

ALLEGATO 9

TOMOGRAFIA ELETTRICA



COMUNE DI CORLETO PERTICARA

Provincia di Potenza

RAPPORTO DELLE INDAGINI

INDAGINE GEOFISICA

❖ *Indagini di tomografia geoelettrica di resistività ERT*

PROGETTO: "Pozzo GG3"

CANTIERE: Corleto Perticara

COMMITTENTE: Geologo Truncellito Pasquale

RILASCIATO da
Geol. Luigi Vignola

AlphaGeo
Società Cooperativa
P.IVA 01198740765

AlphaGeo

Soc. Coop.

Gennaio 2024 - COD. INT. AG 03/2024

INDICE

1. PREMESSA	2
2. METODO DELLA TOMOGRAFIA ELETTRICA DI RESISTIVITÀ	4
2.1 Generalità	4
2.2 Strumentazione ed acquisizione dati	6
2.3 Interpretazione del profilo di resistività ERT 01.....	9
2.4 Interpretazione del profilo di resistività ERT 02.....	11

ALLEGATO A: INDAGINI GEOFISICHE

1. PREMESSA

Nel mese di gennaio 2024 nell'ambito dello studio geologico per il progetto: "Pozzo GG3", la Società Alphageo Soc. Coop., su incarico del Geologo Truncellito Pasquale, ha eseguito le seguenti indagine geofisiche:

N° 2 Indagine di tomografia geoelettrica di resistività ERT

La suddetta indagine è stata effettuata nel Comune di Corleto Perticara (PZ) presso l'area di intervento GG3. L'ubicazione dell'indagine è stata effettuata secondo quanto indicato dai tecnici progettisti.



Figura 1 Ubicazione dell'indagine ERT 01 presso area di intervento nel Comune di Corleto Peticara (PZ) (carta in scala grafica).



Figura 2 Ubicazione dell'indagine ERT 02 presso area di intervento nel Comune di Corleto Peticara (PZ) (carta in scala grafica).

2. METODO DELLA TOMOGRAFIA ELETTRICA DI RESISTIVITÀ

2.1 Generalità

La tomografia di resistività elettrica (ERT) è una tecnica diagnostica che consente di determinare la distribuzione di resistività elettrica e di caricabilità (IP) nel sottosuolo a partire da un gran numero di misure di potenziale elettrico misurate mediante elettrodi posti sulla superficie del terreno. Può essere quindi utilizzata, con le stesse modalità operative, sia per la risoluzione di problematiche legate al primo sottosuolo (presenza e definizione geometrica di manufatti) che per la definizione di strutture geologiche fino a diverse decine di metri di profondità. Le misure sono effettuate con strumentazioni automatiche secondo le diverse configurazioni elettrodiche tradizionali (Schlumberger, Wenner, dipolo-dipolo, ecc). L'innovazione rispetto ai profili di resistività è rappresentata dalla possibilità di effettuare un grande numero di misure in tempi brevi e dalla successiva elaborazione con programmi di inversione bidimensionale e tridimensionale. Tale tecnica consente inoltre di operare anche in presenza di terreni morfologicamente irregolari (topografia) previo rilievo delle quote relative tra gli elettrodi; tale informazione sarà poi presa in considerazione in fase di elaborazione dei dati.

In particolare, la tecnica geoelettrica della tomografia di superficie lungo un profilo consiste nella realizzazione di un'immagine di estremo dettaglio del comportamento areale della resistività elettrica lungo il piano della sezione verticale passante per il profilo scelto. La notevole risoluzione ottenuta mediante tale tecnica permette di discriminare molto più efficacemente i contrasti di resistività esistenti nel sottosuolo, fornendo così informazioni più attendibili sulle condizioni fisiche delle rocce, sulla presenza di superfici di discontinuità strutturali, sulla presenza ed andamento nel sottosuolo delle falde acquifere e/o di fluidi di varia origine. In particolare, il metodo della Tomografia di Resistività Elettrica è caratterizzato da tre configurazioni elettrodiche principali: Dipolo-Dipolo, Wenner e Schlumberger. L'utilizzo di un metodo rispetto ad un altro dipende dalla problematica da affrontare: il metodo Dipolo-Dipolo è più sensibile alle variazioni laterali, quindi alle strutture verticali (per esempio, faglie, cavità, etc.) mentre il Wenner e lo Schlumberger sono più sensibili alle variazioni verticali, quindi alle strutture orizzontali (per esempio, stratigrafia). Le Tomografie di Resistività Elettrica

vengono realizzate mediante l'uso di sistemi multi-canale che permettono acquisizioni simultanee utilizzando un numero elevato di elettrodi. Tali sistemi consistono nel disporre nel terreno tutti gli elettrodi connessi e nel misurare i valori di resistività del sottosuolo in modo da utilizzare sequenzialmente tutti gli elettrodi come dipoli di corrente e di potenziale. Le misure vengono riferite a punti del sottosuolo la cui posizione dipende dalle coordinate degli elettrodi posti in superficie, fornendo un'immagine della variazione dei valori di resistività del sottosuolo (pseudo-sezione). I dati acquisiti vengono memorizzati su una scheda di memoria interna all'acquisitore e scaricati su un PC. L'ulteriore elaborazione, per mezzo di appositi algoritmi d'inversione, permette la ricostruzione dell'effettiva distribuzione di resistività presente nel sottosuolo, visualizzata attraverso una pseudo-sezione di resistività apparente. Si può considerare in questo stadio la pseudo-sezione come un'immagine sfocata della configurazione elettrica del sottosuolo. L'interpretazione vera e propria della pseudo-sezione consiste nel mettere a fuoco l'immagine di resistività apparente in modo da definire adeguatamente le geometrie dei corpi sepolti.

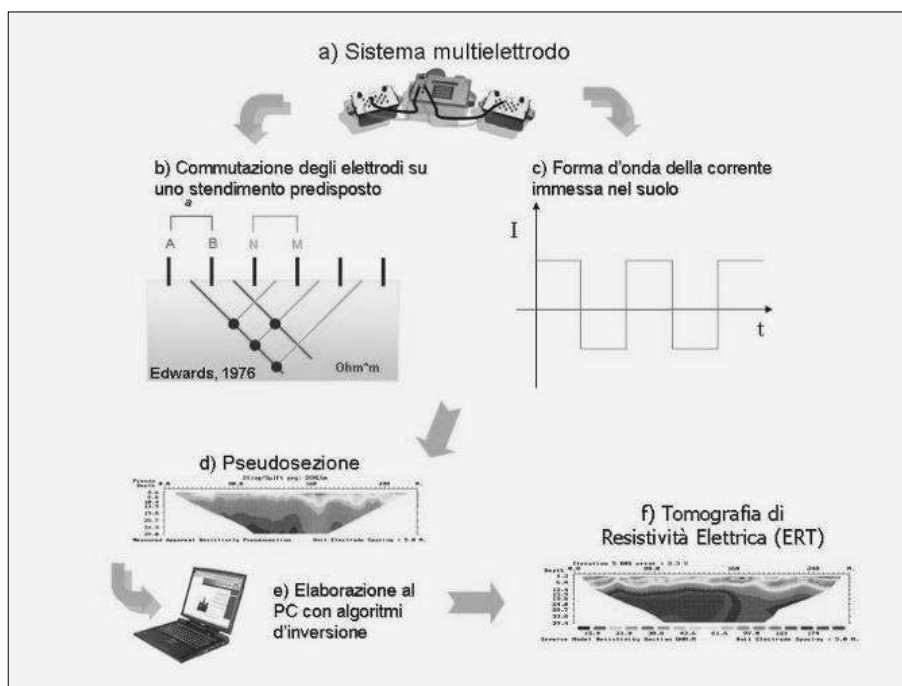


Figura 3 - Schema illustrante le fasi di acquisizione ed elaborazione di dati di resistività elettrica.

Prima di definire tale immagine è necessario operare una prima fase di elaborazione. Tale fase consiste nell'osservare i limiti dei dati e di vedere il grafico del loro andamento

per poter scegliere un opportuno filtro. Alla fine della prima fase di processing si trasformano i dati in un formato consono alla lettura degli stessi con diversi programmi di inversione, per ottenere modelli elettrici bidimensionali. Il principio del software d'inversione consiste in una routine d'inversione implementata da una tecnica di ottimizzazione che permette di determinare automaticamente un modello bidimensionale di resistività per il sottosuolo, partendo dai dati misurati in superficie mediante le varie combinazioni elettrodiche. Il metodo d'ottimizzazione modifica il modello di resistività reale riducendo iterativamente la differenza tra i valori di resistività apparenti misurati e quelli calcolati dal modello.

2.2 Strumentazione ed acquisizione dati

Per l'acquisizione dei dati geofisici è stata utilizzato uno strumento dell'IRIS modello SISCAL TERRA con sistema multielettrodo a 20 canali dotato di 48 elettrodi rappresentato nella figura seguente.



Figura 4 Strumentazione SISCAL Terra con sistema multielettrodo per Tomografia di Resistività Elettrica.

Tale georesistivimetro digitale è in grado di eseguire, via software, le seguenti operazioni principali:

- misura della resistenza di contatto degli elettrodi;

- misura, memorizzazione e compensazione opportuna dei potenziali spontanei;
- esecuzione di ripetuti cicli di misura e calcolo della “deviazione standard”;
- possibilità di impostare cicli di misura di durata diversa;
- memorizzazione delle misure costituite ognuna dai valori di: resistività rho, potenziale V, corrente I, dev. Stand. e geometria elettrodi;
- unità di controllo e gestione degli elettrodi (fino a 72);
- elettronica totalmente interna alla macchina: cavo o cavi monoconduttori collegati ad idonea centralina/e di controllo switching ed elettrodi comuni in acciaio inox, rame o ottone;

La potenza immessa dal trasmettitore è commisurata alla profondità massima da raggiungere. L'errore tra gli stacks impostati (min 5) non superare l'1%; tale errore potrà comunque essere commisurato alla rumorosità specifica del sito in esame. Infine la strumentazione consente l'impostazione di almeno 4 finestre temporali per la misura della caricabilità (IP).

La tomografia elettrica potrà essere eseguita con una configurazione elettrodica adeguata agli scopi del lavoro (Wenner, dipolo-dipolo, Schlumberger, o altra): in particolare la scelta del dispositivo elettrodico da utilizzare dovrà essere operata in funzione dell'obiettivo dell'indagine e del contesto di lavoro (ad es. urbano o aperta campagna); di norma i dispositivi Wenner e Wenner - Schlumberger sono più adatti ad evidenziare variazioni verticali, il dispositivo dipolo-dipolo è più adatto ad evidenziare variazioni laterali ma presenta un rapporto segnale/rumore più sfavorevole, il dispositivo polo-dipolo presenta un rapporto segnale/rumore migliore e consente inoltre di incrementare la profondità di esplorazione a parità di disposizione elettrodica, il dispositivo del gradiente multiplo risulta un buon compromesso tra capacità risolutiva sia in senso laterale che verticale e rapporto segnale /rumore comparabile ai dispositivi Wenner e Schlumberger.

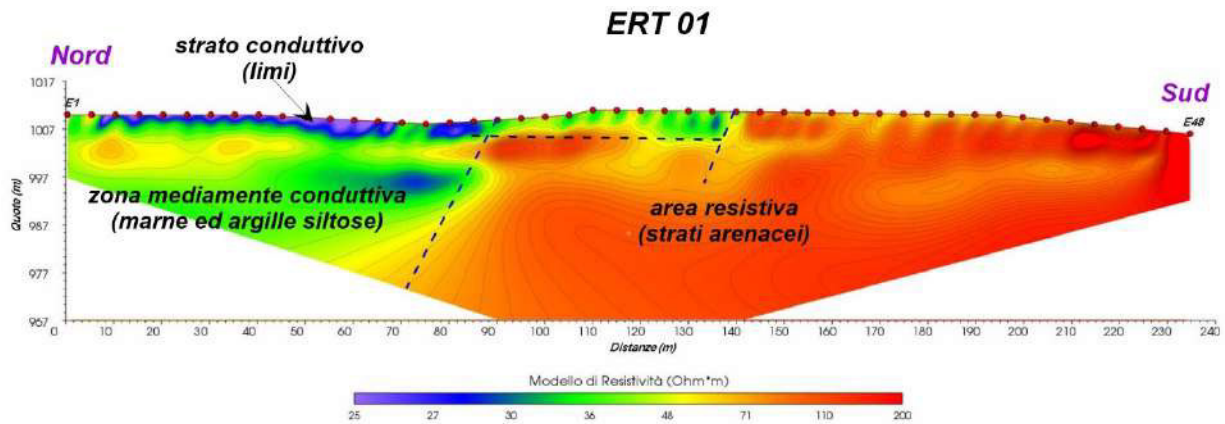
L'acquisizione è stata effettuata mediante la configurazione elettrodica tipo Dipolo Dipolo, Wenner α e Wenner-Schlumberger.

Le resistenze di contatto agli elettrodi sono state verificate prima di iniziare le misure e mantenute tra loro omogenee e le più basse possibili (ad esempio, tra due elettrodi contigui non sono stati superiori a 2 kohm).

Per acquisizione su asfalto o comunque superficie dura, sono stati realizzati fori a mezzo trapano di diametro e profondità adeguati in modo da riuscire ad oltrepassare lo spessore superficiale resistivo; per ridurre le resistenze elettriche di contatto è stato utilizzato un fluido conduttivo immesso nei fori prima degli elettrodi; particolare attenzione è stata prestata alla eventuale presenza di griglia elettrosaldata che, oltre a costituire un elemento di forte disturbo alle misure elettriche, rappresenta anche un rischio per la strumentazione in caso di contatto con uno o più elettrodi. È stato utilizzato uno stendimento base composto da 48 elettrodi equispaziati regolarmente lungo il profilo da indagare, il passo interelettrodico è stato scelto in base al dettaglio e alla profondità da indagare. È chiaro che le dimensioni degli elettrodi sono stati fatti variare in funzione delle distanze interelettrodiche in maniera tale da ricadere sempre nella condizione di sorgente puntiforme in relazione all'estensione dello stendimento. In particolare la profondità di indagine prevista è stata calcolata considerando un rapporto di circa 5/6 a 1 tra lunghezza stendimento e profondità (ad esempio per dispositivi elettrodi tipo Wenner). La posizione degli elettrodi è stato oggetto di adeguato rilievo plano-altimetrico. L'elaborazione dei dati è stata effettuata secondo due fasi successive:

- 1) ricostruzione di "pseudosezioni" di resistività / caricabilità, previo analisi / filtraggio / pulizia tramite l'utilizzo di software di "contouring" o mediante analisi statistica;
- 2) calcolo dei valori di resistività reale tramite inversione bidimensionale e sviluppo di un adeguato modello di distribuzione della resistività del sottosuolo mediante software di inversione ad elementi finiti, che è in grado di applicare l'eventuale correzione topografica.

2.3 Interpretazione del profilo di resistività ERT 01



Il profilo tomografico di resistività elettrica ERT 01 ha una lunghezza di 235 metri, sono stati utilizzati 48 elettrodi con distanza interelettrodica di 5.0 metri, L'acquisizione è stata effettuata mediante la configurazione elettrodica tipo Dipolo Dipolo, Wenner α , e tipo Wenner-Schlumberger. La configurazione elettrodica di tipo di Dipolo-Dipolo ha la caratteristica di essere sensibile alle variazioni laterali di resistività, quindi è stata utilizzata per individuare eventuali strutture ad estensione verticale e lineare quali faglie o contatti ad alto angolo. La geometria di tipo Wenner, per contro, ha una maggiore sensibilità alle variazioni nella direzione verticale del profilo, tale metodo è stato utilizzato per effettuare la ricostruzione dettagliata della stratigrafia del sottosuolo dell'area investigata. Nonostante questa diversità di metodologie le misure effettuate possono essere inserite in un quadro complessivo, in cui i valori di resistività possono essere fatti rientrare in un'unica scala di resistività ed in un unico modello interpretativo.

L'andamento dei valori della resistività del sottosuolo è rappresentato in una sezione di resistività elettrica, la profondità di investigazione massima raggiunta è di circa 40 - 45 metri.

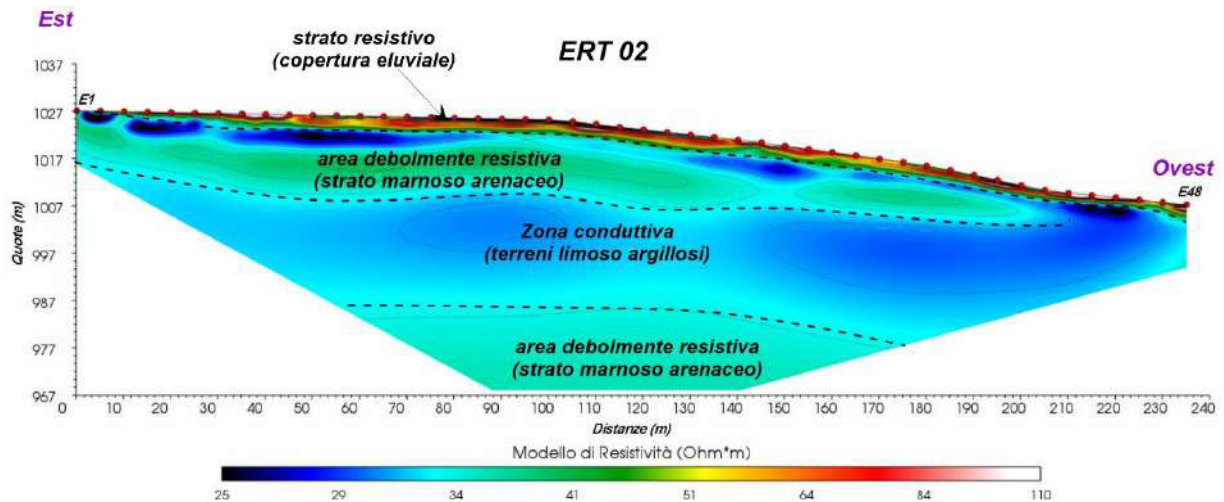
Sulla base di valori di resistività tipici delle rocce ricavati da tabelle presenti in letteratura scientifica, da considerazioni di carattere geolitologico derivanti dallo studio in corso e da informazioni ricavate dalla cartografia geologica ufficiale è stata effettuata una ricostruzione litostratigrafica associando gli elettrostrati individuati agli strati geolitologici.

Il profilo può essere suddiviso in aree a resistività omogenea:

L'elettrosezione può essere suddivisa due zone con valori di resistività omogenee, il settore compreso fra le progressive 0 – 80 m mostra valori di resistività relativamente più bassi (25 - 35 ohm*m), mentre il settore con progressive maggiori di 80 metri è caratterizzato da alti valori di resistività (80 - 200 ohm*m). Le due zone, delimitate da contatto sub verticale, possono essere riferite a due distinti gruppi litologici, in particolare i terreni basso resistivi possono essere associati ad argille e marne con livelli limosi, mentre gli strati alto resistivi possono essere rappresentati da arenarie e marne con livelli di siltiti.

La sezione di polarizzazione indotta IP non mostra anomalie di caricabilità delle rocce, i valori di polarizzazione indotta sono sempre minori di 5 mv/v tipiche di rocce a bassa caricabilità, deboli variazioni presenti lungo il profilo possono essere ricondotte alle variazioni del contenuto di materiali argillosi e/o di materiali organici presenti nei diversi strati.

2.4 Interpretazione del profilo di resistività ERT 02



Il profilo tomografico di resistività elettrica ERT 01 ha una lunghezza di 235 metri, sono stati utilizzati 48 elettrodi con distanza interelettrodica di 5.0 metri, L'acquisizione è stata effettuata mediante la configurazione elettrodica tipo Dipolo Dipolo, Wenner α , e tipo Wenner-Schlumberger. La configurazione elettrodica di tipo di Dipolo-Dipolo ha la caratteristica di essere sensibile alle variazioni laterali di resistività, quindi è stata utilizzata per individuare eventuali strutture ad estensione verticale e lineare quali faglie o contatti ad alto angolo. La geometria di tipo Wenner, per contro, ha una maggiore sensibilità alle variazioni nella direzione verticale del profilo, tale metodo è stato utilizzato per effettuare la ricostruzione dettagliata della stratigrafia del sottosuolo dell'area investigata. Nonostante questa diversità di metodologie le misure effettuate possono essere inserite in un quadro complessivo, in cui i valori di resistività possono essere fatti rientrare in un'unica scala di resistività ed in un unico modello interpretativo.

L'andamento dei valori della resistività del sottosuolo è rappresentato in una sezione di resistività elettrica, la profondità di investigazione massima raggiunta è di circa 45 - 50 metri.

Sulla base di valori di resistività tipici delle rocce ricavati da tabelle presenti in letteratura scientifica, da considerazioni di carattere geolitologico derivanti dallo studio in corso e da informazioni ricavate dalla cartografia geologica ufficiale è stata effettuata

una ricostruzione litostratigrafica associando gli elettrostrati individuati agli strati geolitologici.

Il profilo può essere suddiviso in aree a resistività omogenea:

Lo strato più superficiale è rappresentato da terreni relativamente resistivi (80 - 100 ohm*m), avente uno spessore massimo di 2 metri. Tale strato può essere associato a terreni di natura sabbiosa e sabbiosa limosa con ghiaie, di origine eluviale.

Gli strati sottostanti sono caratterizzati da resistività medio basse (25 - 40 ohm*m), la stratigrafia risulta costituita da un'alternanza di strati più conduttivi, riferibili a terreni con maggiore contenuto di argille, e strati più resistivi assimilabili a silt e marne con livelli di arenarie.

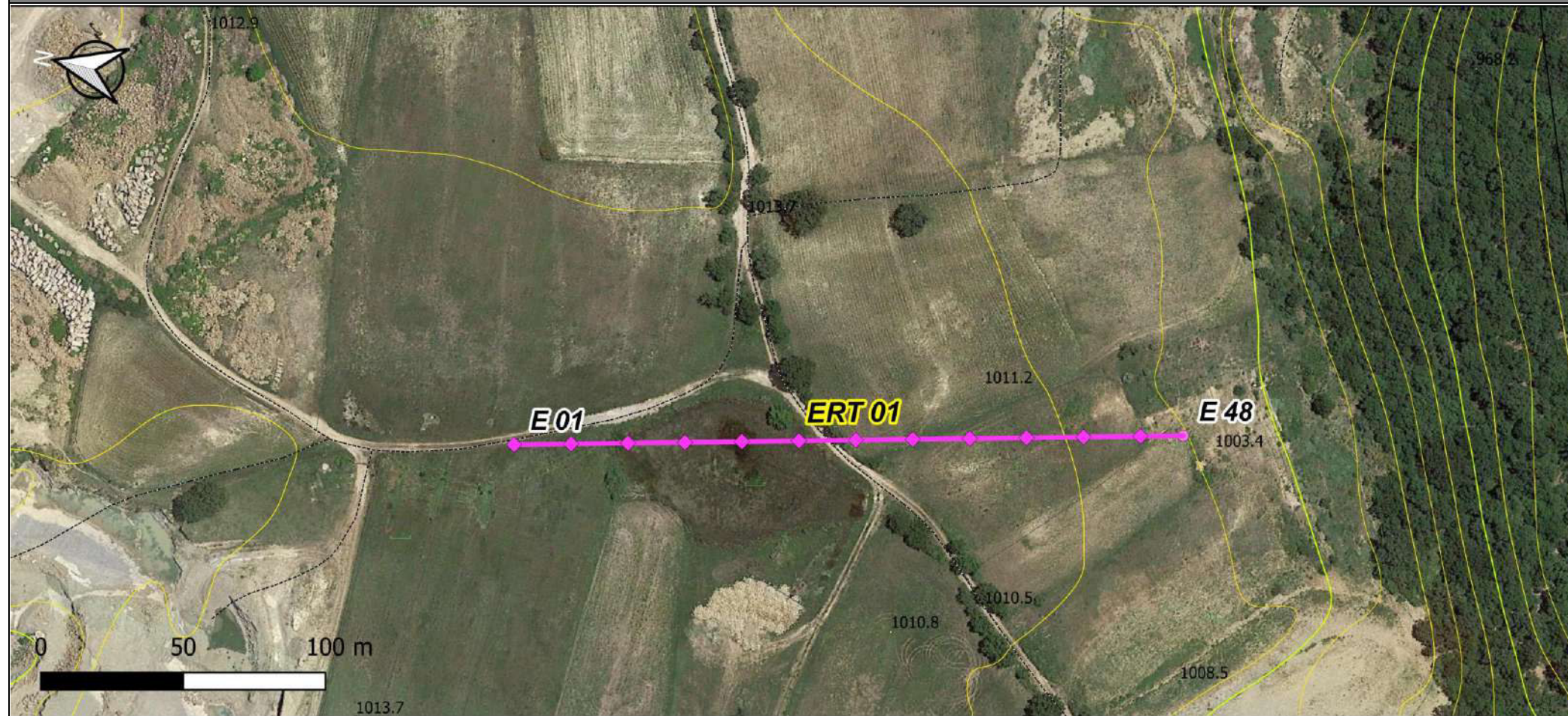
La sezione di polarizzazione indotta IP non mostra anomalie di caricabilità delle rocce, i valori di polarizzazione indotta sono sempre minori di 5 mv/v tipiche di rocce a bassa caricabilità, deboli variazioni presenti lungo il profilo possono essere ricondotte alle variazioni del contenuto di materiali argillosi e/o di materiali organici presenti nei diversi strati.

ALLEGATO A
INDAGINI GEOFISICHE

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



UBICAZIONE INDAGINE



COMUNE DI CORLETO P.
Provincia di Potenza

ERT 01

Indagine: TOMOGRAFIA GEOELETTRICA DI RESISTIVITÀ

Data: 10/01/2024

Progetto: "Pozzo GG3"

Località: Tempa Rossa

Committente: Geol. Truncellito P.

Coordinate WGS84 UTM 33 T

<u>Elettrodi</u>	<u>N</u>	<u>E</u>	<u>Quota (m)</u>
E 01	4472165.305	592988.743	1010
E 48	4471937.051	593044.647	1006

BASE: _____	ERT 01
N° ELETTRIDI: _____	48
DIST. ELETTRODICA _____	5 m
LUNGHEZZA STENDIMENTO _:	235 m
CONFIGURAZIONE ELETTR. _	Dipolo-Dipolo Wenner Wenner Sch.α

P.I. 01798740765

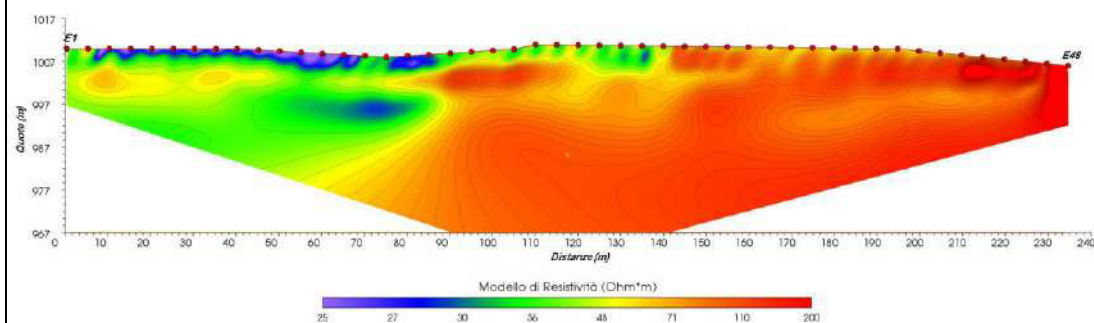


Soc. Coop.

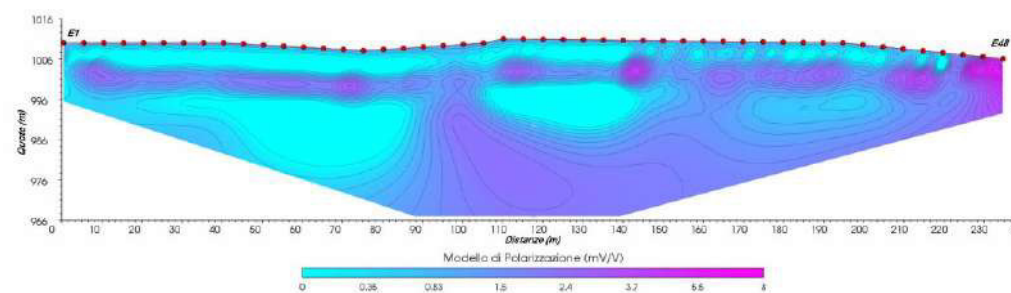
ALPHAGEO Soc. Coop. -Sperimentazioni ed Indagini Geofisiche e Geotecniche-

ELETTROSEZIONI

Profilo di resistività ERT



Profilo di polarizzazione indotta IP



COMUNE DI CORLETO P.
Provincia di Potenza

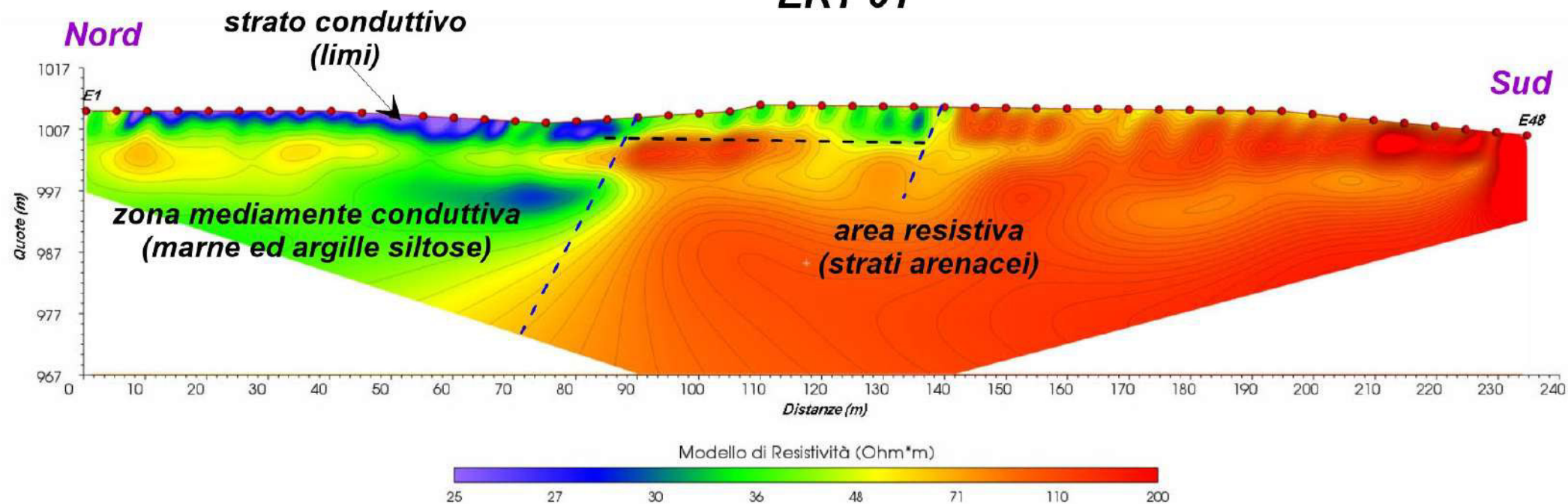
ERT 01

Posizione degli elettrodi [m]

n. elett.	Dist. m	Quota m s.l.m.
E 01	0	1010.00
E 02	5	1010.00
E 03	10	1010.00
E 04	15	1010.00
E 05	20	1010.00
E 06	25	1010.00
E 07	30	1010.00
E 08	35	1010.00
E 09	40	1010.00
E 10	45	1009.72
E 11	50	1009.45
E 12	55	1009.17
E 13	60	1008.90
E 14	65	1008.62
E 15	70	1008.34
E 16	75	1008.07
E 17	80	1008.34
E 18	85	1008.62
E 19	90	1008.95
E 20	95	1009.27
E 21	100	1009.60
E 22	105	1009.93
E 23	110	1010.99
E 24	115	1010.93
E 25	120	1010.87
E 26	125	1010.81
E 27	130	1010.75
E 28	135	1010.69
E 29	140	1010.63
E 30	145	1010.57
E 31	150	1010.52
E 32	155	1010.45
E 33	160	1010.40
E 34	165	1010.34
E 35	170	1010.28
E 36	175	1010.22
E 37	180	1010.16
E 38	185	1010.07
E 39	190	1010.03
E 40	195	1009.99
E 41	200	1009.49
E 42	205	1009.00
E 43	210	1008.50
E 44	215	1008.01
E 45	220	1007.52
E 46	225	1007.02
E 47	230	1006.53
E 48	235	1006.03

ELETTROSEZIONE INTERPRETATIVA

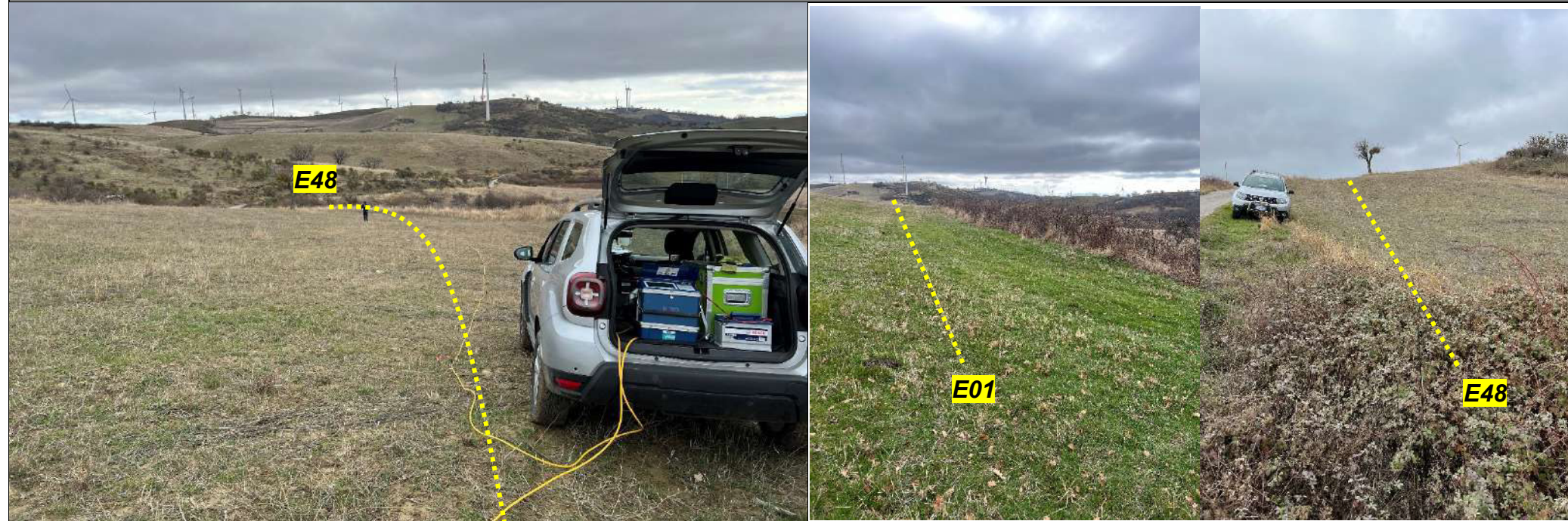
ERT 01



ALPHAGEO Soc. Coop. - Sperimentazioni ed Indagini Geofisiche e Geotecniche -



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



COMUNE DI CORLETO P.
Provincia di Potenza

ERT 02

Indagine: TOMOGRAFIA GEOELETTRICA DI RESISTIVITÀ

Data: 10/01/2024

Progetto: "Pozzo GG3"

Località: Tempa Rossa

Committente: Geol. Truncellito P.

UBICAZIONE INDAGINE



Coordinate WGS84 UTM 33 T

Elettrodi	N	E	Quota (m)
E 01	4473191.828	592389.454	1027
E 48	4473186.794	592624.400	1007

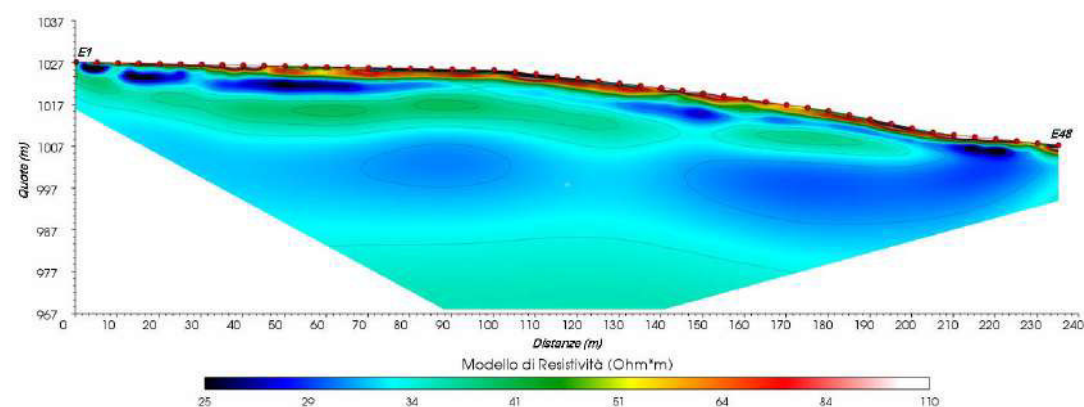
BASE: _____	ERT 02
N° ELETTRODI: _____	48
DIST. ELETTRODICA _____	5 m
LUNGHEZZA STENDIMENTO _:	235 m
CONFIGURAZIONE ELETTR. _	Dipolo-Dipolo Wenner Wenner Sch.α



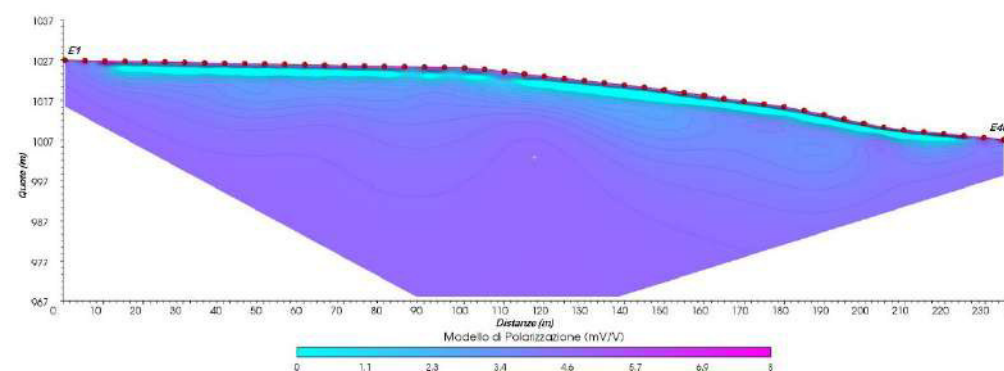
ALPHAGEO Soc. Coop. -Sperimentazioni ed Indagini Geofisiche e Geotecniche-

ELETTROSEZIONI

Profilo di resistività ERT



Profilo di polarizzazione indotta IP



COMUNE DI CORLETO P.
Provincia di Potenza

ERT 02

Posizione degli elettrodi [m]

n. elett.	Dist. m	Quota m s.l.m.
E 01	0	1027
E 02	5	1026.9
E 03	10	1026.8
E 04	15	1026.71
E 05	20	1026.61
E 06	25	1026.51
E 07	30	1026.41
E 08	35	1026.32
E 09	40	1026.22
E 10	45	1026.12
E 11	50	1026.02
E 12	55	1025.93
E 13	60	1025.83
E 14	65	1025.73
E 15	70	1025.63
E 16	75	1025.54
E 17	80	1025.44
E 18	85	1025.34
E 19	90	1025.24
E 20	95	1025.15
E 21	100	1025.05
E 22	105	1024.66
E 23	110	1024.1
E 24	115	1023.54
E 25	120	1022.99
E 26	125	1022.43
E 27	130	1021.89
E 28	135	1021.34
E 29	140	1020.79
E 30	145	1020.24
E 31	150	1019.56
E 32	155	1018.87
E 33	160	1018.17
E 34	165	1017.47
E 35	170	1016.77
E 36	175	1016.07
E 37	180	1015.36
E 38	185	1014.39
E 39	190	1013.34
E 40	195	1012.28
E 41	200	1011.23
E 42	205	1010.21
E 43	210	1009.55
E 44	215	1009.08
E 45	220	1008.62
E 46	225	1008.12
E 47	230	1007.62
E 48	235	1007.13

ELETTROSEZIONE INTERPRETATIVA

