



Via Uberti 37-20129 Milano

Area bacino di Monte Alto – Dispersore

Indagine geofisica

RAPPORTO TECNICO



Relazione n. 3243A - Febbraio 2011



GEOINVEST s.r.l.
Geologia-Geofisica

PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO

Il presente Rapporto riassume i risultati di un rilievo geofisico di dettaglio realizzati in corrispondenza del dispersore idrico presente nell'ambito dell'area di Monte Alto.

Sono stati acquisiti ed elaborati una serie di profili tomografici elettrici disposti in modo regolare nell'immediato intorno dell'area del dispersore (Fig. 1).

Sono parte integrante del Rapporto:

- Le sezioni verticali 2D (Figg. 2 - 9)
- Le elaborazioni su differenti quote a partire dalla quota assoluta di 874,00 m s.l.m. sino alla quota 852,00 m s.l.m. (Figg. 10 - 16)
- Le elaborazioni in 3D in isovolumi per le unità inferiori ad 80 ohm.m (Fig. 17) e maggiori di 30 ohm.m (Fig. 18).

TOMOGRAFIA ELETTRICA

Il rilievo di tomografia elettrica ha comportato l'esecuzione di:

- n. 2 profili (L20-L27), costituiti da 63 elettrodi equispaziati di 3 m;
- n. 6 profili (L21-L26), costituiti da 56 elettrodi equispaziati di 3 m;

la cui ubicazione è riportata nell'allegata **Planimetria di Riferimento (Fig. 1)**.

NOTE TEORICHE

La metodologia generalmente definita "geoelettrica" rappresenta uno dei metodi geofisici storicamente più utilizzati per la caratterizzazione dei materiali costituenti il sottosuolo.

I recenti sviluppi dell'elettronica e delle procedure d'acquisizione datano gestite tramite software dedicati, hanno consentito di applicare questa metodica, un tempo lenta e laboriosa, ai più disparati settori dello studio del sottosuolo con tempistica e dettaglio un tempo impensabili.

Il parametro di base misurato è la resistività elettrica, proprietà fisica che esprime la "resistenza" che i materiali offrono al passaggio della corrente elettrica.

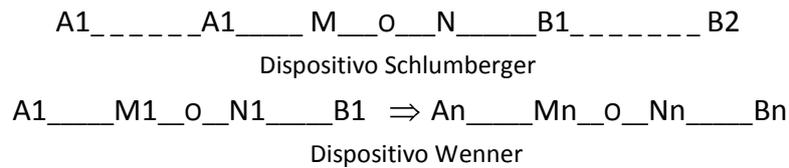
Le misure geoelettriche consentono quindi, studiando le deformazioni del flusso di corrente causate dalle diverse strutture geologiche, di caratterizzare le strutture stesse e ricostruirne la distribuzione spaziale. La resistività delle formazioni geolitologiche è determinata essenzialmente dai seguenti fattori:

- Porosità; forma, dimensione e continuità dei pori;
- Percentuale di contenuto d'acqua dei pori;
- Salinità del liquido di saturazione dei pori;
- Presenza di matrice a granulometria fine;
- Conducibilità intrinseca dei minerali di base;

ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI

Come accennato la misura del valore di resistività elettrica dei materiali si realizza creando un campo elettrico artificiale nel mezzo da indagare e studiandone la distribuzione nel sottosuolo.

Il dispositivo di misura classico è costituito quindi da due coppie di elettrodi metallici infissi nel terreno a distanze opportune (dispositivo quadripolare). 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.

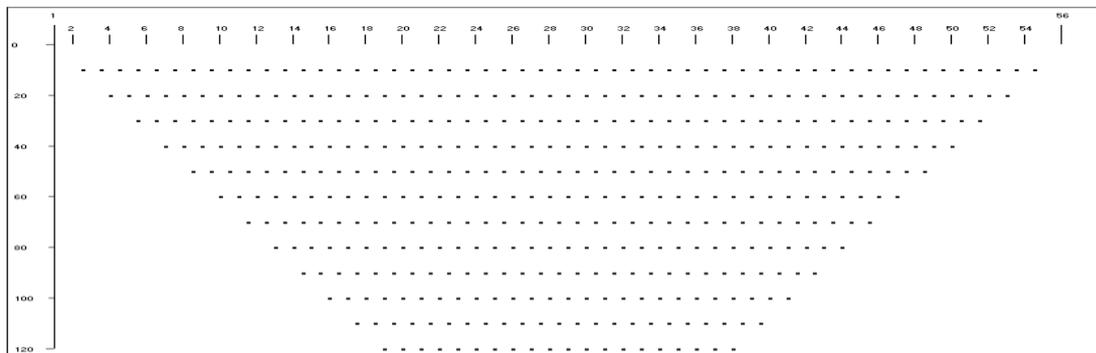


Figura 1 – Tomografia elettrica – Schema misure

La distribuzione della corrente in profondità e quindi la profondità dell'esplorazione è essenzialmente legata alla distanza tra i due elettrodi A e B e alle caratteristiche intrinseche del mezzo esplorato. 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). Dalla misura dell'intensità di corrente che fluisce tra gli elettrodi A-B e della differenza di potenziale tra gli elettrodi M-N è possibile quindi calcolare la resistività apparente e riferirla generalmente al centro del quadripolo ad una profondità che è funzione della distanza AB.

L'acquisizione tomografica consiste quindi nella misura dei valori di resistività in corrispondenza di un elevato numero di punti lungo la sezione d'indagine (Figura 1). La densità dei punti consente quindi di ricostruire con estremo dettaglio, anche tramite l'applicazione di algoritmi di calcolo bidimensionali, la sezione definendo in particolare gli effetti delle "variazioni laterali" e quindi restituendo una rappresentazione finale maggiormente corrispondente alla situazione reale.

Strumentazione utilizzata

I dati sono stati acquisiti con l'utilizzo della seguente strumentazione:

- 1 Georesistivimetro digitale AGI - STING R1/IP (Figura 2);
- 1 Dispositivo di gestione automatica degli elettrodi AGI – SWIFT;
- 84 Elettrodi (smart electrodes) dotati di elettronica interna
- 84 Picchetti in acciaio.



Figura 2 – Resistivimetro “STING R1/IP”

La principale innovazione introdotta dalla strumentazione utilizzata è rappresentata dalla gestione totalmente automatizzata delle misure, realizzata tramite un georesistivimetro multicanale di ultima generazione, con il quale è possibile l’acquisizione in tempi brevi di un elevato numero di punti, sfruttando la tecnologia dei cosiddetti “elettrodi intelligenti” (smart electrodes) che consente ad ogni elettrodo, dotato di un’elettronica interna, di essere utilizzato sia per l’invio della corrente sia per la misura del potenziale.



Figura 3 – Particolare “Smart Electrode”

Lo strumento è in grado, infatti, di gestire, tramite un’opportuna interfaccia, fino a 254 elettrodi contemporaneamente collegati. A loro volta gli elettrodi sono a contatto con il terreno tramite adeguati picchetti metallici.



Figura 4 – Fase di “layout” dei profili di tomografia elettrica

Il resistivimetro gestisce tramite software tutte le operazioni relative al controllo di qualità dei dati acquisiti attraverso le seguenti fasi:

- controllo del dispositivo di misura tramite verifica della resistenza di contatto degli elettrodi;
- azzeramento dei potenziali spontanei;
- iniezione di corrente in quantità, periodo e sequenza opportune;
- misura della differenza di potenziale e verifica della qualità del dato tramite il calcolo della “deviazione standard”;
- memorizzazione di tutti i dati relativi all’acquisizione

L’acquisizione automatica dei dati garantisce, come accennato, un’elevata velocità di esecuzione. In tale situazione per la miglior qualità dei dati è di fondamentale importanza un “layout” ottimale della linea degli elettrodi.

In particolare è necessario verificare la “resistenza di contatto” tra gli elettrodi e il terreno, ed eventualmente adottare le adeguate procedure di riduzione di tale parametro prima dell’inizio del processo di acquisizione.

Procedure di acquisizione

Prima dell'avvio delle misure, tramite la stessa strumentazione, si procede quindi alla verifica dei valori di resistenza di contatto che sono registrati per il successivo controllo di qualità.

Ogni misura di resistività è effettuata con una ripetizione del ciclo "+--" di cui è calcolato il valore della **deviazione standard**.

Procedure di elaborazione

L'elaborazione dei dati registrati ha seguito il seguente schema:

- editing per l'individuazione e rimozione dei valori caratterizzati da un errore elevato (deviazione standard non superiore a 2%);
- ricostruzione della sezione di pseudoresistività apparente misurata;
- definizione delle dimensioni della griglia da utilizzare per l'inversione 2D;
- inversione 2D e la ricostruzione della sezione di resistività tramite iterazioni successive condotte sulla base del confronto delle pseudosezioni di resistività misurata e calcolata.

ANALISI DEI DATI

In termini di qualità va osservato che le procedure di lavoro descritte hanno consentito di acquisire dati di un elevato livello qualitativo e pertanto il successivo processo di inversione per l'elaborazione delle sezioni finali, ha raggiunto livelli minimi di scostamento tra dati acquisiti e modello teorico.

Le sezioni allegare nelle quali, tramite le diverse gradazioni di colore, è stata rappresentata la distribuzione dei valori di resistività elettrica, mostrano il miglior modello bidimensionale possibile per ogni profilo e consentono di evidenziare la presenza di diverse **unità geofisiche**.

Facendo riferimento ai litotipi presenti nella zona, è possibile descrivere come segue tali unità geofisiche:

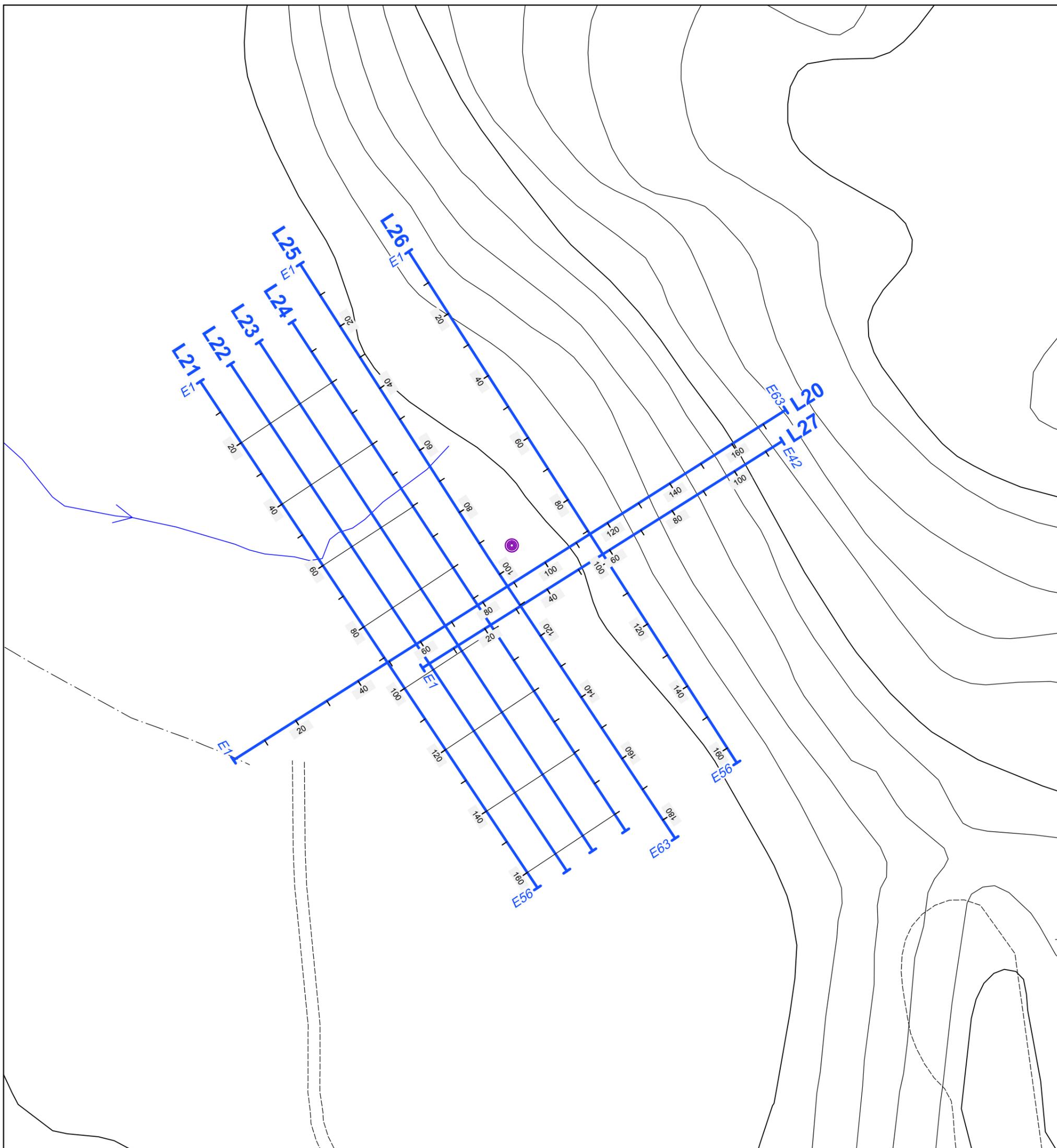
- Unità con **caratteristiche conduttive** ($\rho < 30 \text{ ohm}\cdot\text{m}$ colore azzurro-blu) costituita verosimilmente da materiali a granulometria fine, prevalentemente limo-argillosa;
- Unità con **caratteristiche resistive** ($\rho > 500 \text{ ohm}\cdot\text{m}$ - colore arancione-rosso), riferibile a materiali di natura calcarea;
- Unità **intermedie** ($100 < \rho < 300 \text{ ohm}\cdot\text{m}$ colore verde), riferibile a depositi con caratteristiche intermedie alle precedenti, riferibili alle porzioni detritiche calcaree.

Le unità risultano tanto più omogenee quanto più uniforme è la colorazione, mentre le brusche variazioni di colore sono indicative dei passaggi di stato.

La distribuzione, la geometria e la localizzazione stratigrafica delle unità, consentono di ricostruire in dettaglio il modello dell'area indagata caratterizzato dai seguenti aspetti principali:

- Le sezioni tomografiche (Figg. 2-9) evidenziano come il settore prossimo al dispersore sia interessato dalla diffusa presenza di elementi conduttivi (riempimento limo-argilloso) e non si riscontrano significative e continue strutture nel sottosuolo;
- la sezione longitudinale L25 tracciata a circa 4 metri dal dispersore localizza in corrispondenza dell'elettrodo 33, una deformazione di limitate dimensioni nei depositi conduttivi di riempimento, tale situazione si chiude attorno a quota 864;
- nella lettura in successione dal profilo L25 (Fig. 7) al profilo L21 (Fig. 3) si evidenzia lo sprofondamento del substrato con relativo riempimento con materiali limo-argillosi; il tutto confermato dai profili trasversali L20 e L27;
- La sezione trasversale L20 tracciata a 5 metri dal dispersore evidenzia un marginale riempimento in corrispondenza dell'elettrodo 30 che si spegne attorno a quota 864;
- L'analisi delle sezioni di resistività elaborate per quote diverse (da 874 a 852 m) mostra come sotto quota 860 tutto si regolarizza uniformandosi attorno ai valori del substrato calcareo;

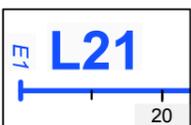
- Sempre nell'ambito del substrato roccioso ed in corrispondenza dei profili L20 ed L27 confermato dal profilo L26, si evidenzia una possibile struttura (faglia?);
- Un'ulteriore elaborazione in 3D ad isovolumi per differenti classi di resistività conferma l'andamento dei riempimenti sul substrato calcareo;
- La Fig. 17 mostra in visione 3D l'andamento morfologico del contatto delle unità superiori a 30 ohm.m
- La Fig. 18 evidenzia in 3D i riempimenti limo-argillosi in corrispondenza della sezione L25 confermando l'omogeneità dei depositi stessi.



Committente:
REC
 L'ENERGIA DALLA FONTE.
 Via Uberti 37-20129 Milano

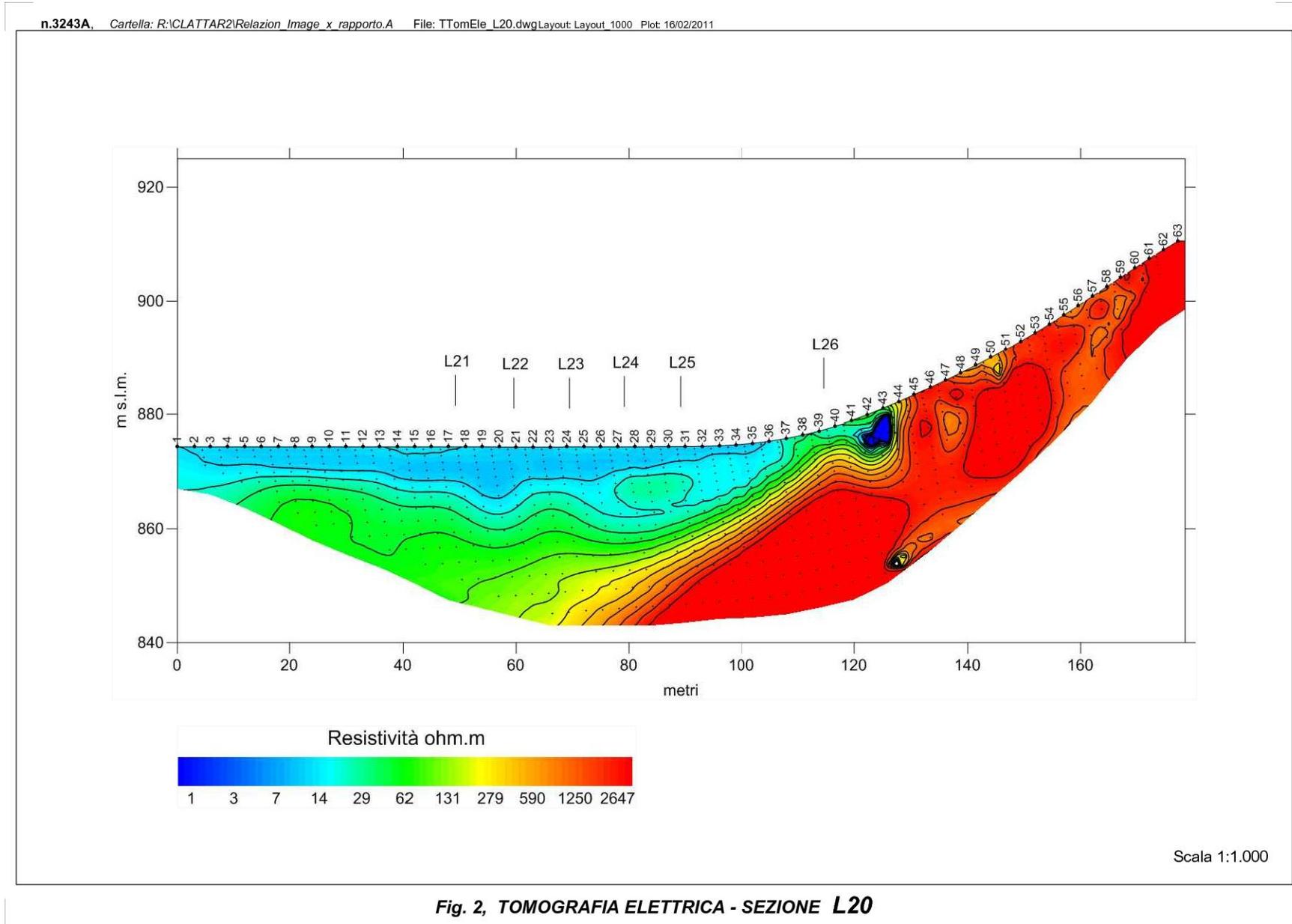
Oggetto: **Bacino Monte Alto**
AREA DISPERSORE
 Titolo: **PLANIMETRIA DI RIFERIMENTO**

RILIEVO TOMOGRAFICO ELETTRICO

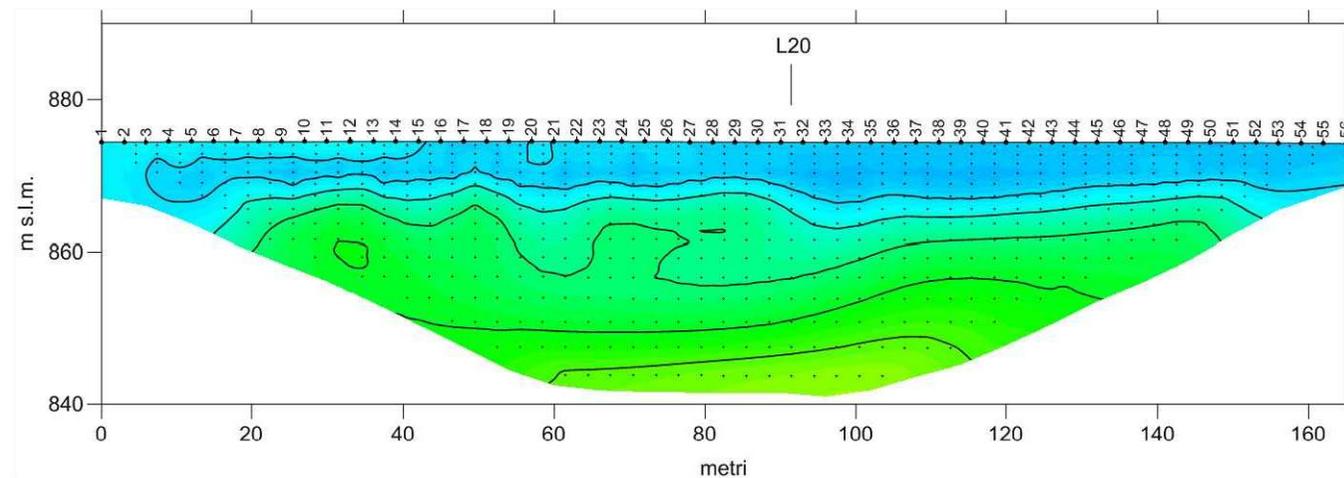


Traccia con progressive in metri





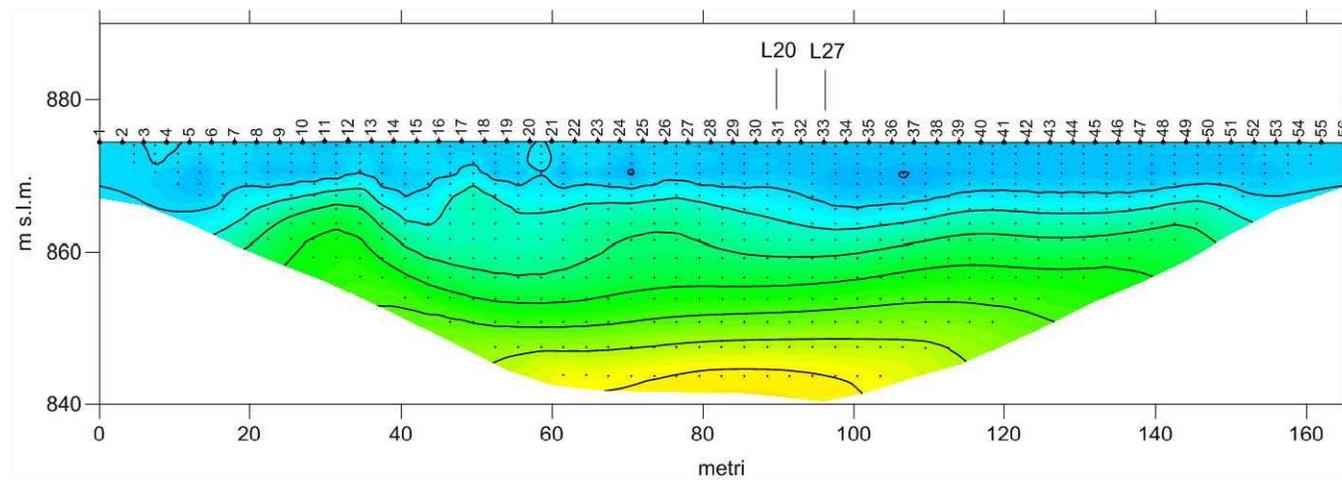
n.3243A, Cartella: R:\CLATTAR2\Relazion_Image_x_rapporto.A File: TTomEle L21.dwg Layout: Layout_1000 Plot: 16/02/2011



Scala 1:1.000

Fig. 3, TOMOGRAFIA ELETTRICA - SEZIONE L21

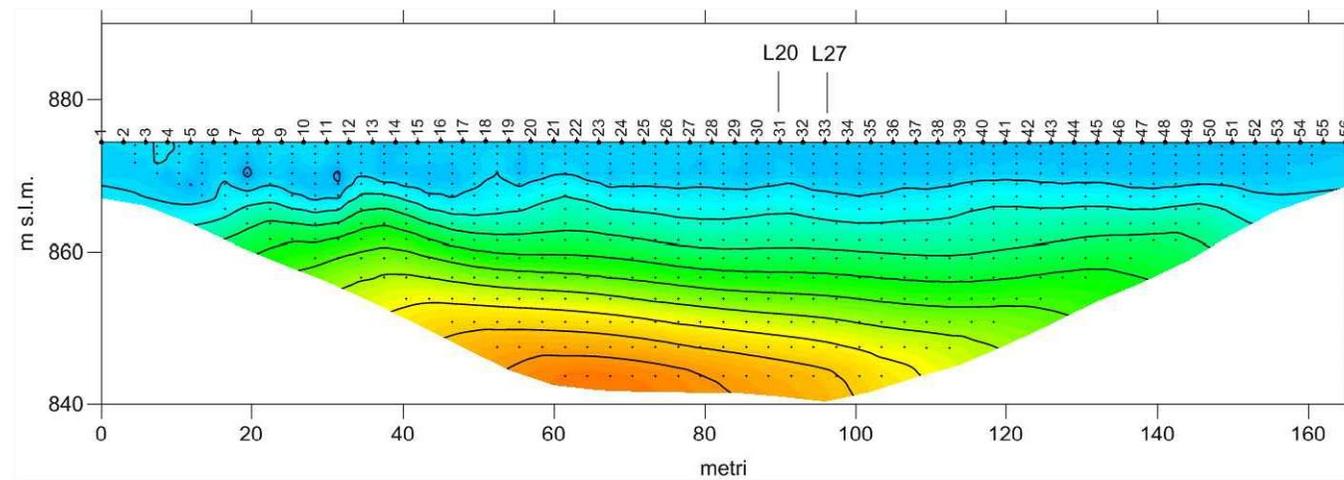
n.3243A, Cartella: R:\CLATTAR2\Relazion_Image_x_rapporto.A File: TTomEle_L22.dwgLayout: Layout_1000 Plot: 16/02/2011



Scala 1:1.000

Fig. 4, TOMOGRAFIA ELETTRICA - SEZIONE L22

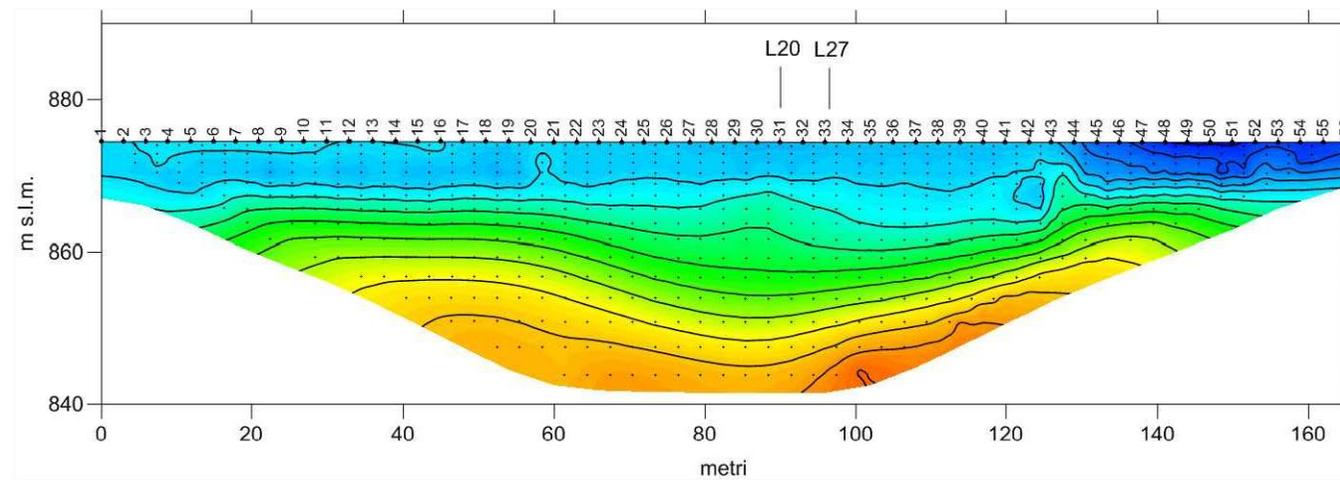
n.3243A, Cartella: R:\CLATTAR2\Relazion_Image_x_rapporto.A File: TTomEle_L23.dwg Layout: Layout_1000 Plot: 16/02/2011



Scala 1:1.000

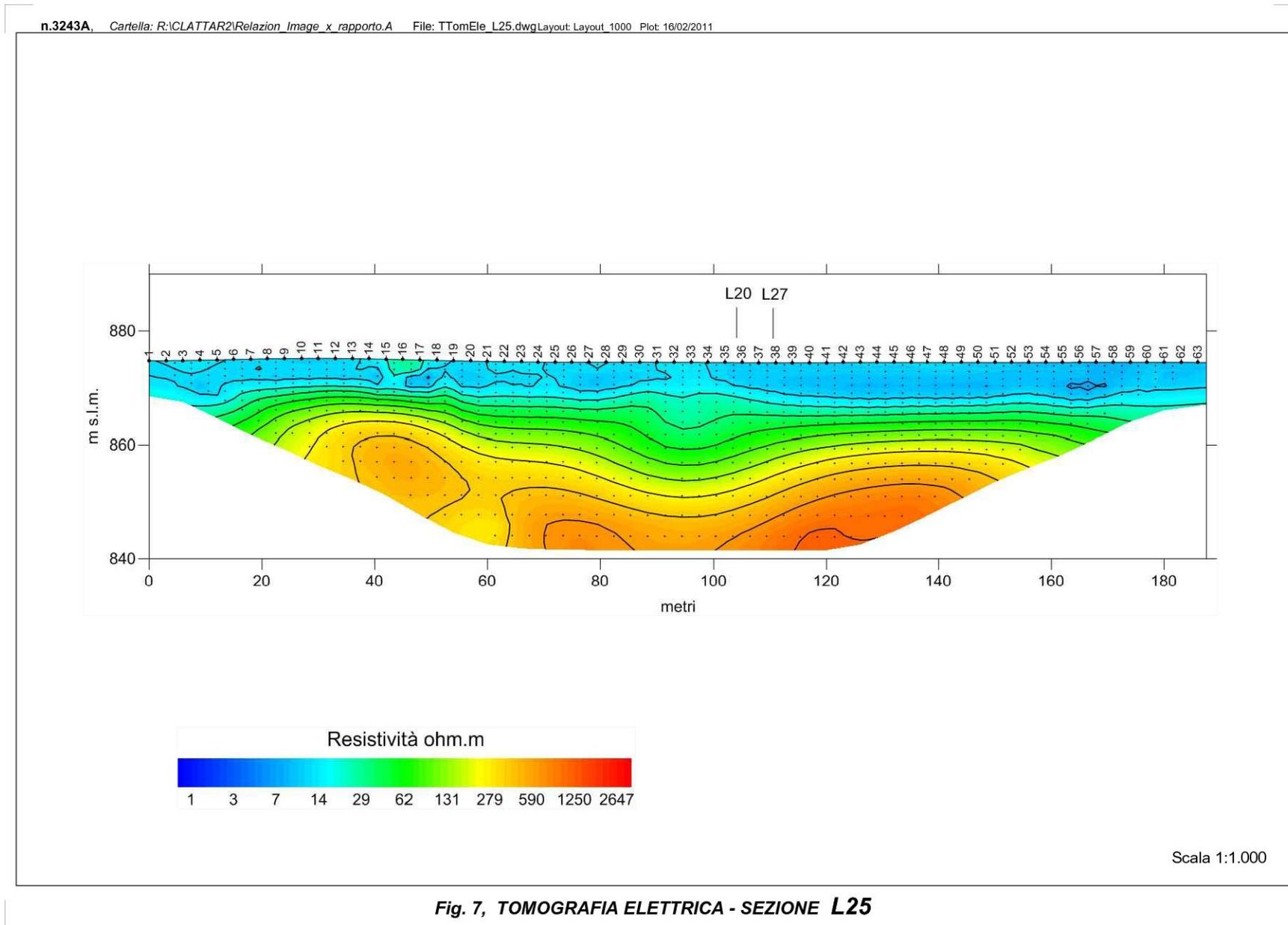
Fig. 5, TOMOGRAFIA ELETTRICA - SEZIONE L23

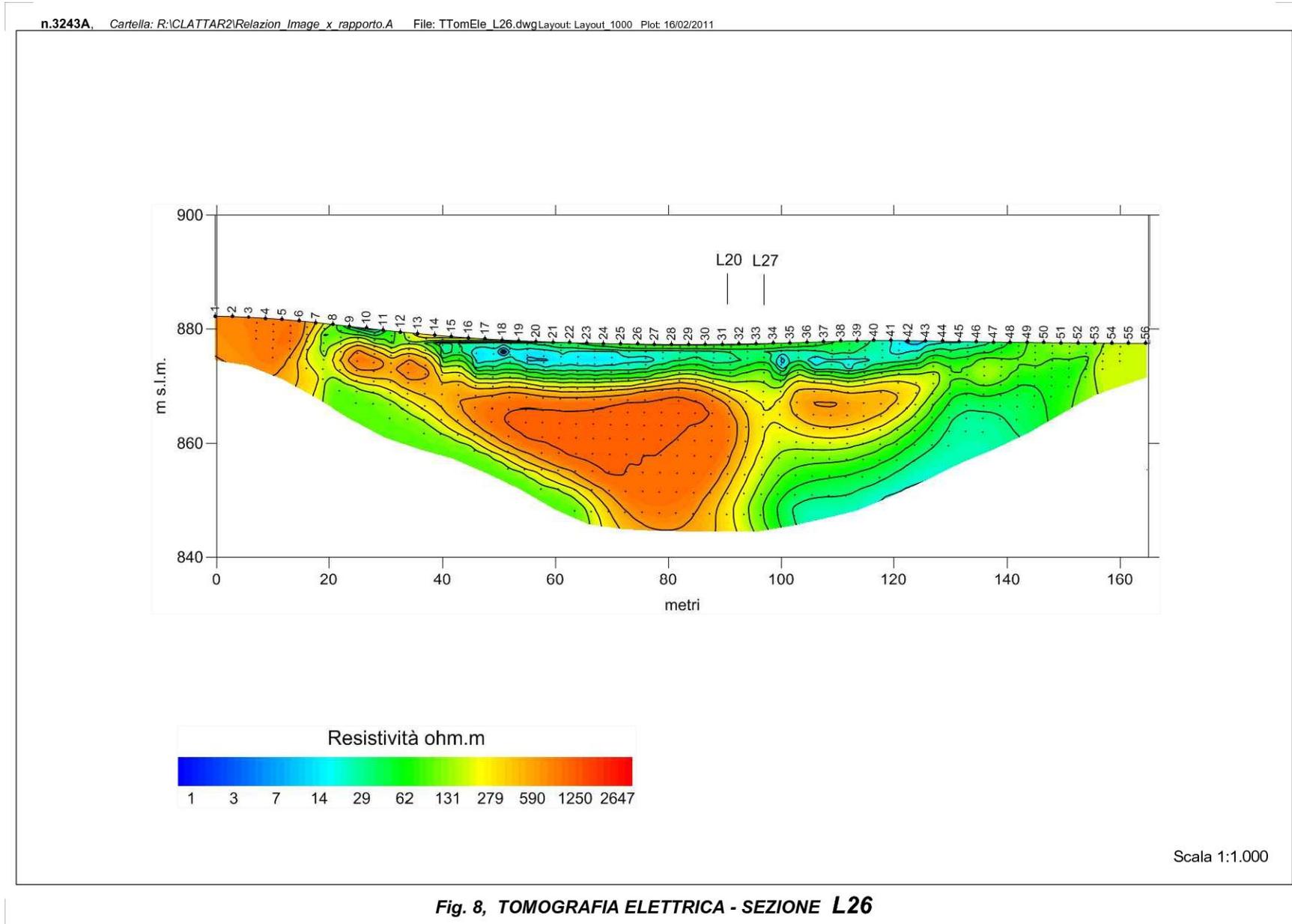
n.3243A, Cartella: R:\CLATTAR2\Relazion_Image_x_rapporto.A File: TTomEle L24.dwgLayout: Layout_1000 Plot: 16/02/2011



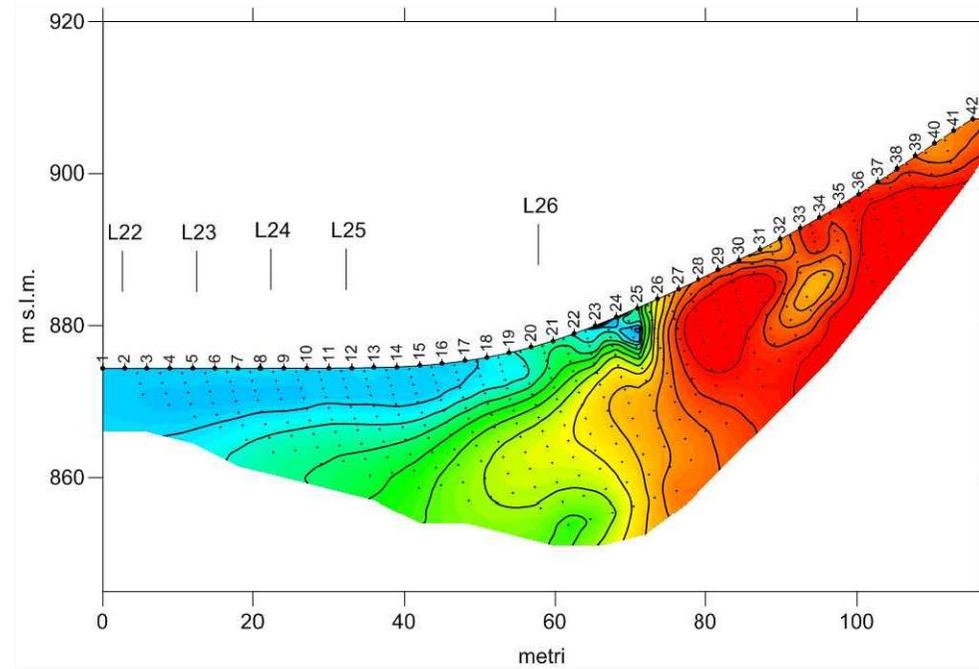
Scala 1:1.000

Fig. 6, TOMOGRAFIA ELETTRICA - SEZIONE L24





n.3243A, Cartella: R:\CLATTAR2\Relazion_Image_x_rapporto.A File: TTomEle_L27.dwgLayout: Layout_1000 Plot: 16/02/2011



Scala 1:1.000

Fig. 9, TOMOGRAFIA ELETTRICA - SEZIONE L27

n.3243A, Cartella: R:\\CLATTAR2\\Relazion_Image_x_rapporto.A File: TTomEle_SezOriz_Q874.dwg Layout: Layout_1000 Plot: 16/02/2011

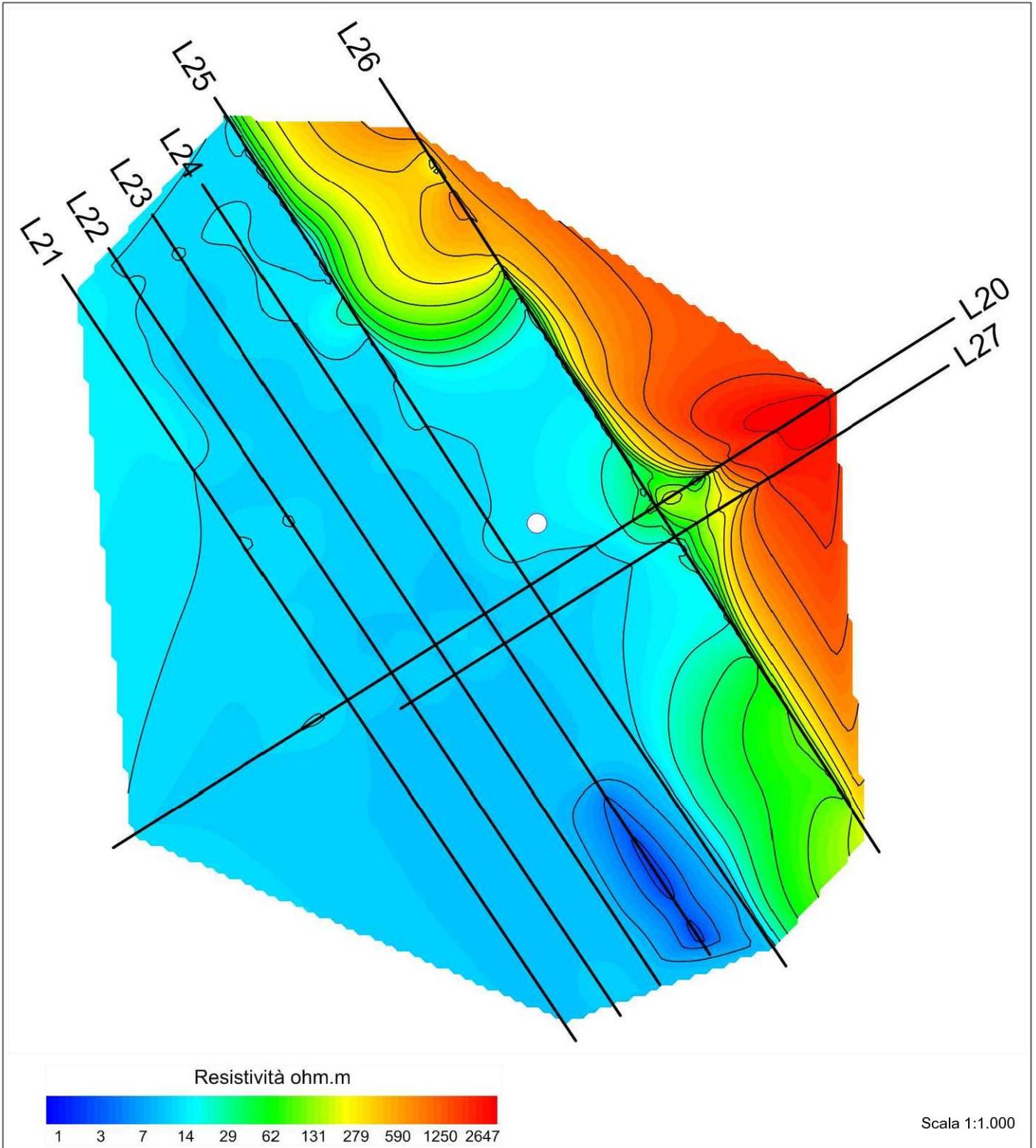


Fig. 10, TOMOGRAFIA ELETTRICA - SEZIONE orizzontale Q=874 m s.l.m.

n.3243A, Cartella: R:\CLATTAR2\Relazion_image_x_rapporto.A File: TTomEle_SezOriz_Q872.dwgLayout: Layout_1000 Plot: 16/02/2011

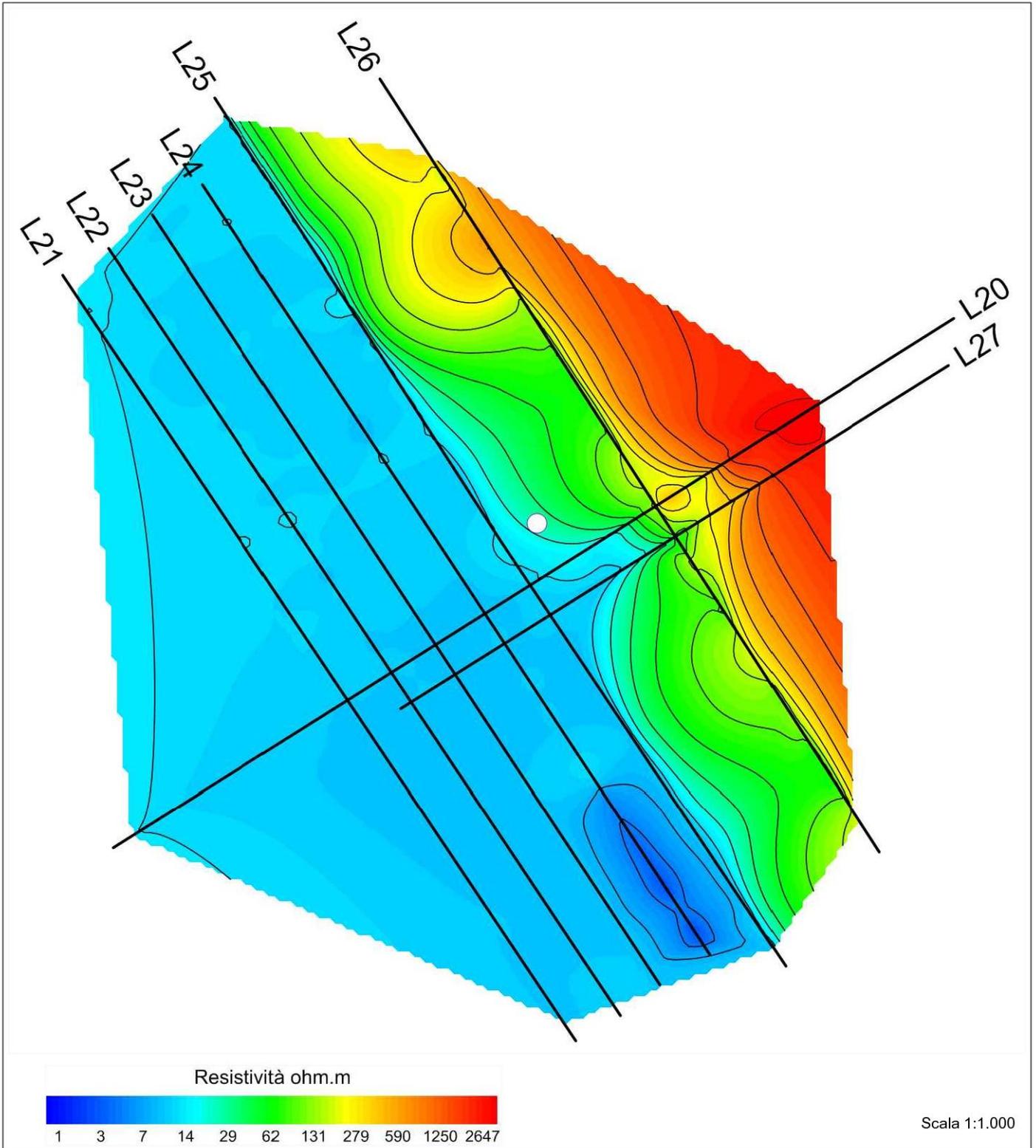


Fig. 11, TOMOGRAFIA ELETTRICA - SEZIONE orizzontale Q=872 m s.l.m.

n.3243A, Cartella: R:\CLATTAR2\Relazion_image_x_rapporto.A File: TTomEle_SeZOriz_Q868.dwgLayout: Layout_1000 Plot: 16/02/2011

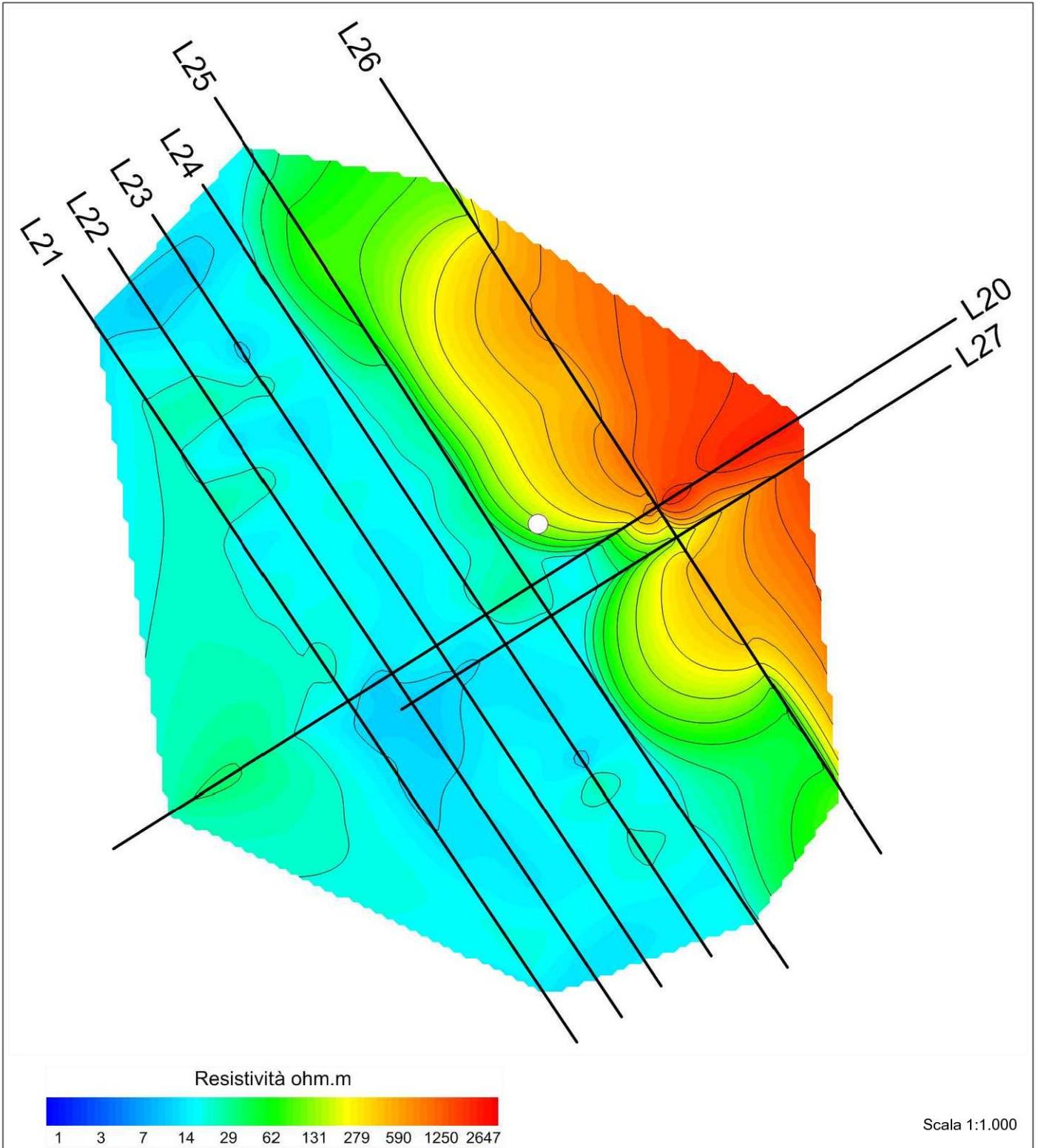


Fig. 12, TOMOGRAFIA ELETTRICA - SEZIONE orizzontale Q=868 m s.l.m.

n.3243A, Cartella: R:\\CLATTAR2\\Relazion_image_x_rapporto.A File: TTomEle_SezOriz_Q864.dwg Layout: Layout_1000 Plot: 16/02/2011

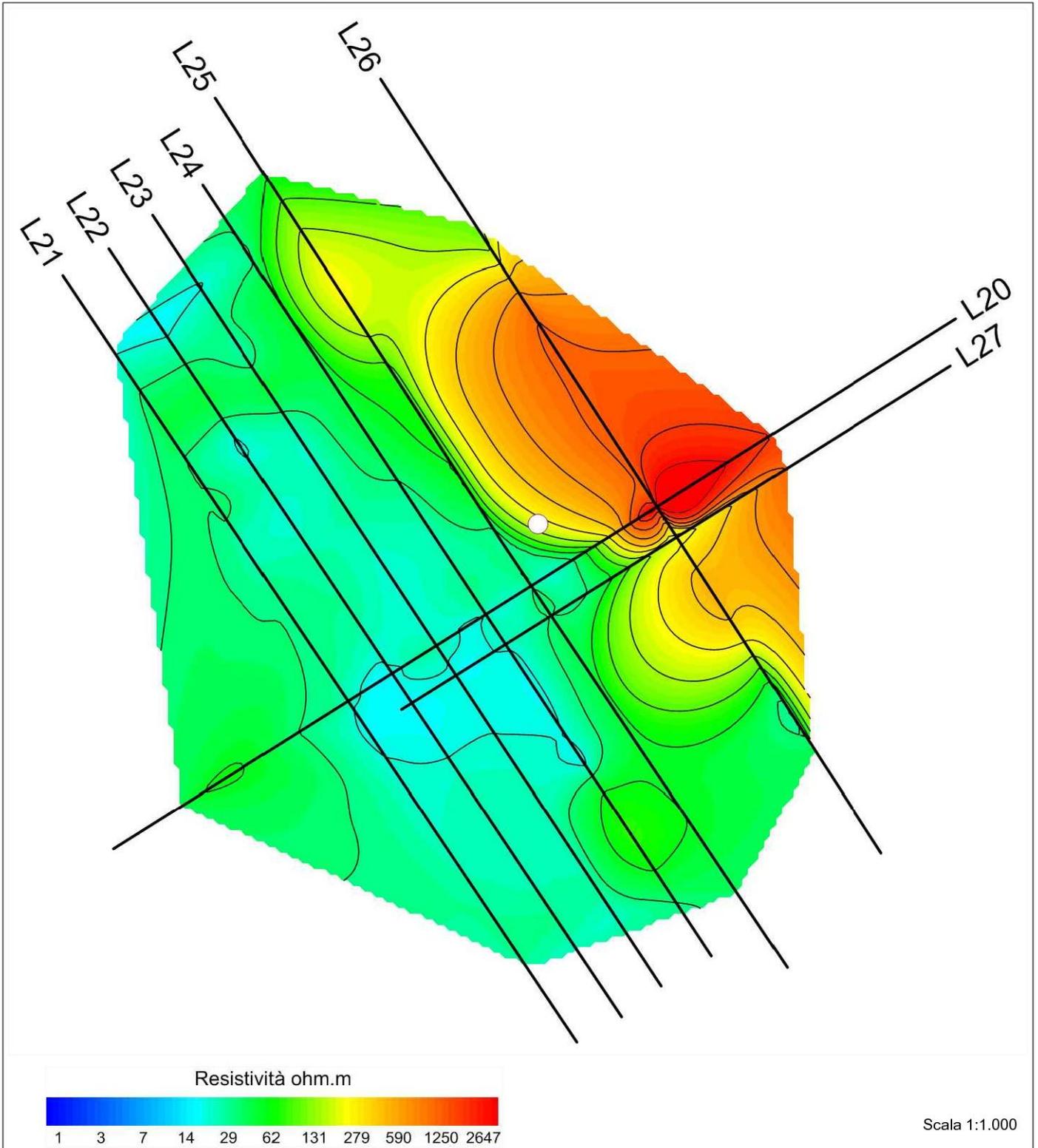


Fig. 13, TOMOGRAFIA ELETTRICA - SEZIONE orizzontale Q=864 m s.l.m.

n.3243A, Cartella: R:\CLATTAR2\Relazion_image_x_rapporto.A File: TTomEle_SezOriz_Q860.dwgLayout: Layout_1000 Plot: 16/02/2011

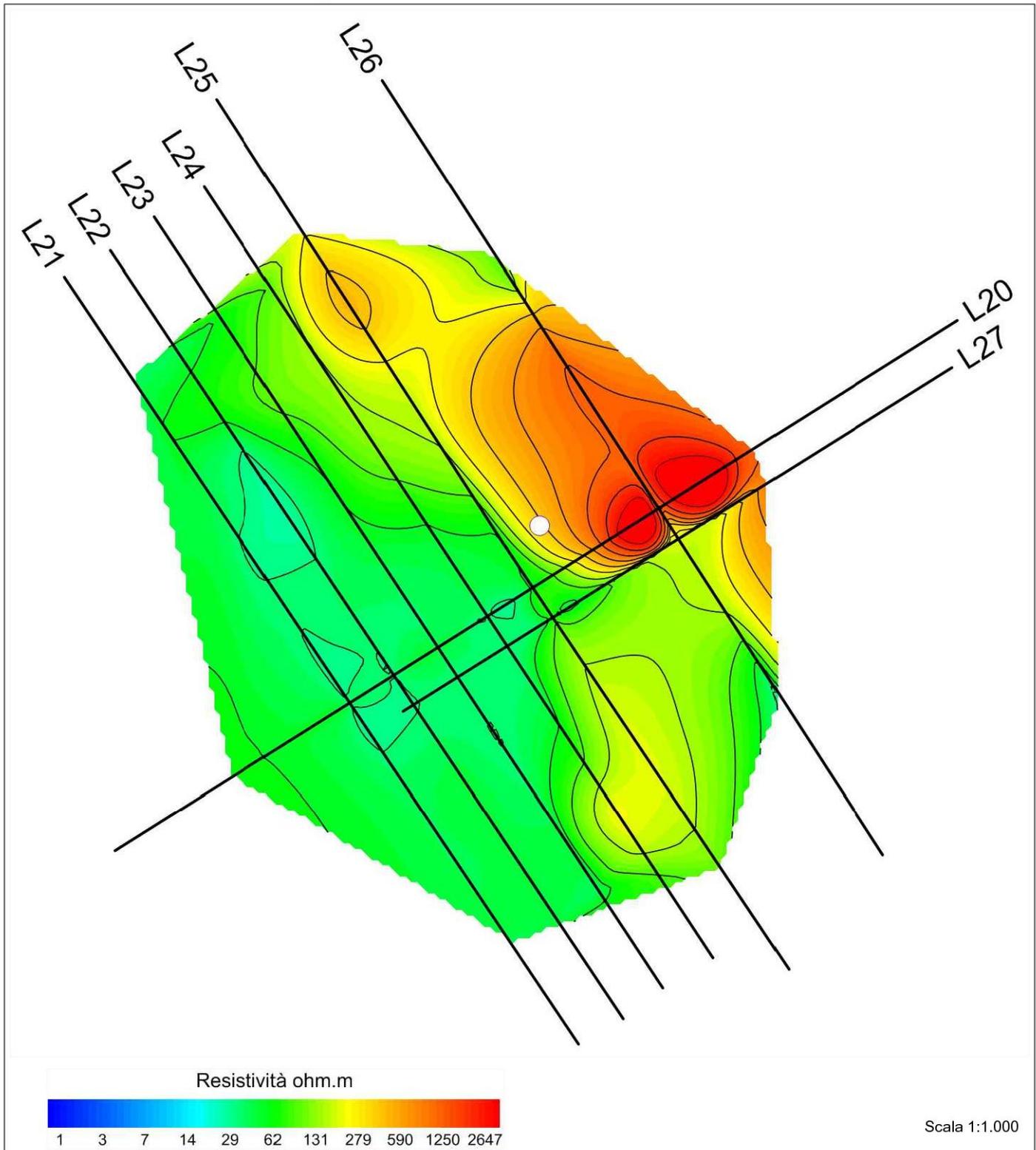


Fig. 14, TOMOGRAFIA ELETTRICA - SEZIONE orizzontale Q=860 m s.l.m.

n.3243A, Cartella: R:\CLATTAR2\Relazion_Image_x_rapporto.A File: TTomEle_SezOriz_Q856.dwg Layout: Layout_1000 Plot: 16/02/2011

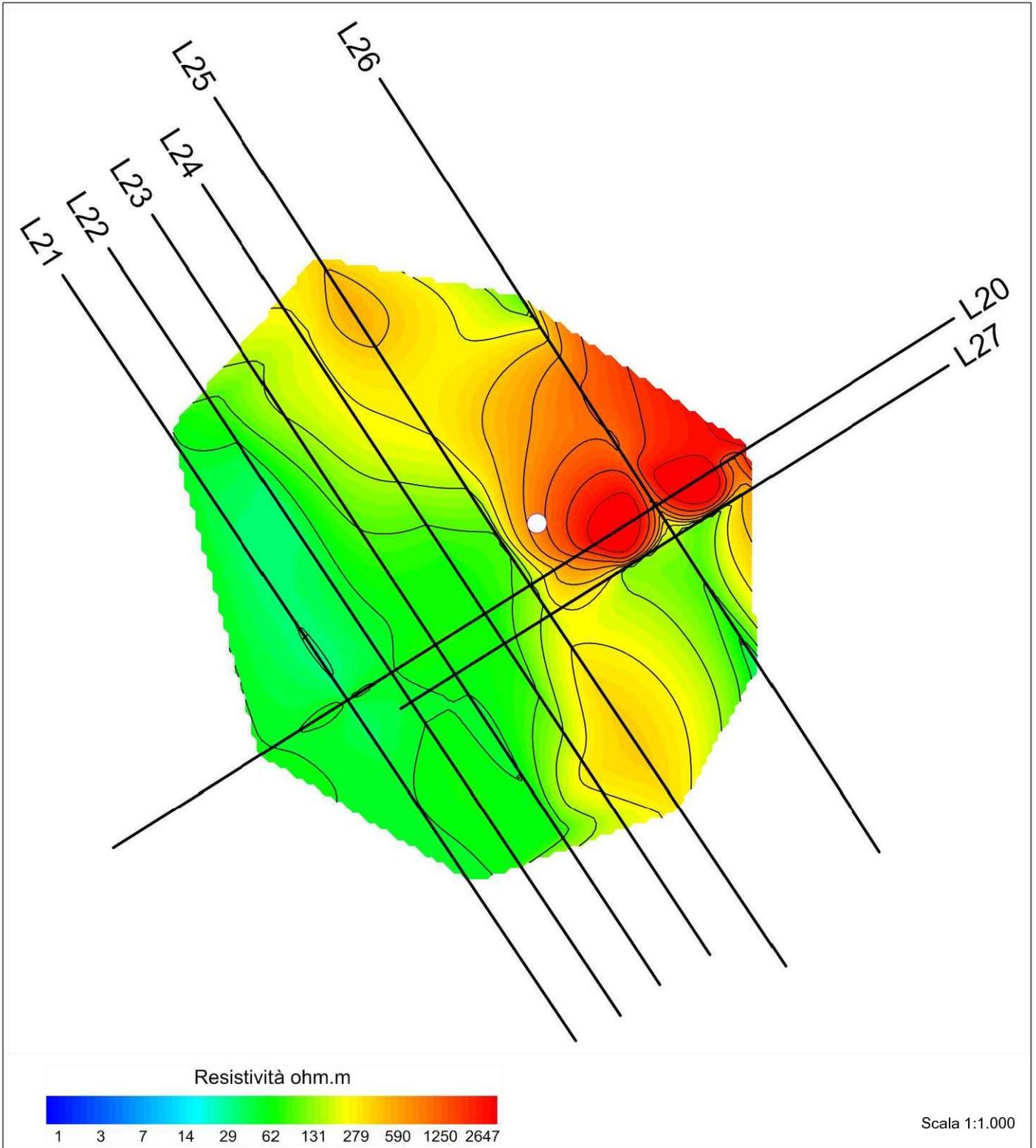


Fig. 15, TOMOGRAFIA ELETTRICA - SEZIONE orizzontale Q=856 m s.l.m.

n.3243A, Cartella: R:\CLATTAR2\Relazion_Image_x_rapporto.A File: TTomEle_SezOriz_Q852.dwgLayout: Layout_1000 Plot: 16/02/2011

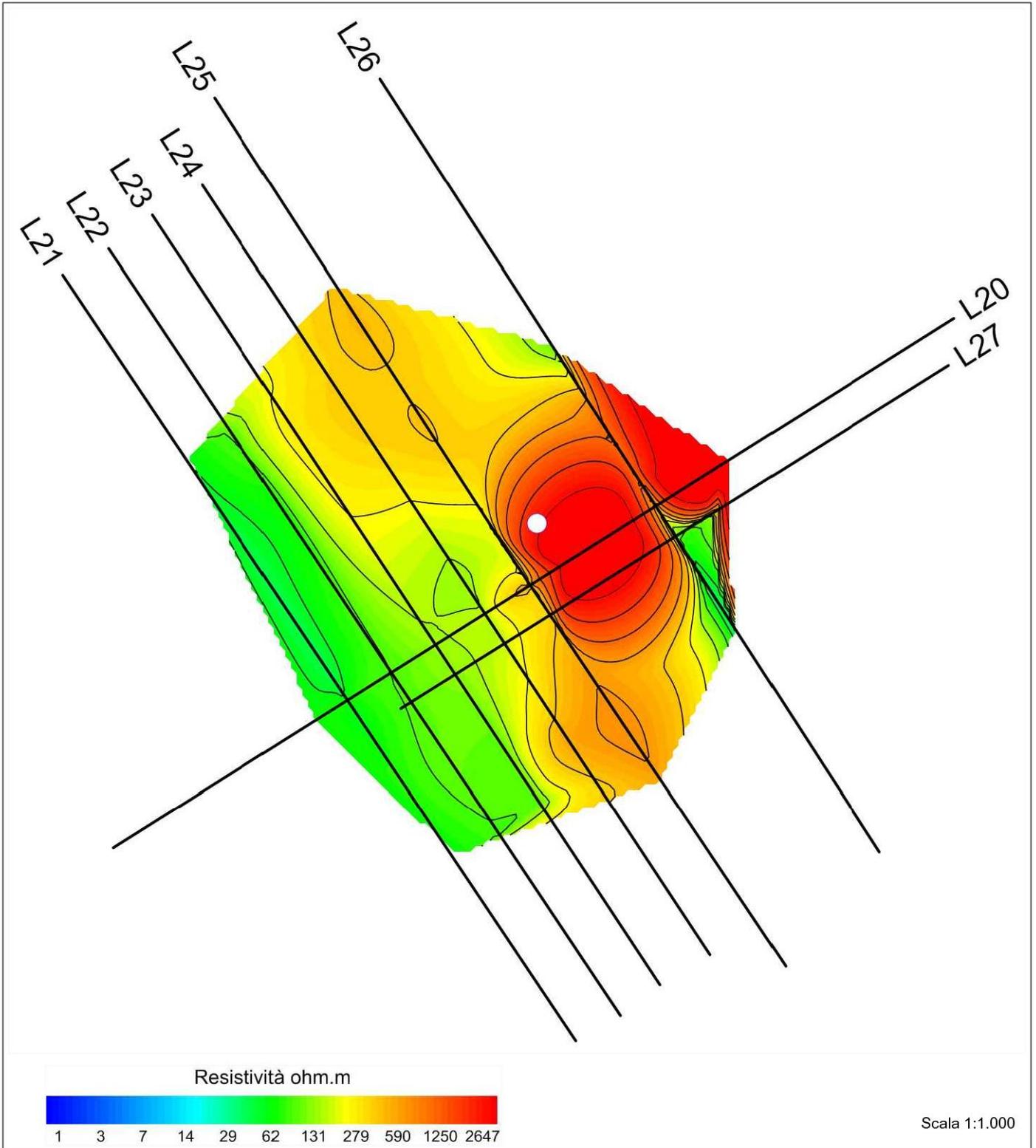
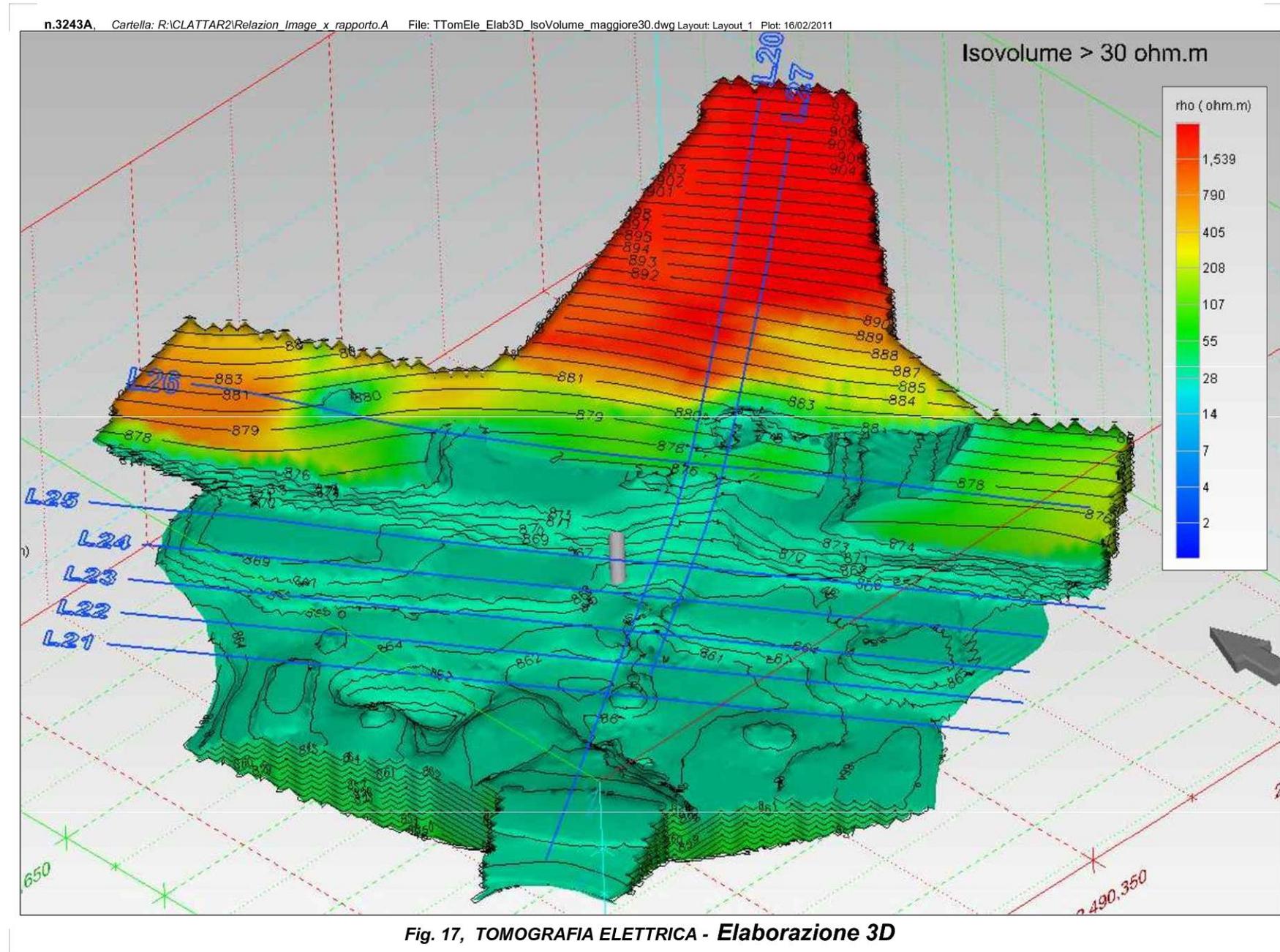


Fig. 16, TOMOGRAFIA ELETTRICA - SEZIONE orizzontale Q=852 m s.l.m.



n.3243A, Cartella: R:\CLATTAR2\Relazion Image x rapporto.A File: TTomEle_Elab3D_IsoVolume_minore80.dwg Layout: Layout_1 Plot: 16/02/2011

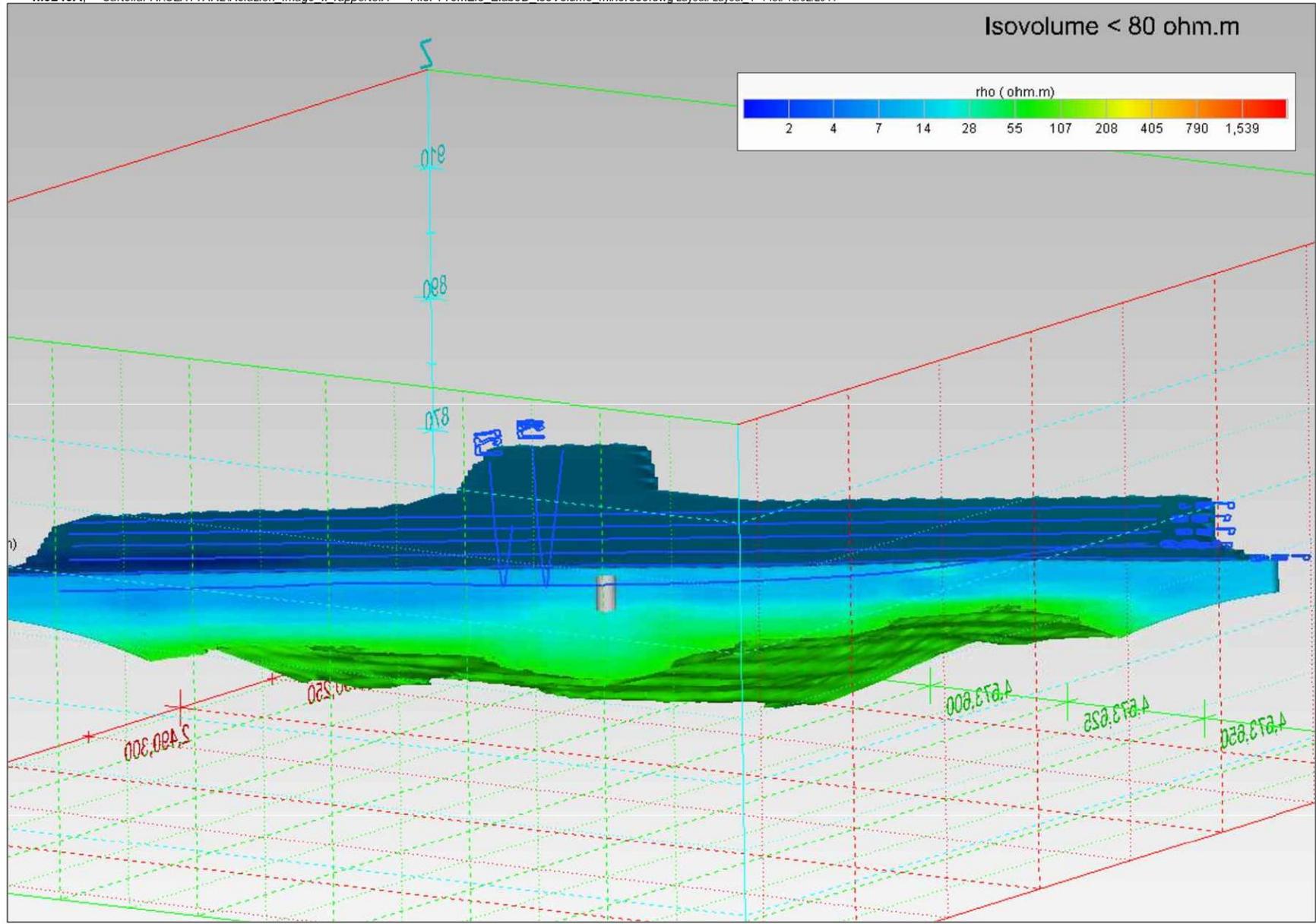


Fig. 18, TOMOGRAFIA ELETTRICA - Elaborazione 3D