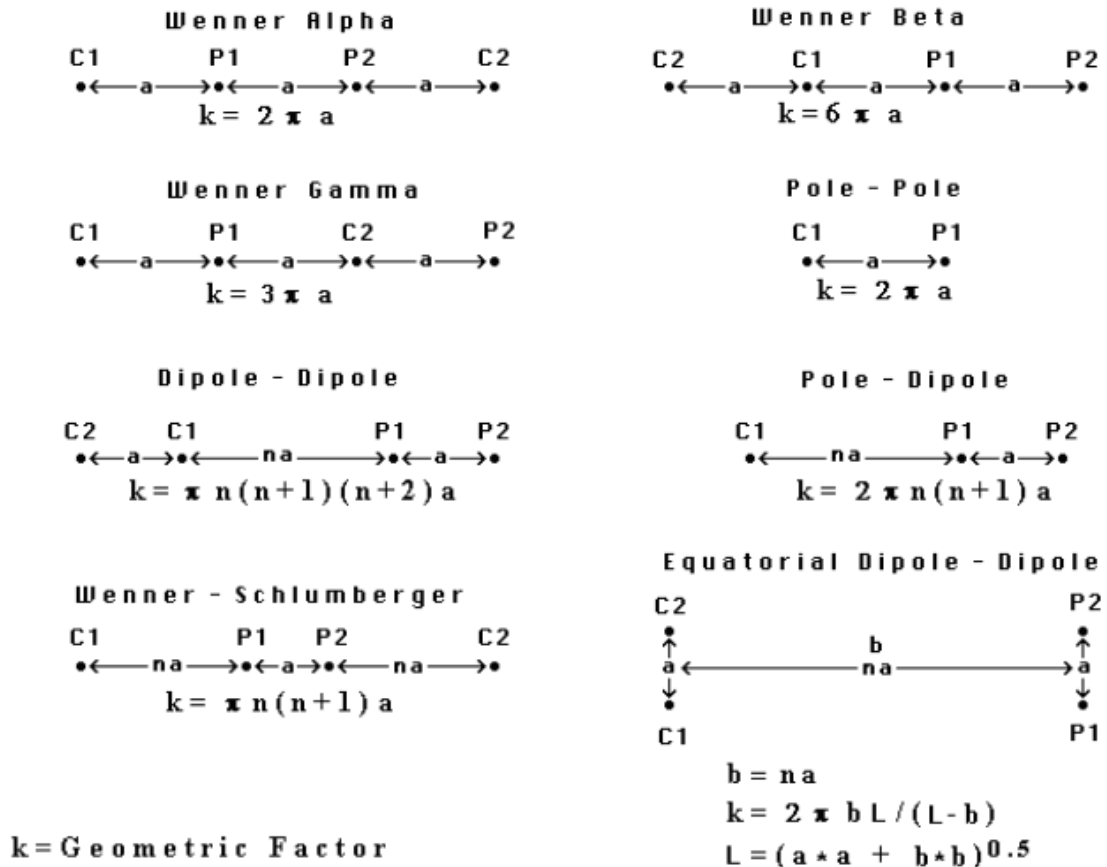


# Modelado de Resistividades Eléctricas Introducción a la Exploración Geofísica 2021-2

## 1. Introducción

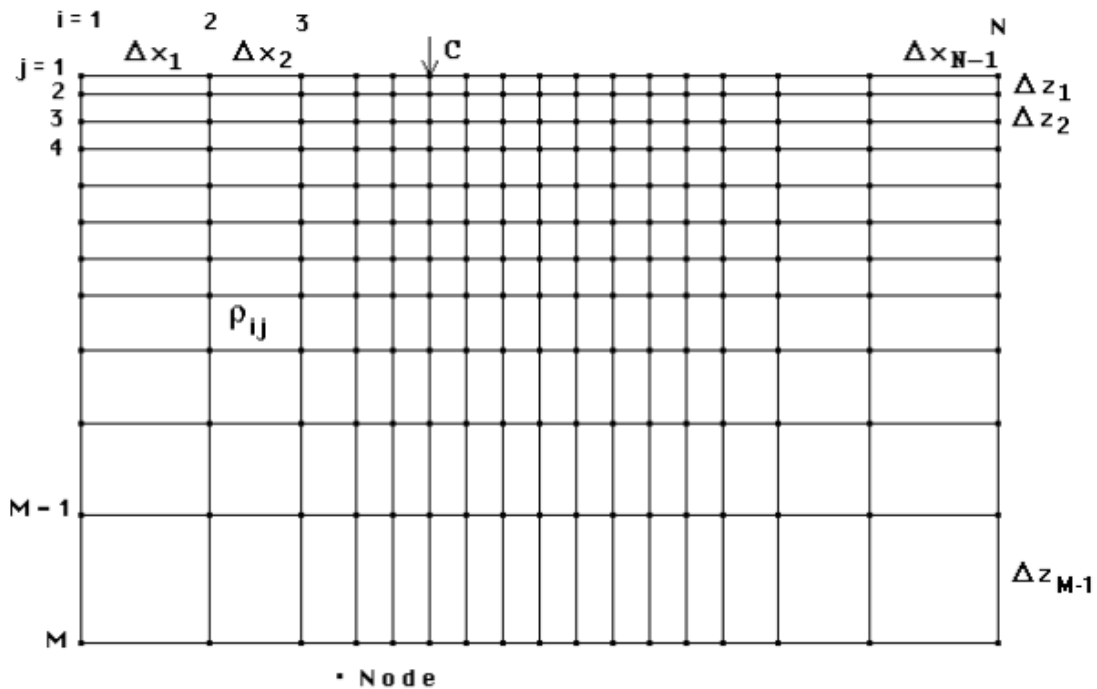
El modelado de resistividades eléctricas en 2D y 3D permite estimar las resistividades absolutas a partir los valores de corriente y voltaje medidos en campo. A través de algoritmos computo, es posible evaluar de manera teórica el desempeño de diversas configuraciones de electrodos, con el fin de determinar cual de ellos es el más apropiado para examinar el objeto de estudio.

El programa **RES2DMOD** es un software gratuito (freeware) desarrollado con fines didácticos que permite manipular de manera directa un modelo teórico de resistividades y calcular los potenciales que se medirían en campo. La siguiente figura muestra los diferentes tipos de arreglos que permite evaluar el software:



Se pueden crear arreglos de hasta **151 electrodos (con 2 nodos de espaciamento entre electrodos)**, o **75 electrodos (con 4 nodos de espaciamento entre electrodos)**.

El modelado consiste en utilizar métodos numéricos para el calculo de las resistividades aparentes. Para este se divide el medio en un conjunto de modos rectangulares que consiste **en N nodos en la dirección horizontal, y M nodos en la dirección vertical.**



Observa que existen N-1 columnas, y M-1 renglones. Los bloques pueden tener diferentes valores de resistividad El programa requiere que le des los valores de resistividad de cada bloque,  $\rho_{ij}$ , en un archivo de texto de entrada, con extensión \*.MOD.

El primer electrodo se debe de colocar en el **12 nodo de izquierda a derecha**. De igual forma, el último nodo se debe de colocar a **12 nodos del final de la malla**. La Tabla 1 muestra un ejemplo de malla, para electrodos con un espaciamiento de 1m., entre cada electrodo hay 4 nodos.

Puedes elegir la separación vertical entre nodos. Se sugiere que los nodos cercanos a la superficie tengan una separación mucho menor que los nodos profundos. En general, la separación horizontal para las tres capas más superficiales **no debe de ser mayor a la separación horizontal.**

Index	Horizontal Location	Node Spacing	Index	Vertical Depth	Node Spacing
i	$x_i$	$dx_i$	j	$z_j$	$dz_j$
1	0.00	64.0	1	0.25	0.25
2	64.00	32.0	2	0.50	0.25
3	96.00	16.0	3	0.75	0.25
4	112.00	8.0	4	1.00	0.25
5	120.00	4.0	5	1.55	0.55
6	124.00	2.0	6	2.16	0.61
7	126.00	1.0	7	2.82	0.67
8	127.00	0.50	8	3.55	0.73
9	127.50	0.50	9	4.36	0.81
10	127.75	0.25	10	5.24	0.89
11	128.00	0.25	11	7.02	1.77
12	128.25	0.25	12	10.56	3.54
13	128.50	0.25	13	17.64	7.09
14	128.75	0.25	14	31.82	14.17
15	129.00	0.25	15	60.16	28.35
16	129.25	0.25	16	116.85	56.69
17	129.50	0.25	17	230.23	113.38

El encabezado de tu archivo de texto debe de contener los siguientes datos:

Línea 1 – NOMBRE DEL MODELO

Línea 2 – NUMERO DE ELECTRODOS – MAX 101

Línea 3 - NUMERO DE NIVELES DE LA PSUDOSECCION – MAX 32

Línea 4 – ARREGLO SUMERGIDO. Escribe 0

Línea 5 – ESPACIAMIENTO ENTRE ELECTRODOS.

Línea 6 – TIPO DE MALLA. Escribe 0 o 1 para mallas con profundidades definidas por default. Escribe 2 si deseas definir las tú mismo.

Línea 7 – DESPLAZAMIENTO (OFFSET) DEL PRIMER BLOQUE. Regularmente 0.

Línea 8 – NUMERO DE BLOQUES. Utiliza la siguiente fórmula

(Número de Electrodo – 1 )(Número de Nodos por unidad de espaciamento)

Línea 9 – NUMERO DE VALORES DE RESISTIVIDAD – Max. 16

Línea 10 – NUMERO DE NODOS POR UNIDAD DE ESPACIAMIENTO (2 o 4).

Línea 11 – VALORES DE RESISTIVIDAD. Separados por comas.

Línea 12 – NUMERO DE RENGLONES EN LA MALLA (Max. 29). Observa que el número de líneas horizontales es igual al número de renglones más 1.

Line 13 – PROFUNDADES DE LAS CAPAS HORIZONTALES. Separadas por comas.

Líneas 14 – 14+M-1. RESISTIVIDADES DE CADA BLOQUE POR RENGLÓN. El 0 indica el primer valor de resistividad que le diste (Línea 11), el 1 es segundo, y así sucesivamente.

Línea 14 + M. TIPO DE ARREGLO. 1 – Wenner, 2 – polo-polo, 3 dipolo-dipolo, 4 Wenner Beta, 5 Wenner Gamma, 6 polo-dipolo, 7 Wenner-Schlumberger y 8 Dipolo-Ecuatorial.

Línea 14 + M + 1, y 14 + M + 2. BANDERAS PARA CALCULAR LA RESISTIVIDAD APARENTE Y EL POTENCIAL INDUCIDO. Utiliza 0 en ambas.

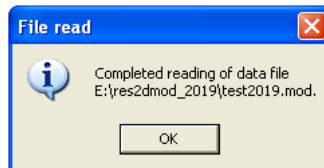
ÚLTIMAS 3 LINEAS. USA CERO. Estas líneas están reservadas para usos futuros.

Guarda tu archivo con extensión .MOD.

Sigue los siguientes pasos:

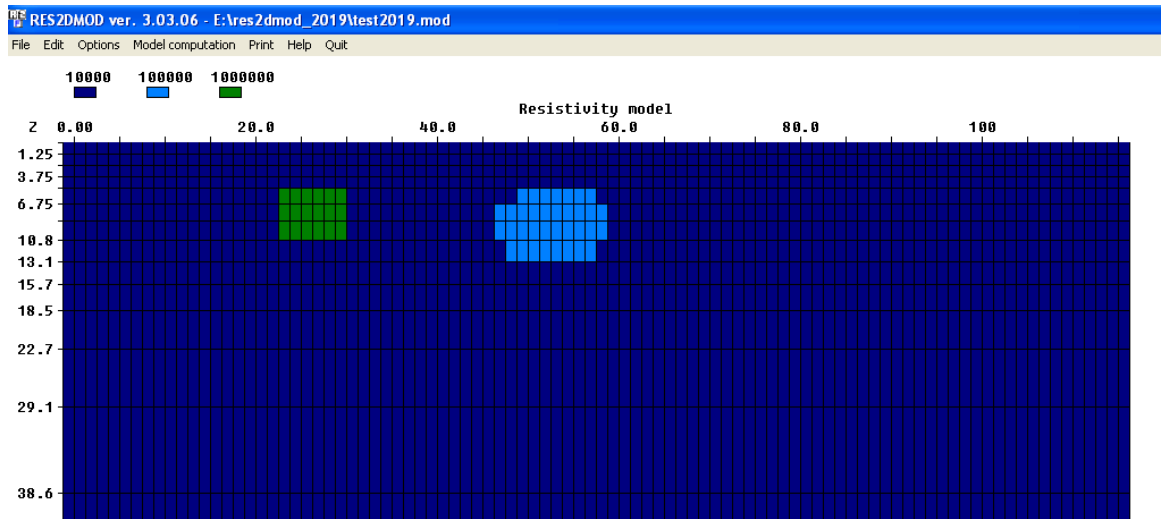
**NOTA:** Los menús que a continuación se menciona pueden variar entre diferentes versiones del mismo programa.

- A. Abre el archivo que creaste con el programa RES2DMOD. **File → Read file with forward model.**
  - a. Si aparece un mensaje de error al abrir el archivo, revisa que la estructura de tu modelo de sea la correcta.
  - b. Si el archivo se leyó correctamente aparecerá el siguiente mensaje

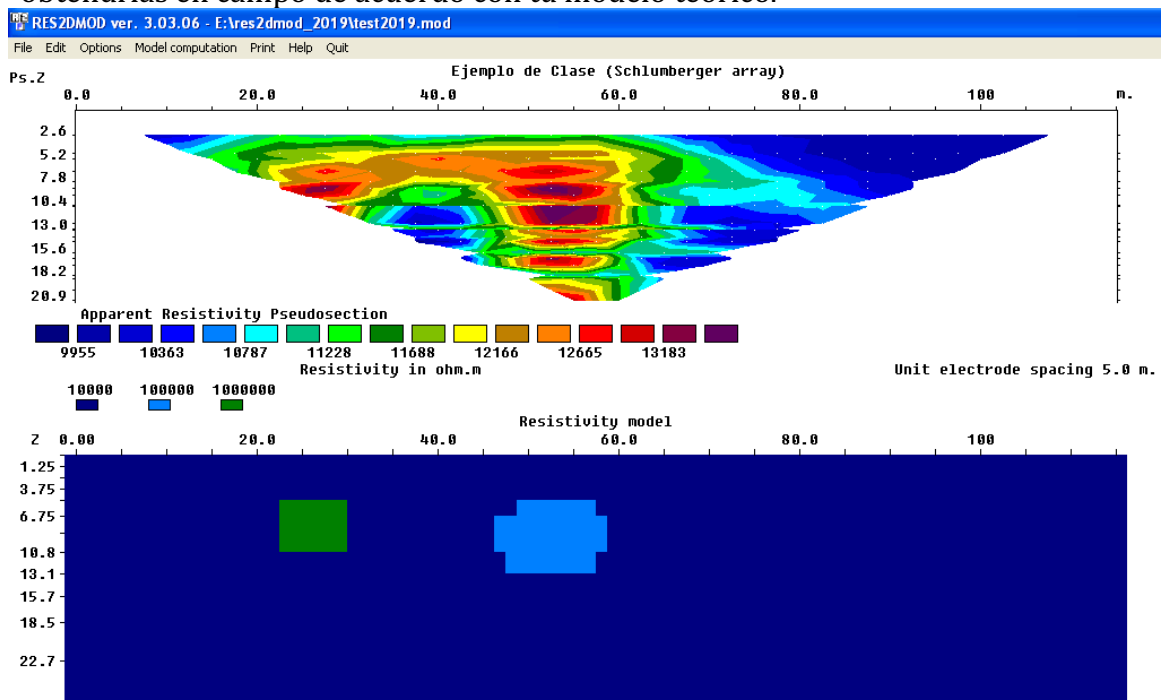


- B. (Opcional) Puedes editar el modelo si lo deseas haciendo click en **Edit → Edit model**. Al hacer click sobre el modelo algunas celdas cambiarán a color blanco, esto te permite cambiar el valor de su resistividad al dar click en

alguno de los valores de resistividad que aparecen en la esquina superior izquierda. Consulta el menú en **Help**→**Editing keys**.



- C. Calcula el modelo directo. **Model computation** → **Calculate potential values**.
- D. Puedes visualizar el modelo teórico de resistividades aparentes que obtendrías en campo de acuerdo con tu modelo teórico.



- E. Guarda tu archivo con extensión .DAT, utilizando el menú **File** → **Save results in RES2DINV format**. En este paso deberás de agregar ruido Gaussiano a tus datos. Por ejemplo, entre 5% al 10% (a elegir).

**Choose noise level**

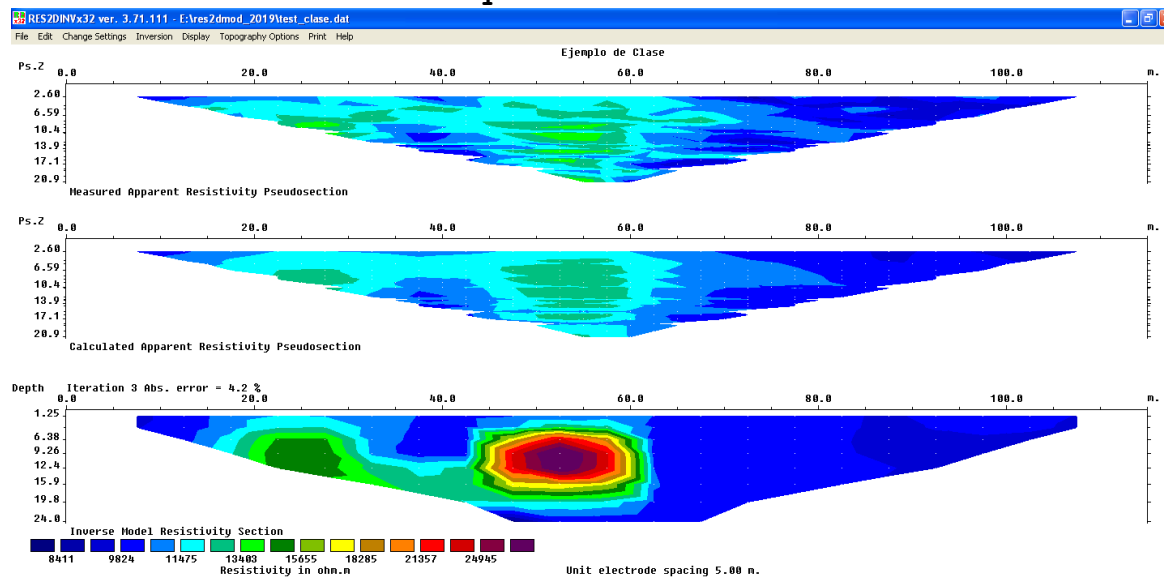
Do you want to add noise to the data?  
☐ No ☒ Yes

Please enter the random noise level as a percentage (usually 0 to 10).

Select type of noise to add.  
☒ Apparent resistivity  
☐ Voltage dependent

Save noise values in output file?  
☒ No, do not save  
☐ Yes, save noise values

- F. Abre el archivo que creaste con el programa RES2DINV.
- G. Realiza una inversión estándar. Existe una amplia gama de variantes de técnicas de inversión. Para este ejercicio utilizaremos la inversión por mínimos cuadrados. Dependiendo de la versión del programa que hayas descargado accede a uno de los siguientes menús.
- a. Inversion → Carry out inversion.
- b. Inversion → Least squares inversion.



- H. Realiza tu reporte como se describe al final del documento.

## Ejercicios

Haz un diseño para los siguientes modelos:

1. Para un arreglo de 24 electrodos, con 4 metros de separación. Calcula el modelo de resistividades aparentes que tendría un medio con una capa de suelo de 1m, con resistividad de  $100 \Omega\text{m}$ . Por debajo de esta capa hay un semi-espacio con una resistividad de  $300 \Omega\text{m}$ . Y dentro de esta capa hay una anomalía rectangular en el centro con resistividad de  $1000 \Omega\text{m}$ , tu puedes decidir el tamaño de la anomalía. Utiliza configuración Wenner-Schlumberger.
2. Para un arreglo de 48 electrodos, con 4 metros de separación. Calcula la resistividad aparente que tendría un medio con tres capas de 1, 10, y  $\infty$ , con resistividades de 300, 100, 600 [ $\Omega\text{m}$ ]. En el centro del modelo hay un dique vertical de 8 metros de ancho con resistividad de  $1000 \Omega\text{m}$ . Utiliza configuración Wenner-Schlumberger.
3. Elabora un diseño libre.

**Reporte – Práctica 6**  
**Fecha de entrega: 27 de abril 2021, 08:00PM**  
**Plataforma Moodle**

1. Tu reporte se deberá de entregar en un solo archivo **PDF sin comprimir** que contenga lo siguiente:

- A. **Caratula.**
- B. **Introducción (1-3 párrafos).** Describe **con tus propias palabras** (no definiciones de Internet o de libros) en que consiste el método eléctrico, describe los siguientes conceptos en este punto:
  - a. En que consiste la Ley de Ohm.
  - b. Diferencia entre resistencia, resistividad y resistividad aparente.
  - c. Factor geométrico.
  - d. Como se realizan los arreglos (Wenner, Schlumberger y Dipolo Dipolo).
- C. **Modelos directos.**
  - a. Incluye tus archivos de texto \*.MOD para los tres ejercicios. Simplemente copia y pega el texto de los archivos a tu documento. **NO CAPTURAS DE PANTALLA.**
  - b. Modelos gráficos. **Se aceptan capturas de pantalla en este punto.**
- D. **Simulaciones**
  - a. El resultado que se obtiene al hacer click en **Edit → Display model1**. Capturas de pantalla.
- E. **Resultado de tu inversión utilizando el programa RES2DINV. Se aceptan capturas de pantalla en este punto.**
- F. **Discusión y conclusiones (1 párrafo).** Discute los siguientes puntos:
  - a. ¿Qué representa el modelo directo que obtuviste con el programa RES2DMOD?

- b. Al hacer la inversión pudiste recuperar la forma, localización y resistividades del modelo.
- c. Basado en tus gráficas, que limitaciones tiene el método de resistividad.