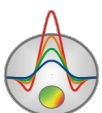


**Programa de interpretación unidimensional de datos
del método de transitorios con cualquier configuración
(transmisor de bucle/línea, receptor de bucle/dipolo).**

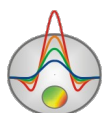
ZONDTEM1D

Manual del usuario

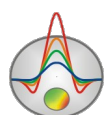


Índice

Finalidad y funciones del programa.....	4
Requisitos del sistema.....	7
Instalación y desinstalación del programa.....	7
Convenciones utilizadas en el programa.....	7
Creación y apertura de archivos de datos.....	8
Formato del archivo de datos.....	11
Diálogo de entrada de datos de campo (TEM Notepad).....	20
Guardar los resultados de la interpretación.....	27
Exportar datos.....	28
<i>Procedimiento de trabajo con el programa.....</i>	<i>29</i>
Ventana principal del programa.....	29
Biblioteca de estilos del programa.....	31
Barra de herramientas de la ventana principal del programa.....	31
Menú de funciones de la ventana principal del programa.....	32
“Teclas de acceso rápido”	42
Ventana de propiedades del programa.....	42
Configuración de los parámetros del punto de sondeo (Sounding settings).....	53
Interpretación de datos de campo.....	58
Ajuste automático de los parámetros del modelo.....	59
<i>Objetos del programa.....</i>	<i>60</i>
Editor de modelos.....	60
Gráfico de curvas teóricas y experimentales (Data Editor).....	65
Tabla de parámetros (Model table).....	70
Sección (Section).....	81
Pseudosección (Pseudosection).....	87
Gráficos de perfil (Profile).....	90
<i>Funciones adicionales del programa.....</i>	<i>93</i>
Trabajo con datos areales y visualización 3D.....	93
Introducción de información a priori.....	103
Posprocesamiento de datos de campo.....	110
Suavizado del modelo.....	111
Menú Buffer para comparar y almacenar resultados de inversión.....	112
Opciones de interpretación conjunta de datos TEM, SEV y MT.....	113
Corrector de datos AK TDEM-Corrector.....	116
Importación de datos TDEM (Importing of TDEM data).....	119
Módulo de inversión de Born.....	121



Ventanas auxiliares del programa.....	124
Cuadros de diálogo de importación y exportación.....	126
<i>Configuración de los objetos gráficos del programa.....</i>	<i>131</i>
Diálogo de configuración de la paleta.....	131
Editor de ejes.....	132
Editor del conjunto de gráficos.....	135
Editor de gráficos.....	137
Cuadro de diálogo de vista previa de impresión (Print preview).....	139
<i>Editor geológico de secciones.....</i>	<i>142</i>
<i>Anexo 1. Formato del archivo de datos de litología.....</i>	<i>147</i>
<i>Anexo 2. Formatos de archivos de texto auxiliares.....</i>	<i>149</i>



Finalidad y funciones del programa

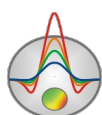
El programa «ZONDTEM1D» está destinado a la interpretación unidimensional de datos de perfil del método de transitorios y de sondeos en el dominio de la frecuencia. Su interfaz intuitiva y sus amplias posibilidades de presentación de datos permiten resolver de forma eficaz el problema geológico planteado.

El programa «ZONDTEM1D» ofrece una herramienta práctica para la interpretación automática y semiautomática (interactiva) de datos de perfil y puede utilizarse en ordenadores personales compatibles con IBM PC que funcionen con el sistema operativo Windows.

La resistividad eléctrica (RE), medida en ohmios·metro ($\Omega\cdot m$), caracteriza la capacidad de las rocas para oponer resistencia al paso de la corriente y es la propiedad electromagnética más universal. En las rocas y los minerales, varía en un intervalo muy amplio: de 10^{-3} a 10^{15} $\Omega\cdot m$. En las rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas más comunes, la RE depende de la composición mineral, de las propiedades físico-mecánicas e hídricas de las rocas, de la concentración de sales en las aguas subterráneas y, en menor medida, de su composición química, así como de otros factores (temperatura, profundidad, grado de metamorfismo, etc.) [Khmelevskói, 1997].

La resistividad eléctrica de los minerales depende de sus enlaces intracristalinos. Los minerales dieléctricos (cuarzo, micas, feldespatos, etc.), cuyos enlaces son principalmente covalentes, se caracterizan por resistividades muy elevadas (10^{12} - 10^{15} $\Omega\cdot m$). Los minerales semiconductores (carbonatos, sulfatos, haluros, etc.) presentan enlaces iónicos y se caracterizan por resistividades elevadas (10^4 - 10^8 $\Omega\cdot m$). Los minerales arcillosos (hidromicas, montmorillonita, caolinita, etc.) tienen enlaces iónico-covalentes y presentan resistividades relativamente bajas.

Los minerales metalíferos (elementos nativos y algunos óxidos) se caracterizan por su conductividad electrónica y conducen muy bien la corriente. Los dos primeros grupos de minerales forman el esqueleto «rígido» de la mayoría de las rocas. Los minerales arcillosos forman un esqueleto «plástico», capaz de adsorber agua ligada, mientras que las rocas con minerales «rígidos» solo pueden saturarse con soluciones y agua libre, es decir, aquella que puede extraerse de la roca.

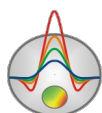


La resistividad eléctrica de las aguas subterráneas libres varía desde fracciones de $\Omega \cdot m$, cuando la mineralización total es alta, hasta 1000 $\Omega \cdot m$, cuando es baja. La composición química de las sales disueltas en el agua no desempeña un papel significativo; por ello, los datos de prospección eléctrica solo permiten estimar la mineralización total de las aguas subterráneas. La resistividad eléctrica de las aguas ligadas, adsorbidas por las partículas sólidas de la roca, es baja y varía poco (de 1 a 100 $\Omega \cdot m$). Esto se explica porque su mineralización es bastante constante (3-1 g/l). La mineralización media de las aguas del océano mundial es de 36 g/l.

Como el agua de poro (libre y ligada) tiene una resistividad eléctrica mucho menor que la del esqueleto mineral de la mayoría de las rocas, la resistividad de las rocas prácticamente no depende de su composición mineral, sino de parámetros como la porosidad, la fracturación y la saturación de agua. Al aumentar estos parámetros, la resistividad de las rocas disminuye debido al aumento de la concentración de iones en el agua subterránea. Por tanto, la conductividad eléctrica de la mayoría de las rocas es de tipo iónico (electrolítico).

Al aumentar la temperatura en 40°, la resistividad disminuye aproximadamente a la mitad, debido al aumento de la movilidad de los iones. Al congelarse, la resistividad de las rocas aumenta bruscamente, ya que el agua libre se convierte prácticamente en un aislante y la conductividad eléctrica queda determinada únicamente por el agua ligada, que se congela a temperaturas muy bajas (inferiores a -50° C). El aumento de la resistividad al congelarse varía según el tipo de roca: se multiplica varias veces en las arcillas, hasta 10 veces en las rocas compactas, hasta 100 veces en los limos y las arenas limosas, y hasta 1000 veces o más en las arenas y las rocas de grano grueso.

A pesar de que la resistividad depende de numerosos factores y varía en un amplio intervalo entre los distintos tipos de roca, las principales regularidades de la resistividad están bien establecidas. Las rocas ígneas y metamórficas se caracterizan por resistividades elevadas (de 500 a 10000 $\Omega \cdot m$). Entre las rocas sedimentarias, presentan resistividades elevadas (100 - 1000 $\Omega \cdot m$) la sal gema, los yesos, las calizas, las areniscas y algunas otras. Por lo general, las rocas sedimentarias detríticas tienen una resistividad tanto mayor cuanto mayor es el tamaño de los granos que las componen; es decir, depende sobre todo del contenido de arcilla. Al pasar de las arcillas a los suelos arcillosos, los suelos arenoso-arcillosos y las arenas, la resistividad varía desde fracciones y unidades de ohmios hasta decenas y centenas de ohmios [Khmelevskoy, 1997].



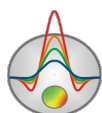
El programa ZondTEM1D permite realizar la interpretación unidimensional de datos del método de sondeo electromagnético transitorio (TEM), obtenidos con distintos sistemas de observación, tanto terrestres como aerotransportados. El programa admite configuraciones tradicionales (bucles coincidentes, en bucle, bucles separados, línea-bucle, bucle-línea, línea-línea), así como configuraciones más exóticas con orientación arbitraria. Para cada transmisor se pueden definir varios receptores de cualquier tipo (en cuyo caso la inversión se realiza simultáneamente para todos los datos). La geometría de los transmisores y receptores puede ser arbitraria en el plano, a una altura fija especificada (para estudios aerogeofísicos). Los parámetros geométricos y el régimen temporal de las mediciones se pueden editar «sobre la marcha» para todos los puntos de sondeo o para uno en particular. Se calculan tanto los campos electromagnéticos como sus derivadas respecto al tiempo; también se puede especificar una forma arbitraria del pulso de corriente.

En la versión ampliada del programa ZondTEM1D, además de la resistividad, también se pueden utilizar como parámetros del medio los parámetros de la fórmula Cole-Cole y la permeabilidad magnética de las rocas. La inversión de datos TEM teniendo en cuenta los parámetros de polarización inducida puede proporcionar resultados más fiables.

Desde finales de los años setenta y principios de los ochenta del siglo pasado, en las publicaciones sobre los resultados de los levantamientos TEM se comunicaba a menudo el registro de transitorios con desviaciones de la monotonía y cambios de polaridad. Estos efectos se observaban en el intervalo comprendido entre las primeras decenas y las primeras centenas de microsegundos y, en un principio, se consideraban exclusivamente como ruido. Los investigadores comprendieron relativamente pronto que la causa de estos procesos era la polarización inducida que se establecía rápidamente, cuya influencia (al menos formalmente) podía tenerse en cuenta utilizando una conductividad eléctrica compleja $\sigma(\omega)$, dependiente de la frecuencia y descrita por la fórmula de Cole-Cole [Wait, 1987]:

$$\rho'(\omega) = \rho_0 \cdot \left(1 - \frac{\eta}{100} \left(1 - \frac{1}{1 + (i\omega\tau)^c} \right) \right)$$

donde ω — frecuencia angular, C; ρ_0 — resistividad, η — cargabilidad ($0 \leq \eta \leq 1$); c — exponente; τ — tiempo de relajación.



Requisitos del sistema

El programa «ZONDTEM1D» se puede instalar en un ordenador con el sistema operativo Windows XP o posterior. Requisitos recomendados del sistema: procesador P IV-2 GHz, 512 MB de memoria, resolución de pantalla 1024 X 768, modo de color True color. (No se debe cambiar la resolución de pantalla mientras se trabaja con los datos).

Instalación y desinstalación del programa

El programa «ZONDTEM1D» se distribuye a través de Internet. El paquete de instalación incluye este manual. Las últimas actualizaciones del programa se pueden descargar del sitio web www.zond-geo.com.

Para instalar el programa, cópielo en el directorio deseado (por ejemplo, «Zond»). Para instalar una actualización, basta con copiar la nueva versión del programa sobre la anterior.

Antes de iniciar el programa por primera vez, es necesario instalar el controlador de la llave de protección SenseLock. Para ello, abra la carpeta SenseLock (el controlador se puede descargar del sitio web) y ejecute el archivo InstWiz3.exe. Una vez instalado el controlador, inserte la llave. Si todo funciona correctamente, aparecerá un mensaje en la barra inferior del sistema indicando que se ha detectado la llave.

Para desinstalar el programa, elimine el directorio de trabajo del programa.

Convenciones utilizadas en el programa

Ro_a – resistividad aparente.

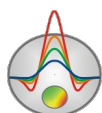
t – tiempo en segundos.

$U_t, dB/dt$ - Derivada de la señal respecto al tiempo.

$dB(t)$ - dependencia del campo respecto al tiempo.

Pseudoprofundidad: profundidad aproximada de investigación, relacionada con el espesor de la capa de piel.

ρ – resistividad



η – cargabilidad de Cole-Cole (en porcentaje)

τ – constante de tiempo (en segundos)

C – exponente de la fórmula Cole-Cole

μ – permeabilidad magnética, en unidades de la del vacío.

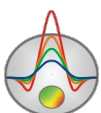
Todas las dimensiones geométricas del programa se expresan en metros.

Creación y apertura de archivos de datos

Para empezar a trabajar con el programa «ZONDTEM1D», es necesario crear un archivo de datos con un formato determinado que contenga información sobre los tiempos de medición, el sistema de observación y los valores de la fem (o del campo). Por lo general, un archivo contiene los datos de un perfil de observación.

En el programa «ZONDTEM1D», se considera que un elemento de datos es una curva de dependencia de la fem respecto al tiempo. Por lo tanto, los datos se deben presentar como un conjunto de curvas de sondeo.

Field data files	Abrir archivo(s) de datos en formato Zond.
Project data files	Abrir archivo de proyecto en formato Zond
Model data files	Abrir archivo de modelo
TEM-FAST48 TEM data files	Cargar archivo de datos de prueba del equipo TEM-FAST48
ERA data files	Abrir archivo ERA
Podbor data files	Abrir archivo en formato Ajuste
Interpex TEM files	Abrir archivo Interpretex TEM
Emma TEM data files	Abrir archivo Emma TEM
Geonics gx7/tem files	Abrir archivo Geonics gx7
Equator database files	Abrir archivo de la base de datos Equator
Nemfis files	Abrir archivo de datos del equipo Nemfis
GEM-2 csv files	Abrir archivo csv del equipo GEM-2
Amira based TEM files	Cargar un archivo de texto en formato Amira o sus equivalentes. Puede tener la extensión FEM para mediciones en el dominio de la frecuencia.
ORG files	Abrir archivo de base de datos ORG
BEM files	Abrir archivo(s) del equipo AIE-2 bem.
IX1D-CMD xyz files	Cargar archivo de mediciones de sondeos en el dominio de la frecuencia del equipo CMD.
GEM2a files	Cargar archivo de mediciones de sondeos en el dominio de la frecuencia del equipo GEM2.
SkyTEM base files	Cargar archivo de mediciones del sistema aerotransportado SkyTEM.
IX1D frq sounding	Cargar archivo de mediciones de sondeos en el dominio de la frecuencia en formato IX1D.
STEM xyz files	Cargar archivo de texto xyz del equipo STEM.



TTEM xyz files	Cargar archivo de texto xyz del equipo TTEM.
----------------	--

Los archivos de datos de texto organizados en el formato del programa «ZONDTEM1D» tienen las extensiones «*.tdf» y «*.tdp». El formato del archivo de datos se describe detalladamente en la sección [formato del archivo de datos](#).

Para que el programa funcione correctamente, el archivo de datos no debe contener:

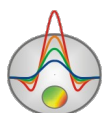
- curvas con menos de 3 tiempos
- símbolos no convencionales para separar registros en una línea (utilice los símbolos TAB o SPACE)
- valores absurdos de los parámetros de medición

Se recomienda que el número total de mediciones contenidas en un archivo no supere las 50000.

Al abrir un archivo con la extensión «*.tdp», se cargan tanto los datos de campo como el modelo correspondiente a una interpretación realizada anteriormente y otros parámetros.

Si el archivo de origen no contiene datos de coordenadas de los puntos, al abrirlo aparece la ventana **Stations locations** (Fig. 1), en la que se pueden introducir manualmente las coordenadas de los puntos, copiarlas desde Excel o cargar un archivo de texto con coordenadas mediante el botón .

El botón  de la barra de herramientas permite convertir las coordenadas geográficas al sistema UTM



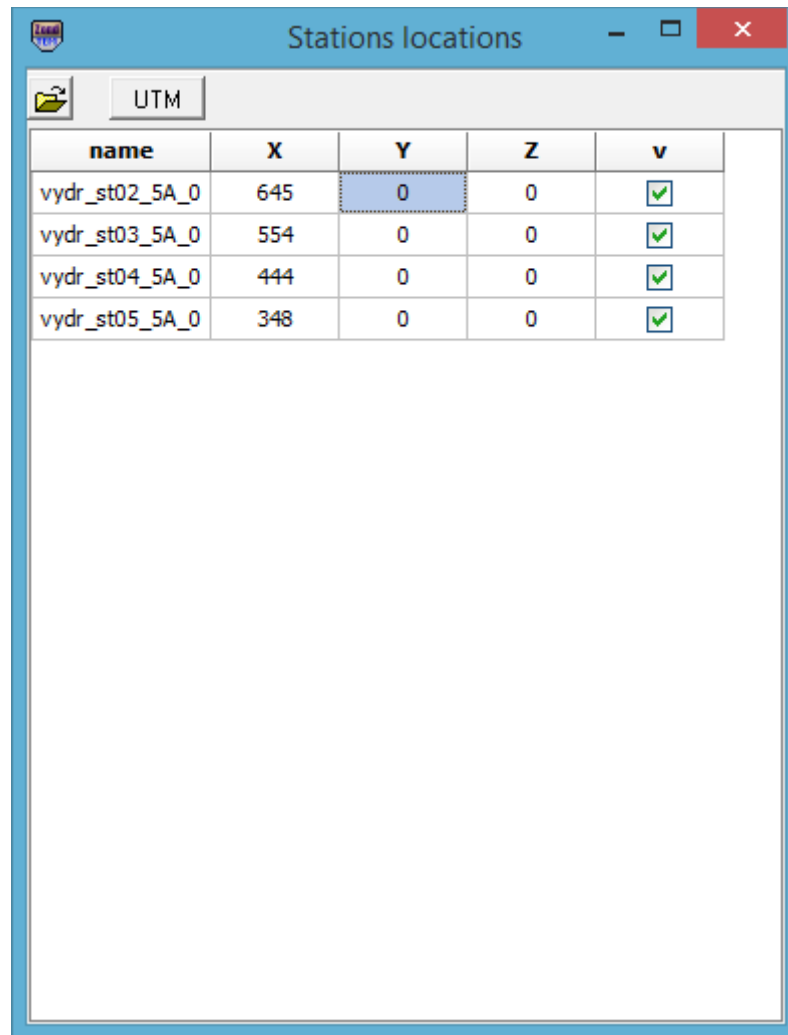
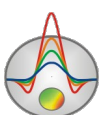


Fig. 1 **Ventana Stations locations. Configuración de las coordenadas de los puntos de sondeo**

La tabla de puntos de sondeo contiene las siguientes columnas: Name — nombre del archivo de origen; X, Y, Z — coordenadas y elevación del punto; v — activar o excluir el punto.

LL->XY	Recalcular las coordenadas de todas las filas: los valores X e Y se interpretan como longitud y latitud y, a continuación, se sustituyen por las coordenadas calculadas mediante la función de conversión a UTM.
Clic derecho en la celda X o Y	Establecer incremento. Para las filas situadas debajo de la seleccionada, el valor de la coordenada seleccionada se rellena de forma secuencial: al valor de la fila anterior se le suma el incremento especificado.

Al cargar un archivo de texto, se comprueba si cada línea contiene el nombre del punto de sondeo. Si se encuentra el nombre, se extraen de la línea los valores numéricos: los dos primeros definen X e Y y el tercero, si está presente, define Z.



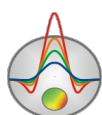
Formato del archivo de datos

El programa ofrece un formato de datos universal que incluye información sobre las coordenadas y las elevaciones relativas de los puntos de sondeo, así como la configuración del sistema de medición. Además, el programa admite los siguientes formatos: GEONICS, EMMA, USF, Ajuste, Amira, ERA, Nemfis Equator, Gem-2 y otros.

Formato de datos del programa *ZONDTEM1D data files* (extensión *.tdf).

#	Texto	Comentario
1	zondtem3.0	
2	title: station1	
	Datos del punto Station1	
3	1	!number of sounding
4	3.000000000000000E+0002 1.000000000000000E+0003 0.000000000000000E+0000	!XYZ coordinates
5	3	!type of transmitter/Loop
6	0.000000000000000E+0000 0.000000000000000E+0000 0.000000000000000E+0000	!center of transmitter, XYZ
7	-100 -100 100 -100 100 100 -100 100	!XY nodes of loop/line or center XY and dircos of dipoles
8	3	!number of receivers
9	2	!type of the first receiver/Loop
	Datos del primer receptor	
10	0.000000000000000E+0000 0.000000000000000E+0000 0.000000000000000E+0000	!center of the first receiver, XYZ
11	-10 -10 10 -10 10 10 -10 10	!XY nodes of loop/line or center XY and dircos of dipoles
12	1	!number of sweep
13	1	!type of sweep1/finite impulse
14	8.333300000000000E-0003 8.333300000000000E-0003 8.600000000000000E-0005 0.000000000000000E+0000	!tpulse, tpause, ramp front, rmp back (sec)
15	30	!number of points
	Data section	
	Datos del segundo receptor....	

Fig. 2 Ejemplo de formato del archivo de datos *.tdf. En el ejemplo, se utiliza como transmisor un bucle de 200x200 m. Hay tres receptores, el primero de los cuales es un bucle de 20x20 m. Se utiliza un régimen temporal y un pulso de duración finita.



La primera línea contiene el identificador del formato de datos **ZondTem3.0** (versión actual del formato de datos). Si se trabaja con datos en el dominio de la frecuencia, la línea debe contener la clave frequency domain (**ZondTem3.0 frequency domain**).

La segunda línea contiene el número de puntos de sondeo. (!number of sounding)

A continuación, aparece una secuencia de líneas que describen cada punto de sondeo. El número de bloques de descripción de puntos de sondeo debe coincidir con el valor de la segunda línea.

Bloque de descripción del punto de sondeo

La primera línea debe contener la entrada **Title**, seguida del nombre del punto de sondeo (se recomienda que no supere los 8 caracteres).

La segunda línea debe contener tres números: X Y Z — las coordenadas del punto de sondeo. (!XYZ coordinates) . Se recomienda introducirlas en el sistema UTM.

La tercera línea indica el tipo de transmisor (!type of transmitter/).

0 - dipolo magnético vertical (VMD), 1 — dipolo eléctrico horizontal (HED), 2 - línea de longitud finita (Line), 3 — bucle (Loop), 4 - dipolo magnético horizontal (HMD).

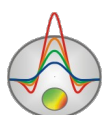
La cuarta línea contiene las coordenadas del centro del transmisor X Y Z. (! center of transmitter). Es importante introducir únicamente la tercera coordenada: la altura del transmisor sobre la superficie del terreno (solo para dipolos magnéticos (geofísica aerotransportada)). En los demás casos, la línea debe contener 0 0 0.

La quinta línea describe los nodos del transmisor. (!XY nodes of loop/line or center XY and dircos of dipoles) La forma de introducir los nodos depende del tipo de transmisor.

- 0 - dipolo magnético vertical: 2 números, coordenadas X e Y del centro del dipolo.
- 1 - dipolo eléctrico horizontal: 4 números, coordenadas X e Y del centro del dipolo y cosenos directores X e Y (1 0 — indica que el dipolo está orientado a lo largo del eje X).
- 2 - línea de longitud finita: 4 números, coordenadas X1 Y1 X2 Y2 del inicio y el final de la línea de alimentación.

Si se especifica la palabra de control **length**, la línea se define mediante un único número. La línea *length 100* indica una línea de alimentación de 100 metros, orientada a lo largo del eje X y centrada en el punto (0 0).

- 3 - bucle: 2*N números, donde N es el número de nodos (>2). Para un bucle cuadrado se utilizan 4 nodos (8 valores): X1 Y1 X2 Y2 X3 Y3 X4 Y4.



Si se especifica la palabra de control **side**, el bucle se define mediante uno o dos números. La línea *side 100* indica que se ha definido un bucle cuadrado de 100 metros de lado, con centro en el punto (0 0). La línea *side 100 50* indica que se ha definido un bucle rectangular con lados de 100 y 50 metros, con centro en el punto (0 0).

Si se especifica la palabra de control **circle**, el bucle se define mediante un número. La línea *circle 100* indica que se ha definido un bucle circular de 100 metros de radio, con centro en el punto (0 0).

- 4 - dipolo magnético horizontal: 4 números, coordenadas X Y del centro del dipolo y cosenos directores X Y (1 0 significa que el dipolo está orientado a lo largo del eje X).

Se recomienda utilizar el centro del transmisor como origen de coordenadas al describir la geometría de los transmisores y receptores.

Sexta línea – número de receptores (*!number of receivers*).. Se puede utilizar cualquier cantidad de receptores de cualquier tipo.

A continuación, se incluye una secuencia de líneas que describe el primer receptor.

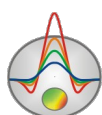
Primera línea – tipo de receptor:

0 - antena eléctrica (componente horizontal), 1 - línea eléctrica de longitud finita, 2 – bucle (componente vertical), 3 - antena magnética (componente vertical), 4 - antena magnética (componente horizontal).

Segunda línea – coordenadas del centro del receptor X Y Z. Es importante introducir únicamente la tercera coordenada, es decir, la altura del receptor sobre la superficie del terreno (solo para dipolos magnéticos). En todos los demás casos, la línea debe contener 0 0 0. La última coordenada, Z, determina la altura del receptor sobre la superficie del terreno.

Tercera línea – descripción de los nodos del receptor. La introducción de los nodos varía según el tipo de transmisor. Las coordenadas deben estar en el mismo sistema que las del transmisor.

- 0 - antena eléctrica: 4 números, coordenadas X Y del centro del dipolo y cosenos directores X Y (1 0 significa que el dipolo está orientado a lo largo del eje X).
- 1 - línea eléctrica de longitud finita: 4 números, coordenadas X1 Y1 X2 Y2 del inicio y el final de la línea receptora.
- 2 - bucle: 8 números, coordenadas de los nodos del bucle X1 Y1 X2 Y2 X3 Y3 X4 Y4.



Si se especifica la palabra de control **side**, el bucle se define mediante uno o dos números. La línea *side 100* indica que se ha definido un bucle cuadrado de 100 metros de lado, con centro en el punto (0 0). La línea *side 100 50* indica que se ha definido un bucle rectangular con lados de 100 y 50 metros, con centro en el punto (0 0).

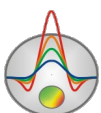
- 3 – antena magnética (componente vertical): 2 números, coordenadas X e Y del centro del dipolo.
- 4 - antena magnética (componente horizontal): 4 números, coordenadas X Y del centro del dipolo y cosenos directores X Y (1 0 significa que el dipolo está orientado a lo largo del eje X).

Los demás tipos de receptores (relaciones entre componentes, vector completo del campo magnético (bobina triaxial), derivadas espaciales) están disponibles en la versión completa del programa.

Cuarta línea – número de regímenes temporales (SWEEP). Normalmente, 1.

A continuación, se describe secuencialmente cada régimen temporal (2 líneas).

Primera línea – tipo de pulso. 0 – escalón, 1 – pulso rectangular de duración finita, 2 – pulso de forma arbitraria (Fig. 3).



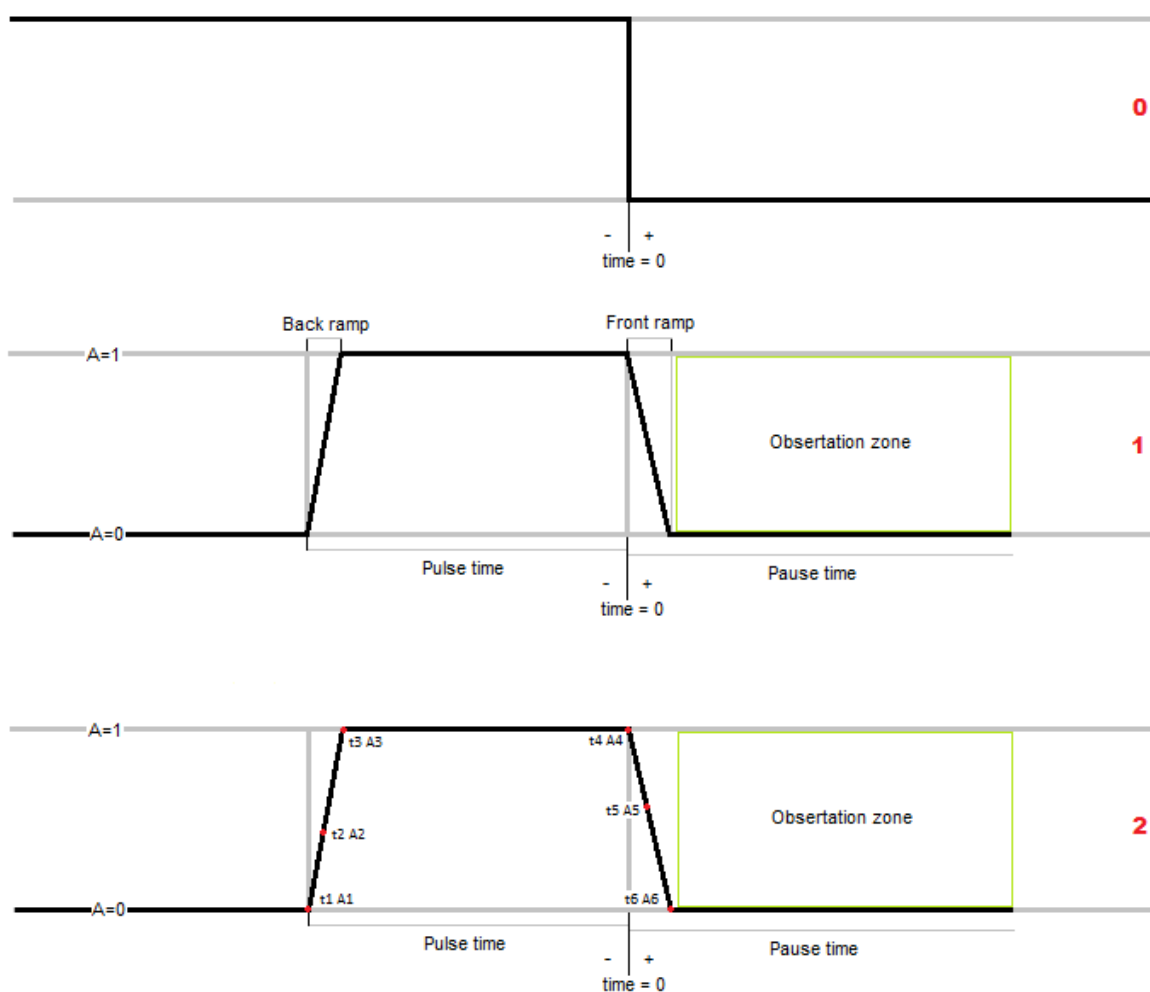


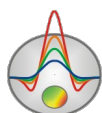
Fig. 3 **Característica temporal de los pulsos utilizados: 0 – escalón, 1 – pulso rectangular de duración finita, 2 – pulso de forma arbitraria**

Segunda línea – secuencia de parámetros del régimen temporal.

Para los tipos de pulso 0 y 1, la secuencia de parámetros consta de 4 números: duración del pulso, duración de la pausa, duración de la rampa de subida del pulso y duración de la rampa de bajada (todos los valores se expresan en segundos).

Para los pulsos de tipo 2, se especifican secuencialmente los nodos que describen la forma del pulso de corriente: $t_N A_N t_{N-1} A_{N-1} \dots t_1 A_1$ (N – número de nodos). Para describir la secuencia de nodos, se debe tener en cuenta que el instante de tiempo cero corresponde a la rampa de subida del pulso, y que todos los tiempos anteriores se indican con signo negativo. La lista se rellena en orden decreciente de tiempo. La amplitud máxima del pulso es 1.

Quinta línea – número de mediciones (tiempos de retardo) para este receptor.



Sexta línea – «encabezado» que indica al programa qué tipo de datos se encuentra en cada columna. Normalmente, la línea tiene el siguiente aspecto.

t(sec) sweep U(uV) weight

- número de medición.

t(sec) – tiempo de medición (en segundos) desde la rampa de subida del pulso. En el dominio de la frecuencia, esta columna contiene valores inversamente proporcionales a las frecuencias.

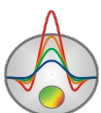
Sweep – índice del régimen temporal de cada medición (debe ser menor o igual que el número de regímenes temporales definidos).

U(uV) - Valores de la fem o del campo eléctrico medido; deben introducirse en microvoltios y normalizarse previamente respecto a la corriente (Voltio/Amperio*10⁶). En las mediciones con dipolo (bobina), los valores medidos deben normalizarse previamente (dividirse) por el área de la bobina receptora. En el dominio de la frecuencia se utilizan las siguientes claves: *mod* – indica la columna de valores del módulo de la señal en función de la frecuencia y *phas* – describe la fase (en grados).

Weight – peso del punto, inversamente proporcional a la varianza. Se especifica en el intervalo de 0 a 1. *mod_w* y *phas_w* se utilizan, respectivamente, en el dominio de la frecuencia.

A continuación, aparece el bloque de descripción del segundo receptor (si se utiliza), etc.

```
zondtem3.0
1 !number of sounding
title: Ceibita.TEM
2.733880000000000E+0005 1.047297000000000E+0006 0.000000000000000E+0000 !XYZ
coordinates
3 !type of transmitter/Loop
0.000000000000000E+0000 0.000000000000000E+0000 0.000000000000000E+0000 !
center of transmitter, XYZ
-20 -20 20 -20 20 20 -20 20 !XY nodes of loop/line or center XY and dircos of dipoles
1 !number of receivers
3 !type of receiver/Hz dipole
0.000000000000000E+0000 -4.000000000000000E+0001 0.000000000000000E+0000 !
center of receiver, XYZ
```



```

0 -40 !XY nodes of loop/line or center XY and dircos of dipoles
3 !number of sweep
1 !sweep1 Pulse 0 - step, 1 - finite, 2 - user
      8.33333333333333E-0003      8.33333333333333E-0003      2.60000000000000E-0005
0.00000000000000E+0000 !tpulse, tpause, ramp front, rmp back (sec)
1 !sweep2 Pulse 0 - step, 1 - finite, 2 - user
      3.33333333333333E-0002      3.33333333333333E-0002      2.60000000000000E-0005
0.00000000000000E+0000 !tpulse, tpause, ramp front, rmp back (sec)
1 !sweep3 Pulse 0 - step, 1 - finite, 2 - user
      8.33333333333333E-0002      8.33333333333333E-0002      2.60000000000000E-0005
0.00000000000000E+0000 !tpulse, tpause, ramp front, rmp back (sec)
60 !number of points
# t(sec) sweep U(uV) weight
1 8.81250000000000E-0005 1 4.78964858050746E-0001 1.00000000000000E+0000
2 1.09430000000000E-0004 1 2.60055881336580E-0001 1.00000000000000E+0000
....

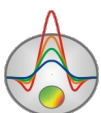
```

Fig. 4 Ejemplo del formato de archivo de datos *.tdf. En el ejemplo, se utiliza como transmisor un bucle de 40x40 m. Hay un receptor: un dipolo magnético vertical cuyo centro está en las coordenadas (0;40). Se utilizan tres regímenes temporales. El tipo de pulso es un pulso de duración finita. Los pulsos tienen características diferentes.

```

zondtem3.0
1 !number of sounding
title: TEM14.tem
0.00000000000000E+0000 0.00000000000000E+0000 0.00000000000000E+0000 !XYZ
coordinates
3 !type of transmitter/Loop
0.00000000000000E+0000 0.00000000000000E+0000 0.00000000000000E+0000 !center of
transmitter, XYZ
-25 -25 25 -25 25 25 -25 25 !XY nodes of loop/line or center XY and dircos of dipoles
1 !numer of receivers
3 !type of receiver/Hz dipole
0.00000000000000E+0000 5.00000000000000E+0001 0.00000000000000E+0000 !center of

```

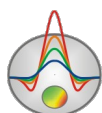


```

receiver, XYZ
0 50 !XY nodes of loop/line or center XY and dircos of dipoles
2 !number of sweep
2 !sweep1 Pulse 0 - step, 1 - finite, 2 - user
-0.0100000 0 -0.00813110 0.630000 -0.00616500 1 0 1 0.0000228570 0.0712200
0.0000231010 0.0619600 0.0000236680 0 !nodes of pulse shape t1 A1, t2 A2... tn An, t(sec)
2 !sweep2 Pulse 0 - step, 1 - finite, 2 - user
-0.0400000 0 -0.0381310 0.630000 -0.0361650 1 0 1 0.0000234570 0.0695200 0.0000237020
0.0604900 0.0000242680 0 !nodes of pulse shape t1 A1, t2 A2... tn An, t(sec)
40 !number of points
# t(sec) sweep U(uV) weight
1 1.387000000000000E-0004 1 1.99982520494646E-0001 9.99798526090574E-0001
2 1.600000000000000E-0004 1 1.37363612643888E-0001 9.99807868777242E-0001
3 1.900000000000000E-0004 1 8.77733435283546E-0002 9.99811806878011E-0001
.....

```

Fig. 5 Ejemplo del formato de archivo de datos *.tdf. En el ejemplo, se utiliza como transmisor un bucle de 50x50 m. Hay un receptor: un dipolo magnético vertical cuyo centro está en las coordenadas (0;50). Se utilizan tres regímenes temporales. El tipo de pulso está definido por el usuario; los pulsos tienen características diferentes, definidas mediante nodos.



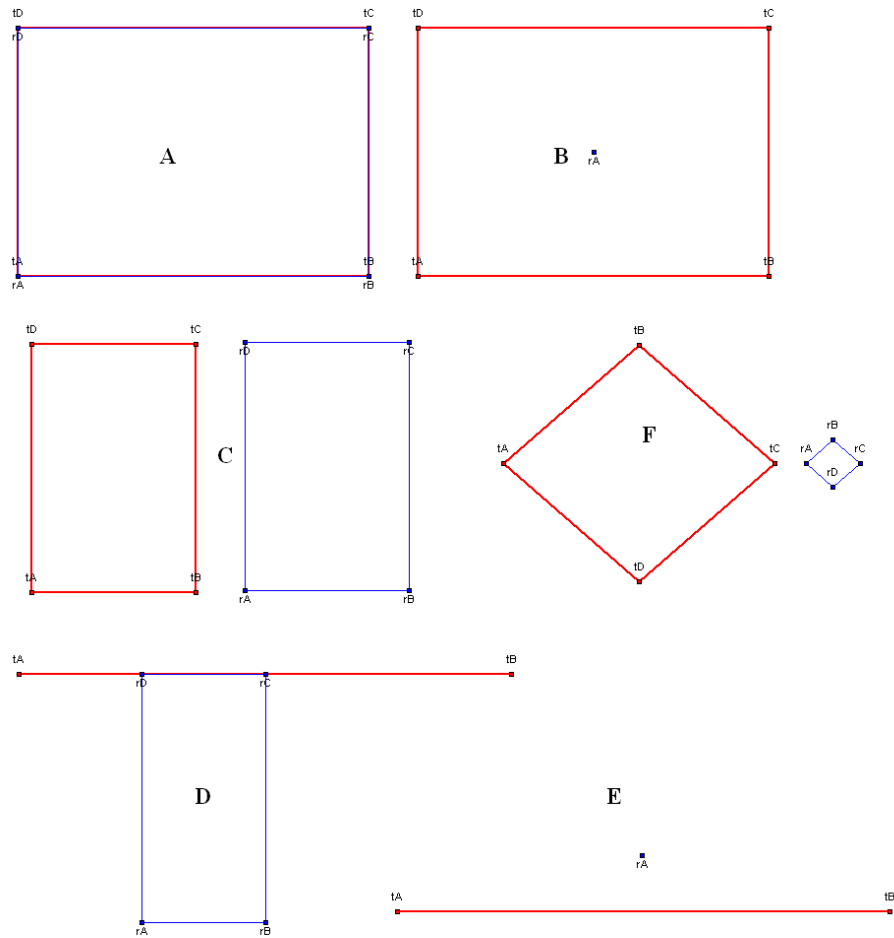


Fig. 6 Esquemas de sondeo al medir la fem de inducción. A - , B, C, D, E, F

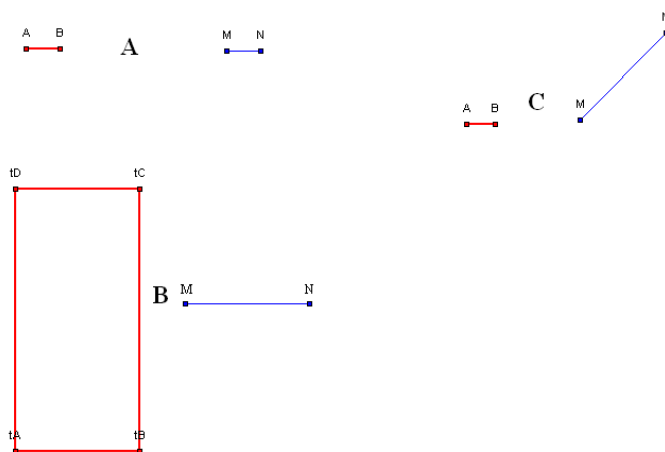
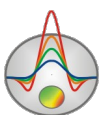


Fig. 7 Esquemas de sondeo al trabajar con la componente eléctrica del campo. A - , B, C



Diálogo de entrada de datos de campo (TEM Notepad)

El diálogo está destinado a introducir nuevos datos y está disponible en el menú principal del programa **File/TEM Notepad (New data)**. En la Fig. 8 se muestra el cuadro de diálogo de la opción **TEM Notepad**.

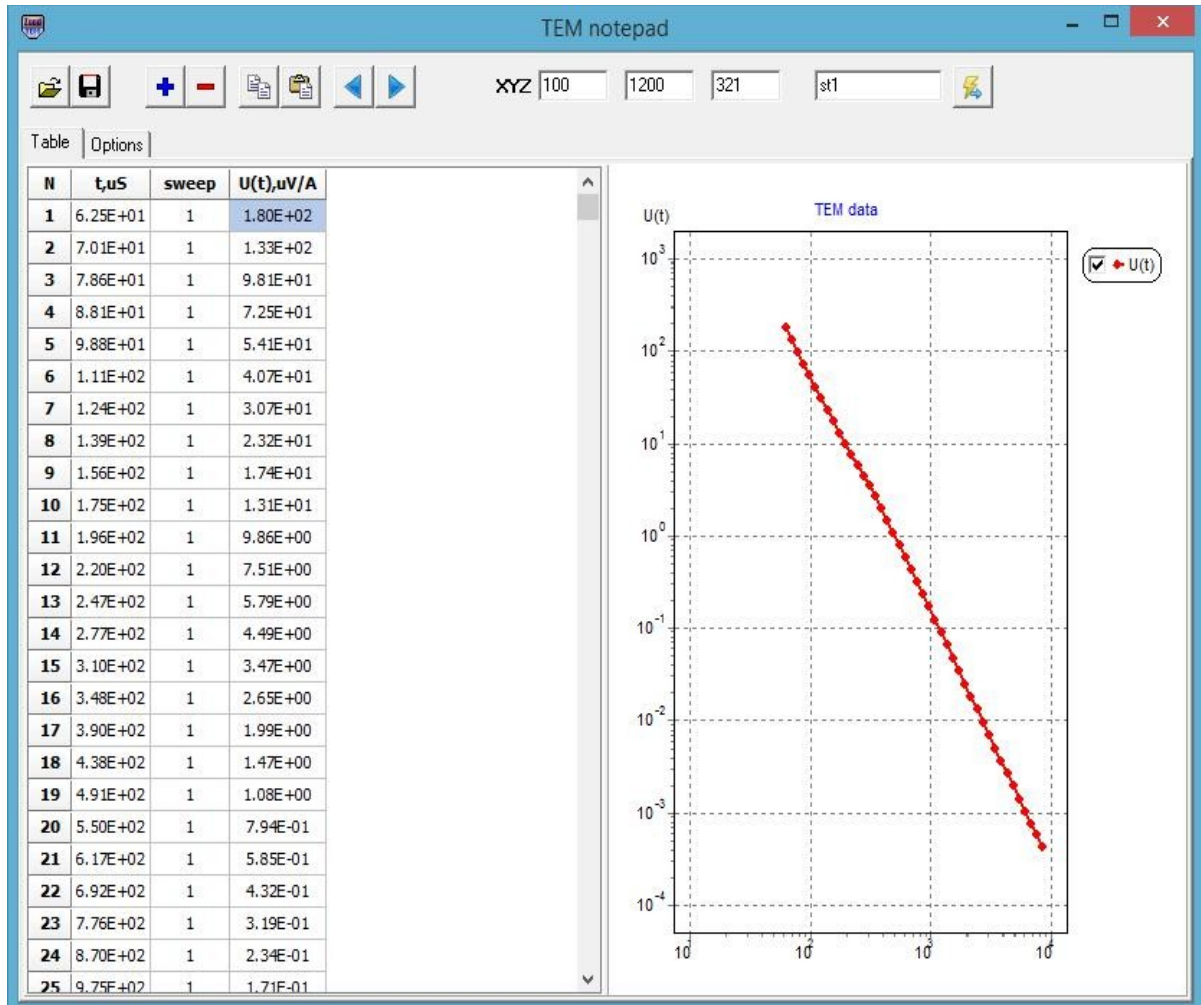
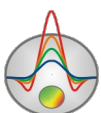


Fig. 8 Cuadro de diálogo TEM Notepad (pestaña Table)

La ventana contiene los siguientes botones en el menú principal:

	Abrir un archivo de datos de un sondeo o una base de datos de varios sondeos en formato *.txt
	Guardar un archivo de un sondeo o una base de datos de varios sondeos en formato *.txt



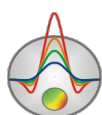
	Añadir un punto de sondeo
	Eliminar un punto de sondeo
	Copiar al portapapeles los parámetros del modo temporal del punto actual
	Pegar en la estación actual los parámetros del modo temporal del portapapeles
	Ir al punto adyacente
	Crear un proyecto y pasar al modo de interpretación

En el campo XYZ se deben especificar las coordenadas del punto de sondeo y su nombre (campo «name1» en la Fig. 8).

La pestaña **Table** (véase la Fig. 8) está destinada a los datos de sondeo. En la parte izquierda de la ventana hay una tabla con las siguientes columnas: t — tiempos en las unidades seleccionadas en la lista Time units (nS, uS, mS o S); sweep – configuración del modo de pulsos (duración del pulso, pausas y duración de las rampas; normalmente se utiliza una configuración para cada sondeo, pero algunos sistemas utilizan varias (Geonics)); U(t) – valor de la componente del campo medido. En la parte derecha, los datos se muestran gráficamente.

Haga clic con el botón derecho en una celda de la primera columna de la tabla para abrir el menú contextual. Seleccione **Insert point** para insertar una fila de datos o **Delete point** para eliminar una fila.

La pestaña **Options** (Fig. 9) está destinada a modificar la geometría de la configuración y el modo temporal. Contiene tres secciones: **Transmitter**, **Receiver**, **Time mode**, destinadas a especificar los parámetros del transmisor, del receptor o del conjunto de receptores y del modo temporal.



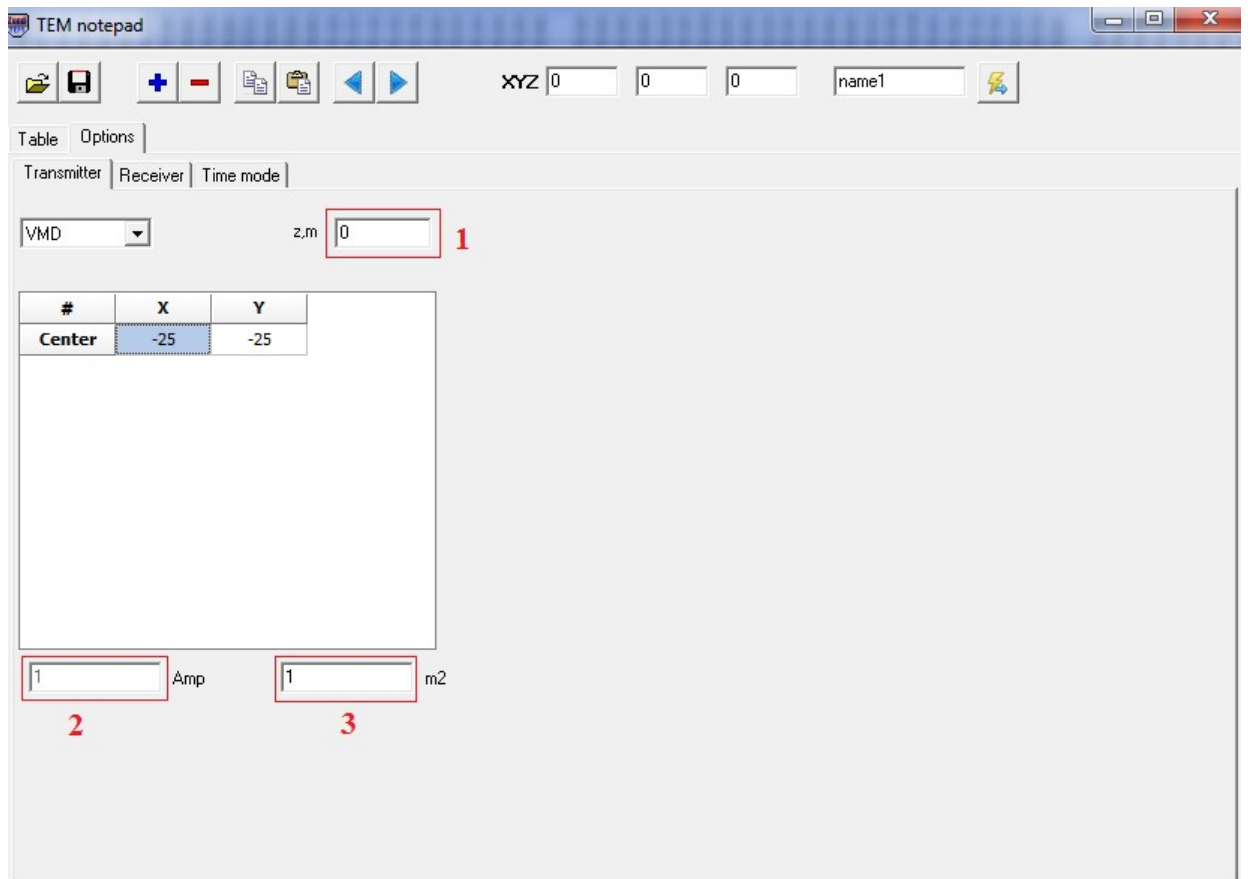
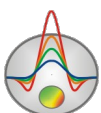


Fig. 9 **Cuadro de diálogo TEM Notepad (pestaña Options/Transmitters). Los números indican los campos para configurar los siguientes parámetros: 1 – altura del transmisor sobre la superficie, 2 – intensidad de corriente, 3 — área efectiva del dipolo/número de espiras del bucle**

En la pestaña **Transmitters** se puede cambiar el tipo de transmisor: *VMD* – dipolo magnético vertical, *HED* – dipolo eléctrico horizontal, *Line* – línea de longitud finita, *Loop* – bucle arbitrario, *HMD* – dipolo magnético horizontal. En el campo de entrada situado a la derecha de la lista desplegable con el tipo de transmisor se puede especificar la altura del transmisor sobre la superficie del terreno; el campo está disponible para VMD, Loop y HMD, y deshabilitado para HED y Line. En la tabla se especifica la geometría del transmisor (coordenadas XY relativas de los nodos para transmisores de longitud finita (bucle, línea), o coordenadas relativas del centro y coseno director (para un dipolo)). Lo más práctico es introducir las coordenadas de los nodos de los transmisores y receptores tomando el centro del transmisor como origen de coordenadas.

Para un transmisor de tipo Loop, haga clic con el botón derecho en la tabla de geometría y seleccione **Create square loop** o **Create circle loop**. En el diálogo, especifique el lado del

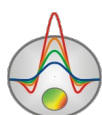


cuadrado o el radio del círculo en metros. El valor predeterminado es 50 m; el intervalo permitido es de 0,01 a 100 000 m. El bucle se construye con respecto al origen de coordenadas.

Create square loop	Crear un bucle cuadrado en la tabla de geometría del transmisor. Especificar la longitud del lado en metros; el intervalo permitido es de 0,01–100 000 m y el valor predeterminado es 50 m.
Turn over	Invertir el orden de las coordenadas de los nodos. Para VMD, HED y HMD también se invierte el signo de la componente del coseno director.
Get size	Mostrar el área del bucle o la longitud de la línea; para los tipos de dipolo, mostrar 0.

Los campos de entrada situados debajo de la tabla sirven para especificar la intensidad de corriente en amperios (si los valores medidos no se han normalizado previamente respecto a la corriente) y el área efectiva del dipolo, si los datos no están normalizados (solo para transmisores dipolares).

En la pestaña **Receiver** se puede seleccionar el tipo de receptor (para cada receptor): *Exy* – dipolo eléctrico horizontal con orientación XY arbitraria, *Line Exy* – línea eléctrica arbitraria de longitud finita, *Loop Hz* – bucle arbitrario con medición de la componente magnética, *Hz* – componente vertical del campo magnético (dipolo), *Hxy* – componente horizontal del campo magnético (dipolo). En la versión completa del programa también se pueden utilizar otros tipos de receptores más especializados: relaciones entre componentes, vector completo del campo magnético o derivadas espaciales.



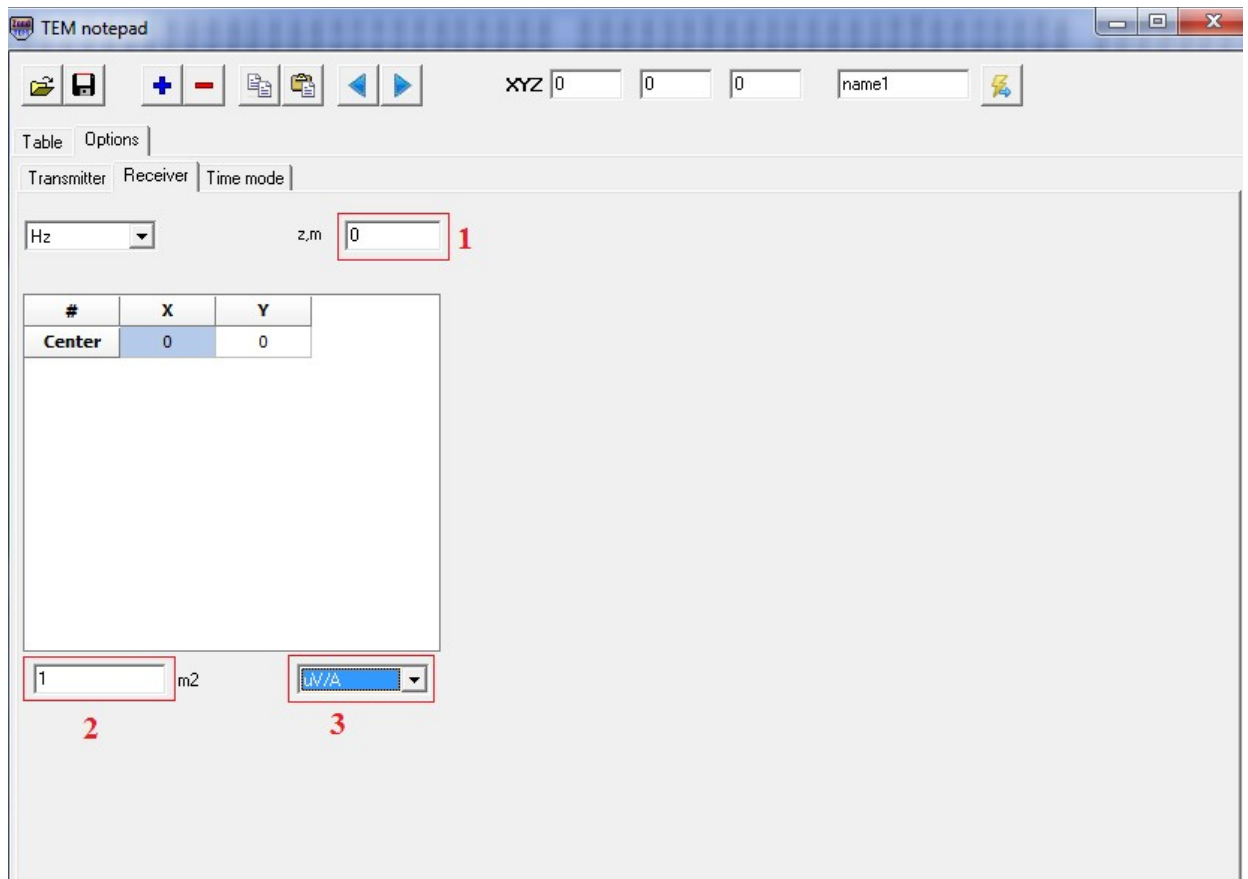


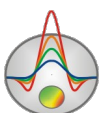
Fig. 10 **Cuadro de diálogo TEM Notepad (pestaña Options/Receiver).** Los números indican los campos para configurar los siguientes parámetros: 1 – altura del receptor sobre el terreno (solo para dipolos magnéticos), 2 – área efectiva de la antena (solo para dipolos magnéticos), 3 – unidades de medida.

A la izquierda de la lista desplegable con el tipo de receptor se establece su altura sobre la superficie del terreno (solo para dipolos magnéticos).

En la lista desplegable situada a la derecha de la tabla se selecciona el índice del receptor actual (si hay más de un receptor). No se puede modificar el número de receptores.

En la tabla se especifica la geometría del receptor (coordenadas XY relativas de los nodos para receptores de longitud finita (bucle, línea), o coordenadas relativas del centro y coseno director (para un dipolo). Las coordenadas se especifican con respecto al origen seleccionado.

Create square loop	Para un receptor de tipo Loop Hz, abra el menú contextual de la tabla de geometría y seleccione esta opción. Introduzca el lado del cuadrado en metros; el valor predeterminado es 50 m y el intervalo permitido, de 0,01 a 100 000 m.
---------------------------	--



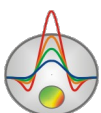
Data units	Seleccione las unidades de los datos: nV/A, uV/A, mV/A, V/A, nV, uV, mV o V. Si se selecciona nV/A, uV/A, mV/A o V/A, el campo de intensidad de corriente no está disponible; si se selecciona nV, uV, mV o V, estará disponible.
-------------------	---

En la pestaña **Time mode** se definen los parámetros del modo temporal (Fig. 11). Aquí se puede seleccionar el tipo de pulso de corriente (*Step* – escalón, *Finite pulse* – pulso de duración finita), definir la duración del pulso (campo Pulse), la pausa (campo Pause), la rampa de subida (campo Ramp Front) y la rampa de bajada (campo Ramp Back) en las unidades seleccionadas en la lista Time units; definir el número de pulsos que se tendrán en cuenta (campo *N Pulses*) y su polaridad (opción *Unipolar unipolar/bipolar*).

La opción  establece las unidades de medida de las ventanas de tiempo.

Todos los ajustes del modo temporal se definen para cada configuración temporal (Sweep). Como ya se ha indicado, en la mayoría de los casos, a cada sondeo le corresponde un sweep.

sweep 1	Seleccione la configuración temporal cuyos parámetros desea consultar o modificar.
Add sweep	Añada una configuración temporal. Esta opción está disponible en el menú contextual de la pestaña Time mode , que se abre con el botón derecho del ratón.
Delete sweep	Elimine la configuración temporal seleccionada mediante el menú contextual de la pestaña Time mode .
Time units	Seleccione las unidades de tiempo: nS, uS, mS o S. La selección actualiza las unidades indicadas en los campos de tiempo y en el encabezado de la columna de tiempo de la tabla.
N Pulses	Defina el número de pulsos que se tendrán en cuenta, entre 1 y 10; el valor predeterminado es 1.
Unipolar	Si se activa esta opción, se indica que el instrumento utiliza pulsos unipolares.
Step	Seleccione el tipo de pulso escalonado.
Finite pulse	Seleccione el pulso de duración finita. Para este tipo están disponibles los campos N Pulses y Unipolar .



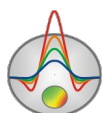
Base de datos de texto

El botón **Open text database** abre un archivo de texto; el botón **Save text database** guarda los datos en un archivo con la extensión .txt. El formato del archivo generado por el programa es el siguiente: los valores numéricos se separan mediante espacios y las filas, mediante saltos de línea.

La primera línea contiene el número de puntos de sondeo. Para cada punto se escriben: una línea con las coordenadas X, Y, Z; una línea con los valores rxarea, current, txarea, el índice de unidades y la denominación de las unidades de tiempo; una línea con los códigos numéricos del tipo de transmisor, la altura del receptor, la altura del transmisor, el índice de unidades y el tipo de receptor; a continuación, en líneas independientes, las matrices de geometría del transmisor y del receptor. Después se escriben el número de configuraciones temporales y una línea por cada configuración: typedata, tpulse, tpause, numpulse, typepulse, rampb, rampf. A continuación, se incluye una línea con el nombre del punto.

Después del nombre del punto se escriben las filas de la tabla de mediciones, con los valores de cada fila separados por espacios. En esta parte del archivo no se incluyen encabezados de columna ni números explícitos de filas o columnas.

Los campos **Pulse**, **Pause**, **Ramp Front** y **Ramp Back** tienen el valor predeterminado 0. El valor predeterminado de la lista **Time units** es uS.



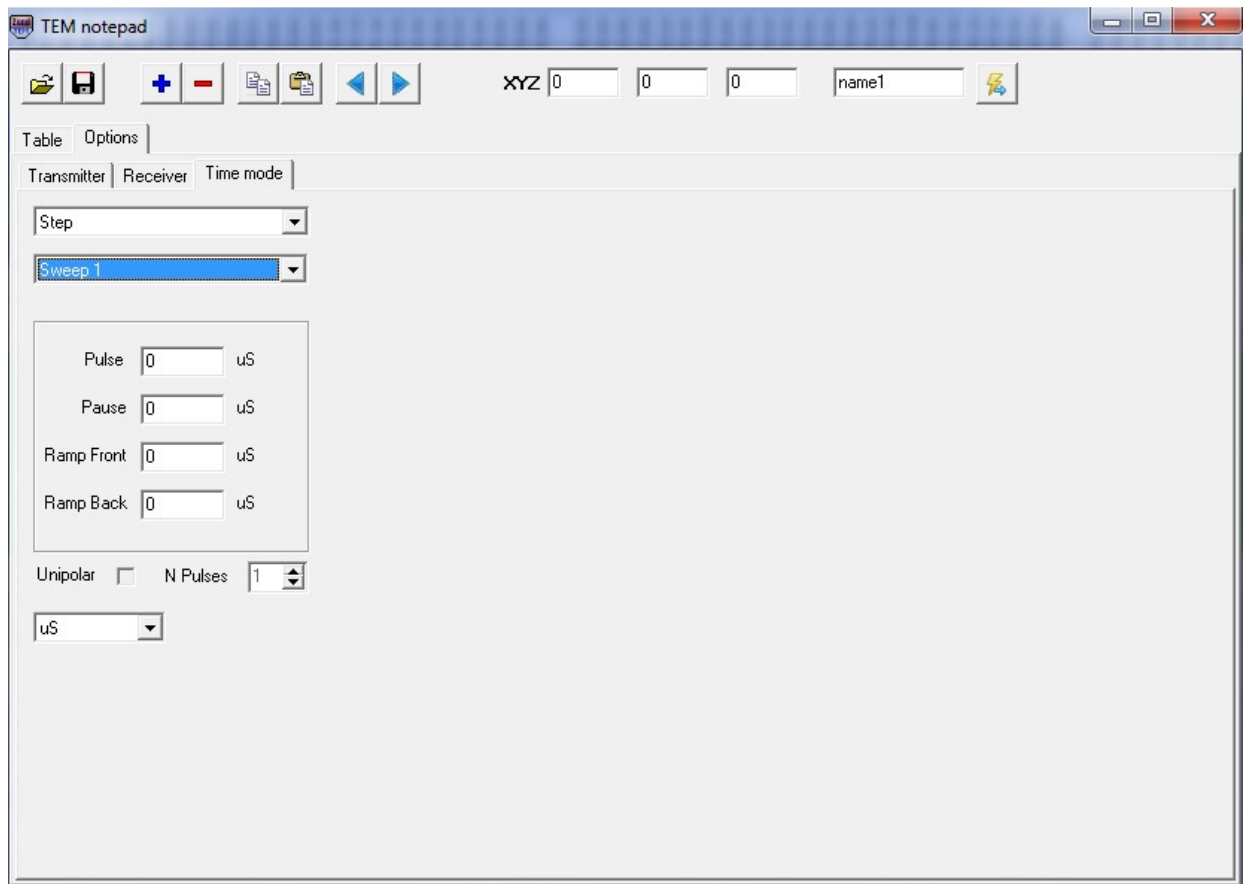
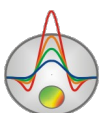


Fig. 11 **Cuadro de diálogo TEM Notepad (pestaña Options/Time mode)**

Utilice el botón  para crear los siguientes puntos de sondeo. Una vez establecidos todos los parámetros, pulse el botón  para pasar a la inversión.

Guardar los resultados de la interpretación

El resultado de la interpretación del perfil de datos se almacena en archivos de proyecto *ZONDTEM1D project files* (extensión *.tdp). Este archivo contiene el nombre del archivo con los datos de campo, los parámetros ajustados y los límites de variación de los parámetros para cada punto de sondeo, además de muchos otros ajustes. Para guardar el resultado de la interpretación, pulse el botón  de la barra de herramientas o seleccione la opción correspondiente del menú. Si está activada la opción de guardado automático, el resultado de la interpretación se guardará automáticamente a intervalos definidos. También se pueden guardar las curvas teóricas en formato tdf.



Opciones para guardar los datos:

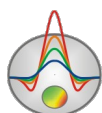
Project data files	Guardar el proyecto actual en un archivo tdp.
Calculated as observed files	Guardar los valores calculados en un archivo de texto tdf.
Observed files	Guardar los valores observados en un archivo de texto tdf, teniendo en cuenta el procesamiento.
Grid file	Guardar el modelo del medio en un archivo tabular.
Section / DAE / KML / TIF file	Guardar la sección actual como imagen georreferenciada: en formato sec (imagen gráfica con las esquinas georreferenciadas, que puede utilizarse como imagen de fondo), dae (modelo tridimensional Collada), kml (para Google Earth) o tif (GeoTIFF).
Project with calculated	Guardar el proyecto actual en un archivo, sustituyendo los datos observados por los calculados.

Exportar datos

El programa «ZONDTEM1D» permite exportar datos a los formatos MS Excel y AutoCAD, así como crear archivos para utilizarlos en otros programas de Zond. Esta función está disponible en la pestaña **File/Export to**

Están disponibles las siguientes opciones de exportación de datos:

Excel report	Crear un archivo con información de informe para cada punto de sondeo, información sobre la distribución en frecuencia de los valores de campo medidos y calculados, las coordenadas del punto de sondeo, etc.
Excel map	Crear un archivo con los nombres de las estaciones, sus coordenadas y los valores de resistividad (y otros parámetros), así como la posición de la base de cada capa en cada punto de sondeo (útil para elaborar mapas areales de distribución de parámetros).
CAD section	Exportar modelos a un archivo en formato *.dxf de AutoCad.
SEG-Y file	Exportar el modelo a un archivo en formato Seg-Y.
MOD1D file	Guardar el modelo en un archivo con extensión *.mod1d para utilizarlo posteriormente en otros programas Zond.
ZondTEM2D	Exportar el perfil actual a un archivo en formato del programa



	zondtem2d (t2d). Esto solo es posible para algunas configuraciones. Para visualizar resultados 1D en zondtem2d, resulta práctico utilizar la opción MOD1D file.
Geosoft model	Exportar el modelo del perfil actual al formato del programa Geosoft.
Line2USF	Exportar los datos de la línea actual a un archivo en formato USF.
Nemfis database	Exportar los datos a la base de datos Nemfis (esta opción solo está disponible para datos del equipo Nemfis).

Para comparar los resultados de distintos métodos, también se puede utilizar la función de exportación MOD1D file. Al utilizar este archivo en otro programa Zond o para otro perfil de un levantamiento areal, el modelo guardado de este modo se cargará como un modelo nuevo (Fig. 12).

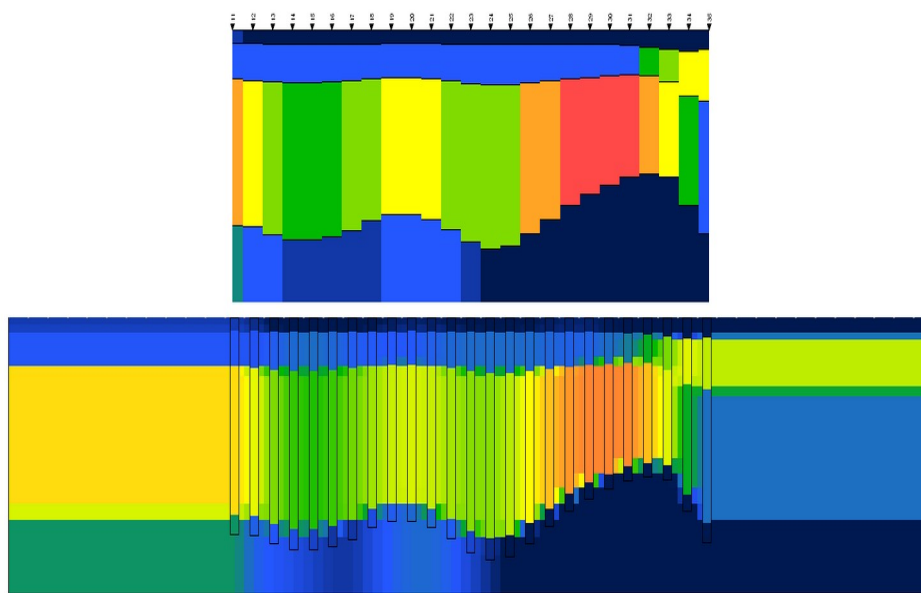
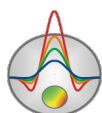


Fig. 12 Ejemplo de uso de la opción Export/MOD1D file

Procedimiento de trabajo con el programa

Ventana principal del programa



Una vez creado el archivo de datos «*.tdf», se debe cargar mediante el botón  o la opción de menú correspondiente. Si el archivo se carga correctamente, se activan los botones funcionales para trabajar con los datos en la barra de herramientas de la ventana principal del programa (Fig. 13), y en la sección derecha de la barra de estado aparece información breve sobre el primer punto de sondeo. Al mover el cursor del ratón por las ventanas creadas durante el trabajo con el programa, en la sección izquierda de la barra de estado de la ventana principal del programa se muestran las coordenadas correspondientes a los ejes propios de cada ventana. Al hacer clic en el primer botón de sistema de la ventana , identificado en el esquema como “**configuración de objetos**”, se abre un menú contextual que permite acceder al diálogo de configuración de cada uno de los objetos contenidos en la ventana. El procedimiento para editar los objetos se describe detalladamente en las secciones correspondientes ([Editor de modelos](#), [Sección](#), [Tabla de parámetros](#), [Pseudosección](#), [Gráficos de perfil](#), [Gráfico de curvas teóricas y experimentales](#)).

El segundo  y el tercer  botón permiten desplazarse de un punto de sondeo a otro.

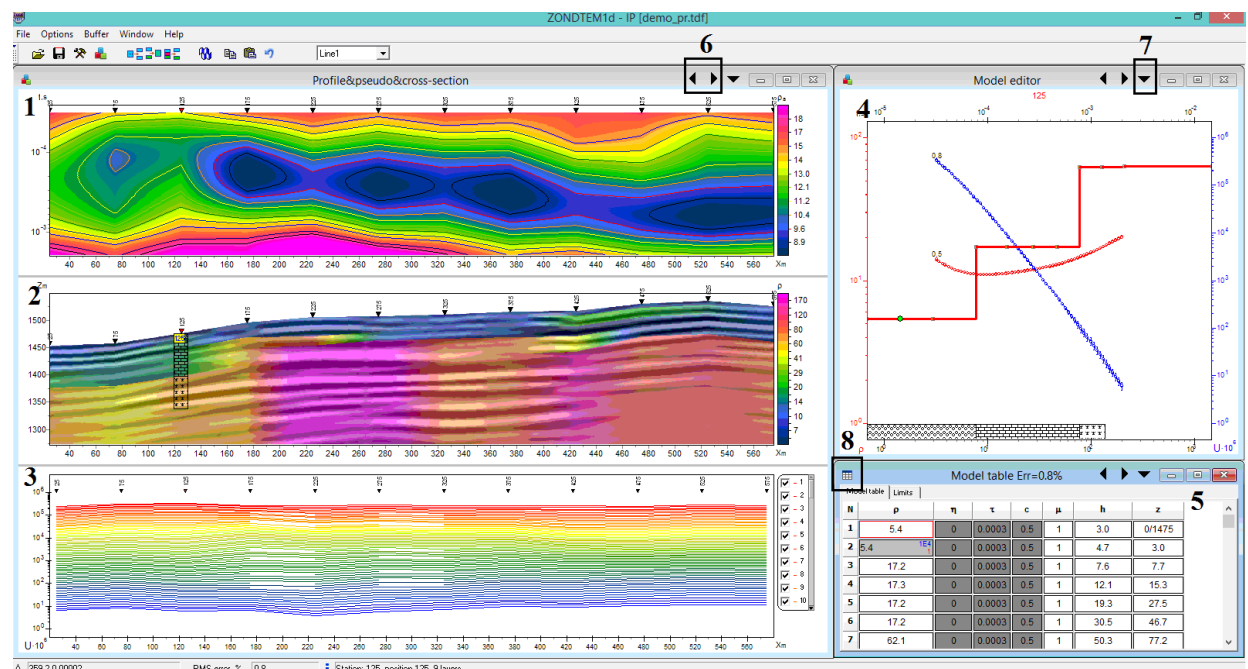
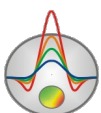


Fig. 13 Ventana principal del programa. Los números indican las siguientes ventanas: 1 – pseudosección, 2 – sección, 3 – gráficos de perfil, 4 – editor de modelos, 5 – tabla de



parámetros; 6 – botones para desplazarse de un punto a otro, 7 – botón de configuración de objetos, 8 - botón de opciones adicionales

Biblioteca de estilos del programa

Para seleccionar un estilo, utilice la pestaña **Window** del menú de funciones de la ventana principal del programa. La biblioteca contiene 3 configuraciones de objetos.

En el estilo **Vision** (véase la Fig. 13), el usuario trabaja simultáneamente con tres ventanas: la primera contiene la pseudosección, la sección y los gráficos de perfil (con la posibilidad de seleccionar el parámetro que se representa); estos elementos están separados por un deslizador flotante. La segunda ventana contiene gráficos (de uno a tres) para editar el modelo; la tercera contiene la tabla de parámetros. En este estilo no se incluye el gráfico de curvas teóricas y experimentales.

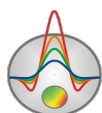
En el estilo **Interpretation** no se incluyen el gráfico de curvas teóricas y experimentales ni la ventana de gráficos de perfil.

En el estilo **Editing** se incluyen la ventana de curvas de perfil y el gráfico de curvas teóricas y experimentales. Se utiliza para editar los datos de campo.

Barra de herramientas de la ventana principal del programa

La barra de herramientas permite acceder rápidamente a las funciones del programa que se utilizan con mayor frecuencia. Contiene los siguientes botones funcionales (de izquierda a derecha):

	Abrir un archivo de datos o de proyecto en formato «*.tdf» o «*.tdp»
	Guardar el resultado de la interpretación o las curvas calculadas.
	Abrir el diálogo para establecer los parámetros del programa (más detalles).
	Abrir el diálogo para configurar los parámetros del sondeo (más detalles)
	Añadir una capa. La capa seleccionada por el usuario se divide en dos capas de igual espesor (en escala logarítmica).
	Combinar dos capas en una, con un espesor igual a la suma de los espesores de ambas.
	Eliminar la capa seleccionada.

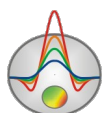


	Al hacer clic con el botón izquierdo del ratón: iniciar la inversión en la dirección seleccionada o para el punto actual. / Al hacer clic con el botón derecho del ratón: mostrar un menú emergente en el que se debe seleccionar para qué puntos se realizará la inversión: Current – para el punto actual, To end – desde el punto actual hasta el final del perfil, To start – desde el punto actual hasta el principio del perfil. El mismo menú incluye las opciones: Pseudo 2D y Pseudo 3D – inversión de todos los puntos teniendo en cuenta los puntos vecinos (pseudo-2D y pseudo-3D); 64bit version – realizar la inversión Pseudo 2D/3D con el módulo de 64 bits; IGI forced – opción adicional de inversión; Invert every – invertir cada punto N del perfil (1–10).
	Guardar en el búfer el modelo de la estación actual.
	El clic derecho abre un menú emergente con las siguientes opciones: <i>To end</i> - copiar el modelo del búfer en la estación actual y en todas las siguientes (hasta el final del perfil); <i>To start</i> - copiar el modelo del búfer en la estación actual y en todas las anteriores (hasta el principio del perfil); <i>unfixed only</i> – copiar solo los parámetros no fijados
	Deshacer la última acción en la estación actual (botón izquierdo del ratón) o rehacer la acción deshecha (botón derecho del ratón).
	Selección de perfil (al trabajar con datos de un levantamiento areal). El botón derecho del ratón permite cambiar el nombre del perfil actual.

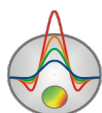
Menú de funciones de la ventana principal del programa

Si durante el trabajo con el programa es necesario consultar la ayuda sobre una función del menú, haga clic derecho en esa opción.

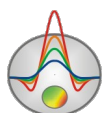
A continuación se enumeran los nombres de las opciones del menú y sus funciones:



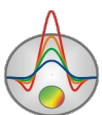
<i>File</i>	TEM notepad (New data)	Abrir el diálogo de entrada de datos de campo (más detalles)
<i>File</i>	AK-corrector	Abrir la ventana AK TDEM-Corrector para visualizar, editar y suavizar curvas de decaimiento, importar datos del equipo y exportarlos al formato tdf (más detalles).
<i>File</i>	Open data	Abrir un archivo de datos o de proyecto en formato «*.tdf», «*.tdp» u otro formato compatible.
<i>File</i>	Save data	Guardar el resultado de la interpretación u otros datos.
<i>File</i>	Edit data	Abrir en el editor Notepad un archivo de datos utilizado por el programa.
<i>File</i>	Build-in MOD1D/2D	Cargar un modelo desde un archivo MOD1D o MOD2D (de otro programa Zond o de otro perfil) e incorporarlo al modelo actual.
<i>File</i>	Import elevations	Cargar la topografía desde un archivo de texto (X, Y, Z) y calcular las cotas de los puntos de sondeo (formato: véase el Anexo 2).
<i>File</i>	Load MOD2D model	Cargar un modelo 2D desde un archivo MOD2D o LAY como modelo del perfil actual.
<i>File</i>	Export to	Exportar datos o un modelo a (más detalles).
<i>File</i>	Print preview	Abrir el diálogo de impresión: Station – modelo y curvas del punto de sondeo actual; Section – sección (más detalles).
<i>File</i>	Recent	Abrir uno de los proyectos abiertos anteriormente.
<i>File</i>	Exit	Salir del programa.
<i>Options</i>	Project information	Añadir información sobre el proyecto actual (nombre de la empresa, lugar de los trabajos, nombre del proyecto, equipo, operador, información adicional, etc.).
<i>Options</i>	Program setup	Abrir el diálogo de configuración de los parámetros del programa (más detalles).
<i>Options</i>	Set lines survey	Establecer líneas de perfil (al trabajar con datos de levantamientos areales) (más detalles).
<i>Options</i>	Areal view	Mostrar el mapa de isolíneas del parámetro seleccionado (para datos de levantamientos areales) (más detalles).
<i>Options</i>	3D fence diagram	Abrir el diálogo de visualización del modelo volumétrico.



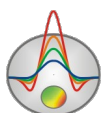
		Se recomienda utilizarlo cuando el proyecto contiene varios perfiles (más detalles).
<i>Options</i>	Geological editor	Abrir el editor poligonal de secciones, que permite superponer fácilmente objetos geológicos a los resultados de la interpretación geofísica (más detalles).
<i>Options</i>	Born inversion	Abrir el módulo de transformación rápida de datos según el algoritmo de Born (solo para datos en el dominio del tiempo) (más detalles).
<i>Options</i>	Elements toolbox	Abrir el panel para añadir elementos auxiliares a la sección: polígonos, líneas y etiquetas de texto (más detalles).
<i>Options</i>	Sounding settings	Abrir la ventana de configuración de los parámetros del punto de sondeo (más detalles).
<i>Options</i>	Plot RMS colorbar	Mostrar (ocultar) a lo largo de la sección una franja de color que representa el error de ajuste de cada punto de sondeo.
<i>Options</i>	Draw DOI	Calcular y mostrar en la sección la profundidad de investigación (DOI) de cada punto de sondeo. Los valores también se guardan en el archivo doi.txt de la carpeta del programa (formato: véase el Anexo 2).
<i>Options</i>	Invert&apriori	Contiene un submenú con opciones adicionales para la inversión y la incorporación de información a priori.
<i>Options</i>	Invert&apriori/Invert visible data only	Invertir solo las gráficas visibles. Para excluir datos de la inversión, desecciónelos en la leyenda.
<i>Options</i>	Invert&apriori/Invert re/im	Invertir las componentes real e imaginaria (en lugar de la amplitud y la fase) de los datos en el dominio de la frecuencia.
<i>Options</i>	Invert&apriori/Use linear phase (Use linear norm)	Usar una norma lineal para la fase (con la opción Invert re/im activada, para las componentes real e imaginaria) durante la inversión de datos en el dominio de la frecuencia.
<i>Options</i>	Invert&apriori/Set apriori boundaries	Abrir un diálogo auxiliar para incorporar al perfil un conjunto de límites a priori. Si se dispone de información precisa sobre la geometría de los horizontes



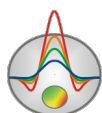
		geoelectricos, se pueden introducir con el ratón. Al utilizar límites a priori, se recomiendan los siguientes ajustes: smooth inversion, m0=median (más detalles).
--	--	--



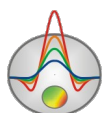
<i>Options</i>	Invert&apriori/Load boundaries from file	Cargar límites a priori desde un archivo de texto y construir con ellos un modelo inicial (formato: véase el Anexo 2).
<i>Options</i>	Invert&apriori/Smoothness type	Seleccionar el tipo de norma del operador de suavizado: L2 – norma cuadrática (modelos suaves); L1 y L0 – normas robustas que permiten límites más abruptos. Stabilizer – establecer el valor del estabilizador (0.01–1).
<i>Options</i>	Invert&apriori/Smooth current model	Suavizar el modelo actual en las direcciones horizontal y vertical (más detalles).
<i>Options</i>	Invert&Apriori/ Global search	Procedimiento de búsqueda del mínimo global de la solución. Para que se ejecute correctamente, se deben establecer límites generales e individuales para la variación de los parámetros. El procedimiento no garantiza encontrar el mínimo global real de la solución y su éxito depende de que los límites de variación de los parámetros estén correctamente definidos.
<i>Options</i>	Data operations	Contiene un submenú con opciones para procesar los datos observados (más detalles).
<i>Options</i>	Data operations/Aquatic survey	Tener en cuenta la capa de agua en trabajos acuáticos. Load x/rho/z profile – cargar el perfil de resistividad del agua y profundidad (formato: véase el Anexo 2); Remove profile – eliminar el perfil y poner a cero las cotas de los puntos.
<i>Options</i>	Data operations/Smooth data	Abrir el diálogo Smoothing settings para suavizar y filtrar los datos observados del perfil actual (más detalles). Se recomienda guardar previamente los datos originales.
<i>Options</i>	Data operations/Set positive data at load	Al seleccionar esta opción, durante la importación los valores negativos se multiplican por el coeficiente especificado (0.001–1) y se convierten en valores absolutos. El problema directo y la inversión trabajan entonces con valores positivos.
<i>Options</i>	Data operations/Factor for import	Establecer el factor por el que se multiplican los datos importados (por ejemplo, para convertir unidades).
<i>Options</i>	Data	En sistemas complejos, por ejemplo, al medir con un



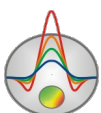
	operations/Correct coil directions	marco de tres componentes, las direcciones de los sensores pueden no coincidir con las de los ejes que el programa utiliza por defecto. Al seleccionar esta opción, el programa intentará corregir los signos de cada componente de la medición. Las direcciones de los sensores se pueden seleccionar manualmente en el diálogo de configuración de los receptores.
--	------------------------------------	--



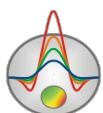
<i>Options</i>	Data operations/Min log decade	Establecer un valor fijo (μV) para el límite inferior de la parte logarítmica de la escala de datos: «*» – automático; 0 – escala logarítmica. Si la opción no está seleccionada, el valor se determina automáticamente.
<i>Options</i>	Data operations/To original data	Volver a los valores originales.
<i>Options</i>	Data operations/Convert to step	Recalcular los datos en el dominio del tiempo para obtener la respuesta a un escalón (Step). Los datos se modifican, por lo que se recomienda realizar una inversión antes de este procedimiento.
<i>Options</i>	Boreholes	Contiene un submenú con opciones para trabajar con datos de pozo.
<i>Options</i>	Boreholes/Create/Edit borehole data	Abrir el diálogo para crear (o editar) columnas de información de pozo (más detalles).
<i>Options</i>	Boreholes/Load borehole data	Cargar datos de pozo desde un archivo de formato especial. Este archivo debe haberse guardado previamente con este u otro programa Zond. De este modo, se puede intercambiar fácilmente información de pozo entre distintos proyectos o programas.
<i>Options</i>	Boreholes/Remove borehole data	Eliminar los datos de pozo del proyecto
<i>Options</i>	BiLog 1:1 scale	Establecer la misma escala logarítmica para los ejes en las ventanas de visualización de las curvas de sondeo
<i>Options</i>	Digital filter/app.res	Contiene ajustes de filtros digitales y del método de cálculo de la resistividad aparente.
<i>Options</i>	Digital filter/app.res/100points /180points/	Longitud del filtro numérico para resolver el problema directo. Se recomienda utilizar siempre el filtro más largo, si la velocidad de cálculo no es un factor importante.
<i>Options</i>	Digital filter/app.res/Calculate app.res filter	Construir filtros especiales para calcular resistividades aparentes «verdaderas» (Yes). La respuesta No elimina los filtros y la resistividad aparente se calcula mediante la fórmula para la etapa tardía. Si los ajustes de medición cambian a lo largo del perfil, se construye un filtro



		independiente para cada estación. Este proceso puede llevar bastante tiempo. El uso de filtros no garantiza un cálculo correcto de las resistividades aparentes en la zona intermedia.
--	--	--



<i>Options</i>	Digital filter/app.res/for B-field	Calcular la resistividad aparente para los datos de inducción magnética B(t) (en lugar de la fem).
<i>Options</i>	Digital filter/app.res/Display app.res in FD	Indica al programa que muestre las resistividades aparentes en lugar de la amplitud de la señal en el dominio de la frecuencia.
<i>Options</i>	VES data	Contiene un submenú para trabajar con datos de sondeo eléctrico vertical (inversión conjunta) (más información).
<i>Options</i>	MT data	Contiene un submenú para trabajar con datos de sondeo magnetoteléurico (inversión conjunta), incluida la carga de archivos MDF de los programas ZondMT1D/ZondMT2D (más información).
<i>Buffer</i>	Model 1,2...5	Escribir el modelo en el portapapeles o cargarlo desde este.
<i>Buffer</i>	Open	Abrir en una ventana todos los modelos guardados en el búfer para la estación actual (más información)
<i>Window</i>	Tile vertical	Organizar las ventanas verticalmente.
<i>Window</i>	Tile horizontal	Organizar las ventanas horizontalmente.
<i>Window</i>	“Editing” style	Cargar el estilo “Editing”.
<i>Window</i>	“Interpretation” style	Cargar el estilo “Interpretation”.
<i>Window</i>	“Vision” style	Cargar el estilo “Vision”.
<i>Window</i>	Hold settings	Guardar la disposición de las ventanas entre sesiones de trabajo.
<i>Window</i>	Default	Organizar las ventanas según la disposición predeterminada para el estilo seleccionado
<i>Help</i>	About	Acerca del programa.
<i>Help</i>	Manual	Mostrar el manual del programa
<i>Help</i>	Server	Seleccionar el servidor (zond-geo.com o zond-geo.co) al que accede el programa para buscar actualizaciones, descargar noticias y enviar mensajes.
<i>Help</i>	Check for updates	Buscar actualizaciones del programa
<i>Help</i>	Error! Clear setting	Eliminar el archivo de configuración del programa y reiniciar el programa (si se produce un error).
<i>Help</i>	Map type	Seleccionar el tipo de mapa de fondo que se carga desde



		Internet: imágenes satelitales (Sat1, Sat2, Sat3), mapa de calles (Streets) o mapa topográfico (Topo).
<i>Help</i>	Show news	Mostrar anuncios de noticias al iniciar el programa.
<i>Help</i>	Send message to us	Enviar un mensaje a los desarrolladores. Los mensajes deben estar escritos en inglés.

“Teclas de acceso rápido”

[Space]	Invocar el procedimiento de ajuste automático del modelo para este punto
[S]	Añadir una capa. La capa seleccionada por el usuario se divide en dos capas de igual espesor (en escala logarítmica).
[M]	Combinar dos capas en una, con un espesor igual a la suma de los espesores de ambas.
[D]	Eliminar la capa seleccionada.
->	Desplazarse a la estación siguiente
<-	Desplazarse a la estación anterior
[Escape]	Interrumpir el proceso de ajuste automático.

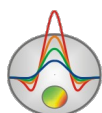
Ventana de propiedades del programa

La ventana permite configurar las opciones de guardado automático del proyecto, definir el modelo inicial, los valores predeterminados y los parámetros de inversión; se abre mediante

el botón  de la barra de herramientas o mediante la opción de menú correspondiente

(Options/Program setup).

Pestaña Options



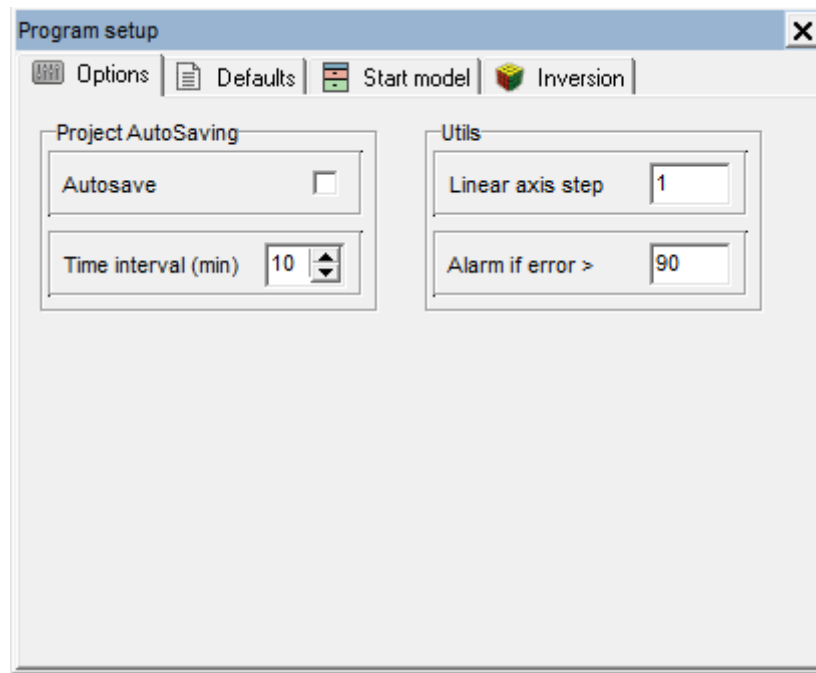


Fig. 14 **Ventana Program Setup, pestaña Options**

Área Project AutoSaving – establece el modo de guardado automático del proyecto abierto.

La opción *Autosave* – activa el guardado automático del proyecto abierto con el intervalo de tiempo especificado.

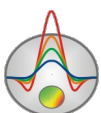
El campo *Time interval* – establece el intervalo, en minutos, entre guardados automáticos del proyecto (los datos se guardan en un archivo cuyo nombre se forma a partir del nombre del archivo abierto, al que se añade ‘Temp’).

Área Utils – configura parámetros adicionales.

El campo *Alarm if error >* – muestra un cuadro de confirmación de la inversión de perfil si el error en el punto de sondeo actual supera el valor especificado en el campo.

Pestaña Defaults

Esta pestaña sirve para establecer diversos parámetros utilizados al trabajar con el modelo. Las filas corresponden a los tipos de parámetros de las capas (propiedades y espesor), y las columnas, a las opciones (Fig. 15). El programa utiliza las siguientes notaciones para los parámetros del modelo: ρ – resistividad aparente, η – cargabilidad, τ – tiempo de relajación, c – exponente, μ – permeabilidad magnética.



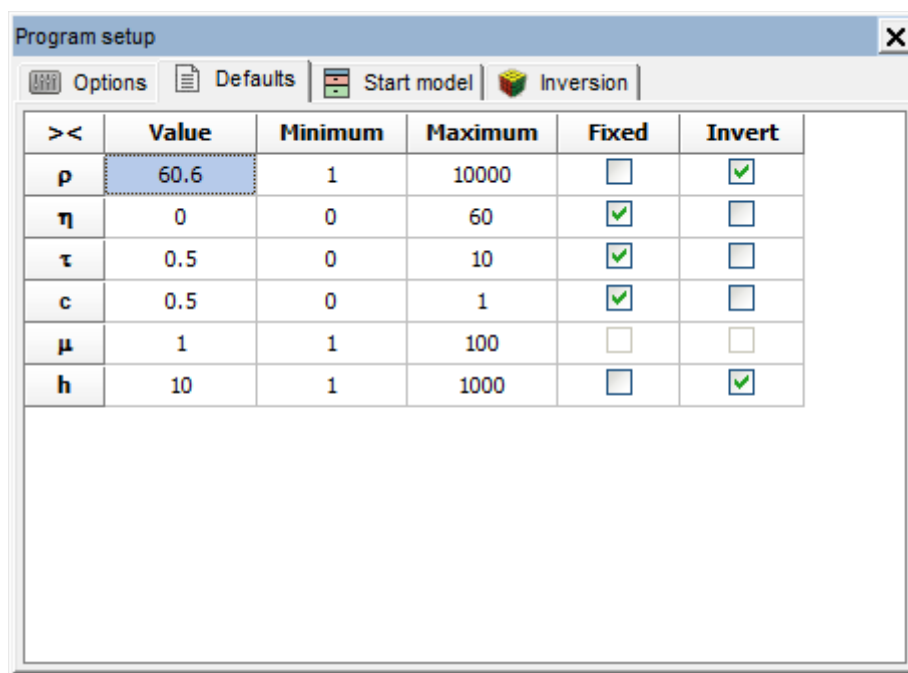


Fig. 15 **Ventana Program Setup, pestaña Defaults**

La primera columna *Value* – valor predeterminado (se utiliza al definir el modelo inicial).

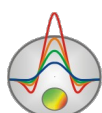
La segunda columna *Minimum* – valor predeterminado del límite inferior de variación del parámetro. Se utiliza en Global search si no se han definido límites individuales.

La tercera columna *Maximum* – valor predeterminado del límite superior de variación del parámetro. Se utiliza en Global search si no se han definido límites individuales.

La cuarta columna *Fixed* – determina si se debe fijar este tipo de parámetro después de leer un archivo de datos de campo. Esta opción no se aplica al cargar un archivo de proyecto.

La quinta columna *Invert* – determina si se debe modificar este tipo de parámetro durante el ajuste automático.

Pestaña Start model



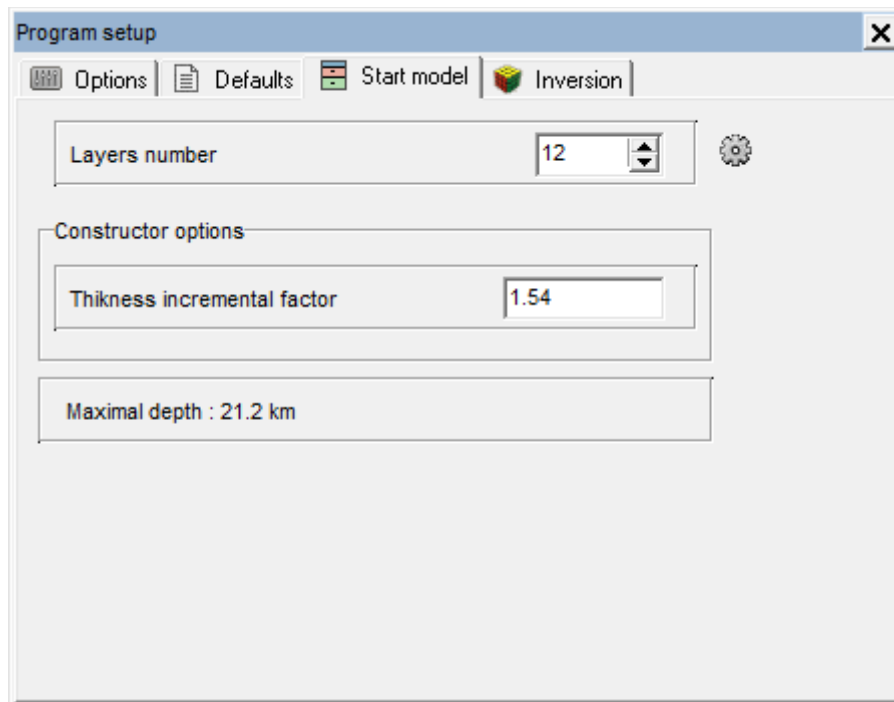


Fig. 16 **Ventana Program Setup, pestaña Start model**

Esta pestaña sirve para construir el modelo inicial de todas las estaciones del perfil.

Cuadro Set start model

El botón **Models and average** permite activar o desactivar la visualización de las curvas observadas en el gráfico.

El botón **Copy average model to current** permite aceptar el modelo promedio. Tras confirmar el cuadro de diálogo, este modelo se asigna a todas las estaciones del proyecto y, a continuación, se actualiza la visualización.

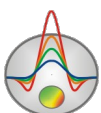
El número máximo de capas se establece en el campo *Layers number*.

El campo *Thickness incremental factor* – establece el factor de incremento del espesor de cada capa sucesiva (límites: 1–4).

El valor *Maximal depth* – indica la profundidad máxima para los parámetros actuales de discretización del constructor del modelo.

Una vez configurados los parámetros del modelo inicial, puede aplicarlos al proyecto actual sin cerrar la ventana de configuración de parámetros del programa, haciendo clic en el botón .

Pestaña Inversion



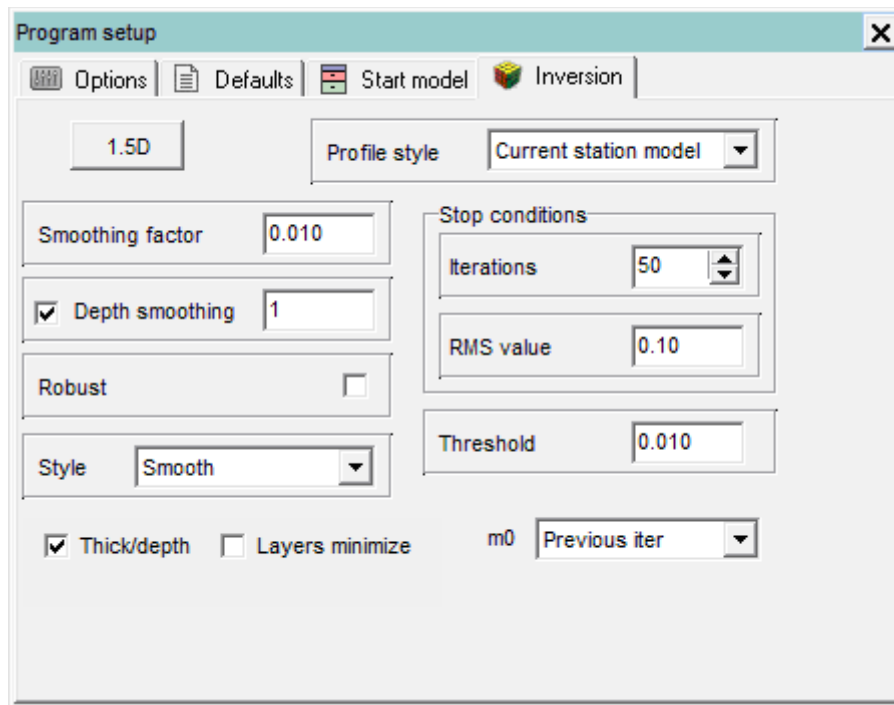


Fig. 17 Ventana Program Setup, pestaña Inversion

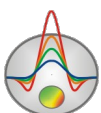
El campo **Profile style** – define el estilo del ajuste automático durante la interpretación del perfil. El valor *Current station's model* – se utiliza como modelo inicial para el ajuste el modelo del punto actual.

El valor *Start station's model* – se utiliza como modelo inicial para el ajuste el modelo del punto en el que se inició la interpretación.

El valor *Previous station's model* – se utiliza como modelo inicial para el ajuste el modelo del punto anterior.

El campo **Smoothing factor** – establece el valor inicial del parámetro de suavizado. El valor de este parámetro depende de muchos factores: el número de condición del jacobiano, la relación entre la señal útil y el ruido en los valores medidos y el número de parámetros que se determinan en el modelo; se elige empíricamente. Para datos con un alto nivel de interferencias o para obtener una distribución más suave, se eligen valores relativamente altos del parámetro de suavizado: 0.05 - 10; para mediciones de alta calidad se utilizan valores de: 0.005 - 0.01.

A continuación (Fig. 18) se muestran los modelos obtenidos para tres valores del parámetro de suavizado (0.01 – azul, 0.1 – rojo, 1 - negro).



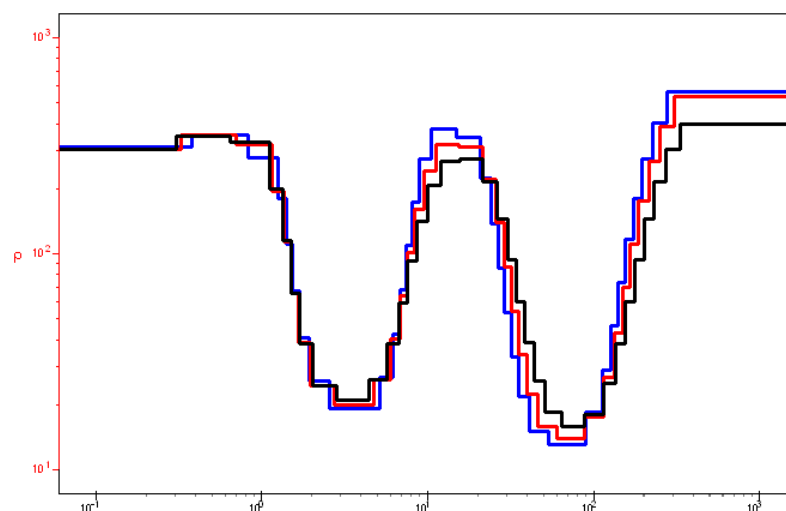


Fig. 18 **Modelos para distintos valores del parámetro de suavizado Smoothing factor (0.01 – azul, 0.1 – rojo, 1 - negro)**

El área **Stop conditions** contiene las condiciones de finalización del ajuste automático en un punto.

El campo de entrada *Iterations*– establece el número máximo de iteraciones, tras el cual se detiene el proceso de interpretación automática.

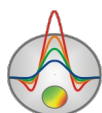
El campo *RMS value* – establece el error de ajuste mínimo, al alcanzarse el cual se detiene el proceso de interpretación automática.

La opción **Depth smoothing** - define el grado de suavizado del modelo con la profundidad (si la opción está activada). Cuanto mayor sea el valor del parámetro (1 - 10), mayor será el promediado de los parámetros de las capas vecinas en la parte profunda del modelo. Se utiliza si en la ventana de selección del tipo de procedimiento de recuperación de los parámetros de la sección **Style** se ha seleccionado el valor *Smooth* o *Focused* cuando el modelo presenta fuertes oscilaciones con la profundidad.

La opción Robust data activa un esquema iterativo robusto de ponderación; se recomienda utilizarla con datos que presenten interferencias.

La opción **Style** – tipo de procedimiento de recuperación de los parámetros de la sección.

El valor *Smooth* – inversión por mínimos cuadrados con un operador de suavizado y una minimización adicional del contraste. Este algoritmo produce la distribución más suave de los parámetros. Se recomienda utilizar este tipo de inversión en las etapas iniciales de la interpretación. El número de capas del modelo debe ser considerablemente mayor que el número



de capas del modelo real. Es preferible que el número de capas sea superior a 10 y que sus espesores estén fijados.

El valor *Standard* – inversión por mínimos cuadrados con regularización mediante un parámetro de amortiguamiento. El algoritmo permite obtener un modelo del medio con límites abruptos. El uso imprudente de esta variante de inversión puede dar lugar a resultados inestables o a un aumento de la desviación cuadrática media. Lo más conveniente es aplicar este método como refinamiento, después de realizar una inversión con el algoritmo *Smooth*.

El valor *Focused* – inversión por mínimos cuadrados con un operador de suavizado y un enfoque adicional del contraste. Este algoritmo produce una distribución de parámetros suave por tramos, es decir, un modelo compuesto por capas de resistividad constante. Se recomienda utilizar este tipo de inversión en las etapas iniciales de la interpretación. El número de capas del modelo debe ser considerablemente mayor que el número de capas del modelo real. Es preferible que el número de capas sea superior a 10 y que sus espesores estén fijados.

El uso imprudente de los parámetros de la inversión enfocada puede provocar la divergencia del algoritmo y producir modelos inestables.

En la Fig. 19 se muestran los modelos obtenidos con tres algoritmos de inversión (estándar – negro, enfocada – azul, suave – rojo).

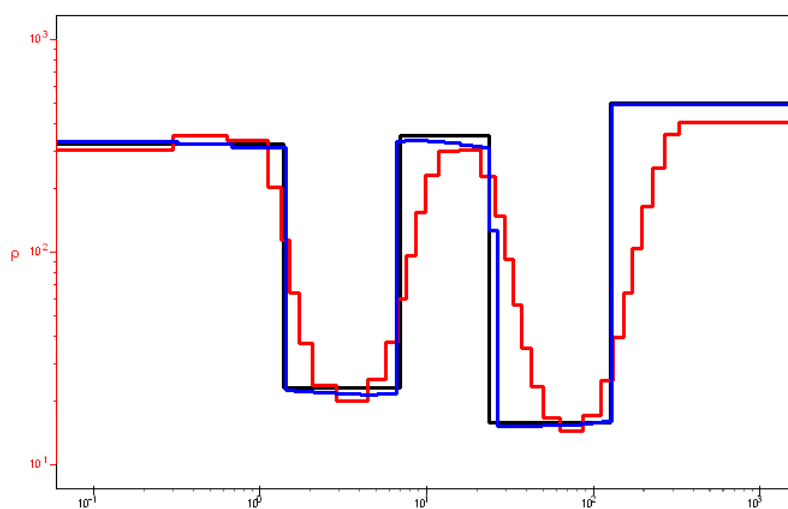
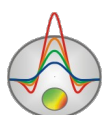


Fig. 19 **Modelos obtenidos con distintos algoritmos de inversión (Standard – negro, Focused – azul, Smooth - rojo)**

La opción **Threshold** – establece el valor máximo del contraste entre capas adyacentes, por encima del cual los parámetros de esas capas no se promedian entre sí (es decir, se considera que existe un límite entre las capas). El valor de este parámetro se elige empíricamente (0.001-



1). Un valor demasiado bajo puede provocar la divergencia del algoritmo (en tal caso, debe aumentarse). Los valores demasiado altos producen una distribución suave.

En la Fig. 20 se muestran los modelos obtenidos para dos valores del parámetro **Threshold** (0.01 – negro, 0.1 – rojo).

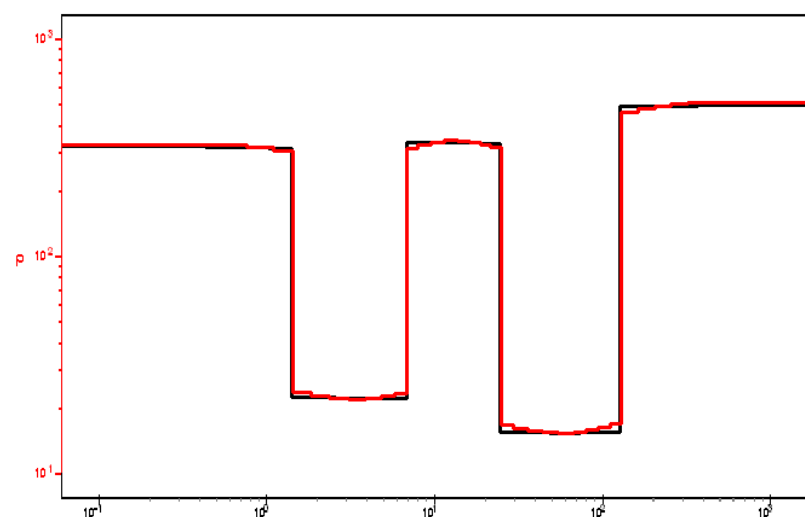


Fig. 20 **Modelos obtenidos para dos valores del parámetro de contraste *Threshold* (0.01 – negro, 0.1 – rojo)**

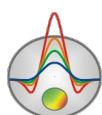
La opción **Layers minimize** activa la minimización del número de capas. Se utiliza en combinación con una sección multicapa y la inversión enfocada. Algoritmo de minimización del número de capas. Se selecciona un modelo multicapa (10-15 capas) y la inversión enfocada (smoothing factor~0.1). Durante la inversión, se fusionan las capas con parámetros similares y el proceso continúa, pero con un número menor de capas.

La opción **Thick/depth** establece el ajuste del espesor (si la opción está activa) o de la profundidad (si está desactivada). El ajuste de la profundidad es útil cuando se conocen y se fijan las profundidades de los límites. En la inversión de datos de perfil con ajuste de la profundidad, se recomienda establecer previamente los límites de profundidad «por defecto».

El campo **m0** influye considerablemente en los resultados de la inversión y determina la variante de suavidad que se minimizará durante la inversión.

m0 define el modelo de referencia, y smoothing factor, el grado de proximidad a este.

- *Median model* – m0=median model (el modelo de referencia es la mediana del modelo actual) se utiliza para obtener el modelo más suave del medio en la inversión multicapa. Esta variante también debe utilizarse en la inversión focalizada o cuando se hayan introducido

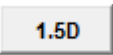


límites a priori. El grado de suavidad se determina mediante el valor del campo smoothing factor.

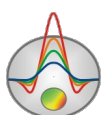
- *Start model* - m_0 =start model (el modelo de referencia es el modelo de la primera iteración, es decir, el modelo inicial) se utiliza cuando se dispone de un modelo geoelectrico a priori del perfil y se desea evitar que el modelo final se aleje demasiado del inicial. Se utiliza con frecuencia en la inversión multinivel, cuando el modelo se suaviza después de cada ciclo (por ejemplo, horizontalmente) y se lleva a cabo un nuevo ciclo de refinamiento. El grado de proximidad al modelo inicial se determina mediante el valor del campo smoothing factor.

- *Previous iter* – m_0 =previous model (el modelo de referencia es el modelo de la iteración anterior) se utiliza para obtener modelos con el menor error de ajuste en la inversión multicapa. En esta variante no se minimiza la suavidad, pero el operador favorece una convergencia más estable. La velocidad de convergencia se determina mediante el valor del campo smoothing factor.

Rebuild all models	Reconstruye los modelos de todas las estaciones con los parámetros especificados en el constructor del modelo inicial y actualiza la visualización.
User model	Abre el diálogo Set start model para definir el modelo inicial.
1.5D	Abre el diálogo de configuración de la inversión 1.5D de datos de perfil.
Robust model	Si la opción está activada, se utiliza la norma robusta para el modelo.

El botón  abre el diálogo de configuración del algoritmo especial de inversión de datos de perfil.

En este algoritmo, el medio se representa mediante una sección estratificada horizontal o subhorizontal (con límites que varían suavemente) en su parte inferior. La parte superior de la sección puede variar considerablemente de un punto a otro (Fig. 21). Para resolver el problema inverso se utilizan varios sondeos adyacentes, con una parte inferior común y una parte superior variable. El ajuste se realiza simultáneamente para todas las curvas de la ventana; al punto central se le asigna un peso mayor al calcular el error de ajuste (Fig. 22).



ρ_5	ρ_1	ρ_6
ρ_2		
ρ_3		
ρ_4		

Fig. 21 **Modelo del medio en la inversión 1.5D**

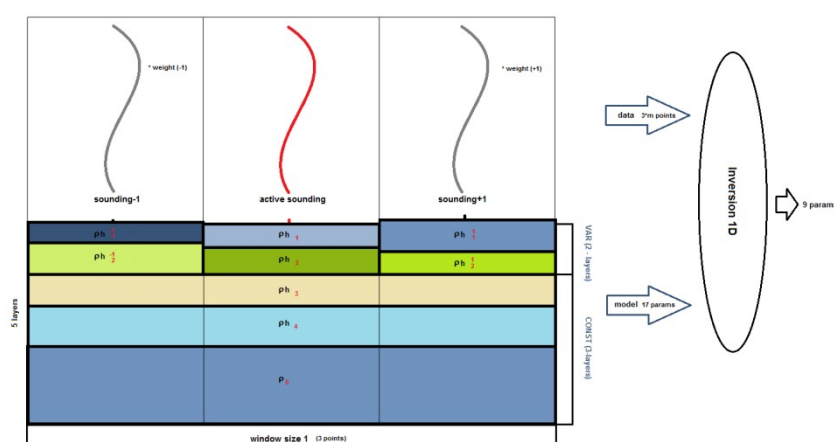


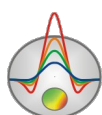
Fig. 22 **Esquema de la inversión 1.5D**

Para contrarrestar el efecto P, se asigna un parámetro adicional —el desplazamiento— a cada curva de la ventana. Este parámetro se minimiza para todas las curvas durante el ajuste, lo que reduce considerablemente la influencia del efecto P.

El algoritmo propuesto se diferencia de la inversión estándar por sus parámetros adicionales y la estructura del operador de suavizado. Los parámetros que modelan el efecto P tienen un peso menor que los demás. A continuación se indican las principales características del algoritmo.

- El ajuste se realiza simultáneamente para varias curvas adyacentes, «en una ventana»; al punto central se le asigna un peso mayor al calcular el error de ajuste

Enable	Si la opción está activada, se utiliza el algoritmo de inversión 1.5D. Para que el algoritmo funcione, el proyecto debe contener más de una estación.
Window size	Establece el tamaño de la ventana: el intervalo permitido es 0–20. El



	valor 1 corresponde a tres sondeos en la ventana; el valor 2, a cinco.
Layers number	Establece el número de capas modificables; el intervalo permitido es 1–20.

- El efecto P de cada curva se ajusta durante la inversión
- A cada curva le corresponde un modelo propio, con una parte inferior común y una parte superior variable

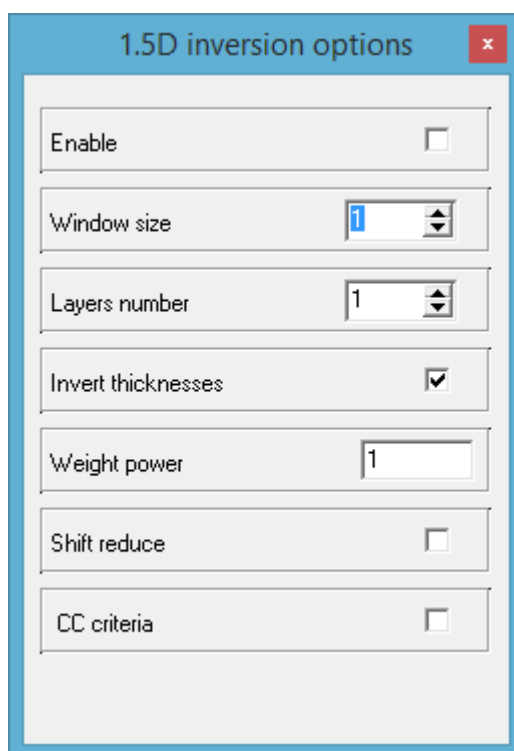


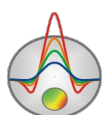
Fig. 23 **Ventana de parámetros de la inversión 1.5D**

La opción **Enable** activa este algoritmo.

La opción **Window size** determina el tamaño de la ventana a la que se aplica el algoritmo. El valor 1 corresponde a 3 sondeos; el valor 2, a 5 sondeos en la ventana.

La opción **Layers number** establece el número de capas que modelan la parte superior (heterogénea) de la sección.

La opción **Invert thicknesses** permite modificar los espesores de las capas independientes.



La opción **Weight power** establece el coeficiente de reducción del peso de las curvas en función de su distancia a la curva central de la ventana (0: todas las curvas de la ventana tienen el mismo peso).

Si la opción Shift reduce está activada, durante la inversión se suprimen los desplazamientos galvánicos de las curvas de la ventana.

La Fig. 24 muestra los resultados del algoritmo (A) en comparación con los obtenidos mediante el método estándar.

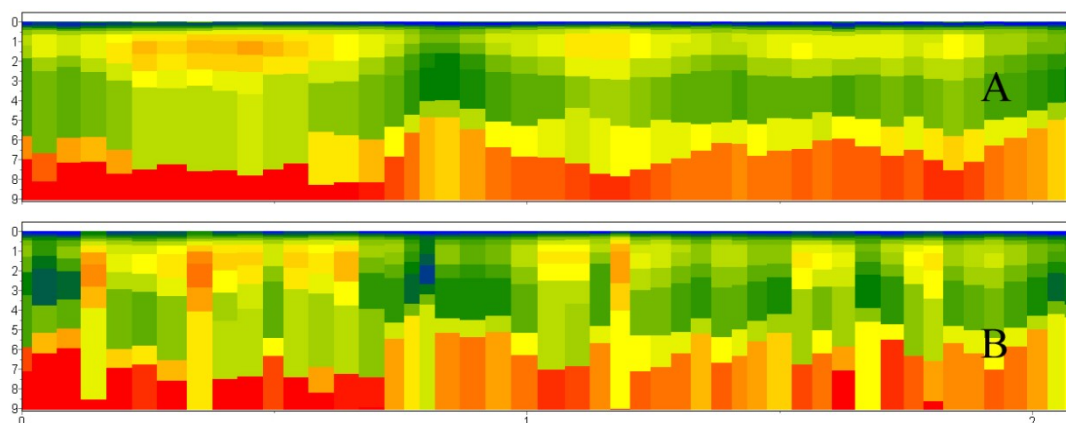


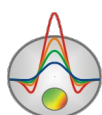
Fig. 24 **Comparación de los resultados de la inversión 1D estándar (B) y de la aplicación del algoritmo de inversión 1.5D (A).**

Configuración de los parámetros del punto de sondeo (Sounding settings).

La consulta y edición de los parámetros del punto de sondeo están disponibles en el menú principal del programa **Options/Sounding setting** o en la barra de herramientas de la ventana principal del programa (botón ). Para aplicar los parámetros a la estación seleccionada, utilice el botón Apply. El botón Apply to all aplica los cambios de la pestaña actual a todas las estaciones; en la pestaña Survey, este botón no aplica los cambios.

Pulse **Close** para cerrar la ventana; la información emergente del botón indica que los cambios se aplican al cerrarla.

La pestaña **Survey** (Fig. 25) contiene información sobre las coordenadas del punto y el nombre de la estación (campos de datos superiores). En la ventana gráfica de la derecha se muestra el plano de los puntos del perfil; el punto que se está editando aparece en rojo. En la ventana gráfica de la izquierda se representan el receptor (en azul) y el transmisor (en rojo), de acuerdo con la geometría especificada en el archivo de datos (bucle o línea).



Si la casilla **check it ON if local RX-TX coordinates is using** está activada, se utilizan las coordenadas locales del receptor y del transmisor.

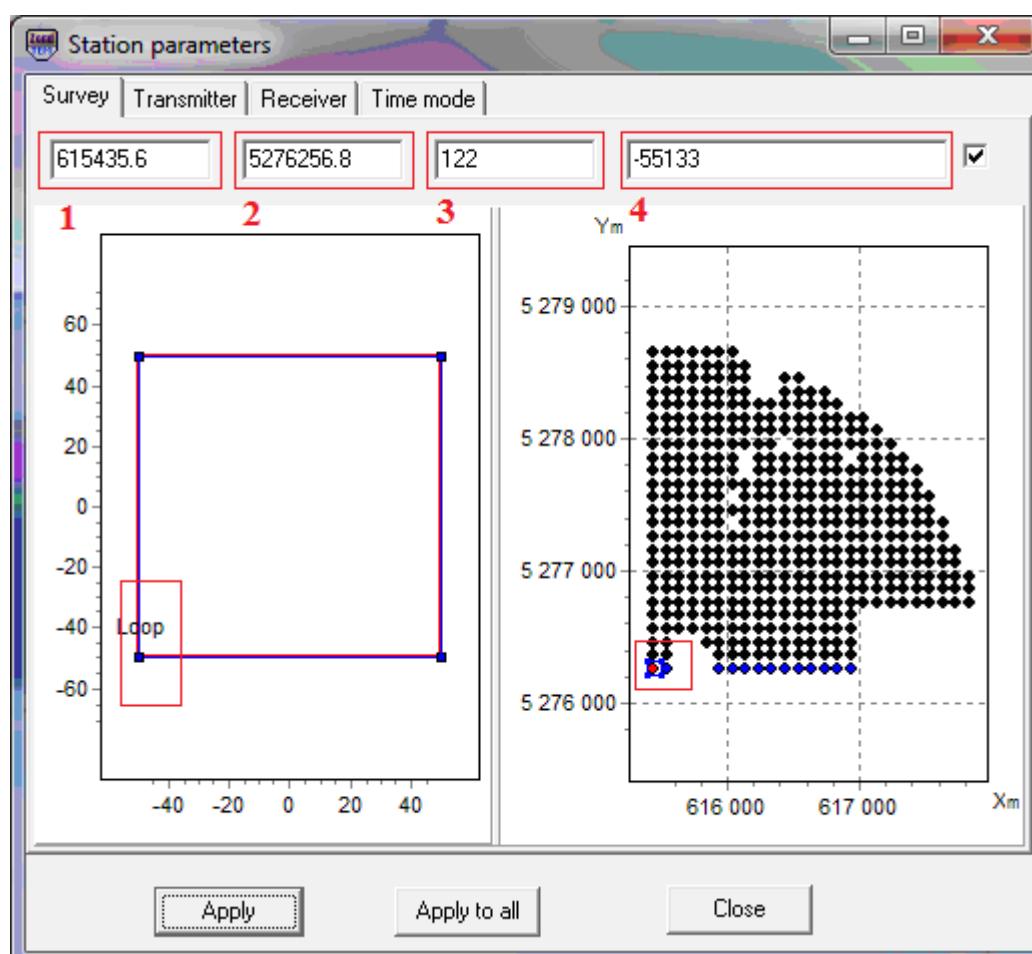
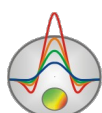


Fig. 25 **Ventana Station parameters, pestaña Survey.** 1-3: coordenadas X, Y y Z de la estación, respectivamente; 4: nombre de la estación.

En la pestaña **Transmitters** (Fig. 26) se puede cambiar el tipo de transmisor: *VMD* – dipolo magnético vertical, *HED* – dipolo eléctrico horizontal, *Line* – línea de longitud finita, *Loop* – bucle arbitrario, *HMD* – dipolo magnético horizontal. En el campo de entrada situado a la derecha de la lista desplegable del tipo de transmisor se puede especificar la altura del transmisor sobre la superficie del terreno; el campo está disponible para *VMD*, *Loop* y *HMD*, y deshabilitado para *HED* y *Line*. En la tabla se define la geometría del transmisor (coordenadas XY relativas de los nodos para transmisores de longitud finita (bucle, línea), o coordenadas relativas del centro y coseno director (para un dipolo). Lo más práctico es introducir las coordenadas de los nodos de los transmisores y receptores tomando como origen el centro del transmisor.



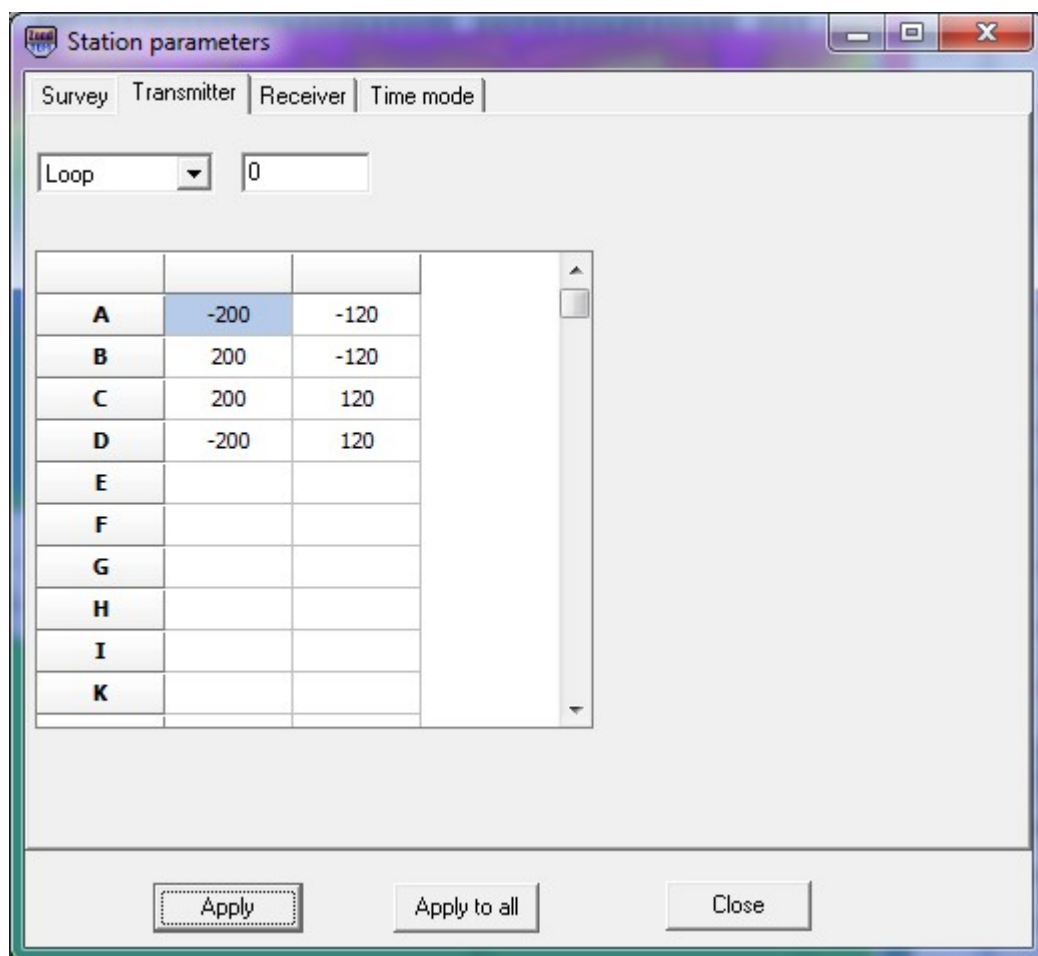
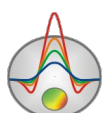


Fig. 26 Ventana Station parameters (pestaña Transmitters).

La pestaña **Receiver** sirve para seleccionar el tipo de receptor y definir su geometría (Fig. 27). En el campo Multiplier se especifica un factor multiplicador para la respuesta calculada; se utiliza el valor -1 si el signo de la respuesta es incorrecto. En el campo situado a la derecha de la selección del tipo de receptor se especifica la altura del receptor sobre la superficie del terreno; para Loop y Line, el valor debe ser cero.

Type of receiver	Seleccionar el tipo de receptor: Exy, Line Exy, Loop Hz, Hz o Hxy.
Receiver index	Seleccionar el receptor cuyos parámetros se van a editar, si se utilizan varios receptores.
Same center	Si la opción está activada, todos los receptores tienen un centro común; al cambiar la posición de un receptor, el cambio se aplica a todos los receptores.

Create square loop	Crear un bucle cuadrado en la tabla de geometría del receptor. Especificar la longitud del lado en metros; el intervalo permitido es de
---------------------------	---



	0,01 a 100 000 m y el valor predeterminado es 50 m.
Turn over	Invertir el orden de las coordenadas de los nodos; para los tipos dipolares, también cambiar el signo de la componente del coseno director.
Get size	Mostrar el área del bucle o la longitud de la línea; para los tipos de dipolo, mostrar 0.
Replace with loop	Sustituir la geometría del receptor Loop por un bucle cuadrado con la longitud de lado especificada. El centro del bucle se establece en la primera coordenada del receptor.
Change sign	Cambiar el signo de los valores medidos para la estación activa y el receptor seleccionado.

Same center – instalación coaxial (coinciden los centros del transmisor y del receptor).

dF/dt – cálculo de la derivada del campo respecto al tiempo; si la opción está desactivada, se calcula el campo.

Station parameters

Survey | Transmitter | Receiver | Time mode

Loop Hz: 0

rec1

M	-50	-50
N	50	-50
O	50	50
P	-50	50

☐ Same center

Multiplier: 1

☒ dF/dt

Apply Apply to all Close

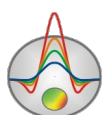


Fig. 27 **Ventana Station parameters, pestaña Receiver. 1: campo de selección del número de receptor (activo si se utilizan varios receptores).**

La pestaña **Time mode** sirve para definir los parámetros de la señal (Fig. 28). En el campo «tipo de señal» se puede seleccionar el tipo de señal (*Step* – escalón, *Finite pulse* – pulso unitario, *User defined* – definido por el usuario). También se pueden especificar la duración del pulso (campo *Pulse*), el tiempo de pausa (campo *Pause*), la rampa de subida (campo *Ramp Front*) y la rampa de bajada (campo *Ramp Back*), así como el número de pulsos (campo *N Pulses*). Si la casilla *Unipolar* está marcada, el pulso es unipolar.

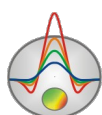
Sweep index	Seleccionar el sweep cuyos parámetros se van a editar; la lista contiene sweep1, sweep2 y los números siguientes, según el número de modos de tiempo.
N Pulses	Especificar el número de pulsos que se tendrán en cuenta al calcular la respuesta: de 1 a 10; el valor predeterminado es 1. La sugerencia indica que normalmente basta con 1–2.
Import pulse shape from textfile.	Abrir el editor de la forma del pulso. El botón está disponible cuando se selecciona User defined.

Ventana Pulse shape

Editar los nodos de la forma del pulso en la tabla. El botón **Add node** añade un nodo y copia los valores de la última fila. El botón **Remove node** elimina la fila seleccionada si la tabla tiene más de dos filas. El botón **Create intermediate nodes** solicita el número de nodos intermedios e interpola los puntos entre nodos adyacentes.

Haga clic en **Load shape** para seleccionar un archivo de texto y cargar la forma, o en **Save shape** para guardarla en un archivo de texto. Formato del archivo: primero se escribe el número de nodos y, a continuación, una línea por cada nodo con dos valores numéricos separados por un espacio: la coordenada del nodo y el valor de la forma. No se incluyen encabezados. Al cargar el archivo, el programa lee el número de nodos y, a continuación, el mismo número de pares de valores.

En el modo *Step*, los campos *Pulse*, *Pause*, *Ramp Front* y *Ramp Back* y el campo *N Pulses* están deshabilitados. En el modo *Finite pulse*, estos campos y *N Pulses* están disponibles, mientras que la importación de la forma del pulso está deshabilitada. En el modo



User defined, los campos Pulse, Pause, Ramp Front y Ramp Back están deshabilitados; N Pulses y la importación de la forma están disponibles.

En la parte inferior de la ventana, el régimen de corriente se muestra gráficamente.

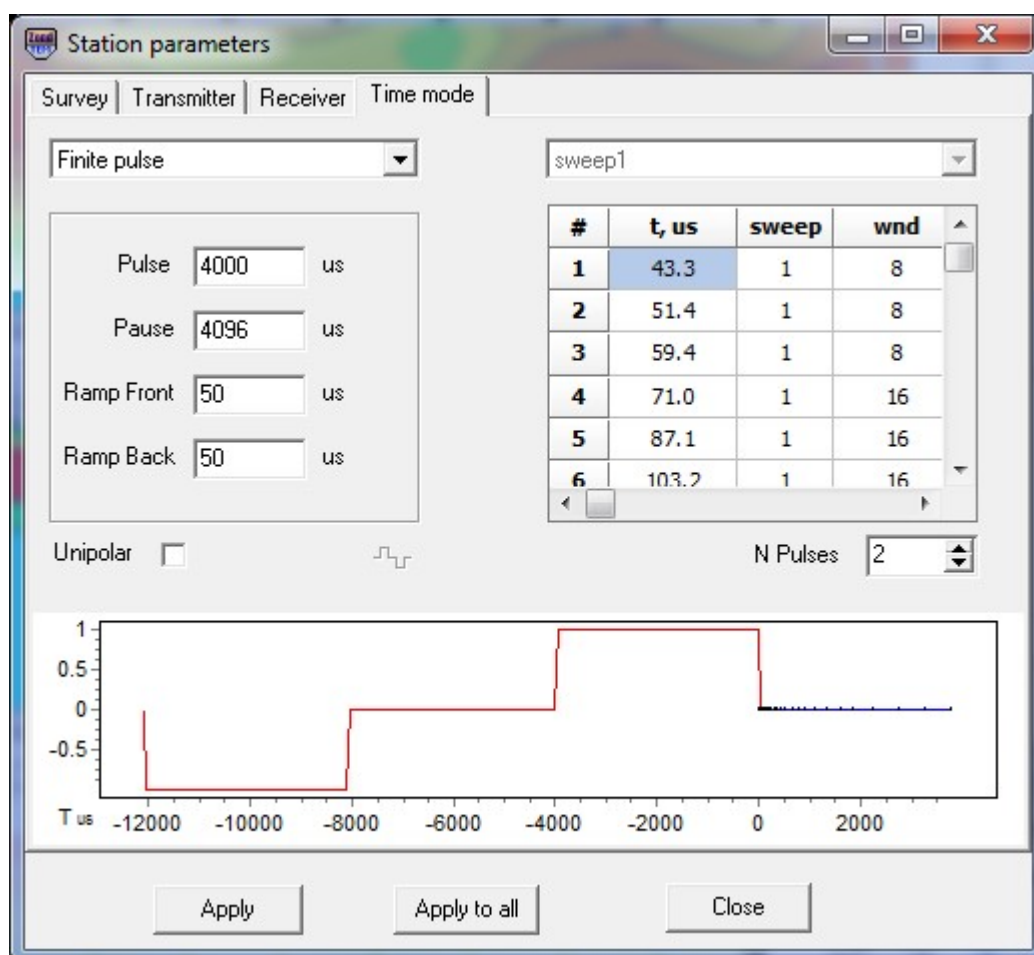
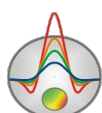


Fig. 28 Ventana Station parameters, pestaña Time mode.

Interpretación de datos de campo

El programa «ZONDTEM1D» permite resolver problemas directos e inversos unidimensionales del método de sondeo electromagnético transitorio. El programa realiza el ajuste automático de las resistividades y los espesores de las capas. También permite fijar parámetros, establecer sus límites de variación y determinar la importancia (los pesos) de cada medición.

El modo de interpretación está disponible después de leer datos de uno o varios archivos.

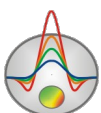


Ajuste automático de los parámetros del modelo

Se utiliza para ajustar rápidamente el modelo de un punto o de todos los puntos del perfil. El ajuste automático se realiza minimizando el error cuadrático medio entre la curva calculada y la curva de campo mediante el método de Newton. Haga clic con el botón derecho en el botón  de la barra de herramientas. Aparecerá un menú emergente en el que se debe seleccionar para qué puntos se realizará la inversión: *current* – para el punto actual, *to end* – desde el punto actual hasta el final, *to end* – desde el punto actual hasta el principio del perfil. Después de seleccionar los puntos, haga clic con el botón izquierdo en .

En la barra de estado se muestra información sobre la discrepancia relativa actual entre la curva calculada y la de campo. El ajuste finaliza cuando se alcanza la discrepancia relativa especificada entre la curva calculada y la de campo o cuando se alcanza el número de iteraciones especificado. (véase la sección [Ventana de propiedades del programa](#))

El ajuste automático no proporciona una solución única, ya que varios modelos pueden dar lugar a curvas calculadas iguales. Por tanto, al realizar un ajuste automático y especificar un modelo inicial, es necesario tener en cuenta la información previa sobre la sección geoelectrica. Si se dispone de información previa fiable sobre la sección geoelectrica estudiada, conviene fijar los parámetros conocidos o limitar su intervalo de variación en el modelo inicial, así como añadir límites geológicos.



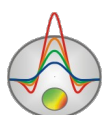
Objetos del programa

La interpretación interactiva se realiza en los objetos: [Editor de modelos](#), [Sección](#), [Tabla de parámetros](#); la visualización se realiza en los objetos: [Pseudosección](#), [Gráficos de perfilado](#), [Gráfico de curvas teóricas y experimentales](#), que aparecen automáticamente después de cargar los datos.

Editor de modelos

Se utiliza para visualizar las curvas de campo y calculadas de sondeo, así como para visualizar y editar la curva de parámetros del modelo calculado.

La Fig. 29 muestra la ventana del editor de modelos. Las curvas con círculos rellenos son las curvas experimentales de resistividad aparente (eje rojo de la izquierda) y de decaimiento (eje azul de la derecha) en función del tiempo (eje superior). El eje horizontal inferior corresponde a la profundidad (en metros) del modelo, que se representa mediante una línea roja escalonada continua. Las curvas calculadas se muestran con círculos sin relleno. En el ejemplo se muestran tres curvas de resistividad aparente y tres de decaimiento, correspondientes a los tres transmisores utilizados en las mediciones. Los valores indicados a la izquierda de los gráficos corresponden al error RMS del ajuste de cada curva.



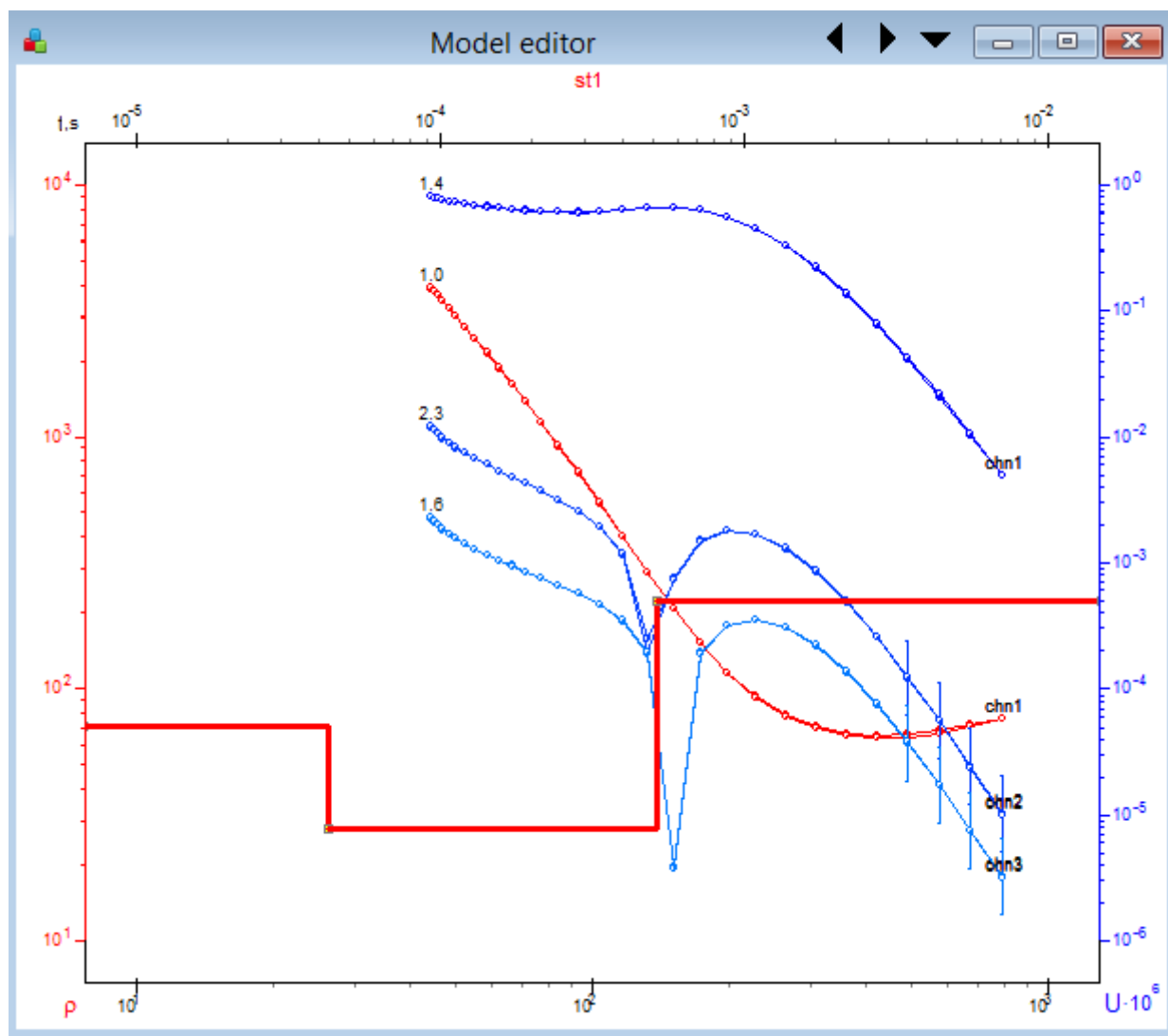
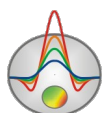


Fig. 29 **Ventana del editor de modelos**

Cuando se trabaja con datos en el dominio de la frecuencia, en el editor de modelos se muestran las curvas de resistividad aparente (módulo) y de fase (Fig. 30).



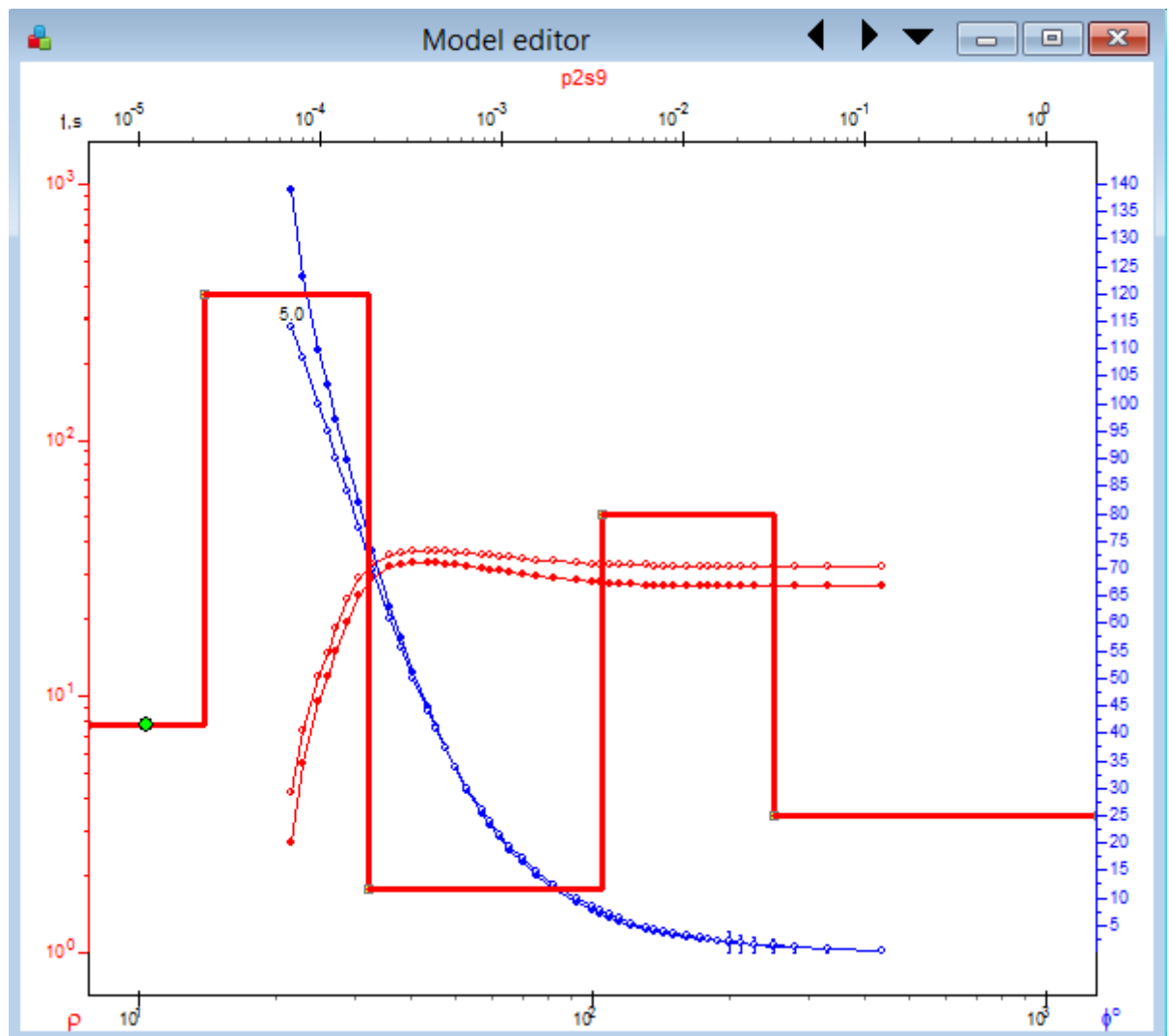
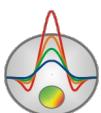


Fig. 30 Gráficos del módulo y la fase para datos en el dominio de la frecuencia

Los parámetros gráficos de las curvas observadas, calculadas y del modelo se pueden establecer en el diálogo de [configuración del gráfico](#) (clic derecho+SHIFT en el gráfico). Los parámetros de los ejes se pueden establecer en el [editor de ejes](#) (clic derecho+SHIFT en el eje).

La ventana puede contener uno, dos o tres gráficos similares, que permiten editar el modelo en tres estaciones adyacentes.

Los parámetros del modelo se modifican con el ratón. Para modificar los parámetros del modelo, coloque el cursor sobre la curva del modelo (la forma del cursor debe cambiar) y pulse el botón izquierdo del ratón; a continuación, arrastre el tramo seleccionado de la curva del modelo manteniendo pulsado el botón. El círculo verde de la curva del modelo indica la capa activa.



El desplazamiento de los tramos verticales de las curvas corresponde a un cambio en la geometría del modelo (es decir, en los espesores [botón derecho] y en las profundidades de los límites superiores de las capas [botón izquierdo]).

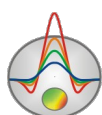
El desplazamiento de los tramos horizontales de las curvas del modelo corresponde a un cambio en los parámetros de las capas del modelo.

Al hacer clic con el botón derecho del ratón en los puntos de las curvas observadas, se abre un menú contextual que permite asignar pesos a los datos observados:

Good point	Asignar peso 1 al punto seleccionado.
Bad point	Asignar peso 0.5 al punto seleccionado.
Very bad point	Asignar peso 0 al punto seleccionado.
Good points >>	Asignar peso 1 al punto seleccionado y a todos los puntos situados a su derecha.
Bad points >>	Asignar peso 0.5 al punto seleccionado y a todos los puntos situados a su derecha.
Very bad point >>	Asignar peso 0 al punto seleccionado y a todos los puntos situados a su derecha.
Good points <<	Asignar peso 1 al punto seleccionado y a todos los puntos situados a su izquierda.
Bad points <<	Asignar peso 0.5 al punto seleccionado y a todos los puntos situados a su izquierda.
Very bad point <<	Asignar peso 0 al punto seleccionado y a todos los puntos situados a su izquierda.
Delete point	Eliminar el punto.
Delete point>>	Eliminar el punto y todos los puntos situados a su derecha.
Delete point<<	Eliminar el punto y todos los puntos situados a su izquierda.

Al hacer clic con el botón derecho del ratón en el área del objeto, se abre un menú contextual con las siguientes opciones:

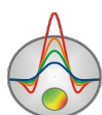
Print preview	Abrir el diálogo de impresión del gráfico.
Display legend	Mostrar u ocultar la leyenda de los gráficos.
Joined legend	Vincular las curvas observadas y calculadas en un solo elemento de la leyenda.



Setup	Abrir el diálogo de configuración de los parámetros del objeto.
Left axis Resistivity	Mostrar las resistividades aparentes en el eje izquierdo
Left axis Polarizability	Mostrar la cargabilidad en el eje izquierdo
Left axis Time constant	Mostrar el tiempo de relajación en el eje izquierdo
Left axis C exponent	Mostrar el exponente en el eje izquierdo
Left axis Magnetic permeability	Mostrar la permeabilidad magnética en el eje izquierdo
Right axis Resistivity	Mostrar las resistividades aparentes en el eje derecho
Right axis Polarizability	Mostrar la cargabilidad en el eje derecho
Right axis Time constant	Mostrar el tiempo de relajación en el eje derecho
Right axis C exponent	Mostrar el exponente en el eje derecho
Right axis Magnetic permeability	Mostrar la permeabilidad magnética en el eje derecho

Después de seleccionar la opción *Display legend*, la leyenda de los gráficos aparece a la derecha. Si hay varios receptores para un mismo punto de sondeo, se pueden visualizar por separado los gráficos de cada receptor. En este caso, para los gráficos mostrados está activa la opción *Invert visible*, que invierte los gráficos visibles.

La opción **Setup** abre el *diálogo de configuración de los parámetros de las curvas* (Fig. 31)



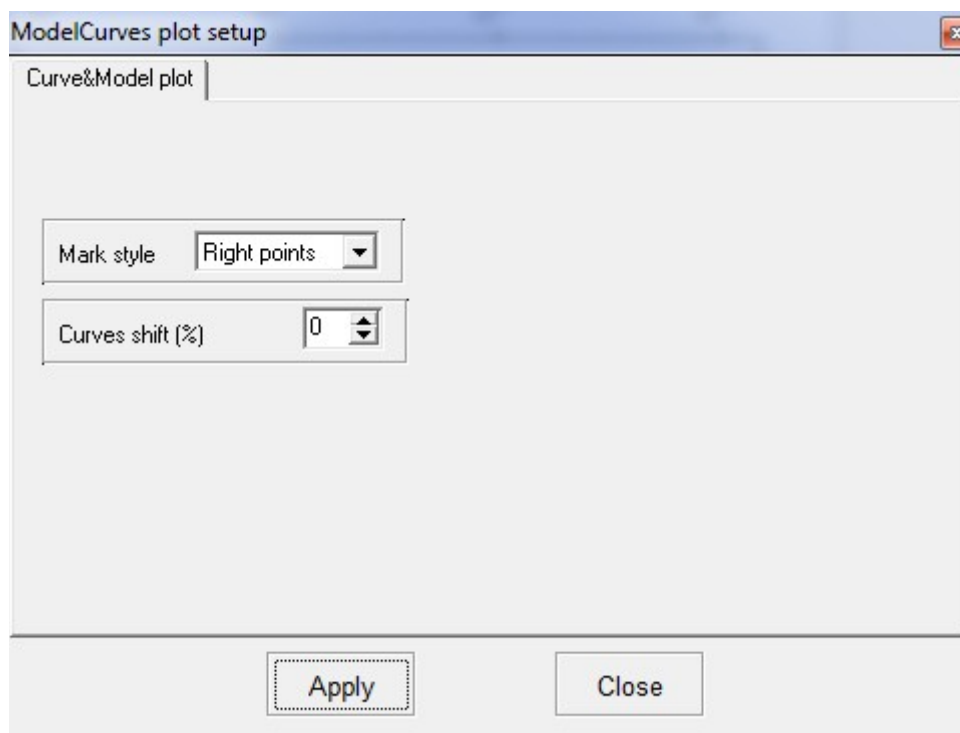


Fig. 31 **Diálogo de configuración de los parámetros de las curvas**

El campo **Mark Style** determina cómo se dibujan las etiquetas de los gráficos.

El valor *Left points* significa que se muestran a la izquierda de los gráficos.

El valor *All points* significa que se muestran en cada punto.

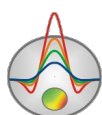
El valor *Right points* significa que se muestran a la derecha de los gráficos.

El valor *None* significa que no se muestran etiquetas en los gráficos.

El campo **Curves shift (%)** determina el desplazamiento (en porcentaje de década logarítmica) entre las curvas cuando hay varias (por ejemplo, en mediciones tricomponentes).

Gráfico de curvas teóricas y experimentales (Data Editor)

Se muestra al seleccionar el estilo **Editing** (pestaña **Window**)



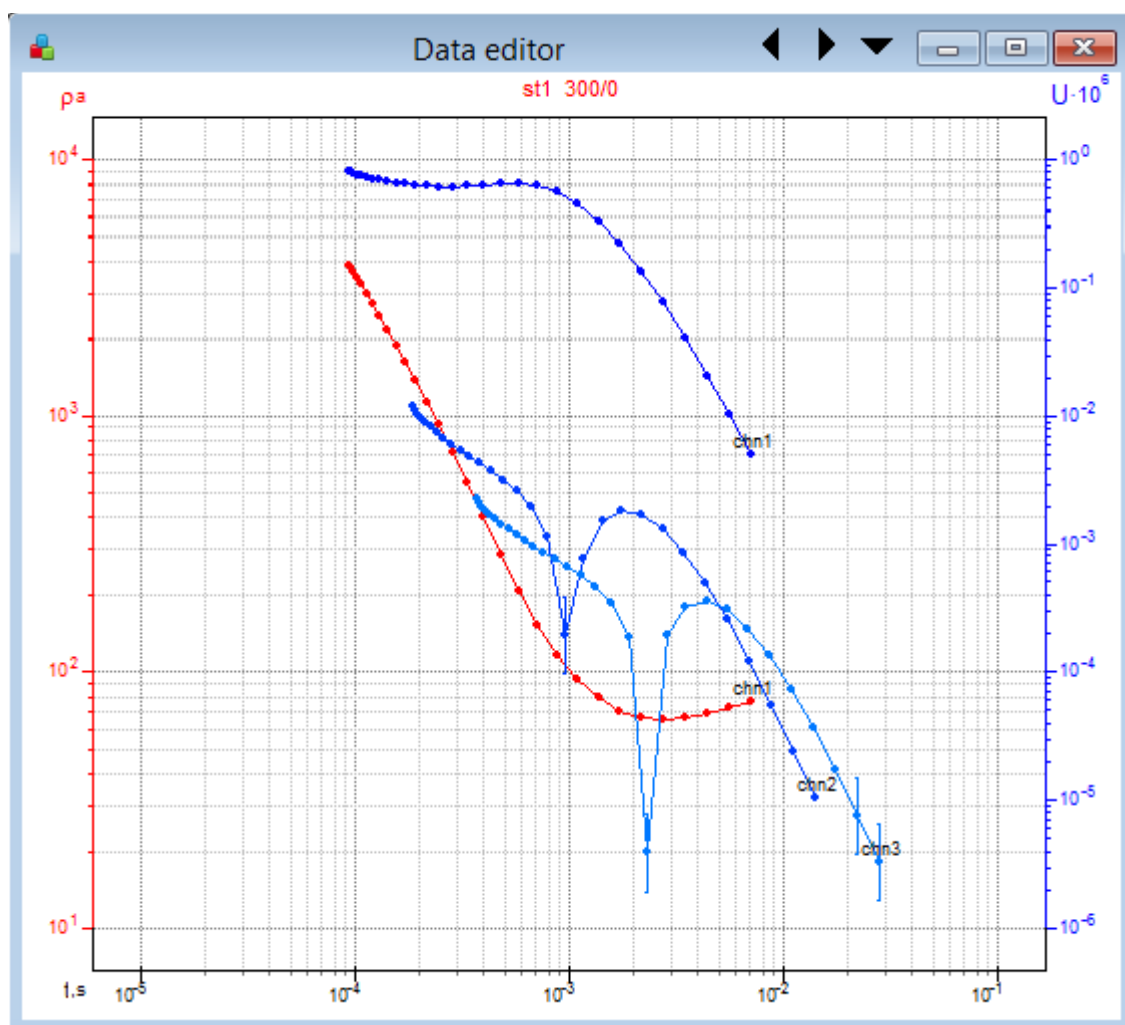
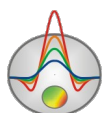


Fig. 32 **Ventana del editor de datos**

Al hacer doble clic en el área del objeto, se abre un menú contextual con las siguientes opciones:

Print preview	Abrir el diálogo de impresión del gráfico.
Display weights	Mostrar u ocultar los pesos de los puntos en los gráficos
Display legend	Mostrar u ocultar la leyenda de los gráficos.
Setup	Abrir el diálogo de configuración de los parámetros del objeto.
Draw in surfer	Ejecutar el comando para construir una pseudosección en Surfer.
[nombre del campo] display	Para los tipos de datos disponibles, mostrar la pseudosección del campo correspondiente.
Set active [nombre de la segunda]	Si hay datos multidimensionales, seleccionar el índice de la segunda dimensión y reconstruir la pseudosección.



dimensión]	
------------	--

La opción **Save XYZ file** guarda un archivo de texto con los datos de los puntos. Para el conjunto de datos general, el archivo contiene filas sin encabezado y tres columnas: X, Y, Z. Para los datos del campo de resistividad aparente o de fem, el encabezado y el número de columnas dependen del tipo de datos: para el tipo logarítmico se escribe el encabezado «X -Z -log(Z) P log(P)» y cinco columnas — X, -10^y , $-y$, P, $\log_{10}(P)$; para los demás tipos, el encabezado «X -Z -log(Z) P» y cuatro columnas — X, -10^y , $-y$, P. Se escriben filas para los puntos con índices de 1 a $\text{tpoints}-1$.

La opción Setup abre el diálogo para configurar los parámetros de las curvas (Fig. 33)

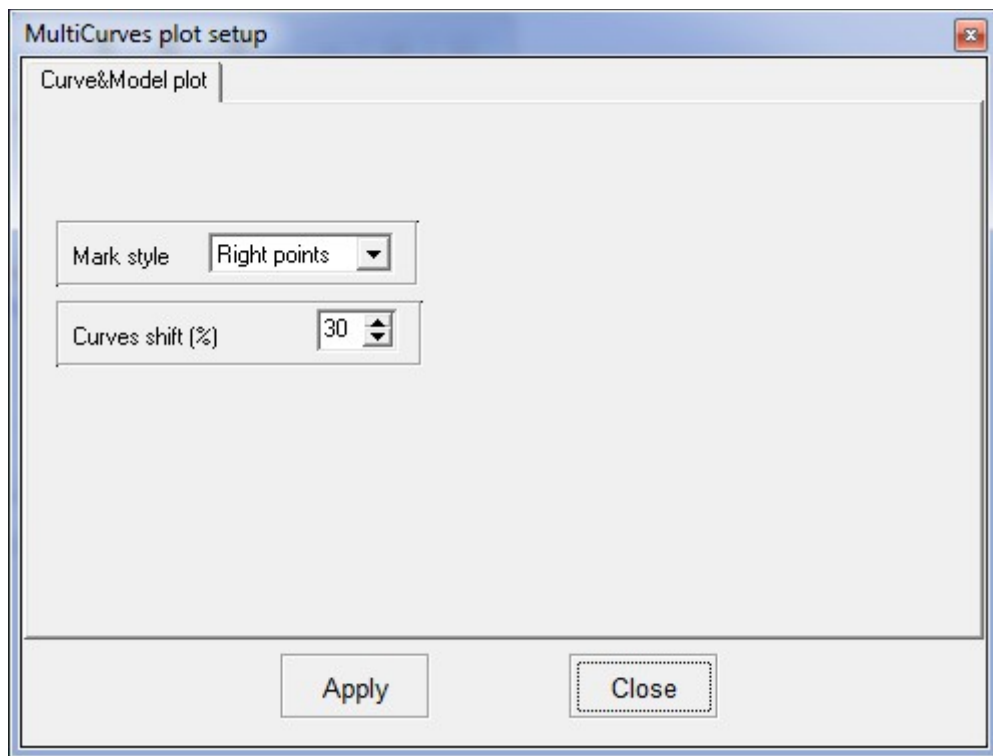


Fig. 33 **Diálogo de configuración de los parámetros de las curvas**

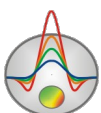
El campo **Mark Style** determina cómo se dibujan las etiquetas de los gráficos.

El valor *Left points* significa que se muestran a la izquierda de los gráficos.

El valor *All points* significa que se muestran en cada punto.

El valor *Right points* significa que se muestran a la derecha de los gráficos.

El valor *None* indica que no se dibujen etiquetas en los gráficos.



El campo **Curves shift %** determina el desplazamiento (en porcentaje de una década logarítmica) entre curvas adyacentes

El menú contextual adicional se abre al hacer clic en el botón Options  .

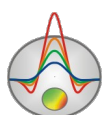
La opción **Change orientation** permite cambiar la disposición de los gráficos de sondeo de puntos adyacentes: de arriba abajo o de izquierda a derecha.

La opción **MultiCurves Plot Setup** (véase la Fig. 33) abre el diálogo para configurar los parámetros de las curvas descrito anteriormente.

La opción **Set MultiCurves Plot number** permite establecer el número de puntos de sondeo adyacentes cuyas curvas se muestran simultáneamente (de 1 a 3).

Al hacer clic con el botón derecho del ratón en los puntos de las curvas observadas, se abre un menú contextual que permite asignar pesos a los datos observados:

Good point	Asignar peso 1 al punto seleccionado.
Bad point	Asignar peso 0.5 al punto seleccionado.
Very bad point	Asignar peso 0 al punto seleccionado.
Good points >>	Asignar peso 1 al punto seleccionado y a todos los puntos situados a su derecha.
Bad points >>	Asignar peso 0.5 al punto seleccionado y a todos los puntos situados a su derecha.
Very bad point >>	Asignar peso 0 al punto seleccionado y a todos los puntos situados a su derecha.
Good points <<	Asignar peso 1 al punto seleccionado y a todos los puntos situados a su izquierda.
Bad points <<	Asignar peso 0.5 al punto seleccionado y a todos los puntos situados a su izquierda.
Very bad point <<	Asignar peso 0 al punto seleccionado y a todos los puntos situados a su izquierda.
Delete point	Eliminar el punto.
Delete point>>	Eliminar el punto y todos los puntos situados a su derecha.
Delete point<<	Eliminar el punto y todos los puntos situados a su izquierda.
Edit data	Editar curvas



Para aumentar o disminuir los pesos de los puntos, utilice los botones derecho e izquierdo del ratón mientras mantiene pulsada la tecla ALT.

Para eliminar puntos, utilice la rueda del ratón mientras mantiene pulsada la tecla ALT. El tamaño del área de eliminación se ajusta con la rueda.

La asignación de pesos a los puntos desempeña un papel importante en la estimación automática de los parámetros del modelo. Los puntos con peso 0 no se tienen en cuenta en la estimación automática. El peso de un punto se determina de la siguiente manera: $= 1 - \text{varianza}/(\text{valor medido})$. Los pesos de las mediciones pueden especificarse en el archivo de datos y se guardan en el archivo del proyecto.

La opción **Edit data** está destinada a la edición manual de las curvas de sondeo. Al seleccionar esta opción, se abre la ventana **Edit data** (Fig. 34)

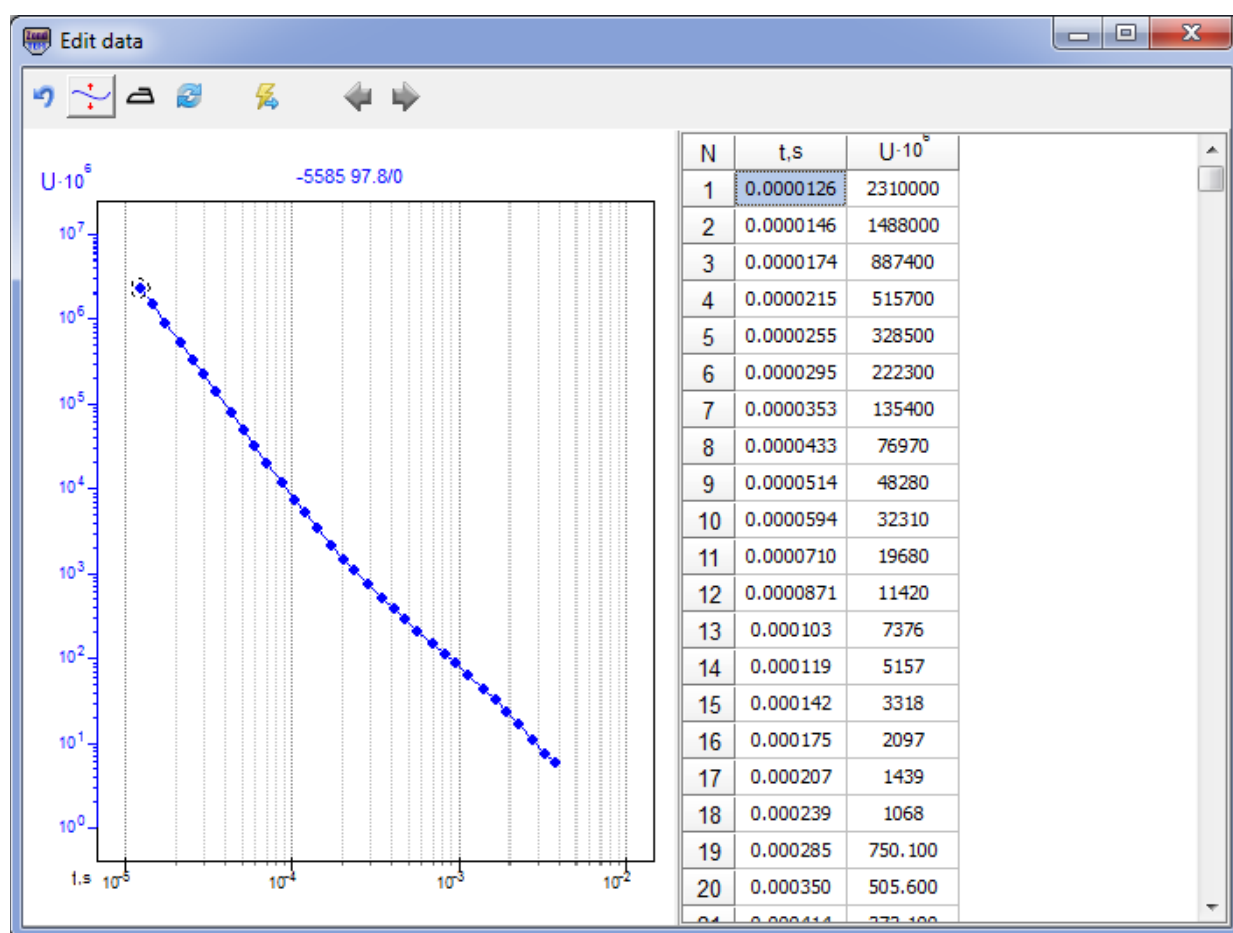
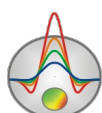


Fig. 34 Ventana de edición de las curvas de sondeo Edit data

La barra de herramientas de la ventana contiene los siguientes botones:

	Volver a la curva original
	Seleccionar el modo para desplazar toda la curva o un segmento de esta.



	Suavizar la curva
	Aplicar los valores editados a los datos de la estación; para los puntos eliminados, registrar el indicador de ausencia de datos y actualizar la visualización.
	Salir del modo de edición guardando los cambios
	Botones de navegación entre estaciones

El botón **smooth** abre el menú de selección del modo de suavizado. Al abrir la ventana, está seleccionado el modo **Denoising**; para seleccionar otro modo, pulse **Standard smoothing**.

La ventana consta de dos áreas. A la izquierda se muestra gráficamente la curva que se está editando. A la derecha aparece una tabla con los tiempos y los valores del parámetro editado. Para eliminar un punto de la curva, utilice el botón derecho del ratón. El punto eliminado aparecerá en gris en la tabla. Para restaurar el punto, utilice el botón izquierdo del ratón. Para eliminar varios puntos, utilice la rueda del ratón mientras mantiene pulsada la tecla ALT. El tamaño del área de eliminación se ajusta girando la rueda. Una vez terminada la edición, pase a la inversión pulsando el botón  en la barra de herramientas de la ventana.

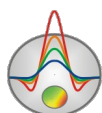
Tabla de parámetros (Model table)

Pestaña Model table

La ventana de edición tabular de los parámetros del modelo permite modificar dichos parámetros mediante el teclado. El número de columnas depende del conjunto de parámetros; cada fila de la tabla contiene los parámetros de una capa.

La primera columna contiene los valores de resistividad de las capas; la segunda, de cargabilidad; la tercera, de la constante de tiempo; la cuarta, del exponente; la quinta, de la permeabilidad magnética; la sexta, del espesor; y la última, de la profundidad hasta el techo de las capas, teniendo en cuenta la elevación del punto de sondeo. Si se han definido límites de variación para un parámetro, el campo de visualización aparece relleno con un color determinado (gris claro de forma predeterminada). Si el parámetro de una capa está fijado, el campo de visualización también tiene un color propio, gris oscuro de forma predeterminada.

El menú contextual se abre al hacer clic con el botón derecho del ratón en las celdas de la tabla (Fig. 35). Si se hace clic en la primera fila (el encabezado de la tabla), la operación seleccionada en el menú se aplica al parámetro correspondiente de todas las capas (en este caso,



cell se sustituye por col). Si se hace clic en la primera columna, la operación seleccionada en el menú se aplica a todos los parámetros de esa capa.

El menú contextual también incluye las opciones **Split row** y **Delete row**. Seleccione **Split row** para dividir la capa seleccionada en dos por su punto medio. Seleccione **Delete row** para eliminar la capa seleccionada.

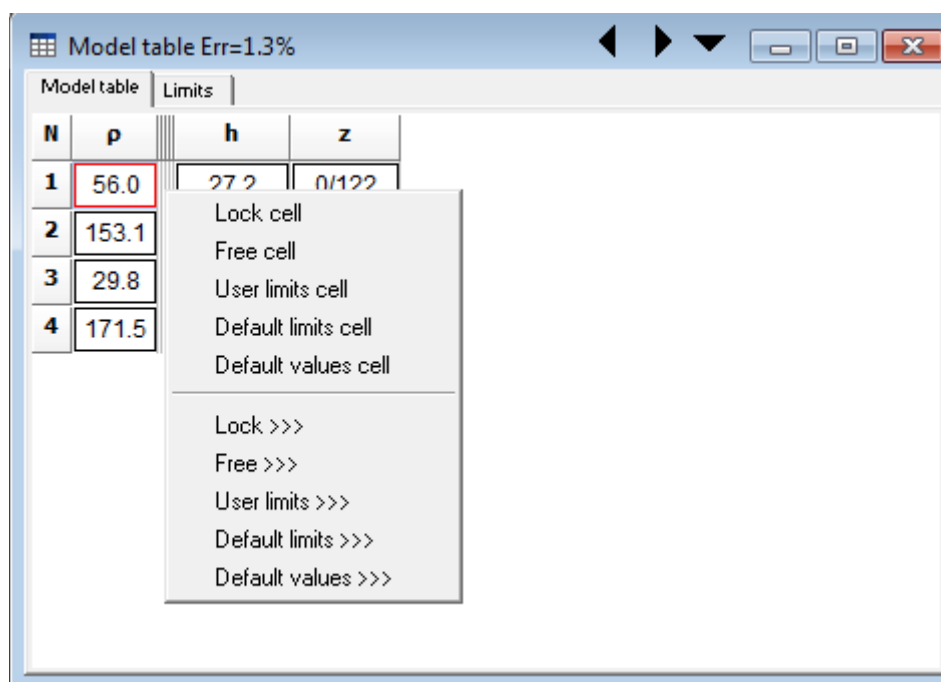
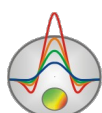


Fig. 35 Menú de edición de parámetros del modelo en la tabla.

Lock col/cell/row	Fijar parámetro.
Free col/cell/row	Desfijar parámetro
User limits col/cell/row	Establecer rangos personalizados de variación del parámetro.
Default limits col/cell/row	Establecer rangos de variación del parámetro (los «predeterminados»).
Default values col/cell/row	Establecer el valor del parámetro igual al valor «predeterminado».
Lock >>>	Fijar el parámetro en el modelo actual y en los modelos de todos los puntos posteriores.
Free >>>	Desfijar el parámetro en el modelo actual y en los modelos de todos los puntos posteriores.
User limits >>>	Establecer rangos personalizados de variación del parámetro en



	el modelo actual y en los modelos de todos los puntos posteriores.
Default limits >>>	Establecer rangos de variación del parámetro (predeterminados) en el modelo actual y en los modelos de todos los puntos posteriores.
Default values >>>	Establecer el valor del parámetro igual al valor «predeterminado» en el modelo actual y en los modelos de todos los puntos posteriores.

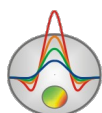
Diálogo para definir límites

La pestaña **Range** permite definir valores en los campos **Minimum** y **Maximum**. En la pestaña **Percent** se define el porcentaje en el campo **Percent**; el valor inicial del campo es 5. Se pulsa **OK** para aplicar los límites o **Cancel** para cerrar el diálogo sin aplicarlos.

Pestaña Limits

Esta pestaña se utiliza para definir los límites de variación de los parámetros (Fig. 36). Los botones de la barra de herramientas permiten seleccionar el tipo de parámetro (resistividad, cualquiera de los parámetros de la fórmula cole-cole o el espesor de la capa) para el que se definirán los límites. El botón **Auto** asigna automáticamente límites a todos los parámetros de ese tipo, de acuerdo con sus valores y el porcentaje de desviación especificado. El gráfico muestra el modelo del tipo de parámetro seleccionado (en negro), y los límites inferior (en rojo) y superior (en azul) de variación del parámetro.

El campo del porcentaje de desviación tiene asignado el valor 5; el intervalo permitido para el valor introducido va de 1 a 2000. En la lista, se selecciona el parámetro cuyos límites se van a editar.



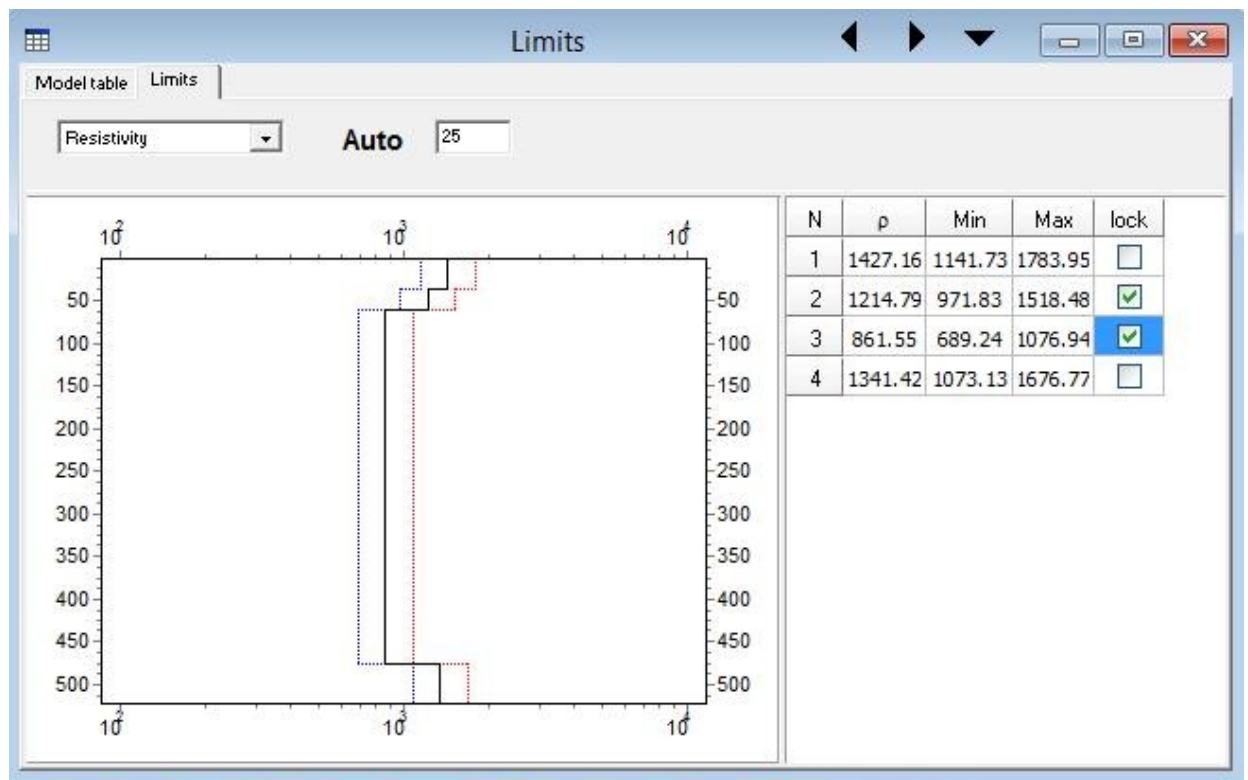
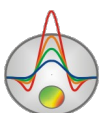


Fig. 36 **Pestaña Limits de la tabla de parámetros del modelo**

Los límites inferior y superior de los parámetros del modelo se editan con el ratón. Los límites de variación de los parámetros también se pueden editar en la tabla situada a la derecha del gráfico.

Menú contextual adicional, que se abre al hacer clic en el icono  situado en la esquina superior derecha de la ventana (Fig. 37).



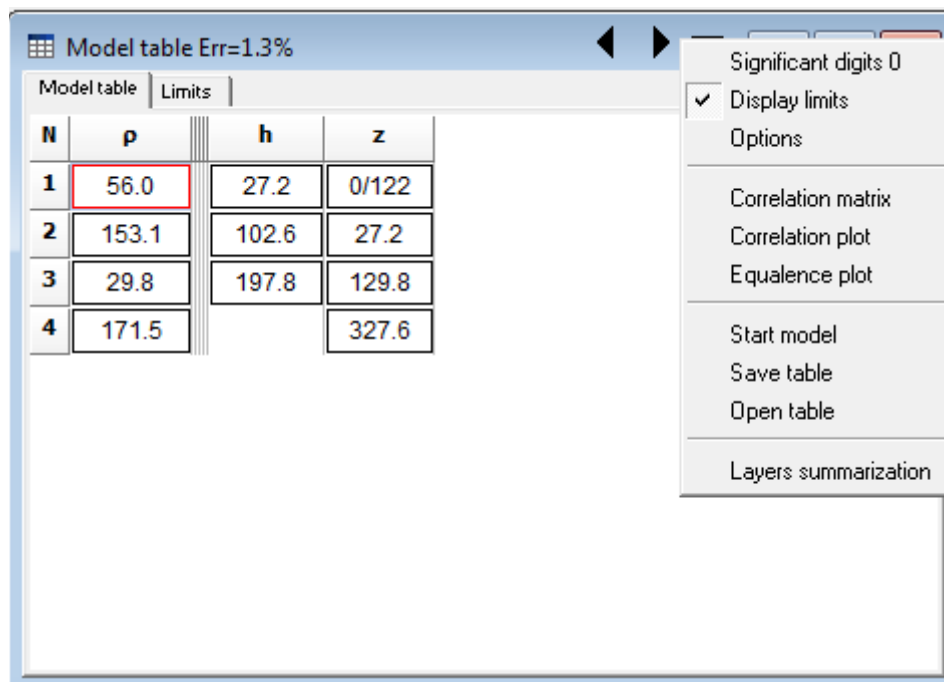
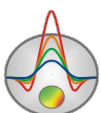


Fig. 37 Menú de la tabla de parámetros del modelo

Significant digits	Establecer la precisión con la que se mostrarán los parámetros.
Display limits	Mostrar u ocultar los límites de variación del parámetro.
Options	Abre el diálogo de configuración de los parámetros gráficos de la tabla.
Correlation matrix	Mostrar la matriz de correlación y los límites de confianza de los parámetros del modelo.
Correlation plot	Abrir la ventana para crear un mapa de correlaciones entre un par de parámetros.
Equivalence plot	Abrir la ventana para crear una nube de modelos equivalentes.
Start model	Volver al modelo inicial.
Save table	Guardar el modelo actual en un archivo (extensión MDL).
Open table	Cargar un modelo desde un archivo (extensión MDL).
Layers summarization	Abre el diálogo de unión de capas.

Los archivos **Save table** y **Open table** son archivos de texto. Al guardar, en la primera línea se escribe `units km` o `units m` (la elección depende del nombre del archivo ejecutable); a continuación, se escriben las filas de datos de la tabla, sin la fila de encabezados. Los valores de las celdas se separan con espacios; las celdas vacías también conservan su espacio en la fila. Al leer, las líneas que contienen `^` se truncan desde ese carácter hasta el final de la línea. Las filas de datos deben contener los valores de los parámetros del modelo y los valores de las



columnas de profundidad/espesor, en el orden de las columnas de la tabla. Al leer, se tiene en cuenta la línea `units`; el valor del espesor se recalcula según las unidades especificadas.

El diálogo de unión de capas (**Layers summarization**) sirve para pasar de modelos multicapa obtenidos mediante inversión de tipo (Smooth o Focused) a modelos con pocas capas, más comprensibles desde el punto de vista geológico. Al comienzo de la interpretación, resulta práctico utilizar un modelo multicapa compuesto por 14-20 capas (Fig. 38).

Diálogo Layers summarization

En la lista, se selecciona el tipo de parámetro utilizado para unir capas. En el campo de contraste, se define el valor del criterio de unión. El botón **Apply** aplica la unión al modelo de la estación actual. El botón **Close** cierra el diálogo. Se cambia de estación con los botones < y >; tras cambiar de estación, se actualiza el modelo.

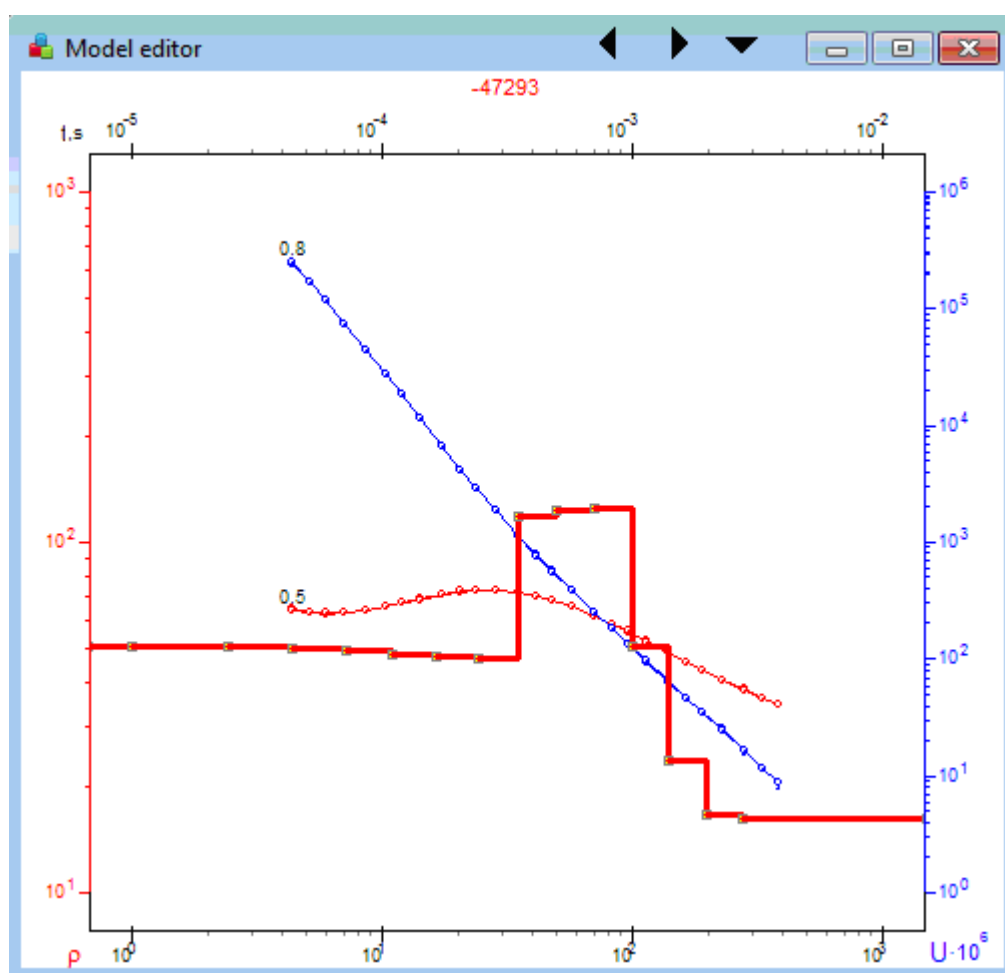
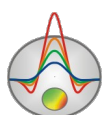


Fig. 38 **Ejemplo de modelo multicapa.**



Los resultados de este tipo de inversión (Smooth, Focused) suelen considerarse una aproximación inicial para una interpretación posterior y razonada. Permiten comprender la estructura geoelectrica aproximada de la sección. A continuación, se pasa a un modelo con pocas capas mediante el diálogo Layer summarization (Fig. 39). El modelo nuevo se muestra sobre el anterior con una línea negra.

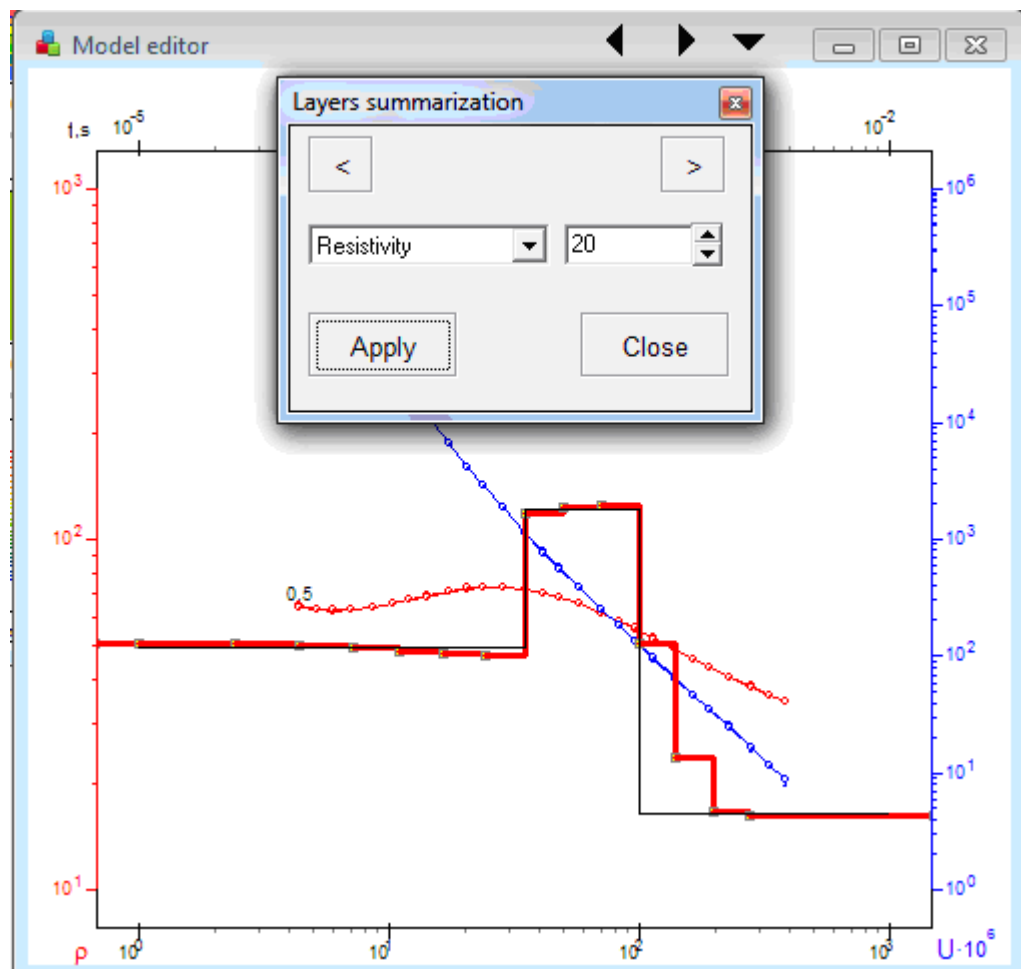
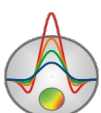


Fig. 39 **Diálogo Layers summarization (línea roja: modelo multicapa; línea negra: modelo unido).**

El campo de entrada define el parámetro de contraste a partir del cual se unen dos capas en una sola.

A continuación, se fijan algunos parámetros y se realiza un ajuste manual o una inversión Standart (Fig. 40).



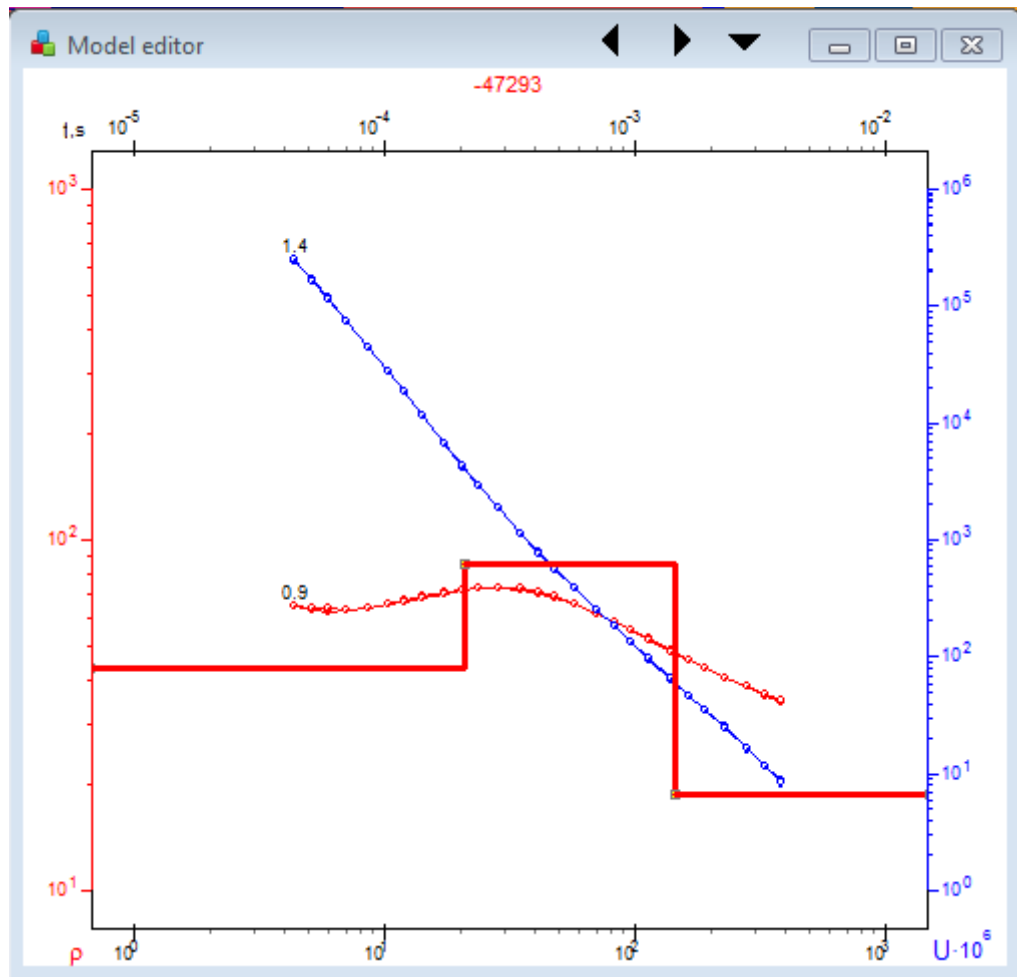
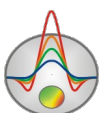


Fig. 40 Ejemplo de resultados de inversión tras aplicar la función Layers summarization.

Análisis de equivalencia. En prospección eléctrica se ha demostrado el teorema de unicidad del problema inverso para mediciones continuas sin errores. En la práctica, las mediciones se realizan en un intervalo finito y con una discretización determinada; además, contienen errores. La presencia de errores y la falta de datos convierten la unicidad teórica de la solución en una no unicidad práctica, es decir, en la equivalencia de distintas soluciones del problema inverso. Dos secciones geoeléctricas se consideran equivalentes si la discrepancia relativa entre los datos de esas secciones no supera la precisión de las mediciones de campo ni el error de ajuste. En la práctica, el principio de equivalencia implica que algunos parámetros de la sección no pueden determinarse durante la interpretación si se desconocen otros parámetros de la sección. La aplicación del principio de equivalencia dificulta considerablemente la interpretación de los datos. Una solución al problema consiste en fijar determinados parámetros basándose en información a priori.



El análisis de la acción del principio de equivalencia se basa en dos enfoques: uno estadístico-informativo para todos los parámetros del modelo, mediante la construcción de una matriz de correlación, y otro de cálculo directo de las regiones de equivalencia para un par de parámetros de la sección, con su visualización.

Otra forma de analizar la equivalencia consiste en construir una nube de modelos equivalentes, es decir, una familia de curvas de modelo que generan curvas teóricas muy similares.

Por lo general, primero se realiza una evaluación estadística de la equivalencia de todos los parámetros y, a continuación, se estudian los pares de parámetros individuales con coeficientes de correlación elevados.

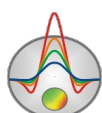
La matriz de correlación se abre mediante la opción: **Correlation matrix** (Fig. 41). En la diagonal principal de la matriz de correlación hay unos. Si el valor absoluto del coeficiente de correlación es mucho menor que uno, los parámetros de la sección calculados están influyendo de forma diferente en los datos y se determinan con poco error. Por tanto, es posible determinarlos por separado.

Los parámetros cuyo coeficiente de correlación tiene un valor absoluto próximo a 1 no pueden determinarse conjuntamente. Para aumentar la precisión de la solución, en este caso se debe fijar uno de los parámetros equivalentes, si se dispone de información independiente sobre él. Si existe una correlación fuerte entre parámetros de capas adyacentes, se debe fijar uno de los parámetros correlacionados o combinar ambas capas en una, es decir, simplificar el modelo.

	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8
p2	1	-0.66	-0.23	-0.082	0.0083	0.036	-0.011
p3	-0.66	1	-0.15	-0.11	-0.080	0.017	0.0051
p4	-0.24	-0.15	1	-0.12	-0.12	-0.009	0.016
p5	-0.076	-0.11	-0.11	1	-0.20	-0.082	0.035
p6	0.0084	-0.080	-0.12	-0.20	1	-0.43	0.066
p7	0.036	0.017	-0.009	-0.082	-0.43	1	-0.52
p8	-0.011	0.0052	0.016	0.035	0.066	-0.52	1
p9	-0.001	0.0000	0.0004	0.0026	0.0097	-0.017	-0.10

Fig. 41 **Ventana Correlation matrix**

Las dos últimas filas de la tabla muestran los intervalos de confianza de cada parámetro. Los intervalos de confianza son un criterio de fiabilidad en la determinación de los parámetros y



están relacionados con la sensibilidad total de los parámetros de la sección. Si el intervalo de confianza es amplio, se considera que el valor del parámetro se ha determinado con poca fiabilidad. Al evaluar la amplitud del intervalo de confianza, se deben tener en cuenta los valores absolutos de la resistividad y el espesor de las capas.

Al hacer doble clic en una celda de la matriz de correlación, se abre el mapa de correlación (**Correlation plot**) del par de parámetros seleccionado (Fig. 42).

El mapa de correlación de un par de parámetros representa un mapa de isolíneas del error de ajuste entre los datos teóricos del modelo actual y los datos teóricos del modelo modificado. Suponiendo que los valores actuales de los parámetros son el centro de la región de equivalencia, se calculan varias soluciones adicionales del problema directo para parámetros que varían alrededor de ese punto, y se determina el error máximo respecto a los datos centrales. Para construir el mapa de correlación entre dos parámetros, se asigna a cada uno un conjunto de valores dentro de cierto intervalo, se calcula el error de ajuste respecto a los datos del modelo actual y se construye el mapa de isolíneas. Si un parámetro tiene una distribución logarítmica, todas las operaciones anteriores se realizan con los logaritmos de los parámetros. En el mapa de equivalencia se trazan isolíneas de los valores del error máximo, que muestran la configuración de la región y los límites de validez del principio de equivalencia. Las regiones de equivalencia isométricas indican que no hay correlación entre las estimaciones de los parámetros; las regiones muy alargadas indican que existe correlación entre las estimaciones. El análisis de la correlación facilita la identificación de la equivalencia entre dos parámetros.

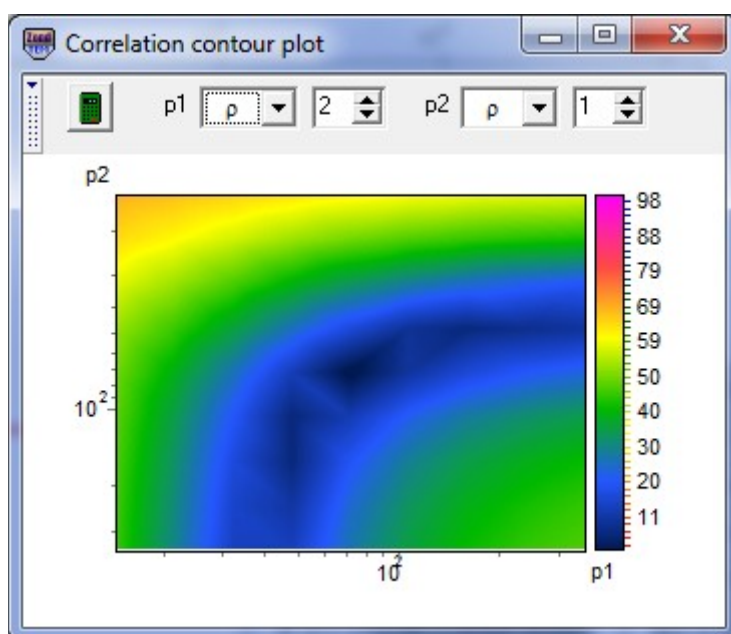
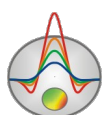


Fig. 42 **Ventana Correlation contour plot**



La escala de colores establece la correspondencia entre el valor del error de ajuste y un color determinado.

El campo *p1* establece el tipo del primer parámetro cuyo análisis de correlación se realiza.

El campo *p2* establece el tipo del segundo parámetro cuyo análisis de correlación se realiza.

Los campos que siguen establecen los índices de las capas de los parámetros primero y segundo, para los que el campo *p1* establece el tipo del primer parámetro cuyo análisis de correlación se realiza.

 - construir el mapa de correlación.

La ventana para construir la nube de modelos equivalentes se abre mediante la opción: **Equivalence plot**. Esta opción ejecuta un algoritmo bastante exigente en recursos para buscar modelos equivalentes dentro de un error de ajuste especificado, mediante enumeración exhaustiva (Fig. 43).

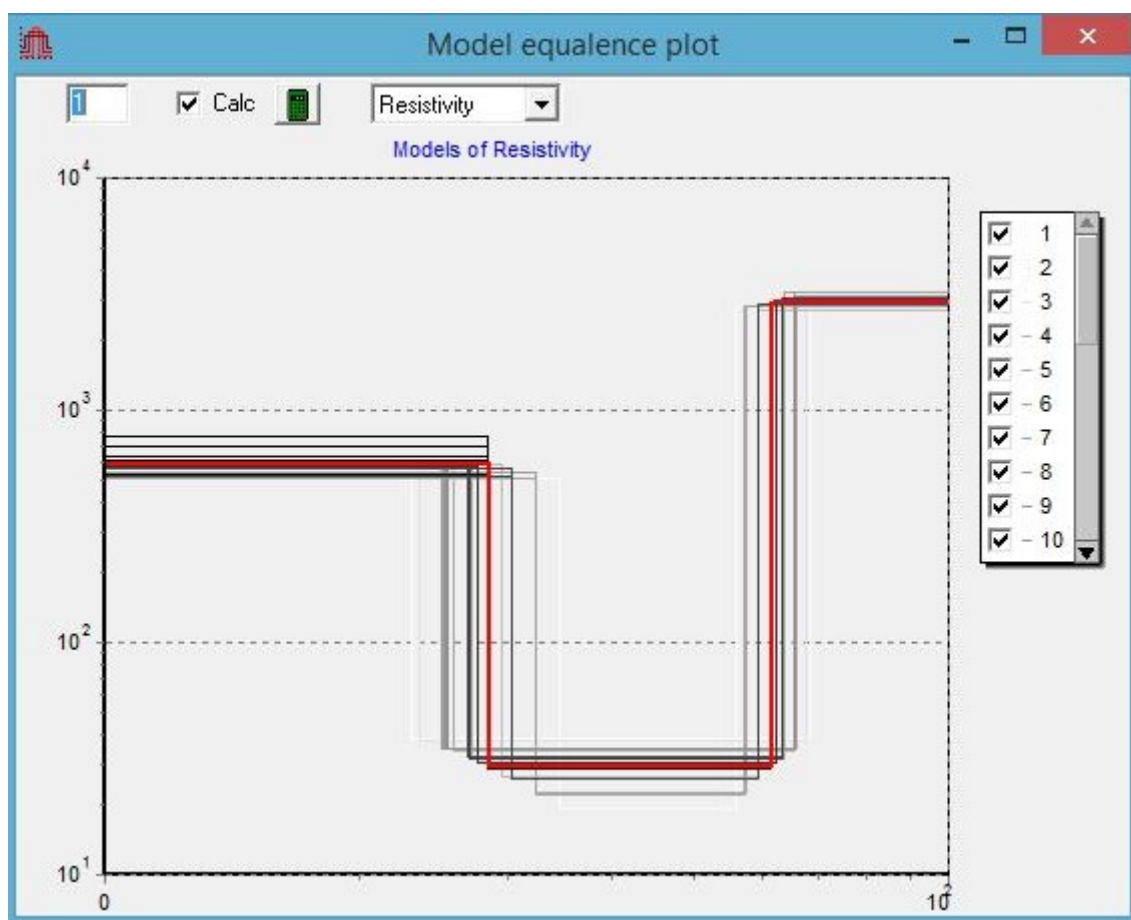
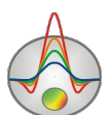


Fig. 43 **Ventana Model equivalence plot**



Se debe establecer el nivel mínimo de error de ajuste a partir del cual el modelo se considerará equivalente al actual (campo de entrada 0.1). Si la opción Calc no está activada, los modelos equivalentes se calcularán para el valor del error de ajuste del modelo. Por lo general, este nivel se elige ligeramente por encima del error de ajuste actual. A continuación, se debe seleccionar el parámetro para el que se realizará el cálculo (Resistivity). Después, se inicia el procedimiento de búsqueda . El algoritmo genera un conjunto de curvas de modelo. Las curvas se pueden activar o desactivar mediante la leyenda situada a la derecha de la imagen. Para pasar de un gráfico a otro, utilice el desplazamiento.

Cuadro de diálogo de configuración de los parámetros gráficos de la tabla (**Options**)

La opción **Lock** establece el color de la celda cuyo parámetro está fijado.

La opción **Range** establece el color de la celda cuyo parámetro tiene límites definidos.

La opción **Free** establece el color de la celda cuyo parámetro no tiene límites definidos.

La opción **Min** establece el color del límite mínimo de variación del parámetro.

La opción **Max** establece el color del límite máximo de variación del parámetro.

Opción **Active** – establece el color del borde de la celda activa.

Opción **Font** – establece la fuente de la celda

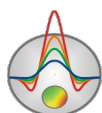
Opción **Cell height** – establece la altura de la celda

En el cuadro de diálogo de configuración de los parámetros gráficos, el botón **Ok** guarda la configuración y cierra la ventana. El botón **Default** restaura los valores predeterminados. Para la altura de las celdas se establece un rango de 5 a 50 píxeles.

Sección (Section)

Este objeto sirve para mostrar los cambios de la sección geoelectrica a lo largo del perfil. La representación se realiza en los ejes de coordenada a lo largo del perfil y profundidad. La escala de colores establece la correspondencia entre el valor representado y el color (Fig. 44).

Cuando el cursor se encuentra dentro de la sección geoelectrica, se resalta con un control deslizante la capa sobre la que está situado. Al acercar el cursor al límite entre las capas, cambia su forma y se puede editar su posición. Para ello, arrastre el límite seleccionado hasta la posición deseada con el botón izquierdo del ratón pulsado. Si se mantiene pulsado el botón derecho, se desplazarán junto con el límite seleccionado los límites inferiores. Al hacer doble clic en una capa, se abre el cuadro de diálogo para definir su parámetro.



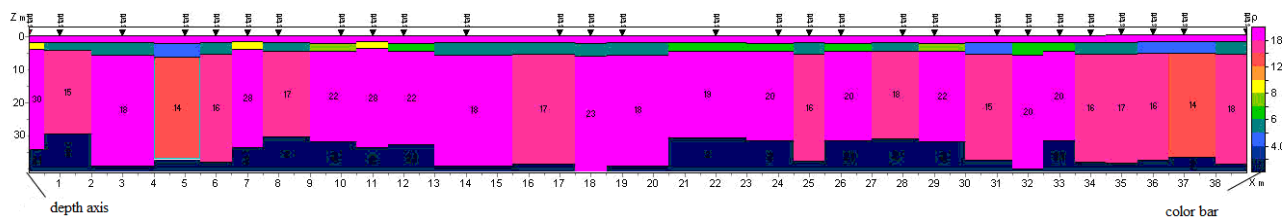


Fig. 44 Ventana de la sección geoelectrica

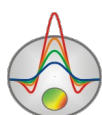
El valor máximo del eje vertical se modifica haciendo clic con el botón derecho del ratón en la parte superior (para reducirlo) o inferior (para aumentarlo) de su área.

Al hacer doble clic en el área del objeto, se abre un menú contextual con las siguientes opciones:

Log data scale	Usar escala logarítmica para la escala de colores.
Display labels	Mostrar etiquetas (valores de los parámetros) en las capas.
Display ColorBar	Mostrar la escala de colores.
Setup	Abrir el cuadro de diálogo de configuración del objeto.
Print preview	Imprimir la sección.
Refresh section	Redibujar la sección.
Save picture	Guardar la sección en un archivo gráfico.
Output settings	Abrir el cuadro de diálogo para definir los parámetros de escala de las imágenes gráficas exportadas.
Layered section	Mostrar la sección como capas
Layered section [topo]	Mostrar la sección como capas teniendo en cuenta los datos topográficos
Contour section	Mostrar la sección como isolíneas
Smooth section	Mostrar la sección como sección suavizada.
Load background	Añadir una imagen de fondo.
Remove background	Eliminar la imagen de fondo
Set bottom	Establecer manualmente el valor máximo del eje vertical.
Model interpolation	Interpolar todos los modelos entre dos puntos de sondeo especificados.
Bad data interpolation	Interpolar los modelos (con un error de ajuste elevado) entre dos puntos de sondeo especificados.
Column percent	Definir el ancho de columna para cada punto
Resistivity display	Mostrar la sección de resistividad
Polarizability display	Mostrar la sección de cargabilidad
Time constant display	Mostrar la sección del tiempo de relajación
C exponent display	Mostrar la sección del exponente
Magnetic permeability display	Mostrar la sección de permeabilidad magnética

Cuadro de diálogo para definir los puntos de

interpolación de los modelos



Primer campo de entrada	Definir el número de la primera estación para la interpolación. La numeración comienza en 1; el intervalo permitido va de 1 al número de estaciones. De forma predeterminada, se selecciona la estación activa.
Segundo campo de entrada	Definir el número de la segunda estación. La numeración y el intervalo permitido son iguales a los del primer campo; de forma predeterminada, se selecciona la estación activa.
Apply	Confirmar la entrada. La interpolación se realiza al confirmar el cuadro de diálogo.

En la Fig. 45 se muestran cuatro variantes de representación de la sección geoelectrica.

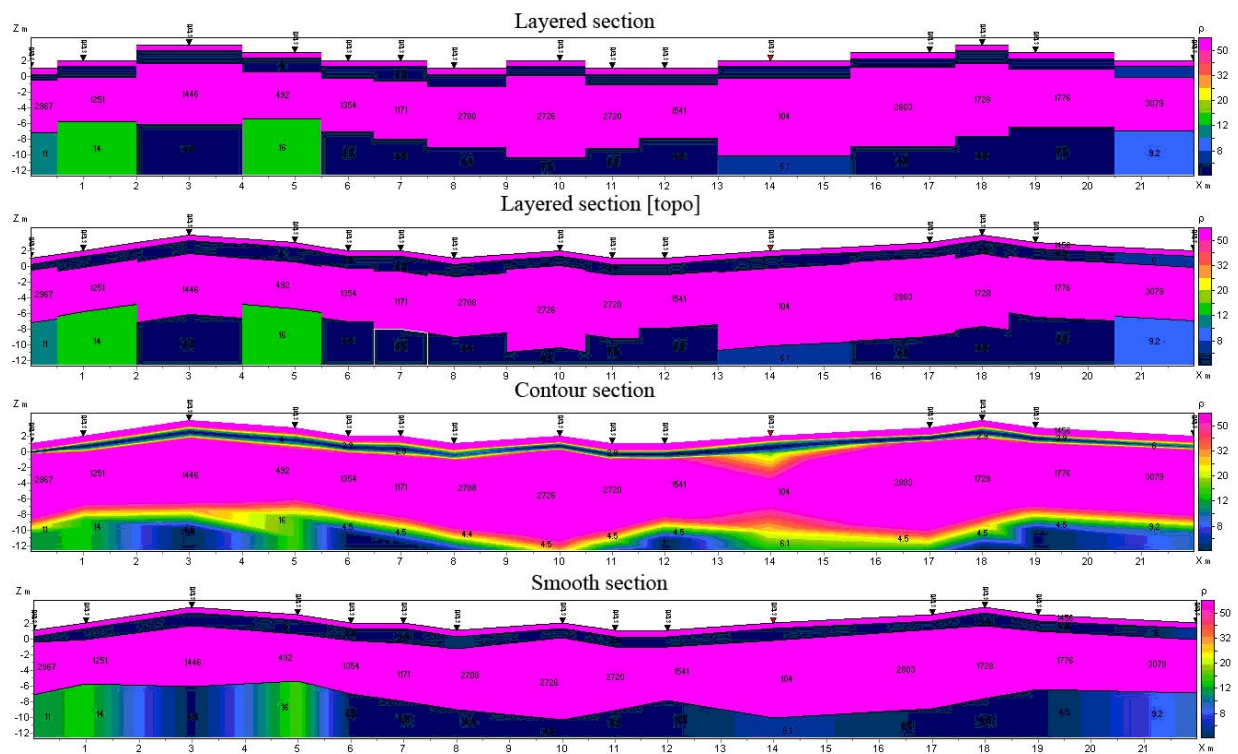
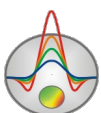


Fig. 45 Variantes de representación de la sección geoelectrica.

La opción **Setup** abre el cuadro de diálogo de configuración de los parámetros de la sección (Fig. 46).



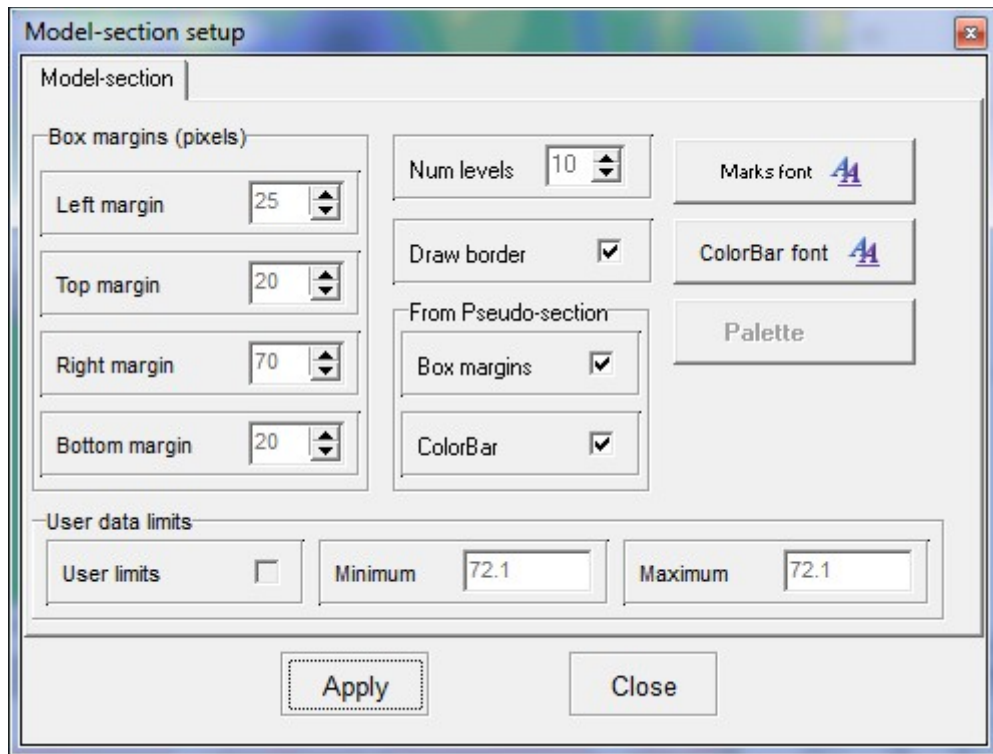


Fig. 46 Ventana de configuración de los parámetros de la sección geoelectrica

Área Box margins

El campo *Left margin* establece el margen (en píxeles) de la imagen respecto al borde izquierdo de la ventana.

El campo *Top margin* establece el margen (en píxeles) de la imagen respecto al borde superior de la ventana.

El campo *Right margin* establece el margen (en píxeles) de la imagen respecto al borde derecho de la ventana.

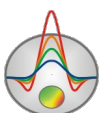
El campo *Bottom margin* establece el margen (en píxeles) de la imagen respecto al borde inferior de la ventana.

En la sección geoelectrica, el campo Num levels está oculto; el número de niveles se define en la configuración de la paleta.

El botón **Marks font** abre el cuadro de diálogo para configurar la fuente de las etiquetas de las capas.

El botón **ColorBar font** abre el cuadro de diálogo para configurar la fuente de la escala de colores.

Isolines	Si la opción está activada, se muestran las isolíneas de la pseudosección; si está desactivada, no se muestran.
Labels	Si la opción está activada, se muestran las etiquetas de las isolíneas. La casilla de verificación está disponible cuando la opción Isolines está



	activada.
Fixed	Si la opción está activada, se fijan los ajustes gráficos de la escala de colores.
Settings	Abrir el cuadro de diálogo Edit levels para configurar los niveles, los colores y la visualización de las isolíneas.

El botón **Palette** abre el cuadro de diálogo para configurar los colores de las capas de la sección ([más información](#)) .

Área User data limits

La opción *User limits* indica al programa que utilice los valores mínimo y máximo de los datos o los valores de los campos [*Minimum*] y [*Maximum*] para definir la escala de colores.

El campo *Minimum* establece el valor mínimo para definir la escala de colores.

El campo *Maximum* establece el valor máximo para definir la escala de colores.

Área From Pseudo-section

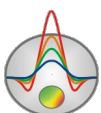
La opción *Box margins* indica al programa que utilice los valores de los campos del área *Box margins*, correspondientes a la pseudosección.

La opción *ColorBar* indica al programa que utilice la escala de colores correspondiente a la pseudosección.

Cuadro de diálogo Edit levels

Tabla de niveles	Mostrar y editar los niveles y los ajustes de isolíneas y relleno asociados. Haga clic derecho en una celda de color para abrir el selector de color; haga clic izquierdo en el encabezado de la columna Isolines para activar todas las líneas, o haga clic derecho para desactivarlas.
Load levels from file	Cargar niveles desde un archivo con extensión .lvl. Si la carga se realiza correctamente, se actualiza la tabla.
Save levels to file	Guardar los niveles actuales en un archivo con extensión .lvl.

El archivo .lvl comienza con la línea LVL2 y una línea de encabezados. A continuación se escriben los registros de niveles: valor del nivel, indicador, color de línea en RGB, estilo y ancho de línea, color de relleno en RGB y valores de estilo adicionales. Los colores se escriben entre comillas en el formato R... G... B...; los niveles y los demás valores se separan con espacios. Al leer el archivo, los nombres de columna LColor y FFGColor se utilizan para



identificar las columnas de color; el valor del nivel y el indicador se leen de las dos primeras posiciones del registro.

El diálogo **Output settings** permite configurar la escala vertical Vertical scale, la escala horizontal Horizontal scale, la resolución de la imagen exportada Print resolution en dpi y el tamaño de fuente Font size cuando la opción Automatic está desactivada (Fig. 47).

Automatic	Si la opción está activada, se conservan las dimensiones de la imagen sin cambios. La opción está activada de forma predeterminada.
Ok	Cerrar la ventana de configuración. Esta configuración solo se aplica al formato BMP.

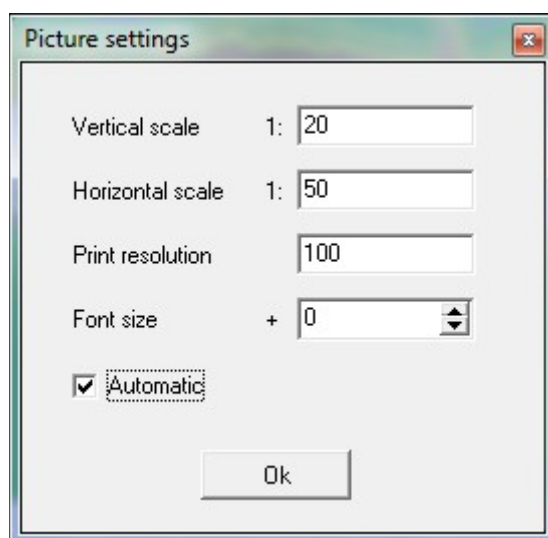
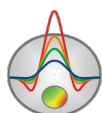


Fig. 47 Ventana de configuración de los parámetros de la imagen exportada

Profile plot	Abrir la configuración del gráfico del perfil.
Mark style	Definir dónde se muestran las marcas: Left points, All points, Right points o No marks.
Observed	Abrir la configuración de visualización de los datos observados.
Calculated	Abrir la configuración de visualización de los datos calculados.
Curve&&Model plot	Abrir la configuración de visualización de las curvas y el modelo.
Mark style	Definir la posición de las marcas: Left points, All points, Right points o None.
Curves shift (%)	Definir el desplazamiento de las curvas de un mismo tipo, en porcentaje, cuando se muestran varias curvas de ese tipo en el gráfico. El valor



	permitido en esta ventana es 0.
--	---------------------------------

La opción Load background sirve para cargar una imagen de fondo en el área del modelo. Esta función resulta útil cuando se dispone de información previa (una sección geológica a lo largo del perfil), datos de otros métodos o se desea comparar los resultados de la inversión en distintas etapas. En el cuadro de selección se pueden elegir archivos en los formatos BMP, EMF, SEC, SGY y PNG. Al seleccionar esta opción, se abre una ventana para especificar las coordenadas de la imagen de fondo. La imagen de fondo se superpone al modelo y su capa es transparente (Fig. 48, 49)

Ventana para especificar las coordenadas de la imagen de fondo

Left	Definir la coordenada izquierda del área de la imagen de fondo.
Top	Definir la coordenada superior del área de la imagen de fondo.
Right	Definir la coordenada derecha del área de la imagen de fondo.
Bottom	Definir la coordenada inferior del área de la imagen de fondo.
Insert topography	Mantener activada la opción de insertar la topografía; está activada de forma predeterminada.

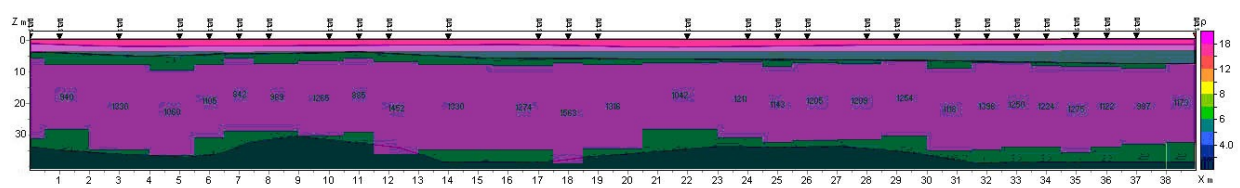


Fig. 48 Ejemplo de imagen de fondo de una sección geológica.

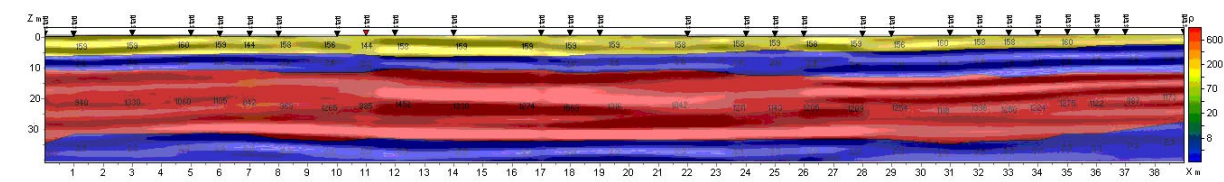
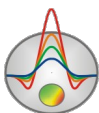


Fig. 49 Ejemplo de imagen de fondo de una sección sísmica.

Pseudosección (Pseudosection)

Este objeto sirve para mostrar la variación de los valores observados a lo largo del perfil mediante isolíneas (Fig. 50).



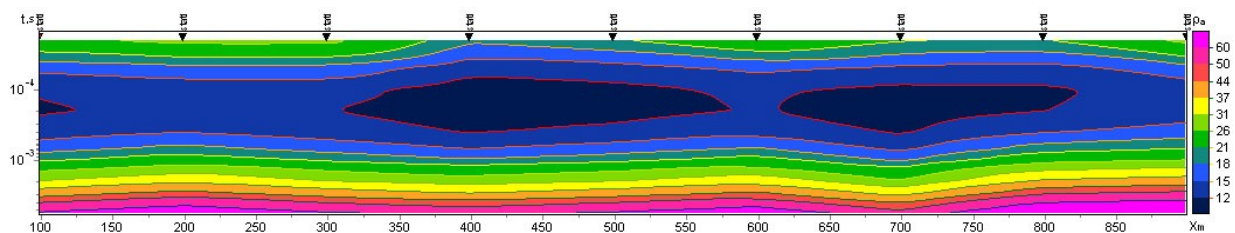


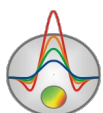
Fig. 50 **Ejemplo de pseudosección de resistividad aparente**

La representación se realiza en los ejes de coordenada a lo largo del perfil y tiempo. La escala de colores establece la correspondencia entre el valor representado y el color.

Al hacer doble clic en el área del objeto, se abre un menú contextual con las siguientes opciones:

Setup	Abrir el diálogo de configuración de los parámetros del objeto.
Print preview	Imprimir la pseudosección.
Log data scale	Usar escala logarítmica para la escala de colores.
Smooth image	Activa el modo de relleno con gradiente continuo en lugar de contornos.
Display grid	Mostrar las marcas de los puntos de medición.
Display ColorBar	Mostrar la escala de colores.
Save XYZ file	Guardar la pseudosección en el formato de Surfer.
Save picture	Guardar la pseudosección en un archivo gráfico.
Apparent resistivity display	Mostrar la pseudosección de resistividad aparente
Voltage display	Mostrar los gráficos de fem
Set active channel1	Seleccionar el receptor cuyos datos se muestran

La pestaña **Setup** sirve para configurar los parámetros de la pseudosección (Fig. 51).



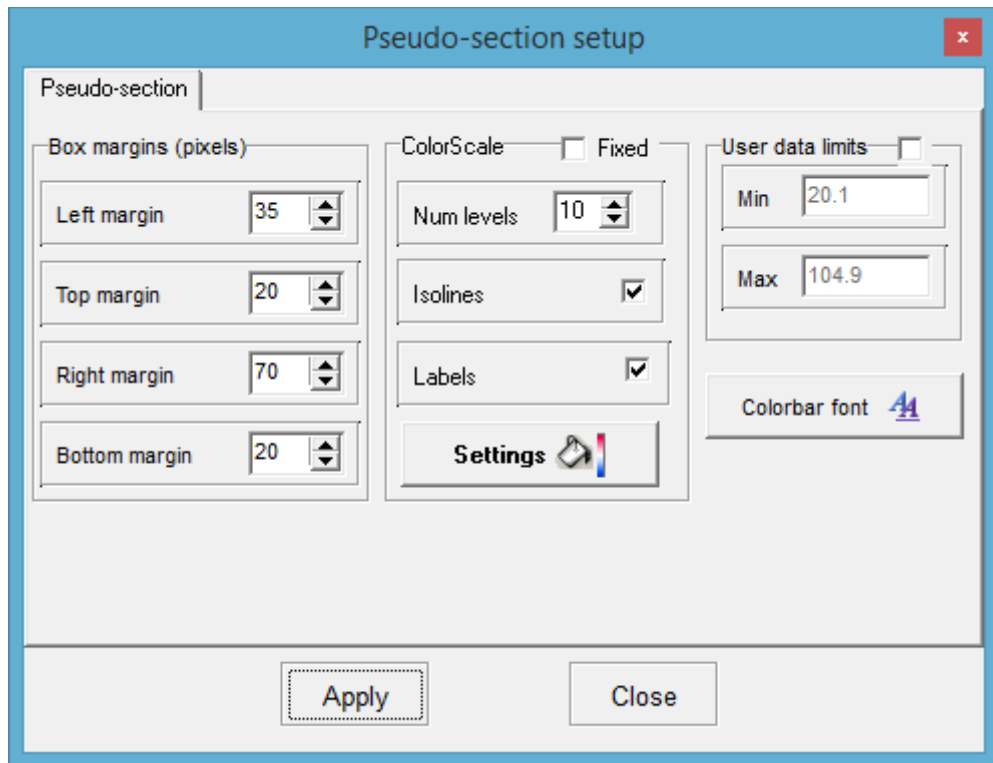


Fig. 51 Ventana de configuración de los parámetros de la pseudosección

Área **Box margins**:

El campo *Left margin* establece el margen (en píxeles) de la imagen respecto al borde izquierdo de la ventana.

El campo *Top margin* establece el margen (en píxeles) de la imagen respecto al borde superior de la ventana.

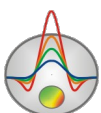
El campo *Right margin* establece el margen (en píxeles) de la imagen respecto al borde derecho de la ventana.

El campo *Bottom margin* establece el margen (en píxeles) de la imagen respecto al borde inferior de la ventana.

Área **ColorScale**:

La opción **Fixed** - fija la escala de colores actual.

El botón **Settings**- establece la paleta de colores (Fig. 52).



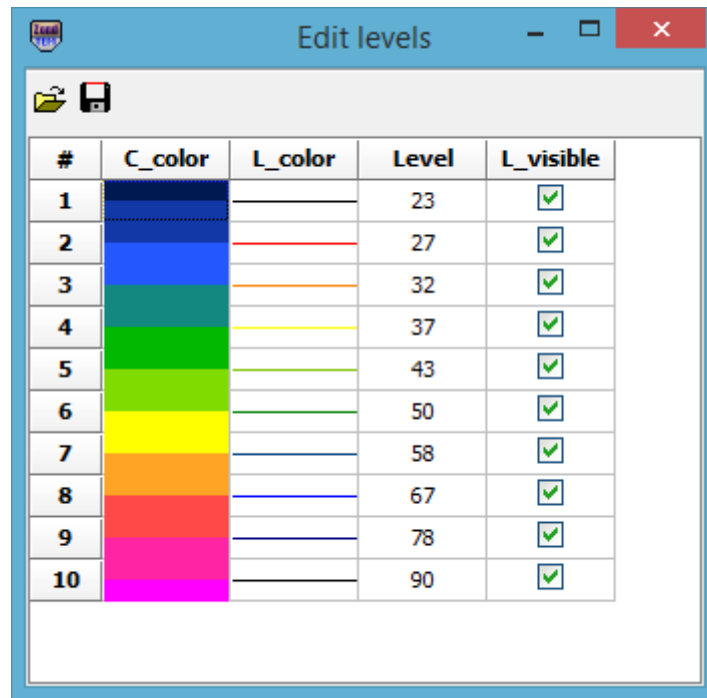


Fig. 52 Diálogo de configuración de la paleta de colores

El campo **Num levels** determina el número de niveles de isolíneas. Los niveles se distribuyen con un intervalo lineal o logarítmico uniforme, según el tipo de datos.

La opción **Isolines** indica si se deben dibujar isolíneas.

La opción **Labels** indica si se deben dibujar etiquetas en las isolíneas.

La opción **User data limits** indica si se deben utilizar los valores mínimo y máximo de los datos o los valores de los campos *Minimum* y *Maximum* al definir los niveles de isolíneas.

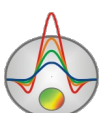
El campo *Minimum* establece el valor mínimo al definir los niveles de isolíneas.

El campo *Maximum* establece el valor máximo al definir los niveles de isolíneas.

El botón **Colorbar font** abre el diálogo de configuración de la fuente de las etiquetas.

Gráficos de perfil (Profile)

Este objeto sirve para mostrar gráficos de perfil (teóricos y experimentales) en distintos tiempos (Fig. 53). Solo están disponibles para los estilos **Editing** y **Vision**.



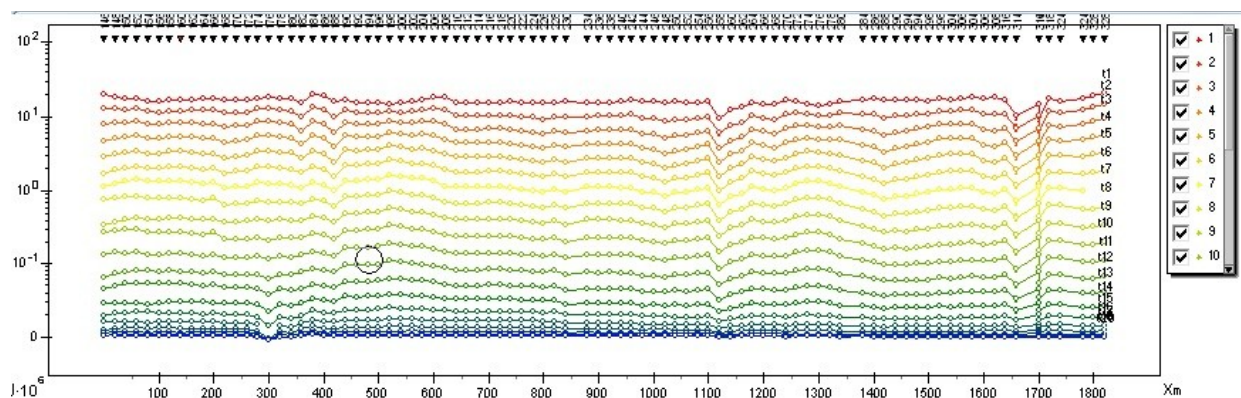


Fig. 53 **Ventana de gráficos de perfil**

El color de la curva corresponde a un tiempo determinado. Los índices de la leyenda de la derecha corresponden al número de la ventana temporal.

De forma predeterminada, las curvas teóricas se muestran con líneas continuas y las experimentales, con líneas continuas y círculos en los puntos de medición. A cada curva le corresponde un color, que se define en el diálogo de configuración de este objeto. Las marcas de las curvas experimentales indican los números de los tiempos para los que se han trazado.

Los parámetros gráficos de los gráficos observados y calculados se pueden configurar en el diálogo de configuración. Los parámetros del eje se pueden configurar en el editor de ejes (clic derecho+SHIFT en el eje).

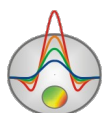
Al hacer clic con el botón izquierdo del ratón sobre una curva, las curvas de los demás períodos desaparecen y vuelven a aparecer al soltar el botón. Al mover el ratón con el botón derecho pulsado, se pueden desplazar los gráficos verticalmente. Para mostrar un solo gráfico, haga clic con el botón izquierdo del ratón y la tecla SHIFT pulsada en la lista de curvas. Utilice la rueda de desplazamiento para pasar a los gráficos adyacentes. Para volver a mostrar todos los gráficos, haga clic de nuevo con SHIFT+botón izquierdo del ratón en la lista de gráficos.

Para aumentar o disminuir los pesos de los puntos, utilice los botones derecho e izquierdo del ratón mientras mantiene pulsada la tecla ALT.

Para eliminar puntos, utilice la rueda del ratón mientras mantiene pulsada la tecla ALT. El tamaño del área de eliminación se ajusta con la rueda.

Al hacer doble clic en el área del objeto, se abre un menú contextual con las siguientes opciones:

Setup	Abrir el diálogo de configuración de los parámetros del objeto.
Print preview	Imprimir el plano de curvas.
Display calculated	Mostrar las curvas teóricas.

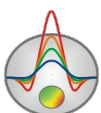


Delete invisible	Eliminar las curvas ocultas
Apparent resistivity display	Mostrar las curvas de resistividad aparente
Voltage display	Mostrar los gráficos de fem
Set active channel	Establecer el número del receptor cuyos datos se muestran

Al hacer clic con el botón derecho directamente sobre las curvas, se abre un menú emergente que permite asignar pesos a los puntos de las curvas o eliminar curvas individuales.

Set weight level/all	Asignar un peso personalizado de 0 a 1 a la curva seleccionada.
Set weight >>	Asignar un peso personalizado de 0 a 1 a los puntos situados a la derecha del seleccionado.
Set weight <<	Asignar un peso personalizado de 0 a 1 a los puntos situados a la izquierda del seleccionado.
Delete level	Eliminar la curva seleccionada.
Delete >>	Eliminar los puntos situados a la derecha del seleccionado.
Delete <<	Eliminar los puntos situados a la izquierda del seleccionado.
Set weight visible levels	Asignar un peso personalizado de 0 a 1 a todas las curvas visibles.

La opción **Setup** sirve para configurar los parámetros de las curvas (Fig. 54).



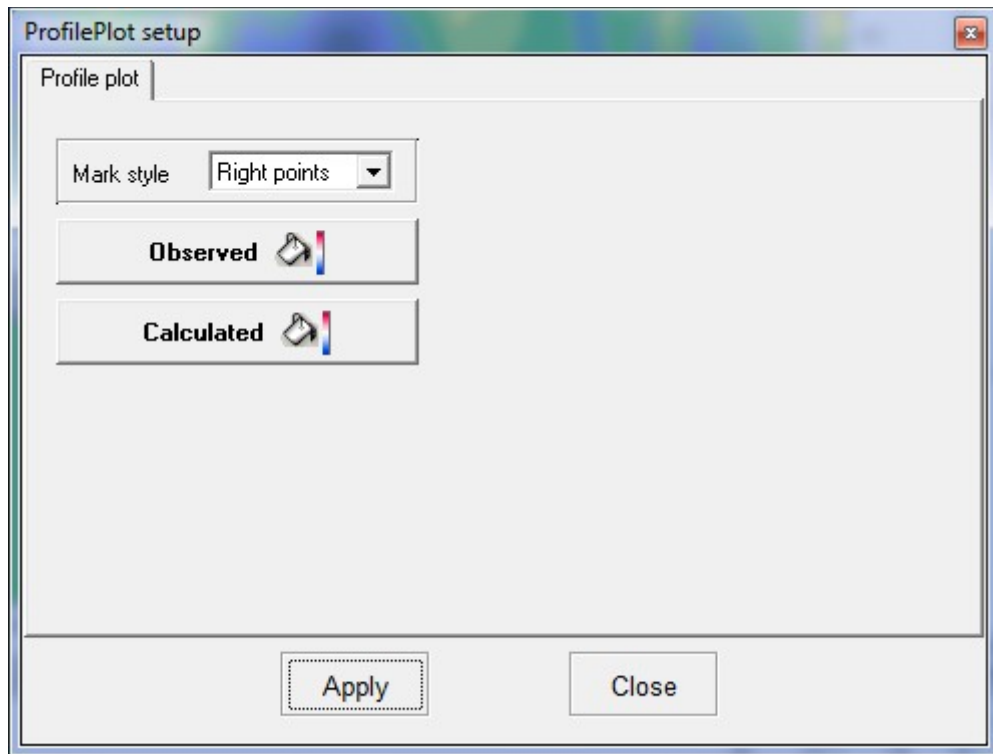


Fig. 54 **Ventana de configuración de los parámetros de las curvas de perfil**

La opción **Mark style** determina cómo se dibujan las etiquetas de las curvas.

El valor *Left points* significa que se muestran a la izquierda de los gráficos.

El valor *All points* significa que se muestran en cada punto.

El valor *Right points* significa que se muestran a la derecha de los gráficos.

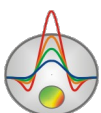
Los botones **Observed** y **Calculated** abren el diálogo de configuración de los parámetros gráficos de las curvas observadas y calculadas.

Funciones adicionales del programa

Trabajo con datos areales y visualización 3D

La opción Set lines survey

Para establecer varias líneas de perfil, seleccione **Options/Set lines survey** en el menú principal del programa. A continuación, aparecerá el diálogo **Line settings** (Fig. 55), que muestra la ubicación de los puntos de sondeo en el área.



Al cargar un mapa satelital, aparece un diálogo para especificar la zona UTM. En él se puede indicar el número de zona; la casilla de verificación cambia el multiplicador de las coordenadas de 1 a 1000.

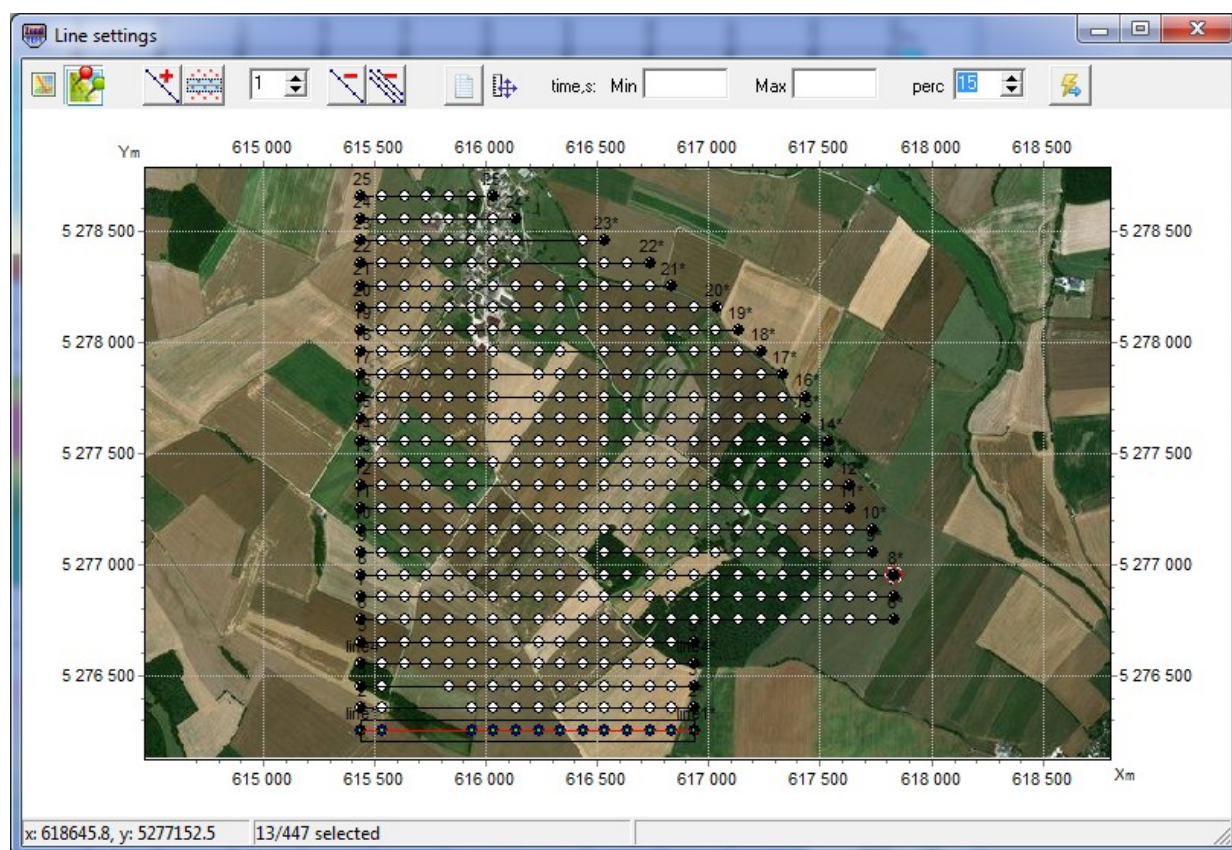
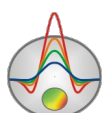


Fig. 55 Diálogo Line settings para trabajar con datos areales

La barra principal de la ventana contiene las siguientes funciones:

	Cargar una imagen de fondo (Load map) en formato BMP, EMF, SEC, DXF o PNG, o generar curvas de nivel (Draw topography).
	Carga el mapa de la zona desde Internet. Para ello, las coordenadas de las estaciones deben estar expresadas en coordenadas UTM. Si se producen problemas de carga, introduzca una clave actualizada en el campo Bing maps api_key
	Añadir una línea de perfil. Con el botón izquierdo del ratón se definen los puntos de la línea; con el botón derecho, se define el último punto. Al hacer clic con el botón derecho, se abre un menú adicional. Al hacer clic con el botón derecho, se abre un menú contextual que permite especificar las coordenadas de la línea, mantener el cursor cerca de los puntos, invertir la línea y definir líneas automáticamente.
	Incluir automáticamente en el perfil los puntos de sondeo que se encuentran dentro del área rectangular alrededor de la línea definida.
	Número del perfil actual
	Eliminar el perfil actual



	Eliminar todos los perfiles..
	Editar las coordenadas de las estaciones en modo de tabla.
	Seleccionar la escala de la imagen: igual en ambos ejes o con el máximo ajuste al área de la ventana.
time: Min- Max	Establecer el tiempo mínimo y máximo, respectivamente. Las mediciones fuera del intervalo seleccionado no se cargarán en el programa.
perc	Establecer el tamaño del área de selección automática de puntos de sondeo para el perfil
	Cambiar al modo de inversión de datos para el sistema de perfiles seleccionado

El campo **perc** define la anchura del área de selección como porcentaje de la longitud de la línea. El intervalo permitido es de 1 a 1000; el valor inicial es 15.

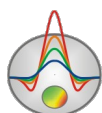
El programa permite establecer varias líneas de perfil. Una vez definido el perfil y seleccionados los puntos a lo largo de este, todos los puntos incluidos en el perfil se muestran en azul. También se puede excluir o incluir un punto en el perfil haciendo clic con el botón izquierdo del ratón. Si la línea del perfil no pasa directamente por los puntos, la proyección del punto de sondeo sobre el perfil se muestra en verde.

Para ver y editar las coordenadas de los puntos de sondeo, haga clic con el botón derecho del ratón en el punto deseado. En la ventana que aparece se muestran las coordenadas, que se pueden editar.

Point to point	Reconstruir la línea de perfil activa pasando por los puntos de sondeo, ordenados según su proyección sobre la línea.
Point to point 2	Construir una línea a través de las coordenadas de los puntos de sondeo en el orden existente; no se añaden coordenadas consecutivas idénticas.
Selector	Abrir el submenú para seleccionar el modo: Lines , Cursor p2p o Cursor se . Lines desactiva el modo de selección con el cursor; Cursor p2p y Cursor se lo activan.

En el menú para añadir una línea, la opción **Cursor to near point** activa o desactiva el ajuste del cursor al punto más cercano; esta opción está activada al abrir la ventana.

Una vez definido el perfil, se debe pulsar el botón para cambiar al modo de interpretación de datos , tras lo cual aparecerá la ventana principal del programa. Para cambiar de perfil, utilice la ventana  de la barra de herramientas de la ventana principal del programa.



Diálogo Settings

El diálogo se puede abrir al crear líneas automáticamente. Especifique **Max curvature angle 0:90**: el ángulo máximo de curvatura; el valor inicial es 30°. Especifique **Max misfit %**: el error de ajuste máximo en porcentaje; el intervalo es de 0 a 100 y el valor inicial es 5. En la lista **Style**, seleccione **Auto**, **Force SN**, **Force WE**, **Force NW** o **Force NE**. Pulse **Ok** para confirmar los ajustes.

La opción Visualization of areal data

La opción **Visualization of areal data (Options/ Visualization of areal data)** permite generar mapas de distribución del parámetro seleccionado (resistividad, resistividad aparente, elevaciones, etc.) en función de la profundidad o el tiempo en el área.

En la Fig. 56 se muestra un ejemplo de elaboración de la distribución de resistividad aparente en un área.

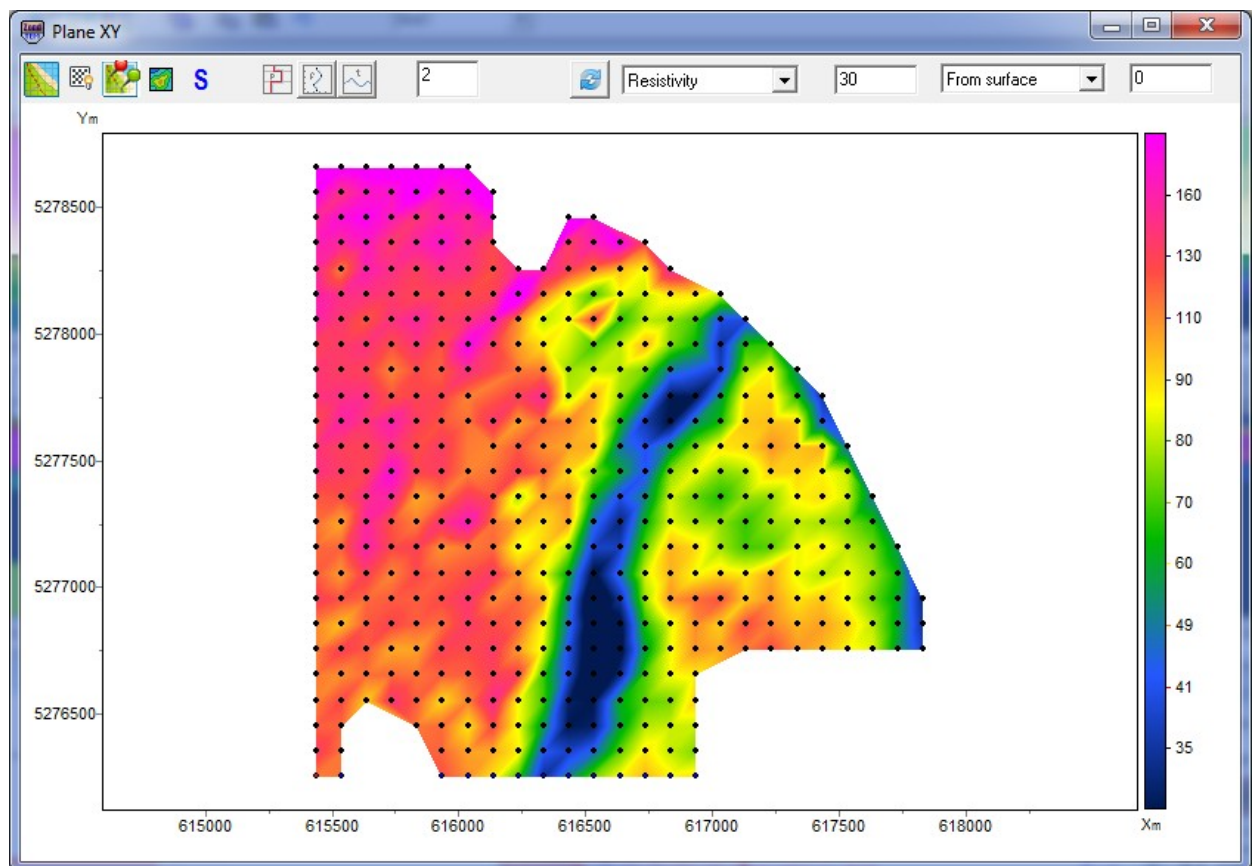
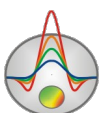
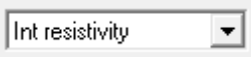
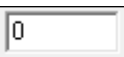
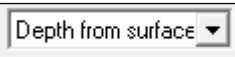


Fig. 56 **Ventana PlaneXY. Plano de isolíneas de resistividad**

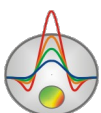
La barra de herramientas de la ventana contiene los siguientes botones:



Zond geophysical software

	Cargar un archivo de mapa (BMP, EMF, SEC, DXF o PNG) como imagen de fondo
	Crear un mapa de relieve sombreado. Permite visualizar conjuntamente dos parámetros.
	Carga el mapa de la zona desde Internet. Para ello, las coordenadas de las estaciones deben estar expresadas en coordenadas UTM. Si se producen problemas de carga, introduzca una clave actualizada en el campo Bing maps api_key
	Mostrar el tipo de datos seleccionado como un mapa de puntos. El color de los puntos corresponde a la escala de colores de la imagen. El radio se controla con la rueda del ratón.
	Crear isolíneas para los parámetros del modelo (resistividad, conductividad o espesor)
	Crear isolíneas para los parámetros medidos (resistividad aparente o fem)
	Crear isolíneas para los valores de altitud
	Parámetro de “recorte” del mapa de contornos. Se utiliza para impedir el trazado de isolíneas en zonas sin datos.
	Actualizar el plano actual
	Parámetro que se mostrará en el corte areal. Puede ser un parámetro del modelo para la profundidad seleccionada o valores medidos.
	Establece la profundidad del corte del conjunto de perfiles mediante un plano horizontal.
	Modo de construcción del corte: absolute depth: se seleccionan los valores de los parámetros para una profundidad (altitud) absoluta determinada; depth from surface: se seleccionan los valores de los parámetros para una profundidad determinada desde la superficie; layer index: número de capa

Al representar los parámetros del modelo, la barra de herramientas contiene dos ventanas que permiten seleccionar uno de los parámetros y establecer la profundidad a la que se mostrará. En la ventana de la derecha se debe establecer el método de referencia de las profundidades: Depth from surface: las profundidades se miden desde la superficie; Absolute depth: se utilizan valores absolutos de profundidad; Layer index: el plano de isolíneas se construye para la capa especificada.



Al crear isolíneas de los parámetros medidos, el número de capa corresponde a la cuadrícula de tiempos de los datos originales.

Type of data	Seleccionar el tipo de datos medidos para el corte areal. Al cambiar la selección, se desactiva el uso de los límites externos de la escala.
Data point index	Establecer el índice del punto de datos medido.
Switch to points map	Alternar la visualización entre el mapa de puntos y el mapa de contornos; después del cambio, se vuelve a dibujar el plano.
Remove background	Desactivar la imagen de fondo, si está cargada, y actualizar el plano.
Window size	Establecer el tamaño de la ventana en Z. El valor introducido se acepta entre 0 y 300; si es válido, se aplica.
Draw to surfer	Ejecutar el comando para crear el plano en Surfer.
Print preview	Abrir la vista previa del plano actual.

Hacer clic en el botón **Slice and background options** para abrir un menú contextual con comandos para gestionar la imagen de fondo y la vista del plano.

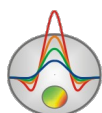
Diálogo de selección de zona UTM

Al seleccionar **Load satellite map**, se abre el diálogo de selección de zona UTM. El campo de zona se rellena inicialmente con el valor actual; si la casilla de verificación del diálogo está activada, las coordenadas se multiplican por 1000 antes de la carga; de lo contrario, se utilizan sin este multiplicador.

Opción 3D fence diagram (Options/ 3D fence diagram)

Esta opción está destinada a la visualización tridimensional de los resultados de interpretación a lo largo de perfiles. Al seleccionar esta opción, se abre la ventana 3D fence diagram. La barra de herramientas de la ventana contiene los siguientes botones:

	Vista previa de impresión
	Girar el modelo 3D
	Mostrar un plano horizontal. La profundidad del plano desde la superficie se establece en metros en la ventana de la derecha.
	Carga desde Internet un mapa de la zona. Para ello, las coordenadas de las estaciones deben estar expresadas en coordenadas UTM. Si hay problemas de carga, introduzca una clave actualizada en el campo <i>Bing maps api_key</i>
	Crear un conjunto de cortes horizontales en Surfer.



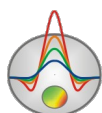
	Establece la profundidad del corte del conjunto de perfiles mediante un plano horizontal.
☒ Depth from surface	Modo de construcción del corte horizontal. Si la opción está activada, el corte se construye a la profundidad especificada desde la superficie; de lo contrario, se construye a la altitud absoluta especificada (corte plano).
	Al hacer clic en este botón, se establecen las mismas escalas para todos los ejes. A la derecha aparece una ventana que permite establecer la relación entre las escalas de cada eje.
	Configuración del eje vertical Z
Resistivity 	Opción para seleccionar el parámetro que se visualizará
Save 3D multisection project	Abrir el diálogo de guardado y seleccionar el formato de exportación. Para el formato DAT con un modelo, se crea un archivo de texto con el encabezado `x y z par` y cuatro columnas de datos: X, Y, coordenada Z con signo negativo y valor del parámetro. Para DAT con varios cortes, el encabezado es `slice x y z par`; la primera columna contiene el número de corte, seguidas de X, Y, Z con signo negativo y el valor del parámetro. Las filas se separan con espacios. Para KML, se crean un archivo PNG y un archivo KML con una descripción GroundOverlay; el formato VTP guarda el modelo en un único archivo VTP.

Diálogo para crear cortes en Surfer

El botón **Build XY slices in surfer** abre un diálogo para especificar X grid number, Y grid number y XY slice number. El número de nodos de la cuadrícula en X e Y se establece en el intervalo 10–10000; el número de cortes, en 1–6. Las profundidades de los cortes se editan en la tabla. La casilla de verificación **3D** activa la creación de un conjunto de cortes 3D; si está desactivada, los cortes se disponen por separado en una misma hoja. El botón **Build** inicia la creación en Surfer.

La ventana 3D fence diagram contiene tres pestañas:

La pestaña **Lines** (Fig. 57) está destinada a editar las coordenadas inicial y final de los perfiles, así como a seleccionar los perfiles que se mostrarán en el modelo 3D. A la izquierda de la ventana hay una tabla con los nombres de los perfiles y sus coordenadas inicial y final. Para mostrar un perfil en el modelo 3D, se debe marcar la casilla de verificación de la última columna (V – visible). A la derecha se muestra el plano de perfiles. El perfil activo aparece en rojo. Las propiedades de los ejes se pueden editar haciendo clic con el botón derecho del ratón



mientras se mantiene pulsada la tecla Shift. Para más información sobre la configuración de los parámetros de los ejes, consulte la sección [Editor de ejes](#).

Haga clic con el botón derecho en la columna con el número o el nombre del perfil para abrir el cuadro de diálogo de selección del archivo de modelo. Tras cargarlo correctamente, el programa procesa los datos del perfil, reconstruye sus bloques y actualiza la imagen.

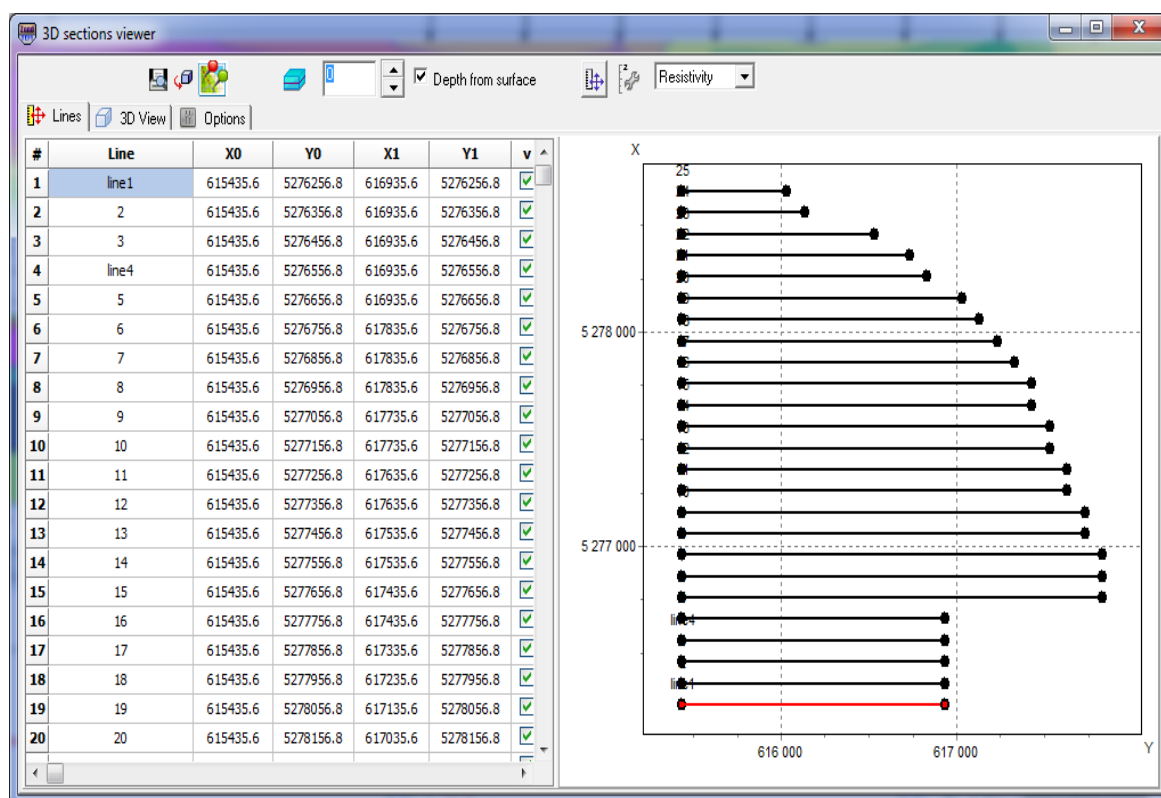
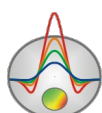


Fig. 57 Ventana 3D section viewer, pestaña Lines.

La pestaña **3D view** (Fig. 58) está destinada a visualizar el modelo 3D.

3D options	Abrir el menú de comandos de la imagen 3D.
Axes settings	Abrir el submenú de configuración de los ejes. Seleccionar X-Axis , Y-Axis o Z-Axis para abrir el editor de configuración del eje correspondiente.
Set isoplanes	Abrir la configuración de los planos horizontales si está seleccionado el modo XY planes.
Set isosurfaces	Abrir la configuración de las isosuperficies si está seleccionado el modo Isosurfaces.
Rotate plot	Activar o detener la rotación automática de la imagen.
Create video	Abrir la ventana de grabación de vídeo. Esta opción está disponible



	cuando la rotación está activada y se encuentra en la pestaña 3D View.
Copy slice to map	Copiar la sección al mapa.
Remove slice	Ocultar la imagen de la sección en el mapa.

El menú se abre con el botón **3D options** de la barra de herramientas o haciendo clic con el botón derecho en la imagen 3D.

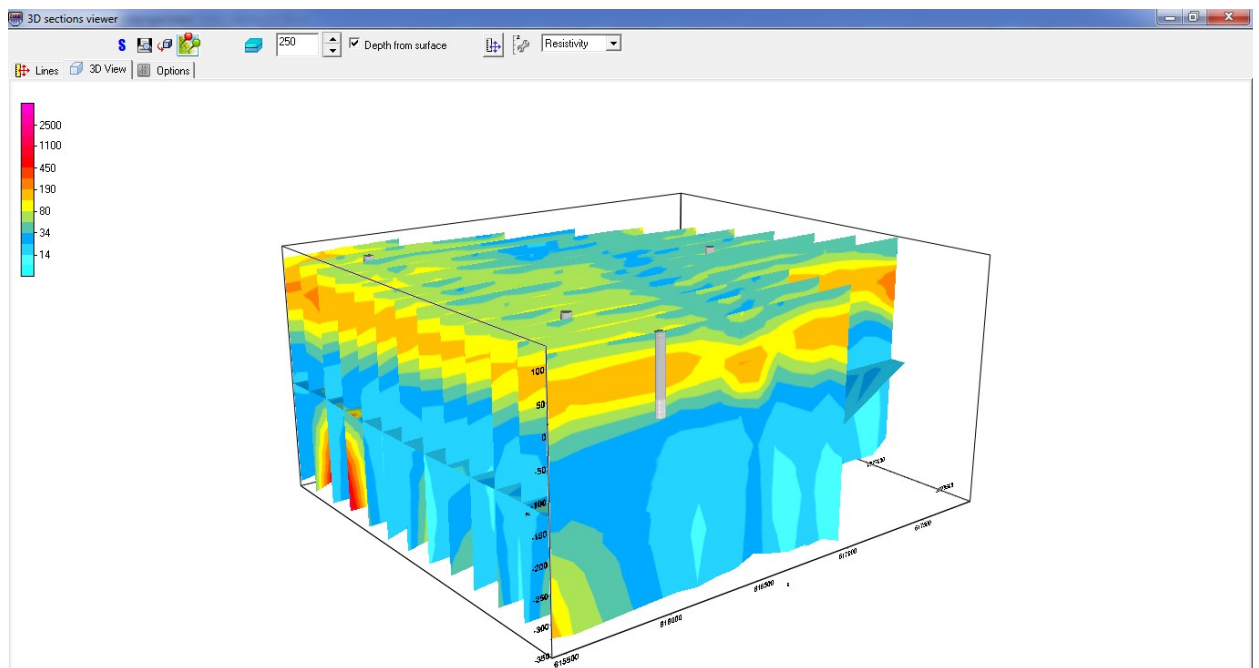


Fig. 58 **Ventana 3D section viewer, pestaña 3D view**

La pestaña **Options** (Fig. 59) está destinada a configurar los parámetros de la imagen.

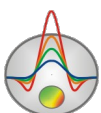
Cuadros de diálogo de configuración de la imagen

La opción **3D options** abre el cuadro de diálogo de parámetros del gráfico 3D.

Las opciones **X-Axis**, **Y-Axis** y **Z-Axis** abren el editor del eje correspondiente.

El área **Color scale** permite configurar los parámetros del relleno. El botón **Palette** abre el cuadro de diálogo de configuración del relleno ([más información](#)). El área **Color scale limits** permite establecer manualmente los valores mínimo y máximo de la escala de colores o seleccionar el modo de determinación automática de los límites marcando la casilla correspondiente.

La opción **Continuous** si está activada, la sección se construye con una paleta de colores continua; de lo contrario, se representa mediante un conjunto de contornos.



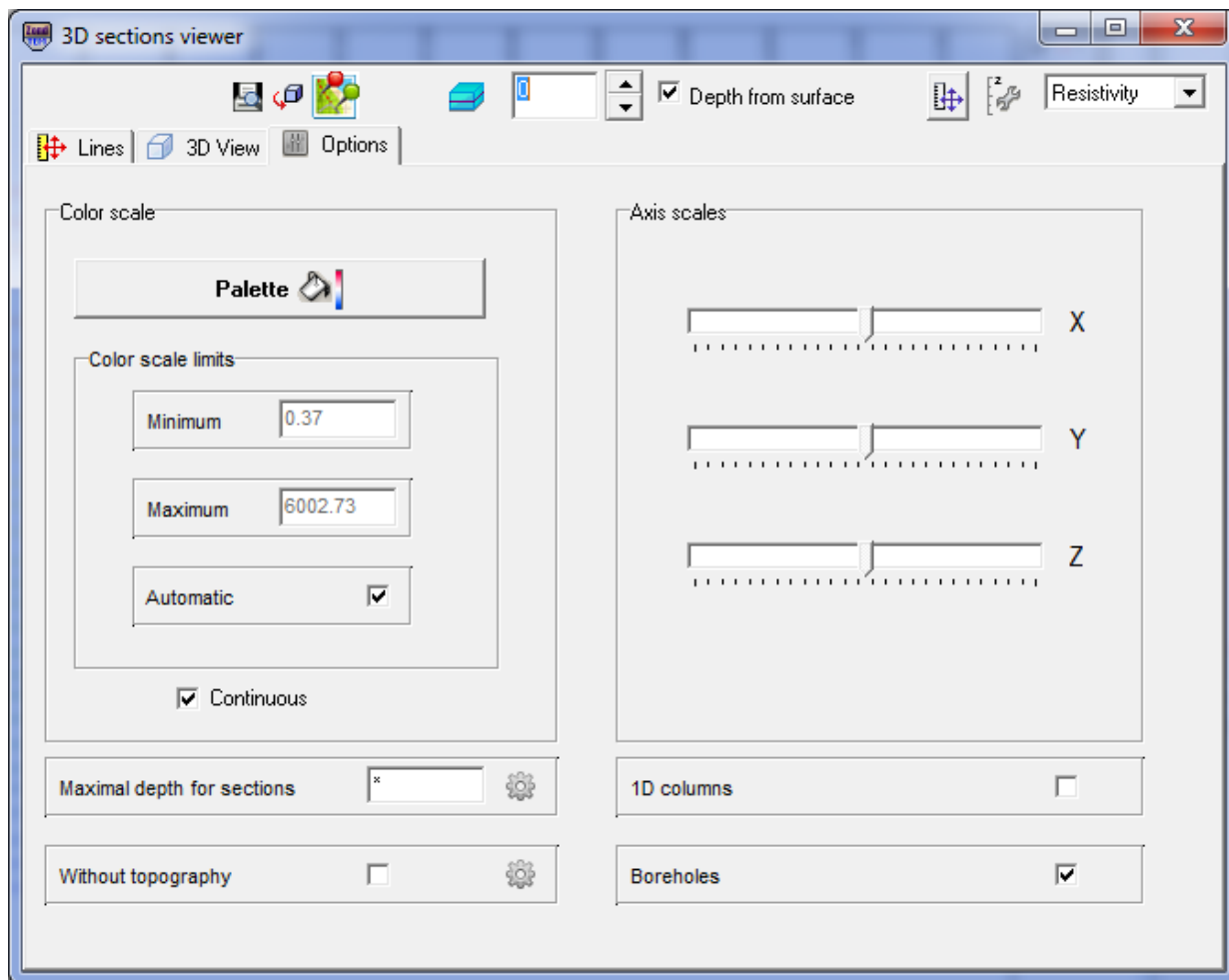


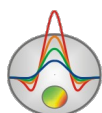
Fig. 59 Ventana 3D section viewer, pestaña Options

El área *Axis scales* está destinada a establecer las escalas de los ejes. Las escalas solo se establecen cuando se mantiene pulsado el botón  de la barra de herramientas de la ventana.

El botón **Set individual scales or X:Y:Z=1:1:1** alterna el modo de escalado. Cuando está activado, se habilitan los controles deslizantes de los ejes y el campo con la relación de escalas X:Y:Z; cuando está desactivado, el programa vuelve a determinar los límites de visualización.

El campo *Maximal depth for sections* establece la profundidad límite por debajo de la cual se recortan las secciones.

El campo *Without topography* - Construir las secciones sin tener en cuenta las elevaciones topográficas de los sondeos. Esta opción puede ser útil si se desea construir un modelo con un eje vertical logarítmico.



Cuadro de diálogo de configuración de XY planes e Isosurfaces

En el modo XY planes, el comando **Set isoplanes** abre una tabla de niveles: en la columna depth se edita la profundidad o la cota del nivel, y se activa o desactiva su visualización con la casilla de verificación. Se utiliza la profundidad desde la superficie o la cota absoluta, según el modo de sección horizontal seleccionado.

En el modo Isosurfaces, el comando **Set isosurfaces** abre una tabla de niveles del parámetro. Para cada nivel, se establece el valor y se activa o desactiva su visualización. Ajuste el suavizado y el nivel de detalle en Z con los controles deslizantes **Smoothness** y **Z detailization**.

La opción *1D Columns* muestra los modelos 1D como pozos ficticios. Los colores de las capas se seleccionan según la escala de colores.

La opción *Boreholes* muestra los datos de pozo en la imagen tridimensional. Si el proyecto contiene muchos pozos, su visualización puede tardar bastante.

Ventana Record video

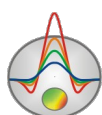
La opción **Create video** abre la ventana **Record video**. El botón **Start/Stop recording** inicia o detiene la grabación; el botón **Start/Stop rotation** inicia o detiene la rotación de la imagen.

Introducción de información a priori

La disponibilidad de información a priori (datos de pozo) permite mejorar considerablemente la fiabilidad de las secciones geoelectricas obtenidas. El programa «ZONDTEM1D» incorpora un módulo que permite mostrar gráficamente los datos a priori en las secciones.

Creación y adición de un archivo de litología

Para crear un archivo de litología, en el menú principal del programa se debe seleccionar **Options/Boreholes/Create/Edit borehole data**. Aparecerá el cuadro de diálogo del módulo **Add borehole data** (Fig. 60).



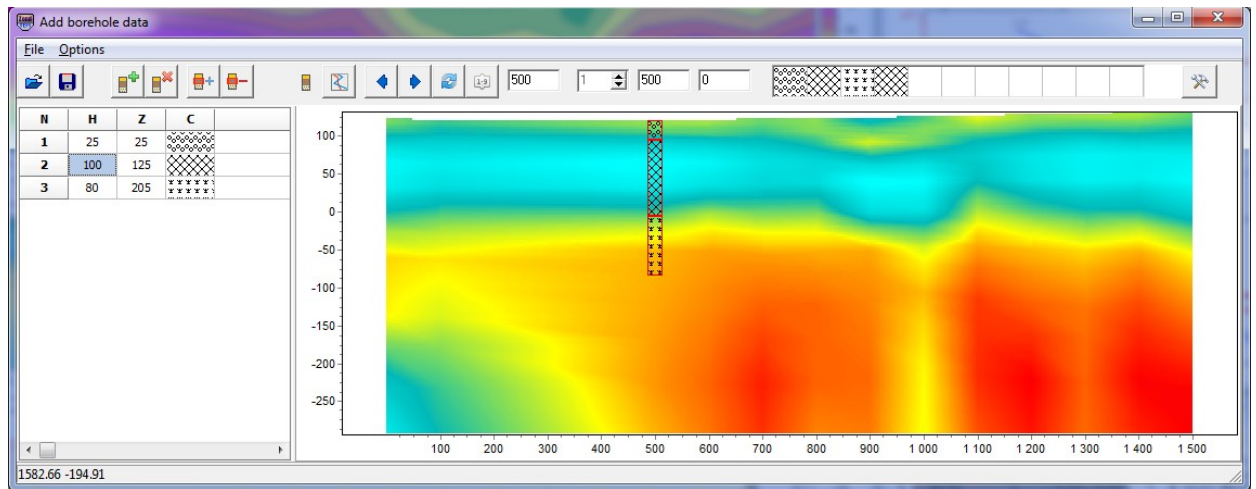
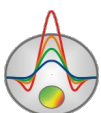


Fig. 60 Cuadro de diálogo para crear un archivo de litología Add borehole data

La barra de herramientas del cuadro de diálogo contiene los siguientes botones:

	Abrir un archivo de litología
	Guardar un archivo de litología
	Crear un pozo nuevo
	Eliminar un pozo
	Añadir una capa al pozo
	Eliminar una capa del pozo
	Establece el tipo de datos de pozo: columna litológica. En caso contrario, se utilizan datos de registros de pozo (gráfico).
	Cargar datos de registros de pozo
	Ir al pozo anterior
	Ir al pozo siguiente
	Actualizar la ventana de representación de datos
	Ordenar los pozos por coordenada
	Establece la coordenada horizontal (a lo largo del perfil) y el número de perfil si el proyecto consta de varias líneas.
	Etiqueta del pozo (máximo 5 caracteres) y su ángulo de inclinación en el



	plano XZ.
	Seleccionar el color de relleno de la ventana de visualización de pozos (rojo en el ejemplo).
	Opciones adicionales

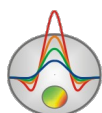
En el panel principal también se encuentran los campos para establecer la coordenada horizontal del pozo (distancia desde el inicio del perfil), **horizontal position**, y la cota de elevación, **Position from surface**. En el campo horizontal position se establece la coordenada horizontal; también se especifican el número de línea, la etiqueta y el ángulo de inclinación del pozo. Las casillas vacías permiten crear un conjunto de rellenos.

El módulo contiene dos ventanas principales. A la izquierda se encuentra la **Ventana de datos**, que contiene una tabla con las siguientes columnas: **N**: número secuencial de la capa, **H**: espesor de la capa en metros, **Z**: profundidad de la base de la capa en metros, **C**: tipo de relleno. En la ventana derecha, los datos de los pozos se muestran gráficamente.

Line index	Muestra el número de la línea del perfil. El campo está desactivado; el valor mostrado por defecto es 1 y el intervalo permitido va de 1 a 30.
Exchange P&&C	Sustituir la combinación de relleno y color seleccionada por la combinación seleccionada en el editor para las capas coincidentes.
Exchange P	Sustituir el estilo de relleno de las capas que tengan el estilo seleccionado.

Los comandos Exchange P&&C, Exchange P y Exchange C están disponibles en el menú contextual de la columna C. Tras aplicar los cambios, se actualizan la ventana de datos y la representación gráfica.

Para empezar a crear un archivo de litología, pulse el botón  de la barra de herramientas. A continuación, aparecerá una nueva tabla en la **Ventana de datos**. Con el botón  se debe especificar el número de capas deseado. Después, edite la tabla e indique el espesor o la profundidad de la base de cada capa, y seleccione el tipo de relleno correspondiente a la litología. El cuadro de diálogo de configuración del relleno **Pattern Color Editor** se abre haciendo doble clic con el botón izquierdo del ratón en la columna **C** de la ventana de datos (Fig. 61). El programa ofrece una amplia selección de rellenos litológicos. En la opción **Color** se puede seleccionar el color del relleno.



Configuración de los parámetros de los registros de pozo

Al cargar datos de registros de pozo, se abre el cuadro de diálogo **Settings**. En **To logarithm**, active la transformación logarítmica de los valores. En **Type of norming**, seleccione el método de escalado: **common limits**, **common limits/med** o **med**. En **Data index**, indique el índice del método de registro de pozo, de 0 a 5. En **Color**, seleccione el color de la curva y, en **Title**, su título. En **Depth units**, seleccione las unidades de profundidad: m, km o ft; la profundidad se convierte a metros. El botón **Close** cierra el cuadro de diálogo.

Para los archivos de texto de registros de pozo, el programa lee las líneas y utiliza los dos primeros valores numéricos de cada una: la profundidad y el valor del registro. Las líneas de las que no se puedan extraer al menos dos números no se incorporan a los datos. Para importar, se requieren al menos cuatro líneas con datos.

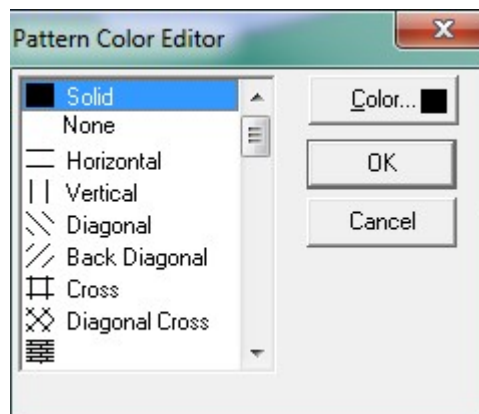
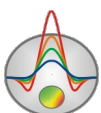


Fig. 61 **Ventana del editor de rellenos**

Cuando termine de introducir los datos del pozo, pulse el botón  y el pozo aparecerá en la ventana gráfica. A continuación, indique la coordenada horizontal en el campo horizontal position y, si es necesario, el ángulo de inclinación del pozo; este se representará según sus coordenadas. En la ventana gráfica, el pozo activo se muestra en rojo.

Para facilitar el trabajo con un gran número de pozos, el programa permite crear una paleta. Para crearla, seleccione el relleno deseado en la columna de rellenos de la **Ventana de datos**, y, a continuación, haga clic con el botón derecho del ratón en el área de rellenos del panel principal del programa. De este modo, se puede crear un conjunto de rellenos y guardarlo.

Para ello, pulse el botón  y seleccione **Save default palette**. El conjunto de rellenos



guardado se puede cargar con el comando Load default palette; la paleta se aplica a las columnas litológicas.



El archivo de paleta es de texto: cada una de sus 11 líneas contiene dos números enteros separados por un espacio: el estilo de relleno y el color. Al cargar el archivo, el programa lee estos valores para las celdas de la paleta.



La función **Set percent**, disponible al pulsar el botón  sirve para cambiar la escala de visualización gráfica de los datos de los pozos.

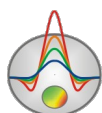
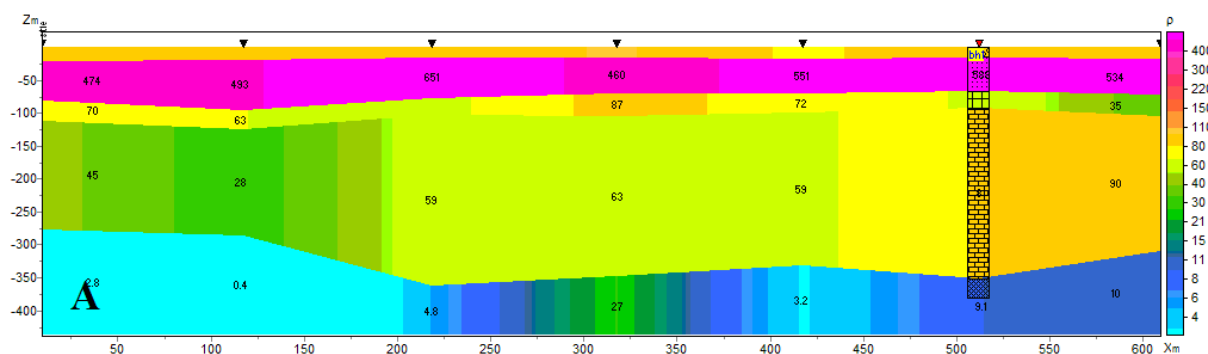
Al guardar el archivo de datos, se crearán varios archivos: ***.crt**: el proyecto del módulo, que se puede cargar en el programa «ZONDTEM1D», y ***.txt**: un archivo por cada pozo, cuyos nombres corresponden a sus coordenadas horizontal y vertical. Para más información sobre el formato del archivo de litología, consulte el [Anexo 1](#).

Para añadir datos de pozos, utilice el comando **Options/Boreholes/Load borehole data**. Los datos de los pozos se mostrarán tanto en la sección geoelectrica como en el área del editor del

modelo

(Fig.

62).



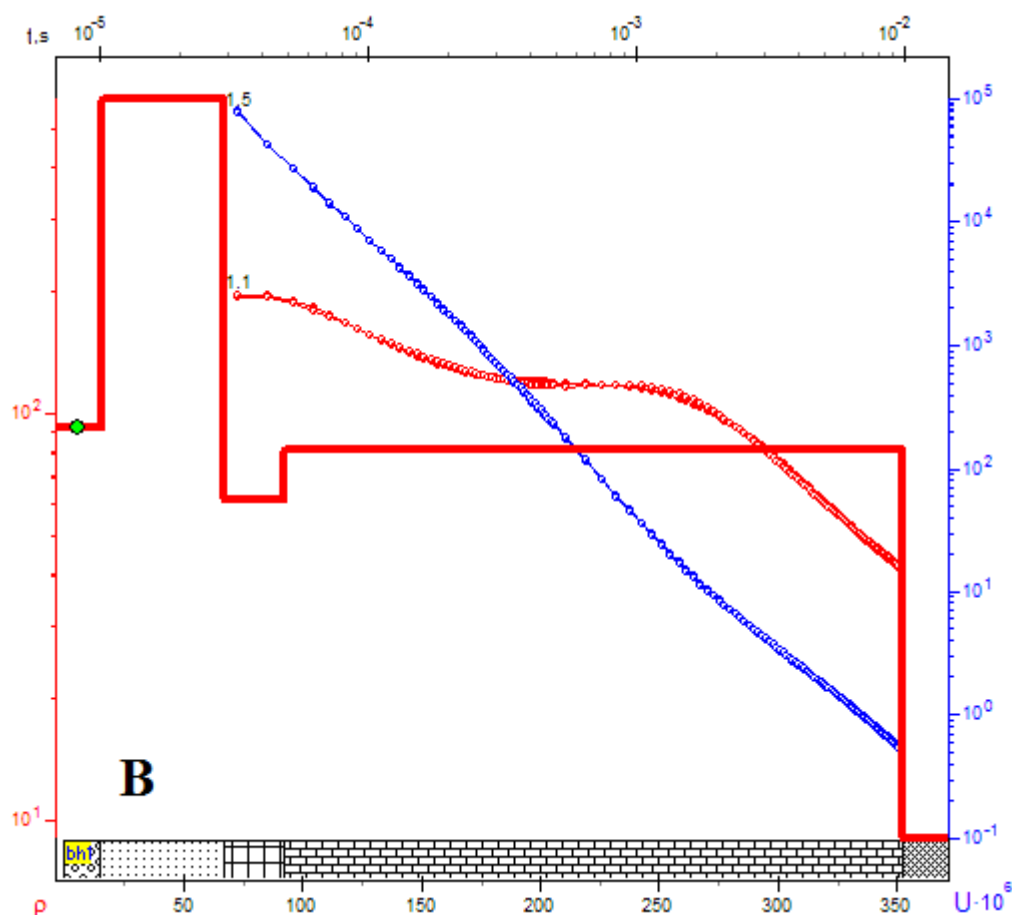
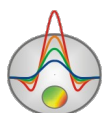


Fig. 62 Visualización de los datos de litología en la sección geoelectrica (A) y en el editor del modelo (B).

Introducción de límites geológicos (opción Set apriori boundaries)

La barra de herramientas está disponible en el menú **Options Options/Invert&Apriori/Set apriori boundaries** y permite definir e incorporar a la inversión información geológica a priori en forma de límites. Al seleccionar esta opción, aparece un conjunto de herramientas con los siguientes botones:

	Enable/Disable editing boundaries mode	Activar/desactivar el modo de edición de límites
	Add new boundary	Añadir un límite nuevo
	Delete boundary	Eliminar todos los límites
	Save boundaries to file	Guardar los límites en un archivo
	Load boundaries from file	Cargar los límites desde un archivo
	Create start model from boundaries	Construir un modelo inicial a partir de los límites a priori. Los parámetros del modelo actual se

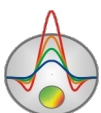


		promedian en los bloques comprendidos entre los límites. Menú del botón: Boundaries geometry: las capas del modelo se construyen siguiendo los límites y sus parámetros corresponden a los promedios de los bloques; New geometry: se utiliza la división en capas por defecto (como para el modelo inicial) y los parámetros se toman del modelo en bloques promediado; Current geometry: se conserva la división actual en capas y se sustituyen los parámetros por los promedios de los bloques; Smooth horizontally: se suavizan adicionalmente los valores promediados a lo largo del perfil; Set average polygon: se dibuja un polígono en la sección (botón izquierdo del ratón: añadir vértices; botón derecho: cerrar el polígono) y, tras confirmar, se sustituyen los parámetros de las capas dentro del polígono por su valor medio (para los parámetros logarítmicos, se utiliza el promedio de los logaritmos); Clustering: abrir el cuadro de diálogo de agrupamiento del modelo.
--	--	---

La incorporación de límites geológicos apriorísticos al problema inverso es una de las técnicas más importantes para mejorar la calidad de la interpretación. Por una parte, aumenta la estabilidad del problema y, por otra, reduce el área de equivalencia y permite obtener una estructura más coherente. En las zonas del modelo donde los parámetros son poco sensibles, es prácticamente la única forma de obtener un resultado aceptable.

Antes de establecer los límites, se recomienda realizar una inversión seleccionando en la pestaña **Inversion** de la ventana de propiedades del programa el tipo de inversión (**Style**) **Smooth** y activar el ajuste por profundidades (marcando la casilla **Thick/depth**). Para obtener más información sobre la configuración de los parámetros de inversión, consulte la sección [Ventana de propiedades del programa](#).

En la sección geoelectrica obtenida, se deben dibujar los límites teniendo en cuenta los datos de los pozos o las ideas previas sobre la estructura de la zona estudiada. Los límites se establecen con el botón izquierdo del ratón con el modo de edición de límites activado. Para



cerrar un límite, se hace clic con el botón derecho del ratón. Al dibujar los límites, no se deben utilizar muchos nodos. Se recomienda que sean lo más suaves posible.

Una vez dibujados los límites, se debe volver a ejecutar la inversión, que se realizará teniendo en cuenta los límites establecidos (Fig. 63).

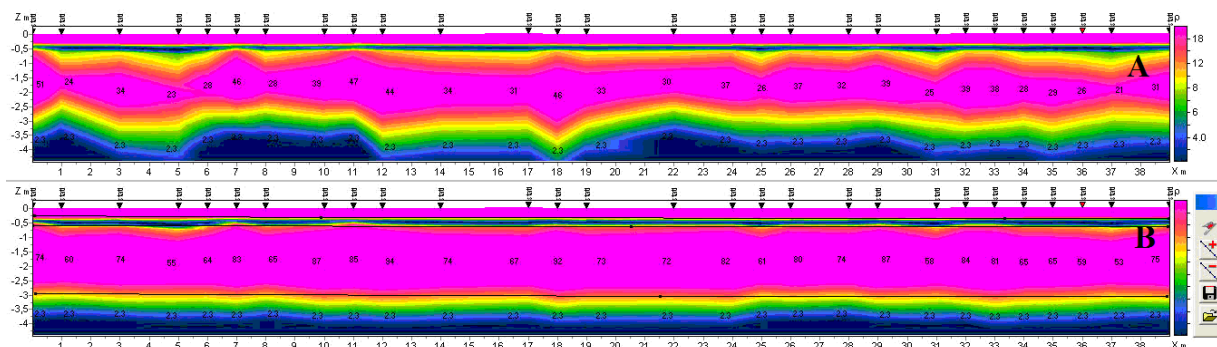


Fig. 63 Ejemplo de sección geoelectrica obtenida mediante inversión sin tener en cuenta (A) y teniendo en cuenta (B) los límites geológicos

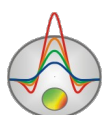
Posprocesamiento de datos de campo

El programa ZondTEM1D permite suavizar los datos primarios. Para ello, en el menú Options/Data operations, seleccione la función Smooth data, que abre el cuadro de diálogo Smoothing settings. Esta función debe utilizarse con precaución, ya que un suavizado y filtrado excesivos de los datos pueden provocar la pérdida de información, incluida información útil.

Smoothing settings

En la ventana se especifican los parámetros de procesamiento de los datos primarios. **Smoothing will be applied to** permite seleccionar el modo **1D**, **2D**, **3D** o **PCA filter**. **Vert smoothness** y **Hor smoothness** establecen el suavizado vertical y horizontal mediante los controles deslizantes. Si está marcada la casilla **For apparent resistivity**, el procesamiento se aplica a la resistividad aparente. La casilla **set positive** establece valores positivos; **segments** activa el procesamiento por segmentos. La casilla **vs time** se muestra para los modos con índice superior a 1 en el modo temporal.

Haga clic en **Preview** para realizar el procesamiento preliminar y actualizar la visualización de los datos sin cerrar la ventana. Haga clic en **Apply** para aceptar el resultado y cerrar la ventana. Si se cancela la ventana, se restauran los datos observados originales.



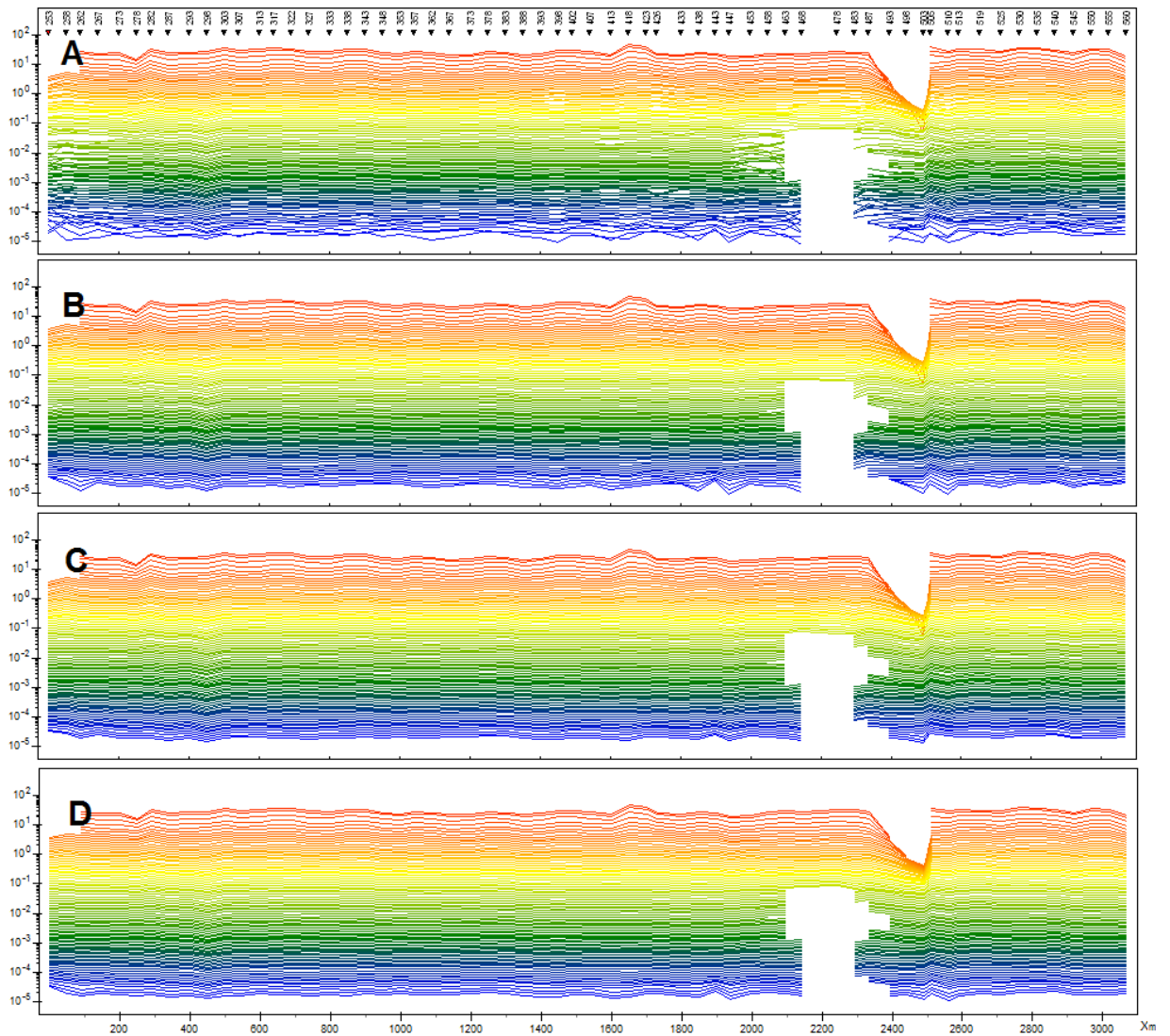


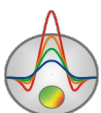
Fig. 64 **Ejemplo de aplicación de las funciones Data operations a los datos de perfil: A, modelo original; B, tras aplicar la opción Denoise; C, tras aplicar la opción Smooth data; C, tras aplicar la opción 2D Smoothing**

Suavizado del modelo

El programa ZondTEM1D permite suavizar la sección geoelectrica calculada (Fig. 65). Para ello, en el menú Options, seleccione la función Invert&apriori/Smooth current model. El suavizado se realiza automáticamente y modifica tanto los límites de las capas como los valores de resistividad (u otro parámetro utilizado).

Clustering

Introduzca el número de clústeres en el campo **Number of clusters**: el intervalo permitido es de 2 a 60 y el valor predeterminado es 10. Haga clic en **Preview** para agrupar en



clústeres el modelo actual y actualizar su visualización sin cerrar la ventana. Haga clic en **Apply** para realizar la misma operación y cerrar la ventana.

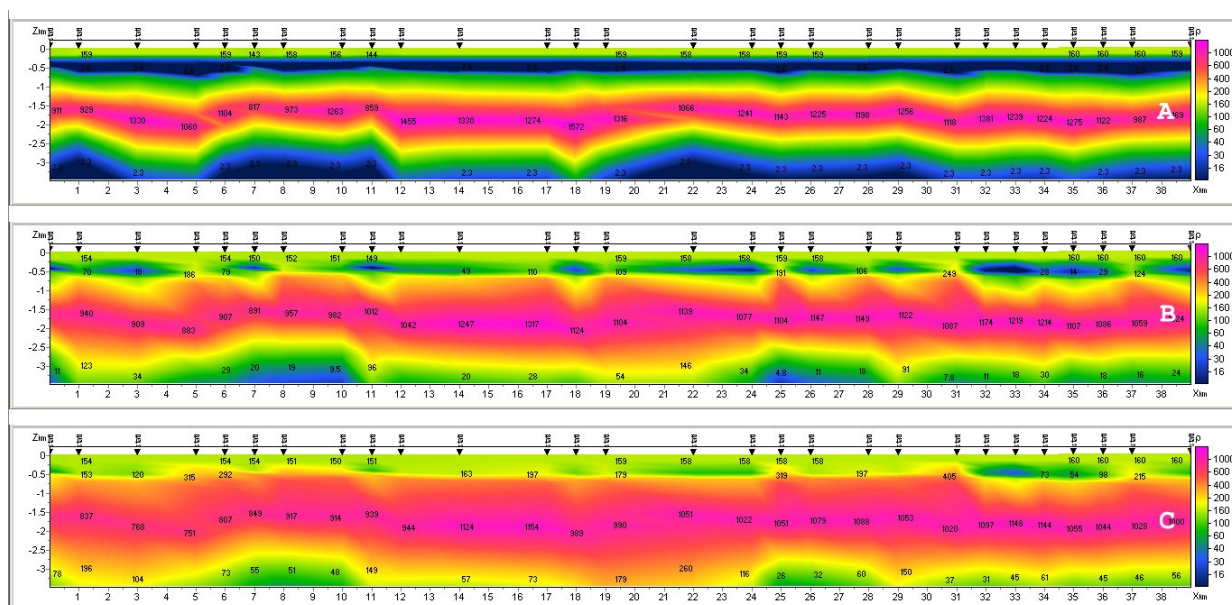


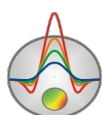
Fig. 65 Ejemplo de aplicación de la función Smooth current model. A, modelo original; B, tras aplicar la opción Smooth model; C, tras volver a aplicar la opción Smooth model.

Menú Buffer para comparar y almacenar resultados de inversión

El menú **Buffer** de la ventana principal del programa permite comparar los resultados de la inversión de datos obtenidos con distintos parámetros. Tras calcular el primer modelo, vaya al menú **Buffer** y seleccione **Model 1**. En el cuadro de diálogo que aparece, se puede asignar al modelo un nombre que describa, por ejemplo, los parámetros utilizados en la inversión. De este modo, se pueden guardar entre 1 y 5 modelos.

Una vez guardado el modelo, aparece una marca de verificación junto a él. Al hacer clic en el modelo guardado, se abre un cuadro de diálogo que permite cargar el modelo seleccionado como modelo actual (botón **From Buffer**) o guardar el modelo actual como modelo seleccionado (botón **To Buffer**).

La opción Open del menú Buffer abre todos los modelos guardados para el punto de sondeo actual en una misma ventana (Fig. 66).



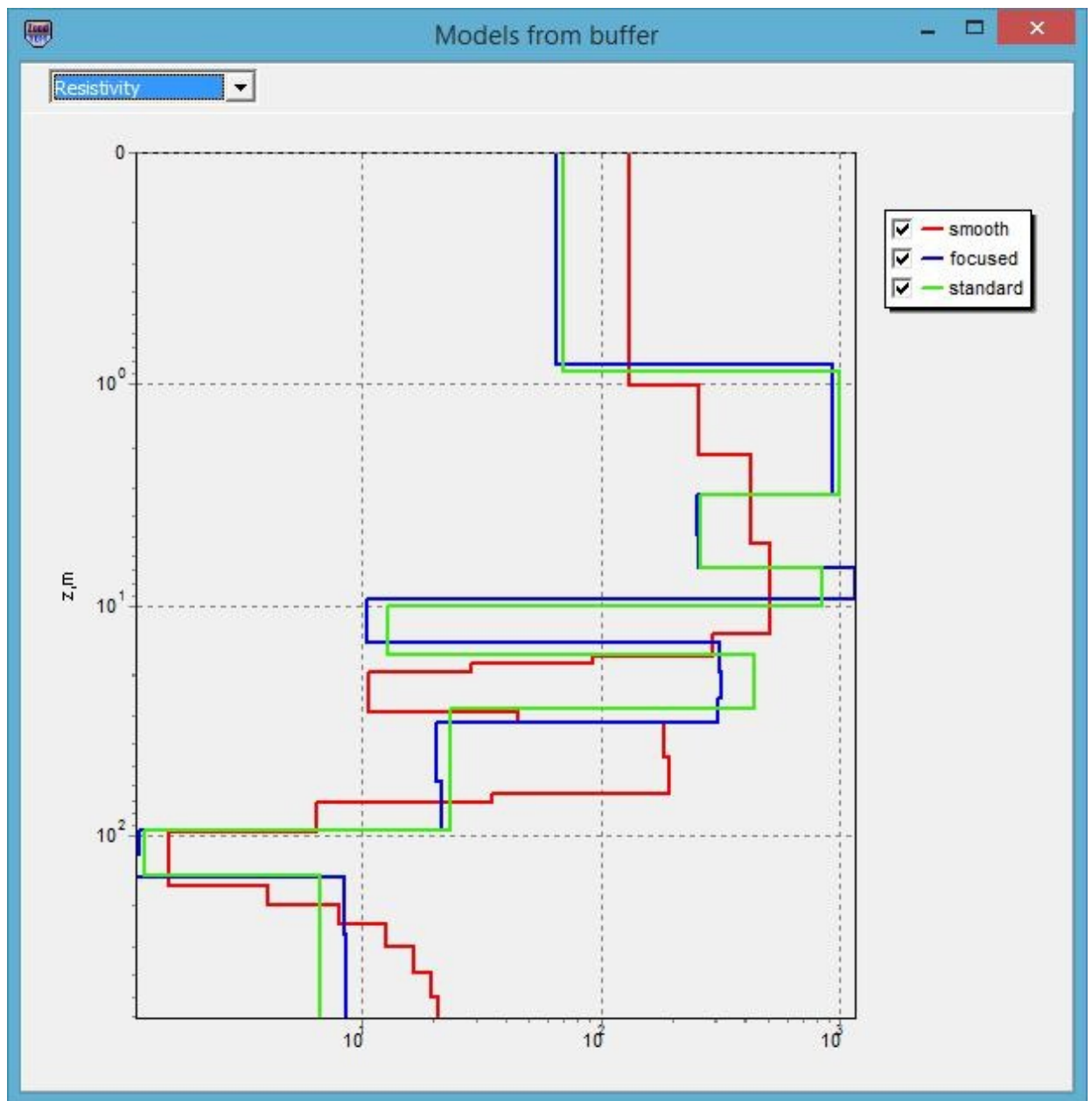
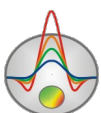


Fig. 66 Tres modelos de un mismo punto de sondeo abiertos en una ventana.

Opciones de interpretación conjunta de datos TEM, SEV y MT

Esta funcionalidad está destinada a la interpretación conjunta de datos de sondeos electromagnéticos transitorios (TEM) y de SEV/MT.

La sección para trabajar con datos de SEV está disponible en el menú principal del programa **Options/VES Data**. El menú ofrece las siguientes opciones:



Load VES data	Cargar datos de SEV en formato TXT (el formato del archivo se describe más adelante).
Remove VES data	Eliminar datos de sondeos SEV.
Joint inversion	Inversión conjunta de datos de sondeos SEV y TEM
Display VES plot	Mostrar la ventana de gráficos de SEV.

Stations positions

Tras cargar datos de SEV o MT, se abre una tabla de estaciones. Para cada estación se muestran el número, la posición editable y una casilla de verificación de uso. Desmarque la casilla para excluir la estación de la carga; modifique la posición en la tabla para asignarla a la estación. Para los datos MT, la posición introducida en el archivo se multiplica por 1000 al cargarlo.

El archivo de datos de SEV debe contener líneas con las etiquetas ab/2 (o ab), mn y app.res (o ro_a), seguidas de los valores numéricos correspondientes.

ab/2 – mitad de la longitud de la línea de corriente, en metros

mn – longitud de la línea receptora, en metros

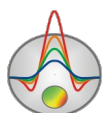
app.res – resistividad aparente

El formato del archivo se describe detalladamente en el Anexo 2.

En la ventana de gráficos de SEV VES Plot se muestran las curvas de resistividad aparente. La curva medida aparece en rojo y la ajustada mediante inversión conjunta, en azul. Se pueden editar las propiedades de los ejes; el editor se abre haciendo clic derecho mientras se mantiene pulsada la tecla Shift. Para más información sobre la configuración de los ejes, consulte la sección [Editor de ejes](#).

La sección para trabajar con datos MT está disponible en el menú principal del programa **Options/MT Data**. El menú ofrece las siguientes opciones:

Load MT data	Cargar datos MT en formato TXT (el formato del archivo se describe más abajo).
Load MDF data	Cargar un archivo de datos en formato MDF creado por ZondMT1D o ZondMT2D
Remove MT data	Eliminar los datos de los sondeos MT.



Joint inversion	Inversión conjunta de datos de sondeos TEM y MT
Display MT plot	Mostrar la ventana de gráficos de curvas MT.

El archivo de datos MT debe contener líneas con las etiquetas per (o frq), app.res (o ro_a) y pha (o phi), seguidas de los valores numéricos correspondientes.

per – conjunto de períodos

app.res – valores correspondientes de resistividad aparente

pha – valores correspondientes de la fase de impedancia.

El formato del archivo se describe detalladamente en el Anexo 2.

En la ventana de gráficos de curvas MT MT Plot se muestran las curvas de resistividad aparente y fase de impedancia. Los parámetros medidos se representan mediante curvas con círculos y los ajustados mediante inversión conjunta, mediante líneas continuas. Se pueden editar las propiedades de los ejes; el editor se abre haciendo clic derecho mientras se mantiene pulsada la tecla Shift. Para más información sobre la configuración de los ejes, consulte la sección [Editor de ejes](#).

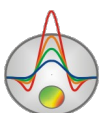
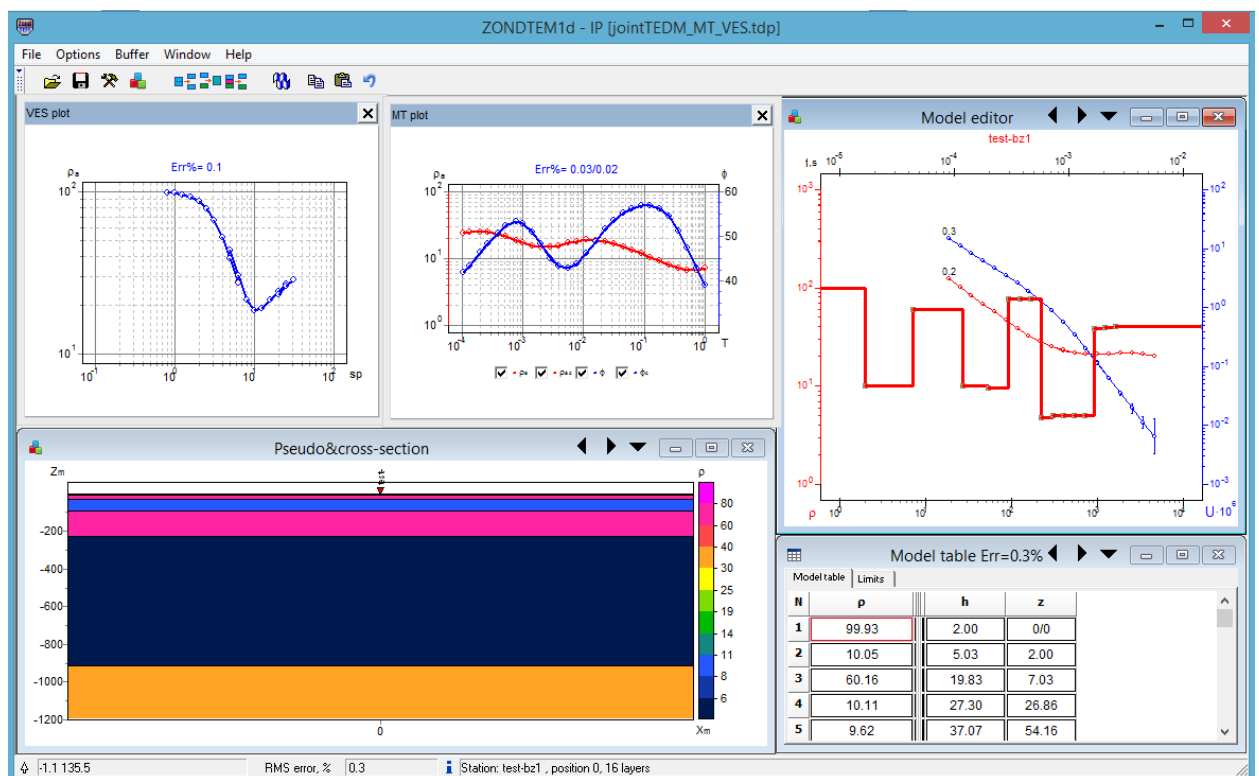


Fig. 67 **Interpretación conjunta de curvas de datos TEM, MT y SEV**

Corrector de datos AK TDEM-Corrector

La ventana se abre mediante la opción de menú File/AK-corrector. El corrector permite visualizar, editar y suavizar las curvas de decaimiento por estaciones y componentes, así como importar datos de los equipos y exportarlos al formato tdf.

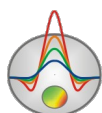
Pestaña Import/Export

Primer botón de la barra	Abrir archivos de datos (se pueden seleccionar varios archivos): Geonics gx7, BEM, USF, STEM xyz o un proyecto del corrector ttb. Para los archivos de datos, se abre la ventana de importación Importing of TDEM data (véase más abajo).
Segundo botón de la barra	Abrir el cuadro de diálogo para guardar. Seleccionar TDF o TTB: con TDF se exportan los datos y con TTB se guarda el proyecto.
Campo min	Tiempo mínimo de los datos que se van a exportar (campo vacío: sin límite).
Campo max	Tiempo máximo de los datos que se van a exportar (campo vacío: sin límite).
Campo num	Número de tiempos que se van a exportar. Si se activa la casilla de verificación junto al campo, al guardar en tdf los datos se remuestrean en num tiempos distribuidos logarítmicamente de forma uniforme entre min y max.
Botón Load satellite map. Coordinates should be in UTM.	Cargar una imagen satelital de la zona mostrada en el gráfico del mapa. Al hacer clic con el botón izquierdo, se abre la configuración UTM; se deben utilizar el número de zona y la escala especificados y, a continuación, cargar el mapa. Al hacer clic con otro botón, se desactiva la superposición del mapa.
Botón Processing statistic	Mostrar en el mapa las etiquetas de los puntos de sondeo.

Para cargar una imagen satelital, las coordenadas de la zona deben estar en UTM.

Pestaña Processing

Botón para ir a la estación anterior	Ir a la estación anterior y volver a dibujar los datos. En la primera estación, se permanece en ella.
Botón para ir a la	Ir a la estación siguiente y volver a dibujar los datos. En la última



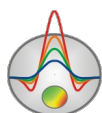
estación siguiente	estación, se permanece en ella.
Botón de selección de componente	Abrir el menú de componentes. Seleccionar X , Y o Z ; tras la selección, se actualizan la componente actual y los gráficos.
Botón del menú de edición de datos	Abrir el menú de selección y modificación de datos: anular la selección, cambiar el signo u otras acciones disponibles sobre los puntos.
Botón 1D	Al hacer clic con el botón derecho, se abre el menú de parámetros de suavizado.
Lista Normal point / Reference point / Skip point	Asignar un tipo de punto a la estación actual. Normal point establece un punto normal; Reference point asigna un punto de referencia y elimina ese estado del resto de las estaciones; Skip point marca la estación para omitirla. Los gráficos se actualizan tras la selección.

Menús de componentes y de gráficos

X, Y, Z	Seleccionar la componente que se va a mostrar y procesar.
Display error bars	Activar o desactivar la visualización de las bandas de error; los gráficos se vuelven a dibujar al cambiar la opción.
Smooth error gates	Activar o desactivar el suavizado de las ventanas de tiempo de error; los gráficos se vuelven a dibujar al cambiar la opción.
Use reference spline	Activar o desactivar el uso de una spline de referencia durante el suavizado.
Signal Rho	Cambiar el modo Signal Rho .
Robust	Activar o desactivar el modo Robust .
Process all	Suavizar todas las estaciones con la configuración actual y mostrar el progreso del procesamiento; después, volver a la estación actual inicial y actualizar los gráficos.

Menú de acciones sobre los puntos

Deselect	Anular la selección de los puntos de la estación actual para la componente seleccionada y sus canales correspondientes.
Deselect comps	Anular la selección de todas las componentes y canales de la estación actual.
Flip sign	Cambiar el signo de los valores de la componente actual para todos los puntos de la estación actual.
Flip sing of	Cambiar el signo de los valores solo de los puntos seleccionados de la



selected	estación actual y, a continuación, anular su selección.
-----------------	---

Selección y edición en los gráficos

En el gráfico de la curva de decaimiento, hacer clic con el botón izquierdo cerca de un punto para seleccionarlo para la componente actual; hacer clic con el botón derecho para anular la selección. Pulsar **Alt** junto con el botón izquierdo para cambiar el signo del valor del punto. En el segundo gráfico, hacer clic con el botón izquierdo o derecho para seleccionar o anular la selección de un punto, respectivamente. Al hacer clic en los gráficos mientras se mantiene pulsada la tecla **Shift**, estas acciones no se realizan.

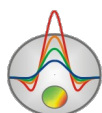
Pulse **Ctrl** y haga clic derecho en el gráfico para abrir el menú de acciones de la pila de puntos. Para los comandos de grupo, la pila se determina a partir del punto seleccionado. Las opciones **Select stack** y **Deselect stack** seleccionan o anulan la selección de los puntos de esta pila para el canal actual y el canal emparejado. Las opciones **Select stack all** y **Deselect stack all** seleccionan o anulan la selección de todos los canales de esta pila. La opción **Deselect all** anula la selección de los canales actual y emparejado en toda la estación. La opción **Flip sign** cambia el signo de los valores del canal actual en la pila. La opción **Remove spline** borra los valores calculados de los canales actual y emparejado en toda la estación.

Menú de procesamiento de las pilas seleccionadas

Select stack	Seleccionar los puntos de la pila seleccionada para el canal actual y el canal emparejado.
Deselect stack	Anular la selección de los puntos de la pila seleccionada para el canal actual y el canal emparejado.
Select stack all	Seleccionar todos los canales de la pila seleccionada.
Deselect stack all	Anular la selección de todos los canales de la pila seleccionada.
Deselect all	Anular la selección de los canales actual y emparejado en toda la estación actual.
Flip sign	Cambiar el signo de los valores del canal seleccionado en la pila seleccionada.
Remove spline	Borrar los valores calculados de los canales actual y emparejado en toda la estación actual.

Menú del búfer

Abra el menú del búfer con el botón de la barra de herramientas. Las opciones **Buffer item 1** y **Buffer item 2** funcionan con los elementos correspondientes del búfer. Si un elemento



ya contiene datos, aparece el diálogo **Working with buffer**: confirme la acción para guardar los datos actuales en el búfer, o elija cancelar para cargar los datos desde el búfer.

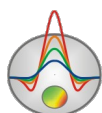
Importación de datos TDEM (Importing of TDEM data)

Abra esta ventana al importar archivos de datos de transitorios desde la ventana principal: tras seleccionar los archivos en el diálogo de importación, el programa muestra **Importing of TDEM data**. La ventana permite visualizar los registros, configurar las coordenadas y los parámetros de medición, cambiar el orden de los registros, combinarlos y editar las curvas de decaimiento antes de continuar con la importación.

Pestaña Config

TXsideX	Establezca el tamaño del transmisor en X. El valor introducido se distribuye entre las coordenadas de los vértices correspondientes del transmisor, con la mitad negativa y la otra mitad positiva.
TXsideY	Establezca el tamaño del transmisor en Y. El valor introducido se distribuye entre las coordenadas de los vértices correspondientes del transmisor, con la mitad negativa y la otra mitad positiva.
stationX	Establezca la coordenada X de la estación.
stationY	Establezca la coordenada Y de la estación.
RXcoordX	Establezca la coordenada X del receptor.
RXcoordY	Establezca la coordenada Y del receptor.
stationZ	Establezca la coordenada Z de la estación.
Pulse,us	El campo de duración del pulso en microsegundos está deshabilitado para la edición.
Current,A	El campo de corriente del transmisor en amperios está deshabilitado para la edición.
Apply to all records	Si la opción está activada, los cambios de coordenadas se aplican a todos los registros. Si está desactivada, los cambios se aplican a los registros de la estación seleccionada en la tabla.
Array type	Seleccione el tipo de configuración: Coincident loops , Central loop o Fixed loop .
Measurements type	Seleccione el tipo de medición: dB(t)/dt o B(t) .

Los cambios de coordenadas en los campos **stationX**, **stationY**, **TXsideX**, **TXsideY**, **RXcoordX**, **RXcoordY** y **stationZ** se aplican al cambiar el valor del campo. Si la tabla no



contiene registros, el cambio no se aplica. Los valores seleccionados en **Array type** y **Measurements type** se transfieren al procesamiento posterior de la importación.

Tabla de registros y ordenación

Seleccione un registro en la tabla para ver y editar sus parámetros. Pulse **Ctrl** y haga clic con el botón izquierdo del ratón en una fila para añadirla a las filas seleccionadas o quitarla de la selección. Pulse **Shift** y haga clic con el botón izquierdo para seleccionar un rango de filas con respecto a la primera fila seleccionada.

Sort by X	Establecer la ordenación por X.
Sort by Y	Establecer la ordenación por Y.
Sort by ind	Establecer la ordenación por índice.
Sort by rec	Establecer la ordenación por registro.
Merge by XY	Combinar los registros por XY y actualizar la tabla y el gráfico de curvas de decaimiento.
Merge by names	Combinar los registros por nombre y actualizar la tabla y el gráfico de curvas de decaimiento.

Haga clic con el botón izquierdo en el botón de ordenación para aplicar el método de ordenación seleccionado; haga clic derecho para abrir el menú de selección del método de ordenación. Al ordenar, se restablece la posición de selección actual.

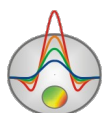
Coordenadas del receptor

Haga clic derecho en el campo **RXcoordX** para abrir la opción **Copy from X**. Selecciónela para copiar la coordenada X de la estación en la coordenada X del receptor para todos los registros. Haga clic derecho en el campo **RXcoordY** para abrir la opción **Copy from Y**; selecciónela para copiar la coordenada Y de la estación en la coordenada Y del receptor para todos los registros. Estos comandos se aplican a todos los registros.

Pestañas Layout y Decays

En la pestaña **Layout**, visualice la distribución de los datos en el gráfico. En la pestaña **Decays**, visualice las curvas de decaimiento de los registros y édítelas mediante el menú del gráfico.

Deactivate decay	Desactive la curva de decaimiento seleccionada y desmarque su estado activo en la tabla.
-------------------------	--



Procedimiento

Seleccione los archivos que desea importar en la ventana principal y abra **Importing of TDEM data**. Revise los registros y, si es necesario, modifique las coordenadas, los parámetros de configuración y el tipo de medición. Si hace falta, ordene o combine los registros, visualice su distribución en la pestaña **Layout** y revise las curvas de decaimiento en la pestaña **Decays**. Para cambiar el signo o desactivar una curva, utilice el menú del gráfico. Al cerrar la ventana, la ventana principal utiliza los parámetros de importación seleccionados y los datos preparados.

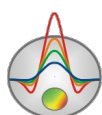
Módulo de inversión de Born

El módulo se abre mediante la opción de menú Options/Born inversion. La ventana se abre si está activado el modo temporal y el proyecto contiene al menos una estación. Para iniciar la inversión, haga clic con el botón izquierdo del ratón en el botón **Run procedure**. **Right click- settings**.; el cálculo se realiza para las estaciones y genera datos para las pseudosecciones.

Run procedure. Right click- settings.	Iniciar la inversión de Born. Durante el cálculo, se muestra el progreso del procesamiento de las estaciones. Haga clic con el botón derecho para abrir los ajustes que se enumeran en el menú siguiente.
Layers settings	Abrir la ventana 1D model para definir la profundidad mínima y máxima y el número de capas.
Print preview	Abrir la vista previa de las pseudosecciones.
Export results	Guardar el resultado en uno de los formatos disponibles en el cuadro de diálogo de guardado: modelos 1D, datos de la primera pseudosección o datos de la segunda pseudosección.
Build in resolved models into basic module	Transferir los valores calculados del modelo al módulo principal: definir el número de capas y los parámetros del modelo para cada estación, recalcular las profundidades y actualizar los modelos.
Smoothness of solution	Definir la suavidad de la solución con el control deslizante.

El menú de ajustes ofrece interruptores y comandos:

For smoothed data	Activar o desactivar el uso de datos suavizados.
Controlled flatness	Activar o desactivar el modo de suavidad controlada. Al activarlo, se muestra el control deslizante Smoothness of solution .



Optimize coefficient	Iniciar la optimización del coeficiente en el intervalo 0,8–2 para la primera estación.
Set user coefficient	Introducir un coeficiente personalizado. El mensaje solicita un valor con la indicación «0.3:3»; se aceptan valores en el intervalo 0,1–10.

Para definir los parámetros del modelo estratificado, haga clic en **Layers settings**. En la ventana **1D model**, introduzca la profundidad mínima y máxima; los valores nuevos se aceptan si ambos se reconocen, están en el intervalo 0,5–2000 y la profundidad mínima es menor que la máxima. Indique el número de capas dentro de los límites establecidos por el campo. Inicie el cálculo con el botón **Run procedure. Right click- settings..** Una vez finalizado el cálculo, si es necesario, transfiera los modelos al módulo principal con el botón **Build in resolved models into basic module** o abra la vista previa.

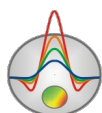
Al exportar, seleccione el formato en el cuadro de diálogo de guardado. Para el formato de modelos 1D, se crea un archivo de texto con la extensión .mod1d. Al principio se escriben las líneas `format: zond1d\_models`, `software: nombre\_del\_programa`, `units: ...` y `sounding\_number: ...`. En `units` se indica `km` si el nombre del archivo ejecutable contiene `mt`; de lo contrario, se indica `m`. A continuación, para cada estación se escribe un bloque de líneas: `sounding\_N\_title` — nombre de la estación; `sounding\_N\_XYZ` — coordenadas X e Y y elevación; `sounding\_N\_line\_pos` — posición en la línea; `numb\_of\_layers` — número de capas; `pars\_names: rho` — nombre del parámetro; `is\_log\_pars: true` — indicador de parámetro logarítmico; `par\_rho` — valores del parámetro por capa; `par\_thick` — espesores de las capas, calculados a partir de las diferencias entre profundidades consecutivas.

Al seleccionar uno de los dos formatos de pseudosección, se guarda la gráfica correspondiente en un archivo .dat.

Ajustes del modelo 1D: ventana 1D model

La ventana se abre mediante el botón **Layers settings** del módulo **Born inversion module**. Se utiliza para definir el intervalo de profundidades y el número de capas del modelo 1D que se va a calcular.

Min depth	Definir la profundidad mínima. Al cerrar la ventana, el valor se acepta si está en el intervalo 0,5–2000 y es menor que la profundidad máxima.
Max depth	Definir la profundidad máxima. Al cerrar la ventana, el valor se acepta si está en el intervalo 0,5–2000 y es mayor que la profundidad mínima.
Num layers	Definir el número de capas. El intervalo permitido para el campo es de 5



	a 35.
--	-------

Indicar las profundidades y el número de capas y, a continuación, cerrar la ventana. Las profundidades solo se actualizan si ambos valores se introducen correctamente y se cumple la condición $\text{Min depth} < \text{Max depth}$; el número de capas se lee del campo al cerrar la ventana.

Parámetros de visualización del modelo: ventana Model setup

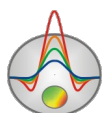
La ventana se abre mediante la opción **Setup** del menú contextual del modelo o mediante la opción **Setup** del menú contextual de la escala de colores en la ventana de sección. Se utiliza para configurar los colores y los parámetros de visualización del modelo.

En la pestaña **Colors**, configure los colores de los elementos del modelo:

Grupo Other	Contiene los ajustes de color de la malla y de los elementos del modelo.
Mesh	Definir el color principal de la malla; la sugerencia del botón es «Basic mesh color».
Body border	Definir el color de los límites entre celdas contrastantes.
Selection	Definir el color del patrón de selección.
Fixed	Definir el color del patrón de la celda fija.
Palette	Abrir los ajustes de la paleta de colores.
Font	Abrir los ajustes de fuente de la escala de colores.

En la pestaña **Options**, defina los parámetros de visualización y de trabajo con la sección:

Object difference, %	Definir el umbral porcentual de contraste entre celdas por encima del cual el límite se muestra con una línea gruesa. El intervalo del campo es 0–200.
Selection admissibility, %	Definir el umbral de tolerancia para las celdas incluidas en la selección con la herramienta «varita mágica». El intervalo del campo es 0–200.
Transparency	Definir la transparencia de la imagen en porcentaje. El intervalo es 0–80.
Grupo Box margins (pixels)	Definir los márgenes de la imagen en píxeles.
Left margin	Definir el margen izquierdo de la imagen; el intervalo es 0–100 píxeles.
Top margin	Definir el margen superior de la imagen; el intervalo es 0–100 píxeles.
Right margin	Definir el margen derecho de la imagen; el intervalo es 0–100 píxeles.
Bottom margin	Definir el margen inferior de la imagen; el intervalo es 0–100 píxeles.
Apply	Guardar los ajustes, actualizar la paleta y el tamaño de visualización y, a



	continuación, cerrar la ventana.
Cancel	Cerrar la ventana sin guardar los ajustes.

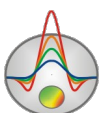
Cambie los parámetros necesarios en las pestañas **Colors** y **Options** y, a continuación, haga clic en **Apply** para aplicar los cambios o en **Cancel** para cerrar sin guardar.

Ventanas auxiliares del programa

Panel de herramientas de elementos (Element's toolbox)

Abra el panel mediante la opción de menú **Elements toolbox** de la ventana principal. El panel se abre si el modelo contiene al menos una sección. Se muestra por encima de las demás ventanas.

Line	Abrir la configuración del lápiz del elemento actual. Para los elementos de tipo Polygon o Line, tras la edición se actualiza el color de la serie; los cambios se guardan.
Pattern	Abrir la configuración del relleno de la serie del elemento actual.
Botón Add new element. Right click for element's choice.	Activar el modo de adición de elementos. Hacer clic con el botón derecho para abrir la lista de tipos: Polygon , Line , Text . El tipo seleccionado aparece marcado en la lista.
Botón Edit element's geometry	Activar el modo de edición de la geometría de los elementos.
Botón Remove active element	Eliminar el elemento seleccionado en la lista.
Botón Remove all elements	Eliminar todos los elementos.
Botón Show or hide elements	Alternar la visibilidad de las series de elementos; al volver a pulsar, se vuelve a alternar el estado.
Lista Element's list	Seleccionar un elemento. Al cambiar la selección, se guardan los cambios del elemento anterior y se actualiza la visualización del elemento seleccionado.
Campo Text strong	Definir el texto del elemento actual.



Elemento de menú Polygon	Seleccionar el tipo de elemento que se va a añadir: Polygon.
Elemento de menú Line	Seleccionar el tipo de elemento que se va a añadir: Line.
Elemento de menú Text	Seleccionar el tipo de elemento que se va a añadir: Text.

Al seleccionar un tipo de elemento, se cancela la operación actual del ratón en el gráfico. Los botones **Add new element**, **Right click for element's choice**, y **Edit element's geometry** activan en el gráfico el modo correspondiente de interacción con el ratón.

Información del proyecto (Project information)

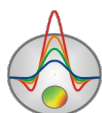
Abrir desde la opción de menú **Project information**. La ventana se abre solo si hay estaciones de sondeo y funciona como una ventana modal. Al cerrarla, los valores de los campos se guardan en la información del proyecto y se actualizan las celdas correspondientes de la ventana **Information**.

Campos de entrada	Definir la información del proyecto. Al editarla, algunos valores se muestran inmediatamente en la tabla de la ventana Information ; al cerrar la ventana, los valores introducidos se guardan en el proyecto.
-------------------	---

Envío de un mensaje (Send message)

Abrir desde la opción de menú **Send message to us**. Antes de mostrar el cuadro de diálogo, se cargan el nombre, la empresa y la dirección de correo electrónico guardados.

Rótulo Messages not in English will be ignored	Advierte de que se ignorarán los mensajes que no estén en inglés.
Campo de dirección de correo electrónico	Introducir la dirección; el valor predeterminado inicial es «@».
Campo de texto del mensaje	Introducir el texto del mensaje. Al enviarlo, las líneas de texto no vacías se añaden una a una.
Botón Send	Cerrar la ventana y continuar procesando el mensaje. El mensaje se envía solo si la dirección contiene el símbolo «@» y un punto; de lo contrario, se muestra el mensaje No email! . Los datos enviados incluyen el nombre del archivo del programa, el nombre y la empresa si no están vacíos, la



	dirección y las líneas no vacías del mensaje.
--	---

El nombre, la empresa y la dirección se guardan entre ejecuciones en un archivo INI con el mismo nombre que el archivo ejecutable del programa, pero con la extensión `.in`. El valor predeterminado de la dirección es `@`.

Cuadros de diálogo de importación y exportación

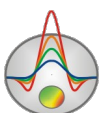
Exportación de datos a 2D (Export to 2D)

La ventana se abre desde la opción de menú File/Export to/ZondTEM2D. Después de definir los parámetros y pulsar **Ok**, se debe seleccionar un nombre de archivo; el resultado se guarda con la extensión .t2d.

Setup type	Seleccionar la configuración de la disposición: VMD Z-Z along X , VMD Z-Z along Y , Central loop , Coincident loops , In-loop along AB/CD , In-loop along BC/DA o Separated loops . Para el dominio del tiempo, las opciones VMD se sustituyen por Coincident loops ; para el dominio no temporal, las opciones posteriores a VMD Z-Z along Y se sustituyen por VMD Z-Z along X .
Height,m	Definir la altura o la longitud del lado, según la configuración seleccionada. Para In-loop along AB/CD y In-loop along BC/DA , el campo define la longitud de AB o BC, respectivamente.
Spacing,m	Definir la distancia para las configuraciones VMD; para las demás configuraciones, la etiqueta cambia a Eff.radius,m o BC side,m , según la configuración seleccionada.
Pulse time,s	Definir el tiempo del pulso. El campo se muestra para todas las configuraciones excepto las dos opciones VMD.
Ok	Abrir el cuadro de diálogo para guardar y guardar el archivo .t2d.

Al seleccionar **Central loop**, se muestran los campos de altura, radio efectivo y tiempo del pulso. Para **Coincident loops**, se oculta el campo de altura. Para las configuraciones in-loop, las etiquetas de los campos son **AB side,m** y **BC side,m**. Para **Separated loops**, se muestran la altura, el radio efectivo y el tiempo del pulso.

Al comienzo del archivo se escribe el código de la disposición: 0 — **VMD Z-Z along X**, 1 — **VMD Z-Z along Y**, 5 — **Central loop**, 4 — **Coincident loops**, 6 — ambas configuraciones in-loop, 8 — **Separated loops**. La línea siguiente contiene los parámetros: para VMD, el valor de **Spacing,m**; para los bucles central y coincidentes, el doble del radio efectivo;



para las configuraciones in-loop, las longitudes de los lados y una distancia adicional; para los bucles separados, tres valores en una sola línea: el doble del radio efectivo, el parámetro interno de distancia y la altura. Para VMD también se escribe en la línea siguiente el valor de la altura. Para el bucle central, a continuación se escribe la altura.

Exportación en formato SEGY (SegY export)

Después de definir los parámetros y pulsar **Ok**, se debe seleccionar el archivo de exportación; la extensión se establece como .sgy. La exportación escribe los datos en formato SEGY.

Depth step, meters	Establecer el intervalo en profundidad en metros; el valor introducido se utiliza al transformar los datos.
Logarithms	Registrar los logaritmos de los valores del parámetro.
XY coordinates	Registrar en las cabeceras de las trazas las coordenadas X e Y de los puntos de sondeo.
Parameter	Seleccionar el parámetro del modelo que se va a exportar.
Ok	Abrir el diálogo de guardado y exportar a un archivo .sgy.

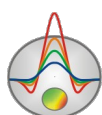
SEGY no es un formato de texto, por lo que aquí no se muestra la estructura tabular del archivo.

Configuración de las escalas de salida (Output scales)

Esta ventana se utiliza al preparar la exportación CAD.

Horizontal scale 1 unit :	Establecer la escala horizontal; el valor se toma del campo situado junto a la etiqueta.
Vertical scale 1 unit :	Establecer la escala vertical; el valor se toma del campo situado junto a la etiqueta.
Scale 1 meter :	Establecer la escala de conversión de metros a unidades CAD. Durante la exportación, el valor del campo se multiplica por 1000.
Campos con valores 1	Introducir, respectivamente, las escalas horizontal y vertical y la escala «1 meter :».

Los valores establecidos para las escalas horizontal y vertical se aplican a las coordenadas de la sección exportada; la tercera escala se utiliza para convertir las coordenadas a unidades DXF.



Configuración del levantamiento Geonics (Geonics survey)

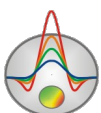
El formulario contiene la configuración de los componentes y las coordenadas del bucle para trabajar con datos Geonics.

X component coil	Si la casilla está activada, seleccionar el componente X de la bobina. Está activada de forma predeterminada.
Y component coil	Si la casilla está activada, seleccionar el componente Y de la bobina. Está activada de forma predeterminada.
Z component coil	Si la casilla está activada, seleccionar el componente Z de la bobina. Está activada de forma predeterminada.
Casilla de verificación sin etiqueta junto a Loop coordinates	Activar o desactivar la disponibilidad del grupo Loop coordinates .
Loop coordinates	Grupo de campos para las coordenadas y dimensiones del bucle; está desactivado inicialmente y se habilita al activar la casilla de verificación correspondiente.
East, Nord	Establecer las coordenadas del bucle. Los valores predeterminados son 0 y 0.
EW side, SN side	Establecer las dimensiones del bucle en las direcciones EW y SN. Los valores predeterminados son 100 y 100.
Use module	Casilla de verificación para utilizar el módulo; está activada de forma predeterminada.
Lista de frecuencias 50 Hz / 60 Hz	Seleccionar la frecuencia; el valor predeterminado es 50 Hz .

Editor de mediciones repetidas (Curve selector)

La ventana se abre al importar datos Geonics (gx7) con mediciones repetidas en un punto: muestra todas las repeticiones y su mediana; se pueden editar las coordenadas y el nombre del punto.

Panel con la indicación Select used data in legend or edit	Seleccionar en la leyenda las mediciones repetidas que se van a utilizar o editar las curvas.
---	---



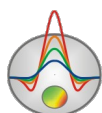
curves	
X - coordinate	Ver o modificar la coordenada X del punto seleccionado; el valor original es 0.
Y coordinate	Ver o modificar la coordenada Y del punto seleccionado; el valor original es 0.
Elevation	Ver o modificar la cota; el valor original es 0.
Sounding name	Ver o modificar el nombre del punto de sondeo; el valor original es 0.
smooth	Si la opción está activada, volver a dibujar la curva teniendo en cuenta su estado de suavizado.
Botón con la indicación Next data point	Aceptar la curva editada del punto actual y pasar al siguiente.
Botón con la indicación Average all	No volver a mostrar la ventana: las mediciones repetidas de los demás puntos se promediarán automáticamente.
Botón sin etiqueta en el panel de edición	Aplicar un suavizado especial. Al seleccionar Linlog smoothing , se ejecuta en el modo de suavizado lineal-logarítmico.
Linlog smoothing	Activar o desactivar el modo de suavizado lineal-logarítmico.
Menú contextual del gráfico	Hacer clic derecho en el botón de suavizado para abrir el menú.

Selección de las unidades de datos (Data units)

Lista de unidades pV / nV / uV / mV / V	Seleccionar la unidad de datos. La unidad predeterminada es pV .
/Tx(m2)	Activar o desactivar la opción de normalización con la designación indicada.
/A	Activar o desactivar la opción de normalización con la designación indicada.

Configuración de importación de Amira (Amira)

La ventana contiene parámetros de normalización y selección de datos para trabajar con Amira. Aquí no se describe el formato de archivo Amira.

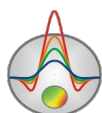


Norm by current, (Am)	Si la opción está activada, normalizar los datos por la corriente cuando aún no estén normalizados y el archivo contenga valores de corriente.
Norm by turns number	Si la opción está activada, normalizar los datos por el número de espiras del transmisor cuando aún no estén normalizados y el archivo contenga el número de espiras.
Norm by RX area (dipole)	Si la opción está activada, normalizar los datos por el área del receptor cuando aún no estén normalizados y el archivo contenga las áreas. Está activada de forma predeterminada.
Norm by TX area (dipole)	Si la opción está activada, normalizar los datos por el área del dipolo transmisor cuando aún no estén normalizados y el archivo contenga las áreas.
Data units	Seleccionar las unidades de datos si están definidas incorrectamente en el archivo: femta, pico, nano, micro, milli o unit . El valor predeterminado es micro .
Times units	Seleccionar las unidades de tiempo si están definidas incorrectamente en el archivo: nSec, uSec, mSec o Sec . El valor predeterminado es uSec .
Components	Seleccionar el componente: All components, XYZ component, X component, Y component o Z component . La información sobre herramientas indica para XYZ la amplitud $(X^2+Y^2+Z^2)^{1/2}$. El valor predeterminado es Z component .
Repeats	Seleccionar qué hacer con las mediciones repetidas: as new channel, remove o average . La opción predeterminada es remove .

Parámetros de importación de datos GEM-2/CMD (Settings)

El formulario contiene parámetros de línea, configuración y componentes de fase.

Select line	Establecer el número o la selección de línea; el valor predeterminado del campo es 1.
Height	Establecer la altura; el valor predeterminado es 1.
Step	Establecer el intervalo; el valor predeterminado es 1.
Mul by factor	Establecer el multiplicador; el valor predeterminado es 1.
Tx-Rx spacing	Establecer la distancia Tx-Rx; el valor predeterminado es 1.
Phase mul (-1)	Si la opción está activada, aplicar el multiplicador de fase -1.
Include phase	Si la opción está activada, se activa la fase; está activada de forma predeterminada.



Después de configurar los parámetros, hacer clic en **Ok**.

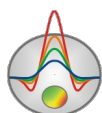
Configuración de los objetos gráficos del programa

Diálogo de configuración de la paleta

Este diálogo sirve para configurar la paleta de un objeto del programa y se abre mediante el botón **Palette** (Fig. 68). El diálogo permite seleccionar una de las paletas predeterminadas (arcoíris directo e inverso, escala de grises, etc.) o crear una escala personalizada. Para añadir un marcador, haga clic en la escala mientras mantiene pulsada la tecla Ctrl, lejos de los marcadores existentes. Para eliminar un marcador interno, haga clic en él mientras mantiene pulsada la tecla Ctrl. También se puede guardar una paleta personalizada mediante el botón , o cargar una existente mediante el botón .

Set of predefined color palettes	Seleccionar la paleta Rainbow, Inverse rainbow, Gray scale, R-W-B, B-W-R, Standard, Res2dinv o WinGlink. La selección sustituye inmediatamente la paleta actual.
Choose color from table for color ticks	Seleccionar un color para un marcador de la escala personalizada.
Continuous	Si la opción está activada, se utiliza una paleta continua interpolada. Si está desactivada, se utiliza una paleta escalonada y se habilita el campo Number of steps of stepped palette .
Number of steps of stepped palette	Establecer el número de niveles de la paleta entre 4 y 50. El valor predeterminado es 4. El campo solo está disponible si la opción Continuous está desactivada.
Botón para cargar una paleta	Abrir un archivo de paleta con la extensión .csf o .clr.
Botón para guardar una paleta	Guardar la paleta actual en un archivo .csf.

Al guardar en un archivo .csf, la primera línea contiene el número de marcadores. A continuación, se escribe una línea por cada marcador: el valor entero del color y su posición en la escala. No hay encabezados; los dos valores de cada línea están separados por un espacio. Al cargar un archivo .csf, los datos se leen en el mismo orden.



Al cargar un archivo .clr, cada línea se procesa como un conjunto de valores numéricos: se utilizan el segundo, el tercero y el cuarto valor como componentes RGB, y se ignora el primero. La línea debe contener al menos cuatro valores. Tras la carga, los marcadores se distribuyen uniformemente a lo largo de la escala.

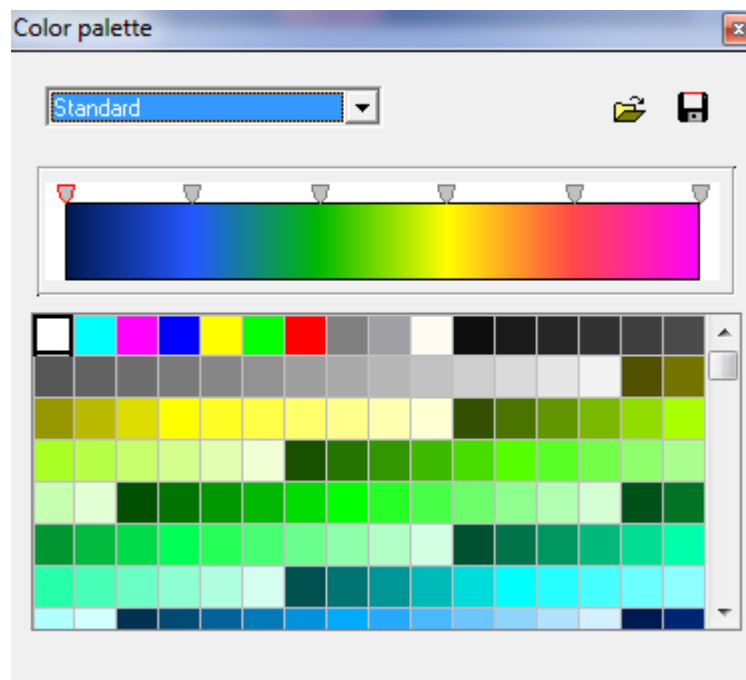
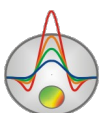


Fig. 68 **Diálogo de configuración de los parámetros de la paleta.**

Editor de ejes



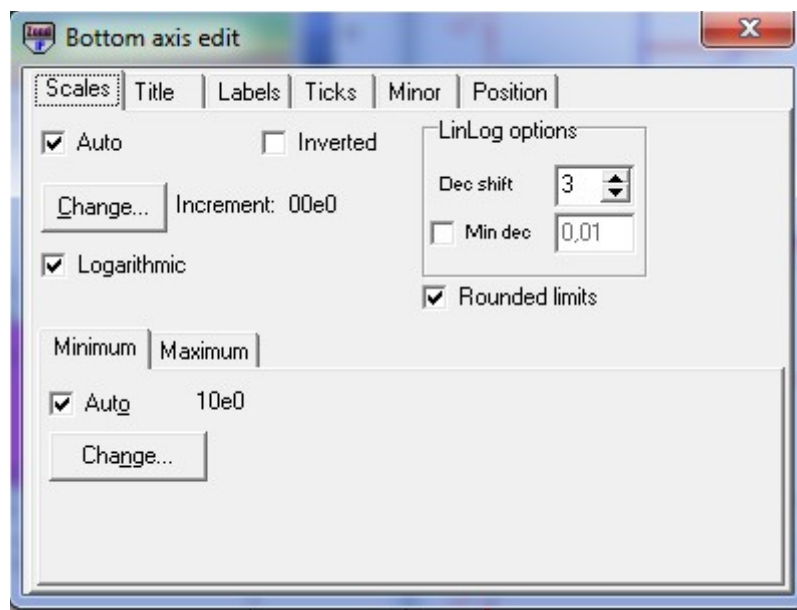


Fig. 69 **Ventana del editor de ejes**

El editor sirve para configurar los parámetros gráficos y de escala de los ejes. Se puede abrir haciendo clic con el botón derecho del ratón y manteniendo pulsada la tecla SHIFT sobre el eje deseado. Aparece un menú emergente con tres elementos: **Options**, **Default** y **Fix range**. El primero abre el diálogo «Editor de ejes», el segundo restablece los valores predeterminados y el tercero fija el eje en sus límites actuales.

La primera pestaña del diálogo, **Scales**, contiene opciones relacionadas con la configuración de los parámetros de escala del eje.

La opción **Auto** indica al programa cómo se determinan los valores mínimo y máximo del eje. Si está activada, los límites del eje se determinan automáticamente; de lo contrario, se definen en las áreas Minimum y Maximum.

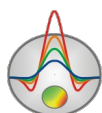
La opción **Inverted** determina la orientación del eje.

El botón **Increment change** abre el diálogo para definir el intervalo entre las marcas del eje.

La opción **Logarithmic** establece la escala del eje, logarítmica o lineal. En el caso de un eje con valores de ambos signos, se deben utilizar además las opciones del área **LinLog options**.

El área **LinLog options** contiene opciones para configurar un eje lineal-logarítmico. La escala lineal-logarítmica permite representar en escala logarítmica datos con valores de ambos signos o que incluyen cero.

La opción **Dec Shift** establece el desplazamiento (en décadas logarítmicas) desde el límite de mayor valor absoluto del eje hasta cero. La década mínima (anterior a cero) tiene escala lineal; las demás, escala logarítmica.



La opción **Min dec** establece y fija el valor de la década mínima (anterior a cero) si la opción está activada.

La opción **Rounded limits** indica al programa si debe redondear los valores mínimo y máximo del eje.

Las áreas **Minimum** y **Maximum** contienen opciones para configurar los límites de los ejes.

La opción **Auto** determina si el límite del eje se establece automáticamente o mediante el botón **Change**.

La pestaña **Title** contiene opciones relacionadas con la configuración del título del eje.

La pestaña **Style**:

La opción **Title** define el texto del título del eje.

La opción **Angle** define el ángulo de rotación del texto del título del eje.

La opción **Size** define el desplazamiento del texto del título del eje. Si se establece en 0, el desplazamiento se determina automáticamente.

La opción **Visible** permite mostrar u ocultar el título del eje.

La pestaña **Text**:

El botón **Font** abre el diálogo para configurar la fuente del título del eje.

El botón **Outline** abre el diálogo para configurar el contorno de las letras del título del eje.

La pestaña **Labels** contiene opciones relacionadas con la configuración de las etiquetas del eje.

La pestaña **Style**:

La opción **Visible** permite mostrar u ocultar las etiquetas del eje.

La opción **Offset** establece el desplazamiento porcentual del límite del eje respecto a su valor real.

La opción **Angle** define el ángulo de rotación del texto de las etiquetas del eje.

La opción **Min separation %** establece la distancia porcentual mínima entre las etiquetas.

Pestaña **Text**:

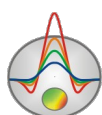
El botón **Font** abre el cuadro de diálogo para configurar la fuente de las etiquetas del eje.

El botón **Outline** abre el cuadro de diálogo para configurar los contornos de las letras de las etiquetas del eje.

La pestaña **Ticks** contiene opciones relacionadas con la configuración de las marcas principales del eje.

El botón **Axis** abre el cuadro de diálogo para configurar la línea del eje.

El botón **Grid** abre el cuadro de diálogo para configurar las líneas de la cuadrícula de las marcas principales del eje.



El botón **Ticks** abre el cuadro de diálogo para configurar las líneas de las marcas principales exteriores del eje. La opción **Len** establece su longitud.

El botón **Inner** abre el cuadro de diálogo para configurar las líneas de las marcas principales interiores del eje. La opción **Len** establece su longitud.

La opción **At labels only** indica al programa que dibuje las marcas principales solo cuando haya una etiqueta en el eje.

La opción **Axis behind** – establece el orden de dibujo de los ejes y los gráficos.

La pestaña **Minor** contiene opciones relacionadas con la configuración de las marcas secundarias del eje.

El botón **Ticks** abre el cuadro de diálogo para configurar las líneas de las marcas secundarias exteriores del eje.

El botón **Grid** abre el cuadro de diálogo para configurar las líneas de la cuadrícula de las marcas secundarias del eje.

La opción **Length** establece su longitud.

La opción **Count** establece la cantidad de marcas secundarias entre las principales.

La pestaña **Position** contiene opciones que determinan las dimensiones y la posición del eje.

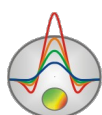
La opción **Position %** establece el desplazamiento del eje en el gráfico respecto a su posición estándar (como porcentaje del tamaño del gráfico o en unidades de pantalla, según el valor seleccionado en la opción Units).

La opción **Start %** establece el desplazamiento del inicio del eje en el gráfico respecto a su posición estándar (como porcentaje del tamaño del gráfico).

La opción **End %** establece el desplazamiento del final del eje en el gráfico respecto a su posición estándar (como porcentaje del tamaño del gráfico).

La opción **Other side** permite dibujar el eje en el lado opuesto. Si se aplica la opción al eje inferior, este se dibujará en la parte superior.

Editor del conjunto de gráficos



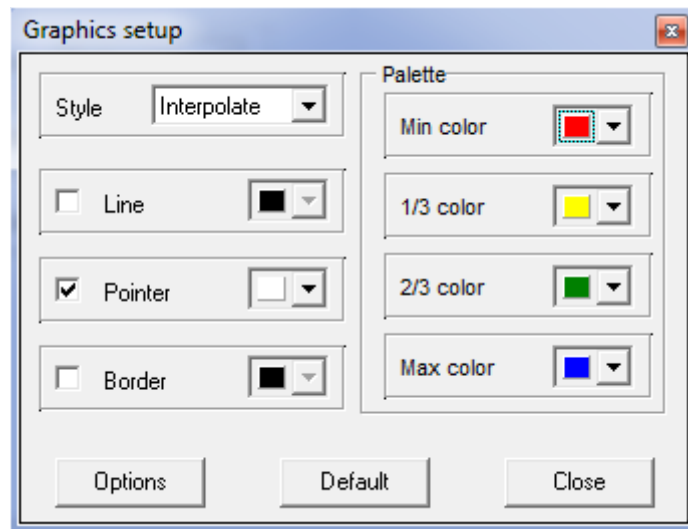


Fig. 70 Ventana del editor del conjunto de gráficos

El editor sirve para configurar la secuencia de colores del conjunto de gráficos.

La opción **Style** establece el algoritmo para asignar la paleta de colores a los gráficos.

Al seleccionar el valor **Interpolate** se utiliza una paleta interpolada, construida a partir de los colores especificados en las opciones: **min color**, **1/3 color**, **2/3 color** y **max color**. El valor **Constant** establece el mismo color (opción **color**) para todos los gráficos. El valor **Random** asigna colores aleatorios a todos los gráficos

La opción **Line** permite especificar un color para las líneas de conexión de los gráficos. Si la opción está desactivada, se utiliza el color de la paleta; de lo contrario, se utiliza el color especificado en **Line**.

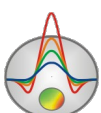
La opción **Pointer** permite especificar un color para el relleno de los marcadores de los gráficos. Si la opción está desactivada, se utiliza el color de la paleta; de lo contrario, se utiliza el color especificado en **Pointer**.

El elemento **Border** de esta ventana está oculto y no está disponible. Si la opción está desactivada, se utiliza el color de la paleta; de lo contrario, se utiliza el color especificado en **Border**.

El botón **Options** abre el cuadro de diálogo de configuración del gráfico.

El botón **Default** restaura la configuración predeterminada de los gráficos.

Interpolated or stepped mode	Si se activa esta opción, se utiliza el modo escalonado de la paleta y se habilita el campo para especificar el número de pasos.
Number of steps in color palette	Especifique el número de pasos de la paleta, entre 2 y 20. El valor predeterminado es 4.
Close	Aplicar la configuración de color actual del conjunto de gráficos y cerrar



	la ventana.
--	-------------

Los cambios en los parámetros del conjunto de gráficos se aplican a sus colores inmediatamente al modificar la configuración.

Editor de gráficos

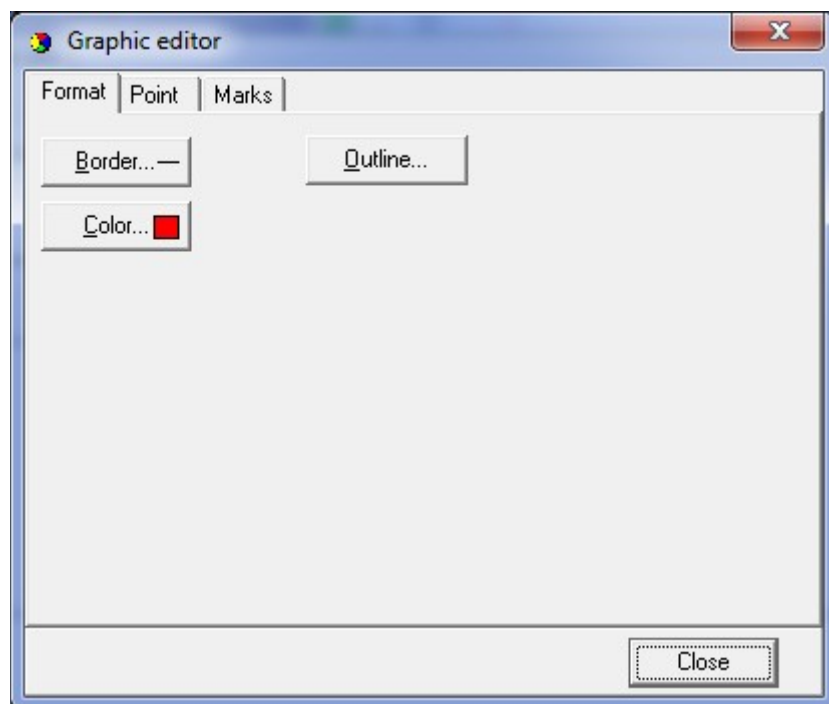


Fig. 71 Ventana del editor de gráficos

El editor sirve para configurar la apariencia del gráfico. Se puede abrir haciendo clic derecho en el gráfico mientras se mantiene pulsada la tecla SHIFT.

La pestaña **Format** contiene la configuración de las líneas de conexión del gráfico.

El botón **Border** abre el cuadro de diálogo para configurar los parámetros de las líneas de conexión del gráfico.

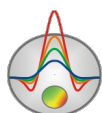
El botón **Color** abre el cuadro de diálogo para seleccionar el color del gráfico.

El botón **Outline** abre el cuadro de diálogo para configurar los parámetros del contorno de las líneas de conexión del gráfico.

La pestaña **Point** contiene la configuración de los marcadores del gráfico.

La opción **Visible** permite mostrar u ocultar los marcadores del gráfico.

La opción **Style** establece la forma del marcador.



La opción **Error gates** permite mostrar los límites de confianza del punto de medición, si se han especificado.

La opción **Width** establece la anchura del marcador en unidades de pantalla.

La opción **Height** establece la altura del marcador en unidades de pantalla.

El botón **Pattern** abre el cuadro de diálogo para seleccionar los parámetros de relleno del marcador.

El botón **Border** abre el cuadro de diálogo para configurar los parámetros del contorno del marcador.

La pestaña **Marks** contiene los ajustes de las etiquetas de los marcadores del gráfico.

La pestaña **Style**.

La opción **Visible** permite mostrar u ocultar las etiquetas de los marcadores del gráfico.

La opción **Draw every** permite dibujar una de cada dos, tres, etc. etiquetas, según el valor seleccionado.

La opción **Angle** determina el ángulo de rotación del texto de las etiquetas de los marcadores.

La opción **Clipped** establece si se debe dibujar la etiqueta del marcador cuando queda fuera del área del gráfico.

La pestaña **Arrows** sirve para configurar el aspecto de la flecha que va desde la etiqueta hasta el marcador.

El botón **Border** abre el cuadro de diálogo para configurar los parámetros de la línea de la flecha.

La opción **Length** establece la longitud de la flecha.

La opción **Distance** establece la distancia entre la punta de la flecha y el marcador del gráfico.

La pestaña **Format** contiene los ajustes gráficos del marco alrededor de la etiqueta del marcador.

El botón **Color** abre el cuadro de diálogo para seleccionar el color de fondo del marco.

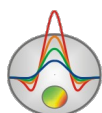
El botón **Frame** abre el cuadro de diálogo para configurar la línea del marco.

La opción **Round frame** permite mostrar el marco con las esquinas redondeadas.

La opción **Transparent** establece un fondo transparente para la etiqueta.

La pestaña **Text**:

El botón **Font** abre el cuadro de diálogo para configurar la fuente de las etiquetas de los marcadores.



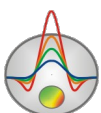
El botón **Outline** abre el cuadro de diálogo para configurar las líneas de contorno de las letras de las etiquetas de los marcadores

.

Cuadro de diálogo de vista previa de impresión (Print preview)

El cuadro de diálogo de vista previa de impresión se puede abrir desde el menú principal del programa **File/Print preview**. También se puede abrir haciendo doble clic en el área de cualquier objeto del programa. Al acceder al cuadro de diálogo desde el menú principal, hay dos opciones disponibles:

La opción **Station** permite imprimir las curvas de sondeo y el modelo de la estación actual (Fig. 72). Los parámetros del modelo se muestran en forma de tabla.



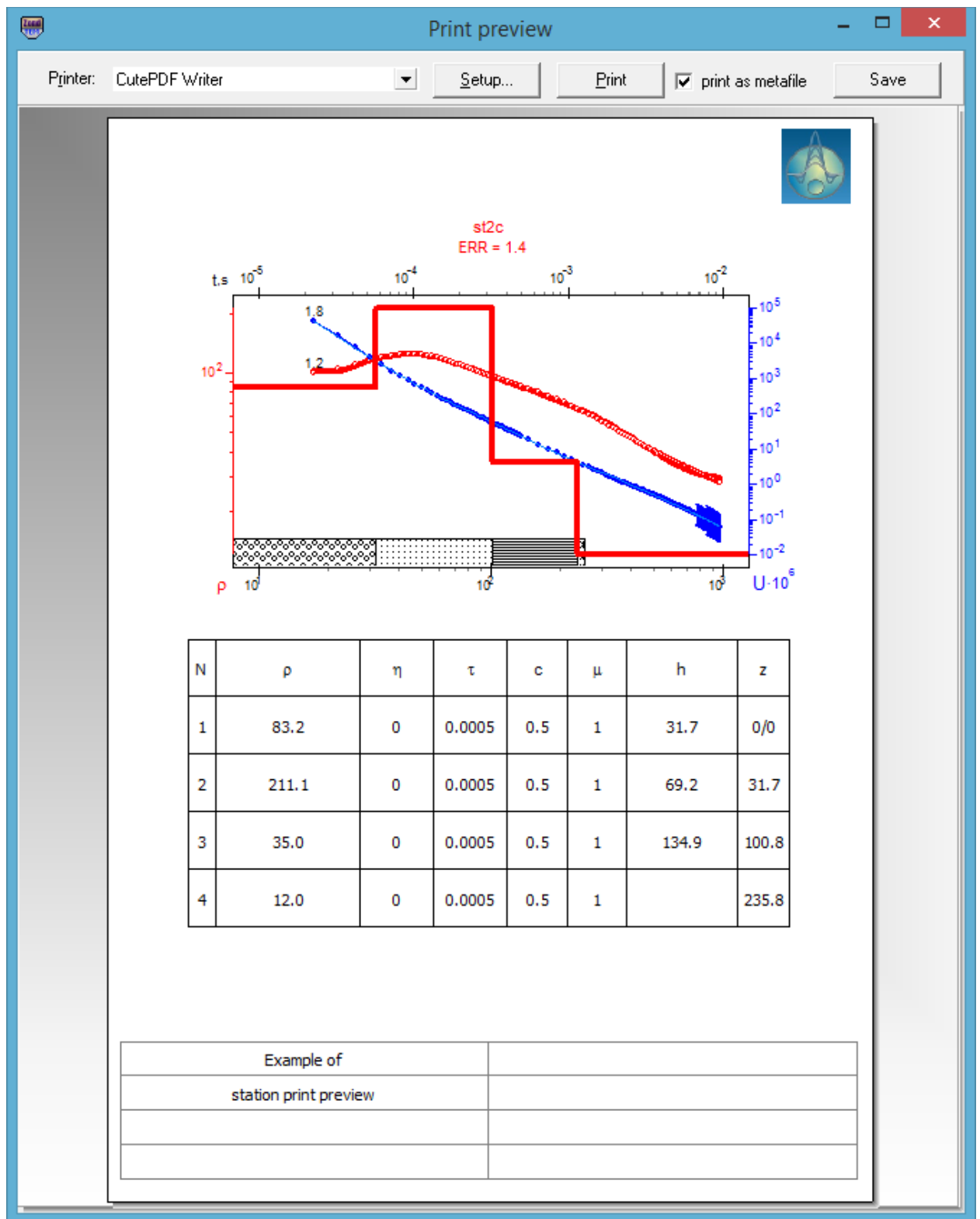
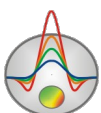


Fig. 72 **Ventana Print preview/Station**

La opción **Section** permite imprimir la sección geoelectrica (Fig. 73).



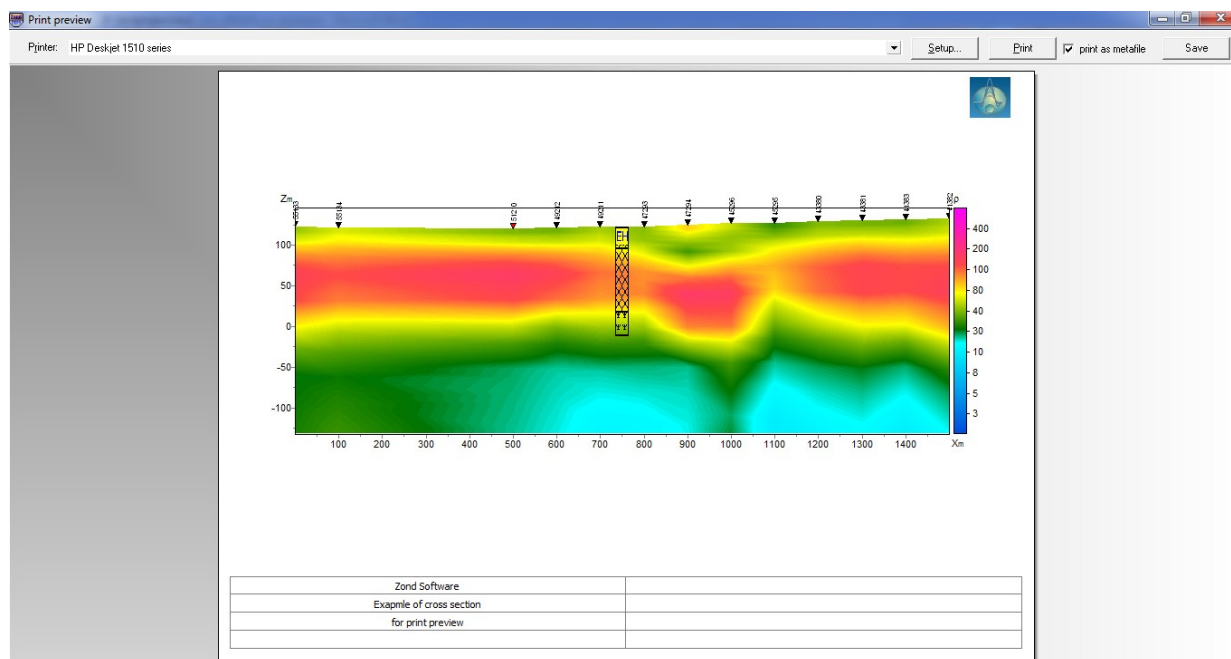


Fig. 73 **Ventana Print preview/Section**

Para desplazar el objeto que se va a imprimir por la hoja, utilice el botón izquierdo del ratón.

En el menú principal de la ventana **Print Preview** se encuentran los siguientes botones

Printer: HP Deskjet 1510 series

- seleccionar la impresora. En el menú desplegable se puede elegir una de las impresoras configuradas.

Setup...

- botón de configuración de impresión. En la ventana que se abre se puede elegir el tamaño y la orientación del papel, las propiedades de impresión, el número de páginas por hoja y otros parámetros.

Print

- con este botón, una vez modificados los parámetros necesarios, se puede enviar el dibujo a imprimir.

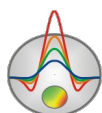
☒ print as metafile

- enviar a imprimir o guardar la imagen en formato vectorial.

Save

- guardar en archivos bitmap.

Los cuadrados de la parte superior de la hoja están destinados a sellos, timbres o emblemas de la empresa. Haga clic con el botón derecho del ratón en un cuadrado y, en la ventana que aparece, seleccione la imagen ráster que desea insertar. El tamaño de los cuadrados se puede cambiar con el ratón.



En la parte inferior de la hoja hay una tabla editable. Para añadir texto, haga clic con el botón derecho del ratón en el área de la tabla y escriba el texto necesario en la ventana que aparece. También se pueden guardar todos los comentarios en archivos table files haciendo clic en el botón  , o cargar las etiquetas guardadas anteriormente haciendo clic en el botón.

Editor geológico de secciones

La ventana del editor de modelos geológicos **Geological editor**, que se abre mediante el menú **Options / Geological editor**, sirve para construir un modelo geológico (realizar una interpretación geológica). El editor permite crear de forma interactiva un modelo geológico a partir del modelo actual del proyecto, datos de pozos, datos de otros programas del paquete Zond e información ráster previa; imprimir las secciones obtenidas a la escala especificada, y guardar y exportar los resultados.

Al abrir la ventana del editor de modelos geológicos, se muestra el modelo actual del proyecto (Fig. 74).

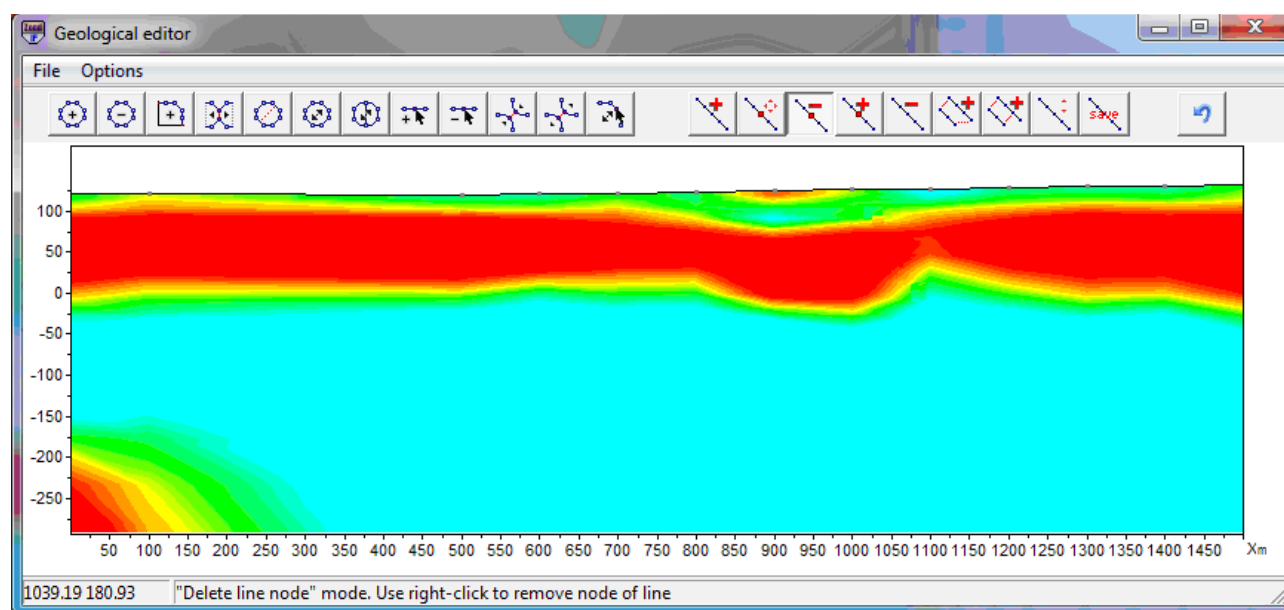
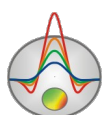


Fig. 74 **Ventana del editor de modelos antes de empezar a trabajar**

Para realizar la interpretación geológica, la barra de herramientas incluye dos conjuntos de botones: uno sirve para crear cuerpos poligonales (con opciones para editar tramas, rellenos, estilos de límites, etc.) y el otro para dibujar líneas individuales en la sección. Se pueden utilizar para indicar ciertos elementos de la estructura geológica (por ejemplo, planos de fallas tectónicas) o, en general, para mejorar la claridad de la sección interpretativa.



Cuadro de diálogo Node

Abra el cuadro de diálogo haciendo clic con el botón derecho del ratón en un nodo. Los campos **X position, m** y **Z position, m** muestran las coordenadas del nodo y permiten modificarlas; la casilla de verificación **Fixed** establece si el nodo está fijado. El botón **Apply** aplica los valores introducidos. Al introducir las coordenadas, el programa transforma el valor Z teniendo en cuenta la escala del eje.

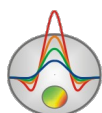
Herramientas para crear cuerpos poligonales:

	Añadir polígono		Eliminar polígono
	Crear polígono unido		Separar polígono
	Desplazar polígonos unidos		Añadir punto
	Eliminar el punto.		Separar puntos unidos
	Desplazar punto		Unir puntos
Move sub-polygon		Desplazar subpolígono.	
Move polygon		Desplazar polígono.	

Herramientas para crear líneas:

	Crear línea		Mover nodo
	Eliminar línea		Cerrar polilínea
	Mover línea		Cerrar polilínea
	Añadir nodo		Guardar cambio
	Eliminar nodo		Deshacer
UnDo		Deshacer la última acción. Si el modo de edición ya está activo, finalizarlo; de lo contrario, cargar el estado anterior. El botón derecho del ratón carga el estado anterior alternativo.	

A continuación se muestra un ejemplo de una sección geológica-geofísica creada y del modelo geológico elaborado a partir de ella. La opción File / Remove background desactiva la visualización de la imagen de fondo.



La opción File / Save polygons abre el cuadro de diálogo para guardar polígonos; las opciones disponibles se describen a continuación. La opción Options / Set model size abre el cuadro de diálogo para establecer las dimensiones del área del modelo. Para imprimir, se utiliza la opción File / Print preview.

La opción de guardado **.sec** crea un archivo de texto y una imagen de fondo con extensión **.emf** o **.bmp**. En la primera línea del archivo se escribe la ruta de acceso a la imagen. En la segunda línea se escriben, separados por espacios, cuatro valores numéricos: las coordenadas de los dos extremos de los intervalos X e Y. Si la serie contiene exactamente dos puntos, se escriben en su lugar los valores X e Y del primer y segundo punto. Las demás opciones del cuadro de diálogo permiten guardar mediante **SaveMFFile** o guardar el modelo en un archivo con extensión **.plg**.

Diálogo Model setup

Left, m	Establecer el límite izquierdo del área de modelado.
Right, m	Establecer el límite derecho del área de modelado.
Bottom, m	Establecer el límite inferior del área de modelado.
Apply	Aplicar los valores introducidos. El límite izquierdo debe ser menor que el derecho; el límite inferior debe ser mayor que cero. Tras comprobar las dimensiones, se actualiza el área del modelo.

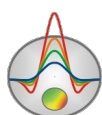
Load polygons — abrir el cuadro de diálogo para cargar un archivo de polígonos.

La opción **Remove background** establece la transparencia en 0 y desactiva la imagen. La opción **Load polygons** abre el cuadro de diálogo de selección de archivos: con un tipo de filtro se inicia el cargador OD; con el otro, se carga el modelo desde un archivo, se vuelven a dibujar los polígonos y se guarda el estado para poder deshacer la acción.

Save polygons — abrir el cuadro de diálogo para guardar polígonos.

El menú **Options** de la ventana **Geological editor** contiene las siguientes funciones:

Average in pols	Promediar los parámetros de los datos dentro de los polígonos. Para los parámetros logarítmicos, se calcula la media en escala logarítmica y, a continuación, se realiza la transformación inversa; para los demás parámetros, se calcula la media aritmética. Los datos actualizados se marcan para su recálculo.
Create apriori boundaries	Crear límites a priori a partir de los contornos de los polígonos.



Set model size — abrir el diálogo *Model setup* para establecer los límites del área del modelo.

Remove all poly — eliminar los polígonos, los nodos y las líneas, y volver a crear el modelo inicial.

Output settings — abrir el cuadro de diálogo para configurar los parámetros de la imagen exportada

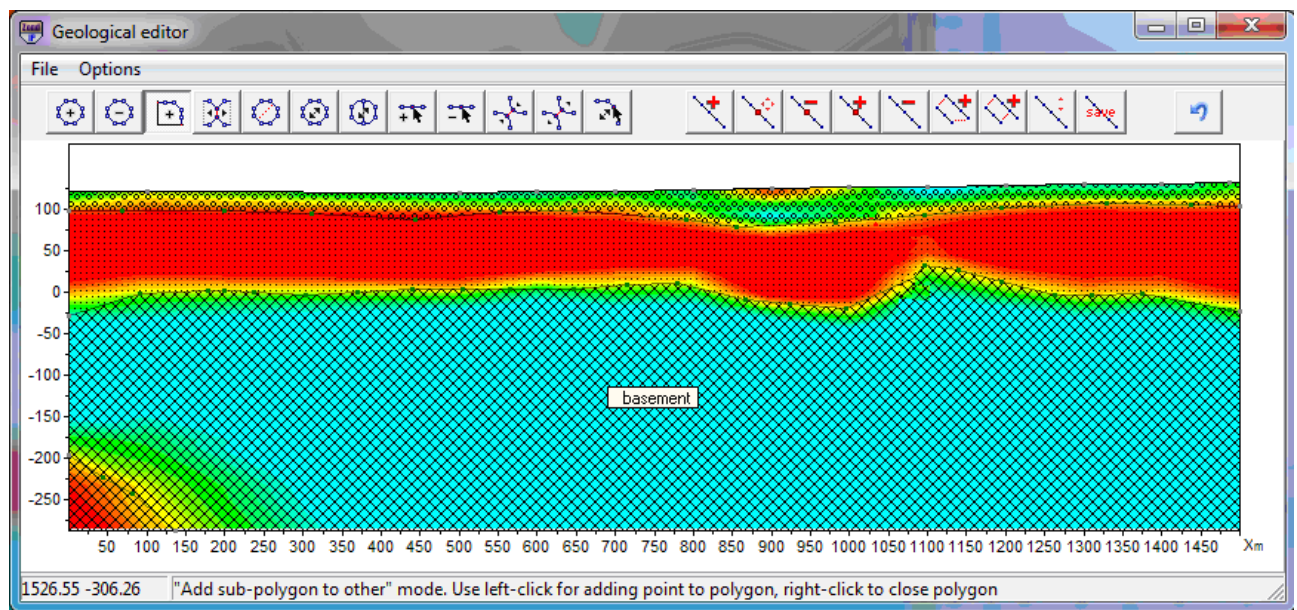


Fig. 75 Ventana del editor de modelos: sección de resistividad e interpretación geológica

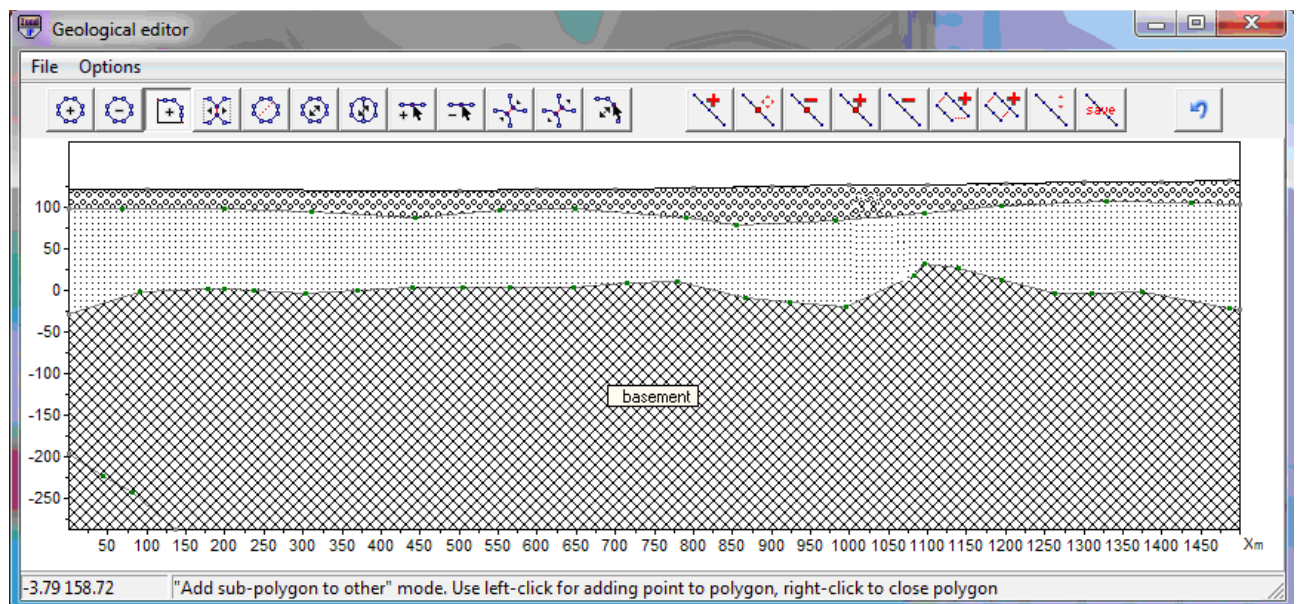
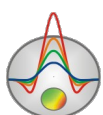


Fig. 76 Ventana del editor de modelos: sección geológico-geofísica basada en los resultados de la interpretación



Diálogo de configuración de los parámetros del polígono

Type of polygon caption	Seleccionar el tipo de etiqueta: None, Resistivity, ALL pars o User text.
Apply color to all polygons	Si la casilla está marcada, aplicar el color seleccionado a todos los polígonos.
Apply pen to all polygons	Si la casilla está marcada, aplicar los parámetros del límite a todos los polígonos.
Apply pattern to all polygons	Si la casilla está marcada, aplicar el patrón de relleno a todos los polígonos.
Apply caption type to all polygons	Si la casilla está marcada, aplicar el tipo de etiqueta seleccionado a todos los polígonos.
As default	Guardar los parámetros actuales del polígono seleccionado como valores predeterminados para los polígonos nuevos.
Apply	Aplicar los parámetros introducidos al polígono.
Close	Aplicar los parámetros y cerrar el diálogo.

Este diálogo permite configurar diversos parámetros de los polígonos y se abre al hacer doble clic en el polígono correspondiente.

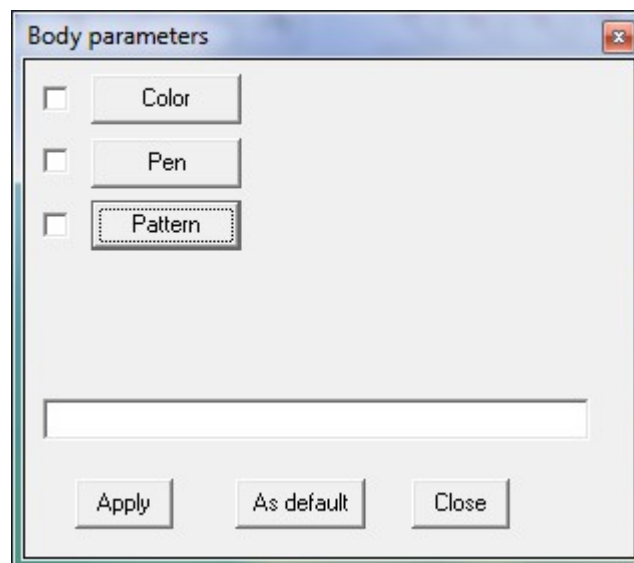
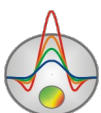


Fig. 77 Diálogo de configuración de los parámetros del polígono



El botón **Color** abre el cuadro de diálogo para seleccionar el color de relleno del polígono. Si la opción está activada, el color seleccionado se utilizará en todos los polígonos del modelo.

El botón **Pen** abre el cuadro de diálogo para configurar los parámetros del límite del polígono. Si la opción está activada, los parámetros seleccionados se utilizarán en todos los polígonos del modelo.

El botón Pattern abre la configuración del patrón de relleno del polígono seleccionado. Una casilla independiente permite aplicar el patrón a todos los polígonos.

El campo de entrada permite especificar el texto personalizado de la etiqueta; el modo de generación de la etiqueta se selecciona por separado.

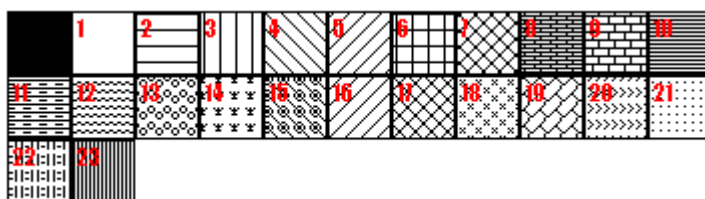
Anexo 1. Formato del archivo de datos de litología

Las columnas litológicas se almacenan en archivos con un formato determinado. El primer tipo de archivo, con extensión txt, contiene los datos litológicos propiamente dichos.

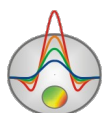
Al crear un archivo con información litológica, se utiliza la siguiente estructura:

La primera columna contiene la profundidad (desde la superficie del terreno) del horizonte litológico. En la segunda columna se escribe el valor 1. La tercera columna contiene el color de la capa en la columna litológica. La cuarta columna contiene el tipo de trama de la capa en la columna litológica.

A continuación se muestra la lista de las primeras 23 tramas que se pueden utilizar al crear una columna litológica.



A continuación se muestra un ejemplo de archivo de datos litológicos.



0 1 0 13 Techo de la capa 1
 4 1 0 13 Base de la capa 1
 4 1 0 19 Techo de la capa 2
 11 1 0 19 Base de la capa 2
 11 1 0 27 Techo de la capa 3
 16 1 0 27 Base de la capa 3

El segundo tipo de archivo (extensión *.crt) es un archivo de control que especifica el tipo de datos y el modo de visualización. A continuación se describe la estructura del archivo CRT para visualizar datos litológicos de un número arbitrario de pozos.

2280.txt Primera línea: nombre del archivo con datos de registros de pozo o de litología

pozo2280 Segunda línea: etiqueta del pozo (se mostrará en el pozo)

18 2 2 1 0 1 0 0 La tercera línea contiene los parámetros de control:
 registro 18 – coordenada del pozo en el perfil.

2 - ancho de la imagen (en porcentaje de la longitud del perfil, normalmente 1 - 20).

2 - tipo de visualización de los datos, 0 - 3.

0 - datos de registros de pozo (en forma de gráfico);

1 - datos de registros de pozo (columna de color interpolada); para mostrar los datos se utiliza la escala de colores de la sección;

2 - columna litológica;

3 - datos de registros de pozo (columna de color); los colores de los datos mostrados corresponden a la escala del modelo; el color de la columna se selecciona según el valor de la escala de colores del modelo;

1 - Parámetro de normalización de los datos de los registros de pozo, 0 - 2.

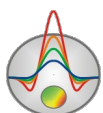
0,1 – se utiliza el mismo mínimo y máximo para todos los datos;

1,2 - se resta de cada registro de pozo su valor medio;

0 - Índice del método de registro de pozo (si es necesario mostrar simultáneamente varios tipos de registros de pozo, se deben introducir los índices de cada método), 0 – n-1, donde n – número de métodos.

1 - Color del gráfico.

0 - Escala de los datos: logarítmica 0, lineal 1.



0 – Desplazamiento vertical del pozo con respecto a la superficie terrestre.

3246.txt descripción del siguiente pozo en el perfil

pozo3246

102 2 2 1 0 1 0 0

Anexo 2. Formatos de archivos de texto auxiliares

En este anexo se describen los archivos de texto que el programa lee o crea, además de los archivos de datos y de proyecto. En todos los archivos, los valores de una línea se separan mediante espacios o tabuladores.

Archivo de topografía (File/Import elevations)

Extensiones *.xyz, *.dat o *.txt. Cada línea contiene al menos tres números: X, Y y Z (cota absoluta); se omiten las líneas con menos valores. La altura de cada punto de sondeo se calcula como el promedio ponderado por la inversa de la distancia de los 10 puntos más cercanos del archivo. Las coordenadas X, Y deben estar en el mismo sistema que las coordenadas de los puntos de sondeo.

Perfil de zona acuática (Options/Data operations/Aquatic survey/Load x/rho/z profile)

Tres columnas: distancia a lo largo del perfil, resistividad del agua, profundidad del agua. Se omiten las líneas con resistividad ≤ 0 . Los valores se interpolan linealmente en las posiciones de los puntos de sondeo; la profundidad del agua se tiene en cuenta como una cota con signo negativo.

Ejemplo:

0 0.3 2.5

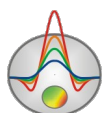
100 0.3 4.1

250 0.35 6.0

Archivo de límites a priori (Options/Invert&apriori/Load boundaries from file)

Extensión *.txt. La primera línea es el encabezado con los nombres de las columnas: x, y si es necesario, y las columnas de horizontes hor1, hor2 ... (el nombre debe incluir «hor»). Cada línea siguiente (con al menos 5 valores) contiene las coordenadas y las profundidades de los horizontes. Para cada punto de sondeo se selecciona la línea más cercana: según las coordenadas X, Y si existe una columna y; de lo contrario, según la posición en el perfil. Las profundidades de los horizontes se toman en valor absoluto, se ordenan y definen los límites de las capas del modelo inicial.

Ejemplo:



```

x y hor1 hor2 hor3
5420 3110 0 12.5 40
5470 3112 0 14.0 43

```

Archivo de límites (.bnd)*

Se crea con el botón Save boundaries to file del panel de límites a priori. Para cada límite se escriben dos líneas: la primera contiene las coordenadas alternadas de los nodos X Z (X1 Z1 X2 Z2 ...), y la segunda, los parámetros de visualización de la línea. Al cargarlo, el archivo se lee en el mismo orden.

Datos SEV (Options/VES data/Load VES data)

El archivo de texto consta de líneas que comienzan con una etiqueta seguida de valores numéricos:

pos	posición del sondeo en el perfil, m (línea opcional; inicia la descripción de un nuevo sondeo).
ab/2 o ab	semiseparaciones de la línea de corriente, m (los valores ab se dividen por 2).
mn	longitudes de la línea receptora, m (línea opcional; si no está, MN se establece en un tercio del AB/2 mínimo).
app.res o ro_a	resistividades aparentes, $\Omega \cdot m$.

Cada sondeo se vincula al punto de sondeo TEM más cercano por su posición (si no hay una línea pos, se vincula al punto actual). Tras la carga, se abre la ventana Stations positions, donde se puede cambiar la posición de cada sondeo y excluirlo de la carga mediante una casilla de verificación.

Ejemplo:

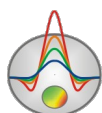
```

pos 100
ab/2 1.5 3 5 10 20 40 80
mn 1 1 1 2 2 4 4
app.res 120 98 75 60 72 110 160

```

Datos MT (Options/MT data/Load MT data)

pos	posición del sondeo en el perfil, km (al cargar, se multiplica por 1000).
per o frq	períodos, s (o frecuencias, Hz, que se convierten en períodos).
app.res o ro_a	resistividades aparentes, $\Omega \cdot m$.
pha o phi	fases de impedancia, grados.



La vinculación a los puntos de sondeo TEM y la ventana Stations positions funcionan igual que para los datos SEV.

Archivo de coordenadas de los puntos de sondeo (ventana Stations locations)

Cada línea contiene el nombre del punto de sondeo, seguido de las coordenadas X, Y y, si es necesario, la cota Z. Se omiten las líneas en las que no se encuentra ningún nombre de punto del proyecto.

Archivo DOI (Options/Draw DOI)

El archivo doi.txt se crea en la carpeta del programa. La primera línea es el encabezado «name x y dist DOI»; a continuación, se escriben para cada punto de sondeo su nombre, coordenadas X e Y, distancia a lo largo del perfil y profundidad de investigación.

Modelo Geosoft (File/Export to/Geosoft model)

Archivo de texto *.dat delimitado por tabuladores. Encabezado: station, X, Y, elevation, seguidos de las columnas Z1...Zn (profundidades de las bases de las capas) y de las columnas de parámetros de cada capa. Cada línea corresponde a un punto de sondeo; los valores ausentes se indican con «*».

Archivo de modelos MOD1D (File/Export to/MOD1D file)

Archivo de texto con un encabezado compuesto por las líneas format: zond1d_models, software: <programa>, units: m (o km) y sounding_number: <número de sondeos>. A continuación, para cada sondeo se escribe un bloque de líneas: nombre, coordenadas X Y Z, posición en el perfil, número de capas, nombres de los parámetros, indicador de parámetros logarítmicos, valores de los parámetros por capa y espesores de las capas.

Tabla del modelo (Save table / Open table, tabla de parámetros)

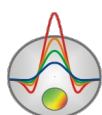
La primera línea es «units m» o «units km». A continuación, se escribe una línea por capa con los valores de las celdas de la tabla de parámetros en el orden de las columnas. Al leer el archivo, todos los caracteres a partir de «/» se consideran comentarios.

Forma del pulso (ventana Pulse shape)

La primera línea indica el número de nodos N; a continuación, hay N líneas con dos valores cada una: el tiempo y la amplitud relativa del pulso en el nodo.

Paleta (.csf, *.clr)*

Archivo *.csf: la primera línea indica el número de deslizadores de la paleta; a continuación, hay una línea por deslizador con el color (número entero) y la posición del deslizador en la escala. Archivo *.clr (formato de paletas de Surfer): en cada línea se utilizan el segundo, tercer y cuarto valores, que corresponden a los componentes R, G, B del color.



Niveles de isolíneas (.lvl)*

Formato de niveles de Surfer: la primera línea es «LVL2» y la segunda contiene los encabezados de las columnas. A continuación, hay una línea por nivel con el valor del nivel, un indicador, el color de la línea en formato «R... G... B...», el estilo y el grosor de la línea, el color de relleno y los parámetros del estilo de relleno.

Datos de registros de pozo (Boreholes, archivo de texto)

Cada línea contiene la profundidad y el valor del parámetro de registro de pozo (se utilizan los dos primeros números de la línea).

Paleta de litología (Save default palette / Load default palette)

11 líneas, cada una con dos números enteros: el estilo de relleno y el color.

Materiales adicionales:

Videotutoriales en el canal de YouTube:

https://www.youtube.com/channel/UCGtpRIIZkc9CsLfiuz4VvmQ?view_as=subscriber

Grupo de soporte en LinkedIn:

<https://www.linkedin.com/groups/6667336/>

Proyectos de demostración de Zond:

<ftp://zond-geo.com/>

Username: download@zond-geo.com

Password: 12345

El programa no funciona con el dongle USB

- 1) El controlador del dongle no está instalado o no se ha instalado correctamente. En algunos sistemas, el dongle se detecta correctamente como dispositivo HID y no es necesario instalar el controlador; en otros, no, y es necesario instalarlo. Enlace para descargar el controlador: http://senselock.ru/files/senselock_windows_3.1.0.0.zip. En el Administrador de dispositivos, el dongle debe aparecer como “Senselock Elite”
- 2) Ha finalizado el periodo de actualizaciones gratuitas. En este caso, se debe utilizar la última versión que funcione o adquirir 2 años adicionales de actualizaciones.
- 3) A veces, al cambiar el dongle al modo HID, es posible que el sistema no lo reconozca como dispositivo HID. En ese caso, se debe volver a cambiar al modo USB mediante una pequeña aplicación que se puede descargar en el siguiente enlace: <http://www.zond-geo.com/zfiles/raznoe/SenseSwitch.zip>. “senseswitch.exe” se ejecuta desde cmd con el comando: senseswitch.exe usb

