

# Andrea Casella Geologo

---

studio tecnico - Piazza Berlinguer 38, 56010 Metato (San Giuliano Terme - PI)

RISULTATI DELLE INDAGINI GEOELETTRICHE  
ESEGUITE TRAMITE 1 PROFILO DI RESISTIVITÀ 2D  
IN LOC. TIRRENIA (PI), VIA DELLE ERICHE

Comm.te

*GENNAIO 2007*

---

## RISULTATI DELLE INDAGINI GEOELETTRICHE ESEGUITE TRAMITE 1 PROFILO DI RESISTIVITÀ 2D IN LOC. TIRRENIA (PI), VIA DELLE ERICHE.

---

### PREMESSE

La presente relazione sintetizza i risultati di un'indagine geoelettrica eseguita, mediante 1 profilo di resistività 2D, in loc. Tirrenia (PI).

L'indagine in oggetto è stata effettuata nell'ambito di studi geologico-tecnici in corso per un lotto dove è in progetto una demolizione e ricostruzione di edificio. Ha avuto lo scopo principale, mediante anche confronto con altri tipi di indagine, di verificare, mediante la misura delle caratteristiche di resistività dei terreni, l'eventuale presenza nel sottosuolo di sabbie sature in acqua salmastra o salata.

Infatti queste indagini geoelettriche, seppure di tipo indiretto, permettono di effettuare ricostruzioni lungo un profilo bidimensionale, potendosi infine ricollegare le variazioni di resistività del terreno con le variazioni litologiche e di porosità/alterazione/saturazione esistenti.

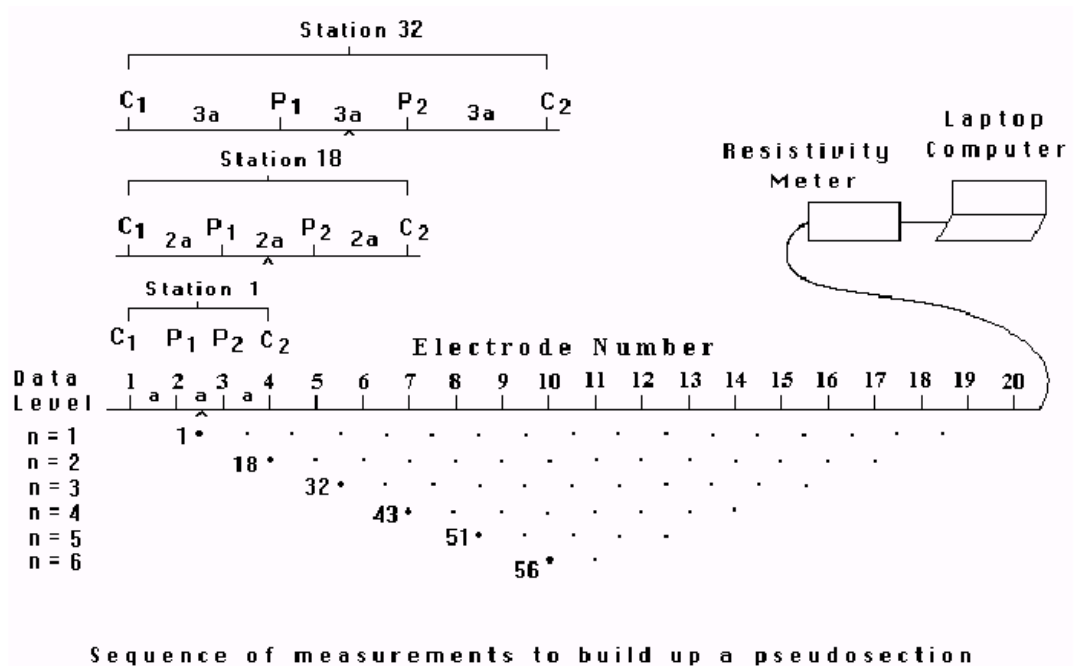
Come si osserva nella cartografia allegata, il profilo di resistività è stato eseguito lungo il marciapiede di Via Pisorno, al bordo del lotto, quindi in direzione grosso modo ortogonale a quella della linea di costa.

Per le prospezioni è stato utilizzato un georesistivimetro *Syscal R1 + Switch 48* della *Iris Instrument*, dotato di convertitore di potenza interno (200 W, 600 V max). L'attrezzatura è completata da un dispositivo che comprende due rotoli di multicavo a 24 mandate e 48 elettrodi, utilizzabili indifferentemente come punti di corrente e di misura.

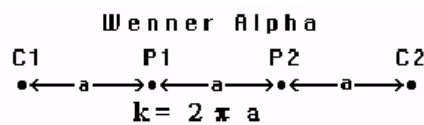
### MODALITÀ ESECUTIVE DEI PROFILI DI RESISTIVITÀ 2D

Nell'ambito delle indagini geoelettriche, per ottenere una più accurata ricostruzione delle caratteristiche dei terreni presenti di quanto non si abbia con i sondaggi elettrici verticali (*SEV*), si può ricorrere a modelli bidimensionali, in cui possano apprezzarsi variazioni di resistività, lungo la linea di sondaggio, non solo in senso verticale, ma anche in senso orizzontale.

Una prospezione geoelettrica 2-D viene eseguita utilizzando un certo numero di elettrodi, di solito equispaziati lungo la linea di indagine, secondo lo schema riportato nella seguente figura (tratta da *M.H. Loke* – 1997/2001).



La sequenza di misurazioni dipende dal tipo di dispositivo utilizzato. Nello schema sottostante è illustrato il dispositivo quadripolare *Wenner* :



in cui  $C1-P1=P1-P2=P2-C2$  (con C1,C2 elettrodi di corrente e P1,P2 elettrodi di potenziale). Traslando il dispositivo lungo la linea di sondaggio si effettuano tutte le misurazioni relative a una distanza interelettrodica "a", poi quelle relative a "2a", "3a", e così via fino a completare tutte le possibili misurazioni, il cui numero è tanto maggiore, per una lunghezza totale di stendimento, quanto più il passo "a" è piccolo.

Al termine, l'insieme dei valori di resistività apparente ottenuti viene diagrammato in "pseudosezioni"; nel "*contouring*" delle pseudosezioni, di solito il punto in cui viene proiettato il valore di resistività apparente corrisponde, orizzontalmente, al punto centrale del set di elettrodi cui si riferisce la misura stessa. Verticalmente il punto è proiettato, convenzionalmente, a una distanza proporzionale alla distanza tra gli elettrodi, tenendo presente anche il dispositivo elettrodico impiegato.

La pseudosezione fornisce un'immagine approssimata e distorta della

---

resistività del terreno. Con ausilio di appositi software di inversione è possibile, a partire dall'insieme di dati ottenuti, ottenere un modello di resistività reale.

Il software utilizzato è il *RES2DINV* (vers. 3.51) della *Geotomo Software*; esso è in grado di determinare un modello di resistività bidimensionale per il terreno a partire dai dati ottenuti da un profilo di resistività.

Elaborando i valori di resistività apparente calcolati viene tracciata una pseudosezione; la routine di inversione è poi condotta mediante un metodo di ottimizzazione ai minimi quadrati, non lineare. Può essere utilizzato sia il metodo alle differenze finite che quello agli elementi finiti, ed è possibile eliminare dal modello i dati affetti da errore.

Il modello 2D utilizzato dal programma di inversione è costituito da un certo numero di blocchi rettangolari, la disposizione dei quali è strettamente legata alla distribuzione dei punti di misura nella pseudosezione.

#### INTERPRETAZIONE

Per il profilo in oggetto sono state effettuate misurazioni utilizzando l'array *Wenner*. Esso presenta le seguenti caratteristiche:

- lunghezza = 60,0 m
- passo (minima distanza interelettroica) = 2,0 m
- numero elettrodi di misura = 31
- numero di letture = 145, distribuite su 10 livelli di misura.
- opzione "model refinement" (utilizzo di blocchi di larghezza pari alla metà del passo elettroico)
- model blocks utilizzati dal software per l'inversione: 376
- model layers: 10
- punti utilizzati per l'inversione: 135
- pseudodepth minima = 1,02 m ; massima = 10,2 m.

Alla presente relazione è allegato il tabulato con i valori di resistività apparente ricavati dalle misure di campagna. Come già accennato, il software utilizza una modellazione in "blocchi" per invertire i dati di resistività apparente e pervenire a sezioni 2D di resistività reale.

I grafici a colori che riassumono i risultati delle prospezioni si riferiscono, dall'alto verso il basso, a:

- a) pseudosezione di resistività apparente derivante dai dati di campagna;
- b) pseudosezione di resistività apparente teorica (calcolata dal nostro modello);
- c) modello di resistività del terreno ottenuto dall'inversione.

In una tavola a parte è stata riportata la sezione elettrostratigrafica, con note interpretative. Si osserva quanto segue:

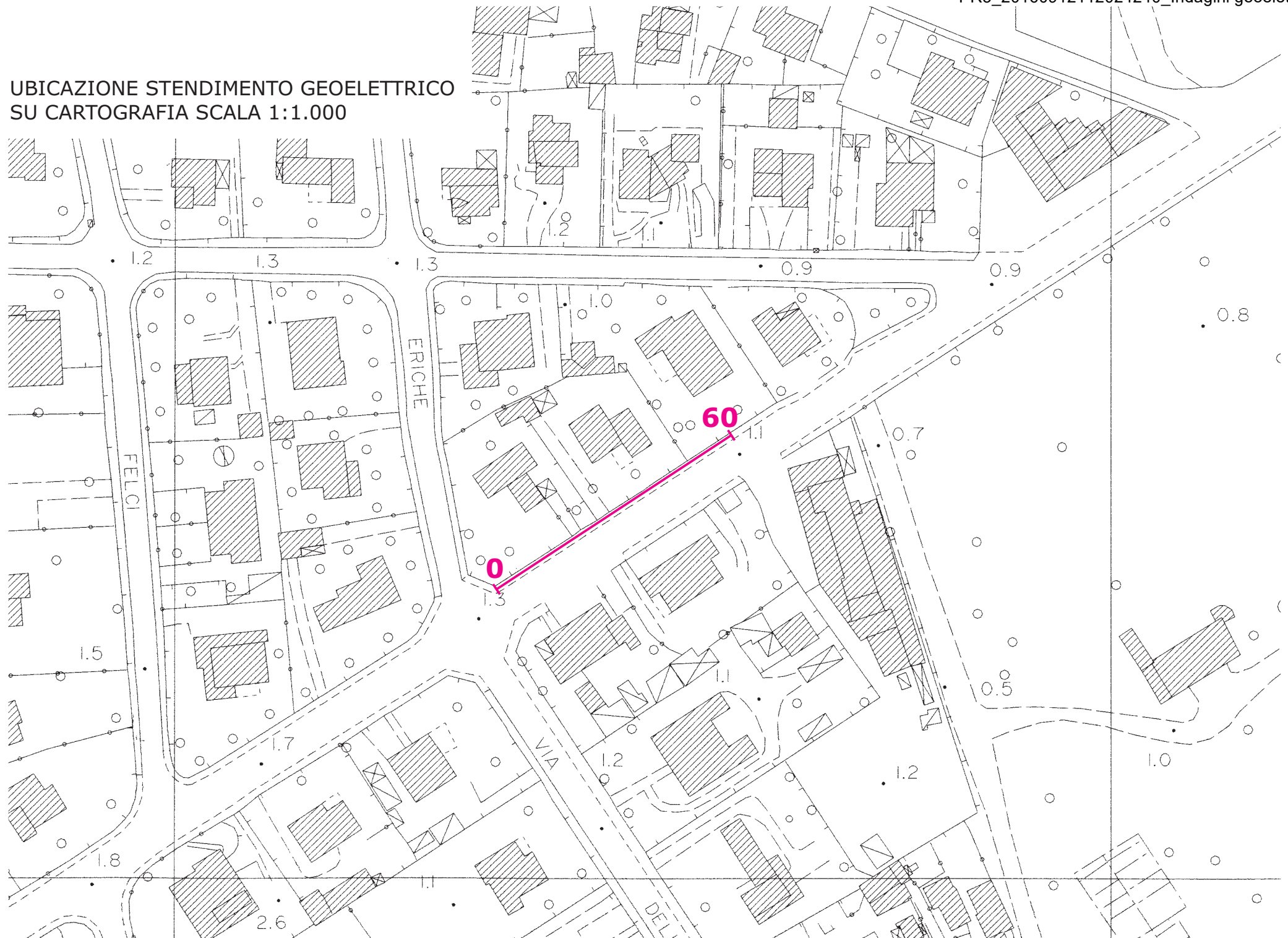
- Le resistività calcolate con il modello di inversione variano fra 2,11 e 1250  $\Omega\text{m}$  circa.
- E' evidente, in superficie, la presenza di un resistivo di spessore relativamente modesto. Esso è interpretabile come lo strato superficiale e di riporto, e lo strato di sabbie asciutte, al di sopra del livello di falda freatica.
- Al di sotto, e fino a una profondità dell'ordine degli 8-9 m, si hanno terreni di resistività compresa tra i 10 ed i 50  $\Omega\text{m}$ . Tali valori, considerando anche le litologie esistenti, sono compatibili con litotipi sabbiosi e limo-sabbiosi saturi in acqua dolce; man mano che ci si avvicina agli 8-9 m di profondità, la resistività progressivamente diminuisce. Come riferimento per l'interpretazione, si sono considerati i seguenti campi medi di variazione per la resistività:
  - terreno saturo in acqua "dolce":  $\rho > 7-8 \Omega\text{m}$  ;
  - terreno saturo in acqua "salata":  $\rho$  sugli 0,5-1,5  $\Omega\text{m}$ .
- A partire dagli 8 m circa, e fino alla profondità massima indagata, si hanno valori di resistività che possono indicare la fascia di transizione ad acque di tipo salmastro (resistività inferiori ai 7  $\Omega\text{m}$  e superiori agli 1,5  $\Omega\text{m}$ ).
- Nell'ambito dello spessore di terreno indagato non si arriva a valori di resistività inferiori ai 2  $\Omega\text{m}$ , e quindi non si ritiene di essere arrivati a rilevare la presenza di acque salate vere e proprie, ma solo, verso il basso, la fascia di transizione a litotipi sabbiosi e limo-sabbiosi saturi in acqua salmastra.

*ALLEGATI:*

- *planimetria scala 1:1.000 con ubicazione profilo di resistività*
- *tabulato dati misurati e resistività apparenti*
- *schema modellazione in blocchi*
- *pseudosezioni e modello di resistività*
- *sezione elettrostratigrafica con note interpretative*

*San Giuliano T.me, 25/01/2007*

UBICAZIONE STENDIMENTO GEOELETTRICO  
SU CARTOGRAFIA SCALA 1:1.000



profilo di resistività 2D loc. Tirrenia, Via delle Eliche - dati di campagna

El-array	A	B	M	N	Vp	In	p.medio	passo	ρ
Wenner VES	0.00	6.00	2.00	4.00	55.599	3.17	3.00	2.00	220.34
Wenner VES	2.00	8.00	4.00	6.00	42.081	2.26	5.00	2.00	234.46
Wenner VES	4.00	10.00	6.00	8.00	41.804	2.66	7.00	2.00	197.79
Wenner VES	6.00	12.00	8.00	10.00	42.539	2.93	9.00	2.00	182.73
Wenner VES	8.00	14.00	10.00	12.00	38.638	2.91	11.00	2.00	167.06
Wenner VES	10.00	16.00	12.00	14.00	29.373	2.01	13.00	2.00	183.43
Wenner VES	12.00	18.00	14.00	16.00	31.657	2.46	15.00	2.00	161.53
Wenner VES	14.00	20.00	16.00	18.00	38.705	2.92	17.00	2.00	166.40
Wenner VES	16.00	22.00	18.00	20.00	22.225	2.19	19.00	2.00	127.47
Wenner VES	18.00	24.00	20.00	22.00	24.777	2.47	21.00	2.00	126.05
Wenner VES	20.00	26.00	22.00	24.00	23.055	5.09	23.00	2.00	56.97
Wenner VES	22.00	28.00	24.00	26.00	22.883	3.40	25.00	2.00	84.58
Wenner VES	24.00	30.00	26.00	28.00	22.821	5.73	27.00	2.00	50.08
Wenner VES	26.00	32.00	28.00	30.00	27.776	3.91	29.00	2.00	89.32
Wenner VES	28.00	34.00	30.00	32.00	23.427	3.99	31.00	2.00	73.72
Wenner VES	30.00	36.00	32.00	34.00	32.258	4.06	33.00	2.00	99.95
Wenner VES	32.00	38.00	34.00	36.00	69.256	4.90	35.00	2.00	177.72
Wenner VES	34.00	40.00	36.00	38.00	23.351	5.96	37.00	2.00	49.21
Wenner VES	36.00	42.00	38.00	40.00	76.423	4.76	39.00	2.00	201.60
Wenner VES	38.00	44.00	40.00	42.00	27.127	6.49	41.00	2.00	52.55
Wenner VES	40.00	46.00	42.00	44.00	27.742	4.59	43.00	2.00	75.96
Wenner VES	42.00	48.00	44.00	46.00	26.588	4.95	45.00	2.00	67.54
Wenner VES	44.00	50.00	46.00	48.00	21.844	4.66	47.00	2.00	58.89
Wenner VES	46.00	52.00	48.00	50.00	22.593	4.91	49.00	2.00	57.86
Wenner VES	48.00	54.00	50.00	52.00	21.343	6.76	51.00	2.00	39.67
Wenner VES	50.00	56.00	52.00	54.00	24.185	4.84	53.00	2.00	62.79
Wenner VES	52.00	58.00	54.00	56.00	26.746	5.37	55.00	2.00	62.57
Wenner VES	54.00	60.00	56.00	58.00	34.790	6.55	57.00	2.00	66.78
Wenner VES	0.00	12.00	4.00	8.00	22.864	5.39	6.00	4.00	106.69
Wenner VES	2.00	14.00	6.00	10.00	19.698	6.38	8.00	4.00	77.57
Wenner VES	4.00	16.00	8.00	12.00	20.771	8.24	10.00	4.00	63.37
Wenner VES	6.00	18.00	10.00	14.00	20.285	9.48	12.00	4.00	53.77
Wenner VES	8.00	20.00	12.00	16.00	21.138	9.97	14.00	4.00	53.31
Wenner VES	10.00	22.00	14.00	18.00	20.437	13.35	16.00	4.00	38.47
Wenner VES	12.00	24.00	16.00	20.00	21.062	12.29	18.00	4.00	43.08
Wenner VES	14.00	26.00	18.00	22.00	20.123	12.64	20.00	4.00	40.01
Wenner VES	16.00	28.00	20.00	24.00	20.447	11.65	22.00	4.00	44.11
Wenner VES	18.00	30.00	22.00	26.00	19.608	15.24	24.00	4.00	32.33
Wenner VES	20.00	32.00	24.00	28.00	20.695	15.81	26.00	4.00	32.90
Wenner VES	22.00	34.00	26.00	30.00	19.965	14.63	28.00	4.00	34.31
Wenner VES	24.00	36.00	28.00	32.00	20.132	13.35	30.00	4.00	37.91
Wenner VES	26.00	38.00	30.00	34.00	20.604	8.88	32.00	4.00	58.29
Wenner VES	28.00	40.00	32.00	36.00	19.894	16.39	34.00	4.00	30.51
Wenner VES	30.00	42.00	34.00	38.00	19.746	17.29	36.00	4.00	28.71
Wenner VES	32.00	44.00	36.00	40.00	22.025	10.87	38.00	4.00	50.93
Wenner VES	34.00	46.00	38.00	42.00	20.723	7.42	40.00	4.00	70.15
Wenner VES	36.00	48.00	40.00	44.00	19.474	15.46	42.00	4.00	31.66
Wenner VES	38.00	50.00	42.00	46.00	20.375	21.67	44.00	4.00	23.63
Wenner VES	40.00	52.00	44.00	48.00	19.507	12.35	46.00	4.00	39.71
Wenner VES	42.00	54.00	46.00	50.00	22.945	13.24	48.00	4.00	43.57
Wenner VES	44.00	56.00	48.00	52.00	18.005	16.06	50.00	4.00	28.18
Wenner VES	46.00	58.00	50.00	54.00	19.422	16.74	52.00	4.00	29.16
Wenner VES	48.00	60.00	52.00	56.00	19.178	14.09	54.00	4.00	34.21
Wenner VES	0.00	18.00	6.00	12.00	19.693	15.54	9.00	6.00	47.77
Wenner VES	2.00	20.00	8.00	14.00	19.522	21.57	11.00	6.00	34.13
Wenner VES	4.00	22.00	10.00	16.00	19.512	26.11	13.00	6.00	28.17
Wenner VES	6.00	24.00	12.00	18.00	19.064	27.94	15.00	6.00	25.72
Wenner VES	8.00	26.00	14.00	20.00	18.978	35.21	17.00	6.00	20.32
Wenner VES	10.00	28.00	16.00	22.00	19.255	25.47	19.00	6.00	28.50
Wenner VES	12.00	30.00	18.00	24.00	18.983	24.52	21.00	6.00	29.19
Wenner VES	14.00	32.00	20.00	26.00	19.307	25.42	23.00	6.00	28.64
Wenner VES	16.00	34.00	22.00	28.00	19.650	28.90	25.00	6.00	25.63

## profilo di resistività 2D loc. Tirrenia, Via delle Eliche - dati di campagna

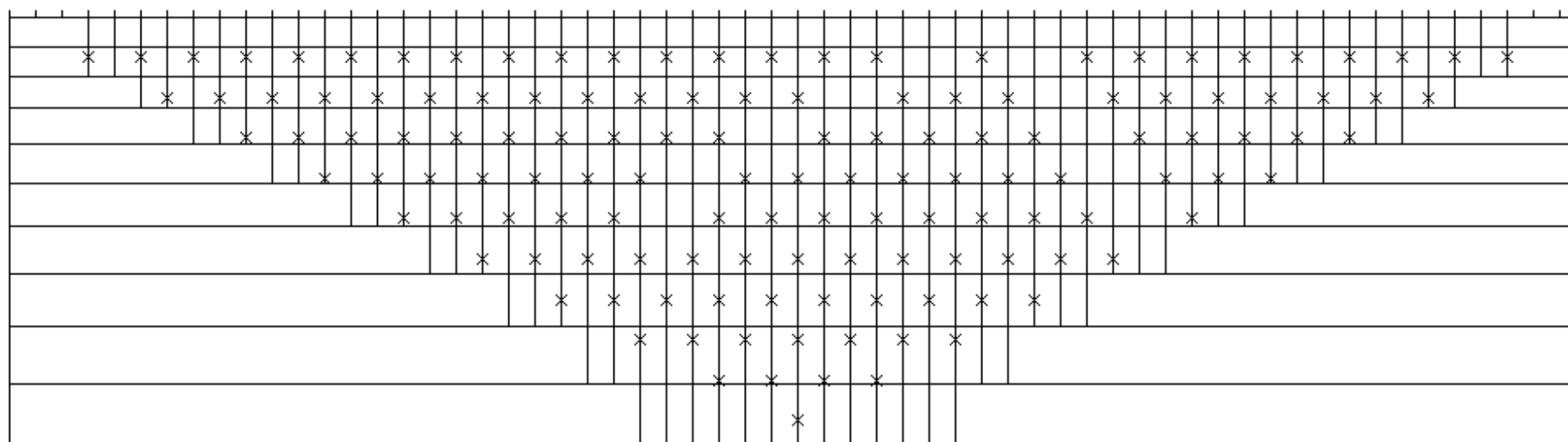
Wenner	VES	18.00	36.00	24.00	30.00	18.377	23.88	27.00	6.00	29.01
Wenner	VES	20.00	38.00	26.00	32.00	19.245	19.75	29.00	6.00	36.73
Wenner	VES	22.00	40.00	28.00	34.00	18.678	32.46	31.00	6.00	21.69
Wenner	VES	24.00	42.00	30.00	36.00	19.093	34.76	33.00	6.00	20.71
Wenner	VES	26.00	44.00	32.00	38.00	18.849	37.83	35.00	6.00	18.78
Wenner	VES	28.00	46.00	34.00	40.00	19.717	24.55	37.00	6.00	30.28
Wenner	VES	30.00	48.00	36.00	42.00	19.198	22.13	39.00	6.00	32.71
Wenner	VES	32.00	50.00	38.00	44.00	19.369	16.67	41.00	6.00	43.82
Wenner	VES	34.00	52.00	40.00	46.00	19.403	29.61	43.00	6.00	24.70
Wenner	VES	36.00	54.00	42.00	48.00	19.207	26.86	45.00	6.00	26.96
Wenner	VES	38.00	56.00	44.00	50.00	19.183	34.74	47.00	6.00	20.82
Wenner	VES	40.00	58.00	46.00	52.00	19.059	27.61	49.00	6.00	26.03
Wenner	VES	42.00	60.00	48.00	54.00	20.046	29.07	51.00	6.00	26.00
Wenner	VES	0.00	24.00	8.00	16.00	19.040	42.41	12.00	8.00	22.57
Wenner	VES	2.00	26.00	10.00	18.00	18.959	49.34	14.00	8.00	19.32
Wenner	VES	4.00	28.00	12.00	20.00	19.217	48.93	16.00	8.00	19.74
Wenner	VES	6.00	30.00	14.00	22.00	19.031	47.28	18.00	8.00	20.23
Wenner	VES	8.00	32.00	16.00	24.00	19.097	44.54	20.00	8.00	21.55
Wenner	VES	10.00	34.00	18.00	26.00	19.136	35.95	22.00	8.00	26.75
Wenner	VES	12.00	36.00	20.00	28.00	19.398	33.01	24.00	8.00	29.53
Wenner	VES	14.00	38.00	22.00	30.00	19.684	35.55	26.00	8.00	27.83
Wenner	VES	16.00	40.00	24.00	32.00	19.250	48.21	28.00	8.00	20.07
Wenner	VES	18.00	42.00	26.00	34.00	19.207	56.10	30.00	8.00	17.21
Wenner	VES	20.00	44.00	28.00	36.00	19.703	53.86	32.00	8.00	18.39
Wenner	VES	22.00	46.00	30.00	38.00	19.360	58.53	34.00	8.00	16.63
Wenner	VES	24.00	48.00	32.00	40.00	19.479	45.50	36.00	8.00	21.52
Wenner	VES	26.00	50.00	34.00	42.00	19.097	46.61	38.00	8.00	20.59
Wenner	VES	28.00	52.00	36.00	44.00	19.379	41.58	40.00	8.00	23.43
Wenner	VES	30.00	54.00	38.00	46.00	19.035	31.89	42.00	8.00	30.01
Wenner	VES	32.00	56.00	40.00	48.00	19.469	45.10	44.00	8.00	21.70
Wenner	VES	34.00	58.00	42.00	50.00	19.722	50.33	46.00	8.00	19.70
Wenner	VES	36.00	60.00	44.00	52.00	19.636	54.68	48.00	8.00	18.05
Wenner	VES	0.00	30.00	10.00	20.00	18.725	70.56	15.00	10.00	16.67
Wenner	VES	2.00	32.00	12.00	22.00	18.554	67.05	17.00	10.00	17.39
Wenner	VES	4.00	34.00	14.00	24.00	19.016	72.48	19.00	10.00	16.49
Wenner	VES	6.00	36.00	16.00	26.00	18.725	67.03	21.00	10.00	17.55
Wenner	VES	8.00	38.00	18.00	28.00	19.054	49.61	23.00	10.00	24.13
Wenner	VES	10.00	40.00	20.00	30.00	18.811	46.11	25.00	10.00	25.63
Wenner	VES	12.00	42.00	22.00	32.00	18.883	68.66	27.00	10.00	17.28
Wenner	VES	14.00	44.00	24.00	34.00	18.301	69.58	29.00	10.00	16.53
Wenner	VES	16.00	46.00	26.00	36.00	17.939	75.63	31.00	10.00	14.90
Wenner	VES	18.00	48.00	28.00	38.00	18.578	82.77	33.00	10.00	14.10
Wenner	VES	20.00	50.00	30.00	40.00	17.777	64.12	35.00	10.00	17.42
Wenner	VES	22.00	52.00	32.00	42.00	18.511	64.75	37.00	10.00	17.96
Wenner	VES	24.00	54.00	34.00	44.00	18.525	66.71	39.00	10.00	17.45
Wenner	VES	26.00	56.00	36.00	46.00	18.787	69.32	41.00	10.00	17.03
Wenner	VES	28.00	58.00	38.00	48.00	18.024	53.02	43.00	10.00	21.36
Wenner	VES	30.00	60.00	40.00	50.00	17.853	67.59	45.00	10.00	16.60
Wenner	VES	0.00	36.00	12.00	24.00	19.002	103.20	18.00	12.00	13.88
Wenner	VES	2.00	38.00	14.00	26.00	19.226	93.15	20.00	12.00	15.56
Wenner	VES	4.00	40.00	16.00	28.00	19.155	98.61	22.00	12.00	14.65
Wenner	VES	6.00	42.00	18.00	30.00	18.768	90.98	24.00	12.00	15.55
Wenner	VES	8.00	44.00	20.00	32.00	18.878	73.06	26.00	12.00	19.48
Wenner	VES	10.00	46.00	22.00	34.00	18.897	97.68	28.00	12.00	14.59
Wenner	VES	12.00	48.00	24.00	36.00	18.573	104.09	30.00	12.00	13.45
Wenner	VES	14.00	50.00	26.00	38.00	19.527	135.39	32.00	12.00	10.87
Wenner	VES	16.00	52.00	28.00	40.00	18.392	92.87	34.00	12.00	14.93
Wenner	VES	18.00	54.00	30.00	42.00	23.112	114.95	36.00	12.00	15.16
Wenner	VES	20.00	56.00	32.00	44.00	19.431	100.57	38.00	12.00	14.57
Wenner	VES	22.00	58.00	34.00	46.00	19.274	100.54	40.00	12.00	14.45
Wenner	VES	24.00	60.00	36.00	48.00	19.150	103.16	42.00	12.00	14.00
Wenner	VES	0.00	42.00	14.00	28.00	19.741	144.14	21.00	14.00	12.05
Wenner	VES	2.00	44.00	16.00	30.00	19.956	139.09	23.00	14.00	12.62
Wenner	VES	4.00	46.00	18.00	32.00	18.711	130.07	25.00	14.00	12.65



## profilo di resistività 2D loc. Tirrenia, Via delle Eliche - dati di campagna

Wenner	VES	6.00	48.00	20.00	34.00	20.142	138.97	27.00	14.00	12.75
Wenner	VES	8.00	50.00	22.00	36.00	20.938	158.06	29.00	14.00	11.65
Wenner	VES	10.00	52.00	24.00	38.00	21.906	178.29	31.00	14.00	10.81
Wenner	VES	12.00	54.00	26.00	40.00	19.426	148.98	33.00	14.00	11.47
Wenner	VES	14.00	56.00	28.00	42.00	20.471	149.60	35.00	14.00	12.04
Wenner	VES	16.00	58.00	30.00	44.00	21.062	151.66	37.00	14.00	12.22
Wenner	VES	18.00	60.00	32.00	46.00	21.653	161.38	39.00	14.00	11.80
Wenner	VES	0.00	48.00	16.00	32.00	19.116	190.97	24.00	16.00	10.06
Wenner	VES	2.00	50.00	18.00	34.00	20.332	201.88	26.00	16.00	10.13
Wenner	VES	4.00	52.00	20.00	36.00	17.662	169.13	28.00	16.00	10.50
Wenner	VES	6.00	54.00	22.00	38.00	18.129	194.68	30.00	16.00	9.36
Wenner	VES	8.00	56.00	24.00	40.00	20.285	199.16	32.00	16.00	10.24
Wenner	VES	10.00	58.00	26.00	42.00	20.366	218.42	34.00	16.00	9.37
Wenner	VES	12.00	60.00	28.00	44.00	18.044	187.82	36.00	16.00	9.66
Wenner	VES	0.00	54.00	18.00	36.00	19.774	262.21	27.00	18.00	8.53
Wenner	VES	2.00	56.00	20.00	38.00	14.515	202.15	29.00	18.00	8.12
Wenner	VES	4.00	58.00	22.00	40.00	18.587	244.20	31.00	18.00	8.61
Wenner	VES	6.00	60.00	24.00	42.00	19.345	263.75	33.00	18.00	8.30
Wenner	VES	0.00	60.00	20.00	40.00	19.951	348.91	30.00	20.00	7.19

**2D survey n.01 loc. Tirrenia, U. Erice  
ARRANGEMENT OF MODEL BLOCKS AND APPARENT RESISTIVITY DATUM POINTS**



☐ Model block

Number of model blocks 376

× Datum point

Number of datum points 135

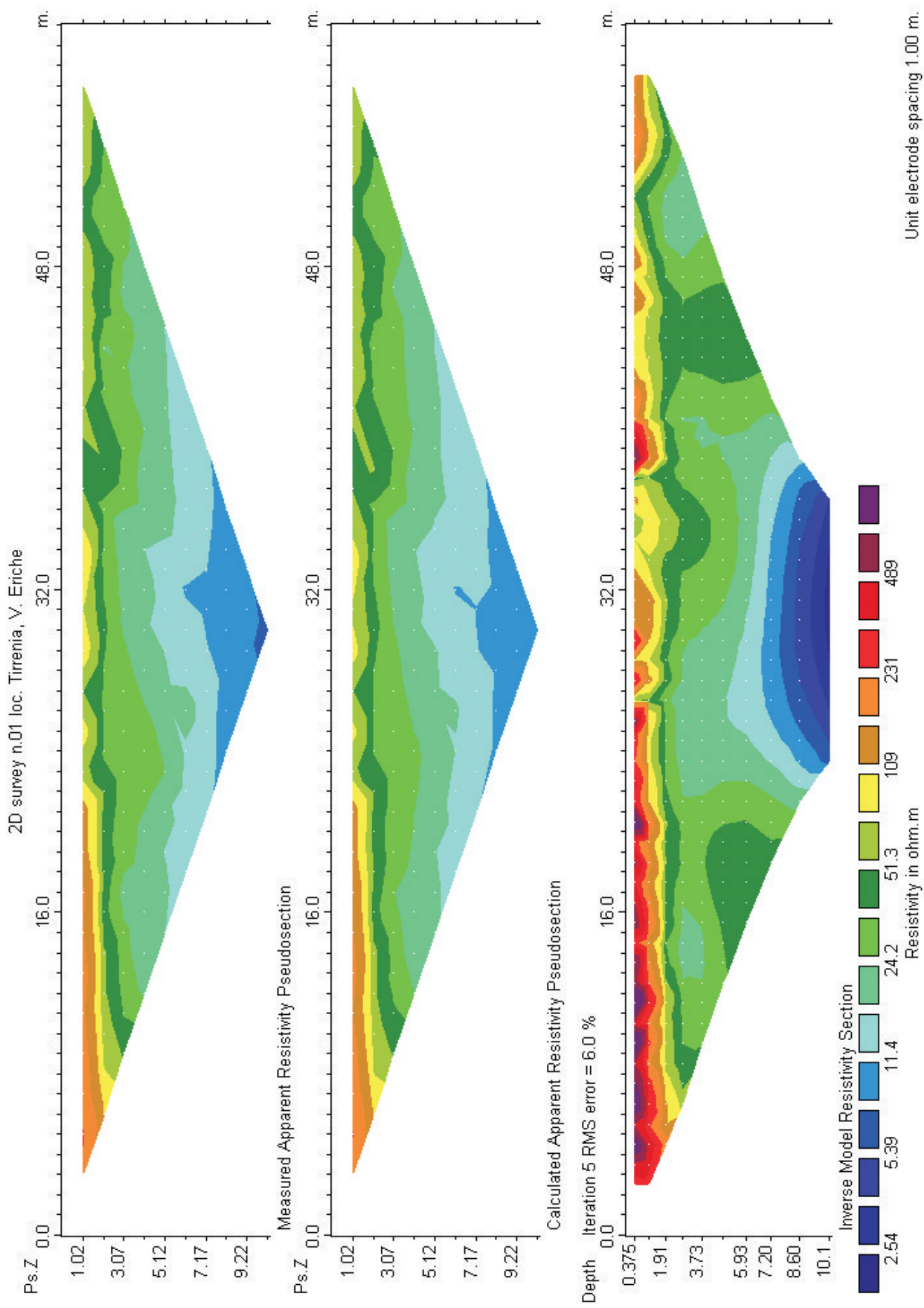
Number of model layers is 10

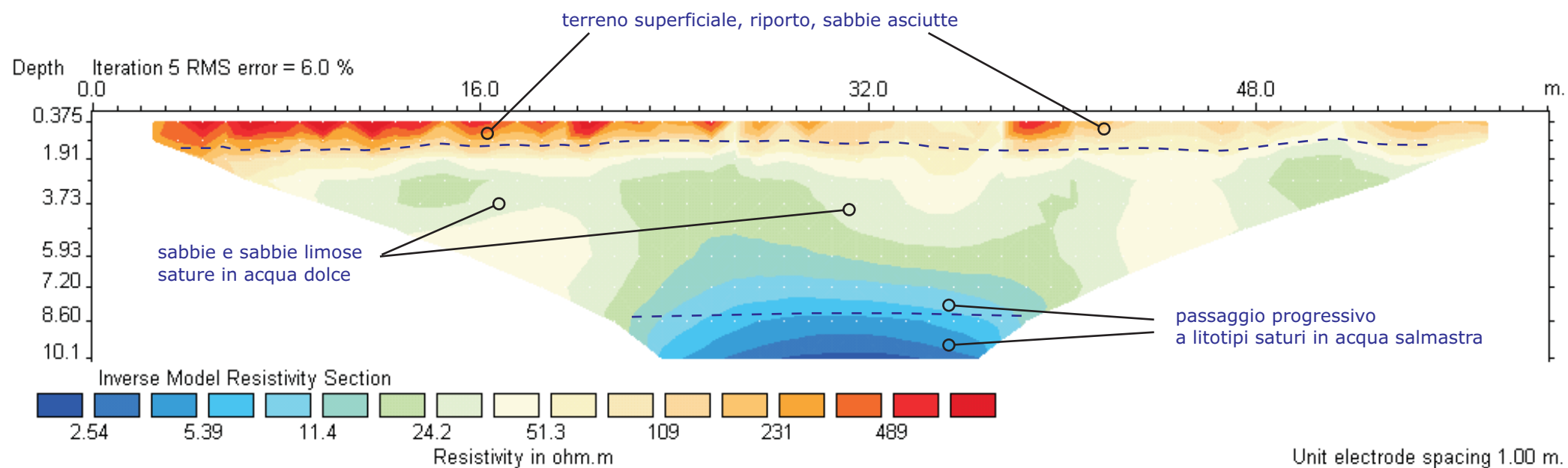
Unit electrode spacing 1.00 m.

Minimum pseudodepth is 1.02. Maximum pseudodepth is 10.2.

Number of electrodes is 61.

SCHEMA MODELLAZIONE IN BLOCCHI UTILIZZATA DAL SOFTWARE PER L'INVERSIONE DEI DATI DI RESISTIVITA' APPARENTE





SEZIONE ELETTROSTRATIGRAFICA CON NOTE INTERPRETATIVE