

CUP: E97B15000170005 PIANO DEGLI INTERVENTI
DELL'ACQUEDOTTO PUGLIESE S.p.A.
2016 - 2019

PROGETTO DEFINITIVO
ACQUEDOTTO DEL FORTORE, LOCONO ED OFANTO - OPERE DI
INTERCONNESSIONE - II LOTTO: CONDOTTA DALL'OPERA DI
DISCONNESSIONE DI CANOSA AL SERBATOIO DI FOGGIA

Il Responsabile del Procedimento
ing. Massimo Pellegrini

PROGETTAZIONE

Progettisti

ing. Rosario ESPOSITO (Responsabile del progetto)

ing. Tommaso DI LEBNIA

ing. Michelangelo GUASTAMACCHIA

ing. M. Alessandro SALIOLA

geom. Giuseppe VALENTINO

ing. Roberto LAVOPA

Collaborazione alla progettazione

geom. Pietro SIMONE

Il Responsabile Ingegneria di Progettazione
ing. Massimo PELLEGRINI



acquedotto
pugliese
l'acqua, bene comune

Direzione Ingegneria

Il Direttore
ing. Andrea VOLPE

Elaborato

D.5.2

Relazione sulle indagini geognostiche

Parte 2

Codice Intervento P1292

Codice SAP: 21/16650

Prot. N. 45215

Data 14/07/2020

Scala: -

N. Rev.	Data	Descrizione	Disegnato	Controllato	Approvato
00	OTT. 2020	Emesso per Progetto definitivo	DISEGNATO	CONTROLLATO	APPROVATO



Apogeo s.r.l.
(capogruppo mandataria)



Fiumano Toma Trivellazioni s.r.l.
(mandante)



Tecnolab della d.ssa Caterina Serino
(mandante)



Geo s.r.l. (mandante)

ELABORAZIONE DELLE INDAGINI IN ZONA 01 (PICCHETTI 1060÷ 1025)

INQUADRAMENTO ZONA 01	2
PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE	3
RISULTATI DELLA CAMPAGNA DI INDAGINE PREGRESSA	4
RISULTATI PROSPEZIONI GEOELETTRICHE (2016): ERT.01.....	5
RISULTATI PROSPEZIONI SISMICHE IN ONDE P ED S (2016): BS.01 – MASW.01	7
RISULTATI PROSPEZIONI SISMICHE IN ONDE P ED S (2016): BS.02 – MASW.02	15
RISULTATI DELLE INDAGINI SG.01 – DPSH.01 – ERT.01	23
RISULTANZE DEL SONDAGGIO SG.01	24
RISULTATI PROVE PENETROMETRICHE: DPSH.01	27
RISULTATI PROSPEZIONI GEOELETTRICHE: ERT.01	30
RISULTATI DELLE INDAGINI ERT.02	32
RISULTATI PROSPEZIONI GEOELETTRICHE: ERT.02	33
RISULTATI DELLE INDAGINI SG.02 – BS.01 – MASW.01 – ERT.03	35
RISULTANZE DEL SONDAGGIO SG.02	36
RISULTATI PROSPEZIONI SISMICHE IN ONDE P ED S: BS.01 – MASW.01.....	39
RISULTATI PROSPEZIONI GEOELETTRICHE: ERT.03	47



ApoGeo s.r.l.
(capogruppo mandataria)



Fiumano Toma Trivellazioni s.r.l.
(mandante)



Tecnolab della d.ssa Caterina Serino
(mandante)



Geo s.r.l. (mandante)

INQUADRAMENTO ZONA 01

La zona 01 si estende per 4 km dal Serbatoio di Foggia (Picchetto 1060) alla Strada Statale n. 90 (Picchetto 1025).

In questa zona sono state eseguite le seguenti indagini di tipo diretto e indiretto:

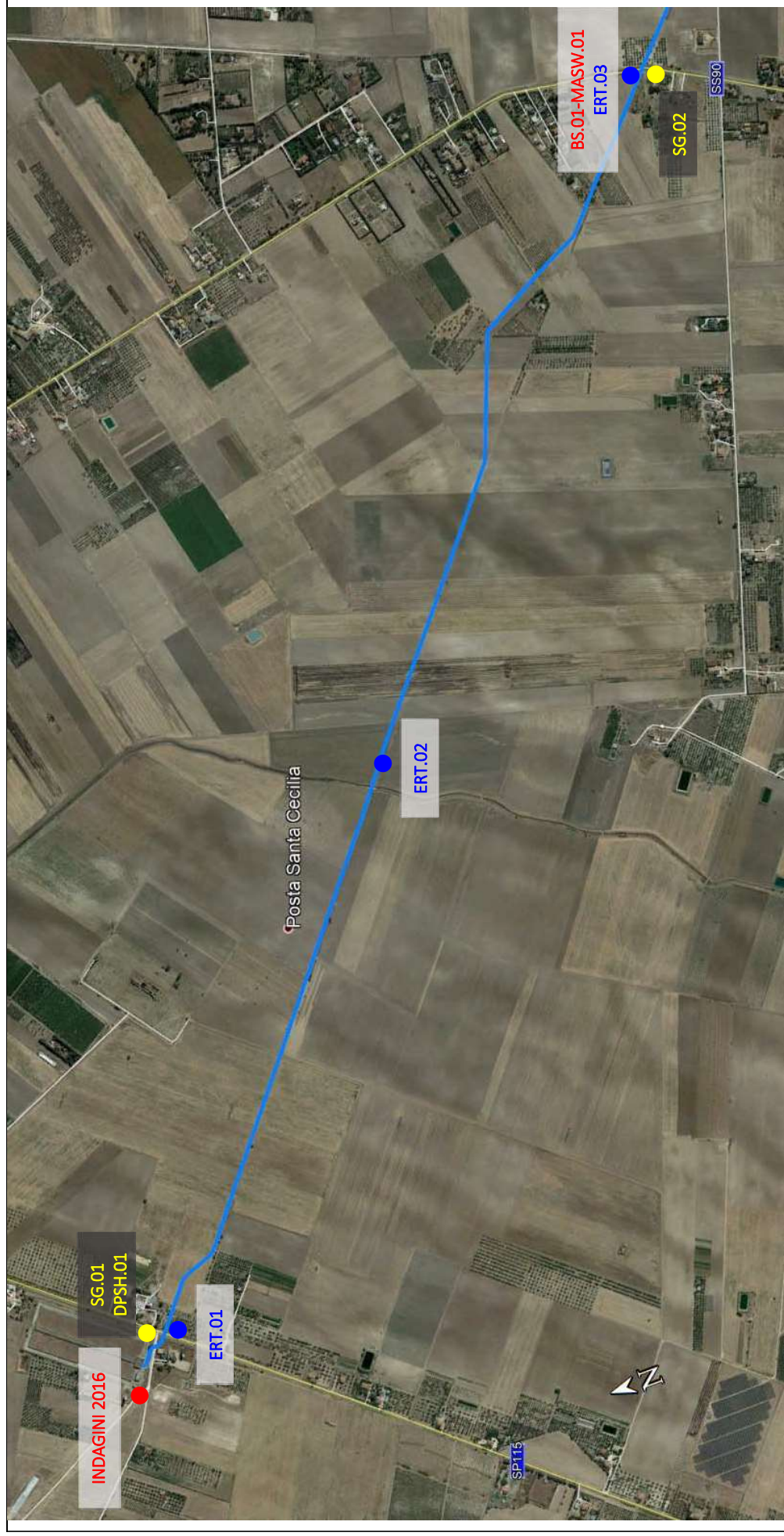
- ❖ Sondaggio a carotaggio continuo di 15 m: SG.01
- ❖ Prova penetrometrica DPSH.01
- ❖ Prospezione geoelettrica ERT.01
- ❖ Prospezione geoelettrica ERT.02
- ❖ Sondaggio a carotaggio continuo di 15 m: SG.02
- ❖ Prospezione sismica onde P – BS.01
- ❖ Prospezione sismica onde S – MASW.01
- ❖ Prospezione geoelettrica ERT.03

Inoltre, si riportano i risultati delle indagini eseguite nella pregressa campagna geognostica del 2016:

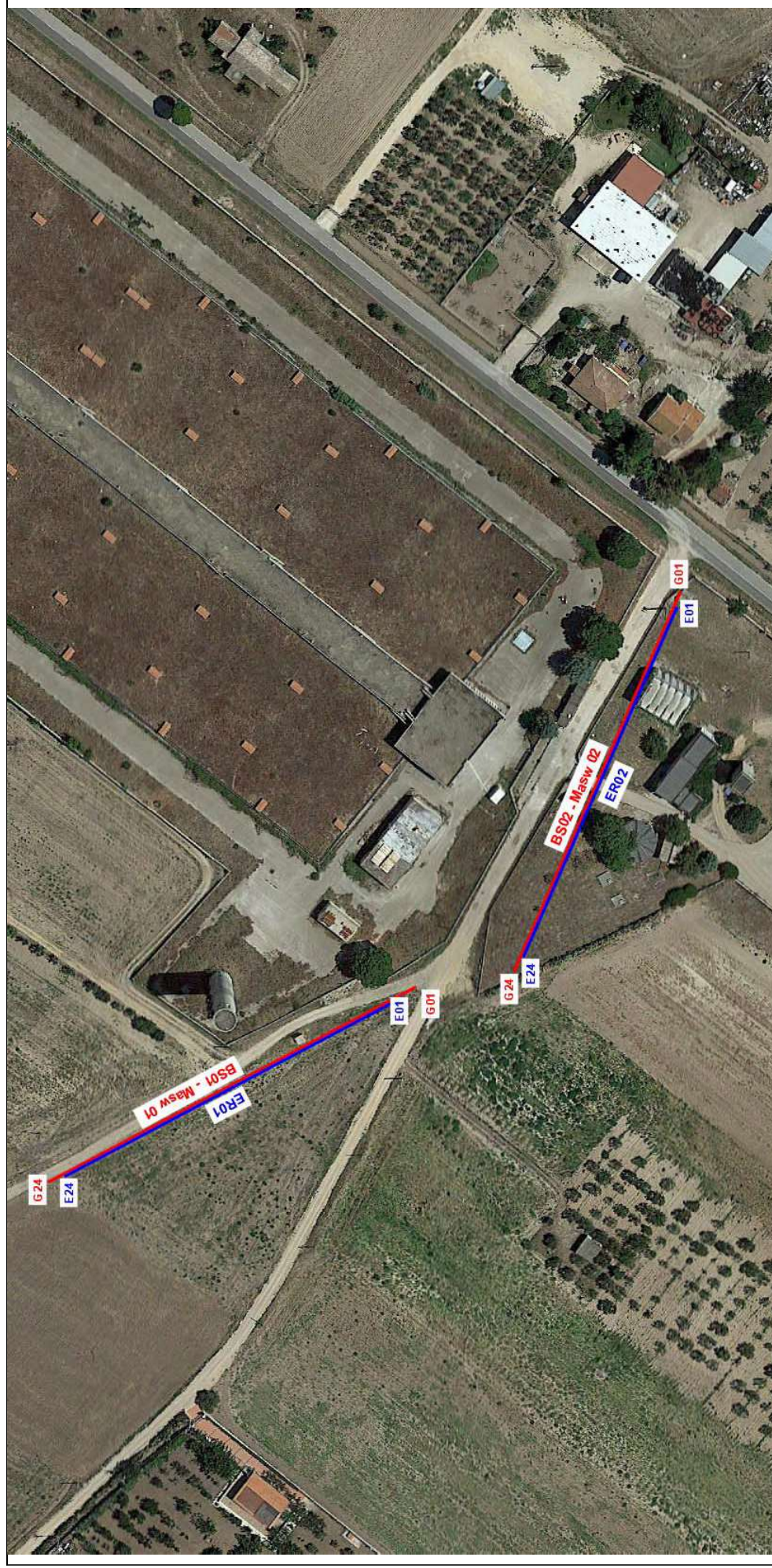
- ❖ Prospezione sismica onde P – BS.01
- ❖ Prospezione sismica onde S – MASW.01
- ❖ Prospezione geoelettrica ERT.01
- ❖ Prospezione sismica onde P – BS.02
- ❖ Prospezione sismica onde S – MASW.02
- ❖ Prospezione geoelettrica ERT.02

Nelle pagine seguenti sono riportate le elaborazioni ed interpretazioni delle indagini eseguite nell'area.

PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE



RISULTATI DELLA CAMPAGNA DI INDAGINE PREGRESSA



Planimetria di dettaglio con ubicazione delle indagini

Risultati prospezioni geoelettriche (2016): ERT.01

REPORT FOTOGRAFICO

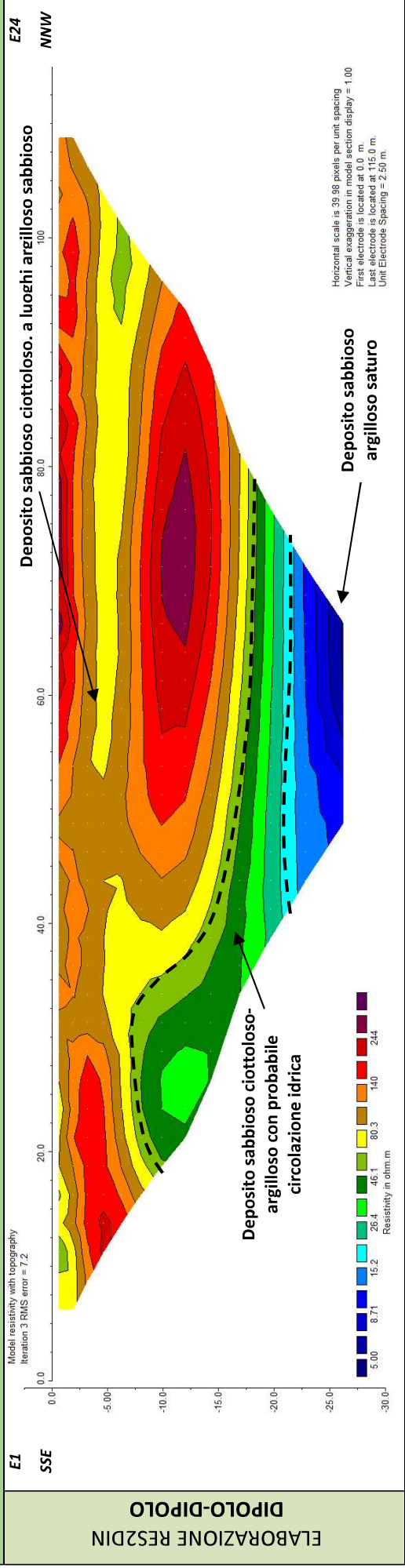


Punto di vista dell'elettrodo E01

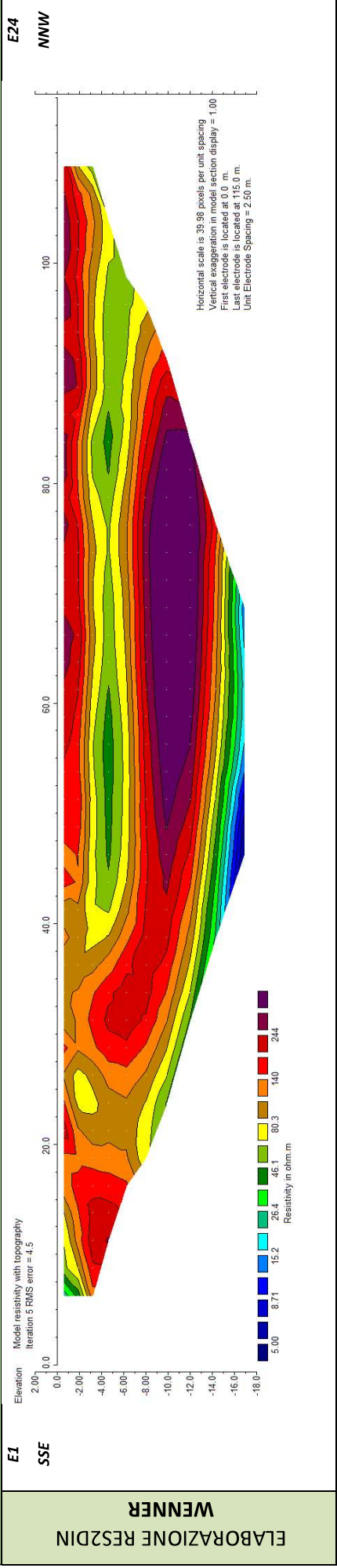


Punto di vista dell'elettrodo E24 e particolare della strumentazione

MODELLO DI RESISTIVITÀ ERT.01



MODELLO DI RESISTIVITÀ ERT.01





Apogeo s.r.l.
(capogruppo mandataria)



Fiumano Toma Trivellazioni s.r.l.
(mandante)



TecnoLab della d.ssa Caterina Serino
(mandante)



Geo s.r.l. (mandante)

Risultati prospezioni sismiche in onde P ed S (2016): BS.01 – MASW.01

REPORT FOTOGRAFICO



Punto di vista dal geofono G1



Punto di vista dal geofono G24



Particolare della strumentazione



ApoGeo s.r.l.
(capogruppo mandataria)



Fiumano Toma Trivellazioni s.r.l.
(mandante)



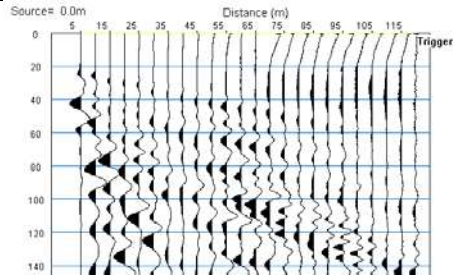
Tecnolab della d.ssa Caterina Serino
(mandante)



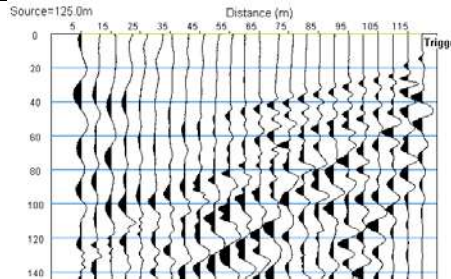
Geo s.r.l. (mandante)

BASE SISMICA BS.01 – ONDE P

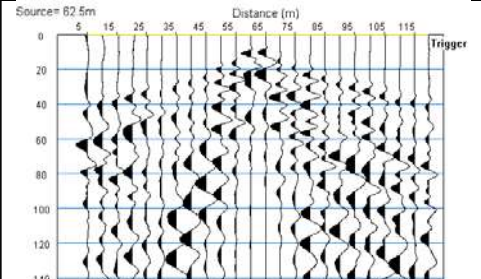
Sismogramma scoppio A



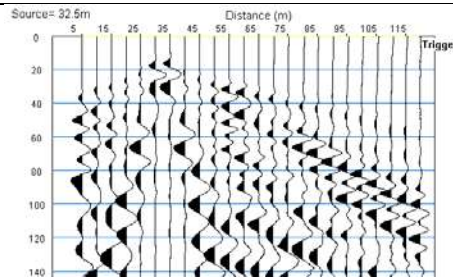
Sismogramma scoppio B



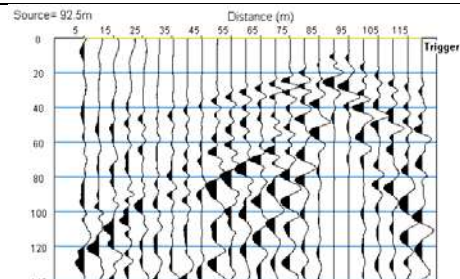
Sismogramma scoppio C



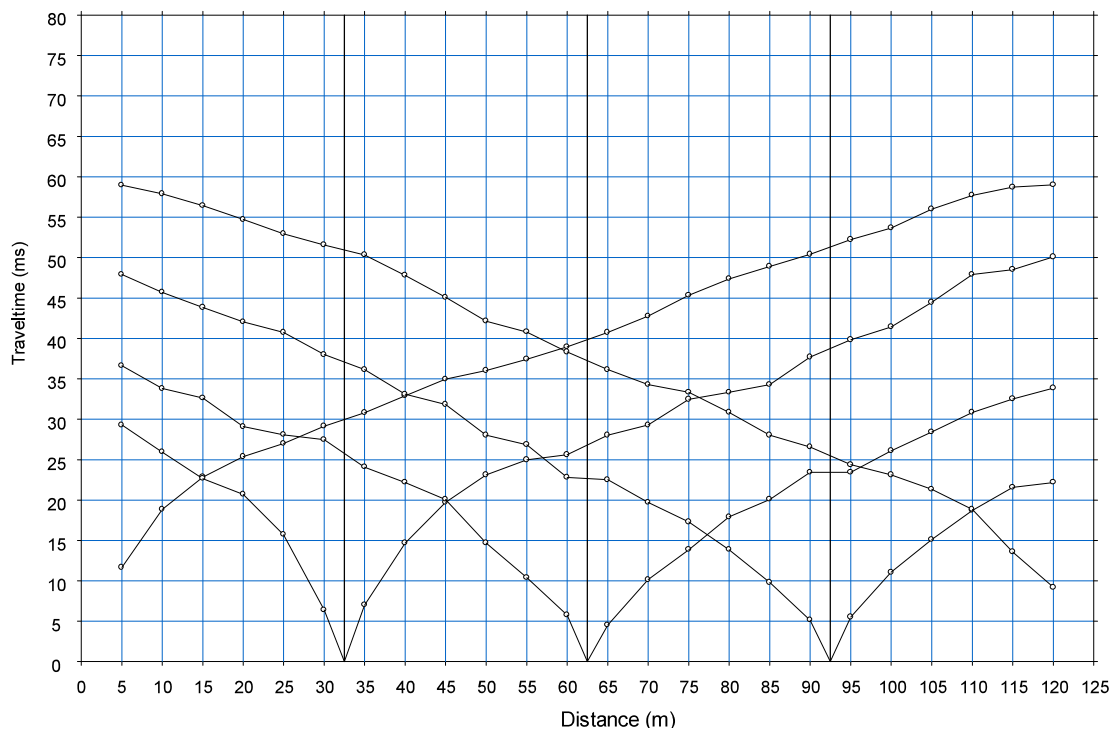
Sismogramma scoppio D



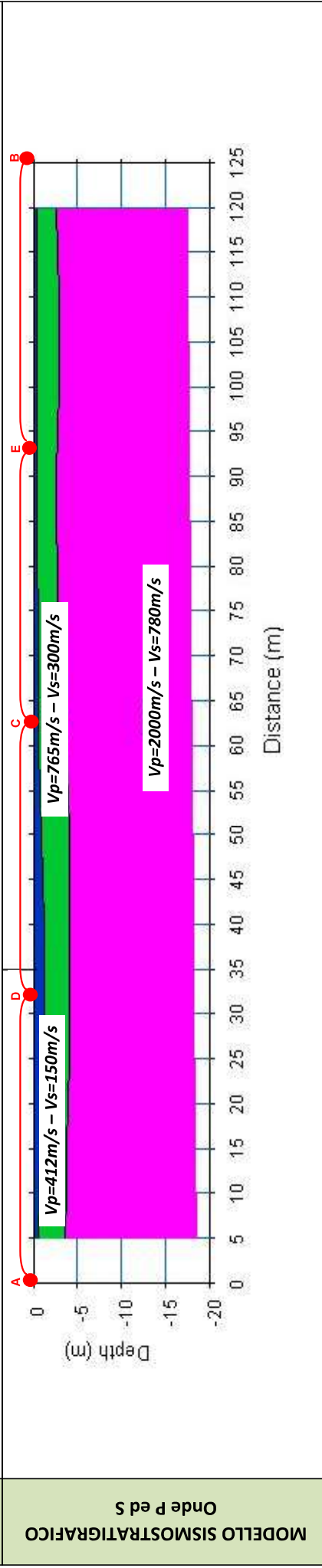
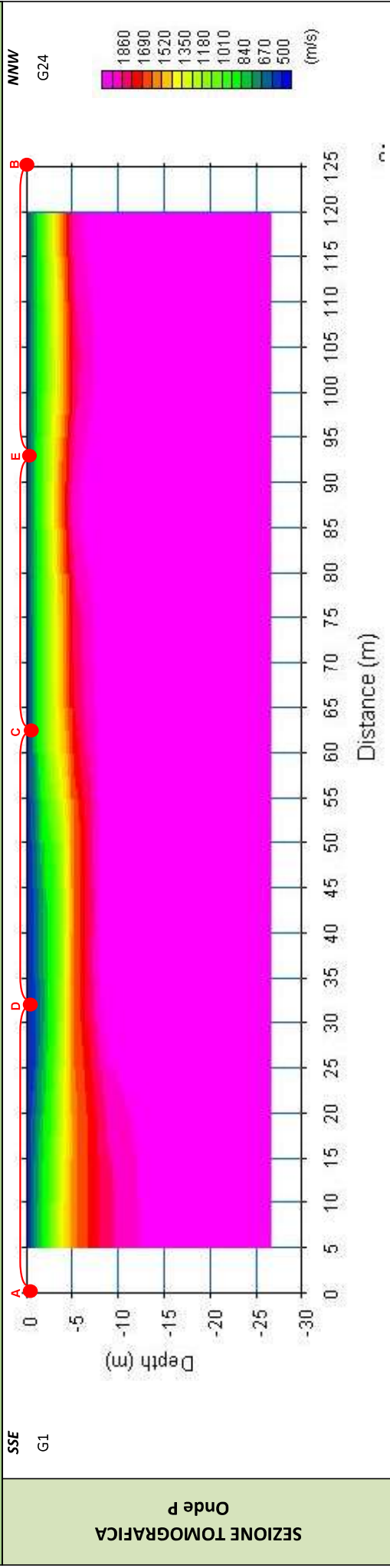
Sismogramma scoppio E



DOMOCRONE BS.01 – ONDE P



ELABORATI INDAGINE BS.01



LEGENDA		punti di scoppio	
	Copertura vegetale		Deposito sabbioso-ciottoloso ben addensato
	Deposito sabbioso-ciottoloso poco addensato		

ELABORATI INDAGINE MASW01 – SCOPPIO 01

SISMOGRAMMA MEDIO

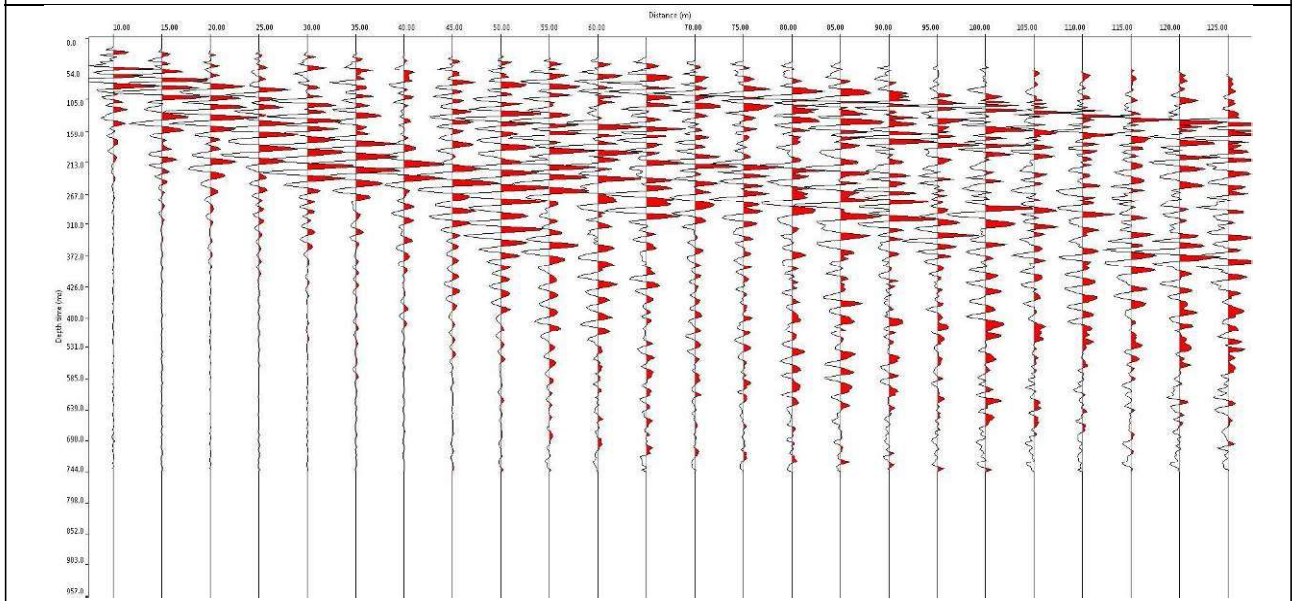
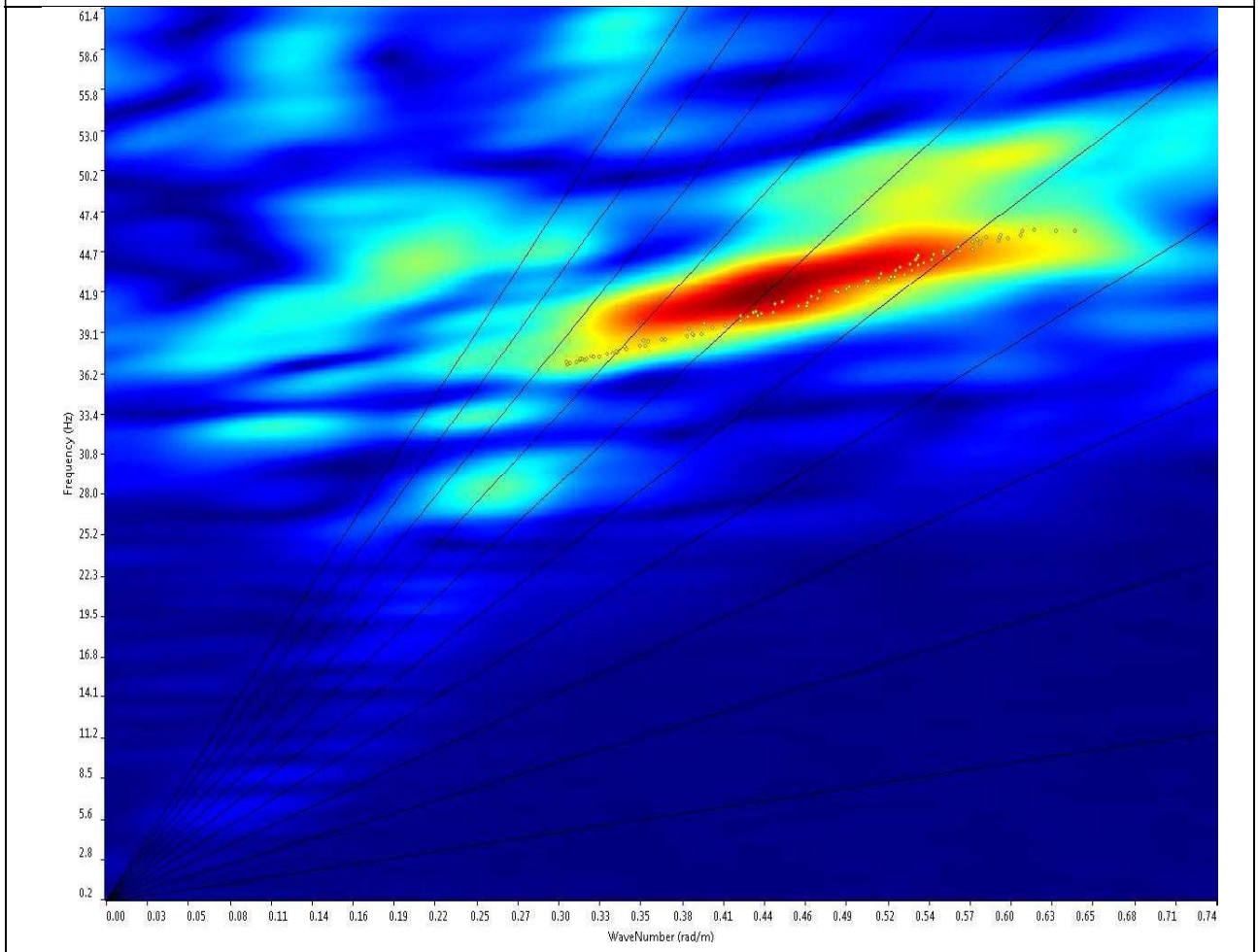
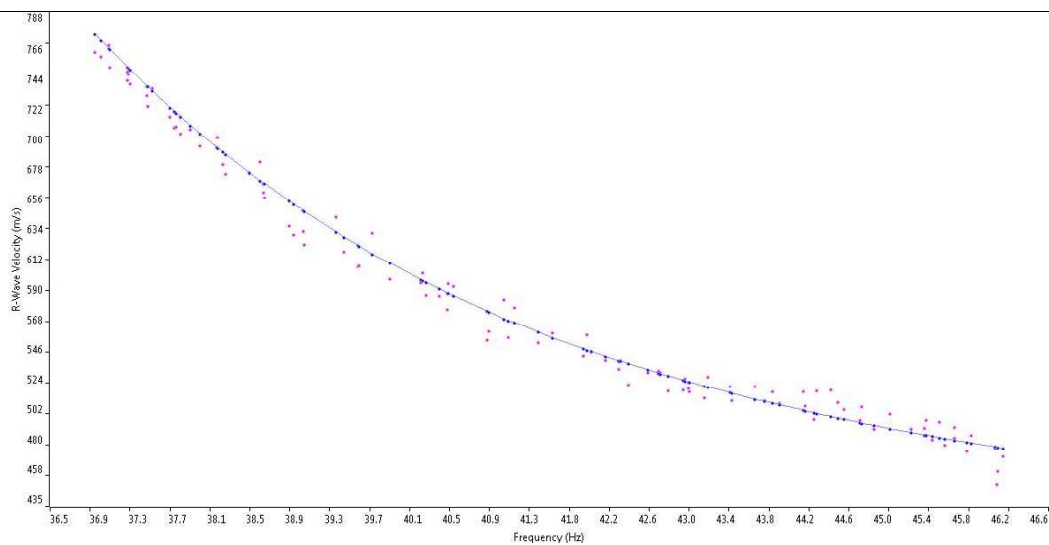


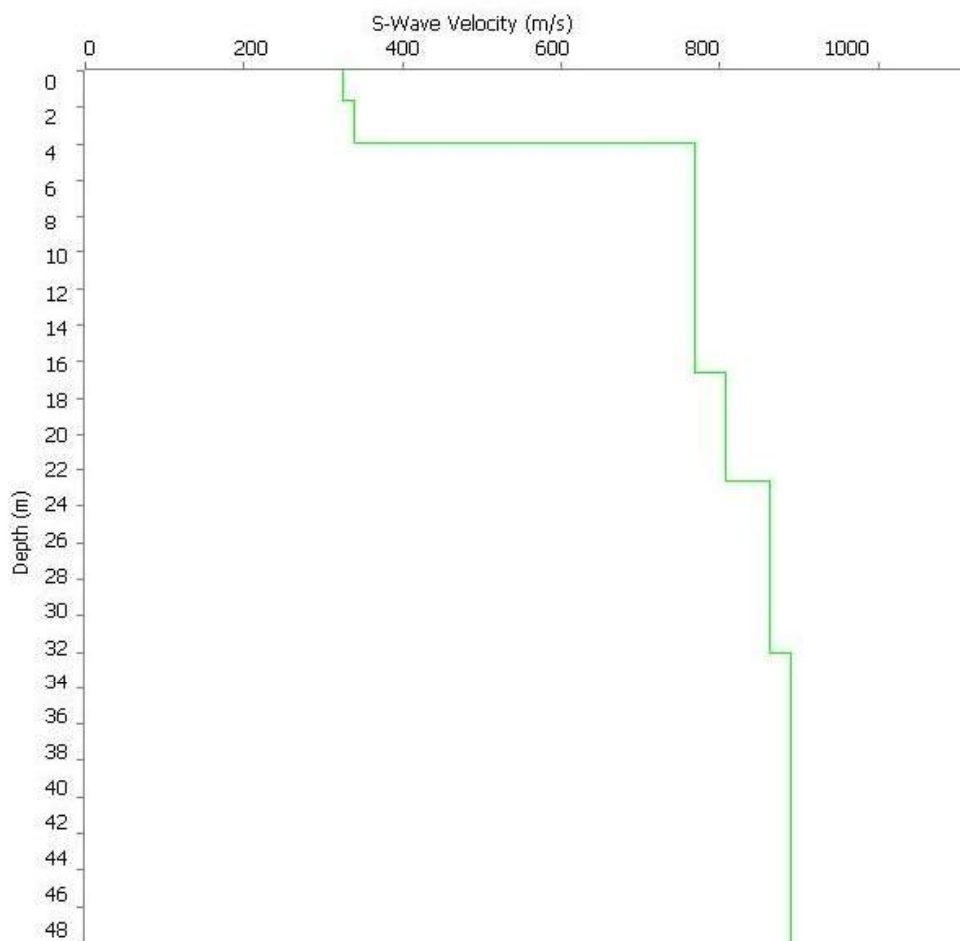
GRAFICO P-F CON L'INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DELLA CURVA DI DISPERSIONE



CURVA DI DISPERSIONE



PROFILO VS -



Categoria "B" – Vs,eq = 587 m/s a partire dal piano d'indagine

ELABORATI INDAGINE MASW01 – SCOPPIO 02

SISMOGRAMMA MEDIO

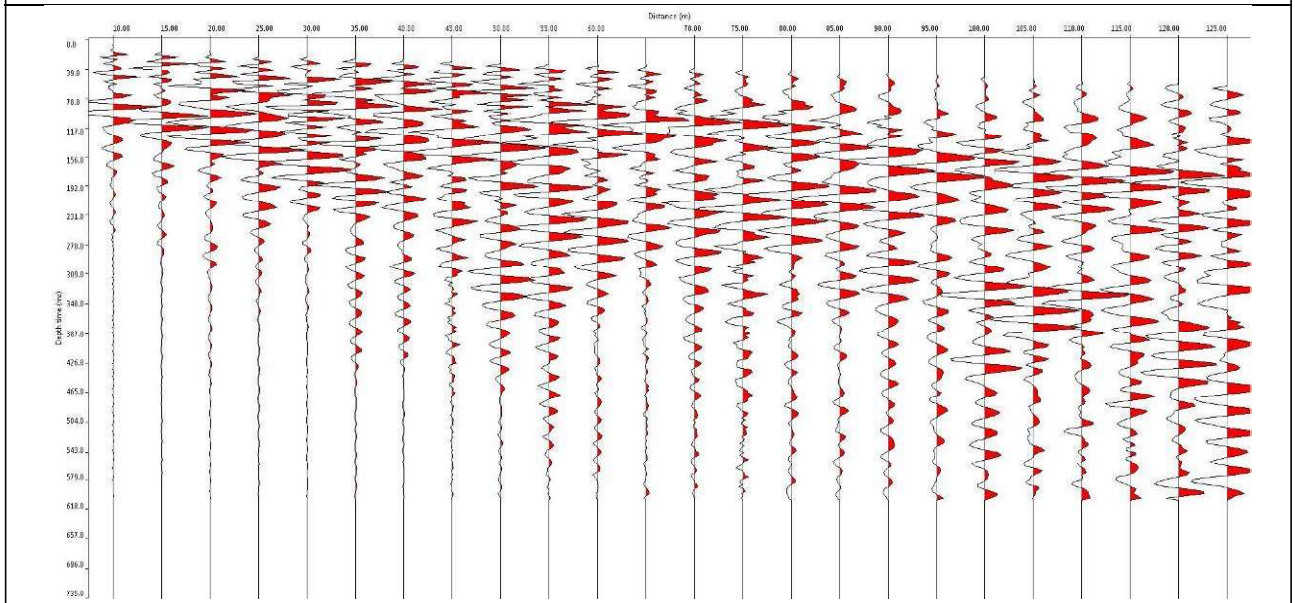
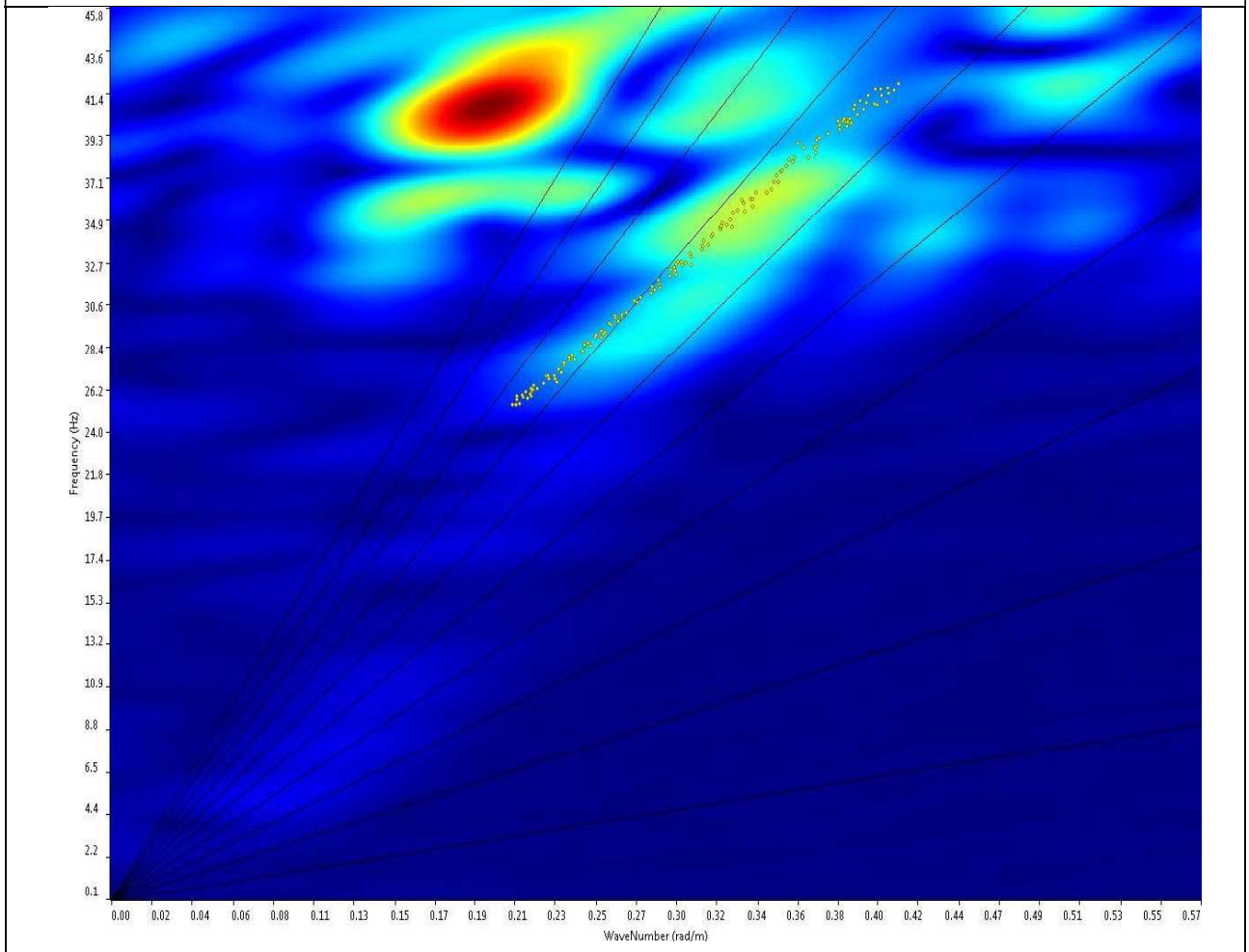
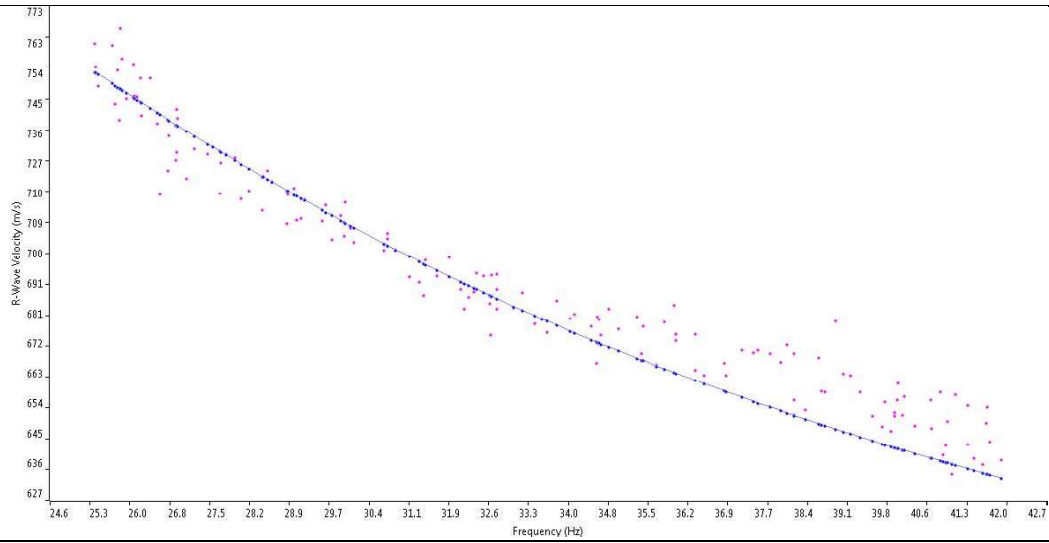


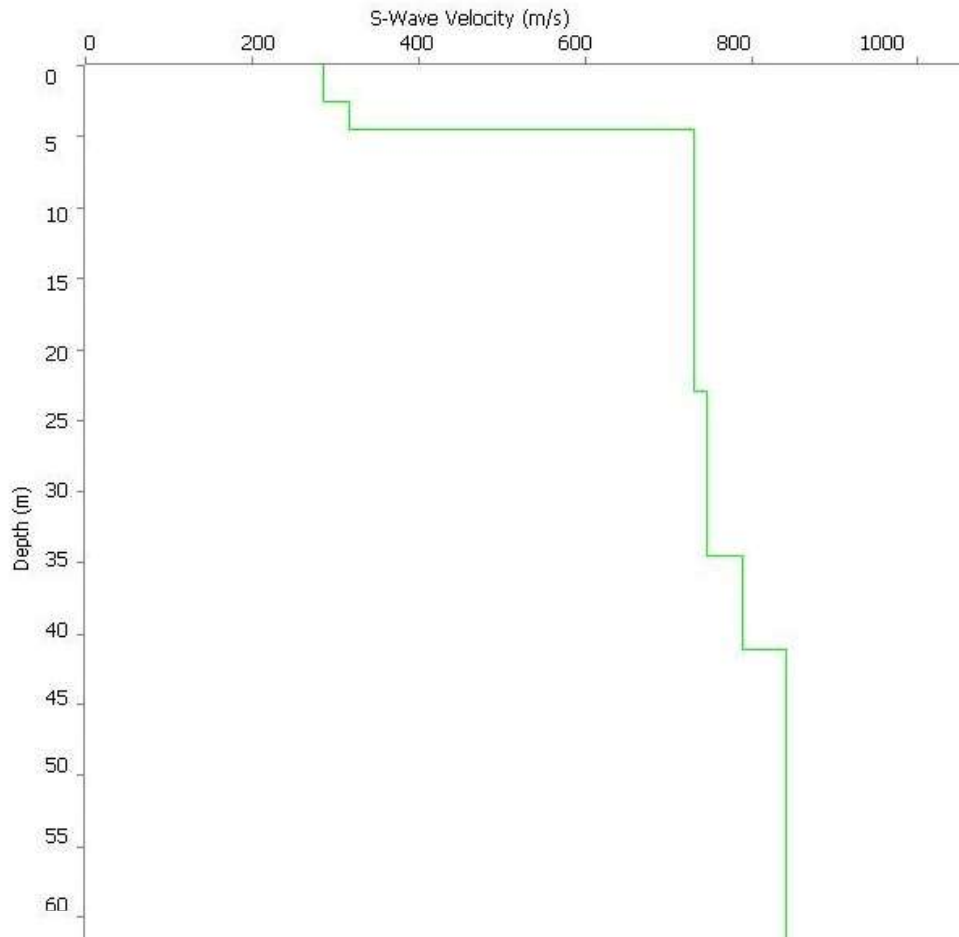
GRAFICO P-F CON L'INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DELLA CURVA DI DISPERSIONE



CURVA DI DISPERSIONE



PROFILO VS -



Categoria "B" – $V_{s,eq} = V_{s,30} = 602 \text{ m/s}$ a partire dal piano d'indagine

STIMA DEI MODULI DINAMICI BASE SISMICA 01

	STRATO 1	STRATO 2	STRATO 3
Velocità onde P (m/s):	412	765	2000
Velocità onde S (m/s):	150	300	780
V_{LAB} = Velocità onde P di laboratorio (m/s):	6000	6000	6000
SPESSORE MEDIO STRATO (m)	0,30	2,00	9,50
Profondità Media Strato (m)	0,15	1,15	5,90
Modulo di Poisson (ν)	0,42	0,41	0,41
Densità naturale (γ_{nat} in gr/cm³)	1,39	1,63	2,07
Porosità % (\emptyset) (correlazione Rzhovsky e Novik (1971))	46,90%	43,60%	32,06%

MOD. di YOUNG DINAMICO - (E_{din} in Mpa o Nmm²)	88	405	3483
MOD. di TAGLIO DINAMICO (G_{din} in Mpa o Nmm²) $G_{din} = E_{din} / (2 * (1 + \nu))$	31	144	1235
MOD. di BULK (K) (Mpa o Nmm²): $K = E_{din} / (3 * (1 - 2 * \nu))$	191	743	6473
MOD. di YOUNG STATICO (E_{stat} in Mpa o Nmm²) (Rzhovsky et alii, 1971)	10	49	420
MOD. di TAGLIO STATICO (G_{din} in Mpa o Nmm²)	4	17	149
MOD. DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm²) (da velocità onde P e densità $\gamma * v_p^2$ (valido per le terre))	237	953	8280
MOD. DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm²) $M = E * [(1 - \nu) / (1 - \nu - 2 * \nu^2)]$ (relazione di NAVIER)	282	1145	9973

Rigidità Sismica ($\gamma * V_p$) (Tonn/m²*sec)	209	488	1615
Frequenza dello Strato	125	38	21
Periodo dello Strato	0,01	0,03	0,05

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DELLE TERRE (NON VALIDO PER LE ROCCE)

SPT (N) VALUE (Imai and Yoshimura, 1977)	8	RIFIUTO	RIFIUTO
Cu (coesione non drenata in Kg/cm ² = $(Vs/23)^{1/0,475} * 0,010197$ (Dickenson 1990))	0,53	2,27	16,99
Cu =(coesione non drenata= $(Vs-17,5)/2,63 * 0,010197$ (Oh et al. 2008))	0,51	1,10	2,96
Cu =(coesione non drenata= $(Vs/7,93)^{1/0,63} * 0,010197$ (Levesques et al. 2007))	1,08	3,26	14,85
Cu =(coesione non drenata= $(Vs/187)^{1/0,372} * 0,010197 * 100$ da prove DH - Likitersuang e Kyaw (2010))	0,56	3,63	47,40
Cu =(coesione non drenata= $(Vs/228)^{1/0,510} * 0,010197 * 100$ da prove MASW - Likitersuang e Kyaw (2010))	0,45	1,75	11,37

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE AMMASSO ROCCIOSO (NON VALIDO PER LE TERRE)

RMR Bieniawsky (valido solo per le rocce da E statico)	NA	22	59
Φ (angolo di attrito in °)	NA	28	30
C (coesione in kg/cm ²)	NA	1,1	3,0
Rapporto di velocità VR (utilizzando per il valore delle V_p in laboratorio 6000m/sec)	NA	0,128	0,333
Rapporto di velocità al quadrato (VR^2)	NA	0,016	0,111
RQD (relazione empirica sui calcari - F. Zezza 1976)	NA	6,9%	26,2%

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO

B (ipotesi dimensione fondazione superficiale in cm)	100	100	100
D (ipotesi diametro palo in m)	0,50	0,50	0,50
K = (Coeff. di Winkler in Kg/cm ³ → VESIC 1961) $k = E / [B(1 - \nu^2)]$	1,30	5,96	51,44
K_v (Coeff. di Winkler verticale in Kg/cm ³ → $K_v = \alpha * 2 * E d / b$ dove $\alpha = 2 / \log_e(b + 2H) / b$)	1,15	16,01	259,49
K_h (Coeff. di Winkler orizzontale in Kg/cm ³ - Chiarugi-Maia)	0,64	20,07	1002,24

INDICAZIONI SU CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE SUPERFICIALE

Fs (Fattore di sicurezza = V_p / V_s)	2,7	2,6	2,6
Q_{ult} (kg/cm ²) = $\gamma_{nat} * v_s * (0,1)$ (Keceli 2012)	2,09	4,88	16,15
Q_{amm} = Q_{ult} / F_s	NA	1,92	6,30

Risultati prospezioni sismiche in onde P ed S (2016): BS.02 – MASW.02

REPORT FOTOGRAFICO



Punto di vista dal geofono G1



Punto di vista dal geofono G24



Particolare della strumentazione



ApoGeo s.r.l.
(capogruppo mandataria)



Fiumano Toma Trivellazioni s.r.l.
(mandante)



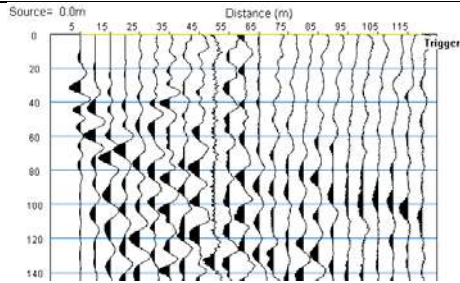
Tecnolab della d.ssa Caterina Serino
(mandante)



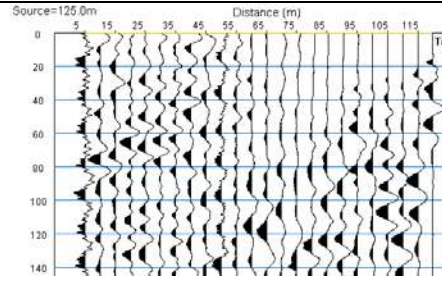
Geo s.r.l. (mandante)

BASE SISMICA BS.02 – ONDE P

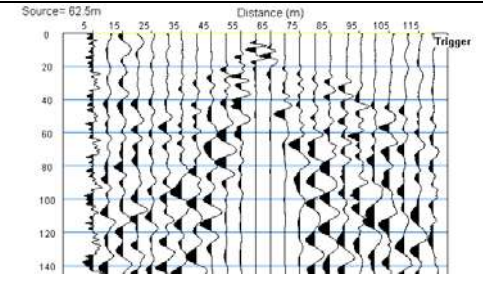
Sismogramma scoppio A



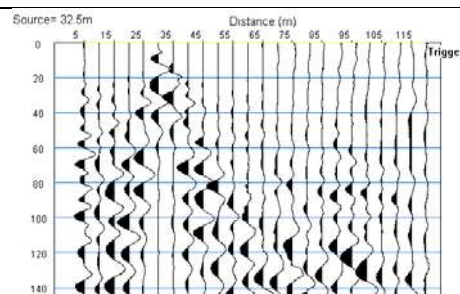
Sismogramma scoppio B



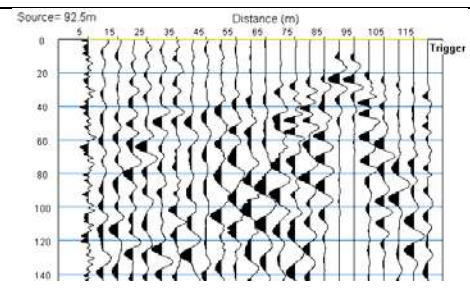
Sismogramma scoppio C



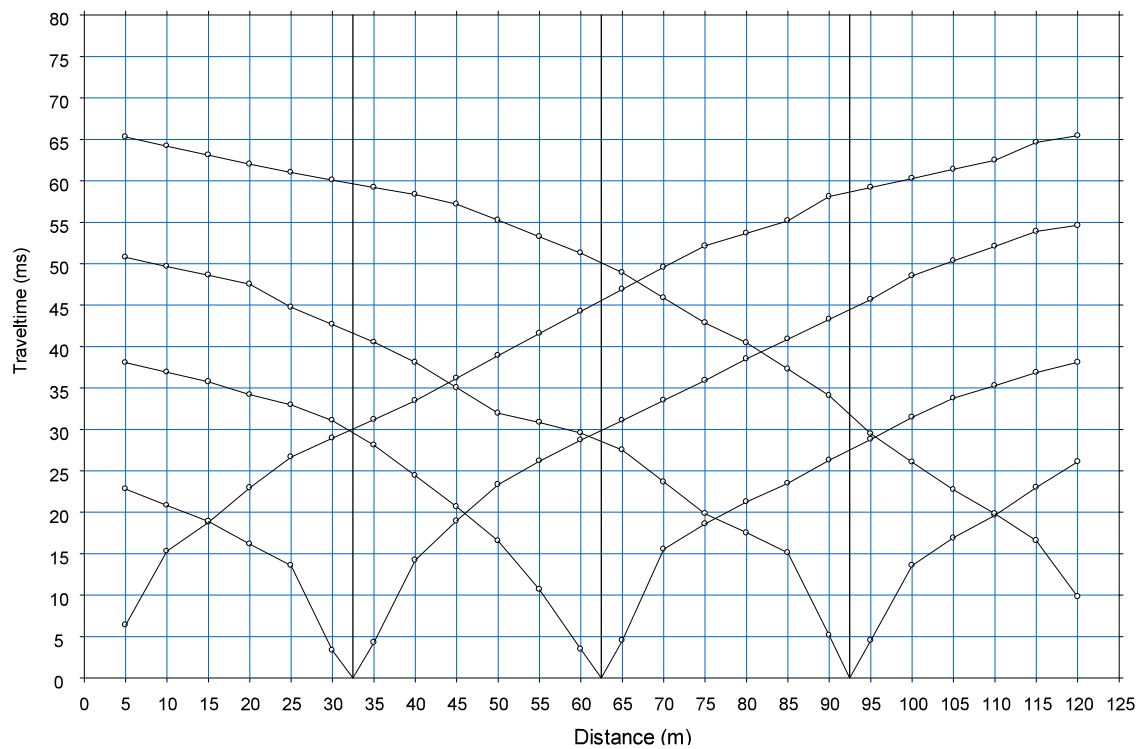
Sismogramma scoppio D



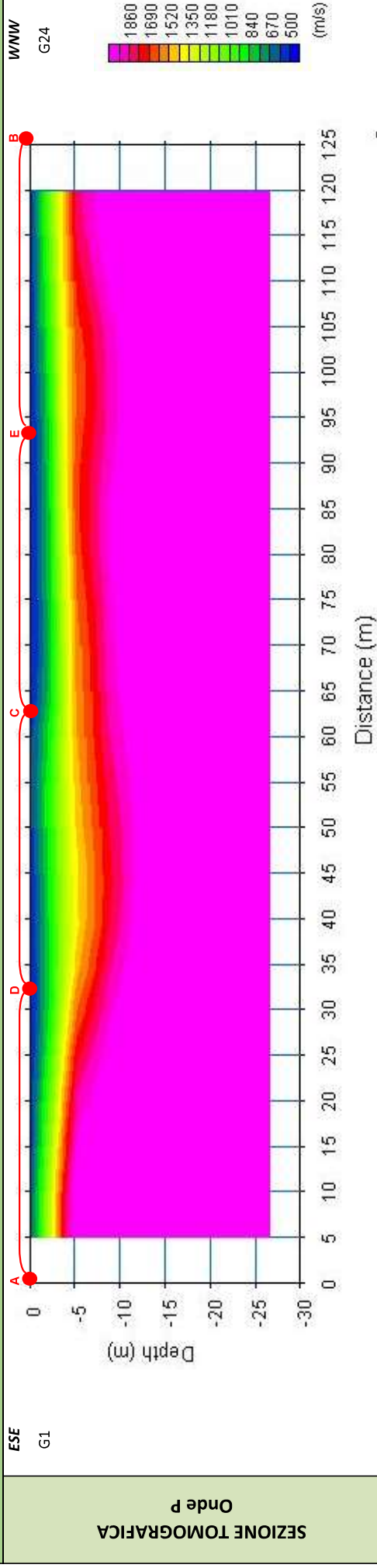
Sismogramma scoppio E



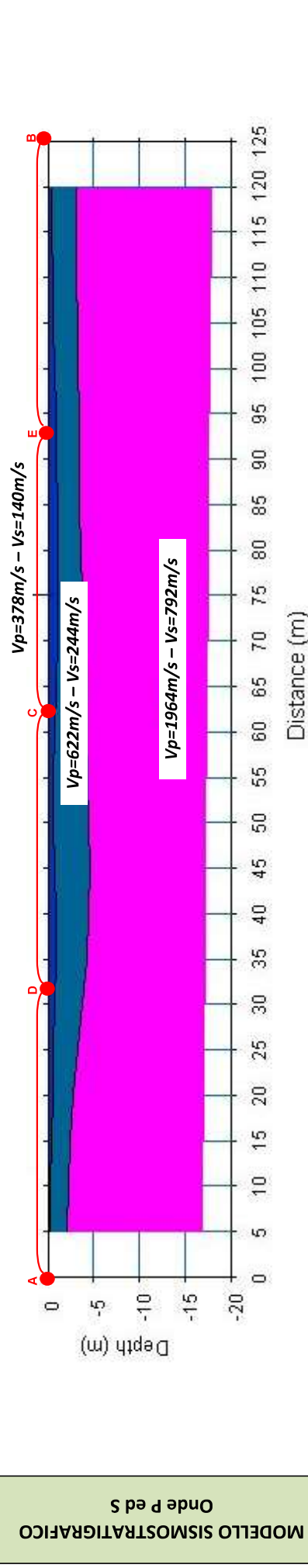
DOMOCRONE BS.02 – ONDE P



ELABORATI INDAGINE BS.02



SEZIONE TOMOGRAFICA
Onde P



MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO
Onde P ed S

LEGENDA



Copertura vegetale



Deposito sabbioso-ciottoloso poco addensato



Deposito sabbioso-ciottoloso ben addensato

punti di scoppio

ELABORATI INDAGINE MASW02 – SCOPPIO 01

SISMOGRAMMA MEDIO

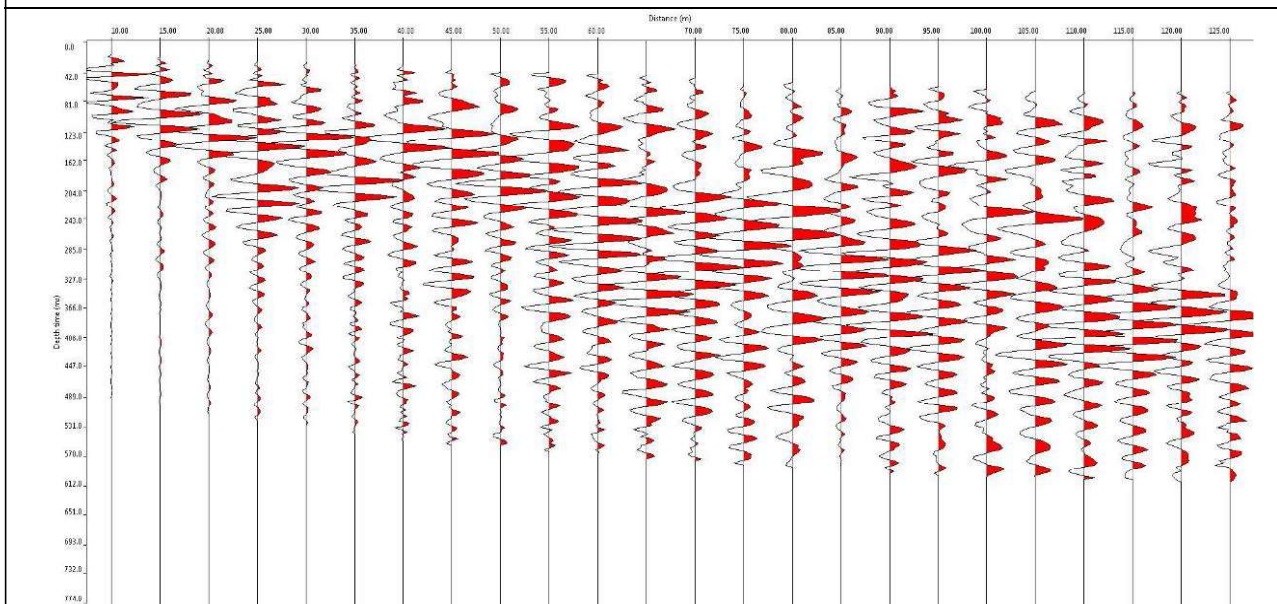
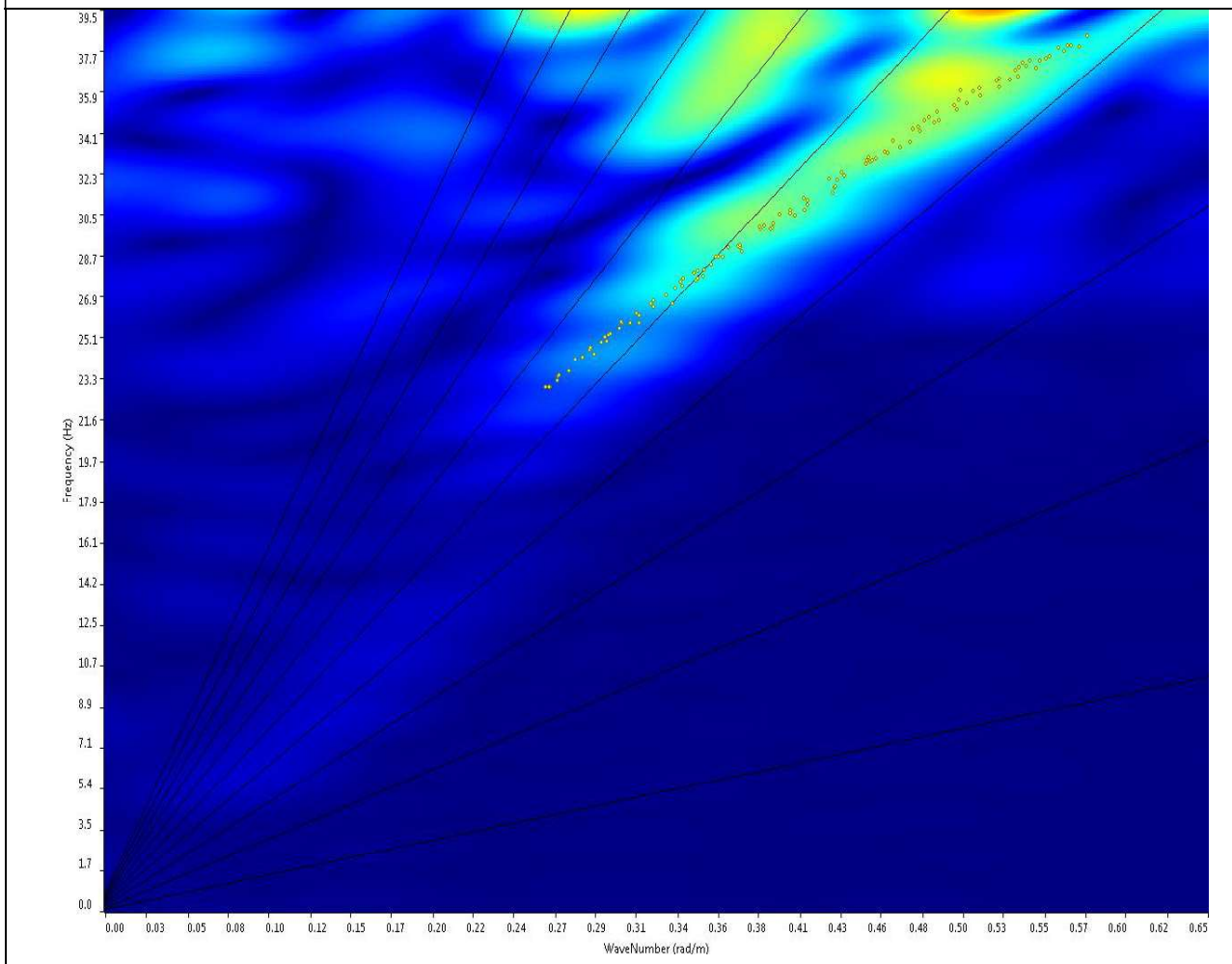
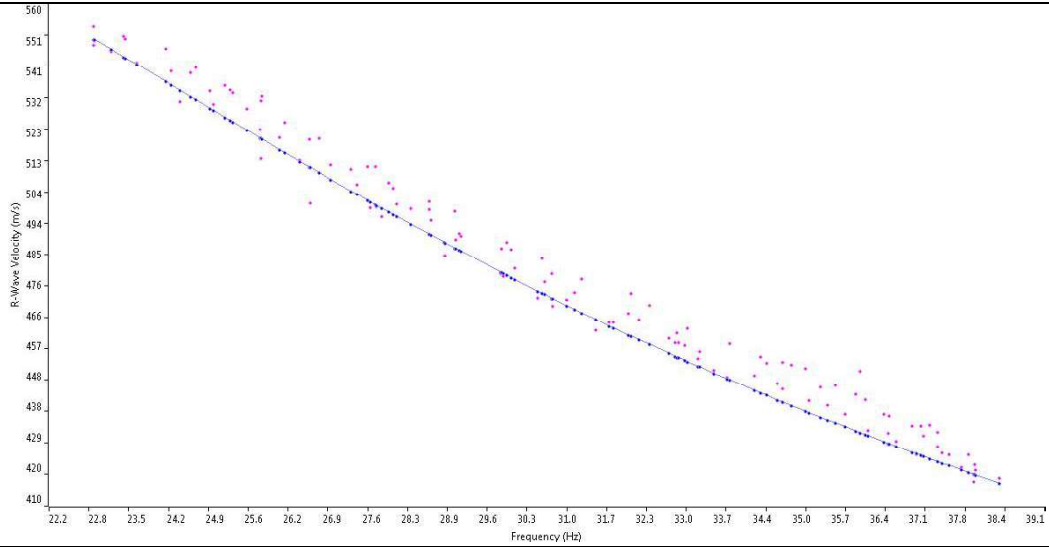


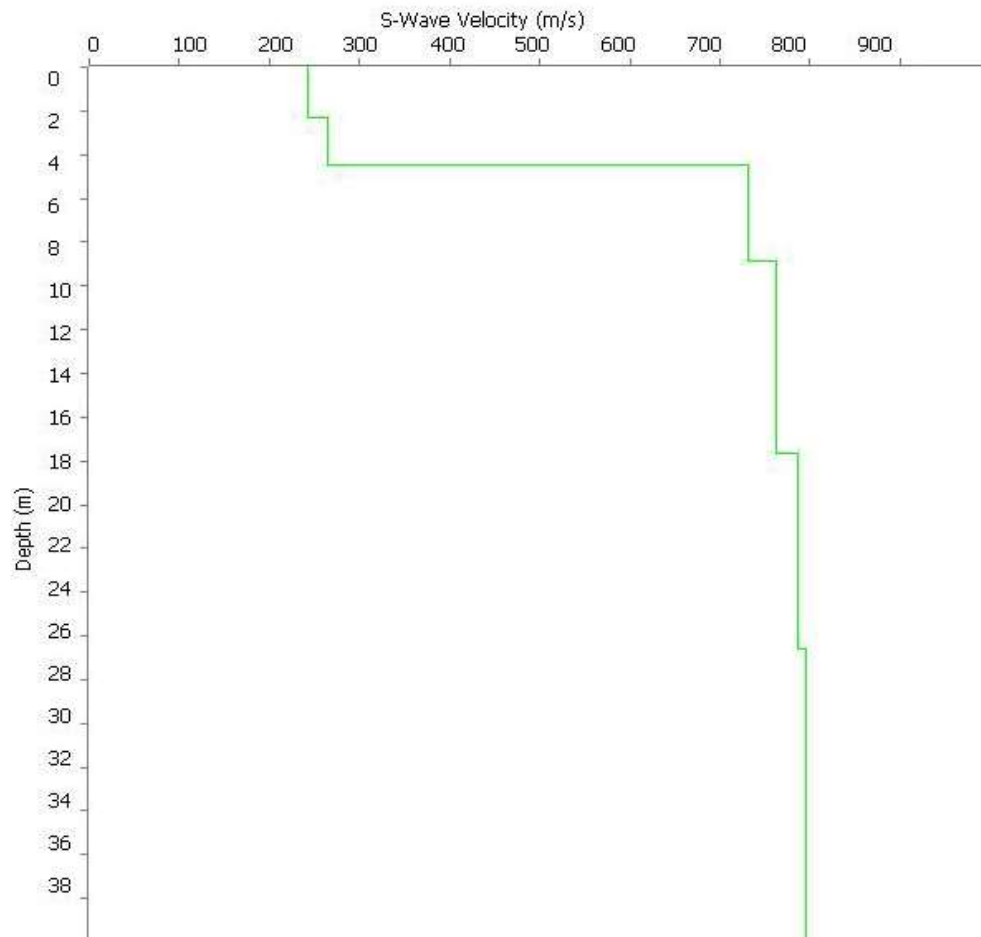
GRAFICO P-F CON L'INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DELLA CURVA DI DISPERSIONE



CURVA DI DISPERSIONE



PROFILO VS – MASW 02



Categoria "B" – $V_{s,eq} = V_{s,30} = 591 \text{ m/s}$ a partire dal piano d'indagine

ELABORATI INDAGINE MASW02 – SCOPPIO 02

SISMOGRAMMA MEDIO

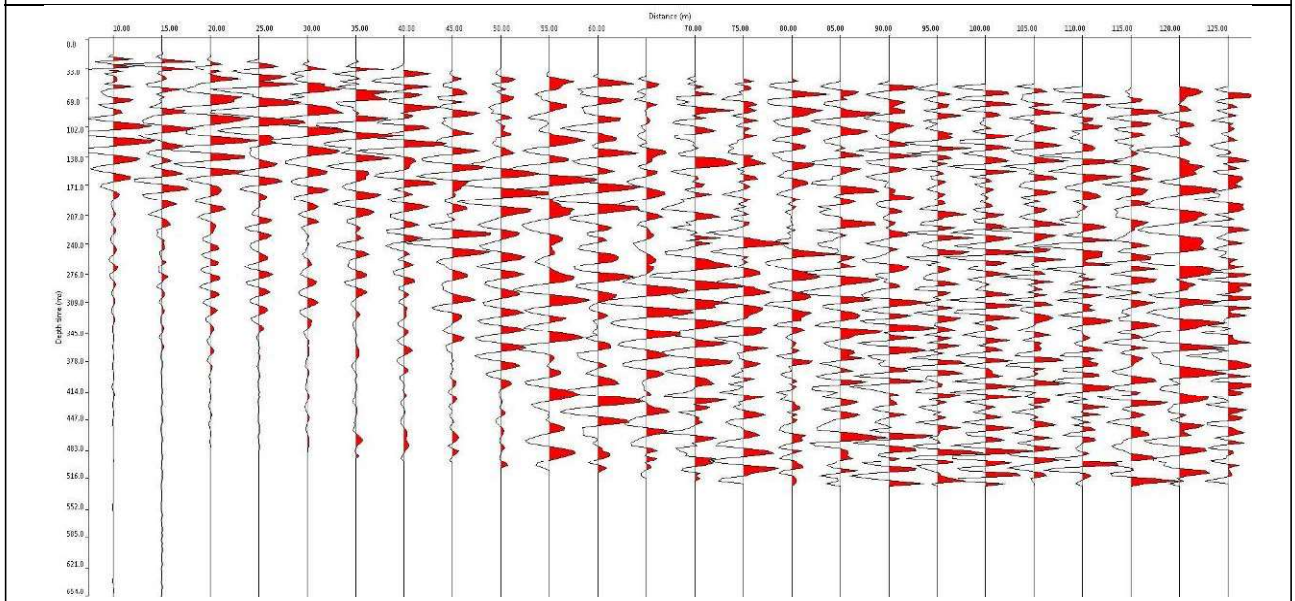
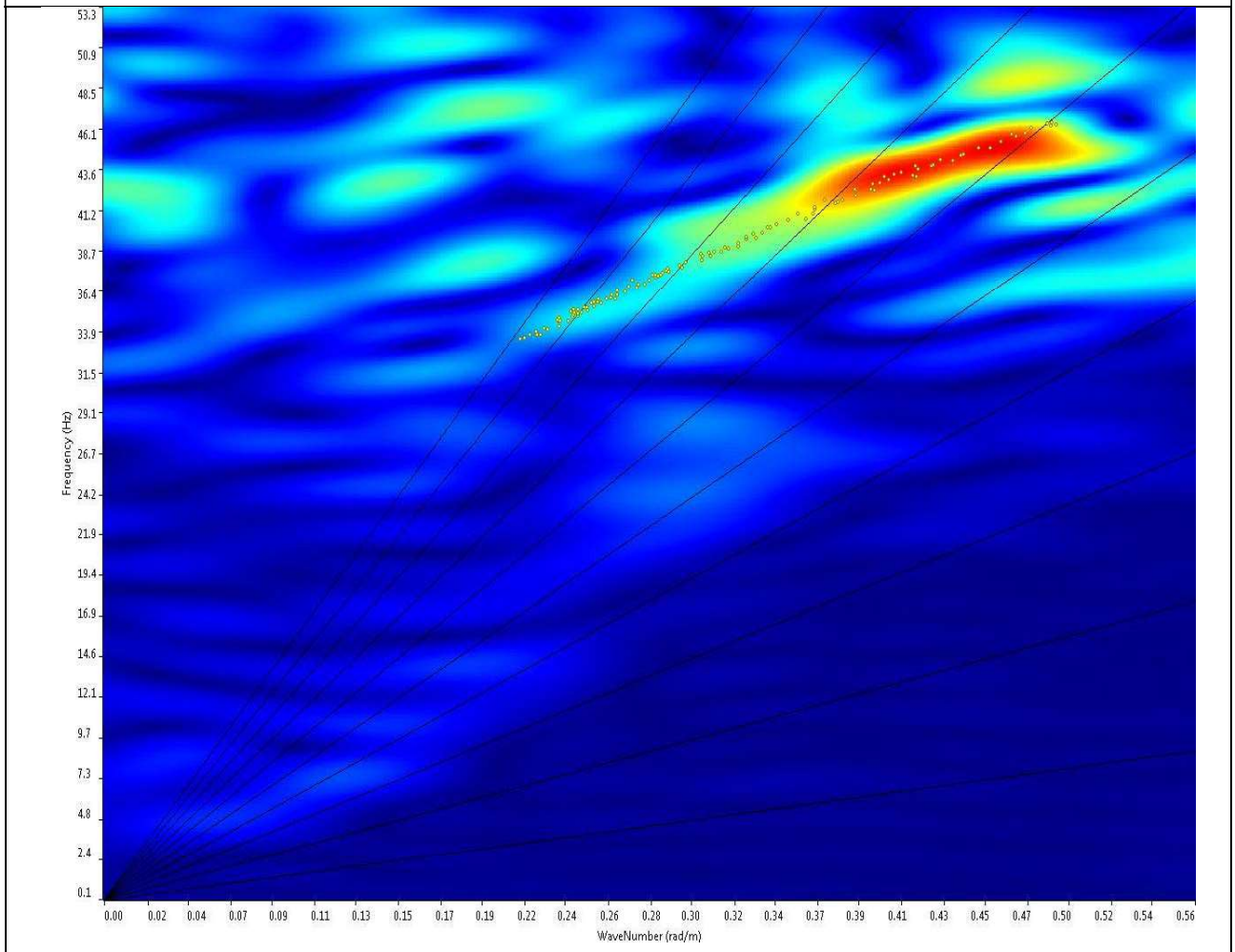
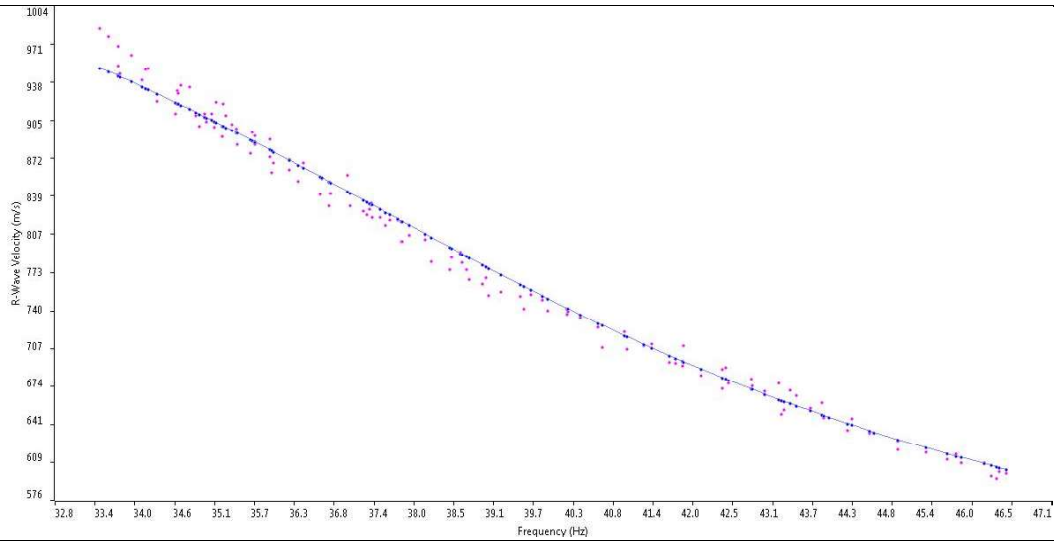


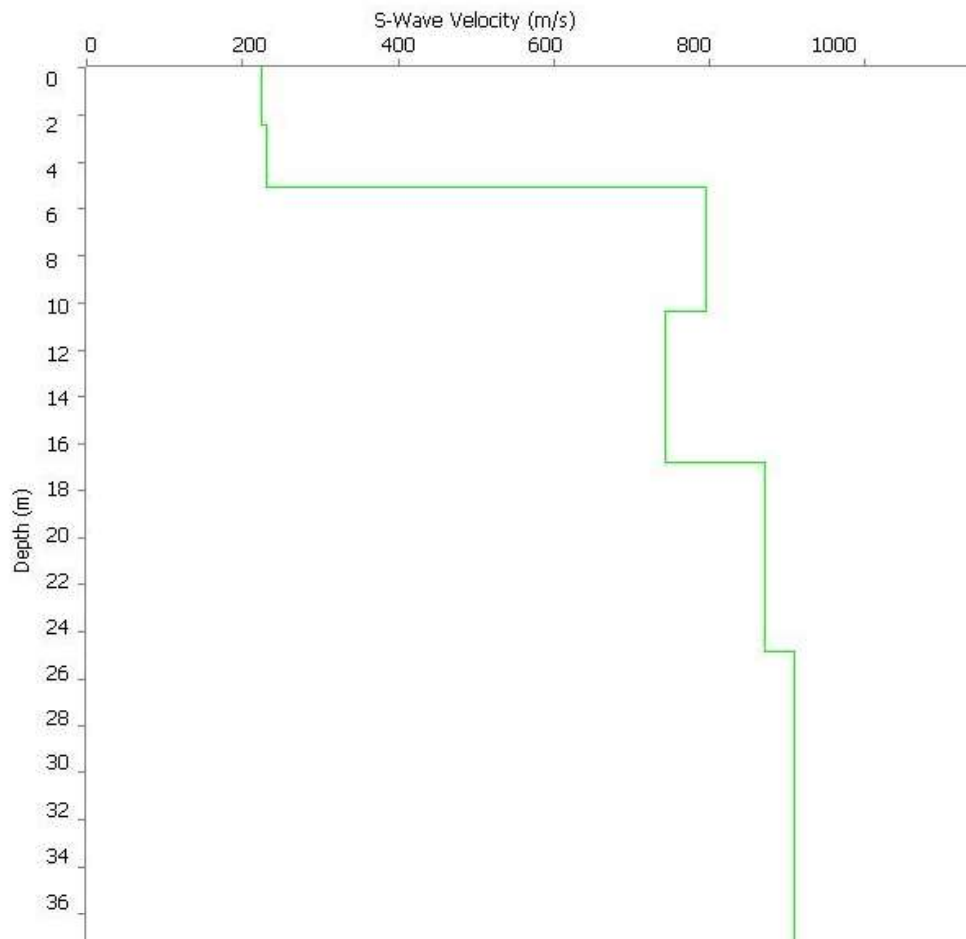
GRAFICO P-F CON L'INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DELLA CURVA DI DISPERSIONE



CURVA DI DISPERSIONE



PROFILO VS -



Categoria "B" – Vs,eq = 448 m/s a partire dal piano d'indagine

STIMA DEI MODULI DINAMICI BASE SISMICA 02

	STRATO 1	STRATO 2	STRATO 3
Velocità onde P (m/s):	378	622	1964
Velocità onde S (m/s):	140	244	792
V _{LAB} = Velocità onde P di laboratorio (m/s):	6000	6000	6000
SPESSORE MEDIO STRATO (m)	0,30	2,00	9,50
Profondità Media Strato (m)	0,15	1,15	5,90
Modulo di Poisson (ν)	0,42	0,41	0,40
Densità naturale (γ_{nat} in gr/cm ³)	1,36	1,55	2,06
Porosità % (\emptyset) (correlazione Rzhovsky e Novik (1971))	47,21%	44,93%	32,39%

MOD. di YOUNG DINAMICO - (E_{din} in Mpa o Nmm ²)	75	254	3556
MOD. di TAGLIO DINAMICO (G_{din} in Mpa o Nmm ²) $G_{din} = E_{din} / (2 * (1 + \nu))$	26	90	1268
MOD. di BULK (K) (Mpa o Nmm ²): $K = E_{din} / (3 * (1 - 2 * \nu))$	156	466	6104
MOD. di YOUNG STATICO (E_{stat} in Mpa o Nmm ²) (Rzhovsky et alii, 1971)	9	31	428
MOD. di TAGLIO STATICO (G_{din} in Mpa o Nmm ²)	3	11	153
MOD. DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm ²) (da velocità onde P e densità $\gamma * v_p^2$ (valido per le terre)	195	598	7948
MOD. DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm ²) $M = E * [(1 - \nu) / (1 - \nu - 2 * \nu^2)]$ (relazione di NAVIER)	232	718	9573

Rigidità Sismica ($\gamma * V_p$) (Tonn/m ² *sec)	191	377	1632
Frequenza dello Strato	117	31	21
Periodo dello Strato	0,01	0,03	0,05

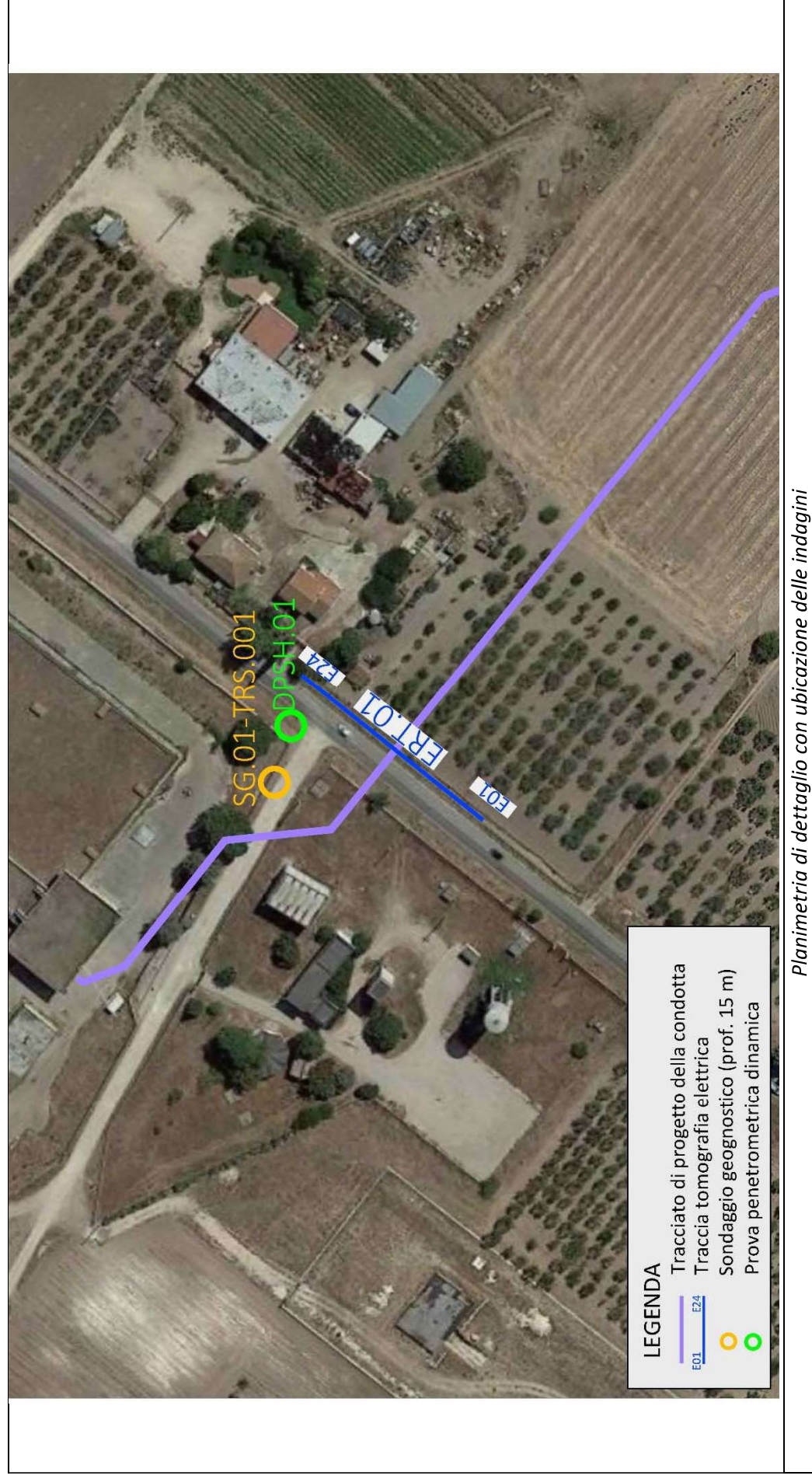
CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DELLE TERRE (NON VALIDO PER LE ROCCE)			
SPT (N) VALUE (Imai and Yoshimura, 1977)	6	34	RIFIUTO
Cu (coesione non drenata in Kg/cm ² = $(Vs/23)^{1/0,475} * 0,010197$ (Dickenson 1990))	0,46	1,47	17,55
Cu=(coesione non drenata= $(Vs-17,5)/2,63 * 0,010197$ (Oh et al. 2008))	0,47	0,88	3,00
Cu=(coesione non drenata= $(Vs/7,93)^{1/0,63} * 0,010197$ (Levesques et al. 2007))	0,97	2,35	15,21
Cu=(coesione non drenata= $(Vs/187)^{1/0,372} * 0,010197 * 100$ da prove DH - Likitersuang e Kyaw (2010))	0,47	2,08	49,39
Cu=(coesione non drenata= $(Vs/228)^{1/0,510} * 0,010197 * 100$ da prove MASW - Likitersuang e Kyaw (2010))	0,39	1,16	11,72

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE AMMASSO ROCCIOSO (NON VALIDO PER LE TERRE)			
RMR Bieniawsky (valido solo per le rocce da E statico)	NA	14	59
Φ (angolo di attrito in °)	NA	28	30
C (coesione in kg/cm ²)	NA	0,7	3,0
Rapporto di velocità VR (utilizzando per il valore delle Vp in laboratorio 6000m/sec)	NA	0,104	0,327
Rapporto di velocità al quadrato (VR ²)	NA	0,011	0,107
RQD (relazione empirica sui calcari - F. Zezza 1976)	NA	5,2%	25,5%





COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO			
B (ipotesi dimensione fondazione superficiale in cm)	100	100	100
D (ipotesi diametro palo in m)	0,50	0,50	0,50
K = (Coeff. di Winkler in Kg/cm ³ → VESIC 1961) $k = E / [B(1 - \nu^2)]$	1,10	3,74	52,14
K _v (Coeff. di Winkler verticale in Kg/cm ³ → $K_v = \alpha * 2 * E_d / b$ dove $\alpha = 2 / \log_e(b + 2H) / b$)	0,95	10,03	249,10
K _h (Coeff. di Winkler orizzontale in Kg/cm ³ - Chiarugi-Maia)	0,52	12,12	951,94

INDICAZIONI SU CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE SUPERFICIALE			
Fs (Fattore di sicurezza = Vp/Vs)	2,7	2,5	2,5
Q _{ult} (kg/cm ²) = $\gamma_{nat} * v_s * (0,1)$ (Keceli 2012)	1,91	3,77	16,32
Q _{amm} = Q _{ult} / Fs	NA	1,48	6,58

RISULTATI DELLE INDAGINI SG.01 – DPSH.01 – ERT.01



LEGENDA

-  Tracciato di progetto della condotta
-  Traccia tomografia elettrica
-  Sondaggio geognostico (prof. 15 m)
-  Prova penetrometrica dinamica

Planimetria di dettaglio con ubicazione delle indagini

Risultanze del sondaggio SG.01

REPORT FOTOGRAFICO



Ubicazione trivella



Cassetta catalogatrice da 0.00 a 5.00 metri



Cassetta catalogatrice da 5.00 a 10.00 metri



Cassetta catalogatrice da 10.00 a 15.00 metri

Stratigrafia del sondaggio SG.01

Profondità (metri)	Colonna Stratigrafica	Spessori (metri)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	R.Q.D. (%)	% RECUPERO DEL CAROTAGGIO	TENDENZA A FRANARE	FALDA	UMIDITÀ NATURALE	RIVESTIMENTO PROVVISORIO	CAMPIONI AMBIENTALI	CAMPIONI GEOTECNICI
1		1.60	<i>Materiale di riporto</i>	90		MEDIA				C1 0.1-0.3m	
2		7.90	<i>Conglomerato in matrice sabbiosa di colore marroncino chiaro con ciottoli polimetrici. Da 6,40 m di profondità la matrice è sabbioso-limosa</i>	85		BASSA		ASCIUTTO	6m	C2 2.4-2.6m	C3 4.8-5.0m
3											
4											
5											
6		2.00	<i>Sabbia limosa di colore marrone</i>	100		BASSA		SATURO UMIDO		C.I. 10.5-11.0m	
7											
8		3.50	<i>Sabbia argillosa di colore grigio-marrone</i>	100		BASSA					
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											

Rivestimento del foro con 6.0 m di tubo in pvc arancione di diametro 0.80m
 Installazione di 15.0 m di tubo piezometrico in pvc diametro 0.80m e chiuso
 Prova di assorbimento: 0,9 litri al secondo

Caratterizzazione geotecnica in laboratorio SG01

Profondità di prelievo	10,5 ÷ 11,0 m da p.c.
Peso per unità di volume totale	$\gamma_{tot} = 20,87$ kN/mc
Peso per unità di volume terreno saturo	$\gamma_{tot} = 21,06$ kN/mc
Indice dei vuoti	$e_0 = 0,568$
Coesione	$c = 0,57$ kg/cmq
Angolo di attrito	$\phi = 20,29^\circ$
Modulo edometrico	$E = 66,67$ MPa
Coesione non drenata	$c_u = 1,68$ kg/cmq
Rapporto di sovraconsolidazione	OCR = 3,77

PROVA DI PERMEABILITÀ ESEGUITA A CARICO COSTANTE (A.G.I. 1977) SONDAGGIO SG.01				
Stazione appaltante:	Acquedotto Pugliese s.p.a.			
Località:	Serbatoio di Foggia			
Oggetto dell'appalto:	Acquedotto del Fortore, Locone ed Ofanto - Opere di interconnessione			
Data:	01/04/2019			
Impresa esecutrice:	Apogeo S.r.l.			
Geologo di cantiere:	Dott. Geol. Pietro Pepe			
Diametro foro sondaggio (m):	0,101			
Falda	PRESENTE			
Inizio tratto di prova (m dal p.c.):	0			
Fine tratto di prova (m dal p.c.):	15			
Lunghezza tratto di prova (m):	15			
Coefficiente di Forma (m)	16,5438758			
Litologia:	Conglomerati e sabbie limose			
<p>FORMULA PER IL CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI FORMA DA NORMATIVA A.G.I.:</p> $C_F = \frac{2\pi D \sqrt{\left(\frac{L}{D}\right)^2 - 1}}{\ln\left(\frac{L}{D} + \sqrt{\left(\frac{L}{D}\right)^2 - 1}\right)}$				
<p>CALCOLO DELLA PERMEABILITÀ (K) IN m/sec</p> <p>Formula AGI 1977:</p> $K = \frac{q}{C_F \cdot h} \cdot \frac{1}{100}$ <p>Metodo Nasberg-Tertetskata:</p> $K = \frac{0,423}{\Delta h^2} \cdot q \cdot \log \frac{4 \cdot \Delta h}{d}$				
Parametro	Prova n° 1	Prova n° 2	Prova n° 3	Media
Q (quantità immessa in l)	560	540	550	
T (in sec)	600	600	600	
q (portata immessa in m³/sec)	0,000933	0,000900	0,000917	
q (portata immessa in l/sec/sec)	0,933333	0,900000	0,916667	
h (livello acqua dal fondo foro in m)	15	15	15	
d (diametro del foro in metri)	0,101	0,101	0,101	
K (coefficiente permeabilità in m/sec)	3,76E-06	3,63E-06	3,69E-06	3,69E-06
K (coefficiente permeabilità in cm/sec)	3,76E-04	3,63E-04	3,69E-04	3,69E-04
K (con metodo Nasberg in m/sec)	4,87E-06	4,69E-06	4,78E-06	4,78E-06
K (con metodo Nasberg in m/sec)	4,87E-04	4,69E-04	4,78E-04	4,78E-04

Risultati prove penetrometriche: DPSH.01

REPORT FOTOGRAFICO



Indagine preliminare con radiodetector



Ubicazione del penetrometro



ApoGeo s.r.l.
(capogruppo mandataria)



Fiumano Toma Trivellazioni s.r.l.
(mandante)



TecnoLab della d.ssa Caterina Serino
(mandante)



Geo s.r.l. (mandante)

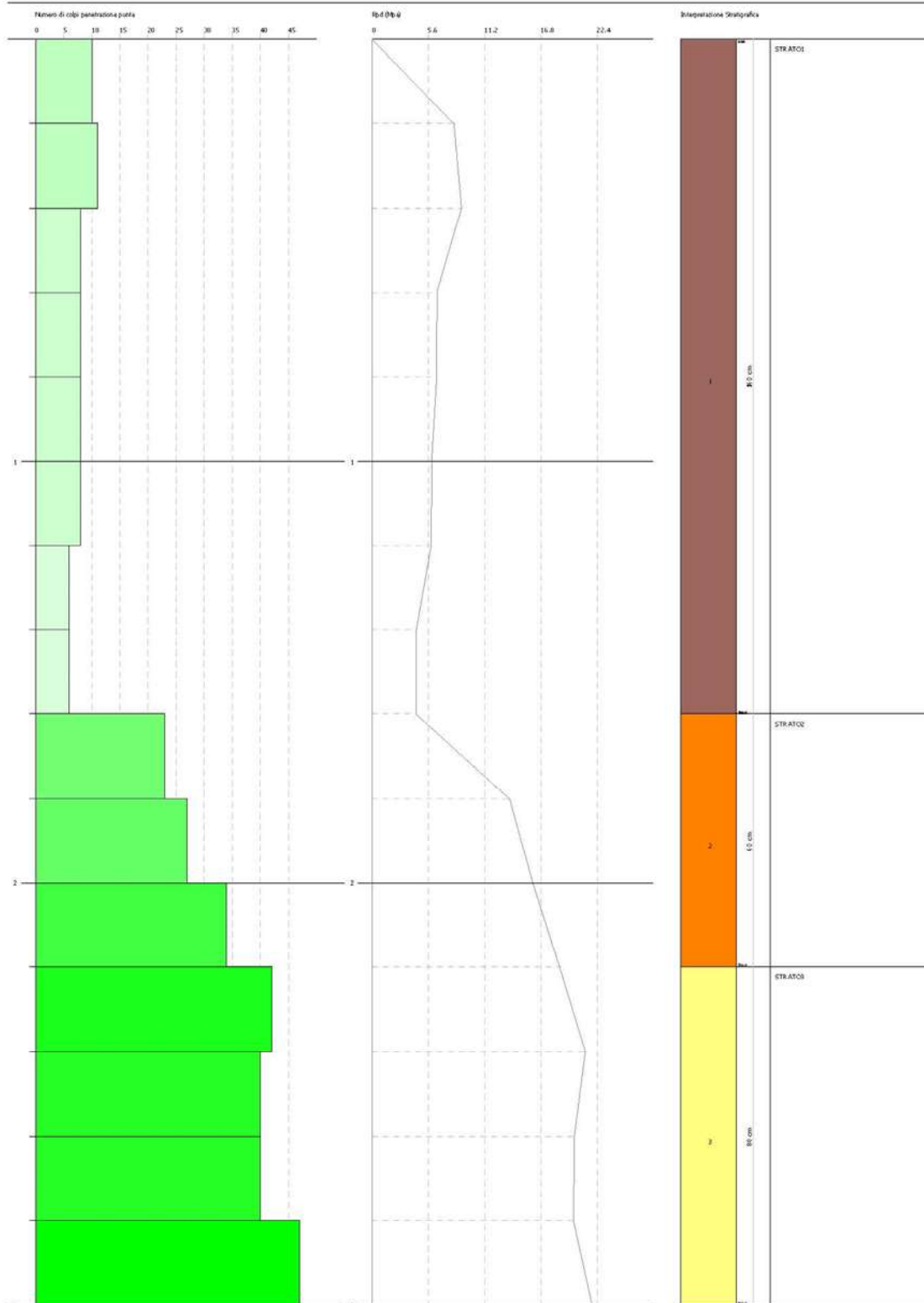
Grafico di interpretazione stratigrafica

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 01
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Comitente: AQF
Destinatario:
Località: TOZZA

Data: 21/03/2019

Scala: 1:10





Apogeo s.r.l.
(capogruppo mandataria)



Fiumano Toma Trivellazioni s.r.l.
(mandante)



Tecnolab della d.ssa Caterina Serino
(mandante)



Geo s.r.l. (mandante)

Stima dei parametri geotecnici

DPSH 01	Correlazione	Strato 1	Strato 2	Strato 3
Coesione non drenata (Kg/cm^2)	<i>Terzaghi- Peck</i>	0.82	2.84	4.29
Densità relativa D_r (%)	<i>Skempton 1986</i>	37.67	74.04	94.36
Angolo di resistenza al taglio ϕ°	<i>Wolff (1989) / N160</i>	23.49	32.03	38.15
Modulo di Young E_y (Kg/cm^2)	<i>Bowles (1982)</i>	136.05	285.55	392.70
Modulo Edometrico E_{ed} (Kg/cm^2)	<i>Buisman-Sanglera</i>	73.26	252.66	381.24
Classificazione AGI	<i>Classificazione AGI</i>	<i>Moderatamente addensato</i>	<i>Addensato</i>	<i>Molto addensato</i>
Peso unità di volume γ (t/m^3)	<i>Meyerhof ed altri</i>	1.80	2.21	2.32
Peso unità di volume saturo γ_s (t/m^3)	<i>Meyerhof</i>	1.93	2.12	2.18
Modulo di Poisson σ	<i>(A.G.I.)</i>	0.33	0.27	0.23
Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm^2)	<i>Ohsaki</i>	683.01	2186.93	3219.42
Modulo di reazione K_0	<i>Navfac 1971-1982</i>	2.57	7.15	10.76
Resistenza alla punta Q_c (Kg/cm^2)	<i>Robertson 1983</i>	24.42	84.22	127.08

Risultati prospezioni geoelettriche: ERT.01

REPORT FOTOGRAFICO



Punto di vista dell'elettrodo E01

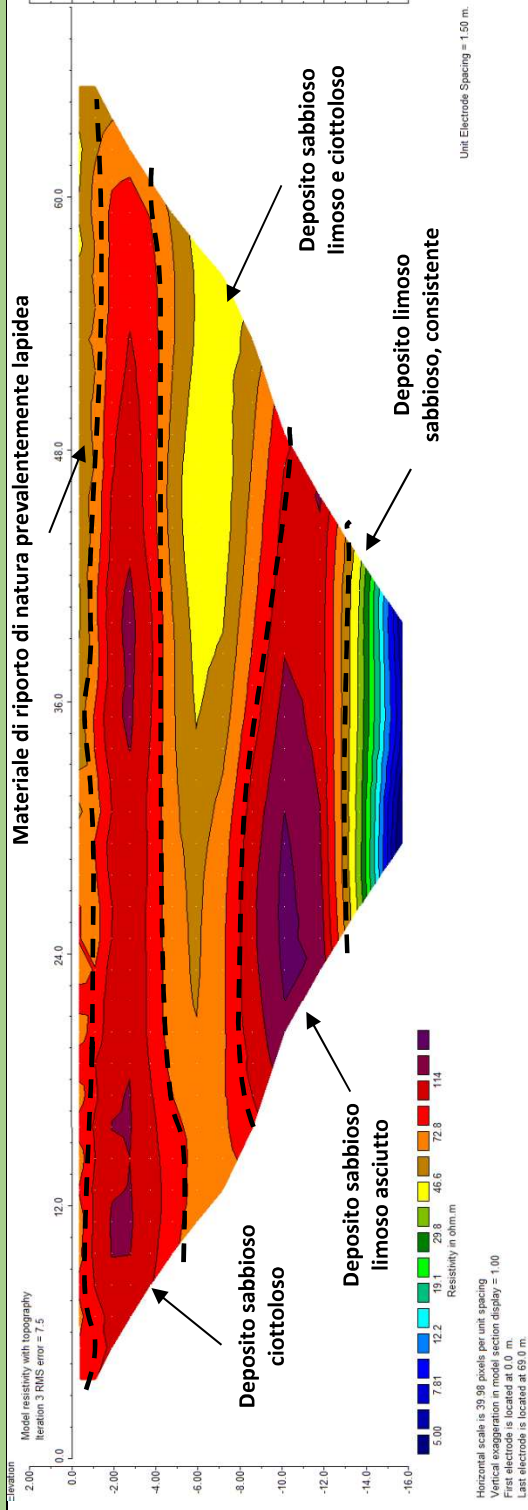


Punto di vista dell'elettrodo E24 e particolare della strumentazione

MODELLO DI RESISTIVITÀ ERT.01

Materiale di riporto di natura prevalentemente lapidea

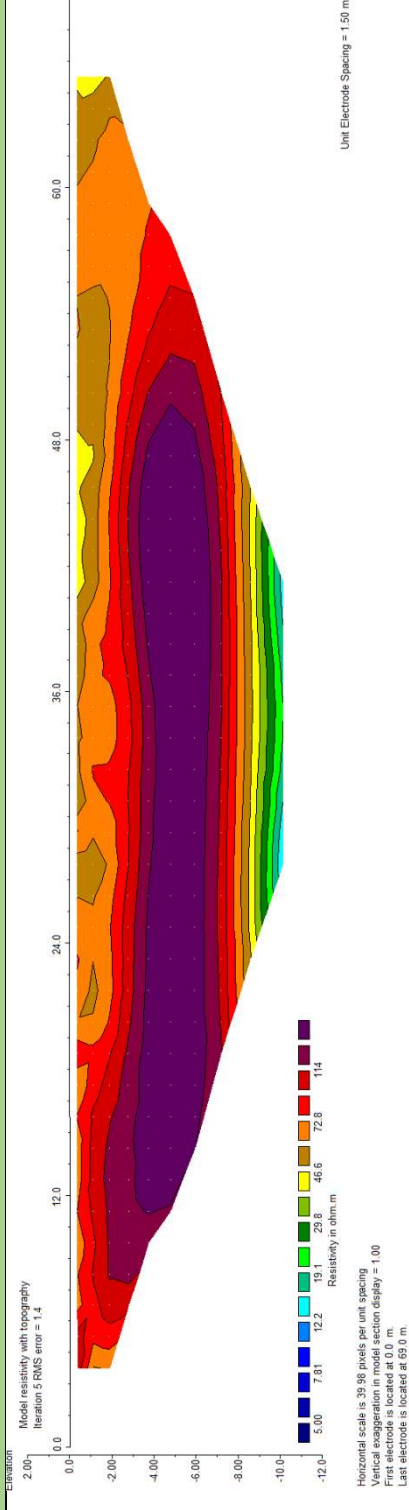
E24
NE



ELABORAZIONE RES2DIN
DIPLO-DIPOLO

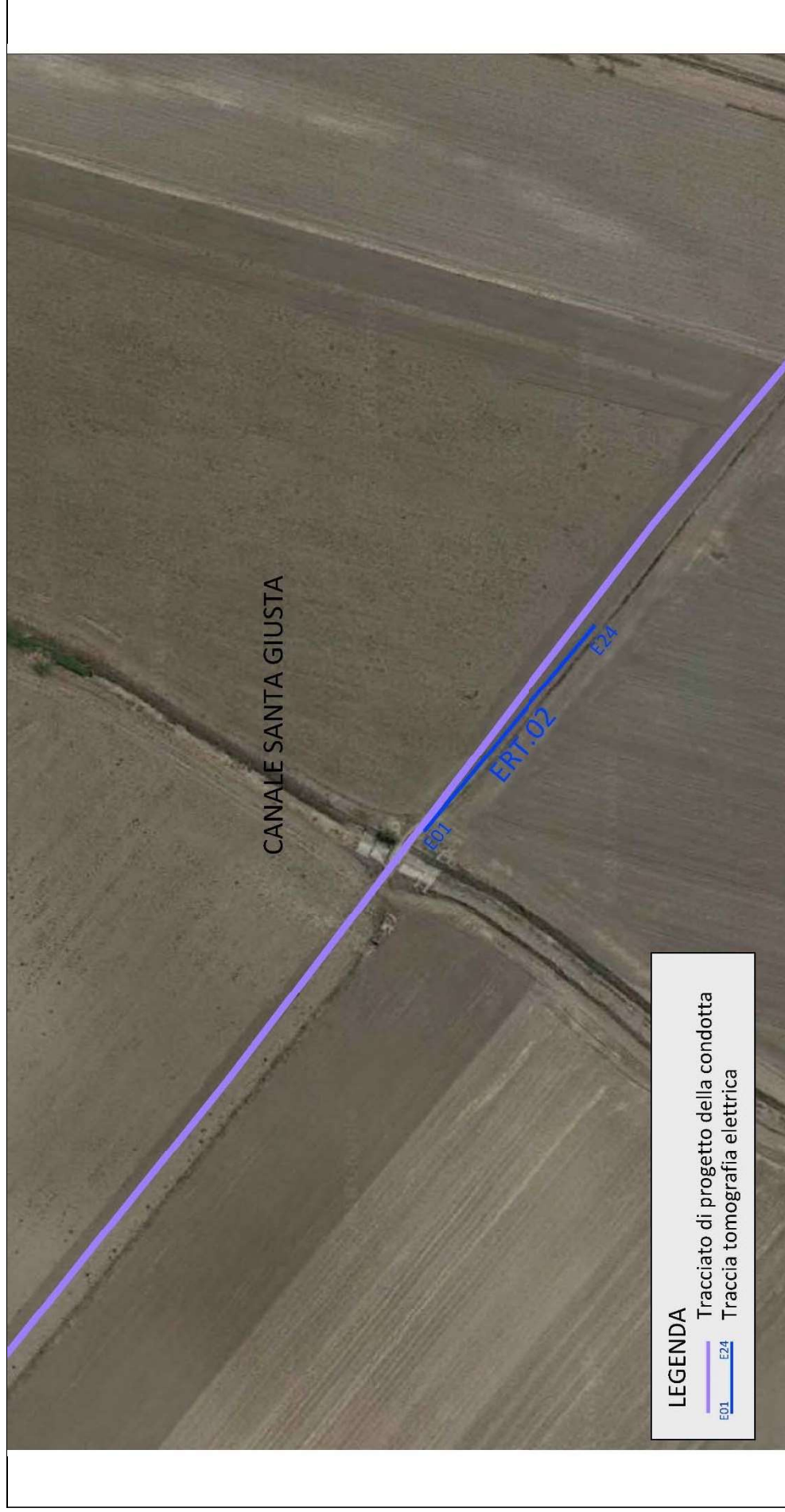
MODELLO DI RESISTIVITÀ ERT.01

E24
NE



ELABORAZIONE RES2DIN
WENNER

RISULTATI DELLE INDAGINI ERT.02



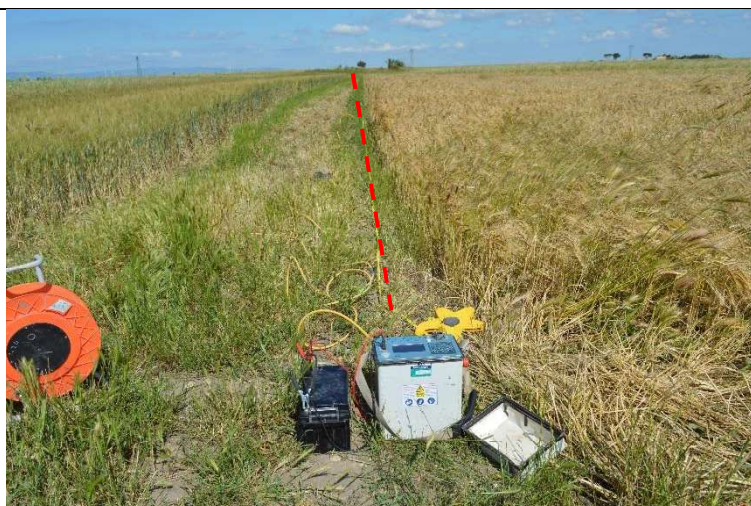
Planimetria di dettaglio con ubicazione delle indagini

Risultati prospezioni geoelettriche: ERT.02

REPORT FOTOGRAFICO

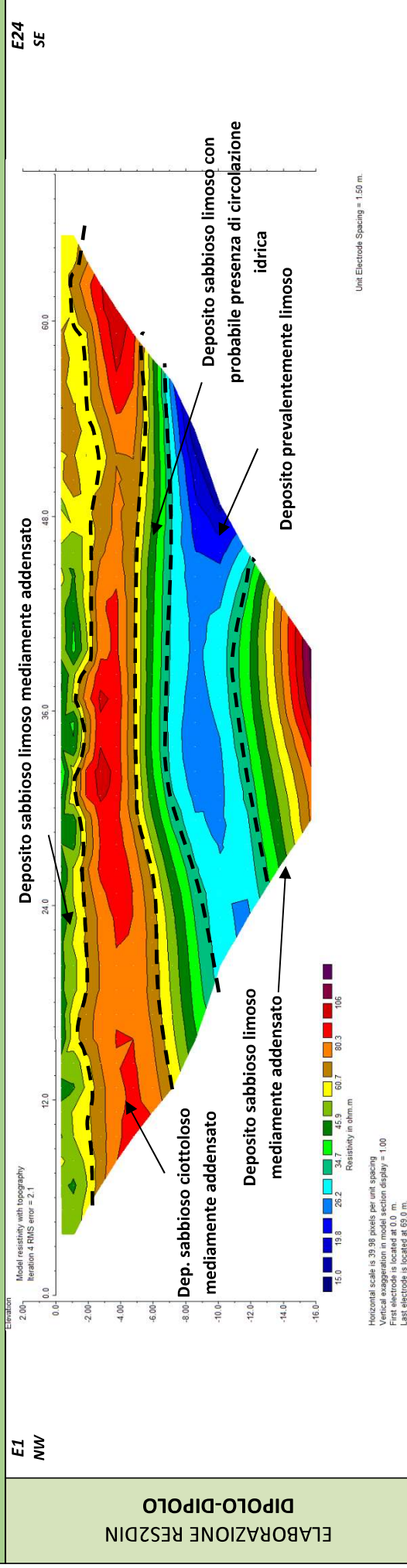


Punto di vista dell'elettrodo E01



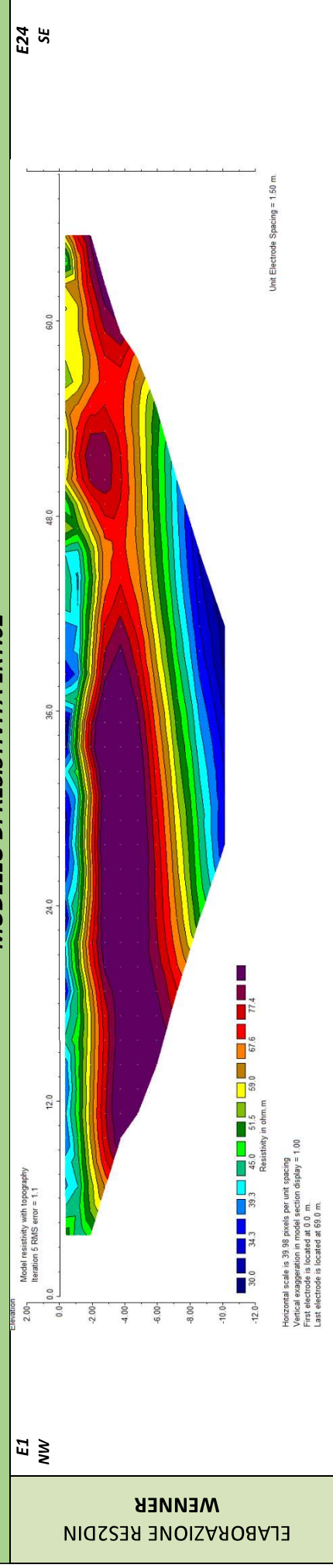
Punto di vista dell'elettrodo E24 e particolare della strumentazione

MODELLO DI RESISTIVITÀ ERT.02



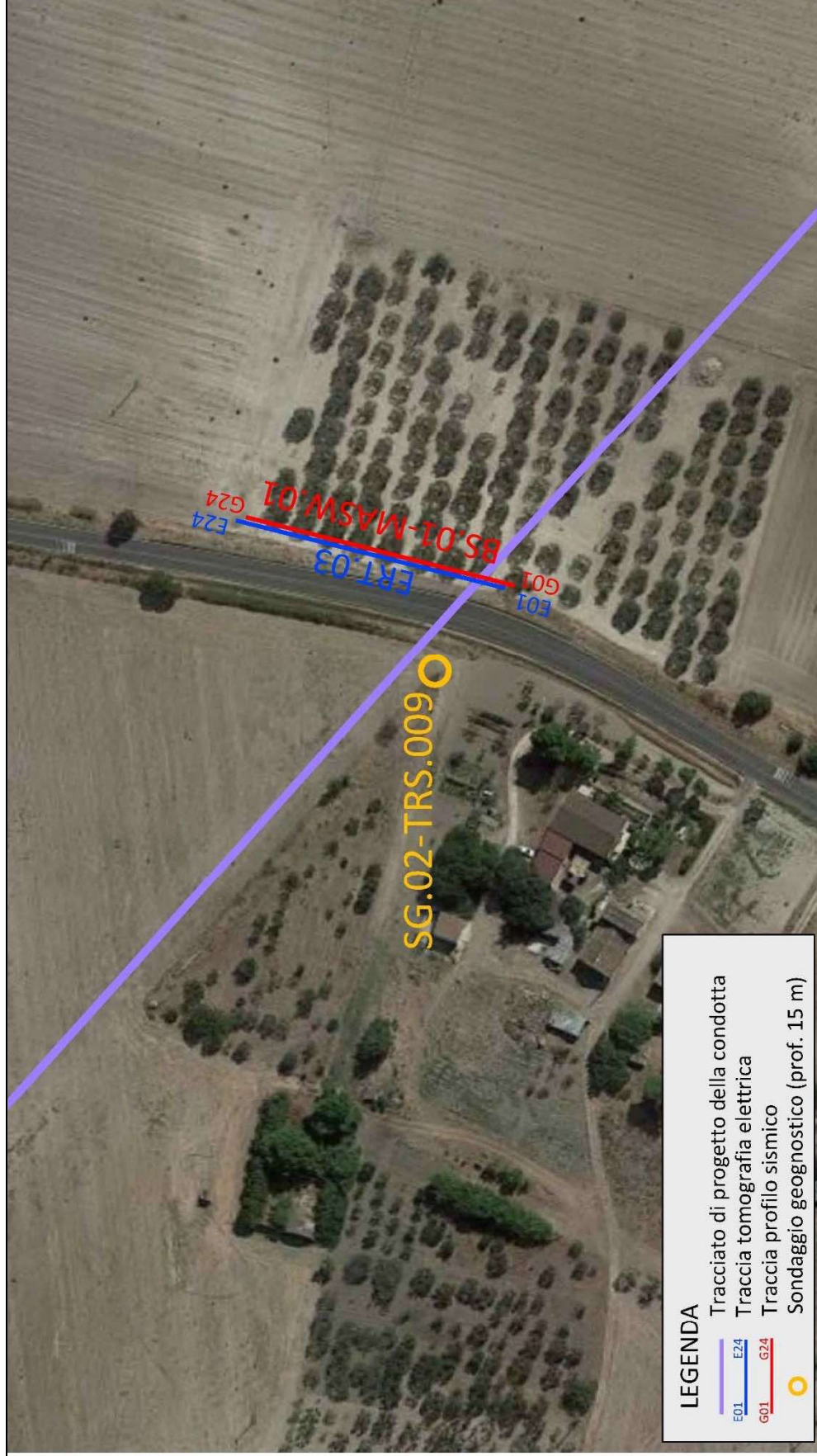
ELABORAZIONE RES2DIN
DIPOLO-DIPOLO

MODELLO DI RESISTIVITÀ ERT.02



ELABORAZIONE RES2DIN
WENNER

RISULTATI DELLE INDAGINI SG.02 – BS.01 – MASW.01 – ERT.03



LEGENDA

- Tracciato di progetto della condotta
- E01 — E24 — G24 Traccia tomografia elettrica
- G01 — BS.01-MASW.01 Traccia profilo sismico
- SG.02-TRS.009 Sondaggio geognostico (prof. 15 m)

Planimetria di dettaglio con ubicazione delle indagini

Risultanze del sondaggio SG.02

REPORT FOTOGRAFICO DEL SONDAGGIO



Indagine preliminare con radiodetector



SG.02, ubicazione trivella



SG.02, cassetta catalogatrice da 0.0 a 5.0 metri



SG.02, cassetta catalogatrice da 5.0 a 10.0 metri



SG.02, cassetta catalogatrice da 10.0 a 15.0 metri



Prova di permeabilità

Stratigrafia del sondaggio SG.02

Profondità (metri)	Colonna Stratigrafica	Spessori (metri)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	R.Q.D. (%)	% RECUPERO DEL CAROTAGGIO	TENDENZA A FRANARE	FALDA	UMIDITÀ NATURALE	RIVESTIMENTO PROVVISORIO	CAMPIONI AMBIENTALI	CAMPIONI GEOTECNICI
		0.40	<i>Terreno vegetale</i>		85						
1		0.60	<i>Sabbia fine e ghiaia di piccole dimensioni</i>	90		MEDIA				C1 0.1-0.3m	
2		3.10	<i>Sabbia limosa di colore dal marroncino al beige</i>	100		BASSA				C2 2.3-2.6m	
3											
4		0.60	<i>Sabbia ciottolosa di colore marroncino</i>	90		MEDIA				C.I. 3.5-4.0m	
5											
6		3.00	<i>Limo sabbioso di colore marroncino</i>	100		BASSA	ASSENTE	ASCIUTTO	6m	C3 4.8-5.0m	
7											
8		0.20	<i>Inclusioni ciottolose in matrice sabbioso-limosa</i>	80		MEDIA					
		0.50	<i>Limo sabbioso di colore marroncino</i>	100		MEDIA					
9											
10		3.60	<i>Conglomerato in matrice sabbiosa di colore marroncino chiaro con ciottoli polimetrici.</i>	85		MEDIA					
11											
12											
13		2.10	<i>Sabbia limosa di colore marroncino chiaro</i>	100		BASSA					
14											
15		0.90	<i>Sabbia poco addensata di colore ocreo debolmente limosa</i>	85		MEDIA					

Rivestimento del foro con 6.0 m di tubo in pvc arancione di diametro 0.80m

Prova di assorbimento: 1,1 litri al secondo

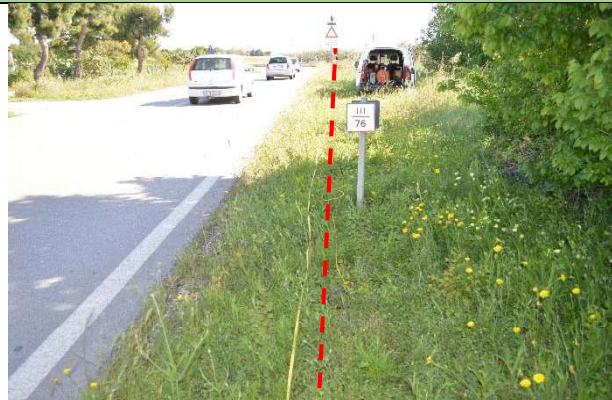
Caratterizzazione geotecnica in laboratorio SG02

Profondità di prelievo	3,5 ÷ 4,0 m da p.c.
Peso per unità di volume totale	$\gamma_{tot} = 20,28$ kN/mc
Peso per unità di volume terreno saturo	$\gamma_{tot} = 21,17$ kN/mc
Indice dei vuoti	$e_0 = 0,520$
Coesione	$c = 0,39$ kg/cmq
Angolo di attrito	$\phi = 26,62^\circ$
Modulo edometrico	$E = 84,04$ MPa
Coesione non drenata	$c_u = 4,01$ kg/cmq
Rapporto di sovraconsolidazione	OCR = 0,62

PROVA DI PERMEABILITÀ ESEGUITA A CARICO COSTANTE (A.G.I. 1977) SONDAGGIO SG.02				
Stazione appaltante:	Acquedotto Pugliese s.p.a.			
Località:	S.S 90 - Troia (FG)			
Oggetto dell'appalto:	Acquedotto del Fortore, Locone ed Ofanto - Opere di interconnessione			
Data:	02/04/2019			
Impresa esecutrice:	Apogeo S.r.l.			
Geologo di cantiere:	Dott.Geol.Pietro Pepe			
Diametro foro sondaggio (m):	0,101			
Falda	ASSENTE			
Inizio tratto di prova (m dal p.c):	0			
Fine tratto di prova (m dal p.c):	15			
Lunghezza tratto di prova (m):	15			
Coefficiente di Forma (m)	16,5438758			
Litologia:	Sabbie limose			
FORMULA PER IL CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI FORMA DA NORMATIVA A.G.I.:				
$C_F = \frac{2\pi D \sqrt{\left(\frac{L}{D}\right)^2 - 1}}{\ln\left(\frac{L}{D} + \sqrt{\left(\frac{L}{D}\right)^2 - 1}\right)}$				
CALCOLO DELLA PERMEABILITA' (K) IN m/sec				
Formula AGI 1977:			Metodo Nasberg-Tertetskata:	
$K = \frac{q}{C_F \cdot h} \cdot \frac{1}{100}$			$K = \frac{0,423}{\Delta h^2} * q * \log \frac{4 * \Delta h}{d}$	
Parametro	Prova n° 1	Prova n° 2	Prova n° 3	Media
Q (quantità immessa in l)	680	660	650	
T (in sec)	600	600	600	
q (portata immessa in m³/sec)	0,001133	0,001100	0,001083	
q (portata immessa in l/sec/sec)	1,133333	1,100000	1,083333	
h (livello acqua dal fondo foro in m)	15	15	15	
d (diametro del foro in metri)	0,101	0,101	0,101	
K (coefficiente permeabilità in m/sec)	4,57E-06	4,43E-06	4,37E-06	4,46E-06
K (coefficiente permeabilità in cm/sec)	4,57E-04	4,43E-04	4,37E-04	4,46E-04
K (con metodo Nasberg in m/sec)	5,91E-06	5,74E-06	5,65E-06	5,77E-06
K (con metodo Nasberg in m/sec)	5,91E-04	5,74E-04	5,65E-04	5,77E-04

Risultati prospezioni sismiche in onde P ed S: BS.01 – MASW.01

REPORT FOTOGRAFICO



Punto di vista dal geofono G1

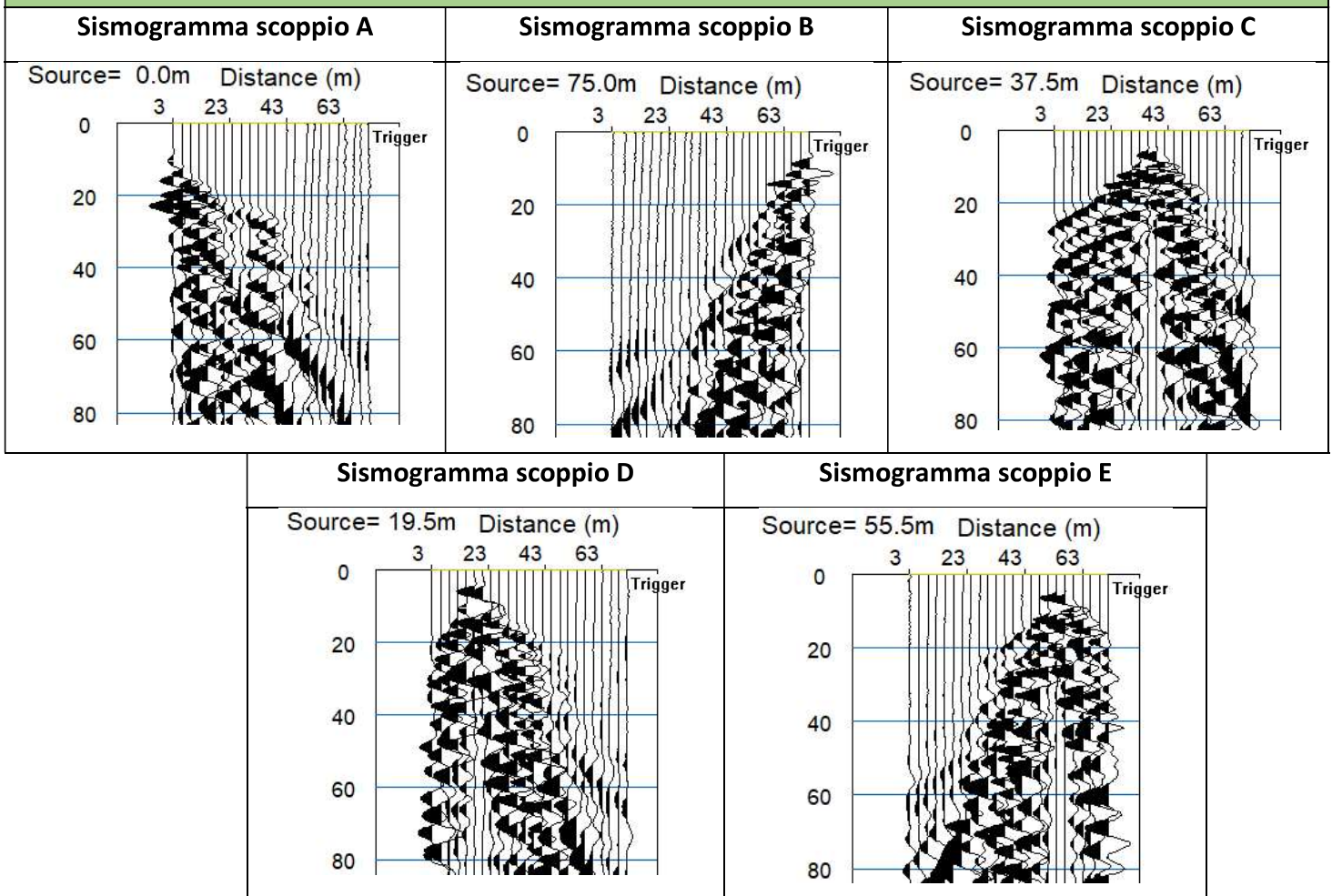


Punto di vista dal geofono G24

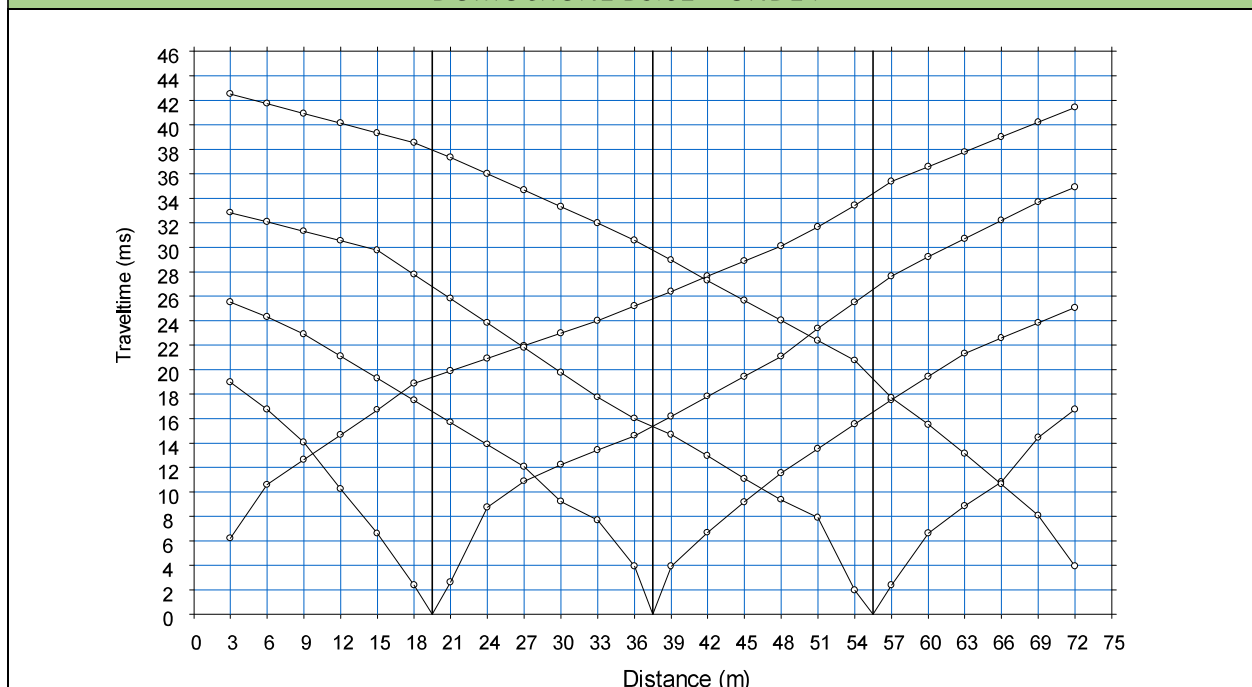


Particolare della strumentazione

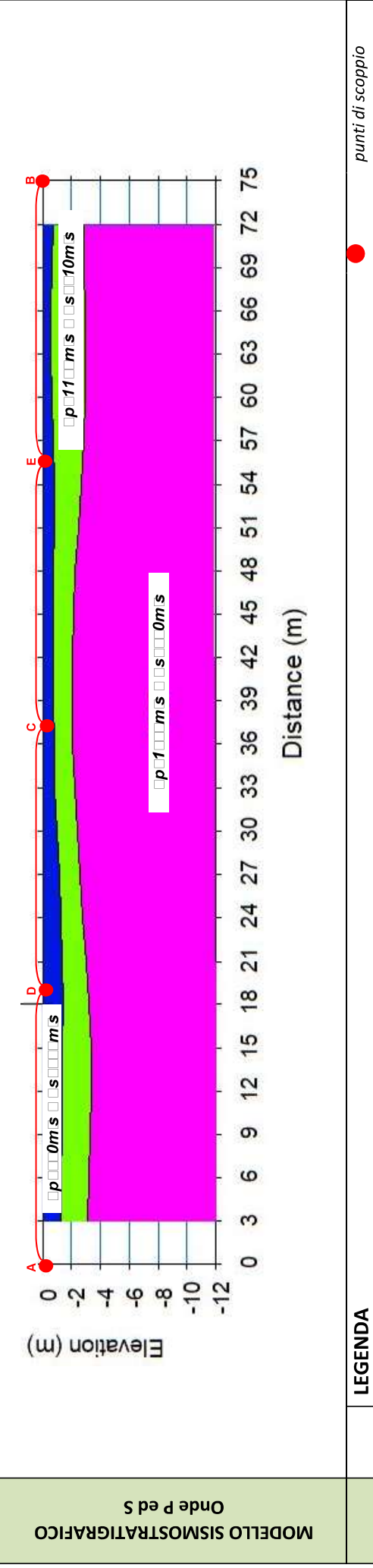
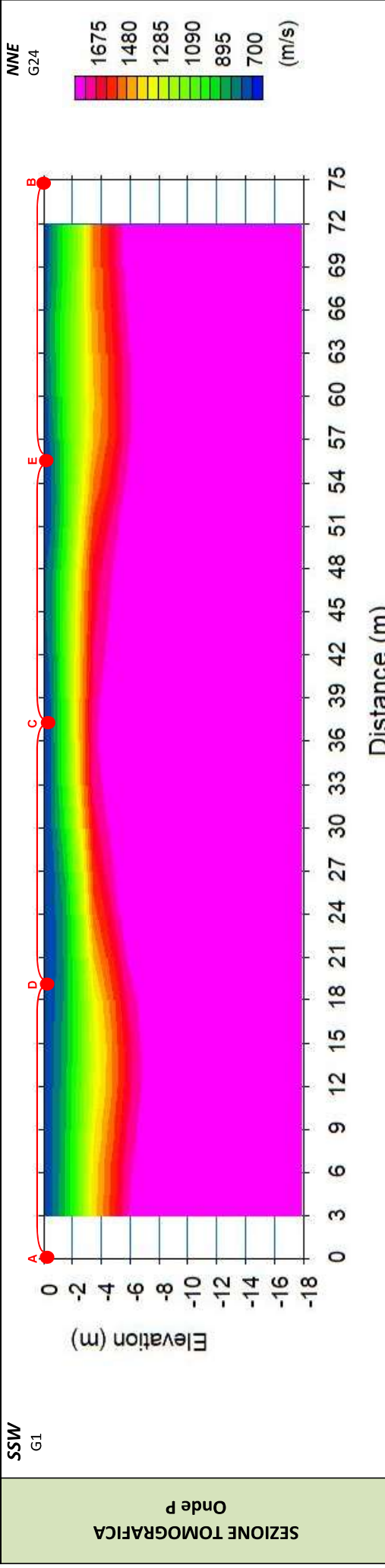
BASE SISMICA BS.01 – ONDE P



DOMOCRONE BS.01 – ONDE P



ELABORATI INDAGINE BS.01



LEGENDA

	Terreno vegetale e dep. sabbioso limoso poco addensato
	Deposito sabbioso limoso addensato
	Deposito limoso sabbioso consistente con inclusioni ciottolose



ApoGeo s.r.l.
(capogruppo mandataria)



Fiumano Toma Trivellazioni s.r.l.
(mandante)



Tecnolab della d.ssa Caterina Serino
(mandante)



Geo s.r.l. (mandante)

ELABORATI INDAGINE MASW 01 – SCOPPIO 01

SISMOGRAMMA MEDIO

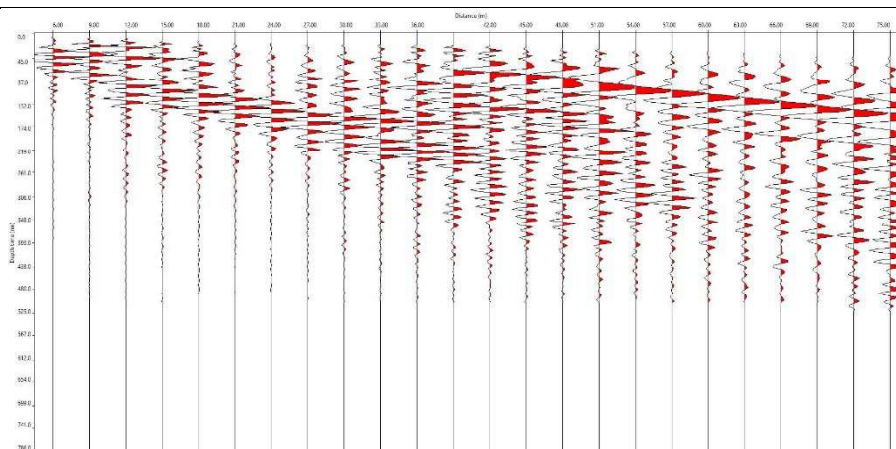
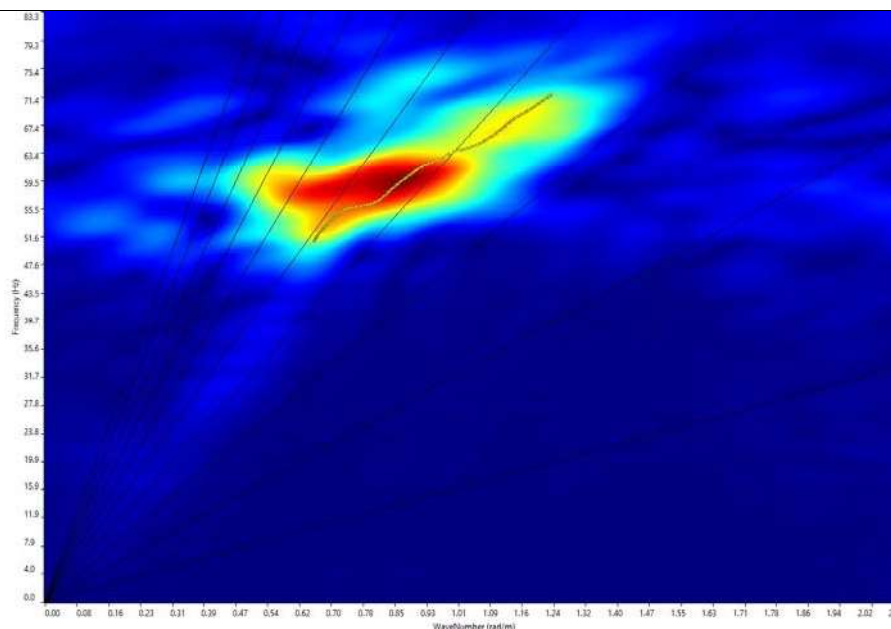
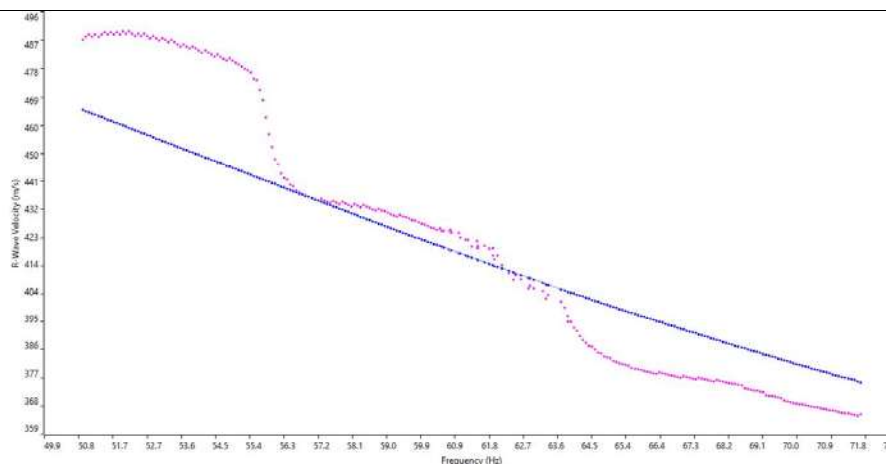
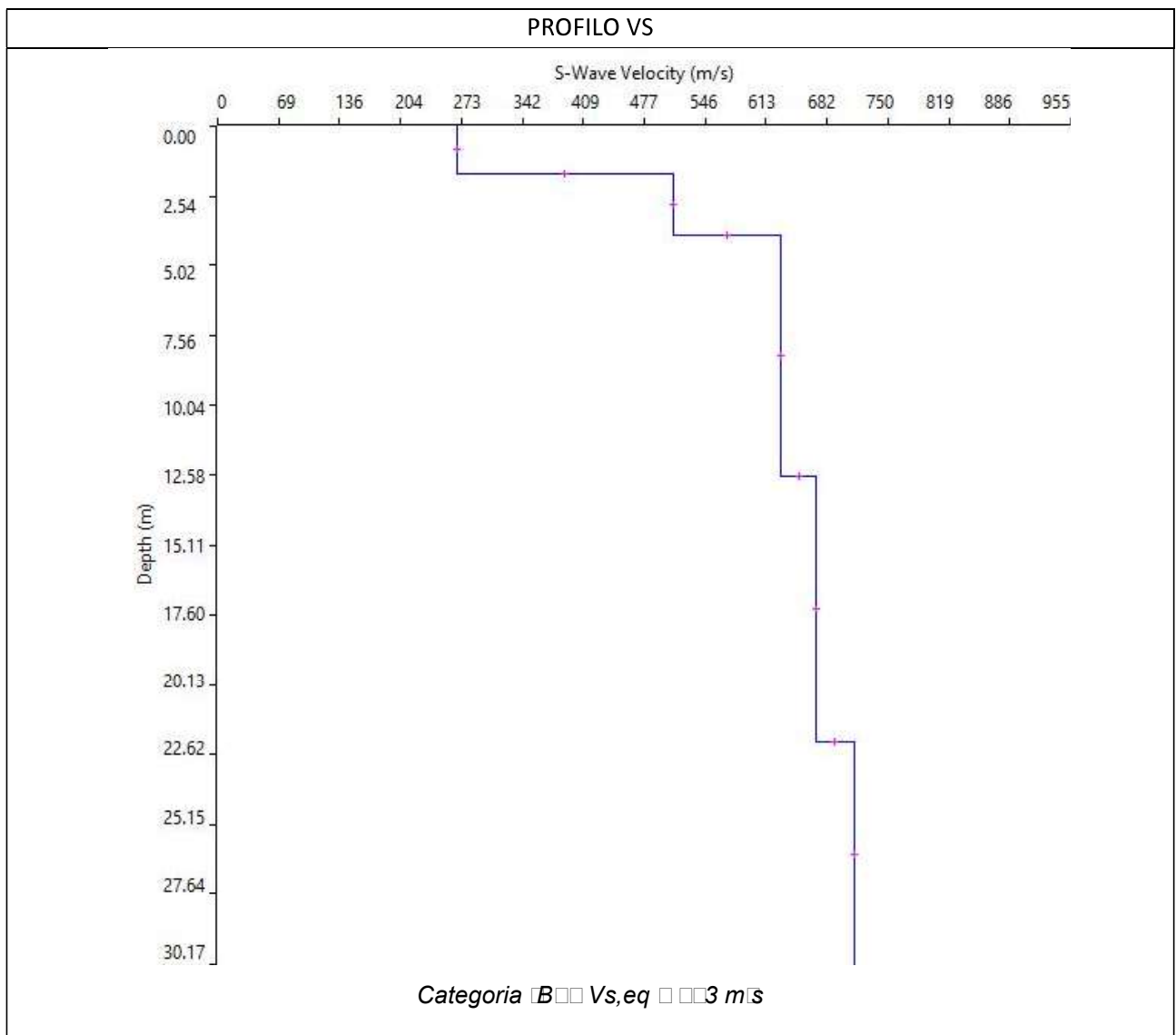


GRAFICO P-F CON L'INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DELLA CURVA DI DISPERSIONE



CURVA DI DISPERSIONE





SVILUPPO ANALITICO DEL PROFILO VS

	Thickness	Depth	Vs
Layer 1 <input type="checkbox"/>	1.70	0.00 <input type="checkbox"/>	267
Layer 2 <input type="checkbox"/>	2.20	1.70 <input type="checkbox"/>	510
Layer 3 <input type="checkbox"/>	8.71	3.90 <input type="checkbox"/>	630
Layer 4 <input type="checkbox"/>	9.58	12.61 <input type="checkbox"/>	670
Layer 5 <input type="checkbox"/>	INF	22.19 <input type="checkbox"/>	712

ELABORATI INDAGINE MASW 01 – SCOPPIO 02

SISMOGRAMMA MEDIO

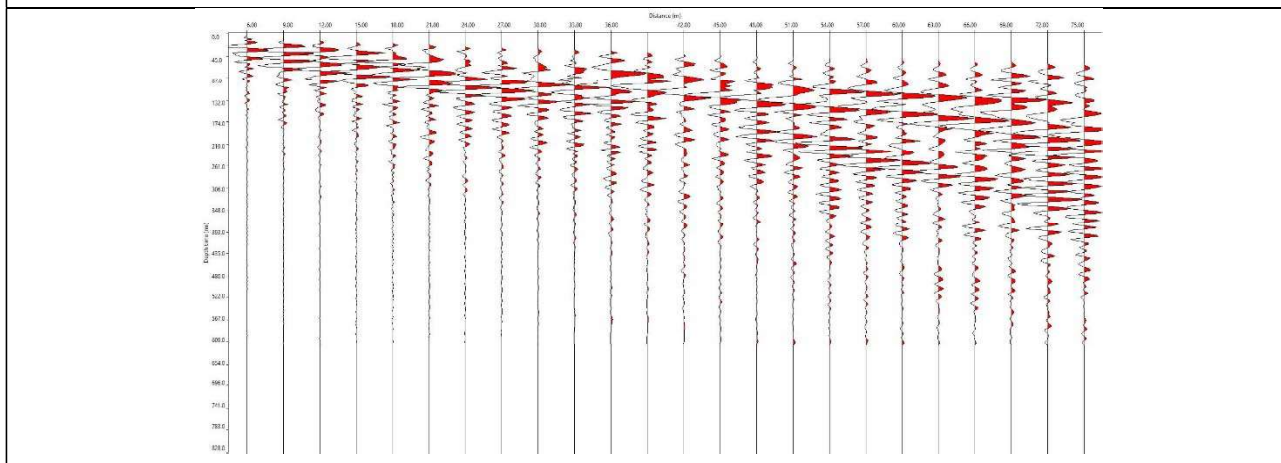
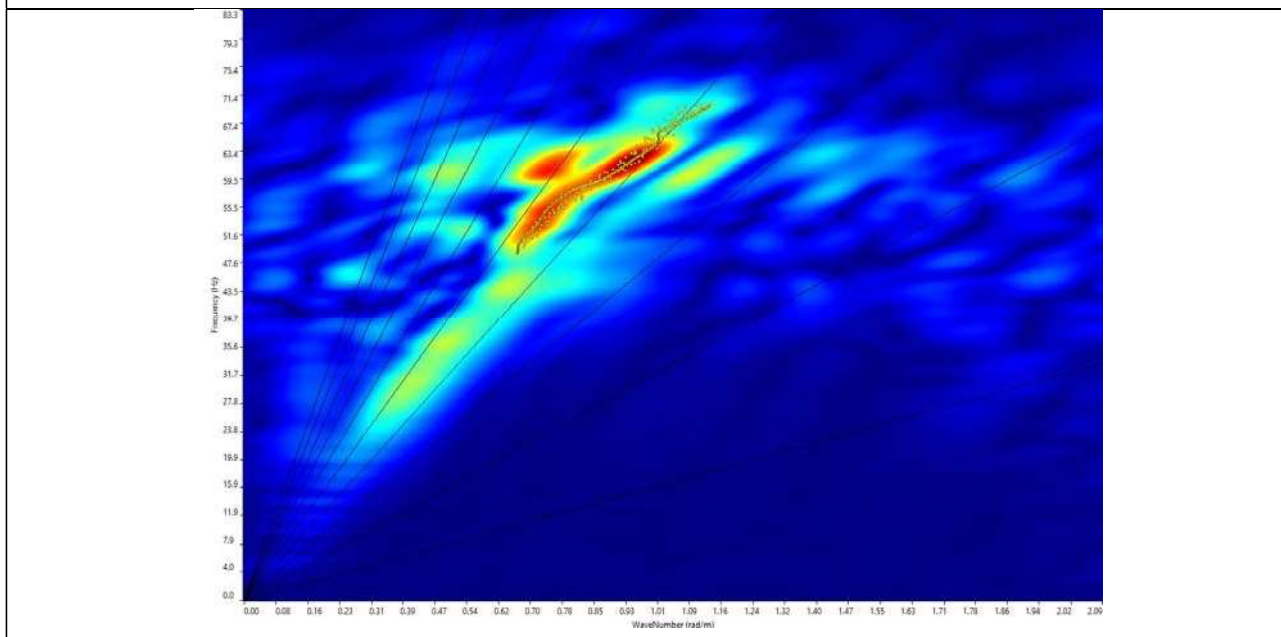
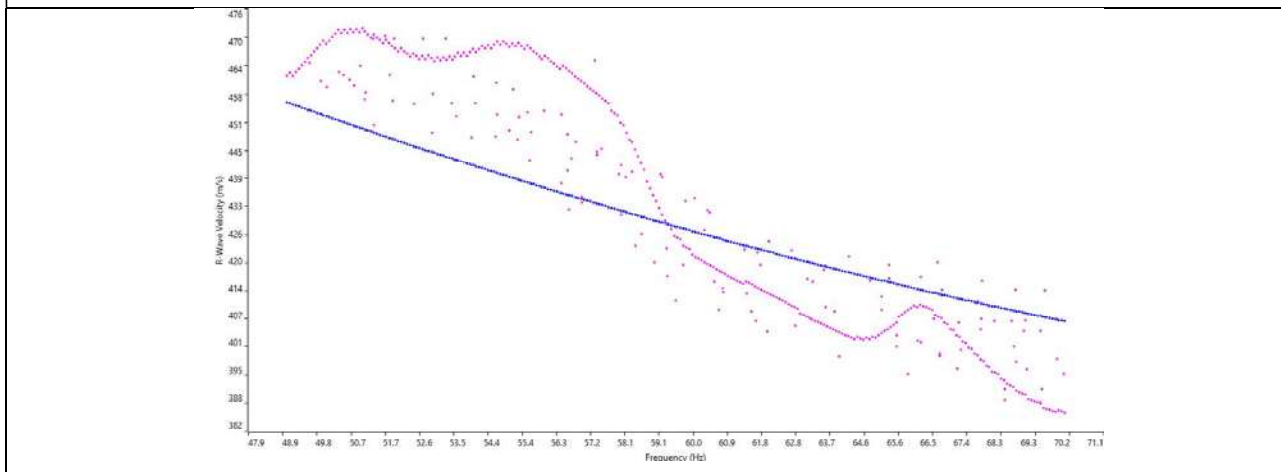


GRAFICO P-F CON L'INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DELLA CURVA DI DISPERSIONE



CURVA DI DISPERSIONE





ApoGeo s.r.l.
(capogruppo mandataria)



Fiumano Toma Trivellazioni s.r.l.
(mandante)

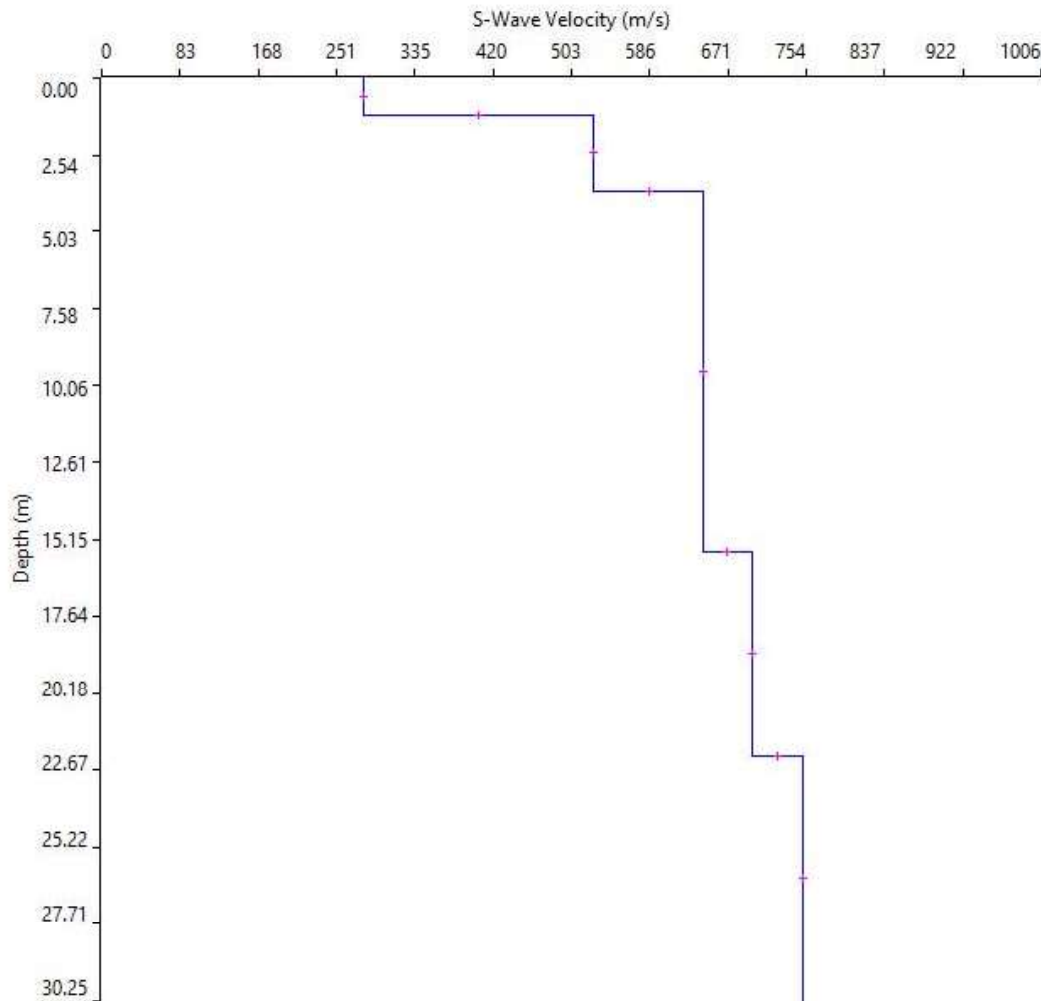


TecnoLab della d.ssa Caterina Serino
(mandante)



Geo s.r.l. (mandante)

PROFILO VS



Categoria B □ Vs,eq □ 33 m/s

SVILUPPO ANALITICO DEL PROFILO VS

	Thickness	Depth	Vs
Layer 1 <input type="checkbox"/>	1.20	0.00 <input type="checkbox"/>	280
Layer 2 <input type="checkbox"/>	2.50	1.20 <input type="checkbox"/>	527
Layer 3 <input type="checkbox"/>	11.84	3.70 <input type="checkbox"/>	644
Layer 4 <input type="checkbox"/>	6.68	15.54 <input type="checkbox"/>	696
Layer 5 <input type="checkbox"/>	INF	22.22 <input type="checkbox"/>	750

STIMA DEI MODULI DINAMICI BASE SISMICA 01

	STRATO 1	STRATO 2	STRATO 3
Velocità onde P (m/s):	620	1138	1887
Velocità onde S (m/s):	267	510	630
V_{LAB} = Velocità onde P di laboratorio (m/s):	6000	6000	6000
SPESORE MEDIO STRATO (m)	1.50	2.80	9.00
Profondità Media Strato (m)	0.75	2.90	8.80
Modulo di Poisson (ν)	0.39	0.37	0.44
Densità naturale (γ_{nat} in gr/cm^3)	1.54	1.80	2.04
Porosità % (\emptyset) (correlazione Rzhesvky e Novik (1971))	44.95%	40.11%	33.11%

MOD. di YOUNG DINAMICO - (E_{din} in Mpa o Nmm^2)	299	1260	2282
MOD. di TAGLIO DINAMICO (G_{din} in Mpa o Nmm^2) $G_{din} = E_{din}/(2*(1+\nu))$	108	459	794
MOD. di BULK (K) (Mpa o Nmm^2): $K = E_{din}/(3*(1-2*\nu))$	438	1672	6065
MOD. di YOUNG STATICO (E_{stat} in Mpa o Nmm^2) (Rzhesvky et alii, 1971)	36	152	275
MOD. di TAGLIO STATICO (G_{stat} in Mpa o Nmm^2)	13	55	96
MOD. DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm^2) (da velocità onde P e densità) $\gamma*Vp^2$ (valido per le terre)	594	2328	7264
MOD. DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (M in Kg/cm^2) $M = E * [(1-\nu) / (1-\nu-2*\nu^2)]$ (relazione di NAVIER)	713	2803	8748

Rigidità Sismica ($\gamma*Vp$) (Tonn/ m^2*sec)	412	917	1285
Frequenza dello Strato	45	46	18
Periodo dello Strato	0.02	0.02	0.06

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DELLE TERRE (NON VALIDO PER LE ROCCE)			
SPT (N) VALUE (Imai and Yoshimura, 1977)	45	>50	>50
Cu (coesione non drenata in $Kg/cm^2 = (Vs/23)^{1/0.473} * 0,010197$ (Dickenson 1990))	1.78	6.95	10.84
Cu=(coesione non drenata= $(Vs-17,5)/2,63 * 0,010197$ (Oh et al. 2008))	0.97	1.91	2.37
Cu=(coesione non drenata= $(Vs/7,93)^{1/0.63} * 0,010197$ (Levesques et al. 2007))	2.71	7.56	10.58
Cu=(coesione non drenata= $(Vs/187)^{1/0.372} * 0,010197*100$ da prove DH - Likitlersuang e Kyaw (2010))	2.66	15.13	26.70
Cu=(coesione non drenata= $(Vs/228)^{1/0.510} * 0,010197*100$ da prove MASW - Likitlersuang e Kyaw (2010))	1.39	4.94	7.48

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE AMMASSO ROCCIOSO (NON VALIDO PER LE TERRE)			
RMR Bieniawsky (valido solo per le rocce da E statico)	NA	41	52
ϕ (angolo di attrito in $^\circ$)	28	29	30
C (coesione in kg/cm^2)	NA	2.1	2.6
Rapporto di velocità VR (utilizzando per il valore delle Vp in laboratorio 6000m/sec)	NA	0.190	0.315
Rapporto di velocità al quadrato (VR^2)	NA	0.036	0.099
RQD ($0,97x(Vp/VLAB)^2*100$)	NA	3.5%	9.6%
RQD (relazione empirica sui calcari - F. Zezza 1976)	NA	12.0%	24.1%

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO			
B (ipotesi dimensione fondazione superficiale in cm)	100	100	100
D (ipotesi diametro palo in m)	0.50	0.50	0.50
K = (Coeff. di Winkler in $Kg/cm^3 \rightarrow VESIC 1961$) $k = E/[B(1-\nu^2)]$	4.31	17.99	34.66
$k = 17,2*Vs^{1.25} Kg/cm^3$ (Bowles 1997, Keceli, Imai e Yoshimura 2012)	1.89	4.25	5.54
K_v (Coeff. di Winkler verticale in $Kg/cm^3 \rightarrow K_v = \alpha^2*Ed/b$ dove $\alpha^2 = 2/\log_e(b+2H)/b$)	8.59	45.94	223.73
K_h (Coeff. di Winkler orizzontale in Kg/cm^3 - Chiarugi-Maia)	7.81	124.15	1311.91

INDICAZIONI SU CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE SUPERFICIALE			
Fs (Fattore di sicurezza= Vp/Vs)	2.3	2.2	3.0
Q_{ult} (kg/cm^2) = $\gamma_{nat}*vs*(0,1)$ (Keceli 2012)	4.12	9.17	12.85
$Q_{amm} = Q_{ult}/Fs$	1.78	4.11	4.29

Risultati prospezioni geoelettriche: ERT.03

REPORT FOTOGRAFICO



Punto di vista dell'elettrodo E01



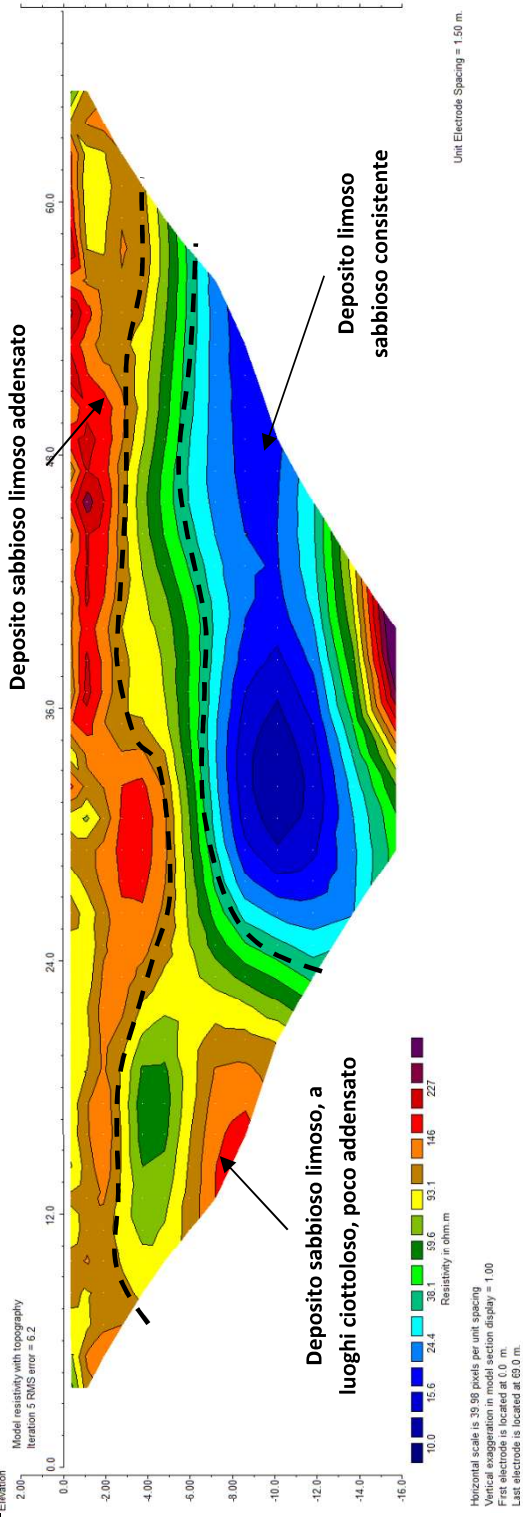
Punto di vista dell'elettrodo E24 e particolare della strumentazione

E1
SSW

ELABORAZIONE RES2DIN
DIPLO-DIPOLO

MODELLO DI RESISTIVITÀ ERT.03

E24
NNE



E1
SSW

ELABORAZIONE RES2DIN
WENNER

MODELLO DI RESISTIVITÀ ERT.03

E24
NNE

