

SERIE
CONTRIBUCIONES
TECNICAS

Geofísica

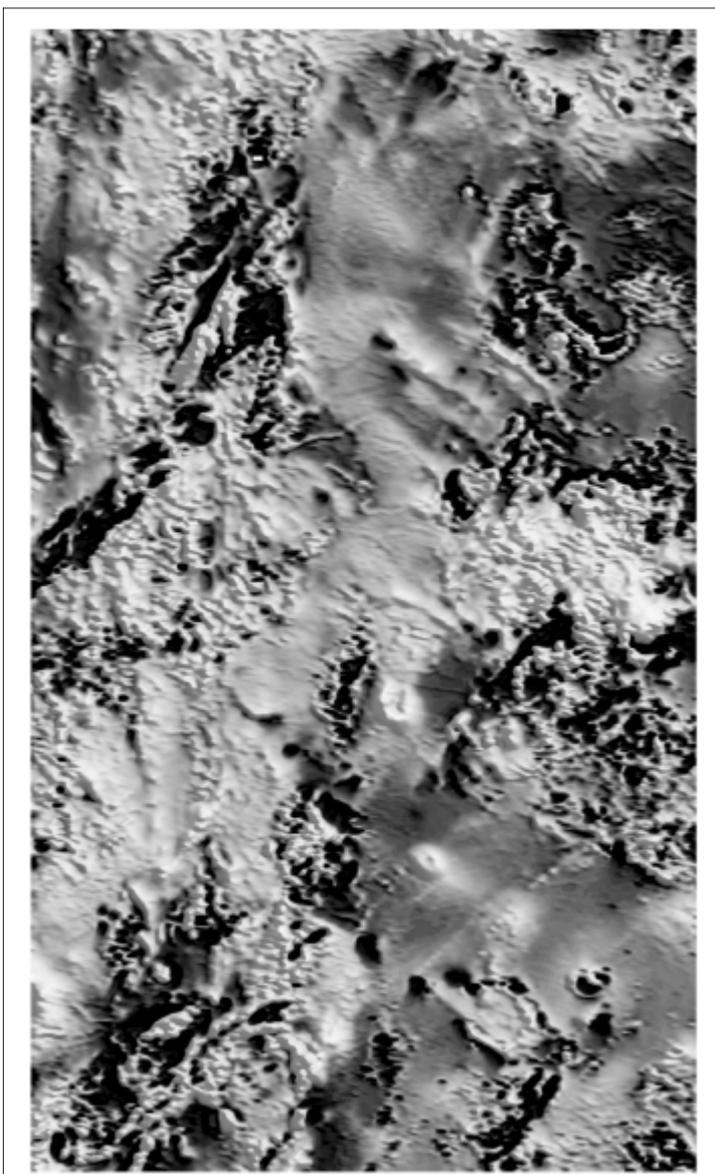
7

Interpretación geofísico-geológica del levantamiento aeromagnético de la región noroccidental de la Provincia de Chubut.

Carlos Jorge Chernicoff

Optimización del uso de la deconvolución de Euler para la estimación de las profundidades de las fuentes de anomalías magnéticas.

M. E. Lascano, E. Castro y C. J. Chernicoff



SERIE CONTRIBUCIONES TÉCNICAS (GEOFÍSICA) 7

- 1 - INTERPRETACIÓN GEOFÍSICO-GEOLÓGICA DEL LEVANTAMIENTO AEROMAGNÉTICO DE LA REGIÓN NOROCCIDENTAL DE LA PROVINCIA DE CHUBUT.Carlos Jorge Chernicoff

- 2- OPTIMIZACIÓN DEL USO DE LA DECONVOLUCIÓN DE EULER PARA LA ESTIMACIÓN DE LAS PROFUNDIDADES DE LAS FUENTES DE ANOMALÍAS MAGNETICAS. M. E. Lascano, E. Castro y C.J. Chernicoff

“Interpretación geofísico-geológica del levantamiento aeromagnético de la región noroccidental de la provincia de Chubut”

Carlos Jorge Chernicoff

Resumen

Se ha obtenido información significativa acerca de la continuidad en el subsuelo de las unidades litológicas de la región noroccidental de la provincia de Chubut, como así también rasgos estructurales no conocidos previamente de la geología aflorante, que en ambos casos han sido volcados en un mapa de geología sólida. Los dominios litomagnéticos aquí definidos abarcan desde el basamento precámbrico, en gran parte bajo una cubierta no-magnética, hasta basaltos cuaternarios. Los nuevos datos incluyen la ubicación de centros volcánicos de geometría circular en las volcanitas cretácicas y terciarias aflorantes, y (la ubicación) de diques básicos terciarios y stocks cretácicos cubiertos. También incluye la delineación de una aureola de metamorfismo térmico en un granitoide cretácico, la definición de una zona de volcanitas terciarias posiblemente con magnetización remanente, el trazado de la geometría precisa de granitoides cretácicos y terciarios aflorantes y la distinción de espesores mayores y menores en sedimentos de diferentes edades. Además, la “firma” magnética de los gabros jurásicos ha permitido llegar a la conclusión de que los mismos poseen un volumen muy reducido. También se ha obtenido información estructural, que contribuye a una mejor definición del marco estructural de la región, p.ej. (la definición de) retrocorrimientos meridionales de gran escala y vergencia oeste que probablemente representen fallas extensionales mesozoicas invertidas durante el Terciario. En el sector oriental del área se distingue un alineamiento NO-SE de algunos de los stocks cretácicos y centros volcánicos terciarios. Algunos bajos magnéticos identificados en la región de estudio pueden representar zonas de alteración.

Introducción

El levantamiento geofísico aéreo de la región noroccidental de la provincia del Chubut,

ubicado entre 42° 00' y 44° 00' latitud sur, 70° 00' longitud oeste y el límite con Chile (Fig. 1) forma parte del programa de levantamiento geofísico aéreo sistemático del país que está siendo llevado a cabo por el Servicio Geológico-Minero Argentino (Segemar) mediante la utilización de los métodos de magnetometría y espectrometría de rayos gamma. La adquisición de los datos digitales correspondientes a esta región fue realizada entre enero 1998 y enero 1999.

El diseño del levantamiento aeromagnético de la región noroccidental de la provincia del Chubut es acorde con un cubrimiento de tipo regional, habiendo sido concebido como una contribución al mapeo geológico regional, también con vistas a la determinación de áreas favorables para la exploración minera. La orientación de las líneas de vuelo es norte-sur, con un espaciamiento de 1 km y una altitud aproximada de 120 m sobre el terreno; el intervalo de muestreo a lo largo de las líneas de vuelo es de 8 m.

Es sabido que el análisis de las variaciones locales en la intensidad del campo magnético total de la Tierra brinda información sobre las variaciones laterales de las propiedades magnéticas de las rocas, lo cual es utilizado como una herramienta para la identificación de diferentes unidades rocosas y de estructuras, como así también para la localización de cuerpos no aflorantes y la determinación de su profundidad.

En este trabajo se presenta un mapa de interpretación de los datos aeromagnéticos de la región noroccidental de la provincia de Chubut (Fig. 1), realizado sobre la base de la interpretación de los mapas aeromagnéticos de esta zona en escala 1:250.000 (Segemar, 2000a, 2000b, 2000c y 2000d), del análisis de los datos digitales (perfiles y grillas) del levantamiento geofísico (Segemar, 1999), de la verificación de campo de un número seleccionado de anomalías magnéticas y del

establecimiento de relaciones entre el levantamiento aeromagnético y las unidades litológicas definidas regionalmente en las hojas geológicas en escala 1:250.000 del Servicio Geológico-Minero Argentino, Esquel (Lizuaín, 1999), Trevelín (Haller, 1999), Gastre (Ardolino, 1999) y Paso de Indios (Silva Nieto, 1998) y en el mapa geológico de la provincia de Chubut en escala 1:750.000 (Lizuaín y Folguera, 1995).

Síntesis geológica regional

Las principales unidades litológicas de la región comprenden el basamento precámbrico a paleozoico inferior, que está constituido por esquistos, filitas, metacuarcitas y gneises de las Formaciones Arroyo Pescado y Cushamen; esta última se encuentra intruída por las tonalitas de la Formación El Platero.

El Neopaleozoico representado por el Grupo Tepuel y compuesto por areniscas, conglomerados, lutitas y diamictitas, apoya discordantemente sobre el basamento.

En el sector septentrional de la región, el Grupo Tepuel está intruído por granitos jurásicos superiores de la Formación Leleque, y en su techo yacen en discordancia las sedimentitas liásicas de la Formación Piltriquitrón, las volcanitas cretácicas de la Formación Divisadero, las volcanitas eocenas de la Formación Ventana y las sedimentitas oligocenas de la Formación Ñorquinco.

En la sierra de Tecka, en el sector austral de la región, sedimentitas liásicas correspondientes a la Formación Lepá apoyan discordantemente sobre el Grupo Tepuel, y son intruídas por las rocas magmáticas intermedias a básicas (gabros, dioritas, diabasas) de la Formación Tecka (equivalente a la Formación Cresta de los Bosques), que a su vez está cubierta por las volcanitas y piroclastitas eocenas de la Formación La Cautiva o Formación Huitrera.

En la región de los lagos Fontana y La Plata afloran andesitas y tobas andesíticas del

Jurásico Medio a Superior pertenecientes a la Formación Lago La Plata.

Bajo la denominación informal de granitoides cordilleranos (Formaciones Río Hielo y Aleusco) se agrupan las plutonitas cretácicas que afloran en el sector occidental de la provincia de Chubut, donde constituyen cuerpos graníticos y granodioríticos de dimensiones variables.

Estratigráficamente por encima de esta unidad se ubican las volcanitas paleocenas-eocenas de las Formaciones Ventana, La Cautiva y Huitrera, sucedidas por sedimentitas continentales oligocenas-miocenas (Formaciones Carinao y Ñorquinco) y miocenas (Formaciones La Mimosa y Collón Cura), cubiertas en discordancia por depósitos aterrizados cuaternarios.

Interpretación

Generalidades

El mapa de interpretación geológica del levantamiento aeromagnético que se presenta en la Fig. 1 representa lo que denominamos un mapa de “geología sólida” (en el sentido de Hungerford *et al.*, 1996 y Chernicoff y Claire Zapata, 1998), es decir un mapa cuyas unidades --unidades litomagnéticas o dominios litomagnéticos-- están constituidas por zonas con una “firma” magnética uniforme, tal como ésta se reconoce en los mapas aeromagnéticos de la región (véase Segemar, 2000a, 2000b, 2000c y 2000d), entendiéndose por “firma” magnética la intensidad y el gradiente del campo magnético medidos localmente.

Los dominios litomagnéticos definidos están limitados por cambios conspicuos en la “firma” magnética, en muchos casos originados por fallas y/o fracturas.

Los dominios litomagnéticos pueden no coincidir con las unidades litológicas aflorantes en la región debido al carácter “transparente” de muchas de estas últimas al

método aeromagnético, o bien pueden coincidir parcialmente, aunque difiriendo en su extensión. Un claro ejemplo del primer caso en la región lo constituyen los extensos depósitos glaciarios, que no poseen expresión magnética alguna (bajo los parámetros de adquisición de datos mencionados en la Introducción), permitiendo, por lo tanto, analizar e interpretar directamente su substrato. Un ejemplo del segundo caso lo constituye la mayor extensión areal del dominio litomagnético que interpretamos como correspondiente al basamento, con respecto al basamento aflorante; en este caso también influye el carácter “transparente” de los sedimentos no-magnéticos que cubren al basamento.

Como parte del análisis de los datos magnéticos digitales, y con el objeto de obtener una mayor precisión en la determinación de la subdivisión de la región en dominios, se aplicaron diversas pruebas de procesamiento a los datos “crudos” de intensidad del campo magnético total.

Así es que se generaron mapas intermedios que fueron utilizados como herramientas de interpretación, tales como mapas de intensidad del campo magnético total reducida al polo (para que las anomalías se ubiquen exactamente sobre sus fuentes causativas) y de la primera derivada vertical de la intensidad del campo magnético total reducida al polo (para maximizar las diferencias entre valores vecinos de intensidad del campo magnético y así lograr que sobresalgan los rasgos estructurales de la región).

Para la definición de los dominios a partir de los mapas aeromagnéticos se tomaron en cuenta rasgos tales como la mayor o menor intensidad del campo magnético, el mayor o menor gradiente magnético y la geometría de las anomalías, características que en conjunto fueron contrastadas con la expresión magnética de las unidades litológicas de la región y, en muchos casos, la verificación de las anomalías en el terreno.

Dominios litomagnéticos reconocidos

A continuación se presentan los dominios o unidades litomagnéticas reconocidas en la región de estudio:

1) Basamento precámbrico a paleozoico inferior. Este dominio (1, en Fig. 1) se caracteriza por un conspicuo gradiente magnético bajo, con una intensidad variable del campo magnético.

La superficie que abarca este dominio incluye las pequeñas áreas de afloramiento del basamento de la región (esquistos cuarzo-micáceos, metacuarcitas, filitas, micacitas y gneises de las Formaciones Arroyo Pescado y Cushamen), pero la extensión del mismo es mucho mayor que la extensión areal del basamento aflorante de la región, ya que éste está parcialmente cubierto por sedimentos no magnéticos o magnéticamente “transparentes”.

La expresión magnética variable del basamento se debe al diferente contenido de magnetita de sus componentes litológicos, variabilidad que por lo tanto puede contribuir como una herramienta de mapeo geológico detallado.

El rango de variación de la susceptibilidad magnética de estas rocas es de 20 a 25×10^{-5} S.I. en las metamorfitas de Arroyo Pescado y 25 a 60×10^{-5} S.I. en las metamorfitas del área Cushamen. Poco al norte de la región de estudio, en las metamorfitas del área Río Chico, la susceptibilidad magnética es de 20 a 50×10^{-5} S.I..

Debe tenerse en cuenta que el contraste de susceptibilidades magnéticas entre el basamento y las distintas unidades litológicas con las que está en contacto, es una fuente adicional de variación de la expresión magnética del basamento.

2) Sedimentitas carboníferas-pérmicas. Este dominio (2a, en Fig. 1) se caracteriza por la baja intensidad del campo magnético y el bajo gradiente magnético, que en conjunto reflejan la baja susceptibilidad magnética (30 a 35×10^{-5} S.I.) y el importante espesor de estas

sedimentitas comprendidas en el Grupo Tepuel (areniscas, conglomerados, lutitas, diamictitas).

Es de notar la mayor extensión y una cierta diferencia en la distribución areal de este dominio, con respecto a los afloramientos del Grupo Tepuel.

3) Volcanitas y sedimentitas carboníferas-pérmicas. El área abarcada por este dominio (2b, en Fig. 1) se caracteriza por una intensidad mediana a alta del campo magnético, aunque con un gradiente magnético bajo.

En este dominio se incluye a las volcanitas y piroclastitas mesosilíceas aflorantes en el sector centro-occidental de la región de estudio, correspondientes a la Formación Nahuel Pan.

4) Sedimentitas jurásicas. Este dominio (3a, en Fig. 1) abarca tres áreas separadas entre sí, en todos los casos caracterizadas por una intensidad del campo magnético baja que contrasta con la mayor intensidad en los dominios circundantes.

Los dos sectores ubicados en el noroeste de la región de estudio incluyen a la Formación Piltriquitrón, localmente compuesta por pelitas, areniscas, calizas y conglomerados.

El tercer sector identificado como perteneciente a este dominio litomagnético está ubicado en el área centro-sur de la región y comprende conglomerados, areniscas y limolitas de la Formación Lepá.

La susceptibilidad magnética medida en estas rocas es de 5 a 8×10^{-5} S.I..

5) Volcanitas jurásicas. Este dominio admite una división en dos subdominios en función de sus distintas características magnéticas.

a) Sector norte. Este subdominio (3b, en Fig. 1) está definido por un alto magnético con alto gradiente magnético.

Corresponde a las Formaciones Lago La Plata y Lago Fontana, localmente compuestas por andesitas, tobas andesíticas y areniscas tobáceas.

b) Sector sur. Este subdominio (3c, en Fig. 1) está definido por un bajo magnético y comprende volcanitas de la Formación Lago La Plata.

Si bien estas volcanitas constituyen un conjunto de andesitas, tobas andesíticas, dacitas y riolitas, la baja susceptibilidad magnética de estas rocas (0 a 2×10^{-5} S.I.), reflejada en la baja intensidad del campo magnético en el área cubierta por las mismas, sugiere un predominio volumétrico local de las composiciones más ácidas, donde el contenido de magnetita es menor.

Cabe mencionar que si la susceptibilidad magnética de estas rocas fuera alta, y aún así las mismas definieran un bajo magnético, ésto indicaría un predominio de la magnetización remanente sobre la magnetización inducida en estas rocas; sin embargo, este no es el caso y, por lo tanto, se deduce que la magnetización inducida predomina localmente sobre la magnetización remanente.

6) Plutonitas jurásicas. a) Granitos. Los granitos jurásicos de la región de estudio no tienen una clara expresión magnética en la geofísica regional (p. ej. granitoides de la Formación Leleque), quedando obliterados por otros dominios litomagnéticos, como las volcanitas terciarias (véase más abajo); por lo tanto, no definimos ningún dominio litomagnético que se corresponda con estas rocas. Por el contrario, como se verá más abajo, los granitos cretácicos sí tienen una clara expresión magnética regional.

b) Gabros. Este dominio litomagnético (3d, en Fig. 1) en el que quedan incluidos los gabros y dioritas de las Formaciones Cresta de los Bosques y Tecka está llamativamente

caracterizado, en su mayor parte, por un bajo magnético.

La susceptibilidad magnética de estos gabros, de 40 a 80×10^{-5} S.I., puede considerarse baja para este tipo de rocas. Como es sabido, este parámetro físico está directamente relacionado con el contenido de magnetita, de donde se deduce un bajo contenido de magnetita para estas rocas.

Así es que el valor numérico de la susceptibilidad magnética puede explicar, por lo menos parcialmente, la débil expresión magnética de estos cuerpos, que normalmente tendrían una señal magnética más pronunciada.

La otra causa debe estar necesariamente relacionada con la geometría de estos cuerpos, cuyo volumen debería ser relativamente pequeño. Esta inferencia coincide con recientes observaciones (Marquez, com. pers.) que indican que los gabros constituirían lacolitos de menos de 200 m de espesor, intruídos concordantemente en las sedimentitas liásicas.

Cabe acotar que si los gabros fueran cuerpos de mayor extensión y, sobre todo, con “raíces” profundas, los mismos definirían un conspicuo alto magnético, lo cual no ocurre. Además, la distribución normal (para el hemisferio sur) que tienen las partes positivas y negativas de las anomalías generadas por estos cuerpos tampoco indica un predominio de la magnetización remanente en los mismos, que hubiera sido otro modo de explicar el bajo magnético.

7) Volcanitas cretácicas. a) Volcanitas cretácicas inferiores. Este dominio litomagnético localizado en el noroeste de la región de estudio (4a, en Fig. 1), comprende los mantos de andesitas y brechas andesíticas de la Formación Divisadero.

Desde el punto de vista geofísico, el área abarcada por este dominio se caracteriza por una intensidad del campo magnético mediana a alta y gradiente magnético alto.

Un pliegue antiformal submeridional reconocido en la imagen Landsat del área, se ve reflejado también en el mapa aeromagnético como una angosta (1 km) anomalía positiva con esa misma orientación.

b) Volcanitas cretácicas inferiores a terciarias inferiores. Este dominio litomagnético (4b, en Fig. 1), corresponde a volcanitas mesosilíceas y tobas de amplio desarrollo en el sector sudeste de la región estudiada (Formación Don Juan, cretácica inferior, y Complejo La Cautiva, terciario inferior). La intensidad mediana a alta del campo magnético y el gradiente magnético mediano a alto que caracterizan a este dominio obliteran la débil señal de los asomos de rocas sedimentarias en esta zona.

En la porción sur de este dominio se distingue un conspicuo bajo magnético de geometría anular, de unos 10 km de diámetro (j, en Fig. 1), que interpretamos como una posible zona de alteración instalada en las volcanitas mesosilíceas, que en el resto del dominio tienen una intensidad magnética mucho mayor, posiblemente reducida en este caso por una destrucción de magnetita y la generación de óxidos de hierro no magnéticos

El alto magnético delineado también en la porción sur de esta unidad ($43^{\circ} 48' / 70^{\circ} 25'$; k, en Fig. 1) puede corresponder a un dique o filón capa básico subaflorante, a juzgar por el alto gradiente positivo de la anomalía.

c) Volcanitas cretácicas superiores a terciarias superiores. Este dominio (4c, en Fig.1) está en contacto e inmediatamente al este del anterior, distinguiéndose del mismo por su mayor gradiente magnético. El rasgo más conspicuo que se ha identificado en el sector del mapa aeromagnético correspondiente a este dominio es una estructura circular de 11 km de diámetro ($43^{\circ} 30' / 70^{\circ} 07'$) que interpretamos como un centro efusivo correspondiente a los basaltos y traquitas oligocenas de las Formaciones Mesa Chata y La Vasconia.

Los altos magnéticos de geometría lineal y orientación NE-SO ubicados dentro de este

dominio (k, en Fig. 1) los interpretamos como diques básicos subaflorantes.

8) Sedimentitas cretácicas superiores. Este dominio (5, en Fig. 1) se caracteriza por un conspicuo bajo magnético con un gradiente magnético muy bajo, lo cual es el reflejo del importante espesor de las sedimentitas no magnéticas que lo integran (areniscas, limolitas y arcilitas de las Formaciones Paso del Sapo y Lefipán).

9) Granitoides cretácicos superiores. Se pueden diferenciar, por sus características magnéticas, granitos y leucogabros. Ambos grupos de rocas forman parte de lo que se conoce con la denominación informal de granitoides cordilleranos, y que integran las Formaciones Río Hielo y Aleusco.

a) Granitos. Este dominio (6a, en Fig. 1) abarca un área con mediana a alta intensidad del campo magnético y gradiente magnético mediano a bajo. La susceptibilidad magnética de estas rocas está en el orden de los 25 a 35 $\times 10^{-5}$ S.I., es decir que es relativamente baja, aunque los valores aumentan en la proximidad de los leucogabros.

Característicamente, este dominio forma varias anomalías magnéticas circulares de 7 a 15 km de diámetro. En algunos casos estas anomalías se corresponden con cuerpos aflorantes conocidos, como los granitos Caquel y Aleusco ($43^{\circ} 20' / 71^{\circ} 02'$ y $43^{\circ} 15' / 70^{\circ} 28'$, respectivamente), pero en otros casos ($42^{\circ} 44' / 70^{\circ} 44'$ y $43^{\circ} 00' / 70^{\circ} 38'$) interpretamos estas anomalías como pequeños cuerpos subaflorantes que, por lo tanto, son desconocidos en la literatura geológica.

Interpretamos que el alto magnético sub-anular de 10 km de diámetro y 1,2 km de ancho promedio que se distingue en el granito Aleusco ($43^{\circ} 15' / 70^{\circ} 28'$; k, en Fig. 1) puede corresponder a una aureola de metamorfismo térmico causante de un enriquecimiento local en magnetita.

En forma menos conspicua, una estructura anular también se esboza en el granito Caquel ($43^{\circ} 20' / 71^{\circ} 02'$), pero en este caso posiblemente causada por un fracturamiento anular de unos 10 km de diámetro; dentro de este último perímetro se detectan dos pequeños bajos magnéticos de aproximadamente 1,5 km de diámetro ($43^{\circ} 18' 05'' / 71^{\circ} 01' 40''$ y $43^{\circ} 20' 45'' / 70^{\circ} 59' 54''$; j, en Fig. 1) que interpretamos como pequeñas zonas de alteración.

Las anomalías magnéticas lineares positivas de muy alto gradiente, de orientación NE-SO, ubicadas al oeste y sudoeste del granito Caquel (p. ej $43^{\circ} 21' / 71^{\circ} 11'$ y $43^{\circ} 32' / 71^{\circ} 19'$; k, en fig. 1), de 8 a 18 km de largo por aproximadamente 1 km de ancho, pueden interpretarse como diques básicos post-granito.

b) Leucogabros. El área abarcada por los leucogabros (clasificación de Haller, com. pers) se caracteriza por una intensidad muy alta del campo magnético y gradiente magnético muy alto (6b, en Fig. 1). En algunos sectores de este dominio se ha llegado a medir una susceptibilidad magnética de 3700×10^{-5} S.I. que explica la pronunciada respuesta magnética de estas rocas.

Los leucogabros forman conspicuas anomalías circulares de 5 a 10 km de diámetro que reflejan la forma de estos cuerpos, como por ejemplo las ubicadas en $43^{\circ} 44' / 71^{\circ} 04'$ y $43^{\circ} 51' / 71^{\circ} 39'$, en áreas cubiertas casi totalmente por depósitos glaciarios modernos.

10) Volcanitas terciarias inferiores (paleocenas-eocenas). Este dominio litomagnético (7, en Fig. 1) incluye la amplia variedad de volcanitas y piroclastitas pertenecientes a las Formaciones Ventana, La Cautiva, Huitrera y Cerro Menuco.

Las áreas abarcadas por este dominio se distinguen por su gradiente magnético muy alto, típico de rocas volcánicas magnéticas aflorantes que yacen subhorizontalmente. Para la identificación de esta unidad en el mapa aeromagnético de la región, el criterio del gradiente magnético es, en sí mismo, mucho

más distintivo que la intensidad del campo magnético, que es variable.

Dentro de esta unidad se han identificado numerosas estructuras subcirculares de 3 a 10 km de diámetro, que interpretamos como centros efusivos.

Los valores de susceptibilidad magnética para estas rocas se agrupan en dos rangos: los valores más bajos, de 40 a 70×10^{-5} S.I., corresponden a los términos más silíceos, y los valores mayores, de 100 a 400×10^{-5} S.I., corresponden a los términos más básicos.

11) Faja de alto magnético (en las volcanitas paleocenas-eocenas). Bajo esta denominación abarcamos una faja de orientación NE-SO, de 28 km de largo por 3 a 4 km de ancho, en la que se distingue una muy alta intensidad del campo magnético (7a, en Fig. 1).

Esta faja está constituida por lavas basálticas tholeíticas con olivino (clasificación de Godeas, com. pers), que tienen una susceptibilidad magnética alta, del orden de los 1500×10^{-5} S.I., que contrasta con la susceptibilidad magnética de 40 a 400×10^{-5} S.I. medida en las volcanitas circundantes.

Incluimos estas rocas dentro del dominio de las volcanitas paleocenas-eocenas, si bien el contacto por falla con las mismas hace necesario un estudio mayor de la estratigrafía local.

12) Faja de bajo magnético (en las volcanitas paleocenas-eocenas). Dentro del dominio correspondiente a las volcanitas terciarias inferiores (7, en Fig. 1), en el noroeste de la región de estudio, se destaca un bajo magnético de alto gradiente, que constituye una importante faja de orientación NE-SO, de 40 km de largo por 8 km de ancho (7b, en Fig. 1), que hemos interpretado como un graben.

Regionalmente, las rocas ubicadas dentro de esta faja han sido mapeadas como andesitas (Lizuaín y Folguera, 1995), rocas que normalmente darían lugar a una mayor

intensidad magnética resultante de una susceptibilidad magnética relativamente alta.

Así es que, el bajo magnético que caracteriza a esta faja puede explicarse, o bien porque las rocas en este sector están alteradas (andesitas alteradas), con la destrucción de magnetita que ello podría implicar (y la generación de óxidos de hierro no magnéticos), o bien porque esta faja contiene volcanitas con magnetización remanente predominante.

Si se comprobara esta última alternativa, esto en si mismo indicaría una edad diferenciada para las rocas contenidas dentro de esta faja, con respecto al dominio litomagnético correspondiente a las volcanitas paleocenas-eocenas.

13) Volcanitas terciarias inferiores (paleocenas-eocenas) sobre sedimentos carboníferos-pérmicos. Este dominio (7c, en Fig. 1) es una variante de aquél descrito más arriba (7, en Fig. 1), del que se diferencia por su menor contenido de altas frecuencias (o menor gradiente magnético).

14) Granitoides oligocenos. Este dominio litomagnético (8, en Fig. 1) queda circunscripto a una anomalía circular de 8 km de diámetro, de gran intensidad y muy alto gradiente magnético.

El área ocupada por esta anomalía coincide con lo que regionalmente ha sido mapeado como el Complejo Igneo Tapera de Burgos (Silva Nieto, 1998), de edad oligocena, integrado por dioritas, monzodioritas, tonalitas y granodioritas.

15) Sedimentitas terciarias (oligocenas-miocenas) sobre el basamento. El área abarcada por este dominio litomagnético (9, en Fig. 1) está cubierta principalmente por sedimentitas oligocenas-miocenas pertenecientes a las Formaciones Ñorquinco y Collón Cura.

Sin embargo, las señales magnéticas de este dominio y del basamento aledaño son muy similares (gradiente magnético bajo e intensidad variable del campo magnético, desde baja hasta mediana-alta), por lo que interpretamos que las sedimentitas no llegan a obliterar la señal magnética del basamento, sobre el cual se deben apoyar directamente.

Consideramos, además, que los sectores de este dominio en los que se registran menores intensidades del campo magnético se ubican donde la cobertura sedimentaria es de mayor espesor (p. ej., en la proximidad de $42^{\circ} 42' / 70^{\circ} 36'$ y de $42^{\circ} 55' / 70^{\circ} 41'$).

16) Basaltos miocenos sobre volcanitas paleocenas-eocenas. En el sector oriental de la región de estudio este dominio (10, en Fig. 1) abarca las zonas con máximo gradiente magnético, el cual permite diferenciarlo del dominio litomagnético correspondiente a las volcanitas paleocenas-eocenas (7, en Fig. 1).

17) Basaltos cuaternarios. El área abarcada por este dominio (11, en Fig. 1) se caracteriza por un alto gradiente e intensidad del campo magnético; dentro del mismo se distingue un rasgo circular de 2.5 km de diámetro que hemos interpretado como un centro efusivo.

Observaciones estructurales

La región de estudio registra tres eventos de deformación principales: un evento compresivo a fines del Neopaleozoico, un período extensional durante el Mesozoico y un evento de deformación compresiva ocurrido durante el Terciario, relacionado con el levantamiento de la cordillera de los Andes.

El levantamiento aeromagnético ha permitido identificar un número de estructuras mayores que corresponden principalmente al evento compresivo terciario, sin que las mismas constituyan la totalidad del esquema estructural regional (Fig. 1).

En líneas generales, las estructuras identificadas guardan relación con aquéllas que están trazadas en los mapas geológicos regionales del área, p. ej. mapa geológico de la provincia de Chubut, escala 1:750.000 (Lizuaín y Folguera, 1995) y las hojas geológicas en escala 1:250.000, del Servicio Geológico-Minero Argentino, Esquel (Lizuaín, 1999), Trevelín (Haller, 1999), Gastre (Ardolino, 1999) y Paso de Indios (Silva Nieto, 1998).

Sin embargo, hay una diferencia saliente con respecto a la información previa aportada por los mapas geológicos, que reside en la mayor continuidad espacial de las estructuras debido al carácter “transparente” principalmente de la cobertura cuaternaria no magnética. Encontramos también algunas diferencias relacionadas con aspectos claramente interpretativos, como la ubicación precisa de estructuras, la adición de estructuras no identificadas por los métodos convencionales y, en algunos casos, la interpretación distinta de la vergencia del fallamiento.

Con respecto a la vergencia de los corrimientos principales, ésta ha sido interpretada en función de la relación de edad entre los dominios litomagnéticos (no las unidades litológicas) que los corrimientos ponen en contacto.

Los dos ejemplos más notorios de corrimientos interpretados son:

1) El corrimiento de rumbo norte-sur y vergencia oeste (en la proximidad de la longitud $71^{\circ} 10'$, al este del cordón de Leleque) que pone en contacto, por un lado, a los dominios litomagnéticos 1 y 9 (Fig. 1), correspondientes al basamento y a las sedimentitas oligocenas-miocenas sobre el basamento, respectivamente, con, por otro lado, los dominios litomagnéticos 3a, 3b y 7 (Fig. 1), correspondientes a las sedimentitas y volcanitas jurásicas y volcanitas paleocenas-eocenas, respectivamente.

2) El corrimiento de rumbo norte-sur y vergencia oeste (en la proximidad de la longitud $70^{\circ} 45'$: borde oeste de la sierra de

Tecka) que pone en contacto, fundamentalmente, a los dominios litomagnéticos 9 y 7 (Fig. 1), correspondientes a las sedimentitas oligocenas-miocenas sobre el basamento y a las volcanitas terciarias inferiores, respectivamente.

En ambos casos estas estructuras están ubicadas en la zona andina de la región de estudio, por lo que, analizadas en el contexto del avance del frente orogénico andino hacia el antepaís, las mismas pueden ser consideradas como retrocorrimientos regionales originados por la inversión tectónica terciaria de fallas extensionales mesozoicas; este mismo fenómeno ha sido mencionado previamente (Giacosa y Marquez, 1999), en particular, para el levantamiento de la sierra de Tecka.

En la zona extraandina hay una ausencia de lineamientos regionales de dirección norte-sur, hallándose en cambio estructuras de orientación NE-SO y NO-SE, siendo esta última la dirección más prominente. En el sector sudoriental de esta zona se destaca el alineamiento NO-SE de stocks plutónicos y centros efusivos, de edades cretácicas superiores hasta oligocenas.

La prominencia de la dirección estructural NO-SE en la zona extraandina permite relacionarla con el denominado sistema de Gastre (Coira *et al.*, 1975) desarrollado en el Macizo Nordpatagónico.

Conclusiones

El estudio de interpretación del levantamiento aeromagnético de la región noroccidental de la provincia de Chubut ha permitido generar un mapa de geología sólida cuyos dominios litomagnéticos se extienden por debajo de los sedimentos cuaternarios y/u otras unidades no magnéticas, contribuyendo así a la identificación de las unidades litológicas en el subsuelo de la región.

Los dominios litomagnéticos reconocidos comprenden áreas con “firma” magnética

homogénea, para los que se ha establecido una correspondencia con la geología aflorante. Se identificaron los siguientes dominios litomagnéticos: 1: Basamento precámbrico a paleozoico inferior, 2: Sedimentitas carboníferas-pérmicas, 3: Volcanitas y sedimentitas carboníferas-pérmicas, 4: Sedimentitas jurásicas, 5: Volcanitas jurásicas (y subdominios), 6: Plutonitas jurásicas (gabros), 7: Volcanitas cretácicas (y subdominios), 8: Sedimentitas cretácicas superiores, 9: Granitoides cretácicos superiores (y subdominios), 10: Volcanitas paleocenas-eocenas (y fajas de alto y bajo magnético), 11: Volcanitas paleocenas-eocenas sobre sedimentos carboníferos-pérmicos, 12: Granitoides oligocenos, 13: Sedimentitas oligocenas-miocenas sobre el basamento, 14: Basaltos miocenos sobre volcanitas paleocenas-eocenas y 15: Basaltos cuaternarios.

Del análisis de las características magnéticas de estos dominios se han obtenido numerosas precisiones, tales como: la ubicación y geometría de centros efusivos en volcanitas cretácicas y terciarias aflorantes, la ubicación y geometría de diques básicos terciarios subaflorantes y de stocks cretácicos cubiertos por depósitos glaciares modernos, la distinción de espesores mayores y menores en las sedimentitas de distintas edades, el delineado de una aureola de metamorfismo térmico en un granitoide cretácico, la determinación de la geometría de granitoides cretácicos y terciarios, la delimitación de una zona de volcanitas terciarias con posible magnetización remanente dominante; asimismo, se ha podido inferir que el volúmen de los gabros jurásicos es muy reducido.

El levantamiento aeromagnético también ha permitido identificar algunas estructuras mayores correspondientes principalmente al evento compresivo terciario.

En el sector andino, el ejemplo principal es un retrocorrimiento regional de orientación norte-sur y vergencia oeste que habría levantado la sierra de Tecka, estructura posiblemente originada por la inversión tectónica terciaria de una falla extensional mesozoica.

En el sector extraandino, el levantamiento aeromagnético ha permitido identificar estructuras de orientación NE-SO y NO-SE. La dirección NO-SE es la de mayor desarrollo; se ha identificado un alineamiento de stocks plutónicos y centros efusivos (algunos de ellos subaflorantes y, por lo tanto, no mapeados regionalmente) que siguen esta orientación. Asignamos la estructuración NO-SE al denominado sistema de Gastre, desarrollado en el Macizo Nordpatagónico.

Algunos bajos magnéticos de la region de estudio han sido interpretados como probables zonas de alteración, lo cual hace necesaria su verificación sobre el terreno por su posible prospectividad minera.

Trabajos citados en el texto

Ardolino, A., 1999. Hoja Geológica 4369 I Gastre, escala 1:250.000, Servicio Geológico-Minero Argentino. (Inédita).

Coira, B., F. Nullo, C. Proserpio y V. Ramos, 1975. Tectónica de basamento de la región occidental del Macizo Nordpatagónico (Prov. de Río Negro y Chubut), República Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 30 (3): 361-383.

Chernicoff, C.J. y M. Claire Zapata, 1998. Estudio preliminar de interpretación geológica del levantamiento aeromagnético del área Las Petas, República de Bolivia. Servicio Geológico-Minero Argentino, Anales, 31: 81-85, , Buenos Aires.

Haller, M., 1999. Hoja Geológica 4372 IV Trevelin, escala 1:250.000, Servicio Geológico-Minero Argentino. (Inédita).

Hungerford, N., J.P. Sims y P.G. Stuart-Smith, 1996. Interpretación geofísica (magnética) de las Sierras de San Luis y Comechingones, Mapeo Geocientífico de las Sierras Pampeanas, Proyecto Cooperativo Argentino-

Australiano. Servicio Geológico-Minero Argentino. Serie Contribuciones Técnicas (Geofísica), 2, Buenos Aires.

Lizuaín, A., 1999. Hoja Geológica 4372 II Esquel, escala 1:250.000, Servicio Geológico-Minero Argentino. (Inédita).

Segemar, 1999. Levantamiento geofísico aéreo (magnetometría y espectrometría de rayos gamma) Área Esquel-Trevelín. Datos digitales. Servicio Geológico-Minero Argentino.

Segemar, 2000a. Mapa Aeromagnético de la Hoja 4372 II Esquel, escala 1:250.000, Servicio Geológico-Minero Argentino.

Segemar, 2000b. Mapa Aeromagnético de la Hoja 4372 IV Trevelin, escala 1:250.000, Servicio Geológico-Minero Argentino.

Segemar, 2000c. Mapa Aeromagnético de la Hoja 4369 I Gastre, escala 1:250.000, Servicio Geológico-Minero Argentino.

Segemar, 2000d. Mapa Aeromagnético de la Hoja 4369 III Paso de Indios, escala 1:250.000, Servicio Geológico-Minero Argentino.

Silva Nieto, D., 1998. Hoja Geológica 4369 III Paso de Indios, escala 1:250.000, Servicio Geológico-Minero Argentino.

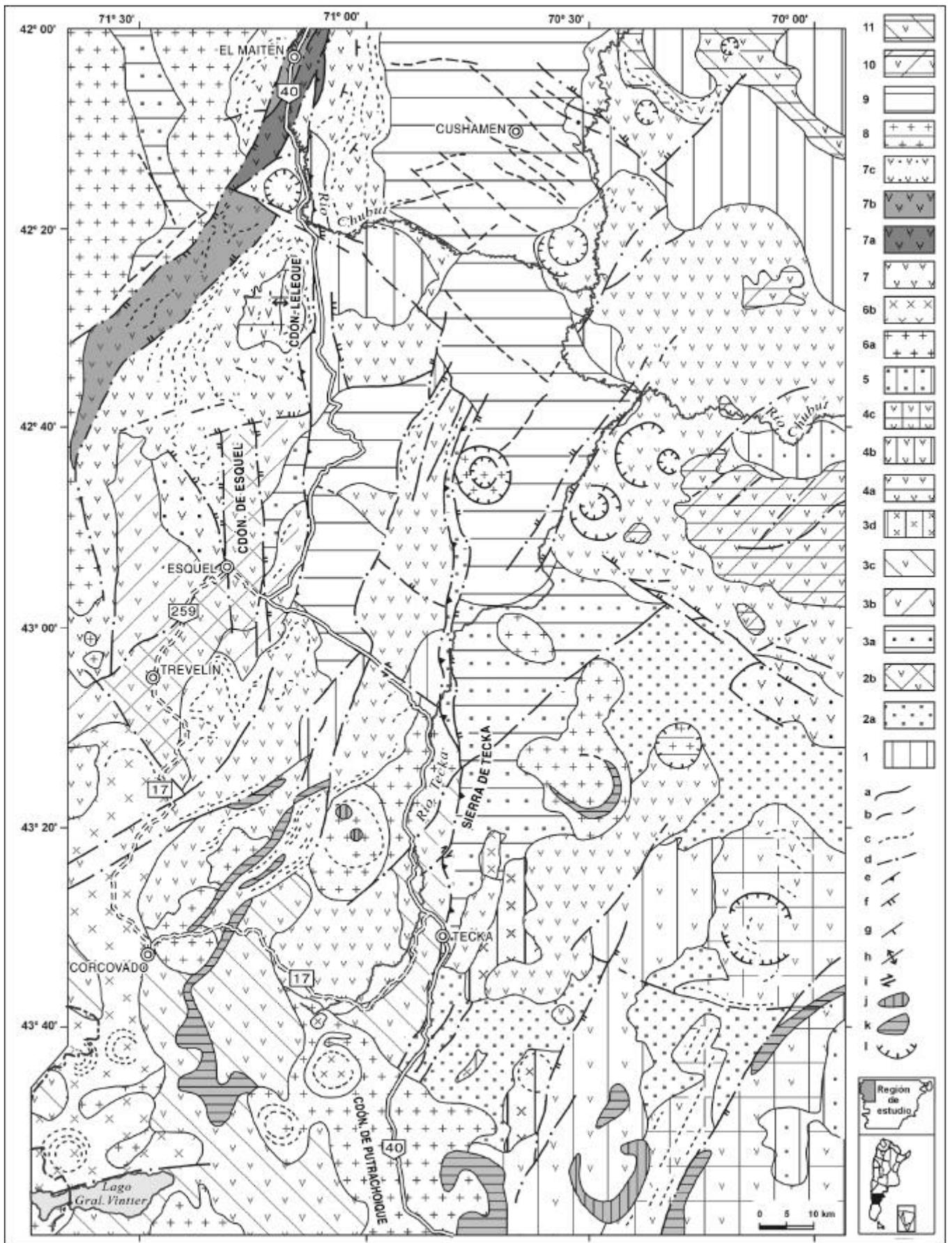


Fig. 1. Mapa de interpretación geofísico-geológica del levantamiento aeromagnético del noroeste de Chubut.

Referencias:

- 1: basamento precámbrico a paleozoico inferior,
- 2a: sedimentitas carboníferas-pérmicas,
- 2b: volcanitas-sedimentitas carboníferas-pérmicas,
- 3a: sedimentitas jurásicas, 3b: volcanitas jurásicas (norte),
- 3c: sedimentitas jurásicas (sur), 3d: gabros jurásicos,
- 4a: volcanitas cretácicas inferiores,
- 4b: volcanitas cretácicas inferiores a terciarias inferiores,
- 4c: volcanitas cretácicas superiores a terciarias superiores,
- 5: sedimentitas cretácicas superiores,
- 6a: granitos cretácicos superiores,
- 6b: leucogabros cretácicos superiores,
- 7: volcanitas paleocenas-eocenas,
- 7a: faja de alto magnético (en volcanitas paleocenas-eocenas) ,
- 7b: faja de bajo magnético (en volcanitas paleocenas-eocenas),
- 7c: volcanitas paleocenas-eocenas sobre sedimentos carboníferos-pérmicos,
- 8: granitoides oligocenos,
- 9: sedimentitas oligocenas-miocenas sobre el basamento,
- 10: basaltos miocenos sobre volcanitas paleocenas-eocenas,
- 11: basaltos cuaternarios,

- a: contacto entre dominios litomagnéticos,
- b: lineamientos magnéticos indiferenciados,
- c: trenes magnéticos, d: fallas/fracturas,
- e: falla inversa,
- f: falla directa,
- g: rumbo
- e inclinación de estrato,
- h: antiforma,
- i: sentido de movimiento de falla transcurrente,
- j: bajo magnético,
- k: alto magnético y
- l: centro efusivo/stock subvolcánico.

“Optimización del uso de la deconvolución de Euler para la estimación de las profundidades de las fuentes de anomalías magnéticas”

M. E. Lascano, E. Castro y C.J. Chernicoff

Resumen

Se presenta el trabajo realizado para optimizar el método de deconvolución de Euler (D.E.) que tiene por objeto la estimación de las profundidades de las fuentes causativas de anomalías magnéticas. Para ello, se realizó el proceso de la deconvolución en tres dimensiones utilizando dos grillas de datos magnéticos de tamaños distintos: celdas unitarias de 12 m y 50 m. Para estas dos grillas magnéticas, la D.E. se efectuó para los índices estructurales 0,5, 1, 2, y 3, idealmente representativos de contactos, fallas, diques y "plugs", respectivamente.

Las soluciones obtenidas en cada caso se compararon con los lineamientos estructurales interpretados, de manera independiente, a partir del mapa aeromagnético del área de estudio.

En general se obtuvo una buena correlación entre los datos obtenidos mediante la D.E. y los lineamientos magnéticos. La D.E. ha permitido estimar las profundidades de las fuentes magnéticas. Además, agrega tridimensionalidad a los lineamientos magnéticos donde las soluciones de Euler, de profundidades conocidas, se alinean a lo largo de los mismos.

Por otro lado se verificó la importancia del tamaño de las celdas al realizar el grillado, ya que al tener más puntos interpolados (celdas de menor tamaño) las soluciones dejan de tener correlación con los lineamientos estructurales, creando también soluciones espúreas que pueden llevar a una interpretación errónea.

Introducción

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 para 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 Área 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.

Método

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 nuestro caso vamos a implementar este método en tres dimensiones, de manera que vamos a trabajar con los datos grillados.

Este método se basa en que las funciones que representan algunas anomalías magnéticas tienen la propiedad de ser funciones homogéneas de grado n . Se demostró (1) que la ecuación de Euler que cumplen las funciones homogéneas se puede escribir de esta forma:

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

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.

Se tiene cuatro incógnitas x_0, y_0, z_0 y B (si es que no se la tiene). Se conoce T (de la medición), y sus derivadas parciales se las calcula aplicando la transformación de Fourier.

La ecuación (I) se resuelve mediante cuadrados mínimos dentro de una subgrilla o ventana de los datos grillados. Con esta ventana se recorre toda la grilla, y mientras la ventana sea más grande que 2 celdas x 2 celdas tenemos más ecuaciones que incógnitas y podemos resolver el sistema por cuadrados mínimos y obtener x_0, y_0, z_0 y B y sus desviaciones standard. Con la ventana se va recorriendo toda la grilla y así obtenemos un número de soluciones casi igual al número de puntos de la grilla.

En nuestro caso el sistema de ecuaciones obtenido se resuelve mediante el módulo "Euler Deconvolution" del programa "Intrepid", el cual, además de las soluciones da un parámetro llamado confiabilidad (Reliability), el cual indica el error de la solución. Este parámetro permite desechar soluciones con grandes errores y por lo tanto no 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, se mostró empíricamente (1) que para un dique magnético fino de extensión infinita corresponde un IE=1, independientemente de su inclinación con respecto al campo magnético terrestre, y que para un contacto magnético IE es menor que 0,5, más precisamente demostró que para un contacto IE=0; mostró también 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

Se trabajó con los datos digitales correspondientes a un área con un levantamiento aeromagnético de detalle: espaciamiento entre las líneas de vuelo de 200m, altura de vuelo de 70m y se realizaron dos grillas distintas, una con un tamaño de celda de 12 m x 12 m y otra de 50 m x 50 m. Se realizó la deconvolución de Euler para IE=0.5, 1, 2, 3 utilizando una ventana de deconvolución de 10 celdas x 10 celdas. Se graficaron las soluciones obtenidas para todos los índices utilizando diferentes tamaños (y colores) para diferentes profundidades. Para cada índice se graficaron las soluciones con distintos criterios de tolerancia. Dado el tamaño de la celda de la grilla y de la ventana con que se realizó la deconvolución, el rango de profundidades obtenidas es 0m-200m para la grilla de 12 m, mientras que se alcanzaron profundidades de 500 m utilizando la grilla de 50 m.

Gráficos y Resultados

La figura 1 muestra el mapa aeromagnético de la zona estudiada.

Las figs. 2, 3, 4 y 5 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 la grilla de 12 m x 12 m, para los índices estructurales 0,5, 1, 2 y 3, respectivamente. Las tolerancias utilizadas en cada caso fueron: 50%, 30%, 30% y 20% respectivamente.

Las figs. 6, 7, 8 y 9 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 la grilla de 50 m x 50 m, para los índices estructurales 0,5, 1, 2 y 3, respectivamente.

Las tolerancias utilizadas en cada caso fueron: 30%, 30%, 20% y 20% respectivamente

Por el tipo de soluciones obtenidas, para los índices menores se utiliza una mayor tolerancia, porque las soluciones suelen ser más dispersas ya que representan fallas y diques; mientras que para los índices mayores, por representar plugs o esferas, las soluciones están más concentradas en torno de un punto con lo cual la tolerancia aceptada es menor.

Se puede observar que para distintos índices mayormente las soluciones se concentran 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 de cuán buena es la 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. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 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, 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 200 m.

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 para la grilla de 12 m, mientras que directamente no se obtienen soluciones para dichos índices para la grilla de 50 m. 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 entre 100 y 200 m.

3] Este no es un alineamiento tan claro como 1] y 2], pero hay una tendencia que puede verse para todos los índices estructurales, utilizando la grilla de 12 m, aunque la concentración es 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. Si observamos la deconvolución utilizando la grilla de 50 m notamos que no se obtienen soluciones en esta región.

4] La concentración de soluciones a lo largo del lineamiento es buena para todos los índices, utilizando la grilla de 12 m, siendo IE = 1 el índice que mejor define el lineamiento, con una profundidad hasta 100m. Para la grilla de 50 m para los índices 2 y 3 no se obtienen soluciones y al igual que para la otra grilla el índice que mejor define la zona es el IE = 1 con una profundidad entre 100 y 200 m 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. para ambas grillas.

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 la una profundidad entre 50m y 150m. Para la grilla de 12 metros, mientras que para la de 50 m esas profundidades alcanzarían los 300m. 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 para la grilla de 12 m y una profundidad entre 100m y 200m para la grilla de 50 m.

9] Se observa aquí una concentración de soluciones para todos los índices estructurales utilizados, utilizando la grilla de 12 m, 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. Si utilizamos la grilla de 50 m los índices más altos no dan soluciones y la mejor concentración se da para $IE = 1$ con una profundidad de hasta 200 m y que sigue uno de los lineamientos de 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.

Por otro lado se ve la importancia del tamaño de la celda de grillado al hacer la interpretación de los datos. Una grilla en la cual se toma más de 1/4 del espaciamiento

entre líneas de vuelo para interpolar produce una mayor cantidad de puntos interpolados, lo que se refleja en la obtención de soluciones erróneas que no se condicen con la realidad; por ejemplo [3](#).

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. and Somerton, I. W, 1990. Magnetic interpretation in three dimensions using Euler deconvolution, *Geophysics*, Vol. 55,1p. 80-91.

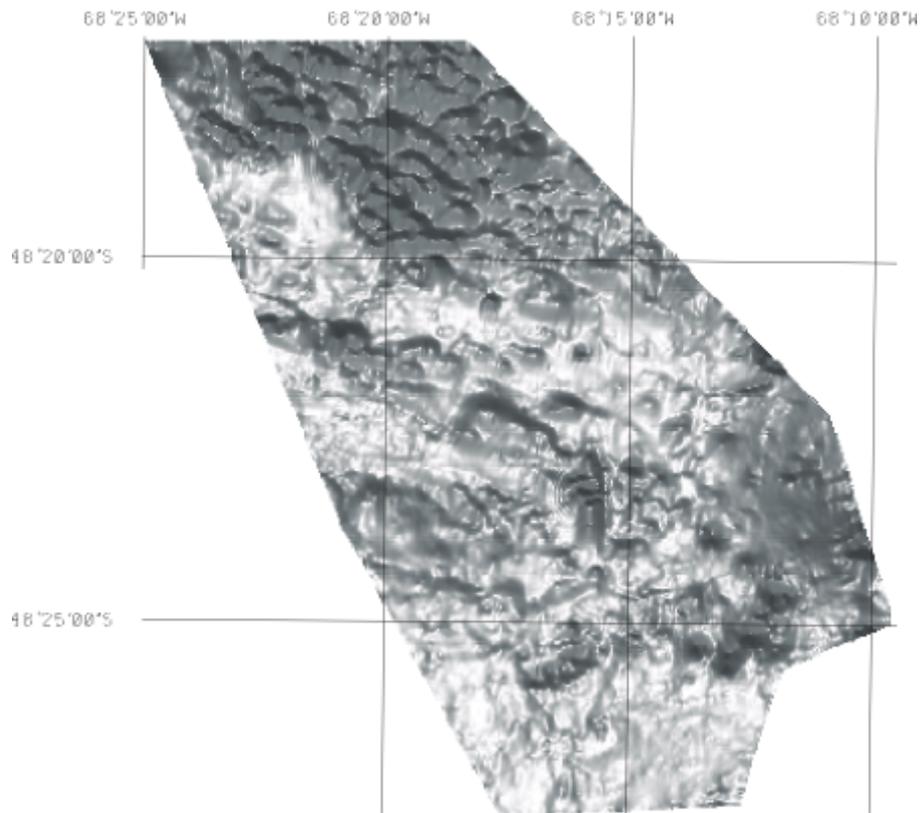


Fig.1: Mapa aeromagnético reducido al polo

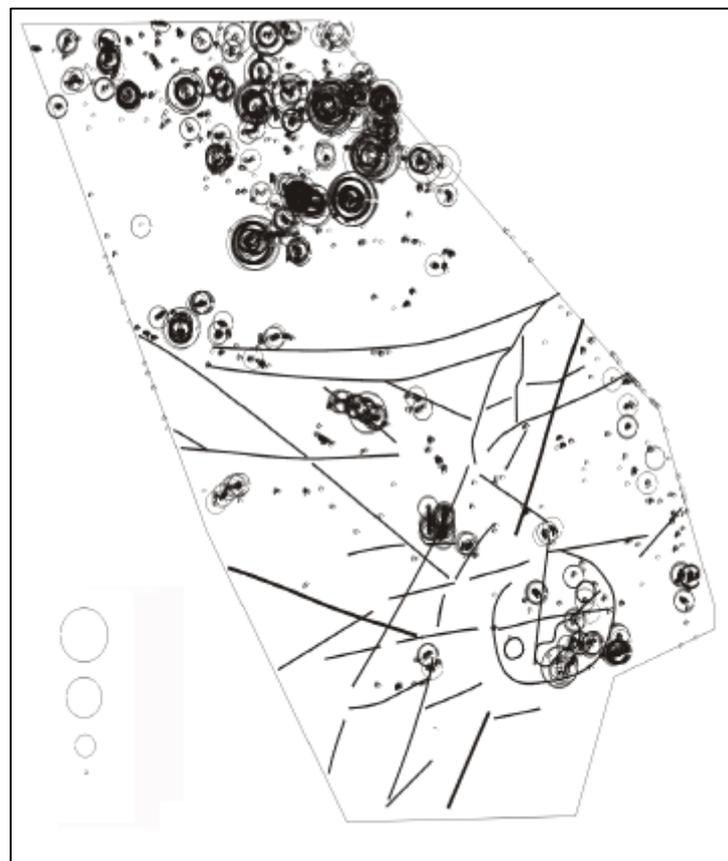


Fig.2. Soluciones obtenidas a partir de la deconvolución de Euler para $IE=0,5$, superpuestas con lineamientos interpretados del mapa aeromagnético para la grilla de 12m

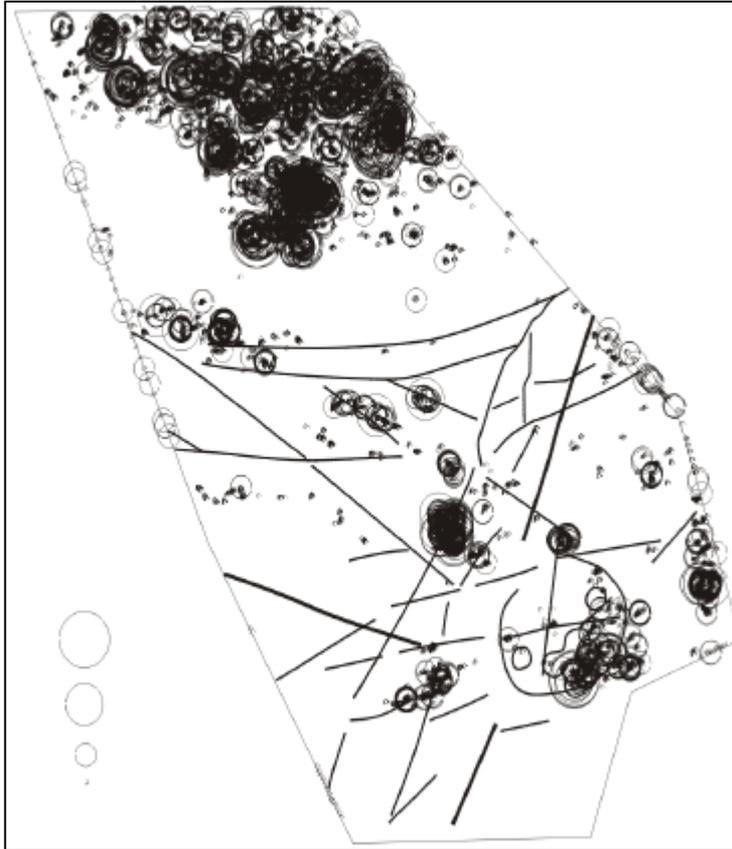


Fig.3. Soluciones obtenidas a partir de la deconvolución de Euler para $IE=1$, superpuestas con lineamientos interpretados del mapa aeromagnético para la grilla de 12 m

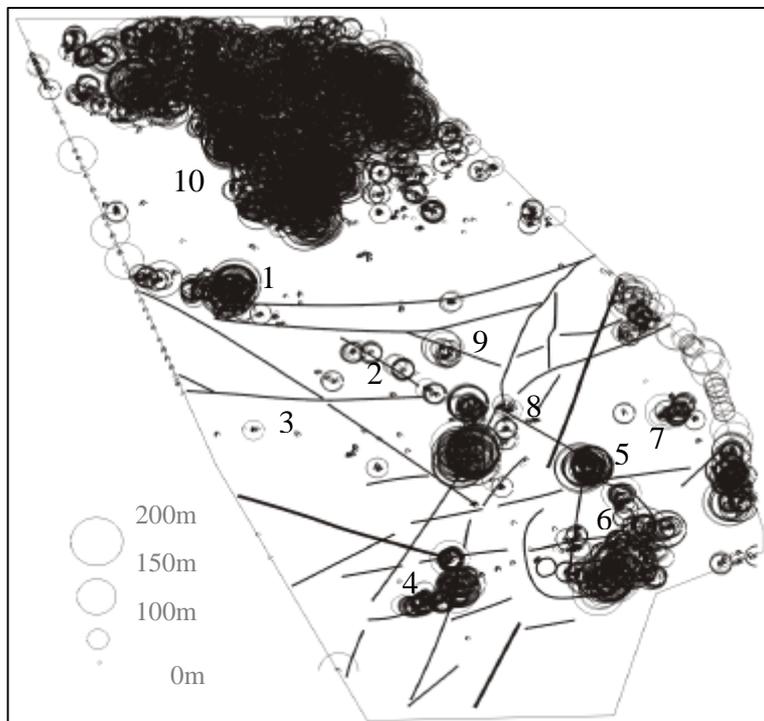


Fig.4. Soluciones obtenidas a partir de la deconvolución de Euler para $IE=2$, superpuestas con lineamientos interpretados del mapa aeromagnético para la grilla de 12 m

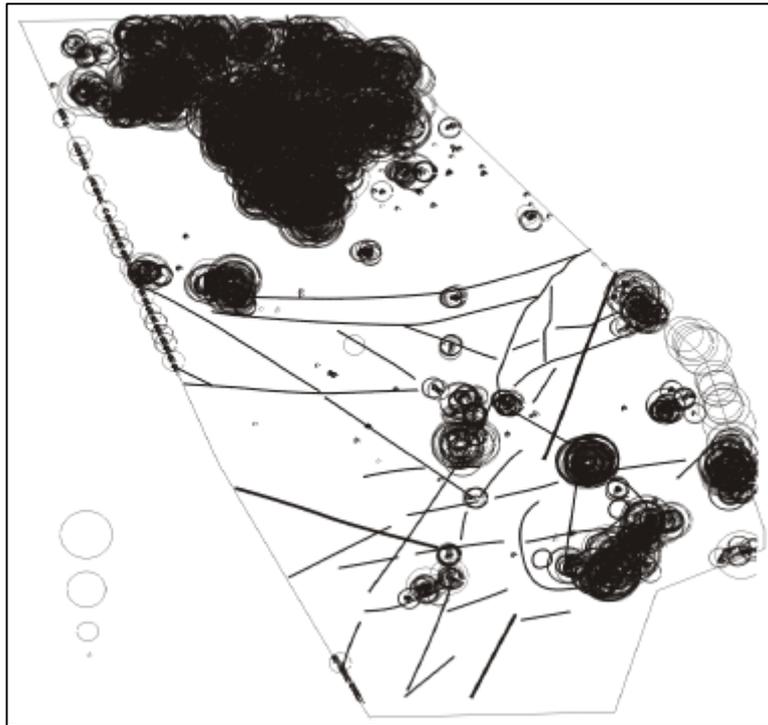


Fig.5. Soluciones obtenidas a partir de la deconvolución de Euler para $IE=3$, superpuestas con lineamientos interpretados del mapa aeromagnético para la grilla de 12 m

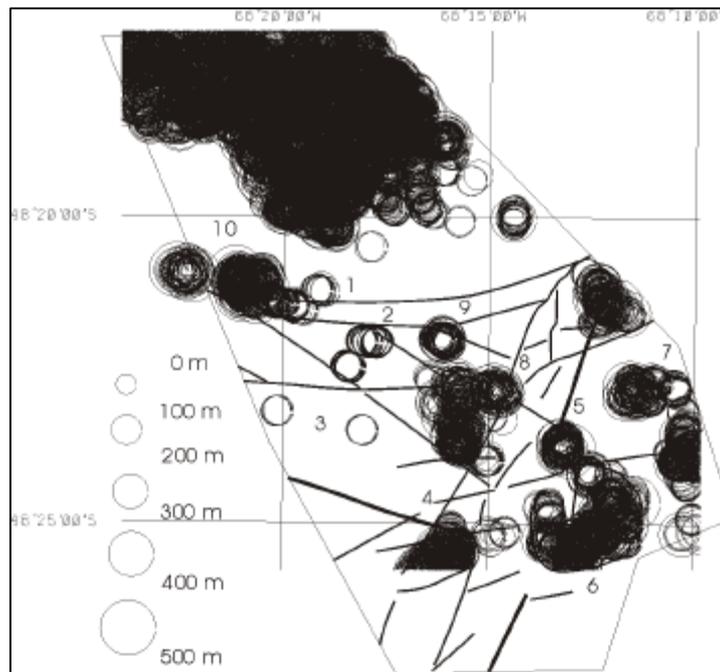


Fig.6. Soluciones obtenidas a partir de la deconvolución de Euler para $IE=0,5$, superpuestas con lineamientos interpretados del mapa aeromagnético para la grilla de 50 m.

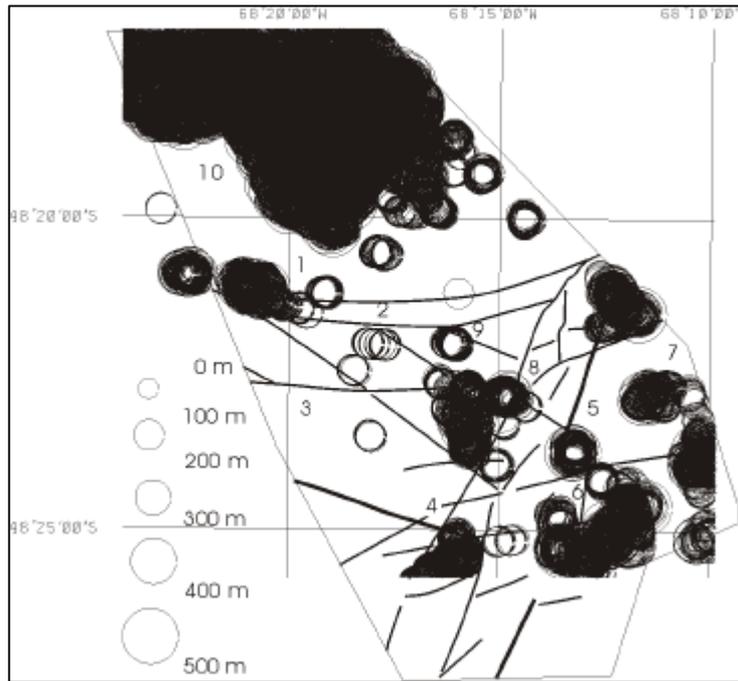


Fig.7. Soluciones obtenidas a partir de la deconvolución de Euler para $IE=1$, superpuestas con lineamientos interpretados del mapa aeromagnético para la grilla de 50 m.

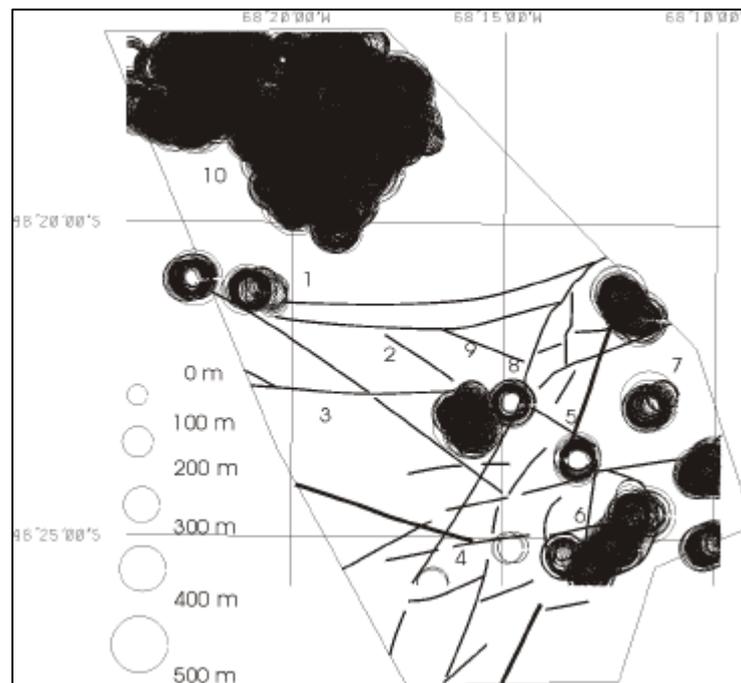


Fig.8. Soluciones obtenidas a partir de la deconvolución de Euler para $IE=2$, superpuestas con lineamientos interpretados del mapa aeromagnético para la grilla de 50 m.

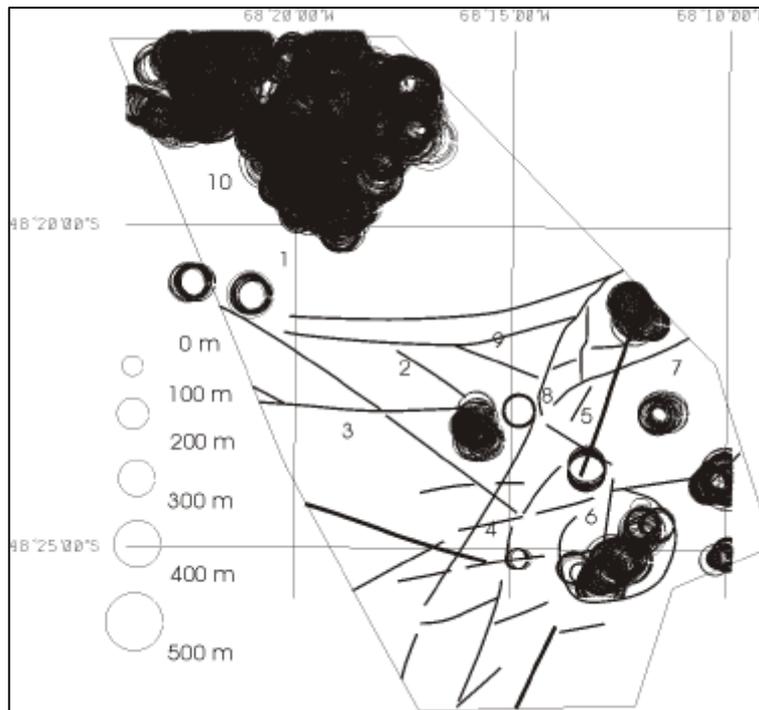


Fig.9. Soluciones obtenidas a partir de la deconvolución de Euler para $IE=3$, superpuestas con lineamientos interpretados del mapa aeromagnético para la grilla de 50 m.