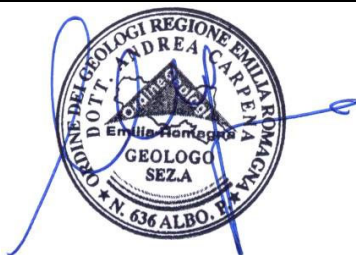


**Impianto di produzione di energia elettrica da fonte
solare e relative opere connesse della potenza di
24,586 MWp**

**Provincia di Piacenza
Comune di Cortemaggiore, Località Morlenzo**

**MISURE DI CONDUCIBILITA', RESISTIVITA' TERMICA,
TOMOGRAFIA ELETTRICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO**



03/09/2024	00	Emissione finale	A. Carpena	L. Marabeti G. D'Amico	F. Boni Castagnetti
Data	Rev.	Descrizione Emissione	Preparato	Verificato	Approvato
Logo Committente e Denominazione Commerciale 			ID Documento Committente Cod055_FV_00039_BER MISURE DI CONDUCIBILITA', RESISTIVITA' TERMICA, TOMOGRAFIA ELETTRICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO		
Logo Appaltatore e Denominazione Commerciale Futuro Solare 1 S.r.L.			ID Documento Appaltatore 1914_Misure conducibilità, resistività termica, tomografia elettrica impianto		

	ID Documento Committente	Pagina 2 / 26
	Cod055_FV_00039_BER	Numero Revisione
	MISURE DI CONDUCIBILITA' – RESISTIVITA' TERMICA – TOMOGRAFIA ELETTRICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	00

Sommario

1	INTRODUZIONE.....	3
2	MISURE DI CONDUCIBILITA' – RESISTIVITA' TERMICA	6
2.1	Introduzione alle misure di conducibilità termica	6
2.2	Strumentazione e criteri di acquisizione	8
2.3	Elaborazione dati con TCReader.....	11
3	TOMOGRAFIA ELETTRICA	18
3.1	Breve introduzione alla tomografia elettrica	18
3.2	Strumentazione impiegata ed elaborazione dati	20
3.2.1	Profilo geoelettrico TOMO1	20
3.2.2	Profilo geoelettrico TOMO2	23

1 INTRODUZIONE

Nell'ambito di un generale quadro geofisico conoscitivo a supporto del Progetto di realizzazione di un Impianto Fotovoltaico, ricadente nel settore nord-occidentale del comune di Cortemaggiore, in provincia di Piacenza, è stata pianificata una Campagna di Indagini geofisiche integrative, che viene appena qui di seguito elencata e nei successivi capitoli descritta.



Figura 1a: Prospettica da drone del 14-02-2024 (da Sud verso Nord)

- n. 5 analisi di conducibilità/resistività termica in sito (RT);
Nota: nella numerazione, la postazione RT4 non è presente poiché si riferisce alla sottostazione elettrica a cui è associata una specifica relazione geofisica.
- n. 2 analisi di tomografia elettrica (TOMO);

Figura 4 in testo è riportata l'ubicazione delle prospezioni eseguite associate all'impianto.



Figura 2b: Prospettica da drone del 14-02-2024 (da Est verso Ovest)



Figura 3c: Prospettica da drone del 14-02-2024 (da Ovest verso Est)



Figura 4: Ubicazione indagini geoelettriche e di resistività Termica (da estratto satellitare, 24-06-2021)

Legenda:

TOMO1 profili di tomografia elettrica (24 elettrodi equispaziati di 2.5 metri: L=60m)



RT01



Postazioni di misura di Resistività Termica (**Rt**)

	ID Documento Committente	Pagina 6 / 26
	Cod055_FV_00039_BER	Numero Revisione
	MISURE DI CONDUCIBILITA' – RESISTIVITA' TERMICA – TOMOGRAFIA ELETTRICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	00

2 MISURE DI CONDUCIBILITA' – RESISTIVITA' TERMICA

In totale sono state eseguite, nell'area in oggetto, nr. 5 misure di resistività termica con la tecnica del cosiddetto sensore non stazionario.

Nota (1): tutte le misure sono state eseguite a profondità oscillanti dai 95 ai 100 cm da p.c., in relazione alla stabilità di ogni singolo pre-foro, destinato all'alloggiamento della sonda termica.

Nota (2): prima di avviare la misura della conducibilità, lo strumento TCR24 esegue una verifica sistematica della “stabilità termica” così come stabilito dalla normativa attualmente vigente. Questo passaggio risulta fondamentale per valutare le caratteristiche intrinseche del terreno, la funzionalità degli apparati elettronici interni; sia della sonda che dell'acquisitore.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche tecniche di acquisizione ed elaborazione del dato grezzo.

2.1 Introduzione alle misure di conducibilità termica

La Conducibilità Termica si manifesta come scambio di energia termica all'interno di corpi o tra corpi solidi, liquidi o gassosi, in contatto tra di loro, senza movimento macroscopico di materia.

Lo scambio termico è dovuto alla cessione di energia cinetica molecolare (rotazionale e vibrazionale) da zone ad alta temperatura verso zone adiacenti a più bassa temperatura. Nel caso particolare dei solidi metallici, oltre a tale meccanismo si deve considerare anche la componente di energia trasportata grazie al moto degli elettroni.

L'entità dell'energia termica, che si scambia o che si propaga nel corpo considerato, dipende dalla geometria e dalle caratteristiche di esso oltre che dalla differenza di temperatura tra le regioni del corpo interessate allo scambio termico. Per esempio, se si riveste un serbatoio di acqua bollente con lana di vetro (materiale isolante termico), si riduce progressivamente l'entità della dispersione termica con l'aumentare dello spessore dell'isolante. Tale dispersione dipenderà inoltre dalla differenza di temperatura tra acqua ed ambiente circostante e dall'estensione dell'area disperdente.

Il valore del coefficiente di *conduzione termica o conducibilità termica* λ delle diverse sostanze varia entro limiti larghissimi, esso dipende dallo stato del materiale e può variare con la temperatura, la pressione e gli eventuali trattamenti termici che il materiale ha subito.

La conducibilità termica, come detto, si misura, nel sistema internazionale (SI), in $W / (m K)$.

	ID Documento Committente	Pagina 7 / 26
	Cod055_FV_00039_BER	Numero Revisione
	MISURE DI CONDUCIBILITA' – RESISTIVITA' TERMICA – TOMOGRAFIA ELETTRICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	00

La

Tabella 1 riporta indicativamente le proprietà termofisiche principali di terre e rocce, inclusa la **Conducibilità termica (λ) [W/(m K)]** per le diverse classi di sostanze.

<i>Terre e rocce</i>	<i>Densità (kg/m³)</i>	<i>Calore specifico (J/kg K)</i>	<i>Conducibilità termica (W/m K)</i>
<i>Argille e limi asciutti</i>	1440	840	0,2 - 1,0
<i>Argille e limi umidi</i>	2100	1050	1,2 - 2,3
<i>Marne umide senza quarzo</i>	2080 - 2640	879	1,0 - 1,6
<i>Marne umide con quarzo</i>	2080 - 2640	879	1,7 - 3,1
<i>Ghiaie e sabbie secche</i>	1890	800	0,3 - 0,9
<i>Ghiaie e sabbie umide</i>	2010	840	1,3 - 1,8
<i>Ghiaie e sabbie sature</i>	2100	960	1,8 - 2,4
<i>Calcari</i>	1600 - 2700	920	2,4 - 3,4
<i>Arenarie</i>	1900 - 2500	1005	1,5 - 4,2
<i>Dolomiti</i>	2700 - 2850	879	3,2 - 5,0
<i>Gneiss</i>	2600 - 2850	920	2,1 - 4,2
<i>Marmi</i>	2670 - 2750	920	2,5 - 3,0
<i>Graniti</i>	2650	879	2,4 - 3,8
<i>Granodioriti</i>	2700	879	2,9 - 3,5
<i>Dioriti</i>	2800	920	2,8 - 3,6
<i>Basalti</i>	2950	796	1,3 - 2,9
<i>Gabbri</i>	2950	753	1,9 - 4,0
<i>Aria a 25 °C</i>	1,2	717 - 1003	0,025
<i>Ghiaccio a 0 °C</i>	900	2100	2,1
<i>Acqua a 25 °C</i>	1000	4177	0,6

Tabella 1: rif. Baietto et alii, 2010

	ID Documento Committente	Pagina 8 / 26
	Cod055_FV_00039_BER	Numero Revisione
	MISURE DI CONDUCIBILITA' – RESISTIVITA' TERMICA – TOMOGRAFIA ELETTRICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	00

2.2 Strumentazione e criteri di acquisizione

Per l'esecuzione delle prove di conducibilità termica, è stata impiegata una centralina **MAE (Advanced Geophysics Instruments)** – modello **TCR 24**.

È stata utilizzata una sonda CTS 120 specifica per misure di conducibilità termica in foro di 120 cm di lunghezza.

Per la realizzazione dei fori necessari per l'alloggiamento della sonda di misura, è stato impiegato un martello tassellatore con punta di perforazione DN 20 mm con dedicata asta di prolunga per l'esecuzione del pre-foro.

Lo Strumento **MAE - TCR 24** è espressamente dedicato alla misura della conducibilità termica del terreno (attitudine del terreno a trasmettere il calore).



Figura 5: Strumento MAE - TCR 24

I valori restituiti i nei report successivi saranno i seguenti:

- **Conducibilità termica (λ)** espressi in: **W/m K**
- **Resistività termica (R_t)** espressi in: **m K/W**

Dove: la Resistività Termica è l'inverso della Conducibilità Termica [$R_t = 1/\lambda$]

Questa tipologia di indagine viene effettuata, solitamente, prima della posa di cavidotti interrati, oppure prima della realizzazione di pozzi geotermici per il prelievo di calore dal terreno ad uso riscaldamento o condizionamento di edifici.

GENERALI	
<i>CPU</i>	<i>CORE4418</i>
<i>Peso</i>	<i>3 kg</i>
<i>Dimensioni (cm)</i>	<i>27,1 X 24,8 X 12,3</i>
<i>Alimentazione</i>	<i>Li-ion 10,8V/12,4Ah</i>
<i>Autonomia</i>	<i>>8 ore</i>
<i>Condizione ambientali</i>	<i>-20°C / 70°C</i>
<i>Interfacce</i>	<i>USB</i>
<i>Display</i>	<i>TFT-LCD capacitivo da 7" con touch-screen</i>
<i>Contenitore</i>	<i>IP67</i>
<i>Codice HS</i>	<i>90158011</i>
ACQUISIZIONE	
<i>Tipologia di misura</i>	<i>Resistività e conducibilità termica</i>
<i>Numero canali</i>	<i>2</i>
<i>ADC</i>	<i>24 bit</i>
<i>Conducibilità termica</i>	<i>da 0,1 a 6 W/m*K</i>
<i>Resistività termica</i>	<i>da 0,17 a 10 m*K/W</i>
<i>Memoria interna</i>	<i>5GB fino a 300000 acquisizioni</i>
<i>Accuratezza</i>	<i>+/-6%</i>
<i>Intervallo di misura</i>	<i>da 300s a 960s</i>
<i>lunghezza lancia</i>	<i>1,2m</i>
<i>lunghezza sonda</i>	<i>0,17 m</i>
<i>Diametro sonda</i>	<i>6,3 mm</i>

Tabella 2: Specifiche Tecniche strumento TCR 24:

La misura può essere effettuata in sito con la **sonda CTS120** fino a profondità di 120 cm (v. **Figura 6**), oppure, qualora siano necessarie indagini a profondità maggiori, è possibile prelevare campioni di terreno (carote) ed effettuare la misura in laboratorio con l'apposita sonda da laboratorio (**sonda CTS45**).



Figura 6: sonda CTS120

Il dato acquisito può essere esaminato direttamente in campagna al termine della fase di acquisizione regolata in modo automatico dalla strumentazione e viene espresso graficamente e numericamente in **watt / (metri x kelvin)** abbreviato: **(W/m K)**, dove:

watt = unità di potenza;

metro = unità di distanza;

kelvin = unità di temperatura.

Operativamente è sufficiente praticare un foro nel terreno mediante un comune trapano di media potenza ed una punta di perforazione DN 20 mm con asta di prolunga. Si infila quindi la sonda nel foro praticato e con una leggera pressione si infigge il puntale della sonda (“ago termico”), in cui sono incorporati un filo di riscaldamento ed un sensore di temperatura, per circa 20 cm., allo scopo di ottenere il migliore accoppiamento con il terreno.



Figura 7: Esecuzione della prova

	ID Documento Committente	Pagina 11 / 26
	Cod055_FV_00039_BER	Numero Revisione
	MISURE DI CONDUCIBILITA' – RESISTIVITA' TERMICA – TOMOGRAFIA ELETTRICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	00

Appendice teorica:

Il principio, come sopraccennato, si basa sulla proprietà di sorgente lineare: dopo un breve periodo transitorio l'aumento di temperatura ΔT , dipende solo dalla potenza del riscaldatore Q e dalla Conducibilità Termica λ .

Misurando la potenza del riscaldatore e tracciando la temperatura nel tempo può essere calcolata la conducibilità termica del terreno. Questo parametro influisce sulla capacità di un materiale di condurre il calore o fungere da isolante, vale a dire che maggiore è il valore di λ o k , meno isolante è il materiale.

Procedura operativa di misurazione:

Tramite la semplice pressione di un tasto si avvia quindi la procedura di acquisizione dati ("ciclo di riscaldamento"), gestita in modo automatico dallo strumento, della durata di circa 900 secondi. Il dato numerico e grafico viene archiviato su memoria SD (con possibilità di esportazione tramite USB), per essere successivamente elaborato con software dedicato **TCR-READER** della MAE.

RIFERIMENTI NORMATIVI:

le prove sono state condotte conformemente alle normative di riferimento **ASTM D 5334-14** (*Standard Test Method for Determination of Thermal Conductivity of Soil and Soft Rock by Thermal Needle Probe Procedure*) e **IEEE 442-1981** – (*Guide for Soil Thermal Resistivity Measurements*).

2.3 Elaborazione dati con TCReader

I dati, acquisiti in formato (.txt), sono stati trasferiti su PC per essere visualizzati e/o rielaborati. L'applicazione consente infatti di analizzare nuovamente la curva di temperatura risultante e tradurre i tempi specifici per il calcolo posizionando i cursori (barre verticali) nei punti che l'operatore intende analizzare.

Nota: la temperatura iniziale di ogni stazione di misura viene impostata graficamente in corrispondenza dell'origine degli assi cartesiani.

POSTAZIONE DI MISURA RT01

Si riportano qui di seguito i risultati ottenuti, sia in formato tabellare che sotto forma di grafico.

Impostazioni misura

Resistenza sonda : **83,07** Ohm/m
Tensione riscaldatore : **4,5** V
Potenza riscaldatore : **5,58103** W/m
Durata : **600** s

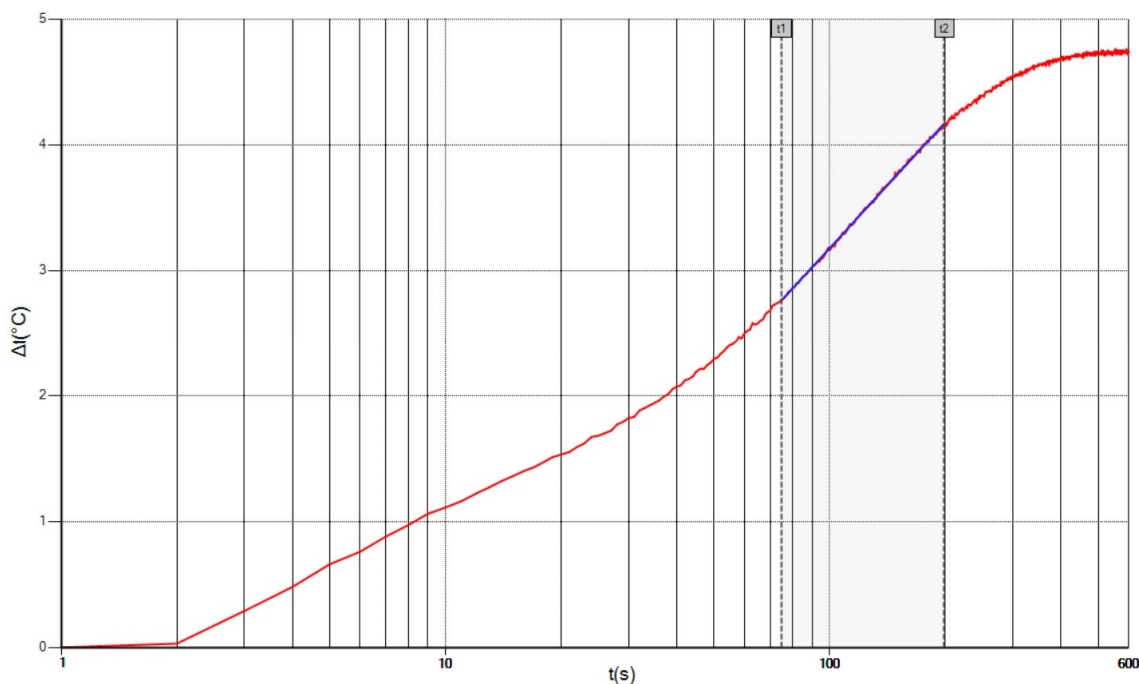
Parametri di calcolo

t1 : **75** s
t2 : **199** s
T1 : **30,13** °C
T2 : **31,52** °C

POSTAZIONE RT01 - GRAFICO “CURVA DI TEMPERATURA”

Risultati – RT01

Conducibilità termica : **0,307** W/mK
Resistività termica : **3,253** mK/W
Temperatura iniziale : **27,36** °C
Temperatura finale : **32,10** °C



POSTAZIONE DI MISURA RT02

Si riportano qui di seguito i risultati ottenuti, sia in formato tabellare che sotto forma di grafico.

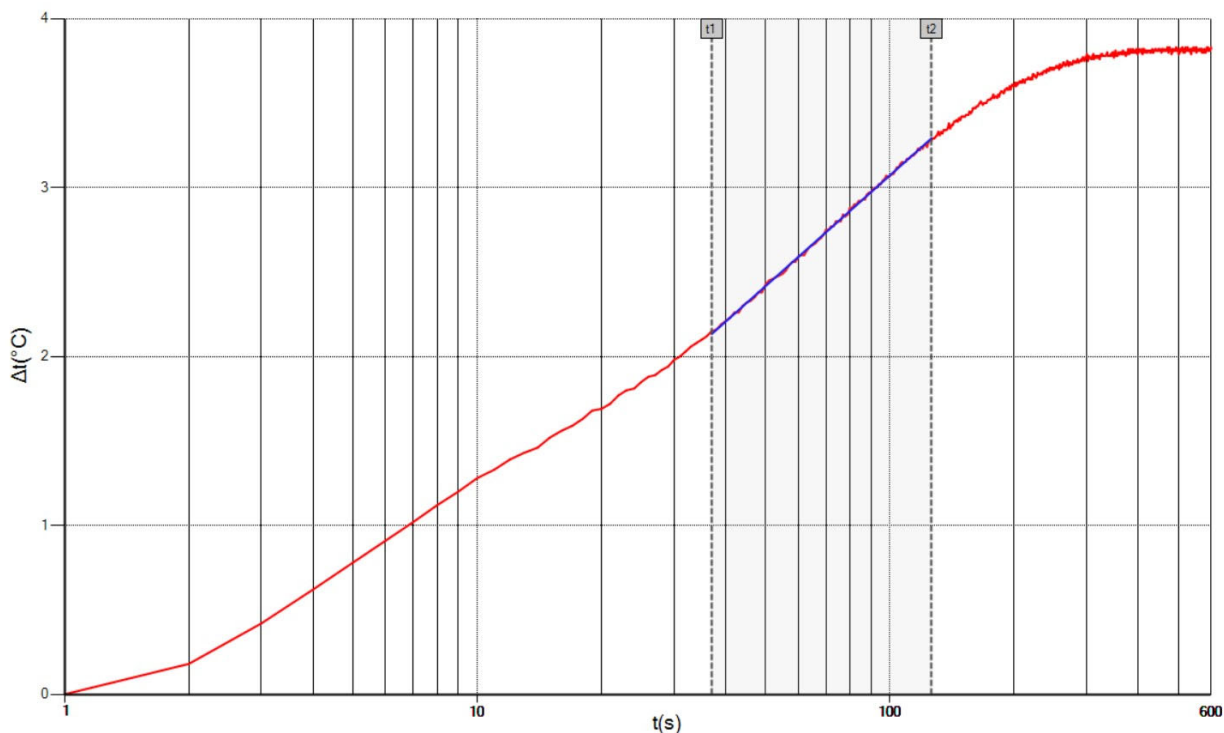
Impostazioni misura

Resistenza sonda : **83,07** Ohm/m
Tensione riscaldatore : **4,5** V
Potenza riscaldatore : **5,58103** W/m
Durata : **600** s

Parametri di calcolo

t1 : **37** s
t2 : **126** s
T1 : **29,13** °C
T2 : **30,26** °C

POSTAZIONE RT02 - GRAFICO “CURVA DI TEMPERATURA”



Risultati – RT02

Conducibilità termica : **0,470** W/mK
Resistività termica : **2,128** mK/W
Temperatura iniziale : **26,98** °C
Temperatura finale : **30,81** °C

POSTAZIONE DI MISURA RT03

Si riportano qui di seguito i risultati ottenuti, sia in formato tabellare che sotto forma di grafico.

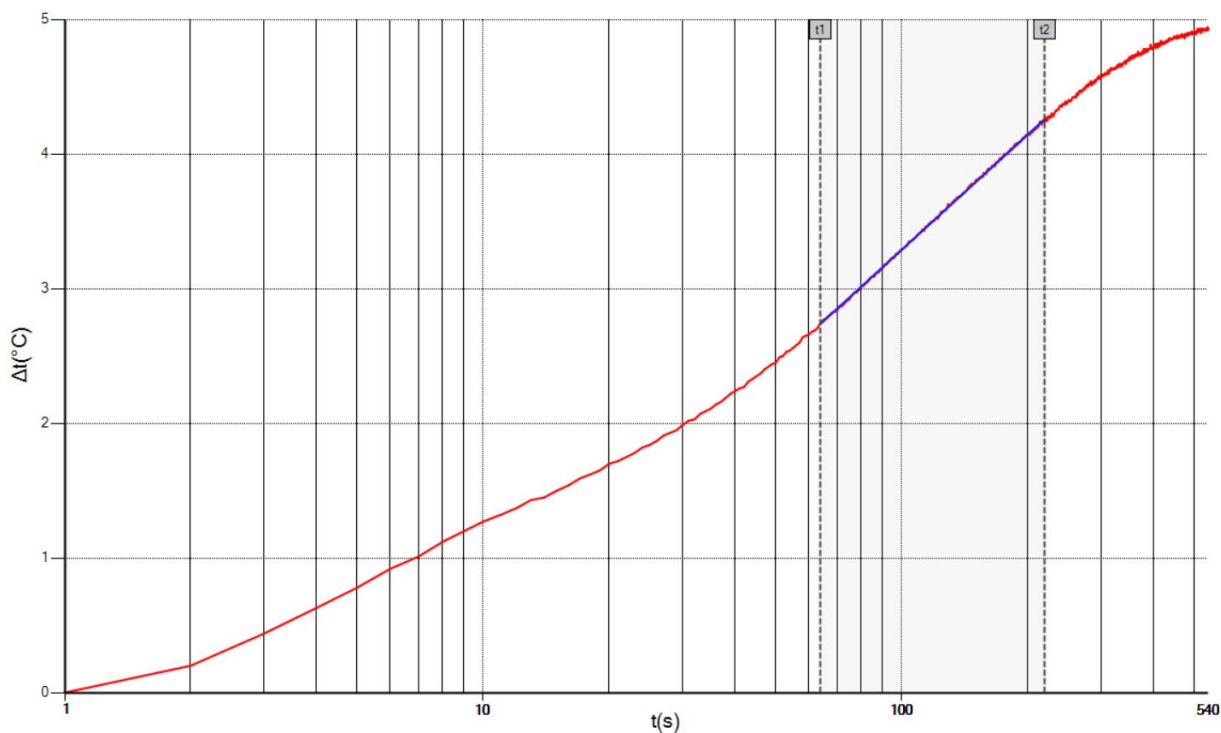
Impostazioni misura

Resistenza sonda : **83,07** Ohm/m
Tensione riscaldatore : **4,5** V
Potenza riscaldatore : **5,58103** W/m
Durata : **600** s

Parametri di calcolo

t1 : **64** s
t2 : **220** s
T1 : **29,66** °C
T2 : **31,15** °C

POSTAZIONE RT03 - GRAFICO “CURVA DI TEMPERATURA”



Risultati – RT03

Conducibilità termica : **0,360** W/mK
Resistività termica : **2,777** mK/W
Temperatura iniziale : **26,91** °C
Temperatura finale : **31,83** °C

POSTAZIONE DI MISURA RT05

Si riportano qui di seguito i risultati ottenuti, sia in formato tabellare che sotto forma di grafico.

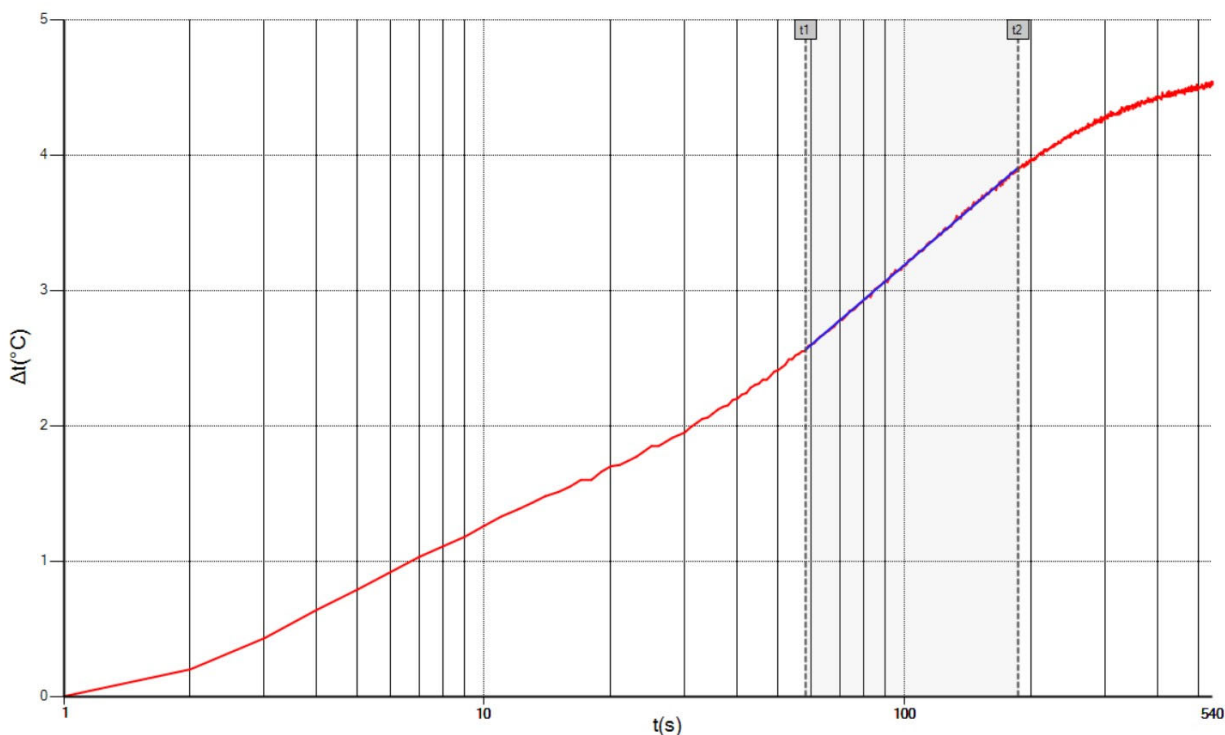
Impostazioni misura

Resistenza sonda : **83,07** Ohm/m
Tensione riscaldatore : **4,5** V
Potenza riscaldatore : **5,58103** W/m
Durata : **600** s

Parametri di calcolo

t1 : **58** s
t2 : **186** s
T1 : **31,26** °C
T2 : **32,59** °C

POSTAZIONE RT05 - GRAFICO “CURVA DI TEMPERATURA”



Risultati – RT05

Conducibilità termica : **0,385** W/mK
Resistività termica : **2,600** mK/W
Temperatura iniziale : **28,71** °C
Temperatura finale : **33,25** °C

POSTAZIONE DI MISURA RT06

Si riportano qui di seguito i risultati ottenuti, sia in formato tabellare che sotto forma di grafico.

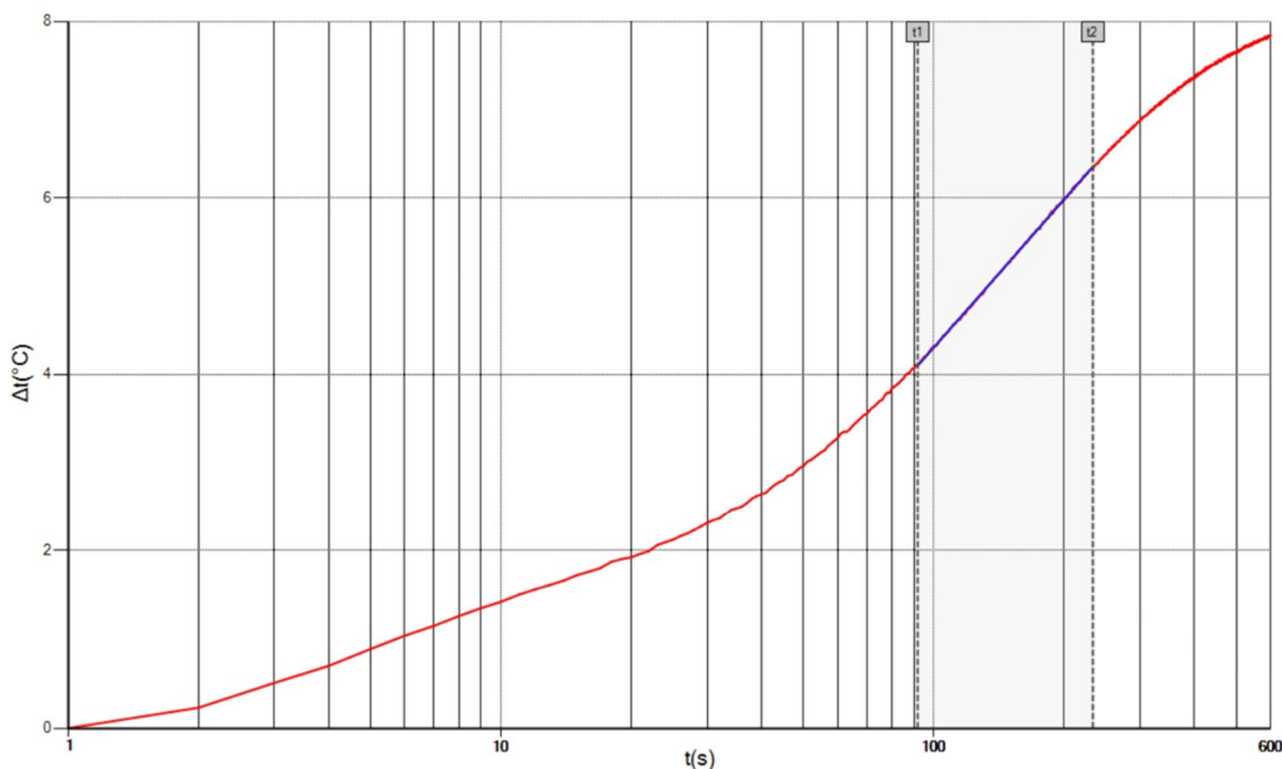
Impostazioni misura

Resistenza sonda : **83,07** Ohm/m
Tensione riscaldatore : **4,5** V
Potenza riscaldatore : **5,58103** W/m
Durata : **600** s

Parametri di calcolo

t1 : **92** s
t2 : **233** s
T1 : **31,69** °C
T2 : **33,89** °C

POSTAZIONE RT06 - GRAFICO “CURVA DI TEMPERATURA”



Risultati – RT06

Conducibilità termica : **0,183** W/mK
Resistività termica : **5,451** mK/W
Temperatura iniziale : **27,57** °C
Temperatura finale : **35,41** °C

	ID Documento Committente	Pagina 17 / 26
	Cod055_FV_00039_BER	Numero Revisione
	MISURE DI CONDUCIBILITA' – RESISTIVITA' TERMICA – TOMOGRAFIA ELETTRICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	00

<i>Nr. postazione</i>	<i>Resistività Termica [mK/W]</i>
RT01	3,253
RT02	2,128
RT03	2,777
RT05	2,600
RT06	5,451

Tabella 3: Riepilogo risultati ottenuti di Resistività Termica (Rt)

Si ricava un valore medio di **Resistività Termica (Rt)** di: **3,242 mK/W**

	ID Documento Committente	Pagina 18 / 26
	Cod055_FV_00039_BER	Numero Revisione
	MISURE DI CONDUCIBILITA' – RESISTIVITA' TERMICA – TOMOGRAFIA ELETTRICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	00

3 TOMOGRAFIA ELETTRICA

A completamento della Campagna Geofisica, contrariamente a quanto riportato in Specifica Tecnica, sono stati acquisiti di nr. 2 profili geoelettrici tomografici. Tale tipologia di indagine permette di avere informazioni sino ad almeno 8 metri da piano campagna per l'intero sviluppo di ogni singolo stendimento.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche tecniche di acquisizione ed elaborazione del dato grezzo.

3.1 Breve introduzione alla tomografia elettrica

La metodologia “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.

Gli 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.

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 fratturazione e quindi forma, dimensione e continuità dei pori;
- percentuale di presenza di fluidi interstiziali (essenzialmente presenza di acqua);
- grado di salinità dell'acqua di saturazione;
- presenza di matrice fine.

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.

$$\begin{array}{c}
 A1_ _ _ _ _ A1_ _ _ M_ _ _ O_ _ _ N_ _ _ B1_ _ _ _ _ B2 \\
 \text{Dispositivo Schlumberger} \\
 A1_ _ _ M1_ _ _ O_ _ _ N1_ _ _ B1 \Rightarrow An_ _ _ Mn_ _ _ O_ _ _ Nn_ _ _ Bn \\
 \text{Dispositivo Wenner} \\
 A1_ _ _ B1_ _ _ O_ _ _ M1_ _ _ N1 \Rightarrow An_ _ _ Bn_ _ _ O_ _ _ Mn_ _ _ Nn \\
 \text{Dispositivo Dipolo-Dipolo}
 \end{array}$$

	ID Documento Committente	Pagina 19 / 26
	Cod055_FV_00039_BER	Numero Revisione
	MISURE DI CONDUCIBILITA' – RESISTIVITA' TERMICA – TOMOGRAFIA ELETTRICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	00

Generalmente i dispositivi utilizzati sono simmetrici rispetto ad un punto centrale O al quale si riferisce il valore misurato.

La coppia (A-B) costituisce il circuito con il quale s'immette corrente nel terreno, la coppia (M-N) è il circuito di misura della differenza di potenziale generata nel terreno stesso dal passaggio della corrente.

Si misurano così le variazioni del campo elettrico, indotte dalle eterogeneità litologiche presenti nel sottosuolo; queste variazioni sono più o meno marcate in funzione del contrasto di resistività elettrica esistente fra mezzi con caratteristiche differenti.

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.

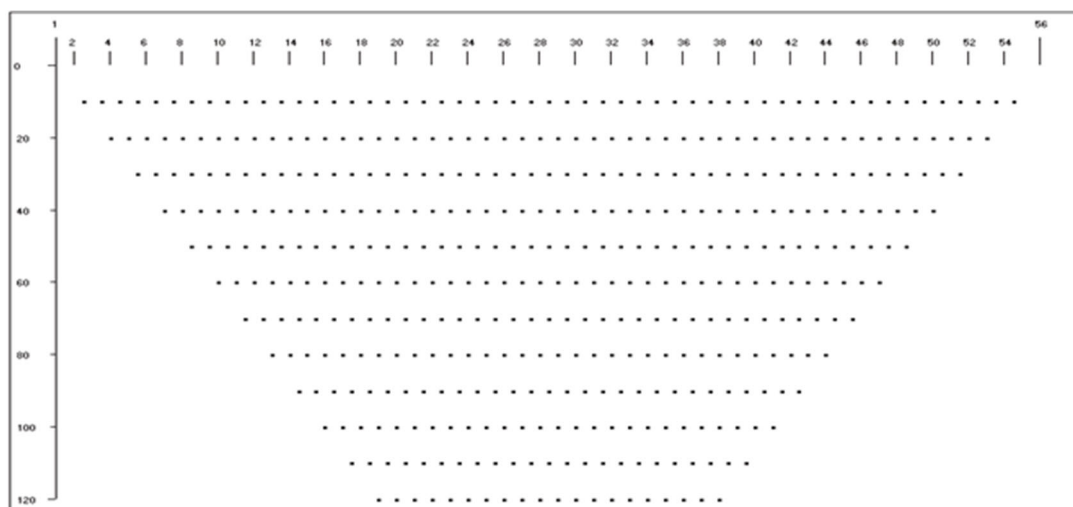


Figura 8: Esempio di distribuzione delle misure.

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 "calcolata", definendo in particolare gli effetti delle "variazioni laterali" e quindi restituendo una rappresentazione finale largamente corrispondente alla situazione reale.

La configurazione geometrica utilizzata è stata di tipo **Schlumberger**.

	ID Documento Committente	Pagina 20 / 26
	Cod055_FV_00039_BER	Numero Revisione
	MISURE DI CONDUCIBILITA' – RESISTIVITA' TERMICA – TOMOGRAFIA ELETTRICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	00

3.2 Strumentazione impiegata ed elaborazione dati

Come sopra detto, sono stati realizzati n. 2 profili geoelettrici, denominati:

TOMO 1 (L = 60.00 m)
TOMO 2 (L = 60.00 m).

3.2.1 Profilo geoelettrico TOMO1

TOMO1 - SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE ELETTRICA ESEGUITA

<i>Tipo Prospezione:</i>	SEV		SEO		TOMOGRAFIA ELETTRICA	X
<i>Nome stendimento</i>	TOMO1					
<i>Ubicazione</i>	VEDI FIGURA 2 ALLEGATA AL TESTO					
<i>Strumento utilizzato</i>	AMBROGEO – Mangusta System MC 24/144E					
<i>N° elettrodi utilizzati / N° totali</i>	24					
<i>Interdistanza cavi</i>	Cavo singolo					
<i>Interdistanza elettroica</i>	2.5 m					
<i>Lunghezza stendimento</i>	60.0 m					
<i>Sistema di energizzazione</i>	interno, con potenza massima output $\pm 600 V$					
<i>Filtro applicato</i>	Su software in fase di editing					
<i>Scarto max misura diretta/inversa</i>	$\pm 0.2\%$					
<i>Programma utilizzato per elaborazione dati</i>	RES 2d inv					
<i>Allegati al presente documento</i>	Sezioni interpretative 2D					

MANGUSTA SYSTEM MC 24/144E

Multichannel Electrical Imaging Systems



	ID Documento Committente	Pagina 21 / 26
	Cod055_FV_00039_BER	Numero Revisione
	MISURE DI CONDUCIBILITA' – RESISTIVITA' TERMICA – TOMOGRAFIA ELETTRICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	00

Indagine elettrica TOMO1

Il profilo geoelettrico denominato TOMO1 ha consentito di investigare i terreni sino ad una profondità massima dal p.c. di circa 8.00 m (vedi sezioni allegate appena sotto).

La configurazione geometrica ha previsto l'infissione di n. 24 elettrodi con interdistanza pari a 2.5 m.

La sezione in esame ha mostrato dei valori di resistività variabili da 10 a circa 30 $\Omega*m$.

La sezione investigata evidenzia, per quasi tutta la lunghezza dello stendimento, una coltre superficiale con spessore variabile da 4,6 m a 6,5 metri e valori di resistività generalmente compresi tra 10 e 15 $\Omega*m$, indice di terreni in prevalenza coesivi.

Al di sotto è stato individuato, senza sensibili variazioni laterali, un secondo elettro-strato, che si estende fino alla massima profondità di indagine (circa 8.00 m), caratterizzato da valori di resistività compresi tra 16 e 30 $\Omega*m$ compatibile con terreni in prevalenza granulari saturi, con un sensibile incremento di densità con la profondità.



Figura 9: Postazione TOMO 1

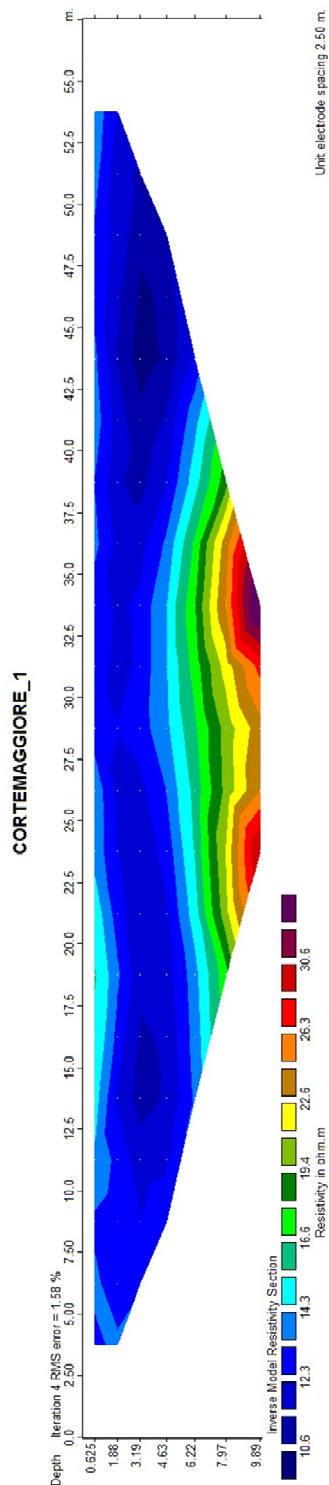


Figura 10: Sezione Tomografica (TOMO-01).

	ID Documento Committente	Pagina 23 / 26
	Cod055_FV_00039_BER	Numero Revisione
	MISURE DI CONDUCIBILITA' – RESISTIVITA' TERMICA – TOMOGRAFIA ELETTRICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	00

3.2.2 Profilo geoelettrico TOMO2

TOMO2 - SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE ELETTRICA ESEGUITA

<i>Tipo Prospezione:</i>	SEV		SEO		TOMOGRAFIA ELETTRICA	X
<i>Nome stendimento</i>	TOMO2					
<i>Ubicazione</i>	VEDI FIGURA 2 ALLEGATA AL TESTO					
<i>Strumento utilizzato</i>	AMBROGEO – Mangusta MC 24/144E					
<i>N° elettrodi utilizzati / N° totali</i>	24					
<i>Interdistanza cavi</i>	Cavo singolo					
<i>Interdistanza elettroica</i>	2.5 m					
<i>Lunghezza stendimento</i>	60.0 m					
<i>Sistema di energizzazione</i>	interno, con potenza massima output $\pm 600 V$					
<i>Filtro applicato</i>	Su software in fase di editing					
<i>Scarto max misura diretta/inversa</i>	$\pm 0.2\%$					
<i>Programma utilizzato per elaborazione dati</i>	RES 2d inv					
<i>Allegati al presente documento</i>	Sezioni interpretative 2D					

MANGUSTA SYSTEM MC 24/144E

Multichannel Electrical Imaging Systems



	ID Documento Committente	Pagina 24 / 26
	Cod055_FV_00039_BER	Numero Revisione
	MISURE DI CONDUCIBILITA' – RESISTIVITA' TERMICA – TOMOGRAFIA ELETTRICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	00

Indagine elettrica TOMO2

Il profilo geoelettrico denominato TOMO2 (L = 60.00 m), ha consentito, similmente al profilo TOMO1, di investigare i terreni sino ad una profondità massima dal p.c. di circa 8.0 m (vedi sezione allegata sotto).

La configurazione geometrica ha previsto l'infissione di n. 24 elettrodi con interdistanza pari a 2.5 m.



Figura 11: Postazione TOMO 2

Il profilo geoelettrico denominato TOMO2 ha consentito di investigare i terreni sino ad una profondità massima dal p.c. di circa 8.00 m (vedi sezioni allegate appena sotto).

La configurazione geometrica ha previsto l'infissione di n. 24 elettrodi con interdistanza pari a 2.5 m.

La sezione in esame ha mostrato dei valori di resistività variabili da 9 a circa 48 $\Omega \cdot m$.

La sezione investigata evidenzia, per quasi tutta la lunghezza dello stendimento, una coltre superficiale con spessore di circa 4,0 metri e valori di resistività generalmente compresi tra 9 e 14 $\Omega \cdot m$, indice di terreni in prevalenza coesivi.

Al di sotto è stato individuato, senza sensibili variazioni laterali, un secondo elettro-strato, che si estende fino alla massima profondità di indagine (circa 8.00 m), caratterizzato da valori di resistività compresi tra 18 e 45 $\Omega \cdot m$ compatibile con terreni in prevalenza granulari saturi, con un sensibile incremento di densità con la profondità.

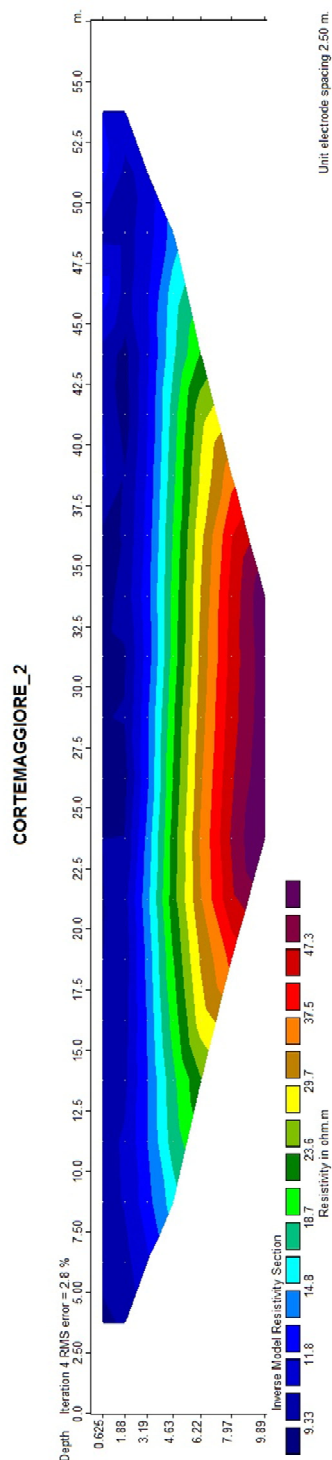


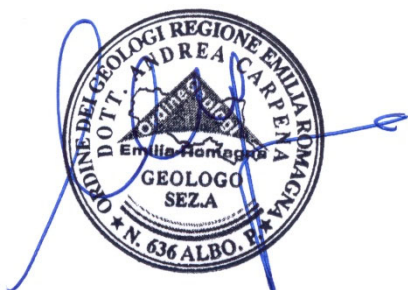
Figura 12: Sezione Tomografica (TOMO-02).

	ID Documento Committente	Pagina 26 / 26
	Cod055_FV_00039_BER	Numero Revisione
	MISURE DI CONDUCIBILITA' – RESISTIVITA' TERMICA – TOMOGRAFIA ELETTRICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	00

Il Rappresentante Legale per Georeflex srl

Dott. Geol. Andrea Carpena

(iscrizione all'Albo dei Geologi della Regione Emilia Romagna: 636 dal 1992)



GEOREFLEX S.r.l.

Sede legale: Via Fioruzzi n. 15 - 29100 Piacenza (PC)
 Capitale sociale Euro 30.000,00 i.v.
 Reg. Imprese PC n° 0116440333 – REA 131568
 c.f. 01164400333
 p.IVA 01164400333