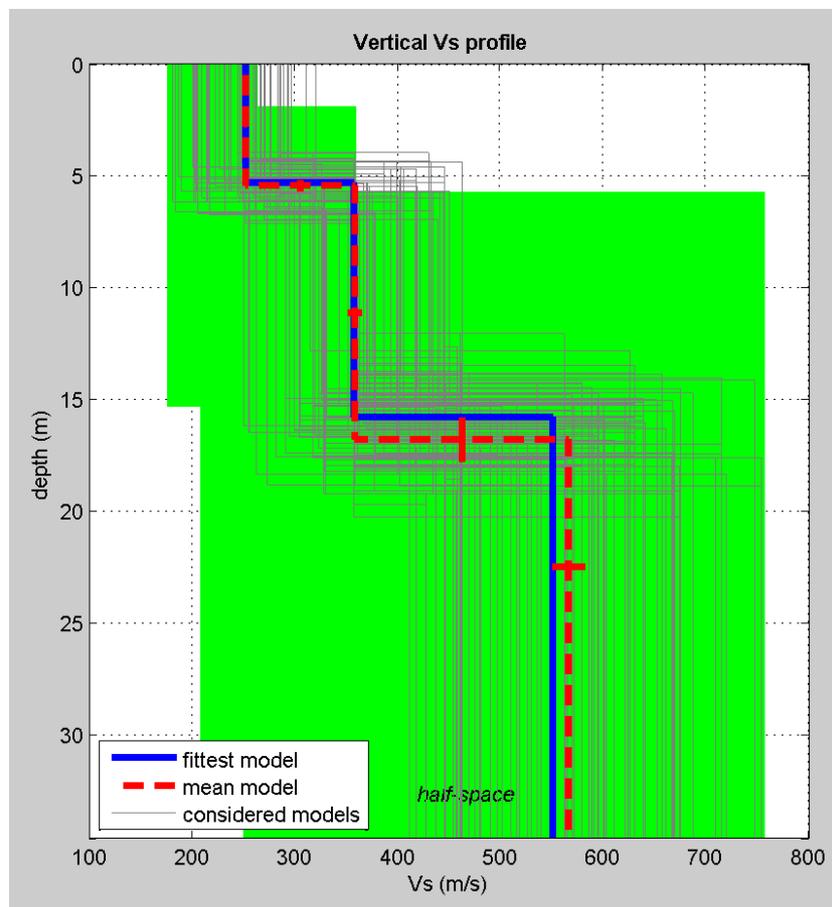


Figura 7.13 – Profilo di Vs (velocità delle onde S) nei primi 30 metri di suolo, derivato dall'elaborazione della prova MASW 4.

La prova MASW 4 ha fornito un valore di  $V_{s30}$  pari a 393 m/s. L'area in esame può quindi essere collocata, secondo la normativa italiana vigente, in **classe B**.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b>  <b>LINEA MESSINA-CATANIA</b>  <b>RADDOPPIO GIAMPILIERI-FIUMEFREDDO</b>					
	<b>INDAGINI GEOFISICHE</b>	PROGETTO RS0B	LOTTO 00	CODIFICA R69 IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

### MASW 5 – Sondaggio S3aPz

La prova MASW 5 è stata eseguita con array sismico costituito da 24 geofoni verticali, con frequenza propria di 4,5Hz, spaziatissimi sul terreno di 2,5 metri, per una lunghezza dello stendimento geofonico pari a 57,5 metri. La traccia dello stendimento utilizzato per l'esecuzione della prova è riportata su foto-planimetria di google (Figura 7.14). Successivamente, si riportano le caratteristiche salienti relative all'elaborazione della prova MASW 5.



Figura 7.14 – Traccia dello stendimento sismico relativo alla prova MASW 5, della lunghezza di 57,5 metri.

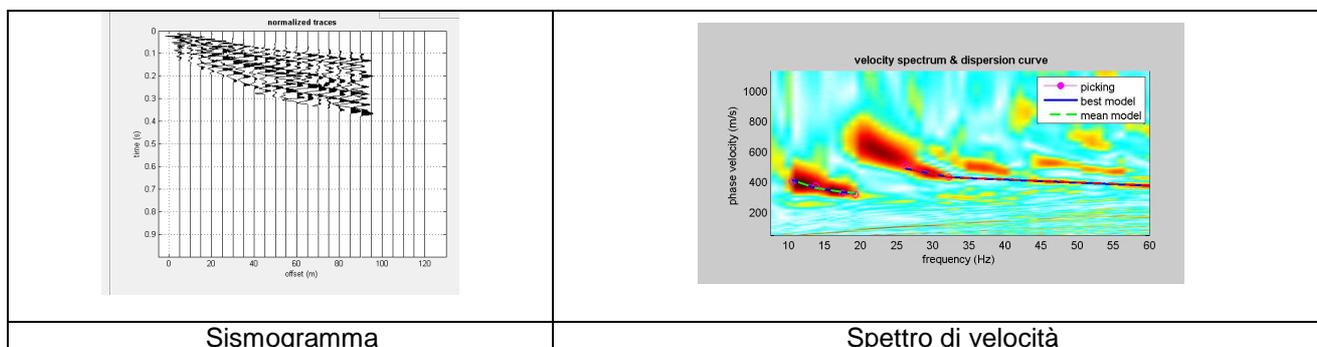


Figura 7.15 – Sismogramma e diagramma *velocità di fase/frequenza*, relativi alla prova MASW 5. Sullo spettro di velocità è riportata la curva di dispersione su cui è eseguito il picking.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b>					
	<b>LINEA MESSINA-CATANIA</b>  <b>RADDOPPIO GIAMPILIERI-FIUMEFREDDO</b>					
<b>INDAGINI GEOFISICHE</b>	PROGETTO RS0B	LOTTO 00	CODIFICA R69 IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A	FOGLIO 45 di 54

L'interpretazione della prova MASW, relativamente alle onde S, ha reso evidente la seguente successione:

prova MASW 5

Profondità da p.c.		velocità onde S (m/s)
0,0	4,0	290
4,0	7,3	391
7,3	11,8	328
11,8	30,0	554

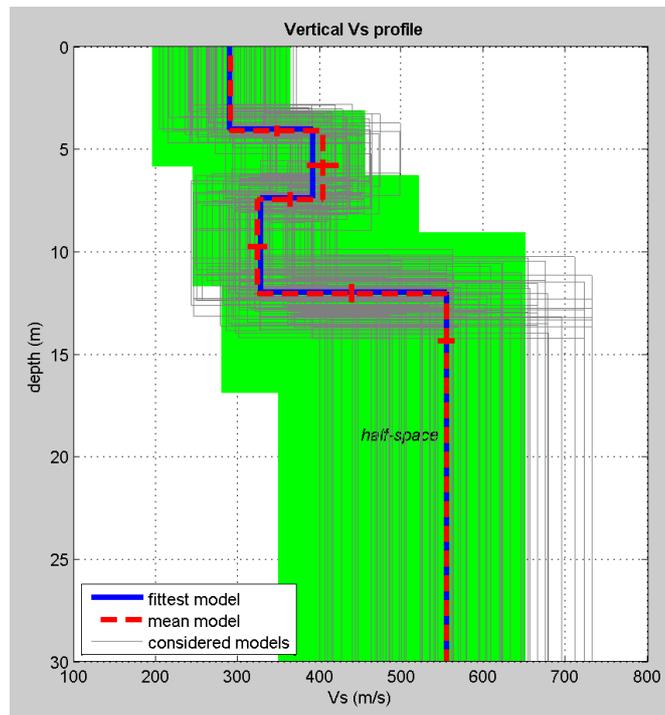


Figura 7.16 – Profilo di Vs (velocità delle onde S) nei primi 30 metri di suolo, derivato dall'elaborazione della prova MASW 5.

La prova MASW 4 ha fornito un valore di  $V_{s30}$  pari a 435 m/s. L'area in esame può quindi essere collocata, secondo la normativa italiana vigente, in **classe B**.

MASW 6 – Sondaggio S6App

La prova MASW 6 è stata eseguita con array sismico costituito da 24 geofoni verticali, con frequenza propria di 4,5Hz, spaziatissimi sul terreno di 2,5 metri, per una lunghezza dello stendimento geofonico pari a 57,5 metri. La traccia dello stendimento utilizzato per l'esecuzione della prova è riportata su foto-planimetria di google (Figura 7.17). Successivamente, si riportano le caratteristiche salienti relative all'elaborazione della prova MASW 6 eseguita in corrispondenza della piazzola del sondaggio S2V.



Figura 7.17 – Traccia dello stendimento sismico relativo alla prova MASW 6, della lunghezza di 57,5 metri, in corrispondenza della piazzola del sondaggio S6App.

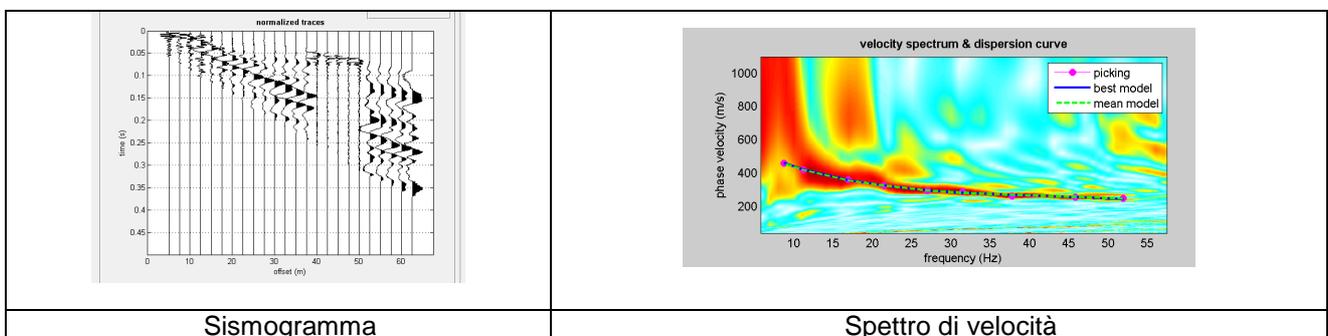


Figura 7.18 – Sismogramma e diagramma *velocità di fase/frequenza*, relativi alla prova MASW 2. Sullo spettro di velocità è riportata la curva di dispersione su cui è eseguito il picking.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b>					
	<b>LINEA MESSINA-CATANIA</b> <b>RADDOPPIO GIAMPILIERI–FIUMEFREDDO</b>					
<b>INDAGINI GEOFISICHE</b>	PROGETTO RS0B	LOTTO 00	CODIFICA R69 IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A	FOGLIO 47 di 54

L'interpretazione della prova MASW, relativamente alle onde S, ha reso evidente la seguente successione:

prova MASW 6

Profondità da p.c.		velocità onde S (m/s)
0,0	1.0	151
1.0	5.7	317
5.7	7.6	427
7.6	14.7	428
14.7	18.7	500
18.7	30,0	588

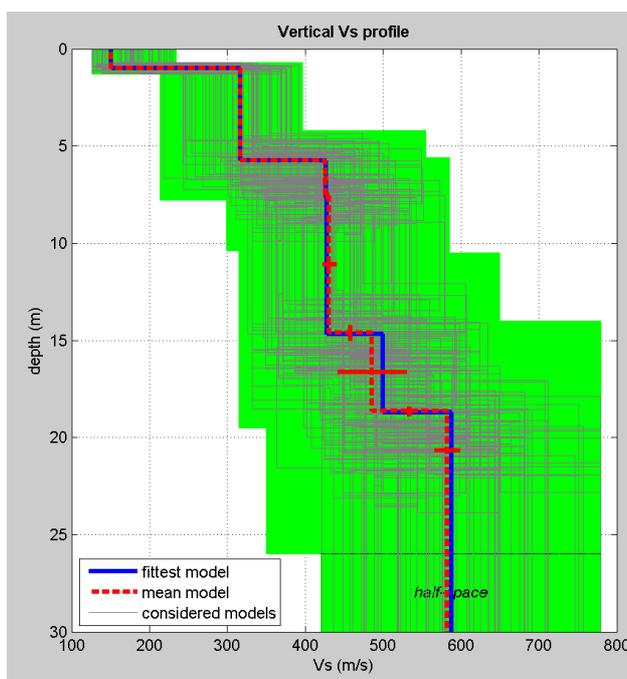


Figura 7.19 – Profilo di Vs (velocità delle onde S) nei primi 30 metri di suolo, derivato dall'elaborazione della prova MASW 6.

La prova MASW 6 ha fornito un valore di  $V_{s30}$  pari a 428 m/s. L'area in esame può quindi essere collocata, secondo la normativa italiana vigente, in **classe B**.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO

LINEA MESSINA-CATANIA

RADDOPPIO GIAMPILIERI-FIUMEFREDDO

INDAGINI GEOFISICHE

PROGETTO  
RS0B

LOTTO  
00

CODIFICA  
R69 IG

DOCUMENTO  
GE0005 001

REV.  
A

FOGLIO  
48 di 54

## APPENDICE:

Carte di conducibilità elettrica

PLANIMETRIA GENERALE UBICATIVA

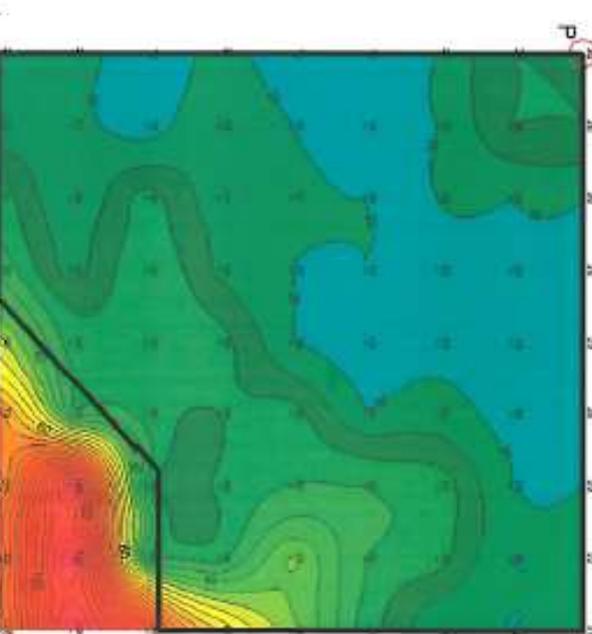


AREA SONDAGGIO P1

CARTA DELLA CONDUCIBILITA' ELETTRICA scala 1:330

PROG. 343554

2/2



CONDUCIBILITA' ELETTRICA mhos/m

100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195	200
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

P  
Q

A

12 X Punto di misura (caviglia 2,5x2,5 metri) e vertice della conduttività elettrica (tramite)

o Vertice del rettangolo isovalore a terra (ipotetica)

o Area prima di essere risultata impedita e risultata inaccessibile per il sondaggio.

o Punto di alta litologica

Vertice P- Latitudine Nord 37°48'13,35"

Longitudine Est 15°12'29,07"

Vertice Q- Latitudine Nord 37°48'12,76"

Longitudine Est 15°12'29,59"

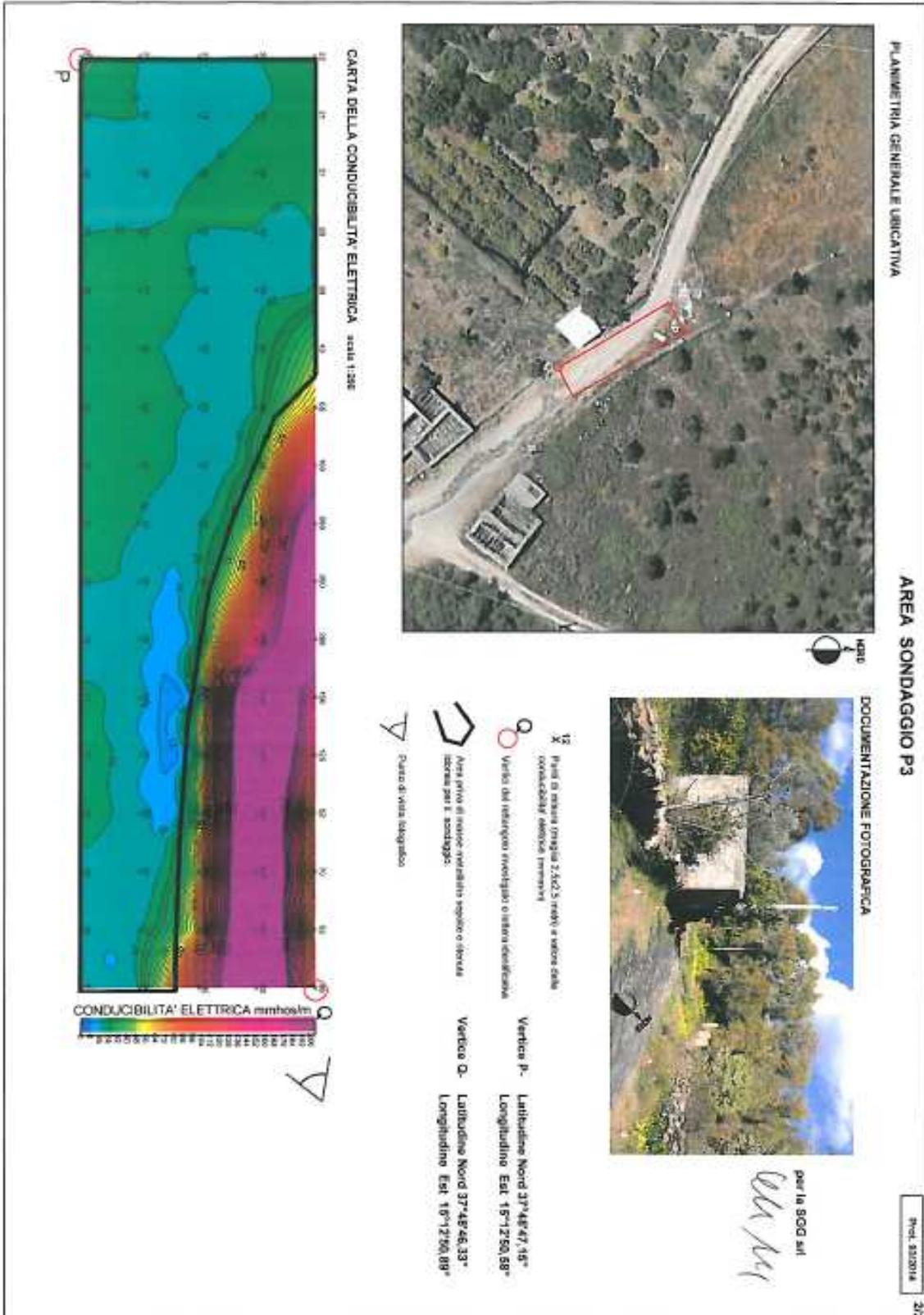
per la SOG MI

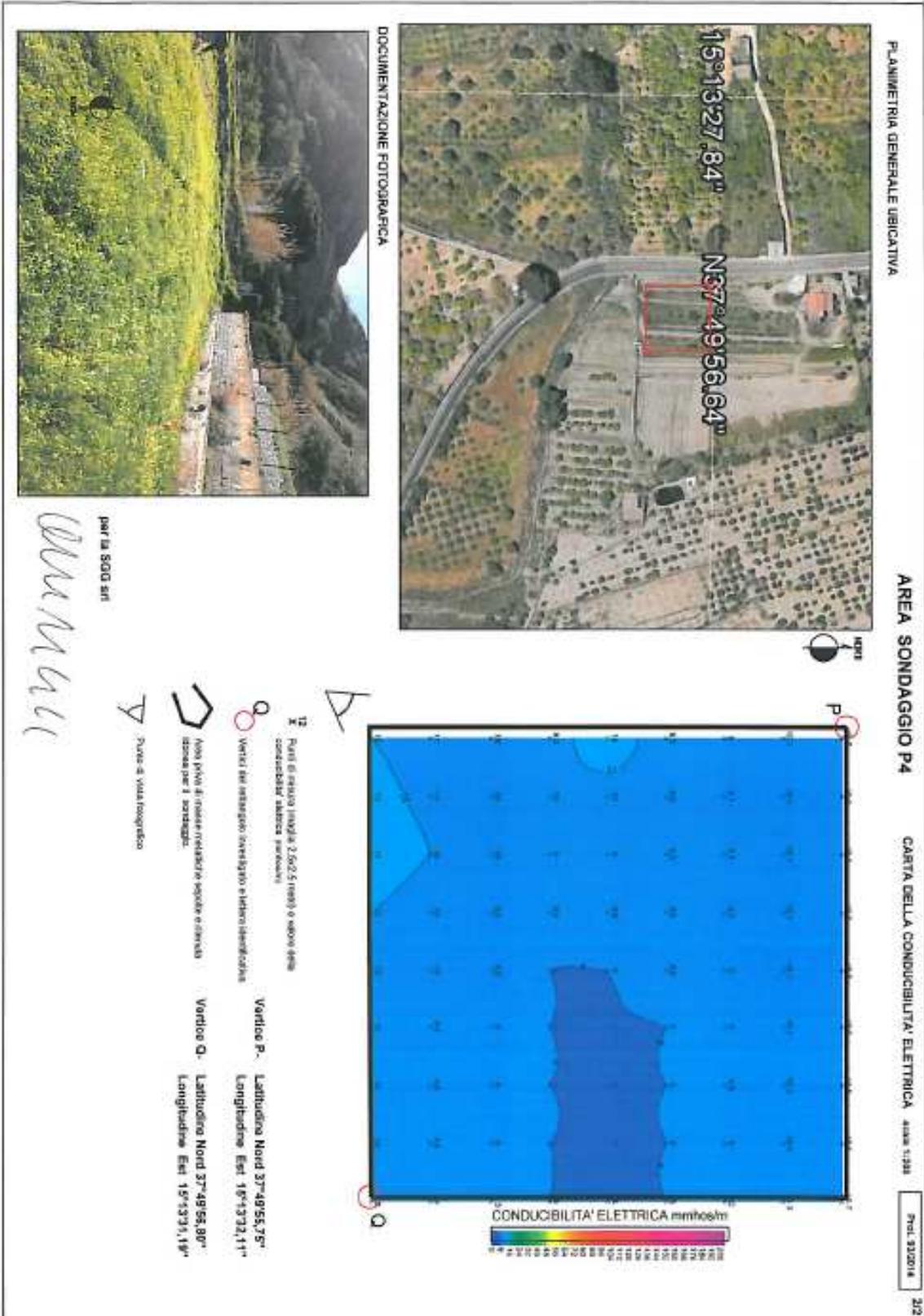
*Manini*

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA









PLANIMETRIA GENERALE UBICATIVA



AREA SONDAGGIO P5



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

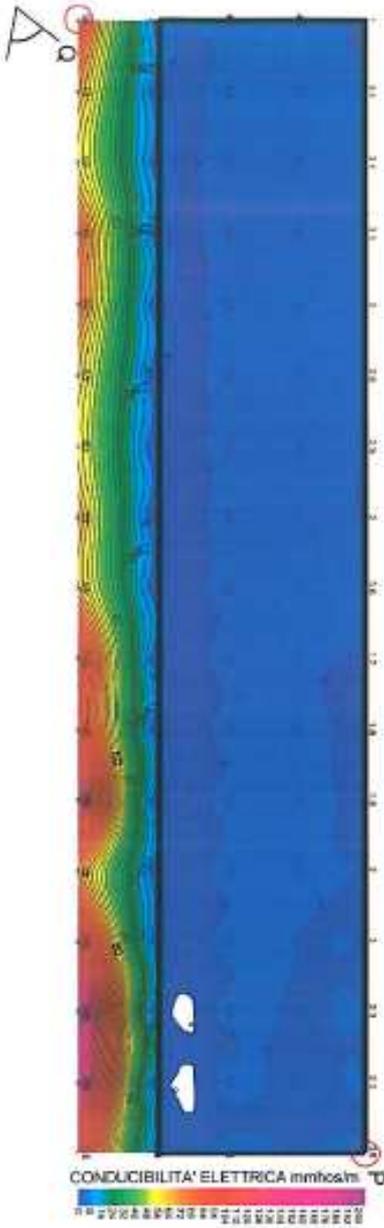


per la SOG 9/11  
*Carlucci*

FILE 342014

2/2

CARTA DELLA CONDUCIBILITA' ELETTRICA scala 1:200



- 

13 Punto di misura (stagia 2,50x2,5 metri) a valle della conduttura (sezione aerea ferroviaria)
- 

Vertice P - Latitudine Nord 38°0'15,08"  
Longitudine Est 15°24'56,88"
- 

Vertice Q - Latitudine Nord 38°0'15,49"  
Longitudine Est 15°24'55,57"
- 

Punto di volta investigato

