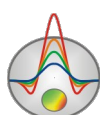


Programa de interpretación bidimensional de datos de sondeos magnetotelúricos.

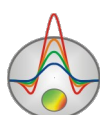
(MT, AMT, RMT)

ZONDMT2D

<i>Finalidad y funciones del programa.....</i>	<i>3</i>
<i>Requisitos del sistema.....</i>	<i>6</i>
<i>Instalación y desinstalación del programa.....</i>	<i>6</i>
<i>Convenciones utilizadas en el programa.....</i>	<i>6</i>
<i>Primeros pasos con el programa y opciones principales.....</i>	<i>6</i>
Procedimiento de trabajo con el programa.....	7
Creación y apertura de un archivo de datos en formato m2d.....	8
Barra de herramientas de la ventana principal del programa.....	10
Menú de funciones de la ventana principal del programa.....	11
Teclas de acceso rápido.....	26
Barra de estado.....	26
Configuración de la malla del modelo inicial.....	27
<i>Formato del archivo de datos principal.....</i>	<i>29</i>
<i>Importación de datos en otros formatos.....</i>	<i>31</i>
Archivos EDI.....	32
Tabla universal de datos.....	34
Archivos Phoenix csv.....	35
Impedancia, resistividad aparente y rotación.....	35
<i>Preparación de los datos para la inversión.....</i>	<i>36</i>
Edición de los resultados de medición.....	36
Módulo de control de calidad y procesamiento de datos MT-Editor.....	40
MT Editor: referencia de los elementos no descritos anteriormente.....	51
Procesamiento spline de los datos.....	62
Corrección de los desplazamientos galvánicos estáticos.....	64
Módulo AK MT-Corrector.....	66
<i>Introducción y edición de información topográfica.....</i>	<i>73</i>
<i>Inversión de datos.....</i>	<i>77</i>
Calibración de la malla del modelo y trabajo con la topografía.....	77



Diálogo de configuración de los parámetros del programa.....	78
Módulo de cálculo de 64 bits.....	88
Visualización de datos y del modelo.....	89
Gráficos.....	89
Pseudosección.....	91
Modos de visualización del modelo de malla.....	93
Modelización y trabajo con modelos de distintos tipos.....	96
Definición del diseño de adquisición.....	97
Editor del modelo.....	98
Trabajo con el modelo de malla.....	98
Modelización e inversión en un modelo de capas arbitrarias.....	101
Modelización poligonal.....	104
Cuadros de diálogo auxiliares de modelización e inversión conjunta.....	108
Información previa.....	112
Incorporación de límites geológicos (opción Set boundaries).....	112
Creación de datos de pozo.....	118
Visualización de resultados.....	123
Trabajo con varios modelos en un mismo proyecto.....	123
Ventana de construcción del modelo geológico-geofísico.....	125
Visualización 3D de modelos geoelectricos a partir de varios perfiles.....	129
Diálogo Model smooth/raster.....	137
Guardado de los resultados de la interpretación.....	138
Configuración de objetos gráficos.....	139
Diálogo Bitmap output settings.....	139
Diálogo de configuración de los parámetros de la sección de contornos y la pseudosección	140
Diálogo de configuración de la paleta.....	143
Editor de ejes.....	143
Editor de gráficos.....	146
Cuadro de diálogo de configuración de los parámetros de visualización del modelo.....	148
Diálogo de configuración de los parámetros del conjunto de gráficos.....	151
Apéndice. Opciones del menú principal no descritas en las secciones principales.....	153



Finalidad y funciones del programa

El programa **ZondMT2D** está destinado a la interpretación bidimensional de datos de perfil de sondeos magnetotéluricos (MT, AMT, RMT). Su interfaz intuitiva y sus amplias posibilidades de representación de datos permiten resolver de manera eficaz el problema geológico planteado.

La principal característica del campo magnetotélurico en un medio bidimensionalmente heterogéneo es su división en dos componentes independientes, denominadas polarizaciones o modos. La diferencia fundamental entre los campos polarizados en E (TE) y en H (TM) es que, en el primer caso, las anomalías son de origen inductivo y, en el segundo, de origen galvánico. En la polarización E, el campo eléctrico está polarizado a lo largo de las estructuras, por lo que las corrientes no atraviesan los límites entre zonas con distinta resistividad. Las anomalías se manifiestan debido a las corrientes excedentes inducidas en las heterogeneidades conductoras, o a un número reducido de corrientes inducidas en las heterogeneidades resistivas. En cambio, en la polarización H las corrientes fluyen transversalmente a las estructuras. En este caso, atraviesan los límites de las heterogeneidades y las anomalías se manifiestan por la concentración galvánica de las corrientes en ellas (en las heterogeneidades de baja resistividad) o porque las corrientes las rodean (en las heterogeneidades de alta resistividad).

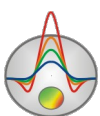
El estudio de los campos bidimensionales se reduce a considerar por separado dos problemas: uno para la polarización E y otro para la polarización H. La resolución de estos problemas es mucho más sencilla que la del sistema completo de ecuaciones de Maxwell.

En el caso de la polarización eléctrica TE, la ecuación de Maxwell se expresa de la forma siguiente:

$$\frac{\partial}{\partial y} \frac{1}{i\omega\mu} \frac{\partial E_x}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} \frac{1}{i\omega\mu} \frac{\partial E_x}{\partial z} = -\sigma E_x$$

Aquí, ω es la frecuencia angular de las oscilaciones del campo y μ_0 es la permeabilidad magnética del vacío.

En este caso, se supone que el medio en las proximidades del punto es homogéneo, con una conductividad eléctrica σ . La solución de esta ecuación proporciona la distribución de σE_x en el interior de la zona de modelización. Las dos componentes del campo magnético se pueden obtener a partir de E_x :



$$H_y = -\frac{1}{i\omega\mu} \frac{\partial E_x}{\partial z}$$

$$H_z = \frac{1}{i\omega\mu} \frac{\partial E_x}{\partial y}$$

La resistividad aparente y la fase para E_x y H_y se calculan mediante las fórmulas

$$\rho_{xy} = \frac{1}{i\omega\mu} \left| \frac{E_x}{H_y} \right|^2$$

$$\phi_{xy} = \arg \left(\frac{E_x}{H_y} \right)$$

En el caso de la polarización magnética TM, la ecuación de Maxwell se expresa de la forma siguiente.

$$\frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{1}{\sigma} \frac{\partial H_x}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{1}{\sigma} \frac{\partial H_x}{\partial z} \right) = i\omega\mu H_x$$

La solución de esta ecuación permite determinar E_x en el interior de la zona de modelización.

Las dos componentes del campo eléctrico se pueden obtener a partir de H_x :

$$E_y = \frac{1}{\sigma} \frac{\partial H_x}{\partial z}$$

$$E_z = -\frac{1}{\sigma} \frac{\partial H_x}{\partial y}$$

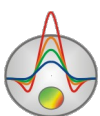
La resistividad aparente y la fase en la polarización magnética se determinan del mismo modo.

Para resolver el problema directo y el problema inverso se utiliza el método de los elementos finitos, que ofrece mejores resultados que los métodos de malla.

Al modelizar el campo electromagnético de una onda plana, el medio se divide en una malla de celdas triangulares con distintas resistividades eléctricas. El comportamiento del campo dentro de cada celda se aproxima mediante una función de base lineal.

$$N(x, z) = \frac{(a + bx + cz)}{2A}$$

Para resolver el problema inverso (inversión), se utiliza el método de mínimos cuadrados de Newton con regularización. La regularización aumenta la estabilidad de la solución y permite obtener una distribución más suave de la resistividad en el medio.



$$(A^T W^T W A + \mu C^T R C) \Delta m = A^T W^T \Delta f - \mu C^T R C (m - m_0)$$

donde A es la matriz de derivadas parciales de los valores medidos respecto a los parámetros de la sección (jacobiano), C es el operador de suavizado, W es la matriz de errores relativos de las mediciones, m es el vector de parámetros de la sección, μ es el parámetro de regularización, Δf es el vector de errores de ajuste entre los valores observados y calculados, R es el operador de enfoque.

Durante el desarrollo del problema inverso se prestó especial atención a la incorporación de información a priori (pesos de las mediciones individuales y rangos de variación de los parámetros).

ZondMT2D dispone de un potente sistema de visualización de datos de perfil, un editor de mediciones y un sistema de análisis de sensibilidad y resolución del método.

Para mostrar los valores medidos y calculados, así como su diferencia o los pesos de las mediciones, el programa utiliza dos tipos de gráficos: el panel de gráficos y la pseudosección.

Se pueden consultar los parámetros de las mediciones, asignar pesos (importancia) a mediciones concretas y ajustar sus valores medidos. Es posible asignar pesos a las mediciones según el nivel de ruido y la sensibilidad total de cada medición a los parámetros del medio, o fijar las celdas del modelo cuyos cambios de parámetros apenas afectan a los resultados de las mediciones.

En el sistema de análisis de resolución, se estudia la función de sensibilidad del modelo, es decir, el grado de influencia de cada celda del modelo en los resultados de las mediciones.

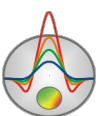
$$S = \text{diag}(A^T A)$$

El análisis de sensibilidad permite seleccionar de forma óptima las frecuencias y el espaciado de las observaciones para resolver el problema geológico planteado.

ZondMT2D utiliza un formato de archivo de datos sencillo y claro. Las características medidas son la resistividad aparente y la fase para dos tipos de polarización. El programa permite importar y mostrar resultados de mediciones obtenidos con otros métodos, lo que favorece un enfoque más integral de la interpretación de los datos.

En **ZondMT2D** se incluye un sistema de modelización que permite definir conjuntos de frecuencias y las posiciones de los puntos de medición.

El programa **ZondMT2D** proporciona herramientas prácticas para la interpretación automática e interactiva de datos de sondeos magnetotelúricos de perfil y puede utilizarse en ordenadores personales compatibles con IBM PC que ejecuten el sistema operativo Windows.



Requisitos del sistema

El programa **ZondMT2D** puede instalarse en un ordenador con Windows XP o superior. Requisitos recomendados del sistema: procesador P IV-2 GHz, 4 GB de memoria, resolución de pantalla de 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 **ZondMT2D** se distribuye a través de Internet. El paquete 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 guardar 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, descomprima el archivo del controlador (que se puede descargar del sitio web www.zond-geo.com) y ejecute el archivo InstWiz3.exe. Una vez instalado el controlador, inserte la llave. Si todo funciona correctamente, aparecerá un mensaje en la barra de tareas 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 en ohmios por metro.

Φ - fase de la impedancia, en grados. Valor positivo. Debe estar en el cuadrante de 0 a 90 grados.

F - Frecuencia en hercios.

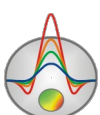
T - Periodo, magnitud inversa de la frecuencia a la que se realizó la medición, en segundos.

La pseudopropundidad es la profundidad aproximada de investigación, relacionada con el espesor de la capa de piel.

T – tipper, en unidades relativas

Todas las magnitudes geométricas del programa se expresan en kilómetros (aunque se pueden mostrar en metros).

Primeros pasos con el programa y opciones principales



Procedimiento de trabajo con el programa

En esta sección se describe brevemente el procedimiento de trabajo con **ZondMT2D**.

Para comenzar a trabajar con el programa, abra el archivo de datos desde el menú principal **File/Open file**.

El programa admite varios formatos de almacenamiento de datos magnetotélúricos, como EDI, J o REBOCC.

Después de abrir el archivo o los archivos de datos, aparece el cuadro de diálogo de configuración del modelo inicial (Mesh constructor). En este cuadro se definen los parámetros de la malla del modelo geoelectrico. Este cuadro de diálogo se describe detalladamente en la sección [«Configuración de la malla del modelo inicial»](#); por lo general, se pueden utilizar los ajustes predeterminados del programa. Una vez configurados los parámetros de la malla, pulse **Apply**, y el programa pasará al modo de trabajo.

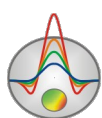
La ventana principal del programa consta de tres partes. La parte superior muestra la pseudosección o los gráficos de los parámetros medidos; la parte central, la pseudosección o los gráficos de los parámetros calculados; y la parte inferior, el modelo del medio.

El siguiente paso consiste en editar y procesar los datos, incluidas la filtración, la rotación del sistema de coordenadas, la introducción de correcciones para compensar los desplazamientos galvánicos, entre otras operaciones. El procesamiento de datos se realiza en el módulo al que se accede mediante la opción **Options/MT Editor** y se describe en la sección [«Módulo de control de calidad y edición de datos»](#).

Antes de iniciar la inversión, es necesario configurar sus parámetros mediante el cuadro de diálogo Program Setup, disponible en el menú principal **Options/Program setup** o mediante el botón  de la barra de herramientas. Para obtener más información sobre la configuración de los parámetros de inversión, véase la sección [«Cuadro de diálogo de configuración de los parámetros del programa»](#).

Para iniciar la inversión, pulse el botón  de la barra de herramientas del programa. Una vez finalizado el cálculo, se pueden consultar los valores del error de ajuste relativo en la barra de estado del programa. También es posible evaluar visualmente la convergencia entre los datos iniciales y los calculados mediante el cuadro de diálogo de visualización de las curvas de sondeo (véase la sección [«Cuadro de diálogo de visualización y edición de las curvas de sondeo»](#)) y uno de los modos de representación de los datos: [Pseudosecciones](#) o [Gráficos](#).

Una vez obtenido el modelo (corte inferior en la ventana principal del programa), los resultados del cálculo se pueden guardar en el formato de proyecto **ZondMT2D** y/o en uno de los



formatos gráficos y tabulares disponibles (para más información, véase la sección «[Guardar los resultados de la interpretación](#)»).

Si se trabaja en modo de modelización, no es necesario cargar un archivo de datos: se puede crear un diseño de adquisición sintético con cualquier parámetro y definir la geometría y las propiedades del medio. Una vez resuelto el problema directo, los resultados obtenidos se pueden guardar y abrir como datos observados para probar la inversión. Para más información sobre la modelización matemática en el programa **ZondMT2D**, véase la sección «[Modelización y trabajo con el modelo](#)».

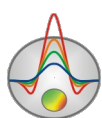
Creación y apertura de un archivo de datos en formato m2d

Para empezar a trabajar con el programa **ZondMT2D**, es necesario crear un archivo de datos en un formato determinado que contenga información sobre las estaciones y los resultados de las mediciones. Los archivos de datos de texto organizados en el formato del programa **ZondMT2D** tienen la extensión «*.m2d». El formato del archivo de datos se describe detalladamente en la sección «[Formato del archivo de datos principal](#)». Normalmente, un archivo contiene datos de un perfil de observación. El archivo de proyecto tiene la misma extensión, pero su estructura es binaria y contiene los principales ajustes y resultados del trabajo con el programa.

ZondMT2D también admite los formatos de datos más populares: REBOCC (*.shc), EDI, Mackie (*.inp), ZondMT1D (*.mdf), J format, StrataGem, IPI2WinMT y Zonge AVG files. También se pueden abrir archivos de datos de origen en formato EDI. Al abrir un archivo en un formato de terceros, el procedimiento posterior es análogo al que se sigue con los archivos estándar en formato ZondMT.

Al abrir un archivo de datos, aparece la ventana de diálogo **Survey plane** (véase la figura), que muestra la posición de las estaciones en el área. Las herramientas de esta ventana de diálogo permiten definir una línea de perfil arbitraria, lo que resulta útil al trabajar con datos de área.

Una vez definido el perfil y seleccionadas las estaciones a lo largo de este, todas las estaciones incluidas en el perfil se muestran en azul. También se puede excluir una estación del perfil o volver a incluirla haciendo clic con el botón izquierdo del ratón sobre ella. Si la línea del perfil no pasa directamente por las estaciones, la proyección de la estación sobre el perfil se muestra en verde. Una vez creado el perfil, se debe pulsar el botón para pasar al modo de inversión ; a continuación, aparece la ventana para crear el modelo inicial [Mesh constructor](#). Los pasos posteriores de trabajo con el programa no dependen del formato del archivo de entrada.



Una alternativa al uso de un archivo de datos es crear un diseño de adquisición sintético que permita modelizar distintas situaciones geológicas (para más información, véase la sección [«Modelización y trabajo con el modelo»](#)).

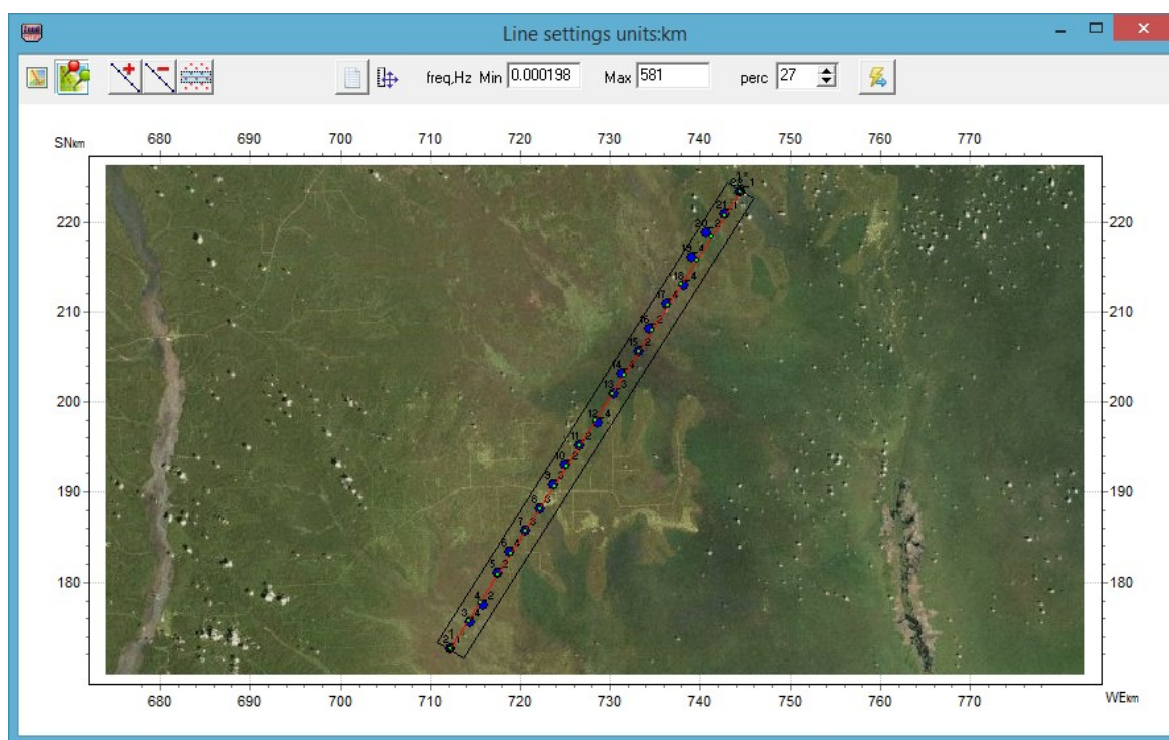
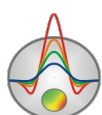
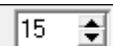


Fig. 1 Ventana de diálogo Survey plane para trabajar con datos de área

La barra de herramientas principal de la ventana incluye las siguientes funciones:

	Cargar un archivo de imagen de fondo (archivo con extensión *.bmp o *.sec). Si se selecciona un archivo con extensión .bmp, aparece una ventana de diálogo para introducir las coordenadas rectangulares correspondientes a los límites de la imagen.
	Cargar un mapa de la zona desde Internet. Para ello, las coordenadas de las estaciones deben estar definidas en coordenadas UTM. Si hay problemas de carga, se debe introducir una clave vigente 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 del perfil; con el botón derecho, se define el último punto.
	Eliminar el perfil.
	Incluir automáticamente las estaciones en el perfil (se incluyen las estaciones situadas dentro de un área rectangular alrededor de la línea definida).

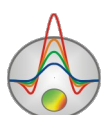


	Abrir una tabla para introducir o editar manualmente las coordenadas de las estaciones.
Frq,HZ: Min-Max	Establecer la frecuencia mínima y máxima de las mediciones, respectivamente. Las mediciones que estén fuera del intervalo seleccionado no se cargarán en el programa.
	Seleccionar la escala de la imagen: proporciones iguales o máximo ajuste al área de la ventana.
	Establecer el tamaño del área para la selección automática de estaciones en el perfil (como porcentaje del tamaño de la imagen).
	Pasar al modo de inversión de los datos del perfil seleccionado

Barra de herramientas de la ventana principal del programa

La barra de herramientas permite acceder rápidamente a las funciones más utilizadas del programa. Incluye los siguientes botones:

	Abrir un archivo de datos o de proyecto (o cargar varios archivos, por ejemplo, en formato EDI).
	Abrir el cuadro de diálogo para guardar datos o el proyecto.
	Abrir el cuadro de diálogo para configurar los parámetros de inversión.
	Abrir la ventana con los datos de campo en forma de tabla.
	Abrir la ventana para trabajar con curvas de sondeo individuales.
	Abrir la ventana para trabajar con datos de TEM o SEV cargados en el proyecto y suprimir los desplazamientos galvánicos de los datos magnetotelúricos.
	Activar el modo de trabajo con el modelo de bloques (malla).
	Activar el modo de trabajo con el modelo de capas arbitrarias.
	Activar el modo de modelización poligonal.
	Iniciar el procedimiento de resolución del problema directo.



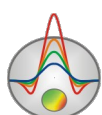
	Iniciar el procedimiento de inversión o detenerlo (al volver a pulsar).
	Iniciar el procedimiento de inversión 1D para todo el perfil. El botón derecho del ratón abre un menú para seleccionar el tipo de inversión 1D. Opciones: <i>1D all stations</i> – inversión de los datos promediados de todo el perfil y aplicación del resultado a todo el perfil. <i>1D current station</i> – inversión de los datos de la estación actual y aplicación del resultado a todo el perfil. <i>1.5D profile</i> – inversión secuencial de los datos de los sondeos MT a lo largo del perfil, con promediado. La inversión se aplica a los datos del modo actual.
	Deshacer el paso anterior de modificación del modelo del medio.
	Pasar a trabajar con datos de polarización magnética.
	Pasar a trabajar con datos de polarización eléctrica.
	Pasar a trabajar con datos de impedancia efectiva.

Menú de funciones de la ventana principal del programa

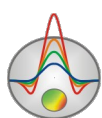
Si durante el trabajo con el programa es necesario consultar la ayuda de una función del menú, se hace clic derecho en esa opción.

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

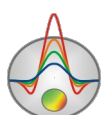
File/Open file	Abrir un archivo de datos o de proyecto.
File/Create synthetic survey	Abrir el cuadro de diálogo para crear un sistema sintético de mediciones. Este cuadro de diálogo activa el modo de modelización del programa. Este modo puede resultar útil al planificar trabajos geofísicos.
File/Save file	Abrir el cuadro de diálogo para guardar datos o el proyecto.
File/Edit file	Abrir en Notepad el archivo de texto de datos utilizado por el programa.
File/Print preview	Abrir el cuadro de diálogo de impresión de la ventana principal



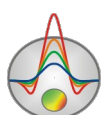
	del modelo y los datos.
File/Run ZondMT1D	Ejecutar el proyecto actual en el programa de interpretación 1D. Para ello, ZondMT1D debe estar en la misma carpeta.
File/Recent	Abrir uno de los proyectos abiertos anteriormente.
File/Exit	Salir del programa.
Options/ MT Editor	Abrir el módulo de procesamiento y evaluación de la calidad de los datos de campo.
Options/Mesh constructor	Abrir el constructor de malla para la modelización. Incluye un conjunto de opciones para crear la malla automáticamente y realizar ajustes detallados destinados a usuarios experimentados.
Options/Project information	Mostrar información sobre el proyecto cargado. La información del proyecto se puede editar en la ventana que aparece.
Options/Inversion setup	Abrir el cuadro de diálogo de configuración de los parámetros de inversión .
Options/Data editor	Abrir la ventana con los datos de campo en forma de tabla.
Options/Geological editor	Construir una sección interpretativa (geológica) basada en datos geofísicos. Se utiliza una interfaz poligonal para definir los objetos.
Options/3D fence diagram	Abrir la ventana de visualización 3D de secciones geoeléctricas, teniendo en cuenta sus coordenadas reales. Para construir varias secciones, es necesario cargarlas desde archivos mod2d.
Options/ Inversion / Set boundaries	Abrir el cuadro de diálogo para definir los límites que el programa tendrá en cuenta durante la inversión. Utilice esta herramienta si conoce con exactitud la posición de los límites. Procure situarlos lo más cerca posible de las líneas guía de la malla. Es preferible usarla en combinación con Occam inversion y smoothness factor = 0.1..1.
Options / <i>Inversion</i> / 64 bit version	Utilice la versión de 64 bits solo para levantamientos de gran tamaño. Algunas opciones pueden no funcionar en la versión de 64 bits. Si una opción no funciona, compruebe la configuración del antivirus, que puede bloquear el funcionamiento de la biblioteca.
Options / Inversion / Whole model inv	Utilice esta opción si no está seguro de haber elegido correctamente la profundidad máxima de investigación o si la



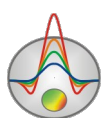
	inversión produce distorsiones en los bordes del modelo. Por lo general, esto se debe a la influencia de objetos situados fuera del perfil de investigación. Si la opción está activada, el programa también invierte las celdas fuera del campo de visión (malla externa); de lo contrario, en los bordes de la sección se utiliza un modelo 1D.
Options/ <i>Inversion</i> / Long-line inversion	Este procedimiento divide el perfil en varios segmentos superpuestos y los invierte por separado. En la mayoría de los casos no se recomienda este método, siempre que el número de estaciones no supere las 5000.
Options/ <i>Inversion</i> / Invert with static shift ± 3	Ajustar los desplazamientos galvánicos de las curvas de resistividad aparente como parámetros adicionales durante la inversión (para cada modo). La opción establece el límite máximo de desviación de la curva con respecto a la observada en escala logarítmica.
Options/ <i>Inversion</i> / Optimization	Configuración de los parámetros de optimización.
Options / <i>Inversion</i> / Optimization / Line search	Buscar el parámetro de amortiguamiento óptimo en cada iteración (el proceso de inversión se ralentiza aproximadamente entre 3 y 4 veces). En la mayoría de los casos, esta opción permite alcanzar el error de ajuste mínimo en pocas iteraciones, pero aumenta el tiempo de ejecución de cada iteración y puede hacer que la solución quede atrapada en un mínimo local. Si la opción está desactivada, el comportamiento del parámetro de amortiguamiento se controla mediante dos parámetros: smoothing factor (valor inicial) y factor (coeficiente de reducción).
Options / <i>Inversion</i> / Optimization /Lim based inv	Si se establecen límites generales de variación de los parámetros demasiado estrechos o límites individuales para algunas celdas, la inversión intentará llevar los parámetros más allá de los límites establecidos. Esto puede afectar considerablemente a la velocidad de convergencia. En ese caso, se debe activar esta variante de inversión, que reduce, por una parte, la contribución de las celdas cuyos parámetros exceden los límites y, por otra, utiliza normas especiales para los parámetros que dificultan que se superen dichos límites.



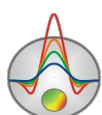
Options / Inversion / Optimization / Factor	Si la opción line search está desactivada, Factor controla el comportamiento del parámetro de amortiguamiento durante la inversión. En la primera iteración se utiliza el valor de smoothing factor y, en cada iteración siguiente, este valor se divide por el coeficiente especificado por el usuario. Smoothing factor se puede seleccionar automáticamente si se marca la opción situada junto al campo de entrada Smoothing factor (en la pestaña Model de Inversion setup).
Options / Inversion/ Optimization / Precondition	El uso de esta opción es controvertido. Por una parte, el preconditionamiento del problema inverso puede acelerar la convergencia y permitir obtener un modelo más estable. Por otra, puede desestabilizar por completo la solución final. No se recomienda combinarla con la inversión enfocada.
Options / Inversion / Method / Gauss-Newton	Utilizar el método iterativo de Gauss-Newton. Es el método estándar de mínimos cuadrados. Converge rápidamente y se recomienda en la mayoría de los casos. Todas las opciones de configuración de la inversión están disponibles para este método.
Options / Inversion / Method / iGauss-Newton	Utilizar el método implícito de Gauss-Newton. En lugar de calcular la matriz jacobiana completa, se calculan $J * V$ y $J^T * v$. Esto permite ahorrar mucha memoria, pero la convergencia es más lenta y no todas las funciones están disponibles con este método. No se recomienda este método.
Options/Inversion/ Resolution	Conjunto de parámetros para aumentar la resolución de la inversión. Estas opciones permiten aumentar la influencia de las celdas poco sensibles y reducir la de las muy sensibles. De este modo, aumenta la resolución, es decir, la capacidad de detectar objetos más pequeños a profundidad. Estas opciones deben utilizarse con precaución.
Options / Inversion / Smoothness	Este conjunto de opciones permite controlar la suavidad y el operador de suavizado. Pueden influir considerablemente en el resultado de la inversión. Corresponden al segundo término de la función objetivo $C^C*(m-m_0)$.
Options / Inversion / Smoothness /	m_0 (modelo de referencia) es un modelo definido por el usuario (o el resultado de una inversión). En este caso, el objetivo principal de la inversión es reducir el error de ajuste y, al mismo tiempo,



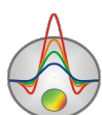
m0-start model	mantener la proximidad al modelo de referencia. El parámetro Smoothing factor controla el grado de proximidad. Funciona con la inversión Occam y Focused.
Options / Inversion / Smoothness m0/ m0-median model	m0 (modelo de referencia) es la mediana del modelo en la iteración actual. En este caso, el objetivo principal de la inversión es reducir el error de ajuste y, al mismo tiempo, obtener el modelo más suave posible. El parámetro Smoothing factor controla la suavidad. Funciona con la inversión Occam y Focused. Es la mejor opción para la inversión enfocada o la inversión con límites a priori.
Options / Inversion / Smoothness m0/ m0-previous model	m0 (modelo de referencia): modelo de la iteración anterior. En este caso, el objetivo principal de la inversión es obtener el error de ajuste mínimo con una convergencia estable. La velocidad de convergencia se controla mediante el parámetro Smoothing factor. Funciona con la inversión Occam y Focused. En ocasiones, la inversión focused no produce el resultado deseado (un modelo por bloques).
Options / Inversion / Smoothness m0/ Natural smoothness	El operador de suavizado se construye teniendo en cuenta la geometría real de la malla del modelo. Normalmente, esto permite obtener resultados de inversión más suaves.
Options / Inversion / Smoothness m0/ Average window m0	Buscar el valor medio de los parámetros del modelo de referencia m0 en la ventana definida por el usuario, en el modo Smoothing=median.
Options / Inversion / Smoothness m0/ Diagonal flatness filter	Suavizado diagonal durante la inversión. Se recomienda usar esta opción si la sección contiene estructuras inclinadas.
Options / Inversion / Cross-gradient / Pushing factor	Parámetro principal de la inversión conjunta que controla el grado de similitud de las imágenes (mínimo del gradiente cruzado) de los modelos de dos métodos. Normalmente, se selecciona mediante ensayo y error en el intervalo 0-1000. Si el valor es cero, los modelos se ajustan de forma completamente independiente. Los valores altos del parámetro pueden causar un error de ajuste elevado en uno o ambos métodos. Los errores de ajuste se pueden equilibrar asignando pesos a los métodos correspondientes.



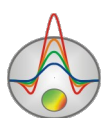
Options / Inversion / Cross-gradient / Off-layers num	A menudo, la parte superior de la sección es muy heterogénea y presenta diferencias entre los métodos geofísicos. En estos casos, se deben excluir varias capas superiores del operador de gradiente cruzado. Así, la parte superior podrá cambiar libremente.
Options / Inversion / Cross-gradient / MinMax range	Definir el intervalo de variación de los parámetros del segundo método que participa en la inversión conjunta.
Options / Inversion / Cross-gradient / CC criteria	Usar el criterio de correlación global entre los dos modelos para la inversión conjunta. Si se selecciona este algoritmo, los valores de pushing factor deben estar en el intervalo 0-2.
Options / Inversion / Cross-gradient / Seismic data	Seleccionar los datos de sísmica para la inversión conjunta.
Options / Inversion / Cross-gradient / Gravity data	Seleccionar los datos de gravimetría para la inversión conjunta.
Options / Inversion / Cross-gradient / Magnetic data	Seleccionar los datos de magnetometría para la inversión conjunta.
Options / Inversion / Cross-gradient / BG image	Seleccionar la imagen de fondo que se utilizará como base para la inversión conjunta. Se recomienda usar imágenes en escala de grises.
Options/Inversion/ Data errors/No errors	Asignar el mismo valor de uno a los pesos de todos los tipos de mediciones. A estos valores se aplicarán los pesos relativos de la ventana de configuración de los parámetros de inversión.
Options/Inversion/ Data errors/Relative errors	Usar para la inversión los pesos de las mediciones calculados a partir de los errores de medición (std.dev). A estos valores se aplicarán los pesos relativos de la ventana de configuración de los parámetros de inversión.
Options/Inversion/ Data errors/Original errors	Usar para la inversión como pesos de las mediciones los valores inversos de los errores de medición (std.dev). A estos valores se aplicarán los pesos relativos de la ventana de configuración de los parámetros de inversión.
Options/Inversion/	Normalizar los pesos de las mediciones mediante el parámetro de



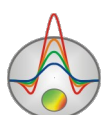
Data errors/Norm to skew	tridimensionalidad SKEW. De este modo, se suprime la influencia de los objetos 3D. Para usar esta opción, deben estar disponibles los datos de ambos modos. Los valores de SKEW se pueden consultar en MT-Editor.
Options/ Data / Apparent resistivity	Mostrar los valores de resistividad aparente.
Options/Data/Phase, Deg	Mostrar los valores de la fase de impedancia.
Options/Data/Z impedance	Mostrar los valores del módulo de impedancia.
Options/Data/Tipper.r	Mostrar la parte real del tipper.
Options/Data/Tipper.i	Mostrar la parte imaginaria del tipper.
Options/Data/ Pseudo-section	Mostrar los datos calculados y observados en forma de pseudosección .
Options/Data/Graphics-plot	Mostrar los datos calculados y observados como un conjunto de gráficos para distintos periodos.
Options/Data/ Calculated data	Mostrar la pseudosección o los gráficos calculados en la segunda sección.
Options/Data/Data misfit	Mostrar la pseudosección de errores de ajuste relativos en la segunda sección.
Options/ Model / Block section	Mostrar el editor del modelo (modelo de malla representado mediante bloques).
Options/Model/ Smooth section	Mostrar el modelo con una paleta de interpolación suave.
Options/Model/ Contour section	Mostrar el modelo como una sección de contornos.
Options/Model/Resistivity	Mostrar el modelo de resistividad.
Options/Model/Sensitivity	Mostrar la función de sensibilidad del modelo como una sección de contornos.
Options/Model/DOI index	Mostrar el índice de profundidad de investigación como una sección de contornos (para calcularlo se requieren dos ciclos de inversión).
Options/Model/X=Z scale(1:1)	Igualar las escalas horizontal y vertical del modelo.
Options/Model/ Model Editor toolbar	Mostrar la barra de herramientas para editar la malla y el modelo.



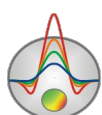
Options/Topography/ Topo coefficient	Definir el coeficiente de distorsión de la topografía con la profundidad. Si el proyecto incluye elevaciones del terreno, este coeficiente indica la rapidez con que la malla se aplanar hasta quedar horizontal. 0: cada capa nueva tiene la misma geometría que la primera; 1: la última capa de la malla es horizontal.
Options/Topography/ Import topography	Cargar los datos de topografía del perfil desde un archivo de texto (dos columnas: x e y).
Options/Topography/ Remove topography	Eliminar los datos de topografía del perfil. Se usa con fines de prueba.
Options/Topography/ Restore topography	Restaurar los datos de topografía del perfil si se han eliminado por algún motivo.
Options/Topography/ Edit topography	Editar los datos de topografía del perfil. Se pueden copiar datos de una tabla de Excel.
Options/Topography/ Smooth topography	Promediar las elevaciones de estaciones adyacentes. Esto ayuda a obtener una topografía más suave a lo largo del perfil.
Options/Topography/ Splined intermediate	Si la opción está activada, para calcular las elevaciones de los nodos intermedios se usa la interpolación por splines; de lo contrario, se usa la interpolación lineal. La opción funciona si el proyecto contiene datos de topografía.
Options/Topography/ Set by mouse	Activar el modo para añadir la topografía con el ratón. La opción funciona del mismo modo que la herramienta para añadir un límite a priori.
Options/ Cutting / Cutting angle	Definir el ángulo de recorte de los bordes izquierdo y derecho del modelo.
Options/Cutting/No cutting	No recortar el modelo.
Options/Cutting/ Cut by angle	Recortar el modelo con el ángulo especificado.
Options/Model/ Bound by stations	Recortar las partes de la sección que quedan fuera de la primera y la última estación.
Options/Model/ Extend bottom	Si se ha definido la topografía del perfil y el coeficiente de distorsión de la topografía es <1 , esta opción prolonga la última capa del modelo hasta la parte inferior de la sección del modelo.
Options/ Borehole / Create/Edit borehole data	Añadir o editar datos de pozo (columnas litológicas).



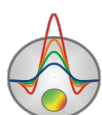
Options/Borehole/ Load borehole data	Abrir y mostrar un archivo con datos de registros de pozo y columnas litológicas, así como archivos en formato mod1d (archivos de interpretación unidimensional).
Options/Borehole/ Remove boreholes	Eliminar del proyecto los datos de registros de pozo y las columnas litológicas.
Options/Borehole/ Set column width	Definir la anchura de la columna litológica al mostrarla en la sección (como porcentaje de la longitud del perfil).
Options/ Extra / Model smooth/raster	Esta herramienta permite suavizar todo el modelo o una parte de él, o agrupar celdas en bloques. La opción puede ser útil para suavizar la parte superior muy heterogénea de la sección o para la inversión de tipo «blocks» (más información).
Options/ Extra / Generate optimal Z-mesh	Construir una malla vertical óptima para el conjunto de frecuencias especificado.
Options/Extra/ Data distribution	Abrir la ventana del gráfico que muestra el número de mediciones en función de la frecuencia (histograma). Permite eliminar las frecuencias con pocas mediciones y, de este modo, acelerar el proceso de interpretación.
Options/Extra/ Model histogram	Mostrar gráficos de distribución de los parámetros del modelo y de las resistividades aparentes. El diálogo permite establecer los valores mínimo y máximo de la escala de colores.
Options/Extra/ Open in modeling mode (On load)	Abrir un archivo de datos en modo de modelización (la opción debe estar activada antes de abrir el archivo).
Options/Extra/ Include extended nodes	Añadir celdas adicionales en los bordes del modelo, fuera de la primera y la última estación (activar antes de abrir el archivo).
Options/Extra/ Units	Seleccionar las unidades en las que se mostrarán las etiquetas de los ejes geométricos y de los ejes de datos. Normalmente se utilizan kilómetros, pero en las observaciones RMT resulta más práctico utilizar metros. Aquí también se pueden seleccionar las unidades del eje de medición: períodos, frecuencias o raíces cuadradas de los períodos.
Options/Extra/ [EDI] Z from rho/phs	Si los archivos EDI contienen valores de impedance y de resistividad aparente/fase al mismo tiempo (normalmente, en ese caso las impedance son los datos originales y las resistividades



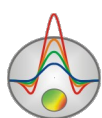
	aparentes/fases son datos procesados), al activar esta opción, el programa utilizará las resistividades aparentes/fases del archivo en lugar de las impedance.
Options/Extra/ [EDI] one file on station	El formato de archivo EDI permite almacenar varias realizaciones de frecuencia de un registro en una estructura section. A veces también se almacenan varias estaciones de esta manera. Esta opción indica al programa que el archivo contiene realizaciones de un mismo registro (una estación).
Options/ Import/Export /Import model/data	Cargar un archivo de gráfico (dos columnas X e Y) o un archivo mod2d para mostrar el modelo en una ventana independiente.
Options/Import/Export/ Remove model/data	Eliminar del proyecto el modelo/datos importados.
Options / Import/Export / Model parts / Save selection	Guardar la parte seleccionada del modelo en un archivo de texto (modo de modelo de malla).
Options / Import/Export / Model parts / Load selection	Cargar una selección desde un archivo de texto e insertarla en el modelo (modo de modelo de malla).
Options / Import/Export / Model parts / Extract 1d log	Exportar a un archivo de texto el modelo 1D de la posición seleccionada.
Options / Import/Export / Model parts / Load 1d log	Importar e integrar un modelo 1D en el modelo actual.
Options / Import/Export / Background image	Conjunto de opciones para gestionar la imagen de fondo.
Options / Import/Export / Background image / Load image	Cargar una imagen de fondo en los formatos bmp, png, sgy y sec. El formato sec es un formato interno de Zond que contiene una imagen y las coordenadas de las esquinas.
Options / Import/Export / Remove background	Eliminar la imagen de fondo del proyecto.
Options / Import/Export / Change sizes	Esta opción permite cambiar en tiempo real las dimensiones y la posición de la imagen de fondo del usuario.
Options / Import/Export / Create shaded map	Utilizar como imagen de fondo un mapa de relieve sombreado generado a partir del modelo actual.
Options/Import/Export/ Save synthetic with noise	Guardar datos sintéticos con ruido añadido.
Options/Import/Export/	Guardar la resistividad aparente y la fase de ambos modos como



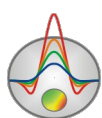
Save effective data	valores efectivos (promedios de los modos). Resulta práctico para exportar a una inversión conjunta en ZondRes2D.
Options/Import/Export/ Export to ZondMT1D	Exportar el modelo al formato del programa ZondMT1D.
Options/Import/Export/ Import from ZondMT1D	Importar un modelo del programa ZondMT1D.
Options/Import/Export/ Load MOD1D/MOD2D	MOD1D/2D son formatos internos de Zond. Permiten intercambiar modelos entre programas o proyectos. El modelo importado se integrará en el modelo actual.
Options/Import/Export/ Save MOD1D/MOD2D	Guardar el modelo en formato 1D (2D) para la interpretación 1D (2D), a fin de intercambiar modelos entre los programas del paquete Zond.
Options/Import/Export/ Direct drawing in Surfer	Representar el modelo actual en Surfer. La representación se puede generar desde el modo Contour section. Pueden surgir problemas si hay dos versiones de Surfer instaladas o si no están instaladas las bibliotecas de intercambio.
Options/Import/Export/ Export model to CAD	Exportar el modelo (sección de contorno en representación vectorial) a un archivo en formato DXF (Autocad).
Options/Import/Export/ Export model to SEG Y	Exportar el modelo actual al formato sísmico del programa seg-y.
Options/Import/Export/ Export model to geosoft	Exportar el modelo actual al formato geosoft.
Options/Import/Export/ Export model to Excel	Exportar el modelo en formato de tabla de Excel.
Options/ Graphics / Observed graphics	Abrir el diálogo para configurar los parámetros de los gráficos de datos observados.
Options/Graphics/ Calculated graphics	Abrir el diálogo para configurar los parámetros de los gráficos de datos calculados.
Options/Graphics/ Colorscale from PS	Copiar la escala de la pseudosección de resistividades aparentes a la sección de contorno del modelo.
Options/Graphics/ Smooth contours	Suavizar los contornos del modelo en el modo de visualización correspondiente (Contour section).
Options/Graphics/ Smoothness	Grado de suavizado de la sección de contorno. Cuanto mayor sea el parámetro de suavizado, más suave será la sección.



Options/Graphics/ Display every n point	Frecuencia de visualización de los puntos en las secciones de parámetros aparentes. Al cargar datos nuevos, este parámetro se selecciona automáticamente para aumentar la velocidad de procesamiento.
Options/Graphics/ Bitmap output settings	Abrir el diálogo para configurar los parámetros de la imagen al exportarla.
Options/Graphics/ Remove blank points	Si la opción está activada, las partes que caigan dentro de la región de recorte del modelo no se guardarán en el archivo de exportación XYZ.
Options / Seismic data / Load SRT data	Para importar datos se utiliza un archivo de texto sencillo con tres columnas cuyos encabezados son: «sx» — coordenada de la fuente (metros), «rx» — coordenada del receptor (metros), «fb» — primera llegada (milisegundos). Las coordenadas (distancias) deben estar en el mismo sistema que el modelo actual (en metros).
Options / Seismic data / Show SRT plot	Mostrar la ventana con los datos sísmicos.
Options / Seismic data / Invert SRT data	Incluir los datos sísmicos en la inversión conjunta para un medio arbitrariamente estratificado.
Options / Seismic data / Set weight of SRT	Establecer un peso común para todos los datos sísmicos de la inversión conjunta. El peso permite reducir o aumentar el error de ajuste relativo del método.
Options / GraviMagnetic / Load new data	Cargar datos gravimétricos y magnéticos desde un archivo de texto (con varias columnas). Los encabezados de las columnas se introducen en la primera fila de la tabla. Los datos deben estar en el mismo sistema de coordenadas (distancias) que el modelo actual (en metros).
Options / GraviMagnetic / Add new data	Añadir datos gravimétricos y magnéticos al proyecto.
Options / GraviMagnetic / Save data	Guardar los datos observados y calculados en un archivo de texto.
Options / GraviMagnetic / Field setting	Configuración de los parámetros de los campos gravitatorio y magnético.
Options / GraviMagnetic / Subtract median grav	Restar la mediana de las observaciones gravimétricas para obtener el campo anómalo.



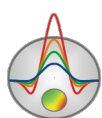
Options / GraviMagnetic / Substract median mag	Restar la mediana de las observaciones magnéticas para obtener el campo anómalo.
Options / GraviMagnetic / Set weight of gravity	Establecer un peso común para todos los datos gravimétricos de la inversión conjunta. El peso permite reducir o aumentar el error de ajuste relativo del método.
Options / GraviMagnetic / Set weight of magnetic	Establecer un peso común para todos los datos magnetométricos de la inversión conjunta. El peso permite reducir o aumentar el error de ajuste relativo del método.
Options / GraviMagnetic / Display GM window	Mostrar la ventana con los datos gravimétricos y magnéticos (y el modelo en modo cross-gradient).
Options / TDEM data / Load TDEM data	Para importar datos se utilizan archivos de texto TDF (zondtem1d) y USF (universal sounding format). Las coordenadas (distancias) deben estar en el mismo sistema que el modelo actual (en metros). La inversión conjunta solo está disponible en el modo de modelo arbitrariamente estratificado, pero estos datos también se pueden utilizar para corregir los desplazamientos galvánicos.
Options / TDEM data / Show TDEM data	Mostrar la ventana con los datos del método TEM o de sondeos de frecuencia.
Options / TDEM data / Invert TDEM data	Incluir los datos TEM o de sondeos de frecuencia en la inversión conjunta para un medio arbitrariamente estratificado.
Options / TDEM data / Set weight of TDEM	Establece un peso común para todos los datos TEM/de sondeos de frecuencia de la inversión conjunta. El peso permite reducir o aumentar el error de ajuste relativo de la inversión.
Options / VES data / Load VES data	Para importar datos se utilizan formatos de texto zond. Las coordenadas (distancias en metros) deben estar en el mismo sistema que el modelo actual. La inversión conjunta solo está disponible en el modo «modelo estratificado arbitrario», pero estos datos también pueden utilizarse para corregir los desplazamientos galvánicos.
Options / VES data / Show VES plot	Mostrar la ventana con los datos del método SEV.



Options / VES data / Invert VES data	Incluir los datos SEV en la inversión conjunta para un medio estratificado arbitrario.
Options / VES data / Set weight of VES	Define el peso total de todos los datos SEV para la inversión conjunta. El peso permite reducir o aumentar el error de ajuste relativo de la inversión.
Buffer	El búfer permite almacenar hasta cinco modelos obtenidos mediante distintos métodos. Se pueden comparar en una ventana especial, lo que puede resultar útil para comparar los resultados de la inversión con distintos ajustes.
Buffer / Model 1	Guardar o cargar un modelo en (desde) el búfer
Buffer / Open	Mostrar la ventana con todos los modelos del búfer.
Help / About	Acerca del programa.
Help / Manual	Abrir el manual del programa.
Help / Error!!!Clear settings	Restablecer todos los ajustes a sus valores iniciales, que se aplicarán tras reiniciar el programa.
Help / Check for updates	Buscar actualizaciones.
Help / Bing maps api_key	Si los mapas no se cargan automáticamente desde Internet, es necesario introducir una clave de usuario <i>bing api key</i> .
Help / Show news	Mostrar noticias.
Help / Send message to us	Enviar un mensaje al desarrollador. Los mensajes se transmiten correctamente solo en caracteres latinos. Por tanto, se debe utilizar la transliteración.

Al pasar a la ventana «modelo estratificado arbitrario» (botón  de la barra de herramientas de acceso rápido de la ventana principal del programa), también están disponibles las siguientes opciones del menú:

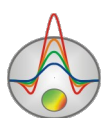
Layered / Model constructor	Abrir el constructor para el modelo estratificado arbitrario.
Layered / Save to mesh	Integrar el modelo estratificado arbitrario en la malla.
Layered / Load from mesh	Utilizar como parámetros de las capas el promedio de todas las celdas incluidas en cada capa.



Layered / Invert boundaries	Ajustar la geometría de los límites durante la inversión. En ocasiones es necesario ajustar únicamente los parámetros (los límites son conocidos y están fijos).
Layered / Draw labels	Mostrar el valor de la propiedad física en el nodo del parámetro. La selección del parámetro que se mostrará se realiza en el constructor.
Layered / Transparent	No colorear las capas. Permite ver la imagen de fondo con los resultados de la inversión en el modo de malla y definir un modelo inicial óptimo.
Layered / Edit mode	Activar el modo de edición del medio estratificado arbitrario. La edición se realiza con el ratón. Los límites se arrastran verticalmente; al hacer clic en la etiqueta de una capa se puede editar el valor del parámetro.
Layered / Save layers	Guardar el modelo estratificado en un archivo de texto.
Layered / Load layers	Cargar un modelo estratificado desde un archivo de texto.

Al pasar a la ventana de modelización poligonal (botón  de la barra de herramientas de la ventana principal del programa), están disponibles las siguientes opciones del menú:

Modeling / Get values from mesh	Asignar automáticamente valores de parámetros a los polígonos. Este valor será igual al valor medio de todas las celdas del modelo incluidas en el polígono.
Modeling / Set values to mesh	Integrar el modelo poligonal en la malla.
Modeling / Save polygons	Guardar los polígonos en un archivo de texto.
Modeling / Load polygons	Cargar polígonos desde un archivo de texto.
Modeling / Remove all polygons	Eliminar los polígonos definidos por el usuario.
Modeling / Display color scale	Mostrar la escala de colores junto a la sección.
Modeling / Colors from color scale	Asignar colores a los polígonos de acuerdo con la escala de colores.



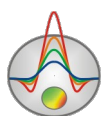
Teclas de acceso rápido

Teclas de cursor / cursor en el editor del modelo	Cambiar la celda activa del modelo.
Delete / cursor en el editor del modelo	Borrar la celda activa.
Insert / cursor en el editor del modelo	Asignar el valor actual a la celda activa.
F / cursor en el editor del modelo	Fijar el valor de la celda activa.
X / cursor en el editor del modelo	Utilizar la herramienta <i>magic wand</i> para seleccionar una región (se seleccionará toda la región que tenga el valor de parámetro especificado)
V / cursor en el editor del modelo	Eliminar la selección.
Arriba/abajo / cursor en la escala de colores	Cambiar el valor actual.
Space	Calcular el problema directo.
Ctrl+C/ Ctrl+V / en algunas tablas	Copiar o pegar información.
Shift+Right click / en los ejes o gráficos	Abrir el cuadro de diálogo de configuración del eje o del gráfico.
Izquierda/derecha / en algunas ventanas	Pasar a la estación anterior o siguiente.
Z / en MT-Editor, en el gráfico de resistividad aparente	Mostrar la herramienta para estimar los ángulos de inclinación de la curva de resistividad aparente.
Ctrl+S / en MT-Editor	Recalcular la «spline» de la estación actual.
Ctrl+D / en MT-Editor	Recalcular la «spline» en la ventana de la estación actual.
Ctrl+A/ en MT-Editor	Ajustar los puntos seleccionados a la «spline» de la estación actual.

Barra de estado

La barra de estado del programa está dividida en varias secciones que contienen información diversa:

Coordenadas del cursor y de la celda activa.



Parámetros de la celda activa.
Modo de funcionamiento del editor del modelo.
Indicador de proceso.
Error de ajuste relativo: promedio/módulo/fase
Información adicional.

El parámetro más importante de esta lista es el error de ajuste. El error de ajuste relativo medio (en porcentaje) se calcula para todas las mediciones del modo actual. En la inversión se utiliza otro tipo de error de ajuste, que incluye información sobre la suavidad del modelo; este puede observarse durante la inversión.

Configuración de la malla del modelo inicial

Tras cargar correctamente el archivo, aparece el cuadro de diálogo de configuración del modelo inicial (Fig. 1), donde se propone seleccionar los parámetros de la malla y la resistividad eléctrica del modelo inicial.

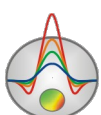
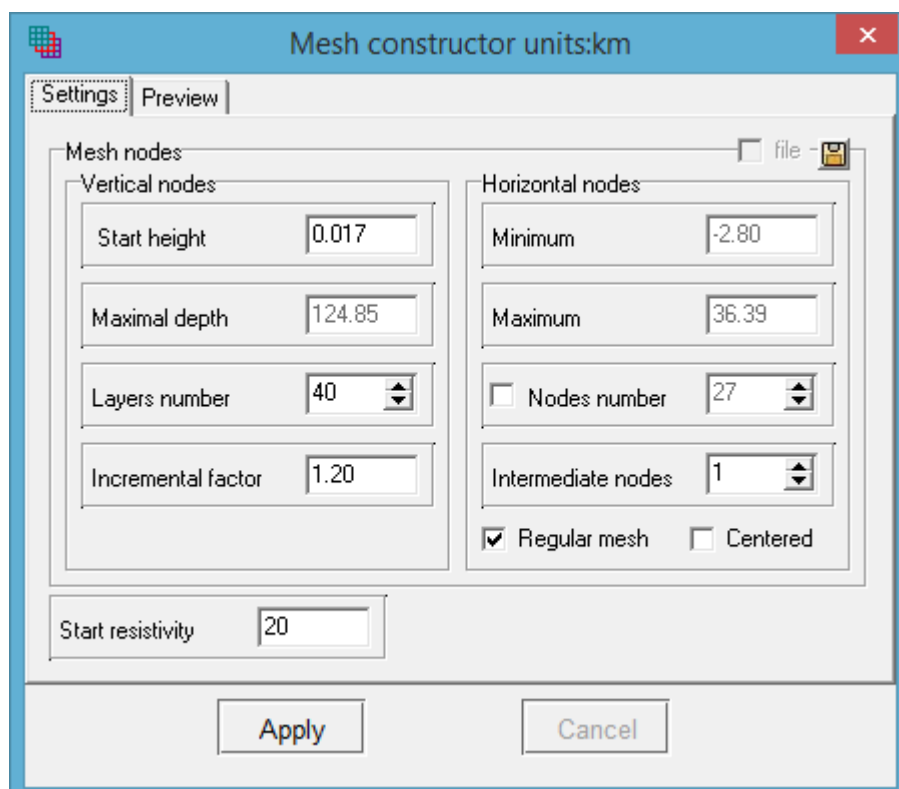


Fig. 2 Ventana del cuadro de diálogo Mesh constructor, pestaña Settings

El área **Vertical nodes** contiene opciones para definir los parámetros de la malla vertical del modelo. El programa selecciona estos parámetros automáticamente según las reglas siguientes:

La profundidad de la capa inferior corresponde a la mitad de la pseudoprofundidad máxima del sistema de medición.

El número de capas corresponde al doble de la cantidad de períodos de medición únicos y no supera 40

El espesor de cada capa sucesiva es 1.2 veces mayor que el de la anterior.

El intérprete puede modificar estos parámetros según sus estimaciones de la profundidad y el nivel de detalle de la investigación.

Start height establece el espesor de la primera capa. Este valor debe corresponder aproximadamente a la longitud de la celda y satisfacer la resolución requerida.

Maximal depth – indica la profundidad de la base de la capa inferior. Debe tenerse en cuenta que la profundidad máxima no debe ser excesiva, ya que la influencia de los parámetros del corte geoelectrico disminuye con la profundidad. Al establecer la profundidad máxima, se debe partir de la profundidad efectiva de penetración del campo.

Layers number – establece el número de capas del modelo. Por lo general, bastan 20-40 capas para describir el modelo. No se recomienda asignar valores muy altos a este parámetro, ya que esto reducirá considerablemente la velocidad de cálculo.

Incremental number – establece la relación entre los espesores de capas adyacentes. Los valores de este parámetro suelen elegirse en el intervalo de 1 a 2.

El área **Horizontal nodes** contiene opciones que permiten definir los parámetros de la malla horizontal del modelo.

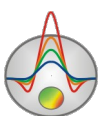
Minimum – indica la coordenada mínima del perfil de medición.

Maximum - indica la coordenada máxima del perfil de medición.

Nodes number – si se activa esta opción, la malla se construye con un espaciado horizontal uniforme, desde el valor del campo **Minimum** hasta el valor del campo **Maximum**. El número de nodos se establece en el campo **Nodes number**. Esta opción debe activarse cuando la malla de medición es irregular.

Intermediate nodes – establece el número de nodos adicionales entre las posiciones de las estaciones de sondeo en el perfil (0 - 4). Se recomienda establecer 1-2 nodos intermedios entre estaciones adyacentes.

Centered – sitúa las estaciones en el centro de las celdas. Esta opción debe activarse en terrenos con topografía muy accidentada.



Regular mesh – activa el algoritmo de construcción de la malla horizontal en el que los nodos adicionales se seleccionan para lograr una subdivisión uniforme. Esta opción debe activarse cuando las distancias entre estaciones adyacentes varían considerablemente (lo que mejora la resolución del problema directo y del problema inverso). Al hacer clic derecho en el panel con la etiqueta **Regular mesh** se puede especificar el espaciado de las celdas a lo largo del eje X si la opción **Nodes number** no está activada.

Start resistivity – establece la resistividad eléctrica del modelo inicial.

Una vez configurados los parámetros de la malla, se pulsa el botón **Apply**, y el programa pasa al modo de trabajo principal.

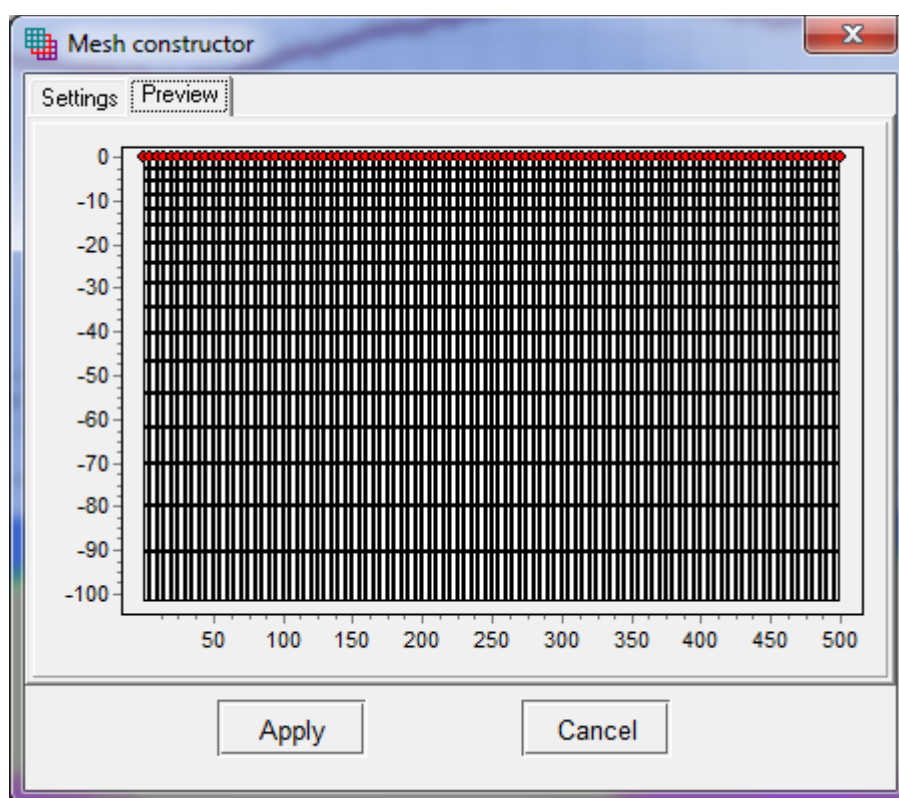
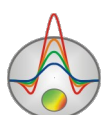


Fig. 3 Ventana de diálogo Mesh constructor, pestaña Preview

La malla se puede corregir añadiendo o eliminando nodos intermedios, o igualando la altura o la anchura de las celdas, mediante las opciones del editor de modelos (véase la sección «[Editor de modelos](#)»).

Formato del archivo de datos principal



El programa utiliza un formato de datos universal propio que incluye información sobre las coordenadas y las elevaciones relativas (en kilómetros) de las estaciones de sondeo.

Formato de datos del programa.

La primera línea debe contener la secuencia de periodos (en segundos) en los que se realizaron las mediciones, en orden ascendente.

A continuación aparecen los registros con información de cada estación de sondeo del perfil, agrupados en los bloques que se describen a continuación.

Bloque de descripción de la estación de sondeo

La primera línea – indica el comienzo del bloque de descripción de la estación de sondeo (debe contener el registro «{»).

La segunda línea – contiene parámetros adicionales del sondeo.

El primer valor corresponde a la coordenada de la estación de sondeo a lo largo del perfil; el segundo, a la elevación de la topografía.

De la tercera a la sexta línea contienen las mediciones de campo propiamente dichas.

Cada una de las líneas descritas debe comenzar con una palabra clave que indique al programa el tipo de datos de los valores que la siguen. Las palabras clave de control que especifican el tipo de datos son:

Primera opción para especificar las palabras clave

«Ro_a» – resistividad aparente.

«Phi» – fase del impedance (en grados; debe ser un número positivo).

En este caso, se desconoce el tipo de polarización. Estos datos se pueden procesar en modo de polarización magnética o eléctrica, o en ambos.

«_w» – peso de la medición.

Segunda opción para especificar las palabras clave

«Ro_a_tm» – resistividad aparente para polarización magnética.

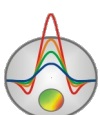
«Phi_tm» – fase del impedance para polarización magnética (en grados; debe ser un número positivo).

«Tm_w» – peso de la medición para polarización magnética. Si no se dispone de información sobre los errores de medición, el programa asigna automáticamente un peso de 1 a cada medición.

Tercera opción para especificar las palabras clave

«Ro_a_te» – resistividad aparente para polarización eléctrica.

«Phi_te» – fase del impedance para polarización eléctrica (en grados; debe ser un número positivo).



«Te_w» – peso de la medición para polarización eléctrica. Si no se dispone de información sobre los errores de medición, el programa asigna automáticamente un peso de 1 a cada medición.

El número y la secuencia de los valores de las líneas deben corresponder estrictamente al diseño de adquisición descrito en la primera línea del archivo. Si falta una medición para algún periodo, su valor se sustituye por el símbolo «*». Si no se dispone de información sobre la fase del impedance, se excluye toda la línea.

La última línea – indica el final del bloque de descripción de la estación de sondeo (debe contener el registro «}»).

Después del bloque de descripción de los datos, se puede introducir, si es necesario, una columna de nodos adicionales de la malla horizontal. La coordenada de cada nodo nuevo se introduce después del símbolo ***. Los nodos adicionales de la malla suelen añadirse para ampliar el modelo más allá de las estaciones de los extremos o cuando hay una topografía abrupta fuera del perfil.

Se recomienda introducir las estaciones en el mismo orden en que se encuentran en el perfil (en orden ascendente de coordenadas).

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

símbolos no convencionales para separar registros en una línea (se deben utilizar TAB o SPACE)

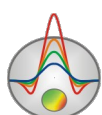
valores absurdos de los parámetros de medición (por ejemplo, valores negativos de resistividad aparente)

Se recomienda que el número total de mediciones contenidas en un archivo no supere 100000.

Importación de datos en otros formatos

Además de su propio formato (*.mdf, proyectos *.m2d/*.zm2d), el programa puede leer datos en varios formatos comunes. La importación se realiza mediante File/Open file: el tipo de archivo se selecciona en la lista de tipos del cuadro de diálogo de apertura y se pueden seleccionar varios archivos a la vez (por ejemplo, todos los archivos EDI de un perfil). Al importar formatos externos, se crea un proyecto nuevo (New project); los datos de todos los archivos seleccionados se reúnen en una tabla intermedia y, a continuación, se leen mediante un único cargador.

Tipo de archivo	Descripción
ZondMT data file (*.m2d, *.mdf, *.usf, *.zm2d, *.mml)	Proyectos de ZondMT2D (*.m2d, *.zm2d), archivo principal de datos (*.mdf, formato descrito anteriormente) y archivos *.usf.
Rebocc/Mackie (*.shc, *.inp, *.txt)	Archivos *.shc de datos de REBOCC; archivos *.inp de Mackie; *.txt, tabla universal con columnas (véase «Tabla

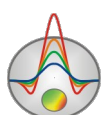


	universal de datos»).
EDI data files (*.edi, *.plt)	Archivos EDI (SEG MT/EMAP), normalmente con una estación por archivo. Se leen los bloques de impedancia, resistividad aparente y fase, tipper y ángulo de rotación >ZROT (véase más abajo).
J files (*.j)	Archivos en formato J.
StrataGem files (*.*)	Archivos del sistema StrataGEM.
IPI2WINMT (*.mt)	Archivos de IPI2WinMT.
Zond 1d model file (*.mdp)	Archivos de modelos/datos de los programas 1D de Zond.
Zonge AVG file (*.avg)	Archivos *.avg de equipos Zonge.
EDI packet (*.edi)	Archivos EDI con espectros (sección >SPECTRASECT) o con varias secciones >MTSECT (varias estaciones o conjuntos de datos en un archivo, con las coordenadas de cada estación en el bloque >HMEAS X= Y=). Si el archivo no contiene espectros, se lee como un EDI con varias secciones.
Phoenix csv (*.csv)	Tablas *.csv exportadas por el software Phoenix (véase «Archivos Phoenix csv»).
EMI res (*.res)	Archivos *.res de equipos EMI.

Archivos EDI

Al leer un archivo EDI, el programa busca secuencialmente las siguientes palabras clave (sin distinguir entre mayúsculas y minúsculas):

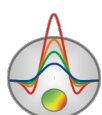
Palabra clave	Datos leídos
LAT, LONG (LATITUDE, LONGITUDE), ELEV	Coordenadas y elevación de la estación en el encabezado. Si el archivo contiene REFLAT/REFLONG/REFELEV, se utilizan esos valores. La latitud y la longitud se especifican en grados como «gg:mm:ss» o como número decimal, y se convierten a UTM (se utiliza la zona actual del mapa). Los valores negativos del tipo «-0:30:00» se procesan correctamente. Si no hay coordenadas, las estaciones se colocan en orden.
EMPTY	Valor de relleno para los datos ausentes (normalmente 1.0E32). Estas muestras se consideran ausentes.



NFREQ, >FREQ	Número de frecuencias y lista de frecuencias, en Hz.
>ZXXR, >ZXXI, >ZXYR, >ZXYI, >ZYXR, >ZYXI, >ZYYR, >ZYYI	Partes real e imaginaria de las componentes del tensor de impedancia.
>ZXY.VAR, >ZYX.VAR (y otras *.VAR)	Varianzas de las componentes; el error se calcula como la raíz cuadrada de la varianza. Los bloques cuyo nombre contiene ERR se leen como errores, sin conversión.
>RHOXY, >RHOYX, >PHSXY, >PHSYX (+ .ERR)	Resistividades aparentes, fases y sus errores. Se utilizan si no hay bloques de impedancia o, en lugar de la impedancia, si está activada la opción Options/Extra/[EDI] Z from rho/phs (la impedancia se reconstruye a partir de ρ y ϕ).
>TXR, >TXI, >TYR, >TYI (+ .VAR, TXVAR, TYVAR)	Partes real e imaginaria de las componentes del tipper y sus varianzas.
>ZROT	Ángulo de rotación del sistema de coordenadas de medición para cada frecuencia. El valor se guarda para cada frecuencia como el ángulo de rotación de los datos de la estación (si ZROT no es cero, se guarda ZROT – 90°). Los datos no se rotan durante la importación: el ángulo se muestra en la barra de estado de MT Editor y con flechas en el cuadro de diálogo Rotate dataset, y se utiliza en el modo de rotación «a cero» (véase «Impedancia, resistividad aparente y rotación»).
>SPECTRASECT, >SPECTRA FREQ= AVGT= ...	Matrices espectrales (tipo de paquete EDI). Para cada frecuencia, se calculan a partir de los espectros las componentes de impedancia y tipper, así como sus varianzas.
>MTSECT, >HMEAS ... X= Y=, UNITS	Archivos con varias secciones: cada sección corresponde a una estación independiente, con coordenadas tomadas de >HMEAS (si UNITS está en kilómetros, las coordenadas se multiplican por 1000). Si está activada la opción Options/Extra/[EDI] one file on station, todas las secciones del archivo se consideran una sola estación.

A partir de la impedancia, el programa calcula la resistividad aparente y la fase: $\rho_a = 0,2 \cdot T \cdot |Z|^2$ (Z en mV/(km·nT), T – período, s) y $\phi = \arctg(\text{Im } Z / \text{Re } Z)$. Los pesos de las mediciones se calculan a partir de los errores; si no hay errores, el peso es 1.

Velocidad de lectura. El archivo EDI ahora se lee una sola vez en memoria (en vez de releerlo repetidamente desde el disco al buscar cada bloque); la tabla intermedia se escribe y se lee



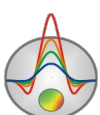
mediante un búfer. En perfiles con cientos de archivos EDI, el tiempo de importación se reduce varias veces. Además, se han corregido errores: el peso del modo YX no se ponía a cero entre archivos (el peso XY se ponía a cero dos veces), el peso TX no se inicializaba y el valor vacío EMPTY se comprobaba con una condición incorrecta.

Tabla universal de datos

Archivo de texto *.txt (tipo Rebocc/Mackie) o tabla intermedia en la que se reúnen los datos de otros formatos. La primera línea contiene el encabezado con los nombres de las columnas (el orden es arbitrario y no se distinguen mayúsculas y minúsculas); a continuación, hay una línea por cada pareja «estación–frecuencia». Son obligatorias la columna Freq y al menos un conjunto de datos.

Columna	Contenido
X, Y	Coordenadas de la estación, m (al leerlas, se dividen entre 1000). La posición de la estación en el perfil se calcula a partir de las coordenadas.
Z	Elevación de la estación.
Freq	Frecuencia, Hz.
rota	Ángulo de rotación de los datos para la frecuencia, grados (véase >ZROT).
Rho_YX, Pha_YX	Resistividad aparente ($\Omega \cdot m$) y fase (grados) del modo YX (TM).
Rho_XY, Pha_XY	Resistividad aparente y fase del modo XY (TE).
yxW (wYX), xyW (wXY), phyxW, phxyW	Pesos (0–1) de las resistividades aparentes y fases de los modos YX y XY.
X_XR, X_XI, Y_YR, Y_YI, X_YR, X_YI, Y_XR, Y_XI	Partes real e imaginaria de las componentes de impedancia Z_{xx} , Z_{yy} , Z_{xy} , Z_{yx} .
TYR, TYI, wTYR, wTYI	Componente Tzy del tipper y su peso.
TXR, TXI, wTXR, wTXI	Componente Tzx del tipper y su peso.
hhyr, hhyi	Función de transferencia magnética horizontal (HMT), partes real e imaginaria.
text	Nombre de la estación. Las filas con los mismos X, Y, Z y nombre corresponden a una misma estación.

La fila solo se omite si no contiene ningún valor admitido (antes se descartaban por error las filas que solo contenían impedancia o tipper, sin ρ ni ϕ).



Archivos Phoenix csv

El separador es punto y coma o espacio. Las columnas se reconocen por el encabezado: StId o StationId (nombre de la estación), Latitude, Longitude (grados, convertidos a UTM), Frequency (Hz), RhoMagnitude ($\Omega \cdot m$), Phase (grados), así como las columnas de errores, cuyo nombre contiene Error (RhoMagnitude...Error, Phase...Error). Son obligatorias Frequency, RhoMagnitude y Phase. El error de resistividad se convierte en peso mediante la desviación en escala logarítmica; el error de fase, mediante la desviación absoluta en grados.

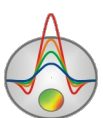
Impedancia, resistividad aparente y rotación

En el programa se adopta la siguiente convención: el eje X del sistema de coordenadas de los datos está orientado según el rumbo, y el eje Y, a lo largo del perfil. La componente Zxy corresponde al modo TE y Zyx, al modo TM. En las columnas de la tabla intermedia y en los menús, TM se indica como YX y TE como XY.

La fase se calcula mediante el arcotangente del cociente entre las partes imaginaria y real, y se encuentra en el intervalo de $-90...+90^\circ$. Para datos normales, las fases de ambos modos están entre 0 y 90° . Si la fase se encuentra en otro cuadrante (por ejemplo, debido al signo opuesto de Zyx o a particularidades del procesamiento), se puede ajustar al intervalo de 0 a 90° mediante las opciones Operations/TM correct phases (0..90) y TE correct phases (0..90) del módulo MT Editor, o desplazando la fase en el módulo AK MT-Corrector.

La rotación del tensor un ángulo α en sentido horario (opción Options/Operations/Rotate dataset de la ventana principal o rotación en el módulo MT Editor; en ambos casos se abre el cuadro de diálogo Rotation settings, que propone por defecto un ángulo igual al azimut del perfil menos 90°) se realiza según la fórmula $Z' = R \cdot Z \cdot R^T$, $R = [\cos \alpha, \sin \alpha; -\sin \alpha, \cos \alpha]$; el tipper se rota como un vector: $Tx' = Tx \cdot \cos \alpha + Ty \cdot \sin \alpha$, $Ty' = -Tx \cdot \sin \alpha + Ty \cdot \cos \alpha$. Los errores de la resistividad aparente y de la fase se recalculan como sumas ponderadas de los errores de las componentes originales (con pesos $\cos^2 \alpha$ y $\sin^2 \alpha$). Solo se rotan las frecuencias del intervalo Min frq – Max frq de la pestaña Options y las estaciones para las que se conocen las cuatro componentes de impedancia; si falta al menos una componente, los datos de esa frecuencia se consideran ausentes después de la rotación. Tras la rotación, el ángulo se guarda en los datos de la estación; el modo de rotación «a cero» rota los datos el ángulo inverso al guardado y lo restablece a cero.

Corregido: en la función de rotación con un ángulo especificado, el recálculo del error del modo YX utilizaba el peso del modo XY; al rotar un grupo de estaciones, se procesaba una estación incorrecta; la función de determinación del ángulo a partir de la impedancia podía devolver un valor indefinido cuando las componentes eran cero.



Preparación de los datos para la inversión

El procesamiento de datos magnetotelúricos se divide en tres etapas: visualización y edición de las series temporales de los registros del campo electromagnético, obtención de las funciones de transferencia y posprocesamiento. Por lo general, las dos primeras etapas se realizan con el software suministrado con el equipo MT. En **ZondMT2D** se incluye un conjunto de herramientas necesario para realizar el posprocesamiento.

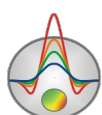
El posprocesamiento (última etapa de preparación de los datos para la inversión) incluye los siguientes procedimientos, según sea necesario: visualización, evaluación de la calidad, edición, suavizado de las funciones de transferencia, elaboración de diagramas polares de impedancia, rotación del tensor de impedancia y supresión del efecto de desplazamiento estático.

Estos procedimientos están implementados en el programa como funciones independientes, a las que se puede acceder durante el trabajo, y como parte del [módulo de control de calidad y edición de datos](#) **MT Editor**, que reúne en una sola ventana un conjunto completo de herramientas para el posprocesamiento de datos MT.

Edición de los resultados de medición

Editor de mediciones

La visualización y edición tabular de los valores de resistividad aparente, fase y peso de una medición individual se realiza mediante el editor de mediciones. El editor de mediciones se abre desde la pestaña **Options/Data Editor** o haciendo clic en el botón  de la barra de herramientas. La pestaña contiene una tabla que permite editar los parámetros de cada medición (véase la figura).



Data editor								
Table								
ID	X,km	T,s	$\rho\alpha$	ϕ	err	$\rho\alpha$	ϕ	err
7	0	0.08	13.0	38.0	0.2	5.8	44.1	0.3
8	0	0.09	*	*	1	*	*	1
9	0	0.09	10.8	45.5	0.8	10.4	50.3	0.8
10	0	0.09	*	*	1	*	*	1
11	0	0.1	11.1	50.0	0.8	9.9	50.8	0.8
12	0	0.1	*	*	1	*	*	1
13	0	0.1	33.4	57.2	0.2	21.3	34.1	0.2
14	0	0.2	10.8	48.9	0.6	9.8	50.6	0.6
15	0	0.2	10.0	49.1	0.8	9.9	49.7	0.8
16	0	0.2	9.6	48.1	0.8	9.4	47.6	0.8
17	0	0.3	*	*	1	*	*	1

Fig. 4 **Tabla del editor de mediciones**

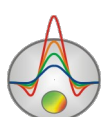
La tabla contiene 9 columnas:

ID	Índice de medición
X,km	Posición de la estación.
T,s	Periodo de medición.
$\rho\alpha$	Valor de resistividad aparente medida para la polarización magnética.
ϕ	Valor de la fase de impedancia medida para la polarización magnética.
Weight	Peso de la medición para la polarización magnética.
$\rho\alpha$	Valor de resistividad aparente medida para la polarización eléctrica.
ϕ	Valor de la fase de impedancia medida para la polarización eléctrica.
Weight	Peso de la medición para la polarización eléctrica.

Los seis últimos campos se pueden editar con el teclado, si es necesario. No se deben introducir valores absurdos de resistividad aparente ni de fase. Los pesos de las mediciones se especifican en el intervalo de 0 a 1.

Al mover el cursor por la tabla, la posición de la medición activa se muestra en la pseudosección o en el plano de gráficos.

Cuadro de diálogo para visualizar y editar las curvas de sondeo (Sounding curves)



El cuadro de diálogo de visualización de curvas de sondeo se abre haciendo clic en el botón  de la barra de herramientas de la ventana principal del programa (Fig. 5). El cuadro de diálogo permite visualizar las curvas de sondeo medidas y calculadas para los modos TM y TE de cada estación. También permite consultar los resultados del cálculo del problema directo 1D para el modelo local de la estación activa.

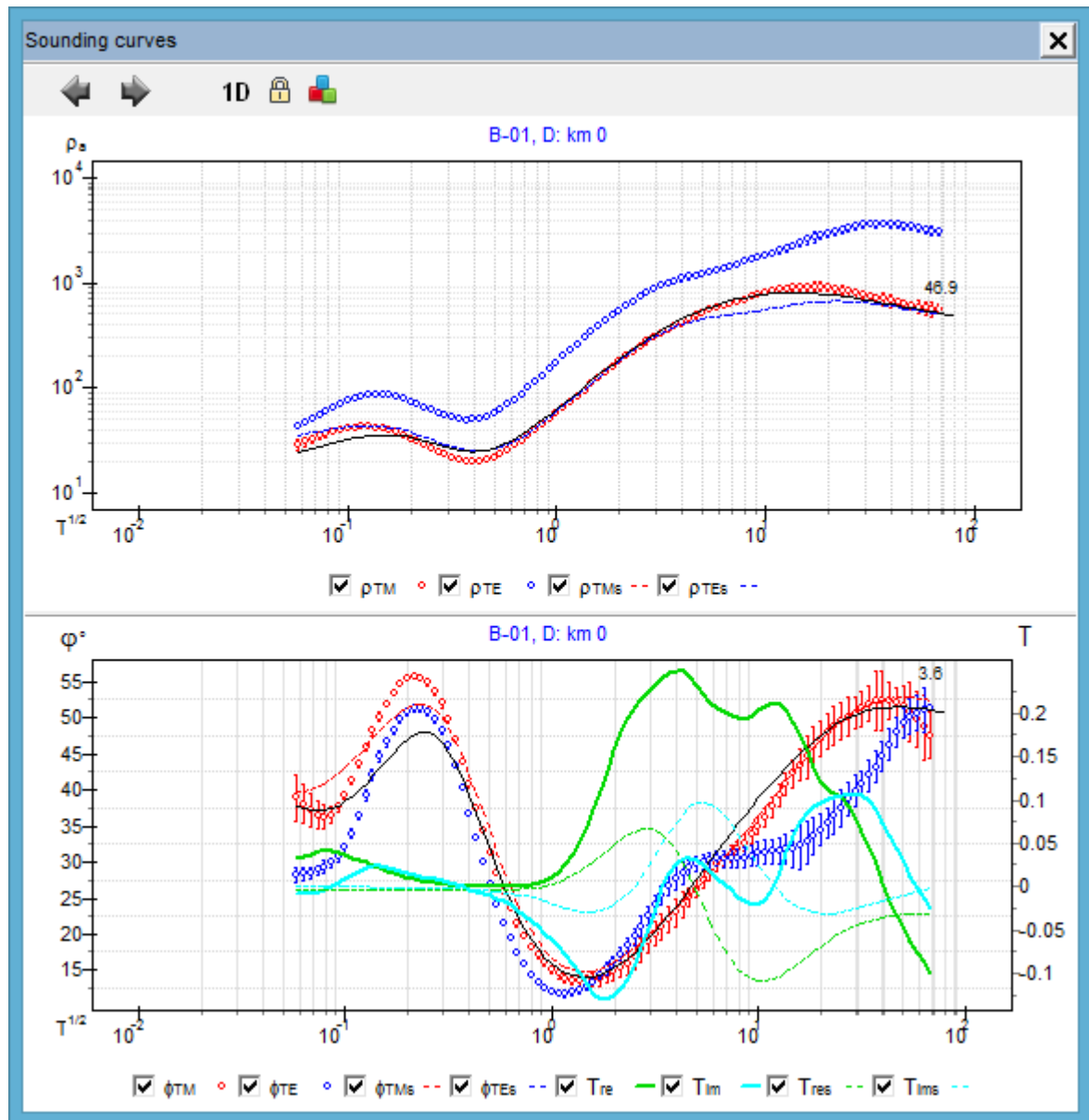
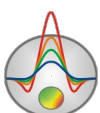


Fig. 5 Cuadro de diálogo para visualizar y editar las curvas de sondeo Sounding curves

La barra de herramientas de la ventana **Sounding curves** contiene los siguientes botones:

	Pasar a la visualización de las curvas de sondeo de la estación anterior
	Pasar a la visualización de las curvas de sondeo de la estación siguiente

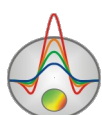


	Calcular el problema directo 1D en esta estación para el modelo local (modelo estratificado unidimensional situado directamente debajo de la estación). Esta modelización puede ser útil para evaluar el grado de bidimensionalidad del medio. A veces, permite determinar si la fase está definida correctamente (en el cuadrante adecuado).
	Fijar los valores mínimo y máximo de los ejes. Una vez fijados, los límites de los ejes no cambiarán al pasar de una estación a otra. Los límites de los ejes también se pueden establecer en el cuadro de diálogo de configuración de los parámetros del eje.
	Abrir la lista de opciones adicionales.

Las opciones adicionales son:

Invert this station	Permite establecer si se debe utilizar esta estación en la inversión. Si la estación presenta un nivel elevado de ruido, se puede excluir de la inversión.
With static shift	Dibujar la curva teórica de resistividad aparente teniendo en cuenta el valor ajustado del desplazamiento galvánico. Esta opción es necesaria para visualizar las curvas después de la inversión cuando esta se haya realizado ajustando el efecto estático de cada curva.
BI-logarithmic	Establecer una escala bilogarítmica.
Phase axis [0-90]	Establecer el intervalo de valores de fase entre 0 y 90.
Error gates	Mostrar los intervalos de confianza.
Remove mode	Activar el modo de eliminación de puntos de las curvas.
Select mode	Activar el modo de selección de puntos de las curvas.
Coupling app.res and phs	Realizar las acciones simultáneamente para la resistividad y la fase (al seleccionar o eliminar un punto de una curva, el punto correspondiente se selecciona o elimina en la otra curva).
Original data	Volver a los datos originales de la estación actual.

Como se aprecia en las opciones adicionales, la ventana también permite editar los datos. Para ello se utiliza una herramienta circular. Para activarla, se debe habilitar la opción **Select mode** (para seleccionar) o **Remove mode** (para eliminar). El radio del círculo se ajusta con la rueda del ratón. Con el círculo se puede eliminar un punto (botón central), aumentar (botón derecho) o reducir (botón izquierdo) el peso del punto durante la inversión. El peso de un punto es una



magnitud inversamente proporcional a la varianza de las mediciones; en el programa se muestra como intervalos de confianza (barras). Cuanto más largas son las barras, menor es la influencia del punto en el modelo resultante.

Para facilitar la visualización, se pueden modificar los ejes verticales y horizontales. El diálogo de configuración de los parámetros de los ejes se abre haciendo clic con el botón derecho en el eje deseado mientras se mantiene pulsada la tecla SHIFT (véase la sección [Editor de ejes](#)).

Módulo de control de calidad y procesamiento de datos MT-Editor

Para controlar la calidad y editar los datos, el programa **ZondMT2D** incluye un módulo especializado al que se accede desde el menú **Options/MT Editor**. El módulo permite realizar las principales operaciones de posprocesamiento de datos MT.

La pestaña **Data** del módulo **MT Editor** consta de dos secciones (en la **figura**): superior e inferior. En la parte izquierda de cada sección se muestran gráficos de la distribución del parámetro seleccionado a lo largo del perfil; en la parte derecha se muestra la curva del parámetro seleccionado en el punto indicado en los gráficos por una línea vertical roja discontinua. Los parámetros que se muestran en las secciones superior e inferior se seleccionan, respectivamente, mediante los botones **P1** y **P2**.

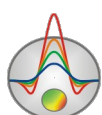
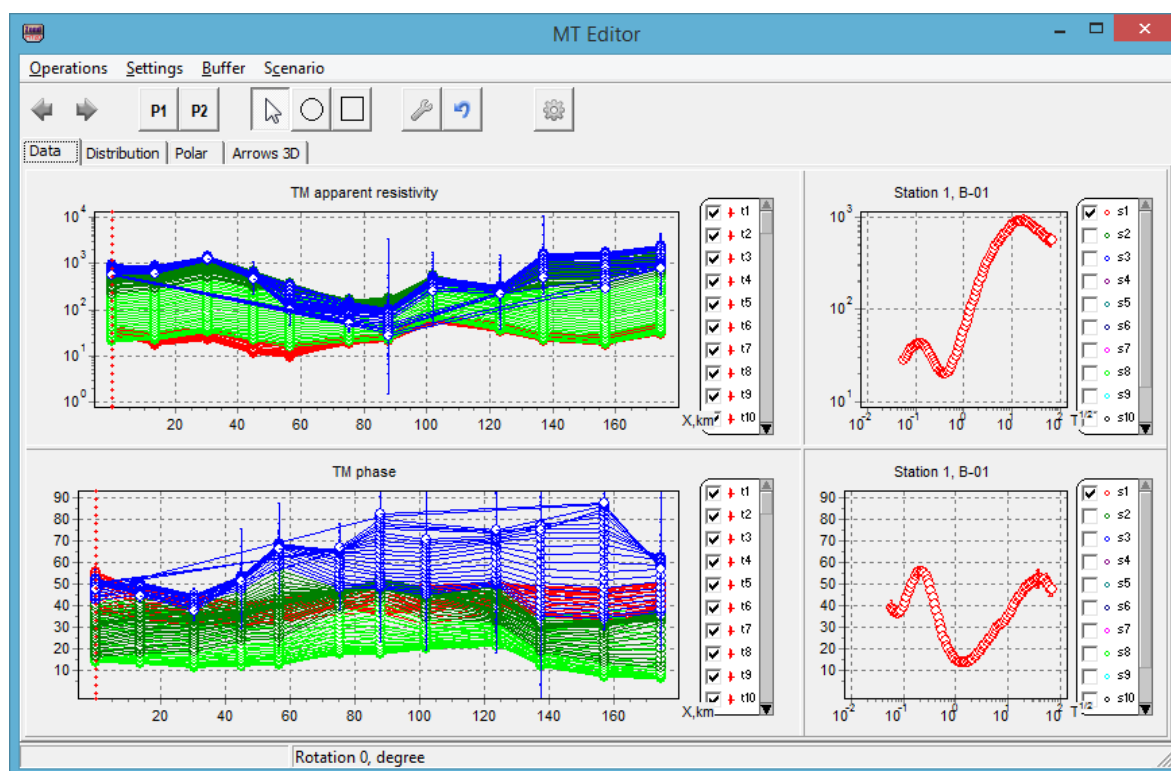


Fig. 6 Ventana principal de Data del módulo MT Editor

En el ejemplo de la Fig. 6, en la parte superior de la ventana se muestran los gráficos de resistividad aparente de la moda TM a lo largo del perfil. Cada gráfico corresponde a una frecuencia determinada. La lista de gráficos, situada en la parte derecha de la ventana, permite desactivar o añadir gráficos de las frecuencias deseadas. La línea vertical roja indica el punto actual, cuya curva de resistividad aparente se muestra en la parte derecha de la ventana. La lista de puntos situada junto al gráfico de la curva permite activar los gráficos de otros puntos seleccionados. Para desplazarse entre los puntos del perfil, se pueden utilizar los botones  y  o hacer clic directamente en el punto deseado del gráfico.

El tipo de datos se establece mediante los botones P1 y P2, para las secciones superior e inferior, respectivamente (Fig. 7). Se pueden seleccionar la resistividad aparente y la fase de ambas modas, las componentes del tipper o el parámetro de dimensionalidad SKEW (necesario para evaluar el umbral de la opción norm by skew).

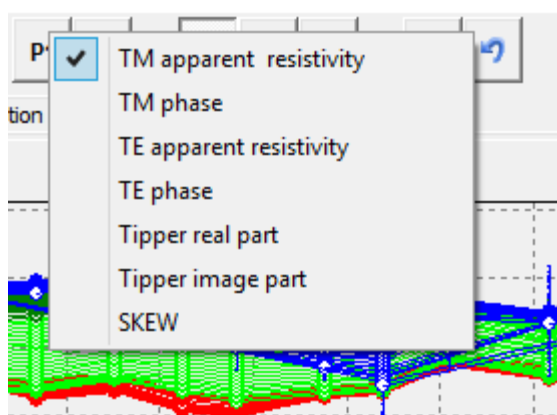


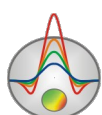
Fig. 7 Diálogo de selección de parámetros para mostrar

La visualización de los intervalos de confianza se activa mediante la opción **Settings/Display gates**.

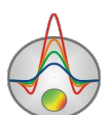
El menú principal de la ventana incluye las siguientes funciones:

Las demás operaciones de edición se realizan mediante los elementos del menú **Operations**:

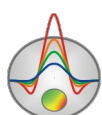
Return to start data	Volver a los datos anteriores al inicio de la sesión de edición
Remove selection	Quitar la selección de todos los datos
Smoothing data/TM joint smoothing	Suavizar los datos de la moda TM. El suavizado se aplica simultáneamente a la resistividad aparente y a la fase, y se basa en relaciones de dispersión de segundo tipo.



Smoothing data/TE joint smoothing	Suavizar los datos de la moda TE. El suavizado se aplica simultáneamente a la resistividad aparente y a la fase, y se basa en relaciones de dispersión de segundo tipo.
Smoothing data/TM 1D smoothing	Suavizar los datos de la moda TM. El suavizado se aplica simultáneamente a la resistividad aparente y a la fase, y se basa en una inversión 1D no restringida.
Smoothing data/TE 1D smoothing	Suavizar los datos de la moda TE. El suavizado se aplica simultáneamente a la resistividad aparente y a la fase, y se basa en una inversión 1D no restringida.
Smoothing data/TM 2D smoothing	Realizar el suavizado 2D de los datos de la moda TM con supresión de los desplazamientos galvánicos. El suavizado se aplica simultáneamente a la resistividad aparente y a la fase, y se basa en relaciones de dispersión de segundo tipo.
Smoothing data/TE 2D smoothing	Realizar el suavizado 2D de los datos de la moda TE con supresión de los desplazamientos galvánicos. El suavizado se aplica simultáneamente a la resistividad aparente y a la fase, y se basa en relaciones de dispersión de segundo tipo.
Smoothing data/Apply shifts only	Suprimir los desplazamientos galvánicos sin suavizar, durante el suavizado 2D.
Smoothing data/Use correlation	Utilizar un criterio adicional de correlación entre curvas vecinas durante el suavizado 2D.
Recalc current spline	Recalcular el spline actual teniendo en cuenta las mediciones rechazadas (puntos seleccionados). Funciona en el modo Background data: 1D inversion/splines.
Build w_spline	Recalcular el spline actual de la ventana teniendo en cuenta las mediciones rechazadas (puntos seleccionados). La ventana comprende todas las curvas de sondeo seleccionadas en la sección superior. Normalmente, el spline de la ventana se utiliza para «curvas cortas», ya que permite tener en cuenta las características de las estaciones vecinas. Funciona en el modo Background data: splines.
Smooth and deselect	Promediar los datos seleccionados (puntos rechazados) con el spline y quitar la selección. Esta opción resulta útil para corregir desviaciones pronunciadas respecto de la curva.
Show splines only	Mostrar únicamente los splines de las estaciones vecinas. Si los datos

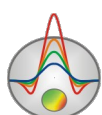


	se procesan sucesivamente de una estación a otra, permite apoyarse visualmente en los datos ya procesados al rechazar puntos para el nuevo spline.
Set as reference spline	Establecer la spline actual como spline de referencia. La spline de referencia se muestra en todas las estaciones con una línea roja gruesa. Por ejemplo, se puede usar como spline de referencia la spline de una ventana correspondiente a un tramo determinado del perfil.
Apply data errors	Indica al programa si debe utilizar los datos de errores de medición al construir la spline.
P1 remove hidden	Eliminar los datos de las curvas ocultas en la sección superior del perfil. Por ejemplo, cuando sea necesario eliminar datos de determinados periodos.
P2 remove hidden	Eliminar los datos de las curvas ocultas en la sección inferior del perfil. Por ejemplo, cuando sea necesario eliminar datos de determinados periodos.
TM correct phases (0..90)	Llevar la fase de la modalidad TM al primer cuadrante, de 0 a 90
TE correct phases (0..90)	Llevar la fase de la modalidad TE al primer cuadrante, de 0 a 90
TM suppress shifts	Suprimir los desplazamientos galvánicos de los datos de la modalidad TM mediante un método estadístico.
TE suppress shifts	Suprimir los desplazamientos galvánicos de los datos de la modalidad TE mediante un método estadístico.
Apply inverted shifts	Aplicar las correcciones por distorsiones estáticas determinadas mediante los resultados de la inversión 2D (después de realizar la inversión)
Exchange TM↔TE	Intercambiar los datos de las modalidades TM y TE.
Rotate dataset	Rotar los datos para obtener las modalidades TM y TE verdaderas en función de los azimuts del perfil y de las antenas.
Convert2impedances	Convertir las resistividades aparentes y las fases procesadas en valores de impedancia
Apply and close	Aceptar todos los cambios y cerrar el editor
Settings/Mode	Seleccionar el modo de edición de datos. A continuación se ofrece información detallada sobre los modos de edición.



Settings/Background data	Mostrar gráficos adicionales para cada estación, por ejemplo, para comparar los datos procesados con los originales o para trabajar en el modo Splines. Véase más abajo.
Settings/Graphics	Opciones para configurar los gráficos principales y adicionales de las cuatro secciones de la ventana.
Settings/Multigraphics mode	Modo de selección de gráficos al pasar de una estación a otra. Si resulta conveniente mantener fijo un conjunto determinado de gráficos durante el procesamiento, se debe seleccionar este modo. De lo contrario, el conjunto de gráficos cambiará al pasar de una estación a otra.
Settings/Correlation as color	Mostrar mediante el color de los puntos la correlación con las estaciones vecinas. El celeste indica la correlación máxima y el blanco, la mínima.
Settings/Save axes	Conservar la configuración de los ejes al pasar de un tipo de datos a otro.
Settings/Coupled selection	Modo de selección vinculada de resistividades aparentes y fases. Si se desactiva este modo, los datos se pueden seleccionar por separado.
Settings/Display error gates	Mostrar los intervalos de confianza de los datos.
Settings/BiLog plots x:y=1:1	Establecer la misma escala logarítmica para los ejes vertical y horizontal de las secciones derecha, superior e inferior.
Buffer	Guardar resultados intermedios del procesamiento de datos en una celda del búfer o cargar datos procesados desde ella.
Scenario/Noisy data Dinv	Script para preparar datos con mucho ruido para la inversión de impedancias efectivas.
Scenario/Smooth add comps	Script para suavizar las componentes adicionales XX/YY y el tipper. Conviene suavizar las componentes adicionales antes de la operación de rotación. El suavizado se basa en relaciones de dispersión de primer tipo.

Mediante las opciones del menú **Settings/Background data** se pueden mostrar gráficos adicionales de los datos originales (antes de la edición): **Original data**, los datos 2D calculados: **Calculated data**, los datos sintéticos obtenidos a partir de los resultados de la inversión 1D: **1D inversion** o las llamadas «splines» - **Splines**. Los dos últimos modos requieren un cálculo previo,



que puede llevar bastante tiempo si hay muchas estaciones, y activan un modo de procesamiento especial del módulo.

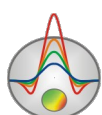
Los parámetros de las líneas y los puntos se configuran mediante las opciones del menú **Settings/Graphics**.

Los puntos de las curvas y los gráficos se seleccionan para editarlos mediante las herramientas  o , con los botones izquierdo y derecho del ratón. El modo de edición se puede seleccionar mediante la opción del menú Settings/Mode o con :

Select/deselect	Modo de selección o anulación de la selección de datos
Edit points	Modo de edición de datos con el ratón
Shift curve	Modo de desplazamiento paralelo de las curvas de resistividad aparente. La curva se selecciona con la herramienta activada 
Shift selected	Modo de desplazamiento paralelo de la parte seleccionada de las curvas de resistividad aparente.
Edit error gates	Modo de edición de los intervalos de confianza de los datos. Se utilizan los botones izquierdo y derecho del ratón.
Remove points	Modo de eliminación de datos
Smooth points	Modo de suavizado de los datos que se encuentran dentro del área del cursor.
Interpolate	Modo de interpolación de los datos que se encuentran dentro del área del cursor. Los datos situados dentro del área del cursor se sustituirán por el resultado de la interpolación spline de los demás datos.
Denoise	Modo de eliminación de la componente de alta frecuencia de los datos que se encuentran dentro del área del cursor.

Al hacer clic derecho en cualquiera de las cuatro secciones de la ventana, aparece un menú contextual con las siguientes funciones:

Return to start data	Volver a los datos anteriores al inicio de la sesión de edición
Select all	Seleccionar todos los datos de la sección de la ventana.
Deselect all	Anular la selección de todos los datos de la sección de la ventana.
Phase correction	Si la sección contiene datos de fase de impedancia, este procedimiento los llevará al primer cuadrante (0:90 grados).
Smooth data	Suavizar todos los datos de la sección de la ventana.
Denoise data	Eliminar la componente de alta frecuencia de todos los datos de la sección de la ventana.

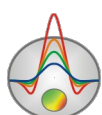


Smooth selection	Suavizar todos los datos seleccionados de la sección de la ventana.
Denoise selection	Eliminar la componente de alta frecuencia de todos los datos seleccionados de la sección de la ventana.
Exchange TM↔TE	Intercambiar los datos de las modalidades TM y TE.
Static shift to level	Si la sección contiene datos de resistividad aparente, este procedimiento permite seleccionar el periodo (level) al que se desplazarán las curvas de resistividad aparente para suprimir el efecto de los desplazamientos galvánicos. El periodo al que se desplazarán las curvas y el grado de suavizado se seleccionan en un cuadro de diálogo y el programa los muestra gráficamente.

Estas funciones se aplican directamente a los datos de la sección de la ventana en la que se haya abierto el menú.

Si no se trabaja con invariantes del campo MT, en el modelo bidimensional el sistema de coordenadas debe orientarse según las direcciones longitudinal y transversal con respecto al rumbo de las estructuras estudiadas. Si la orientación del perfil no cumple esta condición, al abrir el archivo de datos el programa mostrará un mensaje indicando que puede ser necesario girar el sistema de coordenadas. Este giro también puede ser necesario al seleccionar puntos de los datos de área para crear un perfil de interpretación o si existen distorsiones tridimensionales importantes. Las estimaciones correspondientes se realizan mediante el análisis de diagramas polares (pestaña **Polar**, descrita más adelante), y el giro del sistema de coordenadas se efectúa mediante la opción **Operations/ Rotate dataset**. Los parámetros de giro se configuran en el cuadro de diálogo que se abre.

En la pestaña **Rotation** se puede especificar el ángulo de giro; de forma predeterminada, el programa propone el ángulo correspondiente a las direcciones de las componentes del campo paralelas y perpendiculares a la línea del perfil.



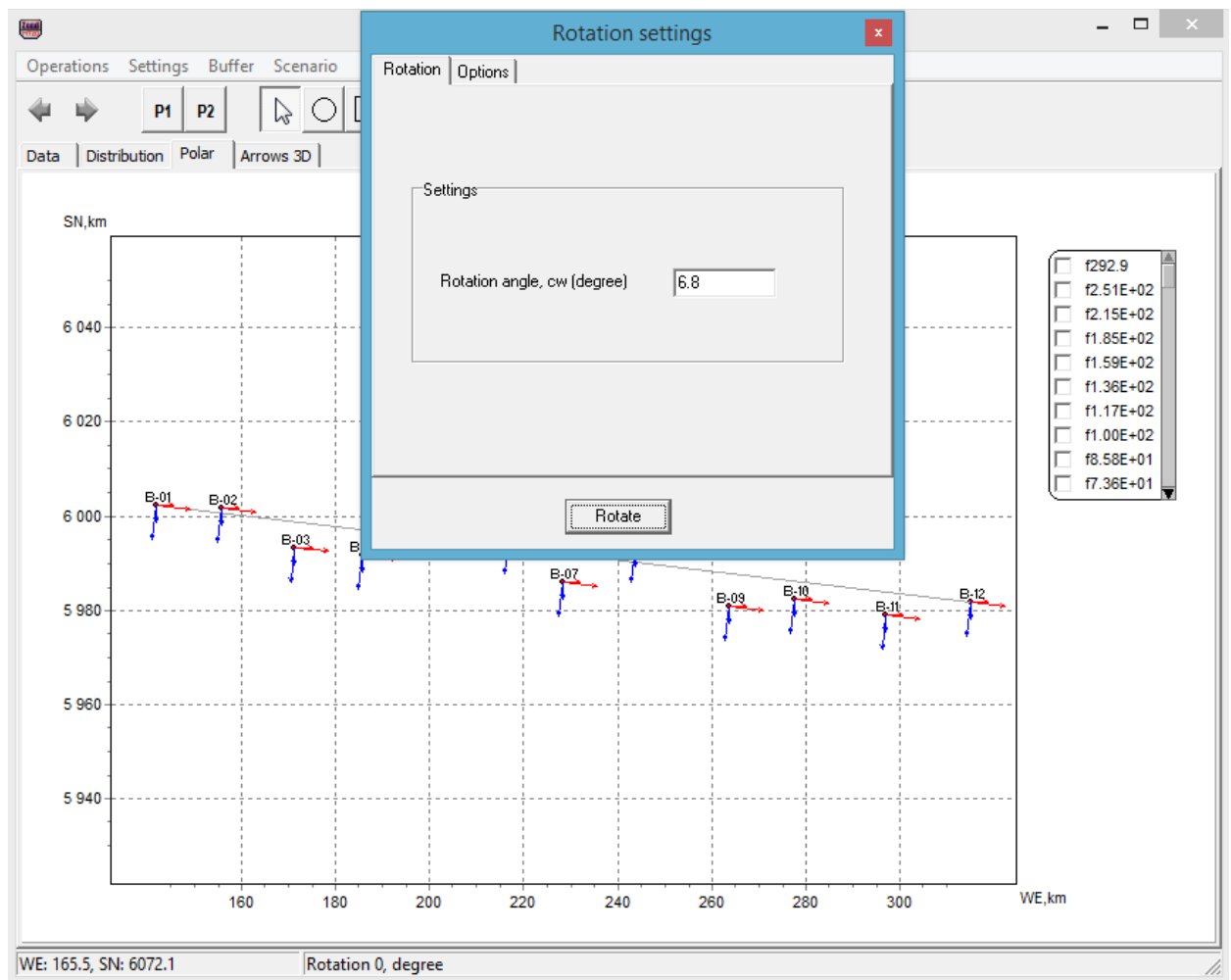
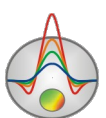


Fig. 8 Cuadro de diálogo Rotate dataset, pestaña Rotation

En la pestaña **Options** se selecciona el intervalo de frecuencias para el que se realiza el giro con los parámetros especificados.



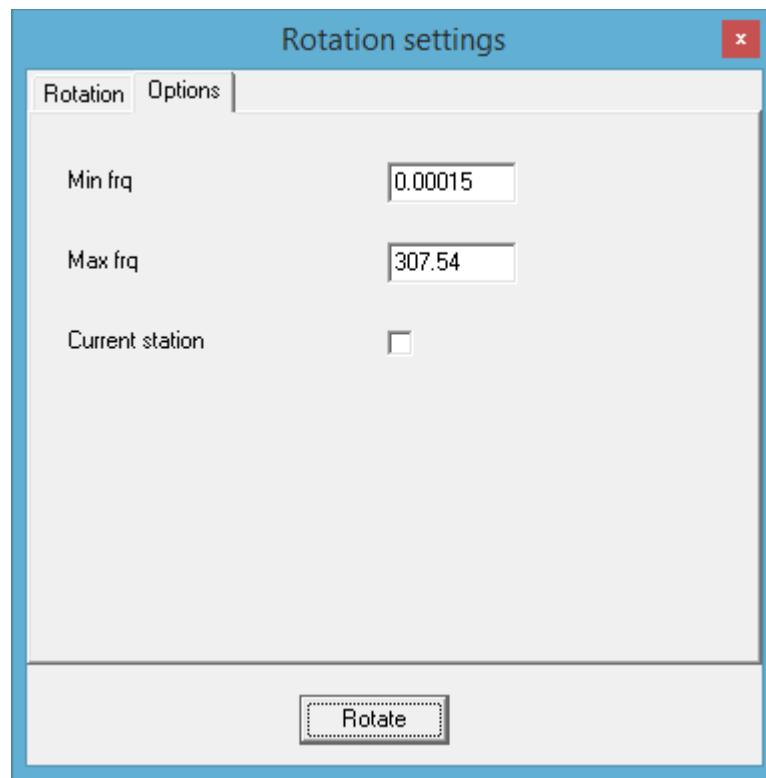
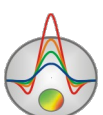


Fig. 9 Cuadro de diálogo Rotate dataset, pestaña Options

La opción *Current station* indica al programa que realice el giro únicamente para la estación actual.

La pestaña **Distribution** permite evaluar cómodamente la distribución de los tipos de datos por frecuencia (Fig. 10). Si hay pocos datos para alguna frecuencia, se pueden eliminar los datos de esa frecuencia, lo que acelerará el proceso de inversión y posiblemente evitará errores adicionales. Cada grupo de barras de distintos colores corresponde a un número de período (frecuencia). Cada color corresponde al parámetro indicado en la leyenda situada a la derecha de la ventana. Los datos de la frecuencia seleccionada se eliminan mediante el menú que aparece al hacer clic derecho en la barra correspondiente.



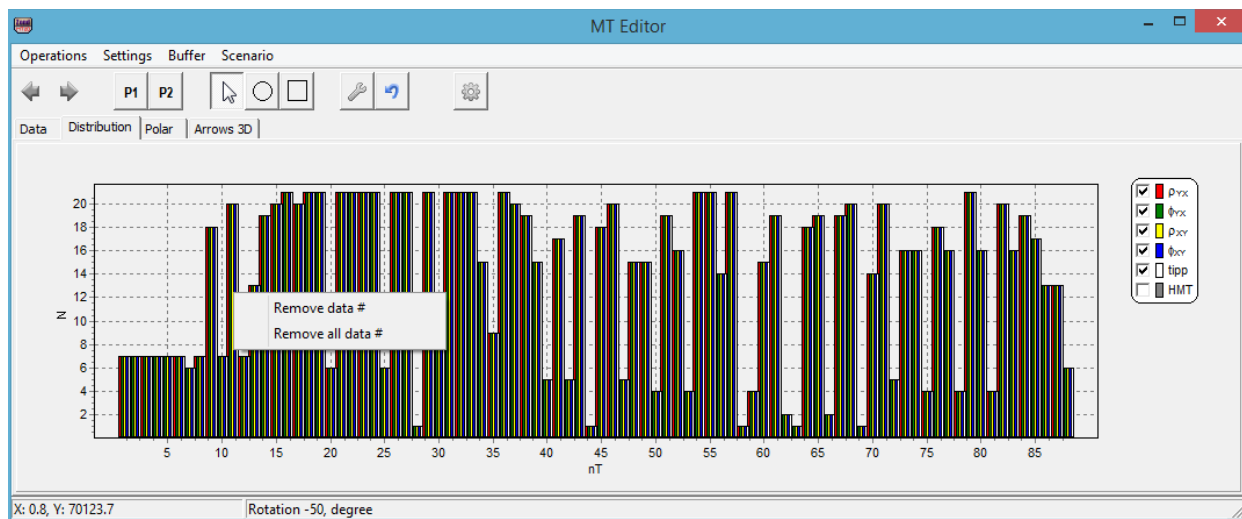
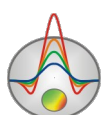


Fig. 10 Pestaña Distribution del módulo MT Editor

La pestaña **Polar** (Fig. 11) sirve para generar diagramas polares del tensor de impedancia y del tensor de fase, necesarios para determinar la dimensionalidad del medio estudiado, la necesidad de girar el sistema de coordenadas, separar los efectos regionales y locales, entre otros fines. Los diagramas polares se generan para cada punto y cada frecuencia. Las distintas frecuencias se muestran en los diagramas polares con diferentes colores, como se indica en la lista situada a la izquierda de la ventana (si es necesario, las frecuencias se pueden activar y desactivar).

El menú para seleccionar los parámetros que se muestran en la pestaña **Polar** se abre al hacer clic derecho en la parte superior de la ventana (en la zona del encabezado *Impedance diagrams* de la figura):

Impedance diagrams	Mostrar los diagramas polares del tensor de impedancia
Phase tensor diagrams	Mostrar los diagramas polares del tensor de fase
Show rotated	Mostrar teniendo en cuenta el ángulo de giro
Strike	Mostrar el strike efectivo
Ind arrow Re	Mostrar los vectores de inducción reales (tippers)
Ind arrow Im	Mostrar los vectores de inducción imaginarios (tippers)
No norming	No normalizar los valores (radio de los diagramas)
Norming for frq	Normalizar por frecuencia
Norming for frq/st	Normalizar por frecuencia y escalar a la unidad (el radio tiene el mismo valor para todas las frecuencias)
Stations marks	Mostrar los nombres de las estaciones
frequency wnd	Especificar el tamaño de la ventana de promediado (en 2*n períodos)



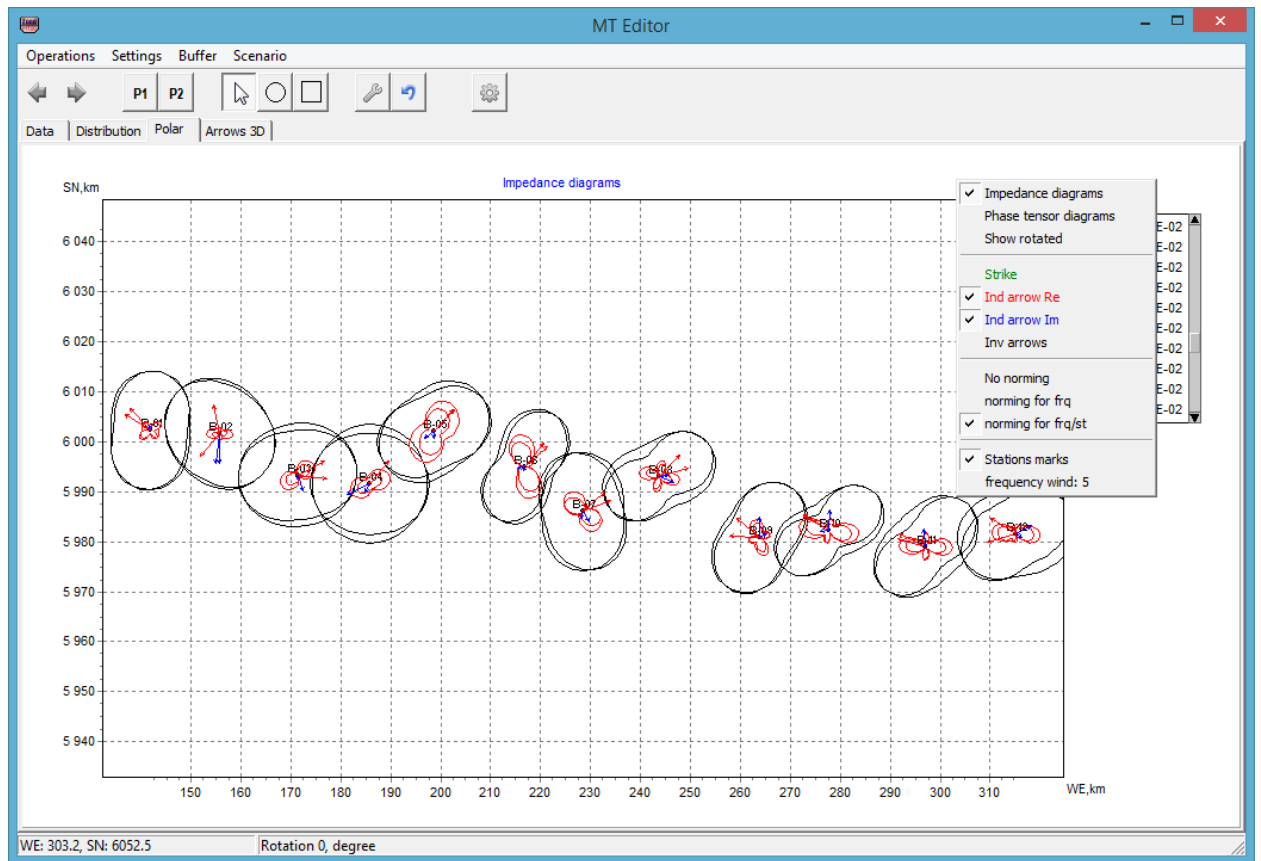
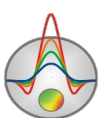


Fig. 11 **Pestaña Polar de la ventana MT Editor**

La pestaña **Arrow 3D** (Fig. 12) sirve para visualizar en 3D los vectores tipper. Esta representación permite inferir la presencia de estructuras tridimensionales y su ubicación en el espacio.



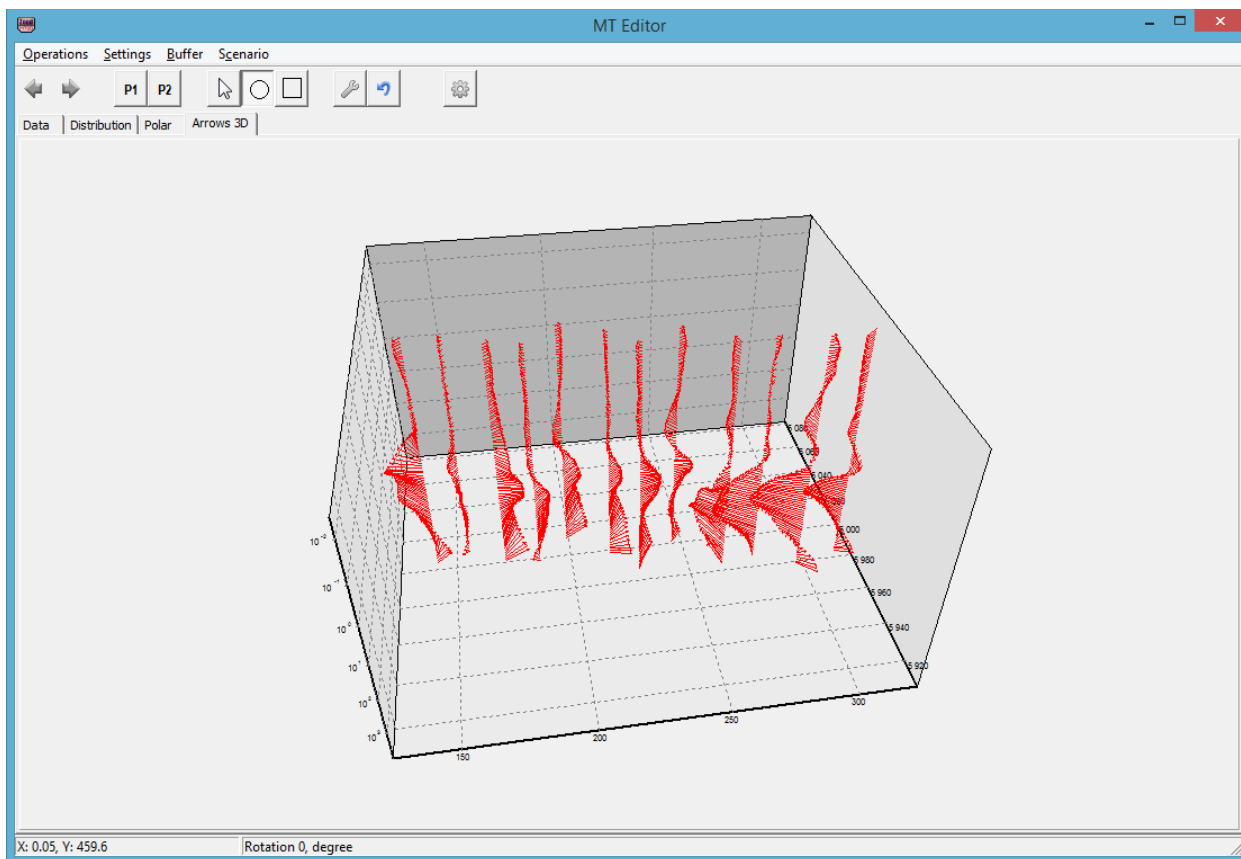


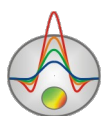
Fig. 12 Pestaña Arrow 3D de la ventana MT Editor

La eficacia de los parámetros de procesamiento seleccionados suele evaluarse comparándolos entre sí. El programa **ZondMT2D** permite almacenar en un mismo proyecto varias versiones del procesamiento de los datos. Esto permite realizar inversiones con distintos parámetros de procesamiento dentro de un mismo proyecto, así como volver a una versión guardada o continuar el procesamiento desde una etapa guardada. Los resultados del procesamiento de datos se guardan mediante la opción **Buffer** de la ventana MT Editor.

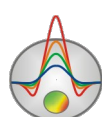
En la lista desplegable se puede guardar el procesamiento actual en una de las cuatro celdas disponibles del búfer. Si la celda seleccionada ya contiene datos (en ese caso, aparece una marca de verificación junto a su nombre), el programa preguntará si se desea cargar los datos del búfer o sobrescribir su contenido con los valores actuales.

MT Editor: referencia de los elementos no descritos anteriormente

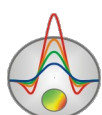
A continuación se enumeran los botones, las listas y las opciones de menú del módulo MT Editor que no se incluyeron en las tablas anteriores. Los nombres de las opciones de menú se indican tal como aparecen en el programa; para los botones sin etiqueta, se indica su función entre corchetes.



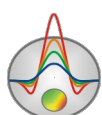
Elemento	Descripción
[botón: estación anterior]	Ir a la estación anterior. Si está seleccionada la primera estación, no se realiza el cambio.
[botón: estación siguiente]	Ir a la estación siguiente. Si está seleccionada la última estación, no se realiza el cambio.
[botón: tipo de datos de la sección superior]	Abrir el menú para seleccionar el tipo de datos que se muestra en la sección superior. El tipo de datos actual aparece marcado en el menú.
[botón: tipo de datos de la sección inferior]	Abrir el menú para seleccionar el tipo de datos que se muestra en la sección inferior. El tipo de datos actual aparece marcado en el menú.
[botón: tipo de selector]	Abrir el menú para seleccionar el tipo de selector.
[botón: visualización de errores]	Activar o desactivar la visualización de las barras de error en los gráficos. Al cambiar esta opción, los gráficos se vuelven a dibujar.
[botón: configuración]	Abrir el menú para seleccionar el modo de trabajo con los datos. El menú indica el modo actual e incluye la selección y anulación de la selección, la edición, el desplazamiento de curvas o selecciones, la modificación de gates, la eliminación y el suavizado de puntos, la interpolación y otros modos.
[botón: deshacer la última acción]	Deshacer la última acción con el botón izquierdo del ratón; al pulsar otro botón, se invierte la operación de deshacer y rehacer.
Phases scale	Establecer la escala de fases: «0:90» establece el rango de 0 a 90°, «-180:180» establece un rango aproximado de -180 a 180° y «auto» activa la selección automática del rango. La configuración se aplica a las escalas de fase de los gráficos.
Data layout	Seleccionar la disposición de los datos: «TM mode» muestra la resistividad aparente y la fase de los datos TM; «TE mode», las de los datos TE; «RHOS», las resistividades aparentes; «PHASES», las fases. La disposición cambia si hay datos suficientes para la opción seleccionada.
Smoothness of spline	Establecer el suavizado de la spline: la posición del control deslizante, de 0 a 10, corresponde a un parámetro de suavizado de 0,025 a 10 en escala exponencial.



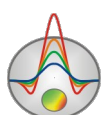
[botón: aplicar los cambios y pasar a la inversión]	Aplicar los cambios y pasar al modo de inversión.
Return to start data	Restaurar los valores de los datos y los pesos guardados antes de los cambios realizados en la sesión actual del editor. Tras la restauración, el programa actualiza los datos de impedancia y vuelve a dibujar los gráficos.
Return to original data	Restaurar los campos de datos originales desde los archivos. El programa recalcula las resistividades aparentes y las fases, y actualiza los datos y los gráficos.
Smoothdeselect	Promediar los valores de los puntos marcados con los valores correspondientes de la línea de spline actual y, a continuación, quitar las marcas. La acción se aplica a los datos de spline o de inversión 1D compatibles.
P2 remove hidden	Eliminar los datos correspondientes a los gráficos ocultos en el área inferior: los valores asociados de resistividad aparente se marcan como ausentes. Utilice esta opción para excluir de los datos los rangos de frecuencia ocultos.
TM correct phases(0..90)	Corregir automáticamente las fases del modo TM que estén fuera del rango de 0–90°. Utilice esta opción si los componentes, las curvas individuales o partes de ellas están fuera de este rango.
TE correct phases(0..90)	Corregir automáticamente las fases del modo TE que estén fuera del rango de 0–90°. Utilice esta opción si los componentes, las curvas individuales o partes de ellas están fuera de este rango.
TM suppress shifts	Realizar una corrección sencilla de los desplazamientos estáticos del modo TM. El procedimiento se basa en el suavizado a lo largo del perfil del nivel mediano de resistividad aparente.
TE suppress shifts	Realizar una corrección sencilla de los desplazamientos estáticos: el procedimiento suaviza a lo largo del perfil el nivel mediano de resistividad aparente. Utilícela para suprimir los desplazamientos de los datos del modo TE.
Apply inverted shifts	Aplicar a los datos observados de resistividad aparente los desplazamientos estáticos calculados tras la inversión. Después del procesamiento, los valores de los desplazamientos se ponen a cero.
Exchange TM<=>TE	Intercambiar los datos de los modos TM y TE, así como los pesos



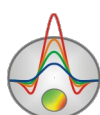
	y los desplazamientos estáticos asociados. Utilice esta opción si los modos están intercambiados.
Strike diagram all	Calcular los datos polares para todas las estaciones.
Strike diagram station	Calcular los datos polares para la estación actual.
Convert2impedances	Convertir las resistividades aparentes y las fases procesadas en impedancias para actualizar los datos después de modificarlos. Si no hay datos para el componente correspondiente, el programa establece su impedancia en cero.
Apply and close	Aplicar los cambios y cerrar la ventana. A continuación, el programa elimina los datos vacíos, comprueba los modos y actualiza la visualización de los datos.
Nope	Seleccionar el modo en el que no se procesan los puntos del selector.
No data	Desactivar la visualización de los datos de fondo: borrar las series gráficas adicionales y actualizar la visualización. También ocultar el control deslizante y la imagen asociados a este modo.
P1 profile data	Abrir la configuración de visualización de los datos del perfil en la sección P1.
P1 plot data	Abrir la configuración de visualización de los datos del gráfico en la sección P1.
P1 profile background	Abrir la configuración de visualización de los datos de fondo del perfil en la sección P1.
P1 plot background	Abrir la configuración de visualización de los datos de fondo del gráfico en la sección P1.
P2 profile data	Abrir la configuración de visualización de los datos del perfil en la sección P2.
P2 plot data	Abrir la configuración de visualización de los datos del gráfico en la sección P2.
P2 profile background	Abrir la configuración de visualización de los datos de fondo del perfil en la sección P2.
P2 plot background	Abrir la configuración de visualización de los datos de fondo del gráfico en la sección P2.
Multigraphics	Abrir el submenú de selección del modo de trazado de curvas en la sección derecha: Current station, Fixed pattern o Synchronized.



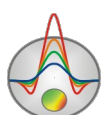
Fixed pattern	Seleccionar el modo «Fixed pattern» para la visualización de varios gráficos. El cambio de modo afecta a la configuración de la visualización de varios gráficos.
Synchronized	Si esta opción está activada, el estado de las series activas en los gráficos de la primera estación se copia en los gráficos de la segunda estación. Active la sincronización para activar y desactivar de forma coordinada las series de estos gráficos.
Correlation as color	Si esta opción está activada, los datos se colorean según la correlación: el programa calcula las matrices de correlación y actualiza la visualización. Utilice esta opción para mostrar la correlación mediante colores en los gráficos.
Save axes	Si esta opción está activada, el programa conserva la configuración de los ejes al cambiar los datos mostrados. Actívela si necesita mantener los ejes al realizar estos cambios.
Coupled selection	Si esta opción está activada, la selección de datos en los gráficos de resistividad aparente y de fase se realiza conjuntamente. Utilice esta opción para vincular la selección de los puntos correspondientes en ambos gráficos.
Display error gates	Si esta opción está activada, se muestran los límites de error en los gráficos. Desactívela para ocultarlos.
BiLog plots x:y=1:1	Si esta opción está activada, se establece la misma escala para los ejes X e Y en los gráficos logarítmicos. La configuración se aplica a los gráficos 3 y 4.
data 1	Guardar el resultado actual en la ranura data 1 o cargar el resultado guardado en ella. Si la ranura ya está ocupada, el programa abre un diálogo de confirmación: al seleccionar OK se guarda el resultado actual y al seleccionar Cancel se carga el resultado de la ranura.
data 2	Guardar el resultado actual en la ranura data 2 o cargar el resultado guardado en ella. Si la ranura ya está ocupada, el programa abre un diálogo de confirmación: al seleccionar OK se guarda el resultado actual y al seleccionar Cancel se carga el resultado de la ranura.
data 3	Guardar el resultado actual en la ranura data 3 o cargar el



	resultado guardado en ella. Si la ranura ya está ocupada, el programa abre un diálogo de confirmación: al seleccionar OK se guarda el resultado actual y al seleccionar Cancel se carga el resultado de la ranura.
data 4	Guardar el resultado actual en la ranura data 4 o cargar el resultado guardado en ella. Si la ranura ya está ocupada, el programa abre un diálogo de confirmación: al seleccionar OK se guarda el resultado actual y al seleccionar Cancel se carga el resultado de la ranura.
Scenario	Submenú de escenarios de procesamiento automático: Noisy data, Dinv procesa los datos ruidosos con suavizado 1D para los modos TM y TE y con ajustes para la inversión D; Smooth add comps suaviza los componentes adicionales XX, YY y el tipper.
Noisy data, Dinv	Iniciar el procesamiento de datos ruidosos con suavizado 1D para los modos TM y TE y la configuración de inversión D.
Smooth add comps	Suavizar los componentes adicionales XX, YY y el tipper de todas las estaciones. Tras el procesamiento, el programa recalcula los datos polares y actualiza su visualización.
TM apparent resistivity	Seleccionar la visualización de la resistividad aparente para TM. Si hay datos disponibles para los gráficos correspondientes, el programa cambia el tipo de datos visualizados y actualiza los gráficos.
TM phase	Seleccionar la visualización de la fase para TM. Si este tipo de datos aún no está seleccionado para los gráficos correspondientes, el programa cambia el tipo de datos visualizados y actualiza los gráficos.
TE apparent resistivity	Cambiar los datos visualizados a la resistividad aparente del modo TE para la sección actual. Si está activada la visualización de correlación, se recalculan las matrices de correlación y, a continuación, se actualizan los gráficos.
TE phase	Cambiar los datos visualizados a la fase del modo TE para la sección actual. Si está activada la visualización de correlación, se recalculan las matrices de correlación y, a continuación, se actualizan los gráficos.



Tipper real part	Cambiar los datos visualizados a la parte real del tipper para la sección actual. Si está activada la visualización de correlación, se recalculan las matrices de correlación y, a continuación, se actualizan los gráficos.
Tipper image part	Cambiar los datos visualizados a la parte imaginaria del tipper para la sección actual. Si está activada la visualización de correlación, se recalculan las matrices de correlación y, a continuación, se actualizan los gráficos.
HMT real part	Cambiar los datos visualizados a la parte real de HMT para la sección actual. Si está activada la visualización de correlación, se recalculan las matrices de correlación y, a continuación, se actualizan los gráficos.
HMT image part	Cambiar los datos visualizados a la parte imaginaria de HMT para la sección actual. Si está activada la visualización de correlación, se recalculan las matrices de correlación y, a continuación, se actualizan los gráficos.
Nope	Desactivar los modos de operación de datos: establecer el modo «ninguno» (valor -1).
Remove selected	Eliminar los puntos seleccionados que se muestran en la sección actual. En los gráficos que muestran varias estaciones, el comando puede procesar los puntos seleccionados de todo el perfil.
Exchange TM<=>TE	Intercambiar los datos de los modos TM y TE. El comando también intercambia los desplazamientos correspondientes; se utiliza si los modos están intercambiados.
Constrict to selected	Aplicar la corrección del desplazamiento estático a los datos seleccionados. Los valores seleccionados de resistividad aparente se suavizan a lo largo del perfil y, a continuación, las curvas de cada estación se desplazan hasta ajustarse a los datos suavizados.
Remove data #	Eliminar los datos del tipo seleccionado para el punto de periodo en el que se abrió el menú contextual, en todas las estaciones. En las series que contienen ambas componentes, se eliminan los datos de las dos.
Remove all data #	Eliminar todos los datos del punto de periodo en el que se abrió el

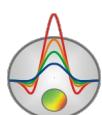


	menú contextual, en todas las estaciones. El comando borra los valores de los ocho componentes de datos visualizados.
Inv arrows	Si la opción está activada, las flechas del tipper se muestran apuntando hacia dentro. Al cambiar la opción se actualiza el gráfico de polarización.
Set frq window	Establecer una ventana de frecuencias mediante el diálogo «Set frequency window». Si se introduce un único valor numérico, se establece como límite inferior de la ventana; con cualquier otro formato de entrada, el límite se restablece a cero.
Circle	Seleccionar el modo de dibujo de círculos para las herramientas de gráficos y activarlas. Este modo sustituye al dibujo de rectángulos.
Rectangle	Seleccionar el modo de dibujo de rectángulos para las herramientas de gráficos y activarlas. Este modo sustituye al dibujo de círculos.

Aceleración. Se ha reescrito el algoritmo para construir la relación de aproximación compleja (procesamiento spline y suavizado 1D): el núcleo de la transformación integral se calcula una sola vez para cada par de frecuencias y se almacena en caché; la matriz normal se construye mediante operaciones vectoriales SSE2. Para una estación con 40 frecuencias, el ajuste tarda 0,019 s en lugar de 0,092 s; con 80 frecuencias, tarda 0,033 s en lugar de 0,224 s (la diferencia entre los resultados no supera $3 \cdot 10^{-14}$). Las ordenaciones de matrices mediante el método de la burbuja se han sustituido por una ordenación estable por mezcla.

Diálogo Rotate dataset

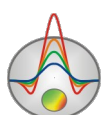
Elemento	Descripción
Rotate	Confirmar la configuración de rotación y cerrar la ventana. Tras la confirmación, el programa puede aplicar los parámetros de rotación seleccionados a los datos.
Smooth angles	Si la opción está activada, su estado se transmite como parámetro de la operación de rotación.
Use reference angle	Si la opción está activada, el programa obtiene el ángulo para el método de rotación seleccionado; si está desactivada, el ángulo se marca como indefinido.
Type	Para «User angle» se muestra un grupo de ajustes; para las demás



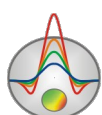
	opciones, se muestra otro.
Rotation angle, cw (degree)	Ángulo de rotación en sentido horario, en grados. De forma predeterminada, se propone el azimut del perfil menos 90°. En el esquema, las flechas rojas indican la dirección del eje X y las azules, la del eje Y de cada estación.
Current station	Si la opción está activada, la rotación se realiza únicamente para la estación actual y el esquema de direcciones se muestra solo para ella.
Min frq	Establecer el límite inferior del intervalo de frecuencias para la rotación; el valor se utiliza como inverso del periodo y se expresa en hercios.
Max frq	Establecer el límite superior del intervalo de frecuencias para la rotación; el valor se utiliza como inverso del periodo y se expresa en hercios.

Diálogo de desplazamiento de curvas (Static shifts)

Elemento	Descripción
[botón: estación anterior]	Ir a la estación anterior. Tras el cambio, el programa actualiza los índices asociados, el modelo, la modelización directa y la visualización de los datos; si la estación actual ya es la primera, no se realiza el cambio.
[botón: estación siguiente]	Ir a la estación siguiente. Tras el cambio, el programa actualiza los índices asociados, el modelo, la modelización directa y la visualización de los datos; si la estación actual ya es la última, no se realiza el cambio.
[botón: iniciar la inversión]	Iniciar la inversión para la estación actual teniendo en cuenta las curvas activas en los gráficos y los datos TEM/SEV disponibles más cercanos. La casilla «Invert thicknesses» determina si también se invierten los espesores de las capas.
[botón: ajustes de inversión y corrección]	Abrir el menú de ajustes de inversión y corrección.
[botón: copiar el modelo 1D en la sección 2D]	Abrir el menú de comandos para transferir los resultados del modelado 1D a la sección 2D y guardar los datos en formato MOD1D.
Rebuild model	Restaurar el modelo inicial, realizar la modelización directa y



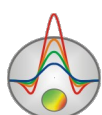
	actualizar la visualización del modelo y los datos. Utilice esta opción para volver al modelo inicial.
Any near TDEM/VES point	Seleccionar los datos TEM/SEV más cercanos a la estación actual para la inversión conjunta. Tras la selección, el programa actualiza el modelo, la modelización directa y la visualización de los datos.
Nearest TDEM/VES point	Utilizar únicamente los datos TDEM/VES más cercanos a la estación actual para la inversión conjunta. Tras seleccionarlos, el programa actualiza el modelo, el problema directo y la visualización de los datos.
Invert visible graphics	Si la opción está activada, en la inversión se utilizan las curvas mostradas y se excluyen las curvas ocultas. Esta opción suele utilizarse para corregir el desplazamiento estático de los datos MT app.res.
Invert thicknesses	Si la opción está activada, durante la inversión se modifican tanto las resistividades como los espesores de las capas; si está desactivada, solo se invierten las resistividades.
Apply static shift TM	Aplicar un desplazamiento estático a las resistividades aparentes TM. El desplazamiento se calcula como la diferencia media entre los valores calculados y observados de log(app.res).
Apply static shift TE	Aplicar un desplazamiento estático a las resistividades aparentes TE. El desplazamiento se calcula como la diferencia media entre los valores calculados y observados de log(app.res).
Phase correction TM	Corregir las fases TM si se sospecha que presentan problemas.
Phase correction TE	Corregir las fases TE si se sospecha que presentan problemas.
Auto correction	Si la opción está activada, se utiliza la corrección automática; si está desactivada, se aplica un procesamiento adicional de los datos.
Insert current model to 2D	Insertar los resultados de la inversión 1D de la estación actual como modelo 2D.
Insert all models to 2D	Insertar los resultados de la inversión 1D de todas las estaciones como modelo 2D.
Save to MOD1D	Abrir el diálogo de guardado y guardar los datos de sondeo en un archivo de formato MOD1D. El archivo utiliza la



	extensión .mod1d.
Create borehole	Crear un registro de pozo a partir de los datos de la estación seleccionada: los valores de resistividad se toman de su modelo y los límites de las capas se calculan a partir de sus espesores. El registro se muestra en la posición de la estación; después de crearlo, el programa actualiza la visualización del modelo.

Diálogo de suavizado de datos

Elemento	Descripción
Preview	Iniciar el suavizado preliminar de los datos con los parámetros seleccionados. El procesamiento depende del método, el componente y el ámbito de aplicación seleccionados.
Apply	Aplicar el resultado calculado y cerrar el diálogo. Si se cambió al resultado calculado, antes de cerrar se intercambian los datos actuales y los calculados.
Smoothness	Define el grado de suavizado de las curvas procesadas: la posición del control, de 0 a 10, se convierte en un parámetro de 0,1 a 10 mediante una escala exponencial. Para el método Full 2D, si la posición del control es inferior a 2, el parámetro de suavizado se establece en 0.
Only current station	Si la opción está activada, el procesamiento se aplica únicamente a la estación actual. En algunos métodos, esto también afecta a la disponibilidad o aplicación de los ajustes de corrección de los desplazamientos galvánicos.
Component	Selecciona el componente de los datos que se va a procesar: TM data — datos del modo TM; TE data — datos del modo TE.
Method	Selecciona el método de procesamiento: Joint 1D — suavizado conjunto 1D; Joint 2D — suavizado conjunto 2D; Inversion — procesamiento denominado inversión; Joint All comp — procesamiento conjunto de todos los componentes; Full 2D — método 2D completo. Para Joint 2D, si hay menos de tres estaciones, la selección cambia a Joint 1D; para Full 2D, se muestra el campo para definir el grado de aproximación.
Galvanic shift correction	Selecciona el modo de corrección: Do correction — realizar la



	corrección; Only correction — aplicar únicamente la corrección de los desplazamientos; No correction — no realizar la corrección. La selección disponible depende del método elegido y del estado de la opción Only current station.
Degree of approximation	Define el grado de aproximación para el método Full 2D; el campo solo se muestra cuando se selecciona este método.

Diálogo de corrección de fases

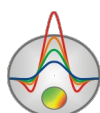
Elemento	Descripción
X (-1) +	Si la casilla está marcada, antes de aplicar la corrección se cambia el signo del valor original; si está desmarcada, el valor original se utiliza sin cambiar el signo. La casilla afecta al signo de la transformación de los datos actuales.
[campo: magnitud de la corrección]	Define el valor numérico de la corrección de los datos actuales; su signo depende de la casilla «X (-1) +». El valor también se transmite a la operación de ajuste de fase.
Apply	Aplicar los parámetros introducidos y cerrar el diálogo confirmando el resultado.

Diálogo de selección del nivel para el suavizado (Level index)

Elemento	Descripción
Level index	Define el índice del período al que se aplica el desplazamiento. Al cambiar el valor, se actualiza la visualización; el límite superior del intervalo viene determinado por el número de períodos.
Smoothness	Define el número de ciclos de suavizado.
Apply	Confirmar los parámetros definidos y cerrar el diálogo con el resultado «OK».

Procesamiento spline de los datos

El procesamiento spline de los datos de sondeos magnetotelúricos es una potente herramienta para el análisis y el posprocesamiento de las dependencias del impedancia. Esta tecnología fue desarrollada por la empresa Severo-Zapad y se utiliza con éxito desde hace muchos años. Aunque el término «spline» aparece en el nombre, esta metodología no tiene ninguna relación con las



splines. Es simplemente un término poco acertado que ya se ha consolidado. La tecnología se basa en relaciones de dispersión de primer y segundo tipo, que vinculan la parte imaginaria con la real, o la amplitud con la fase del impedancia complejo.

En **ZondMT2D** se utiliza un algoritmo especial para construir una relación compleja de aproximación, basado en la linealización de una relación integral. Esto permite obtener aproximaciones suaves simultáneas de la resistividad aparente y la fase, teniendo en cuenta los intervalos de confianza y otros factores.

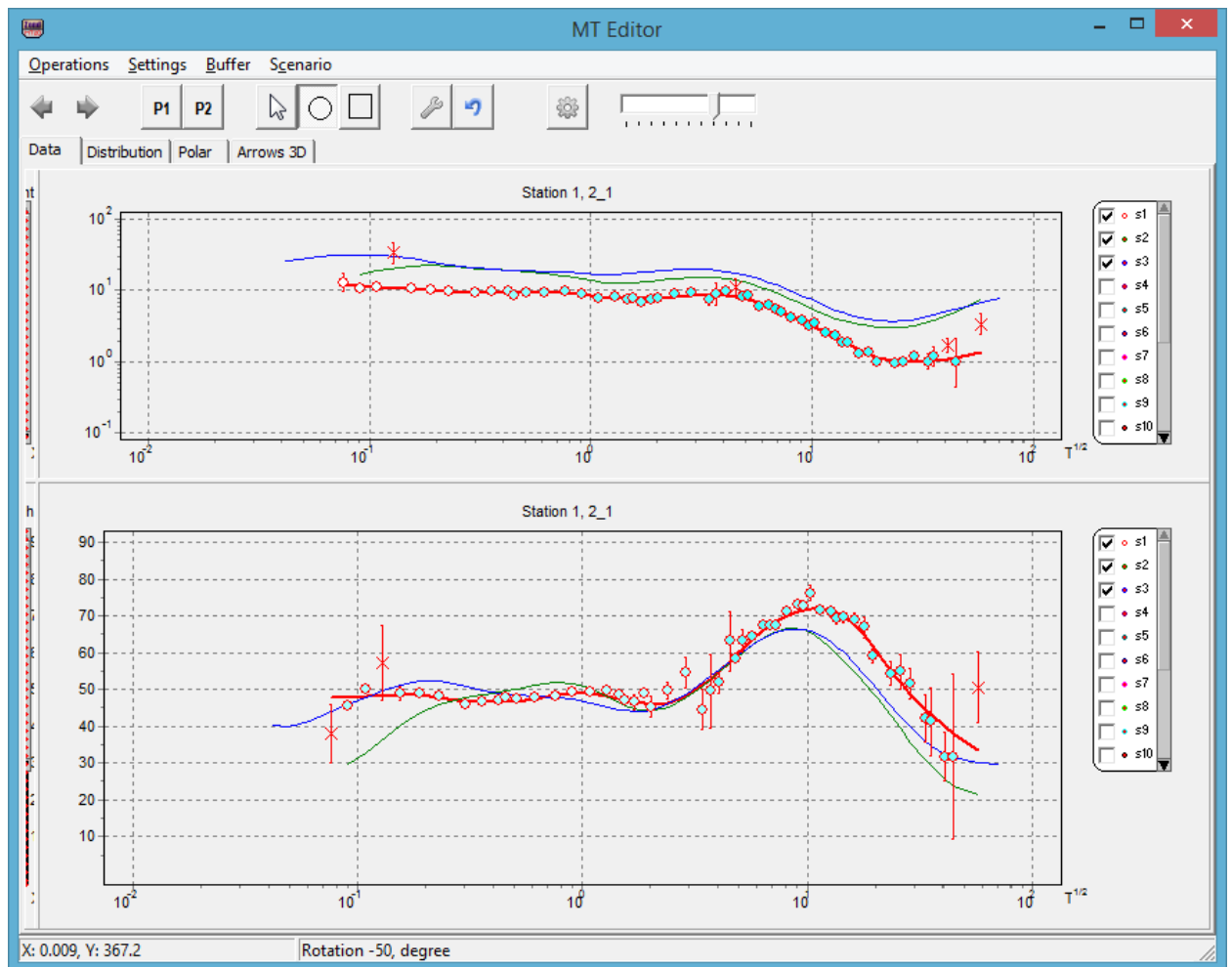
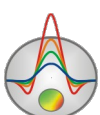


Fig. 13 Ventana MT-Editor en el modo de procesamiento spline

Para cambiar al modo de procesamiento spline, es necesario seleccionar el modo de datos adicionales (background): splines o 1D inversion. El segundo modo, en lugar de construir aproximaciones, utiliza la inversión 1D, lo que introduce algunas limitaciones.

El procesamiento spline se realiza de la siguiente manera: después de construir todas las splines, se identifican los puntos que se desvían considerablemente de las curvas de resistividad aparente y fase de la estación actual, y se reconstruye la spline. Los puntos identificados (valores atípicos) se promedian con la spline y esta se reconstruye de nuevo. Si existe alguna duda sobre la



validez de la spline, por ejemplo, si la «cola» de la curva está representada por una nube de puntos o si la curva es demasiado corta, se pueden incorporar datos de estaciones vecinas a la construcción de la spline o rechazar puntos utilizando una spline de referencia.

Corrección de los desplazamientos galvánicos estáticos

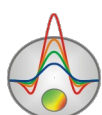
Las distorsiones estáticas causadas por heterogeneidades superficiales dificultan considerablemente la interpretación de las curvas de resistividad aparente y generan estructuras geoelectricas falsas. La fiabilidad de la interpretación de los datos depende en gran medida de la calidad de la supresión de las distorsiones estáticas. En el programa **ZondMT2D** se ofrecen varias opciones (herramientas) para detectar y corregir las distorsiones estáticas. En la práctica, parece más eficaz utilizar, en mayor o menor medida, todas estas herramientas o, al menos, comparar su eficacia con datos reales.

Ajuste de las distorsiones estáticas durante la inversión. Para utilizar esta opción, antes de la inversión se debe activar la opción *Invert with static shifts*.

La identificación y corrección manual de las distorsiones estáticas se realiza en el editor [MT Editor](#). La visualización en una misma ventana de varias curvas de resistividad y fase adyacentes permite identificar visualmente las características de las distorsiones estáticas presentes en los datos. Con las herramientas del editor MT Editor se puede cambiar manualmente la posición de una curva o de sus segmentos, tomando como referencia las curvas adyacentes, las curvas calculadas mediante inversión unidimensional o las curvas calculadas a partir del modelo obtenido mediante inversión bidimensional.

Una alternativa a la corrección manual en el módulo MT Editor es la *corrección de las distorsiones estáticas mediante el promediado de la resistividad aparente* seguido de un filtrado (módulo MT Editor, opciones **TM suppress shifts** y **TE suppress shifts**). Este método puede ser eficaz con una red de observaciones densa.

El método más fiable es la *corrección de los desplazamientos estáticos a partir de datos TEM*. En el programa **ZondMT2D** los datos TEM se importan mediante la opción **Options/TDEM data/Load TDEM data** (se admiten los formatos de los programas ZondTEM1D y UFS). También se pueden utilizar datos de SEV para la corrección (se importan al proyecto mediante la opción **Options/VES data/Load VES data**. Tras importar los datos, se debe hacer clic en el botón del menú principal del programa **SSC** para abrir la ventana de determinación de los desplazamientos para cada punto (véase la figura). En la parte superior izquierda de la ventana se muestran las curvas de resistividad aparente de MT y TEM; en la parte inferior izquierda, las fases (observada y calculada); en la parte superior derecha, la curva de transitorio (observada y



calculada); y en la parte inferior derecha, el modelo geoelectrico obtenido mediante inversion unidimensional conjunta.

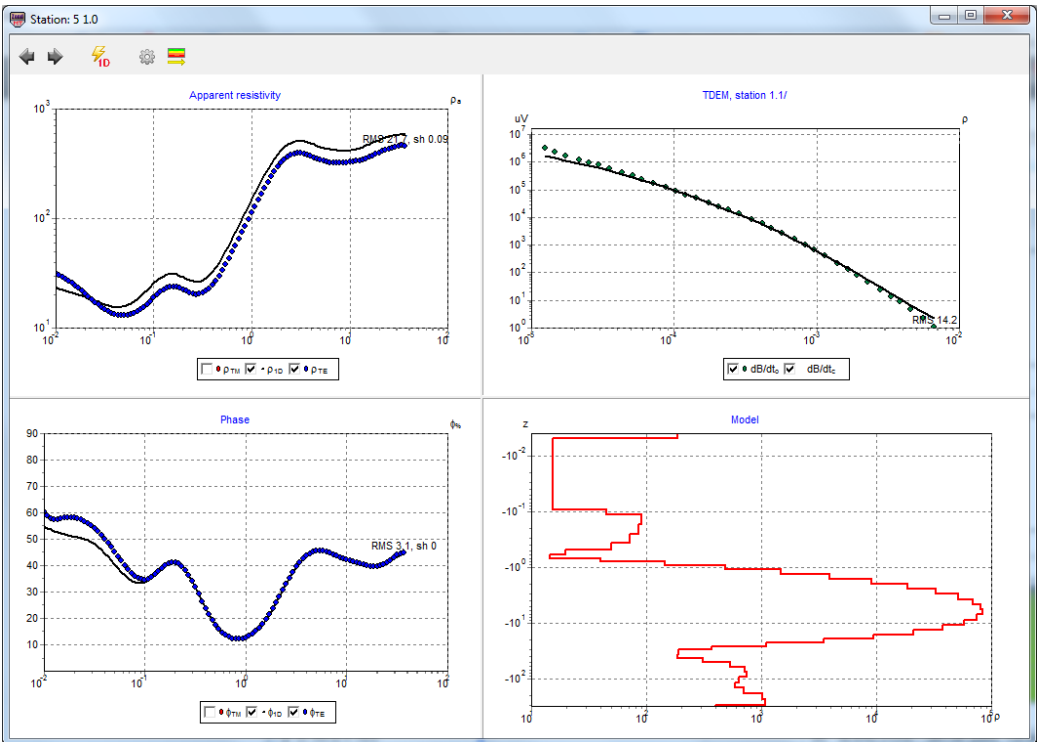


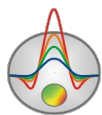
Fig. 14 Ventana de corrección de las distorsiones estáticas a partir de datos TEM y SEV

Los botones  y  permiten pasar al punto siguiente o anterior. El botón  inicia la inversión conjunta de datos MT y TEM (MT y SEV, o MT, TEM y SEV).

Con un clic derecho en un punto de medición, este se excluye de la inversión conjunta (se muestra con una cruz diagonal).

El botón  abre un menú emergente con funciones adicionales:

Rebuild Model	Definir un semiespacio como modelo inicial
Any near TDEM/VES point	Seleccionar cualquier punto TEM/SEV cercano (por ejemplo, si hay uno o dos puntos en el perfil)
Nearest TDEM/VES point	Seleccionar el punto TEM/SEV más cercano
Invert only visible	Incluir en la inversión solo los parámetros mostrados (marcados con una «casilla» debajo de cada gráfico). Se recomienda desactivar siempre las curvas de resistividad aparente MT.
Invert thicknesses	Realizar la inversión de conductancias
Apply static shift TM	Aplicar la corrección del desplazamiento estático para el modo



	TM, basada en el modelo conjunto ajustado.
Apply static shift TE	Aplicar la corrección del desplazamiento estático para el modo TE, basada en el modelo conjunto ajustado.
Phase correction TM	Corregir la fase TM (si la fase está fuera del primer cuadrante (0-90))
Phase correction TE	Corregir la fase TE (si la fase está fuera del primer cuadrante (0-90))
Auto correction	Si la opción está desactivada, cuando sea necesario corregir la fase, el programa solicita la confirmación del usuario

Tras hacer clic en las opciones *Apply static shift TM* y *Apply static shift TE*, se aplican las correcciones correspondientes a los datos.

El botón  permite incorporar el modelo (o los modelos) obtenido(s) a la sección bidimensional de resistividades como modelo inicial, o guardarlo(s) en un archivo MOD1D. Así, se puede utilizar como modelo inicial el modelo obtenido mediante la inversión unidimensional conjunta de datos MT y TEM/SEV.

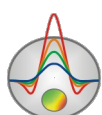
Módulo AK MT-Corrector

El módulo AK MT-Corrector (Options/AK Corrector) está destinado al preprocesamiento de los resultados de los sondeos MT antes de cargarlos en un proyecto: permite visualizar las curvas de todos los componentes del tensor de impedancia y del tipper, editar y eliminar puntos manualmente, suavizar mediante splines en función de la frecuencia (1D) o de la frecuencia y a lo largo del perfil (2D), corregir las fases y los desplazamientos estáticos, y exportar los resultados a los formatos ZondMT2D o EDI.

La ventana contiene un mapa de estaciones y gráficos de resistividad aparente y fase de la estación y el componente actuales. El componente se selecciona en el menú contextual del gráfico (Component: XY, YX, XX, YY, TX, TY, Eff). El gráfico superior muestra el primer conjunto de datos (resistividad aparente o parte real del tipper); el inferior, el segundo (fase o parte imaginaria). Para pasar de una estación a otra, se utilizan los botones de flecha de la pestaña Processing.

Pestaña Import/Export

El botón de apertura carga datos de uno de los siguientes tipos: csv files (*.csv, tablas Phoenix; el formato se describe en la sección «Archivos CSV de Phoenix»), multisect edi files (archivos EDI multisección), project mtb (proyecto del módulo) y edi files (archivos EDI



normales, un archivo por estación; se pueden seleccionar varios). El botón de guardado escribe los siguientes tipos de archivo: mdf files: archivo de datos de ZondMT2D con los modos TM/TE; edi files: un archivo EDI por estación (no se guardan las estaciones de tipo Skip point); effective mdf: archivo mdf con la impedancia efectiva; project mtb: proyecto del módulo para continuar el procesamiento.

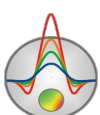
Pestaña Processing

El tipo de estación se define mediante la lista: Normal point — estación normal; Reference point — estación de referencia (su spline se utiliza como forma de referencia de la curva para otras estaciones cuando está activada la opción Use reference spline; solo puede haber una estación de referencia); Noisy point — estación ruidosa; Skip point — estación excluida del procesamiento y de la exportación a EDI.

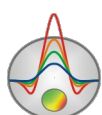
El botón 1D/2D inicia el suavizado. El clic izquierdo procesa la estación actual (1D) o un conjunto de estaciones (2D); el clic derecho abre el menú para seleccionar el modo. En el procesamiento 1D, cada curva se aproxima mediante un spline en función del logaritmo de la frecuencia; en 2D, además, se tiene en cuenta la coherencia entre estaciones vecinas. El grado de suavizado en frecuencia y a lo largo del perfil se ajusta mediante dos reguladores. El corredor de errores admisibles (error gates) se construye a partir de los errores de ajuste centrados en la mediana y suavizados en una ventana de $\ln f$.

Desplazamientos estáticos: Do correction — durante el procesamiento se determinan y eliminan los desplazamientos verticales de las curvas de resistividad aparente; No correction — sin corrección; Only correction — solo se corrigen los desplazamientos, sin suavizado.

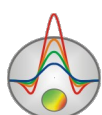
Elemento	Descripción
Load satellite map	Cargar un mapa satelital para el área visible en el gráfico. Al hacer clic con el botón izquierdo, se abre el cuadro de diálogo para seleccionar la zona UTM; la casilla de verificación de este cuadro permite cambiar la escala de las coordenadas. El clic derecho desactiva la visualización del mapa.
Processing statistic	Actualizar las etiquetas de los puntos del gráfico con los valores de las estadísticas del procesamiento.
min	Frecuencia mínima de los datos exportados, Hz. Los puntos con una frecuencia inferior no se guardan. Se rellena con los datos al cargarlos.
max	Frecuencia máxima de los datos exportados, Hz. Los puntos con una frecuencia superior no se guardan.



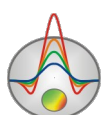
[número de frecuencias]	Número de frecuencias de la nueva malla cuando está activada la casilla num.
num	Si la casilla está activada, durante la exportación los datos se interpolan a una nueva malla de frecuencias: de min a max; el número de frecuencias se especifica en el campo de la derecha y estas se distribuyen uniformemente en escala logarítmica.
f	Sumar a la fase del componente actual el desplazamiento seleccionado en la lista contigua (-180, -90, 0, +90, +180°). Si está activada la casilla (-1), se invierte el signo del valor antes de sumar el desplazamiento. Se utiliza para ajustar las fases al cuadrante deseado.
X<>Y	Intercambiar los componentes de los pares XY ↔ YX, XX ↔ YY y TX ↔ TY para todos los puntos de la estación actual. También se intercambian las marcas de selección y los pesos asociados a los valores; después de la operación, se actualiza el gráfico.
1D	Iniciar el suavizado de los datos. El clic derecho abre el menú para seleccionar el modo de procesamiento y las opciones de corrección; el clic izquierdo ejecuta el suavizado para la estación actual o, en modo 2D, para un conjunto de estaciones. El grado de suavizado se ajusta con el control deslizante.
Smoothness of spline	Grado de suavizado del spline en el procesamiento 1D; la posición del regulador se convierte en un valor de 0,1 a 10 (escala logarítmica).
[desplazamiento del valor]	Seleccionar el desplazamiento que se sumará al valor del componente actual: -180, -90, 0, +90 o +180 grados. Se aplica mediante el botón de procesamiento; si está activada la opción de cambio de signo, el signo del valor se invierte antes de sumar el desplazamiento seleccionado.
[cambiar el signo del valor]	Si la opción está activada, el signo del valor procesado se invierte antes de sumar el desplazamiento seleccionado.
[tipo de punto]	Seleccionar el estado de la estación actual: Normal point — punto normal; Reference point — punto de referencia; Noisy point — punto ruidoso; Skip point — punto excluido del procesamiento. Al seleccionar Reference point, las demás estaciones marcadas previamente como puntos de referencia pasan al estado normal.



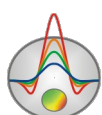
Smoothness (f)	Grado de suavizado en frecuencia durante el procesamiento 2D; la posición del regulador se convierte en un valor de 1 a 10.
Smoothness (2D)	Grado de suavizado a lo largo del perfil durante el procesamiento 2D; la posición del regulador se convierte en un valor de 1 a 1000 (escala logarítmica).
Component	Submenú Component: XY, YX, XX, YY, TX, TY y Eff. Seleccionar una opción para cambiar el componente mostrado.
XY	Seleccionar el componente XY. Tras la selección, el programa actualiza el panel y vuelve a dibujar los datos.
YX	Seleccionar el componente YX. Tras la selección, el programa actualiza el panel y vuelve a dibujar los datos.
XX	Seleccionar el componente XX. Tras la selección, el programa actualiza el panel y vuelve a dibujar los datos.
YY	Seleccionar el componente YY. Tras la selección, el programa actualiza el panel y vuelve a dibujar los datos.
TX	Seleccionar el componente TX. Tras la selección, el programa actualiza el panel y vuelve a dibujar los datos.
TY	Seleccionar el componente TY. Tras la selección, el programa actualiza el panel y vuelve a dibujar los datos.
Eff	Mostrar la impedancia efectiva (invariante del tensor calculada a partir de los cuatro componentes).
Curves	Submenú Curves: Other comp y Effective. Estas opciones cambian el modo correspondiente de visualización de las curvas y actualizan el gráfico.
Other comp	Si la opción está activada, en el gráfico se muestran también las curvas de los demás componentes de la estación actual (incompatible con Effective).
Effective	Si la opción está activada, en el gráfico se muestra también la curva de impedancia efectiva (incompatible con Other comp).
Phases range	Submenú Phases range: Auto, 0:90 y -180:180. Permite seleccionar la escala automática del eje vertical o uno de los intervalos fijos para las fases.
Auto	Establecer la escala automática del eje izquierdo del gráfico de fases.



0:90	Establecer el intervalo fijo del eje izquierdo del gráfico de fases entre 0 y 90.
-180:180	Establecer el intervalo fijo del eje izquierdo del gráfico de fases entre -180 y 180.
Display error bars	Activar o desactivar la visualización de los errores (barras) en los gráficos.
1D processing	Seleccionar el procesamiento unidimensional. Al seleccionarlo, se establece el modo 1D y se actualiza el panel; este modo también puede seleccionarse automáticamente en función del número de estaciones y componentes.
2D processing	Seleccionar el procesamiento bidimensional. Al seleccionarlo, se establece el modo 2D y se actualiza el panel; la disponibilidad de las opciones relacionadas con el procesamiento depende del modo seleccionado.
Static shifts	Submenú «Static shifts»: seleccionar una de las opciones: «Do correction» para corregir los desplazamientos estáticos, «No correction» para desactivar la corrección o «Only correction» para realizar únicamente la corrección.
Do correction	Seleccionar la corrección de los desplazamientos estáticos. Esta opción establece el modo de corrección, que se indica con una marca en el submenú.
No correction	Desactivar la corrección de los desplazamientos estáticos. Esta opción establece el modo sin corrección; la disponibilidad del procesamiento de todos los datos depende del modo de procesamiento seleccionado.
Only correction	Seleccionar el modo de ejecución exclusivo de corrección de desplazamientos estáticos. Esta opción establece el modo correspondiente, que se indica con una marca en el submenú.
Robust	Si la opción está activada, en el procesamiento 2D se utiliza un esquema robusto (resistente a valores atípicos) de ponderación de los errores de ajuste.
Smooth error gates	Si la opción está activada, el corredor de errores admisibles (error gates) se suaviza en función de la frecuencia.
Use reference spline	Si la opción está activada, en el procesamiento unidimensional se

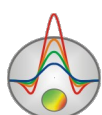


	utiliza una spline de referencia; antes de aplicarla, también se comprueba que el índice de la estación de referencia sea válido. La opción solo cambia la marca del elemento del menú.
Lin norm	Si la opción está activada, el error de ajuste al calcular la spline se calcula en escala lineal de valores, no en escala logarítmica.
Process all	Procesar todas las estaciones por orden con la configuración de suavizado actual. Una vez finalizado el procesamiento, el programa vuelve a la estación que estaba activa anteriormente y actualiza la visualización.
SS correction	Activar la herramienta de corrección manual del desplazamiento estático: la curva de resistividad aparente del componente actual se desplaza verticalmente con el ratón (en escala logarítmica), sin cambiar de forma.
Deselect 12	Anular la selección de ambos conjuntos de datos de la estación actual para el componente seleccionado y actualizar la visualización.
Deselect 1	Anular la selección del primer conjunto de datos de la estación actual para el componente seleccionado y actualizar la visualización.
Deselect 2	Anular la selección del segundo conjunto de datos de la estación actual para el componente seleccionado y actualizar la visualización.
Deselect comps	Anular la selección de todos los componentes de todos los conjuntos de datos de la estación actual y actualizar la visualización.
Flip sign of selected 1	Cambiar el signo de los valores de los datos seleccionados del primer conjunto para el componente seleccionado. Los valores marcados como ausentes no cambian; después de la operación, se actualiza la visualización.
Flip sign of selected 2	Cambiar el signo de los valores de los datos seleccionados del segundo conjunto para el componente seleccionado. Los valores marcados como ausentes no cambian; después de la operación, se actualiza la visualización.
Coupled selection	Si la opción está activada, la selección de puntos en un gráfico se



	duplica en el gráfico correspondiente. Al seleccionar o anular la selección de un stack, también cambia la selección del canal asociado.
Select stack	Seleccionar los puntos del stack actual que contienen datos válidos para el canal activo. Si la opción Coupled selection está activada, la selección se extiende también al canal asociado.
Deselect stack	Anular la selección de los puntos del stack actual que contienen datos válidos para el canal activo. Si la opción Coupled selection está activada, también se anula la selección del canal asociado.
Select stack all	Seleccionar todos los canales de los puntos del stack actual. Actualizar la visualización de ambos gráficos.
Deselect stack all	Anular la selección de todos los canales de los puntos del stack actual. Actualizar la visualización de ambos gráficos.
Deselect all	Anular la selección de todos los puntos del canal activo. Si la opción Coupled selection está activada, anular también la selección del canal asociado.
Flip sign selected	Cambiar el signo del valor de los datos de los puntos seleccionados del canal activo. Los puntos sin datos no cambian.
Remove spline	Eliminar la curva spline calculada para el canal activo y el canal asociado, restableciendo los valores calculados para ambos.
Buffer item 1	Guardar el estado actual de los datos en la celda de búfer 1. Si la celda ya está ocupada, aparece una solicitud: OK – sobrescribir la celda; Cancel – cargar los datos de la celda.
Buffer item 2	Lo mismo para la celda de búfer 2.
Current station	Si la opción está activada, la carga desde el búfer afecta solo a la estación actual.
Current component	Si la opción está activada, la carga desde el búfer afecta solo al componente actual.

Corregido: el botón $X < > Y$ desplazaba cíclicamente los componentes en lugar de intercambiar los pares $XY \leftrightarrow YX$, $XX \leftrightarrow YY$, $TX \leftrightarrow TY$; al importar csv sin columnas Latitude/Longitude o Phase se leía una columna inexistente; errores de inicialización de los pesos al leer EDI (como en el módulo principal). Mejorado: cálculo de la aproximación (caché del núcleo, de 0,030 a 0,006 s

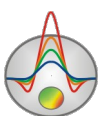


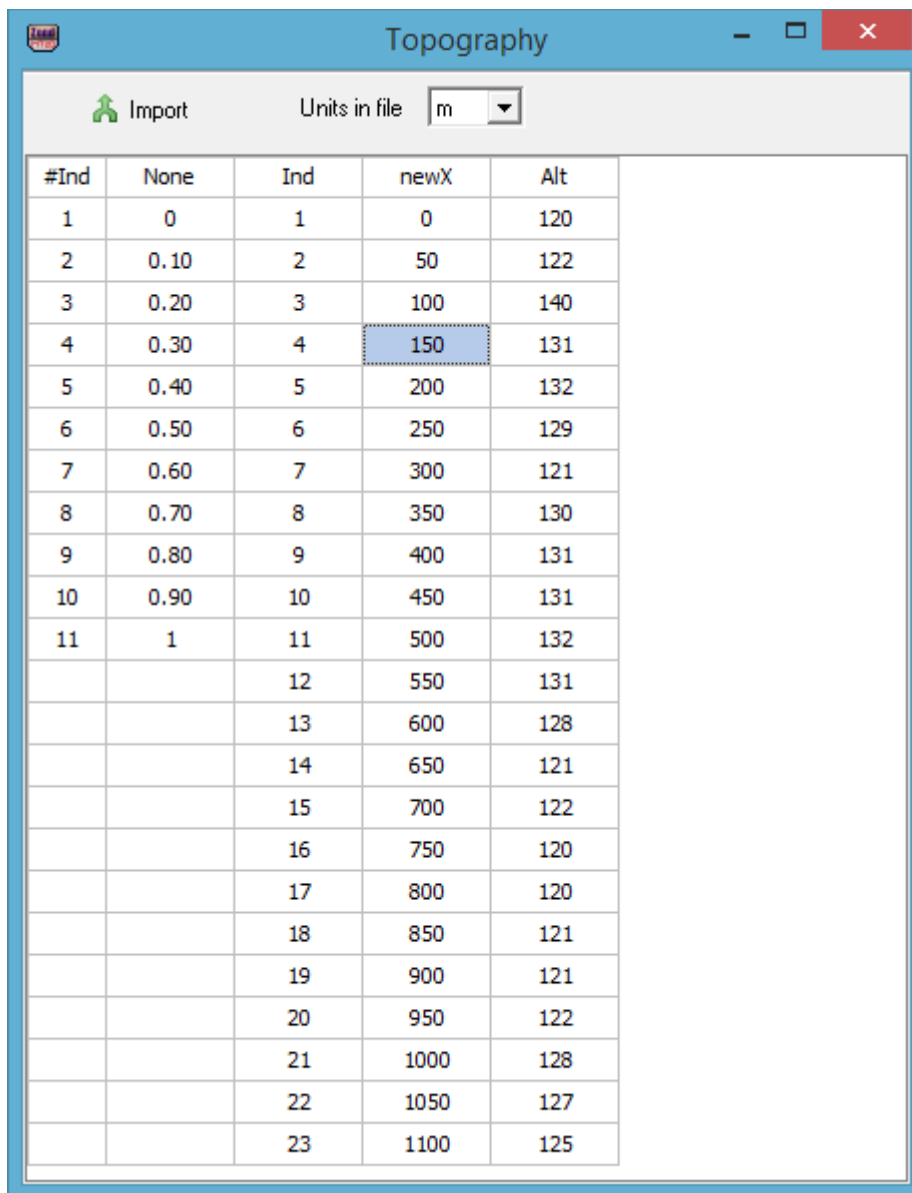
para 40 frecuencias y de 0,105 a 0,013 s para 80), ordenación, lectura de EDI en memoria y lectura de csv sin reasignar la matriz en cada línea.

Introducción y edición de información topográfica

En el programa **ZondMT2D** la topografía se puede introducir de tres formas: mediante la información del archivo de datos de entrada, con la opción de importación de información topográfica del menú principal del programa **Options/Topography/Import topography** o copiándola desde Excel en **Options / Topography / Edit topography**. También se puede definir la topografía con el ratón.

La información topográfica se importa desde un archivo de texto que contiene dos columnas: distancia a lo largo del perfil y cotas de elevación. La opción **Options/Topography/Import topography** abre una tabla en cuyas columnas se carga la información del archivo de texto seleccionado (véase la figura). En los encabezados de las columnas correspondientes se debe seleccionar newX/X y Alt (para ello, se selecciona el encabezado de la columna en la primera fila de la lista). La introducción de la información topográfica se completa al pulsar el botón . Las unidades de la topografía (m/km) se seleccionan en la lista desplegable de la barra superior de la ventana.

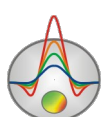




#Ind	None	Ind	newX	Alt
1	0	1	0	120
2	0.10	2	50	122
3	0.20	3	100	140
4	0.30	4	150	131
5	0.40	5	200	132
6	0.50	6	250	129
7	0.60	7	300	121
8	0.70	8	350	130
9	0.80	9	400	131
10	0.90	10	450	131
11	1	11	500	132
		12	550	131
		13	600	128
		14	650	121
		15	700	122
		16	750	120
		17	800	120
		18	850	121
		19	900	121
		20	950	122
		21	1000	128
		22	1050	127
		23	1100	125

Fig. 15 **Tabla de importación de información topográfica**

El elemento de menú **Options/Topography/Edit topography** abre un cuadro de diálogo que permite editar mediante una tabla la información topográfica contenida en el archivo de datos de origen o importada al proyecto. Los datos topográficos se pueden copiar desde una tabla de Excel.



Topography editor
✕

#	Station pos	Altitude
1	0	0.120
2	0.100	0.140
3	0.200	0.132
4	0.300	0.121
5	0.400	0.131
6	0.500	0.132
7	0.600	0.128
8	0.700	0.122
9	0.800	0.120
10	0.900	0.121
11	1	0.128

Fig. 16 Cuadro de diálogo de edición de información topográfica

El modo de añadir topografía con el ratón puede resultar útil para realizar pruebas (ya que es demasiado rudimentario). Se activa mediante el elemento del menú *set by mouse*. El proceso de definición de la topografía es similar al de definición de los límites a priori.

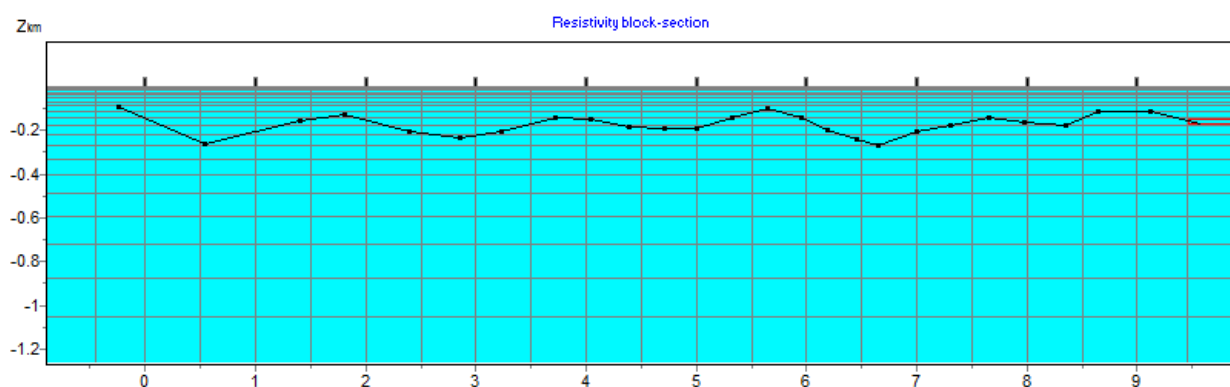
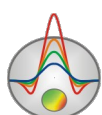


Fig. 17 Ejemplo de sección en el modo de añadir topografía con el ratón



Mediante los elementos de menú **Options/Topography/Restore topography** y **Options/Topography/Remove topography** se pueden eliminar y restaurar, respectivamente, los datos topográficos tras su eliminación.

Cuando se trabaja con datos obtenidos en terrenos muy accidentados, se recomienda suavizar el perfil topográfico (**Options/Topography/Smooth topography**).

Si es necesario tener en cuenta las formas del relieve fuera del área, con la opción **Options/Extra/Extended nodes** se pueden añadir nodos adicionales en los bordes del modelo. La opción debe activarse antes de abrir el archivo.

Al trabajar con los datos, a veces resulta útil desactivar la topografía; para ello se utiliza la opción **Options/Topography/Remove topography**. La topografía se puede restaurar con la opción **Options/Topography/Restore topography**.

El coeficiente de distorsión de la topografía con la profundidad (0-5) se puede definir en el menú **Option/Topography/Topo coefficient**. 0: la topografía de cada capa sucesiva repite la de la capa anterior. 1: la topografía se aplanan con la profundidad; la última capa es plana (véase la figura). La profundidad distorsionada se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$z^{\square}(x, z) = \text{Topo}(x) + z \cdot \left(1 + \frac{\max(\text{Topo}) - \text{Topo}(x)}{\max(z)} \cdot \text{Tcoeff} \right),$$

donde *Topo* es la elevación de la topografía, *z* es la profundidad desde la superficie.

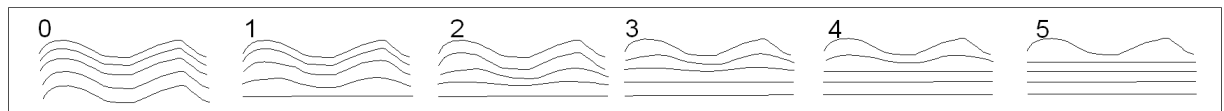
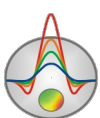


Fig. 18 **Distorsión de las capas del modelo para valores del parámetro Topo coefficient entre 1 y 5**



Inversión de datos

Después de cargar el archivo de datos, configurar el modelo inicial, editar los datos e introducir la información topográfica, se debe seleccionar el tipo de inversión y configurar sus parámetros. También se puede calibrar la malla del modelo, editarla y modificar los valores de resistividad del modelo inicial, si es necesario (véase la sección [creación del modelo](#)). El programa admite tres modos principales de inversión: con una malla , con un modelo de capas arbitrarias  y con un modelo poligonal. El diálogo de configuración de los parámetros de inversión se abre con el botón  o mediante la opción de menú **Option/Program setup**.

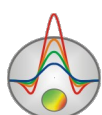
Se puede hacer una evaluación rápida del resultado de la inversión a partir del valor del error de ajuste relativo que aparece en la barra de estado del programa. Por lo general, con datos de calidad «media», el valor no debe superar el 5%. La convergencia de cada medición, comparando los valores observados y calculados, se puede evaluar mostrando la pseudosección de errores de ajuste relativos mediante la opción **Options/Data/Data Misfit**.

Calibración de la malla del modelo y trabajo con la topografía

Una de las condiciones más importantes para resolver correctamente el problema directo y el problema inverso es elegir bien la malla de modelización. La malla debe permitir resolver el problema con precisión para cada frecuencia. El problema directo se calcula suponiendo que el campo electromagnético varía linealmente en cada elemento de la sección. Como es sabido, la no linealidad del campo disminuye con la profundidad, pero de manera distinta para cada frecuencia. El contraste geoelectrico de los objetos también es un factor importante que influye en el comportamiento del campo.

Antes de realizar la inversión, para aumentar la fiabilidad de los datos obtenidos, se debe calibrar la malla del modelo. La calibración se realiza para un modelo de semiespacio sin topografía. Después de crear el modelo inicial, se debe pulsar el botón para calcular el problema directo  en la barra de herramientas del programa. El criterio para considerar que la malla se ha elegido correctamente es que todos los valores calculados de resistividad aparente (para ambos modos en cada frecuencia) sean próximos a la resistividad eléctrica del semiespacio y que las fases sean próximas a 45 grados.

Al trabajar con una topografía muy accidentada, puede ser útil introducir 1-2 nodos adicionales en la parte superior de la malla vertical (véase la sección [Editor de modelos](#)). Si el resultado del cálculo del problema directo apenas cambia, la malla está bien construida.



Diálogo de configuración de los parámetros del programa

El diálogo permite configurar los parámetros relacionados con la resolución del problema inverso. Se abre desde el menú principal del programa, mediante **Options/Inversion setup**, o al pulsar el botón  de la barra principal (véase la figura).

Default – asigna a los parámetros sus valores «por defecto».

Los parámetros principales de la inversión se configuran en la pestaña **General**.

La opción **Inversion** define el algoritmo que se utilizará para resolver el problema inverso. A continuación se describen distintos algoritmos de inversión aplicados a un modelo de medio formado por varios bloques (véase la figura). Para probar los algoritmos, calcularemos la respuesta teórica de este modelo y le añadiremos ruido gaussiano del 5 %.

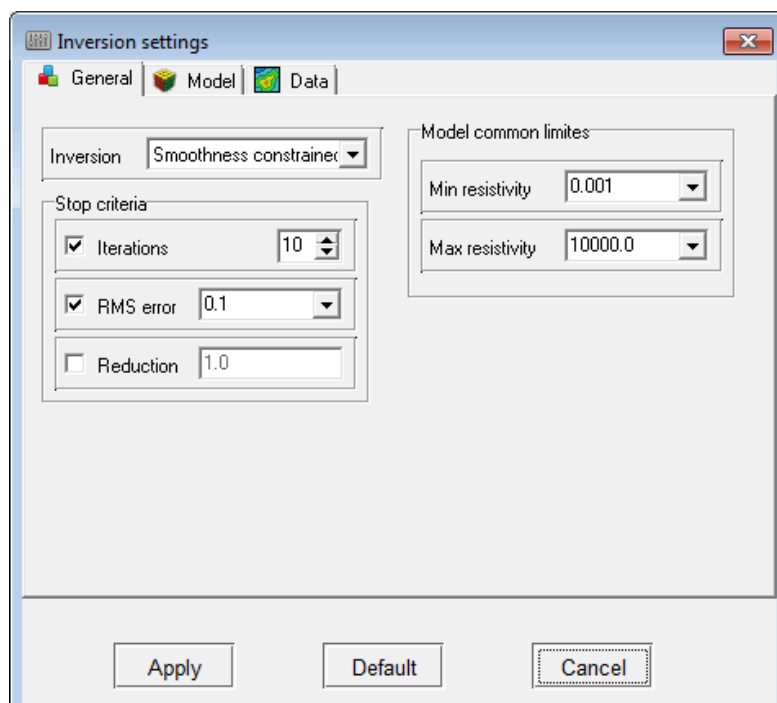


Fig. 19 Diálogo de configuración de los parámetros de inversión. Pestaña Inversion.

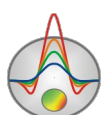
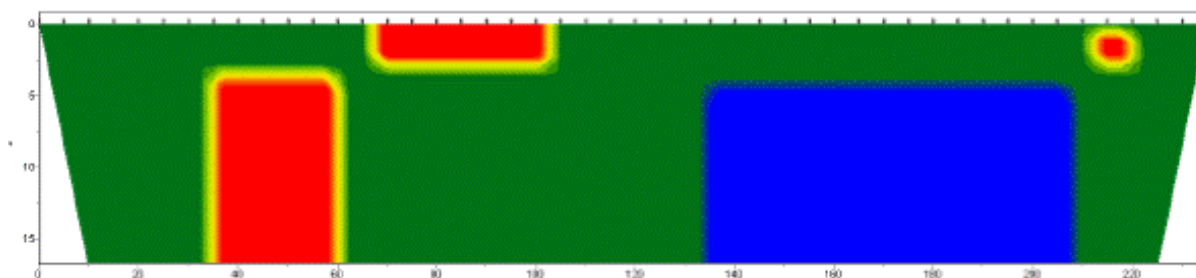


Fig. 20 **Modelo de medio de prueba**

Smoothness constrained – inversión por mínimos cuadrados con un operador de suavizado. Este algoritmo produce una distribución de parámetros suave (sin límites abruptos) y más estable. Se recomienda utilizar este tipo de inversión en la mayoría de los casos. La ecuación matricial de este algoritmo es la siguiente:

$$(A^T W^T W A + \mu C^T C) \Delta m = A^T W^T \Delta f$$

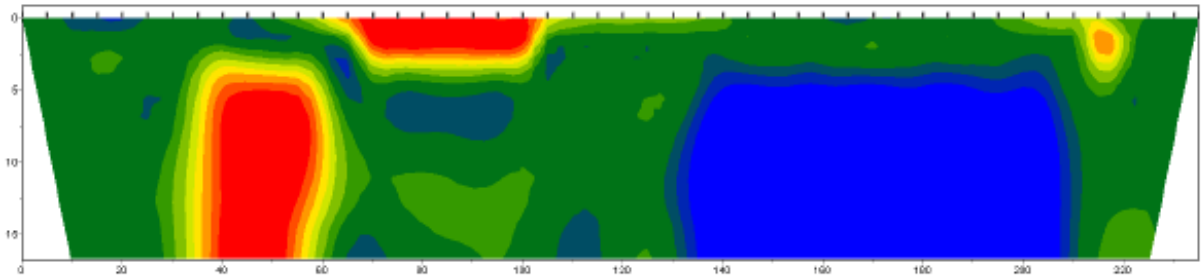


Fig. 21 **Modelo recuperado mediante la inversión Smoothness constrained**

Occam – inversión por mínimos cuadrados con un operador de suavizado y una minimización adicional del contraste. Este algoritmo produce la distribución de parámetros más suave (véase la figura). La ecuación matricial de este algoritmo es la siguiente:

$$(A^T W^T W A + \mu C^T C) \Delta m = A^T W^T \Delta f - \mu C^T C m$$

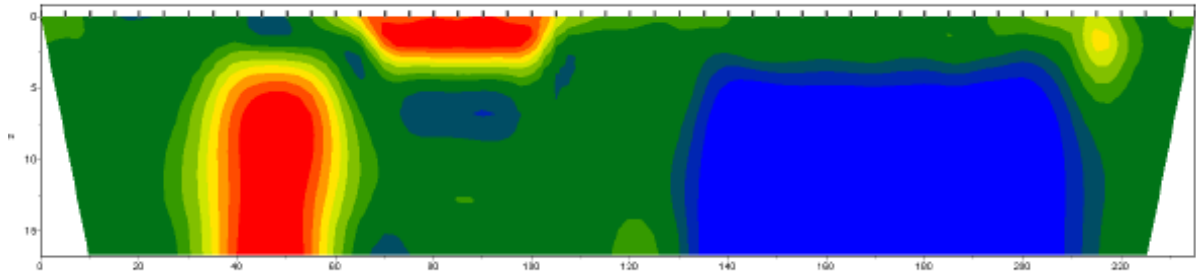
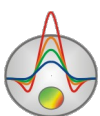


Fig. 22 **Modelo recuperado mediante la inversión Occam**

Marquardt – inversión por mínimos cuadrados con regularización mediante un parámetro de amortiguamiento. El algoritmo permite obtener un modelo del medio con límites abruptos (Fig. 23). El uso imprudente de esta variante de inversión puede dar lugar a resultados inestables o a un aumento de la desviación cuadrática media. Se recomienda utilizar el método **Marquardt** para el refinamiento, después de realizar la inversión con **Smoothness constrained** o **Occam**. La ecuación matricial de este algoritmo es la siguiente:



$$(A^T W^T W A + \mu I) \Delta m = A^T W^T \Delta f$$

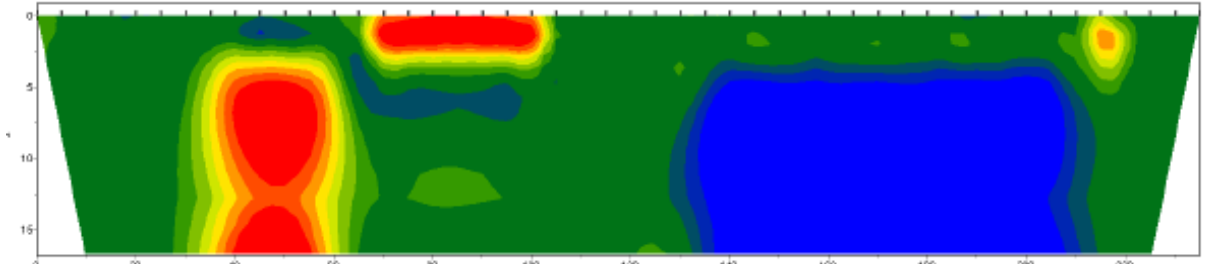


Fig. 23 **Modelo recuperado mediante la inversión Marquardt**

Blocks – ajuste de los parámetros de regiones individuales con distinta resistividad (véase la figura). Las regiones con la misma resistividad se consideran bloques únicos. Es preferible utilizar el algoritmo en la etapa de refinamiento de los resultados de métodos anteriores, seleccionando previamente los bloques necesarios.

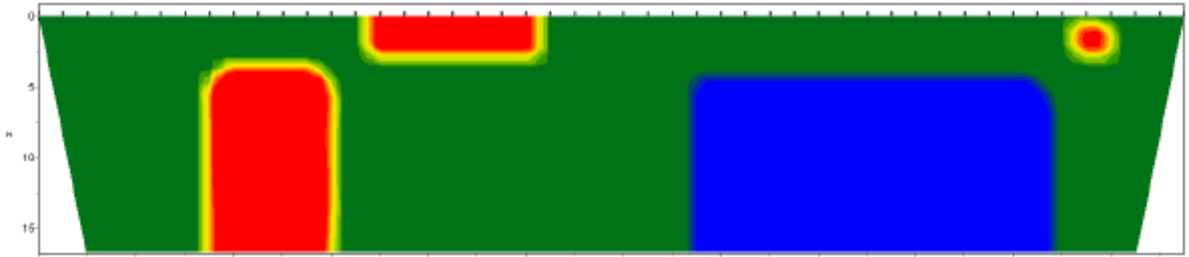
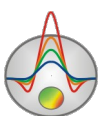


Fig. 24 **Modelo reconstruido como resultado de la inversión Blocks**

Focused – inversión por mínimos cuadrados con un operador de suavizado y un enfoque adicional en el contraste. Este algoritmo produce una distribución de parámetros por tramos suaves, es decir, un modelo formado por bloques con resistividad constante (véase la figura). Este algoritmo es sensible al parámetro **threshold**. En términos sencillos, este parámetro determina si se promedian o no las celdas vecinas. Si el contraste entre las celdas vecinas supera el valor establecido, sus parámetros se promedian poco; si es menor, se promedian en mayor medida. La ecuación matricial de este algoritmo es la siguiente:

$$(A^T W^T W A + \mu C^T R C) \Delta m = A^T W^T \Delta f - \mu C^T R C m$$



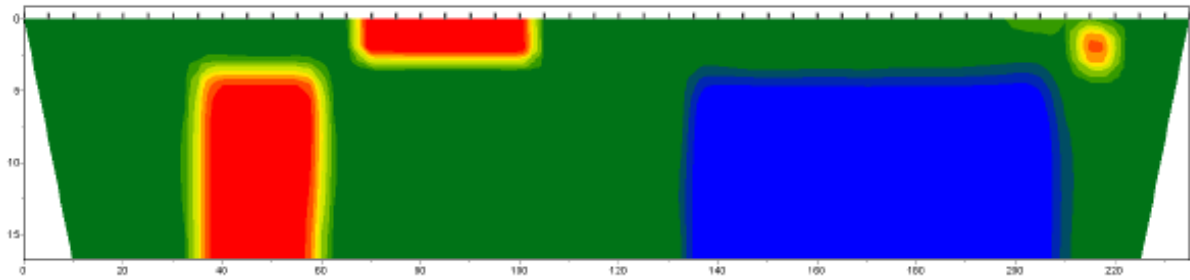


Fig. 25 **Modelo reconstruido como resultado de la inversión Focused**

El área **Stop criteria** contiene los criterios para detener la inversión.

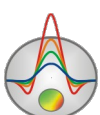
Iterations – si la opción está activada, el proceso de inversión se detiene al alcanzar el número de iteración establecido.

RMS error – si la opción está activada, el proceso de inversión se detiene al alcanzar el valor establecido del error de ajuste.

El área Model common limits (**Min resistivity**, **Max resistivity**) establece los límites de variación de los parámetros del modelo durante la inversión. Antes de la inversión, es muy importante restringir el intervalo de variación de los parámetros. Esto aumenta la estabilidad del modelo resultante y permite obtener resultados más adecuados desde el punto de vista geológico.

Si se establecen límites comunes estrechos para la variación de los parámetros o límites individuales para algunas celdas, durante la inversión se intentará continuamente que los parámetros salgan de los límites establecidos. Esto puede afectar considerablemente a la velocidad de convergencia. En este caso, se debe activar **Options / Inversion / Optimization / Lim based inv**. Esta variante de inversión, por una parte, reduce la contribución de las celdas cuyos parámetros exceden los límites establecidos y, por otra, utiliza normas especiales para los parámetros que dificultan que estos salgan de dichos límites.

La pestaña **Model** (véase la figura) contiene ajustes adicionales relacionados con la inversión.



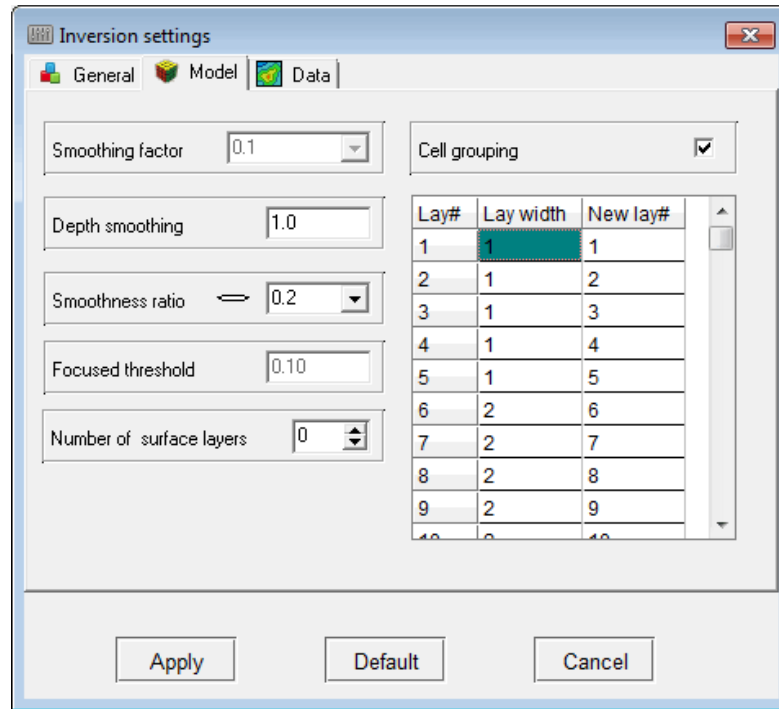
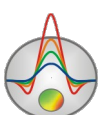


Fig. 26 **Diálogo de configuración de los parámetros de inversión. Pestaña Model**

La opción **Smoothing factor** – establece la relación entre la minimización del error de ajuste de las mediciones y la del modelo (por ejemplo, su suavidad). Para datos con un nivel de ruido elevado o para obtener una distribución más suave, se utilizan valores relativamente altos del parámetro de suavizado: 0.05 - 0.5; cuando las mediciones son de alta calidad, se utilizan valores de: 0.005 - 0.01. Los valores altos del parámetro de suavizado suelen producir valores mayores del error de ajuste de los datos. Se utiliza en los algoritmos de inversión *Occam* y *Focused*. Además de controlar la suavidad del modelo obtenido, este parámetro permite estabilizar el proceso de inversión, lo que es muy importante cuando los datos contienen una componente de ruido significativa.

Si la optimización (Line search) está desactivada, el programa permite seleccionar automáticamente el valor del parámetro de suavizado. Para ello, se debe marcar la casilla situada a la derecha de smoothing factor.



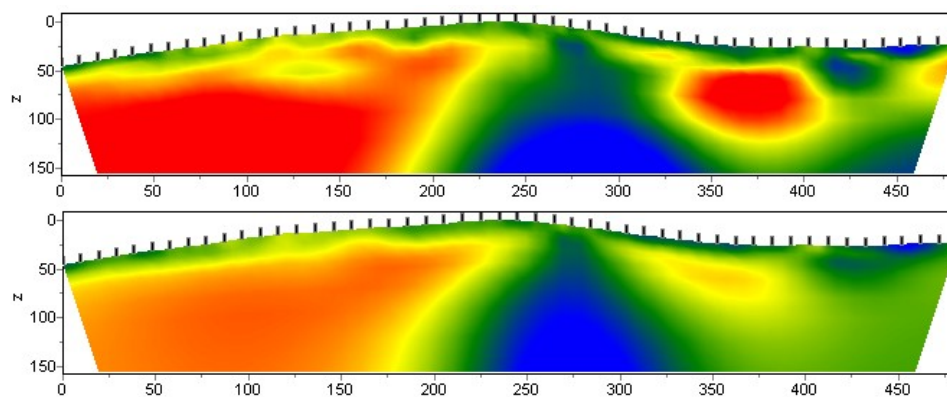


Fig. 27 Modelos geoelectricos obtenidos mediante la inversión *Occam* con el parámetro **smoothingfactor: 0.01 (A) y 1.0 (B).**

Depth smoothing – establece el coeficiente de atenuación (suavizado) con la profundidad. El valor de este parámetro también depende del nivel de ruido: cuando este es elevado y aparecen objetos «no geológicos» u oscilaciones en la parte inferior de la sección durante la inversión, es necesario aumentar este parámetro. Su valor se determina empíricamente.

Smoothness ratio – determina la relación entre el grado de suavizado en las direcciones horizontal y vertical. Para estructuras estratificadas horizontalmente, se deben utilizar valores de este parámetro <1 ; para estructuras estratificadas verticalmente, >1 . Normalmente, se utilizan valores entre 0.2 y 1 (Fig. 28).

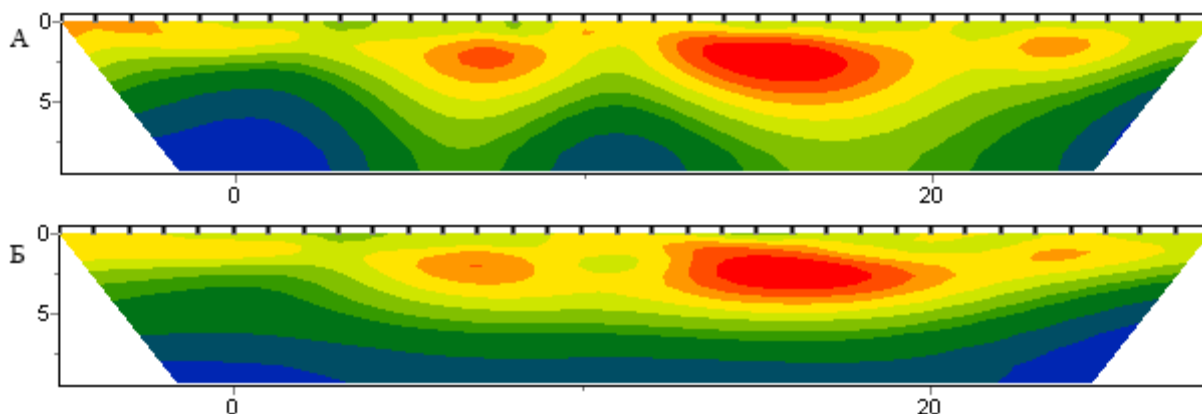
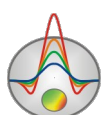


Fig. 28 Modelos geoelectricos obtenidos mediante la inversión «suave» con el parámetro **Smoothness ratio: 1 (A) y 0.3 (B)**

La opción **Focused threshold** – establece el valor máximo de contraste entre celdas vecinas a partir del cual sus parámetros no se promedian entre sí (es decir, se considera que existe un límite



entre las celdas). El valor de este parámetro se determina empíricamente (0.001-1). Un valor demasiado bajo puede provocar la divergencia del algoritmo (en tal caso, se debe aumentar el valor). Los valores demasiado altos del parámetro producen una distribución suave (Fig. 29).

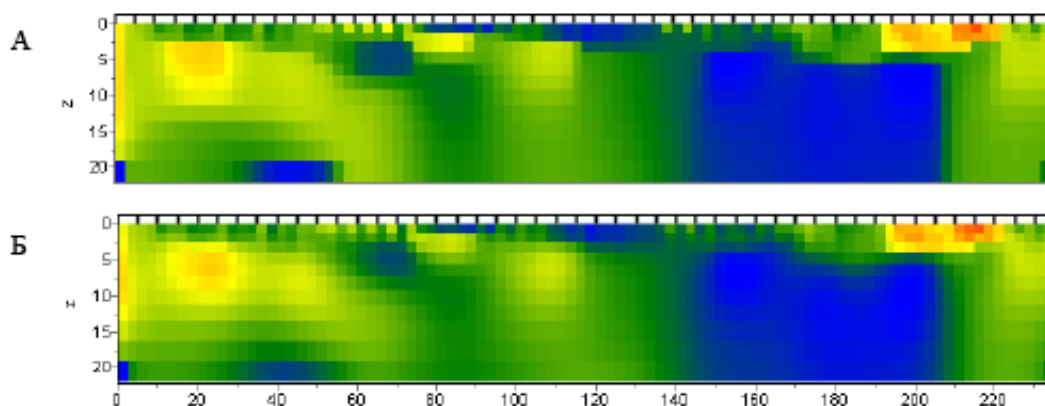
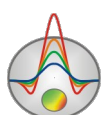


Fig. 29 **Modelos geoelectricos obtenidos mediante la inversión Focused con el parámetro Threshold: 0.01 (A) y 0.1 (B)**

Number of surface layers (0-2) – establece el número de capas en las que se permiten variaciones intensas de los parámetros. Esta opción es necesaria cuando la parte superior de la sección es muy heterogénea. También puede utilizarse en medios con un contraste muy bajo, donde el principal efecto anómalo de los datos se debe a heterogeneidades cercanas a la superficie.

Cell grouping – utilice esta opción para modelos grandes (al abrir archivos con muchos datos, el programa ofrece automáticamente utilizarla). La opción activa una tabla que permite agrupar celdas adyacentes y reducir el número de parámetros que se determinan durante la inversión. Al utilizar esta opción, el número de celdas para resolver el problema directo permanece igual, mientras que disminuye el número de celdas para la inversión. En condiciones ideales, el número de parámetros que se ajustan debería ser próximo al número de datos.

La tabla contiene tres columnas: en la primera (**Layer**) se indica el número de capa del modelo original; en la tercera (**New layer**) se establece el número de capa de la malla de inversión; en la segunda (**Width**) se debe indicar el número de celdas (en dirección horizontal) que contiene cada celda de la malla de inversión para esa capa. La malla de inversión se muestra en el editor de modelos durante su configuración. Al hacer doble clic con el botón izquierdo del ratón en las celdas de la columna **Width**, se pueden combinar celdas en dirección horizontal para esa capa. Al hacer clic con el botón derecho, se abre un cuadro de diálogo en el que se debe indicar el número de capas que se van a combinar. El valor se aplicará a esa capa y a todas las



capas inferiores. La combinación de celdas en dirección vertical se realiza de forma análoga en la columna **New Layer**.

A continuación se muestran ejemplos de tres mallas de inversión: en la primera, la malla de inversión coincide con la del modelo (Fig. 30, ejemplo **A**); en la segunda, a partir de la sexta capa, las celdas se agrupan de dos en dos en dirección horizontal (Fig. 30, ejemplo **B**); en la tercera, a partir de la sexta capa, las celdas se agrupan de dos en dos y, a partir de la duodécima capa, de cuatro en cuatro en dirección horizontal (Fig. 30, ejemplo **C**).

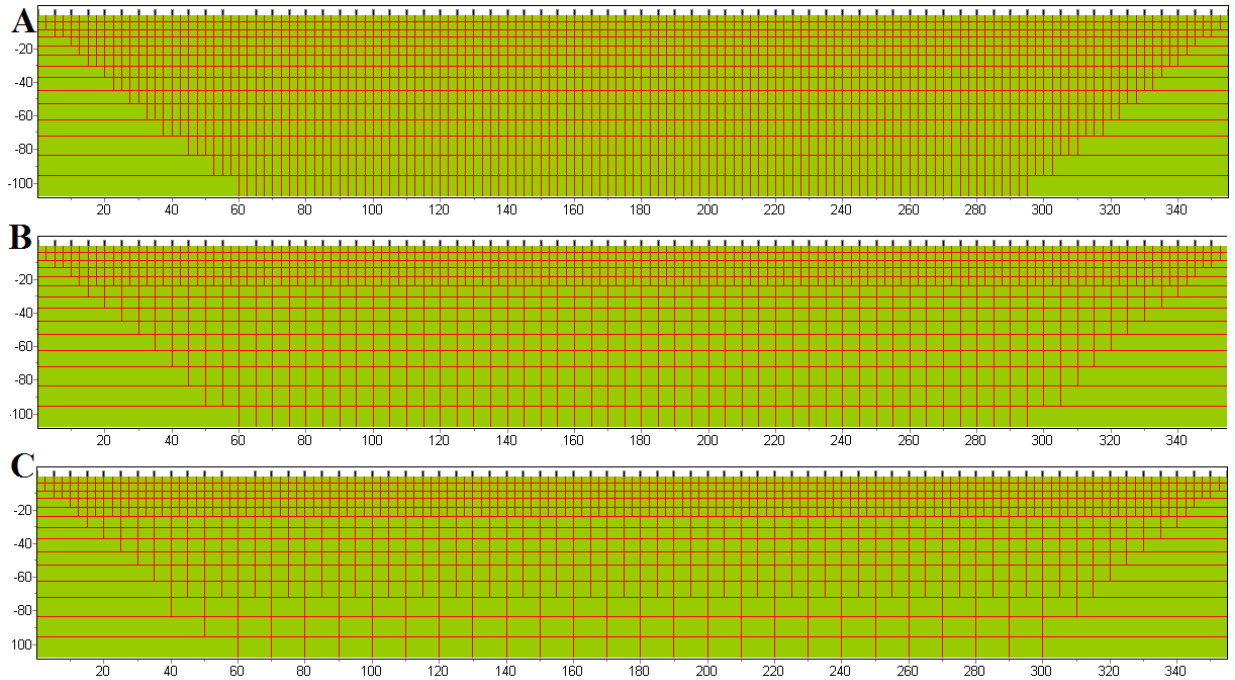
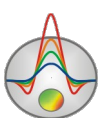


Fig. 30 Ejemplos de mallas de inversión

Las opciones de la pestaña **Data** (véase la figura) permiten seleccionar los datos que se usarán en la inversión, establecer los pesos de los tipos de datos y seleccionar el tipo de normalización de los datos.



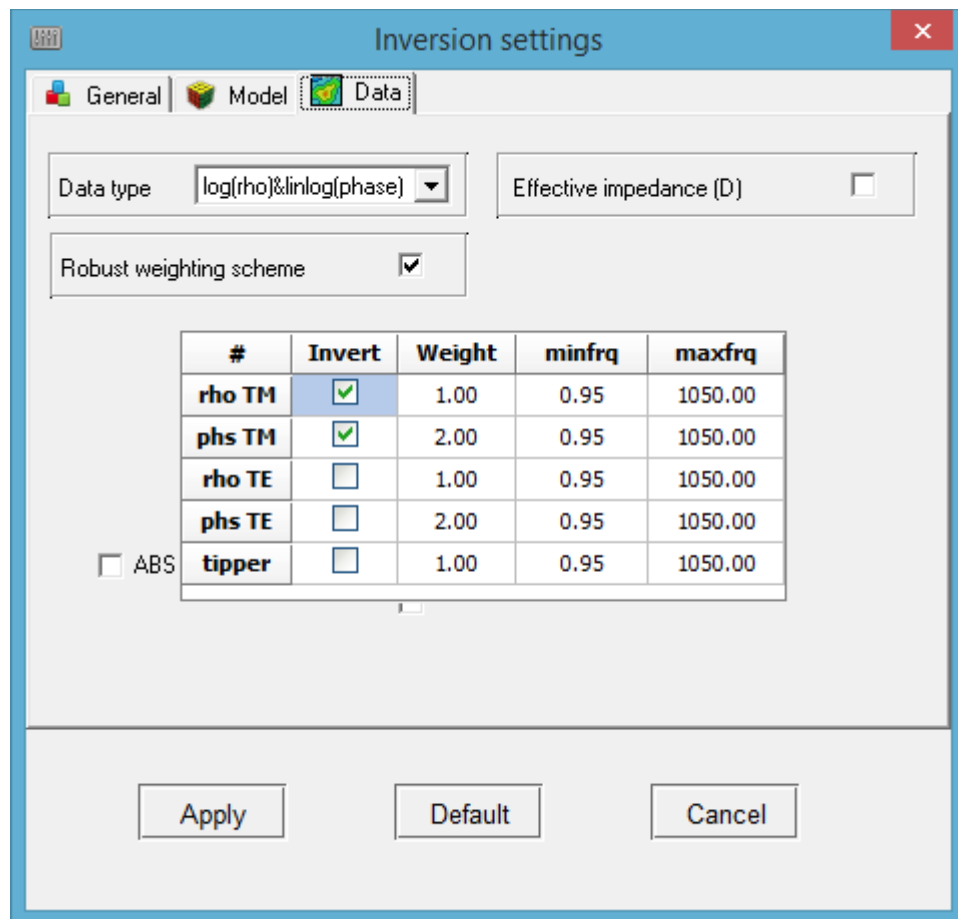


Fig. 31 Cuadro de diálogo de configuración de los parámetros de inversión. Pestaña Data

La tabla de la pestaña **Data** contiene columnas para el nombre del tipo de datos (**#**), un campo que determina si los datos se tienen en cuenta en la inversión (**Invert**), el peso relativo de los datos (**Weight**) y las frecuencias mínima y máxima (**minfreq** y **maxfreq**).

La opción **ABS** permite usar el módulo del tipper en la inversión.

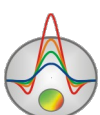
Al activar la opción **Effective impedance (D)**, se realizará la inversión de la impedancia efectiva (para este modo se necesitan ambos modos).

Robust weighting scheme: esta opción debe activarse si los datos contienen algunos valores atípicos importantes relacionados con errores sistemáticos de medición. Cabe señalar que el algoritmo debe activarse cuando la proporción de datos erróneos no supere el 30 %. En los casos en que predomine el ruido en los datos, es poco probable que este algoritmo sea útil.

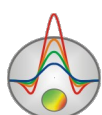
Data type establece el tipo de normalización de los datos durante la inversión. Se recomienda usar el valor Log(rho)&linlog(phase). Por lo general, este valor permite obtener la mejor velocidad de convergencia del algoritmo de inversión.

Parámetros adicionales del cuadro de diálogo

Parámetros del cuadro de diálogo Inversion settings no descritos anteriormente:



Parámetro	Descripción
Cancel	Cierra la ventana de configuración.
[número de iteraciones]	Establece el número máximo de iteraciones para detener la inversión no lineal si el criterio correspondiente está activado.
[umbral de RMS error]	Establece el umbral de RMS error: si el error desciende por debajo del valor indicado, la inversión debe detenerse cuando el criterio correspondiente esté activado. La lista ofrece los valores 5, 3, 2 y 1; el código también comprueba que el valor introducido esté dentro del intervalo de 0,001 a 10.
[coeficiente de suavizado]	Seleccione el coeficiente de suavizado: 0.005, 0.01, 0.02, 0.05, 0.1, 0.2 o 1. Para datos ruidosos se recomienda usar un valor mayor y, para datos menos ruidosos, uno menor; si está activada la búsqueda lineal, el algoritmo busca un valor adecuado del coeficiente para minimizar la función objetivo.
[tabla de la malla de inversión]	Muestra los parámetros de las capas de la malla de inversión; la malla se superpone al modelo después de modificar los parámetros. Haga clic con el botón derecho en la columna de anchura para establecer la anchura de la capa seleccionada y de las siguientes (un número entero entre 1 y 99), o en la columna de altura para establecer el parámetro de altura de la capa seleccionada y de las siguientes (un número entero entre 1 y 9).
Number of surface layers	Establece el número de capas superiores cuya influencia en el resto del modelo se debe reducir durante el suavizado.
[esquema de cálculo]	Seleccione el esquema de cálculo: Total o Secondary.
[tabla: parámetros de los datos para la inversión]	En la tabla se seleccionan las componentes de los datos, los intervalos de frecuencia y los pesos relativos que se usarán en la inversión. Si está activada la opción asociada, algunos parámetros de las filas de la tabla se marcan automáticamente y los valores de las primeras filas se copian en las siguientes.
ABS	Si la casilla está marcada, en la inversión se usa el módulo $ T_{zy} $ del tipper en lugar de las partes real e imaginaria por separado.
Width incremental factor	Establece el factor de incremento para las columnas exteriores izquierda y derecha.
Columns number	Establece el número de nodos exteriores a la izquierda y a la



	derecha.
Height incremental factor	Establece el factor de incremento para las columnas exteriores inferiores.
Rows number	Establece el número de nodos exteriores inferiores.

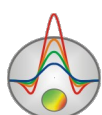
Módulo de cálculo de 64 bits

Para perfiles grandes y para acelerar los cálculos, la inversión puede realizarse con un programa de consola independiente de 64 bits. El módulo se activa mediante la opción Options/Inversion/64 bit version. El archivo zondmt2d64.dll (un programa ejecutable renombrado para que sea compatible con el mecanismo de ejecución anterior) debe estar en la misma carpeta que ZondMT2D.exe; si el archivo no está, la opción del menú no se activa y se muestra un mensaje.

Al iniciar la inversión, ZondMT2D prepara todos los ajustes igual que para una inversión normal, los guarda junto con los datos de las estaciones, los pesos, la malla, la topografía y los límites en el archivo calc64.bin de la carpeta del programa y ejecuta zondmt2d64.dll como proceso oculto. La consola muestra líneas de estado (progreso del cálculo, número de iteración, error de ajuste) y, después de cada iteración, guarda el modelo actual y las respuestas en resp64.bin; la sección y los gráficos se actualizan igual que durante el cálculo de 32 bits. Al terminar la inversión, la consola guarda el resultado final y finaliza.

Archivo de intercambio	Contenido
calc64.bin	Datos de entrada: modo (TE/TM, tipper, conjunto), ajustes de inversión, parámetros globales, estado de la ventana principal y estaciones.
resp64.bin	Resultado: modelo, errores de ajuste, instantáneas de las iteraciones y respuestas de las estaciones; se actualiza después de cada iteración y, al final del cálculo, contiene el modelo final y el conjunto completo de estaciones.
stop.tmp	Solicitud de parada: se crea con el botón de parada de la inversión; la consola finaliza la iteración actual, guarda el resultado y termina.

Los archivos de intercambio son binarios e incluyen una firma, un número de versión y marcas de control de bloques. El mensaje de error de la consola se muestra en una ventana de mensaje después de que esta termina.



Limitaciones. En el módulo de 64 bits, entre las opciones de inversión conjunta solo está disponible la clusterización (Options/Inversion/Joint inversion/Clusterization). Si en el proyecto está activada la inversión conjunta con datos sísmicos, gravimétricos o magnéticos, se utiliza una imagen de fondo (BG image) o IGI forced, el modo poligonal, la inversión conjunta con datos TEM/SEV o la inversión con fuente controlada, se ejecuta automáticamente la inversión normal de 32 bits.

La aceleración se consigue mediante el cálculo paralelo del problema directo y del jacobiano por frecuencias (el resultado coincide bit a bit con el del cálculo secuencial) y mediante núcleos vectoriales AVX2/FMA en el solucionador de sistemas en banda y en el método de gradientes conjugados (se seleccionan automáticamente si el procesador los admite). En el perfil de prueba (120 celdas $\times$ 40 estaciones $\times$ 16 periodos, TE+TM conjunta, 5 iteraciones, 2 núcleos), el tiempo de inversión se redujo de 25,7 s a 5,9 s.

Variable de entorno (opcional)	Descripción
MT64FREQ=n	Número de hilos para el cálculo por frecuencias (por defecto, el número de núcleos; 1: cálculo secuencial).
MT64NOAVX=1	Desactivar los núcleos AVX2/FMA.

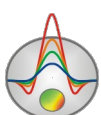
Visualización de datos y del modelo

En la ventana principal, los parámetros observados y calculados pueden mostrarse como pseudosección **Options/Data/Pseudo-section**, y como gráficos **Options/Data/Graphics-plot**.

Gráficos

Los gráficos permiten mostrar los valores de los parámetros a lo largo del perfil en forma de gráficos (Fig. 32). La interacción con los gráficos se realiza con el ratón: para ampliar una zona o desplazarla, se utiliza el modo con el botón presionado (herramienta «rectángulo elástico»). Para seleccionar la zona que se desea ampliar, se mueve el cursor del ratón hacia abajo y a la derecha, manteniendo presionado el botón izquierdo (véase la figura, A). Para volver a la escala inicial, se realizan los mismos movimientos, pero hacia arriba y a la izquierda (véase la figura, B). Para desplazar (desplazar mediante desplazamiento) el gráfico, se mueve el ratón manteniendo presionado el botón derecho.

Al hacer clic con el botón izquierdo del ratón en un punto del gráfico, se ocultan los demás gráficos y se muestran las posiciones de los electrodos correspondientes al punto activo (hasta que



se suelta el botón del ratón). Los valores medidos se editan arrastrando el punto del gráfico con el botón derecho presionado.

El diálogo para configurar los gráficos se abre desde el menú principal **Options/Graphics/ Observed graphics Calculated graphics** ([más información](#)). El editor de gráficos se abre haciendo clic derecho en el gráfico mientras se mantiene presionada la tecla SHIFT ([más información](#)). El editor de ejes se abre haciendo clic derecho en el eje deseado mientras se mantiene presionada la tecla SHIFT ([más información](#)).

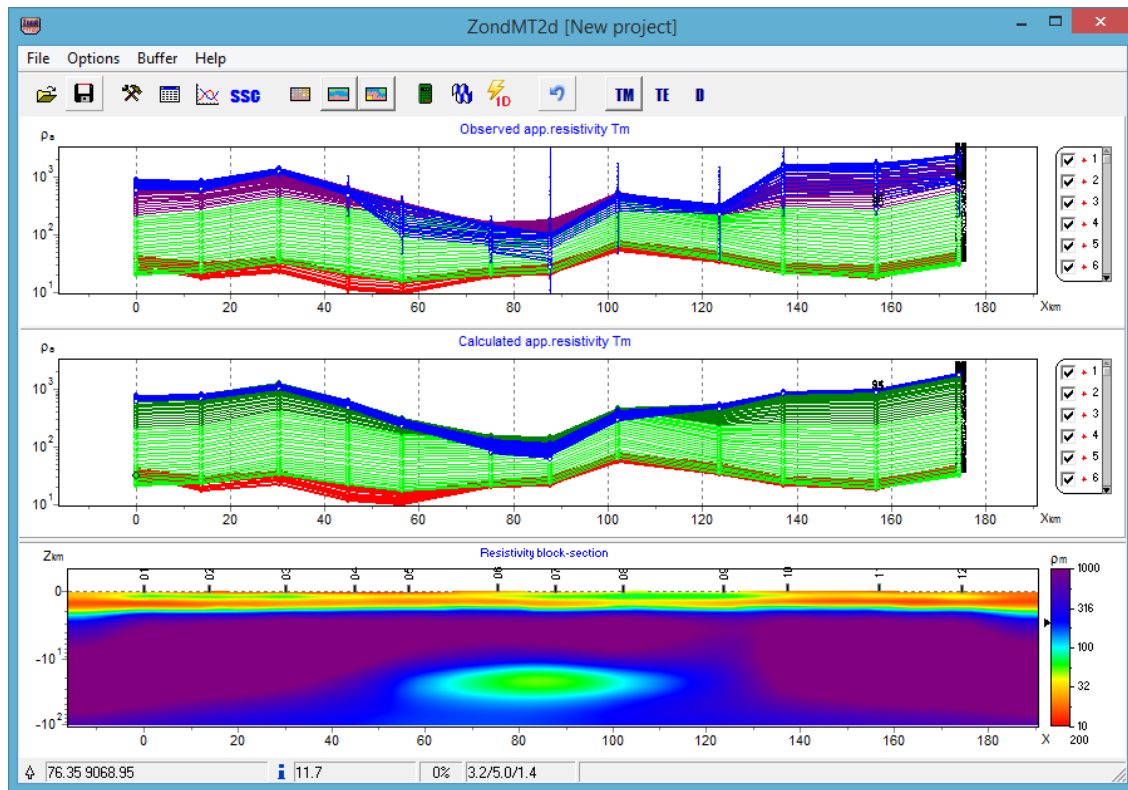


Fig. 32 Ventana principal del programa. Visualización de datos en forma de gráficos

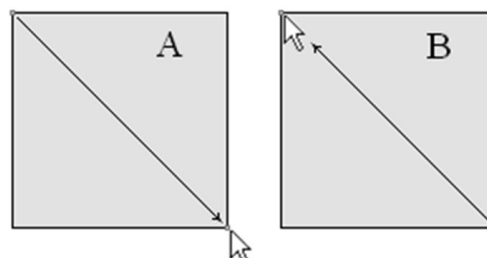
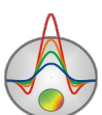


Fig. 33 Dirección del movimiento del ratón al cambiar la escala

B



Para seleccionar un gráfico y ocultar los demás, se hace clic en su leyenda mientras se mantiene presionada la tecla SHIFT. Al hacer clic de nuevo, se restablece la visualización de todos los gráficos.

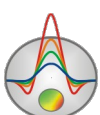
Para desplazarse por los gráficos, se utiliza la rueda del ratón. Para ello, se deben seleccionar varios gráficos contiguos en la leyenda y girar la rueda del ratón con el cursor situado sobre la leyenda. Cambian los índices de los gráficos activos. Al hacer clic derecho en un punto del gráfico, la medición correspondiente queda seleccionada en la tabla.

En el modo de visualización de datos como gráficos, es posible excluir algunas mediciones del procesamiento asignándoles un peso de 0. Una medición individual se puede excluir haciendo clic en su punto con el botón izquierdo del ratón mientras se mantiene presionada la tecla ALT; al hacer clic en un gráfico con el botón derecho del ratón y ALT, todas las mediciones correspondientes a ese gráfico reciben un peso de 0.

Si los valores de los pesos de las mediciones se especifican en el archivo de datos de entrada, se puede mostrar en los gráficos el intervalo correspondiente de variación de la resistividad (intervalo de confianza) mediante la opción **Options/Data/Display/Error gates**. Los intervalos de confianza (pesos) se pueden ajustar en el modo de gráficos haciendo clic con el botón derecho o izquierdo del ratón mientras se mantiene presionada la tecla ALT.

Pseudosección

La pseudosección ofrece una representación aproximada de la distribución del parámetro a lo largo del perfil y con la profundidad (véase la figura).



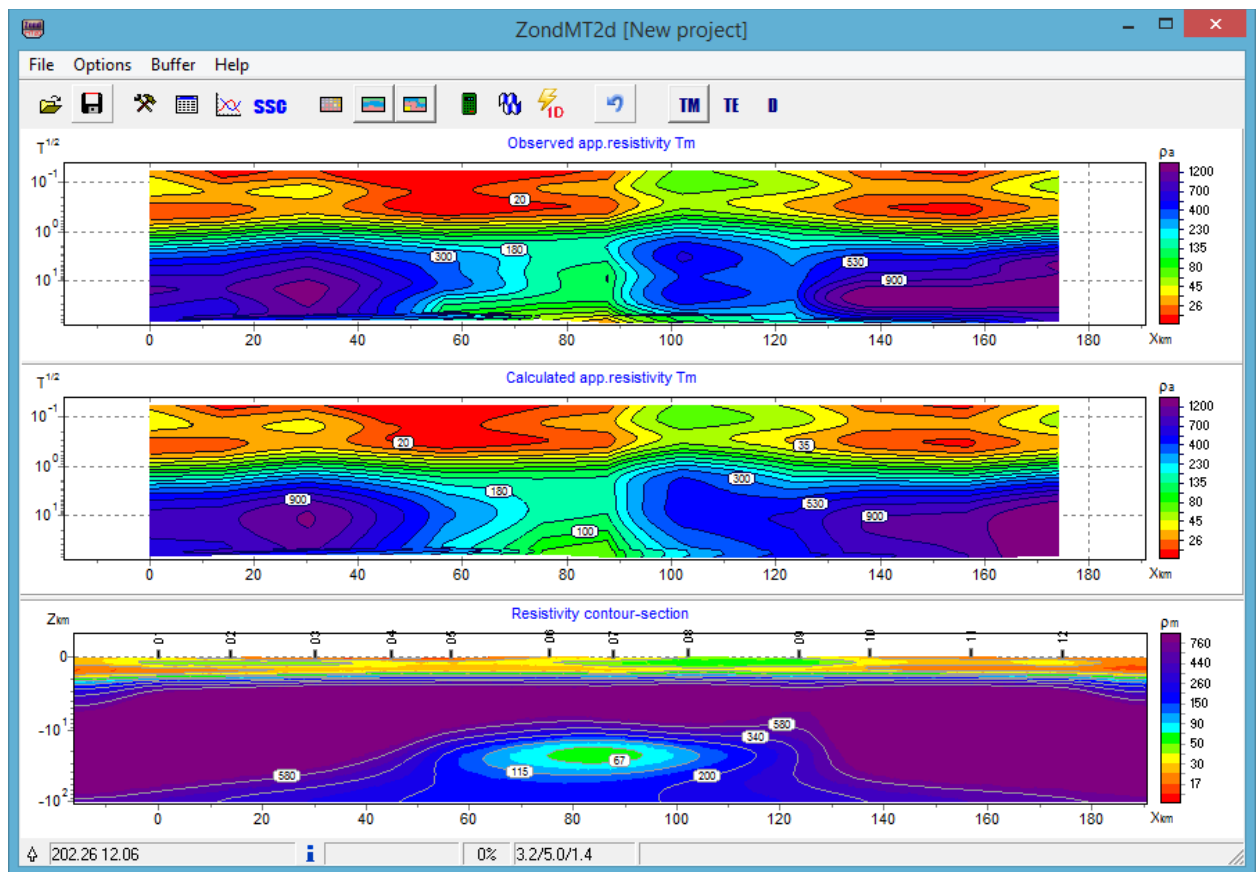
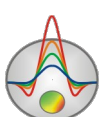


Fig. 34 Ventana principal del programa. Visualización de datos en forma de pseudosecciones

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

Al hacer doble clic con el ratón en la zona de los ejes del objeto, se abre un menú contextual con las siguientes opciones:

Log data scale	Usar una escala logarítmica para la escala de colores.
Smooth mode	Usar una paleta de interpolación suave/sección de contorno.
Display grid point	Mostrar las marcas de los puntos de medición.
Display ColorBar	Mostrar la escala de colores.
Setup	Abrir el diálogo de configuración de los parámetros de la pseudosección.
Print preview	Imprimir la pseudosección.
Save picture	Guardar la pseudosección en un archivo gráfico.
Save XYZ file	Guardar la pseudosección en un archivo de texto *.dat



Default	Restablecer los parámetros de la pseudosección a sus valores predeterminados.

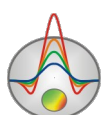
El diálogo de configuración de los parámetros de la pseudosección **Setup** se describe en la sección [Diálogo de configuración de los parámetros de la sección de contorno y la pseudosección](#). El editor de ejes, que se abre haciendo clic derecho en el eje deseado mientras se mantiene presionada la tecla SHIFT, se describe en la sección [Editor de ejes](#). El editor de puntos de la pseudosección se abre haciendo clic derecho en un punto mientras se mantiene presionada la tecla SHIFT (se describe en la sección [Editor de gráficos](#)).

Al mostrar los datos como pseudosección, se pueden consultar los datos de cada **Options/Data/Display**/configuración electrónica mediante el menú **Display every N point** . Para grandes volúmenes de mediciones, esta opción permite reducir el número de puntos de la pseudosección. De forma predeterminada, esta opción se activa al cargar un archivo de datos que contiene más de 3000 mediciones.

En la sección gráfica central del programa, se puede mostrar como pseudosección el error de ajuste relativo de cada medición **Options/Data/Data Misfit**.

Modos de visualización del modelo de malla

El modelo se puede mostrar como celdas **Options/Model/Block-section** (véase la figura, A), con una paleta de interpolación suave **Options/Model/Smooth-section** (véase la figura, B) y como sección de contornos **Options/Model/Contour-section** (véase la figura, C).



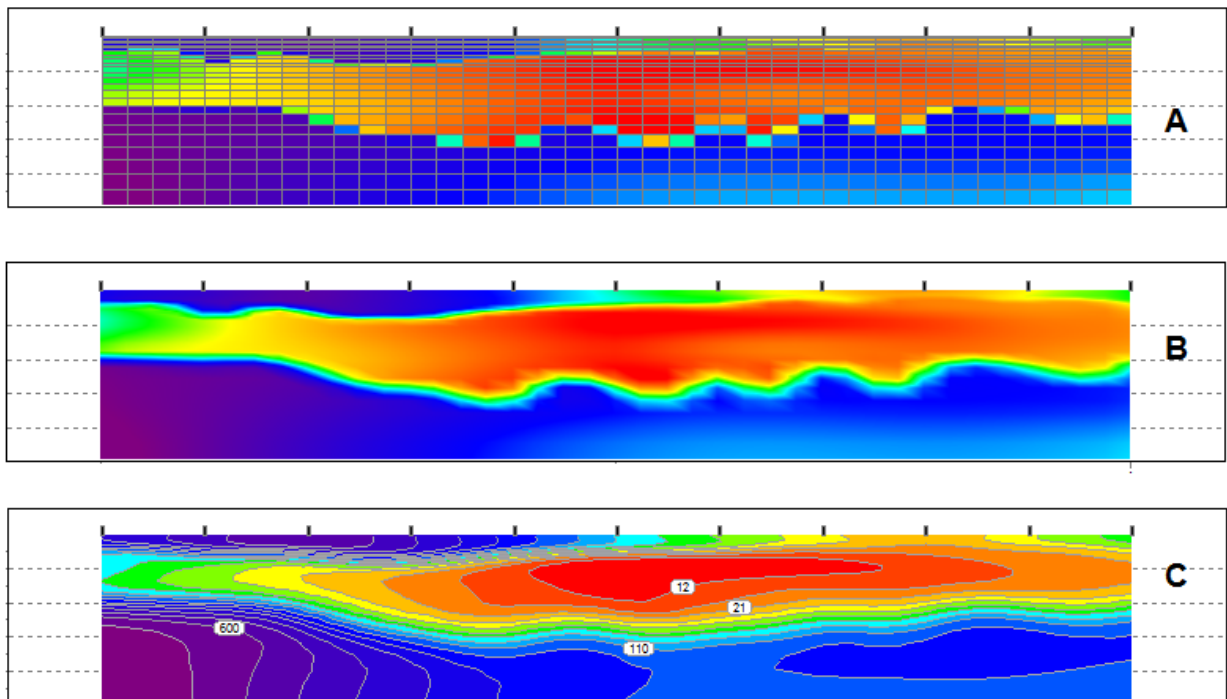
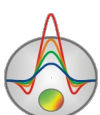


Fig. 35 **Block-section (A), Smooth-section (B), Contour-section (C).**

Al hacer clic derecho en distintas áreas del editor del modelo, aparecen menús contextuales con las siguientes opciones:

Área superior	Display model mesh	Indica si se debe mostrar la malla.
	Display objects border	Indica si se debe mostrar el límite del objeto.
	Display color bar	Indica si se debe mostrar la escala de colores.
	Setup	Abrir el cuadro de diálogo para configurar los parámetros del modelo.
	Zoom&Scroll	Activar el modo de ampliación y desplazamiento.
	Print preview	Imprimir el modelo.
Escala de colores	Set range	Establecer los valores mínimo y máximo de la escala de colores.
	Set incremental factor	Determinar los valores mínimo y máximo de la escala de colores con respecto al valor del medio encajante.
	Automatic	Determinar automáticamente los valores mínimo

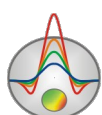


		y máximo de la escala de colores.
	Log scale	Establecer una escala logarítmica para la escala de colores.
	Set halfspace value	Determinar el valor del parámetro del medio encajante.
	Set cursor value	Establecer el valor actual del parámetro.
	Colors as histogram	Establecer los colores en función de la distribución de resistividades de las celdas del modelo.
Área de la sección	Menú contextual de trabajo con el modelo	Se describe en la sección « Trabajo con el modelo de bloques »
Áreas de los ejes	Editor del modelo	Se describe en la sección « Editor del modelo »

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 se muestran las coordenadas correspondientes a los ejes propios de cada ventana.

El cuadro de diálogo para configurar los parámetros del modelo **Setup** al trabajar en los modos **Block-section** y **Smooth-section** se describe en [Cuadro de diálogo para configurar los parámetros de visualización del modelo](#); el modo **Contour-section** se describe en [Cuadro de diálogo para configurar los parámetros de las secciones de contornos y pseudosecciones](#).

La opción **Options/ Import/Export /Create shaded map** permite mostrar el modelo como un mapa sombreado (véase la figura).



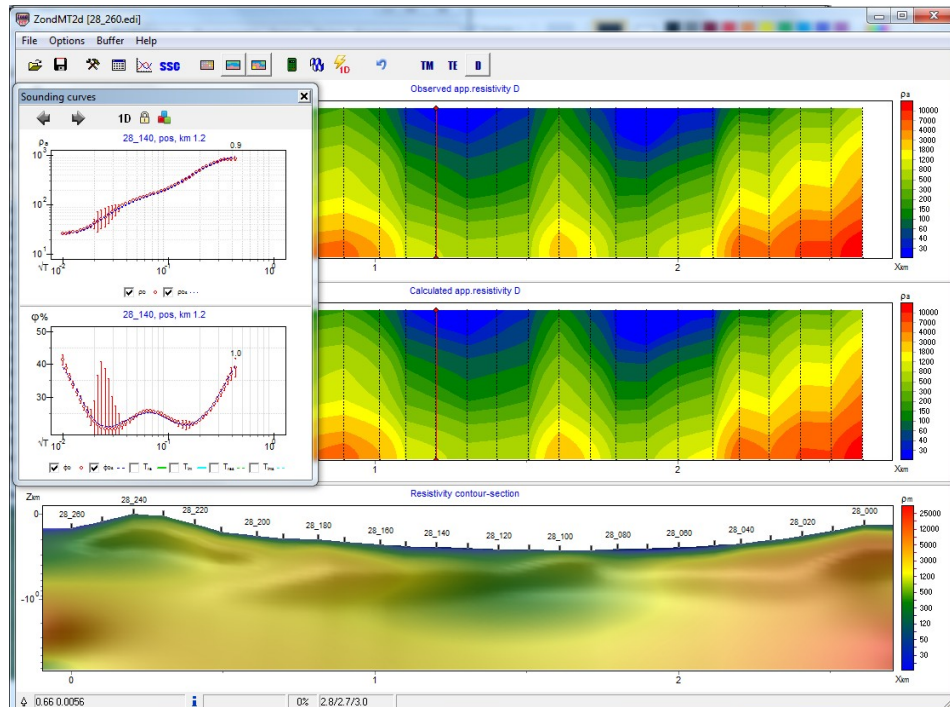


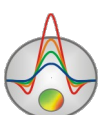
Fig. 36 Ventana principal del programa con el modelo mostrado en modo de mapa sombreado (Shaded map)

Modelización y trabajo con modelos de distintos tipos

La modelización es una etapa importante que precede a los trabajos de campo. Permite determinar si el problema geológico planteado puede resolverse mediante los métodos geofísicos utilizados y seleccionar los parámetros óptimos del sistema de medición para resolverlo, así como evaluar el nivel de la señal y la capacidad de resolución del sistema de observación elegido. A partir de la información previa sobre el objeto de estudio, el intérprete puede modelizar distintas situaciones geológicas para planificar los trabajos geofísicos.

El programa **ZondMT2D** permite modelizar la mayoría de las aplicaciones prácticas importantes del método MT en 2D, teniendo en cuenta la topografía del perfil de observación (cualquier rango de frecuencias utilizado en la práctica, espaciado arbitrario a lo largo del perfil, definición de modelos arbitrarios de estructura en bloques y creación de modelos poligonales).

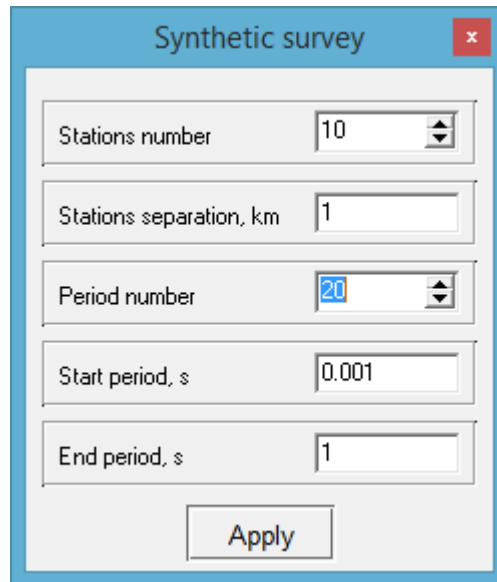
Los datos de entrada necesarios para realizar la modelización son los parámetros del sistema de observación y el modelo del medio. El programa **ZondMT2D** permite crear en el propio programa sistemas de observación y modelos del medio, así como utilizar sistemas de medición guardados en formatos de terceros y construir modelos geoelectricos a partir de otros modelos del paquete Zond y de secciones geológicas definidas como imágenes ráster.



Definición del diseño de adquisición

El sistema de observación (medición) se puede definir de dos maneras: creándolo directamente en el programa o cargándolo desde un archivo de datos (mediciones) creado previamente.

La creación de un sistema de medición directamente en el programa se realiza mediante la opción **File/ Create synthetic survey** (véase la figura).



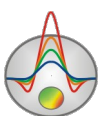
Parameter	Value
Stations number	10
Stations separation, km	1
Period number	20
Start period, s	0.001
End period, s	1

Fig. 37 Cuadro de diálogo para crear un sistema de medición sintético **Synthetic survey**

Stations number define el número de estaciones a lo largo del perfil; *Stations separation* es la distancia entre estaciones, en kilómetros; *Period number* es el número de periodos (frecuencias) de la curva de sondeo; *Start period* y *End period* son, respectivamente, el periodo mínimo y el máximo de la señal de sondeo.

Después de configurar los parámetros y hacer clic en el botón , aparece el cuadro de diálogo para configurar los parámetros de la malla **Mesh constructor** (véase la sección [«Configuración de la malla del modelo inicial»](#)).

Una alternativa a la creación de la configuración de medición directamente en el programa **ZondMT2D** es cargarla desde un archivo de datos en uno de los distintos formatos compatibles. Para ello, basta con abrir el archivo de datos desde el menú principal **File/Open file**. Esta opción permite realizar la modelización con la misma configuración de medición que se utiliza en los trabajos de campo. Antes, se debe activar la opción **Options/Extra/Open in modeling mode**.



Editor del modelo

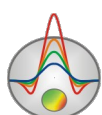
Al hacer clic derecho en los ejes vertical y horizontal del área del editor de modelos, aparecen opciones que permiten editar la malla creada al trabajar con el diálogo **Mesh constructor**.

Eje vertical	Log scale	Establecer una escala logarítmica para el eje vertical.
	Set maximum	Establecer la profundidad de la capa inferior.
	Redivide	Establecer el mismo espesor para todas las capas del modelo (en esta escala).
	Thick mesh	Eliminar uno de cada dos nodos de la malla vertical.
	Thin mesh	Añadir nodos intermedios a la malla vertical.
Eje horizontal	Redivide	Establecer la misma anchura para las celdas situadas entre posiciones únicas de los electrodos.
	Thick mesh	Eliminar uno de cada dos nodos de la malla horizontal (si no hay ningún electrodo en ese nodo).
	Thin mesh	Añadir nodos intermedios a la malla horizontal.

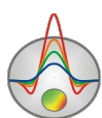
Trabajo con el modelo de malla

El editor del modelo de malla permite modificar con el ratón los parámetros de celdas individuales del modelo. El trabajo con las celdas del modelo es similar a la edición de una imagen rasterizada en un editor gráfico. Al mover el cursor por el área del modelo, la barra de estado inferior de la ventana principal del programa muestra las coordenadas y los parámetros de la celda activa sobre la que se encuentra el cursor. La celda activa está rodeada por un rectángulo que actúa como cursor. Una celda seleccionada o fijada se marca con un patrón de puntos blancos o negros.

El programa dispone de dos conjuntos de herramientas para trabajar con un modelo de bloques: el menú contextual (que se abre al hacer clic derecho en el área de edición del modelo), la barra de herramientas acoplable (**Options/Model/ModelEditor toolbar**) y la escala de colores. Las funciones del menú contextual y de la barra de herramientas especial se solapan en gran medida:



Menú contextual	Model tools	Opción
		Zoom, cambiar la escala de visualización del modelo
Display cell setup		Abrir el diálogo de configuración de los parámetros de la celda.
Cell to cursor value		Usar el parámetro de la celda activa como valor actual.
Edit mode		Activar el modo de edición.
Selection\Free form selection		Seleccionar con el ratón un conjunto de celdas dentro del área de edición. El área tiene límites definidos por el usuario.
Selection\Rectangular selection		Seleccionar con el ratón un conjunto de celdas dentro del área de edición. El área tiene forma rectangular.
		Seleccionar con el ratón un conjunto de celdas dentro del área de edición. El área tiene forma elíptica.
Selection\Magic wand		Seleccionar con el ratón un conjunto de celdas dentro del área de edición. Se seleccionan la celda activa y las celdas adyacentes cuyos parámetros son similares al suyo. El grado de similitud se establece en el diálogo de configuración de los parámetros del modelo.
Selection\Remove selection		Eliminar la selección.
Mesh options\add column /row		Añadir un nuevo límite vertical u horizontal. El nuevo límite aparece al hacer clic con el ratón en la posición seleccionada.
Mesh options\remove column /row		Eliminar el límite vertical u horizontal seleccionado.
Mesh options\resize column /row		Cambiar con el ratón el espesor de una fila o columna.
Clear model		Restablecer todos los parámetros del modelo actual.
Clear parameters		Restablecer los valores de resistividad del modelo actual.



A la derecha del área de edición del modelo se encuentra la escala de colores, que relaciona el color con el valor de resistividad. Para seleccionar el valor actual, se hace clic izquierdo en la escala; el valor aparece debajo de ella. El parámetro de la celda se modifica con el ratón: al hacer clic izquierdo en una celda, su parámetro cambia al valor actual.

Para crear modelos rápidamente, el programa ofrece varios modos de selección de celdas: rectangular, elíptico, de forma libre y por un valor determinado del parámetro. Las opciones correspondientes se pueden abrir desde el menú contextual, haciendo clic derecho en el área de edición del modelo, o desde una barra de herramientas independiente (**Options/Model/ModelEditor toolbar**). Si se selecciona un área de la sección, al hacer clic izquierdo en cualquier punto del área se asigna a todas sus celdas el valor actual del parámetro.

Por ejemplo, para asignar un valor de resistividad determinado a un área rectangular de la sección, se selecciona dicha área con las herramientas descritas anteriormente, se hace clic izquierdo en la escala de colores para elegir la resistividad deseada y, a continuación, se hace clic izquierdo en cualquier punto del área seleccionada, que adoptará el valor de resistividad elegido.

El aumento de la escala de visualización o el desplazamiento de una zona se realiza en el modo **Zoom&Scroll** (se activa en el menú contextual de configuración de los parámetros del modelo haciendo clic derecho junto a la etiqueta Resistivity block-section en la ventana del modelo) o tras hacer clic en el botón  de la barra de herramientas Model tools. Para seleccionar la zona que se desea ampliar, se desplaza el cursor del ratón hacia abajo y a la derecha manteniendo pulsado el botón izquierdo. Para volver a la escala original, se realizan las mismas acciones, pero se mueve el ratón hacia arriba y a la izquierda.

Al hacer clic en una celda o un grupo de celdas con SHIFT pulsada, se aumenta su parámetro. Al hacer clic derecho en una celda o un grupo de celdas con SHIFT pulsada, se disminuye su parámetro. El porcentaje de cambio del valor se establece en el diálogo de configuración de los parámetros del modelo. Si la celda activa pertenece a la selección, todas las operaciones descritas se aplican a toda la selección.

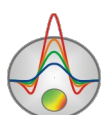
Al hacer clic con CTRL pulsada, se puede desplazar con el ratón el conjunto de celdas seleccionado dentro del área de edición. Al desplazar la selección con el botón izquierdo del ratón pulsado, su contenido se copia en la nueva ubicación. Al desplazarla con el botón derecho del ratón pulsado, su contenido se corta y se copia en la nueva ubicación.

También se pueden asignar valores de parámetros a las celdas seleccionadas mediante el diálogo de configuración de celdas **Cell setup** (véase la figura).

El diálogo permite seleccionar los parámetros de una celda o de una selección.

Value – establece el valor del parámetro de la celda.

Fixed – fija o libera el parámetro de la celda.



Min value, Max value – define el intervalo de variación del parámetro de la celda.

Apply: aplicar la nueva configuración a la celda o a todas las celdas de la selección (si se han marcado las casillas correspondientes).

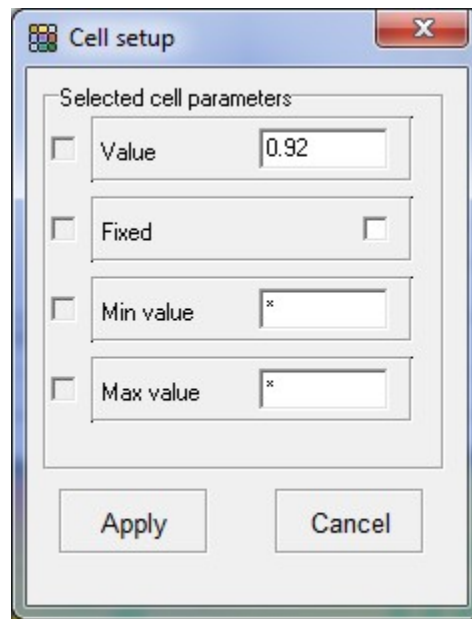


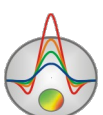
Fig. 38 Ventana de diálogo de configuración de los parámetros de la celda **Cell setup**

Para recuperar el modelo original, es decir, resolver el problema inverso a partir de los datos calculados para un modelo dado, se pueden guardar las señales teóricas con el filtro **Zond calculated data** y, a continuación, abrirlas como datos observados. La comparación entre el modelo recuperado y el original se puede realizar mediante la opción **Options/ Import/Export / Import model/data**, después de guardar previamente el modelo original seleccionando el filtro **Zond MT calculated data with model**. Una forma más sencilla de realizar la comparación es utilizar la herramienta **Buffer**, que permite trabajar con varios modelos a la vez en un mismo proyecto ([Trabajo con varios modelos en un mismo proyecto](#)).

Modelización e inversión en un modelo de capas arbitrarias

El modelo de capas arbitrarias está formado por un conjunto de capas cuyos límites tienen una geometría y cuyos parámetros presentan variaciones que se definen de forma arbitraria. Se trata del llamado modelo 2D suave, que presupone la ausencia en la sección de pequeñas heterogeneidades locales contrastantes.

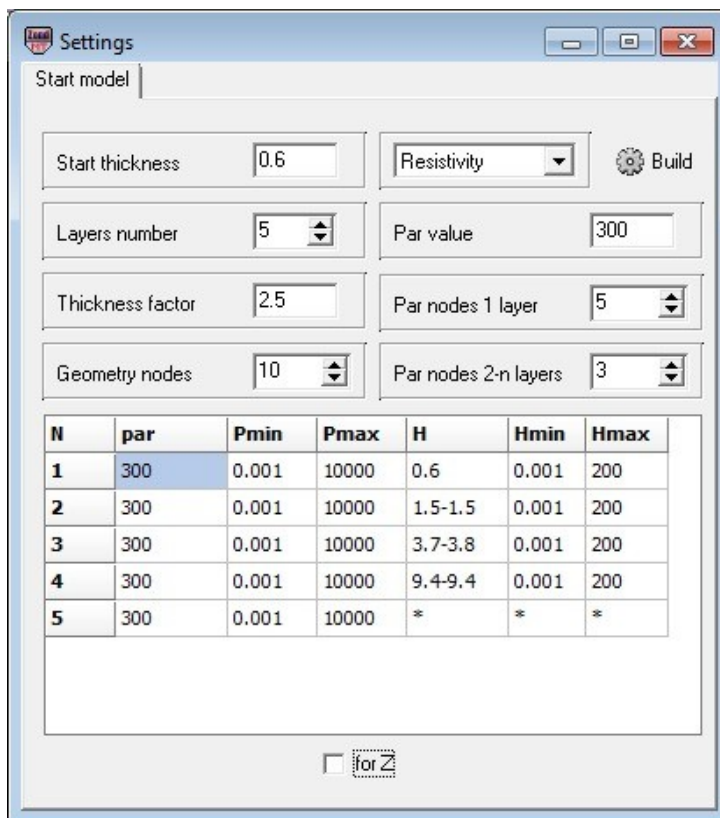
El modelo de capas arbitrarias presenta ventajas evidentes, entre las que cabe destacar la representación de la sección con un aspecto «geológico» claro y la posibilidad de realizar un ajuste conjunto a partir de datos de varios métodos geofísicos.



Además, es una potente herramienta de inversión conjunta que permite obtener secciones para distintos métodos geofísicos basadas en límites comunes.

En el modo de modelo de capas arbitrarias (botón  de la barra de herramientas de la ventana principal del programa) aparece una sección adicional en el menú principal: **Layered**.

Al igual que en el modo de malla, el diálogo para configurar el modelo inicial se abre mediante la opción **Options/ Mesh constructor** (véase la figura).



N	par	Pmin	Pmax	H	Hmin	Hmax
1	300	0.001	10000	0.6	0.001	200
2	300	0.001	10000	1.5-1.5	0.001	200
3	300	0.001	10000	3.7-3.8	0.001	200
4	300	0.001	10000	9.4-9.4	0.001	200
5	300	0.001	10000	*	*	*

Fig. 39 Ventana de diálogo de configuración del modelo inicial en el modo de trabajo con un modelo de capas

Start thickness permite establecer el espesor de la primera capa.

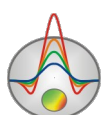
Layers number establece el número de capas del modelo.

Thickness factor – coeficiente de incremento del espesor de cada capa sucesiva con respecto a la anterior.

Geometry nodes – número de nodos geométricos para cada límite de capa (10-30). En estos nodos, el límite se puede modificar en dirección vertical.

Par value – establece el valor inicial del parámetro en la primera capa.

Par nodes 1 layer – número de nodos de parámetros; determina la distribución de los parámetros dentro de la primera capa. El perfil de variación del parámetro se define mediante un



conjunto de valores fijos en los nodos, entre los cuales el parámetro varía linealmente. Si se introduce 1 en el campo de entrada, los parámetros de la capa serán constantes. Si se introduce 2, los parámetros variarán linealmente de un extremo al otro.

Par nodes 2-n layers – número de nodos de parámetros; determina la distribución de los parámetros dentro de las capas siguientes. El perfil de variación del parámetro se define mediante un conjunto de valores fijos en los nodos, entre los cuales el parámetro varía linealmente. Si se introduce 1 en el campo de entrada, los parámetros de la capa serán constantes. Si se introduce 2, los parámetros variarán linealmente de un extremo al otro.

En la parte inferior de la ventana **Start model** hay una tabla. En ella se puede definir manualmente el intervalo de valores de la propiedad física **par** para la inversión, desde **Pmin** hasta **Pmax**. También se puede definir el espesor de la capa **H** y los límites entre los que puede variar durante la inversión (desde **Hmin** hasta **Hmax**). Si resulta más cómodo trabajar con profundidades en lugar de con espesores de capa, se debe marcar la casilla junto a **for Z**.

El parámetro para la inversión conjunta se selecciona en la lista desplegable situada a la izquierda del botón **Build**. Los valores iniciales y los límites de variación se configuran para cada uno de los parámetros que participan en la inversión conjunta. Cabe señalar que las etiquetas de las capas corresponderán al parámetro seleccionado en esta lista. Esto resulta útil cuando se desea visualizar los resultados de dos métodos: uno se muestra con colores y el otro, mediante las etiquetas de las capas.

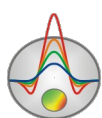
Una vez configurados los ajustes del modelo inicial, se pulsa el botón **Build**.

El ajuste de la geometría de los límites durante la inversión se realiza cuando está activada la opción **Invert boundaries**. En ocasiones solo es necesario ajustar los parámetros (los límites son conocidos y están fijados); en ese caso, se debe desactivar la opción **Invert boundaries**.

Draw labels – muestra los valores de la propiedad física del parámetro seleccionado en la lista desplegable.

La opción **Transparent** hace que el modelo de capas sea transparente sobre la malla (modelo de bloques), de modo que solo se vean los límites horizontales del modelo de capas.

Edit mode – activa el modo de edición del modelo de capas arbitrarias. La edición se realiza con el ratón. Los límites se editan modificando la posición de los nodos únicamente en dirección vertical. Los nodos del límite se pueden fijar haciendo clic con el ratón mientras se mantiene pulsada la tecla CTRL; los nodos fijados se muestran en rojo. Al hacer clic derecho en la etiqueta de una capa, se puede editar el valor de la propiedad física. Para fijar un nodo de parámetro durante la inversión, se hace clic derecho en la etiqueta del valor mientras se mantiene pulsada la tecla CTRL.



El modelo de capas se puede guardar y cargar desde un archivo de texto mediante las opciones **Save layers** y **Load layers**.

En la figura se muestra un ejemplo de los resultados de la inversión con un modelo de capas.

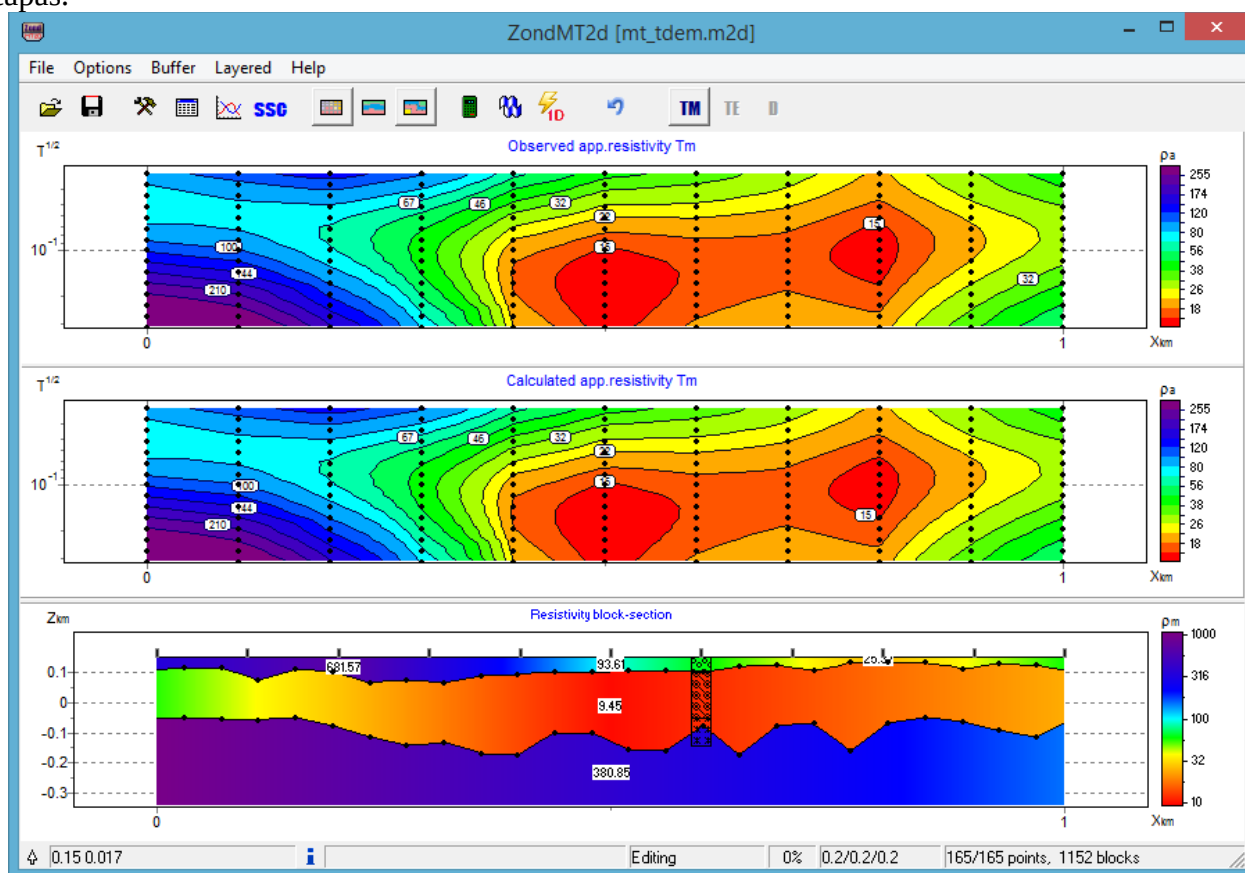


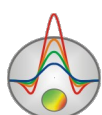
Fig. 40 Resultado de la inversión con un modelo de capas

Modelización poligonal

En muchas situaciones, resulta más práctico definir el modelo como un conjunto de cuerpos con sección poligonal. En **ZondMT2D** esta posibilidad está disponible en el modo de modelización poligonal. Para acceder a este modo, se pulsa el botón ; a continuación, aparece en la esquina superior izquierda de la pantalla una barra de herramientas para crear un modelo poligonal. Si ya se ha creado un modelo poligonal en el proyecto actual, se mostrará en la ventana del modelo.

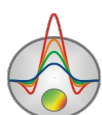
La creación de modelos poligonales en **ZondMT2D** es similar al proceso de creación de polígonos en los editores de gráficos vectoriales.

El modo de modelización poligonal permite describir tanto polígonos independientes (cuerpos) en un medio homogéneo encajante como un sistema de polígonos (cuerpos)



interconectados. Para crear y editar un polígono, se debe seleccionar la herramienta correspondiente en la barra de herramientas de modelización poligonal:

Herramienta	Opción
	Crear un polígono. Al pulsar el botón izquierdo del ratón se añade un nuevo nodo al contorno del polígono. El contorno se termina de definir con el botón derecho del ratón; a continuación, el polígono se cierra automáticamente.
	Eliminar un polígono. Tras seleccionar la herramienta, se hace clic derecho en el polígono que se desea eliminar.
	Crear un polígono adyacente a un polígono existente o al límite del área de modelización. Tras seleccionar esta herramienta, se debe definir el contorno que no es adyacente al polígono existente. El primer y el último punto del contorno definido deben pertenecer al límite de un cuerpo adyacente o al límite del área de modelización. El contorno se termina de definir con el botón derecho del ratón. El programa selecciona automáticamente el contorno adyacente o propone seleccionarlo mediante un cuadro de diálogo (si existen dos posibilidades).
	Separar polígonos adyacentes. Si se ha creado un modelo con polígonos adyacentes mediante la herramienta anterior, esta herramienta permite separarlos para poder modificar los contornos de forma independiente, mover o eliminar un polígono. Tras seleccionar la herramienta, se selecciona con el botón izquierdo del ratón el polígono que se desea separar (con un solo clic en cualquier punto del polígono; sus contornos cambian de color). El procedimiento de separación termina al pulsar el botón derecho del ratón.
	Dividir un polígono mediante una línea recta (crear dos polígonos a partir de uno). Con el botón izquierdo del ratón se indica el primer punto de la línea y, a continuación, con el botón derecho, el segundo. Ambos puntos deben encontrarse en el contorno del polígono que se va a dividir.
	Mover un polígono. El polígono se selecciona con el botón izquierdo del ratón. Al mover el ratón, el polígono se desplaza. La posición del polígono se fija con el botón derecho.
	Mover una parte del polígono.
	Añadir un nodo. Se hace clic derecho en el punto del contorno donde se desea añadir el nodo.



	Eliminar un nodo. Se hace clic derecho en el nodo que se desea eliminar.
	Mover un nodo. El nodo se selecciona con el botón izquierdo del ratón; se desplaza moviendo el ratón y el movimiento termina al pulsar el botón derecho.
	Lupa. Permite cambiar la escala de visualización del modelo.

Al trabajar con las herramientas de modelización poligonal, se debe tener en cuenta que **todas las operaciones terminan al pulsar el botón derecho del ratón.**

Para cambiar los parámetros de un polígono, se hace doble clic con el botón izquierdo del ratón en cualquiera de sus puntos. Se abrirá el cuadro de diálogo **Body parameters** (véase la figura siguiente).

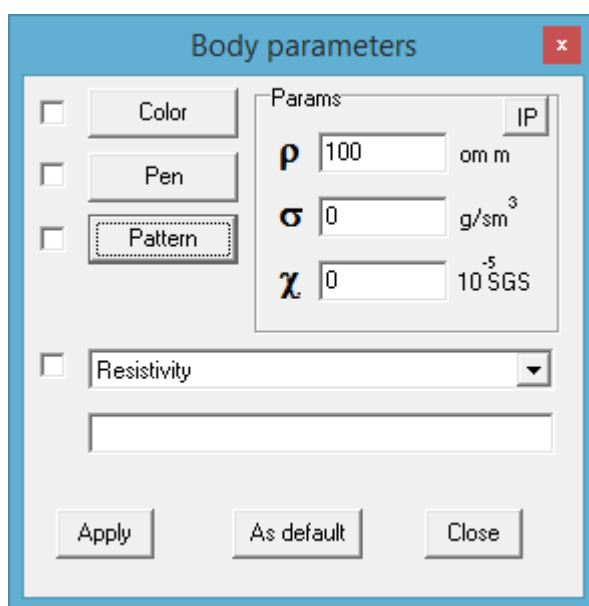
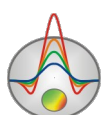


Fig. 41 Cuadro de diálogo **Body parameters**

En los campos ρ , σ , χ se indican los valores de resistividad, densidad y susceptibilidad magnética. Asimismo, el programa permite definir los parámetros de cargabilidad Cole-cole mediante el botón IP. Esto puede ser útil para estudiar la influencia del efecto IP en los datos magnetotelúricos. Los botones **Color**, **Pen**, **Pattern** abren los cuadros de diálogo para configurar el color del polígono (distinto de la escala de colores del modelo), el color de los límites del polígono y el tipo de trama de relleno. La lista desplegable contiene las etiquetas disponibles para el polígono: valores de resistividad, cargabilidad o texto libre, que puede introducirse en el campo de texto situado debajo.



El intercambio de valores entre los modelos poligonal y de malla se realiza mediante las opciones de menú **Modeling / Get values from mesh** y **Modeling / Set values to mesh**. La primera opción (asignación teniendo en cuenta la geometría) asigna a los polígonos las resistividades del modelo de bloques (obtenidas mediante una inversión o modelización realizada previamente); la segunda asigna al modelo de bloques las resistividades de los polígonos. El cambio entre los modos de bloques y poligonal se realiza mediante el botón  de la barra de herramientas principal.

La figura siguiente muestra un ejemplo de modelo creado con las herramientas de modelización poligonal.

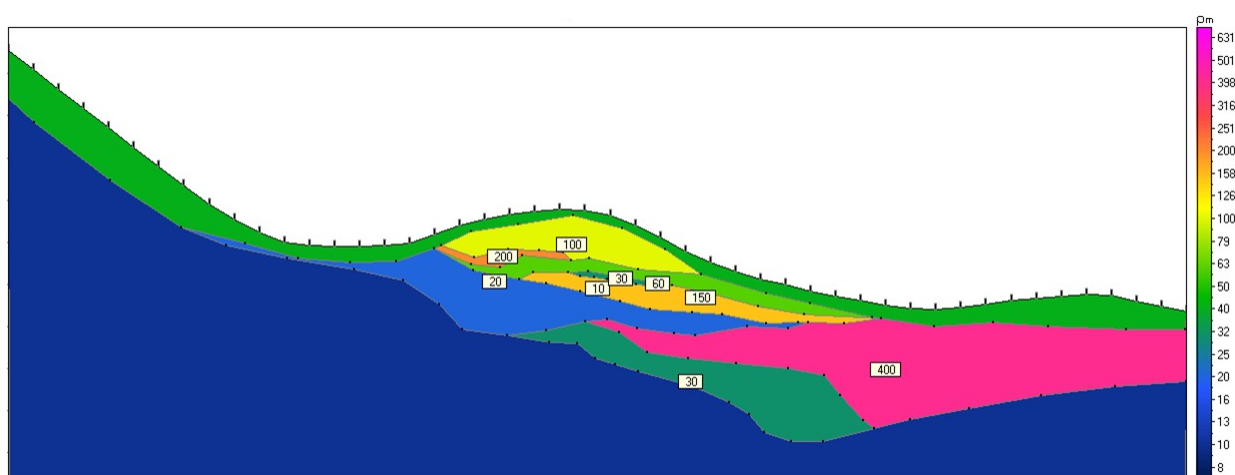
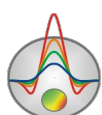


Fig. 42 Ejemplo de modelo poligonal creado en ZondMT2D

Los modelos poligonales se pueden guardar y cargar mediante las opciones **Save polygons** y **Load polygons** del menú **Modeling** de la barra de herramientas principal. La opción **Export model to CAD** exporta el modelo poligonal a un archivo en formato Autocad dxf.

El problema directo (modelización directa) del modelo creado se calcula pulsando el botón  de la barra de herramientas o la barra espaciadora.

Para aumentar la precisión del cálculo del problema directo, se recomienda definir una malla de discretización más detallada. En particular, después de crear un modelo poligonal, se puede cambiar al modo de bloques con el botón  y utilizar la opción **Thin mesh** en las propiedades de cada eje; luego, se vuelve al modo de modelización poligonal y se pulsa . A continuación, el problema directo se calculará con una malla de discretización más detallada.



Cuadros de diálogo auxiliares de modelización e inversión conjunta

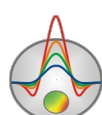
Diálogo PseudoControlled source

Se abre mediante Options/Inversion/PseudoControlled source. Define la posición de las puestas a tierra A y B de la línea de alimentación para tener en cuenta la influencia de la fuente controlada.

Elemento	Descripción
Ax	Define la coordenada X del punto A.
Ay	Define la coordenada Y del punto A.
Bx	Define la coordenada X del punto B.
By	Define la coordenada Y del punto B.
CS	Si se activa esta opción, el programa utiliza las coordenadas introducidas de los puntos A y B para crear o actualizar la imagen correspondiente.
North-East	Selecciona la dirección North-East para el modo TE/TM activo. Esta opción define la dirección del modo activo y actualiza en consecuencia los valores del modo opuesto.
Along-across line	Define la dirección a lo largo de la línea determinada por los puntos extremos de las coordenadas geográficas; si estas no son suficientes, la dirección se calcula a partir de las coordenadas de las estaciones. La dirección obtenida se asigna a los modos TE/TM activo y opuesto.

Diálogo Airborne settings

Elemento	Descripción
[tabla: parámetros de las estaciones]	Muestra las filas de las estaciones, incluidos los valores de coordenadas, HHei y Epos. Para asignar un valor de HHei o Epos a la fila actual y a todas las siguientes, haga clic con el botón derecho en la celda correspondiente e introduzca un valor numérico en el diálogo Set value.
Airborne survey	Si se activa esta opción, se selecciona el modo Airborne survey para el cálculo. El estado de la casilla de verificación se utiliza al abrir y cerrar la ventana.

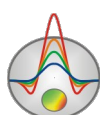


Diálogo Survey settings

Elemento	Descripción
Start station	Define el número de la estación inicial, a partir de 1. El intervalo permitido va de 1 al número de estaciones disponibles; la estación seleccionada se utiliza como inicio de la selección.
End station	Define el número de la estación final, a partir de 1. El intervalo va de 2 al número de estaciones disponibles; el valor inicial corresponde a la última estación.
Use every	Define el intervalo de selección de estaciones: con el valor 1 se utilizan estaciones consecutivas; con valores mayores, se seleccionan estaciones con el paso especificado.
Apply	Aplica la estación inicial, la estación final y el intervalo de selección especificados.

Diálogo Field settings (gravimetría y magnetometría)

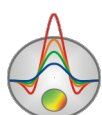
Elemento	Descripción
Gradient base,m	Etiqueta de la distancia entre sensores para las mediciones de gradiente, en metros. La distancia se define en el campo correspondiente de abajo.
[botón: cargar los ajustes magnéticos desde el sitio web]	Abre el diálogo de ajustes magnéticos y lo rellena con el año actual y las coordenadas calculadas a partir de la posición media de las estaciones. Al cerrar el diálogo, transfiere los valores obtenidos de declinación, inclinación e intensidad del campo de fondo a los campos de ajustes.
[intensidad del campo magnético de fondo, nT]	Define la intensidad del campo magnético de fondo en nT.
[casilla de verificación: presencia del campo 1]	Indica el estado del primer indicador de presencia de datos del campo magnético y activa o desactiva el grupo de ajustes correspondiente.
Magnetometer elev, m	Define la altura de medición sobre la superficie. Si se modifica el valor, se asigna como altura para todas las mediciones magnéticas; las unidades se indican en la etiqueta del parámetro y no se especifica un intervalo permitido.
Data type	Selecciona el tipo de medición: T o GrZ. La opción seleccionada se aplica a los datos; al seleccionar GrZ, se desactiva la casilla de



	verificación para añadir el campo de fondo.
Gradient base,m	Define la distancia entre sensores para las mediciones de gradiente, en metros.
Incident field, nT	Si se activa esta opción, el valor del campo magnético de fondo se añade a los datos calculados. Al seleccionar el tipo GrZ, la casilla de verificación se desactiva automáticamente.
Inclination, deg	Define la inclinación del campo magnético en grados, medida hacia abajo desde la horizontal.
Declination, deg	Define la declinación magnética en grados, medida en sentido horario desde el norte.
Azimuth X, deg	Define el azimut del perfil X en grados, medido en sentido horario desde el norte.
Apply	Guarda los ajustes de la adquisición magnética introducidos.
[casilla de verificación: ajuste adicional de la adquisición gravimétrica]	Si se activa esta opción, se habilita el grupo de ajustes correspondiente a la adquisición gravimétrica; el estado de la opción se guarda.
Data type	Seleccione el tipo de datos de la adquisición gravimétrica: Gz o Grz. La opción seleccionada se aplica a los datos de adquisición; no se proporciona una descripción específica de las opciones.
Gravimeter elev, m	Define la altura de medición sobre la superficie, en metros.
Gradient base,m	Define la distancia entre sensores para las mediciones de gradiente, en metros.

Diálogo de definición del modelo estratificado

Elemento	Descripción
Apply	Aplica los parámetros definidos: cierra el diálogo confirmando los cambios y crea el modelo con los límites especificados.
[tabla de parámetros de las capas]	Muestra y permite editar los parámetros de las capas del modelo. La tabla muestra los números de las capas y los valores relacionados con las profundidades y los espesores; al modificar las celdas, se comprueba la validez de los datos introducidos.
Set limites +/-	Si se activa esta opción, el valor del campo adyacente se utiliza para definir los límites superior e inferior de los parámetros. En el modo logarítmico, el valor se expresa en porcentaje; en los demás



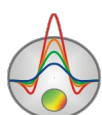
	modos, se aplica como desviación absoluta en las unidades mostradas.
Number of layers	Define el número de capas del modelo.
[magnitud de los límites +/-]	Define la desviación de los límites de los parámetros si se activa la opción correspondiente. En el modo logarítmico, el valor se interpreta como un porcentaje; en los demás modos, como un valor absoluto en las unidades mostradas.

Parámetros adicionales de los diálogos Create synthetic survey y Mesh constructor

Elemento	Descripción
Stations separation, km	Define la distancia entre estaciones en kilómetros; el valor inicial es 1. El intervalo permitido va de 0,0001 a 30.
Start period, s	Define el valor inicial del período en segundos; el valor inicial es 0,001. El intervalo permitido va de 0,000001 a 1.
End period, s	Define el valor final del período en segundos; el valor inicial es 1. El intervalo permitido va de 0,00001 a 10000.
Fixed number of nodes	Si se activa esta opción, la malla regular se construye con el número especificado de nodos entre los valores mínimo y máximo de las coordenadas. Si se desactiva, se utilizan los ajustes del número mínimo de celdas entre estaciones y las coordenadas de los nodos se copian de las posiciones de las estaciones.
Cancel	Cancela la acción y cierra el diálogo.

Diálogo para añadir ruido

Elemento	Descripción
Noise for app.resistivity, %	Define el nivel de ruido aleatorio para los valores de resistividad aparente, en porcentaje. El ruido se añade a los valores distintos del marcador de datos ausentes; la amplitud de la perturbación aleatoria se escala según el nivel de este campo y un factor de 3.
Noise for phase, %	Define el nivel de ruido aleatorio para los valores de fase de impedancia, en porcentaje. El ruido se añade a los valores distintos del marcador de datos ausentes; la amplitud de la perturbación aleatoria se escala según el nivel de este campo y un



	factor de 3.
Ok	Confirma la entrada y cierra el diálogo.
Noise for tipper, %	Establece el nivel de ruido aleatorio para las partes real e imaginaria del tipper, en porcentaje. El ruido se añade a los valores distintos del marcador de datos ausentes; la amplitud de la perturbación aleatoria se escala según el nivel de este campo y un factor de 3.

Información previa

La información previa se incorpora a la inversión, principalmente, de dos maneras: mediante una modelo inicial (distribución supuesta de la resistividad y límites de su variación en la sección) o mediante la posición de los límites de contraste.

De forma predeterminada, el modelo inicial para la inversión en **ZondMT2D** es el modelo actual que se muestra en el editor de modelos. El programa lo modificará durante la inversión.

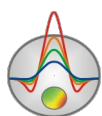
Como información previa, se puede introducir la posición de los límites de contraste conocida a partir de datos de perforación u otros métodos geofísicos.

Incorporación de límites geológicos (opción Set boundaries)

El modo de establecimiento de límites **Set boundaries** está disponible en el menú **Options/Inversion** y permite incorporar información geológica previa a la inversión. Al seleccionar esta pestaña, aparece un menú que contiene 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

La incorporación de límites geológicos previos al problema inverso es una técnica fundamental 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 a los cambios en la



sección, la incorporación de límites previos es prácticamente la única forma de obtener un resultado aceptable.

Cuando se hayan incorporado límites, se recomienda utilizar el algoritmo Occam. Normalmente se utilizan 1-2 límites; no debe olvidarse que los límites geológicos no siempre coinciden con los petrofísicos.

Antes de establecer los límites, se recomienda realizar una inversión con el algoritmo **Occam** y, a continuación, superponer en la sección geoelectrica obtenida los datos de pozo, si se dispone de ellos. Las opciones de visualización de columnas de pozo y registros de pozo se describen con más detalle en la sección [Visualización de columnas de pozo y datos de registros](#). En la sección geoelectrica obtenida, se deben dibujar los límites teniendo en cuenta los datos de pozo o las ideas previas sobre la estructura de la zona estudiada. Para establecer los límites, se utiliza el botón izquierdo del ratón con el modo de edición de límites activado. El límite se cierra con el botón derecho del ratón. Al dibujar los límites, no se deben utilizar demasiados nodos. Es preferible que sean lo más suaves posible y que pasen cerca de los nodos de la malla de inversión.

Una vez dibujados los límites, se debe volver a ejecutar la inversión, que se realizará teniendo en cuenta los límites especificados (véase la figura).

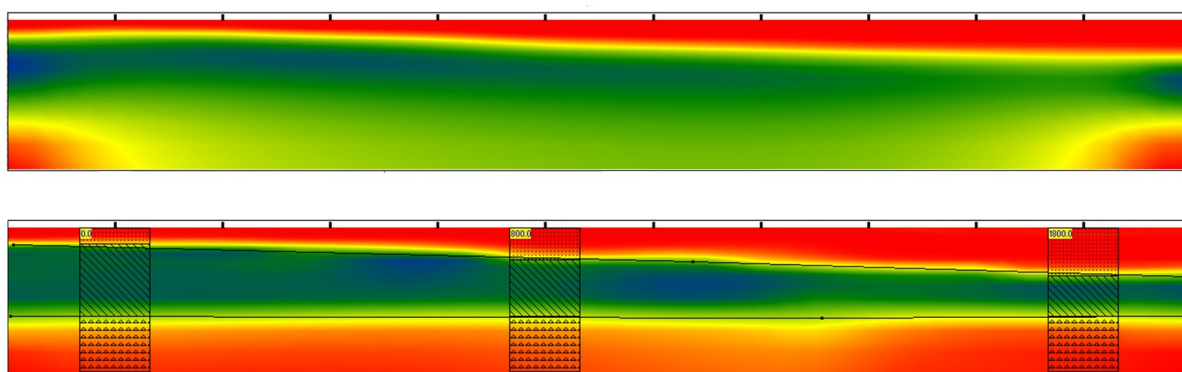
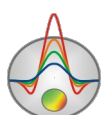


Fig. 43 Ejemplo de uso de la función para establecer límites Set boundaries. La sección superior se obtuvo con el algoritmo Occam sin introducir límites; la sección inferior se obtuvo teniendo en cuenta los límites previos.

También cabe destacar las posibilidades del algoritmo Image guided inversion, que permite obtener modelos similares a una imagen gráfica (Options/Inversion/Cross-gradient/BG image).

El programa ofrece varios métodos para visualizar información previa. Mediante la opción **Options/Import/Export** se puede cargar información geológica y geofísica diversa:

- columnas litológicas;



- datos de registros de pozo;
- mediciones de perfil en forma de gráficos;
- modelos de proyectos de otros programas del paquete Zond;
- imagen gráfica como fondo de la sección geoelectrica (por ejemplo, una sección geológica o sísmica).

El uso de información previa adicional facilita la interpretación integrada de los datos y aumenta la fiabilidad del resultado final.

Si se dispone de mediciones de registros de pozo o de columnas litológicas, se pueden cargar en la ventana del modelo mediante la opción **Options / Borehole / Load borehole data** (véase la figura siguiente) o crear en el editor correspondiente.

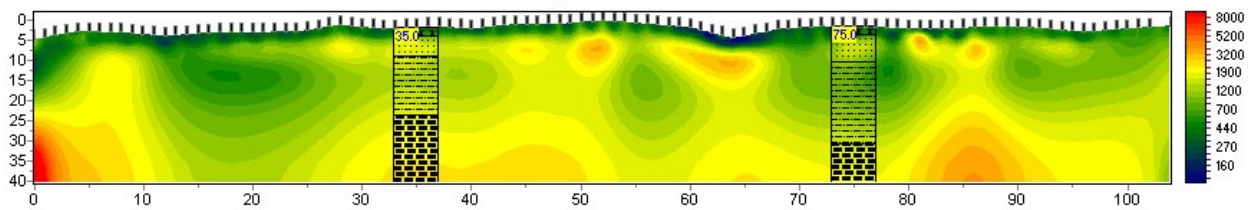
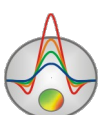


Fig. 44 Sección de resistividad eléctrica con columnas litológicas superpuestas

Options / Import/Export/Import model/data : esta opción permite cargar modelos del medio procedentes de proyectos de programas del paquete **ZOND** en ventanas independientes (véase la figura siguiente). La opción puede ser útil para comparar los resultados de interpretación de perfiles adyacentes o para la interpretación integrada de datos de distintos métodos.



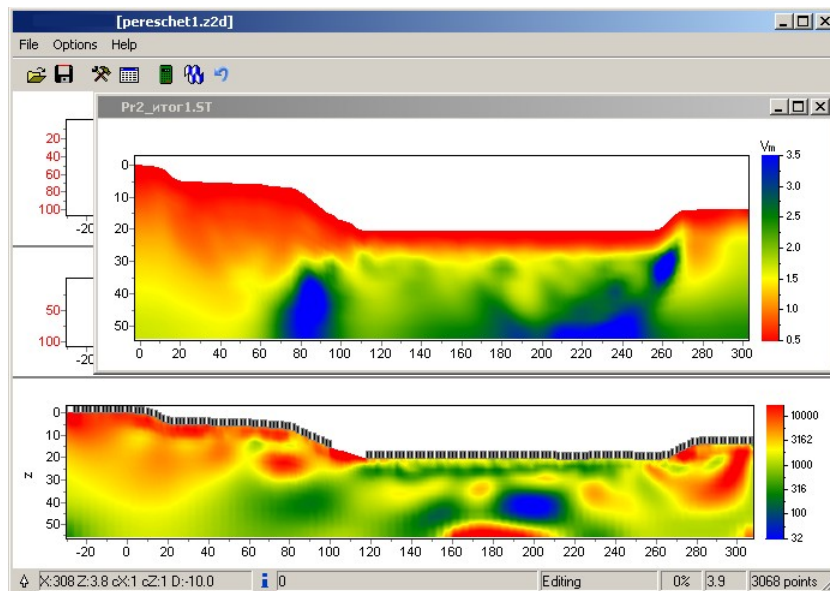


Fig. 45 Ventana de trabajo del programa con un modelo de velocidad importado

Al mover el cursor por el área del editor de modelos, este se mostrará también en todas las demás secciones importadas, de acuerdo con el tamaño de la celda actual cuando el modelo se representa en bloques (véase la figura siguiente).

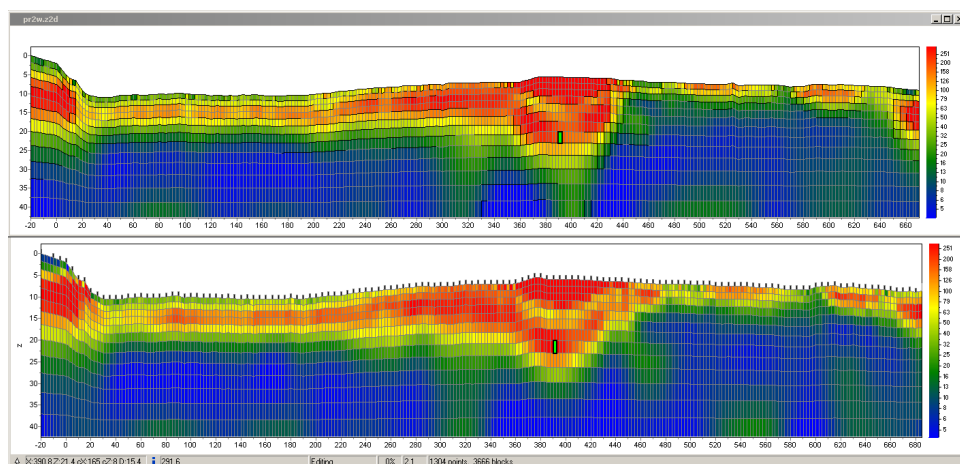
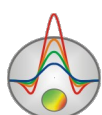


Fig. 46 Visualización de los modelos de resistividad eléctrica, tanto el activo como el importado, en forma de bloques con el cursor resaltado

Si se utiliza como archivo importado un archivo de dos columnas con la extensión *.dat, se mostrará un gráfico asociado al eje derecho en la ventana de datos calculados (en el modo **graphics-plot**). La primera columna del archivo *.dat contiene las coordenadas horizontales del



punto de medición a lo largo del perfil y la segunda, los valores medidos. De este modo, se pueden representar gráficos de la variación de cualquier magnitud física a lo largo del perfil.

La opción **Save/Load selection** permite guardar o cargar un fragmento del modelo. Para guardar un fragmento, se debe activar el modo de visualización del modelo en forma de bloques (**Blocks-section**), seleccionar el fragmento deseado mediante las opciones de la sección **Selection** y hacer clic en **Save selection**.

Para cargar un fragmento del modelo, se selecciona una pequeña área del modelo actual. El borde superior izquierdo de la selección se considerará el punto a partir del cual se insertará el fragmento. Se inicia la opción **Load selection** y se selecciona el nombre del archivo. Si no hay ninguna selección, el fragmento se insertará desde el borde superior izquierdo del modelo.

El perfil vertical de un parámetro para una coordenada horizontal dada se puede guardar o cargar mediante la opción **Extract 1d log / Load 1d log**. Para guardar un perfil vertical, se debe especificar la coordenada X en el cuadro de diálogo. Para cargar un perfil vertical, se debe indicar el intervalo del eje X. Esta opción puede utilizarse, por ejemplo, para incorporar datos de registros de pozo o para estudiar las intersecciones de perfiles.

Si se dispone de información previa, existe la posibilidad de utilizarla como imagen de fondo del editor de modelos mediante la opción **Options/Import/Export/Background image**. Puede tratarse, por ejemplo, de secciones geológicas, eléctricas o sísmicas, o de una sección de un perfil cercano. El programa admite dos formatos de imagen de fondo: archivos gráficos *.png y *.bmp, y archivos *.sec y *.seg-y.

Al seleccionar un archivo *.bmp, aparece un cuadro de diálogo para configurar las coordenadas de la imagen, en el que se especifican las coordenadas de los límites de la imagen en el sistema de coordenadas de la sección.

Para hacer transparente la imagen, en el cuadro de diálogo de configuración del modelo (se abre haciendo clic con el botón derecho junto al texto Resistivity block-section de la ventana del modelo, opción Setup), se selecciona Transparency.

Al seleccionar una imagen de fondo, aparece la ventana:

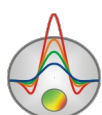


Fig. 47 Cuadro de diálogo para configurar los parámetros de la imagen de fondo

En esta ventana se pueden especificar manualmente las coordenadas de las esquinas superior izquierda e inferior derecha de la imagen.

Insert topography – permite modificar la imagen para tener en cuenta la topografía (el límite superior de la imagen seguirá la topografía del modelo).

En el modo **Blocks section** se muestran las celdas cuyos valores son distintos de los del medio encajante. De este modo, es posible modelar objetos anómalos sobre la imagen de fondo (véase la figura siguiente).

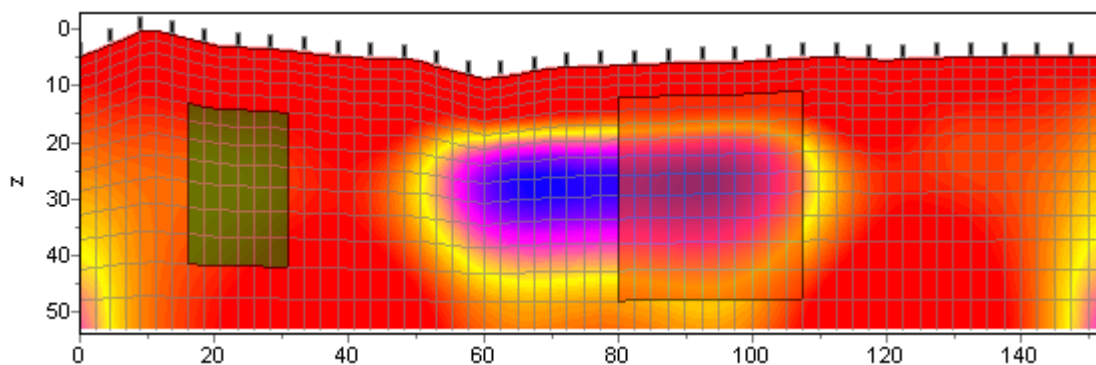
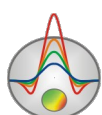


Fig. 48 Modelo en modo Block-section con imagen de fondo

En el modo **Smooth section** se mezclan los colores de la imagen de fondo y del modelo actual, lo que permite observar simultáneamente las características de ambas secciones (véase la figura siguiente).



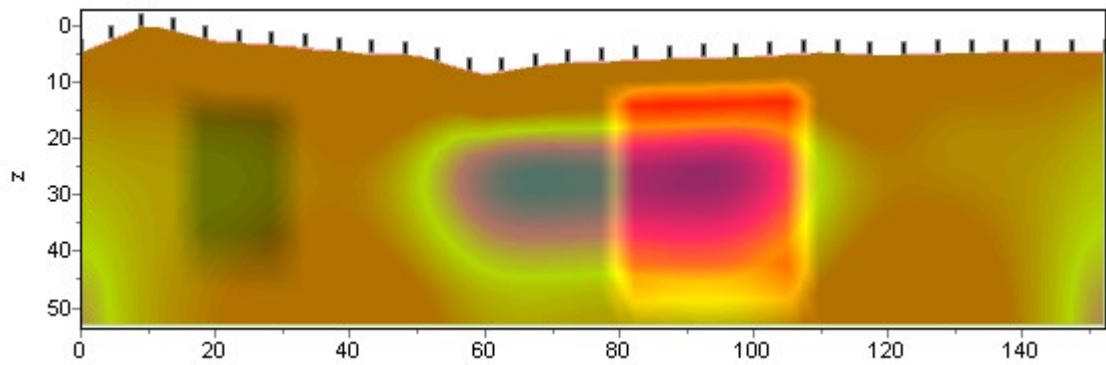


Fig. 49 **Modelo en modo Smooth-section con imagen de fondo**

El uso de una imagen de fondo permite tener en cuenta los resultados de otros métodos de investigación durante la interpretación. Por ejemplo, los datos de sísmica o una sección geológica disponible pueden utilizarse para definir los límites al crear un modelo a priori (inicial) para la inversión de datos MT. La figura siguiente muestra un ejemplo en el que se utiliza un sismograma como imagen de fondo para el modelo geoelectrico.

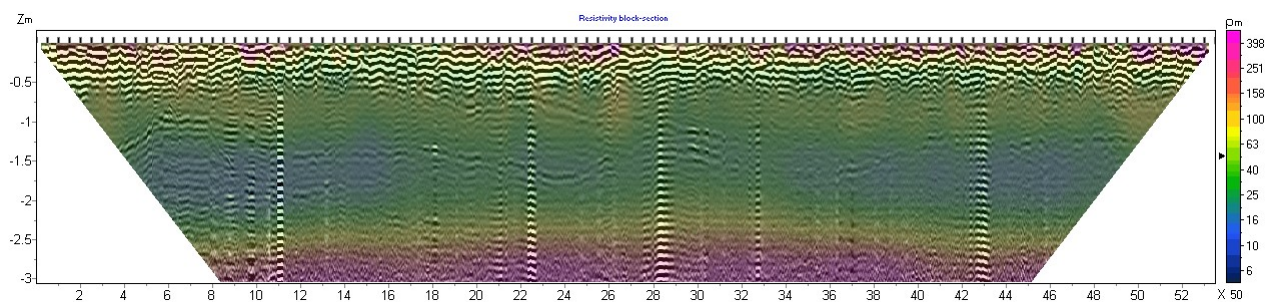
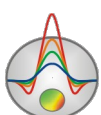


Fig. 50 **Modelo en modo Smooth-section con imagen de fondo: datos de sísmica**

Creación de datos de pozo

La incorporación de datos de registros de pozo y litología se realiza en el módulo especializado **Options / Borehole / Create / Edit borehole data** (véase la figura siguiente). El módulo permite crear, editar y visualizar columnas litológicas y datos de registros de pozo a lo largo del perfil de observación.



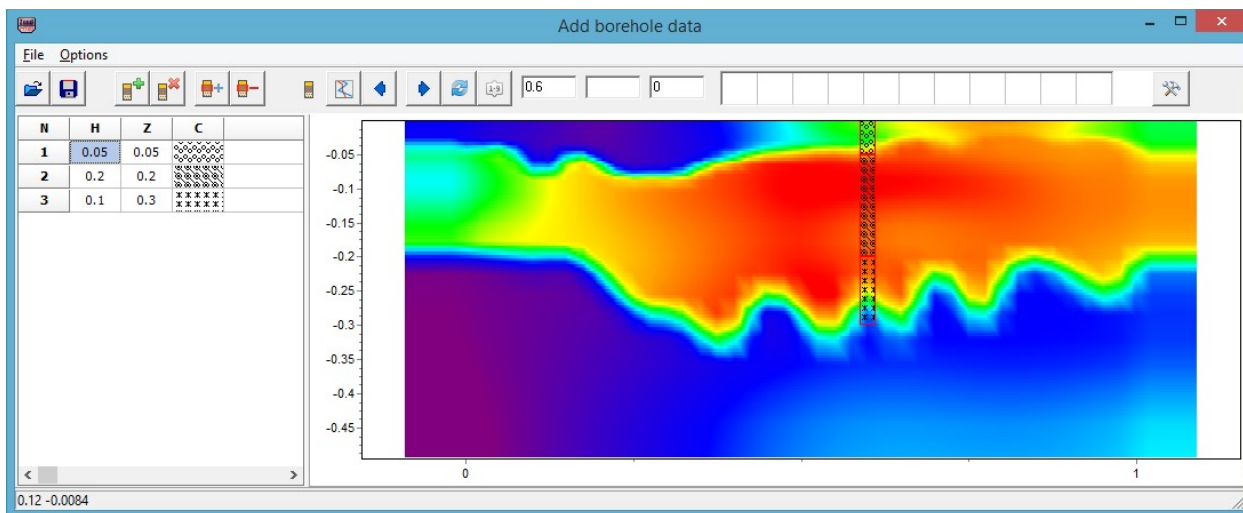
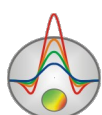


Fig. 51 Módulo para añadir datos de registros de pozo y litología

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

	Abrir archivo de litología
	Guardar archivo de litología
	Crear un pozo nuevo
	Eliminar pozo
	Añadir una capa al pozo
	Eliminar una capa del pozo
	Modo de columnas litológicas
	Modo de datos de registros de pozo
	Ir al pozo anterior
	Ir al pozo siguiente
	Actualizar la ventana de visualización de datos
	Ordenar los pozos por coordenada
20000	Establece la coordenada horizontal (a lo largo del perfil)
	Etiqueta del pozo (máximo 5 caracteres)
0	Ángulo de inclinación del pozo en el plano XZ.



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 de orden de la capa, **H** – espesor de la capa en metros, **Z** – profundidad de la base de la capa en kilómetros, **C** – tipo de relleno. En la ventana de la derecha, los datos de los pozos se muestran gráficamente.

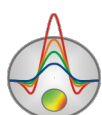
Para empezar a crear un archivo de litología, se debe hacer clic en el botón  de la barra de herramientas. A continuación, aparecerá una tabla nueva en la sección de la izquierda. Con el botón  se debe especificar el número de capas deseado. Después, se edita la tabla indicando el espesor o la profundidad de la base de cada capa y seleccionando el tipo de relleno correspondiente a la litología. El cuadro de diálogo para configurar el 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. 52). El programa ofrece una amplia variedad de rellenos litológicos. En la opción **Color** se puede seleccionar el color del relleno.



Fig. 52 Ventana del editor de relleno

Una vez introducidos los datos del pozo, se debe hacer clic en el botón  y el pozo aparecerá en la ventana gráfica. A continuación, se especifican en la barra de herramientas las coordenadas horizontal y vertical del pozo en kilómetros; el pozo se mostrará entonces en la posición correspondiente. 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 necesario en la columna de rellenos de la **ventana Datos**, y, a continuación, haga clic derecho en el área de rellenos del panel principal del programa. De este



modo se puede crear un conjunto de rellenos que, posteriormente, se puede guardar. Para ello, pulse el botón  y seleccione **Save default palette**. El conjunto de rellenos guardado se puede utilizar al crear un nuevo archivo de datos de litología y registros de pozo ( - **Load default palette**).

Set borehole width, disponible al pulsar el botón  establece la anchura de los pozos como porcentaje de la longitud del perfil.

Al guardar el archivo de datos, se crean varios archivos: ***.crt** – proyecto del módulo, que se puede cargar en el programa **ZondMT2D** y ***.txt** – un archivo para cada pozo, cuyos nombres corresponden a las coordenadas horizontal y vertical

Los datos de registros de pozo se pueden cargar mediante la herramienta . Para crear el archivo de datos de registros de pozo se utilizan los formatos ***.txt** y ***.las**.

Estructura del archivo ***.txt**: la primera columna contiene la profundidad del punto de registro (desde la superficie del terreno); la segunda columna contiene las mediciones de los registros de pozo. La tercera y la cuarta columnas contienen ceros. Las columnas se separan con la tecla TAB.

A continuación se muestra un ejemplo de archivo de datos de registros de pozo, visualizados en la sección como gráficos (véase la figura siguiente):

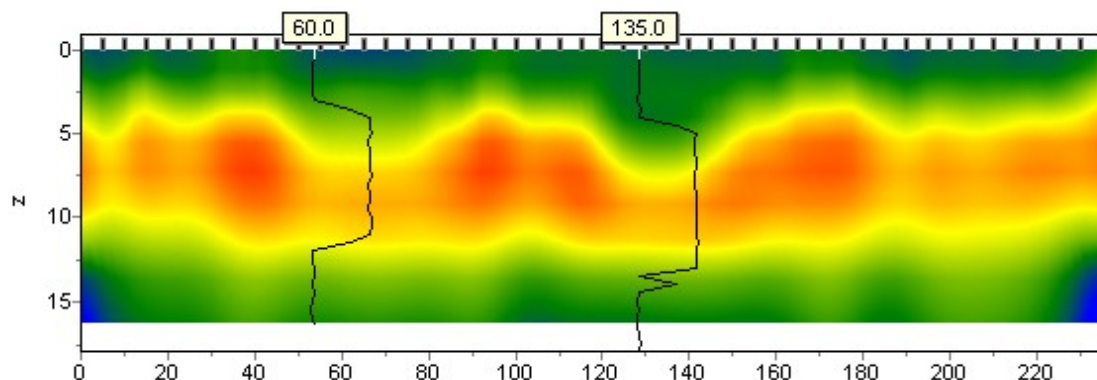
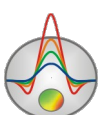


Fig. 53 **Modelo con diagramas de registros de pozo superpuestos**

Para 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; la segunda columna se rellena con ceros; la tercera columna contiene el color de la capa en la columna litológica; la cuarta columna contiene el tipo de trama de la columna litológica. Las columnas se separan con espacios. En la figura siguiente se muestra un ejemplo de modelo con columnas litológicas superpuestas.



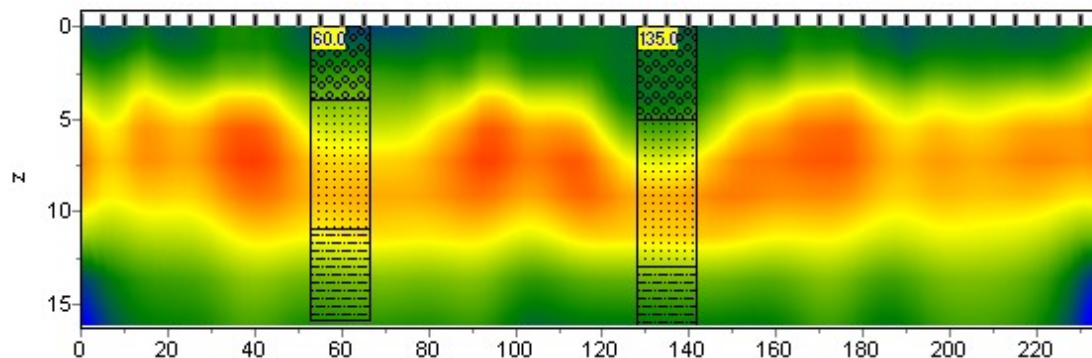


Fig. 54 **Modelo con columnas litológicas superpuestas**

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

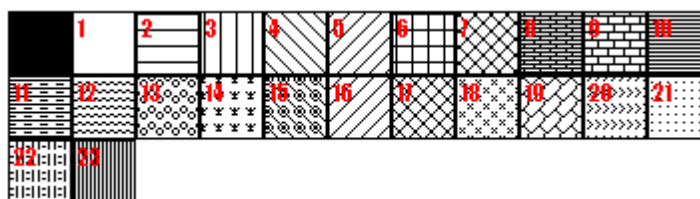


Fig. 55 **Variantes de tramado de la columna litológica**

Además del formato txt, este módulo permite cargar archivos crt. A continuación se describe la estructura del archivo CRT para visualizar datos litológicos o de registros de pozo de cualquier número de pozos.

2280.txt La primera línea contiene el nombre del archivo con los datos de registros de pozo o de litología.

skv2280 La segunda línea contiene la etiqueta del pozo (se muestra 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;

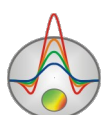
2 - anchura de la imagen (como porcentaje de la longitud del perfil; normalmente, 1 - 20);

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 visualizar 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 visualizados corresponden a la escala del modelo y 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 diagramas de registros de pozo, 0 - 2.

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

1,2 - se resta el valor medio de cada diagrama de registros de pozo.]

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

1 - Color del gráfico.

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

0 – Desplazamiento vertical del pozo respecto a la superficie del terreno.

Los botones de la barra de herramientas del módulo de introducción de datos litológicos también están disponibles en el menú **Options**. Este menú también incluye la función **Remove background**, que permite quitar la imagen de fondo —el modelo de resistividad— al introducir datos de pozo.

Al crear o editar datos de pozo mediante el módulo descrito, el programa guarda el resultado en un archivo de formato interno con la extensión *.crt o *.bmp.

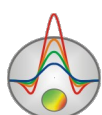
Visualización de resultados

Trabajo con varios modelos en un mismo proyecto

A menudo es necesario almacenar varios modelos en un mismo proyecto y visualizarlos simultáneamente para compararlos. Por ejemplo, para determinar los parámetros óptimos de inversión, es más conveniente almacenar en un mismo proyecto todos los modelos obtenidos con distintos conjuntos de parámetros, en lugar de crear un proyecto independiente para cada conjunto, y poder compararlos en una misma ventana. Asimismo, en el modo de modelización, al calcular el problema directo a partir de varios modelos relacionados entre sí, resulta más práctico almacenarlos y compararlos en un mismo proyecto.

En el programa **ZondMT2D** estas funciones se implementan mediante la función **Buffer** del menú principal del programa. Los botones **Model 1 – Model 5** corresponden a cinco modelos de búfer que se pueden almacenar en un mismo proyecto.

Para guardar el modelo actual en un búfer, pulse uno de los botones correspondientes a los modelos de búfer. Si el modelo de búfer seleccionado está vacío, se guardará en él el modelo actual. En el cuadro de diálogo que aparece se puede introducir el nombre del modelo de búfer;



este nombre se mostrará después en el botón correspondiente de la lista **Buffer** y como título al visualizar el modelo.

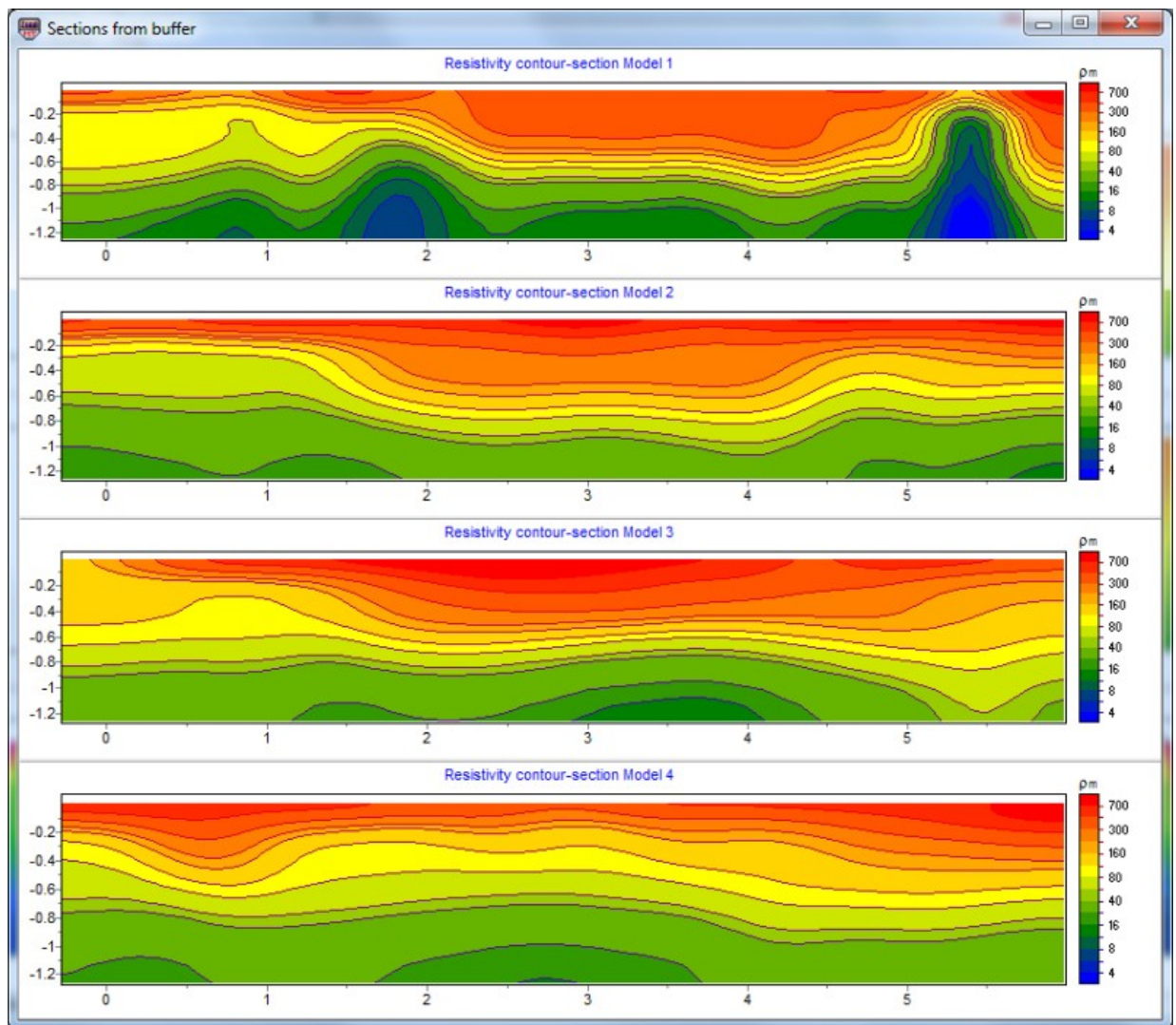
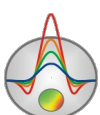


Fig. 56 Ventana para visualizar simultáneamente varios modelos Buffer/Open. Ejemplo de inversión de los mismos datos con distintos parámetros

Una vez definido el primer modelo de búfer, se puede borrar el modelo actual en el editor de modelos y crear el siguiente para guardarlo en el siguiente modelo de búfer.

Si el modelo de búfer seleccionado no está vacío, el programa preguntará si se desea abrir este modelo de búfer (**From Buffer**) o guardar el modelo actual en su lugar (**To buffer**). Si se selecciona **From Buffer**, el modelo del búfer ocupará el lugar del modelo activo actual en el editor de secciones.

El botón **Buffer/Open** permite ver en una misma ventana todos los modelos creados, lo que resulta práctico para compararlos (véase la figura).



Ventana de construcción del modelo geológico-geofísico

Para construir un modelo geológico-geofísico (realizar la interpretación geológica), se utiliza la ventana del editor de modelos geológicos **Geological editor**, que se abre mediante el menú **Options/ Geological editor**. El editor permite crear interactivamente un modelo geológico a partir del modelo actual del proyecto, los datos de pozo, los datos de otros programas del paquete **Zond** y la información ráster previa; imprimir las secciones obtenidas a la escala especificada y guardar y exportar los resultados de la interpretación.

Los resultados de la interpretación geofísica sirven como una especie de imagen de fondo en color sobre la que se construye el modelo geológico. Durante la creación del modelo se delimitan objetos locales y capas, a los que posteriormente se aplica el patrón geológico seleccionado por el intérprete. El módulo también permite mostrar datos de pozo, lo que simplifica considerablemente la construcción del modelo.

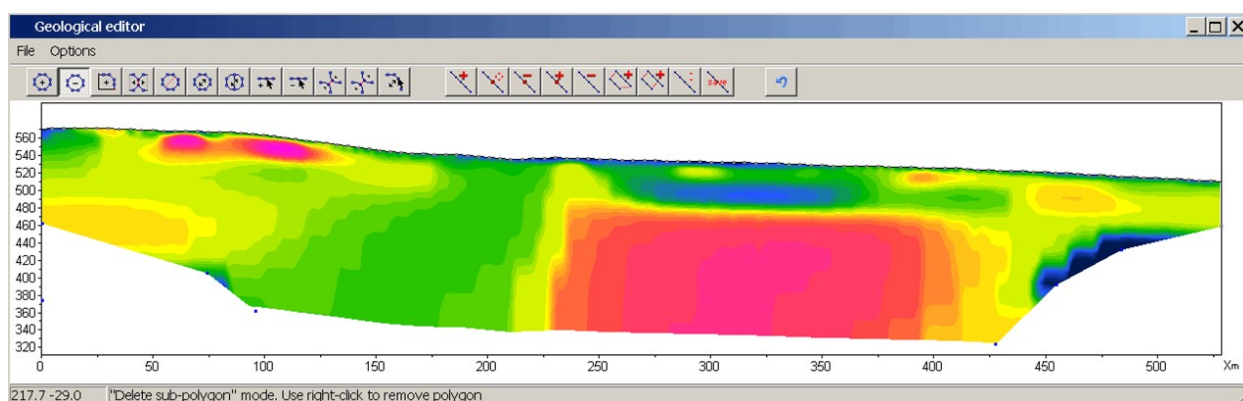
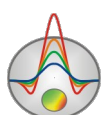


Fig. 57 Ventana del editor de modelos antes de comenzar el trabajo

Por tanto, la tarea principal del módulo consiste en construir rápidamente secciones geológicas a partir de los resultados geofísicos y exportarlas posteriormente a un informe.

Antes de comenzar, es necesario seleccionar cuidadosamente el tipo de sección y sus opciones gráficas. La opción más adecuada es representar la sección mediante isolíneas.



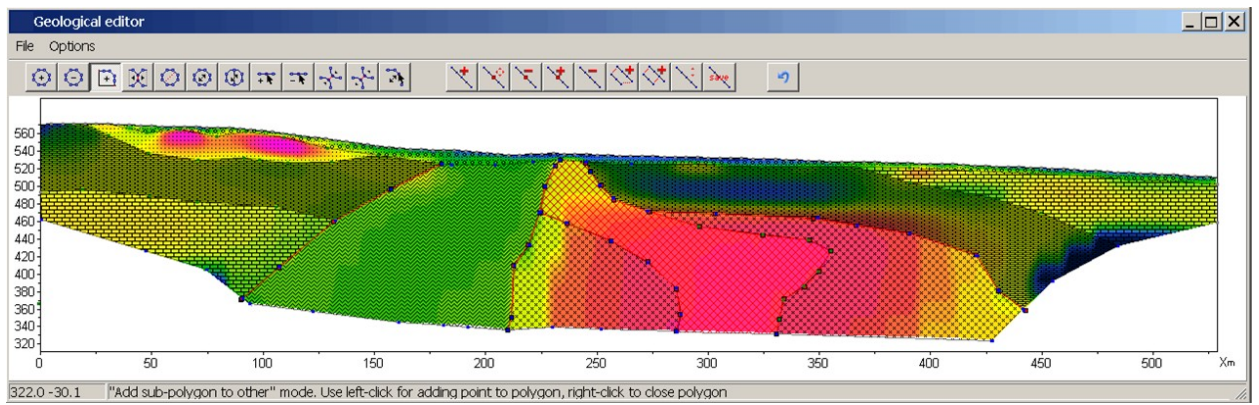


Fig. 58 Ventana del editor de modelos: sección de resistividad e interpretación geológica.

A continuación, se inicia la opción **Geological editor**, tras lo cual comienza el trabajo con la sección. Se definen cuerpos y capas en forma de polígonos cerrados y abiertos, y se les asignan un color y una trama.

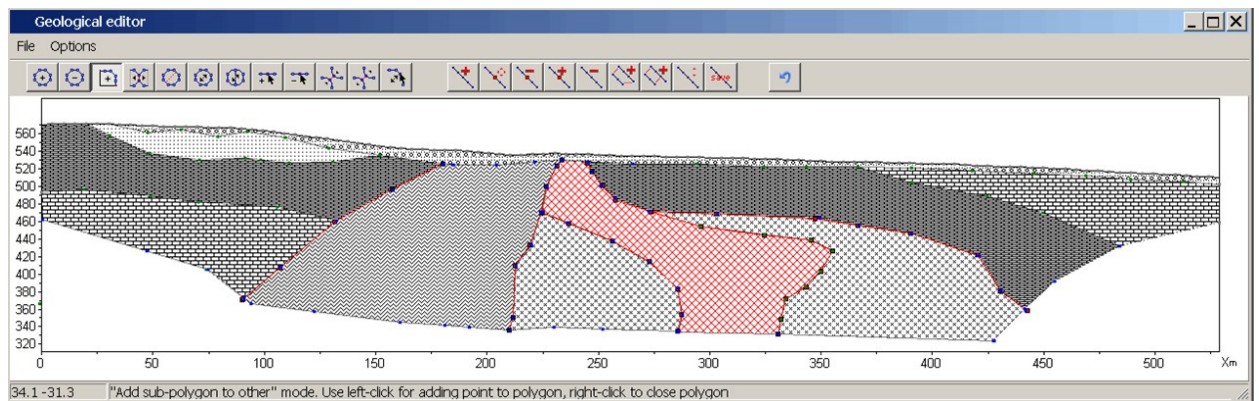
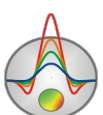


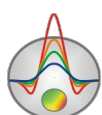
Fig. 59 Ventana del editor de modelos: sección geológico-geofísica obtenida a partir de los resultados de la interpretación

La barra de herramientas de la ventana **Geological editor** contiene botones para editar polígonos y líneas:

Herramienta	Opción
	Crear un polígono. Al hacer clic con el botón izquierdo del ratón se añade un nuevo nodo a la polilínea que constituye el límite del polígono. El trazado del límite del polígono finaliza al hacer clic con el botón derecho del ratón; a continuación, la polilínea se cierra automáticamente.



	Eliminar un polígono. Tras seleccionar la herramienta, se hace clic derecho en el polígono que se desea eliminar.
	Crear un polígono adyacente a un polígono existente o al límite del área de modelización. Tras seleccionar esta herramienta, se debe definir un límite que no sea adyacente a un polígono existente. El primer y el último punto del límite definido deben pertenecer al límite de un cuerpo adyacente o al límite del área de modelización. El trazado del límite finaliza al hacer clic con el botón derecho del ratón. El programa seleccionará automáticamente el límite adyacente o propondrá seleccionarlo mediante un cuadro de diálogo.
	Separar polígonos adyacentes. Si se ha creado un modelo con polígonos adyacentes mediante la herramienta anterior, esta herramienta permite separarlos para poder modificar los contornos de forma independiente, mover o eliminar un polígono. Tras seleccionar la herramienta, se selecciona con el botón izquierdo del ratón el polígono que se desea separar (con un solo clic en cualquier punto del polígono; sus contornos cambian de color). El procedimiento de separación termina al pulsar el botón derecho del ratón.
	Dividir un polígono mediante una línea recta (crear dos polígonos a partir de uno). Con el botón izquierdo del ratón se indica el primer punto de la línea y, a continuación, con el botón derecho, el segundo. Ambos puntos deben encontrarse en el contorno del polígono que se va a dividir.
	Mover un polígono. El polígono se selecciona con el botón izquierdo del ratón. Al mover el ratón, el polígono se desplaza. La posición del polígono se fija con el botón derecho.
	Mover una parte del polígono
	Añadir un nodo. Se hace clic derecho en el punto del contorno donde se desea añadir el nodo.

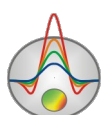


	Eliminar un nodo. Se hace clic derecho en el nodo que se desea eliminar.
	Mover un nodo. El nodo se selecciona con el botón izquierdo del ratón; se desplaza moviendo el ratón y el movimiento termina al pulsar el botón derecho.
	Separar puntos conectados. Este modo sirve para separar puntos conectados. Para separar los puntos de un polígono conectado, se hace clic con el botón derecho del ratón sobre el punto. Como resultado, el punto conectado se sustituye por un conjunto de puntos independientes, cada uno perteneciente a su propio polígono. Los puntos de los polígonos cambian a color rojo cuando el cursor se aproxima.
	Mover un punto. Este modo sirve para mover un punto del polígono. Para seleccionar el punto que se desea mover, se hace clic con el botón izquierdo del ratón; a continuación, el punto del polígono se desplaza siguiendo el cursor. Para fijar la nueva posición del punto, se hace clic con el botón derecho del ratón. Si la operación no es posible (es decir, si se cruzan algunos lados), el programa no permite mover el punto y lo devuelve a su posición inicial. Los puntos situados en el límite del modelo solo se desplazan a lo largo de los bordes correspondientes. Los puntos del polígono cambian a color rojo cuando el cursor se aproxima.

El cuadro de diálogo para configurar los parámetros gráficos del polígono se abre haciendo doble clic en su centro.

La barra de control también contiene botones para crear y editar líneas:

	Añadir línea
	Mover nodo
	Eliminar nodo
	Añadir nodo
	Eliminar línea



	Crear un polígono a partir de dos líneas
	Mover línea
	Guardar línea
	Deshacer la última acción

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

File/Load polygons – cargar polígonos desde un archivo

File/Save polygons – guardar en un archivo los polígonos del modelo actual

File/Show background – mostrar la imagen de fondo (imagen gráfica)

File/Remove background – ocultar la imagen de fondo del editor.

File/Print preview – abrir el cuadro de diálogo de impresión de la imagen.

Get from modeling – cargar polígonos desde el modo de modelización poligonal

Options/Model setup – abrir el cuadro de diálogo para configurar las dimensiones del área del modelo

Options/Load borehole data – cargar datos de pozo desde un archivo

Options/Remove borehole data – eliminar los datos de pozo del editor

Options/Remove all polygons – eliminar todos los polígonos

Visualización 3D de modelos geoelectricos a partir de varios perfiles

Si en el área de estudio se han realizado mediciones en varios perfiles próximos entre sí, conviene interpretarlos conjuntamente. Esto permite estudiar la distribución en planta de las estructuras identificadas y facilita la interpretación de cada perfil por separado, al simplificar la identificación de los elementos más estables del modelo.

En el programa **ZondMT2D** el módulo 3D section viewer, al que se accede mediante la opción de menú **Options/3D fence diagram**, permite visualizar conjuntamente modelos geoelectricos obtenidos a partir de varios perfiles. Permite representar los modelos en el espacio (teniendo en cuenta la topografía) y también construir mapas en planta de la distribución de un parámetro seleccionado para una profundidad o cota absoluta definida por el usuario.

La ventana de visualización 3D consta de tres pestañas: Lines (definición de las coordenadas de los perfiles), 3D View (ventana de visualización del modelo), Options (configuración de la

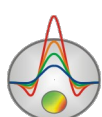


imagen), y una barra de herramientas (que permite acceder a parámetros adicionales y a las opciones para cargar, guardar y exportar el modelo 3D construido).

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

	Cargar un mapa de la zona desde Internet. Para ello, las coordenadas de las estaciones deben estar definidas en coordenadas UTM. Si hay problemas de carga, se debe introducir una clave vigente en el campo Bing maps api_key.
	Construir cortes horizontales en surfer
	Vista previa de impresión
	Abrir el diálogo de configuración de los parámetros del modelo 3D
	Configuración de los parámetros de los ejes (más detalles)
	Girar el modelo 3D
	Mostrar el mapa horizontal. La profundidad del mapa desde la superficie se establece en kilómetros en la ventana de la derecha 
	Al hacer clic en este botón, se establece la misma escala para todos los ejes. A la derecha aparece una ventana que permite definir la relación entre las escalas de cada eje.

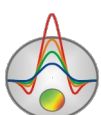
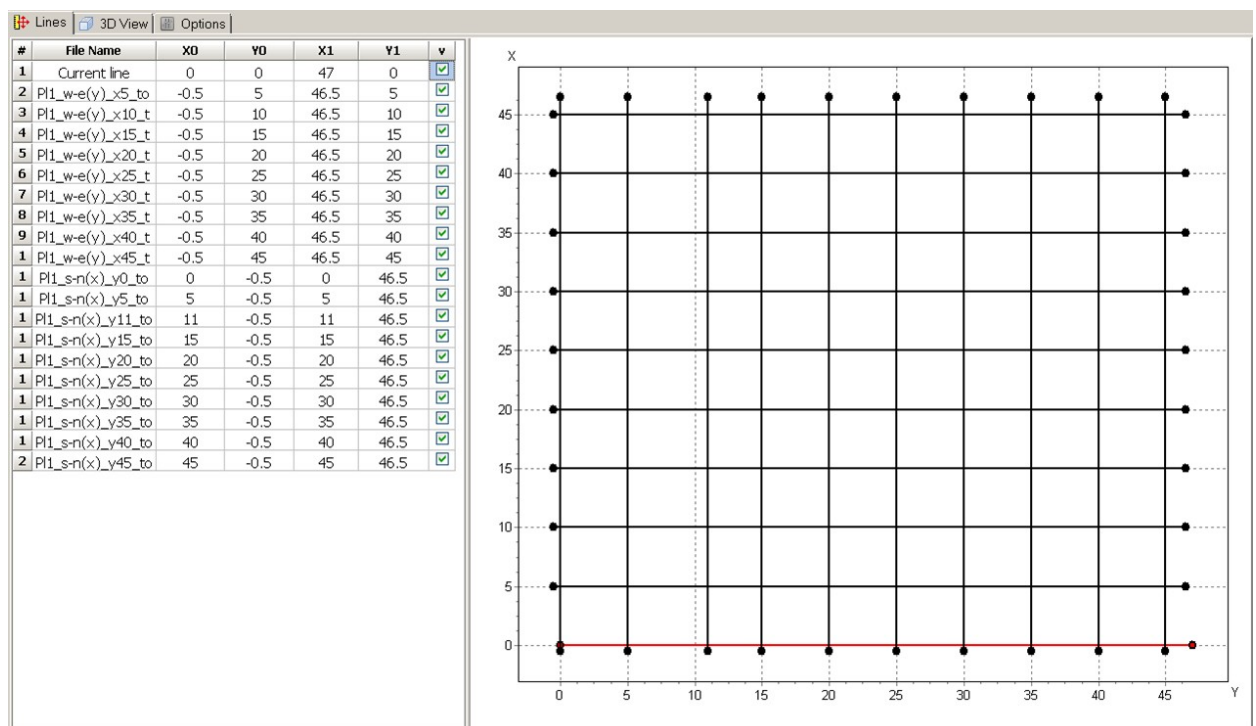


Fig. 60 Pestaña Lines de la ventana 3D Section viewer

La pestaña *Lines* (véase la figura) permite añadir perfiles y asignarles coordenadas. Cada perfil corresponde a una fila de la tabla. Para añadir un perfil a la tabla, se debe hacer clic con el botón derecho en una celda vacía de la primera columna y seleccionar el archivo deseado. Para la visualización 3D, el programa utiliza un archivo con la extensión *.mod2d, que se crea automáticamente al guardar el proyecto principal en formato **ZondMT2D**. Se puede añadir una fila vacía a la tabla o eliminar un archivo innecesario mediante los botones  y  de la barra de herramientas. Las columnas X0, Y0, X1, Y1 de la tabla contienen las coordenadas rectangulares de los extremos inicial y final del perfil correspondiente. Cabe señalar que los perfiles pueden tener cualquier orientación relativa: pueden ser paralelos, no paralelos, intersectarse o no intersectarse. El plano de los perfiles se muestra en la parte derecha de la pestaña Lines a medida que se introducen las coordenadas. La última columna de la tabla permite desactivar, si es necesario, los perfiles seleccionados para que no aparezcan en la imagen 3D.

La pestaña *Options* permite configurar los parámetros de visualización: la escala de colores y las escalas de cada eje. La relación entre las escalas también se puede establecer mediante el campo  de la barra de herramientas. El campo de valores contiene las escalas de visualización de cada eje. Al hacer clic en el botón  se establece la escala máxima para el área delimitada por los ejes.

El modelo 3D se muestra en la pestaña 3D View (véase la figura).

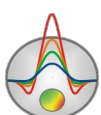
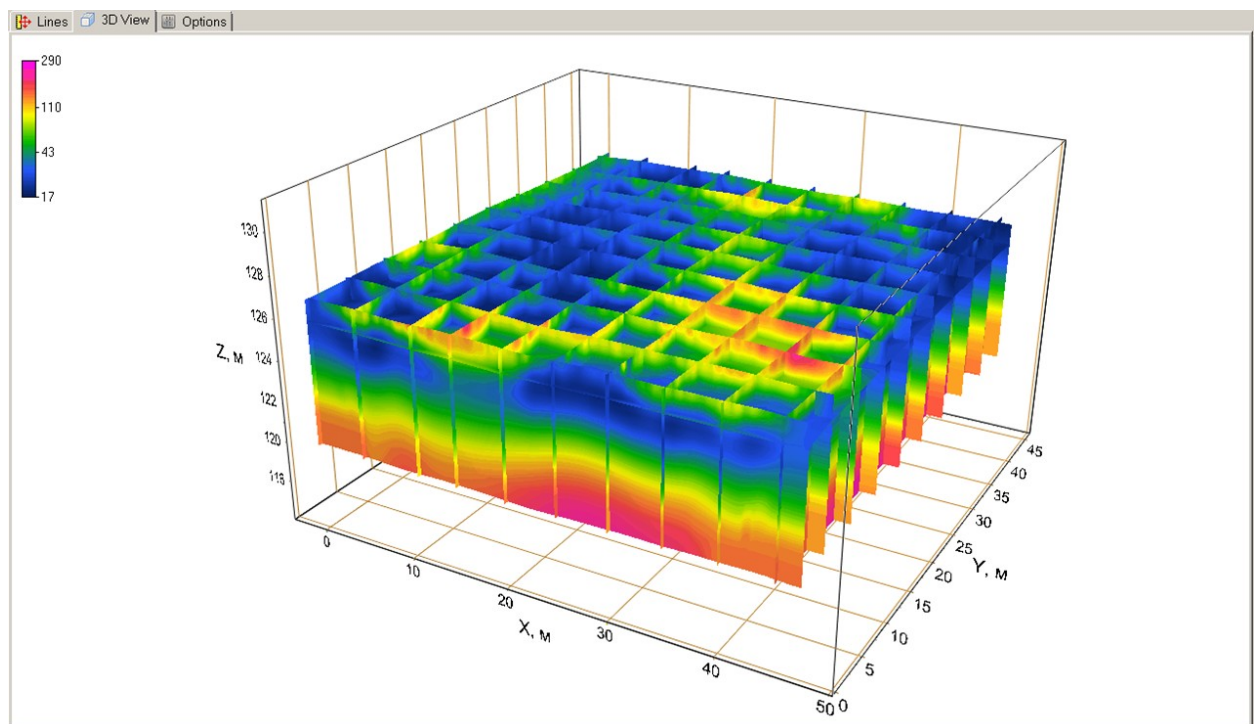


Fig. 61 **Pestaña 3D View de la ventana 3D section viewer. Visualización 3D.**

Los ejes se configuran individualmente mediante los diálogos que se abren con el botón  de la barra de herramientas. El diálogo correspondiente permite modificar las propiedades de las etiquetas de los ejes, configurar la visualización de la cuadrícula, establecer los títulos de los ejes, etc.

Se accede a la configuración relacionada con la imagen 3D del modelo (tipos de proyección, escalas, ángulo de rotación, desplazamientos del modelo completo en las coordenadas de pantalla, etc.) mediante el botón .

También se puede manipular el modelo con el ratón: al mantener pulsado el botón izquierdo se puede girar libremente, y con la rueda del ratón se modifica la escala. Al hacer clic en el botón  se inicia la rotación automática del modelo alrededor de su centro geométrico.

Una opción útil permite construir un corte del parámetro a una profundidad determinada. Se accede a esta opción mediante el conjunto de herramientas    de la barra de herramientas. Si la casilla no está marcada, en el campo numérico se indica la cota absoluta a la que se construirá el corte. Si la casilla está marcada, en el campo numérico se indica la profundidad desde la superficie a la que se construirá el corte. Ejemplo de construcción de un corte del modelo, Fig. 62.

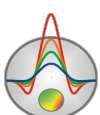
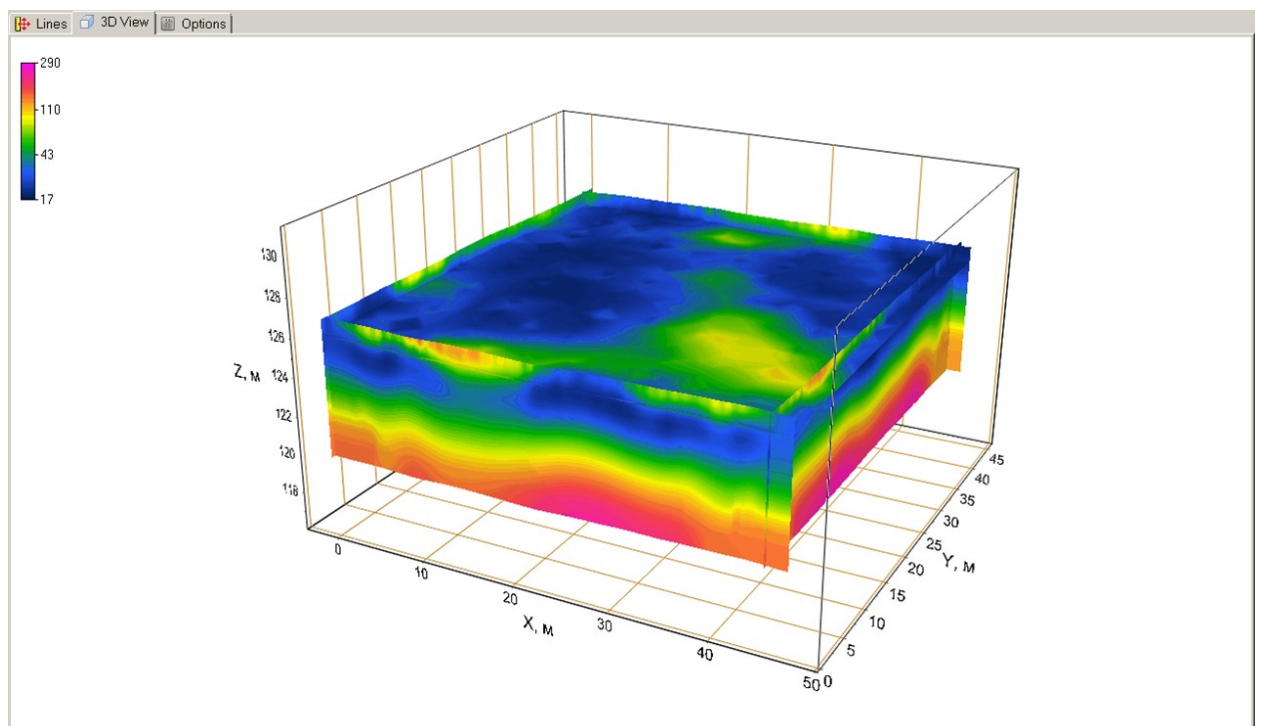


Fig. 62 **Pestaña 3D View de la ventana 3D section viewer. Mapa de resistividad a una profundidad determinada desde la superficie.**

La pestaña **Options** sirve para configurar los parámetros de la imagen.

El área *Color scale* permite configurar los parámetros del relleno. El botón **Palette** abre el diálogo de configuración del relleno. El área *Color scale limits* permite definir manualmente los valores mínimo y máximo de la escala de colores o seleccionar el modo automático marcando la casilla correspondiente.

La opción *Continuous* permite visualizar las secciones con una paleta de gradiente continuo o en modo de contornos.

El área *Axis scales* sirve para establecer las escalas de los ejes. Las escalas solo se pueden establecer cuando el botón  de la barra de herramientas de la ventana está pulsado.

La opción *Boreholes* permite mostrar los datos de los pozos en la imagen 3D. Si el proyecto contiene un gran número de pozos, su visualización puede tardar bastante.

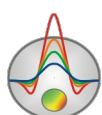
Los resultados del trabajo con el módulo 3D section viewer se pueden guardar, exportar e imprimir. Para guardar y exportar se utiliza el botón  de la barra de herramientas. Si se selecciona Project file como tipo de archivo, el programa crea un archivo con extensión *.prj, que contiene las rutas absolutas a los archivos —los perfiles— y sus coordenadas. Posteriormente, al abrir este archivo con el botón , el programa lee los datos correspondientes y vuelve a construir el modelo 3D. Si en el cuadro de diálogo de guardado se selecciona XY plane, el programa crea un archivo de texto *.dat que contiene los datos para el mapa del parámetro a la profundidad seleccionada. Este archivo se puede utilizar con programas externos, como Surfer. Al guardar en formato Voxler 3d grid, el programa crea un archivo de texto *.dat que contiene los datos de todo el modelo.

La ventana del modelo se imprime pulsando el botón  de la barra de herramientas.

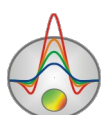
A

Elementos de control de la ventana 3D sections viewer

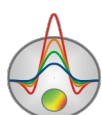
Elemento	Descripción
[tabla de líneas]	Muestra las filas con los datos de las líneas de sección y sus coordenadas. Para cargar un modelo mod2d desde un archivo, haga clic con el botón derecho en la columna del nombre del archivo; las coordenadas de la línea se introducen en las columnas



	siguientes.
Automatic color scale	Si la opción está activada, los límites de la escala de colores se determinan automáticamente. Cuando la opción está activada, los campos de los límites mínimo y máximo no están disponibles.
[escala del eje X]	Cambia la escala del eje X y actualiza las dimensiones de la visualización.
[escala del eje Y]	Cambia la escala del eje Y y actualiza las dimensiones de la visualización.
[escala del eje Z]	Cambia la escala del eje Z y actualiza las dimensiones de la visualización.
Plot sections without topography	Si la opción está activada, las secciones se muestran sin topografía.
Maximal depth for sections	Establece el valor máximo del eje de profundidad y se utiliza al buscar matrices de datos.
[botón: abrir proyecto de secciones 3D]	Abre un proyecto de secciones 3D desde el archivo seleccionado. Utilice este botón para cargar un proyecto guardado anteriormente.
[botón: guardar proyecto y exportar datos]	Guarda el proyecto o exporta los datos según el tipo de archivo seleccionado. Las opciones visibles incluyen los formatos de proyecto PRJ y de datos DAT y VTP, así como la exportación de la imagen del mapa a PNG y KML; la imagen del mapa se exporta si el mapa está activo.
[botón: añadir fila a la tabla]	Añade una fila a la tabla.
[botón: eliminar fila de la tabla]	Elimina la fila actual de la tabla; si contiene un modelo mod2d, este se elimina del proyecto. No se pueden eliminar la primera fila ni una fila cuando la tabla contiene el número mínimo de datos.
[botón: abrir ajustes 3D]	Abre el menú de parámetros de visualización 3D. El menú muestra el estado de la rotación del gráfico y el tipo de imagen seleccionado; la disponibilidad de la creación de vídeo depende del estado de la rotación y de la página activa.
[botón: cargar mapa satelital]	Carga un mapa satelital de Internet para el área del gráfico. Antes de la descarga, se puede especificar la zona UTM y seleccionar la escala en kilómetros; el programa necesita acceso a Internet para obtener los datos.

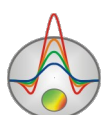


[botón: Multi sections]	Abre la ventana de trabajo con las líneas del modo de secciones múltiples: antes de mostrarla, se ocultan las pseudosecciones y se muestran las líneas del índice actual.
[botón: vista previa de impresión]	Abre la vista previa del gráfico de secciones antes de imprimirlo.
[botón: crear cortes XY en Surfer]	Abre los ajustes de creación de cortes XY y genera mapas para los niveles especificados. Se pueden seleccionar profundidades absolutas o profundidades desde la superficie; el método de creación también depende del estado de la casilla de verificación en la ventana de ajustes.
[botón: ajustar escalas de los ejes]	Activa o desactiva el modo de escalado de los ejes. Cuando el modo está activado, se habilitan los controles deslizantes y el campo para especificar las escalas individuales; cuando está desactivado, las escalas se recalculan automáticamente.
[botón: visibilidad del plano XY]	Activa o desactiva la visualización del plano XY y actualiza el gráfico.
[botón: modo de creación de la sección XY]	Alterna el modo de creación de la sección XY entre profundidad absoluta y profundidad desde la superficie. Tras el cambio, se recalcula la sección y se actualiza el gráfico.
[lista: parámetro de visualización]	Selecciona el parámetro activo que se muestra en el gráfico.
[campo: escalas de los ejes X:Y:Z]	Especifica las escalas individuales de los ejes X, Y y Z como tres números separados por dos puntos.
[campo: profundidad de la sección XY]	Especifica la profundidad del plano en el que se construye la sección XY.
Axes settings	Submenú de ajustes de los ejes: contiene las opciones X-Axis, Y-Axis y Z-Axis.
X-Axis	Abre el editor de ajustes del eje X del gráfico.
Y-Axis	Abre el editor de ajustes del eje Y del gráfico.
Z-Axis	Abre los ajustes del eje Z. Si durante la configuración se cambia el modo logarítmico, el programa vuelve a construir los datos que contienen valores distintos de cero y determina de nuevo el intervalo y la escala de visualización.
Type plotting	Submenú Type plotting: Fence diagram — visualización como diagrama Fence; Isoplanes — visualización de isoplanos; Isosurfaces — visualización de isosuperficies.



Isoplanes	Selecciona el modo Isoplanes. Si es necesario actualizar los datos, el programa vuelve a construir los isoplanos y actualiza el gráfico.
Isosurfaces	Selecciona el modo Isosurfaces. Si es necesario actualizar los datos, el programa vuelve a construir las isosuperficies y actualiza el gráfico.
Set isoplanes	Configura los isoplanos en el cuadro de diálogo Setup XY planes: modifica los valores de profundidad especificados y el estado de las casillas de verificación. Los cambios se aplican si es necesario actualizar los datos; después de la configuración, se vuelve a dibujar el gráfico.
Set isosurfaces	Configura las isosuperficies en el cuadro de diálogo Setup isosurfaces: modifica sus valores y el estado de las casillas de verificación, así como los parámetros de suavizado y detalle mediante los controles deslizantes. Los cambios se aplican si es necesario actualizar los datos; después de la configuración, se vuelve a dibujar el gráfico.
3D options	Abre el cuadro de diálogo de configuración de la visualización 3D del gráfico. Se utiliza para modificar los parámetros de visualización 3D.
Rotate plot	Inicia o detiene la rotación del gráfico. Al activarse, el botón Create video queda disponible si la página correspondiente está activa.
Create video	Crea un vídeo capturando el área del gráfico. Al iniciar la grabación, se activa la rotación; la grabación continúa hasta que se cierre la ventana de vídeo.
Copy slice to map	Copia el corte actual al mapa.
Remove slice	Elimina el corte desactivando el área correspondiente del modelo, si existe.

Aceleración de la construcción del diagrama de cercas. El color y la transparencia se calculan una sola vez para cada nodo de corte, en lugar de hacerlo para cada vértice de cada polígono; ya no se crean matrices temporales para cada polígono; al actualizar los bloques, se reutilizan los índices encontrados. La reconstrucción del diagrama al girarlo y cambiar la paleta es notablemente más rápida, especialmente cuando hay un gran número de perfiles.



Diálogo Model smooth/raster

La opción (**Options/Extra/Model smooth/raster**) permite hacer más grueso (dividir en bloques) o suavizar el modelo actual. El modelo en bloques puede utilizarse en la inversión de tipo **Blocks**. En este caso, se ajusta un parámetro para cada bloque. El proceso de hacer más grueso equivale a rasterizar un modelo suave, es decir, dividir el modelo en regiones con valores de parámetros constantes. El resultado de una inversión de enfoque es el más adecuado para la rasterización.

Al utilizar el modo **Blocks** (véase la figura), en función del parámetro de contraste (**Contrast factor**), se combinan celdas con parámetros similares en regiones de valor constante. La opción **Start layers** especifica la capa a partir de la cual se realiza esta operación.

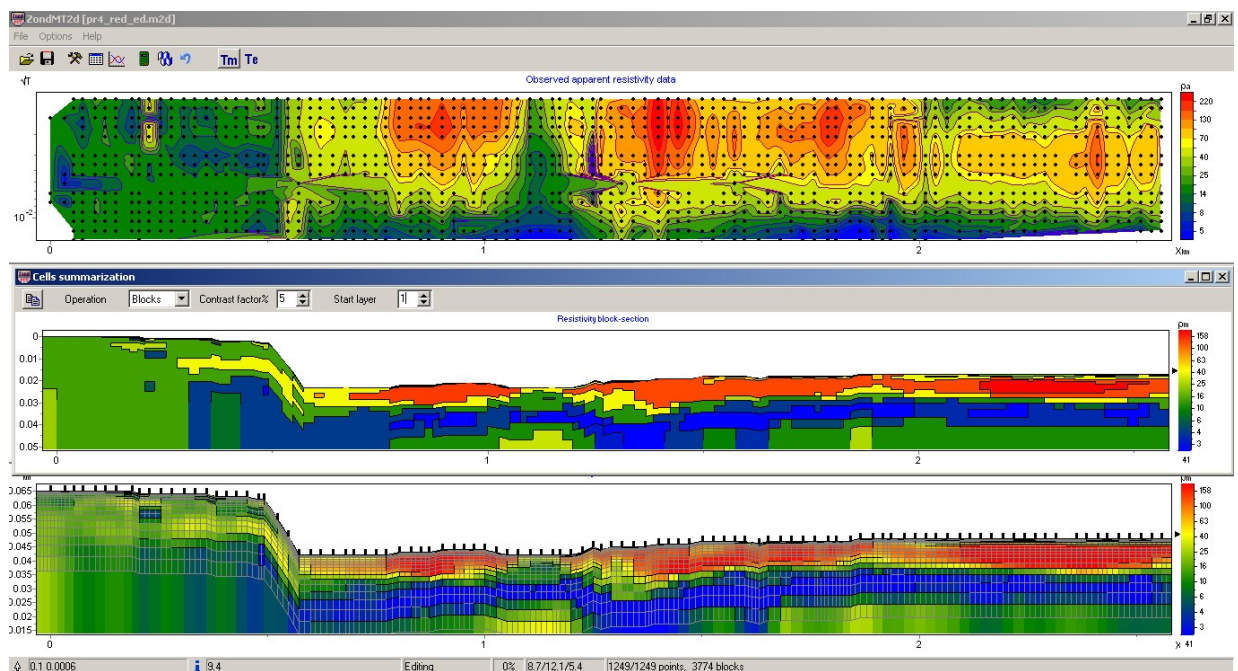
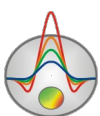


Fig. 63

Fig. 64 Datos de campo (arriba), modelo (sección inferior) y ejemplo de división del modelo geoelectrico en bloques en el modo Blocks

En el modo **Smooth** (véase la figura), en función del factor de suavizado (**Smooth factor**), se promedian los parámetros de las celdas del modelo, es decir, se suaviza el modelo. La opción **End layers** especifica la capa hasta la que se realiza esta operación.



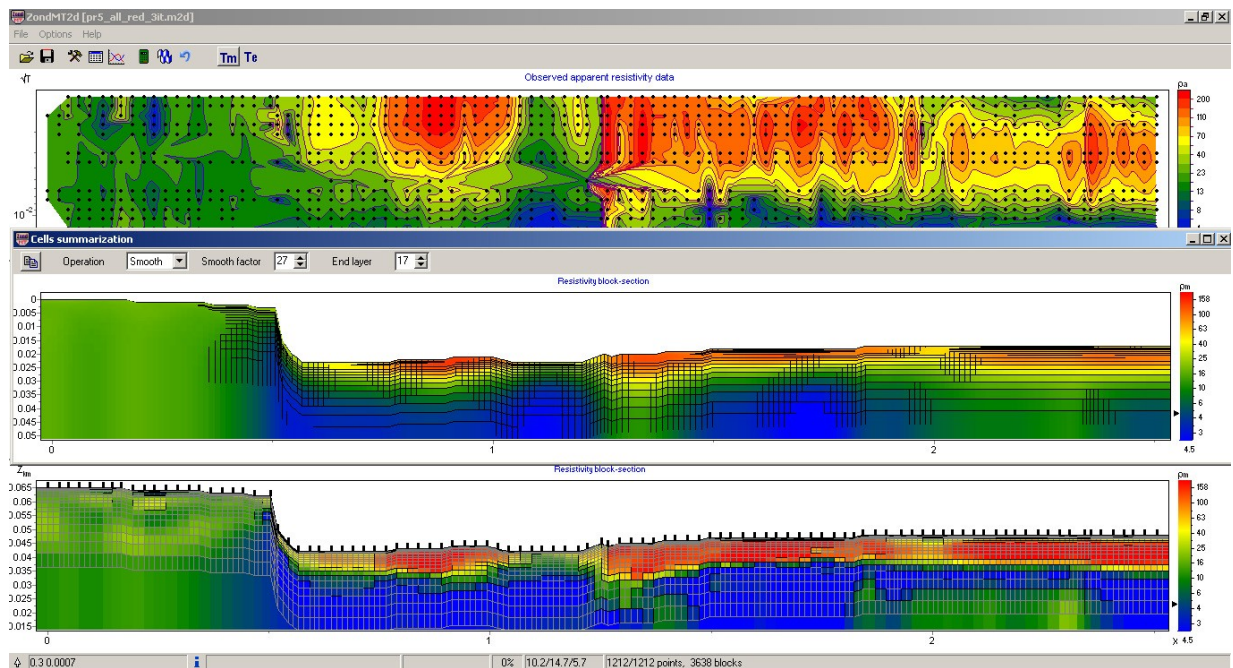


Fig. 65 Datos de campo (arriba), modelo de inversión (sección inferior) y ejemplo de

Fig. 66 Datos de campo (arriba), modelo (sección inferior) y ejemplo de suavizado del modelo en el modo Smooth

Al utilizar el modo *Blocks*, en función del parámetro de contraste (*Contrast factor %*), se combinan celdas con parámetros similares en regiones de valor constante. La opción *Start layers* especifica la capa a partir de la cual se realiza esta operación.

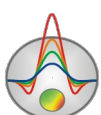
En el modo *Smooth*, en función del factor de suavizado (*Smooth factor*), se promedian los parámetros de las celdas del modelo. La opción *End layers* especifica la capa hasta la que se realiza esta operación.

El botón  copia el modelo obtenido en el editor de modelos.

Guardado de los resultados de la interpretación

El resultado de la interpretación del perfil de datos se guarda en un archivo del formato **ZondMT2D** (extensión *.m2d). Este archivo contiene los datos de campo, los valores de los pesos relativos de las mediciones, el modelo actual del medio y otros datos. Al volver a cargarlo, se utilizan los datos del archivo para crear el modelo del medio.

Para guardar el resultado de la interpretación, se puede hacer clic en el botón  de la barra de herramientas o elegir la opción correspondiente del menú (**File/Save file**). En el cuadro de diálogo que aparece también se puede seleccionar el formato de los datos para guardar los valores de

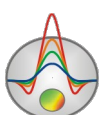


resistividad aparente observados (Observed) o calculados (Calculated) para el modelo actual, así como las imágenes (Model, WorkSheet) en formato *.BMP (para más información, véase la sección [Diálogo Bitmap output settings](#)). Opciones disponibles para guardar los datos:

Zond MT project data	Guardar los valores medidos, el modelo actual del medio y todos los ajustes en un archivo de proyecto.
Zond MT calculated data	Guardar los valores calculados en un archivo de datos de texto.
Zond MT observed data	Guardar los valores observados en un archivo de datos de texto.
Zond MT calculated data with model	Guardar los valores medidos, el modelo actual del medio y todos los ajustes en un archivo de proyecto. En este modo, los valores observados se sustituyen por los calculados. Esto resulta muy práctico para probar la inversión con distintos modelos.
Worksheet	Guardar las tres secciones gráficas de la ventana en formato BMP.
Model	Guardar la sección gráfica inferior de la ventana en formato BMP.
Program configuration	Guardar los parámetros del programa.
Grid file	Guardar el modelo actual como archivo de malla en formato DAT. Para facilitar su construcción posterior, también se guarda un archivo en formato bln que contiene puntos característicos de la topografía y el contorno de recorte.
Section file	Guardar el modelo actual en formato sec (archivo gráfico con georreferenciación de las esquinas).
Zond joint_inv supported format	Guardar los datos para la inversión conjunta en otros programas de Zond.

Configuración de objetos gráficos Diálogo Bitmap output settings

El diálogo **Options/Extra/ Bitmap output settings** permite configurar la escala vertical Vertical scale (en metros por centímetro), la escala horizontal Horizontal scale (en metros por centímetro), la resolución de impresión de la imagen exportada Print resolution (en DPI) y el tamaño de fuente Font size.



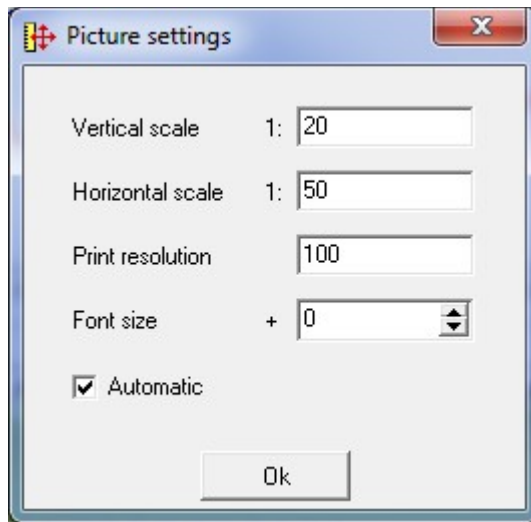
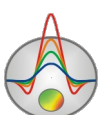


Fig. 67 Ventana del diálogo Bitmap output settings

Estos ajustes se aplican al modelo (Model) guardado en formato BMP  si la opción Automatic está desactivada. De lo contrario, la imagen se guarda tal como aparece en pantalla.

Diálogo de configuración de los parámetros de la sección de contornos y la pseudosección

El diálogo se abre desde el menú contextual (**Setup**) del área de la sección de contornos.



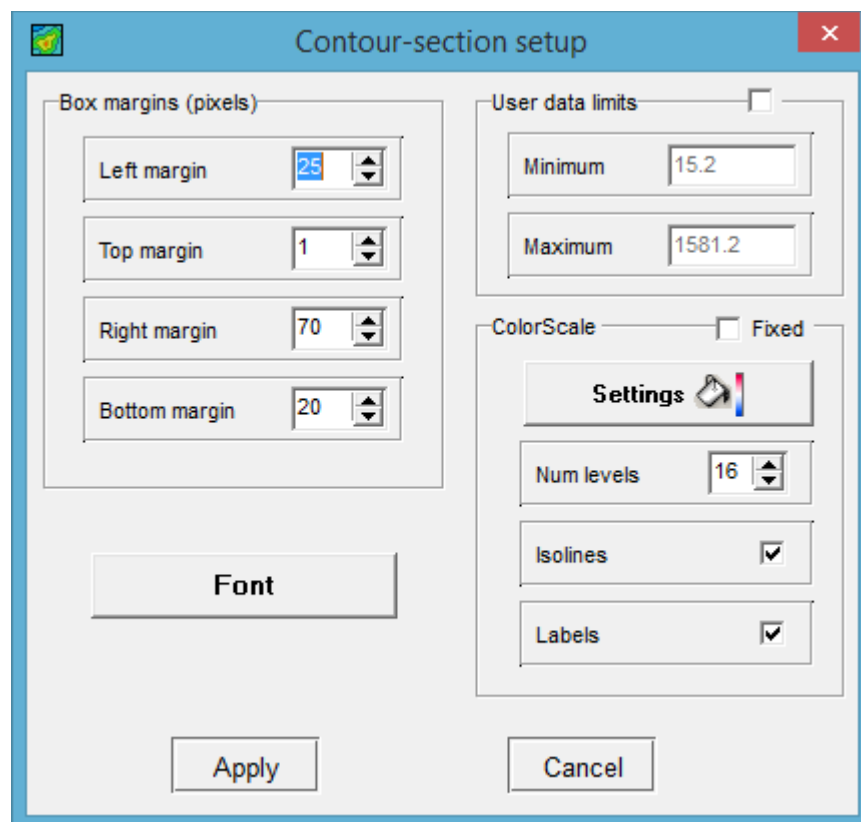


Fig. 68 Ventana del diálogo «Contour-section setup»

El diálogo permite configurar los parámetros de la sección de contornos y del mapa de isolíneas.

Área Box margins:

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

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

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

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

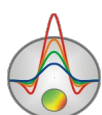
La opción **User data limits** indica al programa que utilice los valores mínimo y máximo de los datos o los valores de los campos Minimum y Maximum al definir los niveles de las isolíneas.

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

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

Área ColorScale:

Settings – establece la paleta de colores (véase la figura siguiente):



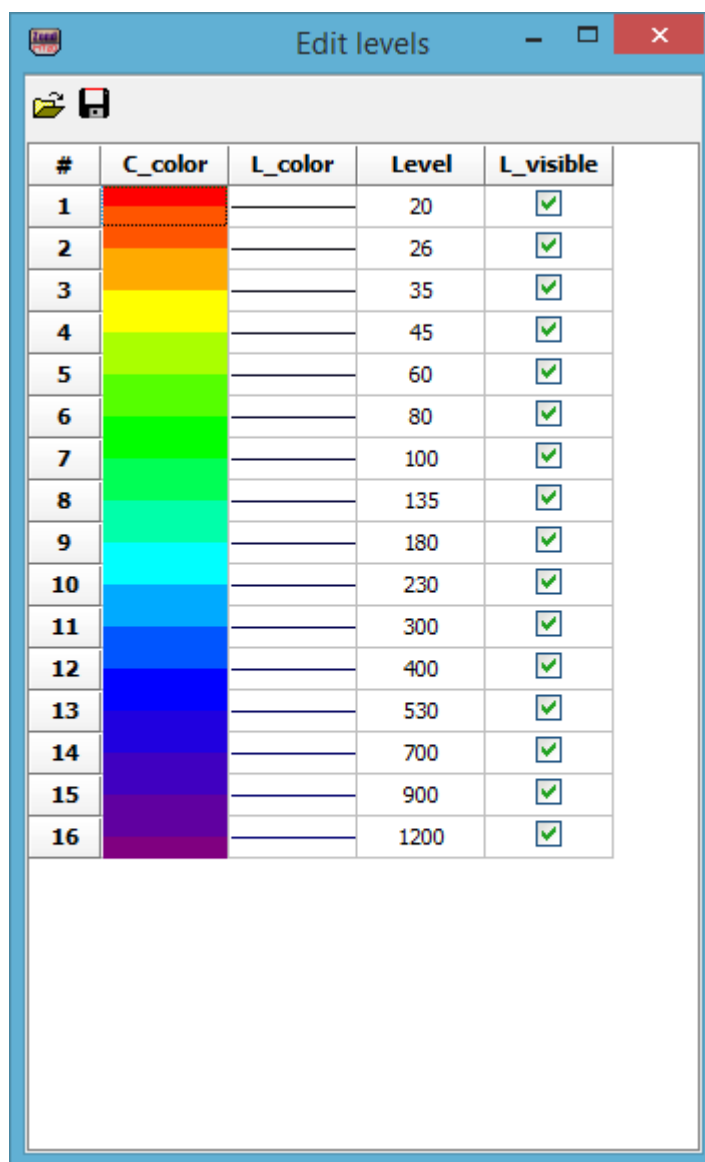


Fig. 69 Ventana de diálogo «Edit levels»

Al hacer clic con el botón derecho del ratón en los encabezados de la tabla, se abre un menú adicional:

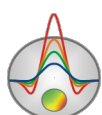
C_color – abre la ventana para editar el color de la escala de valores.

L_color – abre la ventana para editar el color de las marcas de la escala de color.

Level – abre la ventana para editar los límites de la escala de color.

El diálogo permite editar los colores, los parámetros de las isolíneas, los valores de los parámetros y la visualización de un color concreto. Se pueden cargar y guardar paletas de colores en formato *.clr de Surfer.

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



La opción **Isolines** indica al programa si se deben dibujar las isolíneas.

La opción **Labels** indica al programa si se deben dibujar las etiquetas de las isolíneas.

El botón **Font** abre el diálogo de configuración de la fuente de la leyenda.

Diálogo de configuración de la paleta

El diálogo sirve para configurar la paleta del objeto del programa y se abre con el botón Palette (Fig. 54). Permite seleccionar una de las paletas predefinidas (arcoíris normal e invertido, tonos de gris, etc.) o crear una escala personalizada. Para añadir un control deslizante a la escala, haga clic con el botón derecho del ratón mientras mantiene pulsada la tecla Ctrl. Para eliminar un control deslizante, pulse la tecla Delete. También se puede guardar una paleta personalizada con el botón , o cargar una paleta existente con el botón .

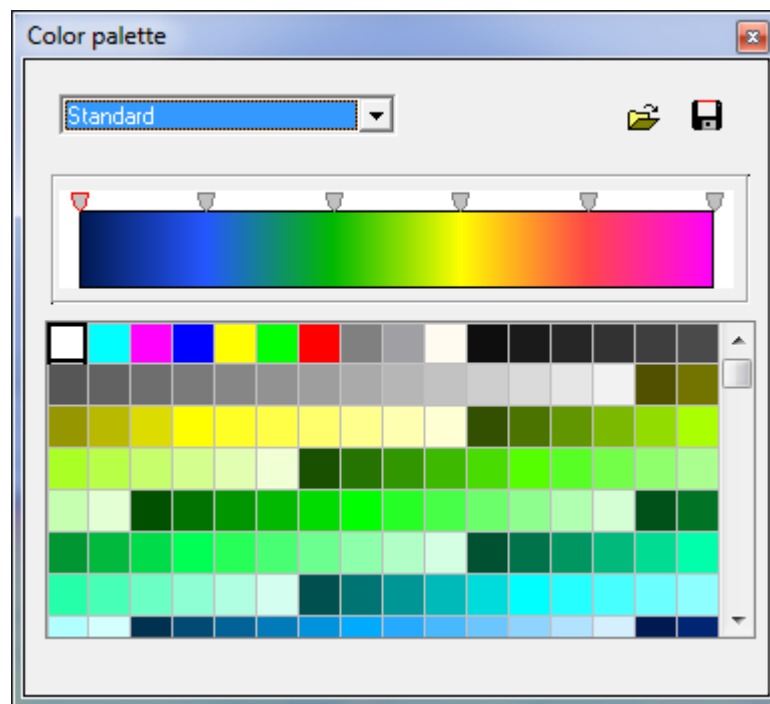
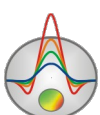


Fig. 70 Diálogo de configuración de los parámetros de la paleta.

La paleta se puede cambiar, editar, cargar desde un archivo y guardar en un archivo en formato *.clr de Surfer.

Editor de ejes



Muchos objetos del programa contienen ejes de coordenadas. Para configurar el aspecto y la escala de los ejes de coordenadas, se utiliza el editor de ejes. Se puede abrir haciendo clic con el botón derecho del ratón sobre el eje deseado mientras se mantiene pulsada la tecla SHIFT (véase la figura siguiente).

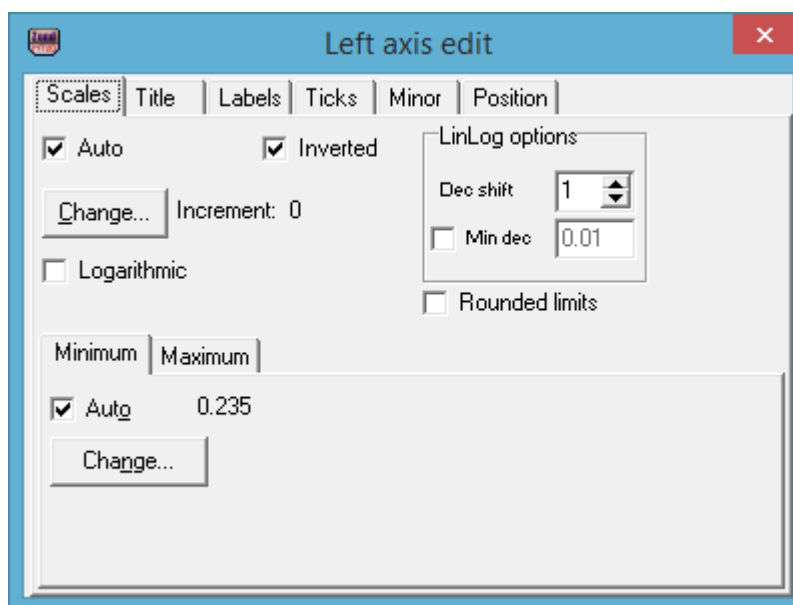


Fig. 71 Ejemplo del diálogo del editor del eje izquierdo

Se abre un menú emergente con tres elementos: *options*, *default* y *fix range*. El primero abre un diálogo; el segundo establece los valores predeterminados.

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

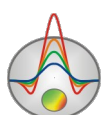
La opción **Auto** indica al programa cómo determinar los valores mínimo y máximo del eje. Si está activada, los límites del eje se determinan automáticamente; de lo contrario, se especifican en las áreas **Minimum** y **Maximum**.

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, también se deben utilizar las opciones del área **Lin Log options**.

El área Lin Log options contiene opciones para configurar una escala lineal-logarítmica. La escala lineal-logarítmica permite representar datos con valores de ambos signos o que incluyen el cero en escala logarítmica.



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

La opción **Min dec** define 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 un conjunto de opciones para configurar los límites de los ejes.

La opción **Auto** determina cómo se establece el límite del eje: 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 de configuración de la fuente del título del eje.

El botón **Outline** abre el diálogo de configuración del 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** define el desplazamiento de las etiquetas del eje. Si se establece en 0, el desplazamiento se determina automáticamente.

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

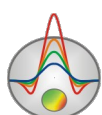
La opción **Min separation%** establece la separación mínima porcentual entre las etiquetas.

La pestaña **Text**:

El botón **Font** abre el diálogo de configuración de la fuente de las etiquetas del eje.

El botón **Outline** abre el diálogo de configuración del contorno de las letras de las etiquetas del eje.

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

El botón **Grid** abre el cuadro de diálogo para configurar las líneas de la cuadrícula 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. La opción **Length** establece su longitud.

La opción **Count** establece el número de marcas secundarias entre las principales.

La pestaña **Position** contiene opciones que definen el tamaño y la posición del eje.

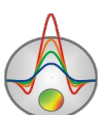
La opción **Position%** establece el desplazamiento del eje en el gráfico con respecto a su posición estándar (como porcentaje del tamaño del gráfico o en unidades de pantalla, según el valor seleccionado en la opción Units).

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

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

Editor de gráficos

El editor permite configurar el aspecto del gráfico. Se abre al hacer clic derecho en el gráfico mientras se mantiene presionada la tecla SHIFT.



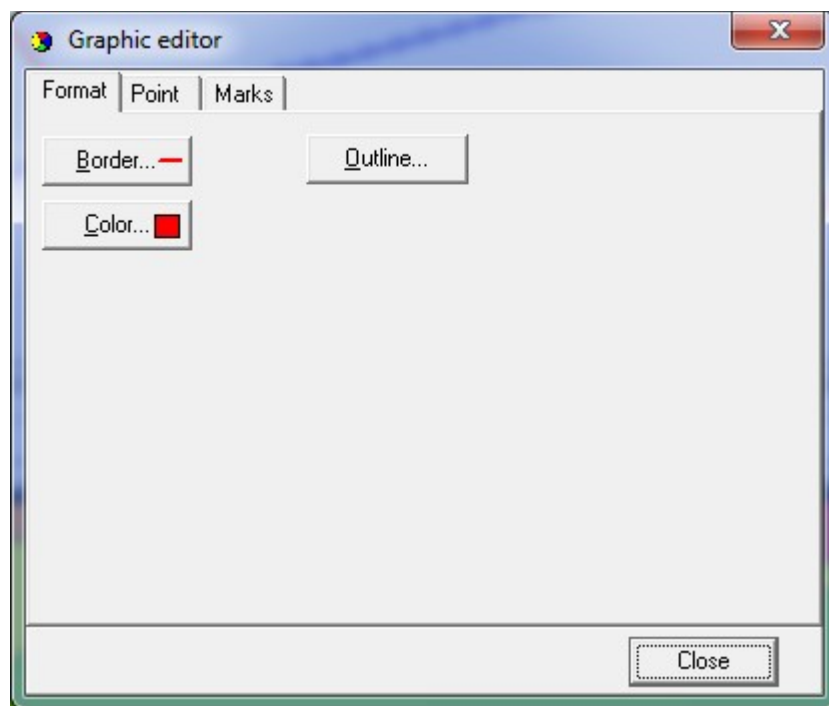


Fig. 72 Cuadro de diálogo del editor de configuración de gráficos

La pestaña **Format** contiene los ajustes 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 los ajustes de los marcadores del gráfico.

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

La opción **Error gates** permite mostrar u ocultar el intervalo de confianza.

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

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

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

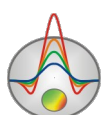
El botón **Pattern** abre el cuadro de diálogo para seleccionar los parámetros de relleno del marcador.

El botón **Border** abre el cuadro de diálogo para configurar los parámetros de la línea 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** define el ángulo de rotación del texto de las etiquetas de los marcadores.

La opción **Clipped** establece si se debe dibujar la etiqueta de un 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** especifica la longitud de la flecha.

La opción **Distance** especifica 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 el grado de transparencia del marco.

La pestaña **Text**:

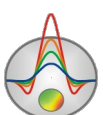
El botón **Font** abre el cuadro de diálogo para configurar la fuente de las etiquetas de los marcadores.

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

Cuadro de diálogo de configuración de los parámetros de visualización del modelo

El cuadro de diálogo de configuración de los parámetros de visualización del modelo se abre al seleccionar **Setup** con un clic derecho en la parte superior de la ventana del modelo.

La pestaña **Options** (véase la figura siguiente)



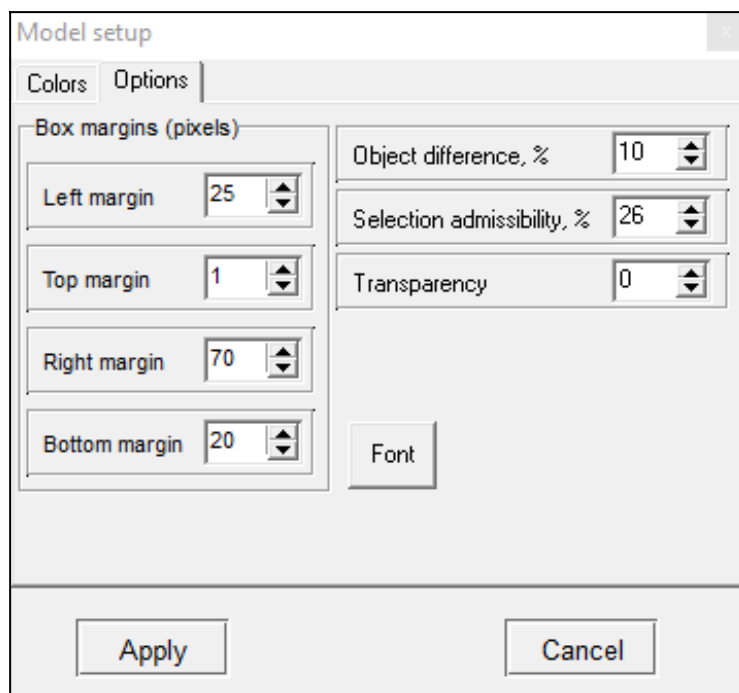


Fig. 73 Cuadro de diálogo «Model setup», pestaña Options

Área Box margins:

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

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

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

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

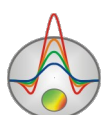
El área **Object difference, %** establece el valor máximo de la relación entre los parámetros de celdas adyacentes, por encima del cual se dibuja un límite entre ellas.

El área **Selection admissibility, %** establece el nivel admisible de diferencia entre los parámetros de celdas adyacentes para que se consideren un único objeto y se seleccionen conjuntamente (en el modo de selección MagicWand).

El área **Transparency** establece la transparencia.

El botón **Font** abre el cuadro de diálogo para configurar la fuente.

Pestaña **Colors**_(véase la figura siguiente)



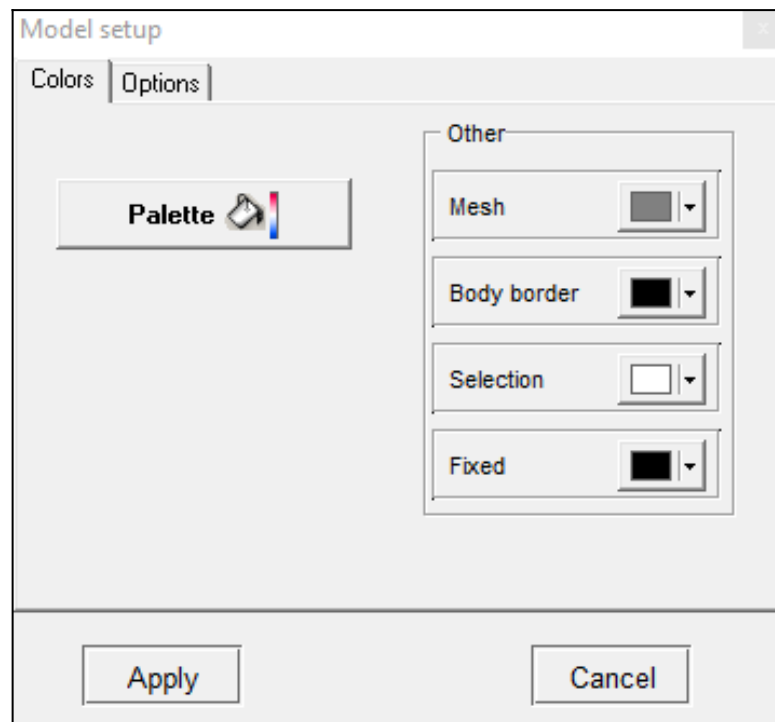


Fig. 74 **Diálogo «Model setup», pestaña Colors**

Botón **Palette** : establece la paleta de colores (véase la figura siguiente).

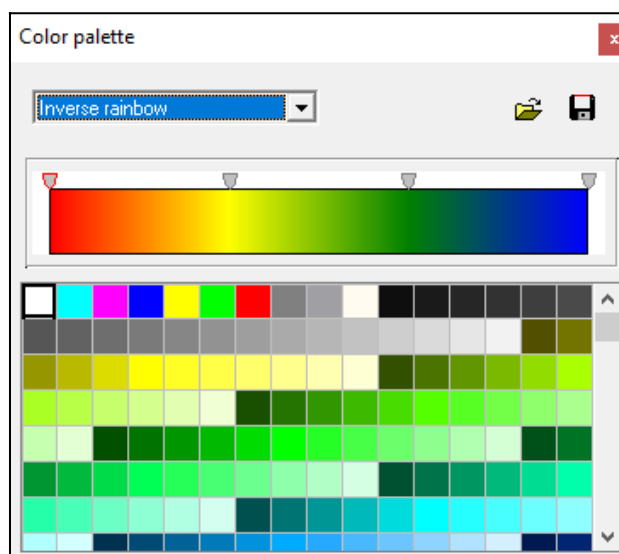
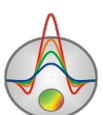


Fig. 75 **Diálogo «Model setup», botón Palette**

La paleta se puede cambiar, editar, cargar desde un archivo y guardar en un archivo en formato *.clr de Surfer.

Área **Other**:

Body border: permite establecer el color del límite entre celdas adyacentes.



Mesh: establece el color de la malla.

Selection: establece el color de la marca de la celda seleccionada.

Fixed: establece el color de la marca de la celda fijada.

Diálogo de configuración de los parámetros del conjunto de gráficos

El editor sirve para configurar la secuencia de colores del conjunto de gráficos. Se puede abrir mediante la opción de menú **Options / Graphics / Observed graphics** o **Calculated graphics** (véase la figura siguiente).

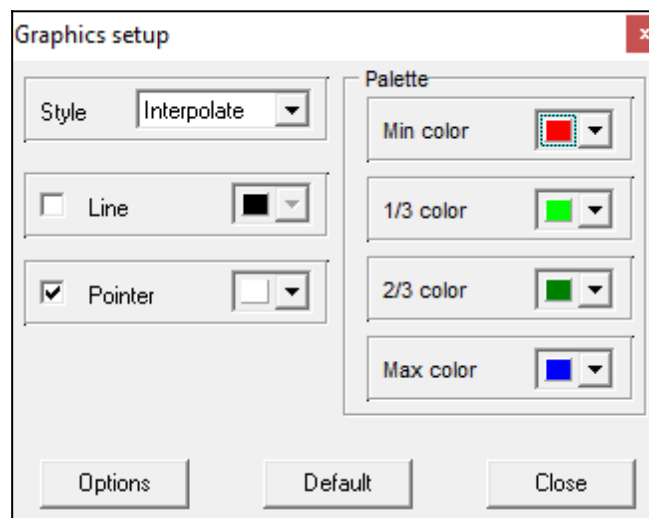


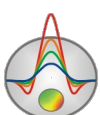
Fig. 76 Diálogo de configuración de los parámetros del conjunto de gráficos

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 con los colores definidos en las opciones: **min color**, **1/3 color**, **2/3 color** y **max color**. El valor **Const** establece el mismo color (opción **color**) para todos los gráficos. El valor **Random** asigna colores aleatorios a todos los gráficos.

La opción **Line** permite establecer un color específico para las líneas que conectan los gráficos. Si la opción está desactivada, se utiliza el color de la paleta; de lo contrario, se utiliza el color definido en **Line**.

La opción **Pointer** permite establecer un color específico 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 definido en **Pointer**.



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

El botón Default restablece la configuración de los gráficos a los valores predeterminados.

Material adicional:

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

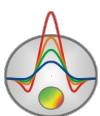
Password: 12345

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 se detecta 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 funcionaba o adquirir dos años adicionales de actualizaciones.

3) A veces, al cambiar el dongle al modo HID, el sistema puede no reconocerlo como dispositivo HID. En ese caso, es necesario volver a cambiarlo 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



Apéndice. Opciones del menú principal no descritas en las secciones principales

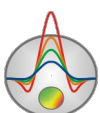
Las tablas muestran las opciones del menú principal cuya función no se explica en los capítulos anteriores. Se indica la ruta completa de cada opción.

Options

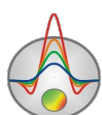
Opción de menú	Descripción
Options/AK Corrector	Abrir el módulo de procesamiento AK MT-Corrector (véase la sección «Módulo AK MT-Corrector»).
Options/Elements toolbox	Abrir el panel Elements toolbox para añadir elementos sencillos a los resultados de interpretación. Si ya hay marcas, el programa crea un comentario para ellas; el panel se puede vincular a una sección de modelo abierta, una pseudosección o un diagrama poligonal.
Options/Cutting	Submenú Cutting: contiene las opciones Cutting angle, No cutting, Cut by angle, User cutting, Semitransparent, Bound by stations y Extend bottom.
Options/Seismic data	Submenú Seismic data: Load SRT data, Show SRT data, Invert SRT data y Set weight of SRT.
Options/GraviMagnetic	Abrir el submenú para trabajar con datos gravimétricos y magnéticos: cargar o añadir datos, configurar el campo y la sustracción de la mediana, asignar pesos, incluir los datos en la inversión y abrir la ventana de visualización. La inversión conjunta de estos datos está disponible para cualquier número de capas y en el modo de inversión por gradiente cruzado.

Options/Inversion

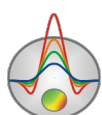
Opción de menú	Descripción
Options/Inversion/Whole model inv	Si la opción está activada, la inversión abarca todo el modelo, incluidas las celdas situadas fuera del área de modelización. Se debe utilizar este modo si la profundidad del área de modelización es insuficiente o se prevén objetos fuera de sus límites; el número de parámetros invertidos aumenta ligeramente. Si la opción está desactivada, se utilizan modelos unidimensionales en los bordes y el recálculo del



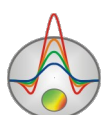
	problema directo después de la inversión puede producir resultados diferentes.
Options/Inversion/View iterations	Mostrar la ventana de visualización de iteraciones.
Options/Inversion/Optimization/Display process	Si la opción está activada, se muestra el progreso del proceso de optimización: el código prevé actualizar la representación gráfica de las iteraciones.
Options/Inversion/Optimization/LCurve	Si la opción está activada, durante la selección automática del parámetro de regularización, el valor se elige según la curva L (compromiso entre el error de ajuste y la suavidad); el intervalo de búsqueda se amplía 50 veces en ambas direcciones con respecto al valor actual.
Options/Inversion/Optimization/Layered term	Abrir el diálogo de configuración de Layered term.
Options/Inversion/Method/Gauss-Newton	Seleccionar el esquema de inversión Gauss-Newton. Es el método estándar de mínimos cuadrados, con convergencia rápida; se recomienda para la mayoría de los casos y admite todos los ajustes de inversión.
Options/Inversion/Method/iGauss-Newton	Seleccionar el esquema implícito iGauss-Newton. En lugar de calcular la matriz jacobiana completa, se calculan los productos J^*v y J^T*v , lo que ahorra memoria, pero ralentiza la convergencia; no están disponibles todas las funciones.
Options/Inversion/Resolution/x 1	Sin normalización de las columnas de la matriz jacobiana por sensibilidad (todas las celdas tienen la misma importancia). Suprime las fuertes heterogeneidades en los bordes del modelo.
Options/Inversion/Resolution/x 2	Normalización: la contribución de la celda se multiplica por $S^{(-1/4)}$, donde S es la sensibilidad integral de la celda. Aumenta la influencia de las celdas con baja sensibilidad.
Options/Inversion/Resolution/x 4	Normalización con el factor $S^{(-1/3)}$.
Options/Inversion/Resolution/x 8	Normalización con el factor $S^{(-1/2)}$.
Options/Inversion/Resolution/Full normed	Normalización completa con el factor $S^{(-1)}$: todas las celdas reciben la misma sensibilidad total.
Options/Inversion/Smoothness/Median	Establecer la mediana de los parámetros actuales del modelo como modelo de referencia m0.



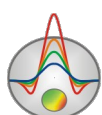
Options/Inversion/Smoothness/ Previous model	Seleccionar como modelo de referencia m0 el modelo de la iteración anterior. En combinación con la inversión de Occam, este modo proporciona un buen ajuste a los datos y una convergencia gradual; un coeficiente de suavizado alto aumenta la estabilidad, pero ralentiza la convergencia. En la inversión focalizada, puede que no se produzca el efecto de focalización.
Options/Inversion/Smoothness/ Type/L0	Estabilizador focalizante (los pesos son inversamente proporcionales a la magnitud del gradiente del modelo): objetos compactos y contrastados con límites abruptos.
Options/Inversion/Smoothness/ Type/L1	Estabilizador basado en la norma L1 del gradiente (los pesos son inversamente proporcionales a la raíz cuadrada de la magnitud del gradiente): modelos a trozos suaves con límites más abruptos que los obtenidos con L2.
Options/Inversion/Smoothness/ Type/L2	Estabilizador cuadrático convencional: distribución de resistividad más suave.
Options/Inversion/ Smoothness/Diagonal flatness filter	Si esta opción está activada, se añaden términos diagonales al operador de suavizado. Utilice esta opción si la sección contiene estructuras inclinadas.
Options/Inversion/Smoothness/ Stabilizer	Establecer el valor numérico del estabilizador en el cuadro de diálogo Stabilizer value. El intervalo de entrada permitido es de 0,01 a 1; el valor predeterminado del cuadro de diálogo depende de la configuración actual.
Options/Inversion/ Smoothness/Adaptive	Si esta opción está activada, la inversión utiliza el modo adaptativo, que influye en la selección del filtro de suavizado; en algunas ramas de procesamiento también se activa el filtrado diagonal. El comportamiento exacto depende del modo de inversión.
Options/Inversion/Smoothness/ IGI forced	Si esta opción está activada, se fuerza el uso del modo IGI. Este modo no es compatible con el módulo de 64 bits; si la opción está activada, se ejecuta la inversión de 32 bits.
Options/Inversion/Joint inversion	Abrir y configurar los parámetros de la inversión conjunta. El submenú contiene los parámetros Pushing factor, Off-layers num, Down Off-layers num, Background V off, MinMax range, From initial model, Draw isolines, Criteria, Seismic



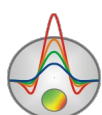
	data, Gravity data, Magnetic data, BG image, IGI settings y Clusterization; la disponibilidad de algunos elementos depende del modelo seleccionado y de los datos disponibles.
Options/Inversion/Joint inversion/Pushing factor	Establecer el coeficiente que determina el peso del tercer término —la minimización del gradiente cruzado— en la función objetivo de la inversión conjunta.
Options/Inversion/Joint inversion/Off-layers num	Establecer el número de capas superiores e inferiores que se excluyen del operador de gradiente cruzado: al aumentar el número de capas, se pueden omitir las partes correspondientes de la sección durante la inversión conjunta. El intervalo especificado para ambos valores es de 0 a 10.
Options/Inversion/Joint inversion/MinMax range	Establecer los valores mínimo y máximo del parámetro del segundo método que participa en el operador de gradiente cruzado. El intervalo permitido para los límites es de $-1e10$ a $1e10$.
Options/Inversion/Joint inversion/From initial model	Si esta opción está activada, se restablece el modelo de gradiente cruzado guardado durante la inversión conjunta, incluso si cambian las dimensiones del modelo.
Options/Inversion/Joint inversion/Draw isolines	Si esta opción está activada, se muestran las isolíneas de los datos de inversión conjunta; al cambiarla, se actualiza la imagen del modelo. El elemento está disponible para el modelo de tipo 0 si está activada al menos una de las fuentes de datos: sísmicos, magnéticos o gravimétricos.
Options/Inversion/Joint inversion/Criteria/Common correlation	Seleccionar Common correlation como criterio de inversión conjunta. Otros criterios disponibles en esta sección son Crossgradient, Global-local correlation, Variation information, Gramian y SHARED SMOOTHNESS.
Options/Inversion/Joint inversion/Criteria/Variation information	Seleccionar Variation information como criterio de inversión conjunta.
Options/Inversion/Joint inversion/Criteria/Gramian	Seleccionar Gramian como criterio de inversión conjunta.
Options/Inversion/Joint inversion/Criteria/Global-local correlation	Seleccionar la correlación global-local como criterio de inversión conjunta.
Options/Inversion/Joint inversion/Criteria/Structure similarity	Seleccionar la similitud de estructuras como criterio de inversión conjunta.



Options/Inversion/Joint inversion/Seismic data	Si esta opción está activada, se utilizan datos sísmicos en la inversión conjunta. Al activarla, se deshabilitan los modos de datos gravimétricos y magnéticos, imagen de fondo y clusterization; la opción no se activa si los datos sísmicos no están disponibles.
Options/Inversion/Joint inversion/Gravity data	Si esta opción está activada, se utilizan datos gravimétricos en la inversión conjunta. Al activarla, se deshabilitan los modos de datos magnéticos y sísmicos, imagen de fondo y clusterization; la opción solo se activa si hay datos gravimétricos disponibles.
Options/Inversion/Joint inversion/Magnetic data	Si esta opción está activada, se utilizan datos magnéticos en la inversión conjunta. Al activarla, se deshabilitan los modos de datos gravimétricos y sísmicos, imagen de fondo y clusterization; la opción solo se activa si hay datos magnéticos disponibles.
Options/Inversion/Joint inversion/Clusterization	Si esta opción está activada, la inversión conjunta se realiza en modo de clusterization (los valores de los parámetros se aproximan a varios centros de clústeres). Al activarla, se deshabilitan los modos de imagen de fondo y de inversión conjunta con datos sísmicos, gravimétricos y magnéticos. Esta es la única variante de inversión conjunta compatible con el módulo de 64 bits.
Options/Inversion/Data errors/No errors	Establecer todos los pesos en 1 en lugar de utilizar los pesos originales. Utilice este modo cuando sea necesario aplicar la configuración de pesos sin tener en cuenta los valores originales.
Options/Inversion/Data errors/Relative errors	Utilizar los pesos medidos normalizados de los archivos de datos, en el intervalo de 0 a 1. La configuración de pesos se aplica a los pesos originales.
Options/Inversion/Data errors/Original errors	Utilizar los pesos medidos originales de los archivos de datos.
Options/Inversion/Underwater/aero	Submenú de configuración Underwater/aero. Contiene los elementos Resistivity, Sublayers number, Water level y airborne settings.
Options/Inversion/Underwater/aero/Sublayers number	Establecer el número de subcapas en que se dividirá la capa



	de agua. El cuadro de diálogo solicita un valor entero de 0 a 30; al confirmar, se actualizan la visualización y la geometría.
Options/Inversion/Underwater/aero/Water level	Establecer el nivel del agua mediante un valor introducido en el cuadro de diálogo. El programa comprueba que el valor sea válido y su posición respecto a los puntos de topografía; si la entrada no es válida, muestra el mensaje Wrong water elevation. Una vez aceptado el valor, se actualizan la geometría y la visualización.
Options/Inversion/Underwater/aero/airborne settings	Abrir el cuadro de diálogo airborne settings para ver y modificar los parámetros de aerotransporte por estación. La tabla muestra el número de estación, la coordenada X, la altura HHei y el parámetro Epos; los valores de altura y Epos introducidos correctamente se guardan, y la casilla de verificación establece el estado del modo aerotransportado.
Options/Inversion/PseudoControlled source	Abrir el cuadro de diálogo de configuración de la fuente: establecer las coordenadas de dos puntos de la fuente y activar o desactivar la opción de fuente con pseudocontrol. El cuadro de diálogo también muestra la ubicación de las estaciones.
Options/Inversion/Choose shifts	Abrir la tabla de estaciones para seleccionar en cuáles se permite modificar los desplazamientos: al marcar la casilla de verificación, se elimina el estado de estación fija. La ventana también muestra las coordenadas de las estaciones y los gráficos del cociente logarítmico medio entre los valores observados y calculados, y de los desplazamientos actuales.
Options/Inversion/Long line inversion	Iniciar la división del perfil en partes, con inversión independiente y posterior combinación de los resultados. En la solicitud se especifica el tamaño de la ventana como una fracción de la longitud del perfil; el valor inicial es 0,2 del ancho del perfil.
Options/Inversion/Stable 1	Iniciar una estrategia de inversión por etapas para datos ruidosos. Comienza con celdas agrupadas en bloques de 8×8 , después reduce el tamaño de los grupos en cada megaiteración y utiliza el resultado de la megaiteración anterior como modelo inicial.

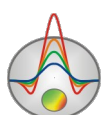


Options/Data

Opción de menú	Descripción
Options/Data/Apparent resistivity	Cambiar el tipo de datos mostrado a resistividad aparente. Al cambiarlo, se conserva el eje actual, se vuelven a representar los datos y se actualizan las marcas de selección del tipo de datos.
Options/Data/Phase, deg	Mostrar la fase de impedance, en grados, en la pseudosección y en los gráficos.
Options/Data/Z impedance	Cambiar la visualización de los datos a Z impedance. Al cambiarla, se conservan los ajustes actuales de los ejes, se establecen los nuevos ejes y se vuelven a representar los datos.
Options/Data/Tipper.r	Cambiar la visualización de los datos al componente Tipper.r. Al cambiarla, se conservan los ajustes actuales de los ejes, se establecen los nuevos ejes y se vuelven a representar los datos.
Options/Data/Tipper.i	Cambiar la visualización de los datos al componente Tipper.i. Al cambiarla, se conservan los ajustes actuales de los ejes, se establecen los nuevos ejes y se vuelven a representar los datos.
Options/Data/Effective/Berdichevsky	Activar o desactivar el modo Effective/Berdichevsky y volver a representar los datos y la curva de sondeo. Use esta opción para activar o desactivar este modo de visualización.

Options/Model

Opción de menú	Descripción
Options/Model/Sensitivity	Calcular la sensibilidad de los modelos actuales: esta opción calcula cómo influyen las distintas partes del modelo en el conjunto de datos. Antes del cálculo, se establecen temporalmente los parámetros de inversión y, después, se restauran los valores originales.
Options/Model/DOI index	Calcular y mostrar el índice de profundidad de investigación



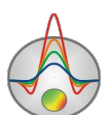
	(DOI). El algoritmo utiliza los resultados de dos inversiones realizadas con modelos iniciales diferentes; el cálculo tarda aproximadamente lo mismo que dos inversiones.
Options/Model/Sensitivity analysis	Calcular y mostrar el análisis de sensibilidad del modelo. Se abre una vista con el modelo original y el mapa de sensibilidad integrada.
Options/Model/Resolution analysis	Calcular y mostrar el análisis de resolución del modelo. Se abre una vista con el modelo original y el mapa de resolución integrada.
Options/Model/Set 1D model	Abrir el formulario para definir un modelo 1D basado en la malla actual del modelo.
Options/Model/X=Z scale (1:1)	Si la opción está activada, establecer la misma escala en los ejes horizontal y vertical para la sección del modelo y la pseudosección; si está desactivada, eliminar esta restricción.
Options/Model/Draw 1D DOI	Calcular y mostrar los valores DOI 1D para todos los datos correspondientes del modelo.

Options/Topography

Opción de menú	Descripción
Options/Topography/Splined intermediate	Si la opción está activada, utilizar interpolación spline de las elevaciones para los nodos intermedios de la malla; si está desactivada, utilizar interpolación lineal. Al cambiar la opción, se corrige la topografía y se vuelve a representar el modelo.

Options/Cutting

Opción de menú	Descripción
Options/Cutting/Cutting angle	Definir por separado, en grados, el ángulo de recorte del modelo en los lados izquierdo y derecho. El cuadro de diálogo permite introducir valores de 0 a 85°; después de introducirlos, se vuelven a representar el modelo y la pseudosección.
Options/Cutting/No cutting	Desactivar la selección del recorte por ángulo o por contorno



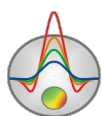
	personalizado y volver a representar el modelo y la pseudosección.
Options/Cutting/Cut by angle	Activar la visualización del contorno de recorte calculado según el ángulo especificado y volver a representar el modelo y la pseudosección.
Options/Cutting/User cutting	Abrir el formulario para definir un contorno de recorte personalizado y mostrar en él los puntos del contorno guardados. Si no se ha definido ningún contorno, cambiar al modo No cutting.
Options/Cutting/Semitransparent	Si la opción está activada, las secciones se muestran con transparencia. El cambio se aplica al modelo y a la pseudosección.
Options/Cutting/Extend bottom	Si la opción está activada, la última capa de celdas se extiende hasta la profundidad máxima. Use esta opción si los datos incluyen topografía y el coeficiente topográfico es 0.

Options/Operations

Opción de menú	Descripción
Options/Operations/Remove invisible data	Eliminar los datos de las series de observación inactivas. El comando solo se ejecuta cuando el tipo de visualización de datos seleccionado es 1; después del cambio, se vuelven a representar los datos y la curva de sondeo.
Options/Operations/Apply static shifts	Aplicar desplazamientos estáticos a los datos no nulos de resistividad aparente de los dos modos. Después del procesamiento, actualizar la visualización de los datos y la curva de sondeo.
Options/Operations/Concat sections	Combinar los modelos de los archivos seleccionados en una malla común. Seleccione uno o varios archivos en el cuadro de diálogo que se abre.

Options/Borehole

Opción de menú	Descripción
Options/Borehole/Set column width	Definir el ancho de las columnas litológicas que se muestran



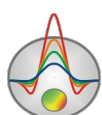
	en la sección como porcentaje del tamaño de la imagen. El ancho introducido se aplica a todas las columnas; el cuadro de diálogo indica un intervalo de 0,1–10%.
--	--

Options/Extra

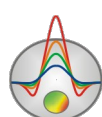
Opción de menú	Descripción
Options/Extra/Model histogram	Crear histogramas de la distribución de los valores del modelo y de los datos. El eje del histograma utiliza una escala logarítmica; en la ventana que se abre se pueden cambiar los límites de la escala de colores del modelo.
Options/Extra/Open in modeling mode (on load)	Si la opción está activada, cargar el sondeo en modo de modelización, sin datos observados.
Options/Extra/Extended nodes (on load)	Si la opción está activada, añadir al cargar nodos extendidos a la izquierda y a la derecha de la sección, si aún no se han definido.
Options/Extra/Units/sqrt(T)	Seleccionar la visualización de las unidades sqrt(T). Al seleccionar esta opción, se actualizan los ajustes de unidades; Frequency y T permiten seleccionar otras opciones.
Options/Extra/[EDI] one file on station	Si la opción está activada, considerar que cada archivo EDI contiene datos de una estación. Al leer el archivo, el programa puede ofrecer utilizar solo el primer registro.

Options/Import

Opción de menú	Descripción
Options/Import/Export/Model parts	Submenú Model parts: Save selection, Load selection, Extract 1d log y Load 1d log.
Options/Import/Export/Background image/Load background	Cargar una imagen de fondo en formato BMP, PNG, SGY o SEC. Para la imagen, se especifican las coordenadas de las esquinas y el parámetro de inserción de la topografía; el archivo SEC contiene el nombre de la imagen y las coordenadas de sus esquinas.
Options/Import/Export/Background image/Change sizes	Cambiar el tamaño y la posición de la imagen de fondo durante el trabajo. En el cuadro de diálogo se especifican las



	coordenadas de los bordes izquierdo, superior, derecho e inferior; el comando está disponible si la imagen se ha definido mediante dos puntos de esquina.
Options/Import/Export/Save synthetic with noise	Si la opción está activada, al guardar un proyecto con datos calculados se abre una ventana para definir el ruido de los datos sintéticos.
Options/Import/Export/Save effective data	Si la opción está activada, guardar datos de impedance efectivos en lugar de los datos de los modos TM/TE. Los datos efectivos se escriben si hay valores disponibles para ambos modos.
Options/Import/Export/Export to ZondMT1d	Exportar los datos al formato ZondMT1d.
Options/Import/Export/Import from ZondMT1D	Cargar un modelo desde un archivo de tabla ZondMT1D. El comando está disponible si se han cargado datos observados o datos del modelo.
Options/Import/Export/Line2edi	Exportar cada estación disponible a un archivo EDI independiente. Después de seleccionar el nombre del archivo, el programa crea archivos con números secuenciales en el nombre; si no hay estaciones, no se realiza la exportación.
Options/Import/Export/Export model to SEG-Y	Abrir la ventana para exportar el modelo actual al formato SEG-Y.
Options/Import/Export/Export model to geosoft	Exportar el modelo actual a un archivo DAT en formato GEOSOF, especificando el nombre del archivo en el cuadro de diálogo de guardado.
Options/Import/Export/Export model to Excel	Guardar los datos actuales del modelo en una tabla de Excel con extensión XLS. El contenido del informe depende del estado actual de visualización.
Options/Import/Export/Direct drawing into Surfer	Transferir el modelo actual para visualizarlo directamente en Surfer. Si el modelo aún no se muestra en modo de corte de contornos, el programa cambia temporalmente a ese modo; se requiere tener instalada la biblioteca de intercambio de Surfer.

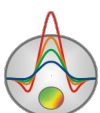


Options/Graphics

Opción de menú	Descripción
Options/Graphics/Colorscale from PS	Copiar la escala de colores y el rango de valores de la pseudosección a la sección del modelo y a la pseudosección del modelo; después, actualizar la visualización. Usar esta opción cuando sea necesario ajustar los colores del modelo a los de la pseudosección.
Options/Graphics/Smooth contours	Si la opción está activada, los contornos se trazan a partir de un modelo suavizado previamente. Usarla si el modelo presenta heterogeneidades marcadas cerca de la superficie.
Options/Graphics/Blocky contours	Si la opción está activada, se generan contornos por bloques; al cambiar esta opción, el programa actualiza la visualización cuando está activo el tipo de modelo correspondiente.
Options/Graphics/Set user isolines	Abrir la ventana de configuración de isolíneas personalizadas y seleccionar los niveles que se mostrarán en la pseudosección del modelo. Tras confirmar, las isolíneas seleccionadas se muestran y la escala de colores queda fijada.
Options/Graphics/Remove blank points	Si la opción está activada, al guardar un archivo XYZ no se guardan los puntos de la parte recortada de la sección del modelo.

Options/Seismic data

Opción de menú	Descripción
Options/Seismic data/Load SRT data	Cargar datos de sísmica de refracción desde un archivo de texto simple o un archivo VS. Para el archivo de texto, el encabezado debe contener tres columnas: sx — posición de la fuente en metros, rx — posición del geófono en metros, fb — tiempo de la primera llegada en milisegundos; las distancias deben expresarse en el mismo sistema de coordenadas que la línea MT. Tras cargar los datos correctamente, el programa los muestra.
Options/Seismic data/Show SRT data	Mostrar la ventana con los datos de sísmica de refracción cargados. Si no hay datos de este tipo, la ventana no se abre.
Options/Seismic data/Invert	Si la opción está activada, los datos SRT se incluyen en la



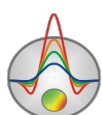
SRT data	inversión conjunta.
Options/Seismic data/Set weight of SRT	Establecer el peso numérico de los datos SRT para la inversión conjunta.

Options/TDEM data

Opción de menú	Descripción
Options/TDEM data/Show TDEM data	Mostrar la ventana con los datos de sondeos electromagnéticos en el dominio del tiempo o de la frecuencia. La escala y los límites de los ejes de visualización se ajustan a la sección actual del modelo.
Options/TDEM data/Invert TDEM data	Si la opción está activada, los datos TDEM se incluyen en la inversión conjunta.
Options/TDEM data/TDEM cone	Abrir la ventana de configuración de los parámetros TDEM cone y establecer dos valores numéricos. Cada valor puede estar entre 0 y 10000; si se selecciona la variante de unidades con índice 0, los valores se introducen y muestran en porcentajes; con las demás variantes se utilizan sin esta conversión.
Options/TDEM data/Set weight of TDEM	Establecer el peso numérico de los datos TDEM para la inversión conjunta.

Options/VES data

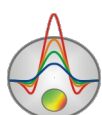
Opción de menú	Descripción
Options/VES data/Remove VES data	Eliminar los datos VES del proyecto y borrar la lista de estaciones VES.
Options/VES data/Invert VES data	Si la opción está activada, los datos VES se incluyen en la inversión conjunta si hay estaciones VES. Al volver a seleccionar esta opción, se cambia su estado.
Options/VES data/Set weight of VES	Establecer el peso numérico de los datos VES para la inversión conjunta.
Options/VES data/VES cone	Abrir el cuadro de diálogo para configurar dos parámetros numéricos de VES cone. Para la variante seleccionada de la lista con índice 0, los valores se muestran y guardan



	multiplicados por 100; para las demás variantes no se realiza ninguna conversión.
Options/VES data/Show VES plot	Mostrar la ventana con el gráfico de los datos VES si el proyecto contiene estaciones VES. La escala, los límites de los ejes y el área del gráfico se ajustan al gráfico principal del modelo.

Options/GraviMagnetic

Opción de menú	Descripción
Options/GraviMagnetic/Load new data	Cargar datos gravimétricos o magnéticos, o ambos, desde un archivo de texto con columnas en orden arbitrario. Los encabezados de columna se seleccionan en una ventana aparte; las coordenadas de las observaciones deben estar en el mismo sistema que las coordenadas MT. Tras la carga, se calculan los datos directos y se abre la ventana de datos gravimétricos y magnéticos.
Options/GraviMagnetic/Add new data	Añadir datos gravimétricos o magnéticos, o ambos, a los ya existentes. Tras añadirlos, se calculan los datos directos y se abre la ventana de datos gravimétricos y magnéticos.
Options/GraviMagnetic/Field settings	Abrir la configuración del campo incidente y de los parámetros de adquisición de datos gravimétricos y magnéticos. Si se dispone de los datos necesarios, algunos parámetros pueden calcularse a partir de las coordenadas o los valores de adquisición; si la ventana del gráfico poligonal está abierta, tras la configuración se calculan los datos directos y luego se muestra la ventana de datos gravimétricos y magnéticos.
Options/GraviMagnetic/Subtract median grav	Restar la mediana de los valores de los datos gravimétricos.
Options/GraviMagnetic/Subtract median mag	Restar la mediana de los valores de los datos magnéticos.
Options/GraviMagnetic/Set weight of gravity	Establecer el peso numérico de los datos gravimétricos para la inversión conjunta.
Options/GraviMagnetic/Set weight of magnetic	Establecer el peso numérico de los datos magnéticos para la inversión conjunta.



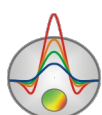
Options/GraviMagnetic/Invert gravity	Si la opción está activada, los datos gravimétricos se incluyen en la inversión conjunta si hay datos de este tipo. Al volver a seleccionar esta opción, se cambia su estado.
Options/GraviMagnetic/Invert magnetic	Si la opción está activada, los datos magnéticos se incluyen en la inversión conjunta si hay datos de este tipo. Al volver a seleccionar esta opción, se cambia su estado.
Options/GraviMagnetic/Display GM window	Mostrar la ventana con los datos gravimétricos y magnéticos si se han cargado datos. La ventana muestra las secciones gravimétricas y magnéticas disponibles.

Options/Advanced

Opción de menú	Descripción
Options/Advanced/Correlation CC	Abrir el submenú para seleccionar el modo de correlación: Auto, Positive o Negative.
Options/Advanced/Correlation CC/Positive	Seleccionar el tipo de correlación positivo CC.
Options/Advanced/Correlation CC/Negative	Seleccionar el tipo de correlación negativo CC.

Buffer

Opción de menú	Descripción
Buffer/Model 2	Guardar el modelo actual en el búfer Model 2 o cargar un modelo desde este búfer. Si el búfer ya contiene datos, el programa abre un cuadro de diálogo: al seleccionar OK, se guarda el modelo en el búfer; al seleccionar Cancel, se carga el modelo desde el búfer; si el búfer está vacío, se guarda el modelo.
Buffer/Model 3	Guardar el modelo actual en el búfer Model 3 o cargar un modelo desde este búfer. Si el búfer ya contiene datos, el programa abre un cuadro de diálogo: al seleccionar OK, se guarda el modelo en el búfer; al seleccionar Cancel, se carga el modelo desde el búfer; si el búfer está vacío, se guarda el modelo.
Buffer/Model 4	Guardar el modelo actual en el búfer Model 4 o cargar un modelo desde este búfer. Si el búfer ya contiene datos, el



	programa abre un cuadro de diálogo: al seleccionar OK, se guarda el modelo en el búfer; al seleccionar Cancel, se carga el modelo desde el búfer; si el búfer está vacío, se guarda el modelo.
--	--

Polygonal modeling

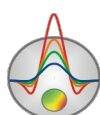
Opción de menú	Descripción
Polygonal modeling/Display ColorScale	Si la opción está activada, se muestra la escala de colores junto a la sección. Usar esta casilla para activar o desactivar la visualización de la escala.
Polygonal modeling/Colors from ColorScale	Si la opción está activada, los colores de los polígonos se asignan según sus valores y la escala de colores. Al cambiar esta opción, el programa actualiza los colores de los polígonos y los vuelve a dibujar.

Layered

Opción de menú	Descripción
Layered/Layers2pols	Generar polígonos a partir del modelo estratificado. Antes de crearlos, el programa establece el área según los límites actuales de los ejes y los datos topográficos; a continuación, utiliza los límites de las capas y sus valores medios para rellenar los parámetros de los polígonos.

Help

Opción de menú	Descripción
Help	Abrir el submenú Help con las siguientes opciones: About, Manual, Server, Check for updates, ERROR!!! Set default values, Map type, Show news y Send message to us. Al abrirlo, se actualiza la marca de la opción Show news.
Help/About	Mostrar la ventana About; la pantalla de presentación se muestra durante 20 segundos.
Help/Manual	Abrir el manual ZondMT2d_eng.pdf. Si no se encuentra el archivo en la ubicación actual, el programa lo busca junto a la



	aplicación; si la búsqueda no da resultado, se muestra un mensaje de error.
Help/Check for updates	Comprobar si hay actualizaciones en el sitio web www.zondgeo.com y mostrar los datos del archivo comprimido más reciente.
Help/ERROR!!! Set default values	Restablecer la configuración predeterminada y reiniciar el programa para iniciarlo como si se utilizara por primera vez.
Help/Map type	Abrir el submenú de selección del tipo de mapa: Sat1, Sat2, Sat3, Streets y Topo.

Help/Map type

Opción de menú	Descripción
Help/Map type/Sat1	Seleccionar el tipo de mapa Sat1.
Help/Map type/Sat2	Seleccionar el tipo de mapa Sat2.
Help/Map type/Sat3	Seleccionar el tipo de mapa Sat3.
Help/Map type/Streets	Seleccionar el tipo de mapa Streets: al seleccionarlo, se establece el tipo de mapa con el valor 3 y esta opción del menú queda marcada. Se utiliza para cambiar el tipo de mapa seleccionado a Streets.

