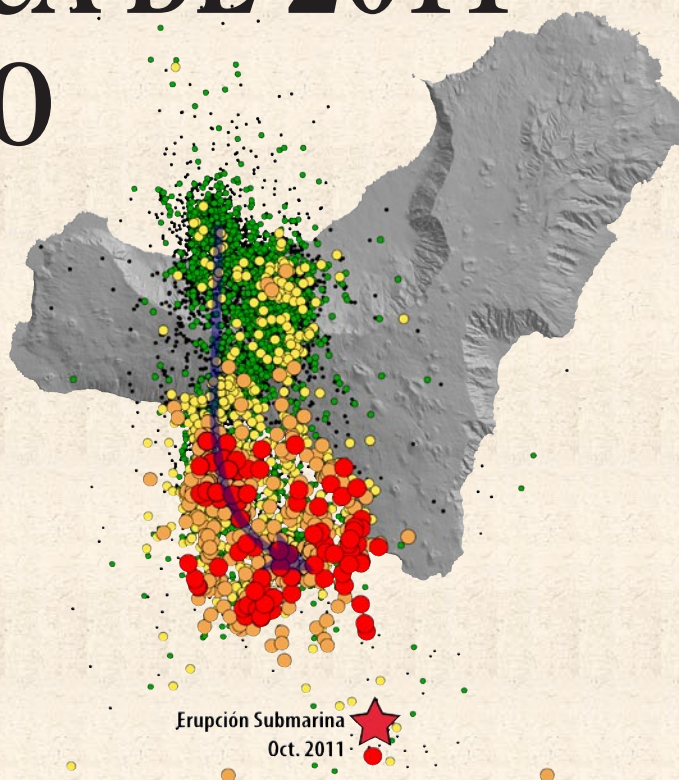
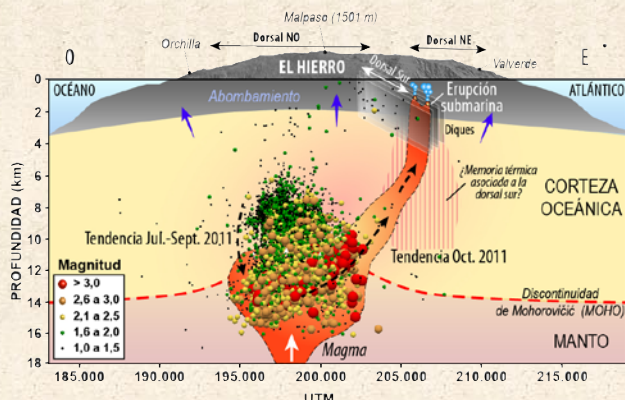


LA GEOLOGÍA ES NOTICIA

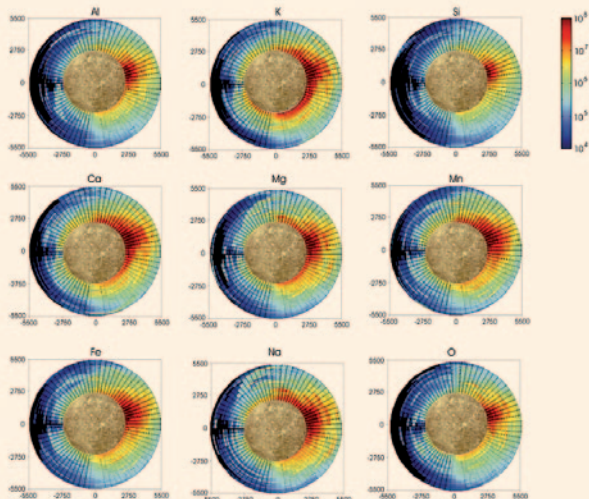
¿CRÓNICA DE UNA ERUPCIÓN ANUNCIADA? (pag. 216)

CRISIS SÍSMICA DE 2011 EN EL HIERRO

J.C. Carracedo
 A. Rodríguez-González
 F.J. Pérez-Torrado
 J.L. Fernández-Turiel



LA GEOLOGÍA DE LOS PLANETAS:



Análisis estadístico de datos composicionales al servicio de la planetología

(pag. 220)

J. A. Martín-Fernández
 V. Pawlowsky-Glahn
 H. Lammer

CRISIS SÍSMICA DE 2011 EN EL HIERRO:

¿Crónica de una erupción anunciada?

J.C. CARRACEDO¹,
A. RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ¹,
F.J. PÉREZ-TORRADO¹ Y
J.L. FERNÁNDEZ-TURIEL²

¹ Grupo investigación GEOVOL, Dpto. de Física, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

² Instituto de Ciencias de la Tierra Jaume Almera, CSIC, Barcelona

El Hierro, con poco más de 1 millón de años, es la isla más joven de las Canarias. Situada, junto a la vecina isla de La Palma, en el extremo occidental del archipiélago, descansa sobre un fondo oceánico de entre 3500 y 4000 m de profundidad (Figura 1).

El Hierro y La Palma forman una alineación doble y están creciendo de forma simultánea, a diferencia de las restantes islas del archipiélago, que comienzan a formarse cuando la anterior está muy desarrollada. Sin embargo, aunque ambas islas comparten el periodo juvenil de desarrollo, no parecen hacerlo de forma continua, sino en fases alternantes, predominando la actividad volcánica en una isla mientras la otra permanece esencialmente en reposo eruptivo (*on-off*). En el Holoceno, la fase de mayor actividad parece corresponder a La Palma, lo que explica la existencia en esta isla de decenas de erupciones volcánicas en este periodo, 6 de ellas históricas (menos de 500 años), mientras que la erupción más reciente datada hasta la fecha por radiocarbono en El Hierro, Montaña Chamuscada, emplazada en el rift NE al lado del pueblo de San Andrés, presenta una edad de 2500 ± 70 años, seguida probablemente por la del volcán Tanganasoga, emplazada en el rift NO, de menos de 4000 años.

Por otra parte, de la observación de la imagen de sonar del edificio insular de El Hierro (Figura 1) se deduce que abundan más las erupciones submarinas

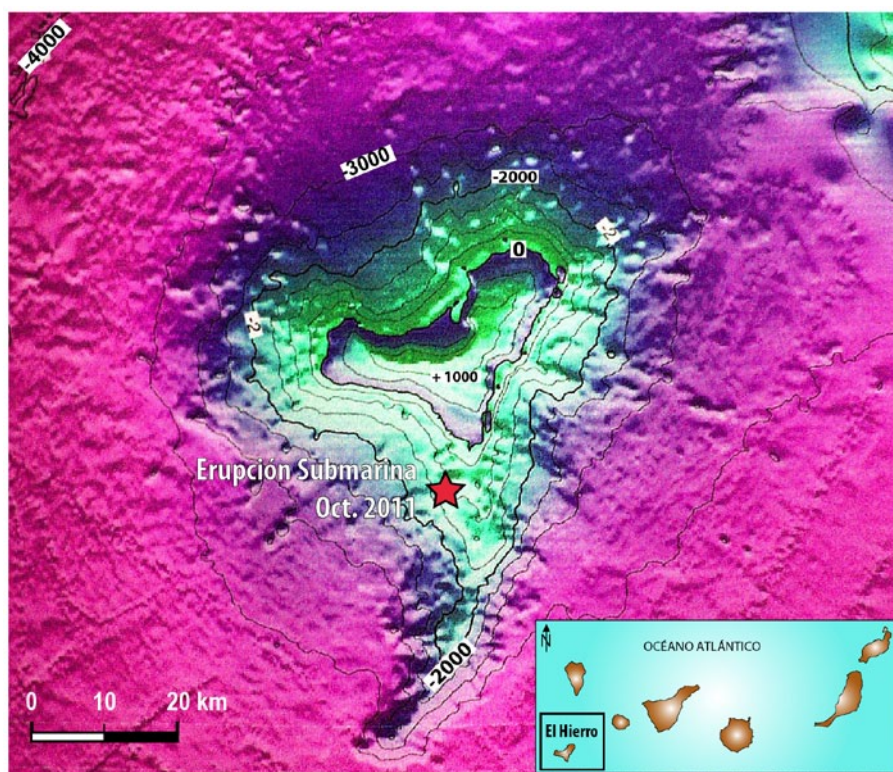


Figura 1. Aunque solemos pensar en las islas como el terreno que está emergido, en realidad esta parte es apenas un 10% del volumen total del edificio insular. En la imagen de sonar se ve el edificio completo de El Hierro, apoyado en el fondo oceánico a más de 3000 m de profundidad (modificado de Masson et al., 2004). Se observan con claridad las prolongaciones submarinas de las dorsales o rifts, la del sur con más de 40 km de longitud y forma en curva en la cual tuvo lugar la erupción del 10 de octubre de 2011.

que las subaéreas, hecho por otra parte lógico teniendo en cuenta que la parte submarina de la isla supone alrededor de un 90% del volumen total.

La característica forma de tetraedro truncado de la Isla de El Hierro se acentúa por la existencia de deslizamientos gravitatorios masivos en cada uno de sus lados, siendo el del norte, que ha formado la espectacular escarpadura de El Golfo, con un borde casi vertical de 1400 m de altura, el más joven del Archipiélago Canario con menos de 100 mil años de edad.

La configuración de El Hierro se completa con tres dorsales o rifts que forman las aristas de la pirámide, donde se ha concentrado –y se concentrarán previsi-

blemente en el futuro– la mayor parte de las erupciones subaéreas. El rift sur se prolonga más de 40 km como estructura submarina, lo que evidencia que es en ésta donde se han agrupado buena parte de las erupciones submarinas recientes de la isla.

El pasado geológico de El Hierro

Como ocurre frecuentemente en las islas oceánicas, su crecimiento consiste en la yuxtaposición de varios escudos basálticos de rápido desarrollo (como los escudos Central, Teno y Anaga en Tenerife, Taburiente y Cumbre Vieja en La Palma, o Kohala, Hualalai, Mauna Kea, Mauna Loa y Kilauea en Hawaii). En el caso de El Hierro son dos escudos prin-

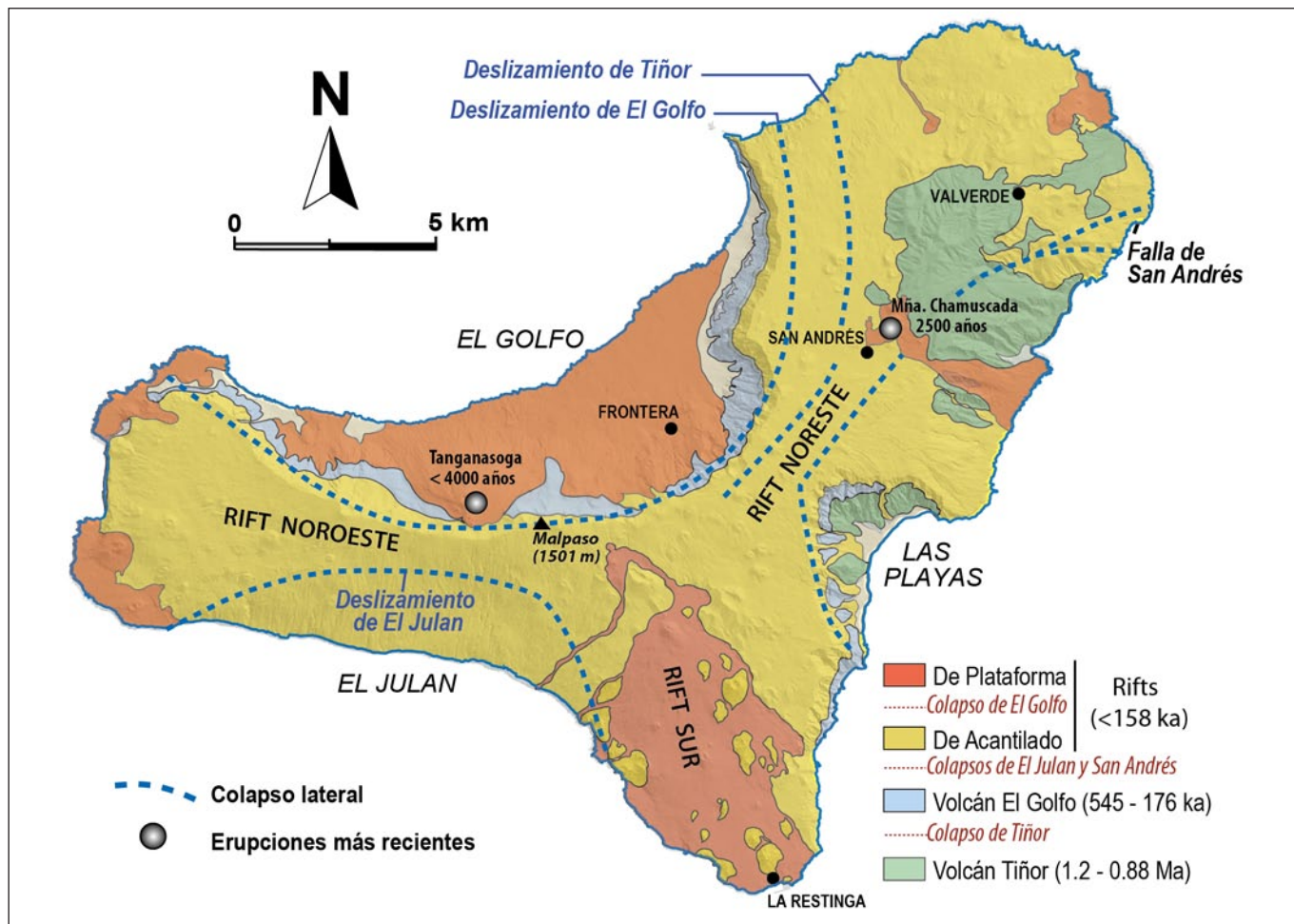


Figura 2. Mapa geológico simplificado de la isla de El Hierro indicando las distintas unidades volcánico-estratigráficas y las erupciones más recientes ocurridas en la isla (modificado de Carracedo et al., 2001).

cipales, el de Tiñor, que ocupa la parte más oriental de la isla, formado durante el periodo comprendido entre 1.2 y 0.88 millones de años y el de El Golfo, desarrollado sobre el flanco occidental del anterior entre unos 545 y 176 mil años antes de ahora.

Ambos escudos volcánicos crecieron excesivamente, alcanzando niveles de inestabilidad que condujeron a deslizamientos gravitatorios masivos e instantáneos, implicando drásticos cambios en la morfología de la isla (Figura 2).

La última fase de crecimiento en la isla, iniciada hace unos 158 mil años, se caracteriza por un volcanismo cuyos centros eruptivos se concentraron fundamentalmente en las crestas de un sistema triple de rifts, con la característica geometría en “estrella Mercedes”. En esta fase el volcanismo fue tan abundante que prácticamente recubrió a los escudos anteriores, que solo afloran en la zona de San Andrés y Valverde, y en los cortes de los cantiles más prominentes. El volca-

nismo más reciente de esta última fase viene produciéndose desde el inicio del presente interglaciar, hace unos 20 mil años, formando extensas plataformas costeras de lava, que las diferencian de las precedentes, que ya han desarrollado acantilados (Figura 2).

A pesar de ser la isla más joven de Las Canarias, El Hierro no tiene volcanismo histórico, que sí existe en La Palma, Tenerife e incluso Lanzarote. En 1793 terremotos de considerable magnitud sacudieron la isla de El Hierro entre el 27 de marzo y el 15 de junio, provocando gran temor en la población. Temiéndose una gran catástrofe (una erupción volcánica), se llegó incluso a elaborar el primer plan de evacuación de una isla en la historia de Canarias, que comprendía medidas para la protección de la población. Los temblores de mayor intensidad se registraron en la zona de El Golfo y se extendieron luego a toda la isla. A partir del 8 de mayo fueron de tal intensidad que la población abandonó sus casas y

dormía al raso. Todos esperaban de un momento a otro una gran erupción volcánica. El epicentro volvió a localizarse en El Golfo a partir del 15 de junio, produciéndose desplomes y afectando a algunas casas. Finalmente fueron decreciendo en intensidad hasta desaparecer y volver la isla a la normalidad, sin que se llegara a producir la temida erupción o ésta fue submarina y sin otra consecuencia apreciable que los terremotos.

La crónica de Dacio Darías Padrón (1929), donde aparece el relato de esta crisis sísmica de El Hierro, no alude a una erupción, sino más bien al contrario, al indicar claramente que las medidas planificadas se hubieran implementado “si el volcanismo hubiera destruido la isla azotada”, sugiriendo que la erupción no llegó a producirse.

El futuro geológico de El Hierro

¿Está ocurriendo ahora en la isla de El Hierro, con abundantes terremotos sentidos desde el pasado mes de julio, lo mismo que en 1793, o son los prolegómenos de la primera erupción volcánica después de 2500 años de reposo eruptivo? En

aquella época, finales del siglo XVIII, no había instrumentación que informara sobre lo que estaba sucediendo. En cambio, ahora, a comienzos del XXI sí que existe, principalmente la más eficaz en esta fase, implementada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN). El registro de la actividad sísmica y la localización de sus hipocentros es la mejor técnica para conocer lo que ocurre y su evolución, lo que permitirá poder anticipar si habrá o no erupción, y si tiene lugar conocer su ubicación, bien en tierra o en el mar.

Si observamos la pauta seguida por los terremotos, la mayoría insignificantes por su riesgo, pero muy útiles para seguir la evolución del fenómeno, vemos que se focalizan inicialmente al norte de la isla y en la cuenca de El Golfo (Figura 3). Posteriormente aumentan paulatinamente su magnitud al tiempo que emigran hacia el sur, emplazándose en la zona de El Julan y el Mar de Las Calmas, con una tendencia a desviarse aún más hacia mar adentro.

Más ilustrativa aún es la visión de la profundidad de estos terremotos (Figura 4). Teniendo en cuenta que la base de la corteza oceánica está a una profundidad de unos 14 km, la mayoría de los epicentros se concentra inicialmente en esa in-

terfase, sin acercarse hacia la superficie. Por el contrario, con el paso del tiempo los focos sísmicos ganan en profundidad y se desplazan lateralmente en dirección sur.

Este comportamiento parece sugerir que la bolsa de magma, más ligero que el material del manto, asciende y choca con la base de la corteza oceánica, donde se acumula y expande en forma de cabeza de champiñón, en un fenómeno que se conoce como "underplating". Este fenómeno puede ser debido al contraste de densidad existente entre el manto y la corteza, de forma que el magma surgido en el manto queda atrapado en la base de la corteza oceánica (discontinuidad de Mohorovičić), ya que ésta presenta una densidad similar o ligeramente inferior a la suya. La subsiguiente presión ascendente del magma abomba la corteza generando los sismos y provocando la hinchazón en la superficie de la isla medida con GPS y que, hasta el 30 de septiembre, rondaba los 40 mm en la vertical (Figura 4).

El sistema es aún activo, como indica el aumento constante de la energía acumulada, pero no presenta indicios de haber logrado vencer la resistencia de la corteza, requisito lógicamente indispen-

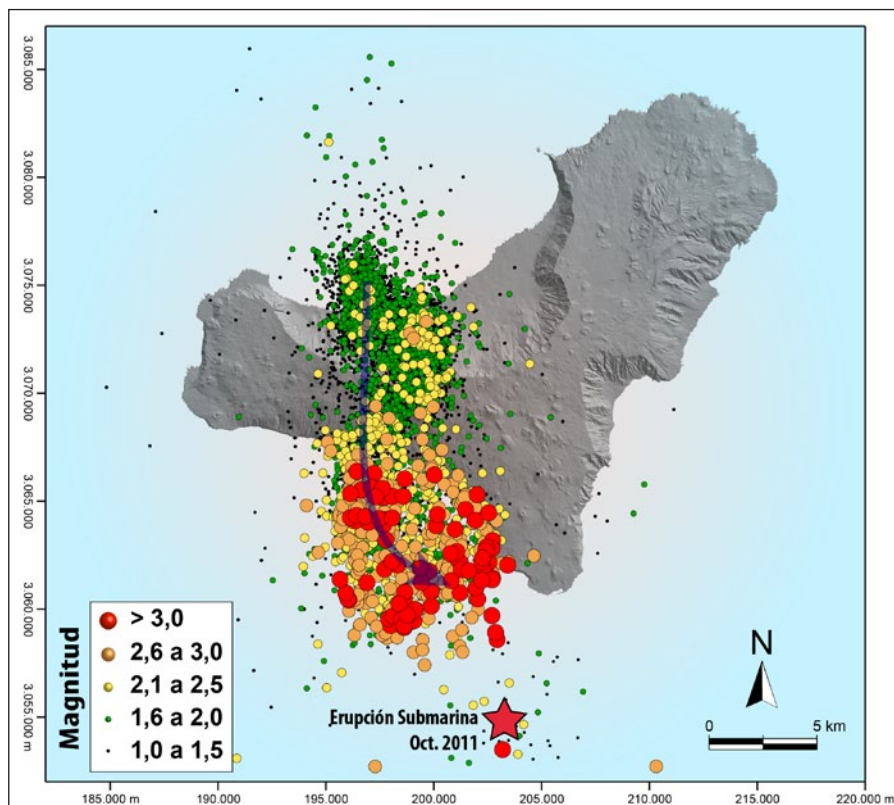
sable para que se produzca una erupción volcánica, que en todo caso, con la tónica actual se produciría en el flanco sur submarino de la isla.

Lecciones hasta el presente

A diferencia de 1793, de 1971 (la última erupción ocurrida en Canarias, el Teneguía, La Palma) e incluso de 2004 (crisis sísmica en Tenerife), el seguimiento de la presente crisis sísmica en El Hierro se está realizando con gran detalle y precisión en la localización de los hipocentros. Puesto que esta localización ha mostrado claramente que el magma no ha logrado penetrar la corteza oceánica y el abombamiento de la isla es ligero (alrededor de 40 mm), es evidente que, hasta el momento, no hay indicios de una erupción inminente. Solo si el sistema logra atravesar la corteza y ascender hacia la superficie, lo que podrá advertirse instrumentalmente, existirá esa posibilidad, momento en el que estaría justificada la adopción de medidas preventivas específicamente relacionadas con una erupción volcánica, como acordonamiento de la zona afectada por la erupción, control de incendios forestales, etc.

En definitiva, hasta el momento (30 de septiembre de 2011) lo que ha ocurrido es una significativa perturbación por el emplazamiento de una bolsa de magma en la base de la corteza, alcanzándose una situación estacionaria que no permite predecir como evolucionará en el tiempo. Pero si finalmente la erupción tuviera lugar, se podrían plantear tres escenarios ligeramente diferentes: (1) si surge en el interior de la isla, lo más probable es que la erupción fuera de baja explosividad, con mecanismo de tipo estromboliano similar a la erupción del Teneguía en La Palma en 1971; (2) si tiene lugar en el mar cerca de la línea de costa (a menos de 500 m de distancia) con profundidades inferiores a los 100 m, tendría lugar una interacción eficaz agua-magma que conduciría a erupciones de carácter hidromagmático, bastante explosivas, conocidas como Surtseyanas, en honor a la isla de Surtsey surgida a mediados de noviembre de 1963 al SO de Islandia. Una vez que el edificio volcánico creciera por encima del nivel del mar y la interacción agua-magma se imposibilitara, la erupción continuaría con mecanismos estrombolianos; (3) si ocurriera aún más mar adentro, donde las

Figura 3. Evolución de la sismicidad desde el 19 de julio hasta el 9 de octubre de 2011 (datos tomados del IGN). Se han filtrado los datos sísmicos de magnitud inferior a 1.



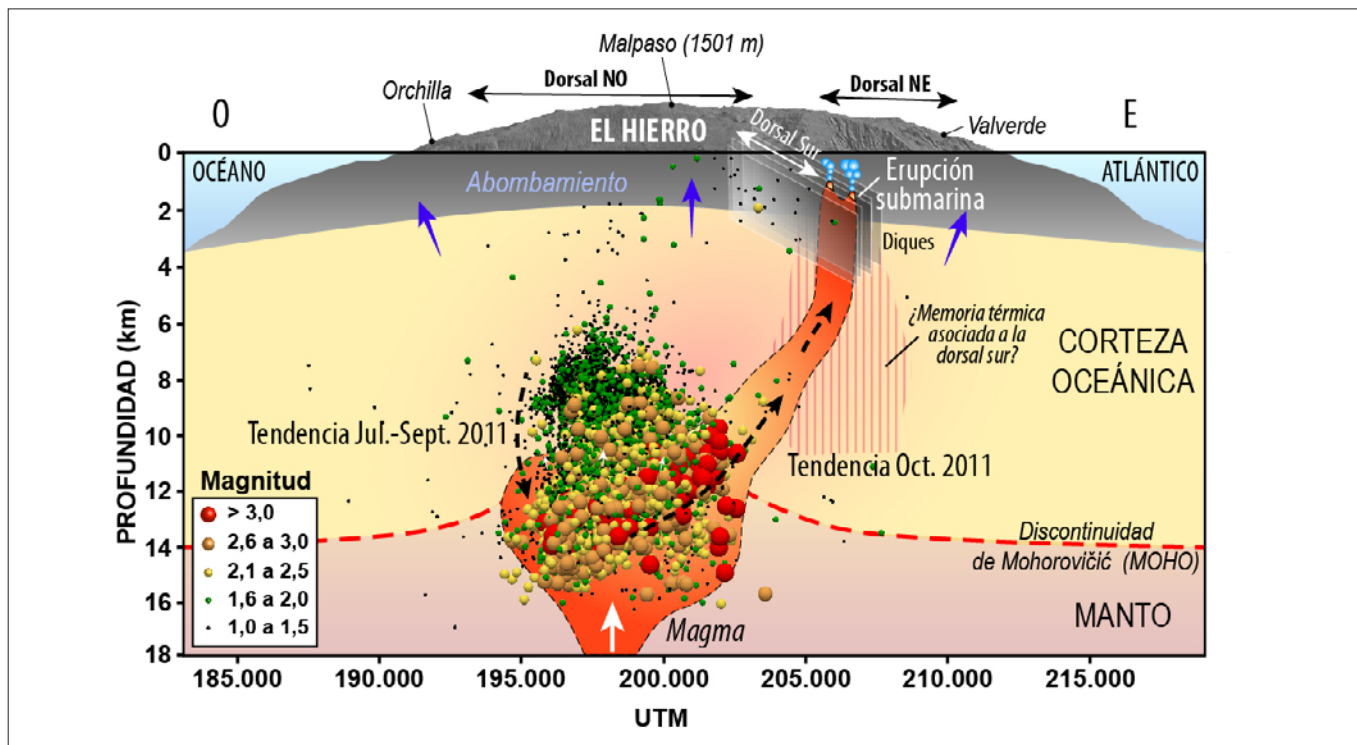


Figura 4. Distribución de los hipocentros en profundidad de la figura 3 (datos tomados del IGN). Se marca la posible deformación en la base de la corteza oceánica a causa de la acumulación del magma, el subsiguiente abombamiento en la superficie de la isla medido con GPS y la salida final del magma hacia el flanco submarino del rift S.

profundidades aumentan rápidamente, la presión hidrostática del agua de mar impediría que el magma se fragmentara violentamente y prácticamente pasaría desapercibida en superficie.

En cualquiera de los tres escenarios, y comparando con el tipo de volcanismo reciente observado en El Hierro, así como el histórico en las vecinas islas de La Palma y Tenerife, la erupción tendría una duración de semanas a unos pocos meses.

Agradecimientos:

Los autores de este trabajo tienen un proyecto de investigación vigente (ref. SolSubC200801000047, periodo 2009-2012) concedido por el Gobierno de Canarias para el estudio del volcanismo holoceno en la isla de El Hierro.

Nota de los autores:

Finalmente, en la madrugada del 10 de octubre de 2011 los terremotos profundos dieron paso a los temblores volcánicos, una señal sísmica de muy largo periodo característica del paso de un magma por un conducto eruptivo. En otras palabras, la erupción volcánica estaba en marcha y finalmente se localizaba en el mar, entre 4 a 7 km al S de La Restinga y entre 500 a 1000 m de profundidad, con varios focos activos posible-

mente orientados paralelos a la directriz estructural del rift S de la isla (las localizaciones precisas de los focos eruptivos a fecha de 12 de octubre de 2011 aún está por determinar).

La confirmación de esta erupción submarina se ha ceñido como un guante a las previsiones geológicas manifestadas con anterioridad en este artículo. Se produce en la isla geológicamente más joven, actualmente en la vertical de la anomalía térmica del manto que ha generado el Archipiélago Canario. Es submarina, lo que está en consonancia con el mayor volumen submarino de las islas (y pone de manifiesto que la crisis sísmica de 1793 también pudo desembocar en una erupción submarina profunda de la que los habitantes de la isla en esa época no tuvieron percepción alguna) y se ha

localizado en uno de los rifts activos (el Sur), estructura de enorme interés volcánológico porque estructuran y dan forma a las islas, concentran las erupciones y, por tanto, el riesgo eruptivo, y son responsables, en escalas de cientos de miles de años, de provocar deslizamientos gravitatorios gigantes.

Hemos querido añadir estas líneas para actualizar el contenido del artículo sin retocar nada de lo previamente escrito, queriendo con ello reforzar que los conocimientos geológicos detallados de una zona son la base para la interpretación de su evolución futura. Lo que si hemos modificado son las figuras 1, 2 y 3, actualizando los datos sísmicos hasta el 9 de octubre, la localización de la erupción y nuestra interpretación de como se ha desarrollado. Creemos que estas modificaciones permitirán a los lectores comprender mejor el fenómeno analizado. ●

Referencias

Carracedo, J.C., E. Rodríguez Badiola, S., Guillou, H. J. de La Nuez y Pérez Torrado, F.J. (2001). *Geology and Volcanology of the Western Canaries: La Palma and El Hierro. Estudios Geológicos*, 57, 171-295.

Masson, D.G., Watts, A.B., Gee, M.J.R., Urgeles, R., Mitchell, N.C., Le Bas, T.P. y Canals, M. (2002). *Slope failures on the flanks of the western Canary Islands. Earth-Science Reviews* 57, 1-35.

Más información sobre la serie sísmica de El Hierro en la web del Instituto Geográfico Nacional (IGN):

<http://www.ign.es/ign/resources/volcanologia/HIERRO.html>