

# LA GEOLOGÍA ES NOTICIA

## EYJAFJALLA:

El volcán que tuvo en jaque a media Europa

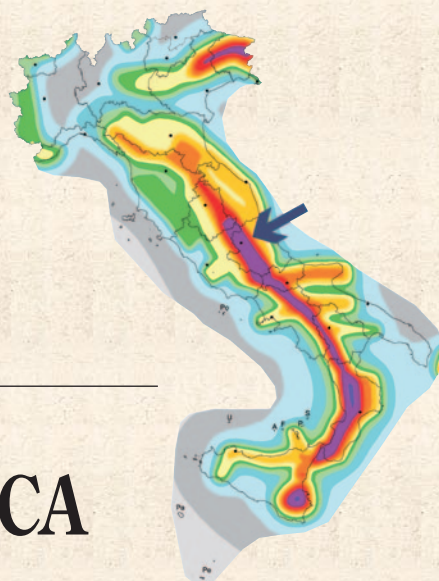
*Francisco José Pérez-Torrado  
Alejandro Rodríguez-González  
Juan Carlos Carracedo  
José Luis Fernández-Turiel  
Domingo Gimeno  
Sebastian Wiesmaier*



## EL TERREMOTO ESPERADO PERO IMPREDECIBLE:

Sismólogos italianos ¡a juicio! por no predecir el terremoto de L'Aquila de 2009

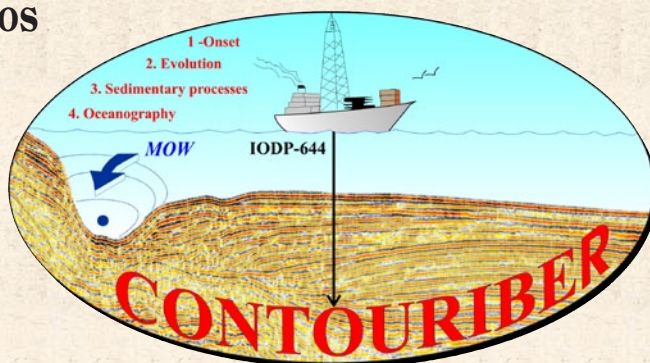
*Daniela Pantosti*



## CAMPAÑA OCEANOGRÁFICA "CONTOURIBER"

La apertura del Estrecho de Gibraltar y sus implicaciones en la evolución de los fondos marinos y en los cambios ambientales.

*Fº Javier Hernández-Molina  
Gemma Ercilla  
Teresa Medialdea*



# Eyjafjalla: El volcán que tuvo en jaque a media Europa

FRANCISCO JOSÉ PÉREZ-TORRADO<sup>1</sup>,  
ALEJANDRO RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ<sup>1</sup>,  
JUAN CARLOS CARRACEDO<sup>2</sup>,  
JOSÉ LUIS FERNÁNDEZ-TURIEL<sup>3</sup>,  
DOMINGO GIMENO<sup>4</sup> Y  
SEBASTIAN WIESMAIER<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Dpto. de Física (Grupo investigación GE-  
OVOL), Universidad de Las Palmas de  
Gran Canaria

<sup>2</sup> Instituto de Productos Naturales, CSIC,  
Tenerife

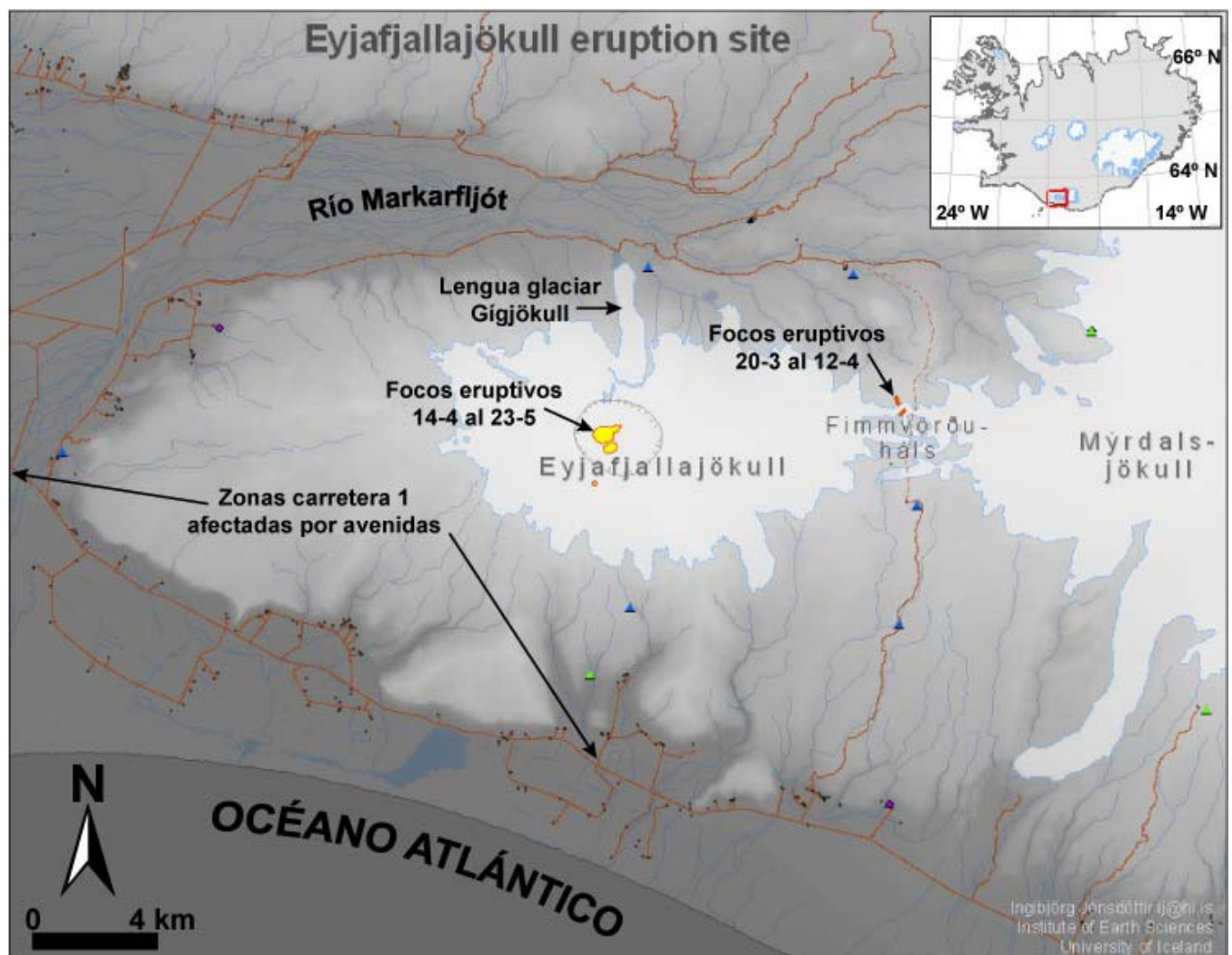
<sup>3</sup> Instituto de Ciencias de la Tierra Jaume  
Almera, CSIC, Barcelona

<sup>4</sup> Dpto. de Geoquímica, Petrología i Pros-  
pecció Geològica, Universitat de Barce-  
lona

Islandia representa una porción de la Dorsal Atlántica puesta en superficie por el empuje ascensional de un punto caliente (anomalía térmica en el manto). La conjunción de estos dos fenómenos conlleva varias implicaciones. Por un lado, Islandia pertenece a dos placas litosféricas: la Norteamericana (parte occidental de la isla) y la Euroasiática (parte oriental), que se separan entre sí unos 20 mm/año, lo que supone un crecimiento continuo de la isla. Por otro lado, Islandia es una isla volcánicamente muy activa, siendo este volcanismo el responsable en última instancia de ese crecimiento continuo.

Los primeros asentamientos humanos con registro histórico en la isla datan del año 874, siendo citadas desde esa fecha unas 205 erupciones, aunque sólo han podido ser correctamente caracterizadas unas 159, lo que supone unas 20 erupciones por siglo (en comparación, en Canarias, sólo se tienen documentadas 12 erupciones históricas a partir del siglo XV). De las 159 erupciones históricas bien caracterizadas, unas 124 tuvieron ca-

*Figura 1. Mapa del área de influencia del volcán Eyjafjallajökull, con indicación de los puntos de interés redactados en el texto (modificado del Institute of Earth Sciences, University of Iceland, 2010)*



rácter explosivo con emisión de columnas piroclásticas, a pesar de que el quimismo del magma en la gran mayoría de ellas tiene carácter básico (un magma básico, con poco contenido en  $\text{SiO}_2$ , presenta bajas saturaciones en gases y bajas viscosidades, lo que permite su salida a la superficie sin casi fragmentación, dando lugar a erupciones efusivas con formación de lavas). Por tanto, ¿qué pasa en Islandia para que los magmas básicos suelen generar erupciones explosivas? La respuesta está en un tercer factor: la latitud a la que se encuentra la isla, aproximadamente entre los 63 a 66° N (Figura 1), lo que permite la formación de glaciares permanentes que, obviamente, se localizan con preferencia rellenando las calderas de los grandes volcanes islandeses. De esta forma, la interacción eficaz agua-magma provoca una sobrepresión de vapor que puede fragmentar intensamente al magma y sacarlo a la superficie de forma violenta: es lo que se conoce como erupciones hidromagmáticas (en el caso concreto de Islandia, de tipo subglacial).

El volcán Eyjafjallajökull (en realidad el volcán se denomina Eyjafjalla, literalmente montaña isla, significando la terminación jökull, glaciar) es un estratovolcán de moderadas dimensiones en comparación con otros presentes en la misma isla, con una altura máxima de 1666 m coronada por una caldera casi circular de unos 3 km de diámetro (ver figura 1). La construcción de este volcán data de unos 700.000 años atrás y sus materiales son fundamentalmente basaltos y andesitas basálticas. Su última erupción histórica tuvo lugar entre 1821-1823 y se le asignó un valor 3 en el Índice de Explosividad Volcánica<sup>1</sup> (figura 2). Desde entonces ha permanecido inactivo cubierto por un potente casquete glaciar de unos 70 a 200 m de espesor.

A partir del año 1991, es decir casi 20 años antes de la erupción que nos ocupa, el volcán mostró claros signos de reactivación, fundamentalmente enjambres

<sup>1</sup> El índice de Explosividad Volcánica (IEV) se mide a través del volumen de depósitos piroclásticos (tefra) emitidos durante una erupción. La escala de valores que presenta va desde 0 a 8 de manera que un valor inmediato superior significa un orden de magnitud exponencial mayor que el valor inmediato inferior. La escala del IEV permite, de forma sencilla, resumir otros parámetros de las erupciones tales como mecanismo eruptivo, duración, altura de las columnas piroclásticas, etc.



Figura 3. Erupción del Eyjafjalla el 4 de mayo vista desde su ladera N. Obsérvese la formación de las columnas piroclásticas de color oscuro y su dispersión hacia el S-SE, así como el avance de la lava a lo largo de la lengua glaciar Gigjökull marcado por las nubes de vapor de agua de color blanco que se levantan encima de ella. Por último, en esa fecha se pudo observar como la mayoría de la superficie del glaciar se encuentra cubierta por una capa de cenizas de color negro (Foto F.J. Pérez-Torrado).

sísmicos e hinchazón del terreno en su zona de cumbres de hasta 18 cm. Pero es a partir de diciembre del año 2009 cuando la frecuencia y magnitud de los eventos sísmicos se hizo más notable, con hipocentros cada vez más someros. Así, el 20 de marzo de 2010 se desencadena la erupción en el flanco E del volcán, en el área conocida como Fimmvörduháls que, al no estar cubierta por el glaciar, propició que fuera de muy baja explosividad. Se abrieron dos fisuras, una inicial de unos 500 m de longitud y otra posterior, a partir del 31 de marzo, de unos 300 m de longitud, desde las que surgieron surtidores de lavas que fluyeron hacia el N formando en su recorrido espectaculares cascadas de lavas. Se construyeron numerosos conos de escorias alineados en las dos fisuras, el mayor de los cuales alcanzó unos 82 m de altura. Las lavas, de composición basáltica alcalina (48%  $\text{SiO}_2$ ), se extendieron por una superficie de unos 1,3 km<sup>2</sup>, con potencias de 10 a 20 m y recorrido máximo de unos 4 km. La erupción cesó el 12 de abril y se le ha asignado un IEV de 0-1 (ver figura 2).

A las 23:00 GMT del 13 de abril se detectaron numerosos terremotos muy someros bajo la caldera del volcán, síntoma

inequívoco de migración del magma ascendente hacia ese sector y reanudación de la actividad volcánica. Efectivamente, en la mañana del 14 de abril ya se observó la existencia de varios cráteres rompiendo el casquete glaciar a lo largo de una fisura de unos 2 km de longitud en el interior de la caldera. Se desencadenó una nueva fase eruptiva mucho más explosiva, hidromagmática, que formó columnas piroclásticas de hasta 9 km de altura (cerca de la tropopausa) con descargas de unos 300 m<sup>3</sup>/s de cenizas. Esta fase explosiva provocó dos efectos inmediatos, por un lado el brusco deshielo de parte del glaciar con generación de importantes avenidas de agua (jökulhlaups en islandés) en el río Markarfljót y en otros secundarios que produjeron serios destrozos en la carretera 1, la principal vía de comunicación en el S de Islandia. Por otro lado, la dirección de los vientos predominantes en esos días, soplando desde el N, empujó esas cenizas hacia Europa provocando el cierre de numerosos aeropuertos durante 6 días (del 15 al 21 de abril).

La composición de las cenizas es traquiandesítica (57-59%  $\text{SiO}_2$ ), bastante más ácida que la de las lavas de la erupción inicial, lo que pone de manifiesto

ÍNDICE DE EXPLOSIVIDAD VOLCÁNICA (IEV)	Erupción flanco			Erupción caldera						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
Descripción general	No explosiva	Baja	Moderada	Moderada a grande	Grande	Muy grande				
Descripción cualitativa	← Efusiva →		← Explosiva →		← Cataclísmica Paroxísmica →					
Tipo de erupción	← Hawaiana →		← Estromboliana →		← Vulcaniana →		← Pliniana →			← Ultraplíniana →
Duración (horas de erupción continua)	← < 1 →		← 1 - 6 →		← 6 - 12 →		← > 12 →			
Volumen de tefra (km <sup>3</sup> )	0,00001	0,001	0,01	0,1	1	10	100	1000		
Altura de la columna eruptiva (km)	< 0,1	0,1 - 1	1 - 5	3 - 15	10 - 25	← > 25 →				
Inyección en la troposfera	Nula	Escasa	Moderada	← Importante →						
Inyección en la estratosfera	No	No	No	Possible	Segura	← Significativa →				
Número de erupciones (en el Holoceno)	699	845	3477	869	278	84	39	4	0	

fecha fija el inicio (y el final) de una erupción, incluso con signos evidentes de detección temprana.

2. La gran complejidad de una erupción, con fases muy diferentes y procesos asociados de diversa índole (deshielos, temblores de tierra, contaminación de aguas, etc).

3. La conjunción de dos factores que, aunque previsibles, no se habían tomado en cuenta previamente. Por un lado la alta frecuencia de erupciones explosivas en Islandia capaces de formar columnas piroclásticas con inyección de partículas de ceniza a elevadas alturas (troposfera y estratosfera). Por otro, vientos dominantes soplando desde el N que, aunque predominan solo el 6% del tiempo a lo largo del año, es factible su aparición a lo largo de una erupción prolongada en el tiempo (de hecho, recopilando información de erupciones históricas en Islandia se ha observado que, en un número elevado de ellas, hubo constancia de caída de cenizas en las Islas Británicas así como en la Europa continental).

4. La gran fragilidad del estilo de vida occidental ante la aparición de estos fenómenos. Los días de cierre de aeropuertos supusieron la cancelación de más de 100.000 vuelos, con pérdidas económicas que sólo el sector de las aerolíneas tasó en más de 1.200 millones de euros.

5. La necesidad de generar protocolos mejor definidos para la navegación aérea: zonificación de las zonas de exclusión aérea de acuerdo a la densidad de partículas en la nube piroclástica y tipo de motores en los aviones, sistemas satelitales de seguimiento en directo de los desplazamientos de esas nubes, etc.

6. En definitiva, es necesaria la inversión económica en estudios que permitan mejorar sustancialmente el conocimiento de estos fenómenos y, de esta forma, mitigar sus consecuencias. ●

áreas fuentes diferentes. Mientras en la erupción inicial efusiva en el flanco del volcán el magma pudo proceder directamente del manto sin apenas diferenciación química, en esta segunda fase más explosiva debió proceder de una cámara magmática somera situada en la vertical de la caldera. Esta cámara, alimentada por supuesto con magma desde el manto (tal vez desde el año 1991 que se detectaron los primeros síntomas de ascenso magmático), permitió el estancamiento del mismo y, en consecuencia, procesos químicos de diferenciación magmática con el paso del tiempo. Asimismo, el contenido en flúor de las cenizas es elevado lo que provocó contaminaciones en las aguas de la red de drenaje que surge del glaciar, así como en otras más distantes sobre la que cayeron estas cenizas.

La explosividad fue disminuyendo al paso de los días y el 21 de abril se observó la salida de lava desde el cráter situado más al N, por lo que a partir de ese momento la erupción adquirió un carácter mixto explosivo-efusivo (figura 3). A pesar de ello, hay pulsos de reactivación explosiva (entre el 2 al 8 y el 15 al 17 de mayo) que provocaron nuevos cierres de aeropuertos, incluso algunos tan lejanos como los ubicados en las Islas Canarias a más de 4000 km de distancia. Por su parte, la lava se encauzó a través de la lengua glaciar Gígjökull, avanzando

hasta 4 km (el seguimiento del avance se manifestó por un penacho de vapor de agua de color blanco que surge de su frente y que se aprecia en la figura 3) y finalmente se detuvo el 5 de mayo.

El 19 de mayo la altura de la columna piroclástica solo alcanzó los 6 km de altura, comenzando el declive paulatino de la actividad explosiva que finalmente cesó el 23 de mayo. A partir de esa fecha solo se observa la formación de columnas de vapor de agua sobre los cráteres y la removilización parcial de la ceniza caída por acción de vientos y lluvias. El máximo espesor de tefra acumulada cerca de los cráteres es de 40 m y el volumen total arrojado en los 40 días que duró la fase explosiva se estima en más de 0,2 km<sup>3</sup>, lo que cataloga a esta fase con un IEV de valor 4 (ver figura 2).

La erupción del volcán Eyjafjalla ha puesto de manifiesto varios aspectos que conviene destacar:

1. La casi imposibilidad de predecir a

*Para ampliar la información sobre esta erupción pueden consultarse las siguientes páginas web, de las que han sido extraídos la mayoría de los datos presentados en este artículo:*

- Institute of Earth Sciences, Nordic Volcanological Center, University of Iceland ([http://www2.norvol.hi.is/page/ies\\_Eyjafjallajokull\\_eruption](http://www2.norvol.hi.is/page/ies_Eyjafjallajokull_eruption))

- Smithsonian Institution, Global Volcanism Program (<http://www.volcano.si.edu/> es la web general del programa y <http://www.volcano.si.edu/world/volcano.cfm?vnum=1702-02> es específico para el Eyjafjalla)