

Los volcanes de las islas Columbretes (Mediterráneo occidental) II: los volcanes fonolíticos.

The volcanoes of the Columbretes Islands (western Mediterranean) II: the phonolithic volcanoes

María José Huertas Coronel y Eumenio Ancochea Soto

Departamento de Mineralogía y Petrología. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid. huertas@ucm.es; eancochea@ucm.es

ABSTRACT

Most of the islets that constitute the Columbretes Islands are phonolitic in composition and constitute a succession of small volcanoes that line up in a N170°E direction. From north to south, the phonolitic volcanoes of Ferrera, Piedra Joaquín, La Horadada and El Bergantín follow one another. The remains of other volcanoes, now submerged, to the north and south, complete this alignment of more than 12 kilometers in length.

Key-words: Columbretes Islands, tuff-rings, western Mediterranean volcanoes, phonolites.

Geogaceta, 67 (2020), 55-58
ISSN (versión impresa): 0213-683X
ISSN (Internet): 2173-6545

RESUMEN

La mayor parte de los islotes que constituyen las islas Columbretes son de composición fonolítica y constituyen una sucesión de pequeños volcanes que se alinean según una dirección N170°E. De norte a sur se suceden los volcanes fonolíticos de Ferrera, Piedra Joaquín, La Horadada y El Bergantín. Los restos de otros volcanes, hoy sumergidos, al norte y sur, completan esta alineación de más de 12 kilómetros de longitud.

Palabras clave: Islas Columbretes, tuff-rings, volcanes del Mediterráneo occidental, fonolitas.

Fecha de recepción: 28/06/2019
Fecha de revisión: 17/10/2019
Fecha de aceptación: 22/11/2019

Introducción

El archipiélago de las islas Columbretes es la parte emergida del campo volcánico de Columbretes. Se sitúa en el borde oriental de la plataforma continental del Ebro (ver Muñoz *et al.*, 2005). Los aspectos mineralógicos, petrológicos y geoquímicos de estas islas han sido estudiados por distintos autores, destacando los de Vidal (1972), Vidal *et al.* (1974), Alonso Matilla (1982, 1987a, b), Martí *et al.* (1992), Aparicio *et al.* (1994) y Aparicio y García (1995).

En este trabajo se han revisado y estudiado de nuevo las muestras que Vidal (1972) y Vidal *et al.* (1974) utilizaron para caracterizar las distintas islas e islotes, y que están depositadas en la litoteca de Petrología y Geoquímica de la Universidad Complutense de Madrid. Para identificar la morfología submarina de los distintos volcanes se ha utilizado la batimetría del IHM (1996) y de EMODnet (2018).

El trabajo se basa especialmente en las islas de composición fonolítica, y es continuación de otro trabajo que se centra en las islas de composición basáltica (Ancochea y Huertas, 2020). Se las analiza no como grupos de islas o islotes, sino como volcanes independientes

que tienen su prolongación bajo el mar. Se comprueba que no siempre hay una correspondencia directa entre grupos de islas y volcanes. Así, en el conocido como Grupo de Ferrera, hay islotes de dos volcanes distintos y lo mismo sucede con el Grupo de La Horadada y, en parte, con el Grupo de El Bergantín.

Los volcanes fonolíticos

La mayor parte de las islas pequeñas y de los islotes del archipiélago de las islas Columbretes son de composición fonolítica y aparecen en una banda discontinua de dirección aproximada norte-sur (Fig. 1). En esta banda además de este conjunto de volcanes fonolíticos, aparecen dos volcanes de quimismo básico e hidromagmáticos: el volcán de Columbrete Grande y el volcán de Navarrete (Ancochea y Huertas, 2020).

El volcán de Ferrera

El volcán situado más al norte en esa alineación fonolítica es el volcán de Ferrera (Fig. 1), formado por los islotes de Ferrera (o Malaespina), Bauzá (o Ferreruela), Espinosa y Valdés. Dos islotes del mismo grupo: Navarrete y la Laja de Navarrete forman parte de un volcán di-

ferente, de composición básica (el volcán de Navarrete, Ancochea y Huertas, 2020).

El volcán de Ferrera está situado al oeste del de Columbrete Grande y adosado a la parte norte del volcán de Navarrete. Todos los islotes del volcán están formados por materiales fragmentarios y tobas de composición fonolítica, que se caracterizan por contener una gran cantidad de bombas de rocas preexistentes, arrancadas por la erupción, de composiciones muy variadas.

El volcán (Figs. 1 y 2A) tiene una forma tronco-cónica, surge desde un fondo marino de unos 60 m de profundidad y alcanza, hoy día, al menos los 43 m sobre el nivel del mar en el islote de Ferrera. Tiene un diámetro medio en la base del tronco de cono (Wco) de unos 600 m y un diámetro en el cráter erosionado (Wcr) de 350 m. El volumen del volcán en la actualidad es de aproximadamente 20 hm³.

No es sencillo saber cuál fue el mecanismo eruptivo que generó este volcán. En ocasiones, se han descrito en él zonas de rocas masivas (p. ej. Aparicio y García, 1995), pero la mayor parte de las veces se trata de tobas, lo que indica que hubo actividad piroclástica o hidroclástica. Especialmente significativa es la abundancia de enclaves, muchos de ellos plutónicos, lo que es característico de erupciones ex-

plivas hidromagmáticas, que arrastran fragmentos de zonas más profundas: sedimentos marinos, rocas volcánicas de erupciones anteriores o rocas plutónicas de las raíces de los volcanes.

La zona submarina situada entre los islotes de Ferrera y Bauzá es una zona plana de menos de 10 m de profundidad, que se parece al fondo de un cráter, rodeado por los islotes al este y al oeste, y que recuerdan a un anillo de tobas, con un Wcr/Wco de 0,58, similar a otros *tuff-rings*, (Wood, 1980; Wohletz y Sheridan, 1983; Broz y Hauber, 2013; Ancochea y Huertas, 2020).

El volcán de Piedra Joaquín

Continuando hacia el sur podemos distinguir los restos de otros volcanes que se alinean con los volcanes de Ferrera y Navarrete según una dirección aproximada N170°E (Fig. 1). El primero es el volcán de Piedra Joaquín. Aunque como islote se le ha unido al grupo de La Horadada, situado más al sur, la batimetría indica que se trata de dos volcanes diferentes.

Piedra Joaquín (Fig. 2B) es una roca que aflora mínimamente en el mar, pero forma parte de un relieve que continúa

bajo él, prolongándose hacia el NO, en el Banco Jorge Juan, con profundidades de menos de 10 m. La base del volcán es alargada, con un diámetro máximo de 800 m y mínimo de unos 600 m. Las zonas menos profundas se ordenan en una forma elíptica, que se asemeja a un cráter (Fig. 2B) de 300 x 200 m de diámetro. La relación entre sus diámetros Wcr/Wco es de 0,38, inferior a la de los *tuff-rings* basálticos (Wood, 1980; Wohletz y Sheridan, 1983; Broz y Hauber, 2013). Su volumen actual es de unos 11 hm³.

No hay datos sobre la composición o estructura de este volcán, pero posiblemente es similar al resto de volcanes de su alineación, es decir, un volcán fonolítico y de carácter subaéreo.

El volcán de La Horadada

Colindante con el anterior, está el volcán de La Horadada. A él pertenecen los islotes de La Horadada (o La Foradada), Lobo (o La Foradadeta) y Méndez Núñez (o Escull de La Foradada). Tienen una altura considerable (la mayor del archipiélago después de Columbrete Grande): 55 m La Horadada y 37 m Lobo.

También surge sobre un fondo marino de 60-65 m de profundidad (Fig. 2C) y tiene una forma groseramente circular, con un diámetro de la base submarina (Wco) de unos 900 m, mientras que la zona de menor profundidad (hasta los 10 m) es también a grandes rasgos circular y de 400 m de diámetro.

Por la disposición de los piroclastos, inclinados hacia el exterior de los islotes, Alonso Matilla (1987b) sugiere que pudo haber un cráter en la parte central, cuyo borde occidental sería La Horadada, y el meridional Méndez Núñez. De ser así, el cráter tendría unos 300-350 m de diámetro, y el edificio una relación Wcr/Wco de 0,36, similar a Piedra Joaquín y menor que la de los volcanes hidromagmáticos de Columbrete Grande y Navarrete. Su volumen actual aproximado es de unos 45 hm³.

Los islotes están formados por tobas y escorias ferruginosas con abundantes enclaves (Vidal 1972; Alonso-Matilla, 1987a; Aparicio y García, 1995). Estos últimos citan, en las zonas más altas de La Horadada, coladas de lava de escaso espesor.

Como en el volcán de Ferrera, las tobas con enclaves se han debido formar en erupciones hidromagmáticas, pero la

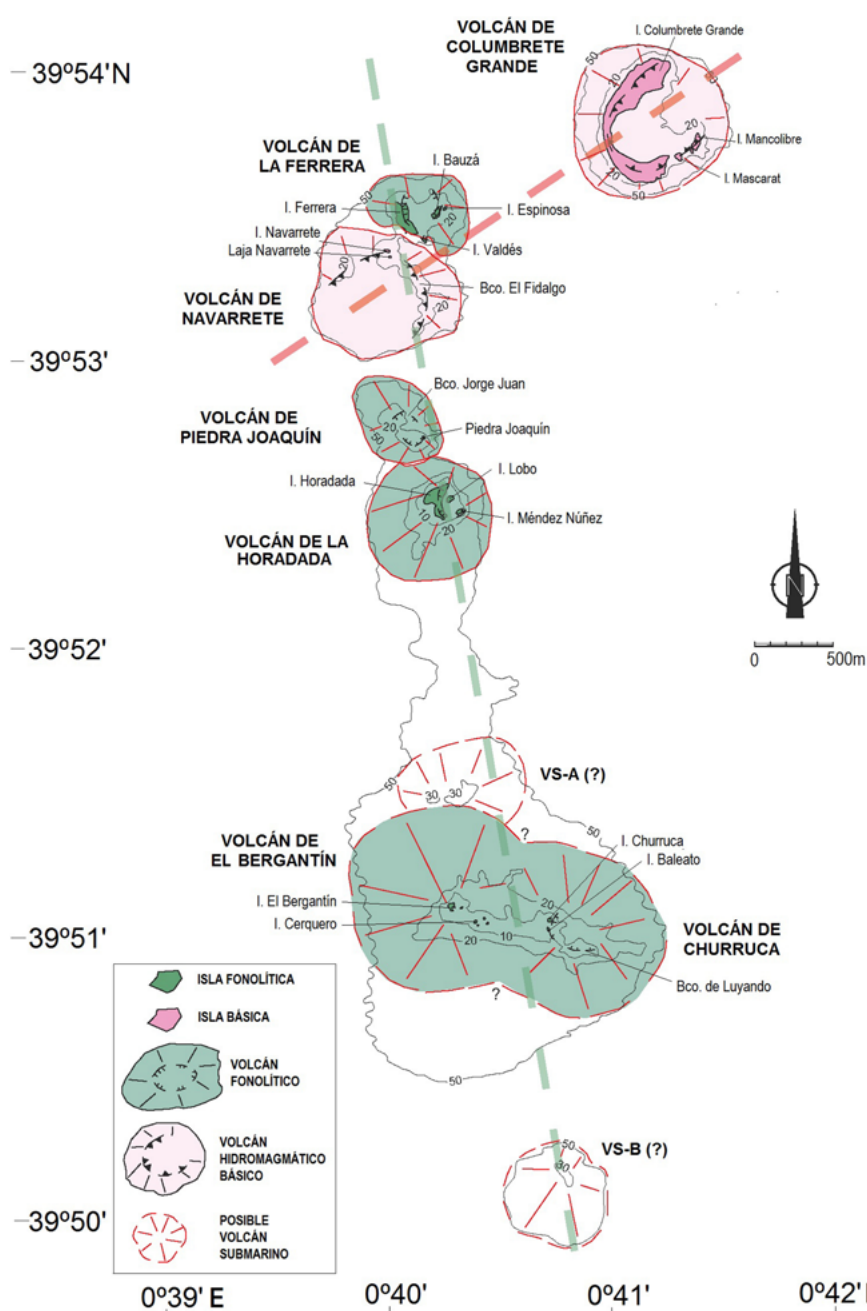


Fig. 1.- Los volcanes de Las Cumbretes. Batimetría: IHM (1996). Línea discontinua verde: alineación de volcanes fonolíticos. Línea discontinua rosa: alineación de volcanes básicos.
 Fig. 1.- The volcanoes of Las Cumbretes. Bathymetry: IHM (1996). Green dashed line: alignment of phonolitic volcanoes. Pink dashed line: alignment of basic volcanoes.

posible presencia de coladas de lava en los niveles estratigráficos superiores indicaría que ha habido episodios efusivos de menor entidad. Composicionalmente se trata de fonolitas y fonolitas tefríticas.

El volcán de El Bergantín

Unos 2 km al sur del volcán de La Horadada, asoman una serie de islotes de

pequeño tamaño que han sido incluidos bajo el nombre de Grupo de El Bergantín (Vidal, 1972; Vidal *et al.* 1974; Alonso Matilla, 1987a). Son El Bergantín (o Carallot, o Galiano), Cerquero, Churruca y Baleato (Fig.1). El de mayor altitud (32 m) es El Bergantín, los otros son poco más que escollos, con una composición similar a la de El Bergantín.

Para Vidal (1972), El Bergantín es,

"quizás", el resto de una antigua chimenea volcánica, pero las descripciones son confusas: indica que son rocas masivas, pero con algunos bandeados y zonas más escoriáceas. Para Aparicio y García (1995) son "rocas masivas fonolíticas", con "numerosas bombas fonolíticas". Para Alonso Matilla (1987a) tiene la apariencia de una chimenea volcánica, pero con niveles escoriáceos estratificados de unos 30 cm de espesor.

El aspecto de El Bergantín es el de un depósito volcánico estratificado y por lo tanto posiblemente piroclástico, pero la ausencia de tobas con estratificación fina y con abundantes bombas de rocas del encajante, descarta una actividad hidromagmática.

En profundidad el relieve volcánico tiene una forma alargada E-O que podría ser el reflejo de un volcán con una tendencia fisural. Sin embargo, estos islotes se concentran en dos grupos: por un lado, El Bergantín y Cerquero y, por el otro, Churruca, Baleato y el Banco de Luyando (Fig. 1). Estos están separados por una zona de profundidad algo mayor, por lo que el conjunto podría tratarse tanto de un volcán alargado, como de dos volcanes unidos.

En conjunto (Fig. 2D), se trataría de un volcán con un diámetro de la base submarina (Wco) máximo de 2000-2500 m y mínimo de unos 1200 m, o dos centros separados de unos 1200 m de diámetro de la base cada uno y con unos diámetros de la zona más superficial de 500 m, lo que implica volúmenes de aproximadamente 50 hm³ cada uno.

Volcanes submarinos

Varios de los volcanes de Las Columbretes que actualmente forman islas o islotes apenas emergen unos metros. La mayor parte de ellos se alinean según una dirección N170°E, formando una elevación sobre el fondo marino. En algunas de las zonas de esa alineación no hay islas y, sin embargo, hay sectores menos profundos que, por su tamaño y morfología submarina, pueden corresponder a volcanes, cuya cima está hoy a poca profundidad y que es posible que o no llegaran a emerger o que, si lo hicieron, estén hoy erosionados o en un mar que es más profundo que en el momento de su formación.

Un primer relieve submarino, que puede corresponder con un volcán sub-

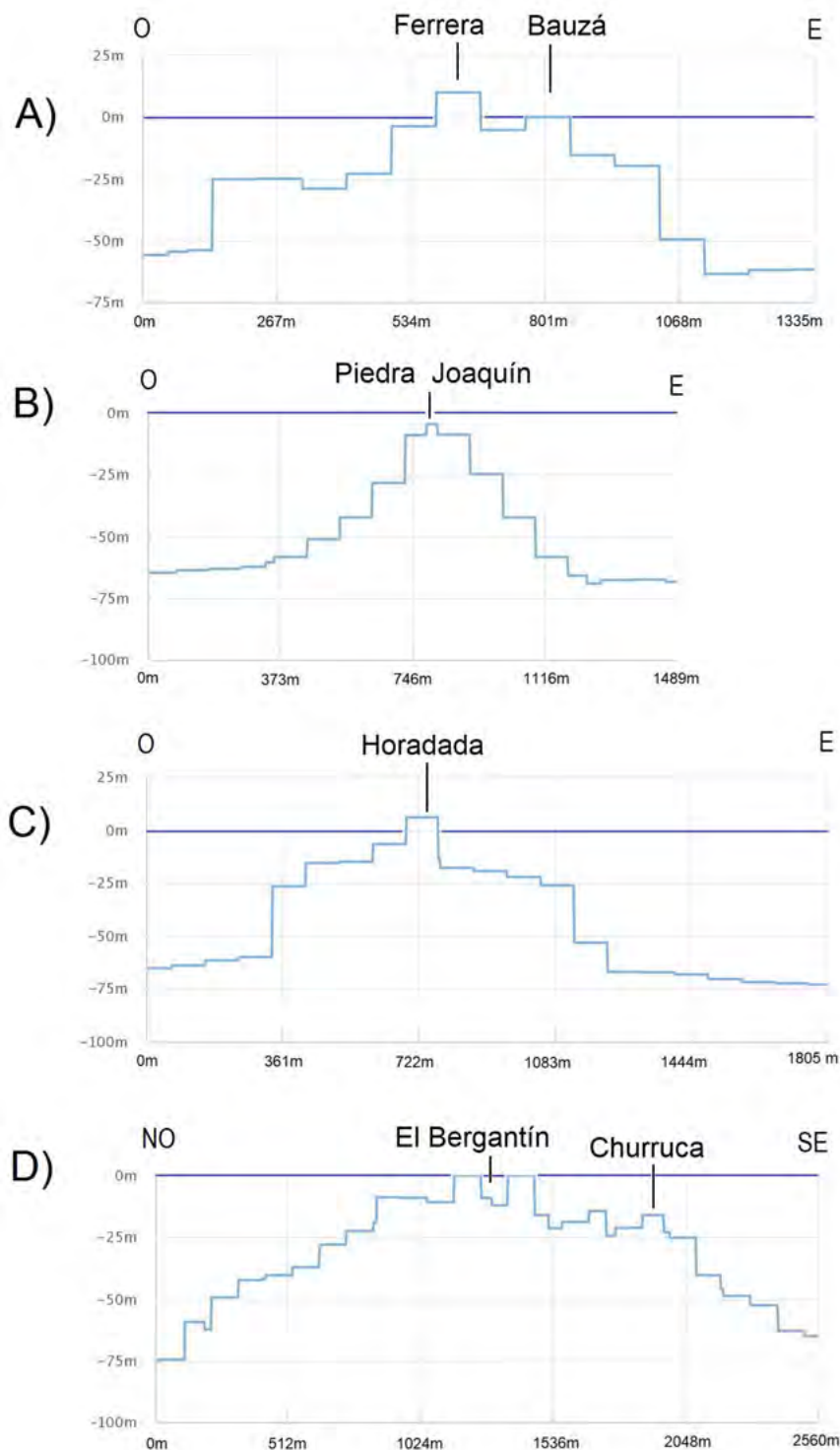


Fig. 2. Perfiles batimétricos de los volcanes fonolíticos. Datos de EMODnet (2018).
 Fig. 2. Bathymetric profiles of phonolithic volcanoes. EMODnet data (2018).

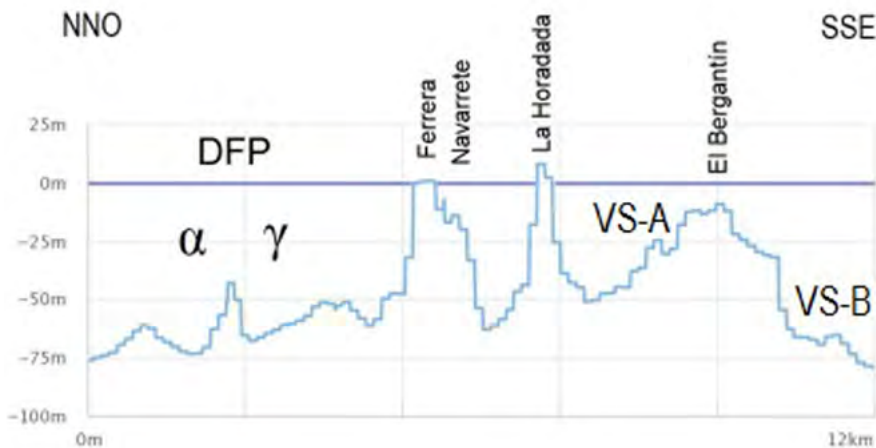


Fig. 3. Perfil batimétrico de la alineación volcánica N170°E. Datos de EMODnet (2018).

Fig. 3. Bathymetric profile of the N170°E volcanic alignment. EMODnet (2018) data.

marino (VS-A, Figs. 1 y 3) se encuentra entre el volcán de La Horadada y el de El Bergantín, tiene un diámetro de base próximo a los 1000 m y la zona más superficial se encuentra a 23 m de profundidad.

El segundo relieve submarino que parece corresponder con otro volcán (VS-B, Figs. 1 y 3) se encuentra unos 1500 m al sur de El Bergantín, tiene un diámetro basal de 600-700 m y una profundidad mínima de 36 m.

En el otro extremo de la alineación, al norte de Ferrera, existe otro volcán bajo el agua, mucho mayor que los anteriores y a mayor profundidad, que fue localizado y descrito por Muñoz *et al.* (2005) y designado por esos autores como DFP (Fig. 3). Tiene tres cráteres (α , β , y γ , Muñoz *et al.*, 2005) con diámetros de 1292 m, 984 m y 1439 m respectivamente. Están parcialmente rellenos de sedimentos y el más meridional de ellos (γ) tiene dos cráteres superpuestos (Muñoz *et al.*, 2005). Los bordes de los cráteres están a 50-60 m de profundidad y el fondo de los mismos a 72-82 m, es decir se sitúan 20-30 m más abajo. La forma del volcán y de sus cráteres es característica de volcanes subaéreos, y el que se encuentren a una profundidad mucho mayor que el resto de los volcanes indica que se han podido formar en un momento diferente al de los volcanes que forman islas, cuando la profundidad del mar era diferente.

Los otros dos volcanes que no llegan a la superficie del mar actual (VS-A y VS-B, Fig. 3), pueden también reflejar otro momento de menor profundidad del mar.

Conclusiones

Los volcanes fonolíticos de las islas Columbretes se alinean a lo largo de una posible e importante fractura de dirección aproximada N170°E, formando una cadena de pequeños volcanes de más de 12 km de longitud.

Por el contrario, los dos volcanes basálticos parecen alinearse según otra fractura de dirección muy diferente (SO-NE).

Quedan muy pocos restos subaéreos de los volcanes fonolíticos, pero pueden ser seguidos bajo el mar. De norte a sur (Figs. 1 y 3) se van sucediendo los volcanes de Ferrera, Piedra Joaquín, La Horadada y El Bergantín (o El Bergantín y Churruca). Pero, además, en esa alineación hay otros dos volcanes que no emergen y que están a 20-30 m de profundidad, uno al norte y otro al sur de El Bergantín.

Por último, en el extremo norte de la alineación hay otro gran volcán (DFP, Muñoz *et al.* 2005) de mayor tamaño y complejidad, más profundo y posiblemente de otra edad.

Agradecimientos

Este trabajo no hubiera podido realizarse sin contar con las muestras que el Prof. J.M. Fúster recogió en la campaña de campo de 1964. Para la realización del trabajo se ha contado con fondos del Grupo de Investigación UCM 910469 y del Proyecto CGL2017-86241-R. Los comentarios de los Doctores Ramón Casi-

llas, Raquel Herrera y Manuel Díaz Azpiroz han contribuido a mejorar la calidad final de este artículo.

Referencias

- Alonso Matilla, L.A. (1982). *Estudio de las rocas ígneas de Castellón, Valencia y Alicante*. Tesis Doctoral, Univ. de Salamanca, 183p.
- Alonso Matilla, L.A. (1987a). En: *Islas Columbretes. Contribución al estudio de su Medio Natural*. (L.A. Alonso Matilla, J.L. Carretero y A.M. García Carrascosa, Eds.), Generalitat Valenciana, 27-54.
- Alonso Matilla, L.A. (1987b). En: *Islas Columbretes. Contribución al estudio de su Medio Natural*. (L.A. Alonso Matilla, J.L. Carretero y A.M. García Carrascosa, Eds.), Generalitat Valenciana, 55-94.
- Ancochea, E. y Huertas, M.J. (2020). *Geogaceta* 67, 51-54.
- Aparicio, A. y García, R. (1995). *Boletín Geológico y Minero* 106-5, 468-488.
- Aparicio, A., Araña, V., García, R. y Grachev, I.M. (1994). *Mineralogical Magazine* 58A, 21-22.
- Broz, P. y Hauber, E. (2013). *Journal of Geophysical Research: Planets* 118, 1656-1675.
- EMODnet Bathymetry. Consortium (2018). *EMODnet Digital Bathymetry (DTM)*. <http://doi.org/10.12770/18ff0d48-b203-4a65-94a9-5fd8b0ec35f6>.
- IHM (1996). *Carta Náutica 1:12.500, hoja 4831. Islotes Columbretes*.
- Martí, J., Mitjavila, J.M., Roca, E. y Aparicio, A. (1992). *Tectonophysics* 203, 145-165.
- Muñoz, A., Lastras, G., Ballesteros, M., Canals, M., Acosta, J. y Uchupi, E. (2005). *Geomorphology* 72, 1-18.
- Vidal, J.R. (1972). *Petrología y Geoquímica de las Islas Columbretes (Castellón)*. Tesis de Licenciatura, Univ. Complutense de Madrid, 94 p.
- Vidal, J.R., Campos Juliá, C. y Fúster, J.M. (1974). *Mapa Geológico de España 1:50.000, hoja nº 641-642 (Castellón de la Plana. Islas Columbretes) y memoria*. IGME, Madrid, 26 p.
- Wohletz, K.H. y Sheridan, M.F. (1983). *American Journal of Science* 283, 385-413.
- Wood, C.A. (1980). *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 7, 387-413.