

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER**Anomalías Magnéticas Asociadas a Cuerpos
Volcánicos en las Zonas Externas de la Cordillera
Bética**

Cecilia Morales Ocaña

Julio 2015

Resumen. Este trabajo tiene como principal objetivo el estudio de las anomalías magnéticas producidas por los cuerpos volcánicos básicos de edad jurásica emplazados en la Zona Subbética (sector central de las Zonas Externas de la Cordillera Bética). Las anomalías forman dipolos que están alineados en dirección N70°E. Además, dichas anomalías se superponen a una banda de anomalías magnéticas intensas con dirección N120°E, provocadas por cuerpos básicos metamorfizados, esencialmente anfibolitas, cuya influencia alcanza el Subbético medio.

Se han determinado las anomalías magnéticas de la intensidad del campo total mediante datos obtenidos en campo a lo largo de siete perfiles con dirección cercana a N-S localizados en el Subbético y se han recopilado datos aeromagnéticos a partir del Mapa de Anomalías Aeromagnéticas de Península Ibérica (Socías y Mezcúa, 2002). La modelización conjunta de datos de anomalía magnética de campo y aeromagnéticos, integrados junto con medidas de susceptibilidad magnética y datos geológicos de superficie, permiten modelizar los cuerpos estudiados para poder conocer su extensión y profundidad, así como cuantificar la influencia que las anomalías producidas por el basamento varisco ejercen sobre las anomalías del Subbético.

El resultado de la modelización de los cuerpos volcánicos del Subbético muestra geometrías lenticulares y una disposición discontinua a lo largo la alineación de dirección N70°E, que se ha preservado a pesar de las deformaciones tectónicas posteriores. El emplazamiento de estas rocas se ha podido producir en las etapas iniciales de fracturación de la corteza continental durante la apertura del Tethys.

Palabras clave: Anomalía magnética, susceptibilidad magnética, rocas básicas, Subbético, Zona de Ossa Morena, modelización.

INTRODUCCIÓN

La magnetometría permite la identificación y caracterización de cuerpos de rocas básicas (Telford et al., 1990; Ekinci y Yiğitbaş, 2012; Bronner et al., 2014; Gonzalez-Castillo et. al., 2014; Nigm et al., 2014). El mapa de anomalía aeromagnética de la Península Ibérica (Socías y Mezcúa, 2002) presenta, en la parte suroccidental, una alineación de anomalías magnéticas de gran intensidad de dirección NO-SE. Estas anomalías se relacionan con la existencia de rocas ígneas básicas afectadas por el metamorfismo, esencialmente anfibolitas, emplazadas durante la orogenia Varisca (Gómez-Pugnaire et al., 2003). En la zona suroriental del mapa, se localizan varios dipolos de menor intensidad alineados en dirección NE-SO asociados a cuerpos volcánicos básicos extrusivos emplazados durante el Jurásico en la Zona Subbética, que pertenece a las Zonas Externas de la Cordillera Bética (García-Hernández et al., 1987).

La caracterización de los cuerpos de rocas básicas volcánicas jurásicas del Subbético mediante el análisis de las anomalías magnéticas asociadas, constituye el principal objetivo de este trabajo. Además, se analiza la influencia de las rocas básicas emplazadas en el basamento varisco sobre dichas anomalías. La integración de datos aeromagnéticos y datos magnéticos de campo permite desarrollar este estudio de forma más precisa y discutir tanto la distribución como la profundidad de los cuerpos.

METODOLOGÍA

Para alcanzar el objetivo propuesto, se han combinado estudios de magnetometría con métodos geológicos. Se han realizado siete perfiles (Fig. 1) a lo largo de los cuales se ha medido la intensidad de campo magnético total con un magnetómetro de precesión de protones Overhauser GSM-9. También se han realizado medidas de susceptibilidad magnética en los afloramientos de rocas básicas con un susceptómetro KT-9 Kappameter.

La integración de datos de anomalía magnética de campo y anomalía aeromagnética, junto a los datos de susceptibilidad magnética y la información geológica disponible (afloramientos de las rocas de interés en la zona) ha permitido elaborar modelos magnéticos 2D, para cada uno de los perfiles estudiados, con el programa **Gravmag V.1.7**. (Pedley et al., 1993). Para obtener modelos que se ajusten a la realidad con mayor rigurosidad, se han modelizado de forma simultánea las anomalías magnéticas de campo junto con anomalías aeromagnéticas, establecidas en el Mapa de Anomalías Aeromagnéticas de la Península Ibérica (Socías y Mezcúa, 2002).

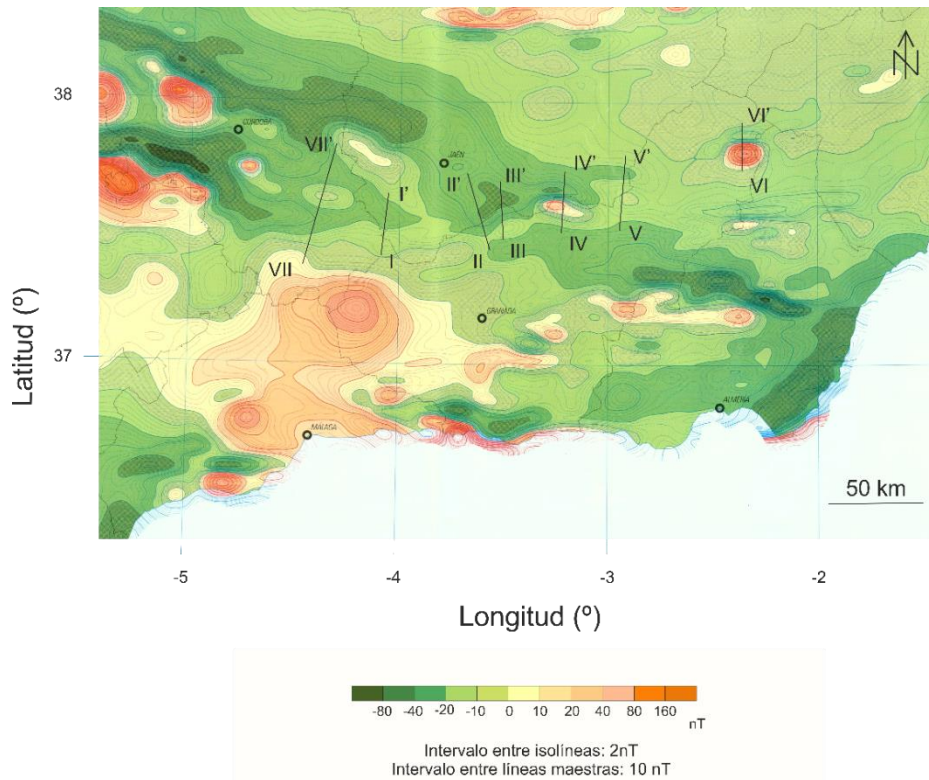


Fig. 1: Mapa de anomalías aeromagnéticas en la zona de estudio (Modificado de Socías y Mezcúa, 2002). Se indica la posición de los perfiles estudiados: Alcaudete (I-I'), Montillana (II-II'), Huelma (III-III'), Guadahortuna (IV-IV'), Pozo Alcón (V-V'), Puebla de Don Fabrique (VI-VI') y Lucena (VII-VII').

RESULTADOS

La modelización permite integrar datos geológicos y magnéticos y establecer la estructura y geometría de los principales cuerpos de rocas volcánicas básicas jurásicas del Subbético, tanto de los que afloran en superficie como los que se sitúan en profundidad. Para ello, se ha tenido en cuenta el lugar de afloramiento de las rocas, los valores de susceptibilidad magnética medidos en campo y teóricos (Telford et al., 1990), así como la comparación entre las curvas de anomalía aeromagnética y la magnética de campo.

En los perfiles de Montillana, Huelma y Guadahortuna, las rocas afloran en superficie. Las diferencias entre las curvas de anomalías magnéticas y de campo varían en torno a 30 nT en los dos primeros. En Guadahortuna la diferencia llega hasta los 200 nT. Las tendencias de las curvas de anomalías magnéticas en los perfiles de Pozo Alcón y Lucena (Fig. 2) son muy similares. Esto se debe a que la profundidad a la que se encuentran los cuerpos es mayor. Por último, en el caso de Puebla de Don Fabrique, las diferencias son muy notables, y alcanzan de valores de hasta 400 nT. El hecho de que no afloren en esta localidad rocas básicas, pero que se observe esa notable diferencia en intensidades indica que el cuerpo modelizado responsable de la anomalía debe de estar muy somero. En general, los cuerpos de rocas ígneas tienen geometrías lenticulares y están emplazados en la parte superior de la corteza (ninguno se encuentra actualmente a más de dos kilómetros de profundidad). Las diferencias entre valores de anomalía

magnética observada y calculada se deben a la influencia de los cuerpos de rocas básicas del basamento varisco bajo los cuerpos volcánicos del Subbético.

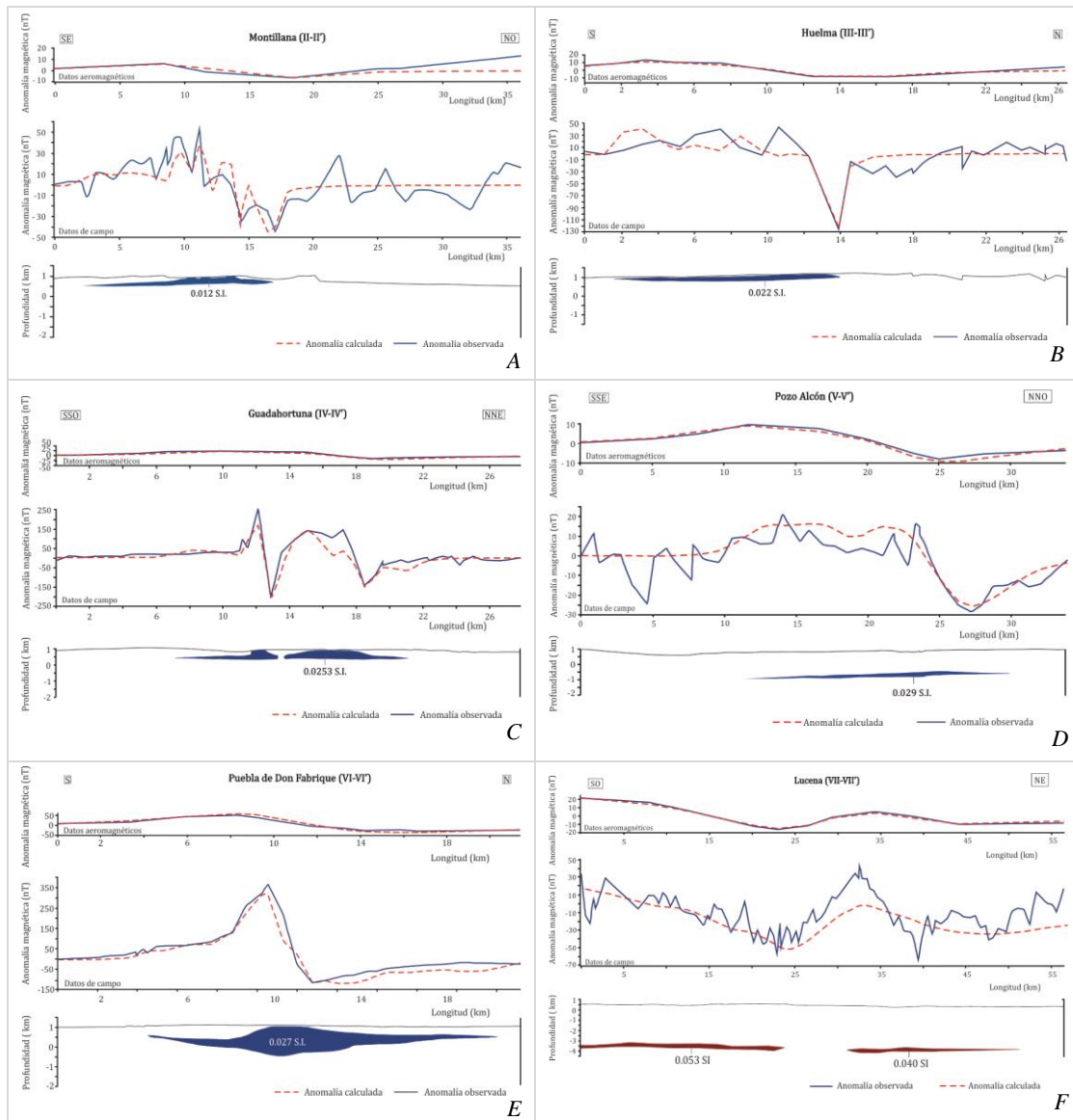


Fig. 2: Modelos 2D de anomalía magnética obtenidos en cada uno de los perfiles. A: Montillana (II-II'), B: Huelma (III-III'), C: Guadahortuna (IV-IV'), D: Pozo Alcón (V-V'), E: Puebla de Don Fabrique (VI-VI') y F: Lucena (VII-VII'). La escala horizontal no se mantiene en los perfiles.

Los resultados obtenidos en las medidas de susceptibilidad magnética, realizadas en una fase previa a la modelización de las rocas volcánicas jurásicas del Subbético, muestran un patrón de zonación en los cuerpos de pillow-lavas con valores más altos en su zona interior que disminuyen hacia el exterior. Este hecho puede explicarse por un enfriamiento diferencial de su interior y la consecuente diferenciación de los minerales ferromagnéticos.

En el perfil de Lucena, que corta las Zonas Externas de la Cordillera Bética y la Cuenca del Guadalquivir, se ha estimado la profundidad de las anfibolitas emplazadas en el basamento varisco en 4 km, mientras que en Sierra Gorda, Bohoyo et al., (2000)

las modelizaron a una profundidad de media de 14 km. Esto permite deducir que los cuerpos de anfibolitas, del mismo modo que el basamento varisco de la Cordillera Bética, presentan un buzamiento de aproximadamente 15° hacia el SE.

CONCLUSIONES

El estudio de las anomalías magnéticas ayuda a conocer con precisión la localización de cuerpos con contrastes en las propiedades magnéticas, entre los que destacan cuerpos ígneos básicos. Los nuevos datos de magnetometría medidos en campo contribuyen a confirmar la existencia y las características de las anomalías aeromagnéticas observadas en la parte meridional del Macizo Ibérico y bajo las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas. Además, se han obtenido valores de susceptibilidad magnética comprendidos entre 0.012 y 0.052 SI que han permitido estimar los valores para la modelización de los cuerpos profundos. Las medidas en campo muestran una clara zonación en las pillow-lavas con un aumento de la susceptibilidad magnética hacia su interior, posiblemente consecuencia de los procesos de cristalización.

La superposición de anomalías regionales asociadas a los cuerpos de rocas básicas del basamento varisco de la Zona de Ossa Morena repercute en la bajada del nivel de base de los perfiles bajo los cuerpos volcánicos del Subbético en una media de 20 nT. El dipolo de la Puebla de Don Fabrique queda fuera de la influencia de estos cuerpos.

Los modelos realizados muestran que los cuerpos volcánicos tienen secciones lenticulares de extensión kilométrica. La alineación N70°E de los dipolos en el Subbético y en consecuencia, de los cuerpos volcánicos jurásicos, tanto los que afloran como los someros, contribuye a establecer que su origen está relacionado posiblemente con zonas de fractura corticales del paleomargen Sudibérico formadas durante el desarrollo del Tethys (Schettino y Turco, 2011). Esta alineación se ha preservado a pesar de las deformaciones tectónicas posteriores ocurridas en la Cordillera Bética durante la orogenia Alpina.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido dirigido por Dña. Lourdes González Castillo y D. Jesús Galindo Zaldívar. A ellos les agradezco su ayuda y disponibilidad en todo momento, pero sobretodo el apoyo y cariño recibidos. ¡Muchas gracias!

También agradezco a Fernando Bohoyo, Patricia Ruano, Antonio Jabaloy y Anatoly Schreider la adquisición en campo de datos de intensidad del campo magnético total en parte de los perfiles que han sido utilizados en este trabajo. Se agradece especialmente a Fernando Bohoyo la buena disposición y colaboración durante la compilación de datos previos, tanto de campo como aeromagnéticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bohoyo, F., Galindo-Zaldívar, J., & Serrano, I. (2000). Main features of the basic rock bodies of the Archidona Region derived from geophysical data (External Zones, Betic Cordillera). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences-Series IIA-Earth and Planetary Science*, 330(10), 667-674.

- Ekinci, Y. L., & Yiğitbaş, E. (2012). A geophysical approach to the igneous rocks in the Biga Peninsula (NW Turkey) based on airborne magnetic anomalies: geological implications. *Geodinamica Acta*, 25(3-4), 267-285.
- García-Hernández, M., Lupiani, E., & Vera, J. A. (1987). La sedimentación liásica en el sector central del Subbético medio: registro de la evolución de un rift intracontinental. *Acta geológica hispánica*, 21(1), 329-337.
- Gómez-Pugnaire, M. T., Azor, A., Fernández-Soler, J. M., & Sánchez-Vizcaino, V. L. (2003). The amphibolites from the Ossa–Morena/Central Iberian Variscan suture (Southwestern Iberian Massif): geochemistry and tectonic interpretation. *Lithos*, 68(1), 23-42.
- González-Castillo, L., Galindo-Zaldívar, J., Ruiz-Constán, A., & Pedrera, A. (2014). Magnetic evidence of a crustal fault affecting a linear laccolith: The Guadiana Fault and the Monchique Alkaline Complex (SW Iberian Peninsula). *Journal of Geodynamics*, 77, 149-157.
- Nigm, A. A., Elkhodary, S. T., Elgendi, N. H., & Abdelwahab, F. M. (2014). Mapping the subsurface structural features of Al-Laqitah area, Central Eastern Desert of Egypt using aeromagnetic data. *Arabian Journal of Geosciences*, 8(6), 3537-3549.
- Pedley, R. C., Busby, J. P., & Dabek, Z. K. (1993). GRAVMAG User Manual-Interactive 2.5 D gravity and magnetic modelling. *British Geological Survey, Technical Report WK/93/26/R*, 73.
- Schettino, A., & Turco, E. (2011). Tectonic history of the western Tethys since the Late Triassic. *Geological Society of America Bulletin*, 123(1-2), 89-105.
- Socias, I. & Mezcua, J. (2002). Mapa de Anomalías Magnéticas de la Península Ibérica. *Instituto Geográfico Nacional (IGN), Madrid*.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. E. (1990). *Applied geophysics* (Vol. 1). Cambridge university press.