

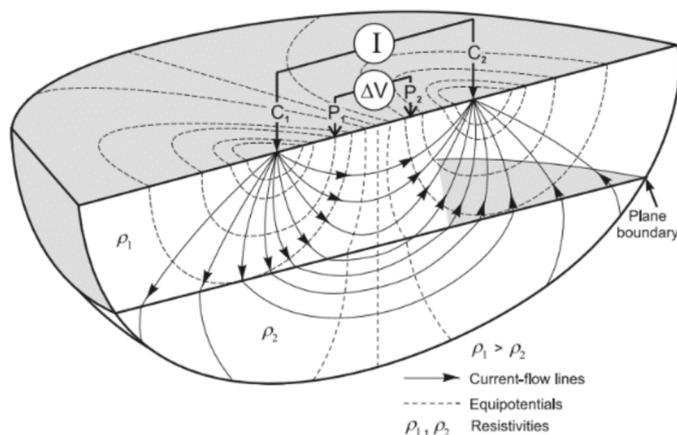
# CAMPAGNA DI MISURE TOMOGRAFICHE ELETTRICHE (ERT)

## 1.1 Premessa e cenni teorici

Nei mesi di gennaio-febbraio è stata effettuata l'analisi dati di una serie di indagini geoelettriche (ERT), finalizzate alla ricerca di possibili lineamenti tettonici (i.e. faglie attive capaci, FAC) nel territorio comunale di Valeggio sul Mincio, situato in Provincia di Verona (VR).

## 1.2 Electrical Resistivity Tomography (ERT)

L'esplorazione geofisica del sottosuolo mediante prospezione geoelettrica è una modalità di indagine attiva non invasiva che ha lo scopo di analizzare e definire le variazioni di resistività elettrica  $\rho$  [ $\Omega \cdot m$ ] nel terreno. La strumentazione comunemente utilizzata per le indagini geoelettriche è rappresentata da dispositivi multi-elettrodi e costituita da una sorgente di corrente elettrica (generatore), un dispositivo computerizzato di misura (georesistivimetro), elettrodi metallici e cavi elettrici multicore. La tecnica prevede l'immissione di corrente continua nel terreno attraverso una coppia di elettrodi energizzanti (A, B) e la contemporanea misura della differenza di potenziale, associata al campo elettrico generato, acquisita dagli elettrodi riceventi distinti dai primi (M, N). Tale misura risulta informativa delle proprietà elettriche del sottosuolo in quanto esse influenzano il flusso di corrente e quindi il campo di potenziale che ne consegue.

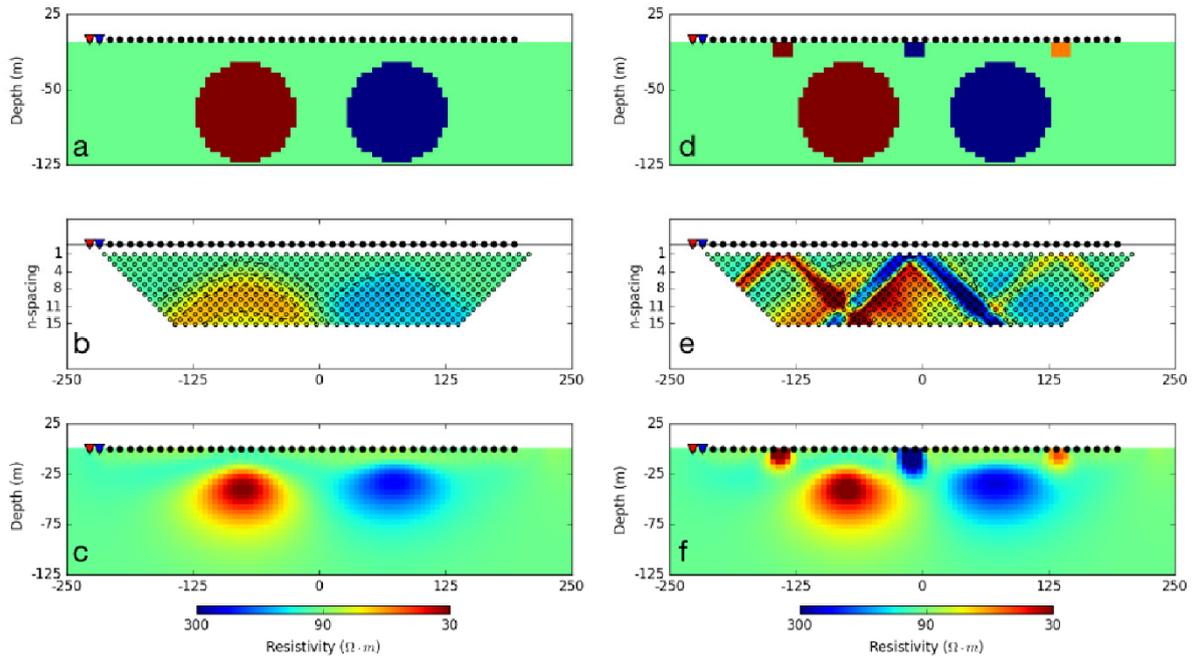


PRINCIPIO DI MISURA DELLA RESISTIVITÀ ELETTRICA CON UNO SCHEMA A QUATTRO ELETTRODI IN UN SISTEMA NON OMOGENEO (TRATTA DA (KNODEL ET AL., 2007))

La tomografia elettrica multielettrodo o metodo ERT (Electrical Resistivity Tomography), utilizza stendimenti con un gran numero di elettrodi connessi al georesistivimetro in grado di acquisire migliaia di misurazioni di resistività elettrica del sottosuolo con svariate combinazioni elettrodeche opportunamente programmate, a seconda della risoluzione e della profondità di investigazione ricercata (Binley and Kemna, 2005; Everett, 2013; Binley, 2015). Questa tecnica, le cui basi matematiche risalgono alla prima metà del XX secolo, è nata a supporto della ricerca mineraria ed oggi le sue derivazioni sono comunemente adottate in molti campi (Electrical impedance tomography EIT per l'imaging medico, Electrical capacitance tomography ECT per il monitoraggio di processi industriali, etc).

La ricostruzione tomografica della sezione del profilo del terreno investigato viene effettuata tramite appositi algoritmi di inversione, codici di calcolo che utilizzano metodi agli elementi finiti (FEM) per risolvere sistemi di equazioni non lineari di flusso all'interno del dominio discretizzato.

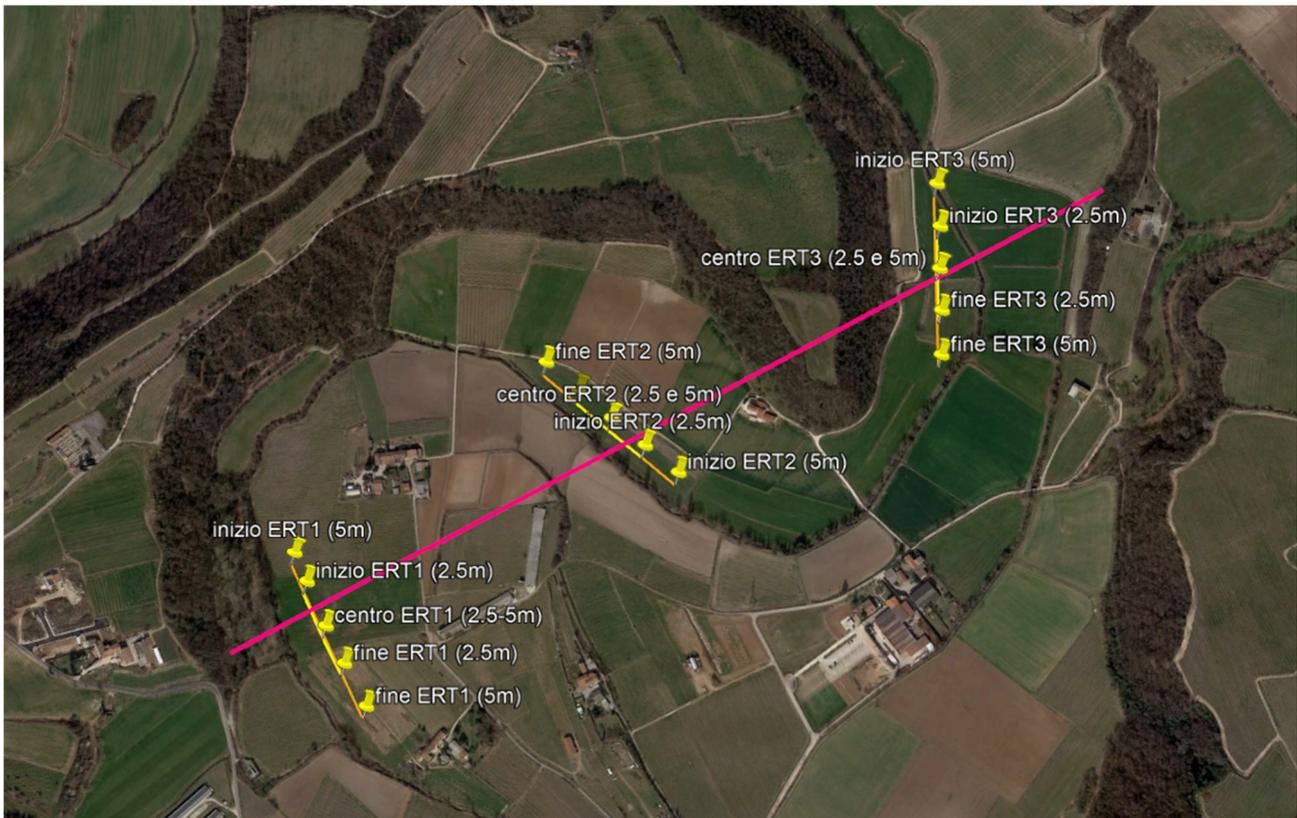
La profondità oltre la quale il metodo non è considerato informativo in modo sufficientemente robusto è posta generalmente ad 1/5 della lunghezza dello stendimento. La sezione bi-dimensionale risultante rappresenta in falsi colori la distribuzione dei valori di resistività reale del sottosuolo a differenti profondità ed ubicazioni lungo il profilo stesso



(A, D) modelli di sottosuolo indagati con anomalie sepolte in un semispazio omogeneo; (B, E) pseudosezioni di conducibilità apparente acquisite con schema dipolo-dipolo; (C, F) sezioni finali di resistività (modificata da (oldenburg and li, 1999))

### 1.3 Ubicazione indagini ed acquisizione

La campagna di caratterizzazione geoelettrica situata nei pressi nel territorio comunale di Sommacampagna, è stata eseguita dallo Studio Geologico Mastella tra fine Gennaio e Febbraio 2023, ed è consistita nella realizzazione di n. 3 profili di tomografia elettrica ERT, ubicati come riportato nella planimetria seguente.



Ubicazione delle indagini

I profili ERT sono stati acquisiti mediante il georesistivimetro bicanale Mangusta 2get prodotto da AMBROGEO - Strumenti Per Geofisica, con diverse sequenze d'acquisizione, utilizzando 48 canali spazati: In fase di processing si è scelto di procedere selezionando le sequenze Wenner o Wenner-Schlumberger.

## 1.4 Analisi ed elaborazione dei dati

I risultati delle analisi ERT presentati in questo lavoro sono stati ottenuti mediante il software ResIPy (Blanchy et al., 2020) operante in ambiente Python, che permette di processare i dataset geoelettrici ed invertirli richiamando i ben consolidati codici di inversione R2/R3t (Andrew Binley, Lancaster University). La determinazione dei modelli di tomografia elettrica ha previsto in sintesi i seguenti steps:

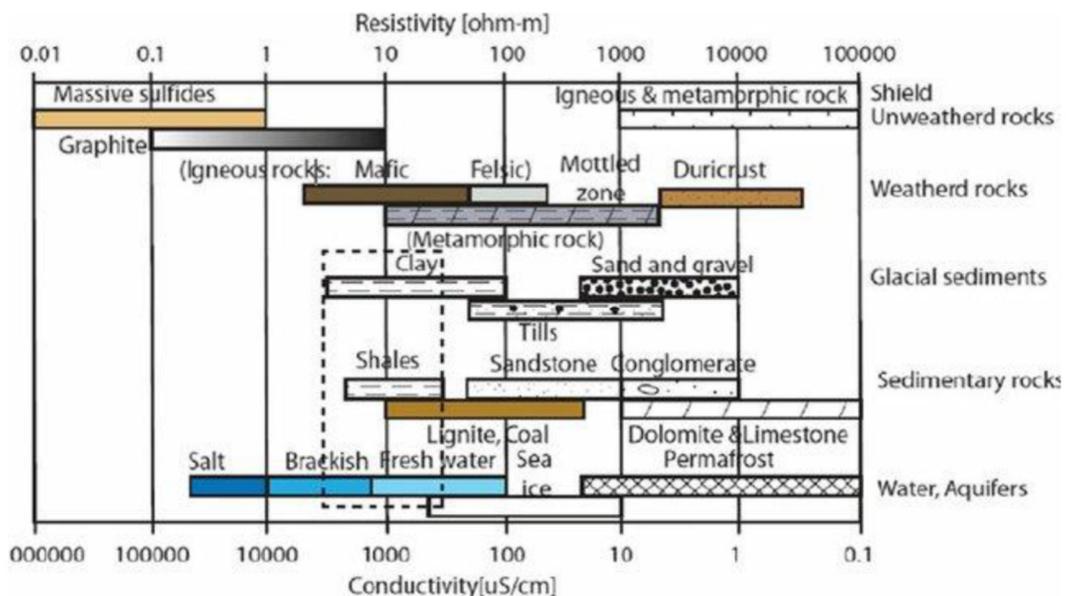
- 1) Visualizzazione delle pseudosezioni con relative distribuzioni di resistività elettrica apparente  $\rho_a$  [ $\Omega.m$ ];
- 2) Processing dei dataset con filtraggio di outliers ed errori di misura (su base statistica laddove presente un valore di deviazione standard);
- 3) Creazione della mesh di inversione (gms<sup>h</sup>®) con inserimento della topografia fornita;
- 4) Modellazione inversa dei dataset per ottenere i modelli di resistività  $\rho$  [ $\Omega.m$ ] del sottosuolo;
- 5) Indicazioni e consulenza riguardo i modelli invertiti ottenuti.

## 2. RISULTATI

Di seguito si presentano i risultati delle inversioni eseguite sui dataset ERT acquisiti lungo le linee di indagine

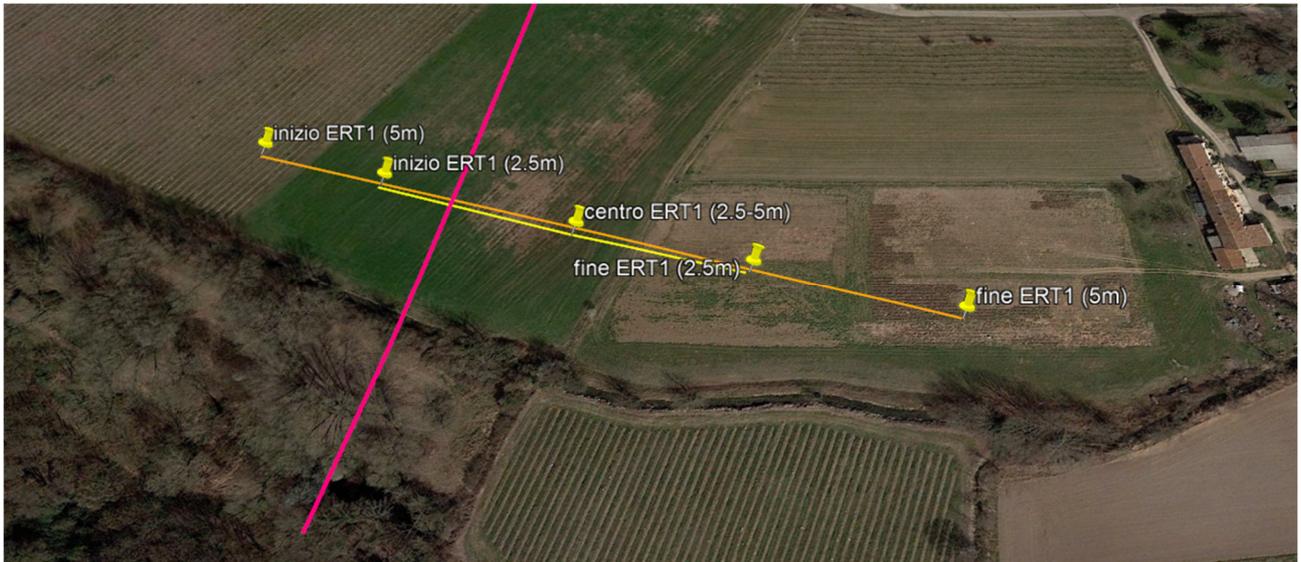
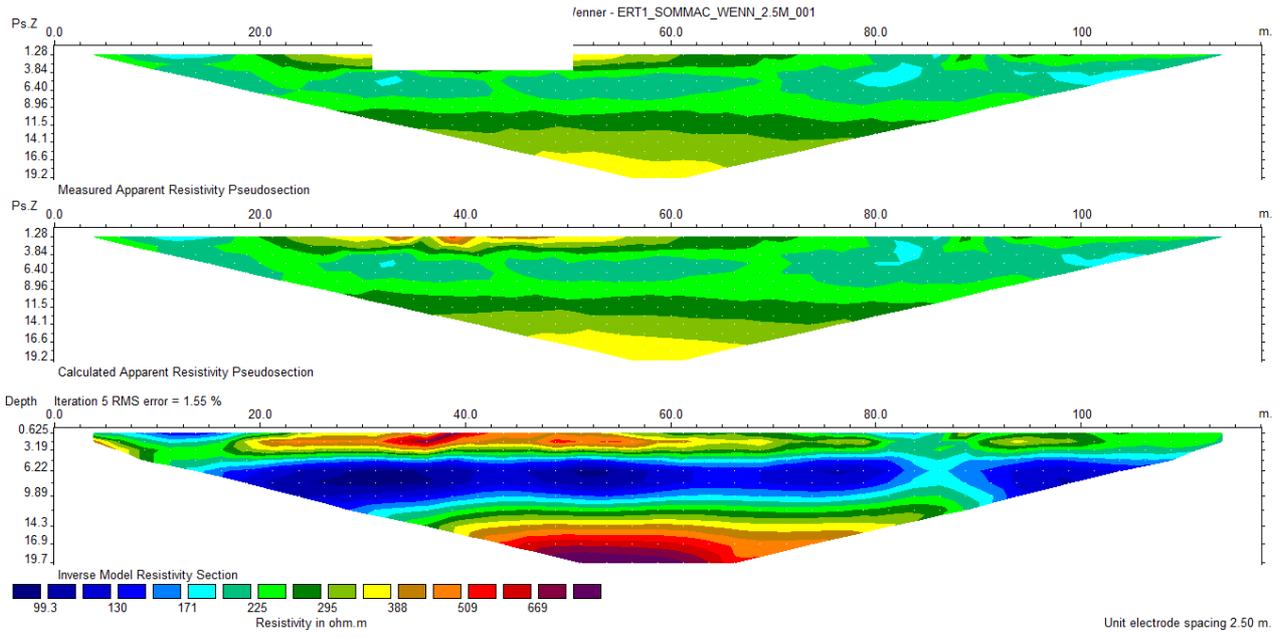
di Valeggio sul Mincio (VR). Le sezioni di resistività sono state tagliate alle estremità e alla base considerando la distribuzione dei punti di misura nelle pseudo-sezioni, e la sensibilità dei modelli invertiti. Per ogni linea di indagine viene indicato il numero di elettrodi, la spaziatura, e la configurazione utilizzata. Vengono poi presentate le sezioni di resistività invertita, specificando il numero di iterazioni eseguite e l'errore del modello in termini di RMS (Root Mean Square).

Da notare, visti i differenti range di resistività trovati nei risultati, le scale non sono uniformi tra le diverse linee di indagine, ma sono state adattate per cercare di evidenziare al meglio le variazioni/discontinuità di resistività in ciascuna delle sezioni presentate. Come già evidenziato nelle premesse, non essendo le linee georeferenziate, si è scelto di non marcare le linee di contour nelle sezioni di resistività, in modo tale da non indurre a interpretare la posizione delle discontinuità nei modelli con una precisione troppo elevata, collocandole poi in aree non necessariamente corrispondenti a quelle indicate nelle mappe presentate. Inoltre, i range di resistività delle litologie che possiamo incontrare in questo ambiente di studio (argille, silt, sabbie, e ghiaie) sono molto variabili all'interno della stessa classificazione e possono sovrapporsi tra loro, rendendo complicato definire dei limiti netti. Di seguito si riporta la gamma tipica di resistività per diverse litologie. Gli stessi layer stratigrafici possono essere costituiti da sedimenti con granulometria, porosità e umidità molto variabile.



➤ **ERT 1**

Coordinate inizio stendimento	Coordinate punto centrale	Coordinate inizio stendimento
Lat 45.383579° Long 10.776272°	Lat. 45.382754° Long 10.777084°	Lat 45.381859° Long 10.778075°



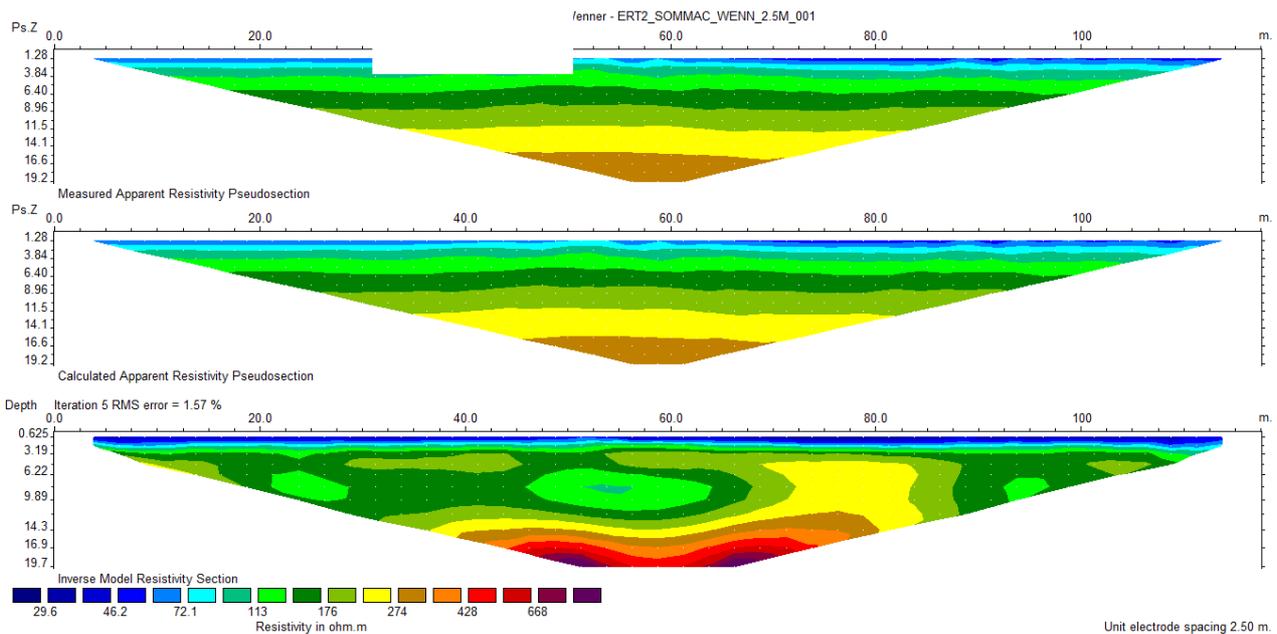


La prima Linea ERT è stata eseguita nella terminazione ovest della linea di faglia.  
I litotipi sono caratterizzati da depositi limosi e ghiaioso-sabbiosi  
**Non si osservano evidenze di controllo tettonico/strutturale.**



➤ ERT 2

Coordinate inizio stendimento	Coordinate punto centrale	Coordinate inizio stendimento
Lat 45.385552° Long 10.782687°	Lat. 45.386054° Long 10.781320°	Lat 45.386580° Long 10.779978°



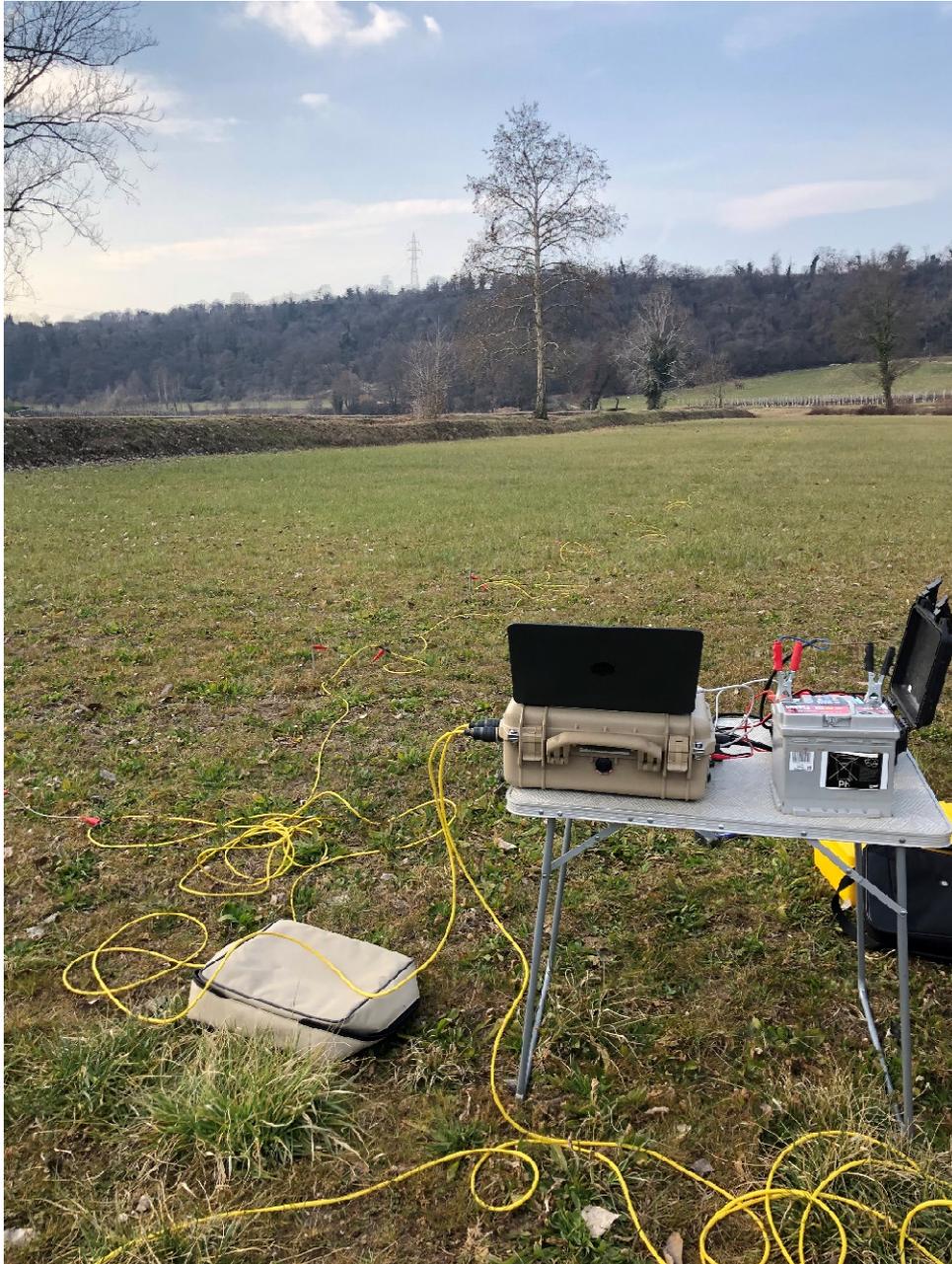
La prima Linea ERT è stata eseguita nella terminazione ovest della linea di faglia.

I litotipi sono caratterizzati da depositi limosi e ghiaioso-sabbiosi

**Non si osservano evidenze di controllo tettonico/strutturale.**



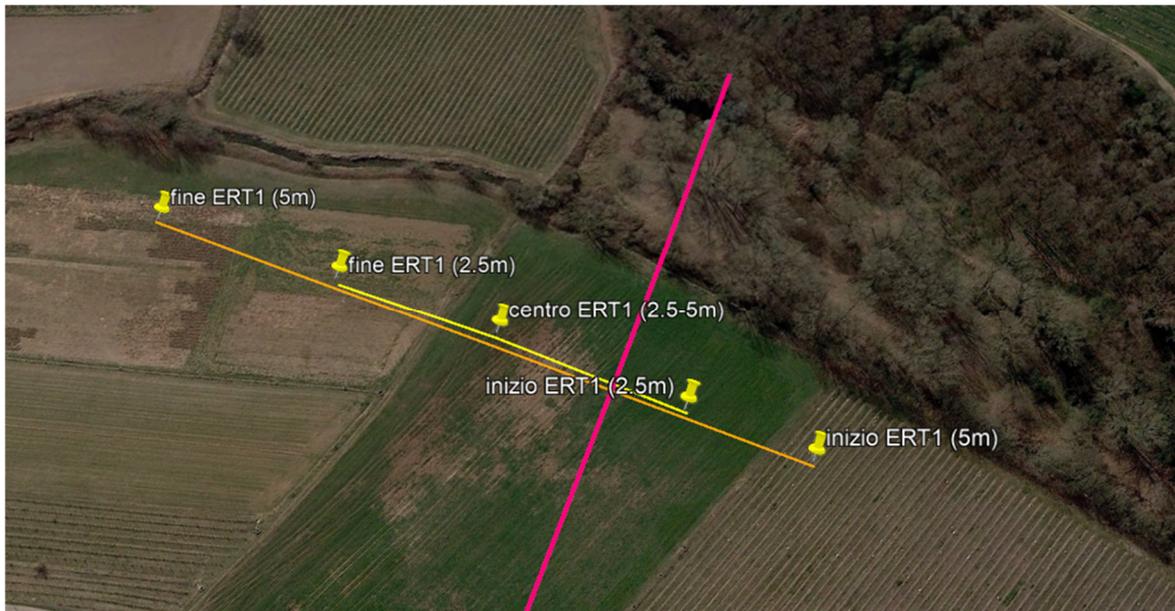
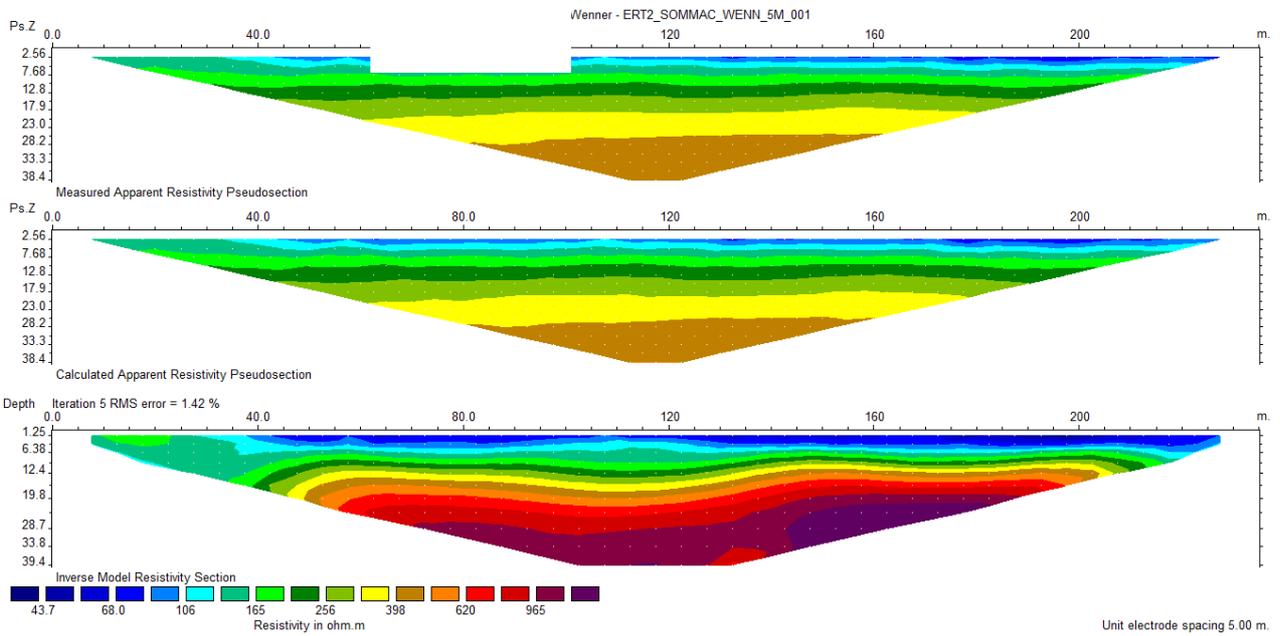
Studio Mastella  
Geologia Geotecnica Idrraulica Ambiente





➤ ERT 3

Coordinate inizio stendimento	Coordinate punto centrale	Coordinate inizio stendimento
Lat 45.383579° Long 10.776272°	Lat. 45.382754° Long 10.777084°	Lat 45.381859° Long 10.778075°





La prima Linea ERT è stata eseguita nella terminazione ovest della linea di faglia.  
I litotipi sono caratterizzati da depositi limosi e ghiaioso-sabbiosi  
**Non si osservano evidenze di controllo tettonico/strutturale.**