



**OPTIMIZACION DEL USO DE LA DECONVOLUCION DE EULER
PARA LA ESTIMACION DE LAS PROFUNDIDADES DE LAS
FUENTES DE ANOMALIAS MAGNETICAS**

Lascano, M.E.^{1,2} y Chernicoff, C.J.^{1,2,3}

INTRODUCCION

Con motivo de la reciente obtención de datos magnetométricos aéreos de gran detalle y alta resolución por parte del Servicio Geológico-Minero Argentino (SEGEMAR), se ha juzgado oportuno utilizar una fracción de los mismos para realizar una optimización del uso de la deconvolución de Euler, en la estimación de las profundidades de anomalías magnéticas.

Los datos utilizados fueron obtenidos en líneas de vuelo con un espaciamiento de 200 m, una altitud sobre el terreno de 70 m y un intervalo de muestreo de 8 m; la adquisición de los datos se realizó con un magnetómetro de vapor de cesio, y el posicionamiento con GPS diferencial.

La deconvolución de Euler es uno de los módulos del programa "Intrepid" de procesamiento geofísico actualmente en uso en el Area Geofísica del SEGEMAR, siendo un método complementario de otros métodos de estimación de profundidades.

En este trabajo se presenta el resultado de la optimización del uso del módulo de deconvolución de Euler del programa "Intrepid", para la estimación de profundidades de anomalías magnéticas.

METODO

La deconvolución de Euler es un método mediante el cual se estima la profundidad de fuentes causantes de anomalías magnéticas. Originalmente (1), éstas fueron analizadas a partir de perfiles (tratamiento bidimensional). La validez de este método fue luego extendida al tratamiento de datos en tres dimensiones (2). En el presente trabajo se implementó este método en tres dimensiones, de manera que se trabaja con los datos grillados

En este método, las funciones que representan algunas anomalías magnéticas tienen la propiedad de ser funciones homogéneas de grado n . Se ha demostrado (1) que la ecuación de Euler que cumplen las funciones homogéneas se puede escribir de esta forma:

$$-N(T_i - B) = (x_i - x_0) \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right)_i + (y_i - y_0) \left(\frac{\partial T}{\partial y} \right)_i + (z_i - z_0) \left(\frac{\partial T}{\partial z} \right)_i \quad (1)$$

donde (x_0, y_0, z_0) es la posición de una fuente puntual causante de la anomalía, T es el campo total medido en la posición (x_i, y_i, z_i) y B es el campo regional.

Así es que el cálculo involucra cuatro incógnitas x_0, y_0, z_0 y B . El campo total T se conoce a partir de la medición, y sus derivadas parciales son calculadas aplicando la transformación de Fourier.

Para resolver la ecuación (1) se toma una subgrilla o ventana de los datos grillados. El tamaño de esta ventana debe ser igual o superior a dos celdas de lado (2 celdas x 2 celdas): de este modo se cuenta con más ecuaciones que incógnitas, y se puede resolver el sistema por cuadrados mínimos, obteniéndose así x_0, y_0, z_0 y B , para cada ventana. Esta ventana luego recorre toda la grilla y así se obtiene un número de soluciones casi igual al número de puntos de la grilla.

1 Servicio Geológico-Minero Argentino (SEGEMAR). Av. Julio A. Roca 651. Buenos Aires, Argentina. E-mail: jchern@secind.mecon.ar

2 Universidad de Buenos Aires.

3 Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

En el ejemplo estudiado, el sistema de ecuaciones obtenido se resuelve mediante el módulo "Euler Deconvolution" del programa "Intrepid", que junto con las soluciones asigna un parámetro de confiabilidad ("Reliability") a cada una de ellas, con lo cual se pueden retener las soluciones numéricamente confiables.

Se puede demostrar que a los siguientes cuerpos simples, les corresponden los siguientes índices estructurales:

monopolo magnético ("plug"), $IE=2$; línea de monopolos (dique), $IE=1$; línea de dipolos, $IE=2$; dipolo magnético (esfera), $IE=3$. Además, otras tres correspondencias han sido demostradas empíricamente (1), a saber: a) que para un dique magnético fino de extensión infinita corresponde un $IE=1$, independientemente de su inclinación con respecto al campo magnético terrestre, b) que para un contacto magnético IE es menor que 0,5 (o, más precisamente, $IE=0$) y c) que para una falla bidimensional, el índice que mejor la representa es $IE=1$.

Como en un levantamiento magnético real las anomalías magnéticas registradas suelen provenir de cuerpos con distintos índices estructurales, resulta necesario realizar la deconvolución de Euler para todos los índices (0, 0.5, 1, 2, 3) y graficar las soluciones para cada uno. Se elegirá el índice correcto allí donde las soluciones estén más concentradas.

DESARROLLO

Para este trabajo se utilizó un tamaño de celda de la grilla de 12m x 12m. Se realizó la deconvolución de Euler para $IE=0.5, 1, 2$ y 3 , utilizando una ventana de deconvolución de 10 celdas x 10 celdas con vistas a analizar el rango de profundidades entre 0m y 200m. Se graficaron las soluciones obtenidas para todos los índices utilizando diferentes tamaños para diferentes profundidades. Para cada índice se graficaron las soluciones con distintos criterios de tolerancia.

GRAFICOS Y RESULTADOS

Las figs.1, 2, 3, y 4 muestran las soluciones obtenidas a partir de la deconvolución de Euler en superposición con una carta de interpretación estructural de la magnetometría de la zona estudiada, utilizando los índices estructurales 0,5, 1, 2 y 3, respectivamente. Las tolerancias utilizadas en cada caso fueron: 50%, 30%, 30% y 20% respectivamente

Se puede observar que para distintos índices las soluciones se concentran principalmente en los mismos lugares y que para decidir cual índice representa mejor a las distintas fuentes causantes de las anomalías en cuestión, esto se debe hacer en función del grado de concentración de las soluciones para cada uno.

También se verifica que para índices mayores, las soluciones de la deconvolución dan mayores profundidades.

En las fig. 1, 2, 3 y 4 se puede observar que algunos alineamientos de las soluciones de la deconvolución coinciden con los lineamientos estructurales. Cuando esto sucede, la deconvolución complementa a la interpretación estructural, dándole tridimensionalidad ya que las soluciones Euler indicarían la profundidad de estos lineamientos. También hay concentración de soluciones de la deconvolución donde la interpretación estructural no indica la presencia de ningún tipo de estructura, con lo que la deconvolución de Euler complementaría también de esta forma a la interpretación de la estructura geológica de la zona de estudio. Se puede observar que también hay lineamientos estructurales para los cuales no hay soluciones de la deconvolución coincidentes con los mismos, lo que puede deberse o a que estos lineamientos son más profundos que el rango de profundidades que se estudió (0m – 200m), o a que la deconvolución de Euler falla en algunos casos, o a que su uso no está optimizado. Le asignamos un número a cada conjunto de soluciones de la deconvolución y las analizamos individualmente como sigue:

1) Según la carta de interpretación estructural aquí puede observarse la intersección de tres lineamientos magnéticos, razón por la cual la concentración de soluciones no se produce a lo largo de ninguna de las líneas como veremos seguidamente que sucede en 2), lo que puede deberse principalmente a que en esta zona hay tres estructuras distintas muy cercanas unas de las otras y por lo tanto deben estar ubicados dentro de la misma ventana en la deconvolución, quitándole precisión a las soluciones. Se puede observar que la concentración de soluciones sucede para los cuatro índices. La mejor concentración es para $IE = 1$ con una profundidad hasta 150m.

- 2 El alineamiento en este caso es bueno para $IE = 0,5$ y $IE = 1$, pero para $IE = 2$ y $IE = 3$ las soluciones no se alinean bien. Nótese que a diferencia de 1, en este caso la concentración de soluciones se produce claramente a lo largo del lineamiento estructural respetando su forma y dimensión. No resulta evidente si la concentración es mejor para $IE=1$ o para $IE = 0,5$, pero dada la gran diferencia con la concentración para $IE = 2$ y $IE = 3$ se puede concluir que la fuente magnética tiene que ser algo más parecido a un contacto o falla que a un "plug" o una esfera, y que su profundidad se encontraría hasta 150m.
- 3 Este no es un alineamiento tan claro como 1 y 2, pero hay una tendencia que puede verse para todos los índices estructurales, aunque mejor para $IE = 1$ y $IE = 0,5$. De estos dos índices el de mejor concentración es $IE = 1$ con una profundidad hasta 100m. Este alineamiento de soluciones Euler no se corresponde con ningún lineamiento estructural.
- 4 La concentración de soluciones a lo largo del lineamiento es buena para todos los índices, siendo $IE = 1$ el índice que mejor define el lineamiento, con una profundidad entre hasta 100m. La concentración de soluciones en la intersección de los lineamientos no sigue tan claramente la forma del mismo, lo que puede deberse a la misma razón por la cual tampoco ocurre esto en 1.
- 5 Puede observarse una clara concentración de soluciones en la intersección de dos lineamientos estructurales para todos los índices estructurales, aunque la concentración es mejor para $IE = 2$ y $IE = 3$; podría decirse que es mejor para $IE = 3$, pero la diferencia entre los dos índices no es obvia. La profundidad estimada se encuentra entre 100m y 200m.
- 6 En este caso se observa también una clara concentración de soluciones de Euler para todos los índices. Sin embargo dada la alta concentración de lineamientos magnéticos y otras estructuras nada podemos decir sobre la naturaleza de las mismas, en cuanto a cual índice es el que mejor se comporta en este caso. Esto se debe a que, dada la cercanía de las distintas estructuras presentes en esta zona la deconvolución no presenta en este caso una buena resolución, por lo anteriormente mencionado en 1 y 4.
- 7 Hay una clara concentración de soluciones para $IE = 2$ y $IE = 3$, un poco menos para $IE = 1$ y $IE = 0,5$. La mejor concentración ocurre para $IE = 3$ con una profundidad entre 50m y 150m. Esta estructura se corresponde con un alto gradiente en el mapa magnético de la zona.
- 8 En la intersección de dos lineamientos estructurales puede observarse una concentración de soluciones para $IE = 2$ y $IE = 3$, más clara en esta última, con una profundidad entre 50m y 100m.
- 9 Se observa aquí una concentración de soluciones para todos los índices estructurales utilizados, siendo $IE = 3$ el que mejor concentración presenta con una profundidad hasta 100m. Pareciera que hay una discrepancia entre lo que muestran las soluciones de la deconvolución y la interpretación estructural, pero podría ser que del mismo modo que en 5 y 8, esta estructura se deba a la intersección de dos lineamientos, del que sólo uno fue interpretado como tal, con lo que la deconvolución estaría de una forma indirecta completando la interpretación estructural.
- 10 En esta zona se puede observar una clara concentración de soluciones Euler para todos los índices estructurales, pero a diferencia de los casos anteriores, ésta no define ningún tipo claro de estructura dada su gran extensión. La explicación a esto la encontramos en el mapa aeromagnético de este sector, en el que se distingue un área de altas frecuencias que representa la típica expresión de volcanitas de alta susceptibilidad magnética que yacen horizontalmente, que en el ejemplo analizado se trata de basaltos. Por lo tanto, la alta concentración de soluciones en esta zona es consistente con este caso.

CONCLUSIONES

La aplicación de la deconvolución de Euler ha permitido comprobar que la misma resulta ser un método complementario de la interpretación geofísico-geológica de los datos aeromagnéticos de un área determinada. En el área elegida para este trabajo, las soluciones de profundidad obtenidas por la deconvolución de Euler han permitido dar una estimación de la profundidad de estructuras (lineamientos magnéticos) interpretadas previamente y de manera independiente, con lo cual se agrega tridimensionalidad a la interpretación geológica. Así es que se obtuvieron estimaciones de profundidades de estructuras (idealizadas) tales como diques, fallas y "plugs".

De todas maneras, se observa que independientemente de los índices estructurales y los criterios de selección utilizados, existen soluciones aisladas y dispersas que no parecieran corresponder a ninguna estructura geológica reconocible, lo cual debe ser materia de un estudio adicional.

REFERENCIAS

1. Thompson, D. T. 1982. EULDPH - A new technique for making computer-assisted depth estimates from magnetic data, *Geophysics*, Vol. 47, p. 31-37
2. Reid, A. B., Allsop, J. M., Granser, H., Millet, A. J.; Somerton, I. W, 1990. Magnetic interpretation in three dimensions using Euler deconvolution, *Geophysics*, Vol. 55, p. 80-91.

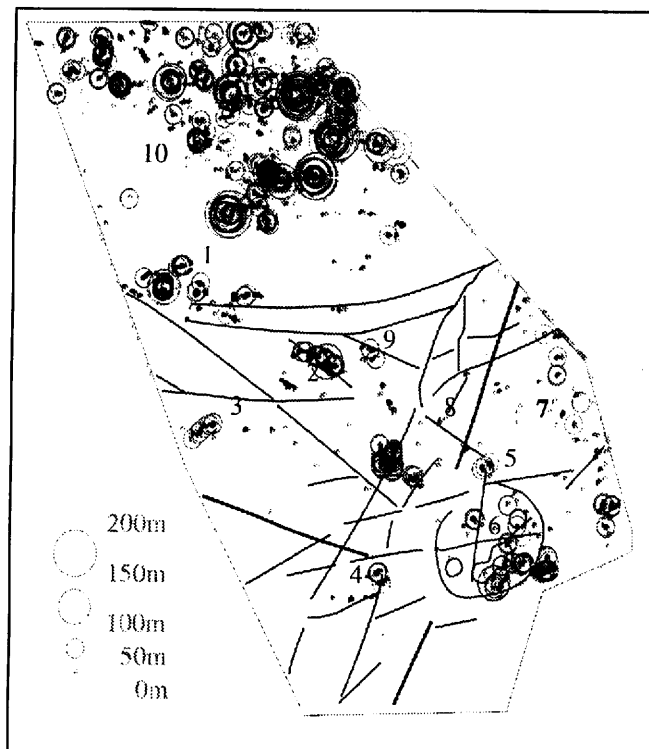


Fig.1. Soluciones obtenidas a partir de la deconvolución de Euler para $IE=0.5$, superpuestas con lineamientos interpretados del mapa aeromagnético.

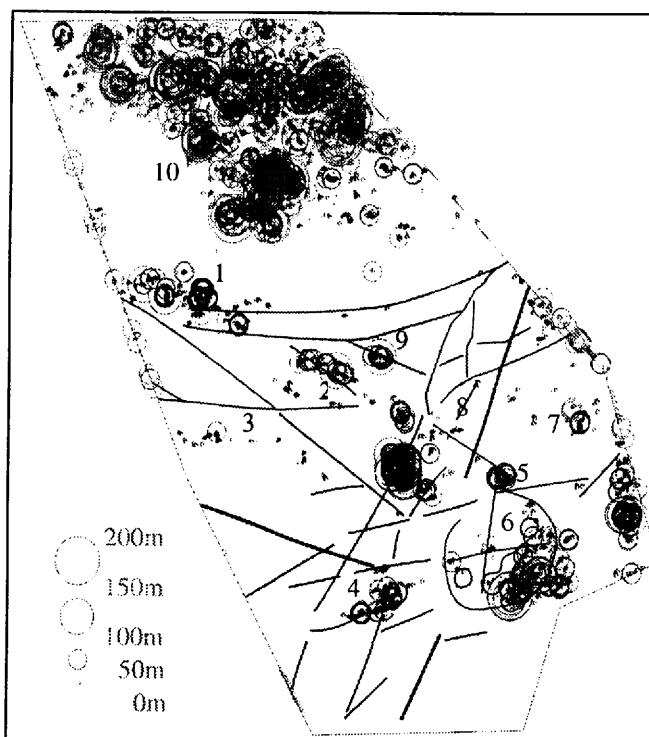


Fig.2. Soluciones obtenidas a partir de la deconvolución de Euler para $IE=1$, superpuestas con lineamientos interpretados del mapa aeromagnético.

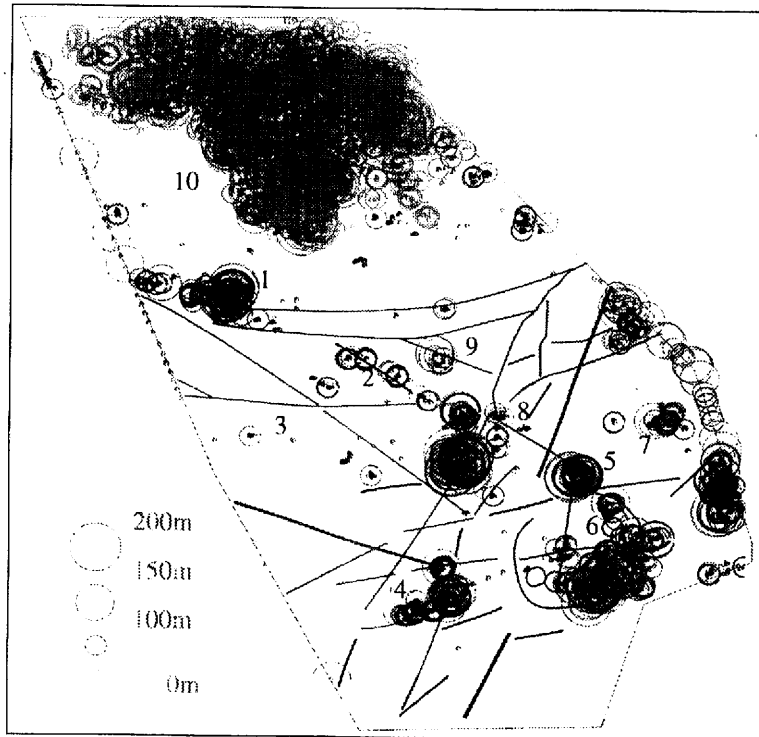


Fig.3. Soluciones obtenidas a partir de la deconvolución de Euler para $IE=2$, superpuestas con lineamientos interpretados del mapa aeromagnético.

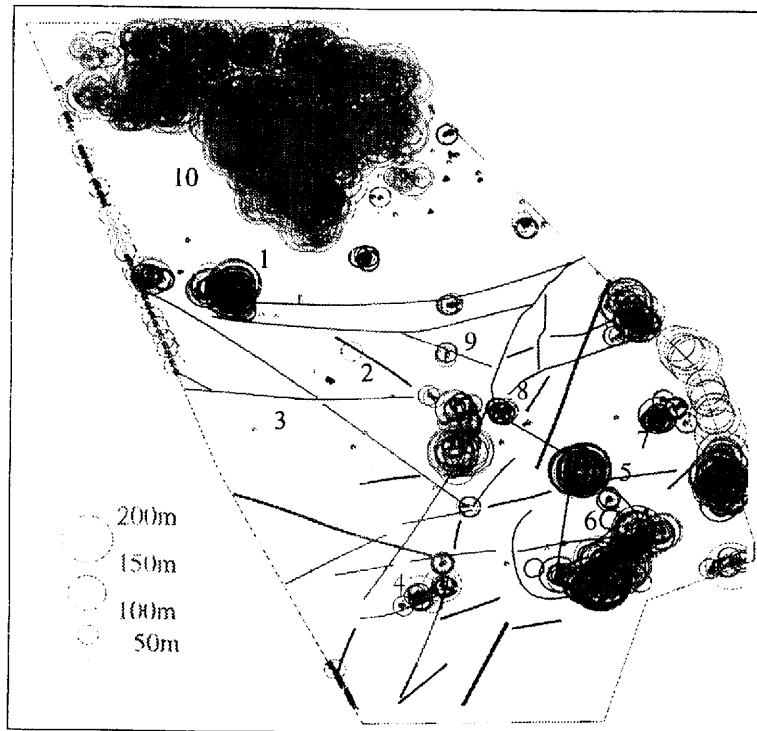


Fig.4. Soluciones obtenidas a partir de la deconvolución de Euler para $IE=3$, superpuestas con lineamientos interpretados del mapa aeromagnético