

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

MANDATARIA:

MANDANTE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

**LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI, TRATTA NAPOLI-CANCELLO,
IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE,
NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
RELAZIONE**

GEOLOGIA E IDROLOGIA

GEOLOGIA – GEOMORFOLOGIA - IDROGEOLOGIA

INDAGINI GEOFISICHE PRECEDENTI FASI PROGETTUALI

APPALTATORE	PROGETTAZIONE	
DIRETTORE TECNICO Ing. M. PANISI	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Ing. A. CHECCHI	

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

I	F	1	M	0	0	E	Z	Z	I	G	G	E	0	0	0	1	0	0	2	B	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE SECUTIVA	VITIELLO	23/03/18	PENNINO	26/03/18	BELLOCCHIO	26/03/18	PENNINO	
B	REVISIONE GENERALE	VITIELLO	14/06/18	PENNINO	15/06/18	BELLOCCHIO	15/06/18		
									30/06/18

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Indagini geofisiche precedenti fasi progettuali	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	IG	GE.00.01.002	B	2 di 2

1 **PREMESSA**

L'allegato contiene le risultanze delle indagini geofisiche eseguite per le precedenti fasi progettuali:

- Indagini geofisiche eseguite tra il 11-09-2013 ed il 18-10-2013 (1^a FASE)
- Indagini geofisiche eseguite tra il 19-03-2014 ed il 07-05-2014 (2^a FASE)
- Indagini geofisiche eseguite nel dicembre 2014 (3^a FASE)
- Indagini geofisiche eseguite tra febbraio e marzo 2015 (4^a FASE)

Le ubicazioni di tutte le indagini sono indicate nelle planimetrie di ubicazione indagini allegate:

tavole 1 ÷ 10, elaborati:

I	F	1	M	0	0	E	Z	Z	P	6	G	E	0	0	0	1	0	0	1	B	Planimetria Indagini geognostiche integrative Tav. 1/10	1:2.000
I	F	1	M	0	0	E	Z	Z	P	6	G	E	0	0	0	1	0	0	2	B	Planimetria Indagini geognostiche integrative Tav. 2/10	1:2.000
I	F	1	M	0	0	E	Z	Z	P	6	G	E	0	0	0	1	0	0	3	B	Planimetria Indagini geognostiche integrative Tav. 3/10	1:2.000
I	F	1	M	0	0	E	Z	Z	P	6	G	E	0	0	0	1	0	0	4	B	Planimetria Indagini geognostiche integrative Tav. 4/10	1:2.000
I	F	1	M	0	0	E	Z	Z	P	6	G	E	0	0	0	1	0	0	5	B	Planimetria Indagini geognostiche integrative Tav. 5/10	1:2.000
I	F	1	M	0	0	E	Z	Z	P	6	G	E	0	0	0	1	0	0	6	B	Planimetria Indagini geognostiche integrative Tav. 6/10	1:2.000
I	F	1	M	0	0	E	Z	Z	P	6	G	E	0	0	0	1	0	0	7	B	Planimetria Indagini geognostiche integrative Tav. 7/10	1:2.000
I	F	1	M	0	0	E	Z	Z	P	6	G	E	0	0	0	1	0	0	8	B	Planimetria Indagini geognostiche integrative Tav. 8/10	1:2.000
I	F	1	M	0	0	E	Z	Z	P	6	G	E	0	0	0	1	0	0	9	B	Planimetria Indagini geognostiche integrative Tav. 9/10	1:2.000
I	F	1	M	0	0	E	Z	Z	P	6	G	E	0	0	0	1	0	1	0	B	Planimetria Indagini geognostiche integrative Tav. 10/10	1:2.000

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA
UO GEOLOGIA

PROGETTO DEFINITIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

INDAGINI GEOFISICHE 1ª FASE

SCALA:

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

I F O E 0 0 D 6 9 I G G E 0 0 0 1 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/D
A	Emissione esecutiva	BALDI	Novembre 2013	MANCINI	Novembre 2013	APREA	Novembre 2013	ITALFERR S.p.A. Dott. Geologo Francesco MARCHESE Resp. UO GEOLOGIA Ordine Geologi Lazio n. 179 ES

INDICE

1 INTRODUZIONE.....	3
2 STRUMENTAZIONE IMPIEGATA, PERSONALE E SISTEMA QUALITA'	4
3 FINALITÀ DELLA PROSPEZIONE.....	6
4 LAVORI SVOLTI	8
5 METODOLOGIA ESECUTIVA DEI RILIEVI	12
5.1 Prospezione elettromagnetica	12
5.2 Carotaggi sismici down-hole.....	13
5.3 Prove MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves)	15
5.4 Prove Re.Mi. (Refraction Microtremor)	16
6 METODOLOGIA INTERPRETATIVA	17
6.1 Prospezione elettromagnetica	17
6.2 Carotaggi sismici down-hole.....	17
6.3 Prove MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves)	18
6.4 Prove Re.Mi. (Refraction Microtremor)	21
7 ANALISI DEI RISULTATI.....	24
7.1 Prospezione elettromagnetica	24
7.2 Carotaggi sismici down-hole.....	27
7.3 Calcolo differenziale delle velocità	36
7.4 Prove MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves)	39
7.5 Prove Re.Mi. (Refraction Microtremor)	45
APPENDICE 1: DROMOCRONE IN ONDE P ED S_H & VELOCITÀ INTERVALLARI	49
APPENDICE 2: CARTE DI CONDUCIBILITÀ ELETTRICA.....	56
APPENDICE 3: TABELLA RIASSUNTIVA VALORI DI VS₃₀	73



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF34	00	D69 IG	GE0005 001	A	3 di 73

1 INTRODUZIONE

Nel presente rapporto sono illustrati i risultati dell'indagine geofisica eseguita per conto di **RFI - Rete Ferroviaria Italiana** nell'ambito del progetto **ITINERARIO NAPOLI - BARI VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI**.

I lavori sono stati eseguiti dal giorno 11 Settembre al giorno 18 ottobre 2013, nelle piazzole adiacenti alla linea ferroviaria di Canello, con l'esecuzione di profili elettromagnetici per la ricerca di masse metalliche, con misure di sismica attiva e passiva (prove MASW e prove R.e.M.i.) delle onde superficiali di Rayleigh per la definizione del valore di V_{s30} utile per la classificazione dei suoli di fondazione nelle categorie previste dalla vigente normativa antisismica e con l'esecuzione di carotaggi sismici in foro down-hole per la caratterizzazione dinamica dei terreni.

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.



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO
IF34LOTTO
00CODIFICA
D69 IGDOCUMENTO
GE0005 001REV.
AFOGLIO
4 di 73**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)	

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

n°	Strumentazione sismica in foro	COD. IDENT.
1	sismografo digitale GEODE 24 ch - 24 bit (Geometrics)	SGG-SI-52
1	notebook HP per registrazione dei dati	
1	Geofono tridimensionale da foro Geostuff, a frequenza propria di 15 Hz, munito di bussola elettronica per orientamento del geofono stesso e di ancoraggio meccanico motorizzato alla parete del foro	SGG-SI-55A
1	Sistema specifico per la generazione di onde polarizzate S_H	
1	linea trigger con dispositivo hammer-switch	
1	massa battente del peso di 10kg	

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 J. DE LUCA
• Interpretazione misure geofisiche	S. MENCARINI M. SCHEGGI J. DE LUCA
• Editing	M. SCHEGGI

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 ISO9001.

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, delle prove MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) e Re.Mi. (Refraction Microtremor) e dei carotaggi sismici in foro down hole 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.
- definire la velocità di propagazione delle onde sismiche P ed S_H nel sottosuolo;
- parametrizzazione dinamica dei terreni attraverso le misure geofisiche.

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%).

Attraverso i valori di velocità di propagazione delle onde P (V_p) e delle onde S (V_s), saranno determinate, in riferimento alla teoria dell'elasticità, alcune delle proprietà meccaniche del mezzo attraversato, quali:

- il modulo di deformazione a taglio G_{max} : $(G = \rho \cdot V_s^2)$
- il modulo di Young E : $E = 2\rho \cdot V_s^2 \cdot (1 + \nu)$
- il coefficiente di Poisson ν : $\nu = 0.5 \cdot \left(\frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 1 / \left(\frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 1$
- il modulo di compressibilità volumetrica E_v : $E_v = \rho \cdot \left(V_p^2 - \frac{4}{3} V_s^2 \right)$

dove: ρ = rappresenta la densità del mezzo;

γ = peso di volume (= $\rho \cdot g$)

g = l'accelerazione di gravità ;

ν = è il coefficiente di Poisson.

Le velocità delle onde P misurate per terreni perfettamente saturi ($S_r = 100\%$) dipendono talora in maniera decisiva dalle vibrazioni trasmesse dal fluido interstiziale e non dallo scheletro solido del materiale e perciò tali valori possono non essere rappresentativi delle proprietà meccaniche del materiale in questione secondo le relazioni matematiche espresse in precedenza; invece 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.

4 LAVORI SVOLTI

Di seguito si riporta una tabella in cui si riporta il dettaglio delle indagini geofisiche eseguite ed una planimetria con l'ubicazione dei sondaggi geognostici di riferimento (Figura 4.1).

Tabella indagini svolte

sondaggio geognostico di riferimento	elettromagnetismo su piazzole sondaggi con griglia 2,5x2,5m	carotaggio sismico down-hole prof. 30 metri	prova di sismica attiva MASW	prova di sismica passiva Re.Mi.
S1a	X			
S2	X	X		
S3i	X			
S4a	X		X	
S5a				
S6a	X			
S7	X	X		
S8a	X		X	
S9a	X			
S10a	X			
S11	X			X
S12	X	X		
S13a	X		X	
S14	X			
S15a	X			X
S16a	X			
S17a	X			

La prospezione elettromagnetica FDEM, finalizzata alla ricerca di masse metalliche sepolte, è stata eseguita su tutti i sondaggi (tranne il sondaggio S5a) con griglia di 2,5x2,5 metri, con elettromagnetometro EM34-3 Geonics.

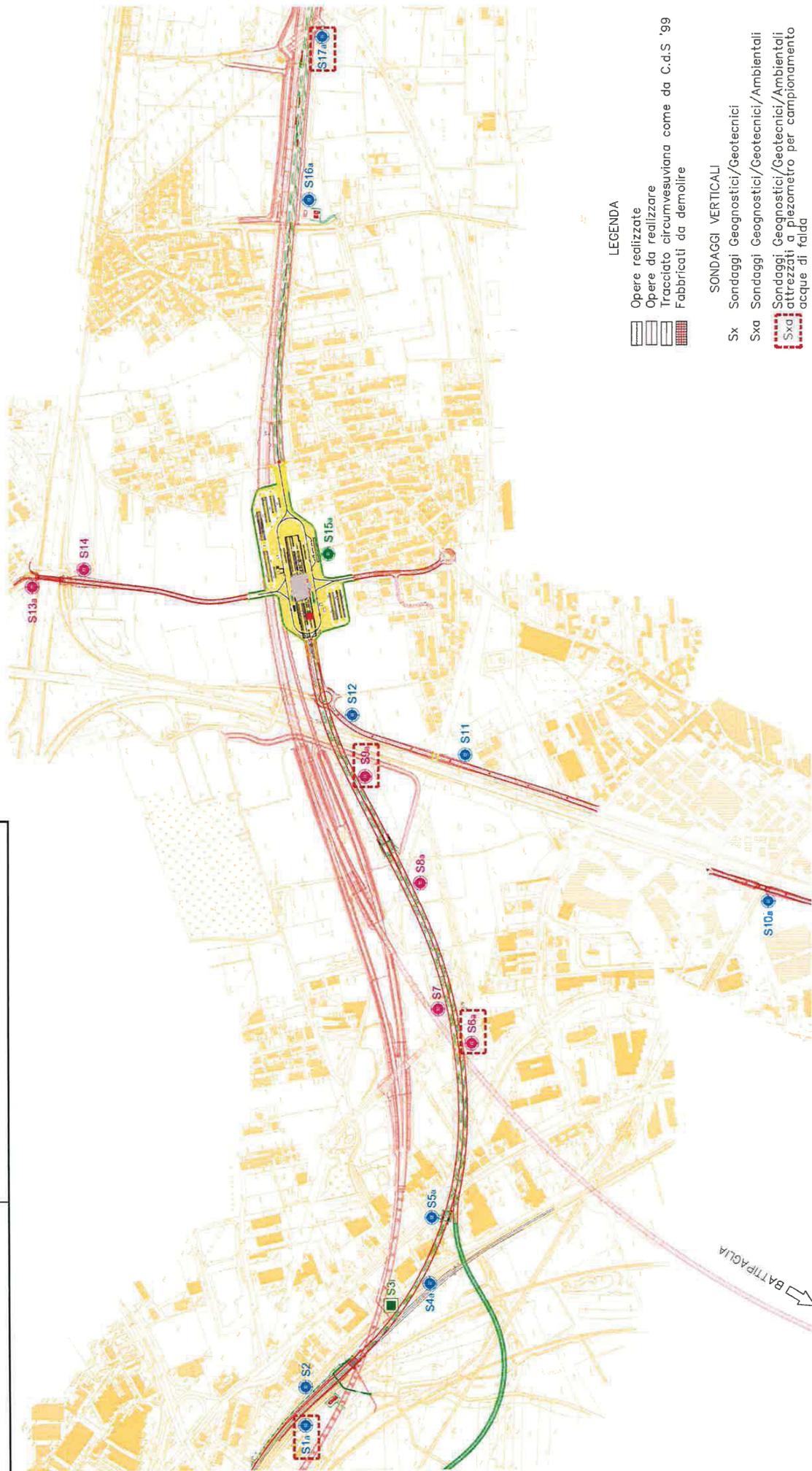


Figura 4.1 – Planimetria dei sondaggi geognostici di riferimento per le prove geofisiche (ved. tabella indagini svolte).



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF34	00	D69 IG	GE0005 001	A	10 di 73

Carotaggi sismici down-hole della profondità di 30 metri sono stati realizzati sui sondaggi S2, S7, S12. Al momento dell'esecuzione, i sondaggi meccanici risultavano completamente rivestiti con tubazione in pvc cementata alle pareti dei fori stessi; tutti i sondaggi presentavano acqua al loro interno.

Le registrazioni sismiche all'interno del sondaggio sono state eseguite con interdistanza pari a 1,0 metri, a partire da fondo foro fino a piano campagna.

I carotaggi, l'installazione delle attrezzature, l'esecuzione delle prove in situ, sono stati eseguiti in ottemperanza alle normative di riferimento elencate di seguito:

- AGI: "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche". Giugno 1997;
- "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" D.M. 11.03.1988;
- Norme standard previste per l'esecuzione delle prove in situ e in laboratorio (ASTM, AASHO, AASHTO);
- ENV 1997-3: "Eurocode 7 – Geotechnical design – Part 3 – Design assisted by fieldtesting".

Prove Masw (Multi-channel Analysis of Surface Waves) con array sismico costituito da 24 geofoni verticali (frequenza 4,5Hz) sono stati realizzati in corrispondenza dei sondaggi S4a, S8a, S13a.



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO
IF34

LOTTO
00

CODIFICA
D69 IG

DOCUMENTO
GE0005 001

REV.
A

FOGLIO
11 di 73

Prove Re.Mi. (Refraction Microtremor) con array sismico costituito da 24 geofoni verticali (frequenza 4,5Hz) sono stati realizzati in corrispondenza dei sondaggi S11, S15a.

Complessivamente, sono stati quindi eseguiti:

- **n°16 postazioni di rilievo elettromagnetico FDEM** con griglia 2,5x2,5m con elettromagnetometro EM34-3 Geonics con intercoil di 10 metri;
- **n°3 carotaggi sismici down-hole** della profondità, ciascuno, di 30 metri, con sismografo Geode Geometrics e geofono tridimensionale BHG-3 Geostuff, dotato di ancoraggio meccanico ed orientazione automatica della terna di sensori (freq. 1.4Hz);
- **n°3 prove MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves)** con array sismico composto da 24 geofoni verticali (freq. 4,5Hz);
- **n°2 prove Re.Mi. (Refraction Microtremor)** con array sismico composto da 24 geofoni verticali (freq. 4,5Hz).

	ITINERARIO NAPOLI - BARI VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI					
	Rapporto tecnico	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A

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, adoperando un 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 EM34-3 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.

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

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

5.2 Carotaggi sismici down-hole

Lo scopo della prova down-hole consiste nel determinare la velocità di propagazione delle onde di compressione (onde P) e di taglio (onde S_H), calcolando il tempo ad esse necessario per raggiungere il geofono ricevitore (all'interno del foro di sondaggio) dalla zona sorgente (su piano campagna a distanza nota dal foro). Si suppone che il volume di terreno, interessato dalle indagini sia stratificato orizzontalmente e che all'interno d'ogni strato il comportamento del terreno si possa considerare elastico, omogeneo ed isotropo. La prova consiste nel produrre in superficie sollecitazioni verticali per la generazione di onde di compressione P, ed orizzontali per la generazione di onde di taglio polarizzate orizzontalmente S_H e nel registrare l'istante di primo arrivo del treno d'onde ad un sistema composto da una terna di geofoni, ancorati a profondità nota nel foro di sondaggio (Figura 5.2).

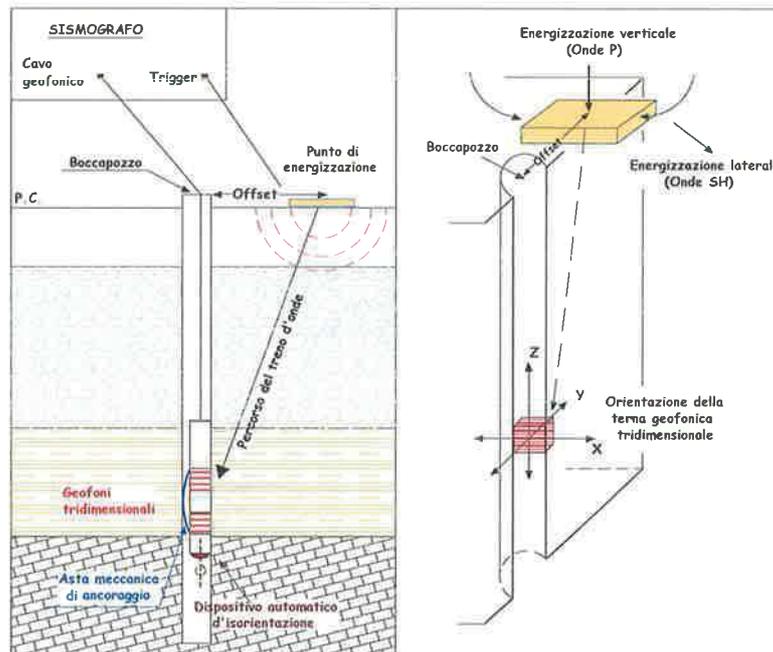


Figura 5.2 - Rappresentazione schematica di un carotaggio sismico down-hole.

Conosciuta la distanza tra la sorgente ed i ricevitori e determinato il tempo di propagazione, è possibile stimare in maniera accurata la distribuzione delle velocità sismiche (P e S_H) in corrispondenza della verticale di misura. Per generare



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF34	00	D69 IG	GE0005 001	A	14 di 73

le onde di compressione P è stata utilizzata una massa battente da 5 kg. Per le onde S_H è stato invece utilizzato, come sorgente, un apposito dispositivo, la cui forma permette colpi laterali su entrambi i lati. Tale dispositivo viene gravato con sacchi di sabbia, al fine di assicurare una perfetta aderenza con il terreno, così da evitare ogni tipo di dispersione dell'energia prodotta. Il sistema energizzante adottato è in grado di generare onde elastiche ad alta frequenza, con forme d'onda ripetibili e direzionali, vale a dire con la possibilità di ottenere prevalentemente onde di compressione e/o di taglio polarizzate su piani orizzontali, ed eventualmente anche verticali.

Come sistema di ricezione è stata utilizzata una sonda meccanizzata al cui interno sono alloggiati tre ricevitori, ciascuno dei quali è costituito da un trasduttore di velocità. Il trasduttore verticale è orientato secondo la lunghezza della sonda, mentre i trasduttori orizzontali, orientabili automaticamente secondo il Nord geografico, sono disposti in direzioni ad essa perpendicolare (N-S ed E-W). I trasduttori hanno una frequenza propria di 15Hz ed una sensibilità tale da poter ricevere in maniera adeguata il treno d'onde prodotto dalla sorgente. La sonda possiede un'asta meccanica motorizzata che garantisce l'aderenza tra i ricevitori e le pareti del rivestimento. Il sistema d'acquisizione dati è di tipo multicanale ed è in grado di registrare su ciascun canale in forma digitale le forme d'onda e di conservarle su memoria di massa dinamica a 24 bit.

Ciascuna prova è stata eseguita secondo le seguenti fasi:

1. Dopo ad aver predisposto un opportuno piano d'appoggio, il dispositivo sorgente è stato collocato sulla superficie in prossimità del foro ad una distanza di 3,0 m ed orientato con direzione Est-Ovest perpendicolarmente al raggio condotto dal foro.
2. Il sistema, costituito dai tre ricevitori è stato calato a fondo foro collegandolo alla superficie mediante un sistema che ne consente l'orientamento assoluto dalla superficie.
3. Dopo aver ancorato la sonda geofonica alle pareti del rivestimento, si è proceduto con le fasi di orientamento dei trasduttori.

	ITINERARIO NAPOLI - BARI					
	VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI					
Rapporto tecnico	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A	FOGLIO 15 di 73

4. Campionamento del rumore ambientale.
5. È stato quindi attivato il dispositivo sorgente, producendo una sollecitazione che, attivando il trigger (dispositivo "arm-switch"), si propaga dalla sorgente verso i ricevitori con vibrazioni di tipo compressionale; di seguito (con energizzazione separata e distinta) sono state generate vibrazioni di tipo S_H , dirette perpendicolarmente alla direzione di percussione e polarizzate sul piano orizzontale. Per l'ottenimento di una buona qualità dei dati, è necessario produrre alla sorgente due onde di polarità opposta e sommare le registrazioni d'ogni singolo arrivo, così da individuare in modo migliore l'istante di primo arrivo (metodo cross-over).
6. La prova è stata quindi ripetuta con interdistanza fra le misure pari a 1,0 m per tutto il tratto di sondaggio.

5.3 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 V_s (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 5,0 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: massa battente da 5kg;
- distanza delle energizzazioni: 5,0 – 10,0 – 20,0 metri;
- lunghezza registrazione del singolo evento (apertura memoria): 2000 millisecondi;
- campionamento: 0,250 millisecondi.

5.4 Prove Re.Mi. (Refraction Microtremor)

Lo scopo della prova Re.Mi. è quello di ricostruire il profilo di rigidezza 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 Re.Mi. consiste nell'acquisizione del sismogramma derivato da un'acquisizione di tipo passiva, ottenuta con un array sismico a terra composto da 24 geofoni verticali a frequenza propria di 4,5Hz. Al fine di ottenere una buona risoluzione, si effettuano una decina di registrazioni con tempo di acquisizione pari a 30 secondi con campionamento di 2,0 millisecondi.

In riferimento all'acquisizione di onde S con tecnica di sismica passiva (prova Re.Mi.), sono state adottate le seguenti caratteristiche:

- 24 geofoni verticali con frequenza di 4,5Hz;
- spaziatura dei geofoni: 5,0 metri;
- sorgente: registrazione passiva del "rumore" ambientale;
- lunghezza registrazione del singolo evento (apertura memoria): 30 secondi;
- campionamento: 2,0 millisecondi;
- n° registrazioni: 8/10 per ciascun evento.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
	VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI					
Rapporto tecnico	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A	FOGLIO 17 di 73

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

6.2 Carotaggi sismici down-hole

Nel presente rilievo sono stati impiegati rispettivamente fondo scala di 1,0 secondo e passo di campionamento di 0,125 millisecondi. I tempi relativi alle onde P ed S_H sono stati letti attraverso uno specifico programma di picking (SEISOPTPICKER; precisione di 0,1 millisecondi).

Per avere un buon controllo sulla procedura di lettura dei tempi e valutare al contempo la qualità dei dati sismici acquisiti per tutto il tragitto di ogni sondaggio, i valori numerici dei primi arrivi delle onde sismiche P ed S_H sono stati riportati su sezioni tempo/tracce ove le varie tracce sono scelte in funzione dell'orientamento del sistema ricevitore/sorgente. Tale procedura consente di ottenere così delle forme d'onda più definite nelle ampiezze. In particolare con riferimento alle onde di taglio sono state scelte le tracce riferite alla differenza tra la battuta destra e quella sinistra.

Durante la fase di elaborazione dei dati sismici sperimentali, non è stato



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO
IF34

LOTTO
00

CODIFICA
D69 IG

DOCUMENTO
GE0005 001

REV.
A

FOGLIO
18 di 73

necessario ricorrere all'utilizzo dei filtri per migliorare la qualità dei sismogrammi in quanto i dati acquisiti risultavano di buona qualità, essendo sostanzialmente ben allineati su delle rette, con scarsa o assente dispersione dei punti.

I tempi d'arrivo delle onde di compressione e di taglio sono stati corretti, rispetto alla verticale, e riportati su un diagramma profondità – tempi sui quali sono stati individuati i tratti a pendenza circa costante. Dalla pendenza dei tratti sono state determinate le velocità intervallari delle onde P ed S_H nel terreno.

6.3 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.

Per l'interpretazione dei dati sperimentali è stato utilizzato uno specifico programma (WINMASW VER 4.3PRO). Il profilo verticale di V_s 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.

	ITINERARIO NAPOLI - BARI					
	VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI					
Rapporto tecnico	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A	FOGLIO 19 di 73

L'elaborazione del segnale consiste innanzitutto nel calcolo dello spettro di velocità dei dati sismici acquisiti in campagna (Figura 6.1).

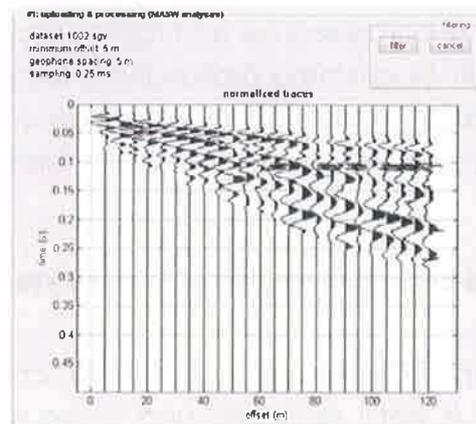


Figura 6.1 – Esempio di sismogramma acquisito con sismografo Geode relativo all'energizzazione eseguita per la prova MASW.

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.

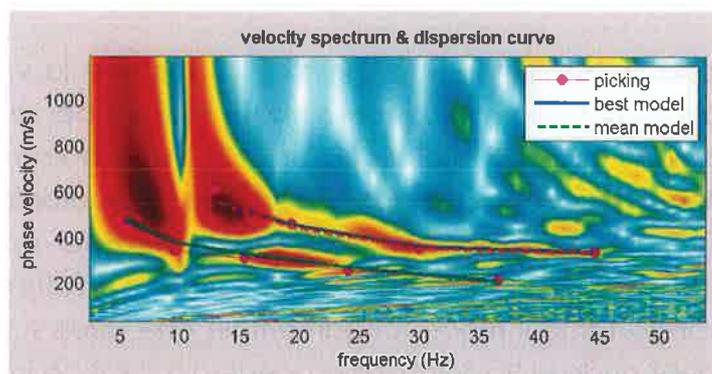


Figura 6.2 – Esempio di spettro di velocità tratto dalla prova MASW.

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 (Figura 6.3).

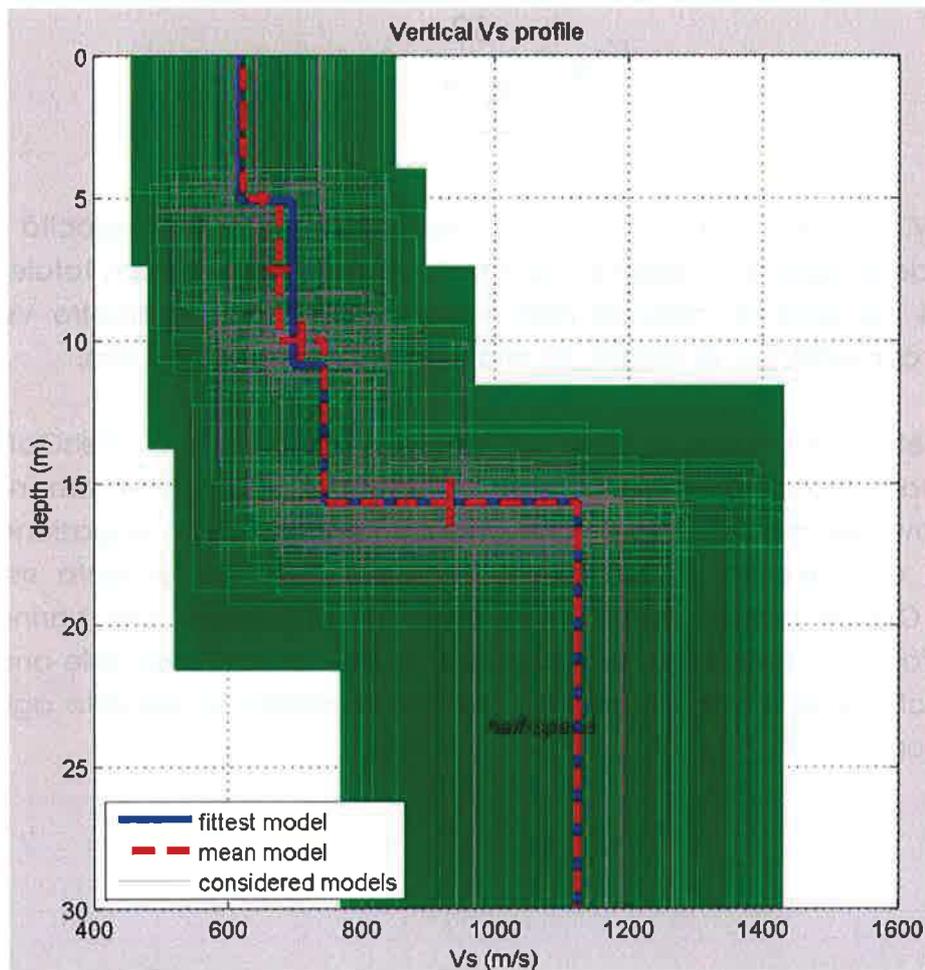


Figura 6.3 – Esempio di profilo di V_s e stima dell'attendibilità del modello a strati.

	ITINERARIO NAPOLI - BARI					
	VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI					
Rapporto tecnico	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A	FOGLIO 21 di 73

6.4 Prove Re.Mi. (Refraction Microtremor)

L'analisi passiva delle onde di superficie, con metodologia Re.Mi., risulta finalizzata al computo del V_{s30} . Per raggiungere tale obiettivo è stata realizzata una prova Re.Mi. (Refraction Microtremor).

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.

Per l'interpretazione dei dati sperimentali è stato utilizzato il software SeisOptReMi ver5.0. Il trattamento del segnale consiste nell'eseguire una trasformata in due dimensioni *slowness-frequency* (p - f), che analizza l'energia di propagazione del rumore nelle due direzioni (orizzontale e verticale) dello stendimento sismico (Figura 6.4). Questo grafico mette in evidenza gli andamenti che hanno sia coerenza di fase che forte segnale e permette la definizione visiva delle onde di Rayleigh, poiché queste presentano un carattere dispersivo in rapporto agli altri modi e tipi d'onda.

	ITINERARIO NAPOLI - BARI					
	VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI					
Rapporto tecnico	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. A	FOGLIO 22 di 73

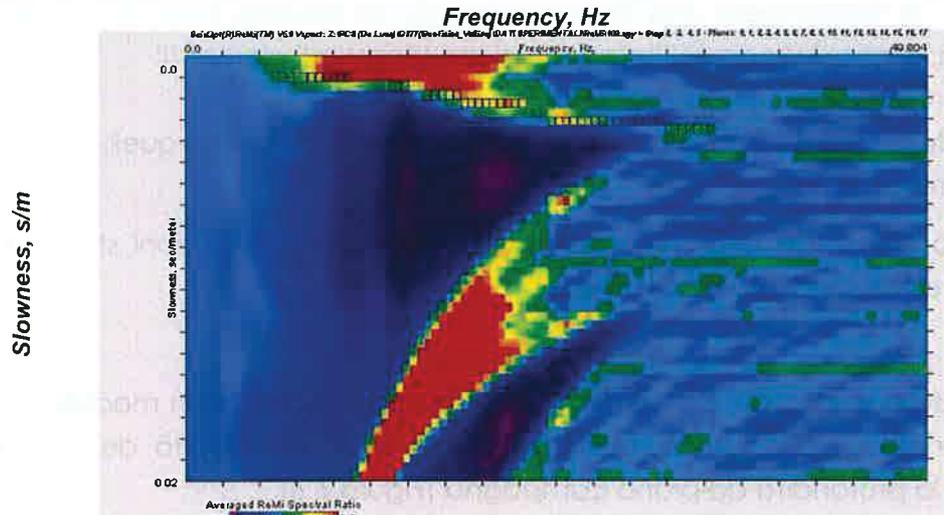


Figura 6.4 - Grafico *p-f* ottenuto con una prova Re.Mi.

I valori ottenuti con il *picking* sono rappresentati su un diagramma *periodo/velocità di fase* (Figura 6.5), sul quale si sovrappone la curva di dispersione al fine di ottimizzare l'interpretazione del modello di V_s .

Dispersion Curve Showing Picks and Fit

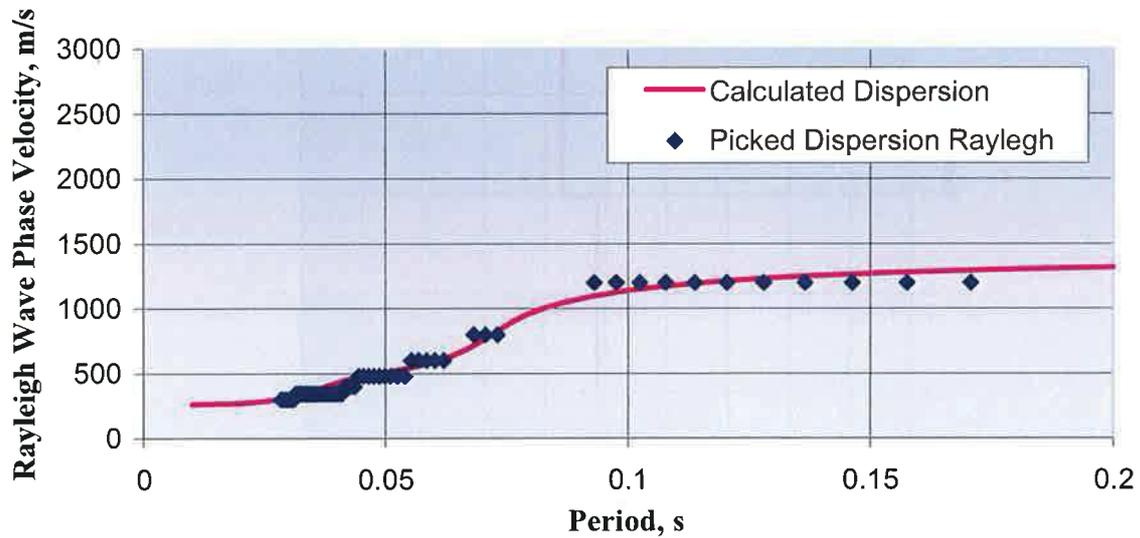


Figure 6.5 - Diagramma *periodo/velocità di fase* ottenuto con una prova Re.Mi.

Allo scopo di raggiungere una bassa variabilità del modello e ridurre il numero di equivalenza, si introducono nell'interpretazione i seguenti elementi:

- valori della densità dei litotipi del sottosuolo, in accordo con quelli rilevabili da bibliografia;
- numero di strati e loro spessore, in relazione alle informazioni stratigrafiche derivate dai sondaggi geognostici.

Lo studio dello spettro p-f permette, quindi, la ricostruzione di un modello sismico unidimensionale del sottosuolo, detto profilo di V_s , con velocità delle onde di superficie e la profondità da piano campagna (Figura 6.6).

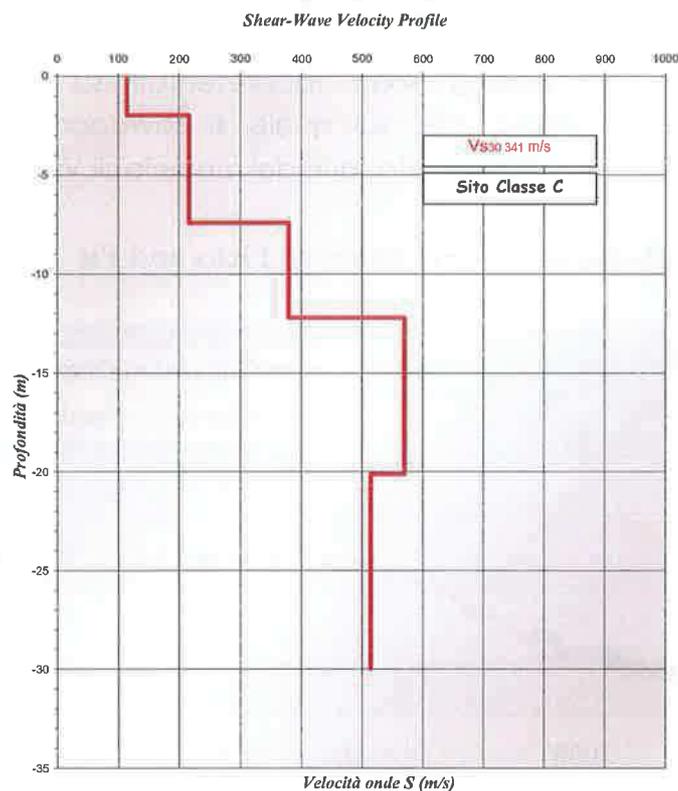


Figura 6.6 – Profilo sismico di V_s ottenuto da prova sismica passiva Re.Mi. (Refraction Microtremor).

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°16 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 – 7.3).

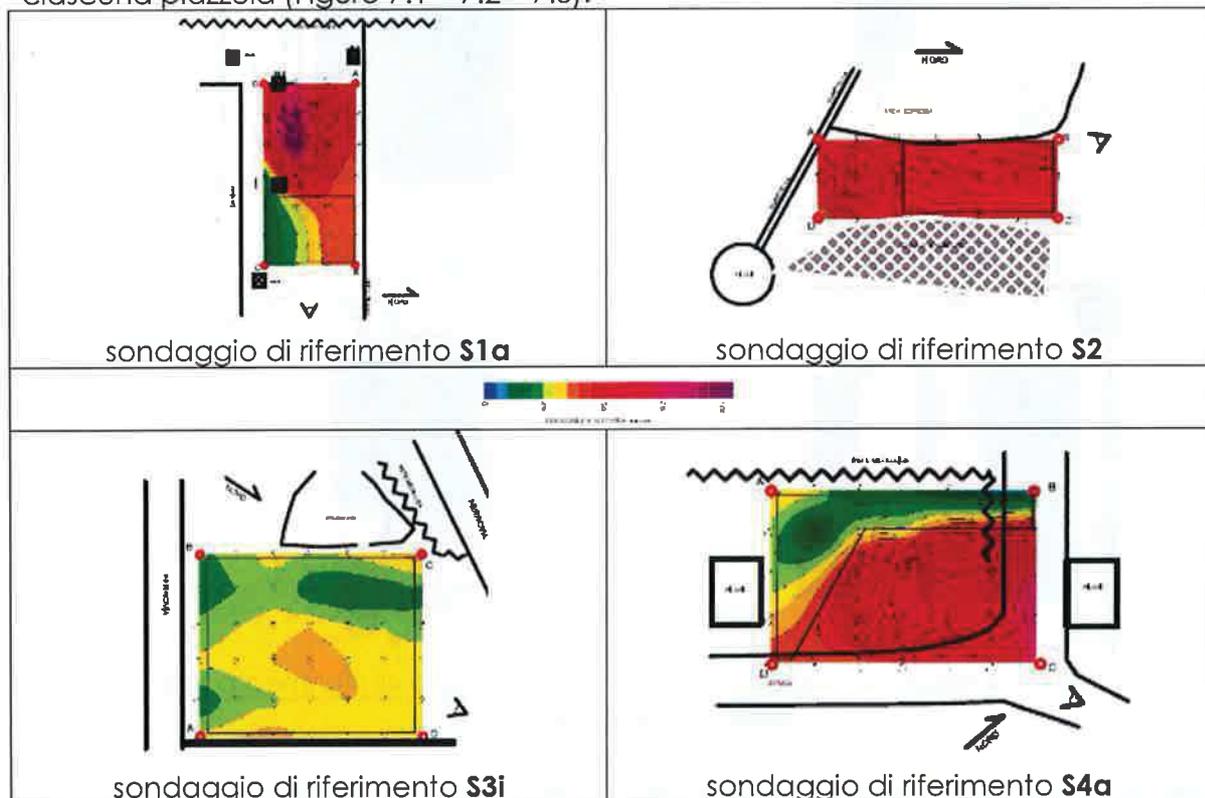


Figura 7.1 – Carte della conducibilità elettrica eseguite nelle piazzole relative ai sondaggi S1a, S2, S3i, S4a.

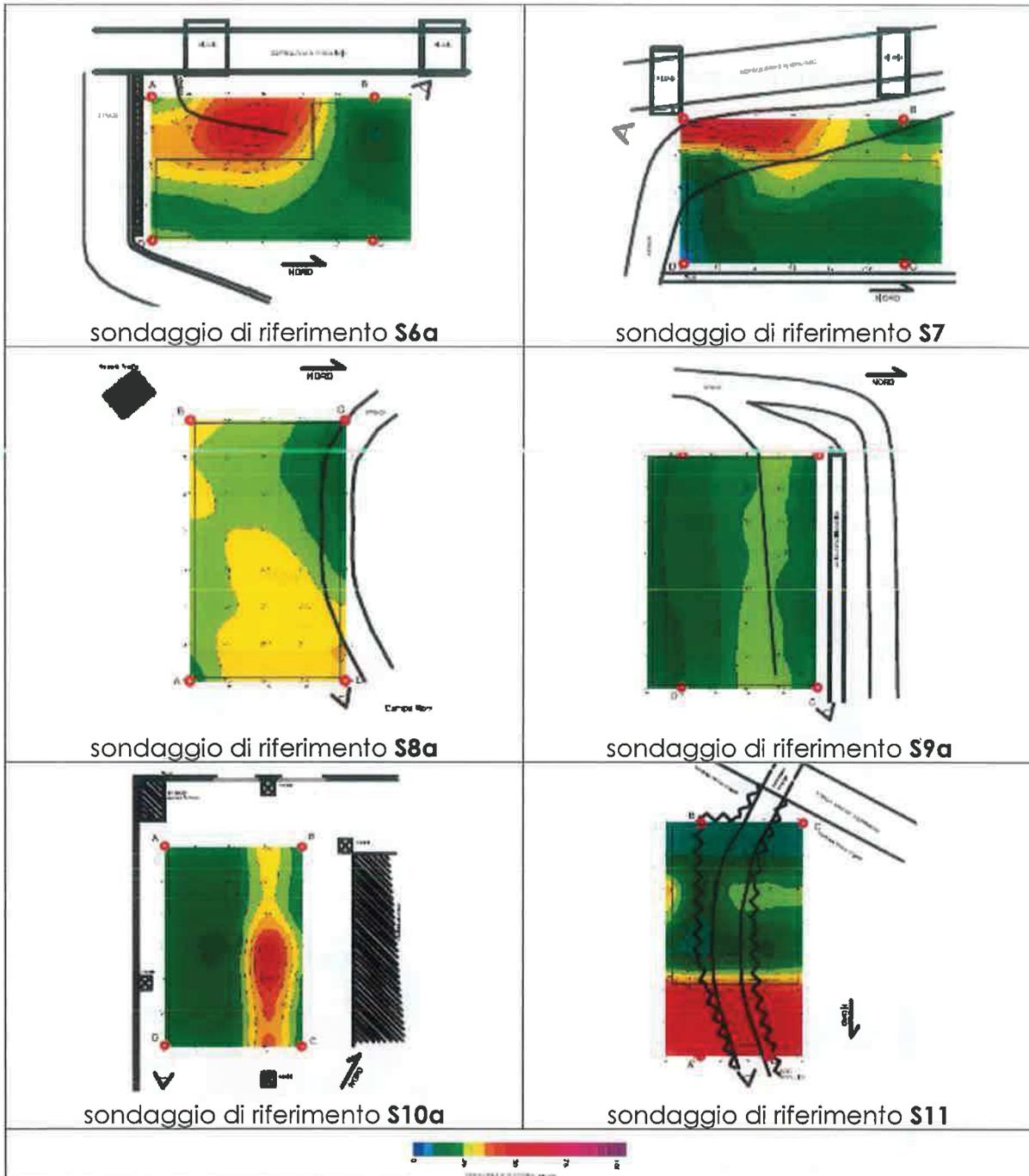


Figura 7.2 – Carte della conducibilità elettrica eseguite nelle piazzole relative ai sondaggi S6a, S7, S8a, S9a, S10a, S11.

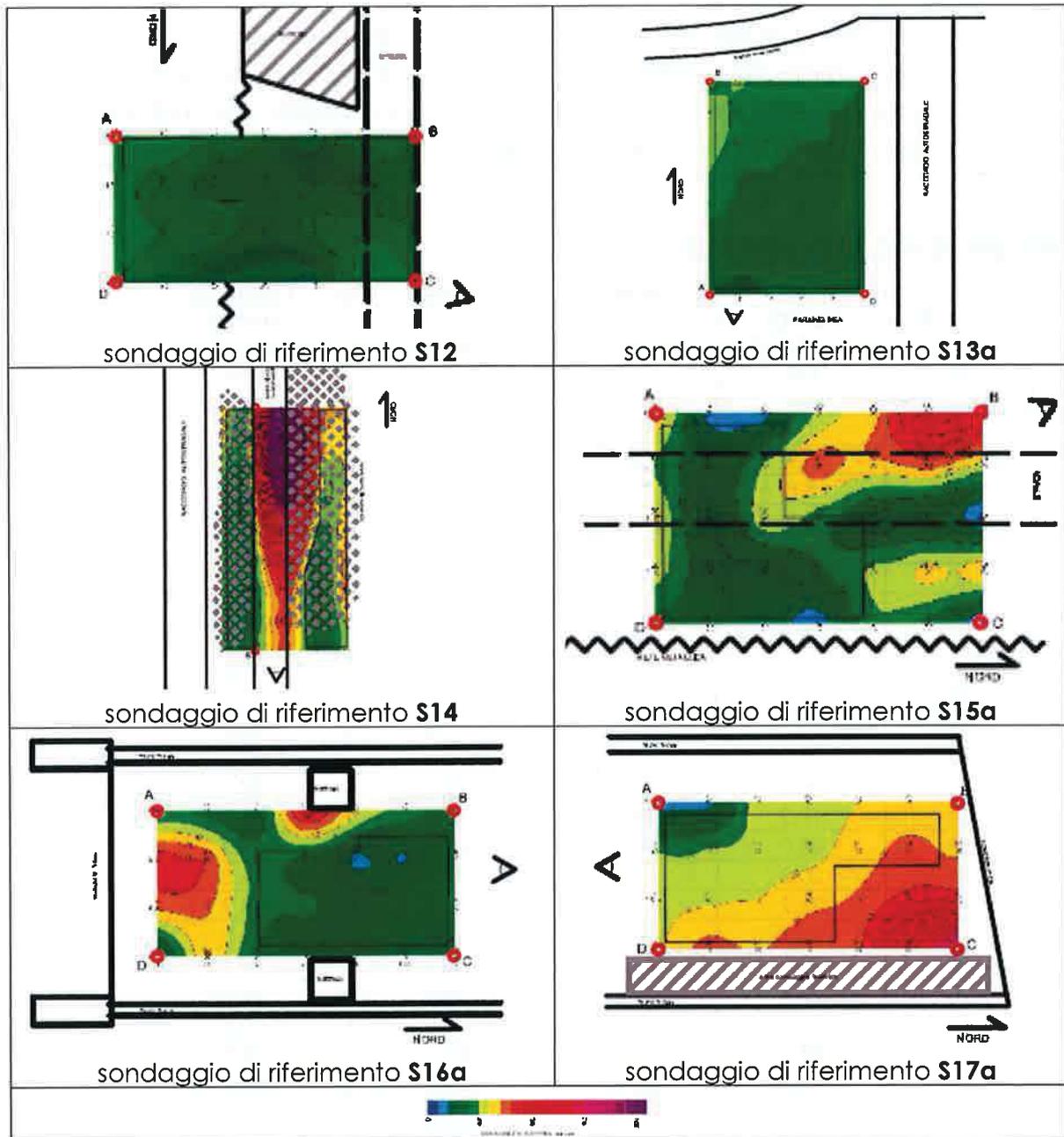


Figura 7.3 – Carte della conducibilità elettrica eseguite nelle piazzole relative ai sondaggi S12, S13a, S14, S15a, S16a, S17a.

7.2 Carotaggi sismici down-hole

L'elaborazione delle misure geofisiche in foro ha permesso di ricostruire la porzione di terreno immediatamente adiacente ai sondaggi per una profondità, da piano campagna, di 30 metri. Di seguito si riportano le tabelle con indicazioni dei tempi d'arrivo originali e quelli corretti in funzione della profondità di misura.

Carotaggio sismico down hole S2

Profondità	Onde P tempi verticali	Onde S _H tempi verticali	Onde P tempi sperimentali	Onde S _H tempi sperimentali
m	ms	ms	ms	ms
0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	1.4	5.6	4.5	13.0
2	3.9	12.8	7.0	16.2
3	5.8	18.4	8.2	20.7
4	7.5	22.4	9.4	24.1
5	9.1	25.4	10.6	26.7
6	10.6	29.0	11.8	30.1
7	11.9	33.3	13.0	34.3
8	13.3	37.9	14.2	38.8
9	14.6	41.7	15.4	42.6
10	15.9	47.8	16.6	48.6
11	16.7	51.2	17.3	52.0
12	17.8	53.9	18.3	54.6
13	18.6	57.6	19.1	58.4
14	19.2	60.7	19.6	61.4
15	20.0	63.0	20.4	63.7
16	20.8	65.6	21.2	66.3
17	21.7	68.3	22.0	68.9
18	22.4	71.7	22.7	72.3
19	22.9	73.6	23.2	74.2
20	23.4	77.7	23.7	78.4
21	24.0	80.0	24.2	80.6
22	24.5	81.5	24.7	82.1
23	25.3	83.4	25.5	84.0
24	25.7	85.3	25.9	85.9
25	26.3	88.0	26.5	88.5
26	26.8	91.0	27.0	91.5
27	27.3	93.6	27.5	94.2
28	27.8	96.6	28.0	97.2
29	28.3	98.5	28.5	99.1
30	28.9	100.4	29.0	101.0



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF34	00	D69 IG	GE0005 001	A	28 di 73

La successione evidenziata dall'andamento delle dromocrone, riportate in appendice, è la seguente:

Profondità da P.C (m)		Velocità Onde P (m/s)	Velocità Onde S _H (m/s)
0.0	2.0	537	160
2.0	10.0	697	243
10.0	22.0	1371	349
22.0	30.0	1868	401

Sulla base delle velocità sismiche (VP e VS_H) è stato possibile calcolare i moduli elastici dinamici dei terreni attraversati. I valori di densità attribuiti a ciascuno strato sono stati desunti da dati reperibili in bibliografia. I risultati sono riportati nella tabella sottostante:

Profondità m (da - a)		Densità (kN/m ³)	VP m/s	VS _H m/s	poisson	taglio dinamico (kN/m ²)	young (kN/m ²)	bulk (kN/m ²)
0.0	2.0	19.5	537	160	0.45	5.09E+04	1.48E+05	5.05E+05
2.0	10.0	20.0	697	243	0.43	1.20E+05	3.44E+05	8.30E+05
10.0	22.0	20.5	1371	349	0.47	2.55E+05	7.46E+05	3.59E+06
22.0	30.0	21.0	1868	401	0.48	3.44E+05	1.02E+06	7.01E+06

Sulla base delle velocità delle onde di taglio (VS_H), sono inoltre forniti il profilo di velocità delle onde di taglio ed il valore Vs₃₀ calcolato a partire dal piano campagna, quest'ultimo utile per la classificazione dei suoli di fondazione nelle categorie previste dalla normativa antisismica.

Vs₃₀ dal piano campagna

Litologia	Spessore (m)	VS _H (m/s)
Ghiaia con sabbia	2.0	160
Sabbia con limo	8.0	243
Sabbia con ghiaia	12.0	349
Sabbia con ghiaia	8.0	401

Vs₃₀ = 301 m/s Classe: C

S2-Profilo V_{SH}

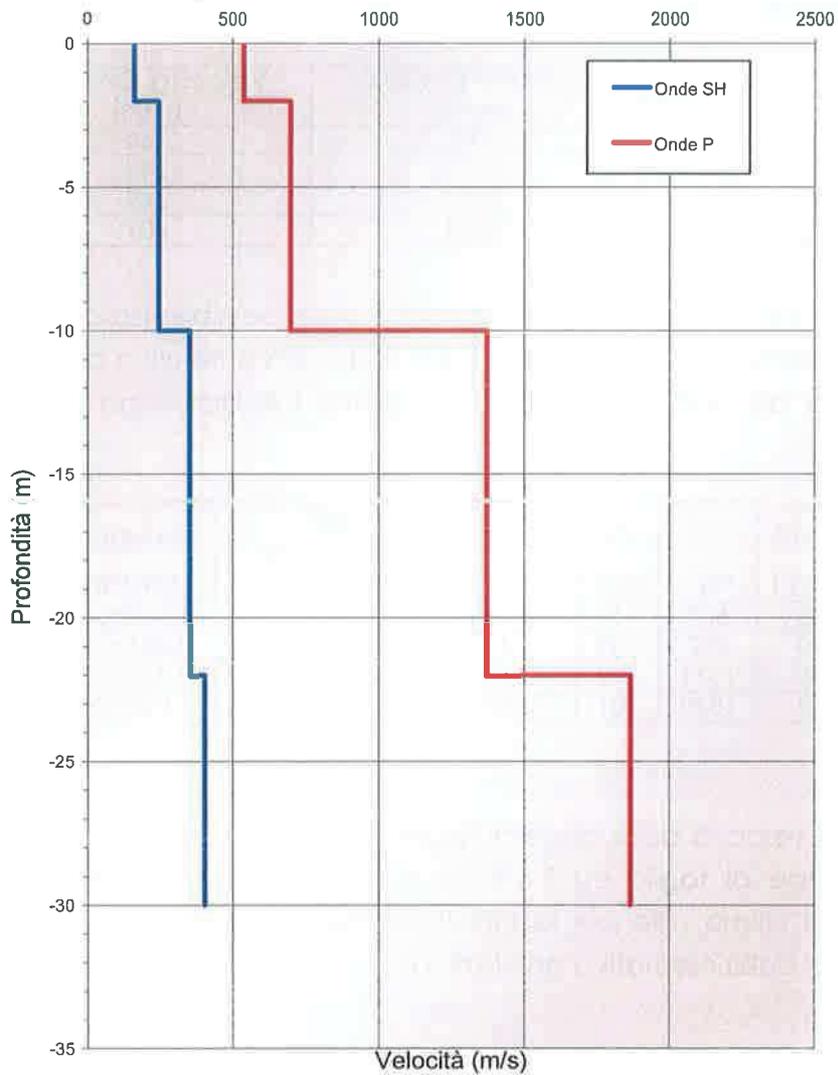


Figura 7.4: Profilo di velocità delle onde S_H -S2.

In questo sito il valore di V_{s30} , riferito al piano campagna, risulta pari a 301 m/s, classificando l'area di indagine nella categoria di suolo di tipo C.

Carotaggio sismico down hole S7

Profondità	Onde P tempi verticali	Onde S _H tempi verticali	Onde P tempi sperimentali	Onde S _H tempi sperimentali
m	ms	ms	ms	ms
0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	4.1	18.9	12.9	23.4
2	7.8	24.8	14.1	26.6
3	10.5	29.2	14.9	30.4
4	12.9	34.0	16.1	34.9
5	14.8	38.8	17.3	39.6
6	16.1	42.5	18.0	43.2
7	17.1	45.3	18.6	46.0
8	18.1	47.0	19.3	47.6
9	19.0	48.4	20.0	49.0
10	19.9	49.9	20.8	50.5
11	20.7	51.9	21.5	52.4
12	21.7	54.4	22.4	54.9
13	22.2	56.0	22.8	56.5
14	22.8	57.5	23.3	58.0
15	23.2	58.6	23.7	59.1
16	24.2	60.2	24.6	60.7
17	25.0	62.2	25.4	62.6
18	25.9	65.1	26.3	65.5
19	26.6	67.9	26.9	68.3
20	27.2	70.5	27.5	70.9
21	27.8	74.6	28.1	75.0
22	29.1	76.5	29.4	76.9
23	30.1	79.4	30.4	79.8
24	31.2	82.6	31.4	83.0
25	32.3	85.1	32.5	85.5
26	33.3	89.0	33.5	89.4
27	34.0	92.5	34.2	92.9
28	34.8	95.3	35.0	95.7
29	35.8	98.3	36.0	98.6
30	36.8	101.2	37.0	101.5

La successione evidenziata dall'andamento delle dromocrone, riportate in appendice, è la seguente:

Profondità da P.C (m)		Velocità Onde P (m/s)	Velocità Onde S _H (m/s)
0.0	1.0	245	53
1.0	5.0	425	214
5.0	12.0	1036	480
12.0	16.0	1591	687
16.0	20.0	1307	380



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IF34 00 D69 IG GE0005 001 A 31 di 73

20.0	30.0	1024	325
------	------	------	-----

Sulla base delle velocità sismiche (VP e VSH) è stato possibile calcolare i moduli elastici dinamici dei terreni attraversati. I valori di densità attribuiti a ciascuno strato sono stati desunti da dati reperibili in bibliografia. I risultati sono riportati nella tabella sottostante:

Profondità m (da - a)		Densità (kN/m ³)	VP m/s	V _{SH} m/s	poisson	taglio dinamico (kN/m ²)	young (kN/m ²)	bulk (kN/m ²)
0.0	1.0	19.5	245	53	0.48	5.58E+03	1.65E+04	1.12E+05
1.0	5.0	19.5	425	214	0.33	9.10E+04	2.42E+05	2.38E+05
5.0	12.0	20.0	1036	480	0.36	4.70E+05	1.28E+06	1.56E+06
12.0	16.0	20.0	1591	687	0.39	9.62E+05	2.67E+06	3.88E+06
16.0	20.0	20.5	1307	380	0.45	3.02E+05	8.77E+05	3.17E+06
20.0	30.0	20.5	1024	325	0.44	2.21E+05	6.37E+05	1.90E+06

Sulla base delle velocità delle onde di taglio (V_{SH}), sono inoltre forniti il profilo di velocità delle onde di taglio ed il valore V_{S30} calcolato a partire dal piano campagna, quest'ultimo utile per la classificazione dei suoli di fondazione nelle categorie previste dalla normativa antisismica.

Vs30 dal piano campagna

Litologia	Spessore (m)	V _{SH} (m/s)
Riporto	1.0	53
Sabbia ghiaiosa	4.0	214
Sabbia ghiaiosa	7.0	480
Sabbia ghiaiosa	4.0	687
Sabbia ghiaiosa	4.0	380
Sabbia ghiaiosa	10.0	325

V_{S30} = 302 m/s Classe: C

S7-Profilo V_{SH}

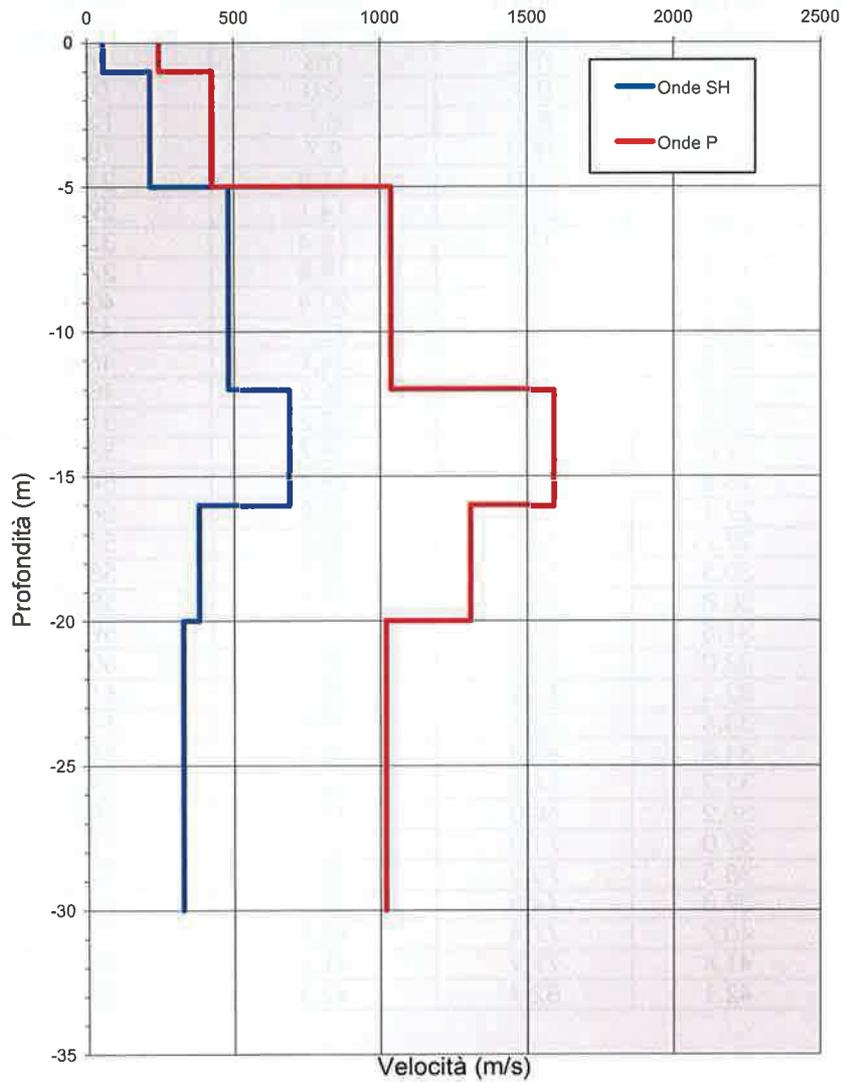


Figura 7.5: Profilo di velocità delle onde S_H -S7.

In questo sito il valore di V_{s30} , riferito al piano campagna, risulta pari a 302 m/s, classificando l'area di indagine nella categoria di suolo di tipo C.



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO
IF34LOTTO
00CODIFICA
D69 IGDOCUMENTO
GE0005 001REV.
AFOGLIO
33 di 73**Carotaggio sismico down hole S12**

Profondità	Onde P tempi verticali	Onde S _H tempi verticali	Onde P tempi sperimentali	Onde S _H tempi sperimentali
m	ms	ms	ms	ms
0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	2.6	8.2	8.1	12.6
2	5.4	16.0	9.7	18.3
3	8.3	22.0	11.8	23.4
4	11.3	28.4	14.1	29.4
5	14.1	32.6	16.4	33.3
6	16.8	36.6	18.8	37.2
7	18.8	39.5	20.4	40.0
8	21.3	43.1	22.7	43.5
9	23.4	46.4	24.7	46.8
10	24.8	48.4	25.9	48.8
11	26.2	50.7	27.2	51.0
12	27.8	53.4	28.7	53.7
13	28.6	54.6	29.4	54.9
14	29.1	55.9	29.8	56.2
15	29.7	56.8	30.3	57.1
16	30.5	57.9	31.0	58.2
17	30.8	58.5	31.3	58.8
18	31.5	59.5	31.9	59.7
19	32.0	60.2	32.4	60.5
20	32.6	61.2	33.0	61.5
21	33.6	63.7	33.9	64.0
22	34.6	65.3	34.9	65.5
23	35.2	66.5	35.5	66.7
24	36.2	68.0	36.5	68.2
25	37.0	71.0	37.3	71.2
26	38.5	73.5	38.8	73.7
27	39.3	74.5	39.5	74.7
28	40.7	77.4	40.9	77.6
29	41.4	79.9	41.6	80.1
30	42.1	82.4	42.3	82.6



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF34	00	D69 IG	GE0005 001	A	34 di 73

La successione evidenziata dall'andamento delle dromocrone, riportate in appendice, è la seguente:

Profondità da P.C (m)		Velocità Onde P (m/s)	Velocità Onde S _H (m/s)
0.0	3.0	365	132
3.0	11.0	438	281
11.0	24.0	1428	813
24.0	30.0	974	427

Sulla base delle velocità sismiche (VP e VSH) è stato possibile calcolare i moduli elastici dinamici dei terreni attraversati. I valori di densità attribuiti a ciascuno strato sono stati desunti da dati reperibili in bibliografia. I risultati sono riportati nella tabella sottostante:

Profondità m (da - a)		Densità (kN/m ³)	VP m/s	VSH m/s	poisson	taglio dinamico (kN/m ²)	young (kN/m ²)	bulk (kN/m ²)
0.0	3.0	19.5	365	132	0.42	3.46E+04	9.87E+04	2.19E+05
3.0	11.0	20.0	438	281	0.15	1.61E+05	3.70E+05	1.76E+05
11.0	24.0	21.0	1428	813	0.26	1.41E+06	3.57E+06	2.48E+06
24.0	30.0	20.5	974	427	0.38	3.81E+05	1.05E+06	1.47E+06

Sulla base delle velocità delle onde di taglio (V_{SH}), sono inoltre forniti il profilo di velocità delle onde di taglio ed il valore Vs30 calcolato a partire dal piano campagna, quest'ultimo utile per la classificazione dei suoli di fondazione nelle categorie previste dalla normativa antisismica.

Litologia	Vs30 dal piano campagna	
	Spessore (m)	V _{SH} (m/s)
Sabbia limosa	3.0	132
Sabbia limosa	8.0	281
Tufo litoide	13.0	813
Sabbia limosa	6.0	427

V_{s30} = 369 m/s Classe: B

S12-Profilo V_{sH}

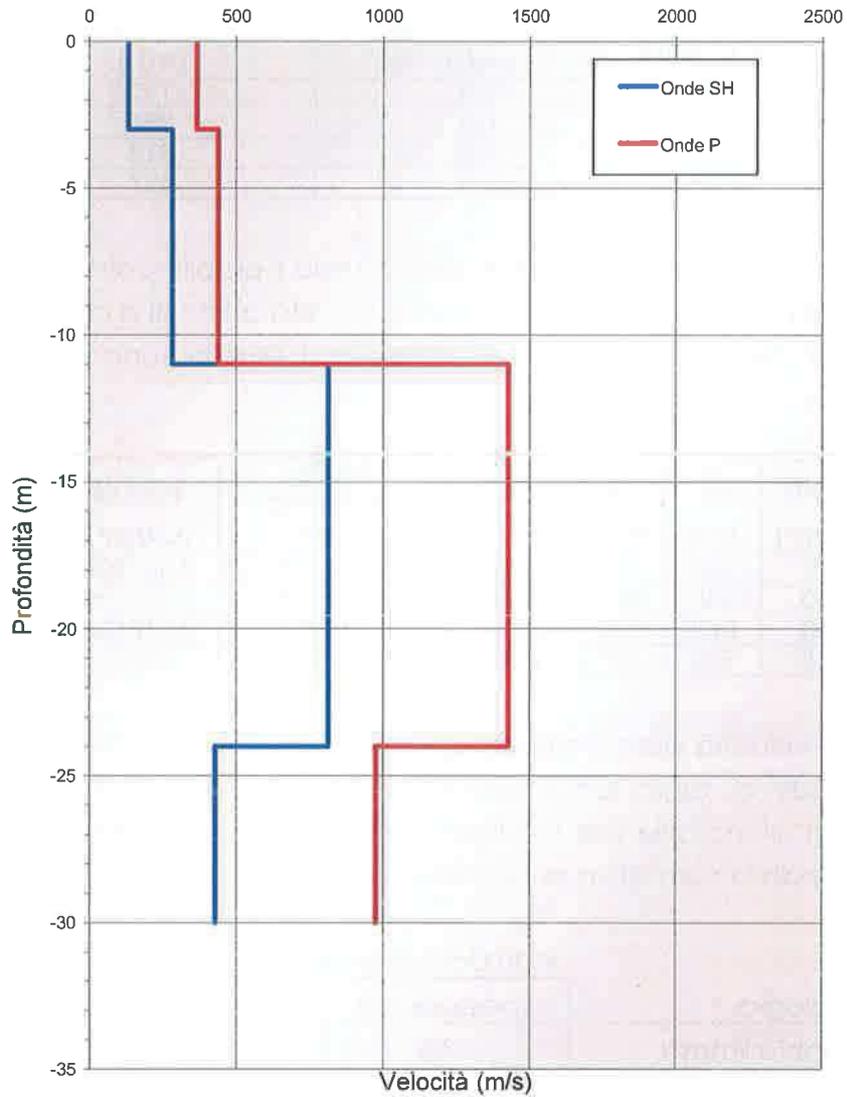


Figura 7.6: Profilo di velocità delle onde S_H -S12.

In questo sito il valore di V_{s30} , riferito al piano campagna, risulta pari a 369 m/s, classificando l'area di indagine nella categoria di suolo di tipo B.



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO
IF34LOTTO
00CODIFICA
D69 IGDOCUMENTO
GE0005 001REV.
AFOGLIO
36 di 73

7.3 Calcolo differenziale delle velocità

Di seguito si riportano le tabelle con indicazioni delle velocità riferite per ogni metro dei carotaggi sismici down hole. I valori delle velocità sismiche sono stati ricavati considerando il differenziale dei tempi sperimentali delle onde P ed S_H corretti lungo la verticale in funzione della profondità di misura.

Carotaggio sismico down hole S2

Depth	Correct P time	Correct S _H time	Diff.P	Diff.S _H	V _p	V _{S_H}
		m	ms	Ms	m/s	m/s
0	0.0	0.0				
1	1.4	5.6	1.4	5.6	703	179
2	3.9	12.8	2.5	7.2	407	138
3	5.8	18.4	1.9	5.6	522	179
4	7.5	22.4	1.7	4.0	581	251
5	9.1	25.4	1.6	3.0	637	333
6	10.6	29.0	1.5	3.6	683	279
7	11.9	33.3	1.4	4.3	717	235
8	13.3	37.9	1.3	4.6	742	217
9	14.6	41.7	1.3	3.8	761	260
10	15.9	47.8	1.3	6.1	775	165
11	16.7	51.2	0.8	3.4	1265	293
12	17.8	53.9	1.1	2.7	941	371
13	18.6	57.6	0.9	3.8	1167	264
14	19.2	60.7	0.6	3.0	1805	331
15	20.0	63.0	0.8	2.3	1192	436
16	20.8	65.8	3.7	2.8	271	355
17	21.7	68.4	0.8	2.7	1199	377
18	22.4	71.8	0.7	3.4	1369	294
19	22.9	73.7	0.5	1.9	1891	529
20	23.4	77.9	0.5	4.1	1904	242
21	24.0	80.1	0.5	2.3	1916	441
22	24.5	81.6	0.5	1.5	1926	659
23	25.3	83.5	0.8	1.9	1228	526
24	25.7	85.4	0.4	1.9	2403	530
25	26.3	88.1	0.6	2.6	1631	378
26	26.8	91.1	0.5	3.0	1952	332
27	27.3	93.7	0.5	2.6	1956	379
28	27.8	96.7	0.5	3.0	1960	332
29	28.3	98.6	0.5	1.9	1964	529
30	28.9	100.5	0.5	1.9	1967	529



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
 IF34 00 D69 IG GE0005 001 A 37 di 73

Carotaggio sismico down hole S7

Depth	Correct P time	Correct S _H time	Diff.P	Diff.S _H	V _p	V _{S_H}
		m	ms	Ms	m/s	m/s
0	0.0	0.0				
1	4.1	18.9	4.1	18.9	245	53
2	7.8	24.8	3.7	6.0	267	167
3	10.5	29.2	2.7	4.4	368	227
4	12.9	34.0	2.3	4.8	427	210
5	14.8	38.8	2.0	4.8	512	207
6	16.1	42.5	1.3	3.7	790	274
7	17.1	45.3	1.0	2.8	1004	352
8	18.1	47.0	1.0	1.6	1026	606
9	19.0	48.0	0.9	1.4	1108	694
10	19.9	49.9	0.9	1.5	1054	650
11	20.7	51.9	0.8	1.9	1220	520
12	21.7	54.4	1.0	2.5	1011	396
13	22.0	56.0	0.5	1.6	2062	622
14	22.8	56.7	0.6	1.5	1765	661
15	23.2	58.6	0.5	1.1	2188	901
16	24.2	60.2	0.9	1.6	1065	616
17	25.0	62.2	0.8	1.9	1198	522
18	25.9	65.1	0.9	2.9	1077	343
19	26.6	67.9	0.6	2.8	1591	357
20	27.2	70.5	0.6	2.6	1600	384
21	35.4	74.7	0.6	4.1	1608	244
22	36.8	76.6	1.3	1.9	762	519
23	37.8	79.5	1.0	2.9	986	343
24	38.8	82.8	1.0	3.2	987	312
25	39.9	85.3	1.1	2.5	900	398
26	40.9	89.2	1.0	3.9	989	256
27	41.6	92.7	0.7	3.5	1405	286
28	42.5	95.5	0.8	2.8	1235	356
29	43.5	98.4	1.0	2.9	992	344
30	44.5	101.3	1.0	2.9	993	344



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

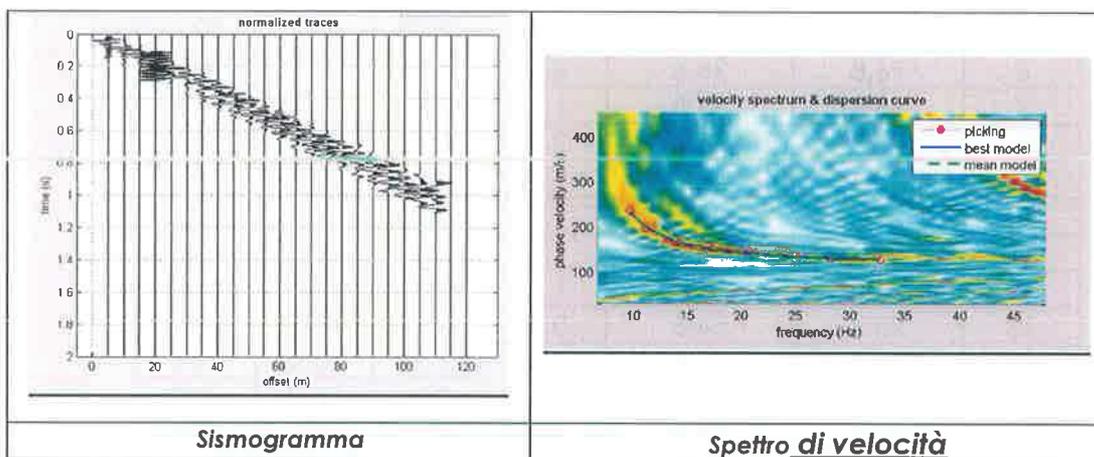
PROGETTO
IF34LOTTO
00CODIFICA
D69 IGDOCUMENTO
GE0005 001REV.
AFOGLIO
38 di 73**Carotaggio sismico down hole S12**

Depth	Correct P time	Correct S _H time	Diff.P	Diff.S _H	V _p	V _{S_H}
		m	ms	Ms	m/s	m/s
0	0.0	0.0				
1	2.6	8.2	2.6	8.2	390	122
2	5.4	16.0	2.8	7.8	355	128
3	8.3	22.0	3.0	6.0	337	166
4	11.3	28.4	2.9	6.4	341	156
5	14.1	32.6	2.8	4.2	359	241
6	16.8	36.6	2.8	4.1	363	247
7	18.8	39.5	1.9	2.9	517	348
8	21.3	43.1	2.5	3.6	399	280
9	23.4	46.4	2.2	3.3	459	299
10	24.8	48.4	1.4	2.0	727	506
11	26.2	50.7	1.4	2.3	697	440
12	27.8	53.4	1.6	2.7	624	368
13	28.6	54.6	0.8	1.2	1244	826
14	29.1	55.9	0.5	1.3	2035	767
15	29.7	56.8	0.6	0.9	1745	1103
16	30.5	57.9	0.8	1.1	1320	902
17	30.8	58.5	0.4	0.6	2819	1657
18	31.5	59.5	0.6	0.9	1557	1079
19	32.0	60.2	0.5	0.8	1860	1273
20	32.6	61.2	0.6	1.0	1690	995
21	33.6	63.7	1.0	2.5	1037	399
22	34.6	65.3	1.0	1.5	980	663
23	35.2	66.5	0.6	1.2	1608	830
24	36.2	68.0	1.0	1.5	984	663
25	37.0	71.0	0.8	3.0	1225	333
26	38.5	73.5	1.5	2.5	662	398
27	39.3	74.5	0.7	1.0	1400	980
28	40.7	77.4	1.4	2.9	710	344
29	41.4	79.9	0.7	2.5	1405	400
30	42.1	82.4	0.7	2.5	1407	400

7.4 Prove MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves)

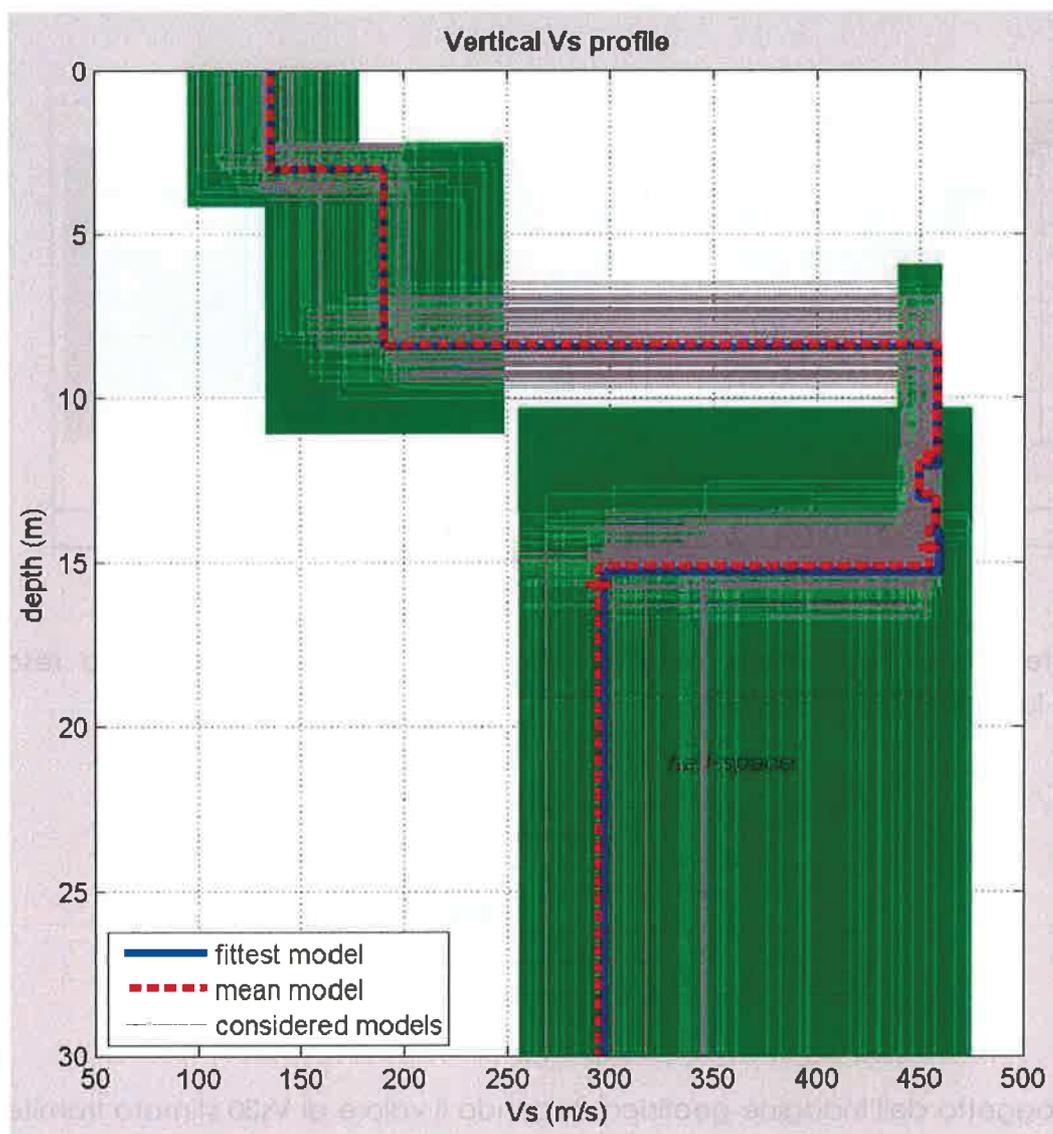
Prove Masw (Multi-channel Analysis of Surface Waves) con array sismico costituito da 24 geofoni verticali (frequenza 4,5Hz) sono stati realizzati in corrispondenza dei sondaggi S4a, S8a, S13a.

Zona S4a



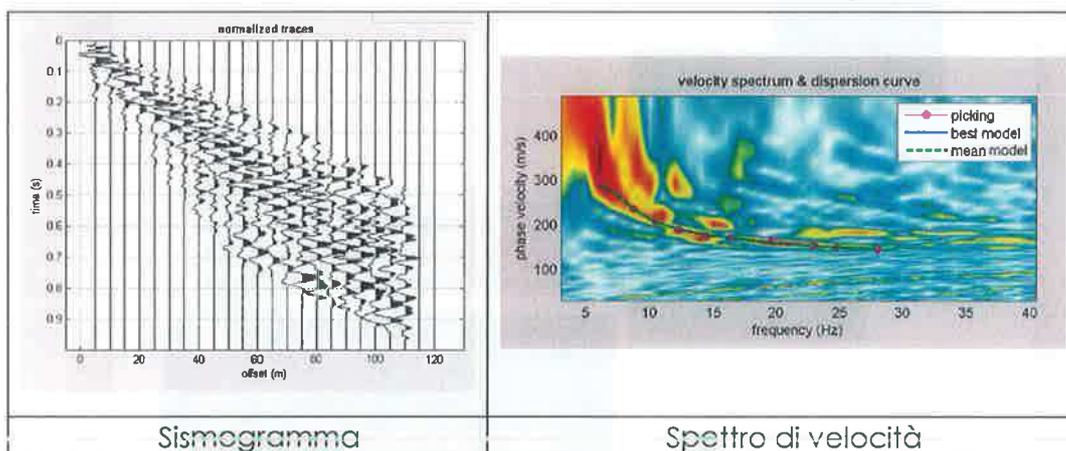
L'interpretazione della prova MASW , relativamente alle onde Sv, ha reso evidente la seguente successione:

Profondità da P.C		Velocità Onde Sv (m/s)
0.0	3.1	137
3.1	8.5	191
8.5	12.1	459
12.1	13.1	450
13.1	14.2	458
14.2	15.3	460
15.3	~30	298



profilo di Vs e stima dell'attendibilità del modello a strati

L'area oggetto dell'indagine geofisica, secondo il valore di Vs30 stimato tramite le varie metodologie applicate che convergono ad un valore di 261 m/s, può essere in definitiva collocata, secondo la normativa italiana, in classe C.

Zona S8a


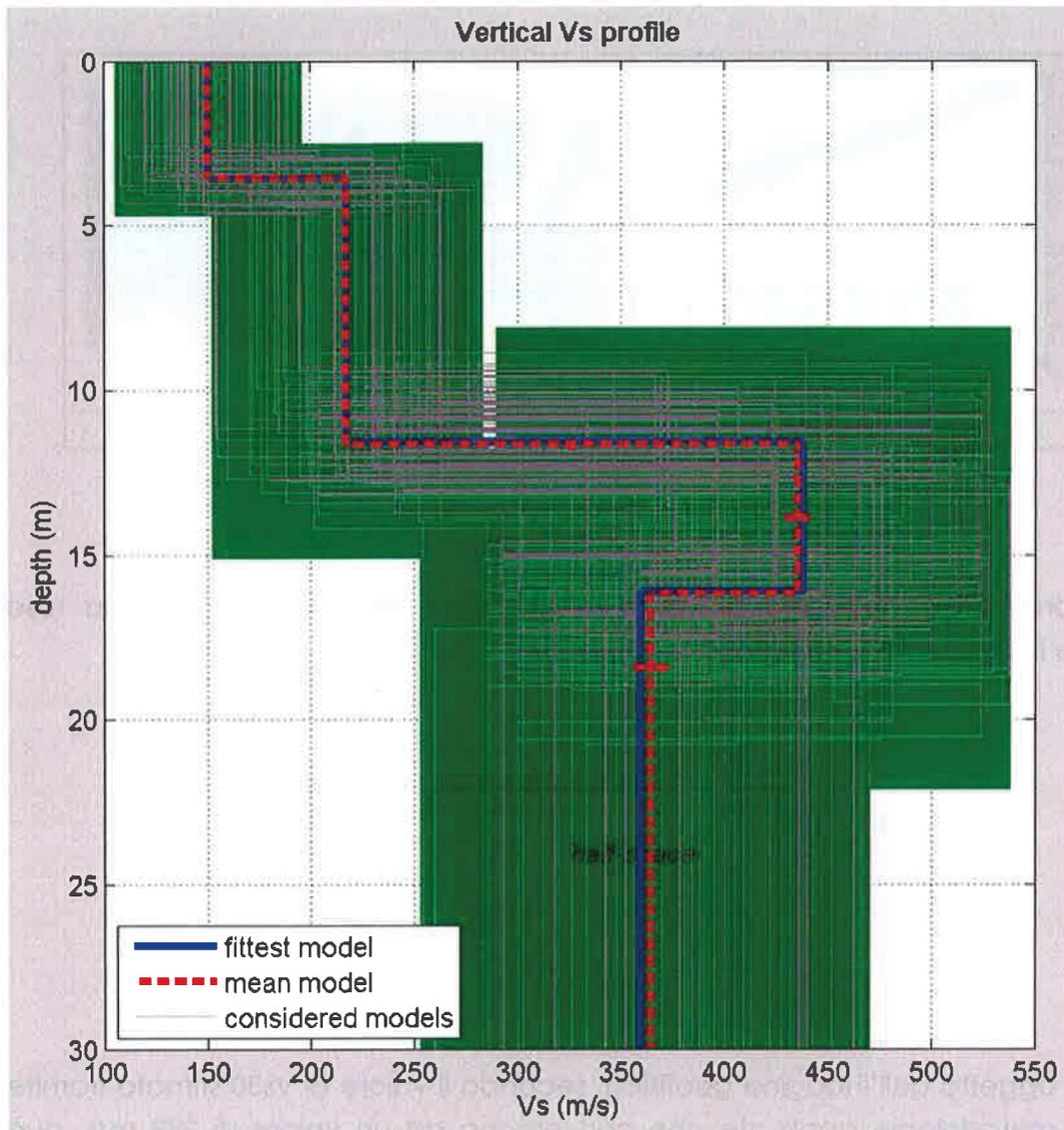
Sismogramma

Spettro di velocità

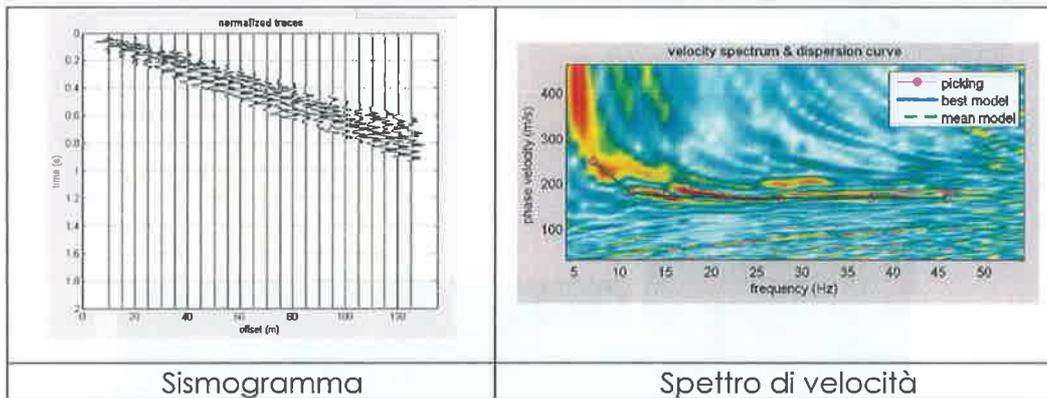
L'interpretazione della prova MASW , relativamente alle onde Sv, ha reso evidente la seguente successione:

Profondità da P.C		Velocità Onde Sv (m/s)
0.0	3.6	151
3.6	11.6	218
11.6	16.1	439
16.1	~30	360

L'area oggetto dell'indagine geofisica, secondo il valore di Vs30 stimato tramite le varie metodologie applicate che convergono ad un valore di 275 m/s, può essere in definitiva collocata, secondo la normativa italiana, in classe C.



profilo di Vs e stima dell'attendibilità del modello a strati

Zona S13a


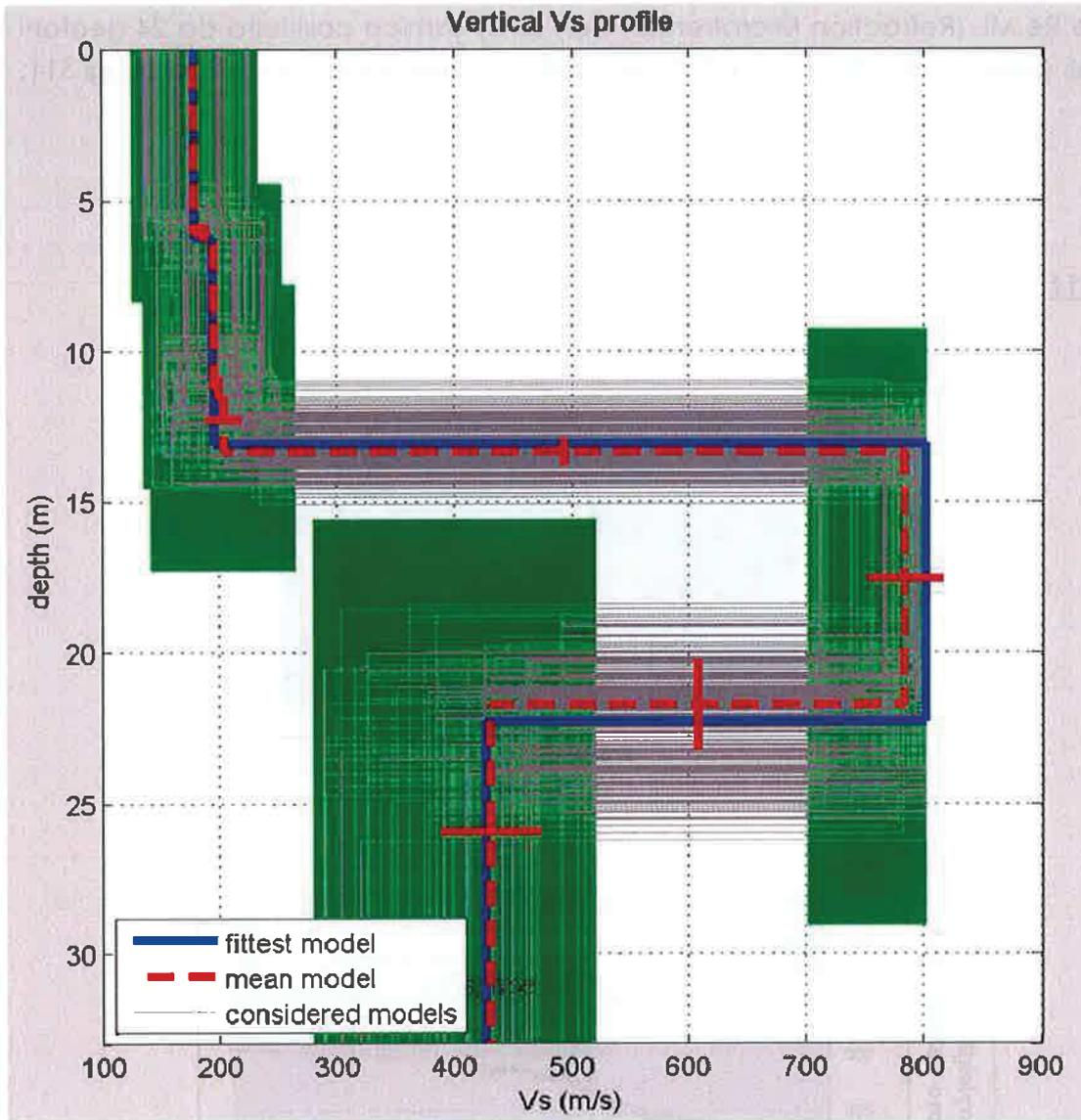
Sismogramma

Spettro di velocità

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

Profondità da P.C		Velocità Onde Sv (m/s)
0.0	6.3	180
6.3	11.0	195
11.0	13.1	196
13.1	22.3	800
22.3	~30	426

L'area oggetto dell'indagine geofisica, secondo il valore di Vs30 stimato tramite le varie metodologie applicate che convergono ad un valore di 299 m/s, può essere in definitiva collocata, secondo la normativa italiana, in classe C.



profilo di Vs e stima dell'attendibilità del modello a strati



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO
IF34

LOTTO
00

CODIFICA
D69 IG

DOCUMENTO
GE0005 001

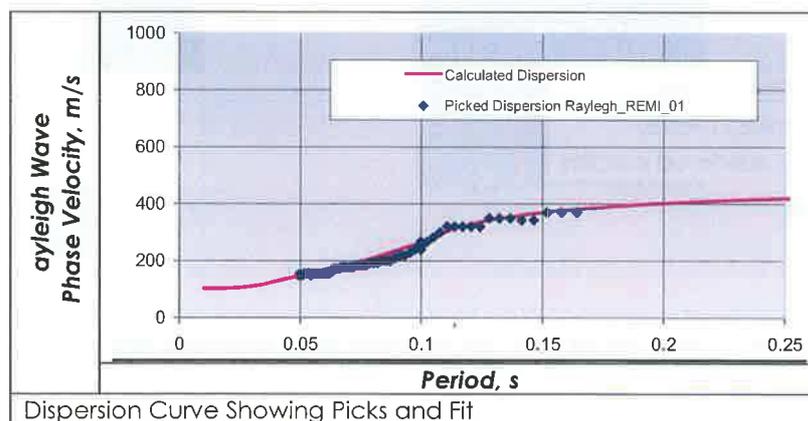
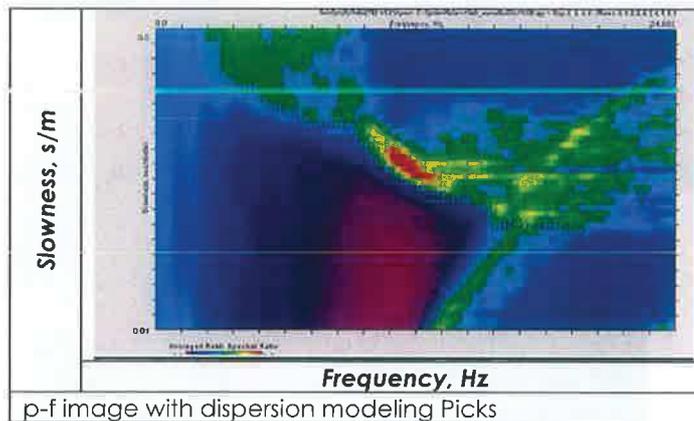
REV.
A

FOGLIO
45 di 73

7.5 Prove Re.Mi. (Refraction Microtremor)

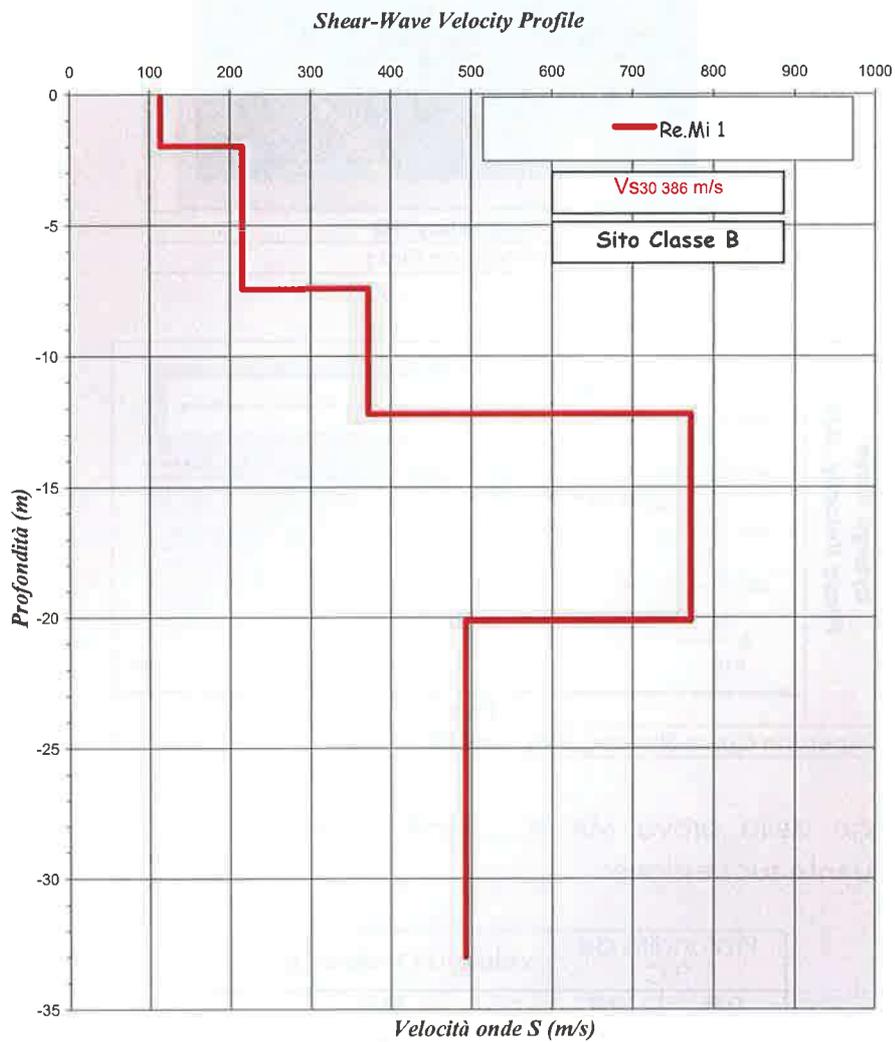
Prove Re.Mi. (Refraction Microtremor) con array sismico costituito da 24 geofoni verticali (frequenza 4,5Hz) sono stati realizzati in corrispondenza dei sondaggi S11, S15a.

Zona S11



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

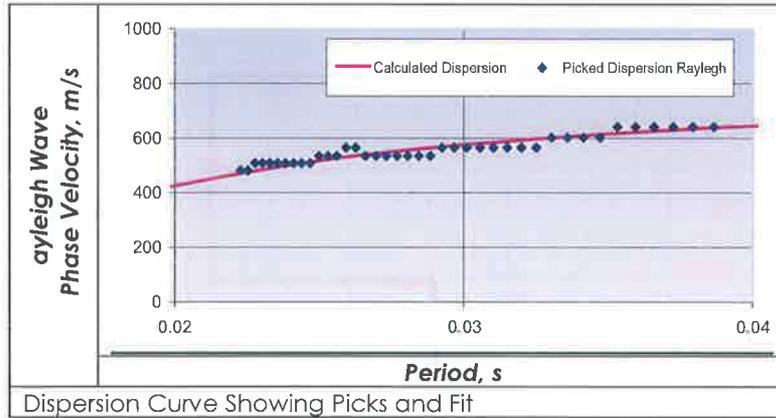
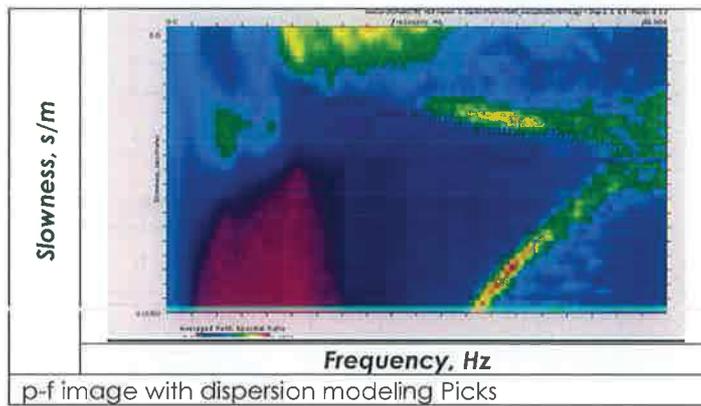
Profondità da P.C		Velocità Onde Sv (m/s)
0.0	2.0	114
2.0	7.4	216
7.4	12.2	379
12.2	20.1	571
20.1	~30	514



Profilo sismico di Vs ottenuto da prova sismica passiva Re.Mi.

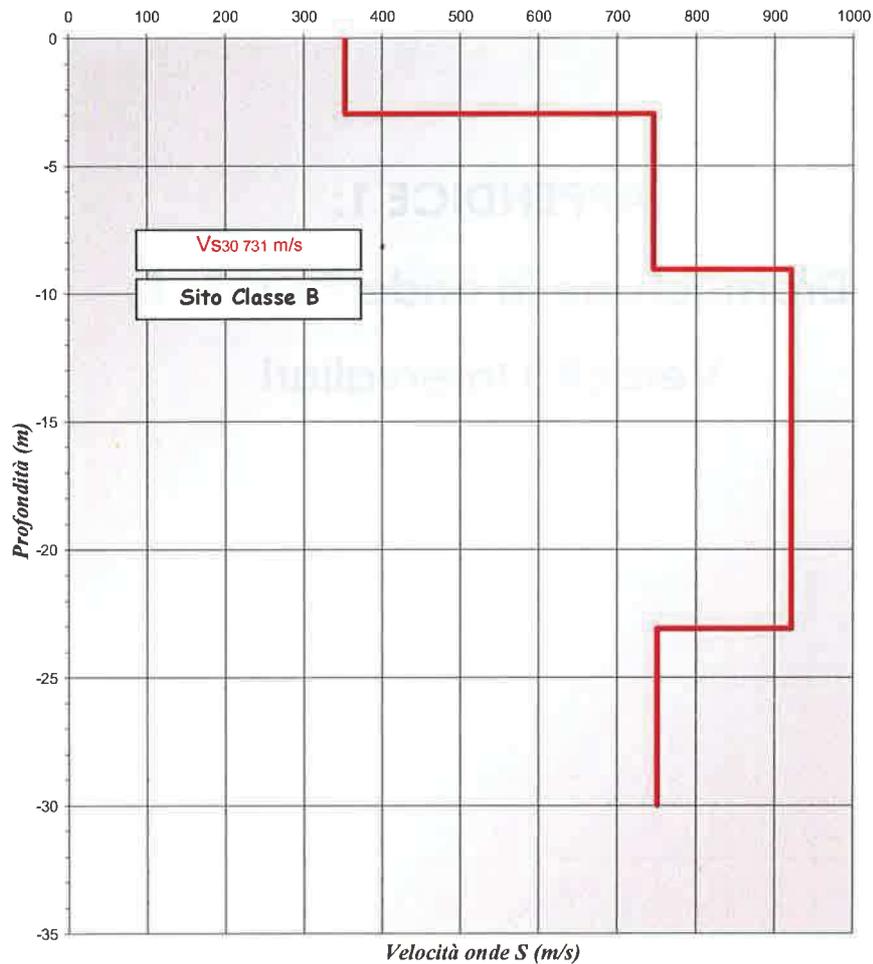
L'area oggetto dell'indagine geofisica, secondo il valore di Vs30 stimato tramite le varie metodologie applicate che convergono ad un valore di 351 m/s, può essere in definitiva collocata, secondo la normativa italiana, in classe C.

Zona S15a



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

Profondità da P.C		Velocità Onde Sv (m/s)
0.0	2.9	353
2.9	9.0	746
9.0	23.1	921
23.1	~30	750

Shear-Wave Velocity Profile

Profilo sismico di Vs ottenuto da prova sismica passiva Re.Mi.

L'area oggetto dell'indagine geofisica, secondo il valore di Vs30 stimato tramite le varie metodologie applicate che convergono ad un valore di 731 m/s, può essere in definitiva collocata, secondo la normativa italiana, in classe B.

Dr. Geol. Antonio Maria Baldi



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO
IF34

LOTTO
00

CODIFICA
D69 IG

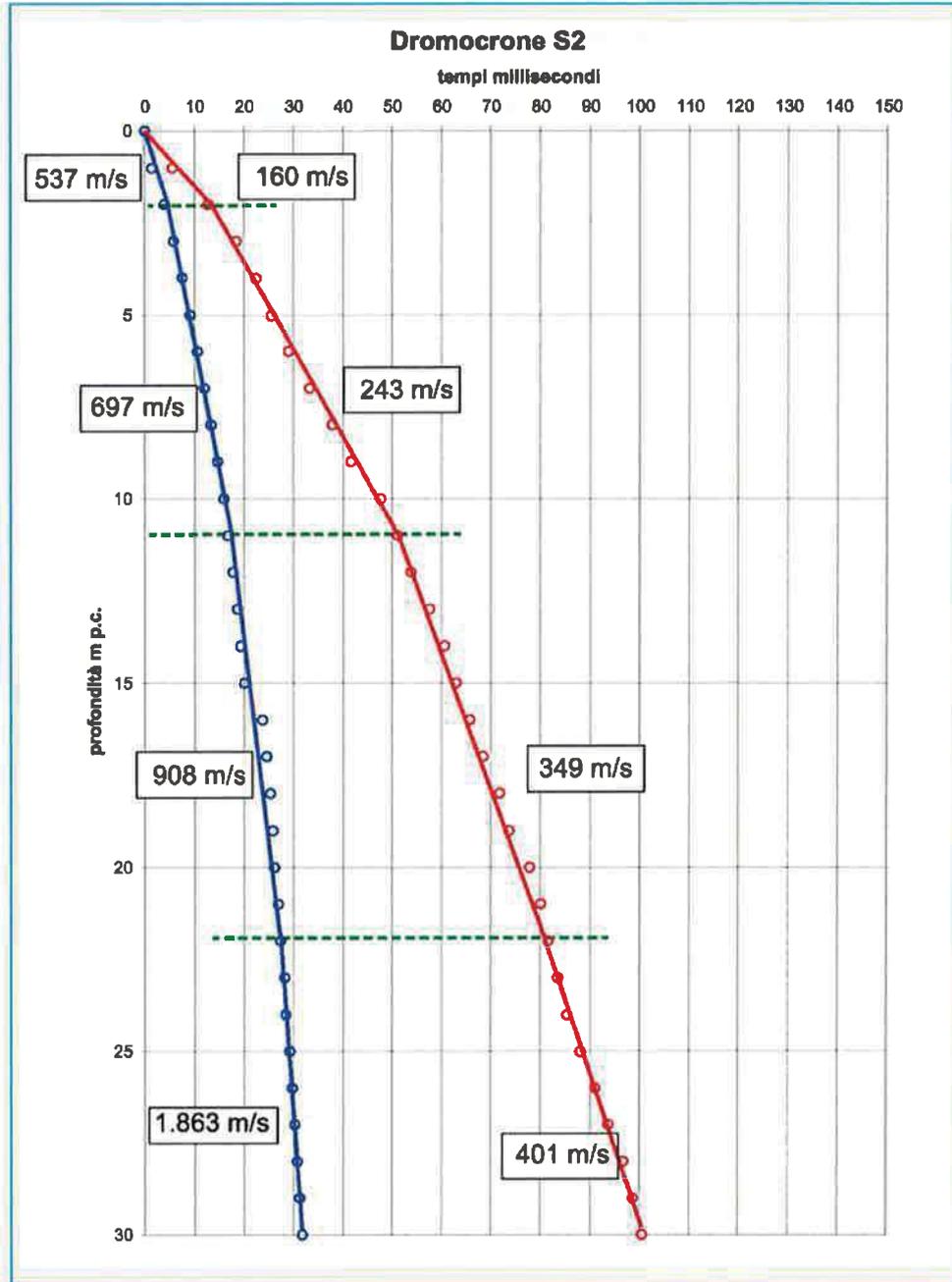
DOCUMENTO
GE0005 001

REV.
A

FOGLIO
49 di 73

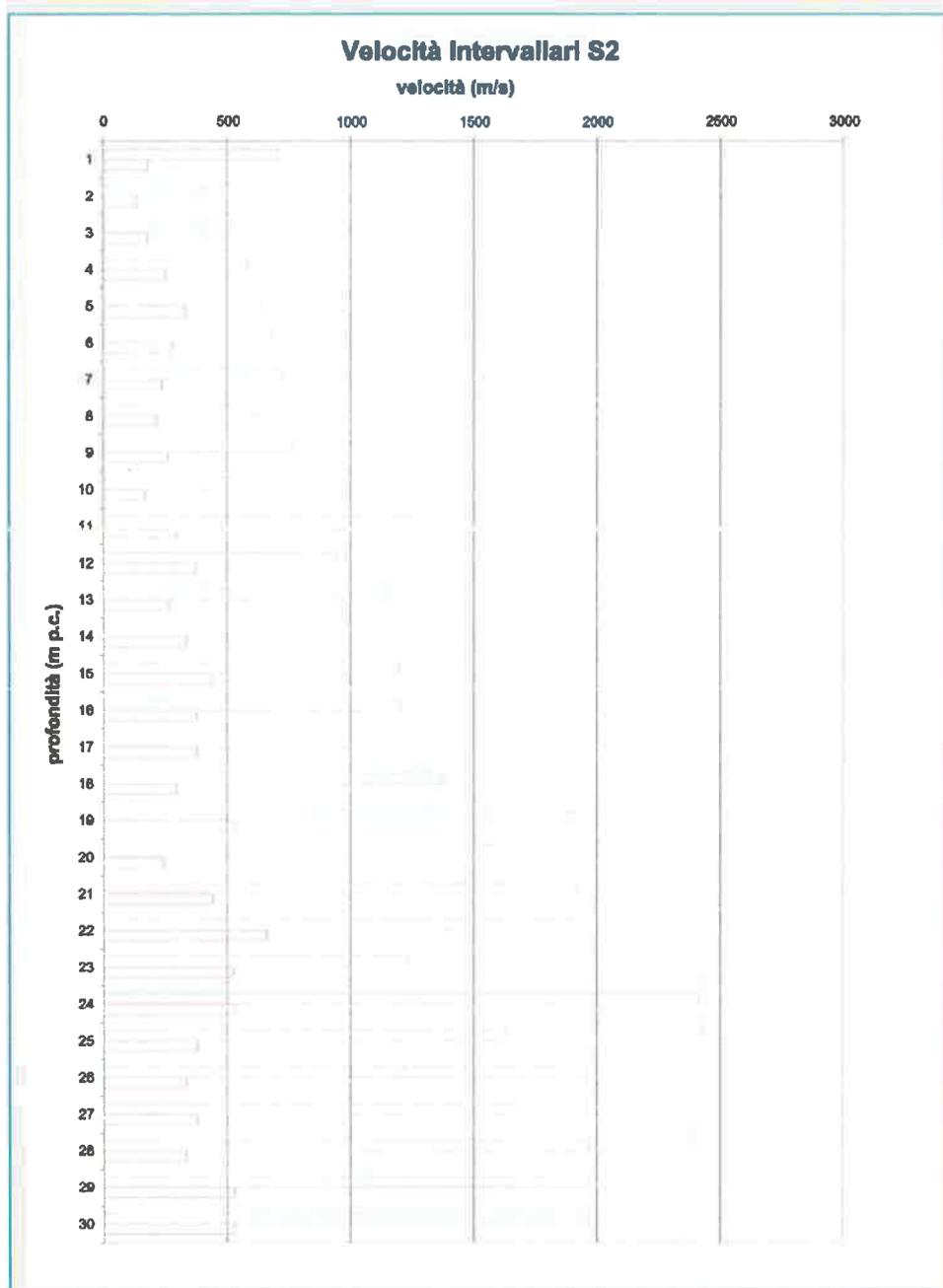
APPENDICE 1:

Dromocrone in onde P ed S_H & Velocità Intervallari



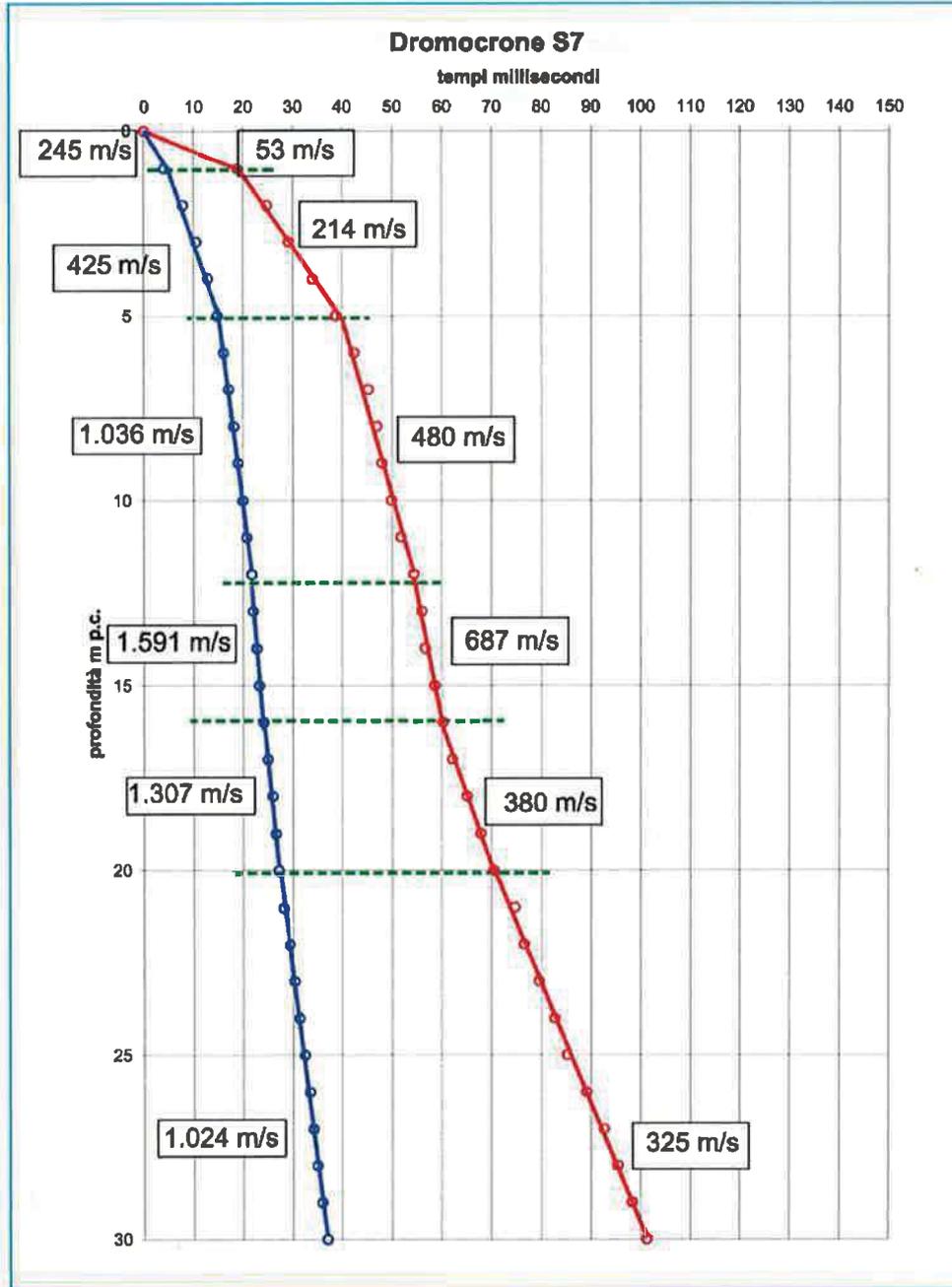
Onde P

Onde SH



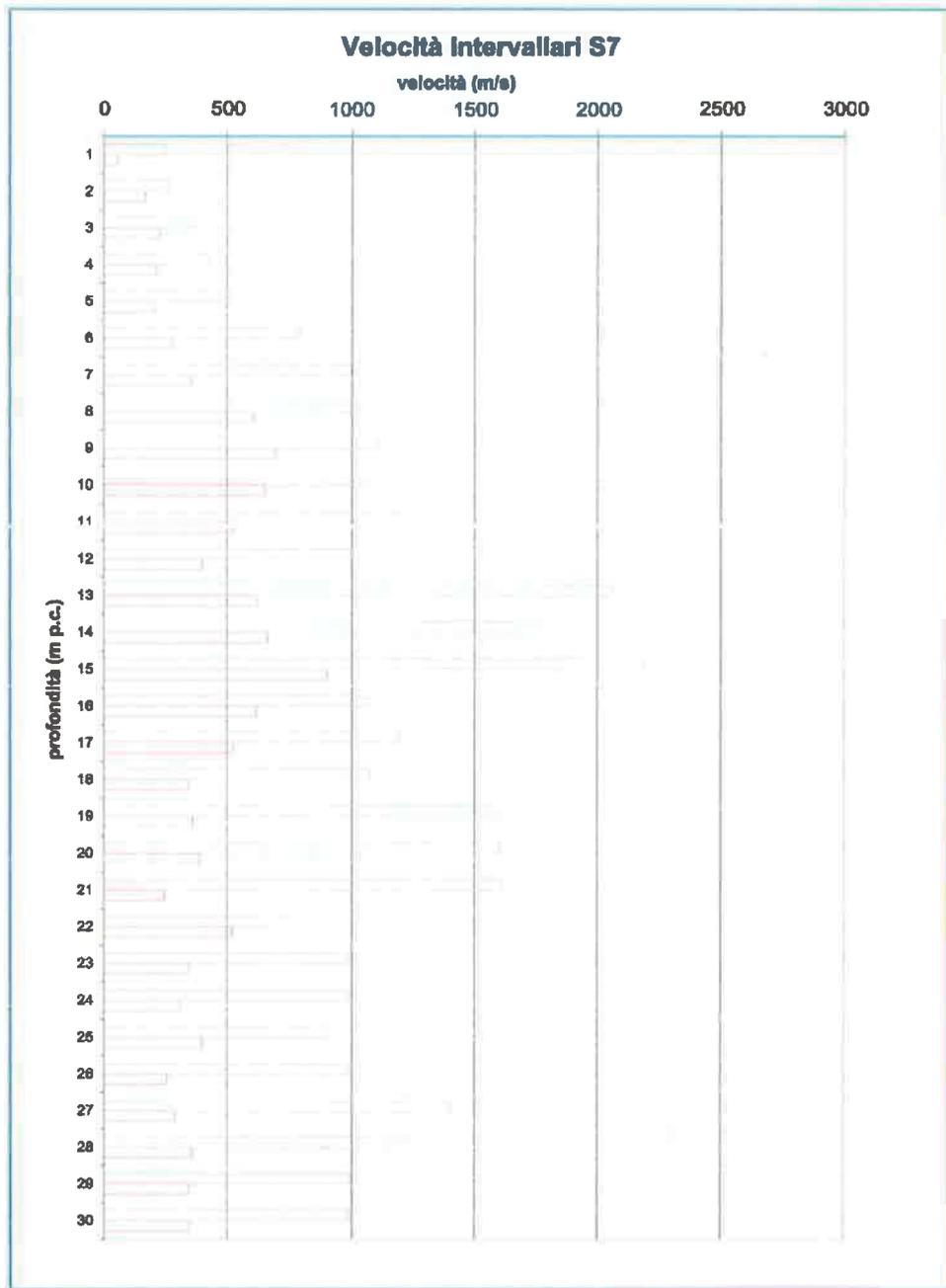
 Onde P

 Onde S_H



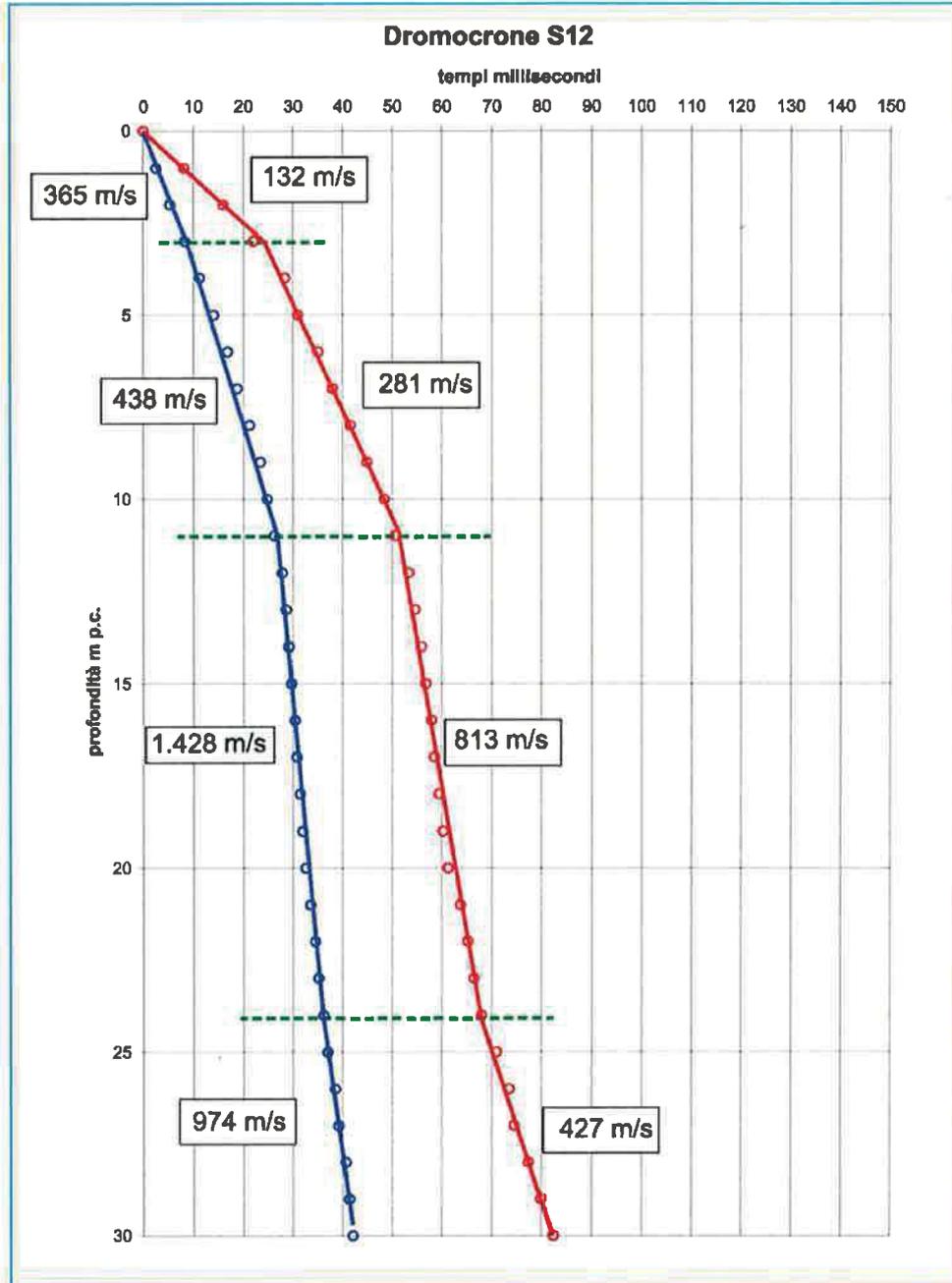
Onde P

Onde S_H



 Onde P

 Onde S_H



Onde P

Onde SH



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO
IF34

LOTTO
00

CODIFICA
D69 IG

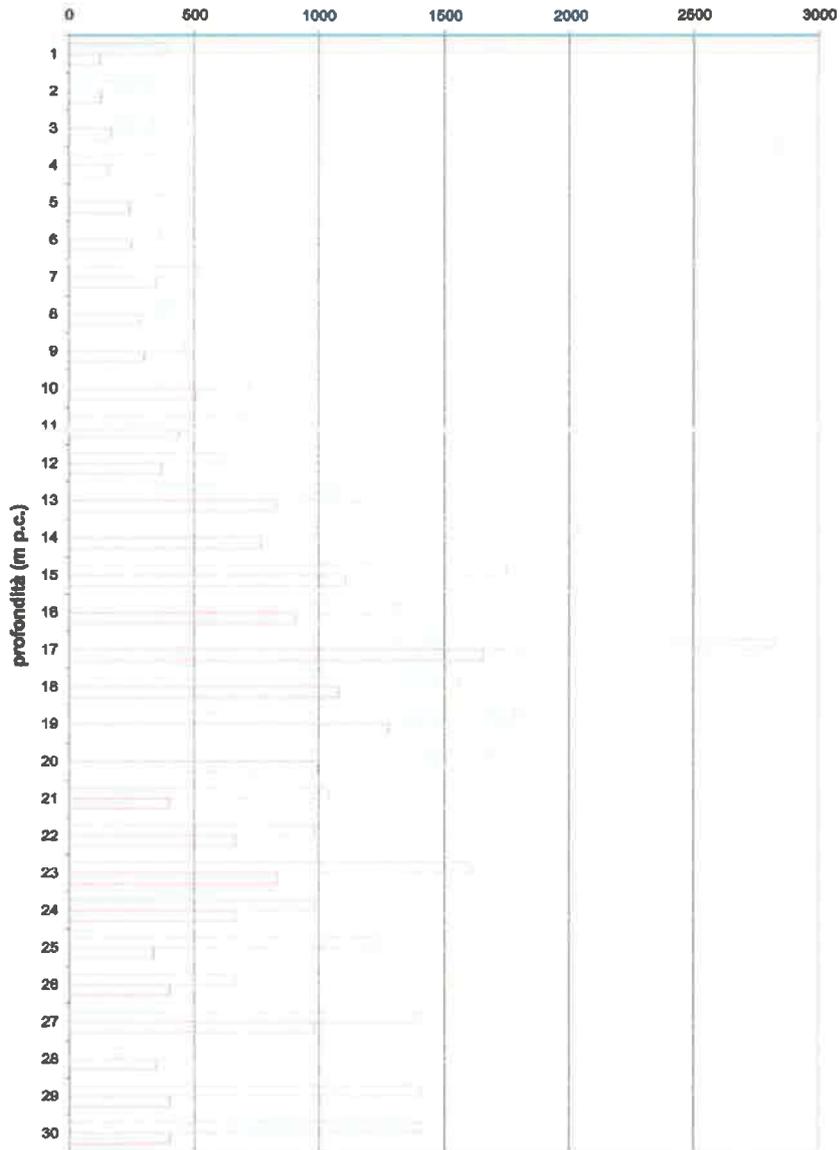
DOCUMENTO
GE0005 001

REV.
A

FOGLIO
55 di 73

Velocità Intervallari S12

velocità (m/s)



 Onde P

 Onde S_H



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO
IF34

LOTTO
00

CODIFICA
D69 IG

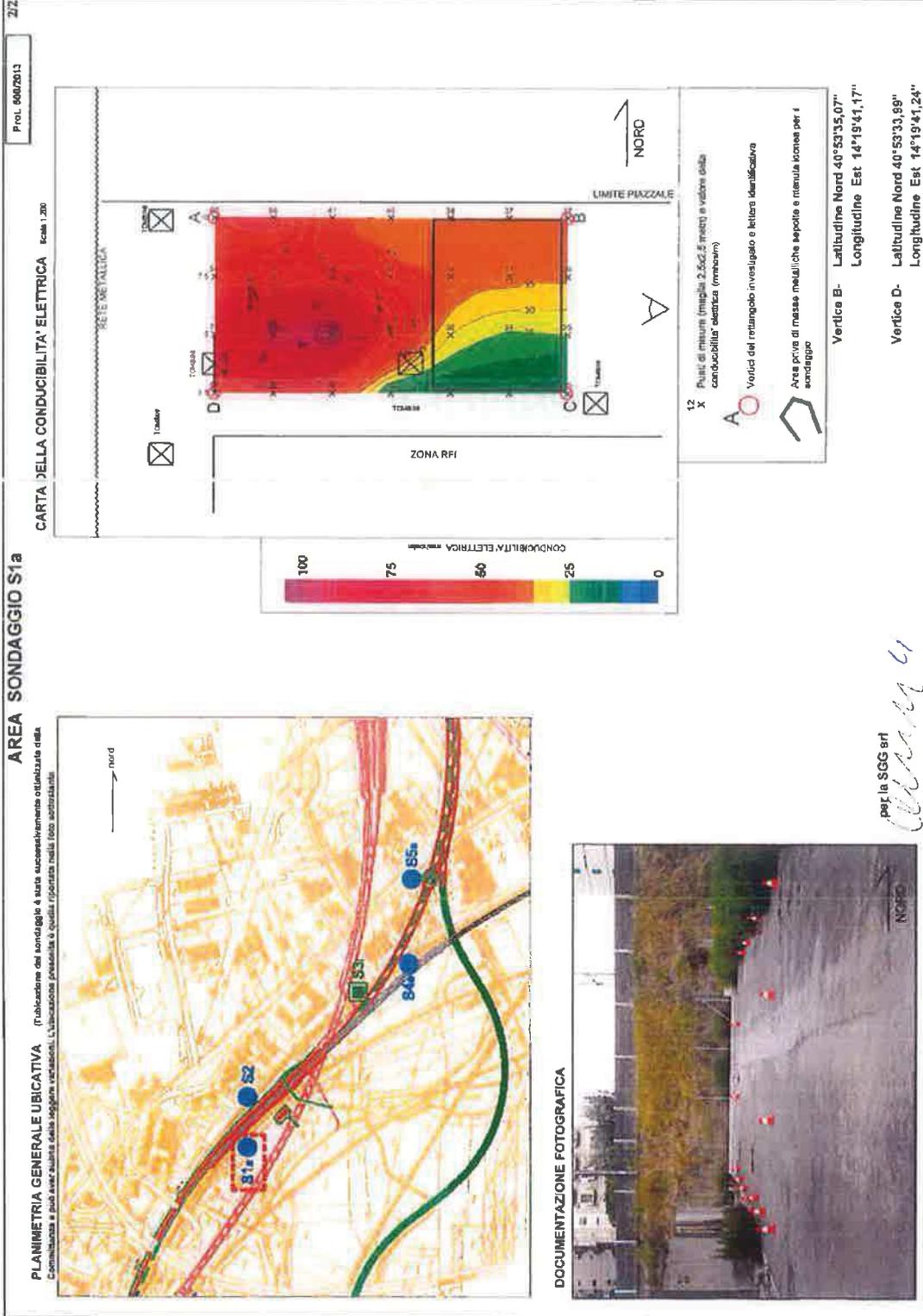
DOCUMENTO
GE0005 001

REV.
A

FOGLIO
56 di 73

APPENDICE 2:

Carte di conducibilità elettrica

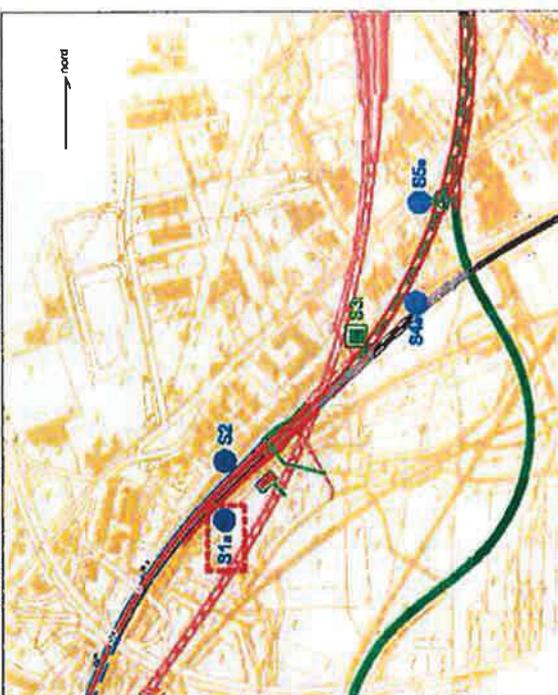


per la SGC srl
[Handwritten signature]

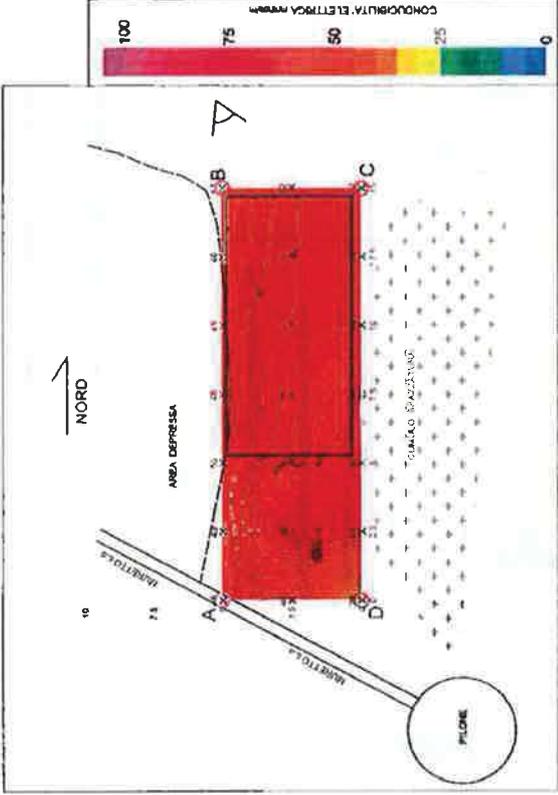
2/2
Proc.6012013

AREA SONDAGGIO S2

PLANIMETRIA GENERALE UBICATIVA (ubicazione del sondaggio è stata successivamente ottimizzata dalla Compagnia e può aver subito delle leggere variazioni. L'ubicazione proposta è quella riportata nella foto sottostante)



CARTA DELLA CONDUCIBILITA' ELETTRICA scala 1:200



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

A O Vertici del rettangolo investigato e lettera identificativa

Area priva di masse metalliche sepolte e ritenuta idonea sondaggio.

Vertice B- Latitudine Nord 40°53'42,19"
Longitudine Est 14°19'46,62"

Vertice D- Latitudine Nord 40°53'39,18"
Longitudine Est 14°19'49,45"

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



per la SGC srl
Gianni MGLI

2/2
Profil. S3/S3en13

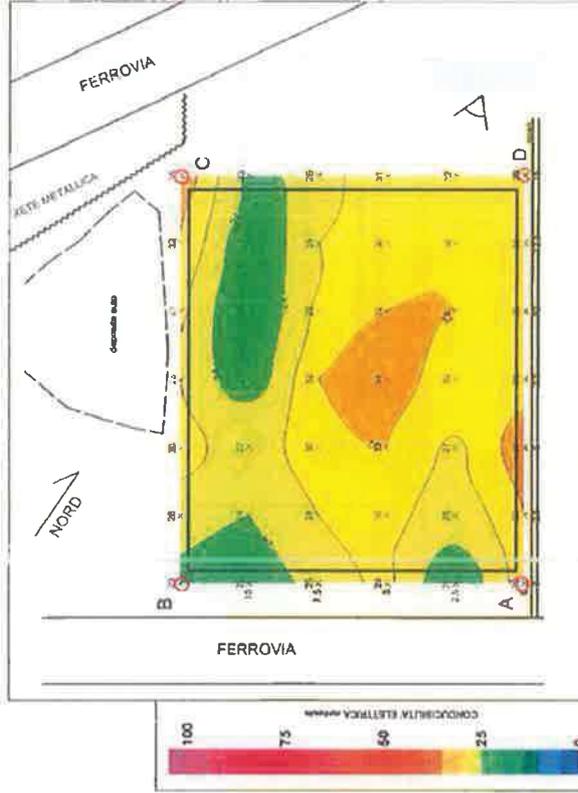
CARTA DELLA CONDUCIBILITÀ ELETTRICA Scala 1:200

AREA SONDAGGIO S31

PLANIMETRIA GENERALE UBICATIVA
L'ubicazione del sondaggio è stata successivamente ottimizzata data
la consistenza e può aver subito altre leggere variazioni. L'ubicazione generale è quella riportata nella foto satellitare.



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



12
X
Punti di ricerca (maglia 2,5x2,5 metri) e valore della
conduttività in elettricità (microsiemens)

A O Vertici del rettangolo investigato e lettere identificative

Area priva di masse metalliche sepolte e natiche idonee per i
sondaggi

Punto di vista fotografico

Vertice C- Latitudine Nord 40°53'48",07"
Longitudine Est 14°19'51",00"

Vertice A- Latitudine Nord 40°53'46",00"
Longitudine Est 14°19'52",00"

per la SGG srl

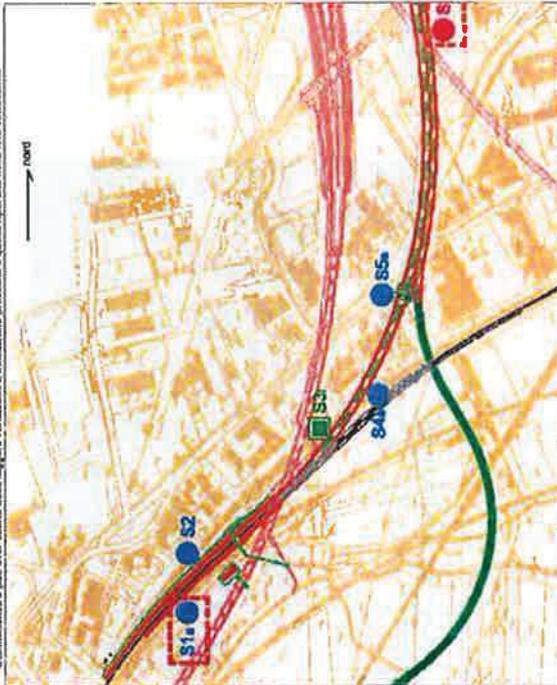
Carla M. M. M.

2/2

Pro.L330/013

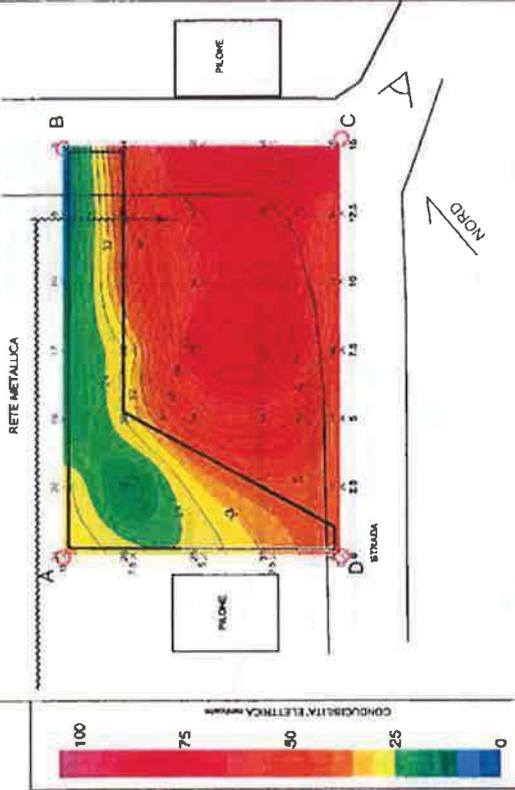
AREA SONDAGGIO S4a

PLANIMETRIA GENERALE UBICATIVA (l'ubicazione del sondaggio è stata successivamente adattata alla compatibilità e può avere subito delle leggere variazioni. L'ubicazione precisa è quella riportata nella foto sottostante)



CARTA DELLA CONDUCIBILITA' ELETTRICA

Scala 1:200



- 12 X Punti di misura (maglia 2,5x2,5 metri) e valore delle conduttività elettrica (microhm)
- A O Vertici del rettangolo investigato e lettere identificative
- Area prive di masse metalliche sepolte e rilevate idonee per il sondaggio.
- Punto di vista fotografico

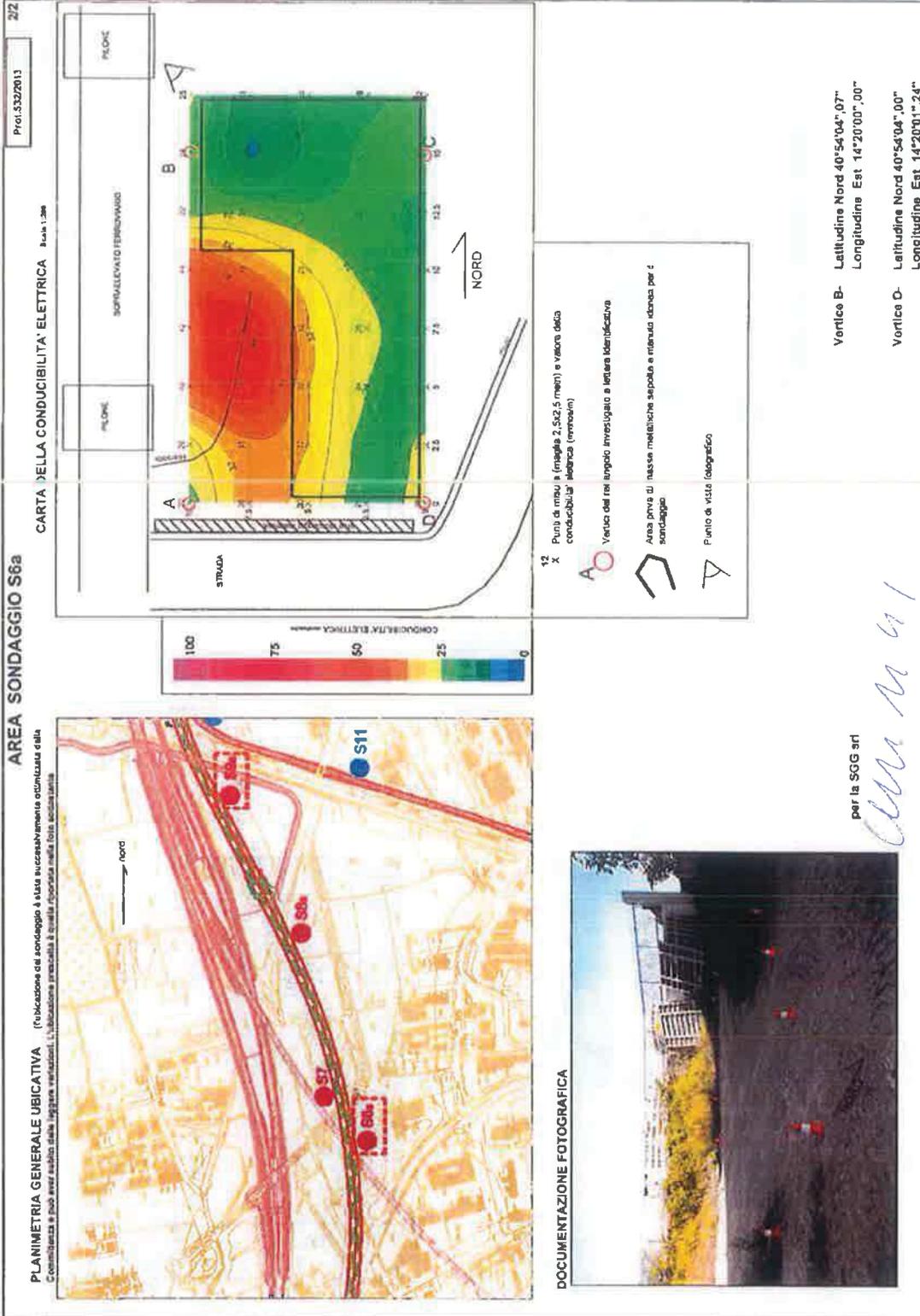
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

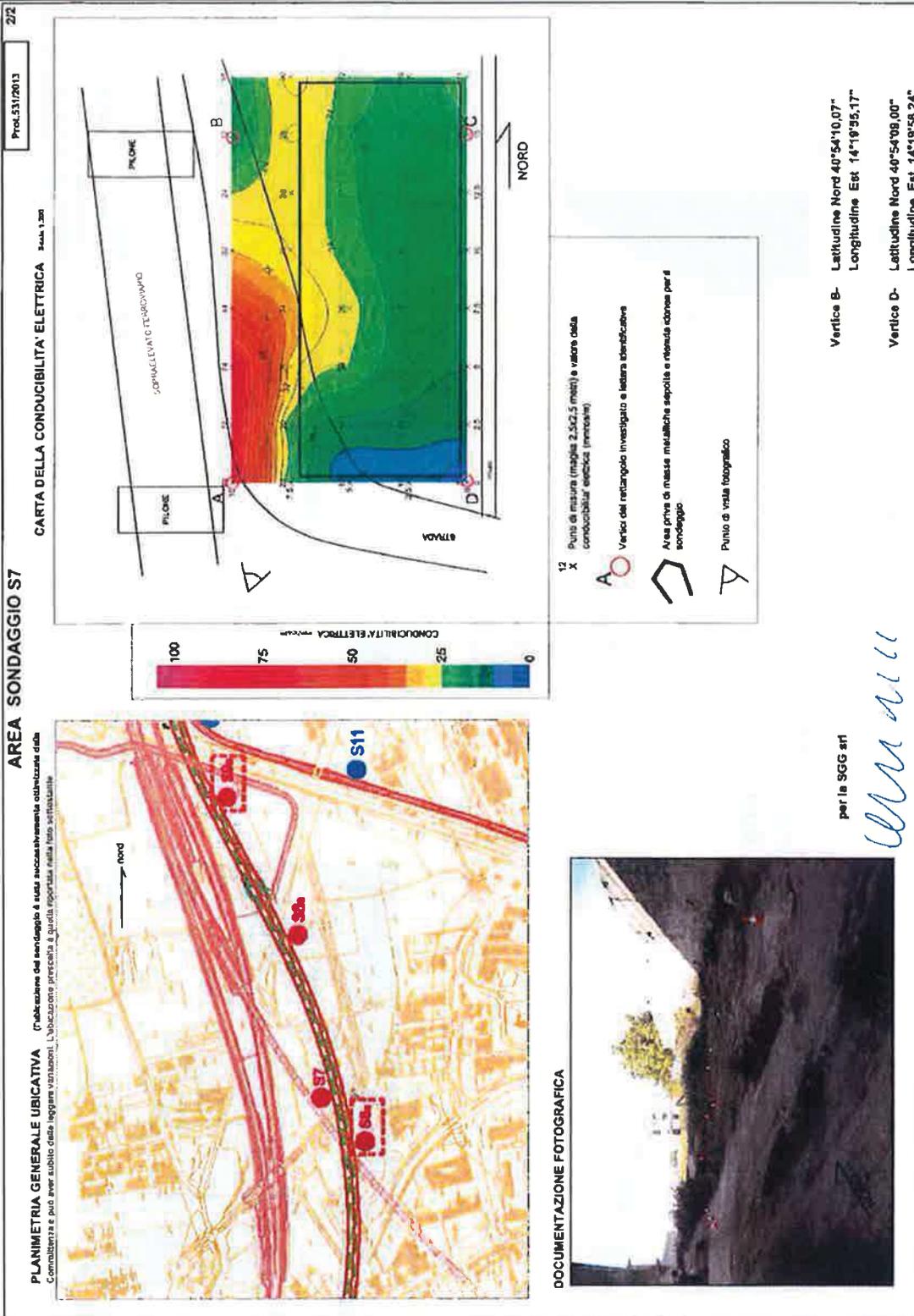


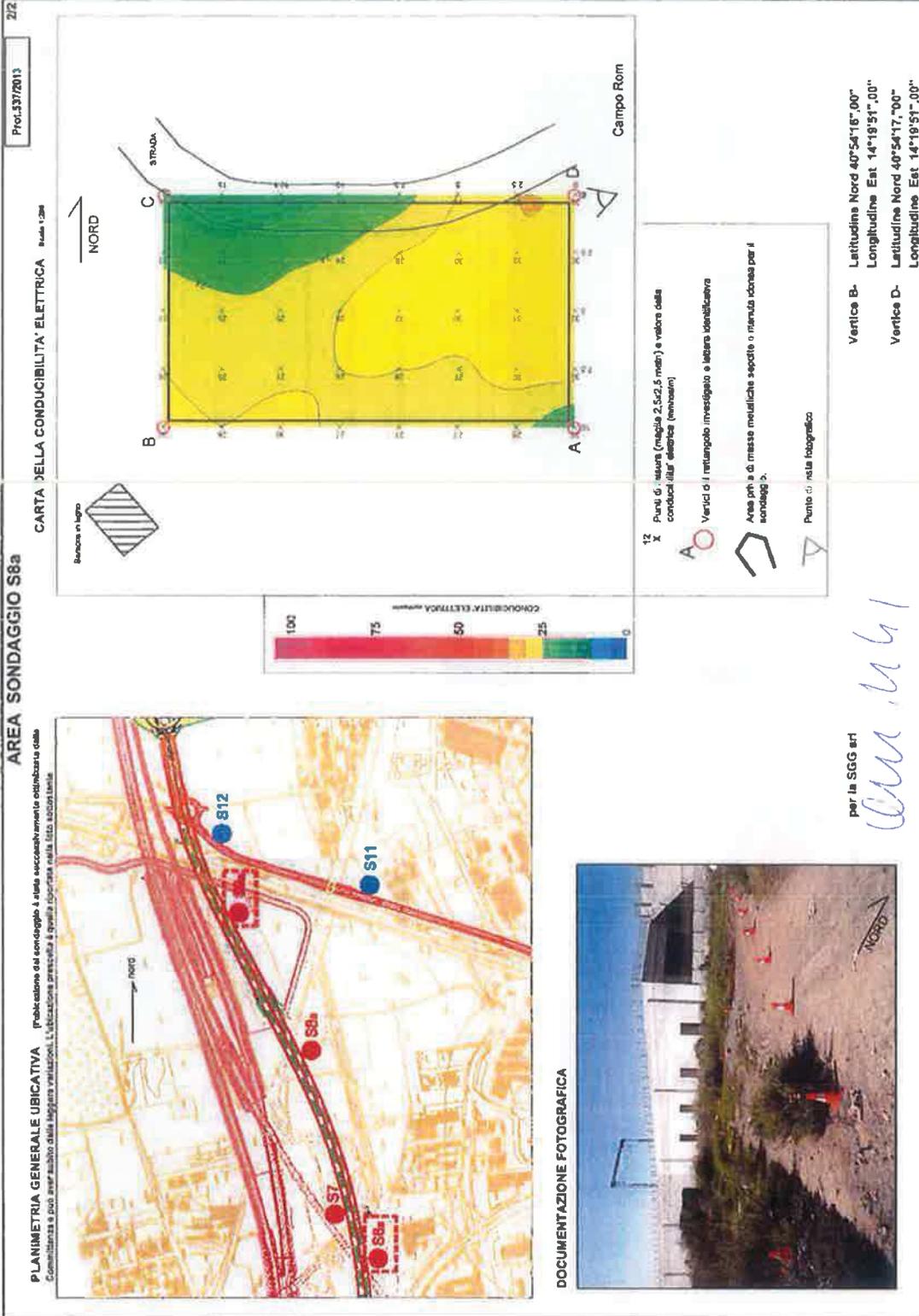
Vertice B- Latitudine Nord 40°53'45,07"
Longitudine Est 14°19'58,17"

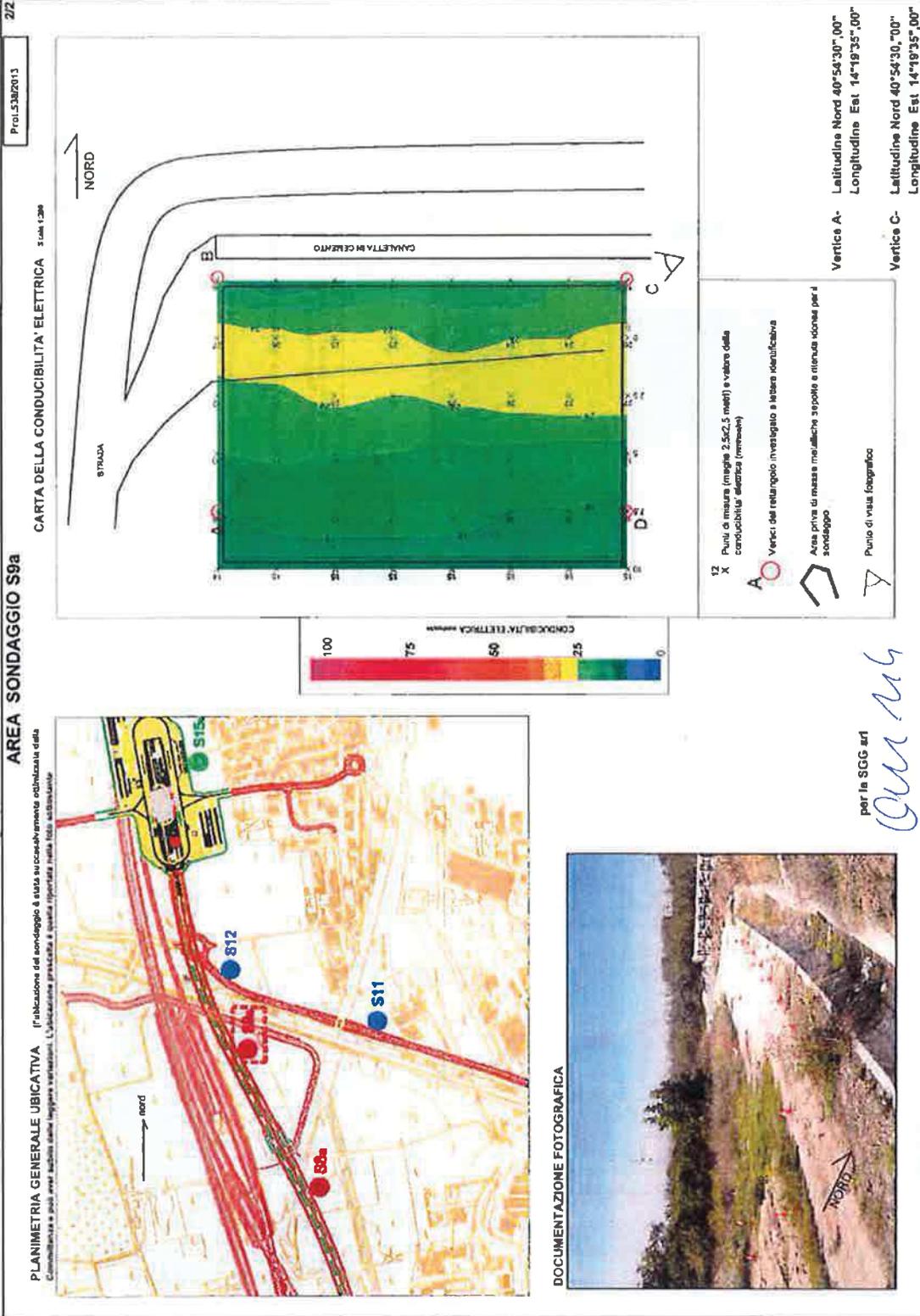
Vertice D- Latitudine Nord 40°53'43,88"
Longitudine Est 14°19'58,24"

per la SCG eri
W. M.









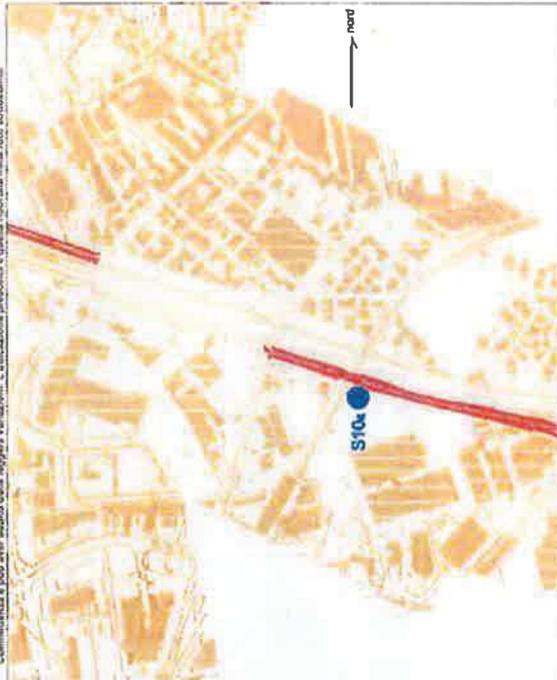
2/2

ProL53570013

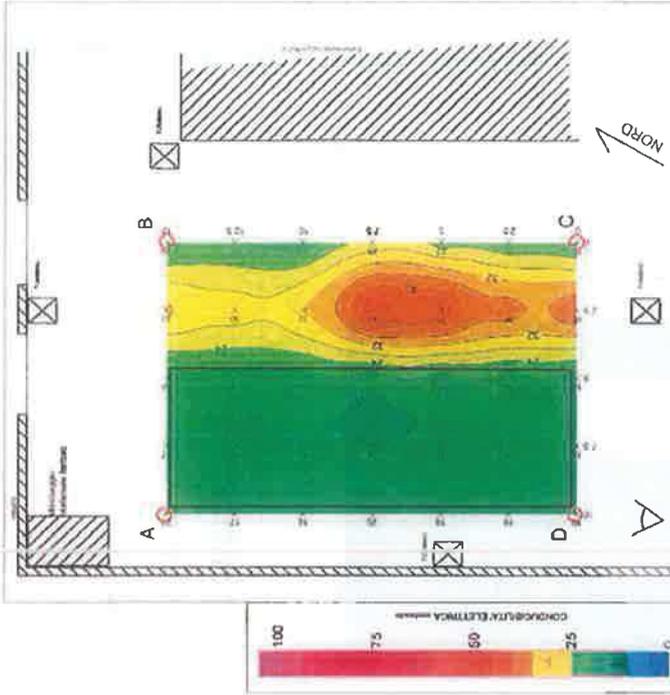
CARTA DELLA CONDUCIBILITÀ ELETTRICA

AREA SONDAGGIO S10a

PLANIMETRIA GENERALE UBICATIVA (Pubblicazione del sondaggio è stata successivamente autorizzata dalla
Comandante e può aver subito delle leggere variazioni. L'ubicazione proposta è quella riportata nella foto sottostante)



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



12 X
Punti di misura (media 2,5x2,5 metri) e valore della
conduttività elettrica (mS/cm)

A-D
Vertici del rettangolo investigato e lettere identificative

Area priva di masse metalliche sepolte e ritenuta idonea per
sondaggio

Punto di vista fotografico

Vertice A- Latitudine Nord 40°54'14",07"
Longitudine Est 14°20'29",00"
Vertice C- Latitudine Nord 40°54'14",00"
Longitudine Est 14°20'30",00"

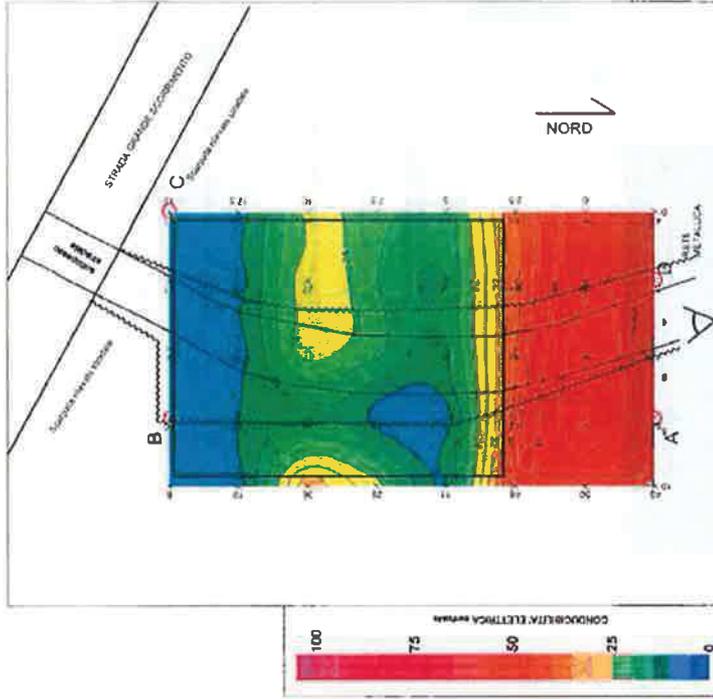
per la SGC srl

Wm srl

2/2

Prof. 632/013

CARTA DELLA CONDUCIBILITA' ELETTRICA scala 1:200



12
X
A

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

Vertice del rettangolo investigato e lettere identificative

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

Punto di vista fotografico

Vertice B- Latitudine Nord 40°54'28",07"
Longitudine Est 14°20'00",00"

Vertice D- Latitudine Nord 40°54'28",00"
Longitudine Est 14°18'59",00"

AREA SONDAGGIO S11

PLANIMETRIA GENERALE UBICATIVA (ubicazione del sondaggio a stato esecuzionalmente ultimato dalla Concessionaria e per aree sottoposte a gestione ordinaria, l'ubicazione prescelta è quella riportata nella foto sottostante)



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

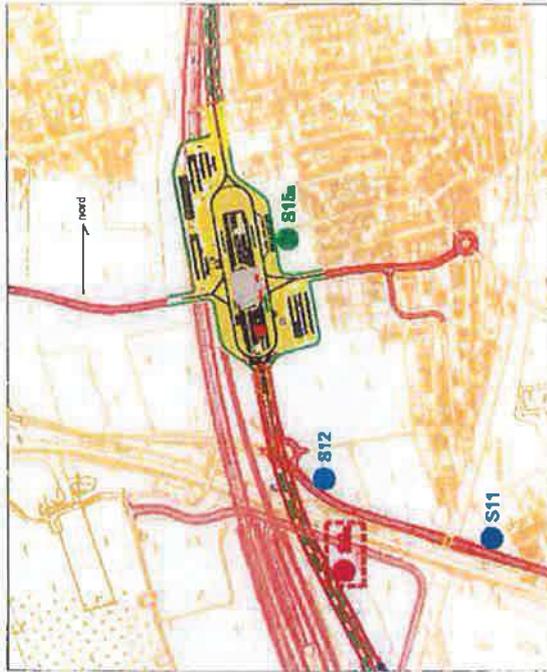


per la SGG art

Handwritten signature

AREA SONDAGGIO S12

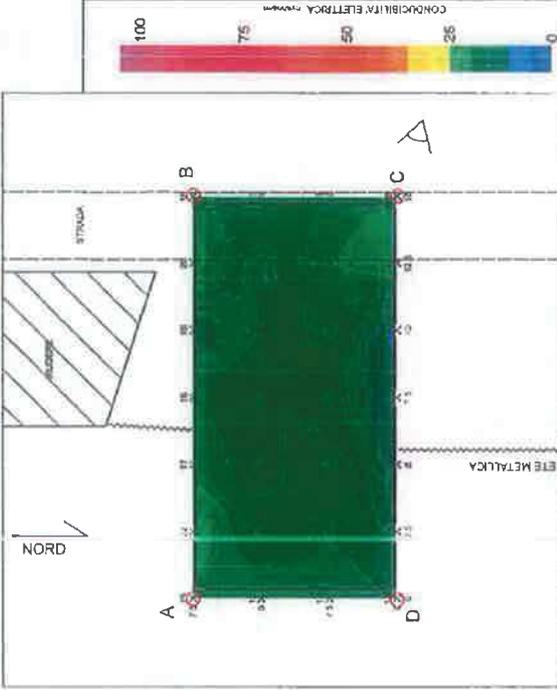
PLANIMETRIA GENERALE UBICATIVA (Pubblicazione del sondaggio e stata successivamente ottimizzata dalla Committenza e può aver subito delle leggere variazioni). L'ubicazione precisa, è quella riportata nella foto sovrastante



2/2

Prot. 5022/2013

CARTA DELLA CONDUCIBILITA' ELETTRICA (Scala 1:200)



13
X
Punti di misura (maglia 2,5x2,5 metri) e valore della conducibilità elettrica (microhm/cm)

A O Vertici del rettangolo in rilievo e lettera identificativa

Area priva di masse metalliche ingombranti e risultata idonea per il sondaggio.

Vertice B- Latitudine Nord 40°54'34,48"
Longitudine Est 14°19'44,26"

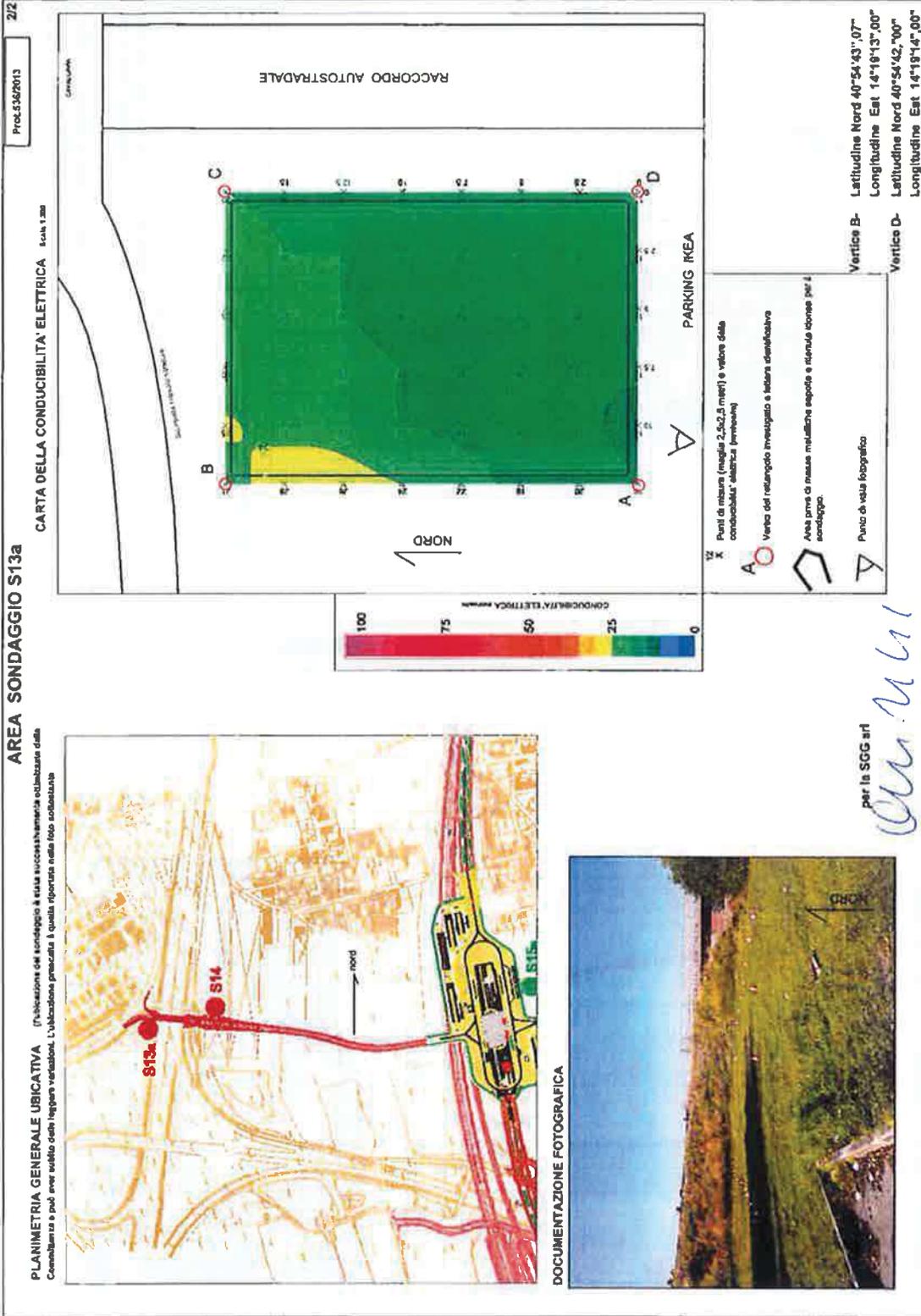
Vertice D- Latitudine Nord 40°54'36,43"
Longitudine Est 14°19'44,70"

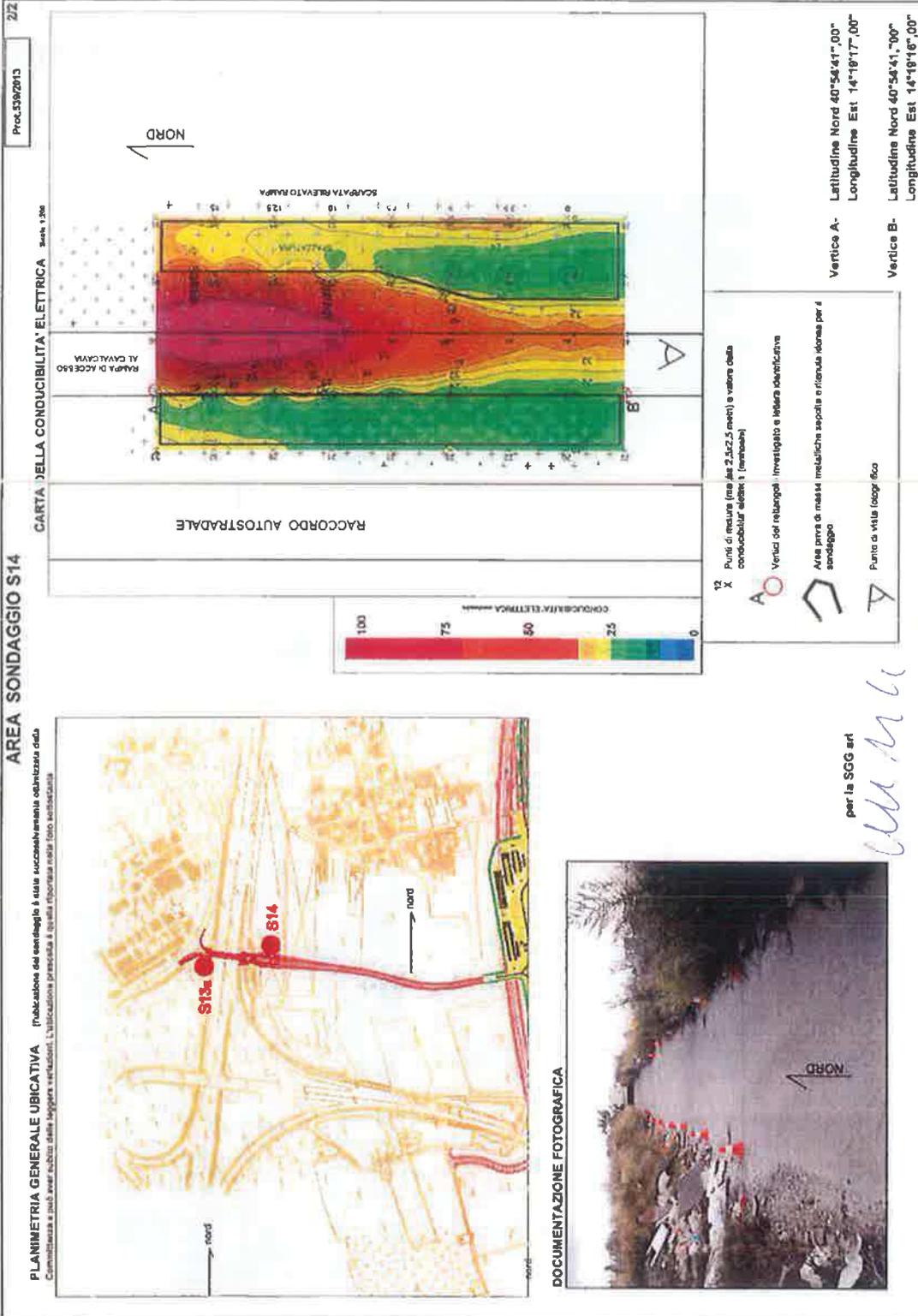
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



per la SGG srl

Handwritten signature



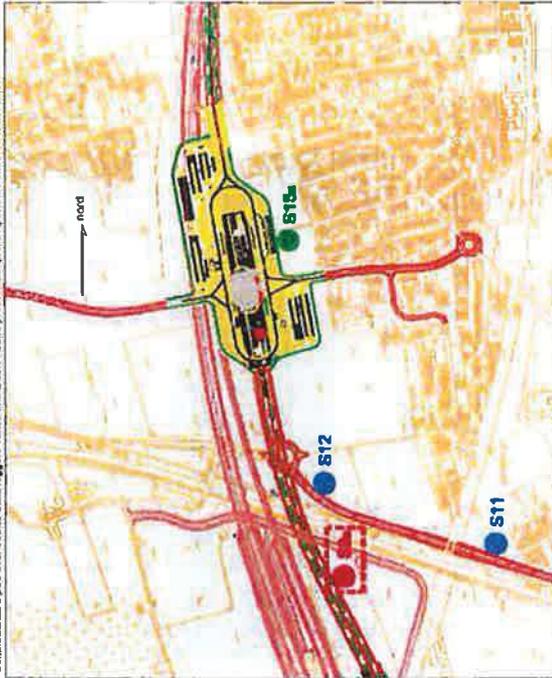


2/2

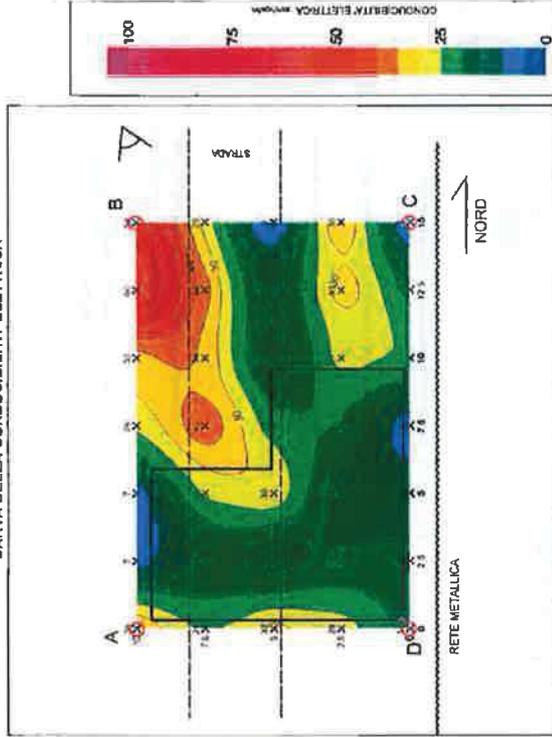
Prot. 003/2013

AREA SONDAGGIO S15a

PLANIMETRIA GENERALE UBICATIVA (L'ubicazione del sondaggio è stata successivamente ridimensionata dalla Compagnia e può aver subito delle leggere variazioni. L'ubicazione presentata è quella riportata nella foto aerea).



CARTA DELLA CONDUCIBILITÀ ELETTRICA



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

A Vertici del rettangolo investigato e lettera identificativa

Area priva di macerie metalliche sepolte e riferita idonea per il sondaggio.

Vertice B- Latitudine Nord 40°54'44,81"
Longitudine Est 14°19'39,07"

Vertice D- Latitudine Nord 40°54'45,23"
Longitudine Est 14°19'38,49"

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



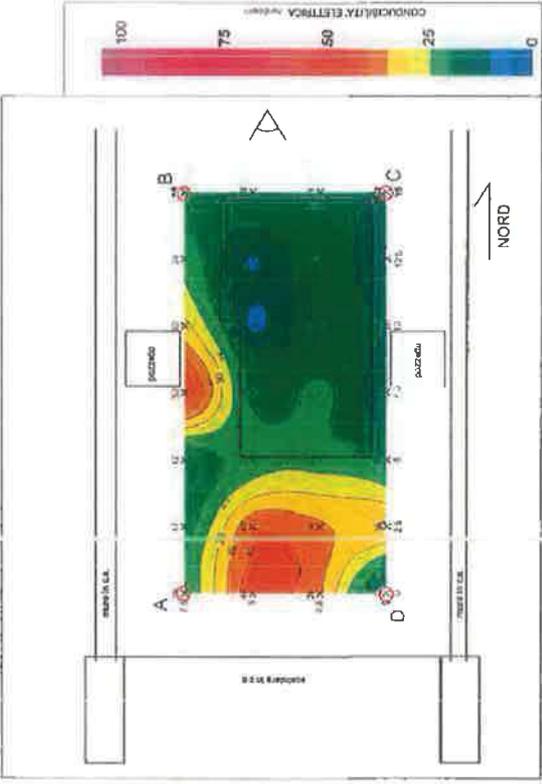
per la SCG srl

Wm MGI

2/2
Prot. 00025013

AREA SONDAGGIO S16a
CARTA DELLA CONDUVIBILITA' ELETTRICA

PLANIMETRIA GENERALE UBICATIVA (Tracciamento del sondaggio e stati successivamente ottimizzati dalla Committenza e può aver subito delle leggere variazioni). L'ubicazione prescelta è quella riportata nella foto satellitare



12 X Punt di misura (maglia 2,5x2,5 metri) e valore della conduttività elettrica (microsiemens)

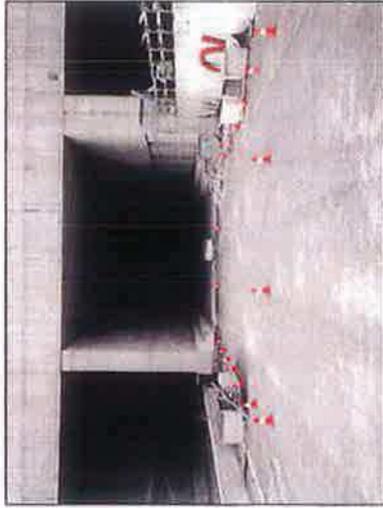
A O Verica del rettangolo investigato e lotami identifi/colare

Area piva di masse metalliche sepolte e ritenute idonee per i sondaggi.

Vertice B- Latitudine Nord 40°55'11,88"
Longitudine Est 14°19'40,58"

Vertice D- Latitudine Nord 40°55'11,76"
Longitudine Est 14°19'40,51"

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

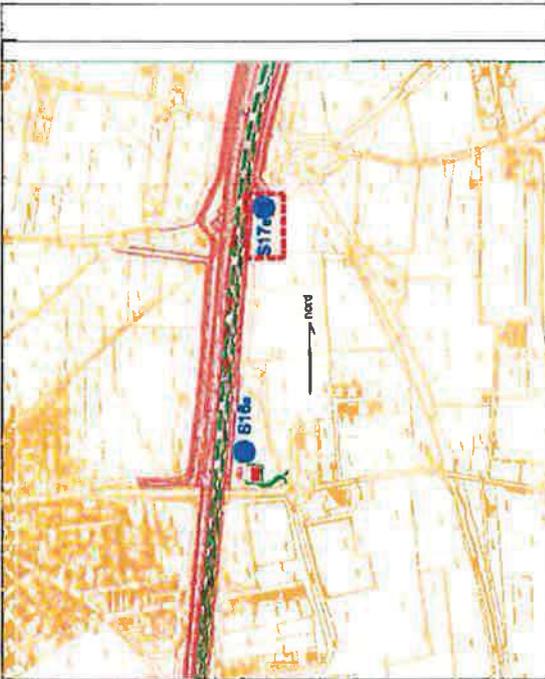


per le SGG ari
Wmm 40

2/2
ProL 9062013

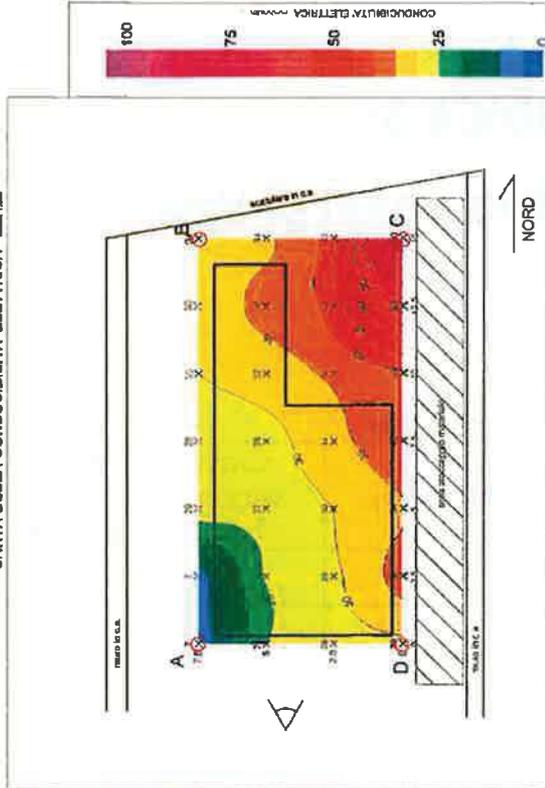
AREA SONDAGGIO S17a

PLANIMETRIA GENERALE UBICATIVA (ubicazione del sondaggio è stata successivamente verificata sulla cartina e solo in base alle leggere variazioni, l'ubicazione preceduta è quella riportata nelle foto aeree).



CARTA DELLA CONDUCIBILITA' ELETTRICA

Scale 1:200



12 X Punt di misura (maglia 2,5x2,5 metri) e valore della conducibilita' elettrica (mhos/cm).

A O Vertici del rettangolo investigato e lettura identificativa.

Area priva di massa metallica sepolta e ritenuta idonea per il sondaggio.

Vertice B- Latitudine Nord 40°55'24,35"
Longitudine Est 14°19'42,32"

Vertice D- Latitudine Nord 40°55'24,35"
Longitudine Est 14°19'41,66"

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



per la SGG art

Cam M G



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

Rapporto tecnico

PROGETTO
IF34LOTTO
00CODIFICA
D69 IGDOCUMENTO
GE0005 001REV.
AFOGLIO
73 di 73

APPENDICE 3:

Tabella riassuntiva valori di V_{s30}

Tabella indagini svolte

sondaggio geognostico di riferimento	Metodologia di indagine	Valore di V_{s30}	Classe di riferimento secondo la normativa italiana vigente
S2	Down hole	301	C
S4a	Masw	261	C
S7	Down hole	302	C
S8a	Masw	275	C
S11	ReMi	351	C
S12	Down hole	369	B
S13a	Masw	299	C
S15a	ReMi	731	B

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA
UO GEOLOGIA
PROGETTO DEFINITIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

INDAGINI GEOFISICHE 2a FASE

SCALA:

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

I F O E 0 0 D 6 9 I G G E 0 0 0 1 0 0 2 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Aut. Geologica
A	Emissione esecutiva	BALDI <i>AB</i>		F.MANCINI <i>FM</i>		APREA <i>AP</i>		ITALFERR S.p.A. Dott. Geologo Francesco MARCHESI Resp. UO GEOLOGIA Codice Geologi: IZCO n. 179 ES

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI – BARI VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI					
	Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	2
2	STRUMENTAZIONE IMPIEGATA, PERSONALE E SISTEMA QUALITA'	3
3	FINALITÀ DELLA PROSPEZIONE.....	5
4	LAVORI SVOLTI.....	6
5	METODOLOGIA ESECUTIVA DEI RILIEVI	8
5.1	Prospezione elettromagnetica	8
5.2	Carotaggi sismici down-hole	9
6	METODOLOGIA INTERPRETATIVA	13
6.1	Prospezione elettromagnetica	13
6.2	Carotaggi sismici down-hole	13
7	ANALISI DEI RISULTATI.....	16
7.1	Prospezione elettromagnetica	16
7.2	Carotaggio sismico down-hole S23a	18
7.3	Carotaggio sismico down-hole S53a	18
APPENDICE:		20
	Carte di conducibilità elettrica	20
	Valori sperimentali del carotaggio sismico down-hole sul foro di sondaggio S23A	36
	Valori sperimentali del carotaggio sismico down-hole sul foro di sondaggio S53A	37

	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
	VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI					
Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A	FOGLIO 2 di 37

1 INTRODUZIONE

Nel presente rapporto sono illustrati i risultati dell'indagine geofisica eseguita per conto di **RFI - Rete Ferroviaria Italiana** nell'ambito della ***Progettazione definitiva della Variante Linea Storica Canello-Napoli – seconda fase.***

La prospezione geofisica è stata eseguita su n°15 piazzole identificate per l'esecuzione dei sondaggi geognostici. Per ciascuna piazzola è stata eseguita la prospezione elettromagnetica finalizzata alla ricerca di masse metalliche sepolte. In corrispondenza dei sondaggi meccanici S23a ed S53a, sono stati eseguiti dei carotaggi sismici down-hole fino alla profondità di 30 metri da piano campagna, per la definizione delle velocità sismiche relative alle onde P ed alle onde S_H e 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.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
	VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI					
Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A	FOGLIO 3 di 37

2 STRUMENTAZIONE IMPIEGATA, PERSONALE E SISTEMA QUALITA'

n°	Strumentazione per 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 DOWN-HOLE	COD. IDENT.
1	sismografo GEODE 24 ch- 24 bit (<i>Geometrics, USA</i>)	SGG-SI-53
1	computer portatile HP per registrazione dei dati di campagna con software MGOS	
1	geofono tridimensionale da foro <i>Geostuff</i> , a frequenza propria di 15 Hz, munito di bussola elettronica per orientamento del geofono e di ancoraggio meccanico motorizzato alla parete del foro (<i>Geostuff, USA</i>)	SGG-SI-55
	sistema specifico per la generazione di onde polarizzate S_H	
	cavi di collegamento, linea tie-break, hammer switch, geofono starter	
	mazze del peso di 5kg	

Gli strumenti di misura impiegati sono tarati presso il laboratorio metrologico GMMAMISURE di Calenzano (certificato Accredia 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
• Prospettori geofisici	S. MENCARINI M. SCHEGGI J. DE LUCA
• Interpretazione misure elettromagnetiche	S. MENCARINI
• Interpretazione misure sismiche	J. DE LUCA
• Editing	S. MENCARINI

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.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI					
Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A	FOGLIO 5 di 37

3 FINALITÀ DELLA PROSPEZIONE

Le finalità della prospezione elettromagnetica e della prova down-hole, 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;
- misura delle velocità sismiche delle onde P;
- misura delle velocità sismiche delle onde S_H ;
- profilo verticale di V_s nei primi 30 metri di suolo;
- computo del valore V_{s90} del sito per la classificazione dei suoli di fondazione nelle categorie previste dalla normativa vigente.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
	VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI					
Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A	FOGLIO 6 di 37

4 **LAVORI SVOLTI**

La prospezione geofisica è stata condotta in più fasi. I giorni 19 e 20 marzo 2014 sono stati eseguiti i rilievi elettromagnetici sulle piazzole dei sondaggi S19a, S23a, S26a (vecchia ubicazione) e S31a. Nei giorni dall' 11 al 17 aprile 2014 sono stati eseguiti i rilievi elettromagnetici sulle piazzole dei sondaggi S37a, S41a, S43a, S46a, S51a, S53a, S56a, S57a, S61a. Il giorno 7 maggio 2014 è stato eseguito il rilievo elettromagnetico sulla piazzola relativa al sondaggio s26a (nuova ubicazione); la nuova ubicazione è stata stabilita in funzione del conseguimento dei permessi di accesso. Per ciascuna piazzola descritta, è stata eseguita una griglia 2,5x2,5m di profili elettromagnetici finalizzata alla ricerca di masse metalliche 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 15 prove elettromagnetiche sono riportati in appendice del presente elaborato.

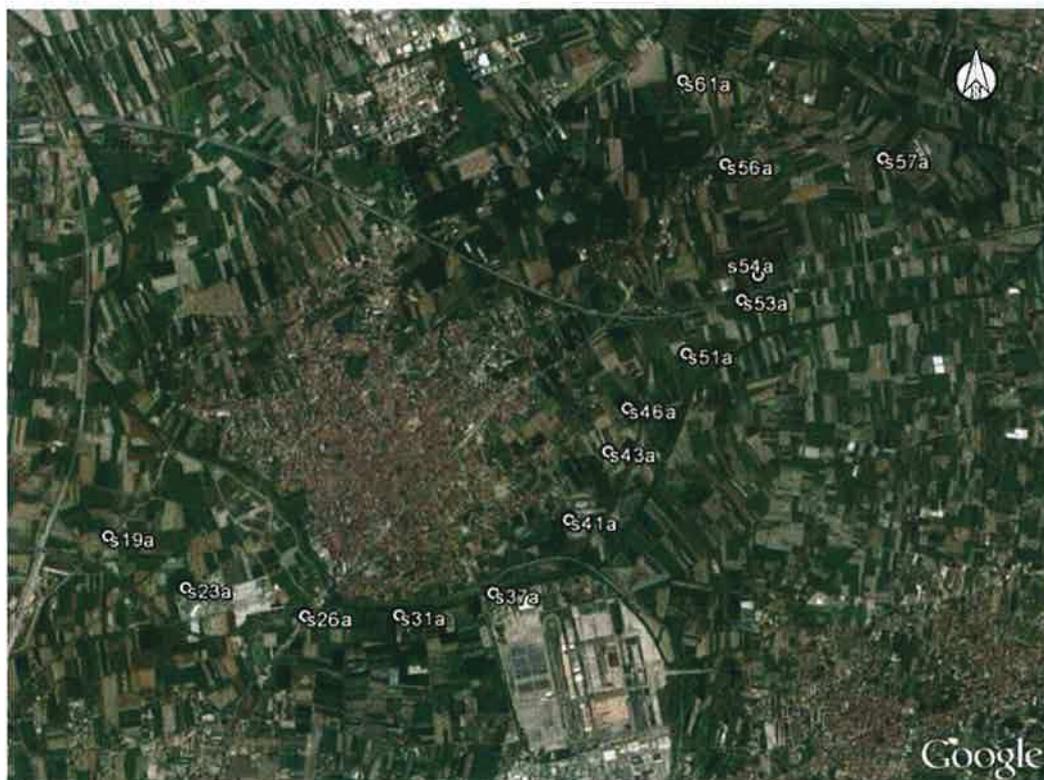


Figura 4.1 – Ubicazione planimetrica dei sondaggi meccanici intorno all'abitato di Acerra (NA), su foto-planimetria di *Google-Earth*.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI					
	Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A

I giorni 28 e 29 aprile 2014 sono stati eseguiti due carotaggi sismici down-hole da piano campagna fino alla profondità di 30 metri, all'interno dei fori di sondaggio S23a e S53a, appositamente predisposti. L'ubicazione delle prove è stata riportata in Figura 4.1 su foto-planimetria derivata da *Google-Earth*.

Complessivamente, sono state quindi eseguite:

- **n°15 postazioni di rilievo elettromagnetico FDEM** con griglia 2,5x2,5m con elettromagnetometro EM34-3 Geonics con intercoil di 10 metri;
- **n°2 carotaggi sismici down-hole** sui fori di sondaggio S23a ed S53a fino alla profondità di 30 metri da piano campagna.



Figura 4.2 – Fasi di esecuzione del rilievo elettromagnetico con strumentazione EM34 Geonics, in corrispondenza della piazzola del sondaggio S53a.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
	VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI					
Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A	FOGLIO 8 di 37

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.

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

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

	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
	VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI					
Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A	FOGLIO 9 di 37

5.2 Carotaggi sismici down-hole

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%). Attraverso i valori di velocità di propagazione delle onde P (V_p) e delle onde S (V_{sH}), saranno determinate, in riferimento alla teoria dell'elasticità, alcune delle proprietà meccaniche del mezzo attraversato, quali:

- il modulo di deformazione a taglio G_{max} $(G = \rho \cdot V_s^2)$
- il modulo di Young $E = 2\rho \cdot V_s^2 \cdot (1 + \nu)$
- il coefficiente di Poisson $\nu = 0.5 \cdot \left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1 / \left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1$
- il modulo di compressibilità volumetrica $E_v = \rho \cdot \left(V_p^2 - \frac{4}{3}V_s^2\right)$

dove: ρ = rappresenta la densità del mezzo;

γ = peso di volume (= $\rho \cdot g$)

g = l'accelerazione di gravità ;

ν = è il coefficiente di Poisson.

Le velocità delle onde P misurate per terreni perfettamente saturi (Sr = 100%) dipendono talora in maniera decisiva dalle vibrazioni trasmesse dal fluido interstiziale e non dallo scheletro solido del materiale e perciò tali valori possono non essere rappresentativi delle proprietà meccaniche del materiale in questione secondo le relazioni matematiche espresse in precedenza; invece le velocità delle onde S e delle onde di superficie, sono caratteristiche delle vibrazioni

	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
	VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI					
Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A	FOGLIO 10 di 37

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 rigidezza del terreno sono quelle di taglio e, subordinatamente, le onde di superficie. Lo scopo della prova down-hole consiste nel determinare la velocità di propagazione delle onde di compressione (onde P) e di taglio (onde S_H), calcolando il tempo ad esse necessario per raggiungere il geofono ricevitore (all'interno del foro di sondaggio) dalla zona sorgente (su piano campagna a distanza nota dal foro). Si suppone che il volume di terreno, interessato dalle indagini sia stratificato orizzontalmente e che all'interno d'ogni strato il comportamento del terreno si possa considerare elastico, omogeneo ed isotropo.

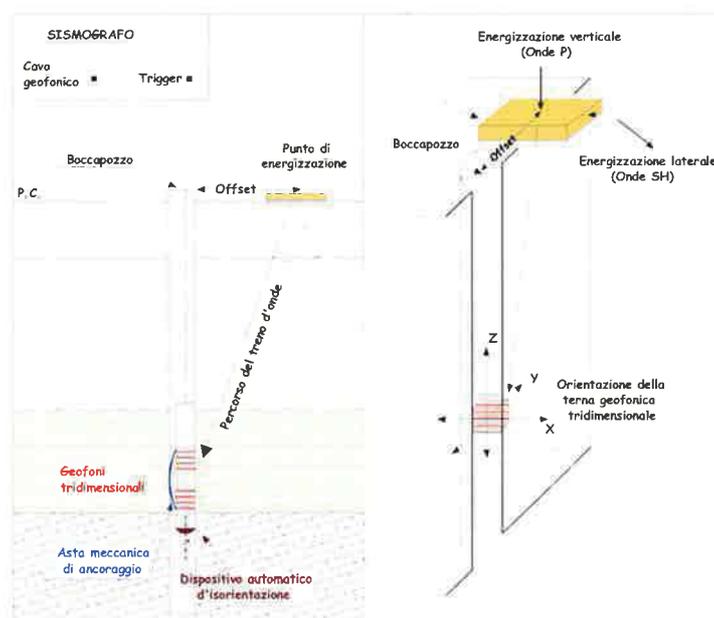


Figura 5.1 - Rappresentazione schematica di un carotaggio sismico down-hole.

La prova consiste nel produrre in superficie sollecitazioni verticali per la generazione di onde di compressione P, ed orizzontali per la generazione di onde di taglio polarizzate orizzontalmente S_H e nel registrare l'istante di primo arrivo del treno d'onde ad un sistema composto da una terna di geofoni, ancorati a profondità nota nel foro di sondaggio (Figura 5.1). Conosciuta la distanza tra la sorgente ed i ricevitori e determinato il tempo di propagazione, è possibile stimare in maniera accurata la distribuzione delle velocità sismiche (P ed S_H) in corrispondenza della verticale di misura.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
	VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI					
Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A	FOGLIO 11 di 37

Per generare le onde di compressione P è stata utilizzata una massa battente da 5 kg. Per le onde S_H è stato invece utilizzato, come sorgente, un apposito dispositivo, la cui forma permette colpi laterali su entrambi i lati. Tale dispositivo viene gravato con sacchi di sabbia, al fine di assicurare una perfetta aderenza con il terreno, così da evitare ogni tipo di dispersione dell'energia prodotta. Il sistema energizzante adottato è in grado di generare onde elastiche ad alta frequenza, con forme d'onda ripetibili e direzionali, vale a dire con la possibilità di ottenere prevalentemente onde di compressione e/o di taglio polarizzate su piani orizzontali, ed eventualmente anche verticali, (Figura 5.2).



Figura 5.2 – Il geofono da foro tridimensionale Geostuff all'interno del foro di sondaggio ed il dispositivo di energizzazione utilizzato per la generazione delle onde S nella prova down-hole S23a.

Come sistema di ricezione è stata utilizzata una sonda meccanizzata (geofono da foro Geostuff) al cui interno sono alloggiati tre ricevitori, ciascuno dei quali è costituito da un trasduttore di velocità. Il trasduttore verticale è orientato secondo la lunghezza della sonda, mentre i trasduttori orizzontali, orientabili automaticamente secondo il Nord geografico, sono disposti in direzioni ad essa perpendicolare (N-S ed E-W). I trasduttori hanno una frequenza propria di 15 Hz ed una sensibilità tale da poter ricevere in maniera adeguata il treno d'onde prodotto dalla sorgente. La sonda possiede un'asta meccanica motorizzata che garantisce l'aderenza tra i ricevitori e le pareti del rivestimento. Il sistema d'acquisizione dati è di tipo multicanale ed è in grado di registrare su ciascun canale in forma digitale le forme d'onda e di conservarle su

	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
	VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI					
Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A	FOGLIO 12 di 37

memoria di massa dinamica a 24 bit. Le prove si sono sviluppate secondo le seguenti fasi:

1. Dopo ad aver predisposto un opportuno piano d'appoggio, il dispositivo sorgente è stato collocato sulla superficie in prossimità del foro ad una distanza di 2,5 metri ed orientato con direzione Est-Ovest, perpendicolarmente al raggio condotto dal foro.
2. Il sistema, costituito dai tre ricevitori è stato calato a fondo foro collegandolo alla superficie mediante un sistema che ne consente l'orientamento assoluto dalla superficie.
3. Dopo aver ancorato la sonda geofonica alle pareti del rivestimento, si è proceduto con le fasi di orientamento dei trasduttori.
4. Campionamento del rumore ambientale.
5. È stato quindi attivato il dispositivo sorgente, producendo una sollecitazione che, attivando il trigger (dispositivo "arm-switch"), si propaga dalla sorgente verso i ricevitori con vibrazioni di tipo compressionale; di seguito (con energizzazione separata e distinta) sono state generate vibrazioni di tipo S_H , dirette perpendicolarmente alla direzione di percussione e polarizzate sul piano orizzontale. Per l'ottenimento di una buona qualità dei dati, è necessario produrre alla sorgente due onde di polarità opposta e sommare le registrazioni d'ogni singolo arrivo, così da individuare in modo migliore l'istante di primo arrivo (metodo cross-over).
6. La prova è stata quindi ripetuta con interdistanza fra le misure pari a 1,0 m per tutto il tratto di sondaggio.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
	VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI					
Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A	FOGLIO 13 di 37

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 Carotaggi sismici down-hole

Nel presente rilievo sono stati impiegati rispettivamente un fondo scala di 1,0 secondi ed un passo di campionamento di 0,125 millisecondi. I tempi relativi alle onde P ed S_H sono stati letti attraverso uno specifico programma di picking (SeisOptPicker; precisione dell'ordine di 0,1 millisecondi).

Per avere un buon controllo sulla procedura di lettura dei tempi e valutare al contempo la qualità dei dati sismici acquisiti per tutto il tragitto di ogni sondaggio, i valori numerici dei primi arrivi delle onde sismiche P ed S_H sono stati riportati su sezioni tempo/tracce ove le varie tracce sono scelte in funzione dell'orientamento del sistema ricevitore/sorgente. Tale procedura consente di ottenere così delle forme d'onda più definite nelle ampiezze. In particolare, con riferimento alle onde di taglio, sono state scelte le tracce riferite alla differenza tra la battuta destra e quella sinistra.

I tempi d'arrivo delle onde di compressione e di taglio sono stati corretti, rispetto alla verticale, e riportati su un diagramma *profondità – tempi* sui quali sono stati individuati i tratti a pendenza circa costante. Dalla pendenza dei tratti sono state determinate successivamente le velocità intervallari delle onde P ed S_H nel terreno (Figure 6.1 e 6.2).

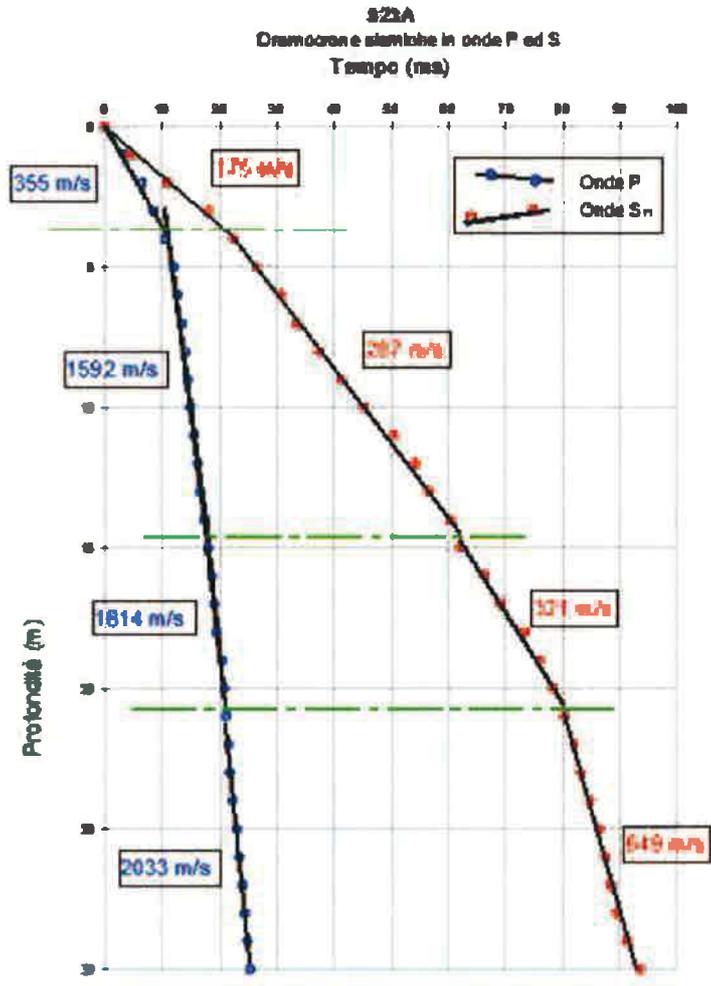


Figura 6.1 – Andamento delle dromocrono per la prova down-hole eseguita nel foro di sondaggio S23a , nel Comune di Afragola. V_p e V_s rappresentano, rispettivamente, le velocità delle onde P e delle onde S_H , in metri al secondo, nei tratti con andamento omogeneo delle dromocrono.

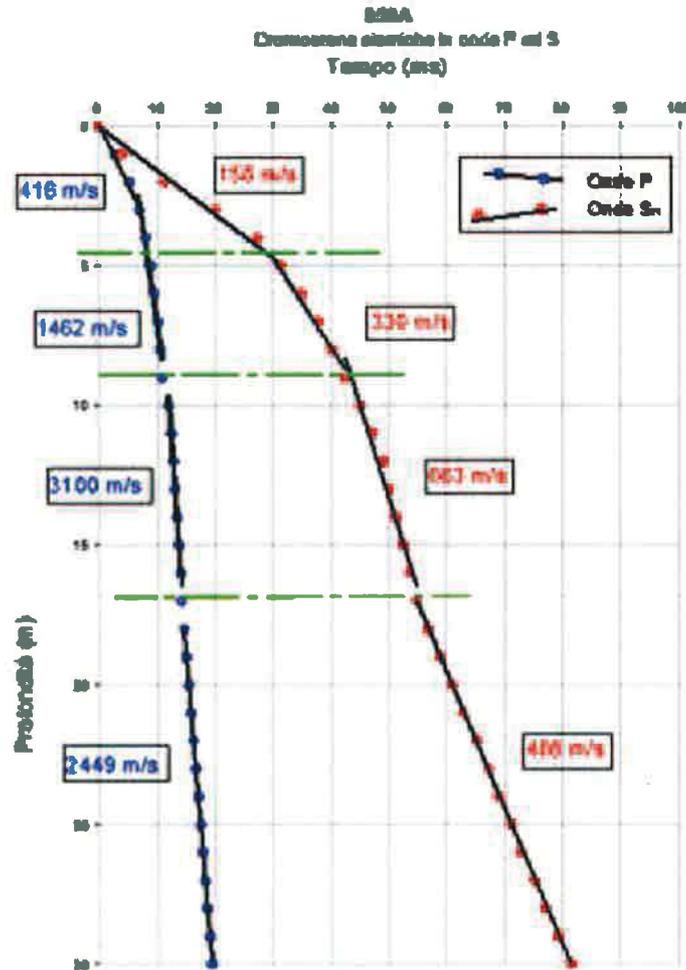


Figura 6.2 – Andamento delle dromocrone per la prova down-hole eseguita nel foro di sondaggio S53a , nel Comune di Acerra. V_p e V_s rappresentano, rispettivamente, le velocità delle onde P e delle onde S_H , in metri al secondo, nei tratti con andamento omogeneo delle dromocrone.

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°4 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 e 7.2).

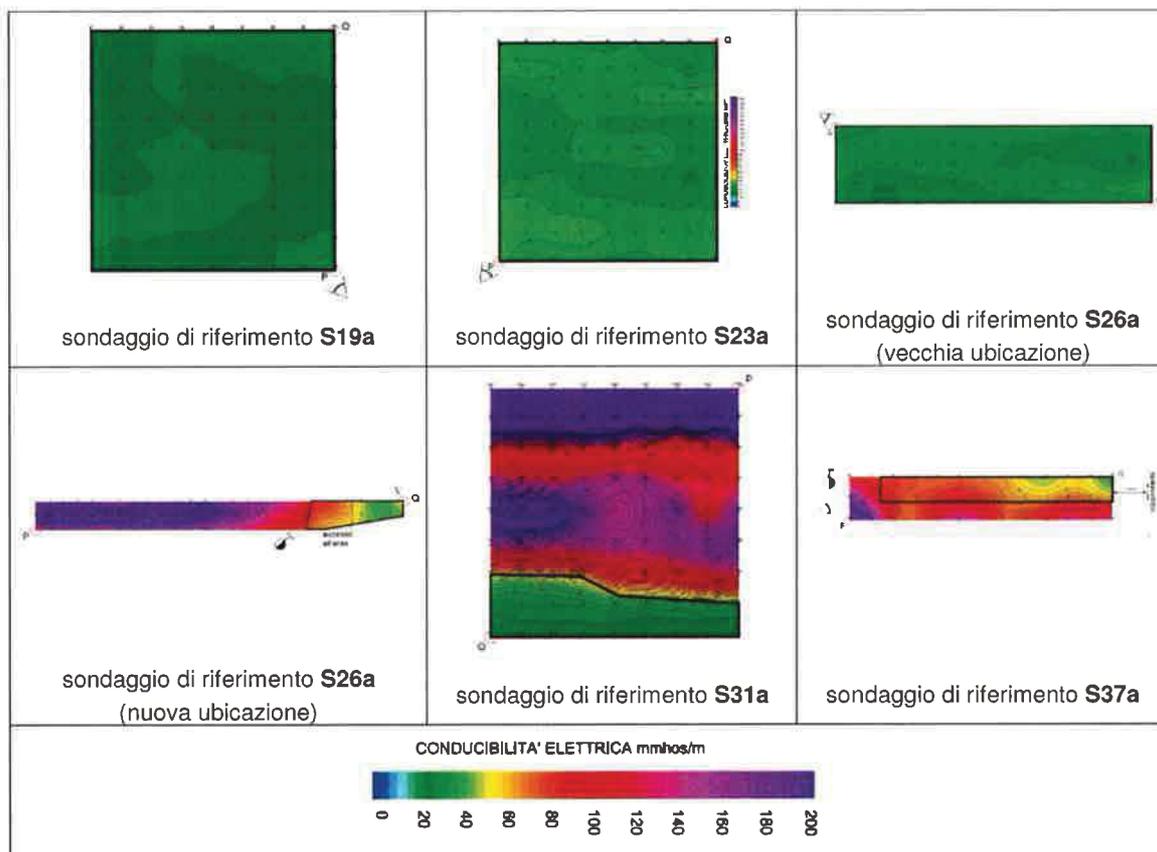


Figura 7.1 – Carte della conducibilità elettrica eseguite nelle piazzole relative ai sondaggi meccanici S19a, S23a, S26a (vecchia ubicazione), S26a (nuova ubicazione), S31a, S37a.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
	VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI					
Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A	FOGLIO 17 di 37

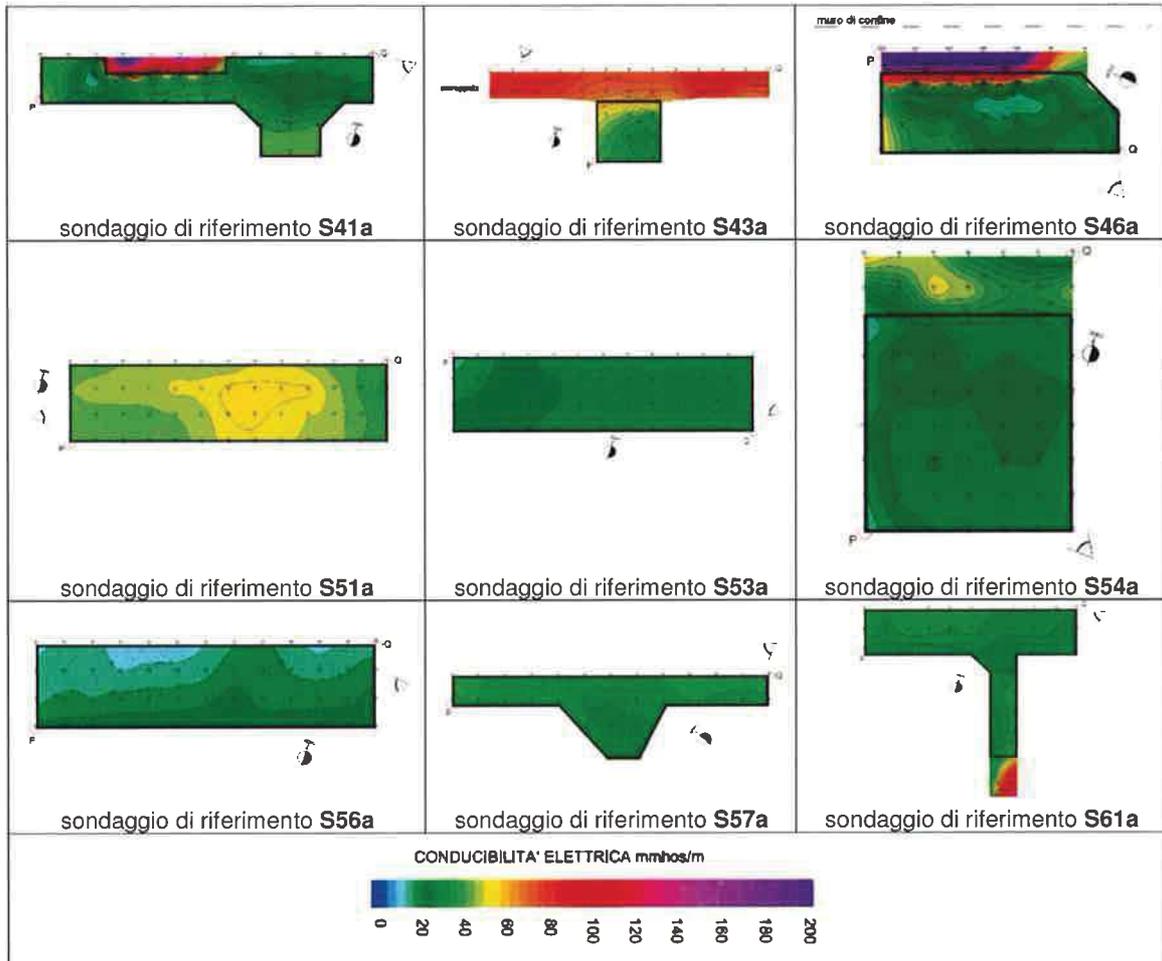


Figura 7.2 – Carte della conducibilità elettrica eseguite nelle piazzole relative ai sondaggi meccanici S41a, S43a, S46a, S51a, S53a, S54a, S56a, S57a, S61a.

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 soprassegno poligonale, l'area sgombra da eventuali masse metalliche sepolte, secondo un criterio interpretativo basato sui valori assoluti di conducibilità, ed in relazione alle linee di gradiente.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
	VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI					
Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A	FOGLIO 18 di 37

7.2 Carotaggio sismico down-hole S23a

Il carotaggio sismico down-hole ha permesso di definire i parametri meccanici dei litotipi in merito al comportamento registrato per le onde di volume P e per le onde polarizzate S_H .

La tabella seguente mostra i valori dei moduli elasto-dinamici calcolati per i tratti omogenei.

Profondità m (da - a)	Spessore m	Densità (kN/m^3)	V_P m/s	V_{SH} m/s	poisson	taglio dinamico (kN/m^2)	young (kN/m^2)	bulk (kN/m^2)
--------------------------	---------------	--------------------------------	--------------	-----------------	---------	--	------------------------------	-----------------------------

0.0	4.0	4.0	19.5	355	175	0.34	6.09E+04	1.63E+05	1.69E+05
4.0	15.0	11.0	20.0	1592	267	0.49	1.45E+05	4.32E+05	4.97E+06
15.0	21.0	6.0	20.5	1814	321	0.48	2.15E+05	6.39E+05	6.59E+06
21.0	30.0	9.0	21.0	2033	649	0.44	9.02E+05	2.60E+06	7.65E+06

Con il carotaggio sismico down-hole, è stato caratterizzato il sottosuolo definendo il modello di distribuzione della velocità delle onde polarizzate di taglio S_H , nei primi 30 metri di suolo, utile ai fini della caratterizzazione meccanica del terreno secondo la normativa antisismica vigente.

Calcolo del V_{s30} nei primi 30 metri di suolo

profondità metri da p.c.		velocità onde S (m/s)
0.0	4.0	175
4.0	15.0	267
15.0	21.0	321
21.0	30.0	649

valore $V_{s30} = 311 \text{ m/s}$

Il carotaggio sismico down-hole eseguito nel foro di sondaggio S23a, evidenzia che l'area in esame può essere collocata, secondo la normativa vigente, in **classe C**.

7.3 Carotaggio sismico down-hole S53a

Il carotaggio sismico down-hole ha permesso di definire i parametri meccanici dei litotipi in merito al comportamento registrato per le onde di volume P e per le onde polarizzate S_H .

La tabella seguente mostra i valori dei moduli elasto-dinamici calcolati per i tratti omogenei.

Profondità m (da - a)	Spessore m	Densità (kN/m ³)	V _P m/s	V _{SH} m/s	poisson	taglio dinamico (kN/m ²)	young (kN/m ²)	bulk (kN/m ²)
--------------------------	---------------	---------------------------------	-----------------------	------------------------	---------	---	-------------------------------	------------------------------

0.0	3.0	3.0	19.5	416	158	0.42	4.96E+04	1.41E+05	2.78E+05
3.0	9.0	6.0	20.0	1462	330	0.47	2.22E+05	6.54E+05	4.06E+06
9.0	17.0	8.0	20.5	3100	663	0.48	9.19E+05	2.71E+06	1.89E+07
17.0	30.0	13.0	21.0	2448	486	0.48	5.06E+05	1.50E+06	1.22E+07

Con il carotaggio sismico down-hole, è stato caratterizzato il sottosuolo definendo il modello di distribuzione della velocità delle onde polarizzate di taglio S_H, nei primi 30 metri di suolo, utile ai fini della caratterizzazione meccanica del terreno secondo la normativa antisismica vigente.

Calcolo del V_{s30} nei primi 30 metri di suolo

profondità metri da p.c.		velocità onde S (m/s)
0.0	3.0	158
3.0	9.0	330
9.0	17.0	663
17.0	30.0	486

valore V_{s30} = 395 m/s

Il carotaggio sismico down-hole eseguito nel foro di sondaggio S53a, evidenzia che l'area in esame può essere collocata, secondo la normativa vigente, in **classe B**.

Dr. Geol. Antonio Maria Baldi

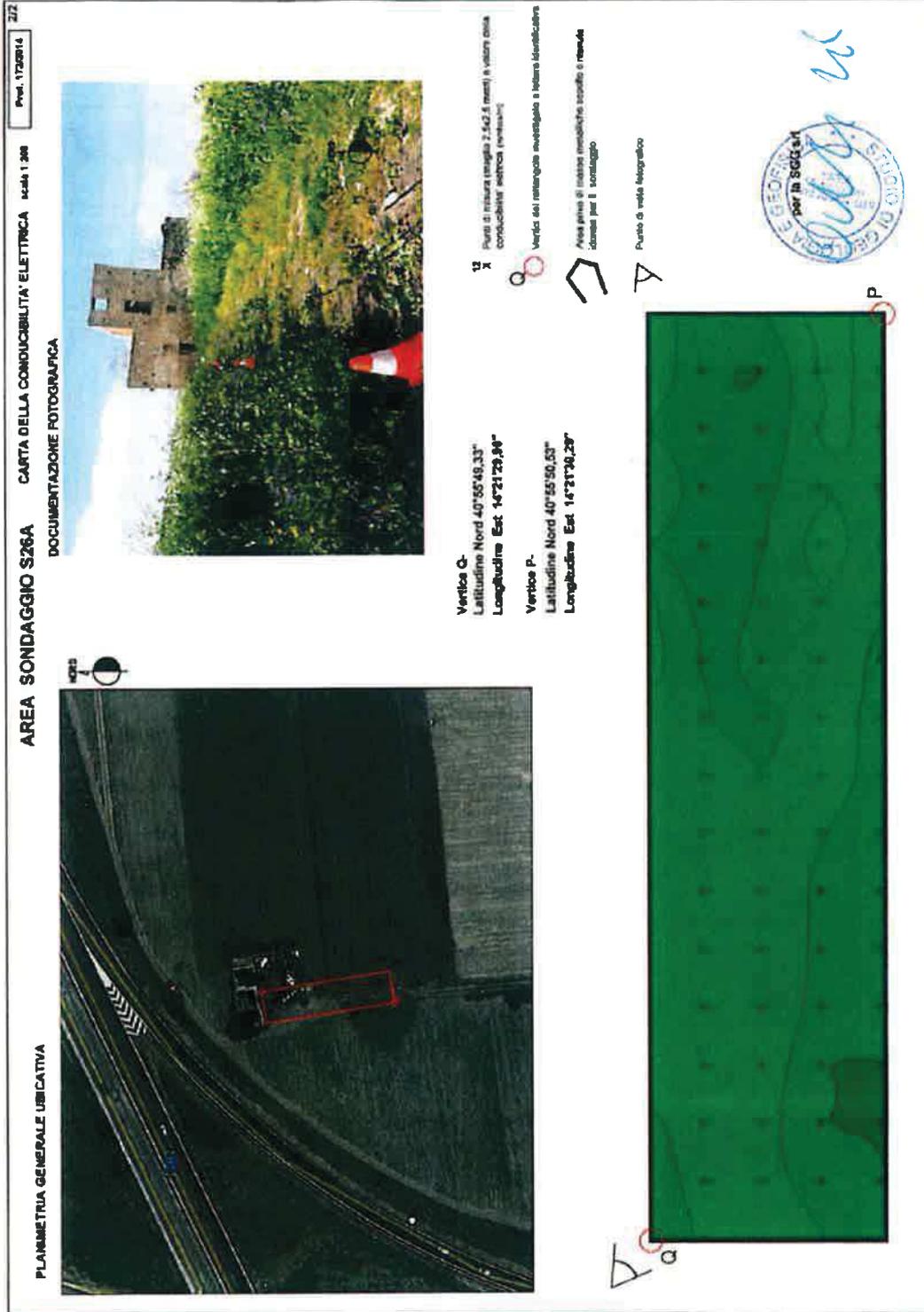
	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
	VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI					
Indagini geofisiche (2° fase)	PROGETTO IF34	LOTTO 00	CODIFICA D69 IG	DOCUMENTO GE0001 002	REV. A	FOGLIO 20 di 37

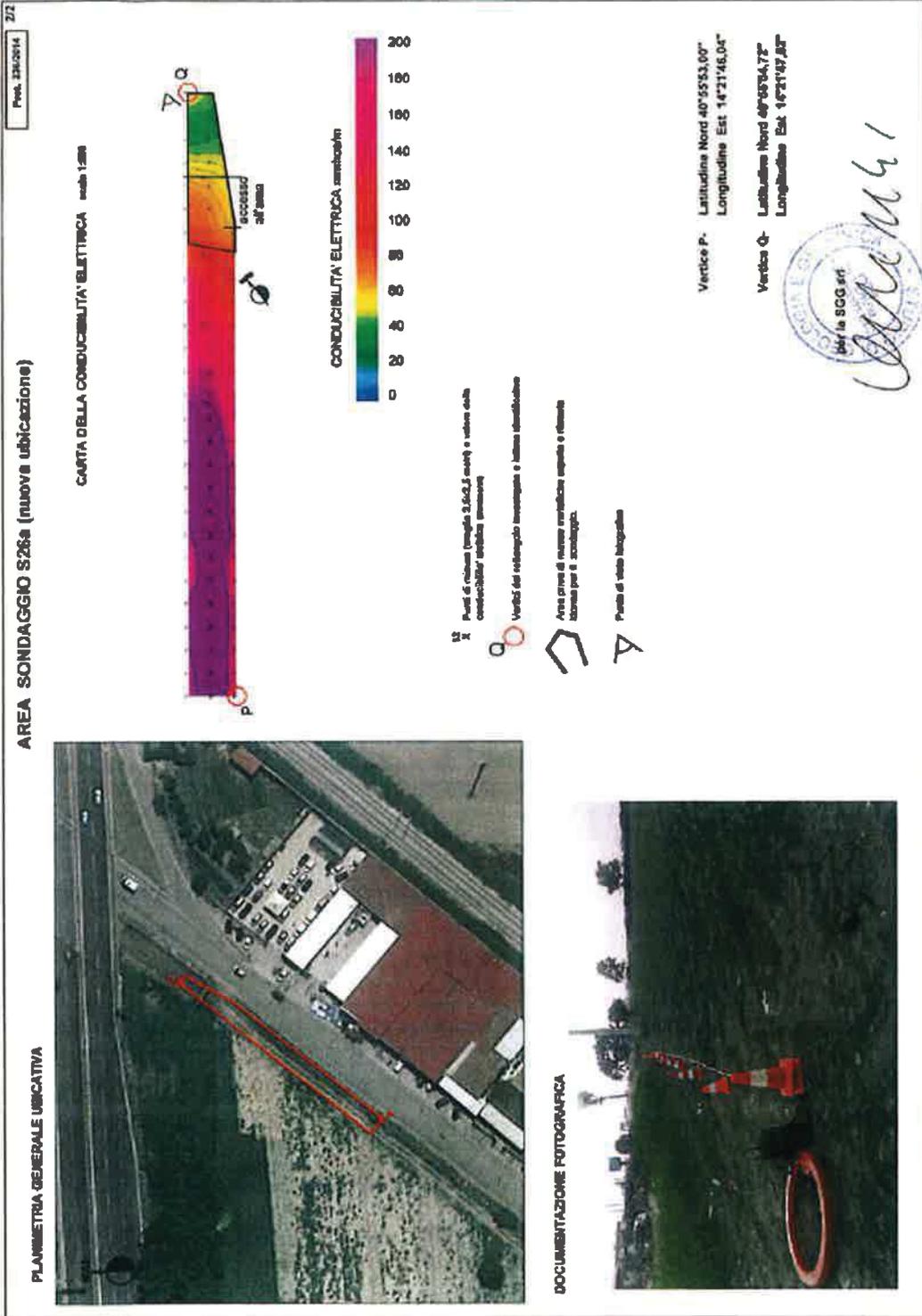
APPENDICE:

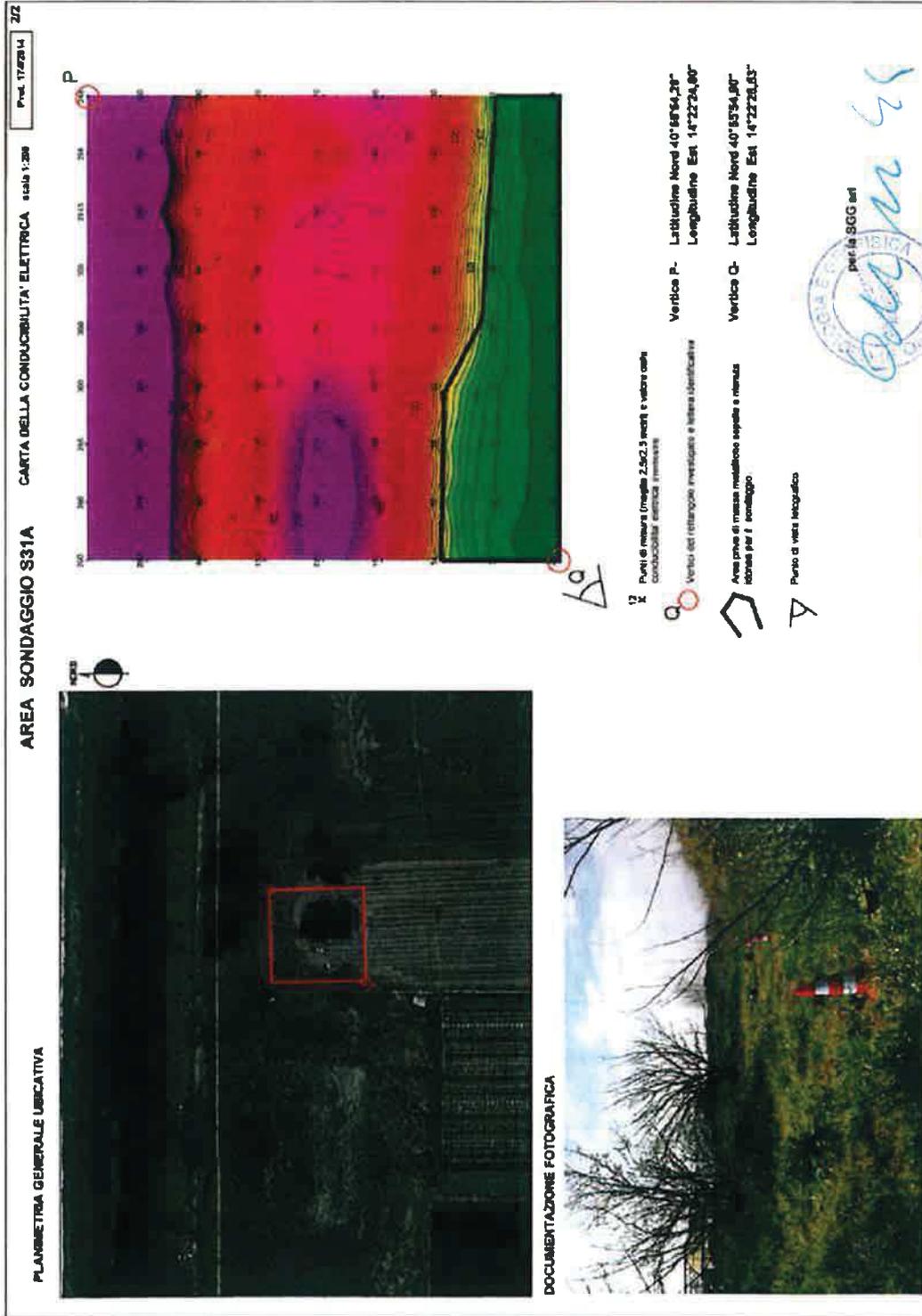
Carte di conducibilità elettrica

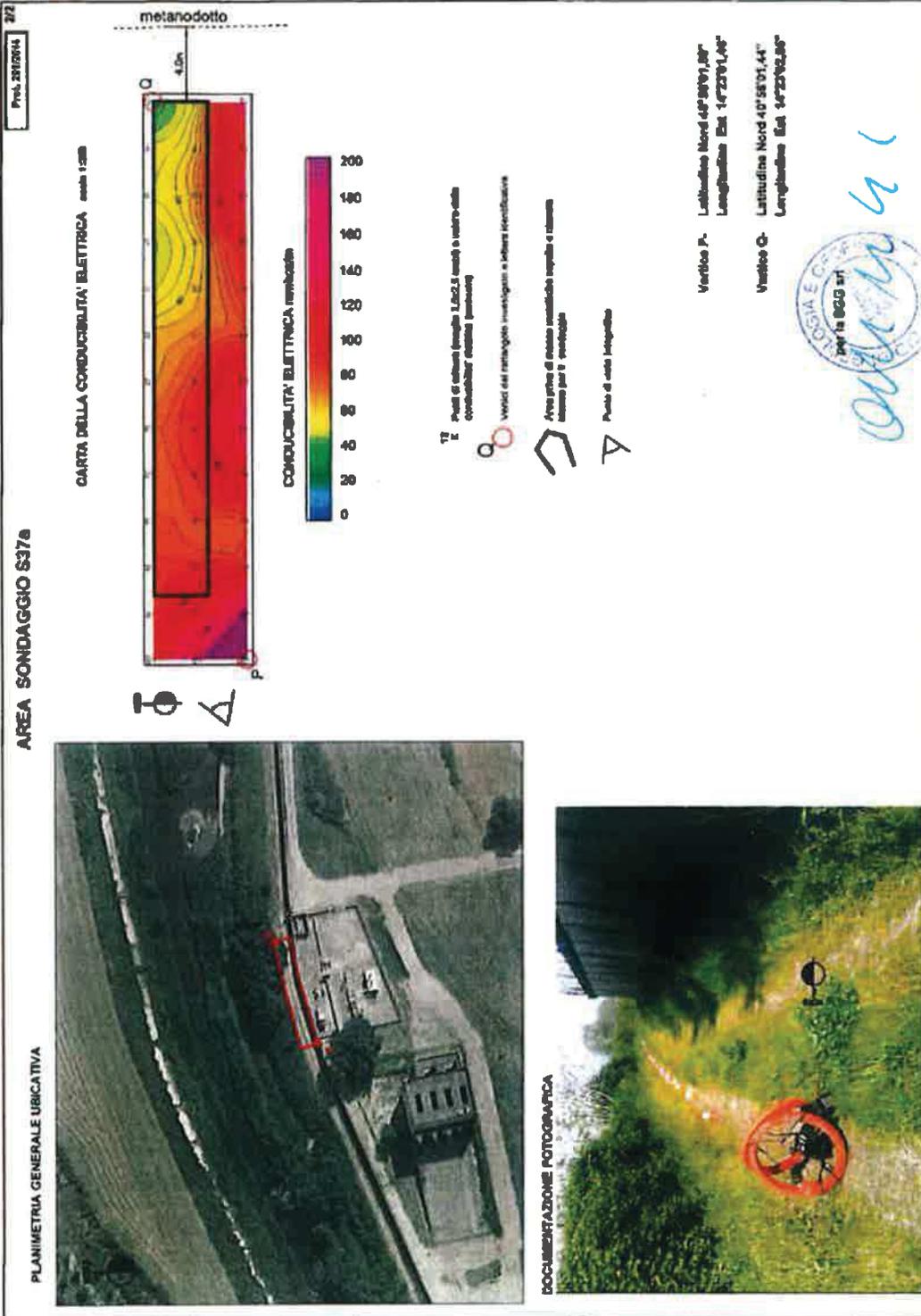


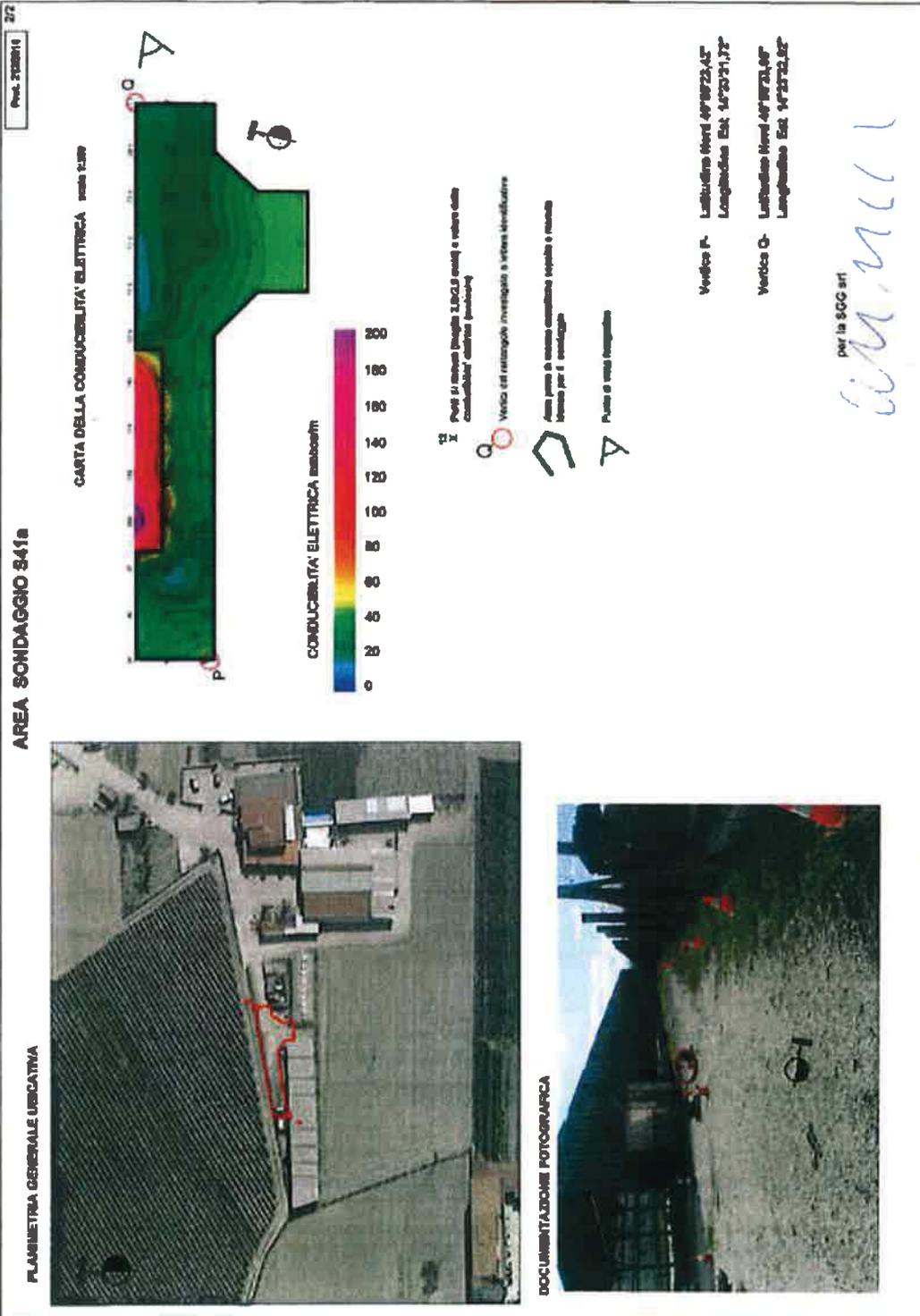


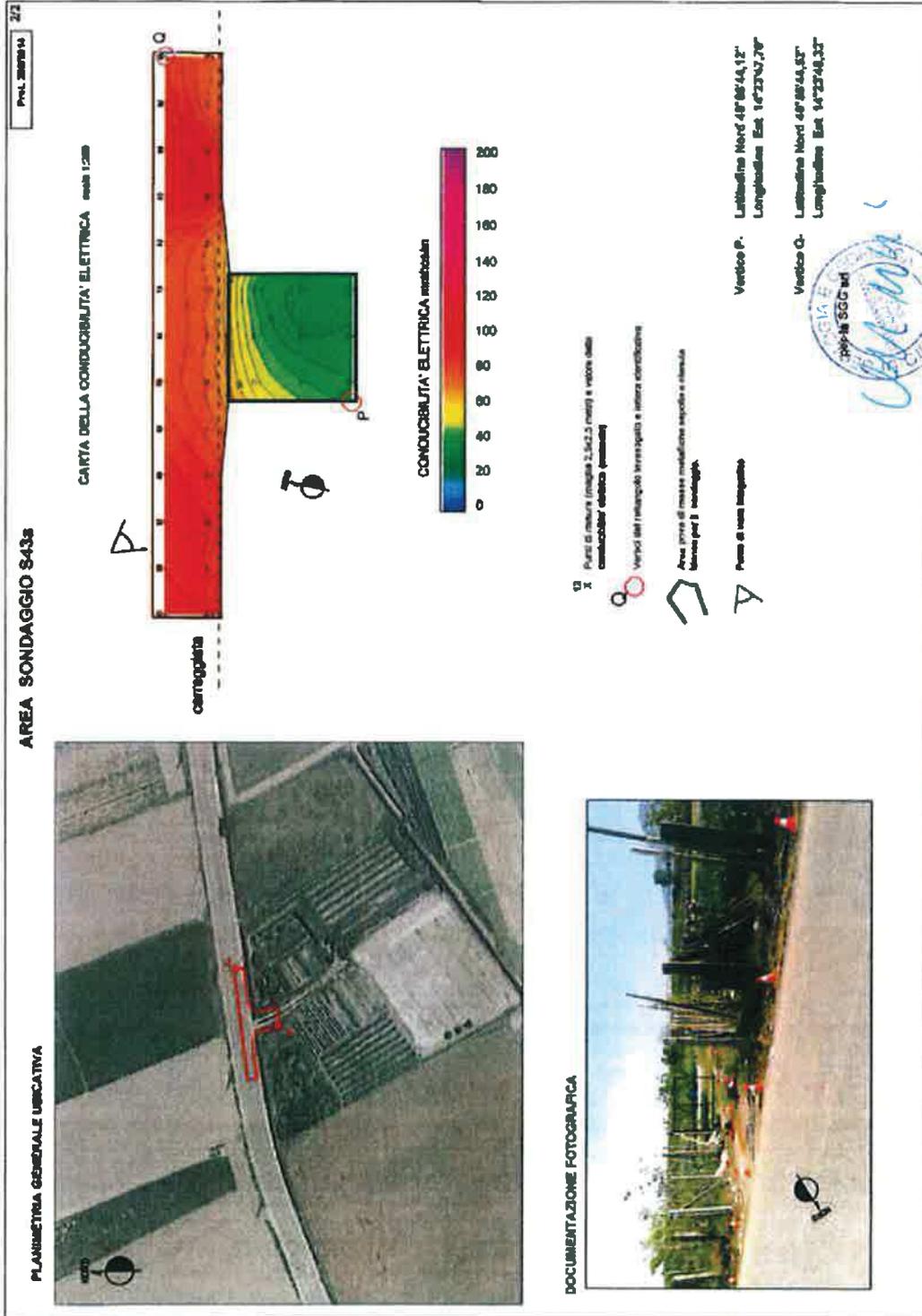












372
Prov. 30/02/04

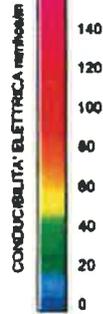
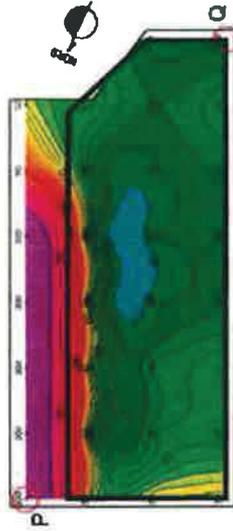
AREA SONDAGGIO S46a

PLANNOMETRIA GENERALE URBANISTICA



CARTA DELLA CONDUCIBILITA' ELETTRICA scala 1:200

muro di confine



M X
Punti di misura (angolo 1,62,5 metri) a valle della condotta (per abbinare a valle)

Verde del rettangolo investigato e settore limitativo

Area presa di misura (rettangolo sottile e settore limitativo per il sondaggio)

Punto di vista fotografico

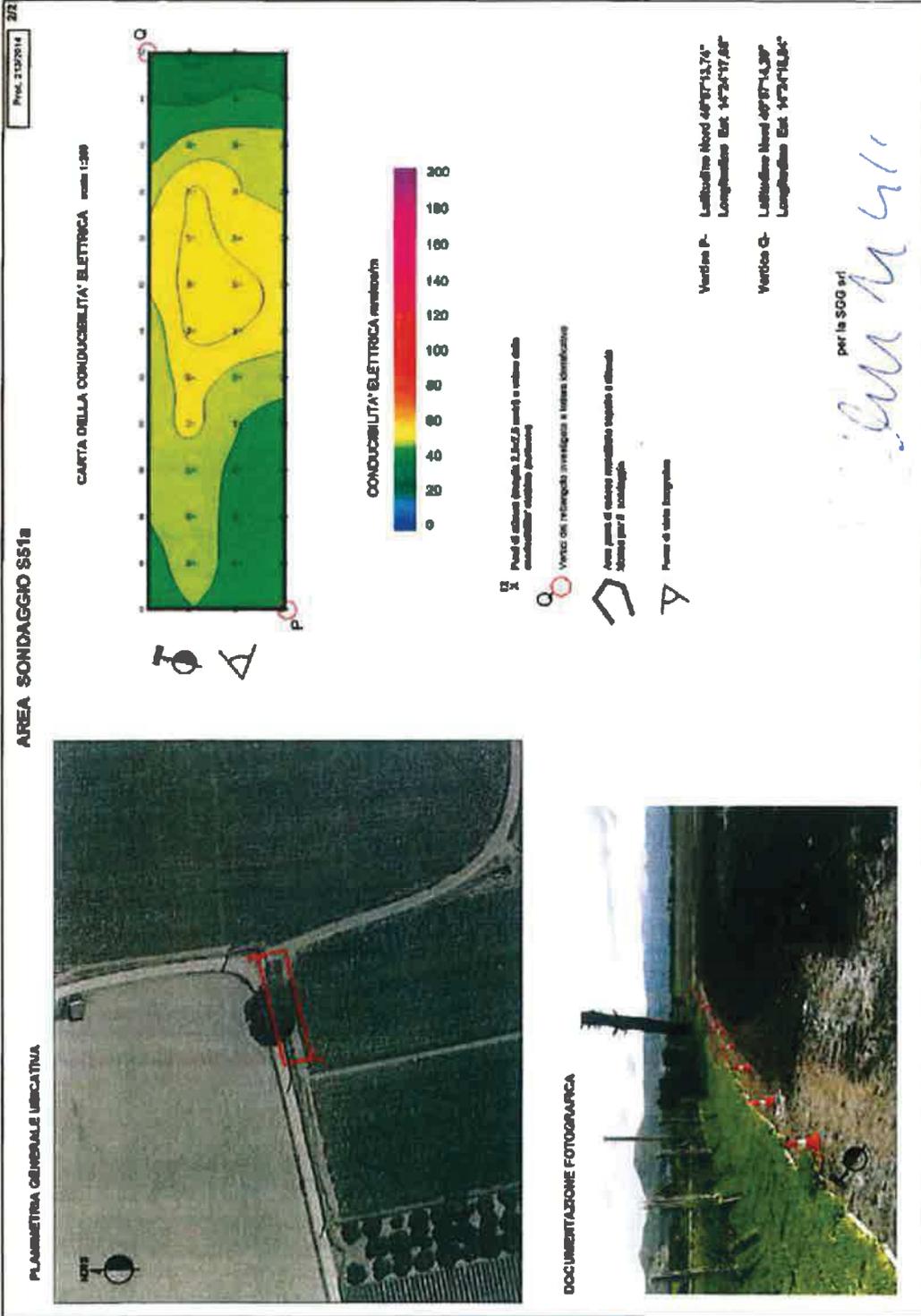
Vertice P- Latitudine Nord 40°58'78"
Longitudine Est 14°23'56,32"

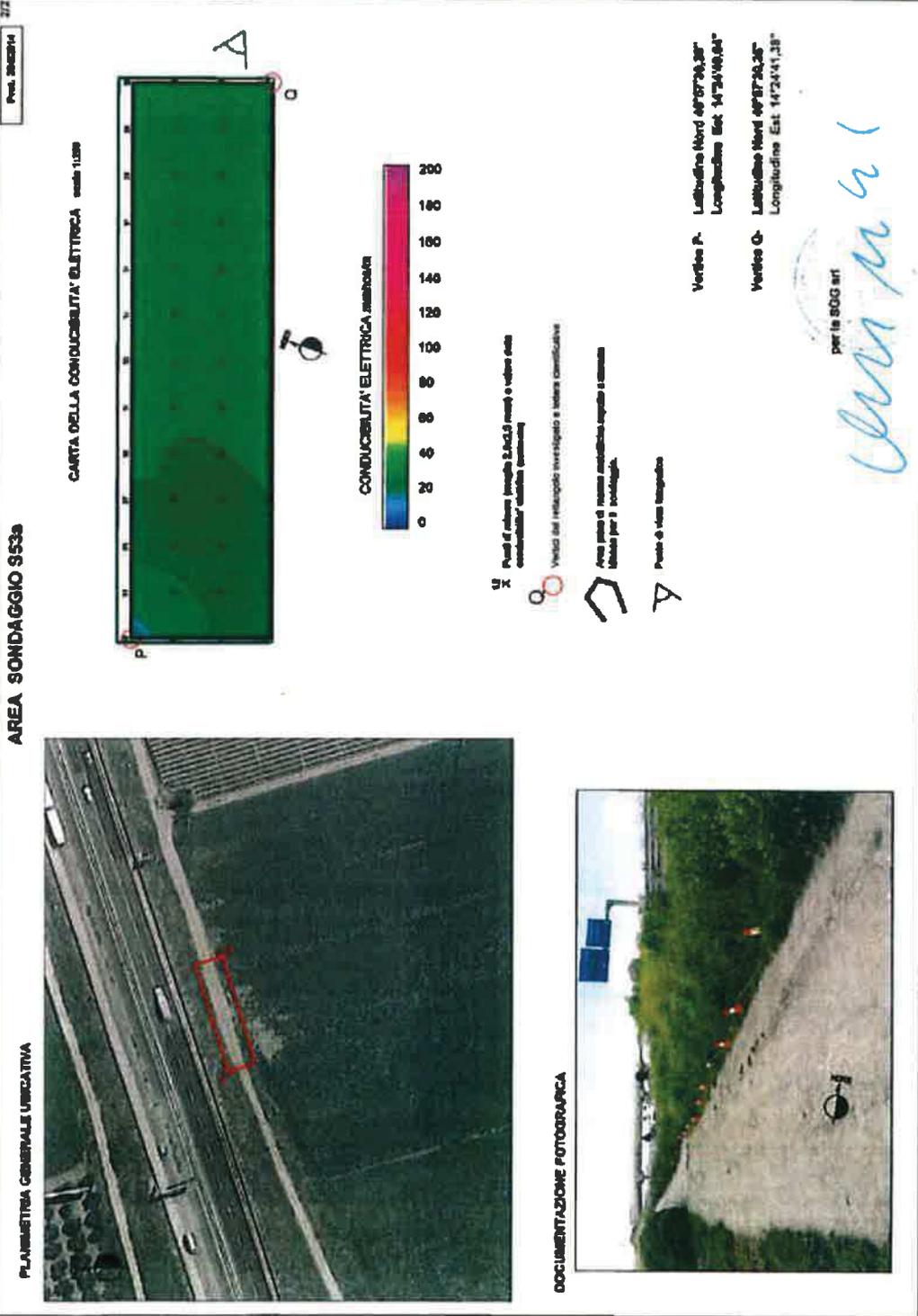
Vertice Q- Latitudine Nord 40°58'18"
Longitudine Est 14°23'56,34"

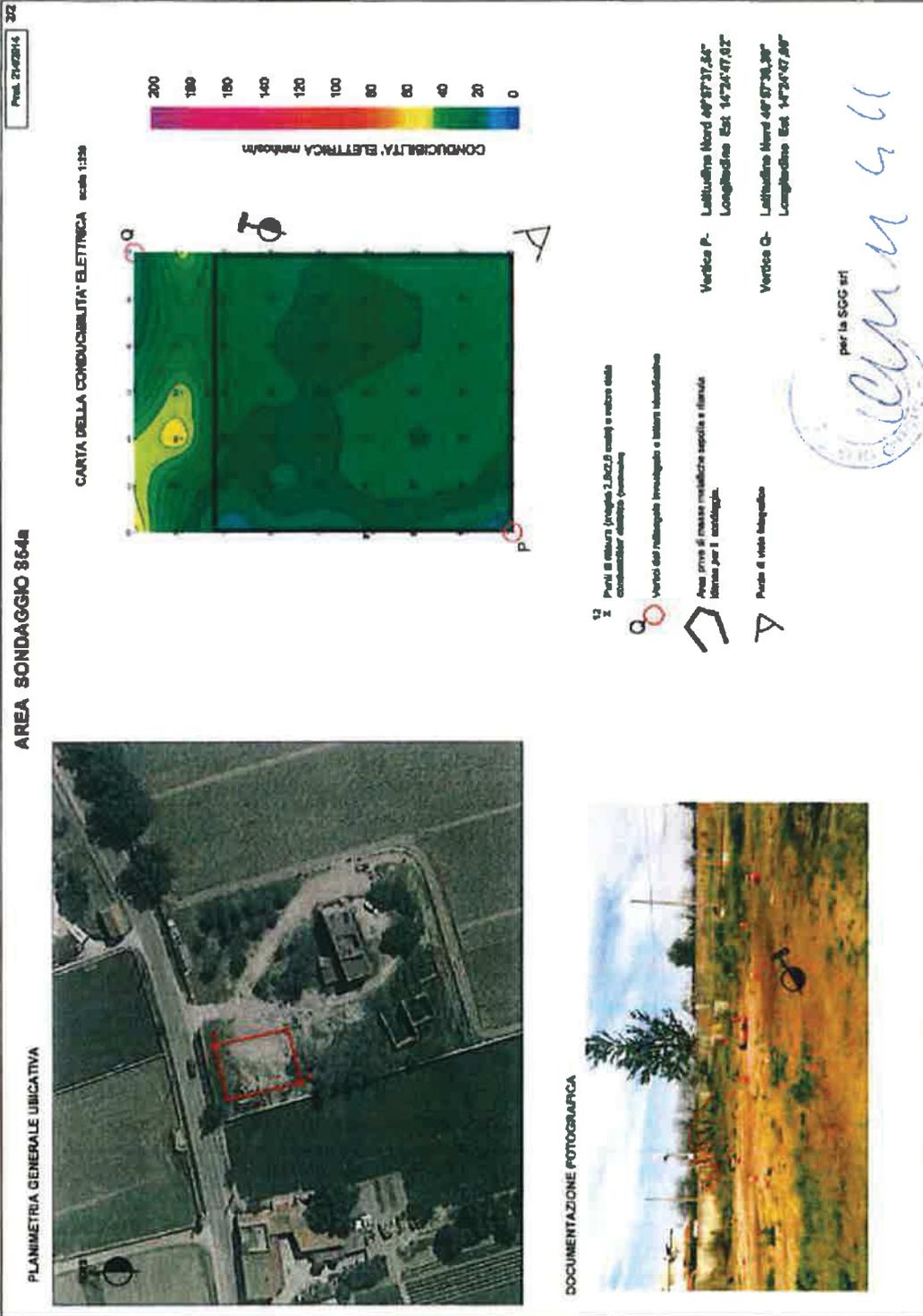


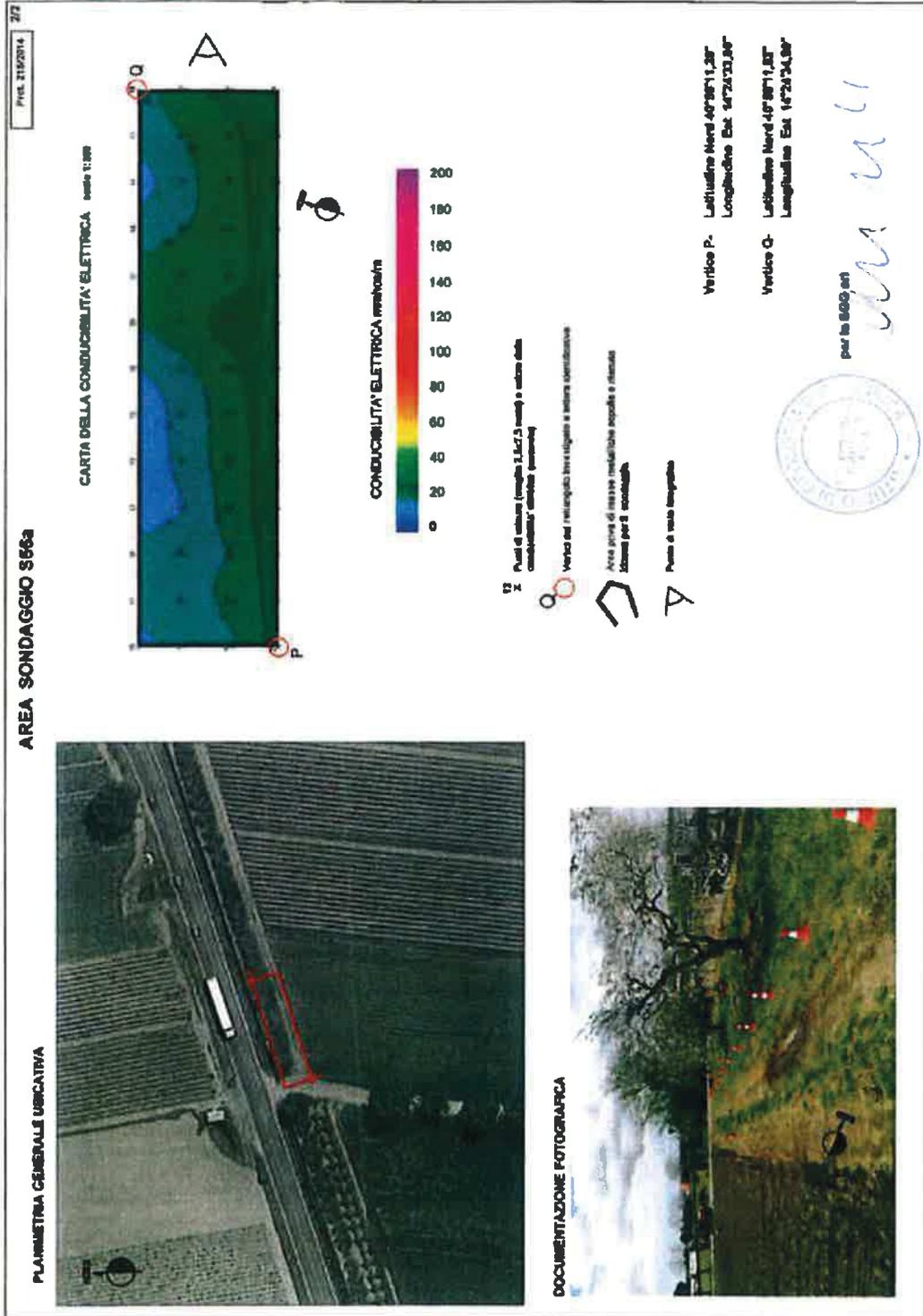
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





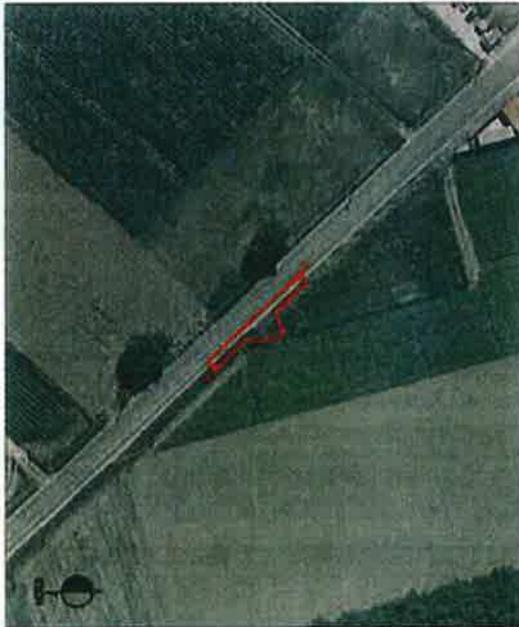




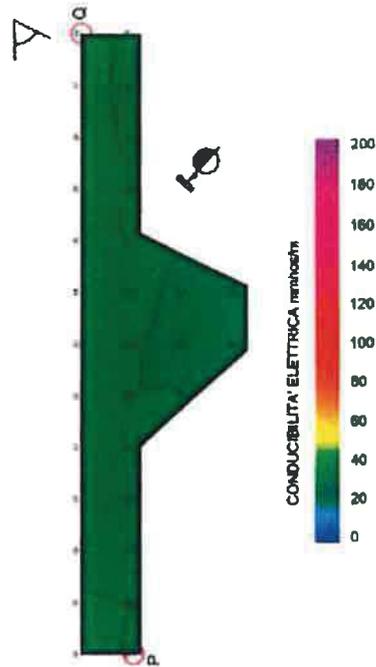


AREA SONDAGGIO S67a

PLANIMETRIA GENERALE UBICATIVA



CARTA DELLA CONDUCEBILITA' ELETTRICA scala 1:250



CONDUCEBILITA' ELETTRICA mS/m

12 Punti di misura (retangolo 2.5x2.5 metri) e valore della conducibilità per vertice (mS/m)

Vertice del rettangolo investigato e vertice identificativo

Area parte di massa sversativa sospesa o rimossa durante per il sondaggio

Posso di vista fotografica

Vertice P- Latitudine Nord 48°58'13,70"
Longitudine Est 14°26'30,18"

Vertice Q- Latitudine Nord 48°58'13,80"
Longitudine Est 14°26'37,50"



per la SOG srl

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



AREA SONDAGGIO S61a

PLAUMENTRA GENERALE URBANITIVA

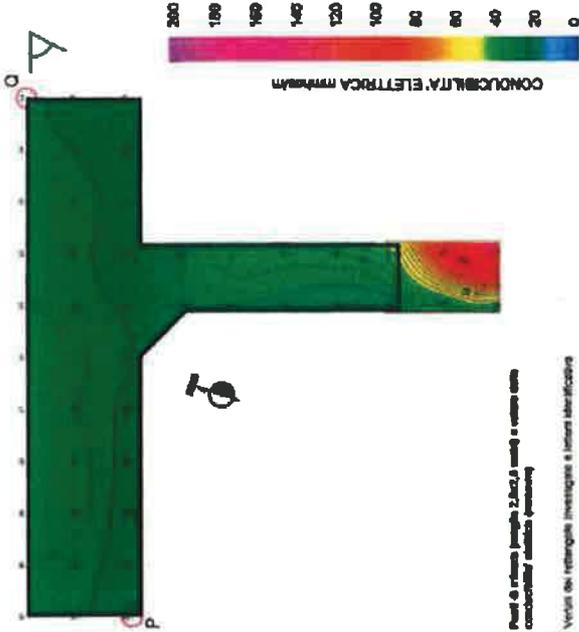


DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Prov. 8070844 202

CARTA DELLA CONDUCEBILITA' ELETTRICA - scala 1:500



11
12

Punti di ripresa lungo 2.ACLJ (vedi a scala come conduttività elettrica (mS/m))

Verice del rettangolo investigate e lettura identificativa

Area parte di ricerca conduttività elettrica e lettura scala per il sondaggio

Punto di riferimento

Vertice P. Latitudine Nord 49°58'36,92"
Longitudine Est 14°24'16,68"

Vertice Q. Latitudine Nord 49°58'37,18"
Longitudine Est 14°24'17,70"



per la SOG 811

[Handwritten signature]

Valori sperimentali del carotaggio sismico down-hole sul foro di sondaggio S23A

Di seguito si riporta la tabella con il valore dei tempi d'arrivo (in millisecondi) sperimentali e corretti sulla verticale, in funzione della profondità di indagine (in metri da piano campagna).

depth (meter)	correct P-time (milliseconds)	correct S _H -time (milliseconds)	sperimental P-time (milliseconds)	sperimental S _H -time (milliseconds)
1	0.0	0.0	0	0.0
2	3.4	4.6	10.6	14.5
3	6.4	11.0	11.6	19.9
4	8.6	18.1	12.2	25.6
5	10.5	22.6	13.1	28.2
6	11.9	26.6	13.9	31.0
7	12.6	30.6	14.1	34.2
8	13.5	33.5	14.7	36.5
9	14.0	37.5	15.0	40.0
10	14.4	41.3	15.2	43.5
11	14.9	45.3	15.6	47.3
12	15.4	50.6	16.0	52.4
13	16.1	54.2	16.6	55.9
14	16.7	56.6	17.1	58.1
15	17.3	60.2	17.7	61.6
16	17.9	62.0	18.3	63.2
17	18.6	66.2	18.9	67.4
18	18.9	69.1	19.2	70.2
19	19.5	73.4	19.8	74.4
20	20.3	76.0	20.6	76.9
21	20.8	78.3	21.0	79.2
22	21.1	80.3	21.3	81.1
23	21.5	81.8	21.7	82.6
24	21.7	83.4	21.9	84.1
25	22.3	84.9	22.5	85.6
26	22.9	86.5	23.1	87.1
27	23.4	88.0	23.6	88.6
28	24.1	89.5	24.2	90.1
29	24.5	91.1	24.6	91.6
30	24.9	92.6	25.0	93.1

Valori sperimentali del carotaggio sismico down-hole sul foro di sondaggio S53A

Di seguito si riporta la tabella con il valore dei tempi d'arrivo (in millisecondi) sperimentali e corretti sulla verticale, in funzione della profondità di indagine (in metri da piano campagna).

depth (meter)	correct P-time (milliseconds)	correct S _H -time (milliseconds)	sperimental P-time (milliseconds)	sperimental S _H -time (milliseconds)
1	0.0	0.0	0	0.0
2	2.6	4.0	8.3	12.6
3	5.2	11.4	9.3	20.5
4	6.9	20.2	9.7	28.5
5	8.1	27.4	10.1	34.2
6	8.9	31.3	10.4	36.5
7	9.6	34.9	10.7	39.0
8	10.2	37.9	11.1	41.2
9	10.5	40.1	11.2	42.8
10	10.9	42.4	11.5	44.7
11	12.0	45.0	12.5	47.0
12	12.4	47.2	12.9	48.9
13	12.8	49.0	13.2	50.5
14	13.1	50.1	13.4	51.4
15	13.5	51.2	13.8	52.4
16	13.7	52.4	14.0	53.4
17	14.1	53.7	14.3	54.6
18	14.2	54.8	14.4	55.6
19	14.6	56.7	14.8	57.5
20	15.0	58.7	15.2	59.4
21	15.4	60.9	15.6	61.6
22	15.8	62.9	16.0	63.5
23	16.2	65.2	16.4	65.8
24	16.7	67.4	16.8	68.0
25	17.1	69.1	17.2	69.6
26	17.5	71.3	17.6	71.8
27	17.9	72.9	18.0	73.4
28	18.3	75.2	18.4	75.7
29	18.7	77.2	18.8	77.6
30	19.1	79.4	19.2	79.8

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA
UO GEOLOGIA

PROGETTO DEFINITIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

INDAGINI GEOFISICHE 3a FASE (INDAGINI ELETTRROMAGNETICHE RICERCA
MASSE METALLICHE)

SCALA:

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

I F O E 0 0 D 6 9 I G G E 0 0 0 1 0 0 3 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Espresso
A	Emissione esecutiva	PULELLI 		MANCINI 		APREA 		ITALFERR S.P.A. Dot. Geologo Francesco MARCHESE Resp. UO GEOLOGIA Ordine Geologi Lazio n. 179 ES

File

Elab

991



NAPOLI BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

INDAGINI ELETTROMAGNETICHE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOE	00	D69IG	GE0001 002	A	2 di 7

File:

n. Elab.:

INDICE

1. INDICAZIONI GENERALI	3
2. INDAGINE ELETTROMAGNETICA	3
2.1 CARATTERISTICHE OPERATIVE	5
2.2 POTENZIALI FONTI DI DISTURBO.....	6
2.3 PROFONDITA' DI INDAGINE	6

ITALFERR S.p.A.

ESECUZIONE DI PROSPEZIONI ELETTROMAGNETICHE PER LA RICERCA DI MASSE METALLICHE NEI PUNTI DI INDAGINE GEOGNOSTICA SULLA TRATTA CANCELLO - NAPOLI (ITINERARIO NAPOLI BARI)

INDAGINI GEOFISICHE

1. INDICAZIONI GENERALI

Allo scopo di caratterizzare dal punto di vista geognostico i materiali sedimentari nelle aree ricadenti nella tratta Cancello Napoli della linea Napoli Bari è stata realizzata a scopo propedeutico ai sondaggi geognostici anche una indagine geofisica.

L'indagine geofisica è consistita in una indagine elettromagnetica al fine di scongiurare la presenza di oggetti metallici sepolti nella zona in cui si dovranno realizzare i sondaggi geognostici.

Per le indagini elettromagnetiche è stato utilizzato un elettromagnetometro GSSI POFILER EMP – 400 prodotto negli Stati Uniti d'America (USA).

2. INDAGINE ELETTROMAGNETICA

Le indagini elettromagnetiche in dominio di frequenza (FEM) consentono di ottenere, in modo speditivo, profili e mappe dei valori della variazione di fase e dell'intensità del campo elettromagnetico secondario rispetto ai valori del campo primario. Il metodo di prospezione EM fa intervenire simultaneamente 3 processi fisici distinti:

1. il passaggio di corrente alternata in una bobina trasmittente genera un campo magnetico H_p (campo magnetico primario) variabile con il tempo;

2. il flusso del campo magnetico primario genera delle correnti indotte (correnti di *Foucault*) in tutti i conduttori sui quali esso agisce (suoli, rocce);

3. le correnti indotte generano un campo magnetico secondario H_s il quale insieme al campo primario che si propaga direttamente attraverso l'aria provoca il passaggio di corrente alternata in una bobina ricevente.

L'ampiezza delle correnti indotte in un corpo conduttore nel sottosuolo dipende da diversi fattori :

- proprietà elettriche del conduttore;
- dimensioni e dalla forma del conduttore;
- frequenza del campo primario;
- posizione del conduttore rispetto agli strumenti di indagine geofisica.

La conduttività elettrica (l'inverso della resistività) dei suoli e delle rocce dipende inoltre dal grado di saturazione in acqua, dalla salinità dell'acqua contenuta nei pori della roccia, dalla composizione mineralogica, dalla presenza di metalli o contaminanti organici (benzina, gasolio, nafta ecc.).

Si analizza quindi la variazione in ampiezza e fase che un segnale (onda sinusoidale) subisce nell'attraversare mezzi a diversa conduttività.

Tra le diverse soluzioni tecniche disponibili sono da evidenziare, per il loro utilizzo in geofisica ambientale, gli strumenti denominati Ground Conductivity Meters (GCM), commercializzati da Geonics Ltd (EM31), GSSI (GEM300) e Geophex Ltd (GEM-2). Tali dispositivi elettromagnetici in dominio di frequenza (di tipo Slingram) utilizzano due bobine di piccole dimensioni (Small-loop systems), una trasmittente ed una ricevente, affiancate secondo specifiche configurazioni e mantenute ad una distanza costante s (a seconda delle strumentazioni compresa tra 0,75 m e 100 m). L'acquisizione prevede lo spostamento dello strumento lungo una serie di profili paralleli secondo una geometria prestabilita.

Le strumentazioni GCM consentono di ricavare, sotto opportune ipotesi, dalla componente in quadratura del campo magnetico secondario, misurato alla bobina ricevente, il valore della conducibilità apparente del volume di suolo indagato.

2.1 CARATTERISTICHE OPERATIVE

Per la presente indagine si è utilizzata la strumentazione elettromagnetica PROFILER EMP-400 prodotta dalla GSSI (USA), un conducivimetro multifrequenza che rientra nella categoria delle strumentazioni elettromagnetiche in dominio di frequenza di tipo GCM. Nell'immagine qui sotto si vede la strumentazione utilizzata.

Il Profiler può utilizzare simultaneamente fino a 3 frequenze definite dall'utente, in un range compreso tra 1 kHz e 16 kHz, registrando le componenti in fase ed in quadratura del campo magnetico secondario, normalizzate rispetto al campo magnetico



primario. Il sensore dello strumento è costituito da una bobina trasmittente e da una ricevente, poste ad una distanza pari a 1.219 m. Tale geometria, chiamata configurazione bistatica, contiene anche una terza bobina accoppiata bucking coil che rimuove (avendo polarità opposta) il campo magnetico primario registrato alla bobina ricevente, di intensità molto superiore a quello indotto.

Le bobine riceventi registrano, tramite un convertitore A/D (analogico-digitale) a 16 bit, il segnale dovuto al campo magnetico indotto; dall'analisi di convoluzione tra il campo magnetico primario ed il secondario viene elaborato il loro rapporto ed espresso in ppm (parti per milione).

Estraendo la componente in fase e la componente in quadratura di fase, si ha:

$$\text{In fase: } \operatorname{Re}\left(\frac{H_s}{H_p}\right) \cdot 10^6 \text{ [ppm]}$$

$$\text{In quadratura: } \operatorname{Im}\left(\frac{H_s}{H_p}\right) \cdot 10^6 \text{ [ppm]}$$

La componente in fase risulta sensibile ad oggetti metallici (fusti sepolti, tubazioni interrate ecc.). La componente in quadratura di fase è proporzionale alla conducibilità del mezzo indagato.

I conducivimetri LIN (a basso numero d'induzione) consentono, per un range di frequenze e di conducibilità determinato, di calcolare la conducibilità elettrica apparente del terreno indagato. Il GEM-2 fornisce direttamente il valore della conducibilità apparente, calcolato con la formula:

$$\sigma_a = 360 \cdot \text{ppm}(Q) / f \text{ [mS/m]}$$

essendo $\text{ppm}(Q)$ la componente in quadratura di fase ed f la frequenza [Hz].

Delle frequenze acquisite e comprese tra i 1000 ed i 15000 Hz, si è scelta la più significativa, e cioè la frequenza a 15000 Hz, in quanto fornisce le informazioni più dettagliate relativamente ai primi metri di sottosuolo. I valori della componente in quadratura (convertita in conducibilità elettrica, in millisiemens per metro – mS/m) delle singole sub-aree sono stati elaborati con un programma di *contouring* per la definizione di una mappa di variazione del parametro geofisico (correlato alle caratteristiche dei materiali presenti nel sottosuolo).

2.2 POTENZIALI FONTI DI DISTURBO

Il Profiler EMP-400 fornisce un valore relativo di conducibilità elettrica a partire dal confronto tra due campi magnetici (campo primario e campo indotto). E' evidente, quindi, che la presenza di campi elettromagnetici nella zona del rilievo possono essere fonte di disturbo. La misura elettromagnetica, in particolare, fortemente disturbata da:

- elettrodotti;
- motori elettrici di grosse dimensioni;
- accumuli di rottami metallici ecc..

2.3 PROFONDITA' DI INDAGINE

L'utilizzo di più frequenze consente d'individuare anomalie diverse prodotte da target di diversa natura. La profondità d'indagine è funzione della frequenza, della conducibilità del mezzo e della geometria e disposizione dell'anomalia da indagare.

Il Profiler EMP-400, con spaziatura pari a 1,219 m tra le bobine, ha una profondità massima di investigazione di circa 10m, in base alle caratteristiche del mezzo investigato. Sulla base di queste considerazioni, se gli eventuali obiettivi dovessero trovarsi in zone a profondità maggiore occorre approfondire l'indagine con indagini geofisiche di dettaglio (linee di tomografia elettrica) o direttamente con sondaggi geognostici.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In allegato alla presente relazione sono riportate dodici figure ricavate da foto aerea ("Google Earth").

Nelle figure sono riportate le risultanze delle indagini elettromagnetiche in ogni singola zona in cui si dovrà realizzare il sondaggio ambientale. In tali figure è possibile notare delle zone fortemente anomale ovvero zone in cui la presenza di manufatti e/o sottoservizi ha condizionato enormemente l'indagine elettromagnetica.

Per il posizionamento dei sondaggi è stata ricercata, già nella fase di acquisizione in campagna, una collocazione tale da non presentare anomalie riconducibili a masse metalliche fino a profondità di circa 5,0 metri. Il punto esatto è stato materializzato in campagna con marcature di vernice sull'asfalto o mediante infissione di picchetti.

In tali punti perciò **l'assenza di anomalie ha permesso di escludere la presenza di masse metalliche sepolte fino ad un massimo di 5 metri dal piano campagna stesso.**

PROGEO

Dott. Gabriele Pulelli





LEGENDA



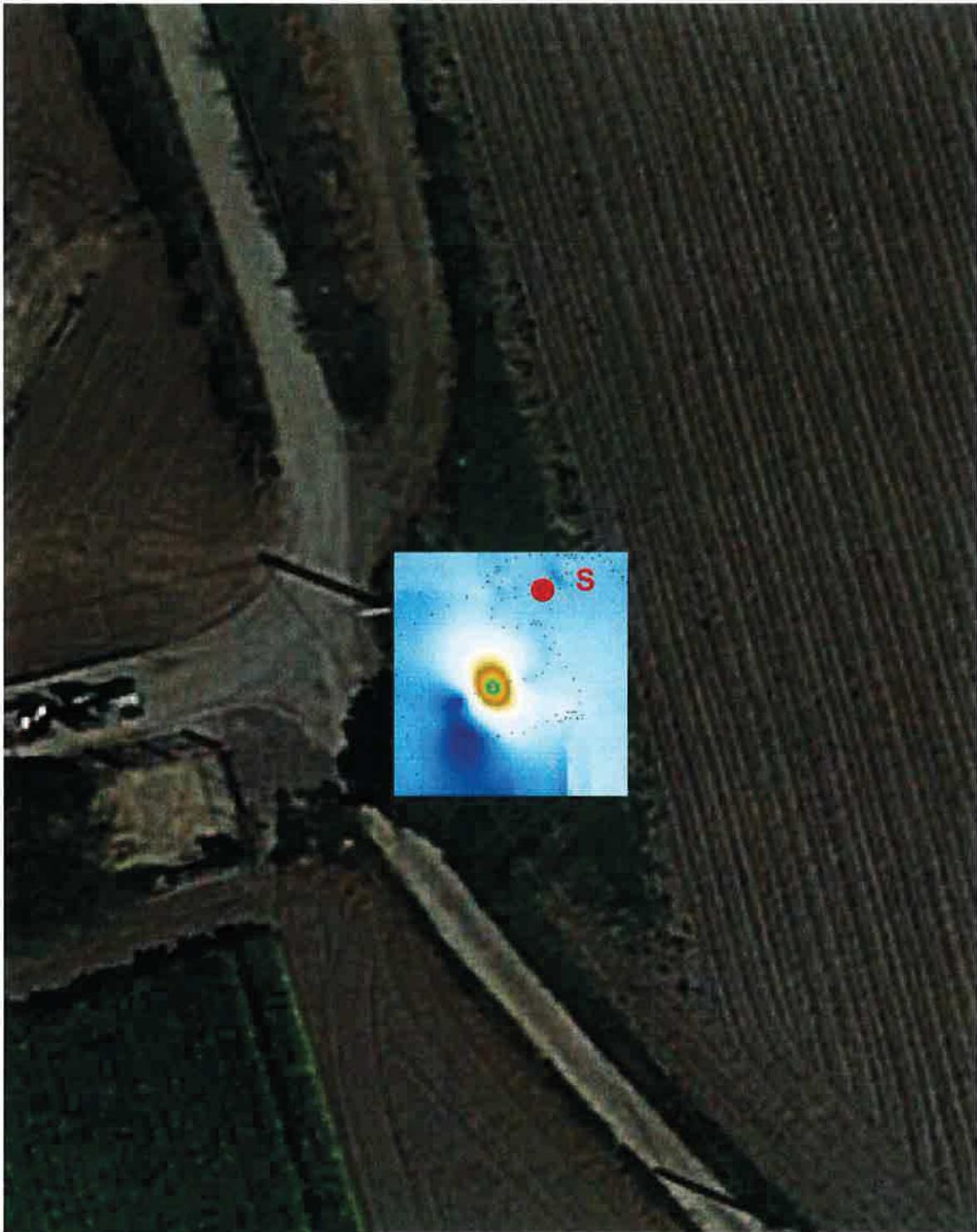
AREA SOGGETTA AD INDAGINE



PROGEO S.r.L.
Via Talea 10/B
47100 Forlì
tel. 0543 723580
fax. 0543 721486
mail progeo@gmail.com
www.progeo.info



Cliente:	ITALFERR
Lavoro:	INDAGINE ELETTROMAGNETICA VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI
Sito:	--
Titolo:	Ricerca masse metalliche
Data:	Dicembre 2014
Figura:	1
Scala:	-----



LEGENDA

 **SONDAGGIO**



AREA INDAGATA

CONDUCIBILITA' ELETTRICA



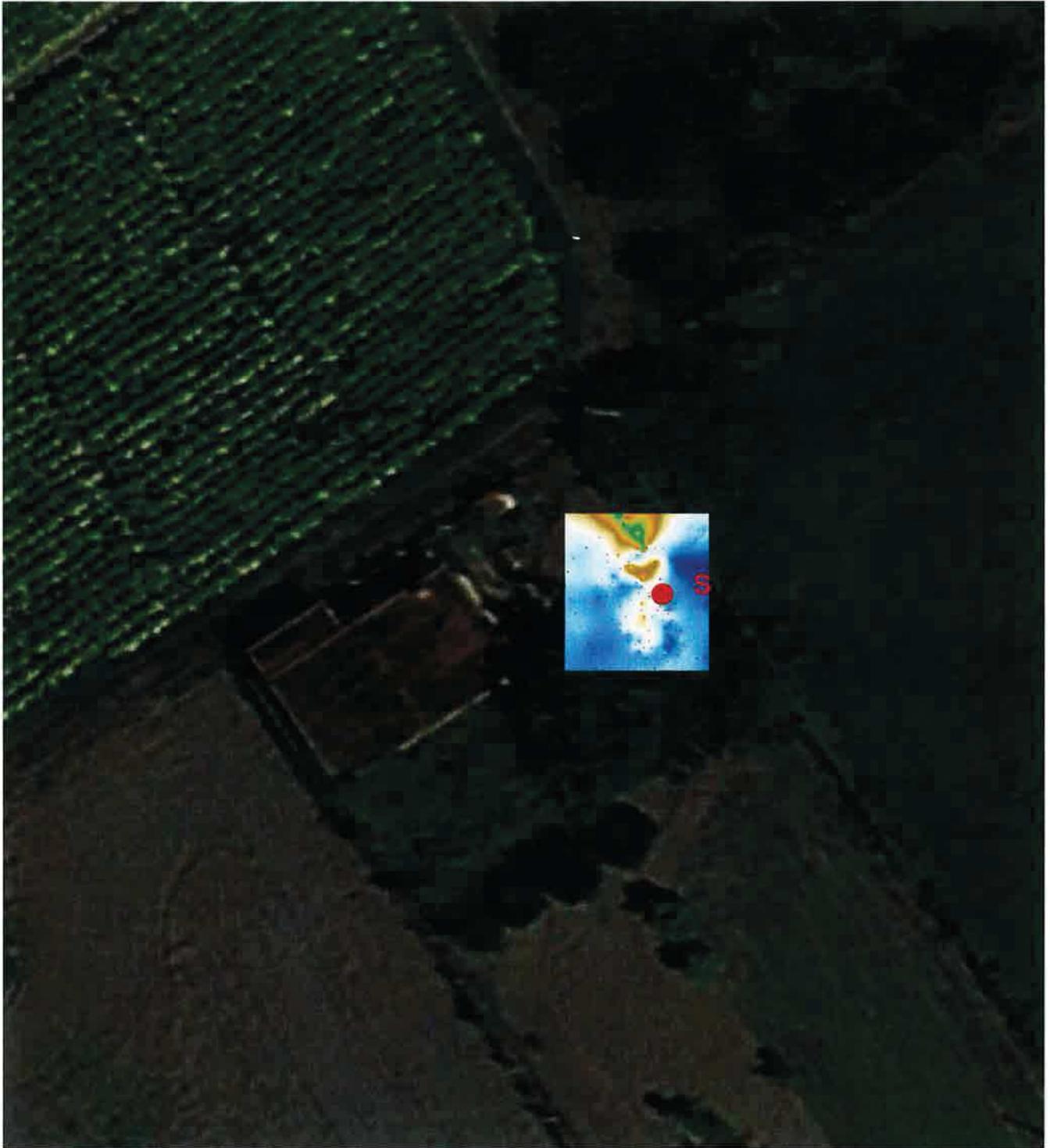
Probabilità presenza oggetti metallici
bassa alta



PROGEO S.r.L.
Via Talete 10/8
47100 Forlì
tel. 0543 723580
fax. 0543 721486
mail. proggeo@gmail.com
www.proggeo.info



Cliente: ITALFERR
Lavoro: INDAGINE ELETTROMAGNETICA
VARIANTE LINEA CANCELLO -NAPOLI
Sito:
Titolo: Posizionamenti indagini geognostiche
Data: Dicembre 2014
Figura: 5
Scala: -----



LEGENDA

● **SONDAGGIO**



AREA INDAGATA

CONDUCIBILITA' ELETTRICA



Probabilità presenza oggetti metallici
bassa alta

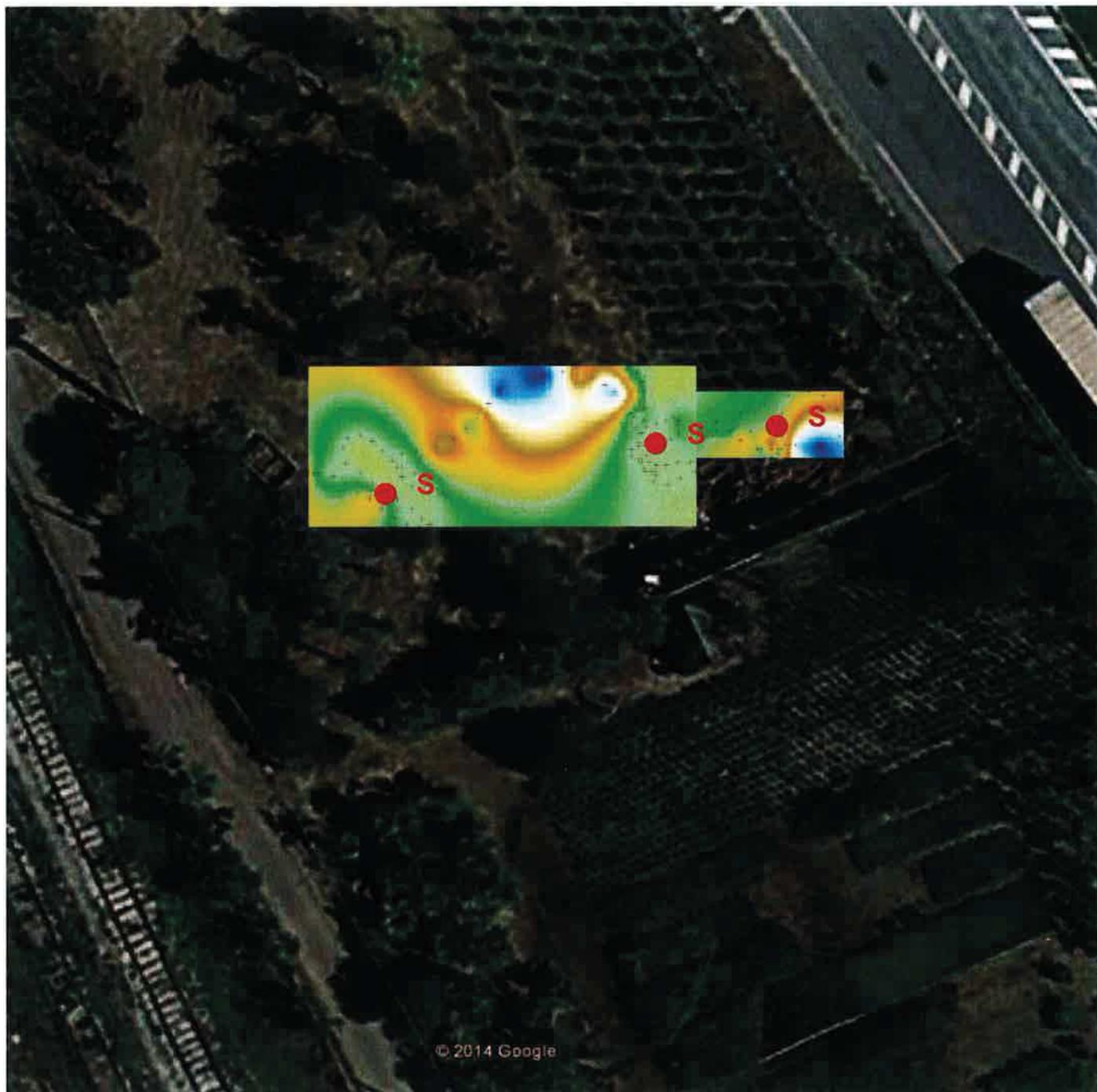


PROGEO S.r.l.

Via Talete 10/8
47100 Forlì
tel. 0543 723580
fax. 0543 721486
mail progeo@gmail.com
www.progeo.info



Cliente: ITALFERR
Lavoro: INDAGINE ELETTROMAGNETICA
VARIANTE LINEA CANCELLO -NAPOLI
Sito:
Titolo: Posizionamenti indagini geognostiche
Data: Dicembre 2014
Figura: 6
Scala: -----



LEGENDA

 **SONDAGGIO**



AREA INDAGATA

CONDUCIBILITA' ELETTRICA



Probabilità presenza oggetti metallici
bassa alta



PROGEO S.r.l.
Via Talete 10/8
47100 Forlì
tel. 0543 723580
fax. 0543 721486
mail. progeo@gmail.com
www.progeo.info



Cliente:	ITALFERR
Lavoro:	INDAGINE ELETTROMAGNETICA VARIANTE LINEA CANCELLO -NAPOLI
Sito:	
Titolo:	Posizionamenti indagini geognostiche
Data:	Dicembre 2014
Figura:	9
Scala:	-----



LEGENDA

 **SONDAGGIO**



AREA INDAGATA

CONDUCIBILITA' ELETTRICA



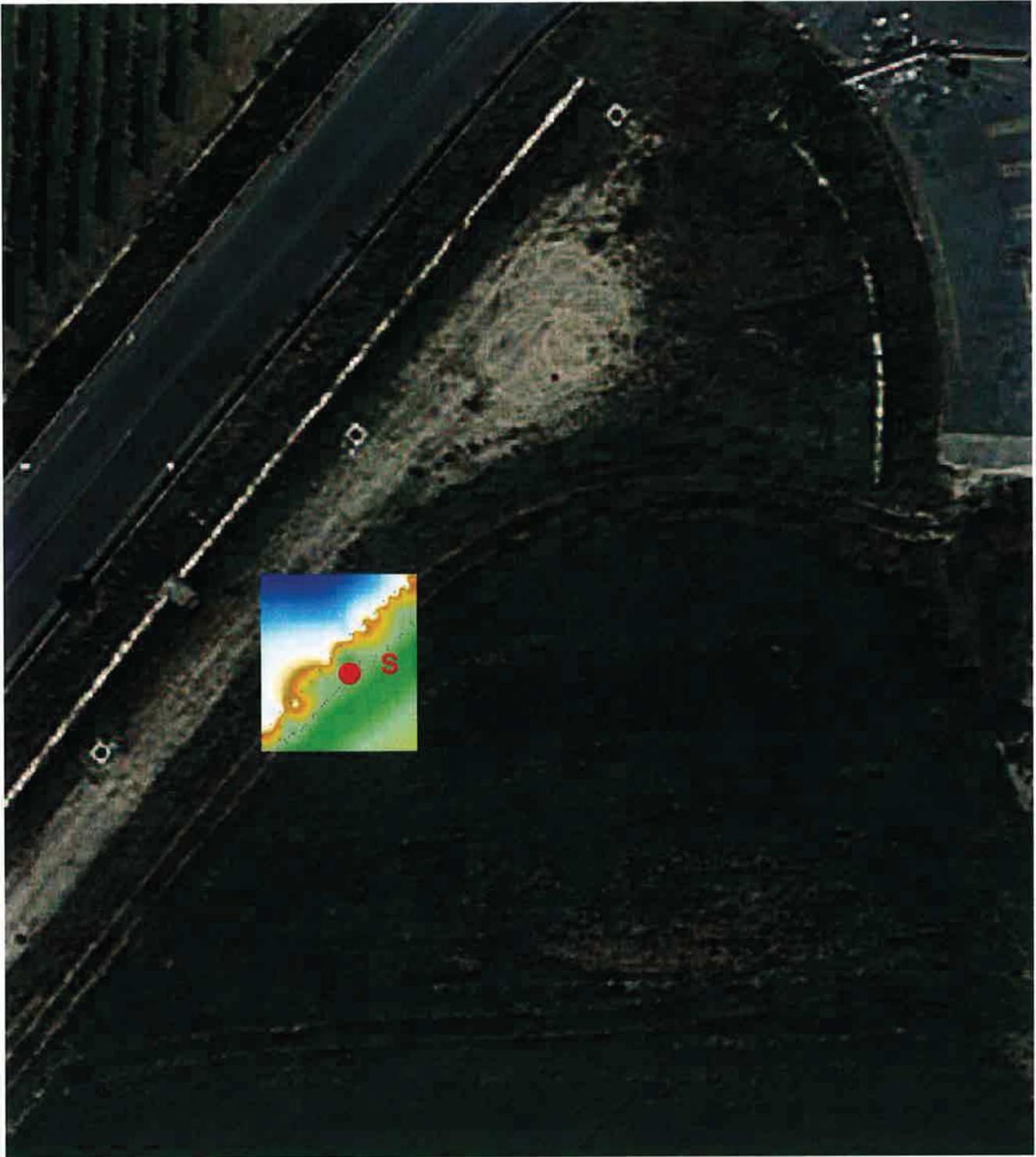
Probabilità presenza oggetti metallici
bassa alta



PROGEO S.r.l.
Via Talele 10/8
47100 Forlì
tel. 0543 723580
fax. 0543 721486
mail progeo@gmail.com
www.progeo.info



Cliente: ITALFERR
Lavoro: INDAGINE ELETTROMAGNETICA
VARIANTE LINEA CANCELLO -NAPOLI
Sito:
Titolo: Posizionamenti indagini geognostiche
Data: Dicembre 2014
Figura: 10
Scala: -----



LEGENDA

 **SONDAGGIO**



AREA INDAGATA

CONDUCIBILITA' ELETTRICA



Probabilità presenza oggetti metallici
bassa alta



PROGEO S.r.l.
Via Talele 10/8
47100 Forlì
tel. 0543 723580
fax. 0543 721486
mail. progeo@gmail.com
www.progeo.info



Cliente: ITALFERR

Lavoro: INDAGINE ELETTROMAGNETICA
VARIANTE LINEA CANCELLO -NAPOLI

Sito:

Titolo: Posizionamenti indagini geognostiche

Data: Dicembre 2014

Figura: 12

Scala: -----

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA
UO GEOLOGIA

PROGETTO DEFINITIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

INDAGINI GEOFISICHE 3° FASE (PROVE DOWN HOLE)

SCALA:

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

IFOE 00 D 69 IG GE0001 004 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Aut. Geologo
A	Emissione esecutiva	BALDI 	Dicembre 2014	MANCINI 	Dicembre 2014	APREA 	Dicembre 2014	ITALFERR S.p.A. Dott. Geologo Francesco MARCHESI Resp. UO GEOLOGIA Ordine Geol. n. 179 ES



ITINERARIO NAPOLI-BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
VIABILITA' GAUDELLO
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE- RAPPORTO TECNICO

PROVE DOWN-HOLE

PROGETTO
IF0E

LOTTO
00

CODIFICA
D691G

DOCUMENTO
GE0001001

REV
A

FOGLIO
2 di 34

INDICE

1 - INTRODUZIONE.....	3
2 – STRUMENTAZIONE IMPIEGATA, PERSONALE E SISTEMA QUALITÀ.....	4
3 - FINALITÀ DELLA PROSPEZIONE.....	5
4 - CARATTERISTICHE DELLA PERFORAZIONE E LAVORI SVOLTI.....	6
5 - METODOLOGIA ESECUTIVA DEL RILIEVO.....	7
6 - METODOLOGIA INTERPRETATIVA.....	9
7 – ANALISI DEI RISULTATI.....	9
APPENDICE.....	22



ITINERARIO NAPOLI-BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
VIABILITA' GAUDELLO
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE- RAPPORTO TECNICO

PROVE DOWN-HOLE

PROGETTO
IF0E

LOTTO
00

CODIFICA
D69IG

DOCUMENTO
GE0001001

REV.
A

FOGLIO
3 di 34

1 - INTRODUZIONE

La presente relazione riferisce i risultati dei carotaggi sismici down-hole eseguiti nell'ambito del Progetto definitivo " ITINERARIO NAPOLI-BARI VARIANTE LINEA CANCELLO-NAPOLI VIABILITA' GAUDELLO " per conto di RFI .

L'indagine geofisica è stata condotta all'interno di n° 6 sondaggi meccanici, secondo quanto concordato con la D.L..

I lavori si sono svolti in un unico intervento nei giorni 29 e 30 Dicembre 2014, con l'esecuzione di 6 carotaggi sismici down-hole.

Scopo della prospezione geofisica è stata la caratterizzazione dinamica dei terreni attraverso il parametro della velocità sismica delle onde P e delle onde S_H e 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 descritte le modalità d'esecuzione della fase di acquisizione dei dati sperimentali e le metodologie interpretative dei dati sismici.





ITINERARIO NAPOLI-BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
VIABILITA' GAUDELLO
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE- RAPPORTO TECNICO

PROVE DOWN-HOLE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV FOGLIO
IFOE 00 D69IG GE0001001 A 4 di 34

2 – STRUMENTAZIONE IMPIEGATA, PERSONALE E SISTEMA QUALITÀ

n°	Strumentazione prove DOWN-HOLE	COD. IDENT.
1	Sismografo GEOMETRICS "GEODE" 24 ch - 24 bit	SGG-SI-39
1	Computer portatile per registrazione dei dati di campagna	
1	Cavo di collegamento per geofoni	SGG-SI-39H
1	Geofono tridimensionale da foro GEOSTUFF, a frequenza propria di 15 Hz, munito di bussola elettronica per orientamento del geofono e di ancoraggio meccanico motorizzato alla parete del foro	SGG-SI-55A
1	Sistema specifico per la generazione di onde polarizzate S_H	
1	Trigger dispositivo "arm switch"	
2	Masse battenti del peso di 5 e 10 kg	

Tutti gli strumenti di misura impiegati, in accordo con il calendario di taratura afferente al "sistema di qualità" in uso presso questo studio, sono tarati presso il laboratorio cetace di Calenzano, afferente alla CESVIT S.p.A. ed accreditato SIT (Servizio di Taratura in Italia).

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.M. BALDI
• Prospettore geofisico	M.SCHEGGI
• Responsabile Assicurazione Qualità per la prospezione	A.M. BALDI
• Interpretazione prove down-hole	M.SCHEGGI
• Editing	M.SCHEGGI



ITINERARIO NAPOLI-BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
VIABILITA' GAUDELLA
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE- RAPPORTO TECNICO

PROVE DOWN-HOLE

PROGETTO
IF0E

LOTTO
00

CODIFICA
D69IG

DOCUMENTO
GE0001001

REV.
A

FOGLIO
5 di 34

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 geofisica possono così essere sinteticamente riassunte:

- *definire la velocità di propagazione delle onde sismiche P ed S_H nel sottosuolo;*
- *parametrizzazione dinamica dei terreni attraverso le misure geofisiche;*
- *definizione del valore V_{S30} per la classificazione dei suoli di fondazione nelle categorie previste dalla normativa antisismica.*



ITINERARIO NAPOLI-BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
VIABILITA' GAUDELLO
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE- RAPPORTO TECNICO

PROVE DOWN-HOLE

PROGETTO
IF0E

LOTTO
00

CODIFICA
D69IG

DOCUMENTO
GE0001001

REV
A

FOGLIO
6 di 34

4 - CARATTERISTICHE DELLA PERFORAZIONE E LAVORI SVOLTI

Al momento dell'esecuzione dei carotaggi sismici, i sondaggi meccanici risultavano completamente rivestiti con tubazione in pvc cementata alle pareti dei fori stessi.

Le profondità dei sondaggi erano di 30 metri ed al momento delle prove, i fori presentavano acqua al loro interno.

Le registrazioni sismiche, all'interno dei sondaggi, sono state eseguite con un'interdistanza fra le misure pari ad 1,0 metri, a partire dal fondo foro fino al piano campagna.

Di seguito si riporta il dettaglio delle indagini:

Sondaggio n°	Profondità m p.c.	Offset m	Data esecuzione
S58	30,0	3.0	29-12-2014
S59	30,0	3.0	29-12-2014
S32	30,0	3.0	30-12-2014
S39	30,0	3.0	29-12-2014
S34	30,0	3.0	29-12-2014
S30	30,0	3.0	30-12-2014

In totale sono stati eseguiti 180 metri di carotaggio sismico down-hole.

5 - METODOLOGIA ESECUTIVA DEL RILIEVO

Lo scopo della prova down-hole consiste nel determinare la velocità di propagazione delle onde di compressione (onde P) e di taglio (onde S_H), calcolando il tempo ad esse necessario per raggiungere il geofono ricevitore (all'interno del foro di sondaggio) dalla zona sorgente (su piano campagna a distanza nota dal foro). Si suppone che il volume di terreno, interessato dalle indagini sia stratificato orizzontalmente e che all'interno d'ogni strato il comportamento del terreno si possa considerare elastico, omogeneo ed isotropo.

La prova consiste nel produrre in superficie sollecitazioni verticali per la generazione di onde di compressione P, ed orizzontali per la generazione di onde di taglio polarizzate orizzontalmente S_H e nel registrare l'istante di primo arrivo del treno d'onde ad un sistema composto da una terna di geofoni, ancorati a profondità nota nel foro di sondaggio (fig. 5.1).

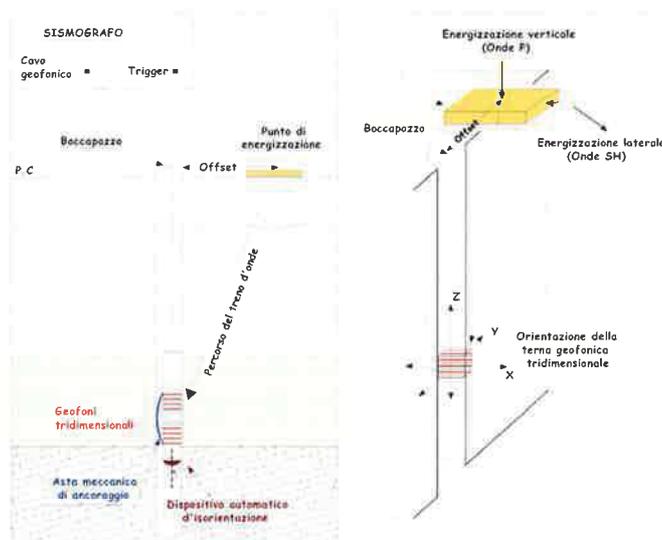


Figura 5.1 - Rappresentazione schematica di un carotaggio sismico down-hole.

Conosciuta la distanza tra la sorgente ed i ricevitori e determinato il tempo di propagazione, è possibile stimare in maniera accurata la distribuzione delle velocità sismiche (P e S_H) in corrispondenza della verticale di misura.

Per generare le onde di compressione P è stata utilizzata una massa battente da 5 kg.

Per le onde S_H è stato invece utilizzato, come sorgente, un apposito dispositivo, la cui forma permette colpi laterali su entrambi i lati. Tale dispositivo viene gravato con sacchi di sabbia, al fine di assicurare una perfetta aderenza con il terreno, così da evitare ogni tipo di



ITINERARIO NAPOLI-BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
VIABILITA' GAUDELLO
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE- RAPPORTO TECNICO

PROVE DOWN-HOLE

PROGETTO
IF0E

LOTTO
00

CODIFICA
D691G

DOCUMENTO
GE0001001

REV.
A

FOGLIO
8 di 34

dispersione dell'energia prodotta. Il sistema energizzante adottato è in grado di generare onde elastiche ad alta frequenza, con forme d'onda ripetibili e direzionali, vale a dire con la possibilità di ottenere prevalentemente onde di compressione e/o di taglio polarizzate su piani orizzontali, ed eventualmente anche verticali. Come sistema di ricezione è stata utilizzata una sonda meccanizzata al cui interno sono alloggiati tre ricevitori, ciascuno dei quali è costituito da un trasduttore di velocità. Il trasduttore verticale è orientato secondo la lunghezza della sonda, mentre i trasduttori orizzontali, orientabili automaticamente secondo il Nord geografico, sono disposti in direzioni ad essa perpendicolare (N-S ed E-W). I trasduttori hanno una frequenza propria di 15 Hz ed una sensibilità tale da poter ricevere in maniera adeguata il treno d'onde prodotto dalla sorgente. La sonda possiede un'asta meccanica motorizzata che garantisce l'aderenza tra i ricevitori e le pareti del rivestimento. Il sistema d'acquisizione dati è di tipo multicanale ed è in grado di registrare su ciascun canale in forma digitale le forme d'onda e di conservarle su memoria di massa dinamica a 24 bit.

Le due prove si sono sviluppate secondo le seguenti fasi:

1. Dopo ad aver predisposto un opportuno piano d'appoggio, il dispositivo sorgente è stato collocato sulla superficie in prossimità del foro ad una distanza di 3,0 m ed orientato con direzione Est-Ovest perpendicolarmente al raggio condotto dal foro.
2. Il sistema, costituito dai tre ricevitori è stato calato a fondo foro collegandolo alla superficie mediante un sistema che ne consente l'orientamento assoluto dalla superficie.
3. Dopo aver ancorato la sonda geofonica alle pareti del rivestimento, si è proceduto con le fasi di orientamento dei trasduttori.
4. Campionamento del rumore ambientale.
5. È stato quindi attivato il dispositivo sorgente, producendo una sollecitazione che, attivando il trigger (dispositivo "arm-switch"), si propaga dalla sorgente verso i ricevitori con vibrazioni di tipo compressionale; di seguito (con energizzazione separata e distinta) sono state generate vibrazioni di tipo S_H , dirette perpendicolarmente alla direzione di percussione e polarizzate sul piano orizzontale. Per l'ottenimento di una buona qualità dei dati, è necessario produrre alla sorgente due onde di polarità opposta e sommare le registrazioni d'ogni singolo arrivo, così da individuare in modo migliore l'istante di primo arrivo (metodo cross-over).
6. La prova è stata quindi ripetuta con interdistanza fra le misure pari a 1,0 m per tutto il tratto di sondaggio.



ITINERARIO NAPOLI-BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
VIABILITA' GAUDELLA
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE- RAPPORTO TECNICO

PROVE DOWN-HOLE

PROGETTO
IFOE

LOTTO
00

CODIFICA
D69IG

DOCUMENTO
GE0001001

REV
A

FOGLIO
9 di 34

6 - METODOLOGIA INTERPRETATIVA

Nel presente rilievo sono stati impiegati rispettivamente fondo scala di 1,0 secondo e passo di campionamento di 0,125 millisecondi. I tempi relativi alle onde P ed S_H sono stati letti attraverso uno specifico programma di picking (SEISOPTPICKER; precisione dell'ordine di 0,1 millisecondi).

Per avere un buon controllo sulla procedura di lettura dei tempi e valutare al contempo la qualità dei dati sismici acquisiti per tutto il tragitto di ogni sondaggio, i valori numerici dei primi arrivi delle onde sismiche P ed S_H sono stati riportati su sezioni tempo/tracce ove le varie tracce sono scelte in funzione dell'orientamento del sistema ricevitore/sorgente. Tale procedura consente di ottenere così delle forme d'onda più definite nelle ampiezze. In particolare con riferimento alle onde di taglio sono state scelte le tracce riferite alla differenza tra la battuta destra e quella sinistra. I tempi d'arrivo delle onde di compressione e di taglio sono stati corretti, rispetto alla verticale, e riportati su diagrammi profondità – tempi (riportati in appendice) sui quali sono stati individuati i tratti a pendenza circa costante.

Dalla pendenza dei tratti sono state determinate le velocità intervallari delle onde P ed S_H nel terreno.

7 – ANALISI DEI RISULTATI

L'elaborazione delle misure geofisiche ha permesso di ricostruire la porzione di terreno immediatamente adiacente ai sondaggi.

Durante la fase di elaborazione dei dati sismici sperimentali, non è stato necessario ricorrere all'utilizzo dei filtri per migliorare la qualità dei sismogrammi in quanto i dati acquisiti risultavano di buona qualità, essendo sostanzialmente ben allineati su delle rette, con scarsa o assente dispersione dei punti.

Di seguito si riportano le tabelle con indicazioni dei tempi d'arrivo originali e quelli corretti in funzione della profondità di misura.



ITINERARIO NAPOLI-BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
VIABILITA' GAUDELLO
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE- RAPPORTO TECNICO

PROVE DOWN-HOLE

PROGETTO
IF0E

LOTTO
00

CODIFICA
D69IG

DOCUMENTO
GE0001001

REV.
A

FOGLIO
10 di 34

Carotaggio sismico down hole S58

Profondità m	Onde P Tempi corretti ms	Onde SH Tempi corretti ms	Onde P Tempi sperimentali ms	Onde SH Tempi sperimentali ms
0	0.00	0.00	0.00	0.00
1	2.75	5.38	8.70	17.00
2	5.27	10.54	9.50	19.00
3	7.35	14.14	10.40	20.00
4	9.36	17.60	11.70	22.00
5	11.23	19.72	13.10	23.00
6	11.81	22.63	13.20	25.30
7	12.41	25.37	13.50	27.60
8	13.30	29.03	14.20	31.00
9	13.85	32.07	14.60	33.80
10	14.37	34.00	15.00	35.50
11	15.24	37.05	15.80	38.40
12	15.72	39.48	16.20	40.70
13	16.27	41.90	16.70	43.00
14	16.52	44.00	16.90	45.00
15	16.96	45.99	17.30	46.90
16	17.79	48.95	18.10	49.80
17	18.42	51.21	18.70	52.00
18	18.94	53.27	19.20	54.00
19	19.26	55.81	19.50	56.50
20	19.58	57.36	19.80	58.00
21	19.90	58.41	20.10	59.00
22	20.21	60.44	20.40	61.00
23	20.53	61.48	20.70	62.00
24	21.04	62.51	21.20	63.00
25	21.35	64.54	21.50	65.00
26	21.95	67.55	22.10	68.00
27	22.56	69.57	22.70	70.00
28	22.57	71.59	22.70	72.00
29	22.78	73.11	22.90	73.50
30	23.18	74.63	23.30	75.00

La successione evidenziata dall'andamento delle dromocrone, riportate in appendice, è la seguente:



ITINERARIO NAPOLI-BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
VIABILITA' GAUDELLA
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE- RAPPORTO TECNICO

PROVE DOWN-HOLE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IFOE 00 D691G GE0001001 A 11 di 34

Profondità m (da - a)		Velocità Onde P (m/s)	Velocità Onde S _H (m/s)
0.0	4.0	426	224
4.0	10.0	1.533	336
10.0	16.0	2.047	415
16.0	22.0	2.844	546
22.0	30.0	2.631	494

Sulla base delle velocità sismiche (V_P e V_{SH}) è stato possibile calcolare i *moduli elastici dinamici* dei terreni attraversati. I valori di densità attribuiti a ciascuno strato sono stati desunti da dati reperibili in bibliografia. I risultati sono riportati nella tabella sottostante:

Profondità m (da - a)		Densità (kN/m ³)	V_P m/s	V_{SH} m/s	poisson	taglio dinamico (kN/m ²)	young (kN/m ²)	bulk (kN/m ²)
0.0	4.0	18.0	426	224	0.31	9.21E+04	2.41E+05	2.10E+05
4.0	10.0	18.5	1533	336	0.47	2.13E+05	6.28E+05	4.15E+06
10.0	16.0	18.5	2047	415	0.48	3.25E+05	9.60E+05	7.47E+06
16.0	22.0	19.0	2844	546	0.48	5.77E+05	1.71E+06	1.49E+07
22.0	30.0	19.0	2631	494	0.48	4.73E+05	1.40E+06	1.28E+07

Sulla base delle velocità delle onde di taglio (V_{SH}), sono inoltre forniti il profilo di velocità delle onde di taglio ed il valore V_{S30} calcolato a partire dal piano campagna, quest'ultimo utile per la classificazione dei suoli di fondazione nelle categorie previste dalla normativa antisismica.

Litologia	Spessore (m)	V_{SH} (m/s)
Terreno vegetale/sabbia	4.0	224
Sabbia	6.0	336
Ghiaia	6.0	415
Ghiaia	6.0	546
Sabbia	8.0	494

V_{S30} dal piano campagna = 388 m/s

In quest'area il valore di V_{S30} , se riferito al piano campagna, risulta pari a 388 m/s. L'area di indagine rientra nella categoria di suolo di tipo **B**.



ITINERARIO NAPOLI-BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
VIABILITA' GAUDELLA
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE- RAPPORTO TECNICO

PROVE DOWN-HOLE

PROGETTO
IFOE

LOTTO
00

CODIFICA
D691G

DOCUMENTO
GE0001001

REV
A

FOGLIO
12 di 34

Carotaggio sismico down hole S59

Profondità	Onde P	Onde S _H	Onde P	Onde S _H
	tempi verticali	tempi verticali	tempi sperimentali	tempi sperimentali
m	ms	ms	ms	ms
0	0.00	0.00	0.00	0.00
1	2.18	8.54	6.90	27.00
2	5.16	16.25	9.30	29.30
3	7.78	21.50	11.00	30.40
4	9.44	27.52	11.80	34.40
5	10.29	31.47	12.00	36.70
6	10.91	33.27	12.20	37.20
7	11.40	36.77	12.40	40.00
8	12.08	39.33	12.90	42.00
9	12.52	41.74	13.20	44.00
10	13.03	45.02	13.60	47.00
11	13.51	46.31	14.00	48.00
12	13.78	49.09	14.20	50.60
13	14.71	51.64	15.10	53.00
14	15.94	52.31	16.30	53.50
15	16.57	53.44	16.90	54.50
16	17.00	55.04	17.30	56.00
17	17.43	58.10	17.70	59.00
18	17.66	60.66	17.90	61.50
19	17.98	61.24	18.20	62.00
20	18.30	63.29	18.50	64.00
21	18.81	64.35	19.00	65.00
22	19.02	65.39	19.20	66.00
23	19.34	67.43	19.50	68.00
24	19.65	69.46	19.80	70.00
25	20.55	70.49	20.70	71.00
26	21.46	73.51	21.60	74.00
27	21.67	76.03	21.80	76.50
28	21.78	77.95	21.90	78.40
29	22.48	78.98	22.60	79.40
30	22.89	80.20	23.00	80.60

La successione evidenziata dall'andamento delle dromocrone, riportate in appendice, è la seguente:



ITINERARIO NAPOLI-BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
VIABILITA' GAUDELLO
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE- RAPPORTO TECNICO

PROVE DOWN-HOLE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV FOGLIO
IF0E 00 D69IG GE0001001 A 13 di 34

Profondità m (da - a)		Velocità Onde P (m/s)	Velocità Onde S _H (m/s)
0.0	3.0	379	137
3.0	7.0	1.515	332
7.0	13.0	1.964	409
13.0	24.0	2.788	577
24.0	30.0	2.226	501

Sulla base delle velocità sismiche (V_P e V_{SH}) è stato possibile calcolare i *moduli elastici dinamici* dei terreni attraversati. I valori di densità attribuiti a ciascuno strato sono stati desunti da dati reperibili in bibliografia. I risultati sono riportati nella tabella sottostante:

Profondità m (da - a)		Densità (kN/m ³)	V_P m/s	V_{SH} m/s	poisson	taglio dinamico (kN/m ²)	young (kN/m ²)	bulk (kN/m ²)
0.0	3.0	18.5	379	137	0.42	3.54E+04	1.01E+05	2.24E+05
3.0	7.0	18.5	1515	332	0.47	2.08E+05	6.13E+05	4.05E+06
7.0	13.0	18.5	1964	409	0.48	3.15E+05	9.32E+05	6.85E+06
13.0	24.0	19.0	2788	577	0.48	6.45E+05	1.91E+06	1.42E+07
24.0	30.0	19.0	2226	501	0.47	4.86E+05	1.43E+06	8.95E+06

Sulla base delle velocità delle onde di taglio (V_{SH}), sono inoltre forniti il profilo di velocità delle onde di taglio ed il valore V_{s30} calcolato a partire dal piano campagna, quest'ultimo utile per la classificazione dei suoli di fondazione nelle categorie previste dalla normativa antisismica.

Litologia	Spessore (m)	V_{SH} (m/s)
Terreno vegetale/sabbia	3.0	137
Sabbia	4.0	332
Ghiaia	6.0	409
Ghiaia	11.0	577
Sabbia	6.0	501

V_{s30} dal piano campagna = 377 m/s

In quest'area il valore di V_{s30} , se riferito al piano campagna, risulta pari a 377 m/s. L'area di indagine rientra nella categoria di suolo di tipo **B**.



ITINERARIO NAPOLI-BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
VIABILITA' GAUDELLA
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE- RAPPORTO TECNICO

PROVE DOWN-HOLE

PROGETTO
IFOE

LOTTO
00

CODIFICA
D69IG

DOCUMENTO
GE0001001

REV.
A

FOGLIO
14 di 34

Carotaggio sismico down hole S32

Profondità	Onde P tempi verticali	Onde S _H tempi verticali	Onde P tempi sperimentali	Onde S _H tempi sperimentali
m	ms	ms	ms	ms
0	0.00	0.00	0.00	0.00
1	2.69	5.85	8.50	18.50
2	5.88	12.15	10.60	21.90
3	8.84	19.87	12.50	28.10
4	11.20	25.68	14.00	32.10
5	12.52	28.55	14.60	33.30
6	13.42	34.88	15.00	39.00
7	14.34	39.43	15.60	42.90
8	14.98	41.29	16.00	44.10
9	16.60	44.49	17.50	46.90
10	17.05	47.13	17.80	49.20
11	17.85	50.17	18.50	52.00
12	18.63	51.42	19.20	53.00
13	19.10	54.57	19.60	56.00
14	19.46	56.52	19.90	57.80
15	20.00	57.85	20.40	59.00
16	20.35	59.56	20.70	60.60
17	20.68	61.55	21.00	62.50
18	21.01	63.72	21.30	64.60
19	21.24	65.98	21.50	66.80
20	22.05	68.24	22.30	69.00
21	22.27	71.38	22.50	72.10
22	22.59	73.32	22.80	74.00
23	22.91	74.87	23.10	75.50
24	23.32	76.41	23.50	77.00
25	23.63	78.44	23.80	79.00
26	24.04	79.67	24.20	80.20
27	24.45	82.69	24.60	83.20
28	24.86	84.72	25.00	85.20
29	25.27	86.54	25.40	87.00
30	25.57	88.56	25.70	89.00

La successione evidenziata dall'andamento delle dromocrone, riportate in appendice, è la seguente:



ITINERARIO NAPOLI-BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
VIABILITA' GAUDELLIO
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE- RAPPORTO TECNICO

PROVE DOWN-HOLE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IFOE 00 D691G GE0001001 A 15 di 34

Profondità m (da - a)		Velocità Onde P (m/s)	Velocità Onde S _H (m/s)
0.0	3.0	349	151
3.0	9.0	1.053	236
9.0	21.0	2.039	471
21.0	30.0	2.545	518

Sulla base delle velocità sismiche (V_P e V_{SH}) è stato possibile calcolare i *moduli elastici dinamici* dei terreni attraversati. I valori di densità attribuiti a ciascuno strato sono stati desunti da dati reperibili in bibliografia. I risultati sono riportati nella tabella sottostante:

Profondità m (da - a)		Densità (kN/m ³)	V_P m/s	V_{SH} m/s	poisson	taglio dinamico (kN/m ²)	young (kN/m ²)	bulk (kN/m ²)
0.0	3.0	18.0	349	151	0.38	4.18E+04	1.16E+05	1.68E+05
3.0	9.0	18.5	1053	236	0.47	1.05E+05	3.10E+05	1.95E+06
9.0	21.0	18.5	2039	471	0.47	4.18E+05	1.23E+06	7.28E+06
21.0	30.0	19.0	2545	518	0.48	5.20E+05	1.54E+06	1.19E+07

Sulla base delle velocità delle onde di taglio (V_{SH}), sono inoltre forniti il profilo di velocità delle onde di taglio ed il valore V_{S30} calcolato a partire dal piano campagna, quest'ultimo utile per la classificazione dei suoli di fondazione nelle categorie previste dalla normativa antisismica.

Litologia	Spessore (m)	V_{SH} (m/s)
Terreno vegetale/limo	3.0	151
Sabbia	6.0	236
Ghiaiai	12.0	471
Ghiaia	9.0	518

V_{S30} dal piano campagna = 340 m/s

In quest'area il valore di V_{S30} , se riferito al piano campagna, risulta pari a 340 m/s. L'area di indagine rientra nella categoria di suolo di tipo **C**.



ITINERARIO NAPOLI-BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
VIABILITA' GAUDELLO
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE- RAPPORTO TECNICO

PROVE DOWN-HOLE

PROGETTO
IFOE

LOTTO
00

CODIFICA
D69IG

DOCUMENTO
GE0001001

REV.
A

FOGLIO
16 di 34

Carotaggio sismico down hole S39

Profondità	Onde P	Onde S _H	Onde P	Onde S _H
	tempi verticali	tempi verticali	tempi sperimentali	tempi sperimentali
m	ms	ms	ms	ms
0	0.00	0.00	0.00	0.00
1	2.21	4.74	7.00	15.00
2	4.44	9.60	8.00	17.30
3	6.36	13.86	9.00	19.60
4	8.48	18.40	10.60	23.00
5	10.98	22.29	12.80	26.00
6	11.90	26.21	13.30	29.30
7	12.59	28.49	13.70	31.00
8	13.11	33.24	14.00	35.50
9	13.76	36.43	14.50	38.40
10	14.37	41.09	15.00	42.90
11	15.15	44.19	15.70	45.80
12	16.10	47.54	16.60	49.00
13	16.37	51.25	16.80	52.60
14	16.92	53.09	17.30	54.30
15	17.16	55.50	17.50	56.60
16	17.69	57.89	18.00	58.90
17	18.02	59.97	18.30	60.90
18	18.45	61.75	18.70	62.60
19	18.77	65.19	19.00	66.00
20	19.28	67.25	19.50	68.00
21	19.80	68.80	20.00	69.50
22	20.11	71.34	20.30	72.00
23	20.72	72.88	20.90	73.50
24	21.33	75.02	21.50	75.60
25	21.74	76.45	21.90	77.00
26	22.05	78.48	22.20	79.00
27	22.36	80.50	22.50	81.00
28	22.67	82.53	22.80	83.00
29	22.88	84.55	23.00	85.00
30	23.48	86.57	23.60	87.00

La successione evidenziata dall'andamento delle dromocroni, riportate in appendice, è la seguente:



ITINERARIO NAPOLI-BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
VIABILITA' GAUDELLO
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE- RAPPORTO TECNICO

PROVE DOWN-HOLE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IFOE 00 D691G GE0001001 A 17 di 34

Profondità m (da - a)		Velocità Onde P (m/s)	Velocità Onde S _H (m/s)
0.0	4.0	473	217
4.0	10.0	1.506	268
10.0	16.0	2.050	352
16.0	22.0	2.315	432
22.0	30.0	2.740	512

Sulla base delle velocità sismiche (V_P e V_{SH}) è stato possibile calcolare i *moduli elastici dinamici* dei terreni attraversati. I valori di densità attribuiti a ciascuno strato sono stati desunti da dati reperibili in bibliografia. I risultati sono riportati nella tabella sottostante:

Profondità m (da - a)		Densità (kN/m ³)	V _P m/s	V _{SH} m/s	poisson	taglio dinamico (kN/m ²)	young (kN/m ²)	bulk (kN/m ²)
0.0	4.0	18.0	473	217	0.37	8.64E+04	2.36E+05	2.95E+05
4.0	10.0	18.5	1506	268	0.48	1.35E+05	4.02E+05	4.10E+06
10.0	16.0	18.5	2050	352	0.48	2.34E+05	6.94E+05	7.61E+06
16.0	22.0	19.0	2315	432	0.48	3.61E+05	1.07E+06	9.90E+06
22.0	30.0	19.0	2740	512	0.48	5.08E+05	1.50E+06	1.39E+07

Sulla base delle velocità delle onde di taglio (V_{SH}), sono inoltre forniti il profilo di velocità delle onde di taglio ed il valore V_{s30} calcolato a partire dal piano campagna, quest'ultimo utile per la classificazione dei suoli di fondazione nelle categorie previste dalla normativa antisismica.

Litologia	Spessore (m)	V _{SH} (m/s)
Terreno vegetale/limo	4.0	217
Sabbia limosa	6.0	268
Ghiaia	6.0	352
Ghiaia	6.0	432
Sabbia	8.0	512

V_{s30} dal piano campagna = 343 m/s

In quest'area il valore di V_{s30} , se riferito al piano campagna, risulta pari a 343 m/s. L'area di indagine rientra nella categoria di suolo di tipo **C**.



ITINERARIO NAPOLI-BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
VIABILITA' GAUDELLA
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE- RAPPORTO TECNICO

PROVE DOWN-HOLE

PROGETTO
IF0E

LOTTO
00

CODIFICA
D691G

DOCUMENTO
GE0001001

REV
A

FOGLIO
18 di 34

Carotaggio sismico down hole S34

Profondità	Onde P	Onde S _H	Onde P	Onde S _H
	tempi verticali	tempi verticali	tempi sperimentali	tempi sperimentali
m	ms	ms	ms	ms
0	0.00	0.00	0	0.00
1	2.85	6.20	9	19.60
2	6.10	12.15	11	21.90
3	9.19	17.11	13	24.20
4	10.40	22.08	13	27.60
5	11.32	26.58	13.2	31.00
6	12.16	30.41	13.6	34.00
7	12.68	33.18	13.8	36.10
8	13.11	37.55	14	40.10
9	13.85	40.22	14.6	42.40
10	14.37	42.72	15	44.60
11	15.05	45.83	15.6	47.50
12	15.52	48.31	16	49.80
13	16.37	52.42	16.8	53.80
14	16.82	54.37	17.2	55.60
15	17.36	57.46	17.7	58.60
16	17.69	58.38	18	59.40
17	17.92	60.56	18.2	61.50
18	18.74	63.13	19	64.00
19	18.77	65.19	19	66.00
20	19.28	66.75	19.5	67.50
21	19.80	68.90	20	69.60
22	20.11	70.35	20.3	71.00
23	20.43	72.88	20.6	73.50
24	20.84	74.42	21	75.00
25	21.25	76.45	21.4	77.00
26	21.85	78.48	22	79.00
27	22.26	80.50	22.4	81.00
28	22.77	82.53	22.9	83.00
29	23.08	84.55	23.2	85.00
30	23.48	86.17	23.6	86.60

La successione evidenziata dall'andamento delle dromocrone, riportate in appendice, è la seguente:



ITINERARIO NAPOLI-BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
VIABILITA' GAUDELLA
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE- RAPPORTO TECNICO

PROVE DOWN-HOLE

PROGETTO **IF0E** LOTTO **00** CODIFICA **D69IG** DOCUMENTO **GE0001001** REV. **A** FOGLIO **19 di 34**

Profondità m (da - a)		Velocità Onde P (m/s)	Velocità Onde S _H (m/s)
0.0	3.0	324	174
3.0	7.0	1.120	244
7.0	12.0	1.697	336
12.0	17.0	2.035	411
17.0	30.0	2.372	511

Sulla base delle velocità sismiche (V_P e V_{SH}) è stato possibile calcolare i *moduli elastici dinamici* dei terreni attraversati. I valori di densità attribuiti a ciascuno strato sono stati desunti da dati reperibili in bibliografia. I risultati sono riportati nella tabella sottostante:

Profondità m (da - a)		Densità (kN/m ³)	V_P m/s	V_{SH} m/s	poisson	taglio dinamico (kN/m ²)	young (kN/m ²)	bulk (kN/m ²)
0.0	3.0	18.0	324	174	0.30	5.56E+04	1.44E+05	1.19E+05
3.0	7.0	18.0	1120	244	0.48	1.09E+05	3.22E+05	2.16E+06
7.0	12.0	18.5	1697	336	0.48	2.13E+05	6.30E+05	5.15E+06
12.0	17.0	19.0	2035	411	0.48	3.27E+05	9.68E+05	7.58E+06
17.0	30.0	19.0	2372	511	0.48	5.06E+05	1.49E+06	1.02E+07

Sulla base delle velocità delle onde di taglio (V_{SH}), sono inoltre forniti il profilo di velocità delle onde di taglio ed il valore V_{s30} calcolato a partire dal piano campagna, quest'ultimo utile per la classificazione dei suoli di fondazione nelle categorie previste dalla normativa antisismica.

Litologia	Spessore (m)	V_{SH} (m/s)
Sabbia	3.0	174
Sabbia limosa	4.0	244
Sabbia/ghiaia	5.0	336
Sabbia	5.0	411
Ghiaia	13.0	511

V_{s30} dal piano campagna = 348 m/s

In quest'area il valore di V_{s30} , se riferito al piano campagna, risulta pari a 348 m/s. L'area di indagine rientra nella categoria di suolo di tipo **C**.



ITINERARIO NAPOLI-BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
VIABILITA' GAUDELLA
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE- RAPPORTO TECNICO

PROVE DOWN-HOLE

PROGETTO
IFOE

LOTTO
00

CODIFICA
D69IG

DOCUMENTO
GE0001001

REV.
A

FOGLIO
20 di 34

Carotaggio sismico down hole S30

Profondità	Onde P	Onde S _H	Onde P	Onde S _H
	tempi verticali	tempi verticali	tempi sperimentali	tempi sperimentali
m	ms	ms	ms	ms
0	0.00	0.00	0	0.00
1	2.06	6.55	6.5	20.70
2	4.10	12.15	7.4	21.90
3	6.93	18.67	9.8	26.40
4	8.48	25.60	10.6	32.00
5	10.29	30.44	12	35.50
6	11.27	34.35	12.6	38.40
7	11.67	38.42	12.7	41.80
8	12.17	42.13	13	45.00
9	12.62	45.63	13.3	48.10
10	13.70	49.81	14.3	52.00
11	14.47	52.39	15	54.30
12	15.52	55.49	16	57.20
13	15.88	57.49	16.3	59.00
14	16.23	60.33	16.6	61.70
15	16.67	62.17	17	63.40
16	16.91	65.16	17.2	66.30
17	17.53	66.47	17.8	67.50
18	18.15	68.75	18.4	69.70
19	18.37	70.53	18.6	71.40
20	18.99	71.70	19.2	72.50
21	19.50	73.26	19.7	74.00
22	19.82	74.91	20	75.60
23	20.03	76.35	20.2	77.00
24	20.64	78.39	20.8	79.00
25	20.85	79.43	21	80.00
26	21.16	80.96	21.3	81.50
27	21.47	82.49	21.6	83.00
28	21.97	84.52	22.1	85.00
29	22.38	86.04	22.5	86.50
30	22.79	88.56	22.9	89.00

La successione evidenziata dall'andamento delle dromocrone, riportate in appendice, è la seguente:



ITINERARIO NAPOLI-BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
VIABILITA' GAUDELLA
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE- RAPPORTO TECNICO

PROVE DOWN-HOLE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IFOE 00 D69IG GE0001001 A 21 di 34

Profondità m (da - a)		Velocità Onde P (m/s)	Velocità Onde S _H (m/s)
0.0	4.0	455	157
4.0	11.0	1.263	260
11.0	16.0	2.110	401
16.0	30.0	2.560	618

Sulla base delle velocità sismiche (V_P e V_{SH}) è stato possibile calcolare i *moduli elastici dinamici* dei terreni attraversati. I valori di densità attribuiti a ciascuno strato sono stati desunti da dati reperibili in bibliografia. I risultati sono riportati nella tabella sottostante:

Profondità m (da - a)		V_P m/s	V_{SH} m/s	poisson	taglio dinamico (kN/m ²)	young (kN/m ²)	bulk (kN/m ²)
0.0	4.0	455	157	0.43	4.52E+04	1.30E+05	3.20E+05
4.0	11.0	1263	260	0.48	1.27E+05	3.77E+05	2.84E+06
11.0	16.0	2110	401	0.48	3.03E+05	8.98E+05	7.99E+06
16.0	30.0	2560	618	0.47	7.40E+05	2.17E+06	1.17E+07

Sulla base delle velocità delle onde di taglio (V_{SH}), sono inoltre forniti il profilo di velocità delle onde di taglio ed il valore V_{S30} calcolato a partire dal piano campagna, quest'ultimo utile per la classificazione dei suoli di fondazione nelle categorie previste dalla normativa antisismica.

Litologia	Spessore (m)	V_{SH} (m/s)
Terreno vegetale/sabbia	4.0	157
Sabbia	7.0	260
Ghiaia	5.0	401
Ghiaia	14.0	618

V_{S30} dal piano campagna = 343 m/s

In quest'area il valore di V_{S30} , se riferito al piano campagna, risulta pari a 343 m/s. L'area di indagine rientra nella categoria di suolo di tipo **C**.



ITINERARIO NAPOLI-BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
VIABILITA' GAUDELLO
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE- RAPPORTO TECNICO

PROVE DOWN-HOLE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0E	00	D691G	GE0001001	A	22 di 34

Appendice



ITINERARIO NAPOLI-BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
VIABILITA' GAUDELLA
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE- RAPPORTO TECNICO

PROVE DOWN-HOLE

PROGETTO IFOE	LOTTO 00	CODIFICA D69IG	DOCUMENTO GE0001001	REV. A	FOGLIO 23 di 34
------------------	-------------	-------------------	------------------------	-----------	--------------------

Planimetria ubicativa sondaggio S58



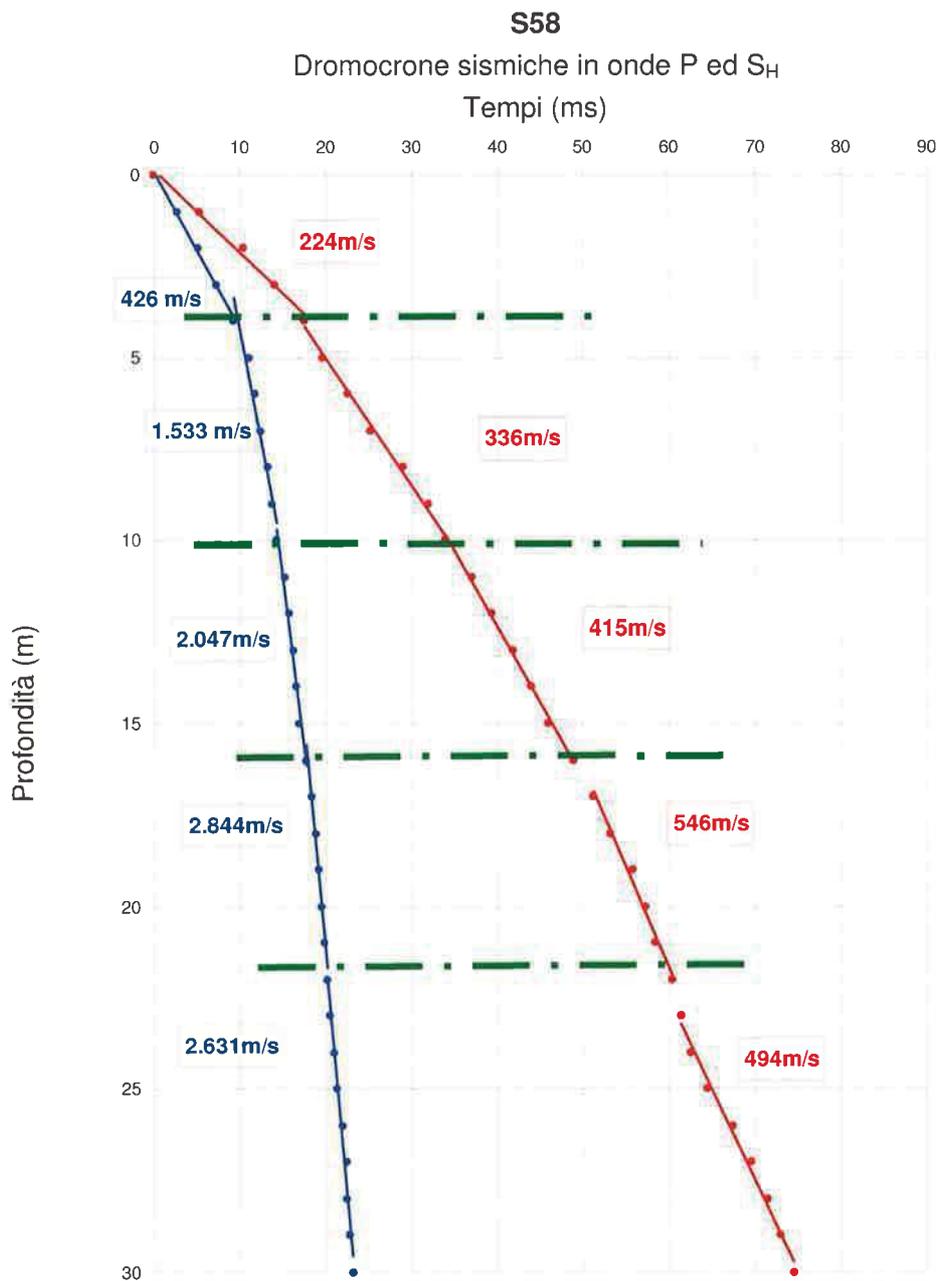


ITINERARIO NAPOLI-BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
VIABILITA' GAUDELLIO
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE- RAPPORTO TECNICO

PROVE DOWN-HOLE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IF0E	00	D69IG	GE0001001	A	24 di 34



Legenda: Onde P (blu) – Onde S_H (rosso)



ITINERARIO NAPOLI-BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
VIABILITA' GAUDELLA
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE- RAPPORTO TECNICO

PROVE DOWN-HOLE

PROGETTO
IFOE

LOTTO
00

CODIFICA
D69IG

DOCUMENTO
GE0001001

REV.
A

FOGLIO
25 di 34

Planimetria ubicativa sondaggio S59





ITINERARIO NAPOLI-BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
VIABILITA' GAUDELLIO
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE- RAPPORTO TECNICO

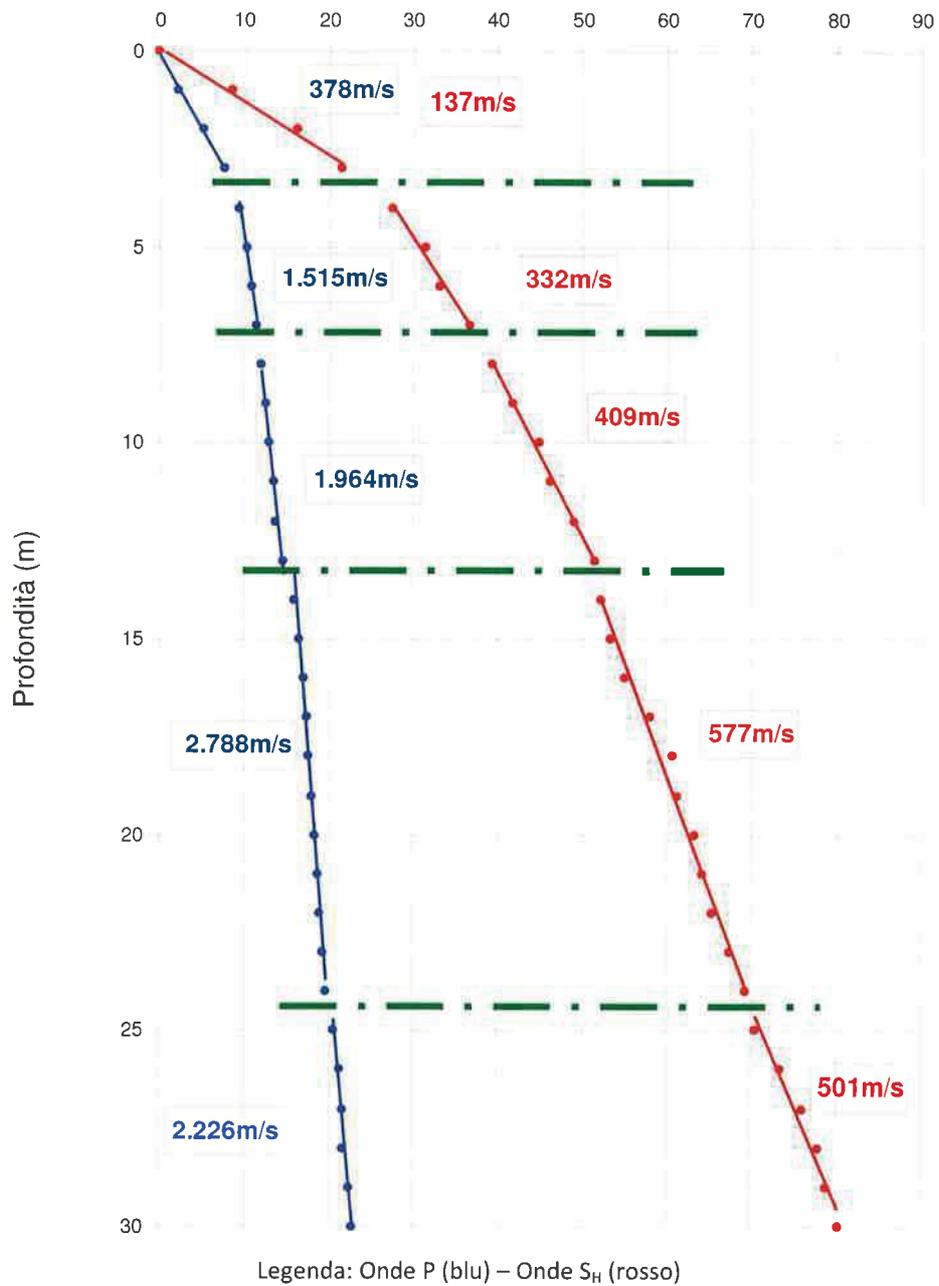
PROVE DOWN-HOLE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0E	00	D69IG	GE0001001	A	26 di 34

S59

Dromocrone sismiche in onde P ed S_H

Tempi (ms)



Planimetria ubicativa sondaggio S32



ITINERARIO NAPOLI-BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
VIABILITA' GAUDELLA
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE- RAPPORTO TECNICO

PROVE DOWN-HOLE

PROGETTO IF0E	LOTTO 00	CODIFICA D69IG	DOCUMENTO GE0001001	REV A	FOGLIO 27 di 34
-------------------------	--------------------	--------------------------	-------------------------------	-----------------	---------------------------





ITINERARIO NAPOLI-BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
VIABILITA' GAUDELLA
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE- RAPPORTO TECNICO

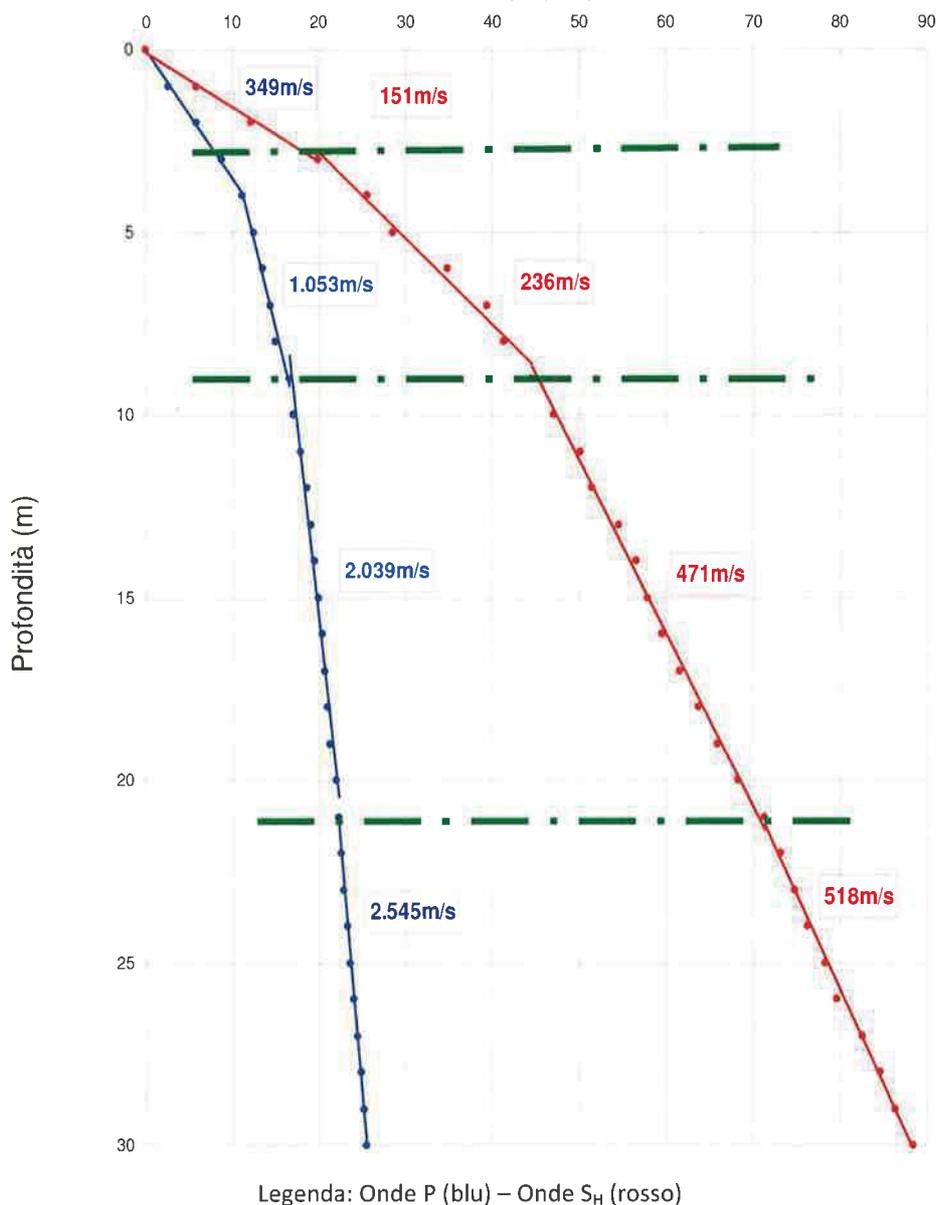
PROVE DOWN-HOLE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOE	00	D69IG	GE0001001	A	28 di 34

S32

Dromocrone sismiche in onde P ed S_H

Tempi (ms)



Planimetria ubicativa sondaggio S39



ITINERARIO NAPOLI-BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
VIABILITA' GAUDELLO
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE- RAPPORTO TECNICO

PROVE DOWN-HOLE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOE	00	D69IG	GE0001001	A	29 di 34





ITINERARIO NAPOLI-BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
VIABILITA' GAUDELLIO
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE- RAPPORTO TECNICO

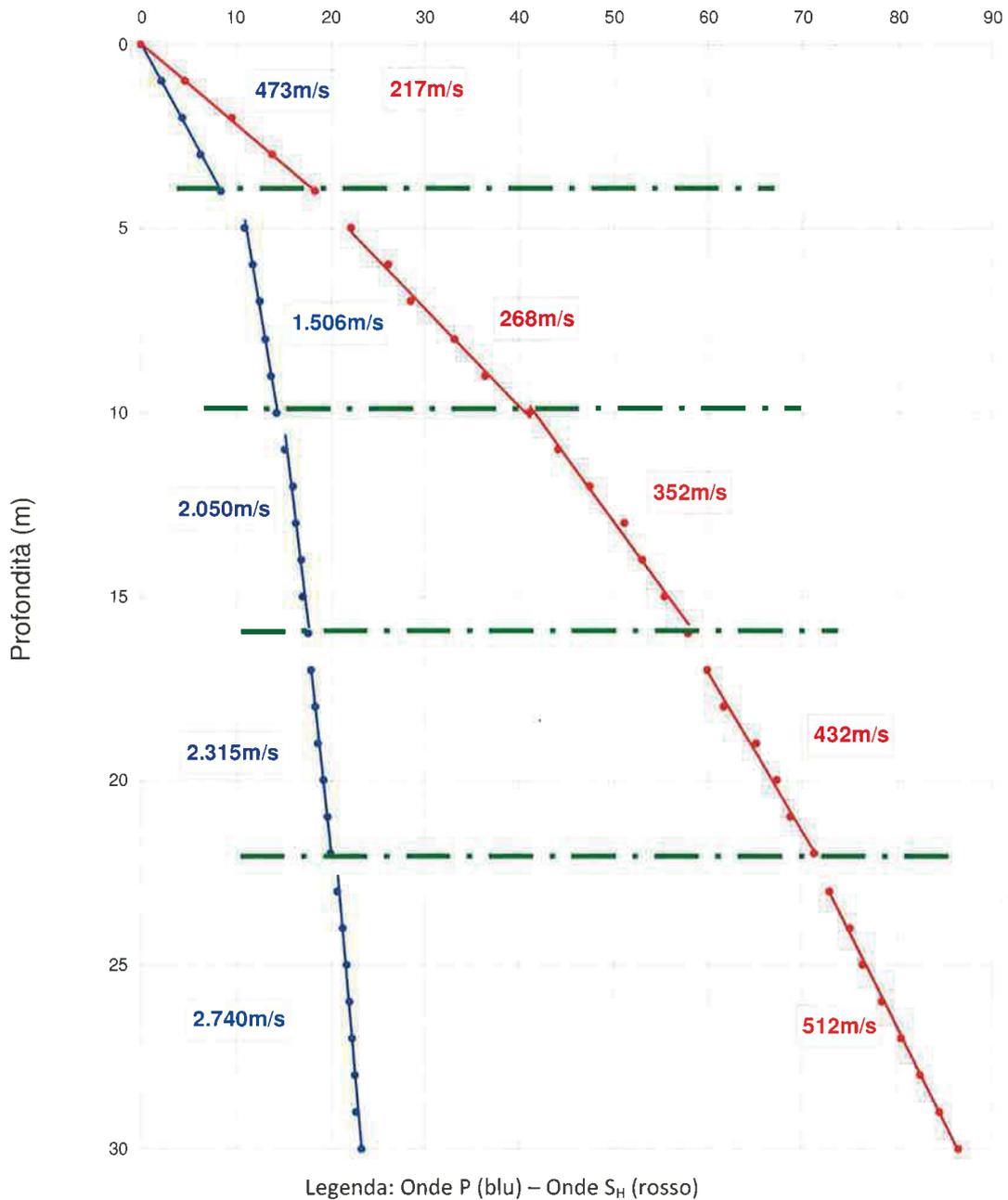
PROVE DOWN-HOLE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IF0E	00	D69IG	GE0001001	A	30 di 34

S39

Dromocrone sismiche in onde P ed S_H

Tempi (ms)



Planimetria ubicativa sondaggio S34



ITINERARIO NAPOLI-BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
VIABILITA' GAUDELLO
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE- RAPPORTO TECNICO

PROVE DOWN-HOLE

PROGETTO
IFOE

LOTTO
00

CODIFICA
D69IG

DOCUMENTO
GE0001001

REV
A

FOGLIO
31 di 34





ITINERARIO NAPOLI-BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
VIABILITA' GAUDELLIO
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE- RAPPORTO TECNICO

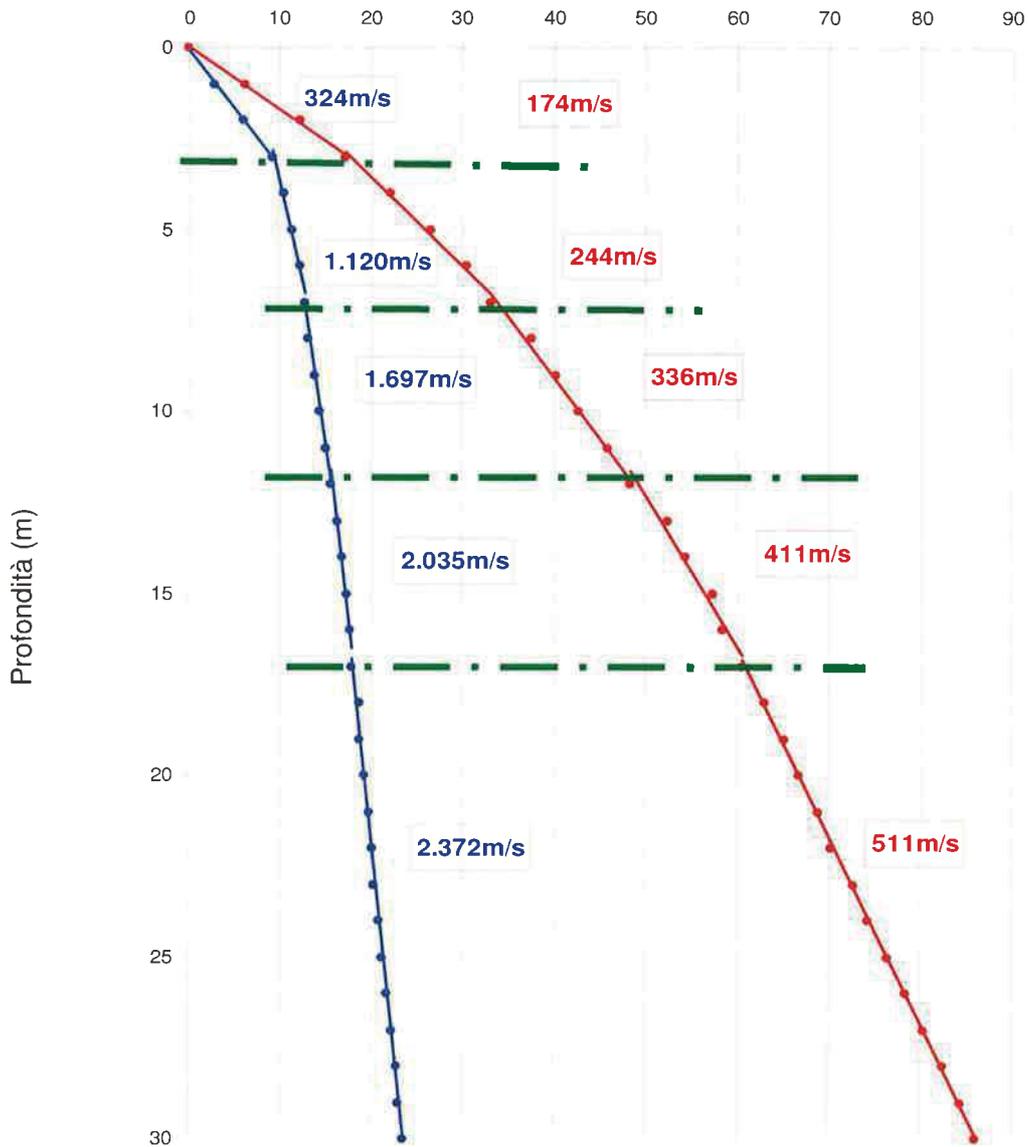
PROVE DOWN-HOLE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0E	00	D69IG	GE0001001	A	32 di 34

S34

Dromocrone sismiche in onde P ed S_H

Tempi (ms)



Legenda: Onde P (blu) – Onde S_H (rosso)

Planimetria ubicativa sondaggio S30



ITINERARIO NAPOLI-BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
VIABILITA' GAUDELLO
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE- RAPPORTO TECNICO

PROVE DOWN-HOLE

PROGETTO
IF0E

LOTTO
00

CODIFICA
D69IG

DOCUMENTO
GE0001001

REV.
A

FOGLIO
33 di 34





ITINERARIO NAPOLI-BARI
VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
VIABILITA' GAUDELLO
PROGETTO DEFINITIVO

INDAGINI GEOFISICHE- RAPPORTO TECNICO

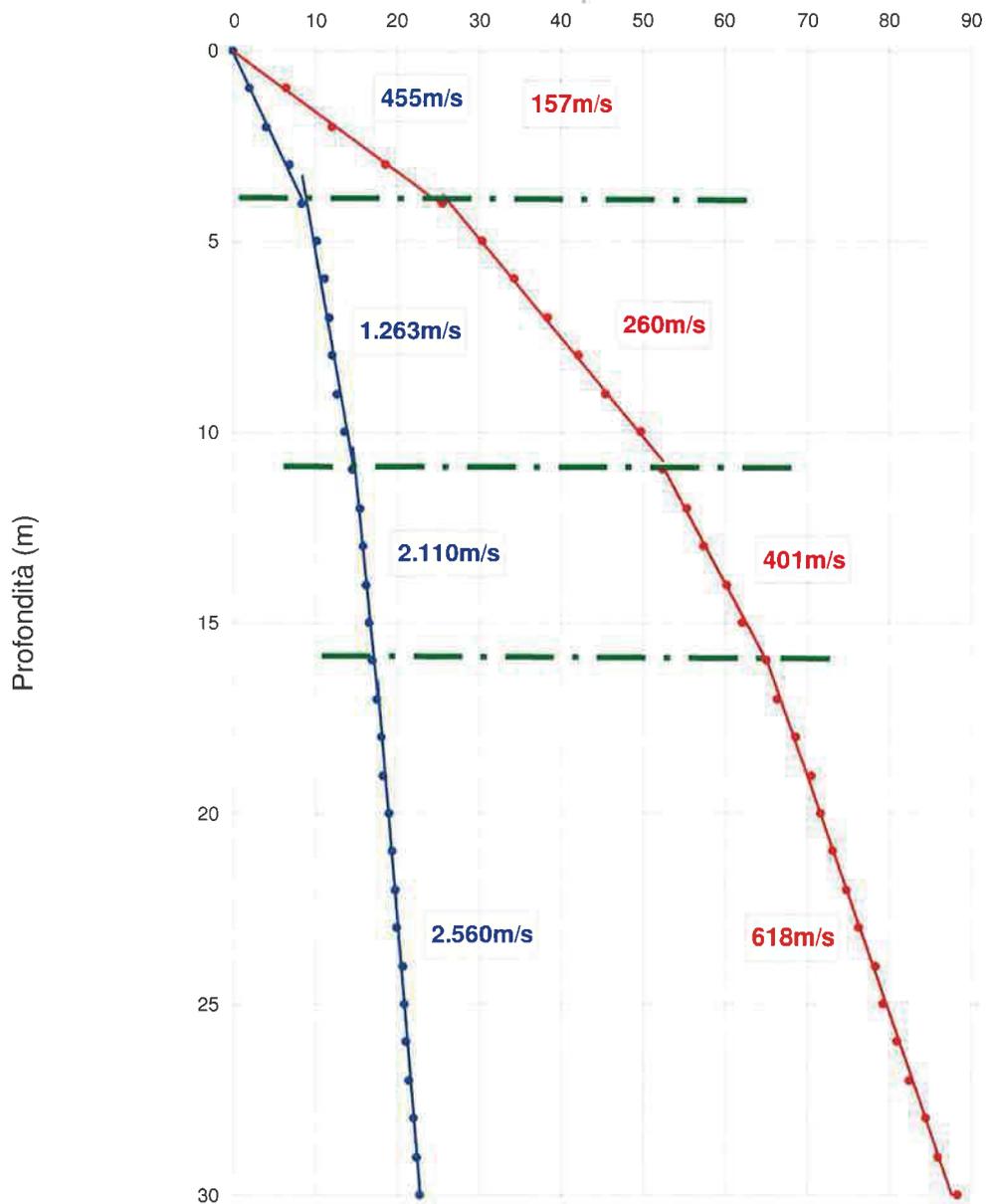
PROVE DOWN-HOLE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IFOE	00	D691G	GE0001001	A	34 di 34

S30

Dromocrone sismiche in onde P ed S_H

Tempi (ms)



Legenda: Onde P (blu) – Onde S_H (rosso)

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

UO GEOLOGIA

PROGETTO DEFINITIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

INDAGINI GEOFISICHE IV FASE

SCALA:

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

IFOE 00 D 69 IG GE0001 005 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato
A	Emissione esecutiva	SOING srl 	APRILE 15	MANCINI 	APRILE 15	APREA 	APRILE 15	 ITALFERR Sp.A. MARCHESI Dott. Geologo Francesco MARCHESI Resp. UO GEOLOGIA Ordine Geologi Lazio n. 179 ES

	ITINERARIO NAPOLI-BARI VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
PROSPEZIONI GEOFISICHE	IFOE 00 D 69 IG GE0001 002 A pag. 2 di 38

INDICE

1.	GENERALITÀ	4
2.	METODOLOGIE IMPIEGATE	6
2.1	INDAGINE ELETTROMAGNETICA IN DOMINIO DI FREQUENZA (FDEM) A BASSO NUMERO DI INDUZIONE	6
2.1.1	Principi di funzionamento e cenni sul metodo	6
2.1.2	Strumentazione utilizzata, rete di misura, acquisizione ed elaborazione dei dati	6
2.1.3	Organizzazione delle Tavole nell'Allegato Grafico No. 2	7
2.1.4	Analisi dei Risultati delle piazzole FDEM	8
2.1.4.1	Area Sondaggio S21	8
2.1.4.2	Area Sondaggio S25	8
2.1.4.3	Area Sondaggio S28	8
2.1.4.4	Area Sondaggio S29	9
2.1.4.5	Area Sondaggio S36	9
2.1.4.6	Area Sondaggio S38	9
2.1.4.7	Area Sondaggio S40	9
2.1.4.8	Area Sondaggio S44	9
2.1.4.9	Area Sondaggio S47	9
2.1.4.10	Area Sondaggio S50	9
2.1.4.11	Area Sondaggio S62	10
2.1.4.12	Area Sondaggio pozzetto	10
2.2	DOWN HOLE TEST (DHT)	11
2.2.1	Principi di funzionamento e cenni sul metodo	11
2.2.2	Metodologia di misura, strumentazione e piattaforma software impiegate	11
2.2.3	Principi teorici	12
2.3	RISULTATI DELLE PROVE SISMICHE DOWN HOLE ALL'INTERNO DEI FORI S25, S28, S44, S47, S50 E S62	14
2.3.1	Introduzione	14
2.3.2	Risultati	14
2.3.2.1	FORO S25	15
2.3.2.2	FORO S28	16
2.3.2.3	FORO S44	17
2.3.2.4	FORO S47	17
2.3.2.5	FORO S50	18
2.3.2.6	FORO S62	19
3.	ALLEGATO GRAFICO N0.1	20
3.1	DOWN HOLE – FORO S25 – TAVOLA 1: TEMPI DI PRIMO ARRIVO OSSERVATI E TEMPI DI PRIMO ARRIVO CORRETTI PER LE ONDE P E SH	20
3.2	TAVOLA 2 – SISMOGRAMMI E DROMOCRONE DOWN HOLE S25	21
3.3	TAVOLA 3 – PROFILI VERTICALI DI VELOCITÀ ONDE P E S DOWN HOLE S25	22
3.4	DOWN HOLE – FORO S28 – TAVOLA 4: TEMPI DI PRIMO ARRIVO OSSERVATI E TEMPI DI PRIMO ARRIVO CORRETTI PER LE ONDE P E SH	23

	ITINERARIO NAPOLI-BARI VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
PROSPEZIONI GEOFISICHE	IF0E 00 D 69 IG GE0001 002 A pag. 3 di 38

3.5	TAVOLA 5 – SISMOGRAMMI E DROMOCRONE DOWN HOLE S28	24
3.6	TAVOLA 6 – PROFILI VERTICALI DI VELOCITÀ ONDE P E S DOWN HOLE S28	25
3.7	DOWN HOLE – FORO S44 – TAVOLA 7: TEMPI DI PRIMO ARRIVO OSSERVATI E TEMPI DI PRIMO ARRIVO CORRETTI PER LE ONDE P E SH.....	26
3.8	TAVOLA 8 – SISMOGRAMMI E DROMOCRONE PROVA DOWN HOLE S44	27
3.9	TAVOLA 9 – PROFILI VERTICALI DI VELOCITÀ ONDE P E S DOWN HOLE S44	28
3.10	DOWN HOLE – FORO S47 – TAVOLA 10: TEMPI DI PRIMO ARRIVO OSSERVATI E TEMPI DI PRIMO ARRIVO CORRETTI PER LE ONDE P E SH.....	29
3.11	TAVOLA 11 – SISMOGRAMMI E DROMOCRONE DOWN HOLE S47	30
3.12	TAVOLA 12 – PROFILI VERTICALI DI VELOCITÀ ONDE P E S DOWN HOLE S47	31
3.13	DOWN HOLE – FORO S50 – TAVOLA 13: TEMPI DI PRIMO ARRIVO OSSERVATI E TEMPI DI PRIMO ARRIVO CORRETTI PER LE ONDE P E SH.....	32
3.14	TAVOLA 14 – SISMOGRAMMI E DROMOCRONE DOWN HOLE S50	33
3.15	TAVOLA 15 – PROFILI VERTICALI DI VELOCITÀ ONDE P E S DOWN HOLE S50	34
3.16	DOWN HOLE – FORO S62 – TAVOLA 16: TEMPI DI PRIMO ARRIVO OSSERVATI E TEMPI DI PRIMO ARRIVO CORRETTI PER LE ONDE P E SH.....	35
3.17	TAVOLA 17 – SISMOGRAMMI E DROMOCRONE PROVA DOWN HOLE S62	36
3.18	TAVOLA 18 – PROFILI VERTICALI DI VELOCITÀ ONDE P E S DOWN HOLE S62	37
4.	ALLEGATO GRAFICO N0.2.....	38

	ITINERARIO NAPOLI-BARI VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
PROSPEZIONI GEOFISICHE	IF0E 00 D 69 IG GE0001 002 A pag. 4 di 38

1. GENERALITÀ

Il presente Rapporto Tecnico descrive i risultati della campagna d'indagini geofisiche non invasive condotte con metodologia elettromagnetica in dominio di frequenza (FDEM) e con metodologie sismiche Down Hole, sulle piazzole di pertinenza, le prime, e all'interno dei Fori di sondaggio attrezzati S25, S28, S44, S47, S50 e S62, le seconde.

Lo scopo della prima fase del lavoro descritto in questo documento tecnico, nei limiti delle metodologie impiegate, è quello di accertare la presenza di possibili interferenze nel sottosuolo dovute a masse metalliche interrato, individuando i punti privi di interferenze sui quali posizionare le verticali di perforazione.

Lo scopo della seconda fase è stato quello di effettuare le indagini con metodologia sismica Down-hole, come precedentemente accennato, all'interno dei 6 fori realizzati ed opportunamente attrezzati successivamente alla prima fase di indagine e spinti fino a 30m dal piano campagna (di seguito indicato come p.c.).

Nella figura 1 seguente è mostrata la foto aerea con la collocazione delle undici aree di indagine elettromagnetica e nella Figura 2, l'ubicazione indicativa dei sondaggi S25, S28, S44, S47, S50 e S62.



Figura 1: Individuazione aerea delle indagine Down Hole all'interno dei Fori attrezzati S1,S2,S3.

	ITINERARIO NAPOLI-BARI VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
PROSPEZIONI GEOFISICHE	IF0E 00 D 69 IG GE0001 002 A pag. 5 di 38

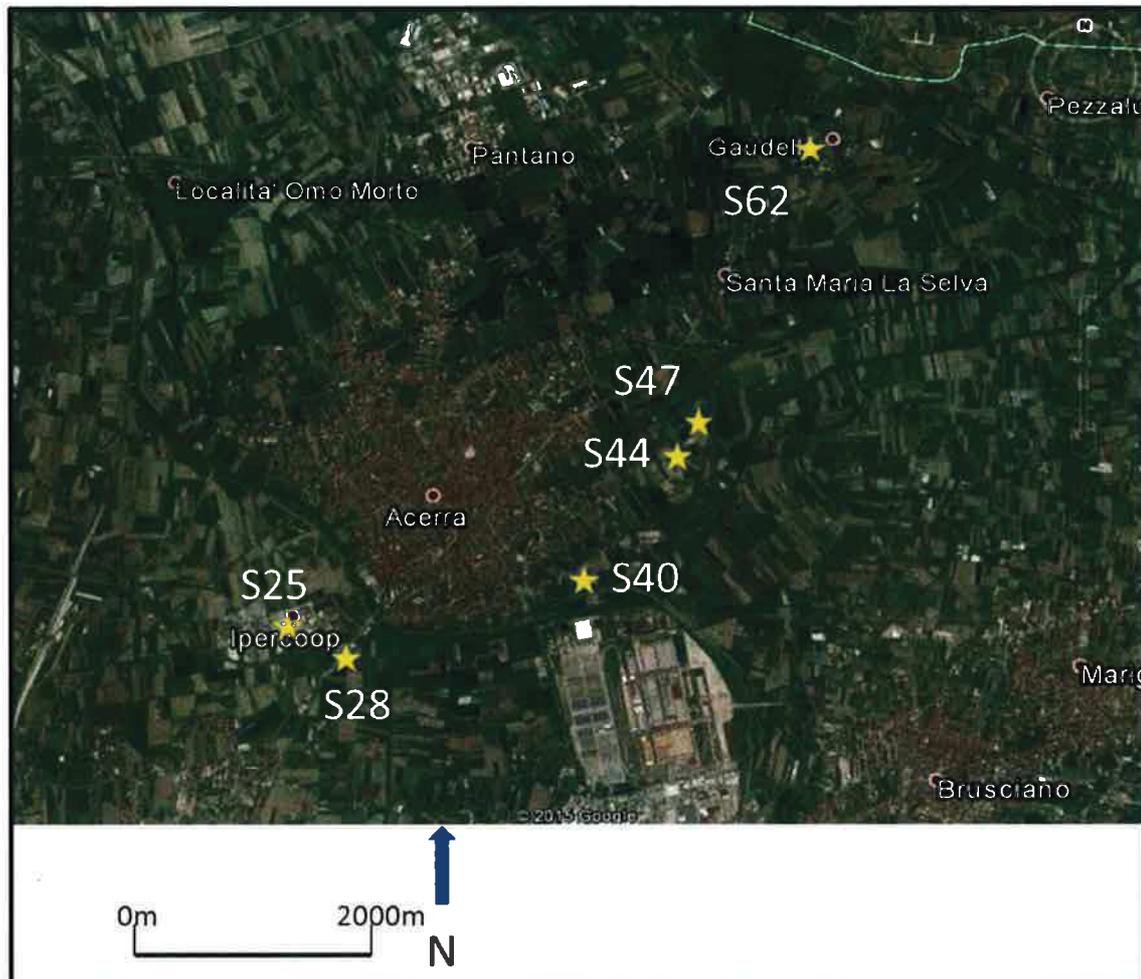


Figura 2: Ubicazione delle indagine Down Hole all'interno dei Fori attrezzati S25, S28, S44, S47, S50 e S62.

Il presente documento si basa sui risultati emersi dalle campagne di acquisizione dati condotte in sito nei mesi di febbraio e marzo 2015; esso contiene inoltre una breve descrizione delle metodologie geofisiche utilizzate e il commento sintetico ai risultati ottenuti e alle criticità emerse.

	ITINERARIO NAPOLI-BARI VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
PROSPEZIONI GEOFISICHE	IF0E 00 D 69 IG GE0001 002 A pag. 6 di 38

2. METODOLOGIE IMPIEGATE

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

2.1.1 Principi di funzionamento e cenni sul metodo

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

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

- la componente in quadratura, presa in esame nella suddetta indagine, è proporzionale allo sfasamento tra il campo primario e quello secondario indotto. Trattandosi di strumentazione che opera in regime di “basso numero d’induzione”, la medesima componente in quadratura è proporzionale alla conducibilità/resistività elettrica del volume di suolo sottostante le due bobine per la parte soggetta ad induzione;
- la componente orizzontale in fase (rispetto all’onda EM trasmessa) è maggiormente legata alla suscettività magnetica nel sottosuolo, quindi sensibile alle presenze metalliche (materiali metallici, tubazioni, fusti, serbatoi, ecc.) e ad anomalie che amplificano notevolmente la risposta del sottosuolo anche i termini dielettrici, ovvero indice di materiali quasi-isolanti (che attenuano in modo anomalo il campo elettromagnetico).

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

2.1.2 Strumentazione utilizzata, rete di misura, acquisizione ed elaborazione dei dati

La strumentazione FDEM impiegata è costituita da un elettromagnetometro a basso numero d’induzione EM31-MK2 prodotto da Geonics L.t.d. (Canada).

Le aree di indagini sono costituite mediamente da quadrati/rettangoli di dimensioni di circa 50mq. nei casi in cui lo spazio a disposizione non permetteva di acquisire un area di tale dimensioni, l’area è stata adattata per coprire approssimativamente la superficie necessaria.

	ITINERARIO NAPOLI-BARI VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
PROSPEZIONI GEOFISICHE	IF0E 00 D 69 IG GE0001 002 A pag. 7 di 38



Figura 3: Elettromagnetometro EM31 in fase di acquisizione.

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

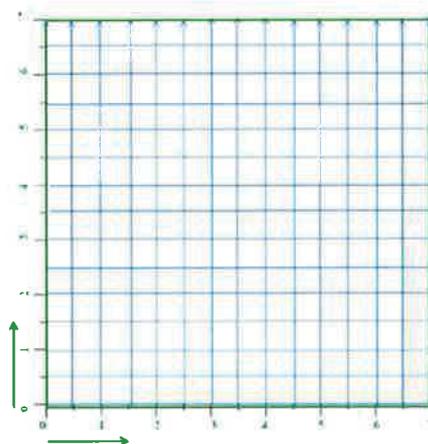


Figura 4: maglia di acquisizione tipo

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

2.1.3 Organizzazione delle Tavole nell'Allegato Grafico No. 2

Nell'Allegato Grafico No. 2, sono riportati i risultati delle indagini FDEM; tale Allegato Grafico No. 2, è composto da ventisei Tavole:

- Le tavole 1 e 2 sono relative all'indagine elettromagnetica in dominio frequenza FDEM del sondaggio S21.
- Le tavole 3 e 4 sono relative all'indagine elettromagnetica in dominio

	ITINERARIO NAPOLI-BARI VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
PROSPEZIONI GEOFISICHE	IF0E 00 D 69 IG GE0001 002 A pag. 8 di 38

frequenza FDEM del sondaggio 25.

- Le tavole 5 e 6 sono relative all'indagine elettromagnetica in dominio frequenza FDEM del sondaggio S28.
- Le tavole 7 e 8 sono relative all'indagine elettromagnetica in dominio frequenza FDEM del sondaggio S29.
- Le tavole 9 e 10 sono relative all'indagine elettromagnetica in dominio frequenza FDEM del sondaggio S36.
- Le tavole 11 e 12 sono relative all'indagine elettromagnetica in dominio frequenza FDEM del sondaggio S38.
- Le tavole 13 e 14 sono relative all'indagine elettromagnetica in dominio frequenza FDEM del sondaggio S40.
- Le tavole 15 e 16 sono relative all'indagine elettromagnetica in dominio frequenza FDEM del sondaggio S44.
- Le tavole 17 e 18 sono relative all'indagine elettromagnetica in dominio frequenza FDEM del sondaggio S47.
- Le tavole 19 e 20 sono relative all'indagine elettromagnetica in dominio frequenza FDEM del sondaggio S50.
- Le tavole 21 e 22 sono relative all'indagine elettromagnetica in dominio frequenza FDEM del sondaggio S62.
- Le tavole 23 e 24 sono relative all'indagine elettromagnetica in dominio frequenza FDEM del sondaggio Area Pozzetto.

2.1.4 Analisi dei Risultati delle piazzole FDEM

2.1.4.1 Area Sondaggio S21

L'area di indagine si trova in una zona coltivata. L'indagine elettromagnetica ha messo in evidenza sia nella mappa in componente in fase che in quadratura la presenza di una possibile massa metallica nei primi 5 metri di profondità con dimensioni 1.5m x 1m. Si consiglia pertanto di non scavare in corrispondenza di quest'anomalia segnata di rosso nella tavola 2.

2.1.4.2 Area Sondaggio S25

L'area del sondaggio S25 è ubicata lateralmente ad una strada asfaltata. In quest'area, nelle due mappe realizzate è visibile un'anomalia rettilinea con valori massimi in termini di fase e di conducibilità. Quest'anomalia potrebbe essere riconducibile alla presenza di un sottoservizio. Si sconsiglia lo scavo in questa zona.

2.1.4.3 Area Sondaggio S28

L'area di indagine è collocata tra una strada asfaltata ed una recinzione. All'interno dell'area di indagine sono presenti tombini. Due anomalie rettilinee

	ITINERARIO NAPOLI-BARI VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
PROSPEZIONI GEOFISICHE	IF0E 00 D 69 IG GE0001 002 A pag. 9 di 38

sono state individuate. Queste due anomalie sono associabili alla presenza di possibili masse metalliche ovvero sottoservizi in questo caso nei primi 5 metri di terreno. Si sconsiglia di eseguire il sondaggio in corrispondenza di queste due anomalie segnate in colore rosso in tavola 6.

2.1.4.4 Area Sondaggio S29

L'area di indagine si trova tra una strada poco trafficata ed un campo coltivato. Non sono state messe in evidenza nessuna anomalia associabili alla presenza di masse metalliche interrate nei primi 5 metri di profondità

2.1.4.5 Area Sondaggio S36

L'area di indagine ubicata lateralmente ad un binario di una ferrovia non ha messo in evidenza la presenza di possibile masse metalliche interrate nei primi 5 metri di terreno.

2.1.4.6 Area Sondaggio S38

L'indagine evidenzia la presenza di un'anomalia rettilinea associabile alla possibile presenza di masse metalliche interrate nei primi 4-5 metri di terreno. Quest'anomalia potrebbe essere correlata all'effetto del muro laterale per la presenza dell'armatura di ferri.

Si sconsiglia il posizionamento della verticale del sondaggio nelle aree segnalate con rettangolo/quadrato rosso.

2.1.4.7 Area Sondaggio S40

L'area S40 è ubicata in un campo. Due zone anomale sono state individuate nelle due mappi realizzate (conducibilità e componente in fase). Si consiglia di non eseguire il sondaggio in corrispondenza con queste zone di anomalie segnate di rosso.

2.1.4.8 Area Sondaggio S44

L'area S44 è ubicata in un campo laterale ad una strada. Nella zona indagata erano presenti numerosi oggetti in superficie. Due zone di anomalie sono state evidenziate sia nella mappa di conducibilità che nella mappa della componente in fase. Si sconsiglia quindi di posizionare il sondaggio nelle zone segnalate di rosso in tavola 16.

2.1.4.9 Area Sondaggio S47

L'area in oggetto si trova in un campo, tra gli alberi. Un'anomalia di dimensioni 2m x 1.3m è stata individuata sulla mappa della componente in fase. Si sconsiglia il posizionamento della verticale del sondaggio nelle aree segnalate con rettangolo/quadrato rosso.

2.1.4.10 Area Sondaggio S50

L'area del sondaggio si trova su una strada di campagna. L'indagine evidenzia sia sulle mappe della componente in fase che in quadratura, un'anomalia rettilinea associabile alla possibile presenza di masse metalliche interrate nei

	ITINERARIO NAPOLI-BARI VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
PROSPEZIONI GEOFISICHE	IF0E 00 D 69 IG GE0001 002 A pag. 10 di 38

primi 4-5metri di terreno.

Si sconsiglia il posizionamento della verticale del sondaggio nelle aree segnalate con rettangolo/quadrato rosso.

2.1.4.11 Area Sondaggio S62

L'area del sondaggio si trova su una strada di campagna. L'indagine mette in evidenza una zona con dei valori della componente in fase e di conducibilità alti. Quest'anomalia è associabile alla possibile presenza di masse metalliche interrato nei primi 4-5metri di terreno.

Si sconsiglia il posizionamento della verticale del sondaggio nelle aree segnalate con rettangolo/quadrato rosso.

2.1.4.12 Area Sondaggio pozzetto

L'indagine eseguita in un campo evidenzia la presenza di 3 zone di anomalia correlabili alla possibile presenza di masse metalliche interrato nei primi 4-5metri di terreno.

Si consiglia di non posizionare il sondaggio nelle aree segnalate con rettangolo/quadrato rosso.

	ITINERARIO NAPOLI-BARI VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
PROSPEZIONI GEOFISICHE	IF0E 00 D 69 IG GE0001 002 A pag. 11 di 38

2.2 Down Hole Test (DHT)

2.2.1 Principi di funzionamento e cenni sul metodo

La prova sismica DHT è un metodo di indagine sismica finalizzato alla determinazione dei profili di velocità delle onde di taglio SH e di compressione P di depositi di terreno.

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

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

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

Per l'interpretazione dei dati è stata usata la tecnica "pseudo-interval", che rappresenta un metodo per intervalli nel quale la velocità delle onde P e SH è calcolata come rapporto tra la distanza di due successive posizioni di ricevitori triassiali e la differenza tra i corrispondenti tempi di percorrenza acquisita su posizioni consecutive dei sensori alle diverse quote di spostamento lungo il foro. Nel nostro caso le misurazioni sono state eseguite ogni metro.

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

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

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

2.2.2 Metodologia di misura, strumentazione e piattaforma software impiegate

La sorgente del segnale sismico per onde SH è costituita da barre in teflon, di circa 2m di lunghezza complessiva, assicurate al terreno applicando un carico verticale mediante di circa 750 Kg. Lo sforzo di taglio è trasmesso colpendo orizzontalmente con una massa battente la barra, alternativamente sui due lati

	ITINERARIO NAPOLI-BARI VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
PROSPEZIONI GEOFISICHE	IF0E 00 D 69 IG GE0001 002 A pag. 12 di 38

(con lo scopo di trasmettere impulsi a polarità invertite). Lo sforzo di compressione è invece trasmesso attraverso una massa battente verticale su di una piastra in alluminio; i sistemi di energizzazione sono stati posizionati, per i due sondaggi, a 2m dalla boccaforo. I ricevitori, all'interno dei fori di sondaggio, sono stati posti in modo tale che la velocità di propagazione delle onde di volume caratteristica dei vari strati di terreno potesse essere misurata ogni metro.

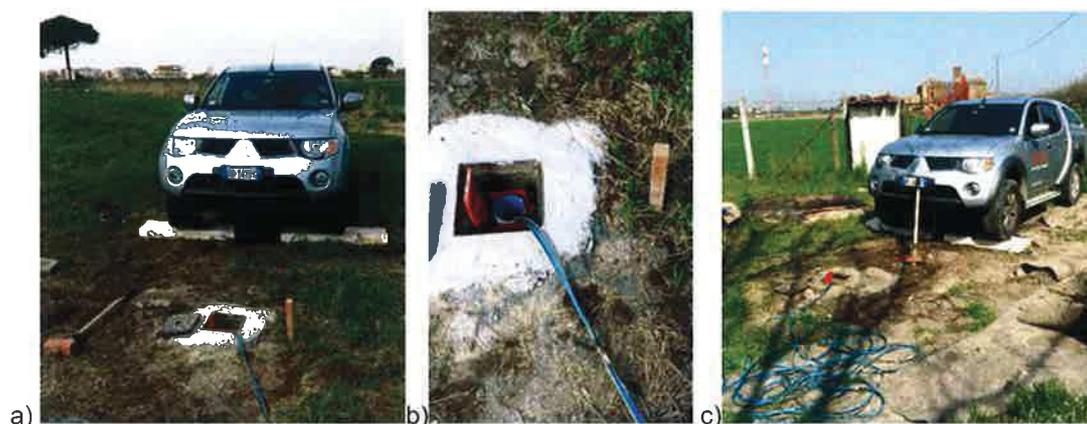


Figura 2 : a),b) e c) configurazioni tipo per indagini DHT sul sito di Acerra (NA)

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

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

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

Il sismografo utilizzato per le misure sismiche è uno strumento con possibilità di acquisizione su 48 canali contemporanei e dotato di convertitore analogico digitale a 24bit.

2.2.3 Principi teorici

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

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

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

	ITINERARIO NAPOLI-BARI VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
PROSPEZIONI GEOFISICHE	IF0E 00 D 69 IG GE0001 002 A pag. 13 di 38

comunemente definito con ν), tramite la seguente relazione [◇]

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

e al modulo di Young tramite la [◇]

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

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

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

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

e il modulo di rigidità o di taglio μ altrimenti indicato con la lettera G):

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

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

	ITINERARIO NAPOLI-BARI VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
PROSPEZIONI GEOFISICHE	IF0E 00 D 69 IG GE0001 002 A pag. 14 di 38

2.3 Risultati delle Prove sismiche Down Hole all'interno dei Fori S25, S28, S44, S47, S50 e S62 .

2.3.1 Introduzione

Le prove Down-Hole sono state condotte, come precedentemente accennato, sui sei fori geotecnici S25, S28, S44, S47, S50 e S62, appositamente allestiti per le prove DHT e ubicati come mostrato nei paragrafi precedenti.

La profondità disponibile nei fori, ai fini dell'esecuzione della prova, è stata pari a 30m.

I risultati completi delle prove e l'interpretazione degli stessi, compreso il calcolo delle Vs30, sono reperibili nei paragrafi seguenti e nell'Allegato grafico No.1, composto dalle Tavole dalla 1 alla 18.

Nelle pagine seguenti, sono quindi riportati, rispetto alle diverse profondità e ai sismo strati individuati nel sottosuolo indagato, i valori delle velocità delle onde P ed S, i valori dinamici del Coefficiente di Poisson (qui indicato col simbolo σ), del Modulo di Young dinamico (E), del Modulo di Rigidità o di Taglio (μ), nonché del Bulk Modulus (inverso della compressibilità), calcolati così come descritto nel §2.2.3 precedente.

È stato possibile produrre misure efficaci da -30m fino a -1m dal piano campagna.

2.3.2 Risultati

Come già riferito nei precedenti paragrafi, la prova sismica Down-hole è stata condotta eseguendo le misure lungo ciascuno dei fori di sondaggio, con una frequenza pari ad una lettura ogni 1 metro. Il parametro V_{s30} è stato calcolato mediante la formula seguente

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

La V_{s30} calcolata a partire da piano campagna fino a -30m per i fori S25, S28, S44, S47, S50 e S62, è stata rispettivamente pari

- per il foro S25 a 280 m/s
- per il foro S28 a 313 m/s
- per il foro S44 a 300 m/s
- per il foro S47 a 328 m/s
- per il foro S50 a 317m/s
- per il foro S62 a 338 m/s.

Nella seguente Tabella 2.3.2.1 è riportata la descrizione geotecnica dei terreni

	ITINERARIO NAPOLI-BARI VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
	PROSPEZIONI GEOFISICHE
IF0E 00 D 69 IG GE0001 002 A pag. 15 di 38	

secondo la normativa sismica O.P.C.M. n. 3274/2003:

Suolo	Descrizione geotecnica	Vs30(m/s)
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30>800m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5m	>800
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360m/s e 800m/s	360÷800
C	Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate o argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 180m/s e 360m/s	180÷360
D	Depositi di granulari da sciolti a poco addensati o coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di Vs30 < 180m/s	<180
E	Depositi di granulari da sciolti a poco addensati o coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di Vs30 < 180m/s	
S1	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità (IP>40) e contenuto d'acqua, caratterizzati da valori di Vs30 < 100m/s	<100
S2	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti	

- Tabella 2.3.2.1 - Classificazione del tipo di suolo secondo la normativa sismica O.P.C.M. n. 3274/2003

Il calcolo del parametro **Vs₃₀**, visti i risultati della successione di velocità di intervallo delle onde di taglio e degli spessori interpretati sui sei fori, consente di attribuire, ai suoli interessati dai sei sondaggi, la categoria geotecnica C.

L'interpretazione dei dati sperimentali delle prove Down Hole in termini di velocità medie delle onde di compressione P e di taglio SH rispetto agli spessori dei sismo-strati interpretati e i conseguenti parametri elastici dinamici, risultano i seguenti.

2.3.2.1 FORO S25

FORO S25 – VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità P [m/s]
1	da -1 a -3 m	3	289
2	da -3 a -6 m	3	483
3	da -6 a -17 m	11	1133
4	da -17 a -24 m	7	1474
5	da -24 a -30 m	6	1835

FORO S25 – VELOCITA' ONDE SH

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità SH [m/s]
1	da -1 a -3 m	3	134
2	da -3 a -6 m	3	294
3	da -6 a -17 m	11	252
4	da -17 a -24 m	7	547
5	da -24 a -30 m	6	334

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
	PROSPEZIONI GEOFISICHE

IF0E 00 D 69 IG GE0001 002 A pag. 16 di 38

FORO S25 – PARAMETRI DINAMICI

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	γ (tons/m ³)	Poisson [σ]	Taglio μ [MPa]	Young E [MPa]	Bulk κ [MPa]
1	da -1 a -3 m	3	16.58	0.36	29.62	80.81	98.96
2	da -3 a -6 m	3	16.97	0.21	146.65	353.67	200.38
3	da -6 a -17 m	11	18.27	0.47	116.32	342.88	2190.03
4	da -17 a -24 m	7	18.95	0.42	566.25	1608.49	3364.04
5	da -24 a -30 m	6	19.67	0.48	219.59	651.24	6329.66

2.3.2.2 FORO S28

FORO S28 – VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità P [m/s]
1	da -1 a -3 m	3	249
2	da -3 a -7 m	4	575
3	da -7 a -13 m	6	1296
4	da -13 a -25 m	12	1503
5	da -25 a -30 m	5	1235

FORO S28 – VELOCITA' ONDE SH

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità SH [m/s]
1	da -1 a -3 m	3	149
2	da -3 a -7 m	4	288
3	da -7 a -13 m	6	260
4	da -13 a -25 m	12	630
5	da -25 a -30 m	5	255

FORO S28 – PARAMETRI DINAMICI

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	γ (tons/m ³)	Poisson [σ]	Taglio μ [MPa]	Young E [MPa]	Bulk κ [MPa]
1	da -1 a -3 m	3	16.50	0.22	37	89	53
2	da -3 a -7 m	4	17.15	0.33	142	379	377
3	da -7 a -13 m	6	18.59	0.48	126	372	2955
4	da -13 a -25 m	12	19.01	0.39	754	2102	3288
5	da -25 a -30 m	5	18.47	0.48	120	355	2657

 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	ITINERARIO NAPOLI-BARI VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
	PROSPEZIONI GEOFISICHE

IF0E 00 D 69 IG GE0001 002 A pag. 17 di 38

2.3.2.3 FORO S44

FORO S44 – VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità P [m/s]
1	da -1 a -3 m	3	182
2	da -3 a -9 m	6	614
3	da -9 a -20 m	11	1568
4	da -20 a -30 m	10	1751

FORO S44 – VELOCITA' ONDE SH

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità SH [m/s]
1	da -1 a -3 m	3	109
2	da -3 a -9 m	6	259
3	da -9 a -20 m	11	601
4	da -20 a -30 m	10	325

FORO S44 – PARAMETRI DINAMICI

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	γ (tons/m ³)	Poisson [σ]	Taglio μ [MPa]	Young E [MPa]	Bulk κ [MPa]
1	da -1 a -3 m	3	16.36	0.22	19	47	28
2	da -3 a -9 m	6	17.23	0.39	116	322	495
3	da -9 a -20 m	11	19.14	0.41	691	1955	3783
4	da -20 a -30 m	10	19.50	0.48	206	611	5705

2.3.2.4 FORO S47

FORO S47 – VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità P [m/s]
1	da -1 a -3 m	3	196
2	da -3 a -9 m	6	473
3	da -9 a -19 m	11	1811
4	da -19 a -30 m	10	1669

FORO S47 – VELOCITA' ONDE SH

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità SH [m/s]
1	da -1 a -3 m	3	113
2	da -3 a -9 m	6	208
3	da -9 a -19 m	11	624
4	da -19 a -30 m	10	549

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
	PROSPEZIONI GEOFISICHE

FORO S47 – PARAMETRI DINAMICI

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	γ (tons/m ³)	Poisson [σ]	Taglio μ [MPa]	Young E [MPa]	Bulk κ [MPa]
1	da -1 a -3 m	3	16.39	0.25	21	52	35
2	da -3 a -9 m	6	16.95	0.38	73	202	281
3	da -9 a -19 m	11	19.62	0.43	764	2189	5417
4	da -19 a -30 m	10	19.34	0.44	583	1678	4610

2.3.2.5 FORO S50

FORO S50 – VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità P [m/s]
1	da -1 a -3 m	3	187
2	da -3 a -7 m	4	471
3	da -7 a -17 m	10	1185
4	da -17 a -30 m	13	1565

FORO S50 – VELOCITA' ONDE SH

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità SH [m/s]
1	da -1 a -3 m	3	107
2	da -3 a -7 m	4	184
3	da -7 a -17 m	10	663
4	da -17 a -30 m	13	438

FORO S50 – PARAMETRI DINAMICI

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	γ (tons/m ³)	Poisson [σ]	Taglio μ [MPa]	Young E [MPa]	Bulk κ [MPa]
1	da -1 a -3 m	3	16.37	0.26	19	47	32
2	da -3 a -7 m	4	16.94	0.41	57	162	299
3	da -7 a -17 m	10	18.37	0.27	807	2055	1503
4	da -17 a -30 m	13	19.13	0.46	367	1070	4196

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
	PROSPEZIONI GEOFISICHE

IF0E 00 D 69 IG GE0001 002 A pag. 19 di 38

2.3.2.6 FORO S62

FORO S62 – VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità P [m/s]
1	da -1 a -3 m	3	199
2	da -3 a -7 m	4	506
3	da -7 a -14 m	7	1782
4	da -14 a -30 m	16	1682

FORO S62 – VELOCITA' ONDE SH

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità SH [m/s]
1	da -1 a -3 m	3	115
2	da -3 a -7 m	4	226
3	da -7 a -14 m	7	583
4	da -14 a -23 m	9	621
5	da -23 a -30 m	7	379

FORO S62 – PARAMETRI DINAMICI

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	γ (tons/m ³)	Poisson [σ]	Taglio μ [MPa]	Young E [MPa]	Bulk κ [MPa]
1	da -1 a -3 m	3	16.40	0.25	22	54	36
2	da -3 a -7 m	4	17.01	0.38	87	239	320
3	da -7 a -14 m	7	19.56	0.44	665	1915	5326
4	da -14 a -23 m	9	19.36	0.42	747	2122	4483
5	da -23 a -30 m	7	19.36	0.47	278	820	5107

3. ALLEGATO GRAFICO N0.1

3.1 DOWN HOLE – FORO S25 – TAVOLA 1: Tempi di primo arrivo osservati e Tempi di primo arrivo corretti per le Onde P e SH

ANALISI SISMICA DOWN-HOLE –SONDAGGIO S25

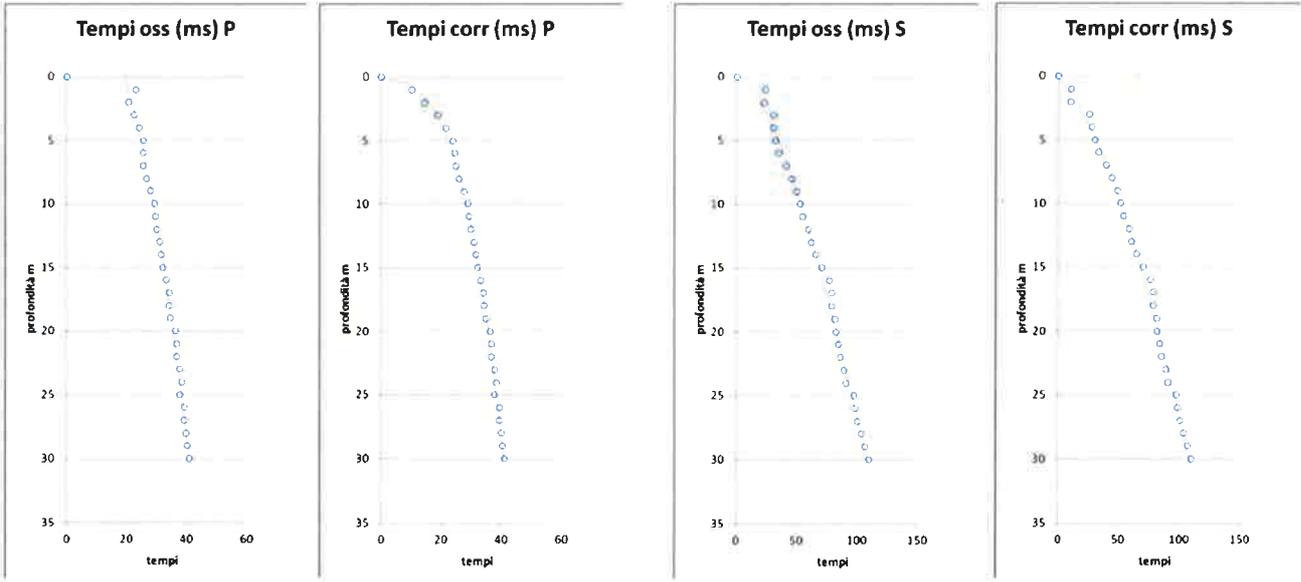
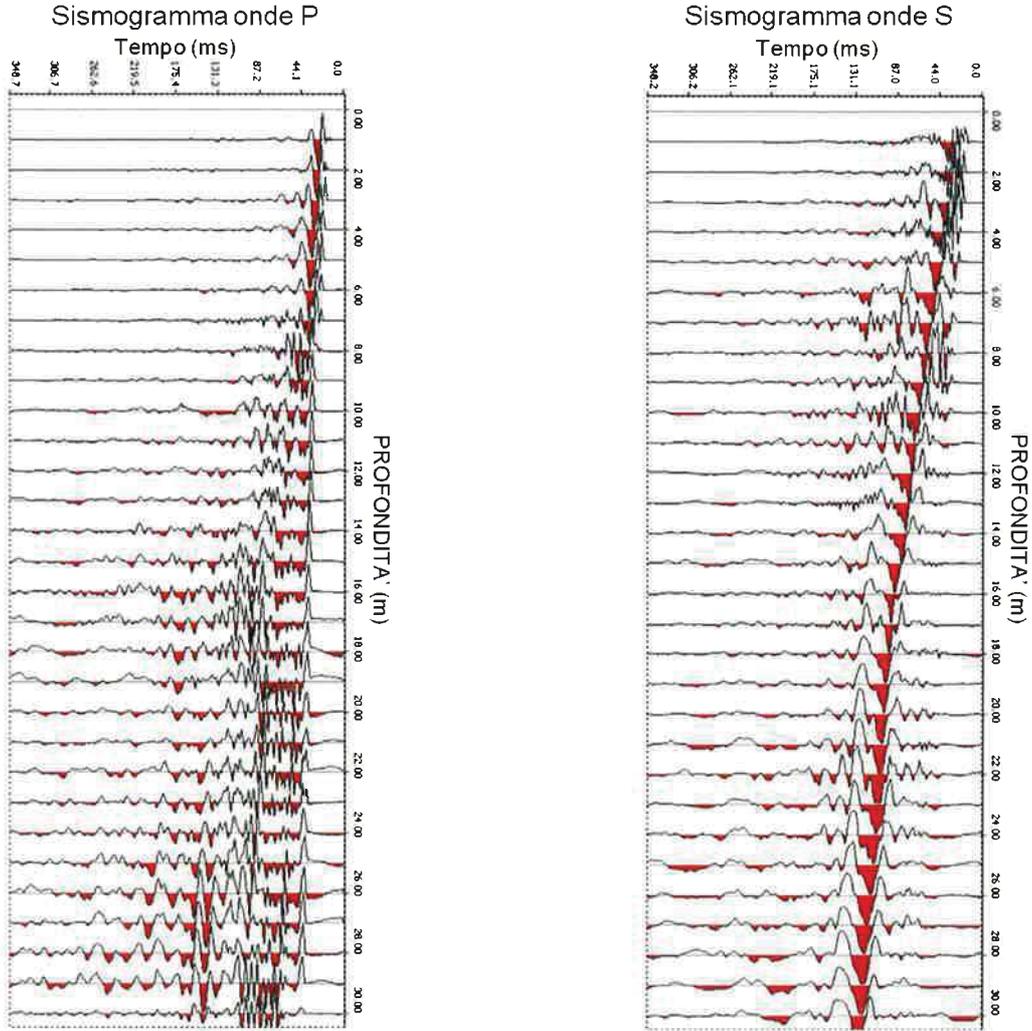
DISTANZA DELLO SPARO DA BOCCA FORO = 2.00 [m]

PRIMI ARRIVI

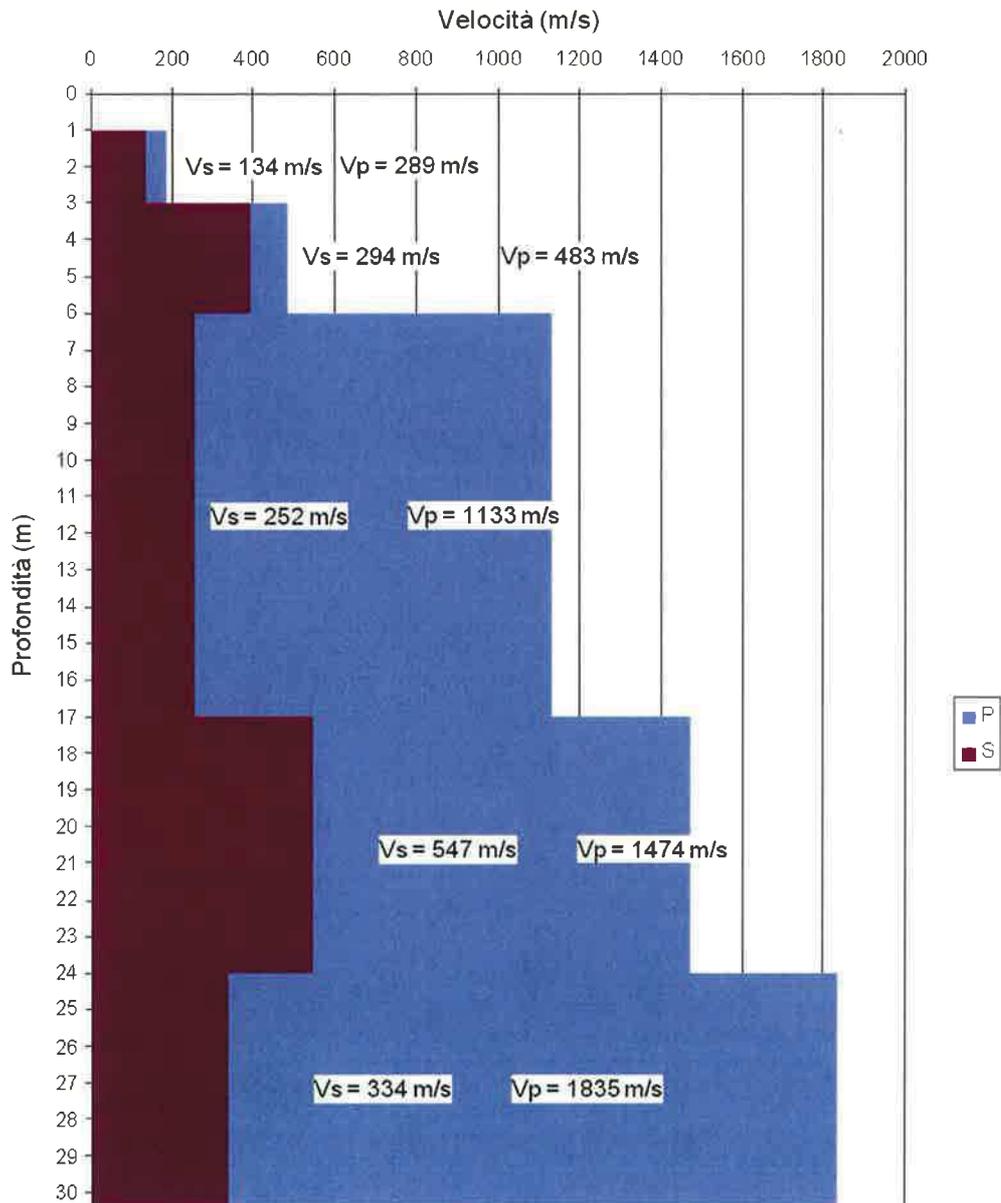
Pos. Geof. Triassiale	Profondità [m]	Onde P [ms]	Onde P (corretti) [ms]	Onde SH [ms]	Onde SH (corretti) [ms]
1	1	23.21	10.38	24.30	10.87
2	2	20.74	14.67	23.21	10.38
3	3	22.72	18.90	30.81	25.64
4	4	24.30	21.73	30.81	27.56
5	5	25.88	24.03	32.40	30.08
6	6	25.88	24.55	34.96	33.17
7	7	25.88	24.88	41.09	39.51
8	8	26.86	26.06	45.63	44.27
9	9	28.25	27.57	50.17	48.98
10	10	29.43	28.86	52.35	51.33
11	11	29.83	29.35	54.81	53.93
12	12	30.42	30.01	59.26	58.45
13	13	31.41	31.04	61.63	60.91
14	14	31.80	31.48	65.48	64.82
15	15	32.40	32.11	70.81	70.19
16	16	33.38	33.12	76.74	76.15
17	17	34.37	34.13	79.11	78.57
18	18	34.37	34.16	79.11	78.63
19	19	34.96	34.77	81.48	81.03
20	20	36.54	36.36	82.37	81.96
21	21	36.94	36.77	84.44	84.06
22	22	36.94	36.79	85.93	85.57
23	23	37.93	37.78	89.19	88.85
24	24	38.52	38.39	90.67	90.35
25	25	37.93	37.81	97.48	97.17
26	26	39.51	39.39	98.37	98.08
27	27	39.51	39.40	100.44	100.17
28	28	40.10	40.00	103.70	103.44
29	29	40.49	40.40	106.67	106.41
30	30	41.09	41.00	109.63	109.39

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
	PROSPEZIONI GEOFISICHE

3.2 TAVOLA 2 – SISMOGRAMMI E DROMOCRONE DOWN HOLE S25



3.3 TAVOLA 3 – PROFILI VERTICALI DI VELOCITÀ ONDE P E S DOWN HOLE S25



3.4 DOWN HOLE – FORO S28 – TAVOLA 4: Tempi di primo arrivo osservati e Tempi di primo arrivo corretti per le Onde P e SH

ANALISI SISMICA DOWN-HOLE –SONDAGGIO S28

DISTANZA DELLO SPARO DA BOCCA FORO = 2.00 [m]

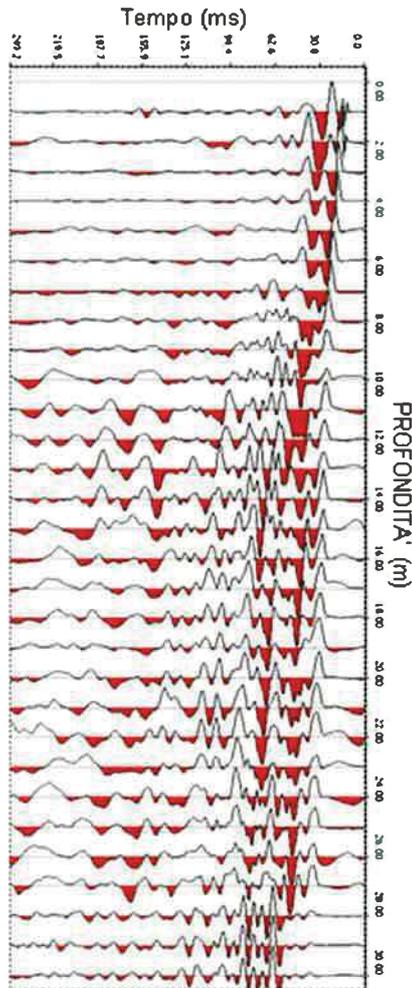
PRIMI ARRIVI

Pos. Geof. Triassiale	Profondità [m]	Onde P [ms]	Onde P (corretti) [ms]	Onde SH [ms]	Onde SH (corretti) [ms]
1	1	11.30	5.05	27.60	12.34
2	2	14.40	10.18	28.70	20.29
3	3	15.40	12.81	30.70	25.54
4	4	15.50	13.86	31.70	28.35
5	5	17.40	16.16	33.80	31.38
6	6	17.50	16.60	36.90	35.01
7	7	20.50	19.71	41.00	39.42
8	8	21.50	20.86	48.10	46.66
9	9	22.60	22.06	48.20	47.05
10	10	23.60	23.14	52.20	51.19
11	11	22.60	22.24	56.30	55.39
12	12	23.60	23.28	59.40	58.59
13	13	24.60	24.31	64.50	63.75
14	14	24.70	24.45	64.60	63.95
15	15	25.60	25.38	67.60	67.01
16	16	26.70	26.49	68.60	68.07
17	17	26.80	26.62	70.70	70.22
18	18	27.00	26.83	72.70	72.26
19	19	27.70	27.55	74.80	74.39
20	20	28.70	28.56	75.80	75.42
21	21	29.50	29.37	75.90	75.56
22	22	29.70	29.58	77.80	77.48
23	23	30.80	30.68	78.80	78.50
24	24	31.80	31.69	81.90	81.62
25	25	32.00	31.90	82.00	81.74
26	26	32.80	32.70	80.90	80.66
27	27	32.80	32.71	88.10	87.86
28	28	33.80	33.71	92.00	91.77
29	29	34.90	34.82	97.30	97.07
30	30	35.90	35.82	96.00	95.79

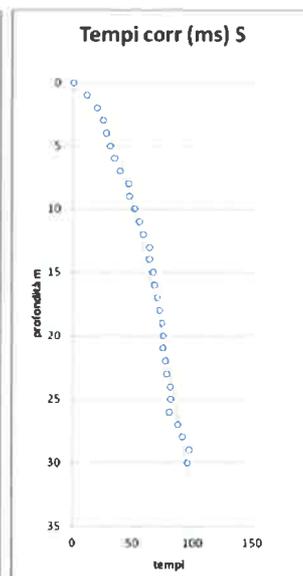
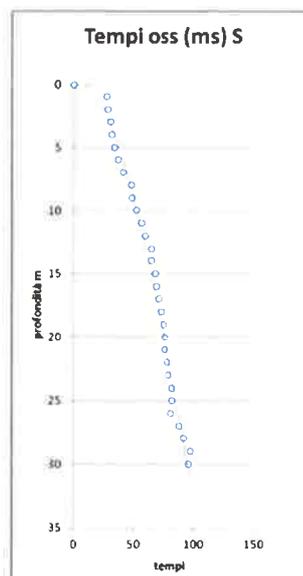
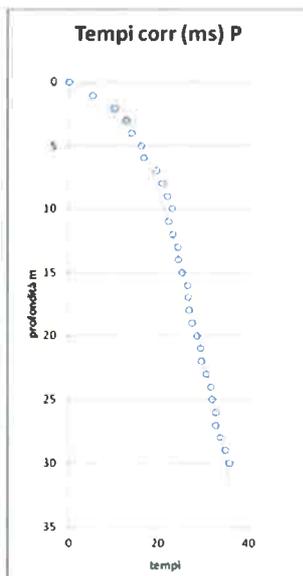
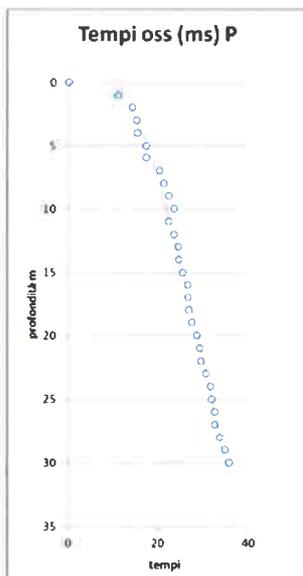
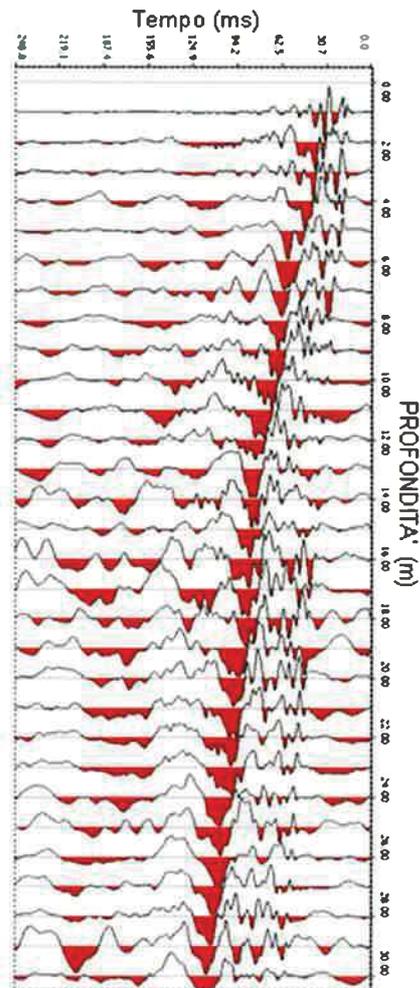
 <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ITINERARIO NAPOLI-BARI VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI</p>
<p>PROSPEZIONI GEOFISICHE</p>	<p>IFOE 00 D 69 IG GE0001 002 A pag. 24 di 38</p>

3.5 TAVOLA 5 – SISMOGRAMMI E DROMOCRONE DOWN HOLE S28

Sismogramma onde P

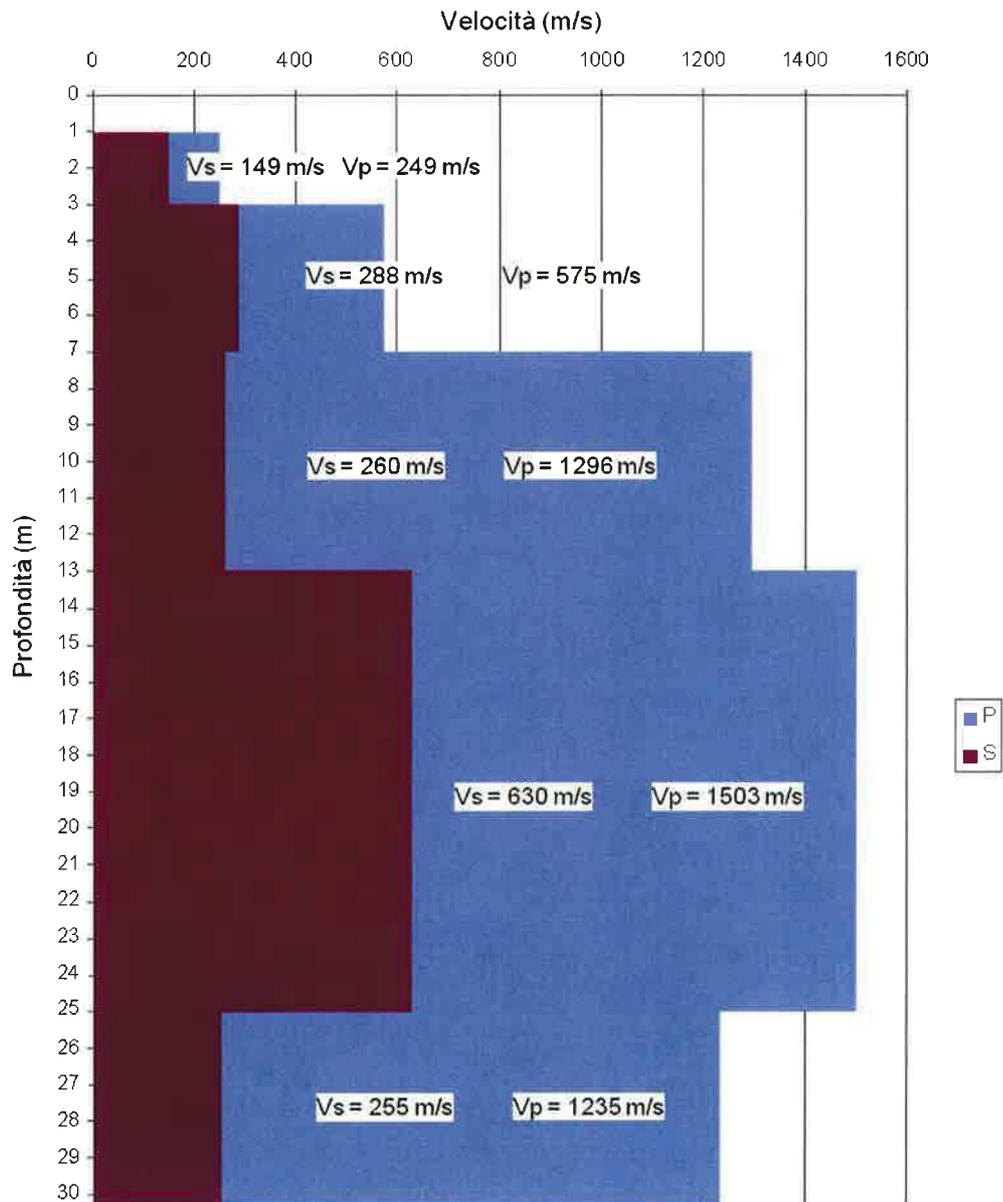


Sismogramma onde SH



	ITINERARIO NAPOLI-BARI VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
PROSPEZIONI GEOFISICHE	IF0E 00 D 69 IG GE0001 002 A pag. 25 di 38

3.6 TAVOLA 6 – PROFILI VERTICALI DI VELOCITÀ ONDE P E S DOWN HOLE S28



3.7 DOWN HOLE – FORO S44 – TAVOLA 7: Tempi di primo arrivo osservati e Tempi di primo arrivo corretti per le Onde P e SH

ANALISI SISMICA DOWN-HOLE –SONDAGGIO S44

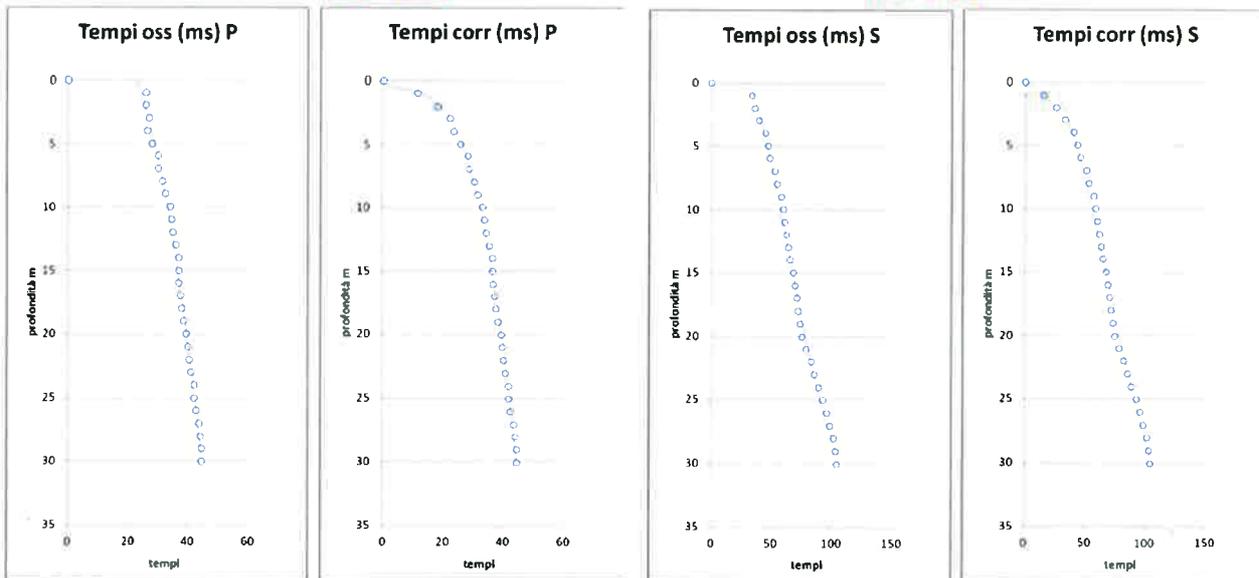
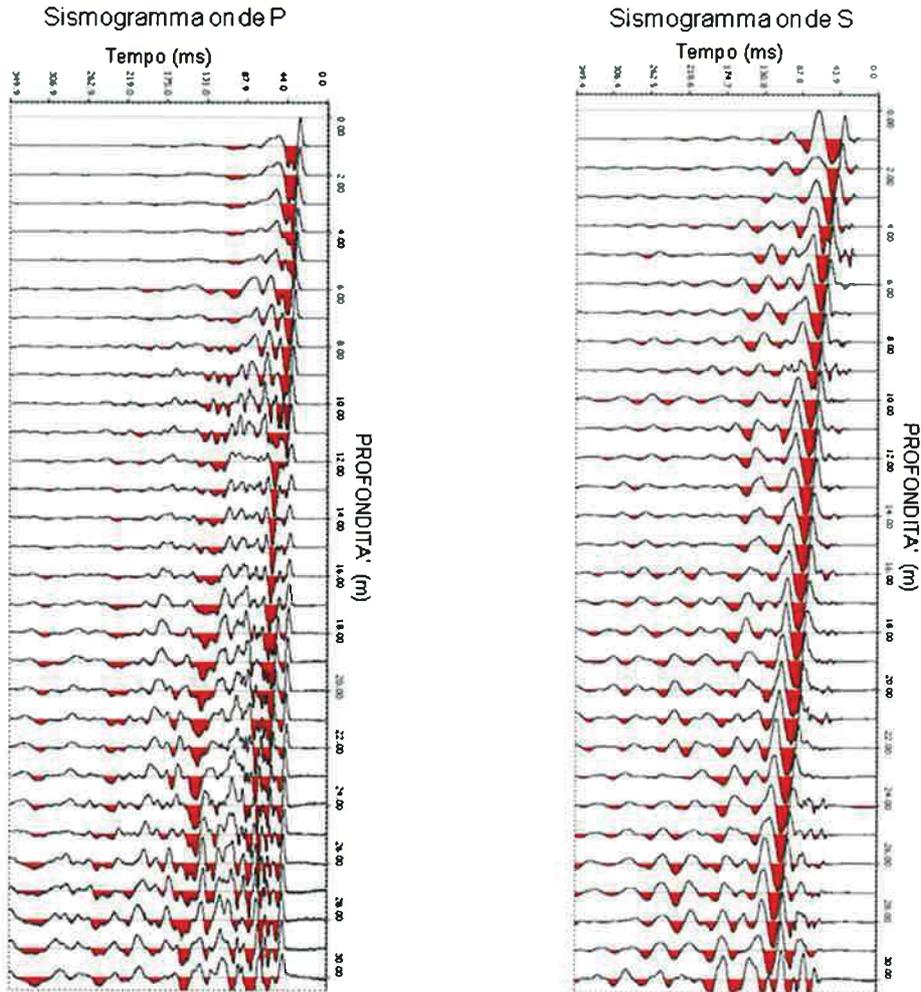
DISTANZA DELLO SPARO DA BOCCA FORO = 2.00 [m]

PRIMI ARRIVI

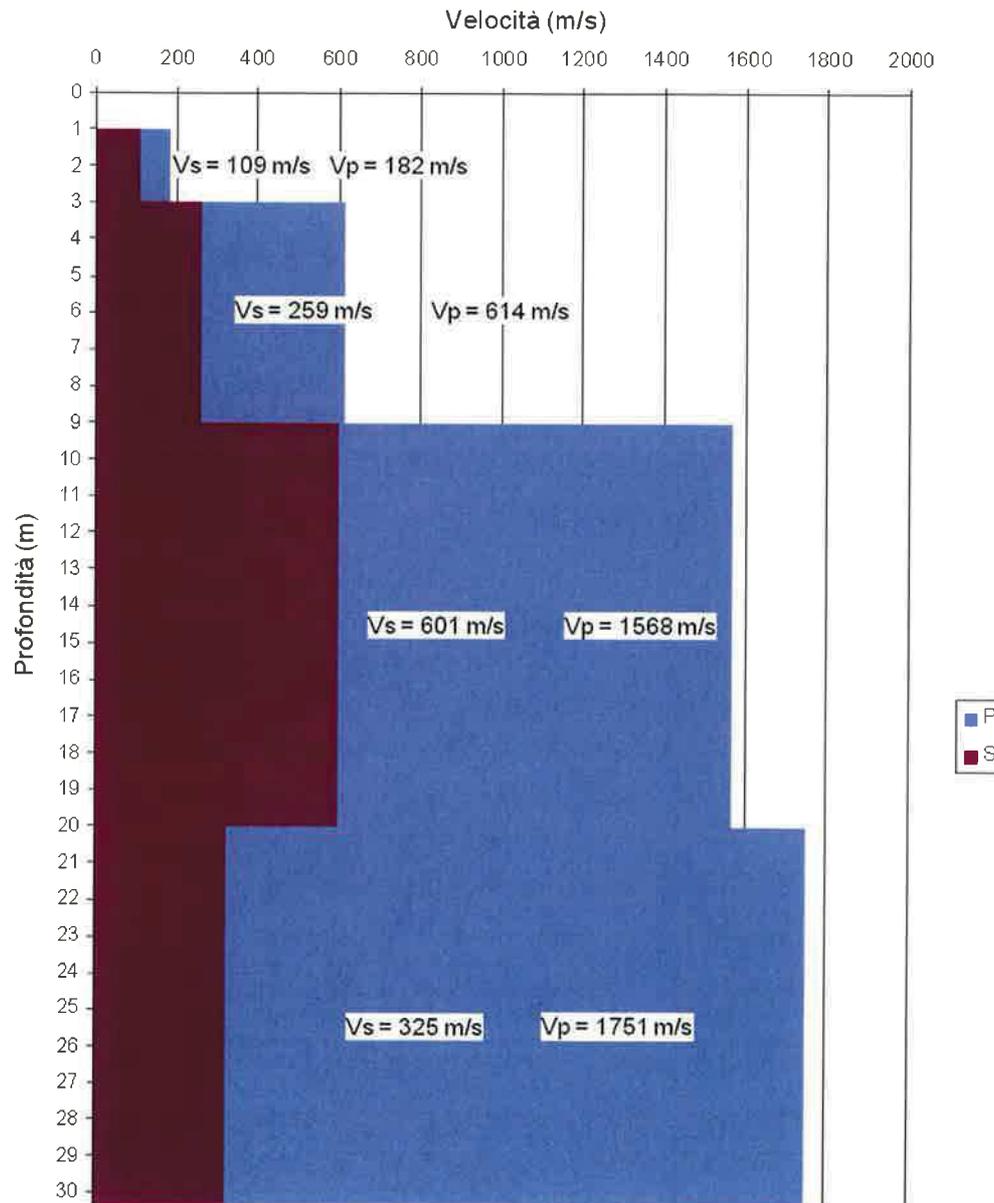
Pos. Geof. Triassiale	Profondità [m]	Onde P [ms]	Onde P (corretti) [ms]	Onde SH [ms]	Onde SH (corretti) [ms]
1	1	25.88	11.57	33.98	15.19
2	2	25.88	18.30	36.54	25.84
3	3	26.86	22.35	40.10	33.36
4	4	26.27	23.50	45.23	40.46
5	5	27.85	25.86	47.21	43.83
6	6	29.83	28.30	48.79	46.29
7	7	29.83	28.68	53.33	51.28
8	8	31.41	30.47	55.31	53.66
9	9	32.40	31.62	58.86	57.46
10	10	33.98	33.32	60.44	59.27
11	11	34.37	33.82	61.43	60.44
12	12	34.96	34.49	63.01	62.15
13	13	35.95	35.53	64.40	63.65
14	14	36.94	36.57	65.98	65.31
15	15	36.94	36.61	68.54	67.94
16	16	36.94	36.65	70.12	69.58
17	17	37.53	37.27	71.70	71.21
18	18	37.93	37.69	72.69	72.25
19	19	38.52	38.31	74.07	73.67
20	20	39.51	39.31	75.65	75.28
21	21	39.94	39.76	79.21	78.85
22	22	40.49	40.33	83.36	83.02
23	23	41.09	40.93	86.32	86.00
24	24	42.07	41.93	89.48	89.17
25	25	42.07	41.94	93.43	93.13
26	26	42.67	42.54	96.59	96.31
27	27	43.65	43.54	99.16	98.89
28	28	44.05	43.94	102.12	101.86
29	29	44.64	44.54	103.70	103.46
30	30	44.64	44.54	104.69	104.46

	ITINERARIO NAPOLI-BARI VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
PROSPEZIONI GEOFISICHE	IFOE 00 D 69 IG GE0001 002 A pag. 27 di 38

3.8 TAVOLA 8 – SISMOGRAMMI E DROMOCRONE PROVA DOWN HOLE S44



3.9 TAVOLA 9 – PROFILI VERTICALI DI VELOCITÀ ONDE P E S DOWN HOLE S44



	ITINERARIO NAPOLI-BARI VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
	PROSPEZIONI GEOFISICHE
IF0E 00 D 69 IG GE0001 002 A pag. 29 di 38	

3.10 DOWN HOLE – FORO S47 – TAVOLA 10: Tempi di primo arrivo osservati e Tempi di primo arrivo corretti per le Onde P e SH

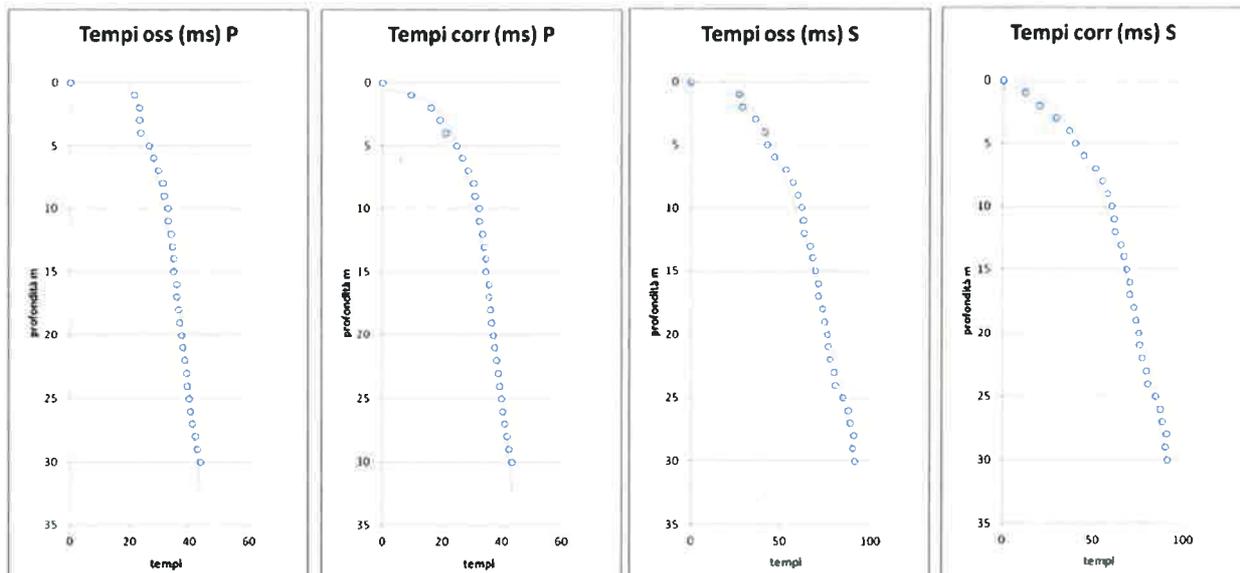
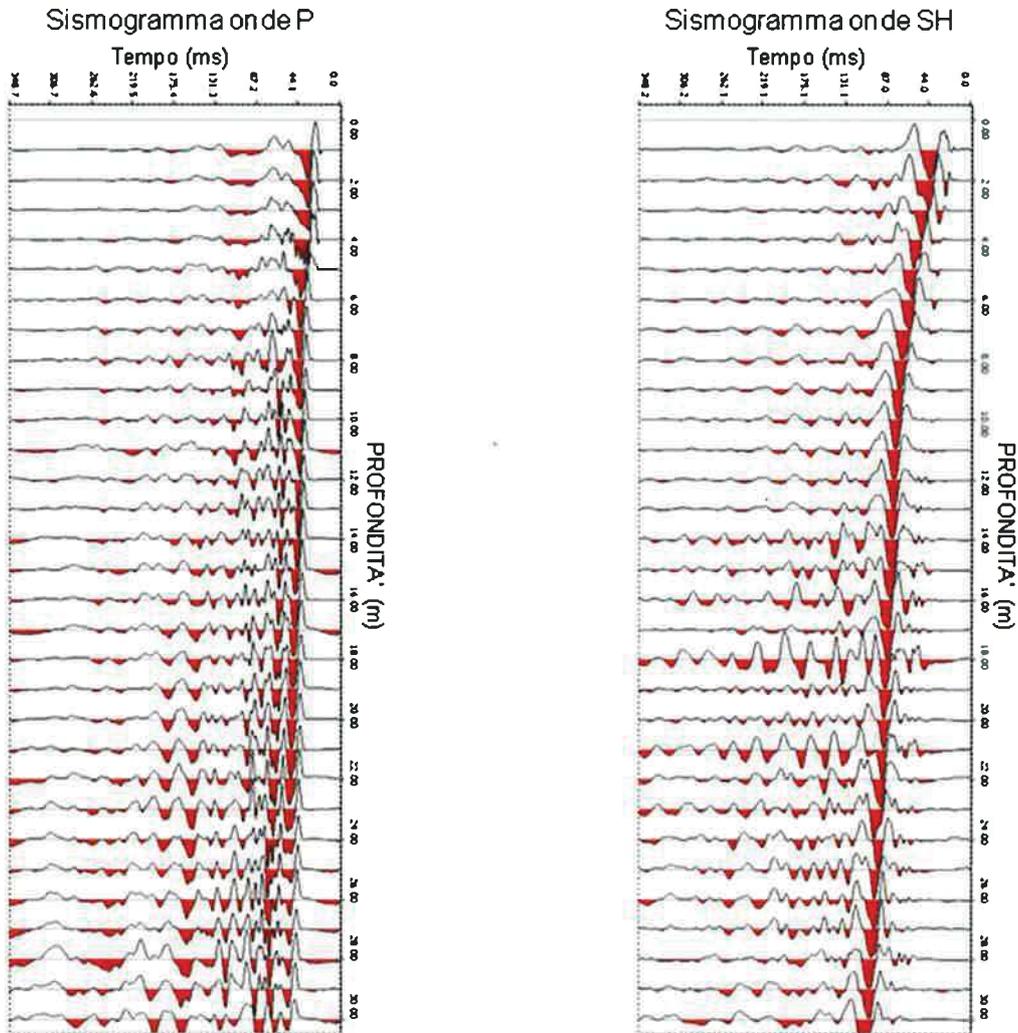
ANALISI SISMICA DOWN-HOLE –SONDAGGIO S47

DISTANZA DELLO SPARO DA BOCCA FORO = 2.00 [m]

PRIMI ARRIVI

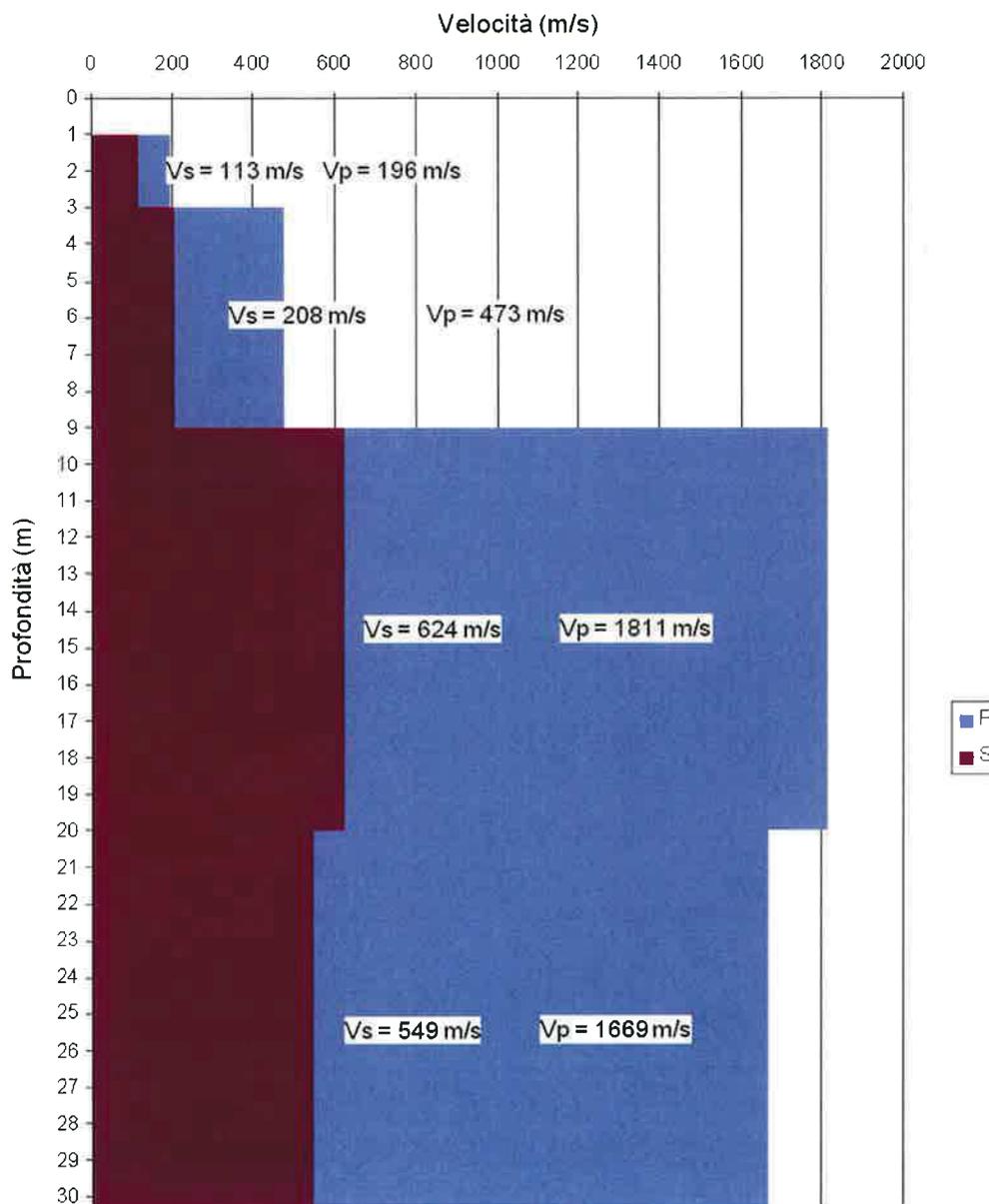
Pos. Geof. Triassiale	Profondità [m]	Onde P [ms]	Onde P (corretti) [ms]	Onde SH [ms]	Onde SH (corretti) [ms]
1	1	21.73	9.72	27.26	12.19
2	2	23.31	16.48	28.84	20.39
3	3	23.31	19.39	35.95	29.91
4	4	23.70	21.20	41.48	37.10
5	5	26.86	24.94	43.06	39.98
6	6	28.25	26.80	47.21	44.79
7	7	29.83	28.68	53.33	51.28
8	8	31.41	30.47	56.89	55.19
9	9	31.80	31.05	59.85	58.43
10	10	32.99	32.35	62.02	60.82
11	11	32.99	32.46	63.01	62.00
12	12	33.98	33.51	63.41	62.54
13	13	34.37	33.97	66.57	65.79
14	14	34.96	34.61	68.15	67.46
15	15	34.96	34.66	69.53	68.92
16	16	35.95	35.67	71.11	70.56
17	17	35.95	35.70	71.11	70.62
18	18	36.54	36.32	73.68	73.23
19	19	36.94	36.74	74.67	74.26
20	20	37.53	37.34	76.25	75.87
21	21	37.93	37.76	76.64	76.30
22	22	38.52	38.36	77.83	77.51
23	23	39.11	38.96	80.20	79.90
24	24	39.51	39.37	80.79	80.51
25	25	40.10	39.97	84.94	84.67
26	26	40.49	40.37	87.90	87.64
27	27	41.09	40.97	88.89	88.65
28	28	42.07	41.97	91.06	90.83
29	29	42.67	42.57	90.47	90.25
30	30	43.65	43.56	91.46	91.25

3.11 TAVOLA 11 – SISMOGRAMMI E DROMOCRONE DOWN HOLE S47



 <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ITINERARIO NAPOLI-BARI VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI</p>
<p>PROSPEZIONI GEOFISICHE</p>	<p>IF0E 00 D 69 IG GE0001 002 A pag. 31 di 38</p>

3.12 TAVOLA 12 – PROFILI VERTICALI DI VELOCITÀ ONDE P E S DOWN HOLE S47



3.13 DOWN HOLE – FORO S50 – TAVOLA 13: Tempi di primo arrivo osservati e Tempi di primo arrivo corretti per le Onde P e SH

ANALISI SISMICA DOWN-HOLE –SONDAGGIO S50

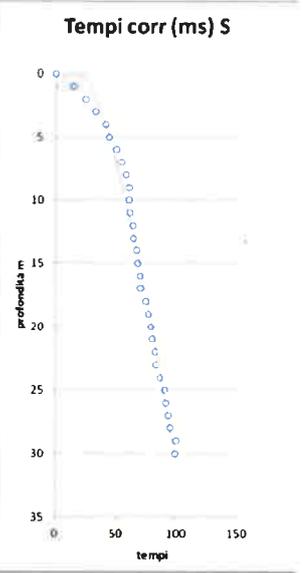
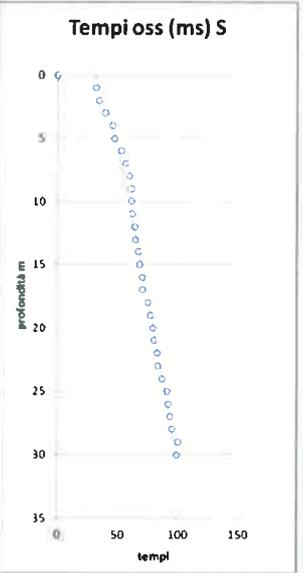
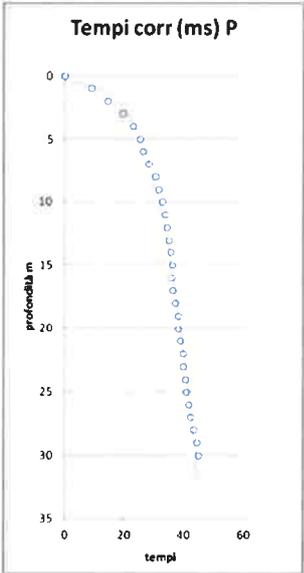
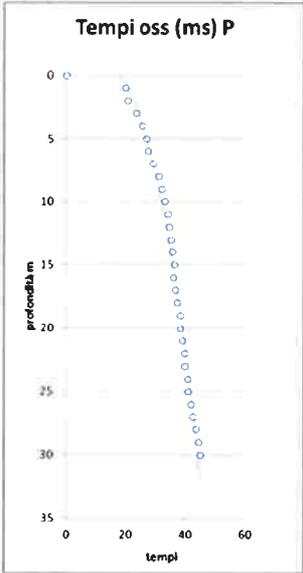
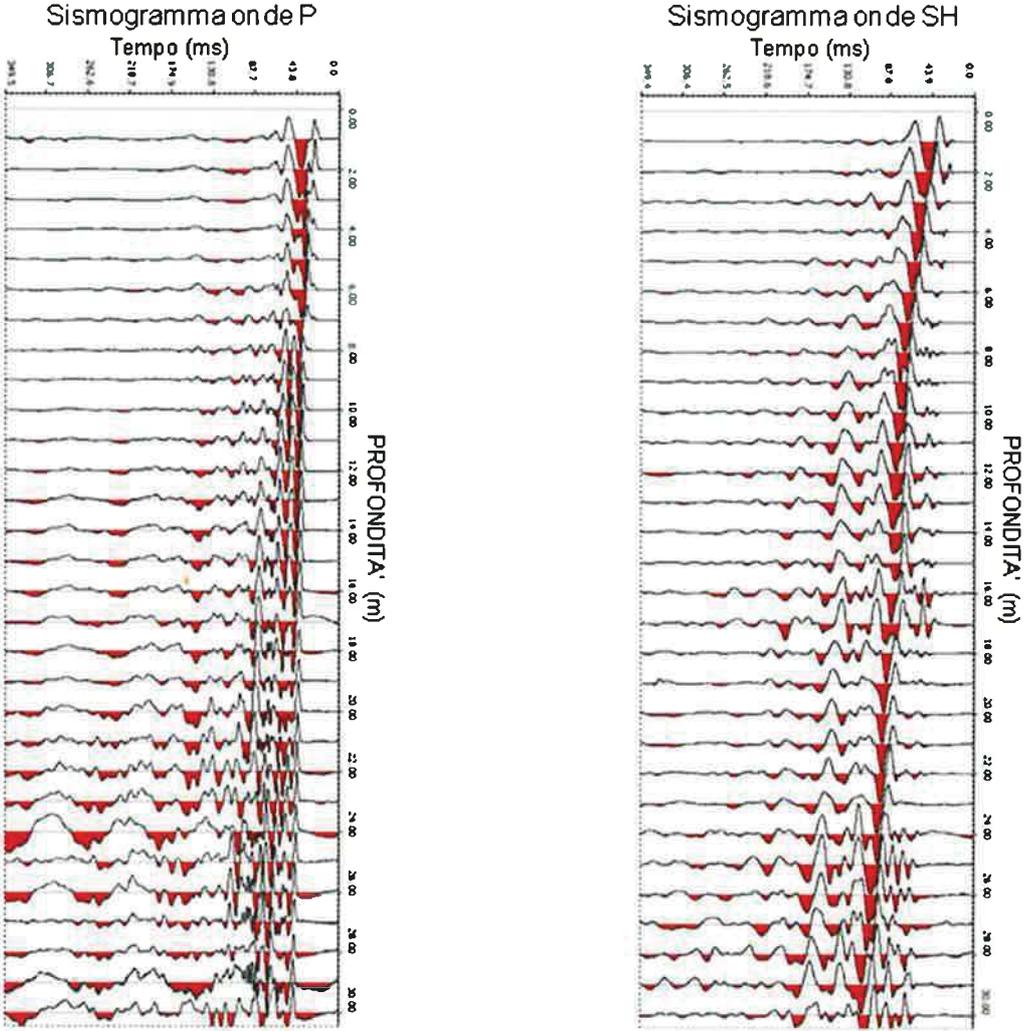
DISTANZA DELLO SPARO DA BOCCA FORO = 2.00 [m]

PRIMI ARRIVI

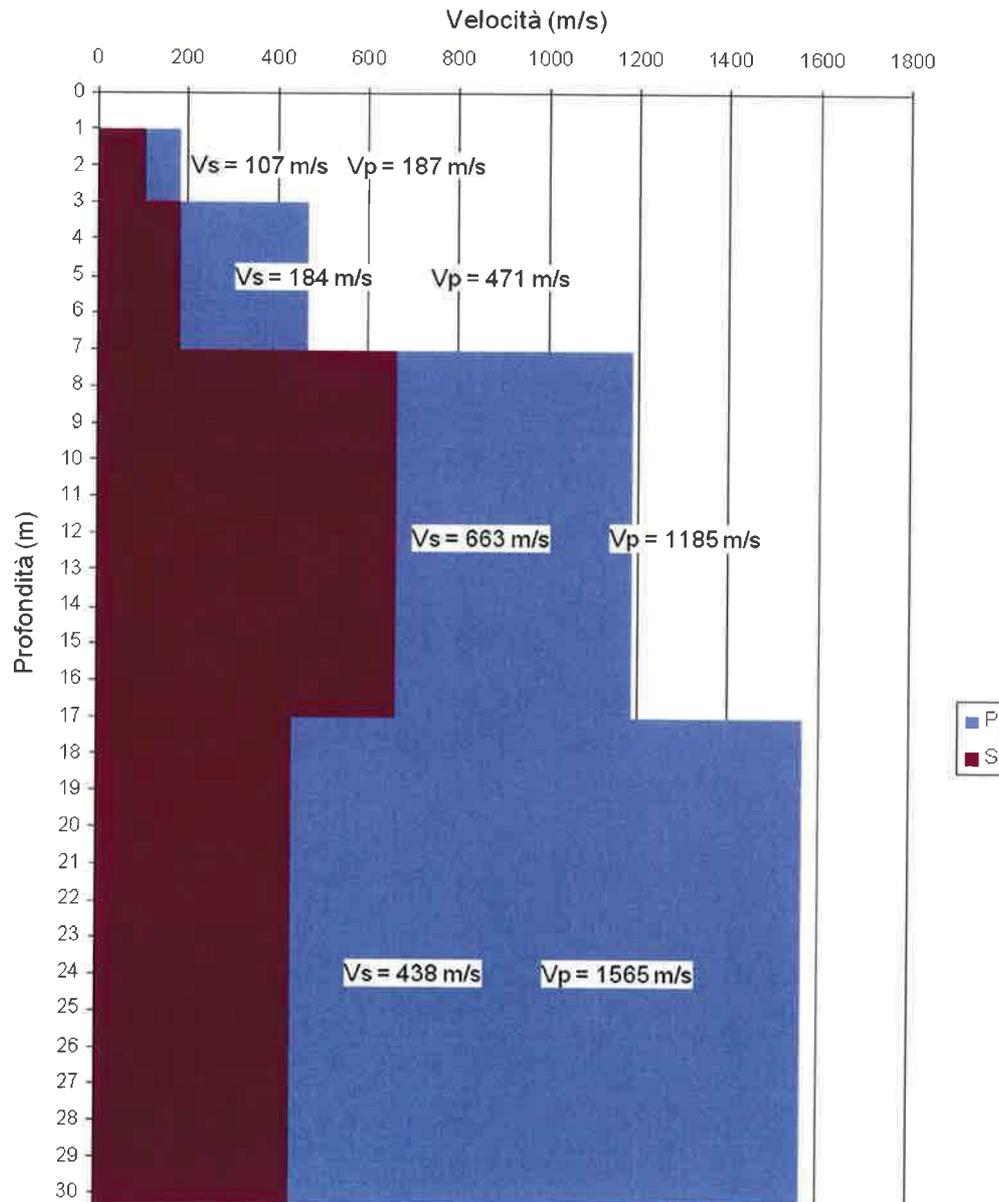
Pos. Geof. Triassiale	Profondità [m]	Onde P [ms]	Onde P (corretti) [ms]	Onde SH [ms]	Onde SH (corretti) [ms]
1	1	20.15	9.01	31.80	14.22
2	2	20.74	14.67	34.37	24.30
3	3	23.70	19.72	39.51	32.87
4	4	25.88	23.14	45.82	40.99
5	5	27.26	25.31	47.60	44.20
6	6	27.85	26.42	53.33	50.60
7	7	29.43	28.30	56.89	54.70
8	8	31.41	30.47	59.85	58.06
9	9	32.40	31.62	62.02	60.55
10	10	33.38	32.73	62.02	60.82
11	11	34.37	33.82	62.42	61.41
12	12	34.96	34.49	64.40	63.52
13	13	35.56	35.14	64.99	64.23
14	14	35.95	35.59	67.56	66.88
15	15	36.54	36.22	68.54	67.94
16	16	36.35	36.07	70.52	69.97
17	17	36.86	36.61	70.52	70.04
18	18	37.53	37.30	75.26	74.80
19	19	38.52	38.31	77.23	76.81
20	20	38.52	38.33	79.21	78.82
21	21	39.11	38.93	80.20	79.84
22	22	40.10	39.93	82.77	82.43
23	23	40.10	39.95	83.36	83.04
24	24	41.09	40.94	86.91	86.61
25	25	41.09	40.96	91.06	90.77
26	26	42.07	41.95	92.05	91.78
27	27	42.67	42.55	94.02	93.77
28	28	43.65	43.54	95.60	95.36
29	29	44.64	44.54	100.74	100.50
30	30	45.23	45.13	99.56	99.34

	ITINERARIO NAPOLI-BARI VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
	PROSPEZIONI GEOFISICHE
IFOE 00 D 69 IG GE0001 002 A pag. 33 di 38	

3.14 TAVOLA 14 – SISMOGRAMMI E DROMOCRONE DOWN HOLE S50



3.15 TAVOLA 15 – PROFILI VERTICALI DI VELOCITÀ ONDE P E S DOWN HOLE S50



3.16 DOWN HOLE – FORO S62 – TAVOLA 16: Tempi di primo arrivo osservati e Tempi di primo arrivo corretti per le Onde P e SH

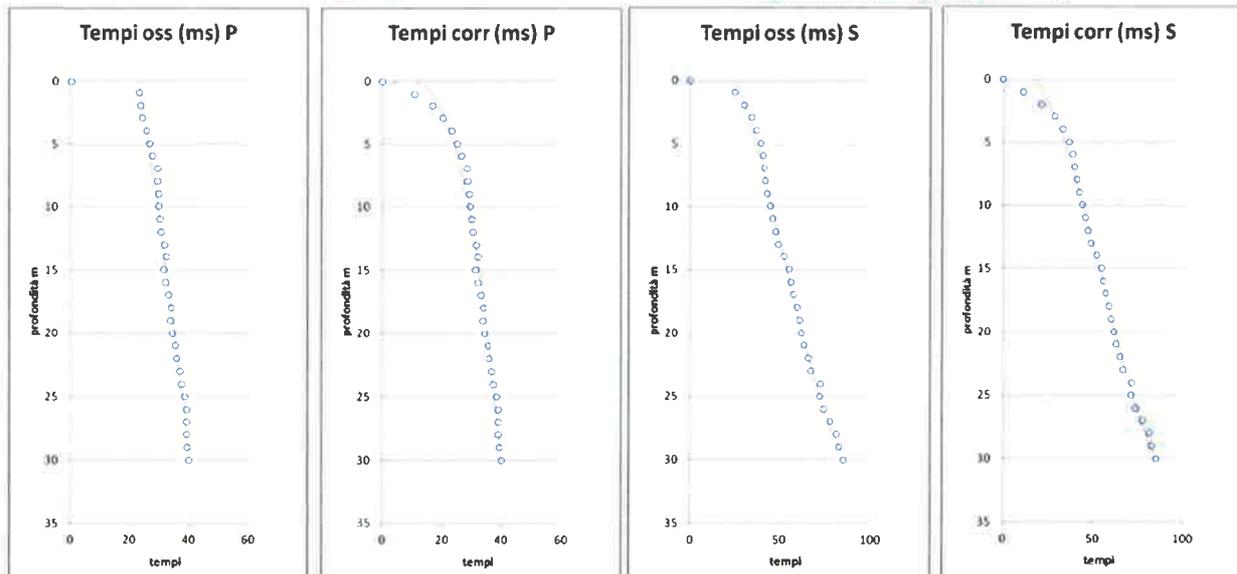
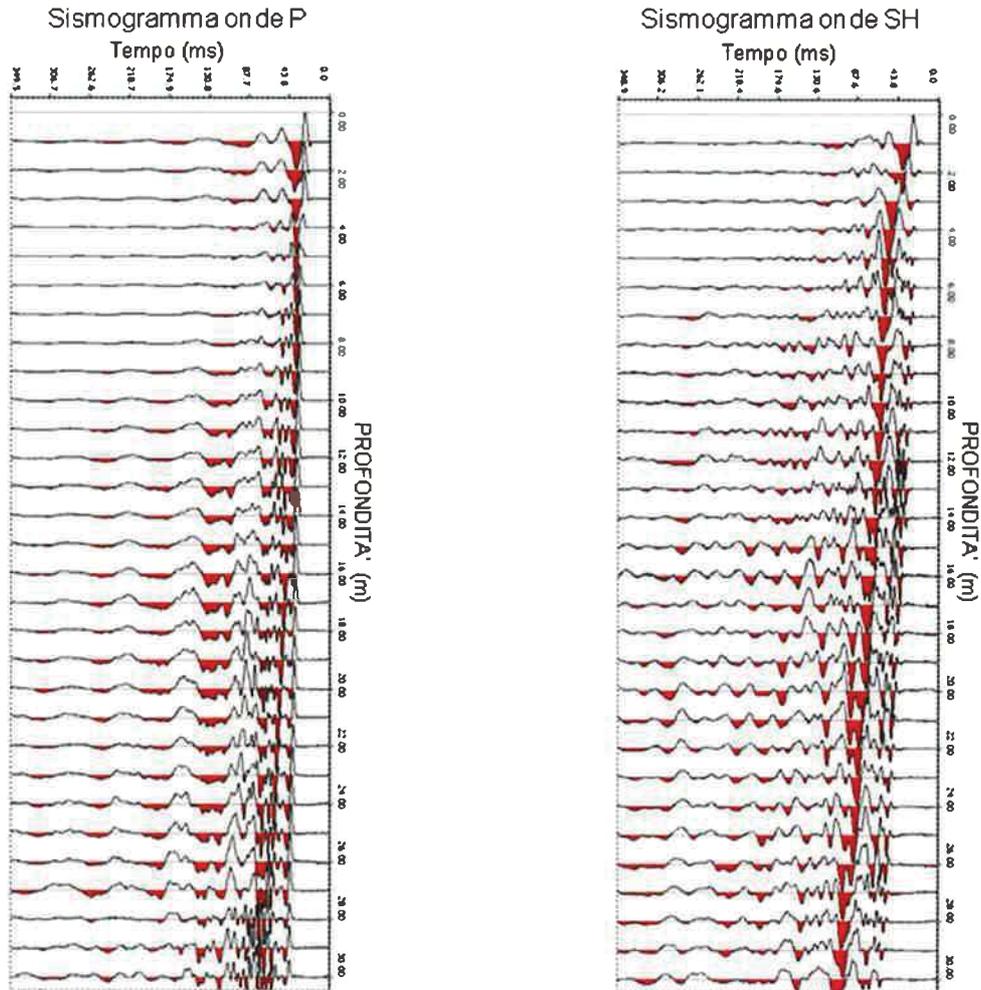
ANALISI SISMICA DOWN-HOLE –SONDAGGIO S62

DISTANZA DELLO SPARO DA BOCCA FORO = 2.00 [m]

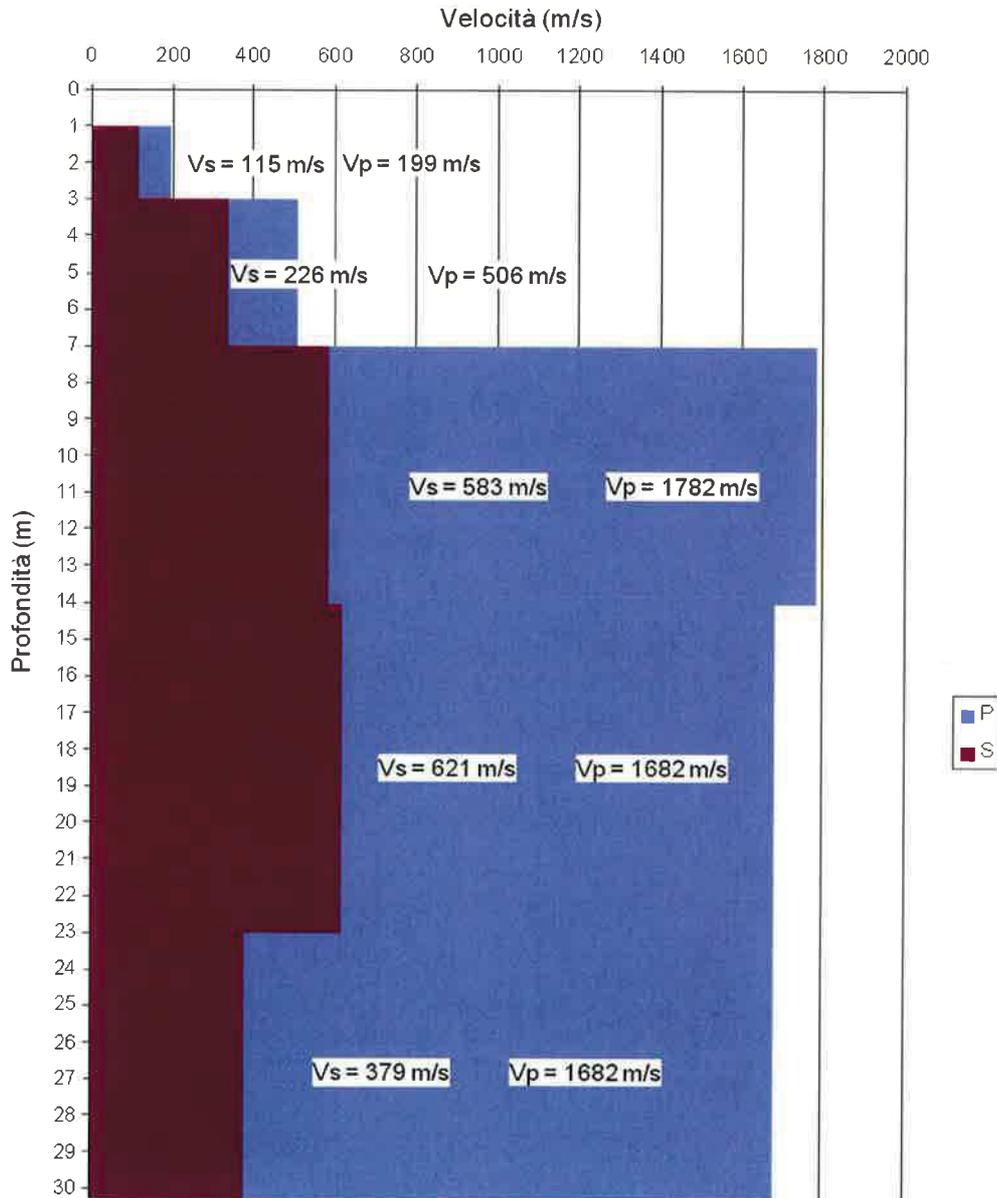
PRIMI ARRIVI

Pos. Geof. Triassiale	Profondità [m]	Onde P [ms]	Onde P (corretti) [ms]	Onde SH [ms]	Onde SH (corretti) [ms]
1	1	23.31	10.42	24.69	11.04
2	2	23.70	16.76	29.83	21.09
3	3	24.30	20.22	33.98	28.27
4	4	25.88	23.14	36.94	33.04
5	5	26.86	24.94	39.11	36.31
6	6	27.85	26.42	40.49	38.42
7	7	29.43	28.30	41.09	39.51
8	8	29.43	28.55	42.07	40.82
9	9	29.83	29.12	43.06	42.04
10	10	29.83	29.25	44.64	43.78
11	11	30.42	29.93	46.22	45.48
12	12	30.81	30.40	47.60	46.96
13	13	31.80	31.43	49.19	48.61
14	14	32.40	32.07	52.35	51.82
15	15	31.49	31.21	54.91	54.43
16	16	32.26	32.01	55.90	55.47
17	17	33.28	33.05	57.28	56.89
18	18	33.98	33.77	59.46	59.09
19	19	33.79	33.61	60.84	60.51
20	20	34.37	34.20	62.02	61.72
21	21	35.56	35.40	63.41	63.12
22	22	35.95	35.80	65.58	65.31
23	23	36.94	36.80	66.96	66.71
24	24	37.53	37.40	72.10	71.85
25	25	38.52	38.40	71.70	71.48
26	26	39.11	39.00	74.07	73.86
27	27	39.11	39.00	77.83	77.61
28	28	39.17	39.07	81.38	81.18
29	29	39.42	39.33	82.77	82.57
30	30	40.10	40.01	85.33	85.14

3.17 TAVOLA 17 – SISMOGRAMMI E DROMOCRONE PROVA DOWN HOLE S62



3.18 TAVOLA 18 – PROFILI VERTICALI DI VELOCITÀ ONDE P E S DOWN HOLE S62



	ITINERARIO NAPOLI-BARI VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI
PROSPEZIONI GEOFISICHE	IF0E 00 D 69 IG GE0001 002 A pag. 38 di 38

4. ALLEGATO GRAFICO N0.2

OGGETTO

Indagine
elettromagnetica
Nell'area relativa al
sondaggio S21

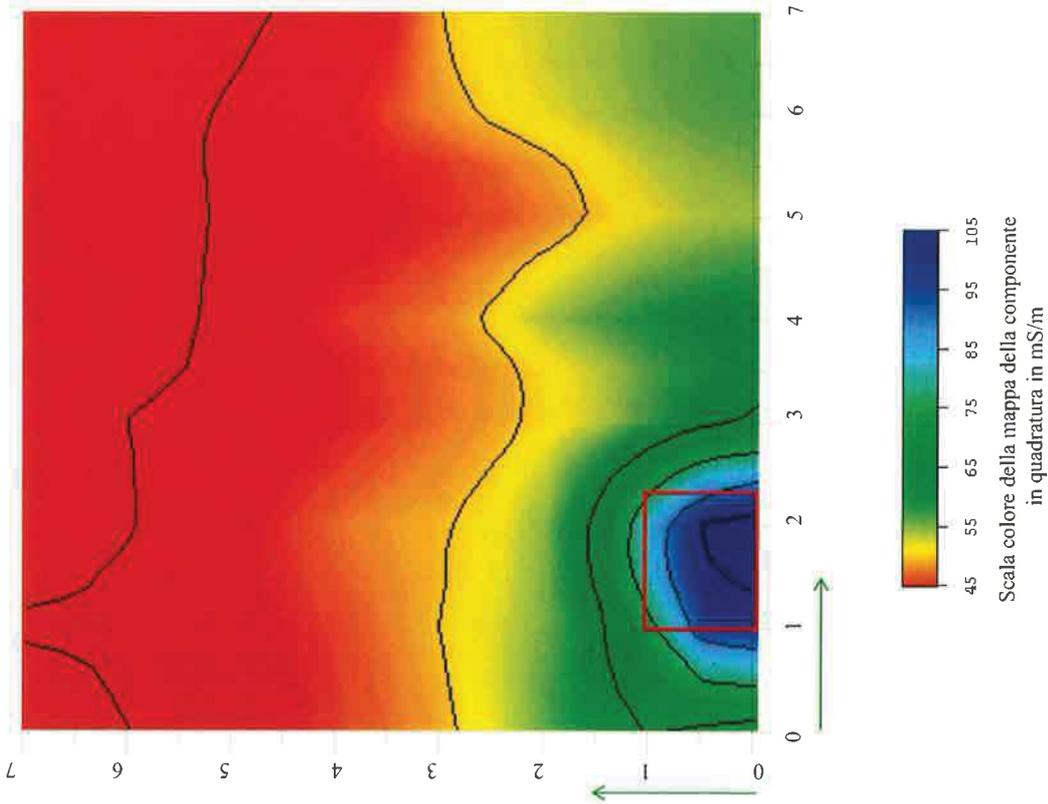
Progetto Definitivo
Itinerario Napoli-Bari
Linea Storica
Cancello - Napoli



Fotografie dell'area di indagine

INDAGINI ELETTRO MAGNETICHE – AREA S21

Mappa della componente in quadratura
(conducibilità elettrica)



Mappa della componente in fase

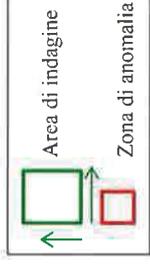
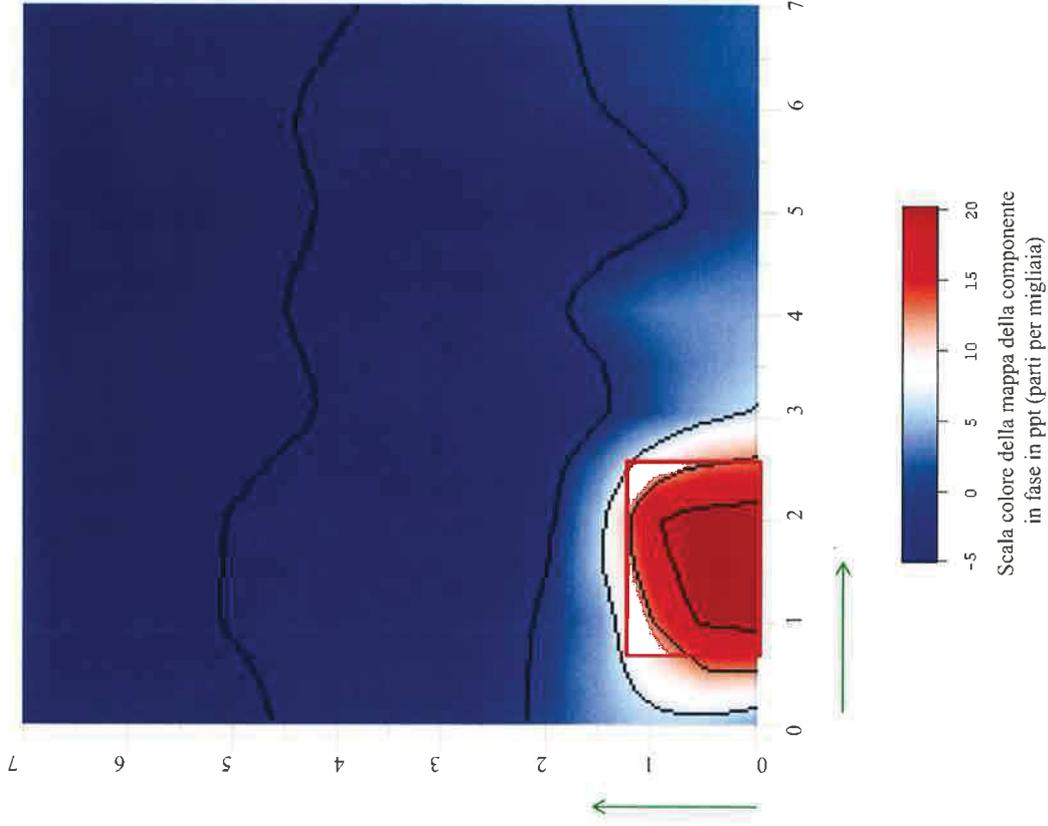


TAVOLA
2

OGGETTO

Indagine
elettromagnetica
Nell'area relativa al
sondaggio S21

Progetto Definitivo
Itinerario Napoli-Bari
Linea Storica
Cancello - Napoli

SOING
STRUTTURE & AMBIENTE



Per la
**SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB A.Crespin
VERIFICA A. Morelli
APPROV. P. Chiara

L'indagine evidenzia anomalie (vedasi simbologia in legenda) associabili alla possibile presenza di masse metalliche interrate nei primi 4-5metri di terreno. Si sconsiglia il posizionamento della verticale del sondaggio nelle aree segnalate con rettangolo/quadrato rosso

OGGETTO
Indagine
elettromagnetica
Nell'area relativa al
sondaggio S25

Progetto Definitivo
Itinerario Napoli-Bari
Linea Storica
Cancello - Napoli



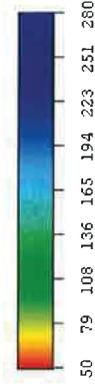
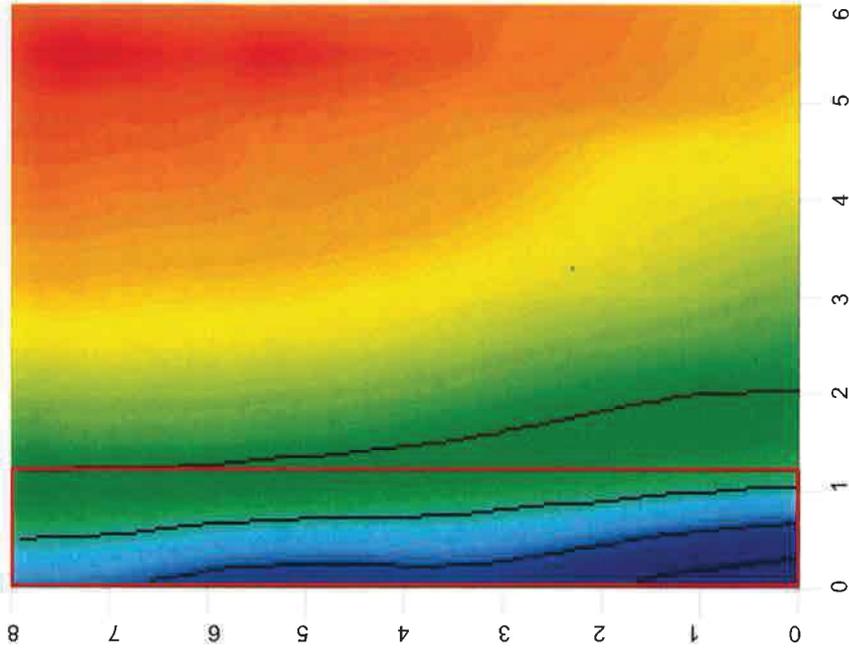
Fotografie dell'area di indagine



Per la	
SOING Strutture e Ambiente srl	
ELAB	A. Crespin
VERIFICA	A. Morelli
APPROV.	P. Chiara

INDAGINI ELETTRO MAGNETICHE – AREA S25

Mappa della componente in quadratura
(conducibilità elettrica)

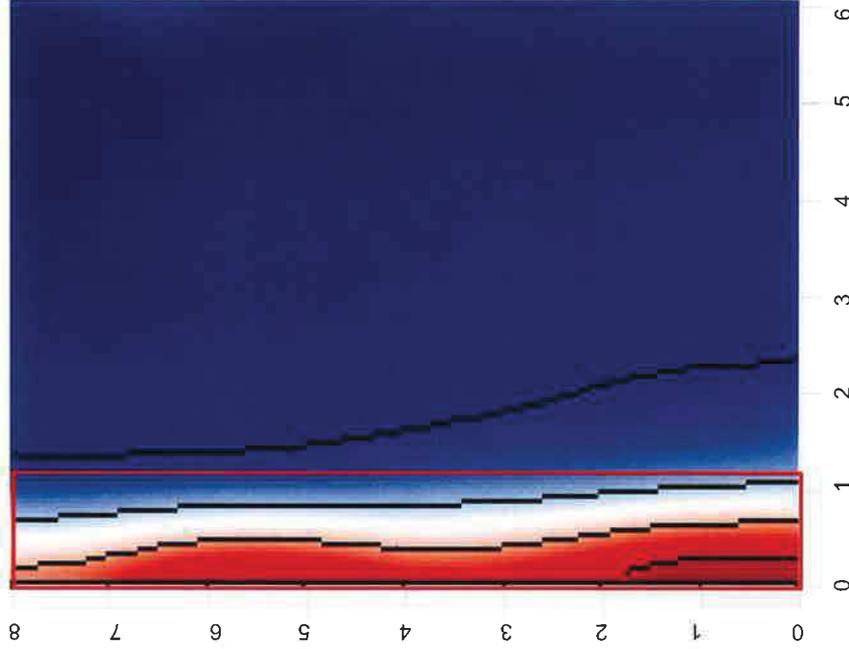


Scala colore della mappa della componente
in quadratura in mS/m

L'indagine evidenzia anomalie (vedasi simbologia in legenda) associabili alla possibile presenza di masse metalliche interrate nei primi 4-5 metri di terreno.
Si sconsiglia il posizionamento della verticale del sondaggio nelle aree segnalate con rettangolo/quadrato rosso

Area di indagine
Zona di anomalia

Mappa della componente in fase



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

OGGETTO

Indagine
elettromagnetica
Nell'area relativa al
sondaggio S25

Progetto Definitivo
Itinerario Napoli-Bari
Linea Storica
Cancello - Napoli



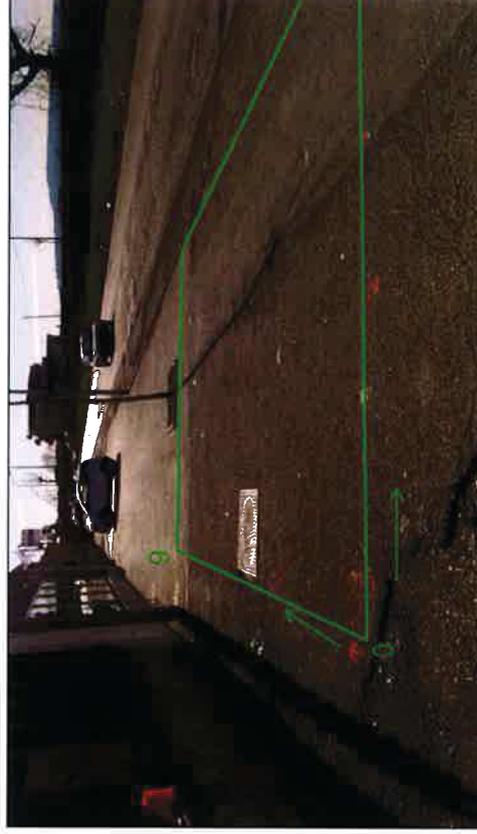
Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl

ELAB A. Crespin
VERIFICA A. Morelli
APPROV. P. Chiara

OGGETTO

Indagine
elettromagnetica
Nell'area relativa al
sondaggio S28

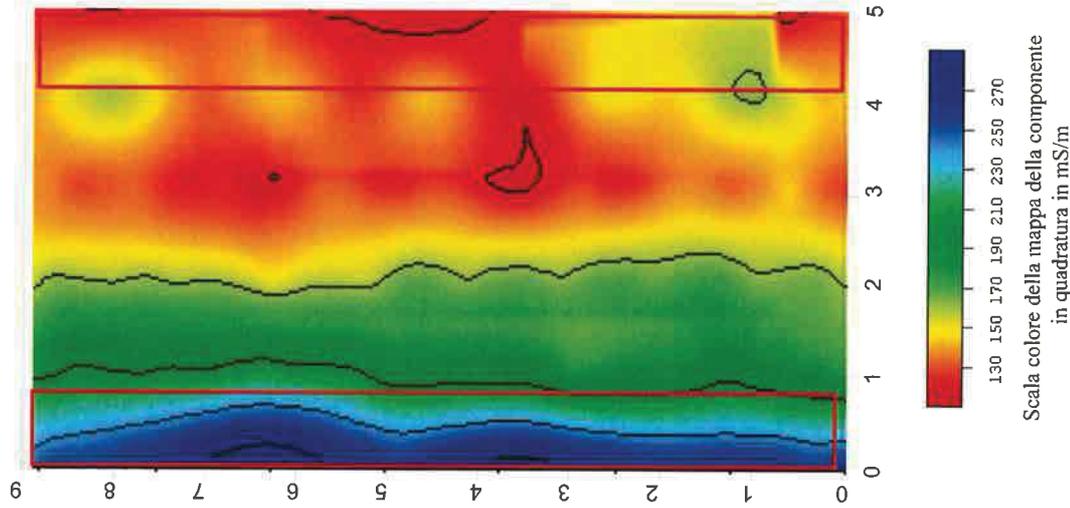
Progetto Definitivo
Itinerario Napoli-Bari
Linea Storica
Cancello - Napoli



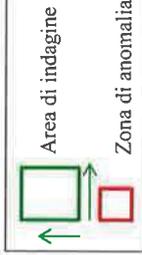
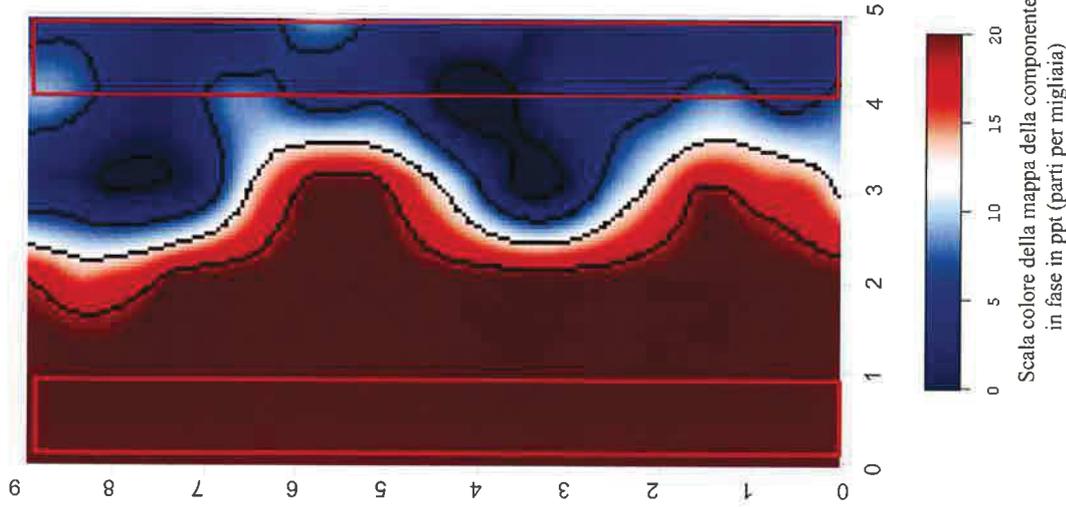
Fotografie dell'area di indagine

INDAGINI ELETTRO MAGNETICHE – AREA S28

Mappa della componente in quadratura
(conducibilità elettrica)



Mappa della componente in fase



TAVOLA

6

OGGETTO

Indagine
elettromagnetica
Nell'area relativa al
sondaggio S28

Progetto Definitivo
Itinerario Napoli-Bari
Linea Storica
Cancello - Napoli
li



Per la
**SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB A.Crespin
VERIFICA A. Morelli
APPROV. P. Chiara

OGGETTO

Indagine
elettromagnetica
Nell'area relativa al
sondaggio S29

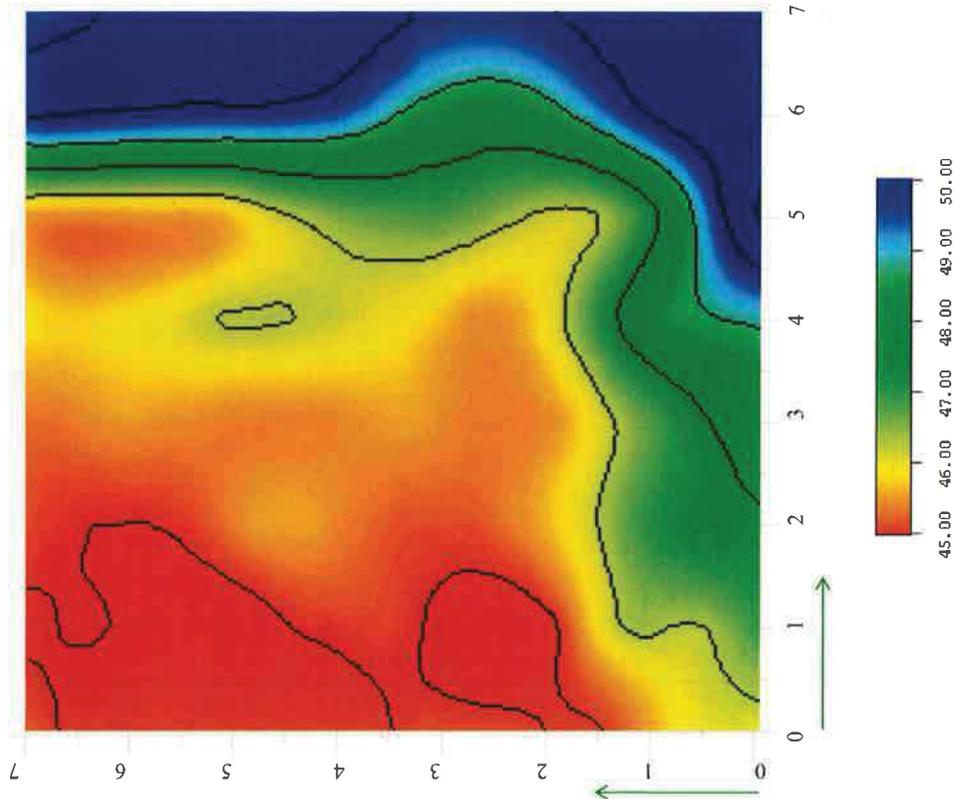
Progetto Definitivo
Itinerario Napoli-Bari
Linea Storica
Cancello - Napoli



Fotografie dell'area di indagine

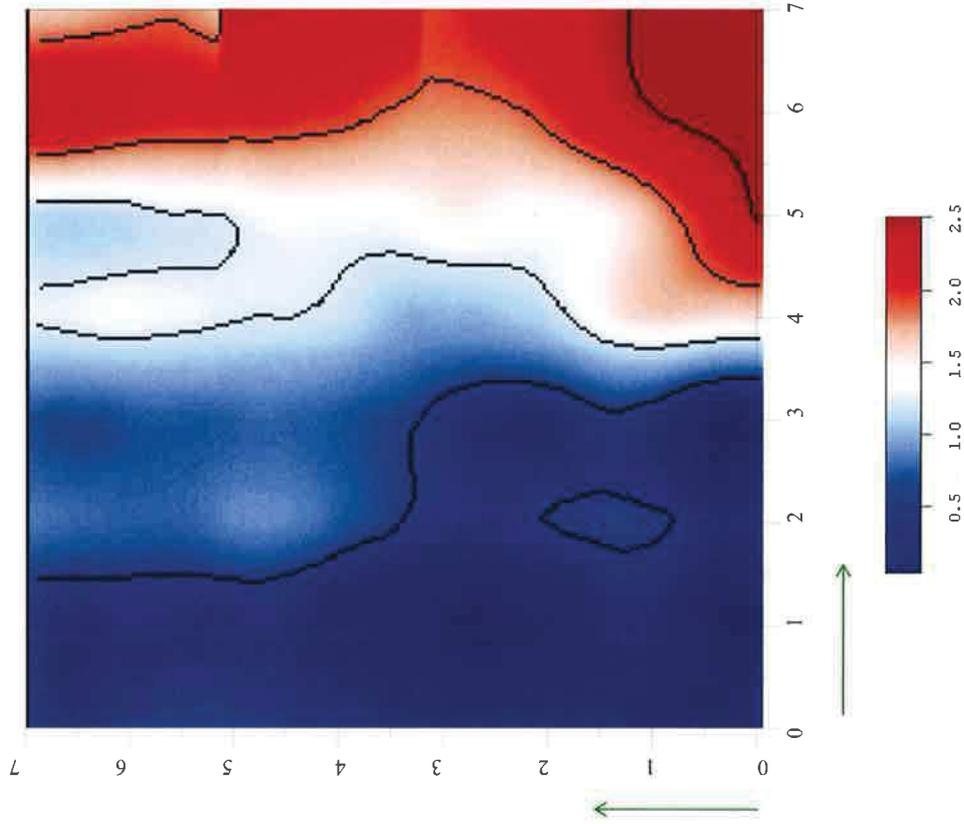
INDAGINI ELETTRO MAGNETICHE – AREA S29

Mappa della componente in quadratura
(conducibilità elettrica)

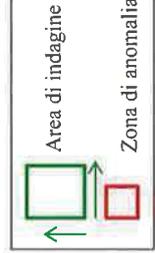


Scala colore della mappa della componente
in quadratura in mS/m

Mappa della componente in fase



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



OGGETTO

Indagine
elettromagnetica
Nell'area relativa al
sondaggio S29

Progetto Definitivo
Itinerario Napoli-Bari
Linea Storica
Cancello - Napoli



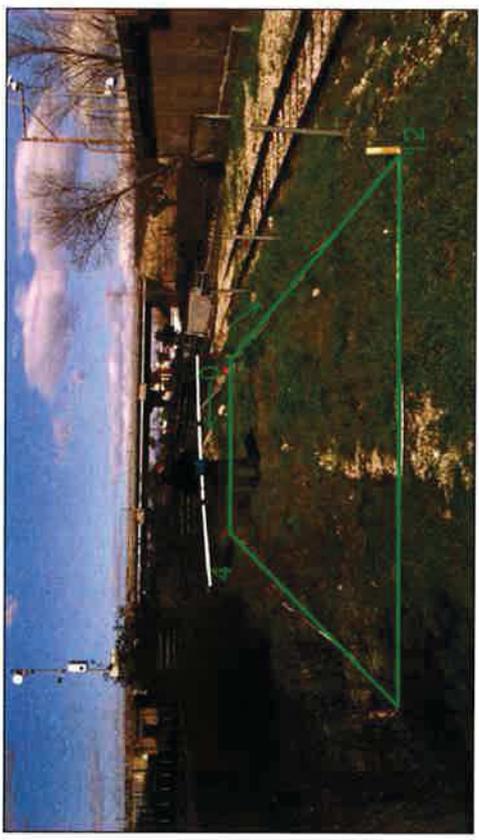
Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl

ELAB A. Crespin
VERIFICA A. Morelli
APPROV. P. Chiara

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

OGGETTO
Indagine
elettromagnetica
Nell'area relativa al
sondaggio S36

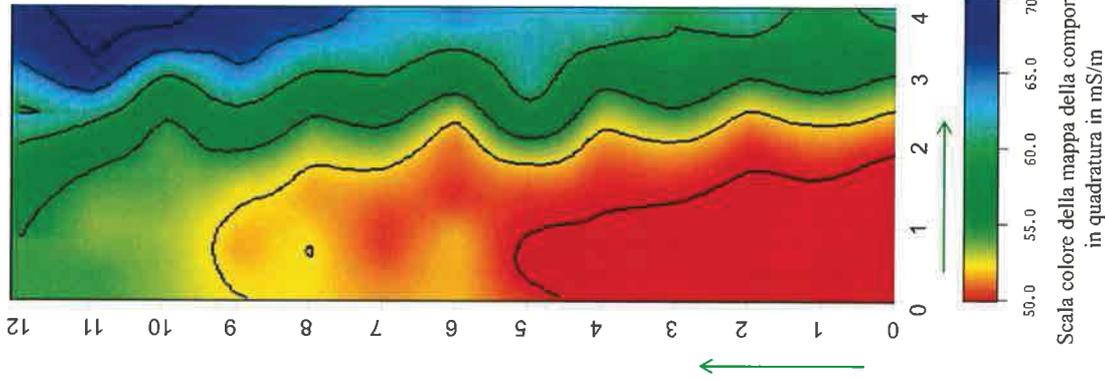
Progetto Definitivo
Itinerario Napoli-Bari
Linea Storica
Cancello - Napoli



Fotografie dell'area di indagine

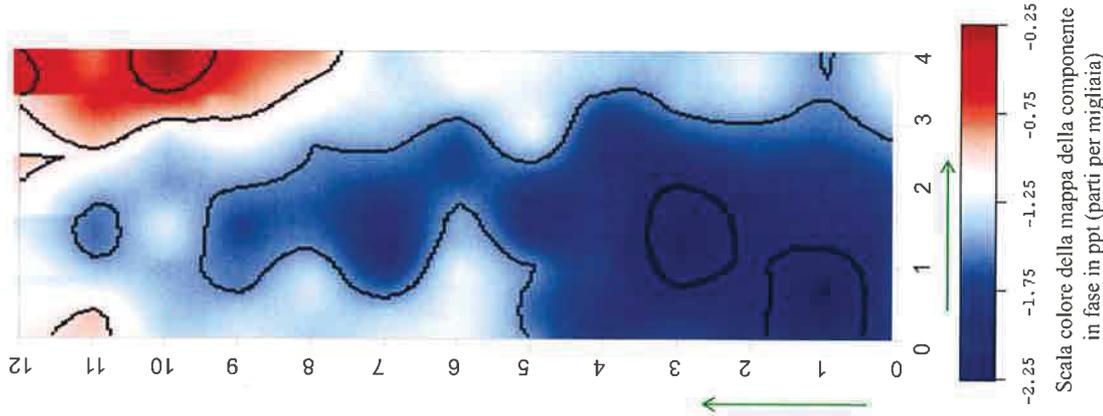
INDAGINI ELETTRO MAGNETICHE – AREA S36

Mappa della componente in quadratura (conducibilità elettrica)



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

Mappa della componente in fase



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

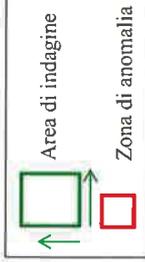


TAVOLA
10

OGGETTO

Indagine
elettromagnetica
Nell'area relativa al
sondaggio S36

Progetto Definitivo
Itinerario Napoli-Bari
Linea Storica
Cancello - Napoli

SOING
STRUTTURE & AMBIENTE



Per la
**SOING Strutture e
Ambiente srl**

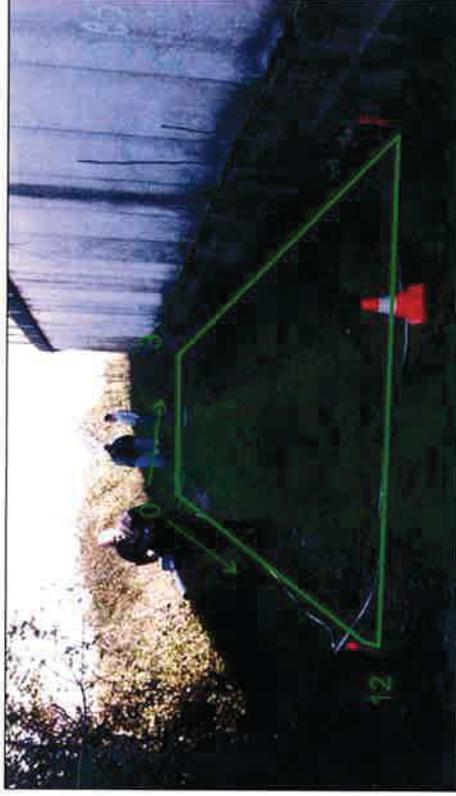
ELAB. A. Crespin
VERIFICA A. Morelli
APPROV. P. Chiara

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

OGGETTO

Indagine
elettromagnetica
Nell'area relativa al
sondaggio S38

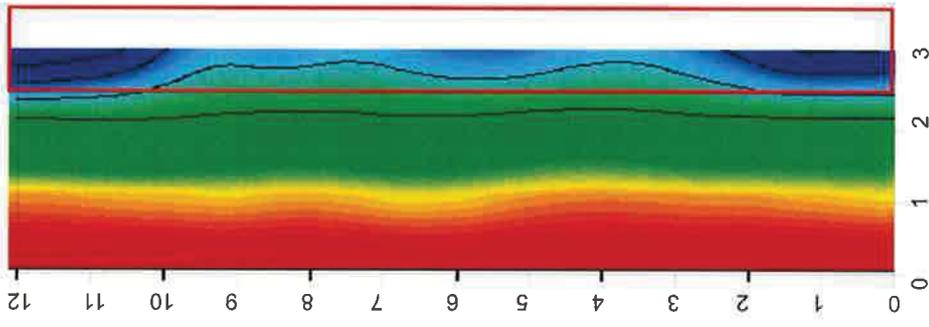
Progetto Definitivo
Itinerario Napoli-Bari
Linea Storica
Cancello - Napoli



Fotografie dell'area di indagine

INDAGINI ELETTRO MAGNETICHE – AREA S38

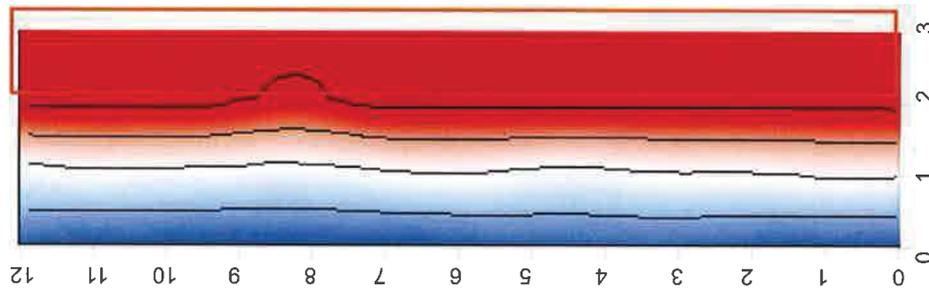
Mappa della componente in quadratura
(conducibilità elettrica)



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

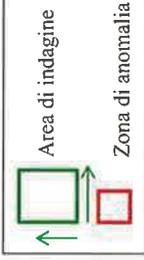
L'indagine evidenzia anomalie (vedasi simbologia in legenda) associabili alla possibile presenza di masse metalliche interrate nei primi 4-5 metri di terreno oppure a un possibile effetto del muro laterale per la presenza dell'armatura di ferri.
Si consiglia il posizionamento della verticale del sondaggio nelle aree segnalate con rettangolo/quadro rosso

Mappa della componente in fase



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

L'indagine evidenzia anomalie (vedasi simbologia in legenda) associabili alla possibile presenza di masse metalliche interrate nei primi 4-5 metri di terreno oppure a un possibile effetto del muro laterale per la presenza dell'armatura di ferri.
Si consiglia il posizionamento della verticale del sondaggio nelle aree segnalate con rettangolo/quadro rosso



OGGETTO
Indagine
elettromagnetica
Nell'area relativa al
sondaggio S38

Progetto Definitivo
Itinerario Napoli-Bari
Linea Storica
Cancello - Napoli



Per la
**SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB A. Crespin
VERIFICA A. Morelli
APPROV. P. Chiara

OGGETTO

Indagine
elettromagnetica
Nell'area relativa al
sondaggio S40

Progetto Definitivo
Itinerario Napoli-Bari
Linea Storica
Cancello - Napoli

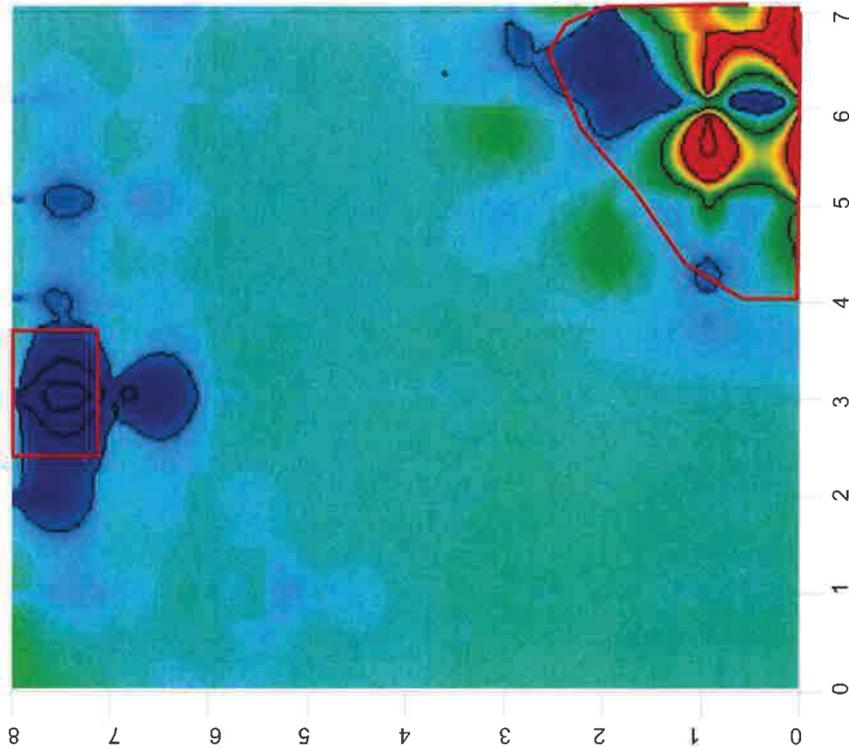


Fotografie dell'area di indagine

0

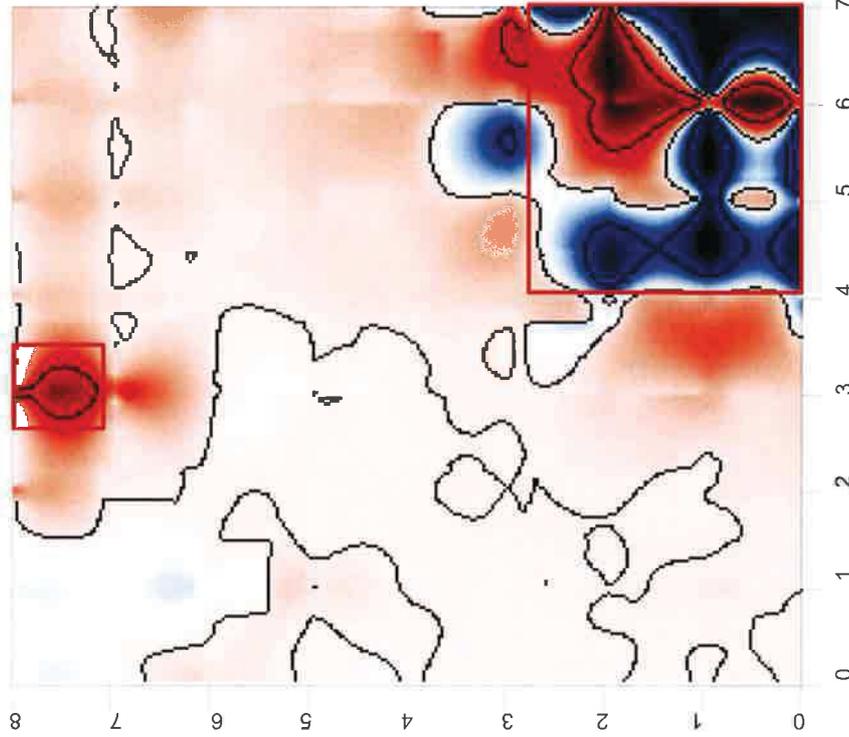
INDAGINI ELETTRO MAGNETICHE – AREA S40

Mappa della componente in quadratura
(conducibilità elettrica)



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

Mappa della componente in fase



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

OGGETTO

Indagine
elettromagnetica
Nell'area relativa al
sondaggio S40

Progetto Definitivo
Itinerario Napoli-Bari
Linea Storica
Cancello - Napoli



Per la
**SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB A. Crespin
VERIFICA A. Morelli
APPROV. P. Chiara

L'indagine evidenzia anomalie (vedasi simbologia in legenda) associabili alla possibile presenza di masse metalliche interrate nei primi 4-5 metri di terreno. Si sconsiglia il posizionamento della verticale del sondaggio nelle aree segnalate con rettangolo/quadro rosso



Fotografie dell'area di indagine

OGGETTO

Indagine
elettromagnetica
Nell'area relativa al
sondaggio S44

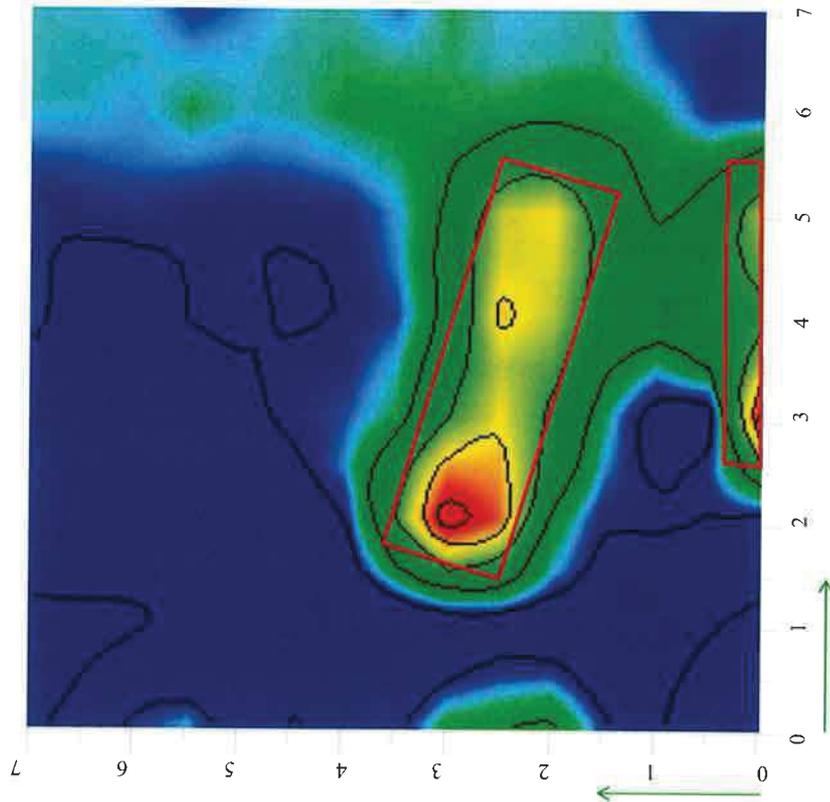
Progetto Definitivo
Itinerario Napoli-Bari
Linea Storica
Cancello - Napoli



Per la	
SOING Strutture e Ambiente srl	
ELAB	A. Crespin
VERIFICA	A. Morelli
APPROV.	P. Chiara

INDAGINI ELETTRO MAGNETICHE – AREA S44

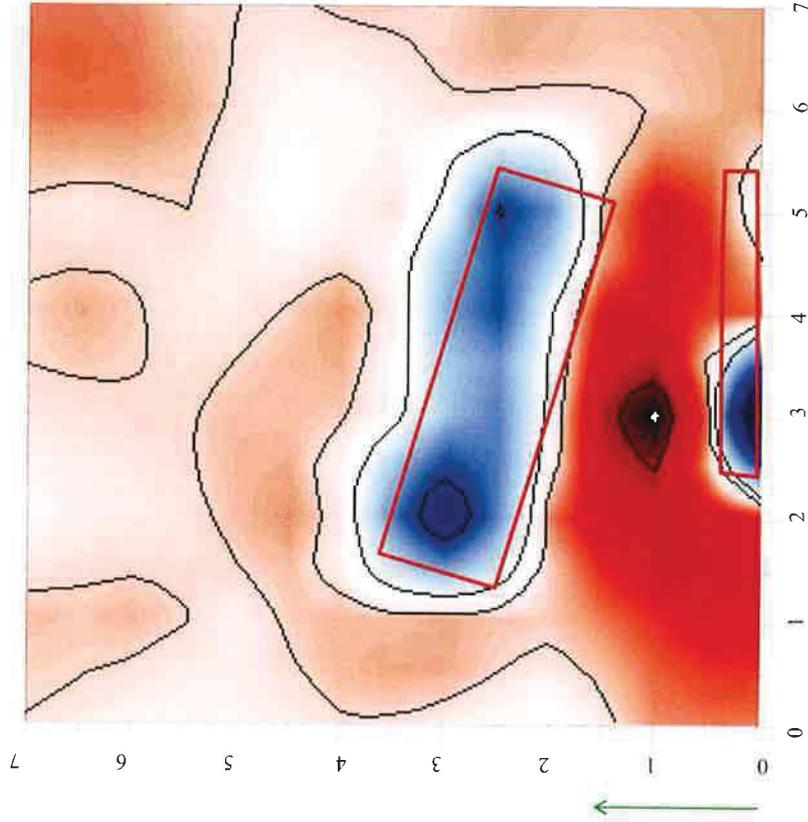
Mappa della componente in quadratura
(conducibilità elettrica)



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

L'indagine evidenzia anomalie (vedasi simbologia in legenda) associabili alla possibile presenza di masse metalliche interrate nei primi 4-5 metri di terreno. Si consiglia il posizionamento della verticale del sondaggio nelle aree segnalate con rettangolo/quadro rosso

Mappa della componente in fase



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

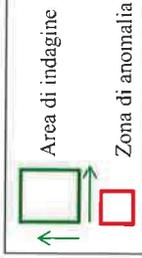


TAVOLA
16

OGGETTO

Indagine
elettromagnetica
Nell'area relativa al
sondaggio S44

Progetto Definitivo
Itinerario Napoli-Bari
Linea Storica
Cancello - Napoli

SOING
STRUTTURE & AMBIENTE



Per la
**SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB A. Crespin
VERIFICA A. Morelli
APPROV. P. Chiara



Fotografie dell'area di indagine

OGGETTO

Indagine
elettromagnetica
Nell'area relativa al
sondaggio S47

Progetto Definitivo
Itinerario Napoli-Bari
Linea Storica
Cancello - Napoli

Per la
**SOING Strutture e
Ambiente srl**

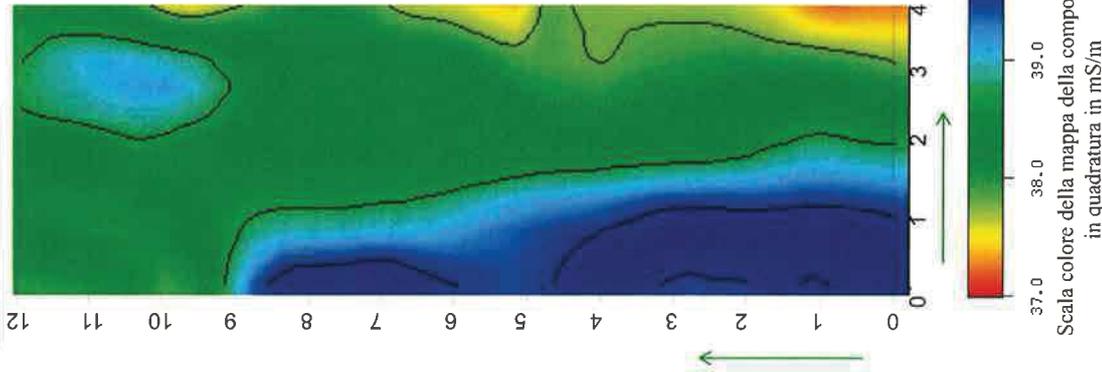
ELAB A. Crespin

VERIFICA A. Morelli

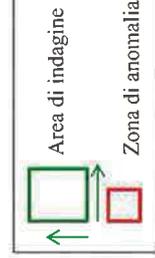
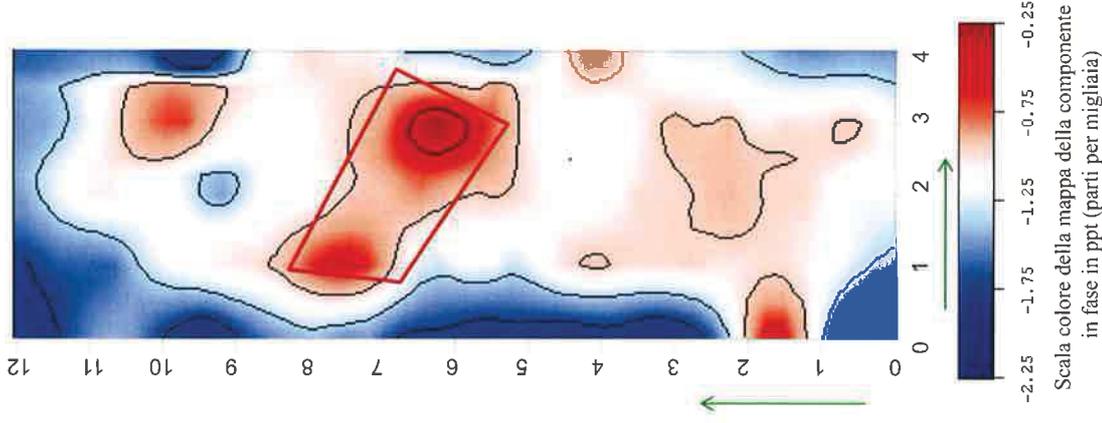
APPROV. P. Chiara

INDAGINI ELETTRO MAGNETICHE – AREA S47

Mappa della componente in quadratura
(conducibilità elettrica)



Mappa della componente in fase



OGGETTO

Indagine
elettromagnetica
Nell'area relativa al
sondaggio S47

Progetto Definitivo
Itinerario Napoli-Bari
Linea Storica
Cancello - Napoli



Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl

ELAB A. Crespin
VERIFICA A. Morelli
APPROV. P. Chiara

L'indagine evidenzia anomalie (vedasi simbologia in legenda) associabili alla possibile presenza di masse metalliche interrate nei primi 4-5 metri di terreno. Si consiglia il posizionamento della verticale del sondaggio nelle aree segnalate con rettangolo/quadrato rosso



Fotografie dell'area di indagine

OGGETTO

Indagine
elettromagnetica
Nell'area relativa al
sondaggio S50

Progetto Definitivo
Itinerario Napoli-Bari
Linea Storica
Cancello - Napoli

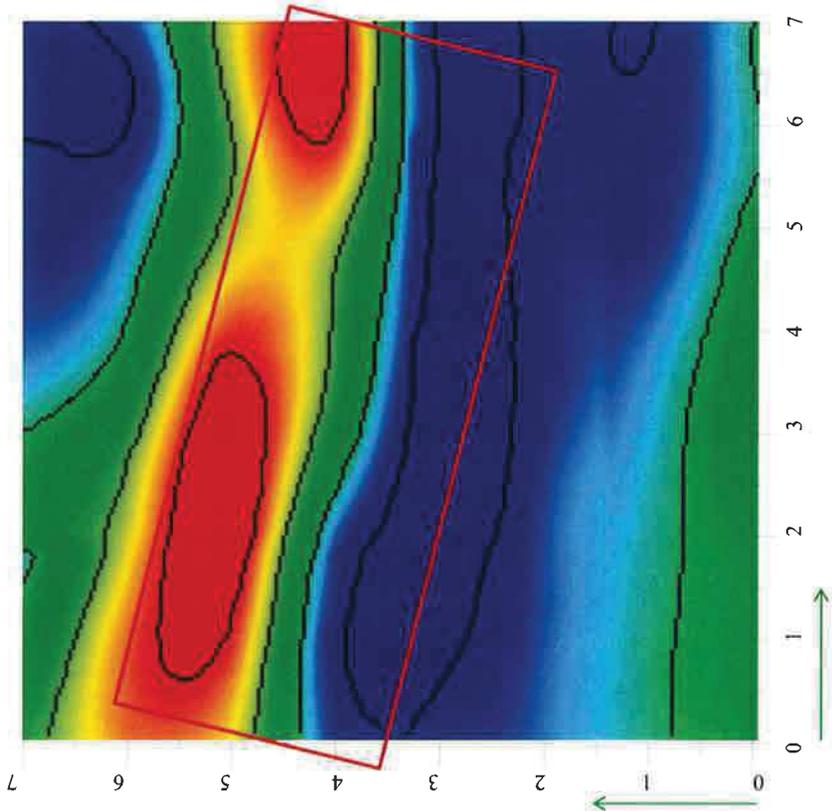


Per la
**SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB. A. Crespin
VERIFICA A. Morelli
APPROV. P. Chiara

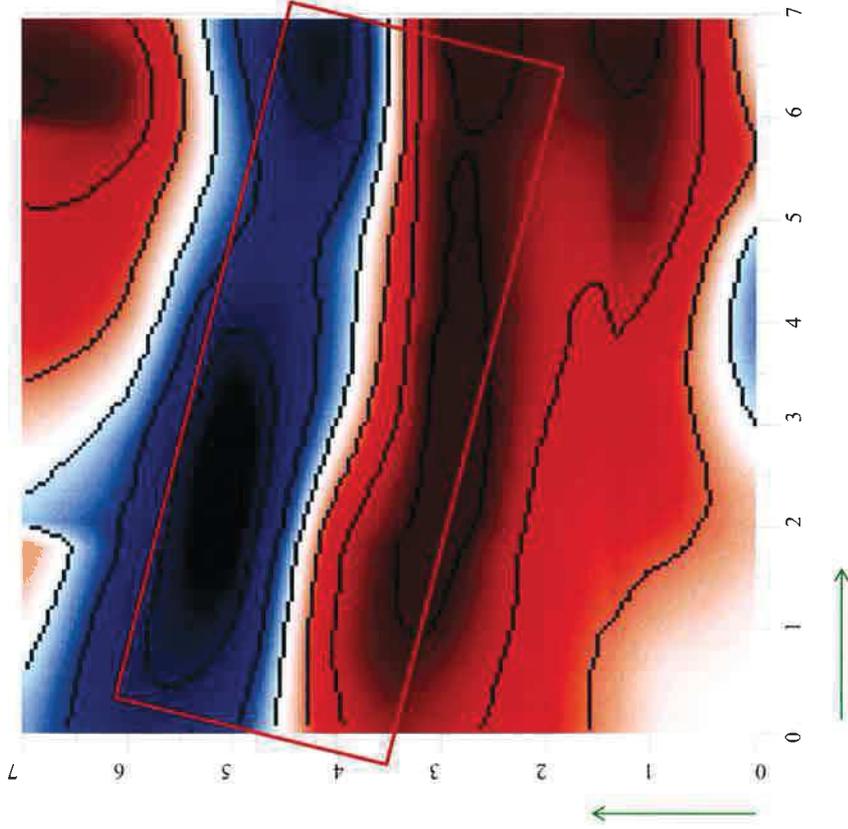
INDAGINI ELETTRO MAGNETICHE – AREA S50

Mappa della componente in quadratura
(conducibilità elettrica)

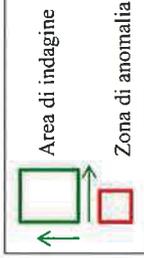


Scala colore della mappa della componente
in quadratura in mS/m

Mappa della componente in fase



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



OGGETTO

Indagine
elettromagnetica
Nell'area relativa al
sondaggio S50

Progetto Definitivo
Itinerario Napoli-Bari
Linea Storica
Cancello - Napoli



Per la
**SOING Strutture e
Ambiente srl**

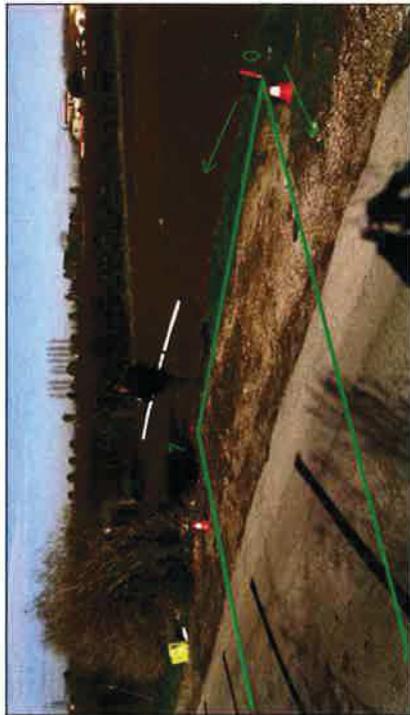
ELAB A. Crespin
VERIFICA A. Morelli
APPROV. P. Chiara

L'indagine evidenzia anomalie (vedasi simbologia in legenda) associabili alla possibile presenza di masse metalliche interrate nei primi 4-5 metri di terreno.
Si sconsiglia il posizionamento della verticale del sondaggio nelle aree segnalate con rettangolo/quadro rosso

OGGETTO

Indagine
elettromagnetica
Nell'area relativa al
sondaggio S62

Progetto Definitivo
Itinerario Napoli-Bari
Linea Storica
Cancello - Napoli



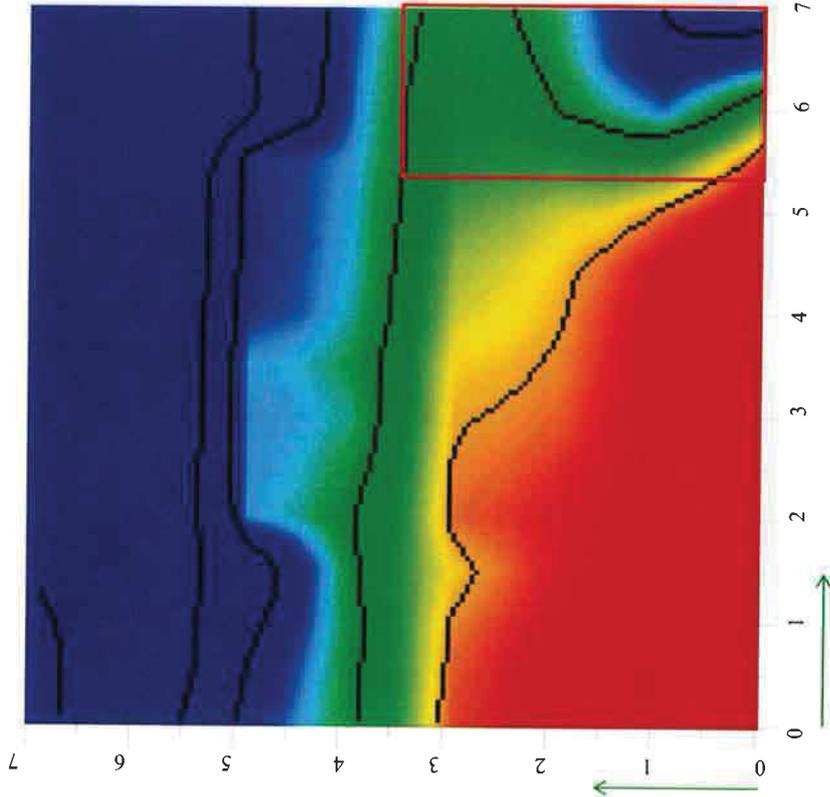
Fotografie dell'area di indagine

Per la
**SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB A. Crespin
VERIFICA A. Morelli
APPROV. P. Chiara

INDAGINI ELETTRO MAGNETICHE – AREA S62

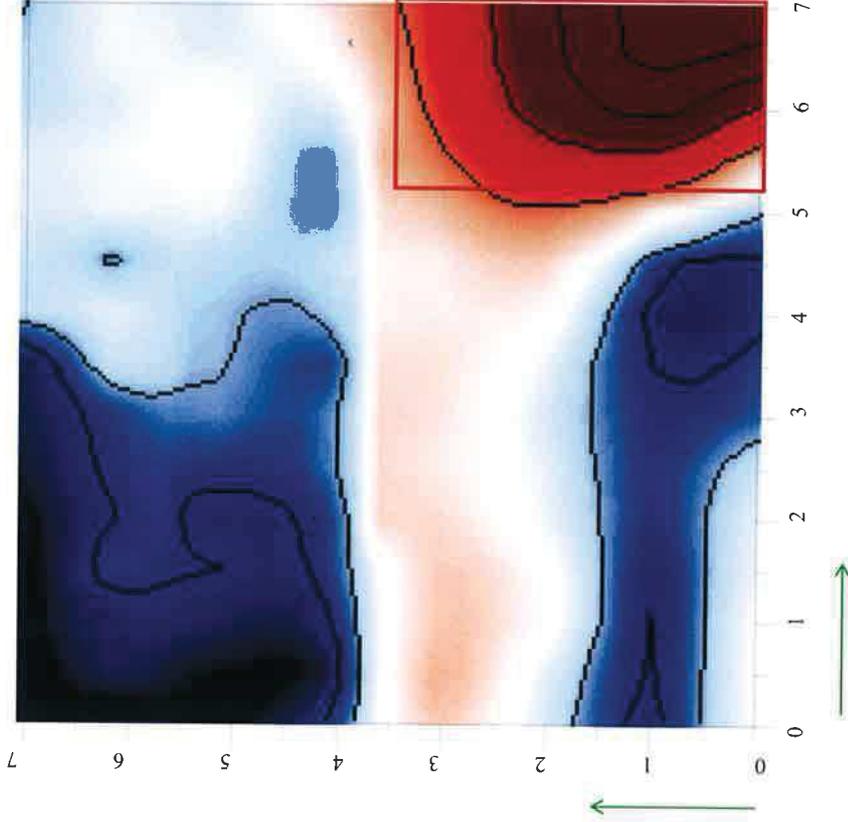
Mappa della componente in quadratura
(conducibilità elettrica)



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

L'indagine evidenzia anomalie (vedasi simbologia in legenda) associabili alla possibile presenza di masse metalliche interrate nei primi 4-5 metri di terreno.
Si consiglia il posizionamento della verticale del sondaggio nelle aree segnalate con rettangolo/quadro rosso

Mappa della componente in fase



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

TAVOLA
22

OGGETTO

Indagine
elettroragnetica
Nell'area relativa al
sondaggio S62

Progetto Definitivo
Itinerario Napoli-Bari
Linea Storica
Cancello - Napoli



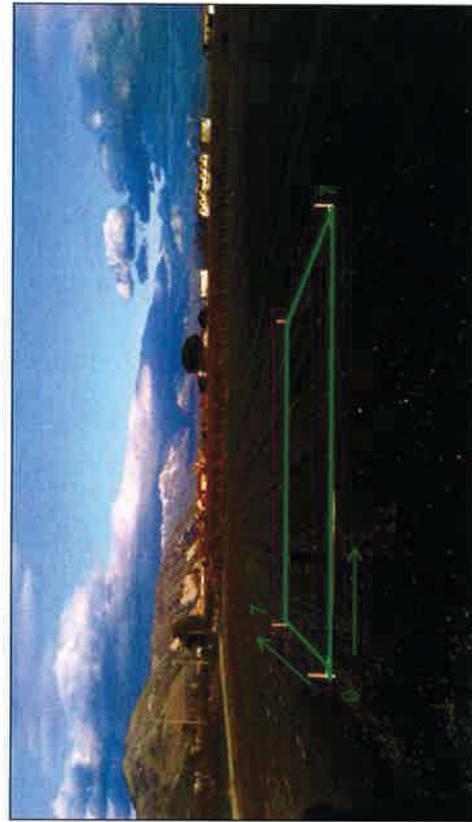
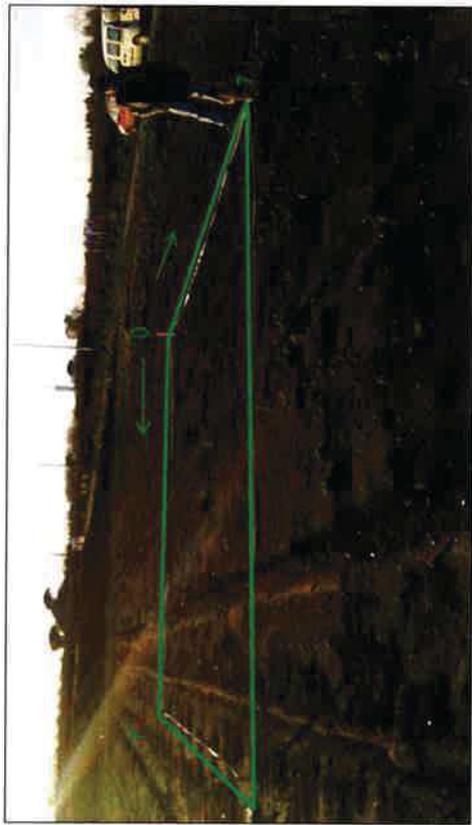
Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl

ELAB A. Crespin
VERIFICA A. Morelli
APPROV. P. Chiara

OGGETTO

Indagine
elettromagnetica
Nell'area relativa al
sondaggio POZZETTO

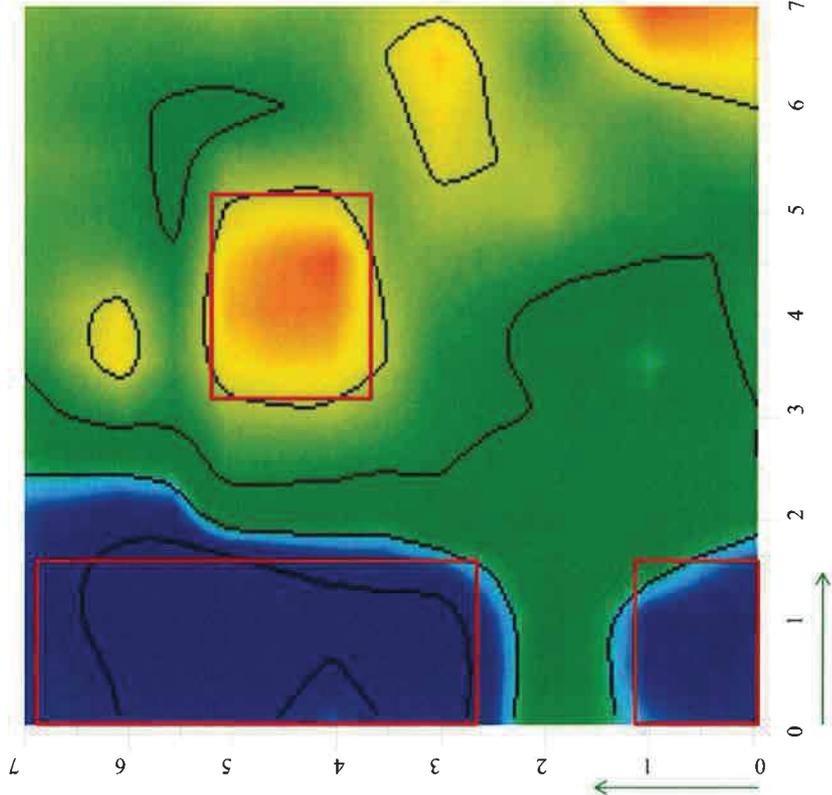
Progetto Definitivo
Itinerario Napoli-Bari
Linea Storica
Cancello - Napoli



Fotografie dell'area di indagine

INDAGINI ELETTRO MAGNETICHE – AREA POZZETTO

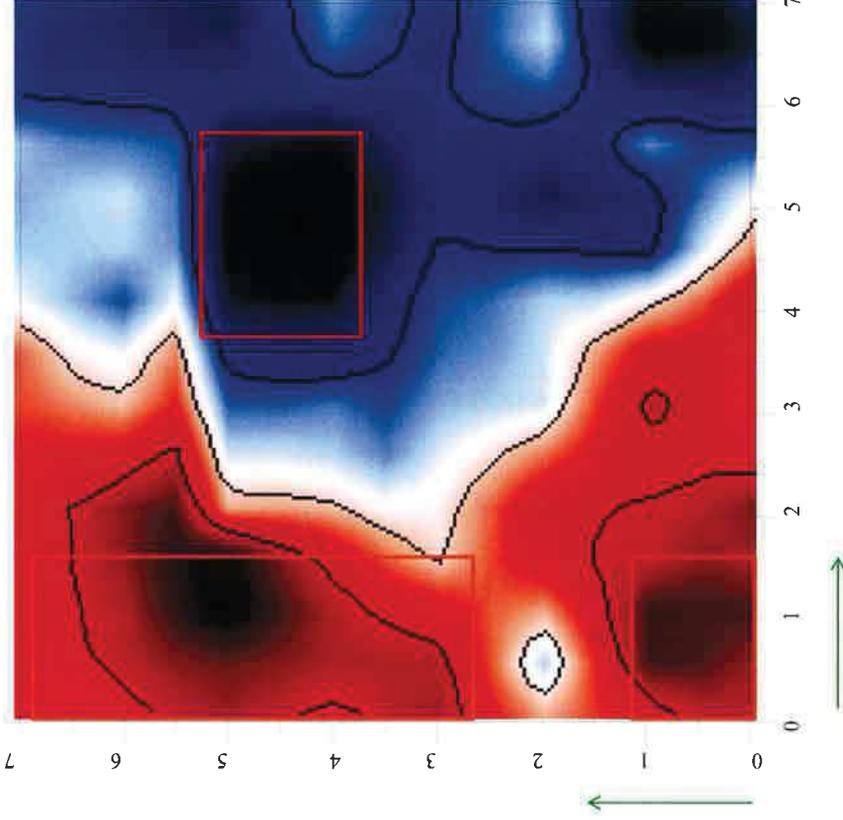
Mappa della componente in quadratura
(conducibilità elettrica)



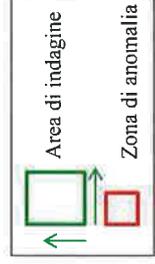
Scala colore della mappa della componente
in quadratura in mS/m

**L'indagine evidenzia anomalie (vedasi simbologia in legenda) associabili alla possibile presenza di masse metalliche interrate nei primi 4-5 metri di terreno.
Si sconsiglia il posizionamento della verticale del sondaggio nelle aree segnalate con rettangolo/quadro rosso**

Mappa della componente in fase



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



OGGETTO
Indagine
elettromagnetica
Nell'area relativa al
sondaggio **POZZETTO**

Progetto Definitivo
Itinerario Napoli-Bari
Linea Storica
Cancello - Napoli



Per la
**SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB A. Crespin
VERIFICA A. Morelli
APPROV. P. Chiara