

Investigación de rocas volcánicas canterables a través de la prospección electromagnética. Un ejemplo en los basaltos terciarios de la depresión de la Selva (Girona)

R. Linares, L. Pallí y C. Roqué

Area de Geodinámica. Departamento de Ciencias Ambientales. Universidad de Girona. Campus de Montilivi. s/n. 17071 Girona. Cageo@fc.udg.es.

ABSTRACT

El grado de homogeneidad y la geometría de rocas potencialmente canterables constituyen factores intrínsecos que pueden llegar a determinar la explotabilidad de un yacimiento. Estos condicionantes han sido estudiados en el caso de las coladas basálticas que se localizan en el sector meridional de la depresión de la Selva (Girona) y que se explotan para la obtención de áridos de trituración, mediante técnicas electromagnéticas de prospección geofísica (conductímetro EM-34 GEONICS). Estas técnicas geofísicas, en el contexto geoelectrico investigado, han proporcionado buenos resultados. A la vez su empleo ha representado una notoria reducción de los costes económicos respecto a la utilización de otros métodos de reconocimiento.

Keywords: *industrial rocks, basalt, geophysical prospecting, electromagnetic methods, La Selva - Girona.*

INTRODUCCIÓN

La depresión de la Selva es una llanura deprimida, de unos 225 km². situada entre 100 y 150 m por encima del nivel del mar. la cual queda rodeada por un conjunto de unidades montañosas: al oeste por el macizo de las Guilleries. al norte por la sierra Transversal, al este por el macizo de las Gavarres y al sudeste y al sur por la sierra de la Selva Marítima (Fig. 1). Al sudoeste limita con el umbral de Maçanet. que la separa de la fosa del Valles. Forma parte del sistema de valles tectónicos que se hundieron como consecuencia de la tectónica distensiva que afectó el margen occidental del Mediterráneo durante el Neógeno. Su estructura queda determinada por el movimiento de un conjunto de fallas orientadas ENE-OSO. las cuales actúan de forma conjugada con otro sistema de dirección NO-SE. responsable de la fragmentación interna de la fosa. El zócalo está constituido por materiales del Paleozoico, básicamente rocas plutónicas ácidas y. en menor proporción. rocas de metamorfismo de contacto. Desde el inicio de su hundimiento, en el Mioceno superior, hasta la actualidad, se ha ido rellenando con los sedimentos detríticos acarreados por los torrentes procedentes de los macizos de las Gavarres y de las Guilleries. La naturaleza granítica de ambas unidades montañosas ha comportado que los depósitos sedimentarios tengan un marcado carácter arcósico. En conjunto, el espesor de materiales acumulados llega a superar los 300 m en algunos lugares. Por otra parte, en los bordes de la fosa se produjeron importantes manifestaciones volcánicas durante el Neógeno. de las que se conservan

algunos edificios muy desmantelados y hasta tres coladas basálticas superpuestas, limitadas por depósitos de piroclastos y por sedimentos detríticos (Pallí *et al.* 1983; Busquets. 1994). Las dataciones de estas rocas indican que el vulcanismo comenzó en el Mioceno superior y que se prolongó hasta el Plioceno terminal (Guardia. 1964; Donville. 1973a y b). Localmente la actividad volcánica persistió durante el Cuaternario, época en la que se formaron los edificios freatomagmáticos de la Crosa de Sant Dalmai y del Camp deis Ninots (Pallí *et al.* 1998. 1998; Vehí *et al.* 1999).

Los basaltos terciarios de la depresión de la Selva constituyen un recurso geológico muy apreciado en el contexto regional en el que se hallan. La gran cantidad de canteras a cielo abierto, activas y abandonadas, que aparecen repartidas por casi todos los afloramientos efusivos de la zona, atestiguan la importancia comercial de estos materiales. Fundamentalmente, son triturados y utilizados como árido, ya sea aplicados directamente como balasto para ferrocarril: o bien mezclados con ligantes bituminosos para la construcción de carreteras.

La explotación de estas rocas presenta diversos problemas de carácter geológico. Por un lado, resulta difícil acotar con precisión el espesor total de las coladas de lava, ya que estas están muy erosionadas y. además, yacen sobre un paleorelieve irregular. Por otro lado, la presencia de intercalaciones de niveles de basaltos alterados y. especialmente. de capas volcanodetríticas determina que los materiales explotados tengan una acusada heterogeneidad litológica. que suele traducirse en una alternancia de capas de roca de

buena calidad separadas por otras de baja calidad. La potencia de los niveles aprovechables y de los estériles es, como el espesor del conjunto, muy difícil de determinar. Asimismo, cabe señalar la heterogeneidad estructural derivada de los distintos hábitos de retracción de los basaltos, los cuales pueden variar vertical y lateralmente en pocos metros.

En este sentido, la cartografía de conductividades mediante métodos electromagnéticos se ha convertido en la última década en una técnica de exploración que proporciona buenos resultados y a la vez reduce notoriamente los costes económicos respecto de los ocasionados con los

métodos convencionales de reconocimiento directo (sondeos mecánicos) o indirecto (geofísicos) del subsuelo (Zalasiewicz *et al.* 1985).

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos del estudio de zonas en las cuales las heterogeneidades litológicas son debidas a la existencia de niveles de basaltos alterados.

TÉCNICAS ELECTROMAGNÉTICAS DE PROSPECCIÓN GEOFÍSICA

Se encuentran bien documentadas en los trabajos de McNeill (1980a y b) y de Stewart (1982).

A grandes rasgos, el método se basa en la generación eléctrica de un campo magnético primario mediante una antena emisora situada en las proximidades de la superficie del terreno. Este campo magnético primario induce un campo magnético secundario en el subsuelo. La medida de la relación entre ambos, valorada en una antena receptora situada a cierta distancia, permite determinar la conductividad aparente de los diversos niveles o capas geoelectricas del subsuelo.

El conductímetro utilizado en este trabajo ha sido el EM-34 GEONICS. Este equipo, que se puede utilizar mediante dos operadores, presenta dos antenas conectadas de manera flexible a través de un cable. El espaciado entre antenas se mide electrónicamente, utilizando el componente en fase, y es preseleccionado para separaciones de 10, 20 y 40 m (correspondiendo a frecuencias de 6400 Hz, 1600 Hz y 400 Hz, respectivamente). Se consiguen diferentes profundidades de exploración dominantes, dependiendo de la separación entre antenas y su orientación (tipo de dipolos).

Las mediciones geofísicas efectuadas han consistido en la realización de sondeos, siguiendo los procedimientos metodológicos convencionales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La existencia de niveles alterados dentro de la masa de roca basáltica, objeto de explotación, se ha podido reconocer por el incremento de conductividad que estos niveles provocan. Mientras los constituidos por basalto masivo suelen presentar conductividades del orden de 1 mS/m, en las zonas o niveles formados por basalto vesiculoso y alterado se detectan valores notoriamente superiores, comprendidos entre los 50 mS/m y los 150 mS/m.

Se ha podido constatar que el modelo geoelectrico descrito, constituido por tres capas de espesores mínimos de 2.5 m y con buenos contrastes eléctricos entre ellos, permite una buena resolución mediante el método de los sondeos electromagnéticos (Fig.2).

Las principales limitaciones detectadas en la aplicación del método geofísico son debidas, por un lado, al similar comportamiento eléctrico que presentan los niveles de basaltos masivos y los materiales graníticos que constitu-

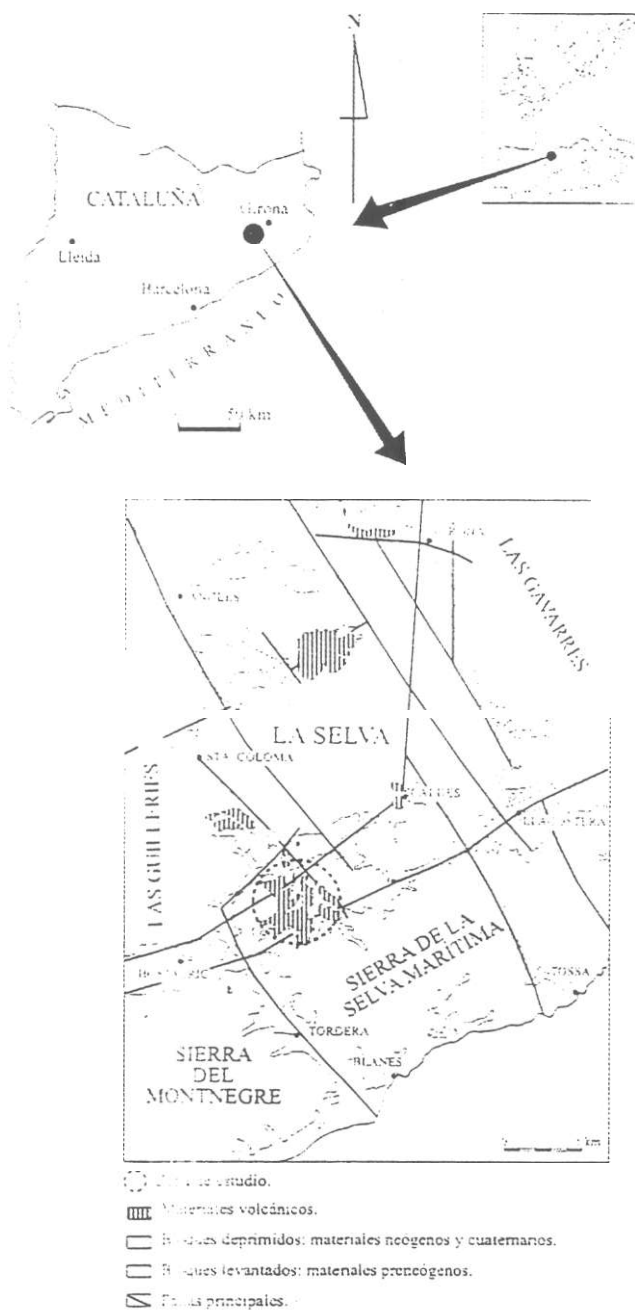
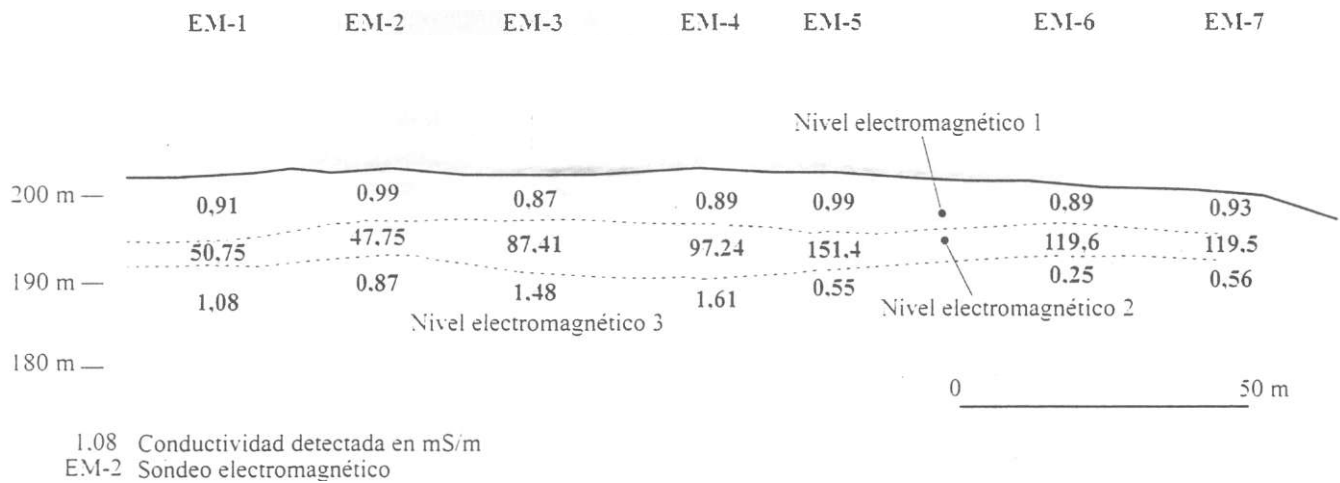


FIGURA 1.- Situación de la zona estudiada

a. Sección geofísica



b. Interpretación litológica

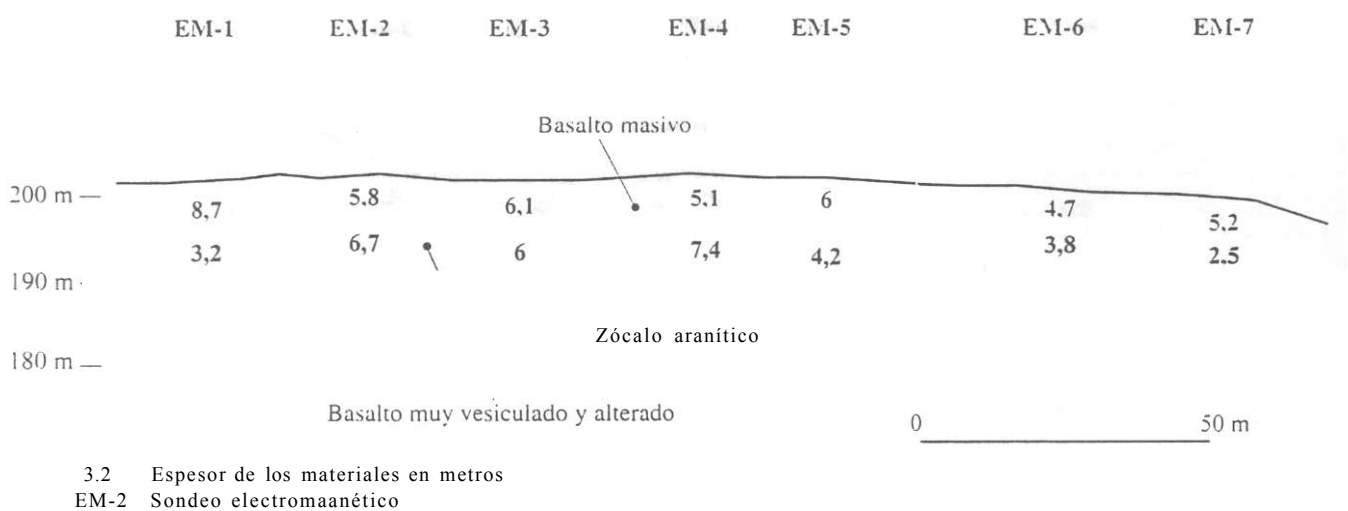


FIGURA 2.- Ejemplo de una sección electromagnética y de su interpretación geológica.

ven el substrato de la zona; y por otro, a la falta de definición del método cuando se superpone en un mismo vertical más de una capa con valores de conductividad superior a 100 mS/m (Hazell *et al.*, 1988).

En general, la información que proporciona este conductímetro de superficie, complementada en puntos con-

cretos con los datos que proporcionan otras técnicas geofísicas (eléctrica -SEV- o sísmica por refracción, por ejemplo) y/o los sondeos mecánicos de reconocimiento, permite acotar con un alto grado de definición la geometría de los materiales canterables.

REFERENCIAS

- Busquests, O. (1994): Estudi dels afloraments volcano-sedimentaris de l'àrea de Maçanet de la Selva (Girona). Tesina. Universitat de Girona. 45 p. Inédita.
- Donville, B. (1973a): Géologie Néogène et Âges des éruptions volcaniques de la Catalogne orientale. These Université Paul Sabatier- Toulouse. Inédita.
- Donville, B. (1973b): Âges potassium-argon des roches volcaniques de la dépression de La Selva (Nord-Est de l'Espagne). C. R. Acad. Sc. Paris. 2777: 1-4.
- Guardia, P. (1964): Contribution à l'étude des volcans de la Province de Gerone et du paléomagnétisme de leurs coulées. Mem. du Diplome d'Etudes Supérieures. Faculté de Sciences. Université de Paris. 56 p. Inédita.
- Hazell, J.R.T., Cratchlev, C.R., Preston, A.M. (1988): The location of aquifers in crystalline rocks and alluvium in Northern Nigeria using combined electromagnetic and resistivity techniques. Quarterly Journal of Engineering Geology. Londres. 21:159-175.
- McNeill, J.D. (1980a): Electrical Conductivity of Soils and Rocks. Technical note TN-5. Geonics Limited. Canada. 21 p.
- McNeill, J.D. (1980b): Electromagnetic Terrain Conductivity Measurement at Low Induction Numbers. Technical note TN-6. Geonics Limited. Canada. 15 p.
- Pallí, L., Roqué, C., Pujadas, A. (1998): La Crosa de Sant Dalmaí: un ejemplo del Patrimonio Geológico de Girona. En: J.J. Durán y M. Vallejo (ed.): Comunicaciones de la IV Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico. Oviedo, 103-105.
- Pallí, L., Trilla, J., Estalrich, J. (1983): Mapa geològic de Maçanet de la Selva. Ed. Universitat Autònoma de Barcelona - Col·legi Universitari de Girona. Escala 1:10.000.
- Stewart, M.T. (1982): Evaluation of electromagnetic methods for rapid mapping of salt water interfaces in coastal aquifers. Groundwater, 20 (5): 538-545.
- Vehí, M., Pujadas, A., Roqué, C., Pallí, L. (1999): Un edifici volcànic inèdit a Caldes de Malavella: el volcà del camp dels Ninots. Quaderns de la Selva. 11: 45-72.
- Zalasiewicz, J.A., Mathers, S.L., Cornwell, J.D. (1985): The application of ground conductivity measurements to geological mapping. Quarterly Journal of Engineering Geology, 18: 139-148.