

VOLCANISMO DE LAS ISLAS CANARIAS

V. Araña

Dpto. Volcanología. Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. c/José Gutiérrez Abascal, 2.28006 Madrid.

MARCO GEODINÁMICO

Las Islas Canarias, situadas a menos de 100 km de la costa nor-occidental africana, constituyen edificios independientes en el talud y la plataforma continental. Pese a esta localización en un margen continental pasivo, reflejan una larga historia magmática que se inició posiblemente a principios del Terciario. Para explicar tan extraño ejemplo de prolongado y voluminoso volcanismo se ha establecido un modelo (Araña y Ortiz, 1991) que relaciona el origen y evolución de las Islas Canarias con varias fases de la expansión oceánica en el Atlántico Norte, y especialmente con la detención de la placa africana tras su colisión con la europea.

Dado que bajo las Islas Canarias no existe un punto caliente s.s., la génesis de los magmas debe explicarse en un marco geodinámico que justifique la fusión de un manto probablemente anómalo. Este marco debe explicar también el ascenso y salida de tales magmas a lo largo de muchos millones de años. El modelo que asuma estas condiciones tiene que apoyarse en la tectónica regional y en la dinámica global, condicionada en esta zona por la apertura y expansión del océano Atlántico.

En la región canaria concurren importantes sistemas de fracturas. Destaca el que sigue una dirección NNE-SSW en el que se han detectado algunas fallas inversas y una componente compresiva ortogonal (Mezcua et al., 1990). Otro sistema, con una dirección NW-SE, podría ser la prolongación de las fallas transformantes que cruzan el Atlántico desde la Dorsal Oceánica. Finalmente, hay que considerar la dirección N-S, patente al norte de las islas y coincidente con alineaciones volcánicas, especialmente en la isla de La Palma.

Un hito decisivo en la expansión del océano Atlántico fue el freno y giro experimentado por el continente africano al chocar con la placa Euro-Asiática, hace unos 60 m.a. Esta situación genera un efecto compresivo en el área donde hoy están situadas las Islas Canarias, ya que en la dorsal Atlántica sigue generándose corteza oceánica que continúa impulsando la, ya imposible, deriva del continente africano. En este marco, la placa Afro-Atlántica se romperá por su parte más débil que es la conjunción de cortezas oceánica y continental, afectada además, en este caso, por un singular sistema de fracturas conjugadas con componentes inversos y deslizantes. Esto provoca la formación y levantamiento de bloques litosféricos, que puede acortar la corteza oceánica en unos cuarenta kilómetros, permitiendo el encaje de la corteza que continúa generándose en la dorsal. Bajo estos bloques, la descompresión y consiguiente fusión se desarrolla en el manto elevado, coincidiendo los ciclos de mayor actividad eruptiva con breves etapas distensivas, asociadas al relajamiento de la compresión.

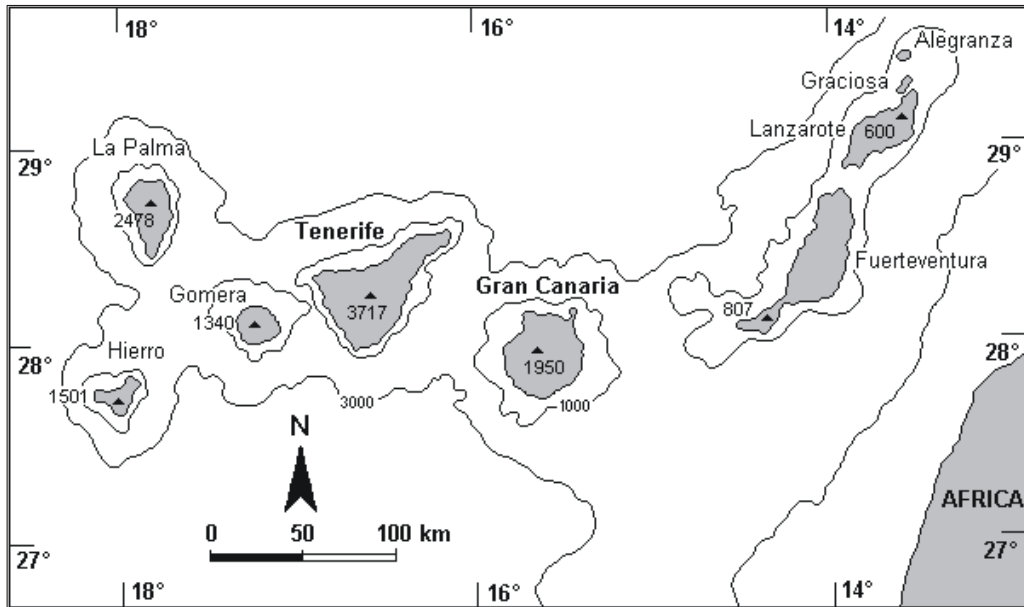


Figura 1. Mapa de las islas Canarias indicando la superficie y la máxima altura de cada isla, así como las isobatas de los 1000 y 3000 m.

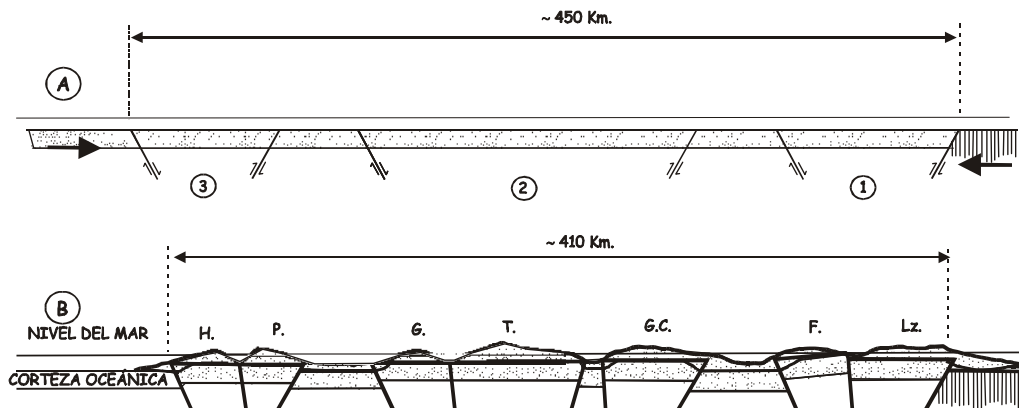


Figura 2. Esquema a escala, del acortamiento cortical (siguiendo un perfil W-E) que resulta de un levantamiento (entre 4 y 6 km) de los bloques insulares Canarios a favor de fallas inversas (transversales al dibujo) y fallas transformantes (paralelas al plano del dibujo)

PETROLOGÍA Y GEOQUÍMICA

El volcanismo canario tiene los rasgos petrológicos y geoquímicos que caracterizan al magmatismo alcalino-sódico, moderadamente subsaturado en sílice, típico de las islas oceánicas (Araña y Novitsky, 1991). Sin embargo, en su conjunto, los basaltos canarios son más subsaturados alcalinos y enriquecidos en elementos litófilos y Tierras Raras que los de la mayoría de las islas oceánicas. Presenta asimismo un gran desarrollo de términos evolucionados (fonolitas y traquitas) que no son frecuentes en regiones de volcanismo alcalino, salvo en los rifts continentales. La alcalinidad parece ser ligeramente más alta en las series post-Miocenas, (Ibarrola, 1970), habiéndose identificado algunas rocas peralcalinas en Gran Canaria (Araña et al., 1973). Por otra parte, el ligero enriquecimiento en sílice que presentan algunas lavas de Lanzarote, puede explicarse por la contaminación-asimilación de radiolaritas (Araña y Bustillo, 1992). También son importantes los procesos de mezcla de magmas en la isla de Tenerife (Araña et al., 1994) y la presencia de xenolitos ultramáficos procedentes del manto en los basaltos de varias islas (Muñoz, 1973). La diversidad geoquímica de las rocas canarias se debe a procesos magmáticos (diferenciación, contaminación y mezcla) en conductos y cámaras a profundidades relativamente someras. La fuente mantélica, de acuerdo con datos isotópicos de Nd-Sr-Pb, sería una mezcla de los componentes MORB, HIMU y EM propuestos por Zindler y Hart (1986). También la baja relación $^3\text{He}/^4\text{He}$ indica que los magmas canarios derivan de fuentes desgasificadas y recicladas confirmando al HIMU como componente dominante (Grachev, Araña et al., 1995).

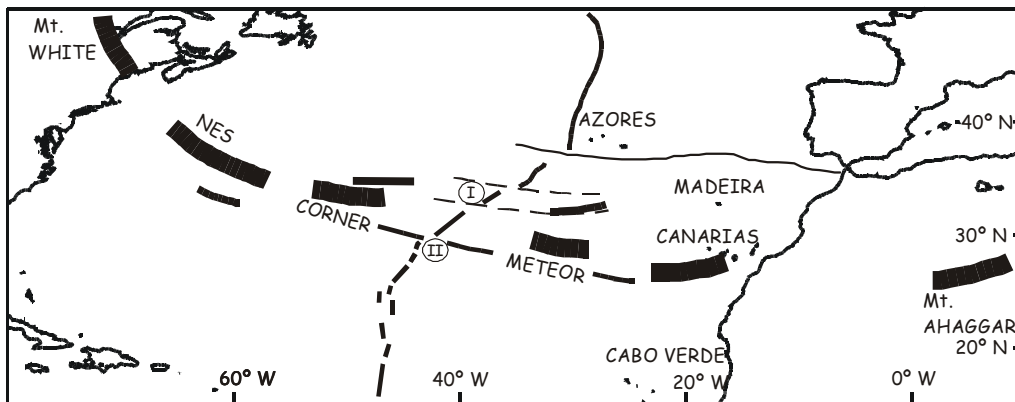


Figura 3. Regiones volcánicas del Atlántico Central, entre las Zonas de Fractura Oceanographer (I) y Atlantis (2). Se indican asimismo las correspondientes prolongaciones en las áreas volcánicas continentales de las placas divergentes: Norteamérica y África. Modificado de O'Connor y Duncan (1990).

La presencia de un componente de manto primordial podría explicarse por la contaminación con

una pluma que penetraría en un manto sub-continental durante las primeras etapas de la apertura del Atlántico. Esto explicaría también la simetría de rasgos isotópicos entre Canarias y los Montes Submarinos de New England, sobre una franja extraordinariamente rica en volcanismo que se extiende desde los montes White en Norteamérica hasta el Ahaggar en África.

EVOLUCIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL DEL VOLCANISMO

En la evolución y distribución del volcanismo canario pueden distinguirse tres etapas y tres zonas. Las etapas que corresponden a episodios magmáticos mayores son las que se denominan genéricamente como: Complejos Basales (Pre-Mioceno), Series Basálticas Antiguas (mayoritariamente del Mioceno) y Series Recientes (Post-Mioceno).

Los Complejos Basales afloran sólo en tres islas: La Palma, Gomera y, especialmente, en Fuerteventura. En esta última isla, aparecen sedimentos cretácicos y lavas submarinas intruidas por rocas plutónicas básicas y ultrabásicas (piroxenitas, werlitas y gabros alcalinos).

Las Series Basálticas Antiguas formaron escudos y plataformas cuyos episodios subaéreos iniciales tienen una edad específica para cada isla que se remonta, al menos, a la que se indica a continuación, según diversos autores: (ver discusión en Cantagrel, 1988) Fuerteventura (-24 m.a), Lanzarote (-17 m.a), Gran Canaria (-14 m.a), Tenerife (-16 m.a), La Palma (-5 m.a), Gomera (-10 m.a), Hierro (- 0.5 m.a). En estas series, las rocas basálticas (ankaramitas, basanitas, basaltos alcalinos) predominan claramente sobre los productos sálicos más evolucionados (fonolitas y traquitas).

Las erupciones basálticas no se han interrumpido en ninguna isla, tras los distintos episodios que configuran las Series Antiguas y que se caracterizan por la emisión de grandes volúmenes de magma en pulsos eruptivos relativamente cortos (0.1-0.2 m.a). Sólo en Gran Canaria y Tenerife se formaron grandes edificios centrales con abundantes manifestaciones sálicas, violentamente explosivas, que culminaron en la generación de calderas (Cañadas en Tenerife y Tejeda en Gran Canaria).

Las Series Basálticas Recientes están asociadas a volcanes monogenéticos que suelen alinearse siguiendo los grandes ejes volcano-tectónicos regionales o locales, constituyendo cordilleras dorsales en islas como La Palma, Hierro y Tenerife. Paralelamente a las erupciones basálticas dispersas de esta Serie, en Tenerife se reanudó la actividad de su Edificio Central formándose el gran estratovolcán Teide-Pico Viejo. En las faldas del Teide, ocurrió hace 2000 años la erupción de Montaña Blanca, que fue la última explosiva del archipiélago.

Al ciclo magmático Reciente pertenecen las erupciones históricas, que suman una docena entre los años 1500 y 1971. Estas erupciones han tenido lugar en las islas de Lanzarote, Tenerife y La Palma, aunque otras erupciones Pre-históricas o muy recientes han ocurrido también en Hierro, Gran Canaria y Fuerteventura por lo que todo el archipiélago, excepto la isla de La Gomera, puede

considerarse activo (ver Tabla 1 y el artículo de C. Romero en este volumen). Actualmente, las únicas manifestaciones superficiales de procesos magmáticos son las anomalías térmicas asociadas a los volcanes de Timanfaya (Lanzarote), Teneguía (La Palma) y Teide (Tenerife), siendo esta última la única con un campo fumaroliano estable, pero débil.

RASGOS ESENCIALES DEL VOLCANISMO EN CADA ISLA

Hierro.- Aquí los ejes volcano-tectónicos están muy bien definidos, condicionando incluso su forma. Todas las lavas son basálticas y ninguna es anterior al Cuaternario. Destaca un campo de lavas cordadas de gran belleza: Los Lajiales (Pellicer, 1977).

La Palma.- En esta isla han ocurrido las últimas erupciones del archipiélago (1949 y 1971) en una dorsal Norte-Sur formada en el Ciclo Basáltico Reciente, que comprende varias erupciones históricas. La parte septentrional de la isla está formada por las Series Basálticas Antiguas en las que se ha excavado la famosa Caldera de Taburiente (Afonso, 1974).

Gomera.- La ausencia de erupciones recientes ha favorecido una intensa erosión que ha puesto de manifiesto las raíces del volcanismo antiguo en su Complejo Basal, así como los conductos de emisión constituidos por gigantescos pitones entre los que destaca el de "Los Órganos" por la gran belleza de su disyunción columnar (Bravo, 1964a).

Tenerife.- Es la mayor del Archipiélago. La Serie Basáltica Antigua está representada principalmente por plataformas muy erosionadas. Las dorsales recientes que siguen las directrices volcano-tectónicas regionales, NO-SE y NE-SO, convergen en la parte central de la isla ocupada por el gran edificio Cañadas con numerosas manifestaciones sálicas y una gran caldera que ha sido parcialmente rellenada por la formación del Complejo Teide-Pico Viejo (Fuster et al., 1968a, Martí y Mitjavila, 1995).

Gran Canaria.- Las Series Basálticas Antiguas constituyeron un gran escudo, parte del cual ha desaparecido en el mar. En esta isla se han desarrollado importantes episodios sálicos, asociados a la formación de calderas en la región central. Destaca la formación Roque Nublo, constituida por grandes planchas ignimbríticas, algunas de las cuales han experimentado fuertes deslizamientos. El volcanismo reciente presenta una continua emigración hacia el NE aunque no se conocen erupciones históricas (Fuster et al., 1968b).

Fuerteventura.- La formación más interesante es sin duda su Complejo Basal constituido por afloramientos de rocas sedimentarias, posiblemente cretácicas (cuarcitas y margas) plutónicas, correspondientes al residuo de cámaras magmáticas (básicas y ultrabásicas), subvolcánicas (diques basálticos y traquíticos) y volcánicas submarinas (pillows y hialoclastitas). Se manifiesta también una fuerte alcalinización asociada a etapas eruptivas sálicas, destacando algunos afloramientos carbonatíticos. Igualmente espectacular es la red filoniana que atraviesa el Complejo Basal y que alimentó los voluminosos episodios de la Serie Basáltica Antigua (Fuster et al., 1968c).

Lanzarote.- Alguna de las manifestaciones volcánicas sub-aéreas más antiguas del archipiélago se han datado en las plataformas basálticas de esta isla. Sin embargo, el paisaje está dominado por los numerosos volcanes cuaternarios y más especialmente por el de La Corona, en el sector septentrional, y por los volcanes de Timanfaya, o Montañas de Fuego, que se formaron en las grandes erupciones del siglo XVIII. En un túnel lávico del volcán La Corona se encuentran el

Laboratorio Geodinámico y la Casa de los Volcanes (Fuster et al., 1968d; Araña, 1997).

TABLA 1

VOLCANISMO RECIENTE EN EL ARCHIPIELAGO CANARIO

ISLAS CON VOLCANISMO HISTÓRICO	FECHA DE LAS ERUPCIONES	ISLAS SIN VOLCANISMO HISTÓRICO CONFIRMADO	ANTIGÜEDAD, EN AÑOS, DE ALGUNAS ERUPCIONES DATADAS POR VARIOS MÉTODOS
La Palma	1470 ?	Islote Alegranza	> 2000
	1585	Islote Montaña Clara	> 2000
	1646	Islote Lobos	1000 > x > 400
	1677		
	1712	Fuerteventura	1000 > x > 600
	1949	"	3000 > x > 2000
	1971		
Tenerife	1430 ?	Gran Canaria	4000 > x > 2000
	1704-06	"	> 5000
	1798	"	> 3000
	1909		
Lanzarote	1730-36	Hierro	7000 > x > 4000
	1824	"	300

Tipo de volcán: Basáltico. Monogenético. Estromboliano (1)

Duración de la crisis: Pocas semanas (2)

Superficie cubierta por las coladas: 3-8 Km² (2)

Precusores: Sismicidad (3)

Localización Preferente: Sobre ejes volcano-tectónicos

Excepciones:

- (1) El estratovolcán Teide, cuya última erupción explosiva (Mña. Blanca) ocurrió hace 2000 años.
- (2) Las erupciones de Timanfaya (en Lanzarote 1730-1736) se prolongaron varios años y cubrieron 200 Km² de terreno con más de 1 Km³ de lava.
- (3) Debe tenerse en cuenta que sólo hay registro instrumental de la última erupción (volcán Teneguía, La Palma, 1971).

RIESGO VOLCÁNICO Y VIGILANCIA DE ERUPCIONES

De acuerdo con las características del volcanismo canario y sus más recientes manifestaciones, puede decirse que el riesgo volcánico en el archipiélago es relativamente bajo (Araña y Ortiz, 1989). Esta evaluación concuerda con la aplicación de baremos estándar como los propuestos por organismos internacionales o con valoraciones económicas específicas (ITGE, 1987). De hecho, los daños producidos por los volcanes históricos no han venido determinados por el peligro intrínseco de las manifestaciones eruptivas, sino por la existencia de núcleos de población próximos al volcán o en el curso de sus coladas.

La escasa volcánicidad en el siglo XX (sólo tres erupciones de menor entidad), el largo período de inactividad actual (desde 1971) y los pocos daños producidos por las últimas erupciones, han frenado o desvirtuado las demandas científicas para implantar una adecuada vigilancia del volcanismo canario. Por otra parte, dado que en Canarias el volcanismo reciente no se concentra en un edificio volcánico único donde se repitan las erupciones, no es posible aplicar el concepto de "Observatorio", que en otros países ha permitido la concentración de medios y personal enfocados a la vigilancia de un volcán determinado. Asimismo, la inexistencia de cámaras someras activas actualmente, reduce la posibilidad de identificar con claridad y precisión los precursores que tendrían significado a corto y medio plazo. En realidad, para prevenir futuras erupciones, hay que considerar el área volcánica dividida en varias islas, cada una de las cuales tiene sus propias características volcanológicas, aunque con rasgos comunes muy significativos (ver Tabla 1). La dispersión de las zonas con probabilidad de una futura erupción condiciona métodos e instrumentación para una adecuada vigilancia del volcanismo canario. En ese sentido parece lógico dar prioridad a la adquisición y construcción de equipos portátiles, y consecuentemente a los ensayos, mantenimiento y puesta al día que exigen su correcta utilización (emplazamiento, telemetría, tratamiento de datos, etc.) en caso de presentarse una crisis volcánica. Sin embargo, es preciso contar con una Red Instrumental mínima para conocer los niveles de base de distintos parámetros y hacer un seguimiento de los mismos. Este equipamiento ha sido instalado por la Red de Investigación Volcanológica (RIV) del CSIC en colaboración con el Gobierno de Canarias (ver Tabla 2). También el Instituto Geográfico Nacional cuenta en Canarias con una Red Sísmica Regional, centralizada en su Centro Geofísico de Canarias, que es suficiente para cubrir el primer nivel de vigilancia sísmica que requiere el grado de actividad que muestra actualmente el volcanismo canario (ver M.J. Blanco en este volumen).

Aunque la ausencia de actividad eruptiva reciente dificulta la realización de estudios detallados de la peligrosidad y riesgo volcánico en Canarias, una evaluación preliminar de tales parámetros comenzó a ser incluida en las ediciones más recientes de las Hojas correspondientes a Canarias en el Mapa Geológico Nacional, escala 1:25.000 (ver Araña, 1988). En la actualidad, se están elaborando los mapas de Peligrosidad en el Plan de la Comunidad Autónoma para la prevención del Riesgo Volcánico.

TABLA 2
EQUIPAMIENTO DE LA RIV DEL CSIC
en la "Red Instrumental para la Vigilancia de la actividad volcánica en Canarias"

¡Error! Marcador no definido.	Estaciones Sísmicas	Redes Geodésicas y gravimétricas	Termometría y Geoquímica Gases	Otras Técnicas Geofísicas	Otras Técnicas Geodésicas
La Palma	2 de 3 componentes	GPS			Imágenes SAR (*)
Hierro	1 de 3 componentes				
Gomera		Gravimétrica			
Tenerife	2 de 1 Componente 2 Arrays (**)	Geodésica (17 vértices) Nivelación (55 puntos) Gravimétrica	Estación Radón - CO ₂ (*)		Clinómetros (**) Extensómetros (**) Imágenes SAR (*)
Gran Canaria	1 de 3 Componentes				
Fuerteventura		Gravimétrica			Imágenes SAR (*)
Lanzarote	1 de Banda ancha 1 de Corto período	Gravimétrica	Termómetros Estación Radón - CO ₂ (*)	2 Magnetómetros (**)	2 Clinómetros 2 Extensómetros Red de Mareógrafos GPS diferencial Imágenes SAR (*)

(*) Pendientes de instalar o incorporar a la Red

(**) En Proyecto

31/Diciembre/1999

BIBLIOGRAFÍA

- AFONSO, A. (1974). *Geological sketch and historic volcanoes in La Palma, Canary Islands*. Estudios Geól., **Vol. Teneguía**: 7-13
- ARAÑA, V.; BADIOLA, E.R.; HERNÁN, F. (1973). *Peralkaline acid tendencies in Gran Canaria*. Contrib. Mineral. Petrol., **40**: 53-62.
- ARAÑA, V. (1988). *Geología y Volcanismo*. En Riesgos Geológicos. ITGE, Madrid: 45-82.
- ARAÑA, V.; ORTIZ, R. (1989). *Riesgo volcánico en el archipiélago canario*. ESF Meeting on Canarian Volcanism. CSIC. Madrid: 247-253.
- ARAÑA, V.; NOVITSKY, I. (1991). *El magmatismo de las islas Canarias y su relación con el de otras regiones oceánicas*. Rev. Inv. Geológicas. Num. ext. Homenaje Prof. S. Miguel: 12 pp.
- ARAÑA, V.; ORTIZ, R. (1991). *The Canary Islands: Tectonics, Magmatism and Geodynamic Framework*. En Extensive Magmatism and Structural Setting. A. Kampunzu y P. Lubala editores. Springer Verlag. Heidelberg: 209-249.
- ARAÑA, V.; BUSTILLO, M.A. (1992). *Volcanological concerns of the siliceous metasedimentary xenoliths included in historic lava flows of Lanzarote (Canary Islands)*. Acta Vulcanologica, **2**: 1-6.
- ARAÑA, V.; MARTÍ, J.; APARICIO, A.; GARCÍA-CACHO, L.; GARCÍA-GARCÍA, R. (1994). *Magma mixing in alkaline magmas: An example from Tenerife (Canary Islands)*. Lithos, **32**: 1-9.
- ARAÑA, V. (editor) (1997). *Guía de Lanzarote*. Serie Casa de Los Volcanes, **6**: 128 pp.
- BRAVO, T. (1964). *Estudio Geológico y petrográfico de la isla de La Gomera (I y II)*. Estudios Geol., **20**: 1-56.
- CANTAGREL, J.M. (1988). *Quel age ont les iles Canaries?* En Le Magmatisme Mesozoique a Actuel de la Plaque Afrique. CIFEG: 62-71.
- FUSTER, J.; ARAÑA, V.; BRANDLE, J.; NAVARRO, J.; ALONSO, U.; APARICIO, A. (1968a). *Geología y Volcanología de las islas Canarias. Tenerife. I*. Lucas Mallada, CSIC. Madrid: 218 pp.
- FUSTER, J.; HERNÁNDEZ-PACHECO, A.; MUÑOZ, M.; BADIOLA, E.; GARCÍA CACHO, L. (1968b). *Geología y Volcanología de las Islas Canarias. Gran Canaria. I*. Lucas Mallada, CSIC. Madrid: 243 pp.
- FUSTER, J.; CENDRERO, A.; GASTESI, P.; IBARROLA, E.; LÓPEZ, J. (1968c). *Geología y Volcanología de las Islas Canarias. Fuerteventura. I*. Lucas Mallada, CSIC. Madrid: 129 pp.
- FUSTER, J.; FERNÁNDEZ, S.; SAGREDO, J. (1968d). *Geología y Volcanología de las Islas Canarias. Lanzarote. I*. Lucas Mallada, CSIC. Madrid: 239 pp.
- GRACHEV, A.; ARAÑA, V. et al. (1995, pre-print). *Mantle sources of the Canary Islands basalts*. Teide Laboratory Volcano Project. Final Report.
- IBARROLA, E. (1970). *Variabilidad de los magmas basálticos en las Canarias Orientales y Centrales*. Estudios Geol., **26**: 337-399.
- ITGE (1987). *Impacto económico y Social de los riesgos geológicos en España*. Madrid.
- MARTÍ, J.; MITJAVILA, J. (Editores) (1995). *A Field Guide to the Central Volcanic Complex of Tenerife*. Serie Casa de Los Volcanes, **4**: 156 pp.
- MEZCUA, J.; GALAN, J.; RUEDA, J.; MARTÍNEZ, J.M.; BURFORN, E. (1990). *Sismotectónica de las Islas Canarias, Estudio del terremoto del 9 de Mayo de 1989 y su serie de réplicas*. Pub. Tec. I.G.N., **23**: 24 pp.
- MUÑOZ, M. (1973). *Inclusiones máficas y ultramáficas en las formaciones volcánicas de Gran Canaria*. Estudios Geol., **29**: 113-129.
- O'CONNOR, M.; DUNCAN, R. (1990). *Evolution of the Walvis Ridge. Implications for African and South America plate motions over plumes*. J. Geophys. Res. **95**: 17475-17502.

PELLICER, M. (1977). *Volcanología de la isla del Hierro*. Estudios Geol., **33**: 181-197.
ZINDLER, A.; HART, S. (1986). *Chemical Geodynamics*. Ann. Rev. Earth Planet. Sci., **24**: 493-571.