

Rilievi Ground Penetrating Radar (GPR) e Tomografie Elettriche (ERT) in due aree in località Cima Corso (UD)

Premessa e inquadramento

La presente relazione descrive i risultati ottenuti dall'integrazione di rilievi GPR e ERT effettuati dal Gruppo di Esplorazione Geofisica (EGG) dell'Università di Trieste il 29/4/2016 in due zone ubicate in località Cima Corso (UD), come evidenziato in Figura-1. Le Figure-2 e 3 mostrano l'ubicazione delle linee ERT nelle due aree rispettivamente indicate in seguito come Torbiera Bassa (TB) e Torbiera Alta (TA). Si noti che l'ubicazione dei profili GPR è esattamente lungo i rilievi ERT, ove non indicato diversamente.

Scopo del rilievo era evidenziare differenze nei materiali sub-superficiali e proporre le zone di maggiore interesse per l'ubicazione di due pozzi da effettuarsi nelle aree TB e TA.

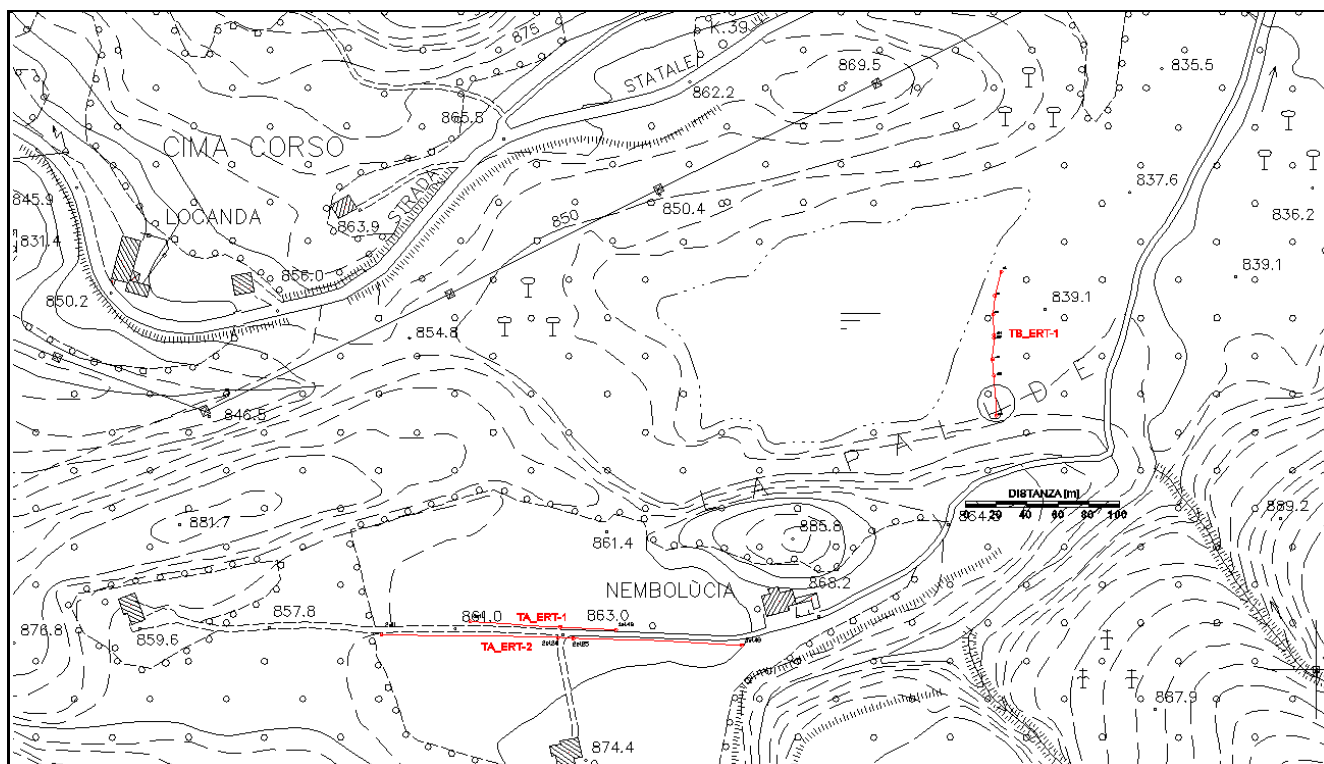


Fig. 1 Quadro d'unione delle indagini. I rilievi sono stati suddivisi in due zone: la Torbiera Alta (TA) e la Torbiera Bassa (TB).

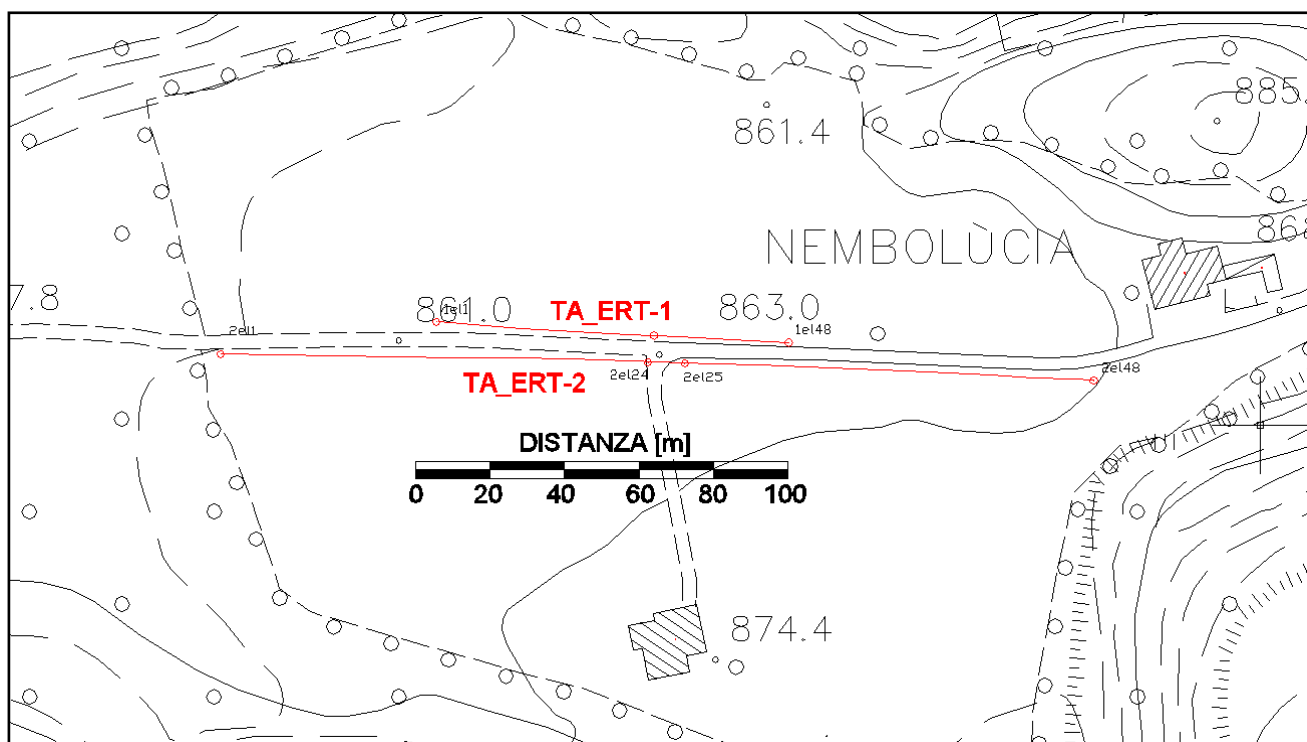


Fig. 2 Ubicazione delle tomografie elettriche (ERT) nell'area TA.

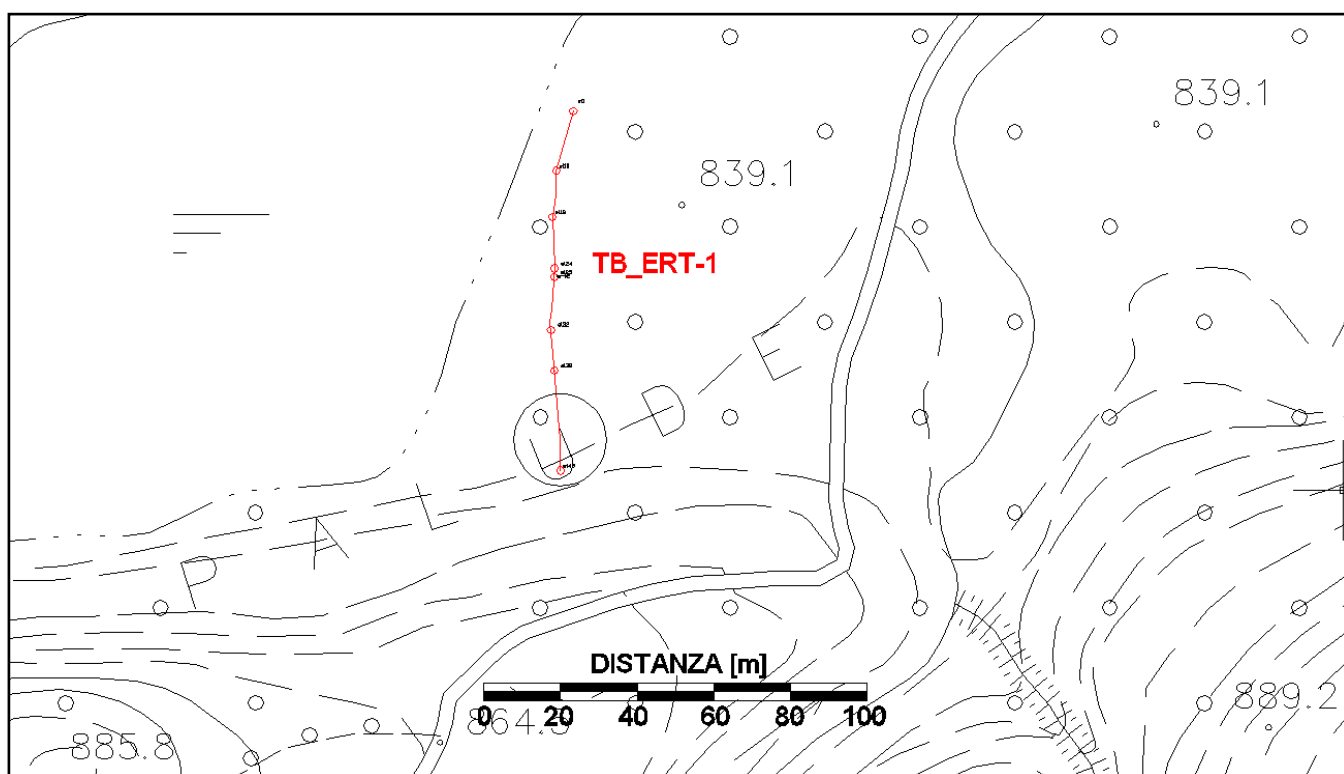


Fig. 3 Ubicazione delle tomografie elettriche (ERT) nell'area TB.

Metodi

ERT

Per i rilievi ERT è stato utilizzato un georesistivimetro Syscal Pro delle Iris collegato con 48 elettrodi. Nella zona TB è stato acquisito un profilo lungo 94 m (spaziatura degli elettrodi costante e pari a 2 m) nelle modalità Wenner (W) e Wenner-Schlumberger (WS), mentre nell'area TA sono stati acquisiti due profili paralleli (ERT-1 ed ERT-2) con lunghezze rispettivamente di 94 m (spaziatura degli elettrodi costante e pari a 2 m) e 235 m (spaziatura degli elettrodi costante e pari a 5m). Entrambi i profili sono stati acquisiti nelle modalità W e WS per avere una maggiore ridondanza di dati e poter di conseguenza pervenire ad un'interpretazione più vincolata.

Tutti i profili sono stati editati con il software Prosys-II ed invertiti mediante il software Res2DINV al fine di ottenere una stima della distribuzione dei valori di resistività elettrica reale nel sottosuolo. Il profilo acquisito entro l'area TB è stato anche corretto per la topografia, operazione non necessaria per quelli acquisiti entro TA in quanto quest'ultima area era pianeggiante.

GPR

Tutti i profili sono stati acquisiti con un GPR ProEx della Malå Geoscienze, equipaggiato con una coppia di antenne schermate con frequenza centrale pari a 250 MHz, scelte dopo accurati test preliminari al fine di ottenere il miglior compromesso tra profondità di indagine e livello di dettaglio. L'intervallo fra le tracce è stato fissato in 10 cm, mentre sono stati acquisiti 784 campioni per traccia.

I profili GPR sono stati elaborati con una sequenza che comprendeva: il drift removal, un filtro passa banda, la rimozione del rumore di background, il recupero di ampiezza mediante una funzione esponenziale e la conversione in profondità con velocità costante stimata sulla base delle iperboli di diffrazione presenti. Per quest'ultima operazione nell'area TB è stata utilizzata una velocità pari a 10.3 cm/ns, mentre nell'area TA una velocità di 12.0 cm/ns.

Risultati

Nelle figure seguenti vengono mostrati i risultati ottenuti dall'integrazione dei rilievi ERT e GPR suddivisi per le due aree. Si noti che la scala delle resistività elettriche è sempre la stessa al fine di facilitare il confronto fra profili diversi.

Area TB

In Figura-4 vengono mostrati i risultati dell'inversione dei profili W e WS, interpretati. Si noti come i valori nelle due modalità siano decisamente simili a testimonianza dell'elevata affidabilità e qualità dei risultati. Indice di ciò è anche il valore molto basso dell'errore quadratico medio percentuale (RMS%) pari a 1.5 per il rilievo W e a 1.4 per quello WS. Al di sotto di uno strato alto resistivo spesso mediamente 1.5-2 m si nota una marcata diminuzione della resistività elettrica con valori tra 50 e 100 Ohm x m. Tali valori sono attribuibili a torbe e argille sature in acqua, mentre il livello più resistivo superficiale (la cui base è indicata in Figura-4 a tratteggio nero) rappresenta materiali insaturi ed areati. Nella porzione a Sud si evidenzia una risalita della resistività in profondità che si raccorda con le pendici del rilievo presente a Sud dell'area della torbiera. E' pertanto possibile interpretare questi materiali come il substrato roccioso (sciolto o compatto) che costituisce la base della torbiera stessa. La profondità della torbiera nella parte centrale del profilo è di almeno 15 m dalla superficie topografica.

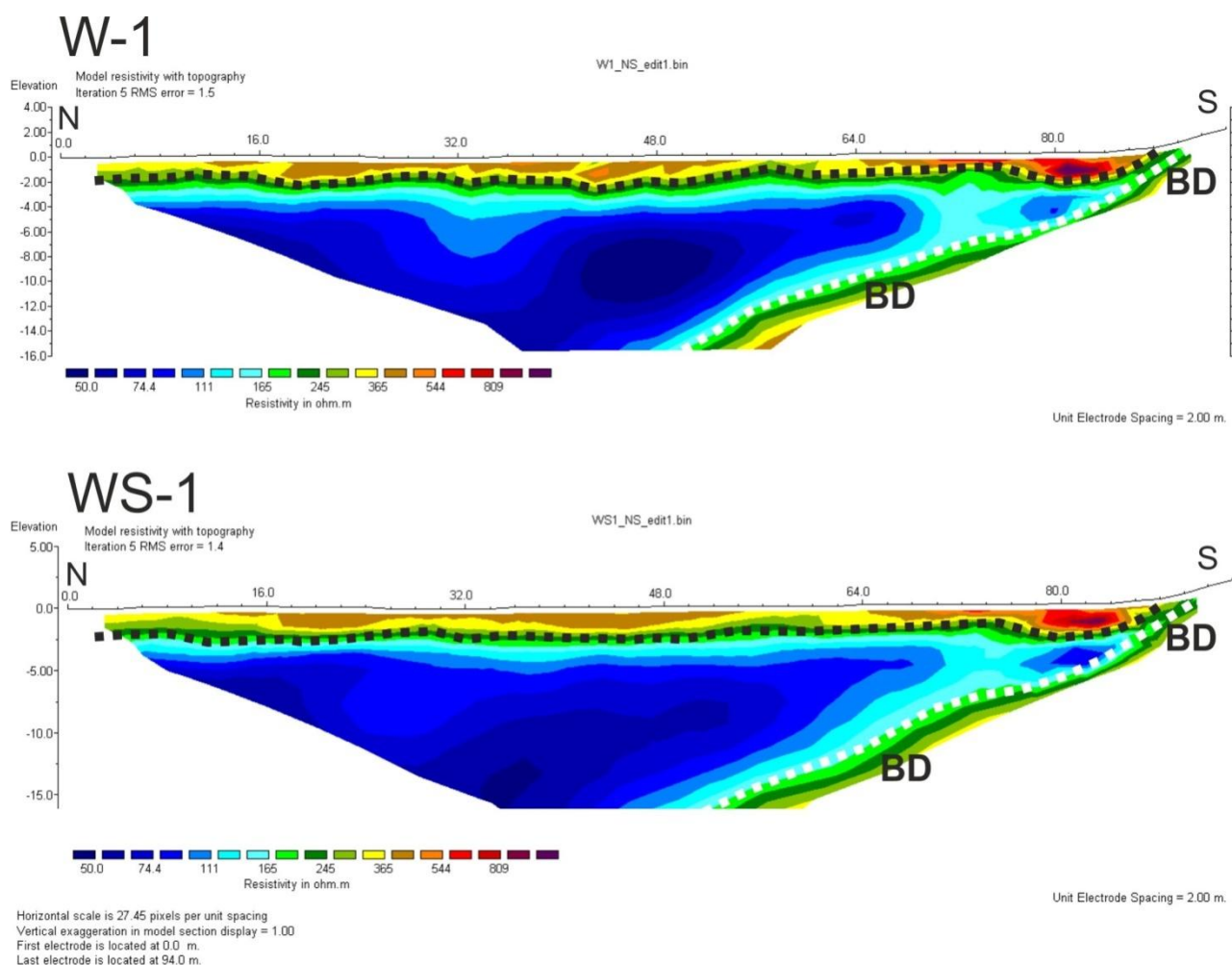


Fig. 4 Rilievi ERT W e WS (resistività elettriche reali) interpretati, relativi all'area TB.

Il confronto con i dati GPR acquisiti lungo il medesimo tracciato (Figure-5 e 6) conferma l'interpretazione precedente. Infatti, verso Sud è possibile evidenziare il top del substrato (tratteggio bianco) che si immerge al di sotto di sedimenti fittamente stratificati evidenziabili con chiarezza fino a circa 2 m di profondità, mentre al di sotto l'elevata attenuazione dell'onda elettromagnetica rende molto basso il rapporto segnale/rumore. Questo conferma la presenza di materiali fini saturi d'acqua al di sotto di uno strato superficiale vadoso. Tra 70 e 90 m circa dall'inizio del profilo le caratteristiche del segnale GPR evidenziano la probabile presenza di materiali anche grossolani già a partire dalla superficie, mentre nella parte tra l'inizio del profilo e 70 m circa, sono, come detto, presenti materiali fini fittamente stratificati. Questo è confermato da un profilo perpendicolare che incrocia il precedente (Figura-7) nel punto contrassegnato IN e che ha direzione W-E, ovvero dal bordo della torbiera attiva verso la parte stabilizzata dal bosco. Tale profilo mostra, infatti, sedimenti fini fittamente stratificati entro i primi 2 m che proseguono fino ad almeno 4-5 m di profondità, mentre al di sotto non sono più riconoscibili a causa dell'elevata attenuazione del segnale.

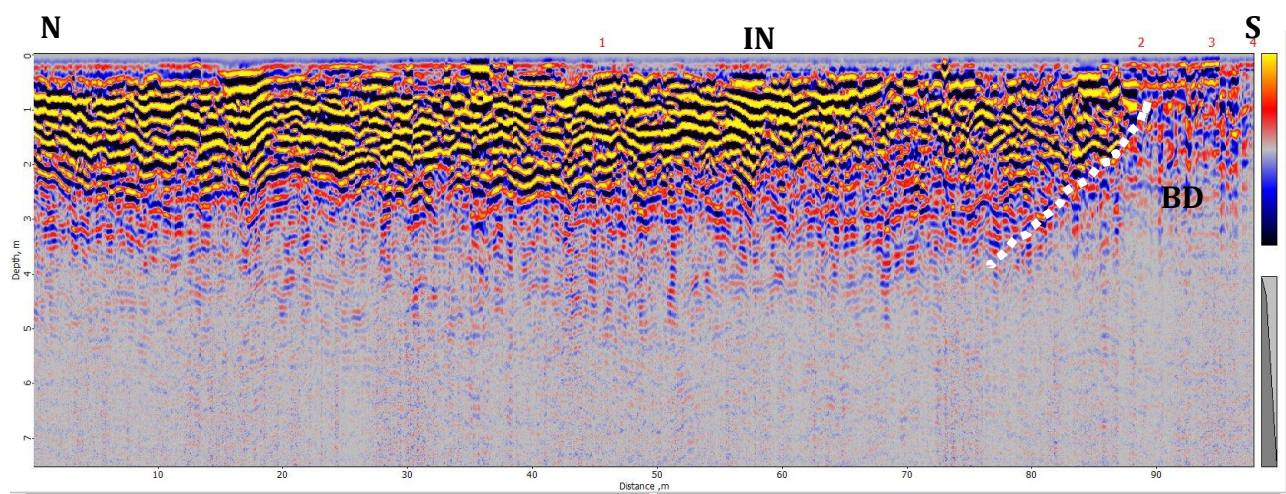


Fig. 5 Profilo GPR lungo il profilo ERT nell'area TB elaborato ed interpretato.

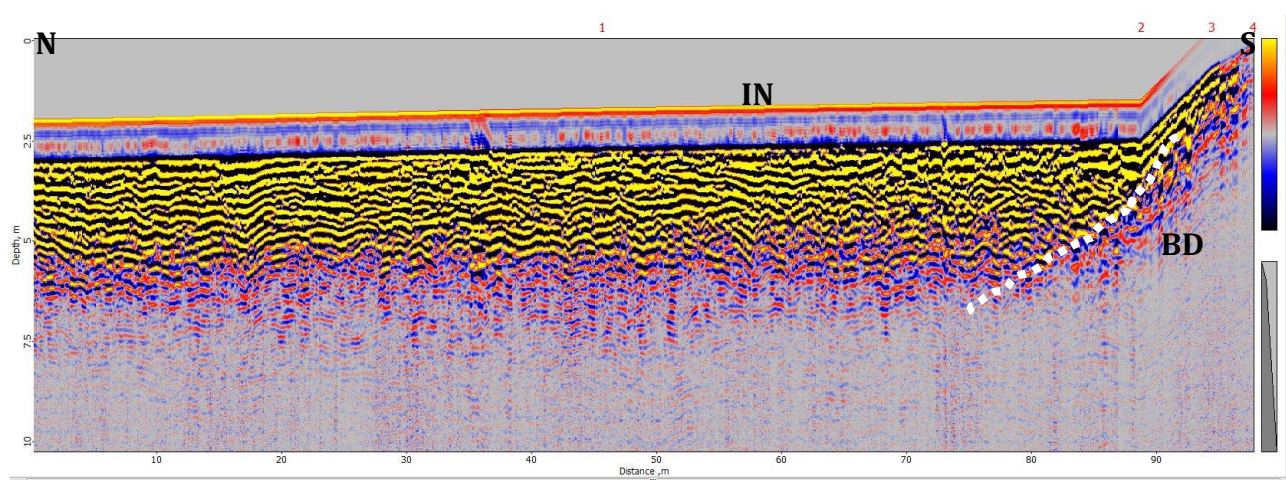


Fig. 6 Stesso profilo di Fig. 5 dopo l'applicazione della correzione topografica.

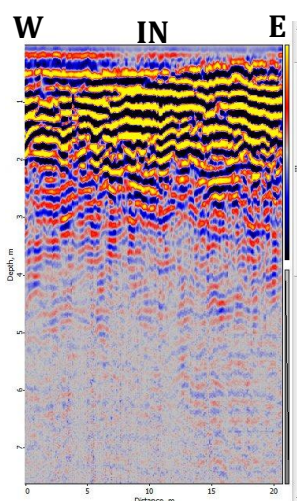


Fig. 7 Profilo GPR perpendicolare al precedente. L'incrocio avviene nel punto indicato come IN.

Area TA

In Figura-8 vengono mostrati i risultati dell'inversione dei rilievi W e WS relativi al profilo ERT-1 (corto). Si noti come i valori nelle due modalità siano decisamente simili a testimonianza dell'elevata affidabilità e qualità dei risultati. Indice di ciò è anche il valore molto basso RMS% pari a 0.9 per il rilievo W e a 1.7 per quello WS. L'albero è stato indicato per facilitare l'ubicazione visiva del profilo rispetto ad un abete isolato presente all'interno dell'area TB.

La situazione sembra, dal punto di vista geofisico, decisamente diversa rispetto all'area TB. In TA, infatti, al di sotto di uno strato basso resistivo con spessore di circa 1 m è presente un livello con resistività superiori a 400 Ohm x m avente spessore all'incirca costante a pari a 5-6 m. Più in profondità tende a diminuire.

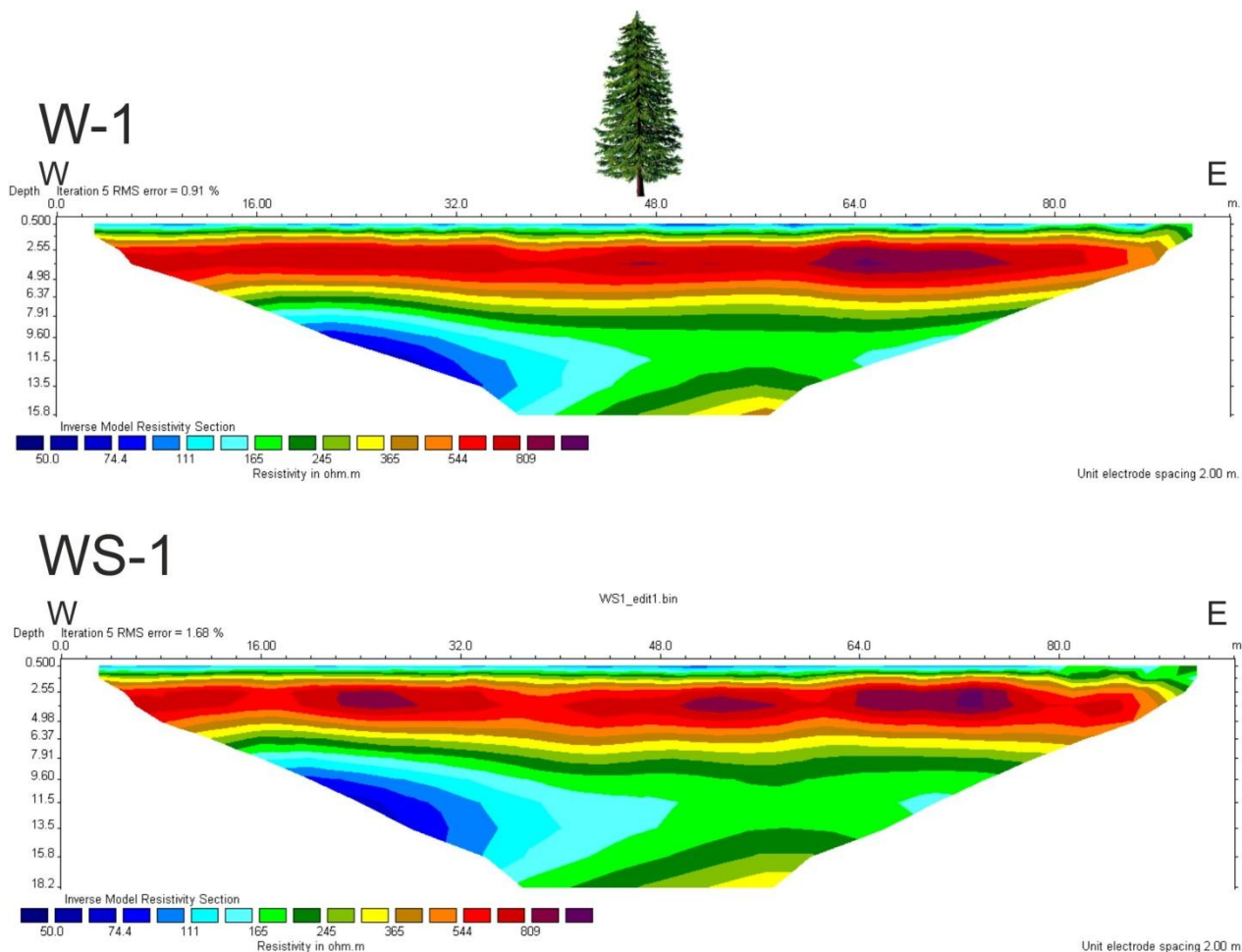


Fig. 8 Profilo ERT-1 in modalità W e WS.

Analizzando il profilo ERT-2 (lungo) acquisito pochi metri a Sud del precedente e ad esso parallelo, si nota come, in realtà all'interno del pianoro avente toponimo "Nembolùcia" vi siano non solo rilevanti variazioni di resistività verticali, ma anche laterali (Figura-9). Si può evidenziare, infatti, che lo strato basso resistivo superficiale è sempre presente e tende ad aumentare di spessore da Ovest a Est. Il sottostante livello alto resistivo è lateralmente continuo, anche se il suo spessore ha alcune variazioni. Più in profondità è evidenziabile un livello alto resistivo (valori superiori a circa 400 Ohm x m) che si estende fino ad almeno 40 m di profondità dalla superficie. Tale livello può ragionevolmente essere interpretato come il bedrock (BD) formato da rocce coerenti o sciolte. Si sottolinea, anche in questo caso, come l'inversione dei rilievi W e WS siano piuttosto simili a testimonianza dell'elevata affidabilità e qualità dei risultati. Indice di ciò è anche il valore RMS% basso, anche se superiore ai casi precedenti, pari a 2.7 per il rilievo W e a 2.8 per quello WS.

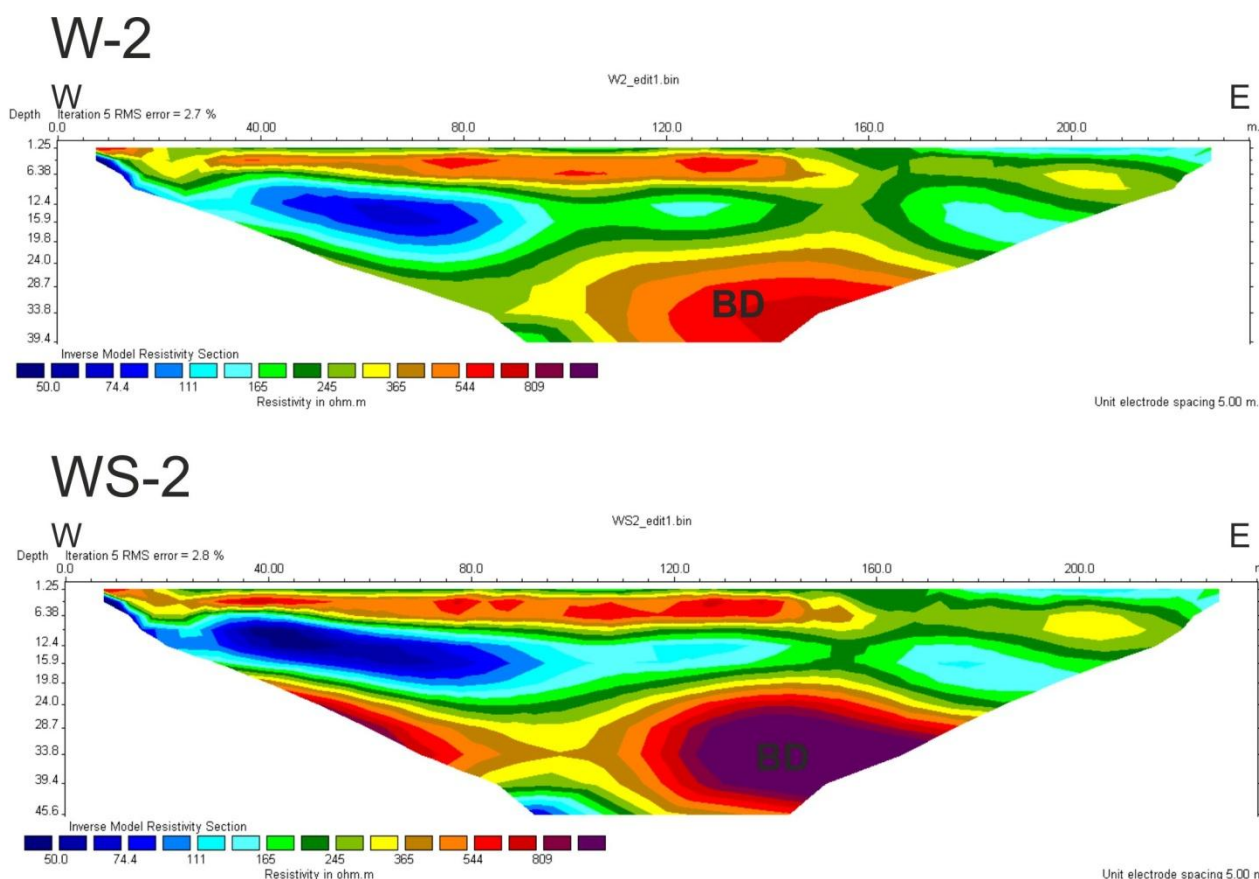


Fig. 9 Profilo ERT-2 in modalità W e WS.

In Figura-10 viene riportata la sovrapposizioni dei rilievi ERT-1 (corto) e ERT-2 (lungo) per la sola modalità W. Pur con diverso grado di risoluzione, evidentemente maggiore per il profilo ERT-1, si evidenzia un'ottima corrispondenza, conferma indiretta dell'elevata qualità e affidabilità delle misure.

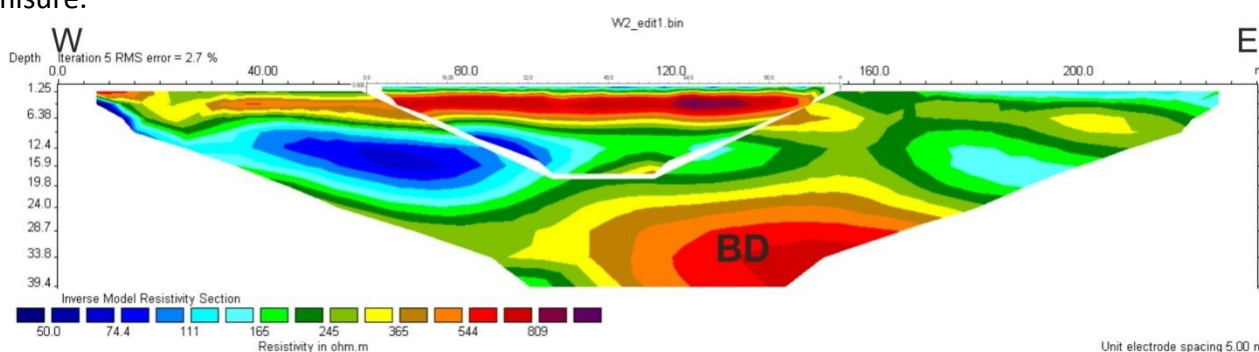


Fig. 10 Sovrapposizione del profilo ERT-1 (corto) su quello ERT-2 (lungo), entrambi in modalità W.

I rilievi GPR condotti nell'area TA (Figure-11 e 12) risultano piuttosto diversi rispetto all'area TB. Non si individuano, infatti, stratificazioni evidenti e lateralmente continue, mentre localmente sono presenti diffrazioni indice di possibili blocchi o trovanti di varie dimensioni.

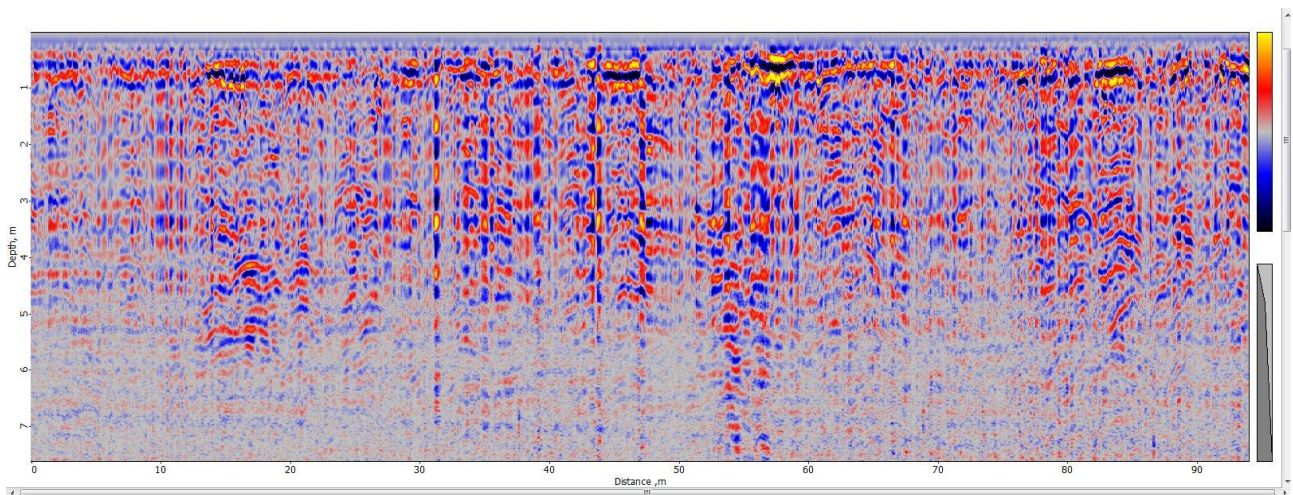
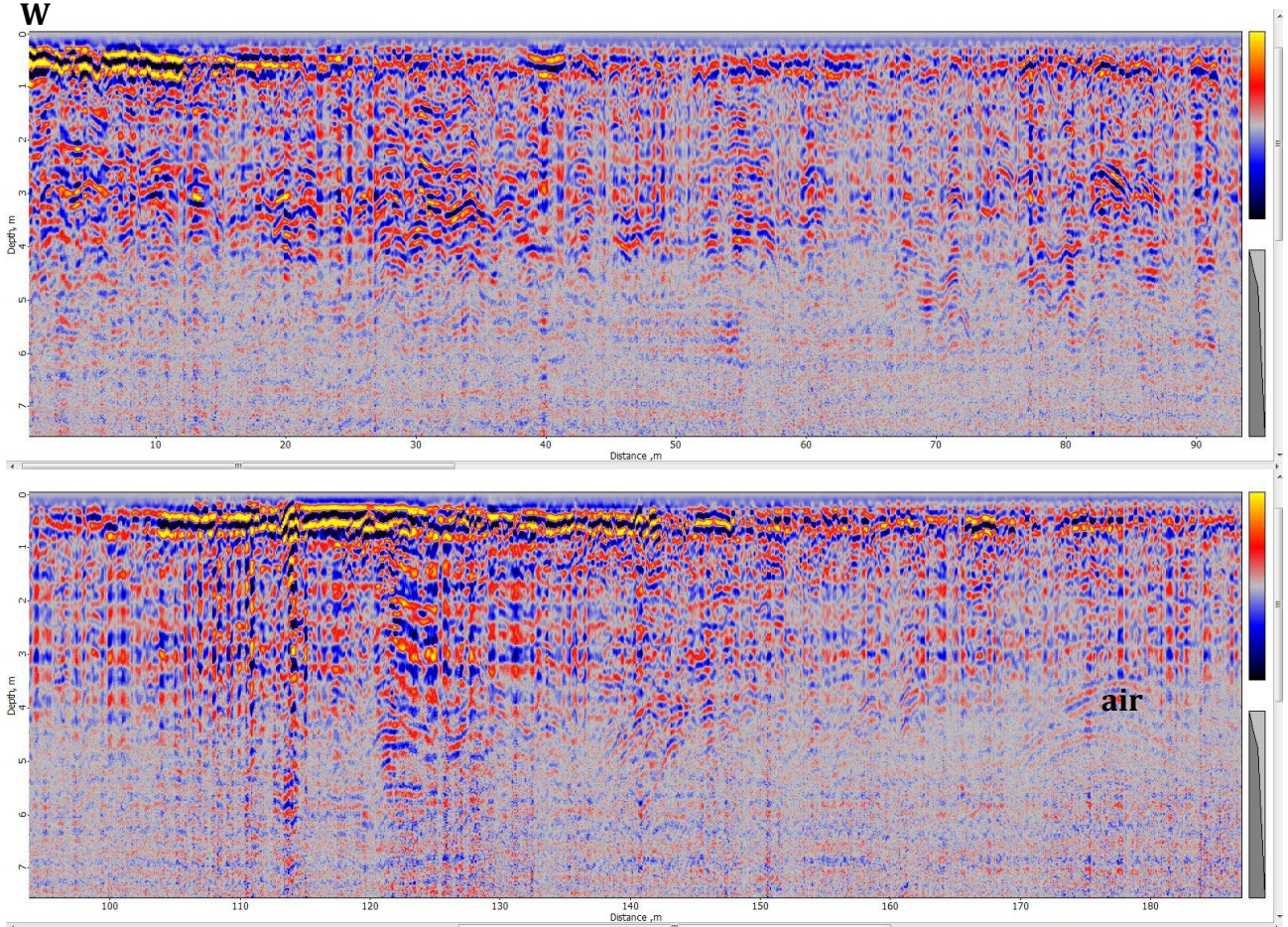
W**E**

Fig. 11 Profilo GPR acquisito lungo il profilo ERT-1.

Il profilo acquisito lungo il rilievo ERT-2 (lungo), mostrato in Fig. 12, evidenzia verso l'estremo Ovest una maggiore penetrazione del segnale, fino a oltre 4 m, mentre spostandosi verso l'estremo Est, la profondità massima raggiunta è inferiore al metro. Questo ben si spiega tenendo conto dei valori di resistività e dello spessore delle strato superficiale che, come detto, tende ad aumentare verso Est.

W

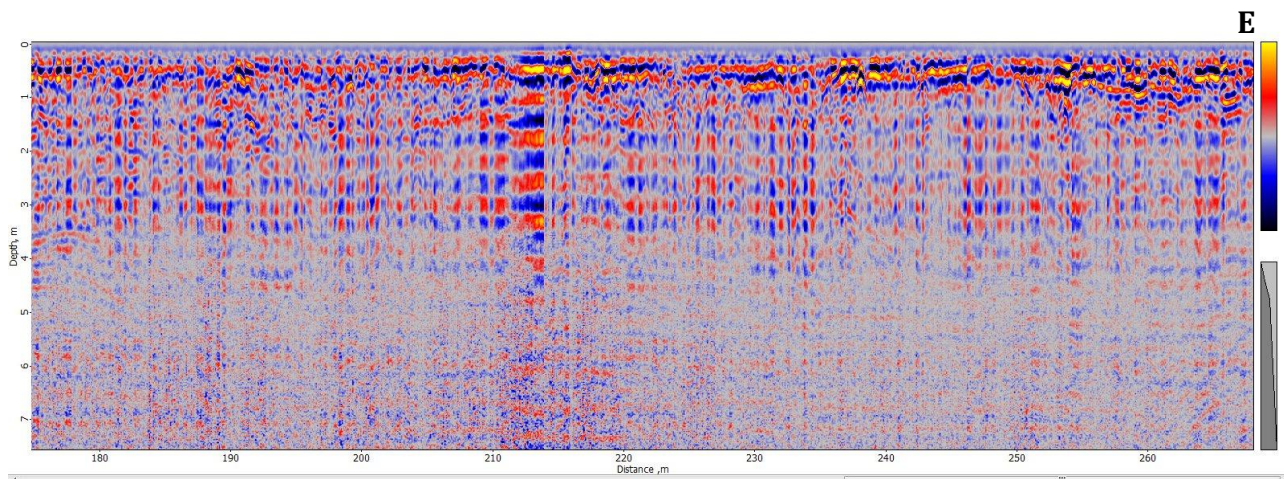


Fig. 12 Profilo GPR acquisito lungo il profilo ERT-2. Per una migliore visualizzazione il profilo è stato suddiviso in tre parti, sopra rappresentate. La sigla "air" identifica una diffrazione da parte di un oggetto posto al di sopra delle superficie topografica.

Conclusioni

I rilievi geofisici condotti nella zona di Cima Corso (UD) hanno permesso di evidenziare diverse strutture presenti nel sottosuolo e caratterizzarne i materiali. Nell'area TB, caratterizzata da una torbiera attiva, è stato possibile evidenziare i materiali torboso-argillosi saturi in acqua e contrassegnati da resistività inferiori a 100 Ohm x m. Si è inoltre evidenziato che tali depositi riempiono una conca il cui substrato raggiunge profondità di almeno 15 m e si raccorda verso Sud con il rilievo esistente. I dati GPR confermano quanto sopra descritto.

Nell'area TA la situazione è diversa essendo caratterizzata da materiali conduttivi in superficie e da due livelli, rispettivamente più e meno resistivi in profondità, presenti con una certa continuità laterale entro l'intera zona prativa. A partire da almeno 18-20 m di profondità sono presenti materiali più resistivi interpretabili come il substrato roccioso. I rilievi GPR sono compatibili con quanto sopra descritto, anche se i materiali conduttivi presenti in superficie hanno fortemente limitato la penetrazione del segnale, soprattutto nella porzione orientale dell'area.