

# MODELADO DE LA RESPUESTA ELECTROMAGNETICA GENERADA EN UNA CUENCA SEDIMENTARIA

A. M. Osella \* y P. Martinelli\*\*

*Dto. de Física, Fac. de Cs. Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires,  
Ciudad Universitaria, Pabellón 1, 1428, Buenos Aires*

A partir de los campos inducidos en la superficie terrestre se puede obtener información sobre la estructura interna de la tierra hasta profundidades de la frecuencia de la señal inductora. En particular, para profundidades de hasta pocos kilómetros, el rango de frecuencias involucradas varía entre 0.1 a 100 s. Este tipo de señales tienen su origen en la magnetosfera, pudiéndose modelar para este caso como una fuente uniforme espacialmente y con una dependencia temporal armónica. En el presente trabajo se analiza el comportamiento de los campos en presencia de una estructura de capas con contornos irregulares de simetría 2D, que podría representar una cuenca (los modelos 1D han sido ampliamente estudiados; ver p.e. Cagniard, 1953; Beamish, 1986). La solución general se puede expresar como superposición de dos modos desacoplados TE y TM. Se calcula para ambos modos la resistividad aparente y la función transferencia en función de la frecuencia y de la distancia. Finalmente se estudia la sensibilidad de la respuesta a la bidimensionalidad de la estructura.

## DESCRIPCION DEL MODELO

En la Figura 1 se muestra a escala el modelo propuesto y se indica el sistema de referencia utilizado. Como la estructura tiene simetría bidimensional la solución general se puede expresar como combinación lineal de dos modos desacoplados TE ( $E // y$ ) y TMCH ( $H // y$ ). Para el rango de períodos de interés, el campo externo se puede considerar horizontal y espacialmente uniforme, siendo válida la hipótesis de cuasiestacionariedad, es decir, corriente de desplazamiento despreciable.

Aplicando las ecuaciones de Maxwell y teniendo en cuenta la simetría del problema, resulta que las componentes de los campos distintas de cero son:  $E_y, H_x$  y  $H_z$  ( $H_z(x=0)=0$ ) para el modo TE y  $E_x, E_z$  y  $H_y$  ( $E_z(z=0)=0$ ) para el modo TM.

Las componentes de los campos se pueden desarrollar en series de Fourier. Sus coeficientes se obtienen aplicando las condiciones de contorno en cada interfase (continuidad de las componentes de  $H$  y de  $E$ , pues las variaciones en  $\mu$  y  $\epsilon$  son despreciables en este rango - ver Martinelli, 1989).

Conocidos los campos se calcula el cociente entre las componentes horizontales de  $E$  y  $H$ , perpendiculares entre sí, definido como la impedancia superficial  $Z = Z(w, x)$ . Para el modo TE se tiene  $Z_{yx} = E_y / H_x$ , y para el modo TM  $Z_{xy} = E_x / H_y$ . Finalmente, se calcula la resistividad aparente  $\rho_{ap} = Z^2 / \omega \mu_0$ .

y la función transferencia  $H_z / H_0$ , con  $H_0$  la amplitud del campo externo.

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Se calcularon la resistividad aparente y la función transferencia para la estructura descrita en la figura 1 y se las comparó con las obtenidas para el caso plano. Se estudió la sensibilidad de la respuesta a la bidimensionalidad de la estructura variando la profundidad de la cuenca, dejando fijos los restantes parámetros.

Algunos de los resultados obtenidos pueden verse en las figuras 2, 3, 4 y 5.

En los gráficos 2 y 3 se muestra la variación de la resistividad aparente para el caso detallado en la figura 1 (caso 1) junto con los resultados para un

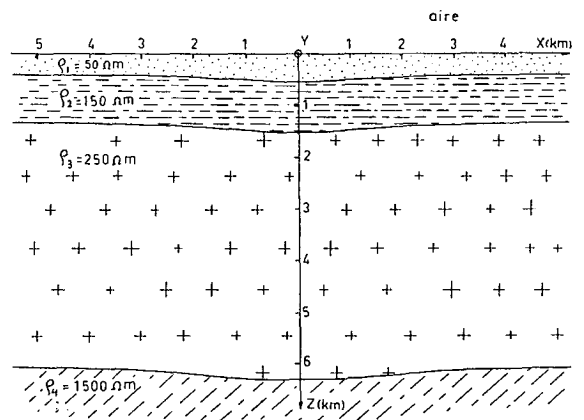
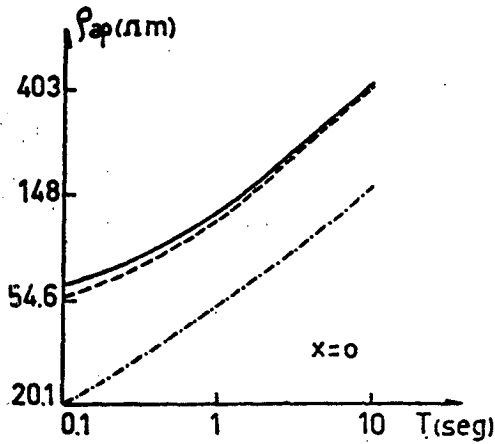


Figura 1: Esquema del modelo propuesto.

\* Investigadora de CONICET

\*\* Becaria de CONICET



MODO TE ----- MODO TM -.-.-.-.- CASO PLANO \_\_\_\_\_

Figura 2: Resistividad aparente para los modos TE y TM y caso 1D en función de T.

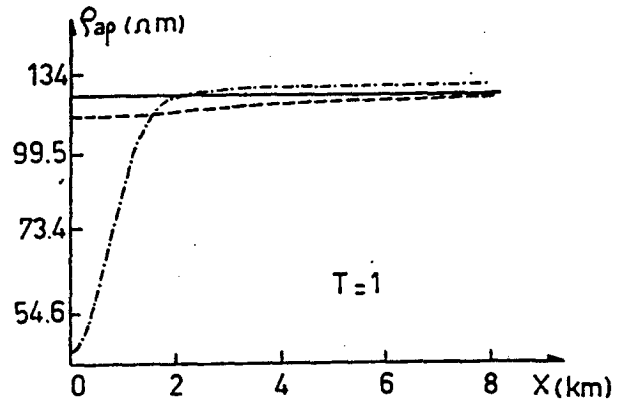
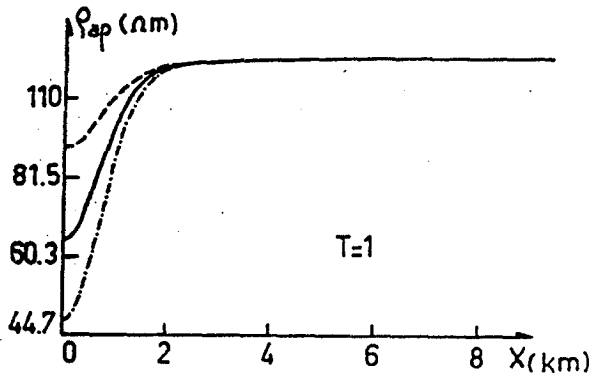


Figura 3: Resistividad aparente para ambos modos en función de la distancia.



CASO 1 ----- CASO 3 -.-.-.-.- CASO 4 -----

Figura 4: Resistividad aparente para distintos modelos (Modo TM).

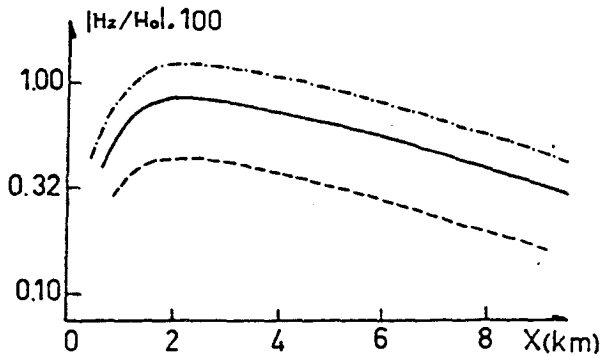


Figura 5: Componente vertical para los casos de la figura 4 (Modo TM).

modelo plano (caso 2), en función del período (figura 2) y de la distancia (figura 3). Se observa que la sensibilidad del modo TE a la bidimensionalidad de la estructura es mucho menor que la del modo TM. En el caso propuesto, los valores obtenidos para  $\rho_{ap}(x)$  para el modo TE coinciden dentro de un 10% (que es el orden del error experimental) con los del modelo plano.

En los gráficos 4 y 5 se muestran las variaciones en la resistividad aparente para el modo TM y la componente vertical del campo magnético al disminuir en un tercio y en dos tercios la profundidad de la cuenca (casos 3 y 4, respectivamente). Los mejores indicadores de la bidimensionalidad son  $\rho_{ap}(x)$  para el modo TM y  $H_z/H_o$  para el TE. En particular, la resistividad aparente depende mucho más localmente de la forma de las interfaces que la componente vertical del campo magnético,

según se observa de los gráficos 4 y 5.

De los resultados obtenidos se observa que es posible obtener una primera aproximación sobre la estructura a partir de una interpretación unidimensional del espectro de resistividad aparente correspondiente al modo TE y luego estimar los parámetros que definen la bidimensionalidad de la estructura ajustando la componente vertical de campo magnético y la resistividad aparente para el caso TM a los espectros medidos.

## REFERENCIAS

1. Beamish, D. Geophys. 51, 1298 (1986).
2. Cagniard, L. Geophys., 18, 605 (1953).
3. Martinelli, P., 1989. Respuesta Magnetotelúrica generada en una cuenca sedimentaria. Tesis de Licenciatura en Física. FCEN. UBA.