

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA
U.O. GEOLOGIA

PROGETTO DEFINITIVO

RIASSETTO NODO DI BARI

TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Ottemperanza alle prescrizioni Delibera CIPE n. 1 del 28/01/2015

OPERE DI VIABILITA': VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI

PROSPEZIONI GEOFISICHE

INDAGINI GEOFISICHE RAPPORTO TECNICO

SCALA:

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

I A 1 U 0 2 E 6 9 I G G E 0 0 0 5 1 0 1 A

Revis	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data
A	EMMISSIONE DEFINITIVA	C CORNO <i>[Signature]</i>		R MAGANTI <i>[Signature]</i>		E GERONE <i>[Signature]</i>	

ITALFERR S.P.A.
F. MARCHESE
Dott. Geologo Francesco MARCHESE
Resp. UO GEOLOGIA
Ordine Geologi Lazio n. 179 ES

INDICE

1	PREMESSA	3
1.1	ESEMPI DELLE ATTIVITÀ SVOLTE.....	6
2	PROVE MASW – RIFERIMENTO NORMATIVO (<i>NTC2008 DEL 14/01/2008</i>).....	7
3	STENDIMENTI SISMICI CON METODO “MASW” E CENNI METODOLOGICI	8
3.1	MODALITÀ ESECUTIVE DELLE PROVE “MASW”	9
3.2	ELABORAZIONE DATI	9
4	SINTESI DEI RISULTATI.....	9
5	RILIEVO TOMOGRAFICO ELETTRICO	12
5.1	TOMOGRAFIA ELETTRICA / METODOLOGIA	12
5.2	CENNI TEORICI	12
5.3	MODALITÀ DI MISURA.....	12
5.4	MODALITÀ D’INTERVENTO.....	13
5.4.1	<i>Acquisizione dati</i>	14
5.4.2	<i>Elaborazione dati</i>	15
5.5	ANALISI DEI DATI.....	15
5.5.1	<i>Sezioni EL1-EL2-EL3</i>	16
5.5.2	<i>Sezioni EL9-EL4-EL5</i>	16
5.5.3	<i>Sezioni EL6-EL7-EL8</i>	17
5.5.4	<i>Sezione EL10</i>	17
	ALLEGATO 1 SEZIONI TOMOGRAFICHE ELETTRICHE EL1- EL10	18
	APPENDICE 1 INDAGINI PREGRESSE CAMPAGNA LUGLIO – AGOSTO 2014.....	24

1 PREMESSA

A seguito dell'Ordine n. 100029643 di attivazione n. 15 su A.Q. n. 200000830 del 24/09/2012, sono state eseguite specifiche indagini geofisiche in corrispondenza delle area interessata al Riassetto Nodo di Bari, relativamente alle opere di viabilità: Variante Altimetrica Tangenziale di Bari, ad integrazione dei sondaggi geofisici realizzati nella campagna Luglio / Agosto 2014 – *Progetto Nodo di Bari - Bari Sud – Intervento NV05 Tangenziale*.

L'attività si è articolata in differenti metodologie geofisiche strutturate in:

- Prova sismica MASW **W1** per la definizione dei valori di Vs30 e classificazione della categoria dei suoli e ricostruzione stratigrafica;
- Profili tomografici elettrici per la ricostruzione di un profilo continuo in corrispondenza del “Rilevato della Tangenziale”. A Nord della tangenziale sono stati registrati i profili **EL3 – EL9**, **EL2 – EL4** e **EL1 – EL9** posti rispettivamente alla sommità del rilevato, nella porzione mediana dello stesso e alla sua base. A Sud della tangenziale a partire dalla sommità del rilevato sono stati acquisiti i profili **EL6**, **EL7** e **EL8**, il profilo **EL10** si sviluppa da Est verso Ovest, scostandosi dalla tangenziale e terminando in prossimità dei campi di calcetto.

Rilievo lato Nord della Tangenziale



lato Sud Tangenziale



area campi di calcetto



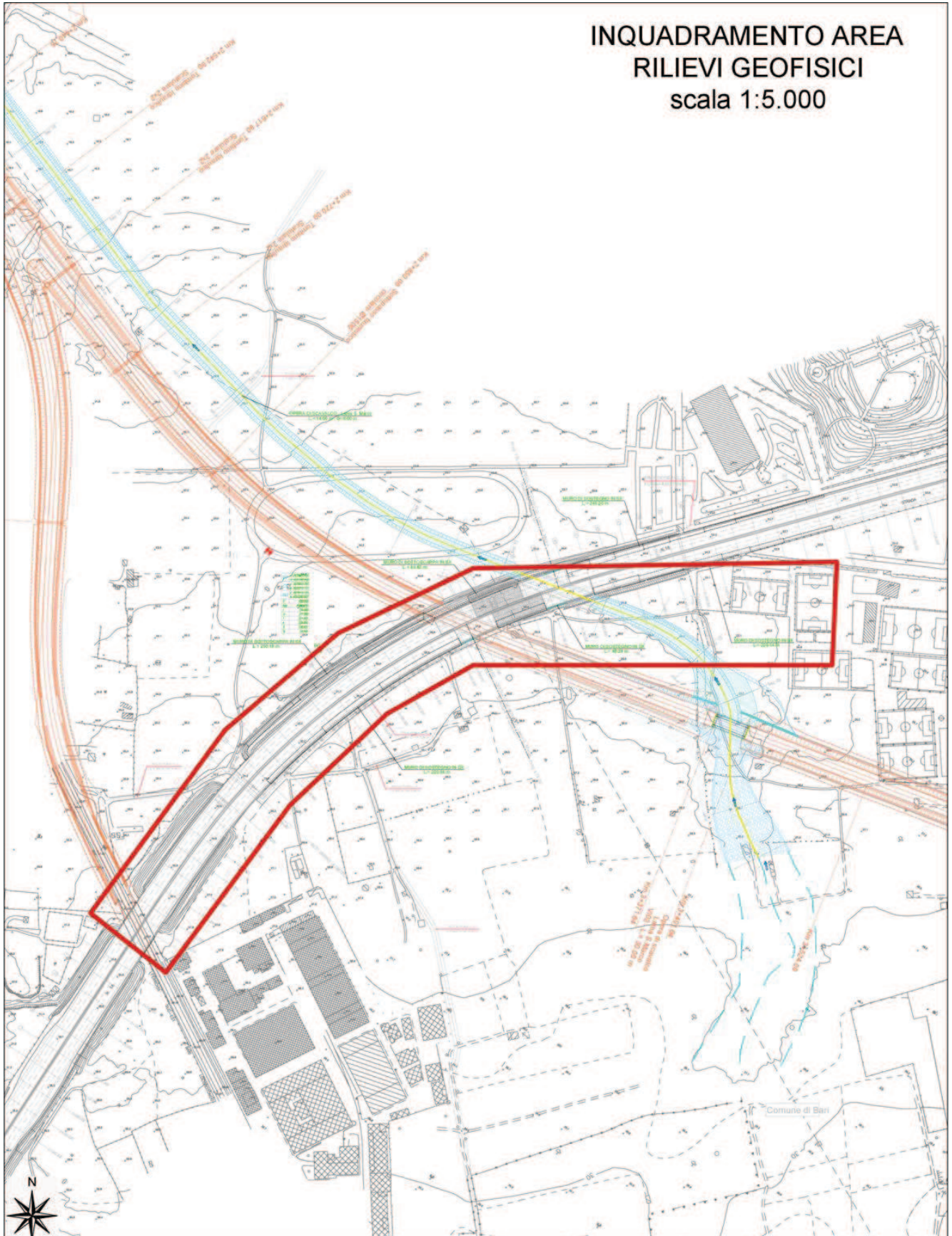
Nelle planimetrie allegare sono riportate anche le indagini geofisiche effettuate nella campagna di Luglio/Agosto 2014:

- Prova Down-Hole: **H1**
- Profili tomografici elettrici **L1 – L4**

Inoltre in **Appendice 1** sono riportati gli esiti delle indagini eseguite nella campagna di Luglio/Agosto 2014

Di seguito vengono descritte le singole attività svolte e relativa interpretazione dei dati geofisici acquisiti unitamente agli allegati di riferimento e specifica documentazione fotografica.

INQUADRAMENTO AREA RILIEVI GEOFISICI scala 1:5.000



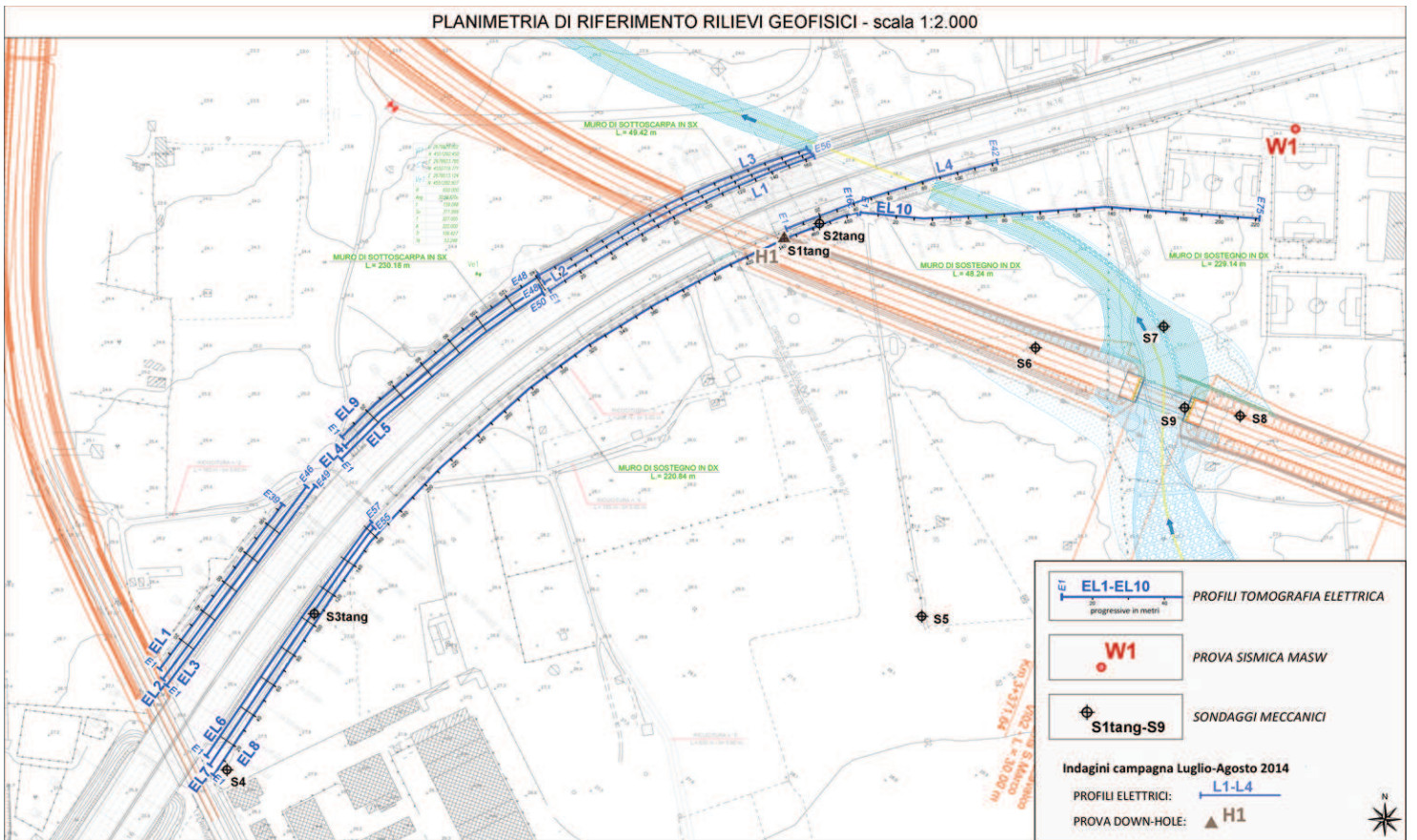


RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE
VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI

INDAGINI GEOFISICHE

PROGETTO IAIU LOTTO 02 CODIFICA E.69 IG DOCUMENTO GE0005 101 REV. A FOGLIO 5 di 27

PLANIMETRIA DI RIFERIMENTO RILIEVI GEOFISICI - scala 1:2.000



1.1 Esempi delle attività svolte

PROVA
MASW



PROFILI
TOMOGRAFICI
ELETTRICI



2 PROVE MASW – RIFERIMENTO NORMATIVO (NTC2008 DEL 14/01/2008)

La nuova normativa “Norme tecniche per le costruzioni” afferma che ai fini della definizione della azione sismica di progetto (punto 3.2.2), deve essere valutata l’influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, mediante studi specifici di risposta sismica locale.

In mancanza di tali studi si può utilizzare la classificazione dei terreni descritta di seguito. La classificazione deve riguardare i terreni compresi tra il piano di imposta delle fondazioni degli edifici ed un substrato rigido di riferimento, (bedrock) ovvero quelli presenti ad una profondità commisurata all’estensione ed all’importanza dell’opera.

La classificazione può essere basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio VS ovvero sul numero medio di colpi NSPT ottenuti in una prova penetrometrica dinamica ovvero sulla coesione non drenata media cu. In base alle grandezze sopra definite si identificano le seguenti le categorie del suolo di fondazione:

- A** – *Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi* caratterizzati da valori di V_{S30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali livelli di alterazione superficiale con spessore massimo pari a 5m.
- 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 V_{S30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica NSPT > 50, o coesione non drenata $C_u > 250$ kPa).
- C** – *Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza*, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{S30} compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < NSPT < 50$, $70 < C_u < 250$ kPa).
- D** – *Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti*, caratterizzati da valori di $V_{S30} < 180$ m/s ($NSPT < 15$, $C_u < 70$ kPa).
- E** – *Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali*, con valori di V_{S30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $V_{S30} > 800$ m/s.

A queste cinque categorie principali si aggiungono altre due categorie per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell’azione sismica da considerare:

- S1** - Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di $V_{S30} < 100$ m/s ($10 < c_u < 20$ kPa).
- S2** - Depositi di terreni soggetti a liquefazione, argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti

La classificazione è effettuata sulla base del parametro V_{S30} che rappresenta la velocità delle onde di taglio S riferita a 30 m di profondità e calcolata con l’espressione:

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

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i-esimo, per un totale di N strati presenti nei 30m superiori.

3 STENDIMENTI SISMICI CON METODO “MASW” E CENNI METODOLOGICI

Il metodo Masw (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva (non è necessario eseguire perforazioni o scavi e ciò limita i costi), che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.

In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione.

La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi. Il metodo di indagine MASW si distingue in metodo attivo e metodo passivo (Zywicki, D.J.1999) o in una combinazione di entrambi.

Nel metodo attivo, utilizzato nell'indagine, le onde superficiali generate in un punto sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori.

Nel metodo passivo lo stendimento dei sensori può essere sia lineare, sia circolare e si misura il rumore ambientale di fondo esistente. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5Hz e 70Hz, quindi dà informazioni sulla parte più superficiale del suolo, sui primi 30m-50m, in funzione della rigidità del suolo. Il metodo passivo in genere consente di tracciare una velocità di fase apparente sperimentale compresa tra 0 Hz e 10Hz, quindi dà informazioni sugli strati più profondi del suolo, generalmente al di sotto dei 50m, in funzione della rigidità del suolo.

L'elaborazione dei dati con il metodo MASW prevede tre fasi di lavoro:

1. la prima fase prevede il calcolo della velocità di fase (o curva di dispersione) apparente sperimentale,
2. la seconda fase consiste nel calcolare la velocità di fase apparente numerica,
3. la terza ed ultima fase consiste nell'individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , modificando opportunamente lo spessore h , le velocità delle onde di taglio V_s e di compressione V_p (o in maniera alternativa alle velocità V_p è possibile assegnare il coefficiente di Poisson), la densità di massa degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo assegnato.

Il modello di suolo e quindi il profilo di velocità delle onde di taglio verticali possono essere individuati con procedura manuale o con procedura automatica o con una combinazione delle due. Generalmente si assegnano il numero di strati del modello, il coefficiente di Poisson, la densità di massa ρ e si variano lo spessore h e la velocità V_s degli strati.

Nella procedura manuale l'utente assegna per tentativi diversi valori delle velocità V_s e degli spessori h , cercando di avvicinare la curva di dispersione numerica alla curva di dispersione sperimentale. Nella procedura automatica la ricerca del profilo di velocità ottimale è affidata ad un algoritmo di ricerca globale o locale che cerca di minimizzare l'errore tra la curva sperimentale e la curva numerica. In genere quando l'errore relativo, tra curva sperimentale e curva numerica è compresa tra il 5% e il 10% si ha un soddisfacente accordo tra le due curve e il profilo di velocità delle onde di taglio V_s e quindi il tipo di suolo sismico conseguente rappresentano una soluzione valida da un punto di vista ingegneristico.

3.1 Modalità esecutive delle prove “MASW”

È stato realizzato uno stendimento denominato **W1** di 24 geofoni spaziati di 5,0 m. La lunghezza delle registrazioni è stata di 1 sec, con un passo di campionamento di 0.25 ms. L'energizzazione, realizzata a distanze di 5,0 m 10,0 m e 15,0 m dal primo geofono e dall'ultimo geofono, è stata ottenuta con una massa battente di 10 Kg.

Per ogni punto di energizzazione, dato il rumore di fondo, il segnale è stato incrementato sommando 5-6 battute.

Si ricorda che il punto di determinazione del profilo delle Vs in profondità, si riferisce al centro dello stendimento geofonico. Per l'acquisizione dei sismogrammi è stato utilizzato un sismografo modulare a 24 bit di tipo “Geode” della Geometrics a 24 canali e elevata dinamica. I geofoni utilizzati hanno una frequenza propria di 4.5 Hz.

3.2 Elaborazione dati

Il software utilizzato per l'elaborazione dei dati è “WinMasw” della Eliosoft.



In una prima fase è stata calcolata la velocità di fase (o curva di dispersione apparente sperimentale).

I dati sismici acquisiti, ed elaborati, hanno consentito di determinare i profili di velocità delle onde “S” sino a 35m dal p.c.

La velocità delle onde di taglio, essendo legata alle caratteristiche dello scheletro del materiale, costituisce un parametro di grande rilevanza per la definizione delle caratteristiche geomeccaniche dei materiali. Risulta evidente che a velocità elevate corrispondono materiali con buone caratteristiche geomeccaniche, viceversa a bassi valori corrispondono materiali con scadenti caratteristiche geotecniche.

4 SINTESI DEI RISULTATI

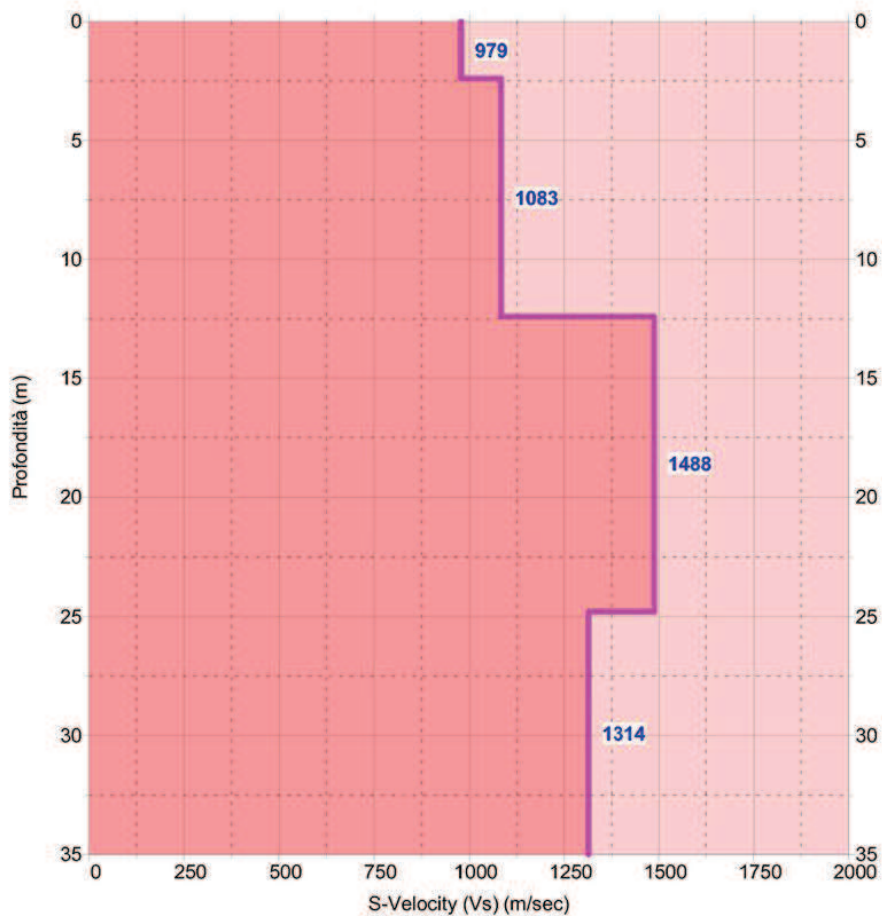
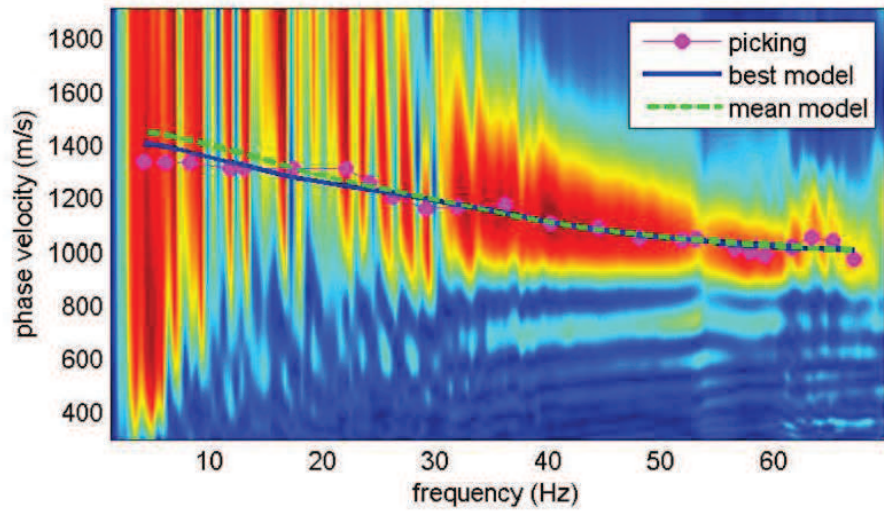
La tabella allegata sintetizza i valori di V_{s30} calcolati e conseguente categoria di suolo sismico:

Sigla Prova	V_{s30} (m/sec)	Categoria suolo
W1	1251	A

Di seguito vengono trasmessi gli allegati di riferimento:

- Planimetria scala 1:1.000
- Documentazione fotografica
- Curva di dispersione
- Log velocità onde Vs



Prova Sismica MASW
W1
velocity spectrum & dispersion curve

 $V_{s30} = 1251$ m/sec Categoria suolo: A

5 RILIEVO TOMOGRAFICO ELETTRICO

Al fine di una ricostruzione stratigrafica continua sono stati eseguiti dieci profili tomografici elettrici con elettrodi intervallati ogni 3 metri in corrispondenza del rilevato della Tangenziale, più precisamente sei paralleli sul lato Nord della stessa, quattro sul lato Sud e uno che dalla Tangenziale si sviluppa in direzione dei campi di calcetto, come riportato nella planimetria generale.

5.1 Tomografia elettrica / Metodologia

Le metodologie “geoelettrica” rappresenta uno dei metodi geofisici storicamente più utilizzati per la ricostruzione delle strutture presenti nel sottosuolo con particolare riferimento alle tematiche legate alla caratterizzazione delle diverse formazioni geolitologiche.

I recenti sviluppi dell’elettronica e delle procedure di acquisizione dati gestite via software, hanno consentito di applicare questa metodologia, un tempo lenta e laboriosa, ai più disparati settori dello studio del sottosuolo con tempistiche e dettaglio un tempo impensabili.

5.2 Cenni teorici

Il parametro di base è la “resistività elettrica”, proprietà fisica che esprime la “resistenza” che i materiali offrono al passaggio della corrente elettrica.

Le misure geoelettriche consentono, valutando le deformazioni del flusso di corrente indotte dalle proprietà fisiche dei materiali, di caratterizzare i materiali stessi e ricostruirne la distribuzione spaziale.

La resistività che caratterizza i materiali costituenti il sottosuolo, è determinata essenzialmente dai seguenti fattori:

- natura litologica (conducibilità intrinseca dei componenti di base)
- porosità e/o fatturazione e quindi forma, dimensione e continuità dei pori
- percentuale di presenza di fluidi interstiziali (essenzialmente presenza acqua)
- grado di salinità dell’acqua saturazione
- presenza di matrice fine

5.3 Modalità di misura

La misura del valore di resistività elettrica dei materiali si realizza creando un campo elettrico artificiale nel mezzo oggetto dell’indagine e studiandone la distribuzione nel sottosuolo.

Il dispositivo di misura è costituito quindi da due coppie di elettrodi metallici (quadripolo) infissi sul terreno con geometrie che si differenziano in funzione del tipo di rilievo da realizzare.

Generalmente i dispositivi utilizzati sono simmetrici rispetto ad un punto centra O al quale si riferisce il valore misurato. Per le ricostruzioni stratigrafico/strutturali, con particolare riferimento ad aree con topografia accidentata il dispositivo Schlumberger è ritenuto il più idoneo in termini di rapporto S/N e capacità risolutiva laterale.

A1_____A1___ M___O___N_____B1_____ B2

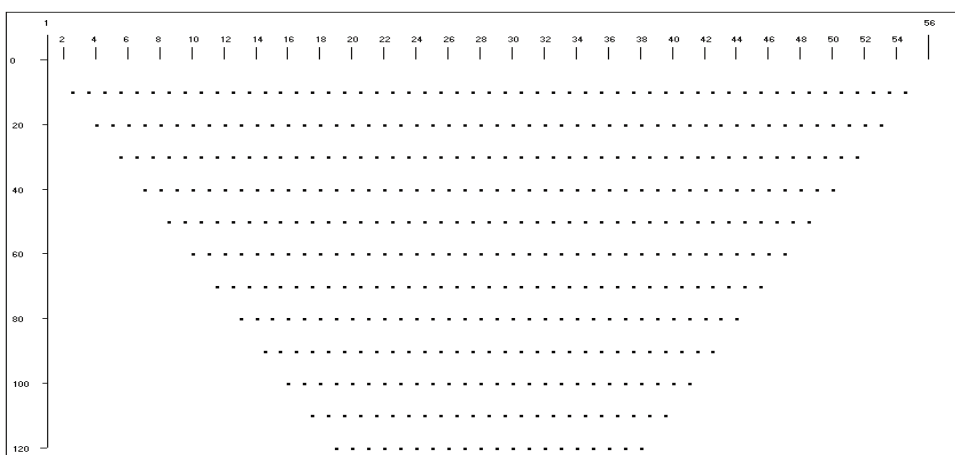
Dispositivo Schlumberger

La coppia elettrodica (A-B) costituisce il circuito con il quale s’immette corrente nel terreno misurandone l’intensità (I), la coppia elettrodica (M-N) rappresenta il circuito di misura della differenza di potenziale (DV) generata nel terreno stesso dal passaggio della corrente. Dal rapporto delle due grandezze si calcola la resistività apparente.

La profondità dell'esplorazione è direttamente proporzionale alla distanza tra i due elettrodi A e B e alle caratteristiche intrinseche del mezzo esplorato.

La scelta del dispositivo più opportuno è legata alle condizioni dell'area da indagare, sia in termini strutturali sia di rapporto segnale-rumore (S/N).

L'innovazione fondamentale introdotta nell'acquisizione tomografica è rappresentata dall'utilizzo di strumentazioni digitali "multicanale" in grado di gestire automaticamente un gran numero di elettrodi che riducono largamente i tempi di acquisizione e forniscono la misura della resistività in corrispondenza di un elevato numero di punti costituenti la sezione indagata.



Tomografia elettrica – Esempio di distribuzione delle misure

Grazie all'elevata densità dei punti si rende possibile, nella fase di elaborazione, l'applicazione di potenti algoritmi di "inversione" bidimensionale (2D) ricostruendo con estremo dettaglio, la sezione di resistività "vera", definendo in particolare gli effetti delle "variazioni laterali" e quindi restituendo una rappresentazione finale largamente corrispondente alla situazione reale.

5.4 Modalità d'intervento

La capacità della tomografia elettrica di discriminare con grande dettaglio le unità di copertura, le variazioni laterali, nonché le eventuali "inversioni di resistività" (che costituiscono un grande limite per altre metodologie) rappresenta una fondamentale caratteristica del metodo. Gli elettrodi vengono disposti lungo stendimenti sulla superficie topografica, secondo lo schema rappresentato in figura 1. In tal caso, la profondità di esplorazione è direttamente proporzionale alla lunghezza dello stendimenti, mentre il dettaglio è funzione della distanza elettrodisc. Entrambe queste dimensioni rappresentano quindi un aspetto fondamentale per la progettazione dell'intervento. In genere le indagini sono volte all'esplorazione secondo sezioni bidimensionali (2D) ma è possibile intervenire con modalità tridimensionale (3D) sia in acquisizione sia in elaborazione. E' inoltre possibile l'elaborazione 3D sulla base di una geometria di acquisizione 2D.

I dati saranno acquisiti tramite un resistivimetro digitale del tipo A.G.I. SUPER STING R1/IP dotato di sistema automatico di commutazione degli elettrodi di misura (smart electrodes) secondo le diverse configurazioni elettroniche e pacchetto software dedicato per la gestione di tutte le fasi di rilievo.

Georesistivimetro digitale



La principale innovazione introdotta dalla strumentazione utilizzata è rappresentata dalla gestione totalmente automatizzata delle misure che si realizza grazie alla tecnologia dei cosiddetti “elettrodi intelligenti” (smart electrodes), che consente ad ogni elettrodo, dotato di elettronica interna, di essere utilizzato sia per l’invio della corrente sia per la misura del potenziale. E’ quindi possibile l’acquisizione in tempi brevi di un elevato numero di punti (800/1000 punti/h).



Smart electrode

Lo strumento è in grado di gestire fino a 254 elettrodi contemporaneamente collegati, gestendo via software tutte le operazioni relative al controllo di qualità dei dati acquisiti attraverso le seguenti fasi:

- controllo del dispositivo di misura tramite verifica della resistenza di contatto degli elettrodi;
- azzeramento dei potenziali spontanei;
- iniezione di corrente in quantità, periodo e sequenza opportune;
- misura della differenza di potenziale e verifica della qualità del dato tramite il calcolo della “deviazione standard”;
- memorizzazione di tutti i dati relativi all’acquisizione

5.4.1 Acquisizione dati

L’acquisizione automatica dei dati garantisce, come accennato, un’elevata velocità di esecuzione. In tale situazione per la miglior qualità dei dati è di fondamentale importanza un “layout” ottimale della linea degli elettrodi. In particolare è necessario verificare la “resistenza di contatto” tra gli elettrodi ed il terreno ed eventualmente adottare le adeguate procedure di riduzione di tale parametro prima dell’inizio del processo di acquisizione.

Prima dell’avvio delle misure, tramite la stessa strumentazione, si procede quindi alla verifica dei valori di resistenza di contatto che vengono registrati per il successivo controllo di qualità.



Una volta verificato il layout e iniziata la serie di misure, che procede automaticamente, è possibile proseguire con il successivo layout di elettrodi lungo il profilo che consente di realizzare l’acquisizione in continuo secondo la procedura definita del “roll-along”.

Ogni misura di resistività viene effettuata con una ripetizione del ciclo “+ - + -” di cui viene calcolato il valore della **deviazione standard**.

5.4.2 Elaborazione dati

L'elaborazione dei dati segue il seguente schema:

- editing per l'individuazione e rimozione dei valori caratterizzati da un errore elevato (deviazione standard > 2%);
- ricostruzione della sezione di pseudoresistività apparente misurata;
- definizione delle dimensioni della griglia da utilizzare per l'inversione 2D;
- inversione 2D e la ricostruzione della sezione di resistività tramite iterazioni successive condotte sulla base del confronto delle pseudosezioni di resistività misurata e calcolata.

I passi indicati sono sviluppati tramite l'utilizzo dei seguenti pacchetti software:

- RES2DINV 3.57

Programma che, dai dati di resistività apparente calcolata e utilizzando la tecnica di inversione smoothness-constrained least-squares, produce un modello bidimensionale di resistenza reale Vs profondità. Il programma è completamente automatico ed è stato ottimizzato per essere utilizzato con "data set" di grandi dimensioni acquisiti secondo le configurazioni Wenner, Schlumberger, polo-polo, polo-dipolo, ecc.

Tramite questo programma è inoltre possibile effettuare le adeguate correzioni topografiche. Unitamente al programma RES2DMOD costituisce un avanzato pacchetto di "inversione" e "modeling" bidimensionale. Il programma seleziona automaticamente i migliori parametri di inversione per ogni particolare set di dati e comunque i parametri che influenzano il processo di inversione possono essere modificati dall'utente.

Sono forniti tre differenti variazioni del metodo least-squares: uno molto veloce "quasi Newton", uno più lento ma più accurato "Gauss-Newton" e una tecnica ibrida mediamente veloce che include i vantaggi di entrambe i metodi precedenti.

- GOLDEN SOFTWARE – SURFER

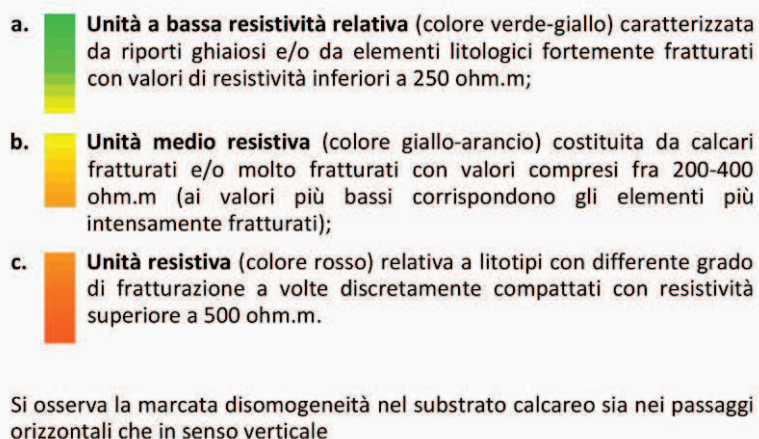
Software utilizzato per la rappresentazione dei dati acquisiti tramite curve ad isovalori (contouring) di resistività apparente.

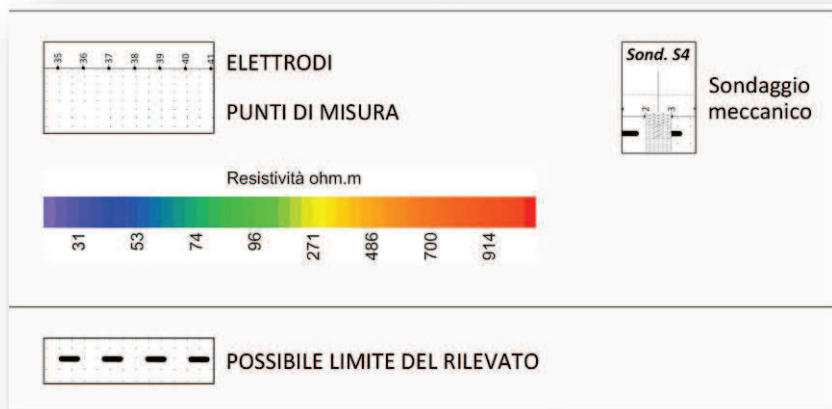
5.5 Analisi dei dati

Le procedure di lavoro descritte hanno consentito di acquisire dati di un elevato livello qualitativo e pertanto il successivo processo di inversione per l'elaborazione delle sezioni finali, ha raggiunto livelli minimi di scostamento tra dati acquisiti e modello teorico.

Le sezioni allegare, nelle quali, tramite le diverse gradazioni di colore, è stata rappresentata la distribuzione dei valori di resistività elettrica, mostrano il miglior modello bidimensionale possibile e consentono di evidenziare la presenza di differenti unità geofisiche ed i loro rapporti stratigrafici.

Facendo riferimento ai litotipi presenti nella zona, è possibile descrivere tali unità geofisiche illustrate nello specchio a lato

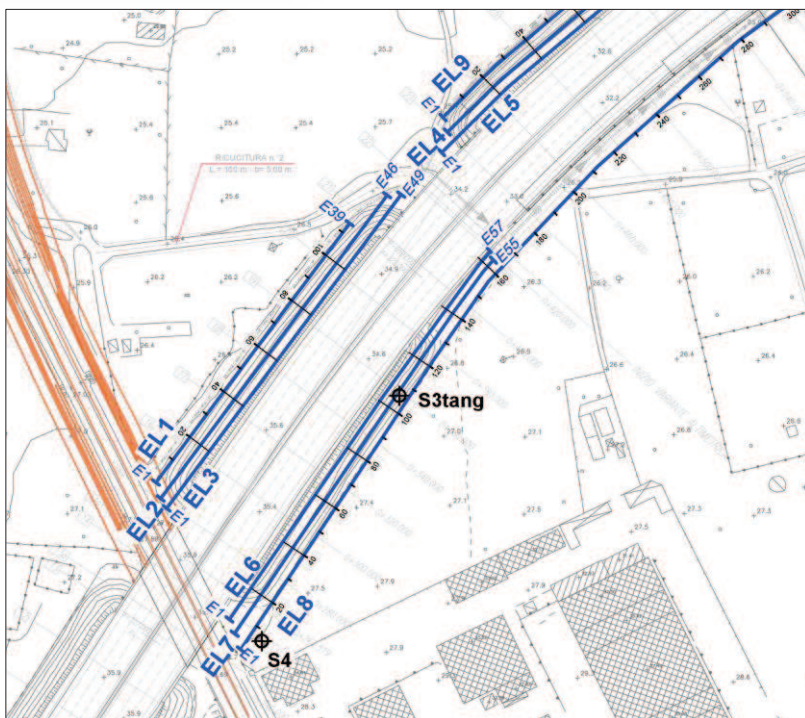




L'immagine posta a sinistra mostra la legenda e la scala colorimetrica utilizzata nelle sezioni tomografiche elettriche incluse in **Allegato 1**

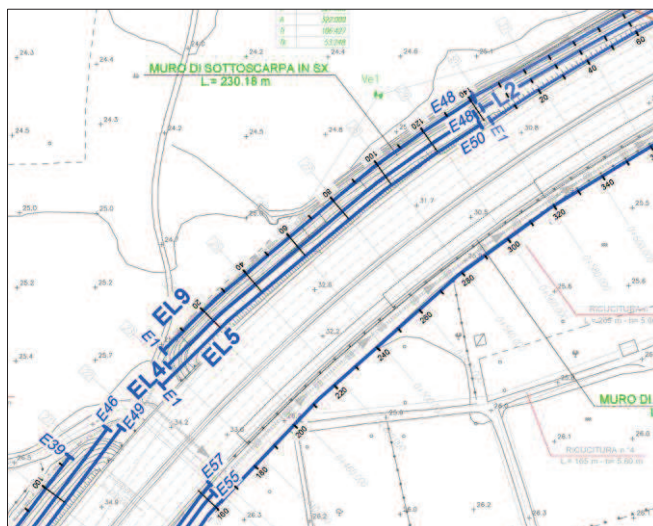
5.5.1 Sezioni EL1-EL2-EL3

Registrate sul versante Nord del rilevato stradale evidenziano lo spessore dei materiali di riporto sovrastanti il substrato definito da elementi calcarei variamente fratturati con nuclei più addensati nella porzione centrale



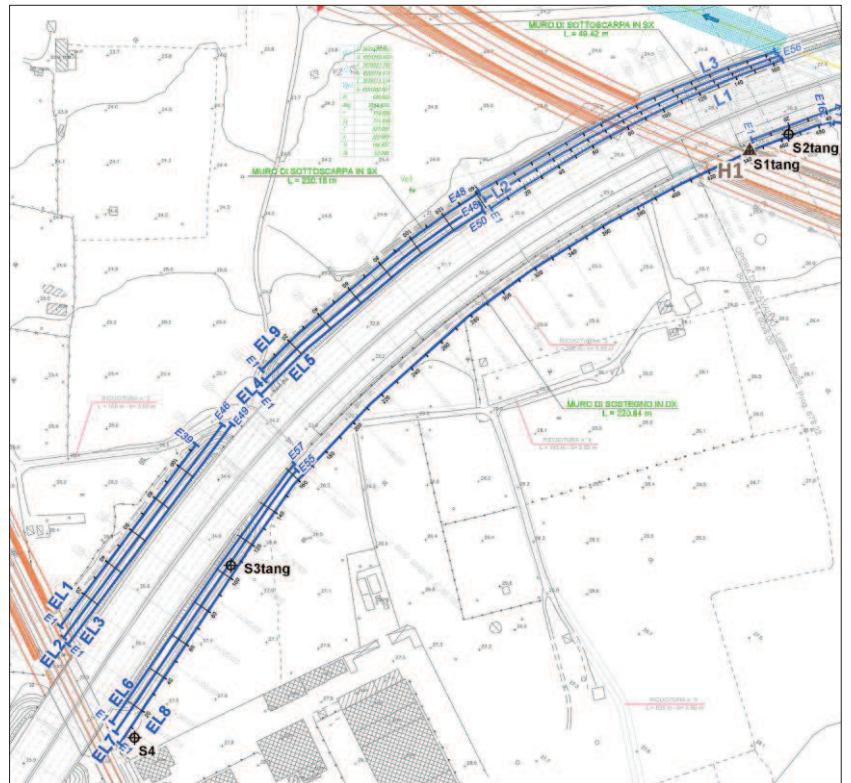
5.5.2 Sezioni EL9-EL4-EL5

Registrate sul versante Nord del rilevato, i materiali di riporto presentano differenti litologie con incremento dei materiali più fini sulla sezione EL5. Relativamente al substrato calcareo si osservano settori probabilmente più fratturati in corrispondenza degli elettrodi 16-26 - Sezione EL9, 20-25 - Sezione EL4 e 19-26 Sezione EL5.



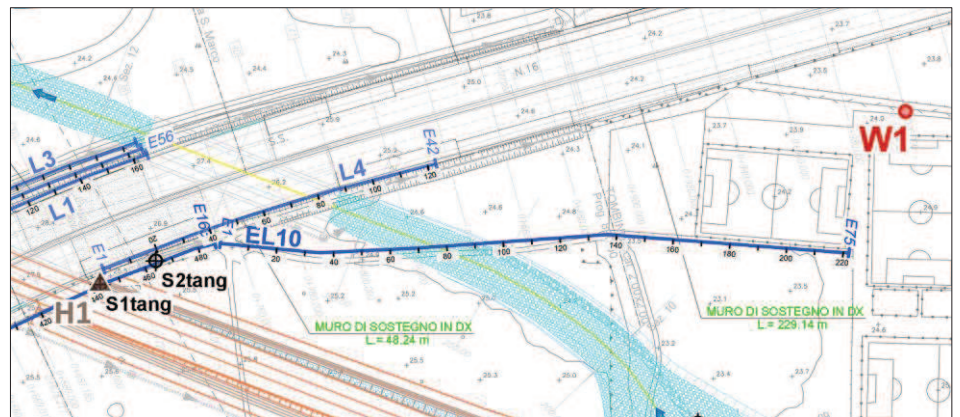
5.5.3 Sezioni EL6-EL7-EL8

Registrate alla base meridionale del rilevato stradale riconfermano la variabilità verticale ed orizzontale del substrato calcareo nel suo intero sviluppo come descritto in sezione **EL8**

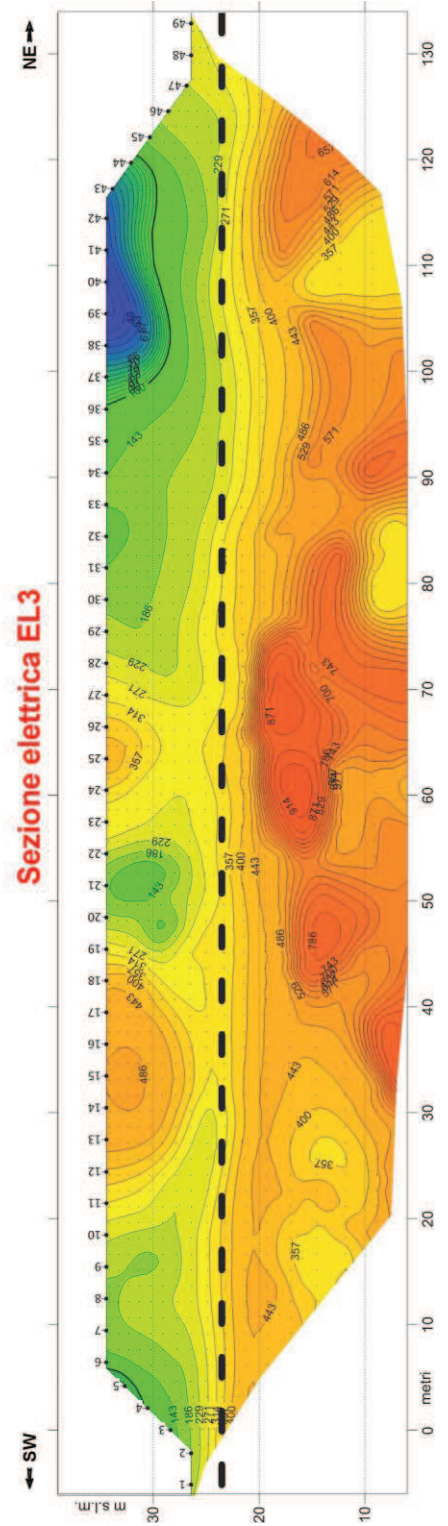
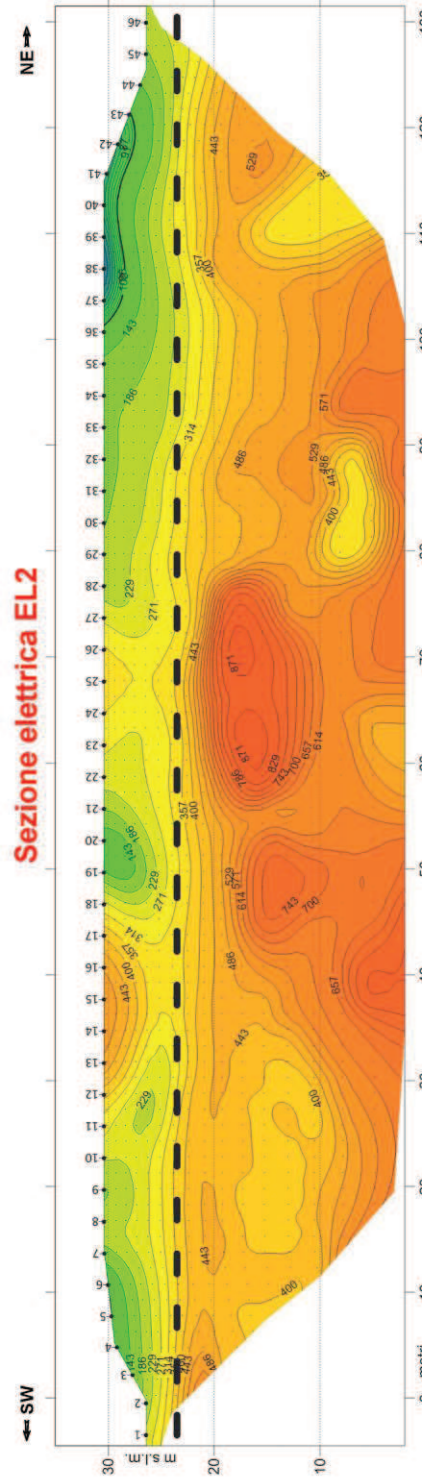
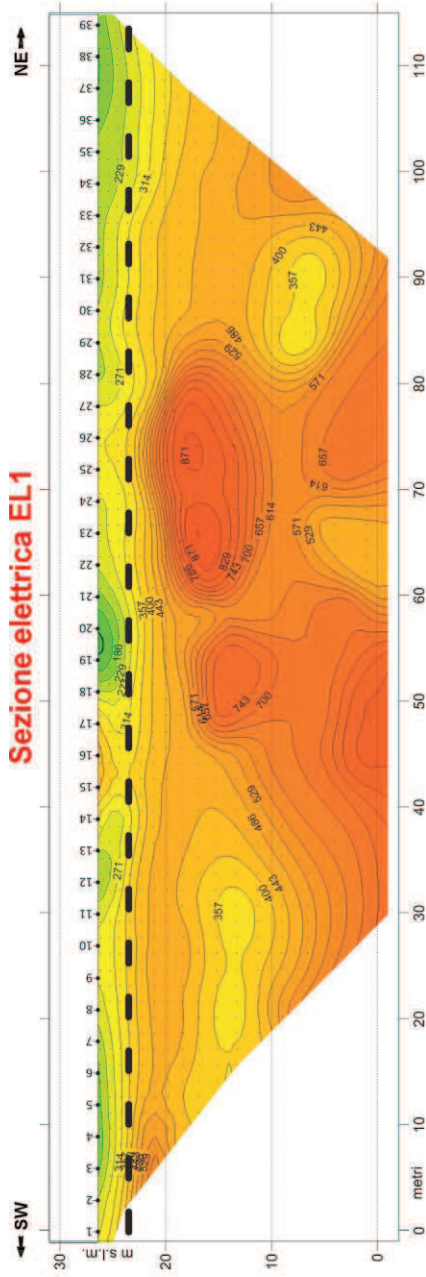


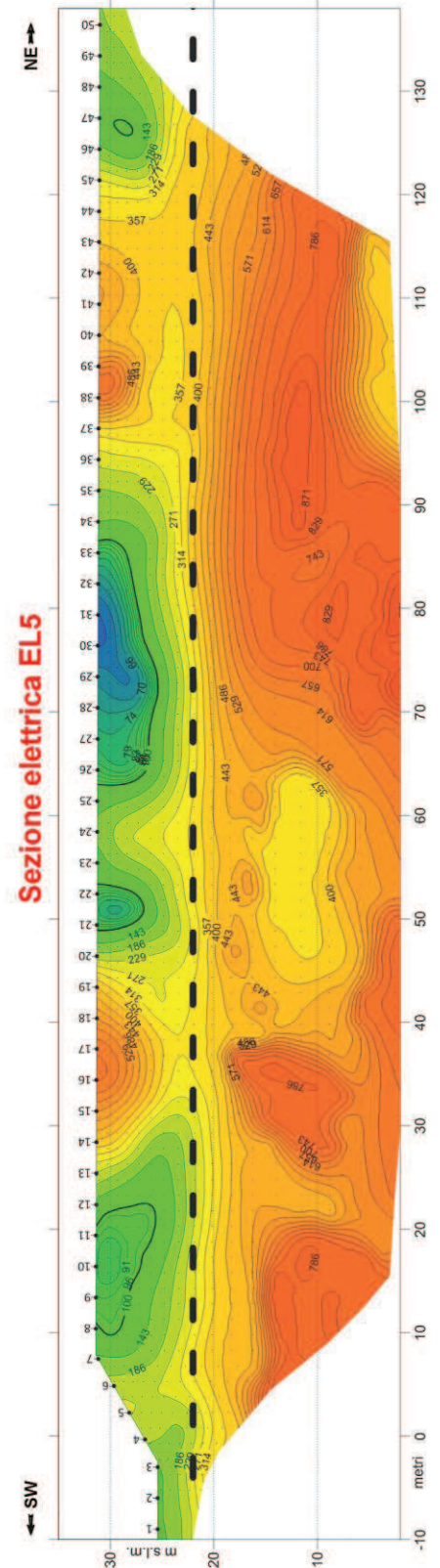
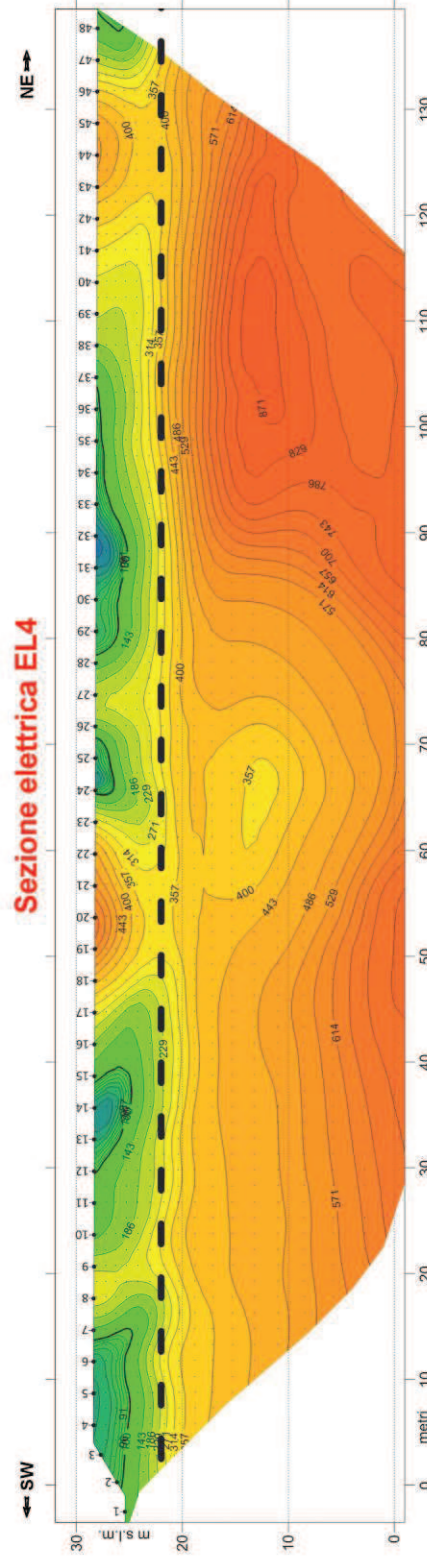
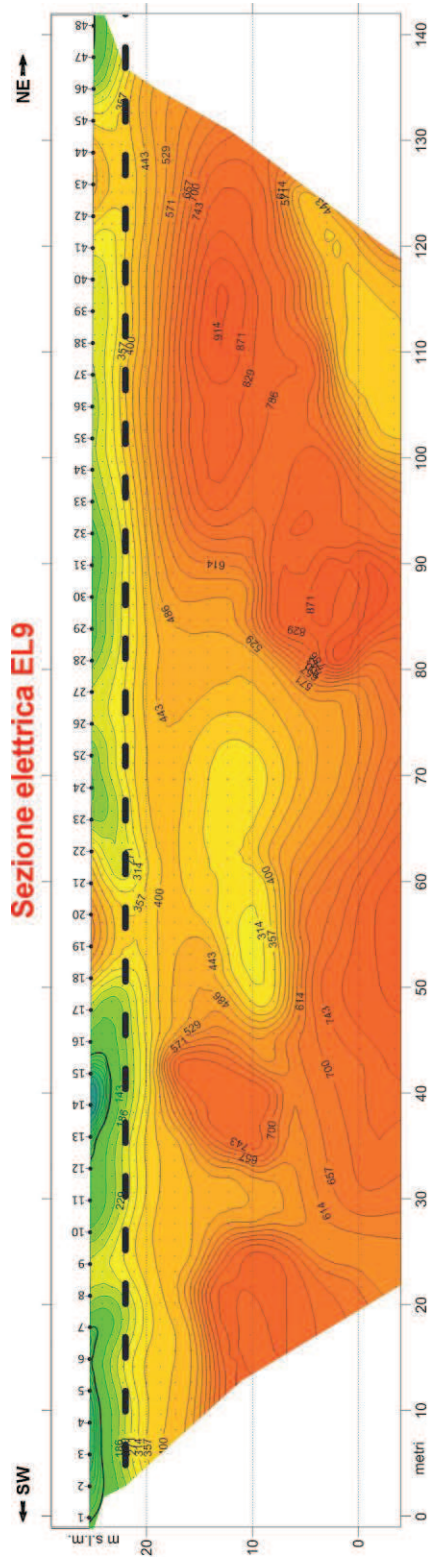
5.5.4 Sezione EL10

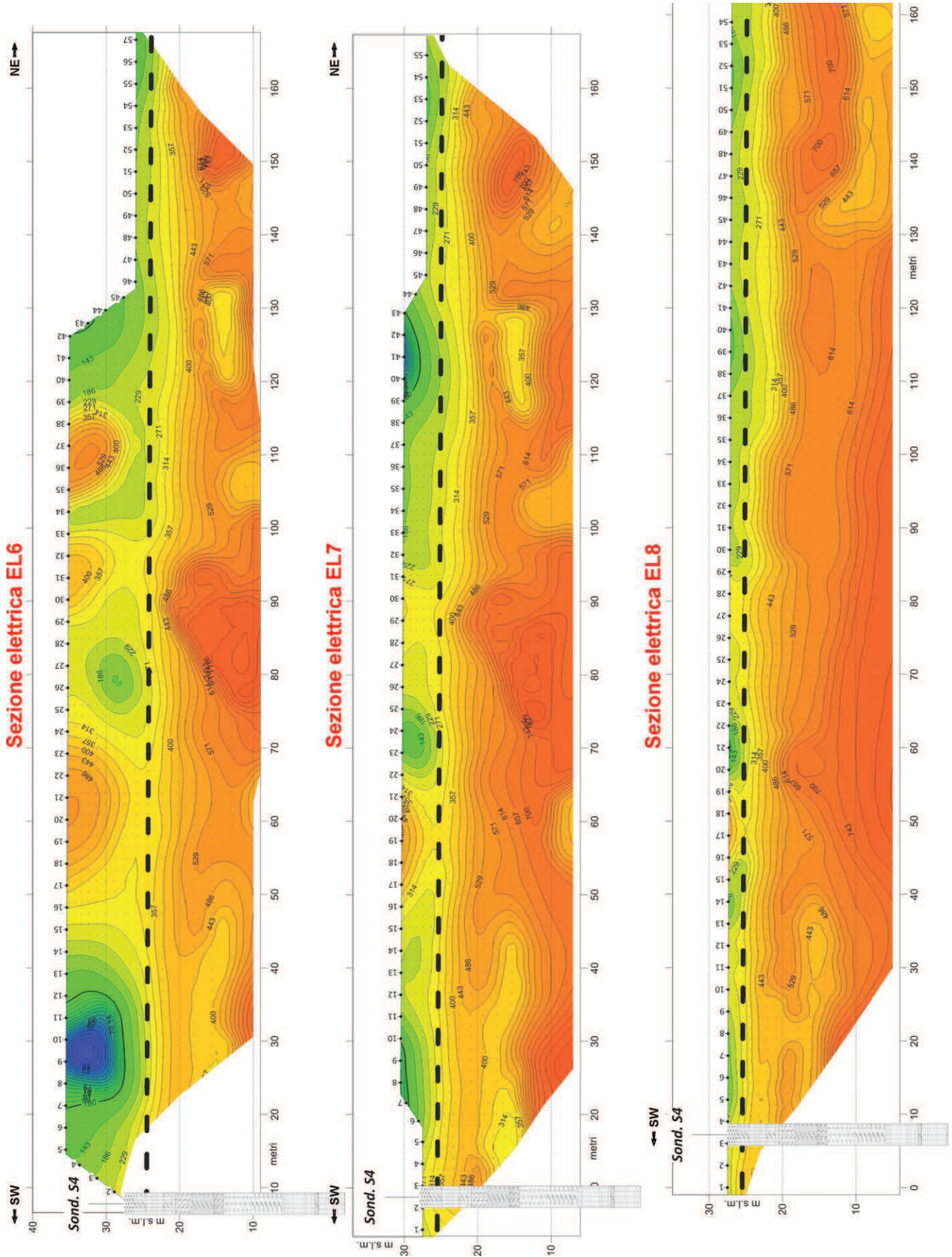
Registrata sul versante Sud della Tangenziale verso Est mostra un nucleo a medio/bassa resistività nella porzione fra le progressive 60-100 m, si registrano un nucleo probabilmente addensato nel settore centrale, mentre nella parte terminale (oltre progressiva 170) si registra un'intensa variabilità sia orizzontale che verticale.

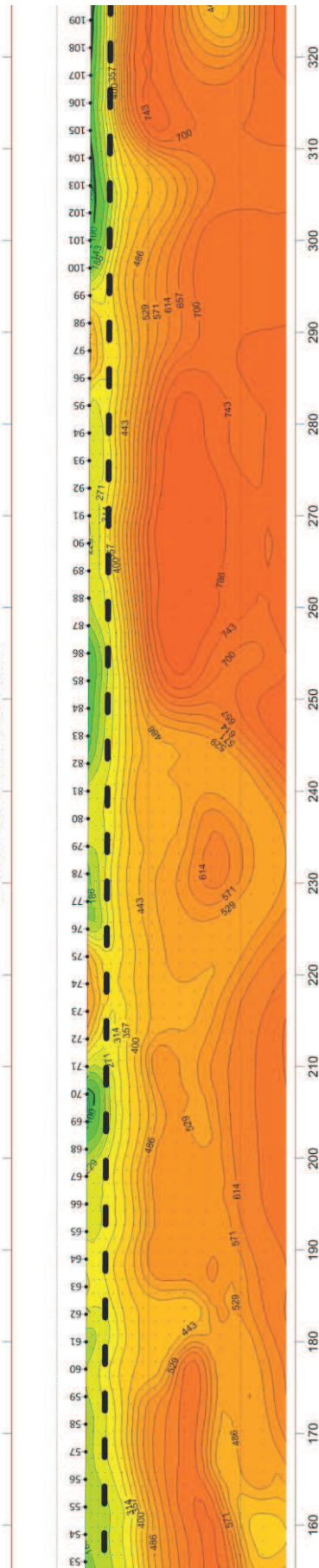
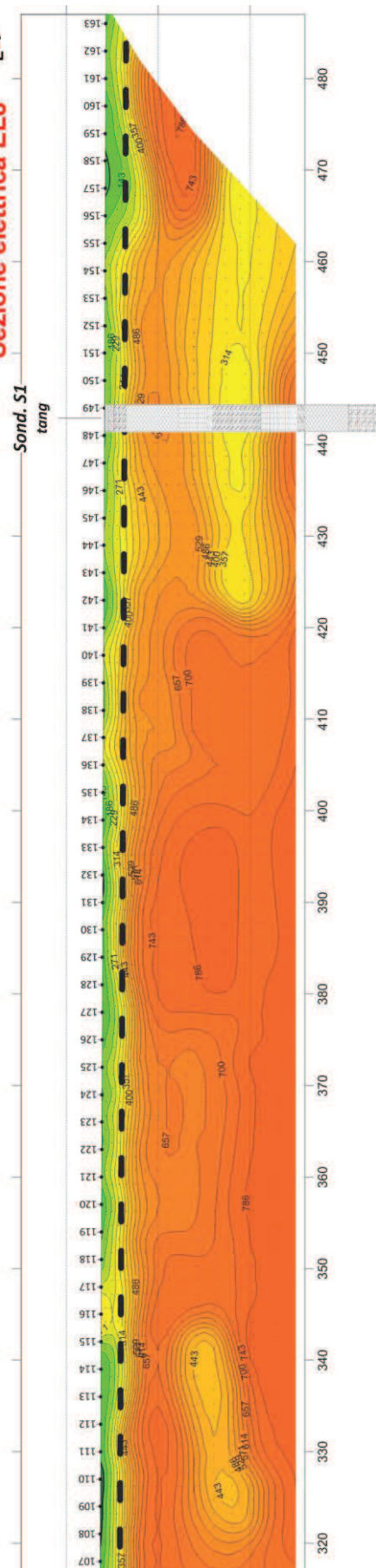


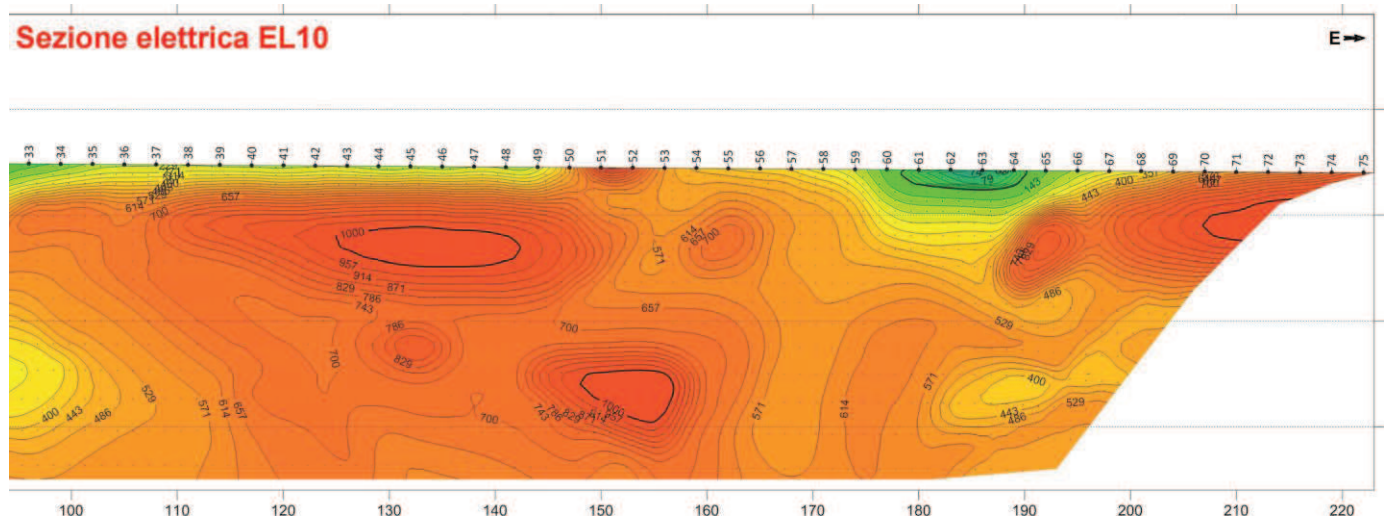
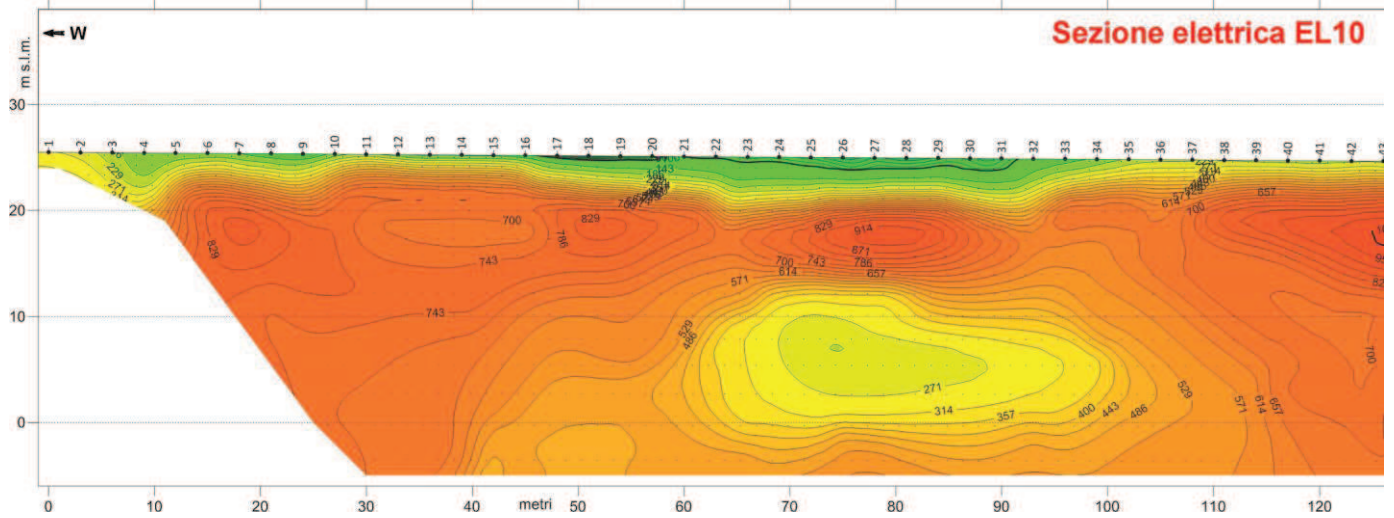
ALLEGATO 1
SEZIONI TOMOGRAFICHE ELETTRICHE
EL1- EL10







Sezione elettrica EL8

Sezione elettrica EL8




APPENDICE 1

INDAGINI PREGRESSE

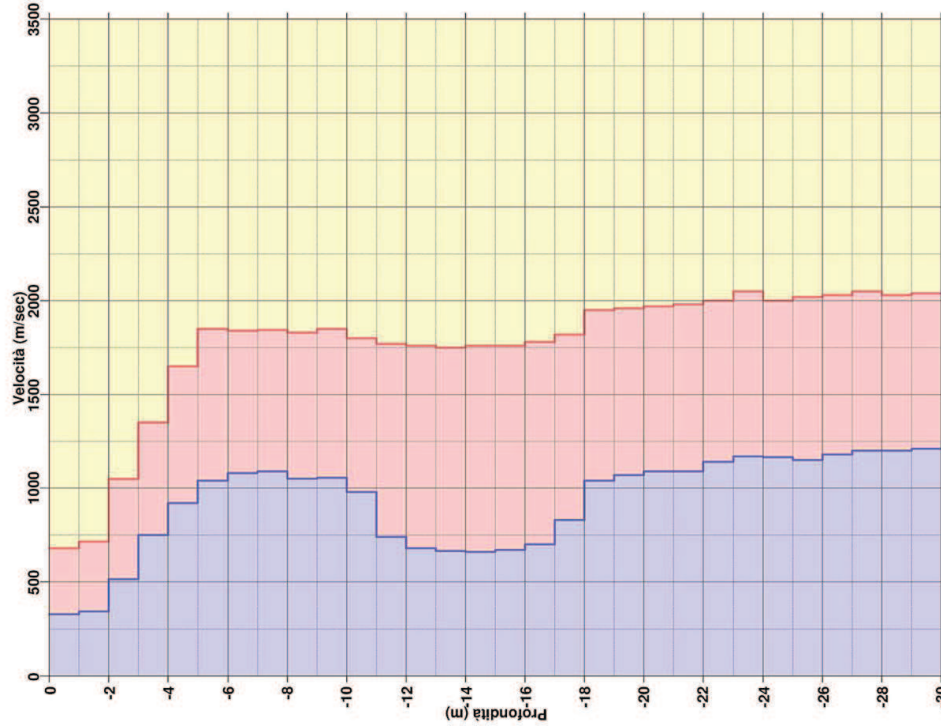
CAMPAGNA LUGLIO – AGOSTO 2014

- Down-Hole **H1** – Sismogrammi e Profilo Velocità Sismica **V_p** e **V_s**
- Sezioni Tomografiche Elettriche: **L1**, **L2**, **L3** e **L4**

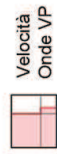
H1

DOWN HOLE

GRAFICO VELOCITÀ


Vs30 = 820 m/sec

 Classificazione sismica del
suolo di fondazione:

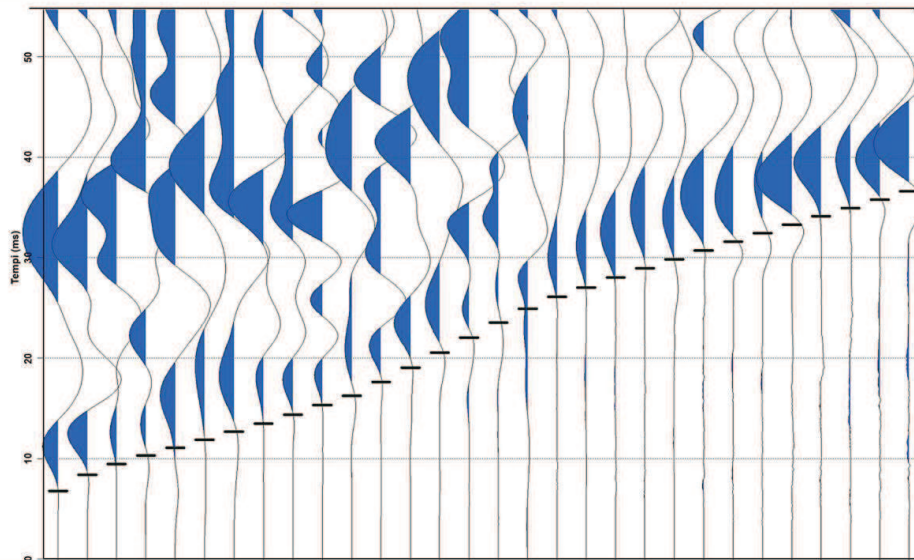
Categoria A

 Velocità
Onde VP


 Velocità
Onde VSH

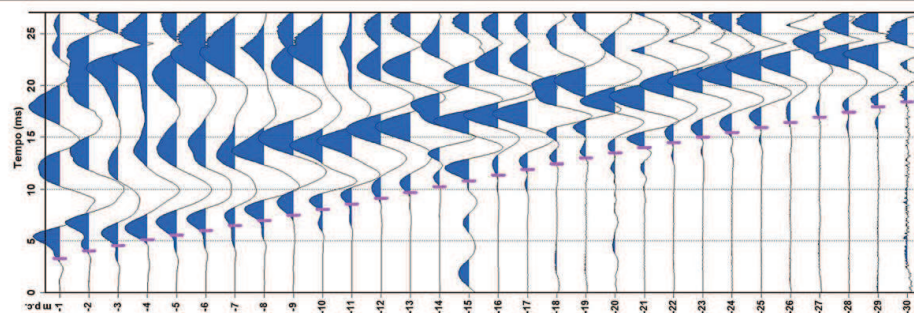
H1

DOWN HOLE

SISMOGRAMMI



Registrazione Onde S



Registrazione Onde P

