



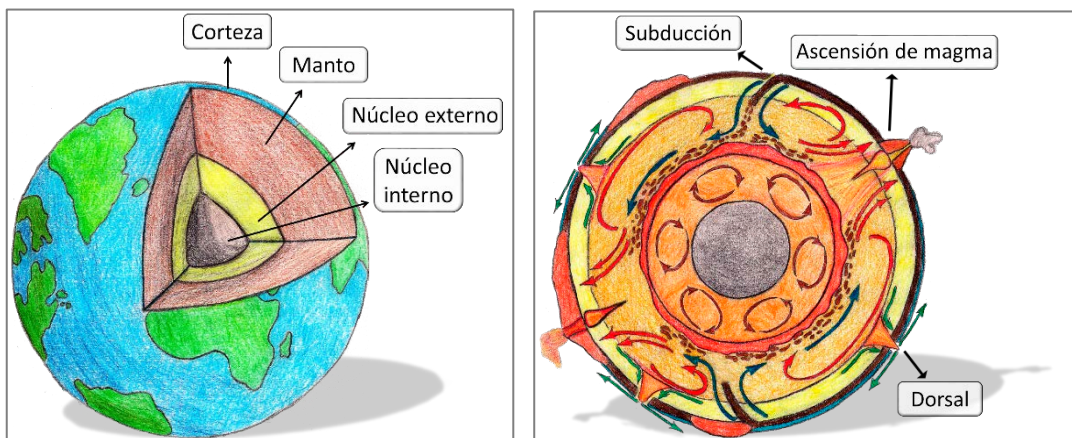
Volcanología

1	Descripción del fenómeno volcánico	2
2	Actividad volcánica histórica	7
3	Volcanismo de las Islas Canarias	9
4	Peligrosidad y riesgo volcánico	13
5	Mapas de actividad volcánica histórica	17
6	Bibliografía	19

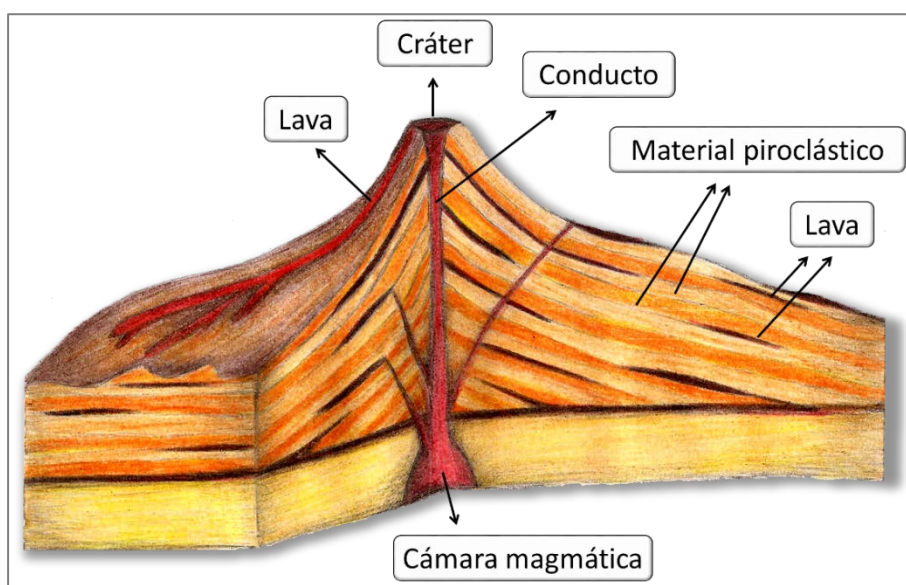
1 Descripción del fenómeno volcánico

La naturaleza de los volcanes

Un **volcán** es el resultado visible en la superficie terrestre de un largo proceso geológico, por el cual aflora material rocoso fundido (**magma**) y gases del interior de la Tierra de una manera más o menos violenta. La sucesiva acumulación de este material en los alrededores de la zona de emisión forma un relieve, que generalmente adopta una forma cónica que se denomina **edificio volcánico** y que puede llegar a tener considerable altura. El orificio por el que sale este material se denomina **boca eruptiva**.



El volcán puede arrojar material fluido y caliente al exterior de forma no explosiva, denominándose entonces **lava**, la cual se desliza por la acción de la gravedad por las pendientes del edificio volcánico pudiendo cubrir grandes extensiones en las cercanías del volcán.

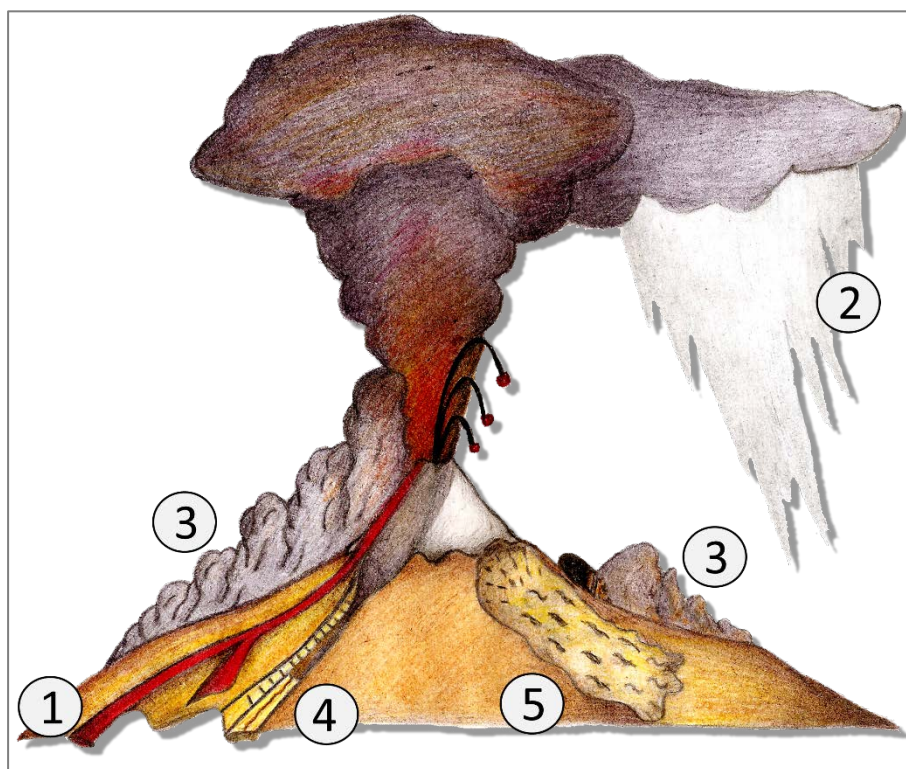


El volcán puede arrojar también de manera violenta fragmentos de lava al aire de muy diversos tamaños y diferente grado de consolidación con trayectorias de gran alcance, así como formar una gruesa columna de material ascendente (principalmente de gases y del material más fino) encima de la boca emisora, cuya altura depende del grado explosivo de la erupción y que al dispersarse o colapsar entrañan un grave peligro. Estos materiales se denominan genéricamente piroclastos (bombas volcánicas, lapilli, ceniza, etc.) y se diferencian por su tamaño, composición y por su dinámica de deposición.

Peligros volcánicos

El proceso de salida del magma al exterior se denomina erupción volcánica. Durante una erupción pueden tener lugar procesos muy distintos, dependiendo de las características del magma y las del propio proceso de salida a la superficie.

En general se distinguen siete peligros volcánicos principales: coladas de lava (1), caída de cenizas (2), flujos piroclásticos (3), emanaciones de gases (4), deslizamientos de ladera (5) y tsunamis.



- **Coladas de lava**

Si el magma es emitido a la superficie como un líquido, la erupción se denomina efusiva y su principal peligro volcánico asociado son las coladas de lava. El camino que seguirá una colada de lava y su velocidad dependen fundamentalmente de la topografía, de las propiedades físicas de la lava (especialmente de la viscosidad) y del ritmo de emisión. En general las lavas muy fluidas tienden a ocupar grandes extensiones con poco espesor mientras que las lavas más viscosas son de mayor altura y recorren distancias menores. Al irse enfriando la colada, su viscosidad aumenta rápidamente y su velocidad disminuye. Lejos del centro de emisión, la velocidad típica de las lavas es de pocos metros por hora. Si el magma es muy viscoso y es emitido lentamente, no es capaz de formar coladas de lava y se acumula alrededor del centro de emisión formando un domo.



Etna 2014 (Tom Pfeiffer, Volcano Discovery)

- **Caída de cenizas**

Durante una erupción explosiva se emiten a la atmósfera una mezcla de gases y piroclastos de muy diversos tamaños. Los fragmentos más grandes siguen trayectorias balísticas desde el centro de emisión, denominándose bombas volcánicas. Generalmente su alcance se limita a unos pocos kilómetros del centro de emisión. El resto de las partículas son arrastradas hacia arriba por los gases volcánicos generando una pluma volcánica. Si esta columna posee suficiente capacidad ascensional, se genera una columna convectiva, que puede alcanzar alturas de varias decenas de kilómetros. Cuando la densidad de la mezcla de gases y partículas es igual a la de la atmósfera circundante, la columna detiene su ascenso y las cenizas empiezan a caer hacia la superficie terrestre. Durante su caída son transportadas por los vientos y dispersadas por la turbulencia atmosférica. Las cenizas de caída pueden cubrir áreas enormes, de miles de kilómetros cuadrados, generando depósitos de espesores desde centímetros hasta metros, dependiendo de la distancia al centro de emisión.



Eyafjallajökull 2010 (Jorge Santos, Volcano Discovery)

- **Flujos piroclásticos**

Si la pluma generada por una erupción explosiva no tiene la energía suficiente o la densidad adecuada (menor que la de la atmósfera circundante) para poder desarrollarse o mantenerse como una columna convectiva se produce un colapso. El resultado de este colapso son flujos densos de una mezcla de gases y partículas sólidas a muy alta temperatura (hasta unos 700°C) que se desplazan a grandes velocidades (hasta unos 550 km/h) denominados **coladas piroclásticas**. Cuando estos flujos son más diluidos (por ejemplo los originados por un derrumbe de domo) presentan un movimiento más turbulento y se denominan oleadas piroclásticas. El conjunto de flujos que incluye coladas y **oleadas piroclásticas** junto con casos intermedios se denomina **flujo piroclástico**.



Sinabung 2014 (Walter Reis, Volcano Discovery)

- **Emanaciones gaseosas**

Los gases que inicialmente se encuentran disueltos en el magma, se separan de éste al originar una erupción explosiva, siendo inyectados en la atmósfera a altas temperaturas y velocidades. Además de ser emitidos de forma violenta durante una erupción, los gases pueden escaparse por pequeñas fracturas o fisuras del edificio volcánico y alrededores de forma más o menos continua, dando lugar a lo que se denomina como fumarolas. Algunos gases como el dióxido de carbono pueden escapar por difusión a través del suelo en extensas áreas alrededor del edificio y generar una nube que se mueve a la altura de unos pocos centímetros del suelo, de acuerdo con la topografía, hasta que se diluyen en la atmósfera.



Lago Nyos 1986 (Thierry Urban, Corbis Sygma)

- **Lahares**

Los lahares o flujos de lodos son avalanchas de material volcánico no consolidado, especialmente cenizas, movilizadas por agua. Su comportamiento es similar a las riadas, canalizándose por los barrancos e incorporando rocas, troncos,... etc., lo que aumenta su poder destructivo. El agua necesaria para producir esta movilización puede provenir de intensas lluvias, de la fusión de glaciares o nieve de la cima del volcán debida a una erupción o de desbordamiento de lagos cratéricos. Los lahares pueden producirse sin erupción.



Monte Santa Helena 1980 (USGS)

- **Deslizamientos de ladera**

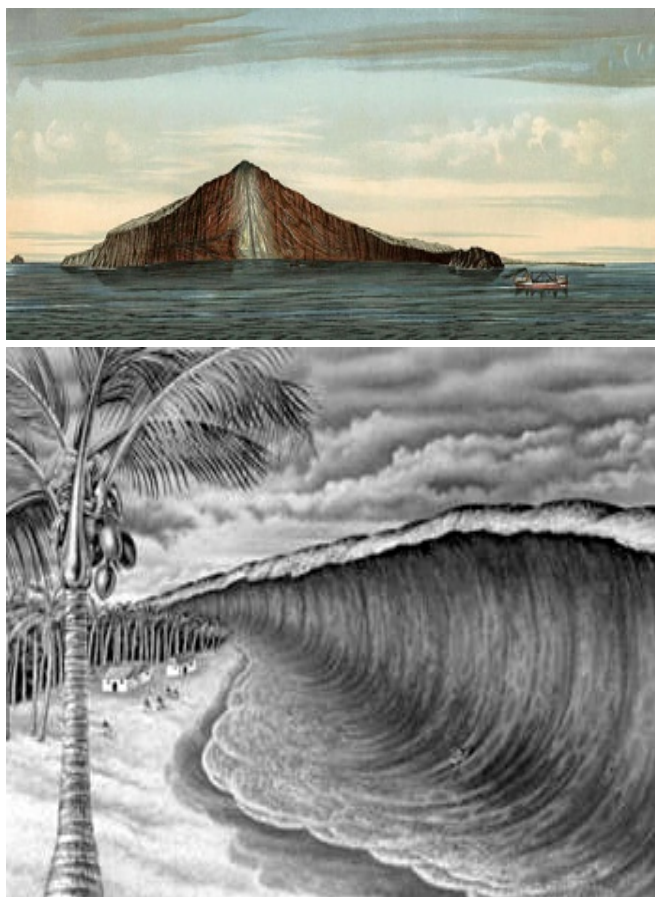
Muchos edificios volcánicos están formados por la acumulación de los materiales de sucesivas erupciones sin cohesión entre ellos. La superposición de materiales duros y blandos da lugar a una estructura que, en algunos casos, puede resultar inestable y producir el colapso de una parte del edificio. Las capas de materiales blandos y el agua pueden facilitar el movimiento del conjunto. Asimismo, la intrusión de un gran volumen de magma en el edificio volcánico puede desestabilizarlo y producir el deslizamiento de una de sus laderas. El deslizamiento de una ladera volcánica puede disparar una erupción u ocurrir como consecuencia de ella.



El Hierro, El Golfo ≈ 87-39 k.a. (Janka, Volcano Discovery)

- **Tsunamis**

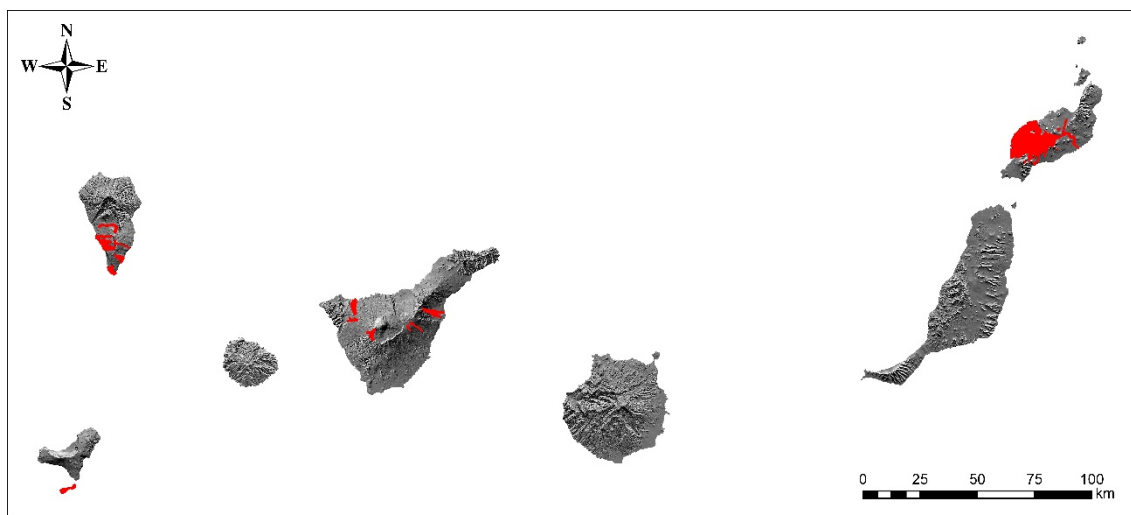
Los tsunamis (del japonés TSU: puerto o bahía, NAMI: ola) pueden ser un peligro secundario generado por otro peligro volcánico, bien por un deslizamiento de ladera de un gran edificio volcánico, por grandes flujos piroclásticos masivos que entran en contacto con una masa de agua, generalmente el mar o por una erupción submarina. Pueden alcanzar alturas de varios metros y penetrar distancias de decenas de metros desde la orilla del mar o del lago.



Krakatoa 1883 (Biblioteca Nacional de España)

2 Actividad volcánica histórica

En España existen varias áreas volcánicas, como son las Islas Canarias, la comarca de La Garrotxa (Girona), Cabo de Gata (Almería), Cofrentes (Valencia), las Islas Columbretes (Castellón) y Campos de Calatrava (Ciudad Real). Entre ellas, solamente en La Garrotxa y en Canarias han tenido lugar erupciones durante los últimos 10000 años, y únicamente en el archipiélago canario ha habido erupciones en épocas históricas.



Mapa de erupciones históricas de las Islas Canarias

ERUPCIONES SIGLO XXI

Año	Denominación	Isla	Fecha (Inicio/ Final)	Duración (en días)
2011/2012	Volcán Tagoro	El Hierro	10 Oct/ 5 marzo 2012**	147

ERUPCIONES SIGLO XV - XX

Año*	Denominación	Isla	Fecha (Inicio/ Final)	Duración (en días)
1971	V. del Teneguía	La Palma	26 Oct/18 Nov	24
1949	E. de San Juan V. de Nambroque, Duraznero y Llano del Banco	La Palma	24 Jun/30 Jul	47
1909	V. del Chinyero	Tenerife	18 Nov/27 Nov	10
1824	V. Nuevo o de Tinguatón	Lanzarote	10 Oct/24 Oct	
1824	V. Nuevo del Fuego ó del Chinero	Lanzarote	29 Sep/5 Oct	
1824	V. de Tao o del Clérigo / Duarte	Lanzarote	31 Jul/ 31 Julio	86
1798	E. Narices del Teide / V. de Chahorra	Tenerife	9 Jun/14-15 Sep	99
1730/1736	E. de Timanfaya	Lanzarote	1 Set 1730/ 16 Abr 1736	2055
1712	E. del Charco	La Palma	9 Oct/ 3 Dic	56
1706	E. de Garachico / V. de Arenas Negras	Tenerife	5 May/13 Jun	40
1704/1705	V. de Arafo	Tenerife	2 Feb/27 Marz	54
1704/1705	V. de Fasnia	Tenerife	5 Ene/ 16 Ene	12
1704/1705	V. de Sietefuentes	Tenerife	31 Dic/4 ó 5 Ene	5
1667/1678	V. de San Antonio	La Palma	17 Nov/21 Ene	66
1646	V. Martín o de Tigalate	La Palma	2 Oct/ 21 Dic	82
1585	Tehuya	La Palma	19 Mayo/10 Agosto	84
1492	E. de Colón	Sin localización documental	?	?
1430/1440	Tacande o Montaña Quemada	La Palma	?	?

Tabla 1. Elaborada para el IGN por C. Romero (2007) Dpto. Geografía. Univ. La Laguna

* Sólo se consideran las erupciones con referencias documentales constatadas y donde se describen procesos inequívocamente eruptivos. Existen datos documentales acerca de otras posibles erupciones, sin fechas concretas o sin localización espacial precisa que no han sido incluidas en esta tabla hasta no se confirmen con otras fuentes documentales.

** El 5 de marzo de 2012 es la fecha de la reunión del Comité Científico del PEVOLCA (Plan Especial de Protección Civil y Atención de Emergencias por riesgo volcánico en la Comunidad Autónoma de Canarias) en que se declara oficialmente la erupción del volcán Tagoro como concluida, porque los datos registrados por la red de vigilancia volcánica durante los días anteriores no muestran evidencia de que continúe la emisión de magma. En erupciones en tierra, el cese de la emisión de magma suele poder determinarse por observación directa, mientras que en el caso de la erupción del Tagoro, por ser submarina, la determinación de ese momento sólo puede hacerse por métodos instrumentales indirectos.

3 Volcanismo de las Islas Canarias

Las islas Canarias constituyen una de las regiones volcánicas activas más interesantes del Planeta. Su estudio está ligado a los primeros pasos de la Volcanología actual, reflejados en los trabajos de grandes naturalistas del siglo XIX como Humboldt, von Buch, Lyell, Hartung, Fritsch, Reiss, etc. A lo largo del siglo XX ha continuado esta investigación en el archipiélago, paralelamente al fuerte desarrollo de la Volcanología, a cuyo progreso han contribuido los estudios sobre distintos aspectos del volcanismo canario.

Independientemente de su interés científico, el volcanismo canario supone un riesgo potencial para unos dos millones de personas que residen en alguna de sus ocho islas mayores o las visitan como turistas. Esta circunstancia exige mantener una vigilancia continua de la actividad volcánica, así como desarrollar medidas de prevención ante una posible crisis eruptiva.

El área volcánica canaria en el NW del continente africano se extiende por el Norte hasta los Bancos de Concepción y Dacia y por el Sur hasta los Sahara *seamounts*. Entre Canarias y África se localiza una importante cuenca cuyos sedimentos alcanzan los 10 km de espesor. Hacia el Oeste se encuentran las llanuras abisales interrumpidas por importantes edificios volcánicos submarinos en una franja que se extiende desde la región del Haagar en el Norte de África hasta las White Mountains en Norteamérica, constituyendo la zona con mayor actividad volcánica del Atlántico (Fig. 1).

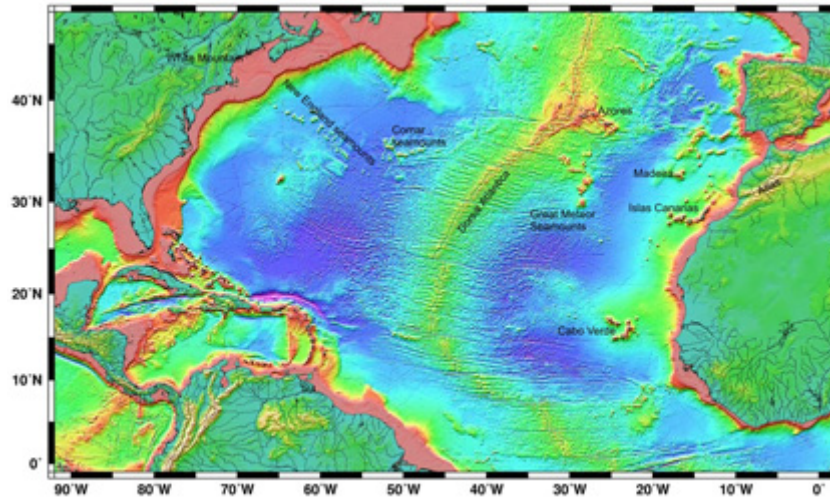


Figura 1. Localización geodinámica de las islas Canarias.

Canarias en la dinámica global

En la terminología usual de las áreas volcánicas, el Archipiélago Canario se incluye en el grupo de islas oceánicas. Forma parte, asimismo, de la Macaronesia con los archipiélagos atlánticos de Azores, Madeira, Salvajes y Cabo Verde.

Las islas Canarias están en la zona de calma magnética que bordea el océano atlántico, sobre una corteza oceánica generada en el Jurásico. Esta corteza tiene un carácter transicional con espesores que aumentan desde los 8 km al W de las islas más occidentales, hasta unos 18 km bajo las más orientales.

La principal singularidad del volcanismo canario es su prolongada actividad (más de 50 millones de años) y volumen (unos 150.000 km³), que no concuerda con los rasgos volcano-tectónicos que corresponderían a su ubicación en un margen continental pasivo. Este hecho puede explicarse por las favorables condiciones que se generaron al frenarse la deriva del continente africano, cuando choca con la placa europea, hace unos 60 m.a. Este choque, provoca un giro de África en sentido contrario a las agujas del reloj creando un marco compresivo donde se conjugan los esfuerzos resultantes de este giro con la continua expansión del Océano Atlántico.

Lógicamente, las etapas constructivas iniciales del archipiélago canario no son bien conocidas ni en su cronología, ni en su composición, al tratarse de episodios submarinos que podrían correlacionarse con determinados episodios distensivos intercalados en los pulsos orogénicos de la zona occidental del Atlas, en el vecino territorio continental.

En algunas islas como Fuerteventura, el levantamiento progresivo de los bloques ha situado en superficie, materiales profundos (Complejos Basales) representados por sedimentos Cretácicos, lavas submarinas y rocas plutónicas (gabros y sienitas) que serían las raíces de los primitivos edificios volcánicos.

Por otra parte, las alineaciones volcano-tectónicas actuales coinciden con grandes fracturas del basamento en la prolongación de las fallas del Atlas africano o de los sistemas atlánticos de fallas transformantes.

Historia eruptiva del archipiélago canario

Como en todas las islas oceánicas de origen volcánico, las etapas iniciales de su formación corresponden a la denominada "fase escudo". Esta fase, que suele ser muy rápida, es mayoritariamente submarina y culmina en todas las islas Canarias con grandes edificios que se engloban en las denominadas Series Basálticas Antiguas. Conocemos la edad estas formaciones en cada isla (Tabla 2) y sabemos por lo tanto su orden de aparición sobre el nivel del mar.

A la fase escudo siguen fuertes períodos de desmantelamiento, que pueden estar asociados a movimientos en la vertical. Estos levantamientos se constatan por el afloramiento de los citados complejos basales y por la existencia de lavas submarinas a distinta altura en varias islas (más de 1000 m en La Palma).

Isla	Edad (M.a)	Superficie (km ²)	Altitud Máxima (m)
Lanzarote	17	846*	670
Fuerteventura	24	1655	807
Gran Canaria	14	1560	1950
Tenerife	16	2034	3718
La Gomera	10	370	1340
La Palma	5	708	2428
El Hierro	0.5	269	1501

Tabla 2. Edad, extensión y altitud de las Series Basálticas Antiguas de las islas Canarias incluyendo los islotes: La Graciosa, Alegranza, Montaña Clara

Tras la fase escudo, el volcanismo basáltico continúa con distinta intensidad, excepto en La Gomera, donde las erupciones cesaron hace 5 m.a.. En este volcanismo post-erosivo o de rejuvenecimiento, las erupciones se alinean sobre ejes volcanotectónicos, formando cordilleras (dorsales) en islas como Tenerife (NW-SE y NE-SE) y La Palma (N-S) o condicionando la estructura insular como en el Hierro. La mayoría de las erupciones históricas del Archipiélago también surgen de fracturas coincidentes con estos ejes volcano-tectónicos de índole regional.

Mecanismos eruptivos y estructuras volcánicas

En el volcanismo canario se manifiesta una gran diversidad de mecanismos eruptivos, que pueden sintetizarse en dos grandes grupos: Volcanismo basáltico efusivo y Volcanismo félsico explosivo.

Las erupciones basálticas monogenéticas son relativamente tranquilas, exceptuando las que surgen en la línea de costa, donde es frecuente que la explosividad aumente al

interaccionar agua y magma (erupciones hidromagmáticas), formándose conos achatados con cráteres de gran diámetro.

Las erupciones plinianas fonolíticas son responsables de los extensos y potentes depósitos de pómez en el sur de Tenerife, cuya última erupción de este tipo fue la de Montaña Blanca, en la base del Teide, hace 2000 años. También abundan, tanto en Tenerife como en Gran Canaria, los depósitos ignimbríticos que ya fueron descritos como eutaxitas en el siglo XIX.

En cuanto a estructuras volcánicas espectaculares y con un magnífico grado de conservación, destacan la existencia de estratovolcanes (Teide-Pico Viejo, 3718 m: la mayor altura del Océano Atlántico) calderas de colapso (Las Cañadas, con ejes de 16 x 9 km) túneles lávicos (Cueva de Los Verdes, 7 km), domos, pitones, conos de cinder, maares, hornitos, redes filonianas, campos lávicos de malpaíses y superficies cordadas, lavas submarinas, etc.

Los magmas canarios. Petrología y geoquímica

El volcanismo predominante en Canarias se alimenta de magmas básicos alcalinos que se generan en el manto superior a unos 70 km de profundidad. Aunque estos magmas alcanzan rápidamente la superficie, pueden experimentar modificaciones durante su ascenso dando origen a una completa serie de términos: basanitas, basaltos, tefritas, etc.

Sólo en las dos islas centrales (Tenerife y Gran Canaria) se han dado condiciones favorables para que los magmas primarios evolucionen al detenerse temporalmente en cámaras magmáticas emplazadas a pocos kilómetros de la superficie. La evolución geoquímica (diferenciación) da lugar a magmas enriquecidos en gases y de composición félsica: traquitas y fonolitas, con términos peralcalinos de tendencias panteleríticas.

La voluminosa y prolongada actividad eruptiva de magmas, primarios y evolucionados, así como su mezcla ocasional, hacen que el archipiélago canario sea una de las áreas volcánicas con mayor variedad petrológica del planeta, como se refleja en cualquier diagrama clasificatorio de rocas volcánicas (Fig. 2).

Las relaciones isotópicas de las rocas volcánicas canarias permiten conocer las fuentes de sus magmas y compararlas con las de otras áreas volcánicas activas. Los contenidos isotópicos de las rocas canarias indican claramente que las fuentes magmáticas se encuentran en un manto anómalo con caracteres HIMU y DM, apreciándose también una participación del componente EM.

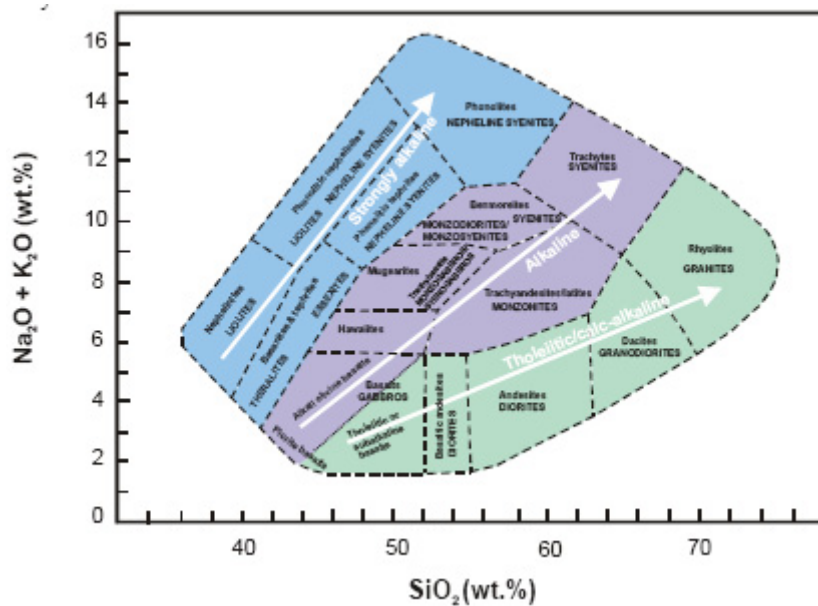


Figura 2. Clasificación petrológica de las rocas volcánicas

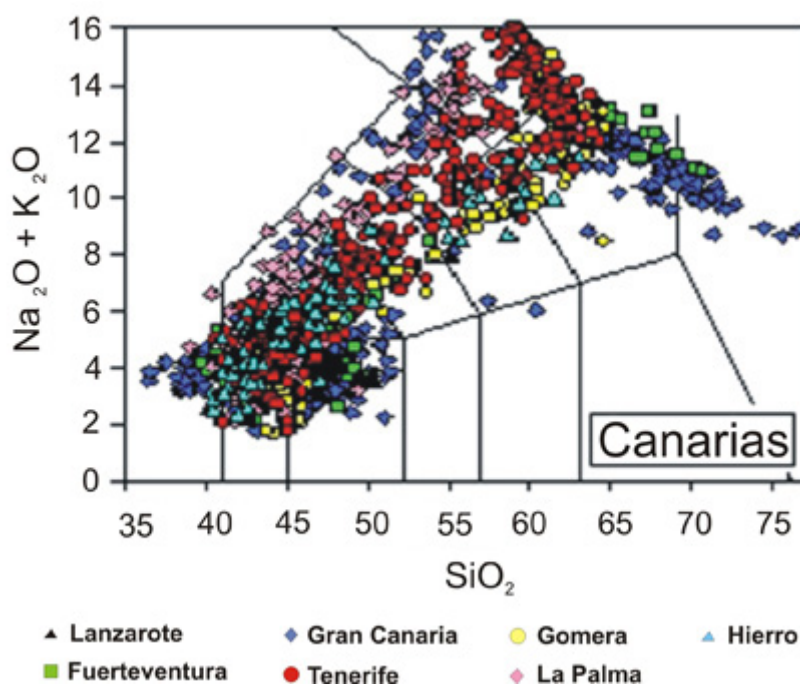


Figura 3. Clasificación petrológica de las rocas volcánicas de Canarias

4 Peligrosidad y riesgo volcánico

Conceptos de peligrosidad y riesgo

El riesgo es la expectativa de que se produzcan pérdidas, bien en forma de vidas humanas, de bienes materiales, de capacidad productiva, ... etc. Así, el riesgo puede evaluarse como el producto de tres factores: valor, vulnerabilidad y peligrosidad:

Riesgo = Peligrosidad x Vulnerabilidad x Valor

La peligrosidad se define como la probabilidad de que un lugar, durante un intervalo de tiempo determinado, sea afectado por un determinado evento. La vulnerabilidad es la expectativa de daño o pérdida sobre un determinado elemento expuesto, generalmente expresada como una fracción de la pérdida total. El valor representa la cuantificación, en términos de vidas humanas, de coste, etc. de los elementos susceptibles de ser afectados por el evento considerado.

El concepto de peligrosidad volcánica engloba todo el conjunto de eventos que se pueden esperar en un determinado un volcán y que pueden provocar daños a personas o bienes expuestos. Estos eventos pueden ser muy diversos, como coladas de lava, flujos piroclásticos, caída de cenizas, etc. (ver peligros volcánicos). Por este motivo, generalmente, en un área volcánica activa se elabora un mapa de peligrosidad por cada uno de los peligros esperables en dicha área.

Mapas de peligrosidad volcánica

La elaboración de un mapa de peligrosidad volcánica es un proceso complejo en el que debe sintetizarse prácticamente toda la información disponible acerca del sistema volcánico en estudio. Una vez definida la zona de estudio y el intervalo temporal para el que se realiza el mapa, una metodología para la elaboración de mapas de peligrosidad volcánica debe incluir

- **Definición de los peligros esperables**, que se realiza fundamentalmente a partir de la historia eruptiva del volcán

Para cada uno de dichos peligros esperables:

- **Probabilidad temporal de ocurrencia**, es decir, evaluación de la probabilidad de ocurrencia de dicho peligro para el intervalo temporal para el que se realiza el mapa. Si el mapa de peligrosidad se calcula a medio/largo plazo, esta probabilidad se calcula a partir del estudio de la frecuencia eruptiva del volcán, mientras que si el mapa se elabora a corto plazo, esta probabilidad se estimará basándose en los datos aportados por la red instrumental de seguimiento de la actividad volcánica.
- **Área fuente**, que consiste en determinar dónde es esperable que se sitúen los futuros centros eruptivos. En algunos sistemas con un único cráter activo, esta determinación es muy sencilla. En sistemas más complejos, la zona que puede contener los futuros centros de emisión puede ser muy extensa, por lo que es necesario calcular la susceptibilidad, que es la probabilidad espacial de contener un futuro centro de emisión.
- **Caracterización de la erupción esperable**, que consiste en determinar, o, al menos, acotar, los valores de distintos parámetros que permiten describir una erupción, y que serán los valores de entrada de los modelos de simulación numérica. Estos valores se determinarán a partir de estudios de campo y laboratorio de erupciones pasadas.
- **Simulación numérica de los peligros esperables**. Para elaborar mapas de peligrosidad volcánica es preciso “pronosticar” de algún modo cual será el

área afectada por el peligro considerado, para una erupción caracterizada por los parámetros del párrafo anterior. Para ello es preciso disponer de un modelo que describa de forma más o menos precisa la dinámica de cada uno de los peligros esperables, permitiendo, a partir de la localización del centro de emisión, los datos que caracterizan la erupción esperable y otros datos “no volcanológicos” (como el viento para la caída de cenizas o la topografía para las coladas de lava) obtener de forma numérica el área potencialmente afectada.

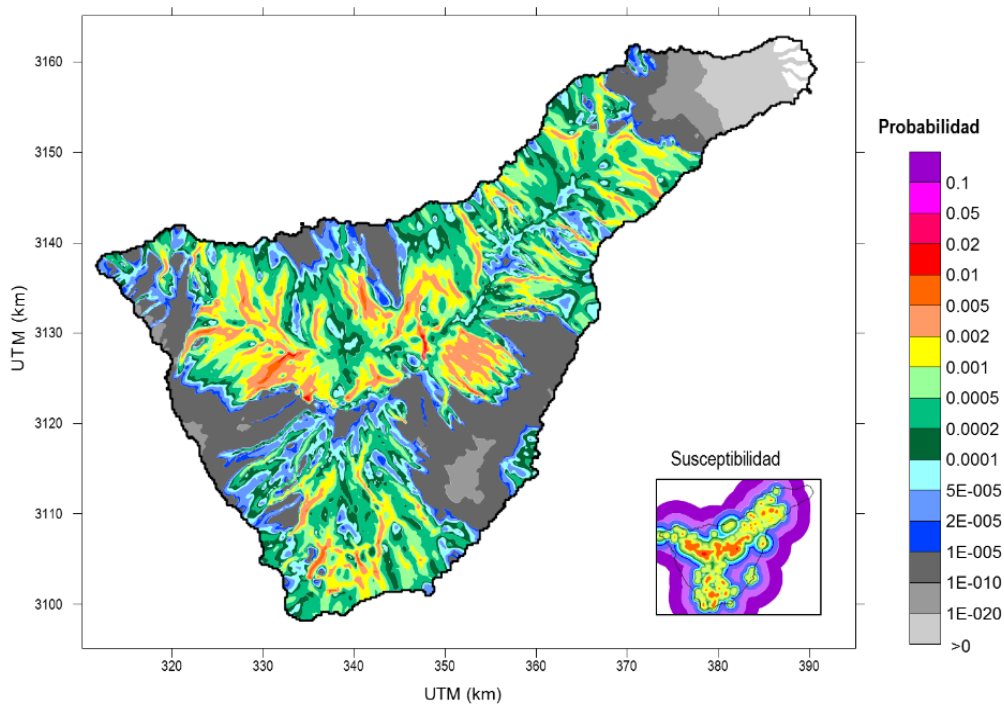
- **Elaboración del mapa de peligrosidad:** combinando los resultados de las simulaciones numéricas, y los cálculos de susceptibilidad y probabilidad temporal se obtiene finalmente, para cada peligro, un mapa que expresa la probabilidad de punto de ser afectado por el peligro considerado durante el intervalo temporal escogido.

Como se deduce de los párrafos anteriores, la historia eruptiva detallada de un volcán es el factor fundamental a la hora de cuantificar su peligrosidad volcánica, al permitir determinar y caracterizar de forma aproximada sus peligros esperables. En general, cuanto mayor sea el conocimiento acerca de cómo ha funcionado un sistema volcánico en el pasado, mejor se podrá inferir su comportamiento en el futuro.

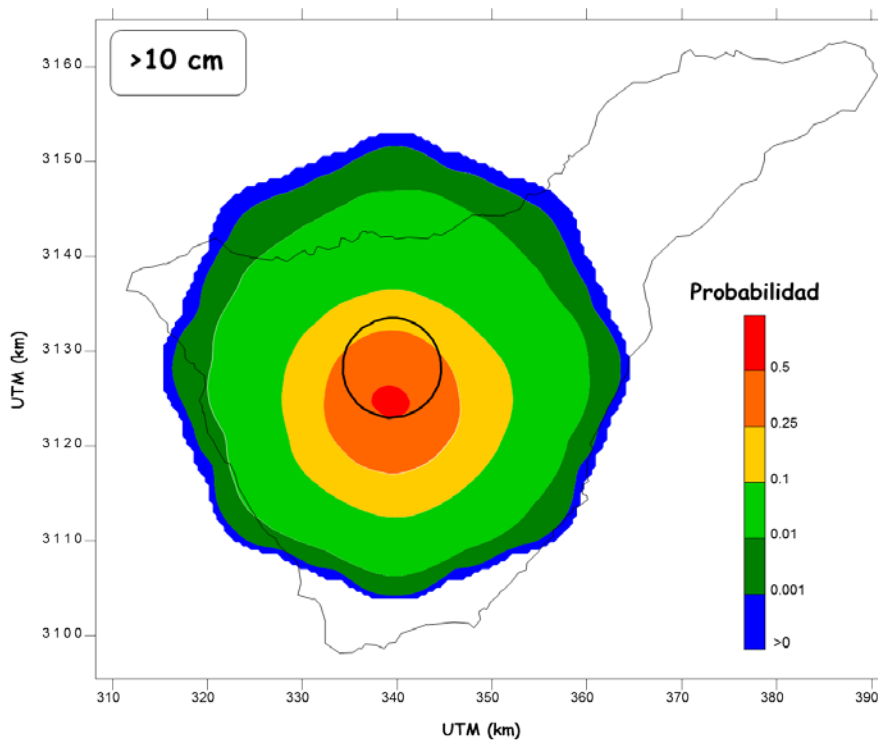
El uso de los mapas de peligrosidad depende fundamentalmente del intervalo de tiempo para el que se calculan. Los mapas de peligrosidad a largo plazo (del orden de varias decenas de años), generalmente abarcando amplias zonas, se emplean básicamente para Ordenación Territorial. Los mapas de peligrosidad a corto plazo (generalmente menos de un año) son una herramienta fundamental para la gestión de una crisis volcánica, así como un punto de partida para el diseño y ensayo de estrategias mitigadoras del riesgo, tales como evacuaciones.

Las siguientes figuras muestran ejemplos de mapas de peligrosidad (*lato sensu*) de la isla de Tenerife para dos peligros volcánicos: caída de cenizas y coladas de lava basálticas. El escaso registro histórico de erupciones en la isla de Tenerife hace prácticamente imposible evaluar de forma fiable la probabilidad de ocurrencia de una erupción. Por ello, estos mapas no pueden considerarse mapas de peligrosidad *sensu stricto*, y las probabilidades expresadas deben ser interpretadas de forma relativa (si un punto muestra una probabilidad de 0.001 y otro de 0.0001, el primero tiene 10 veces más probabilidad de ser afectado por el peligro considerado)

Información más detallada acerca de estudios de peligrosidad y riesgo volcánico de las Islas Canarias puede encontrarse en la bibliografía adjunta.

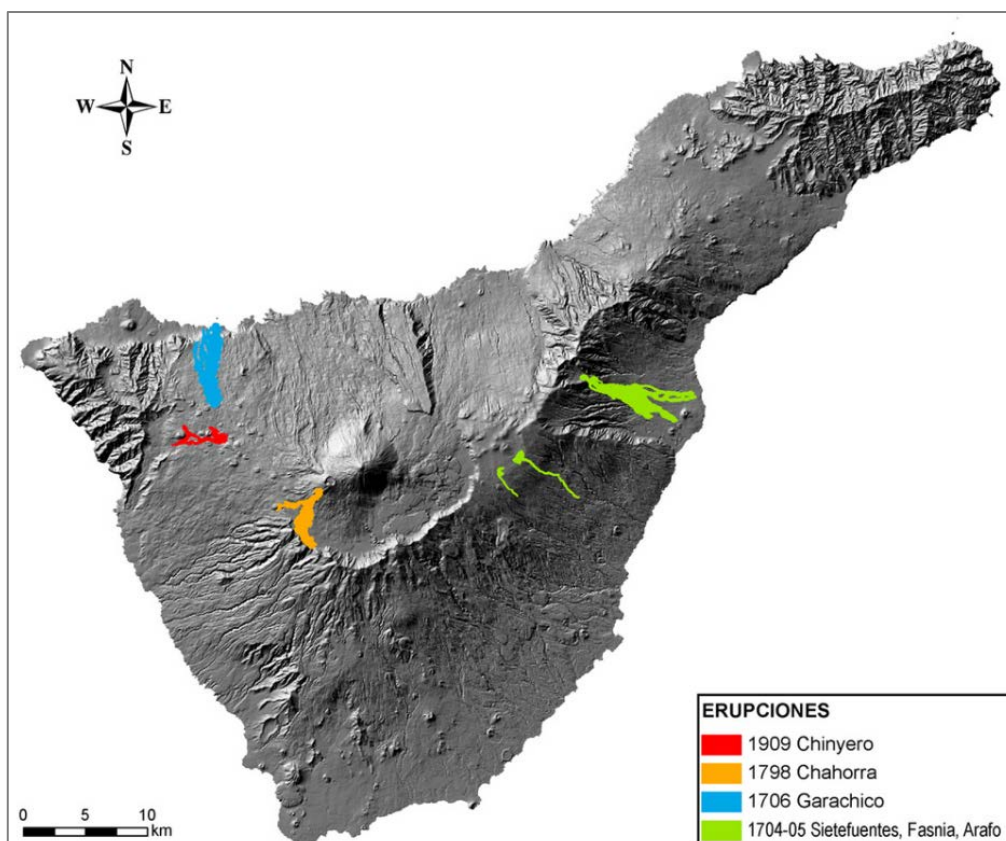
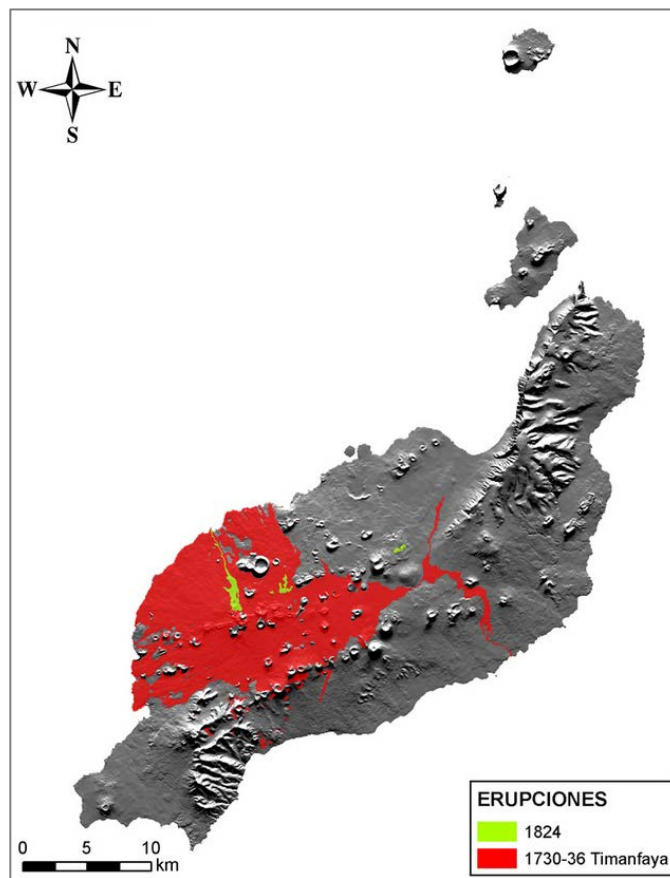


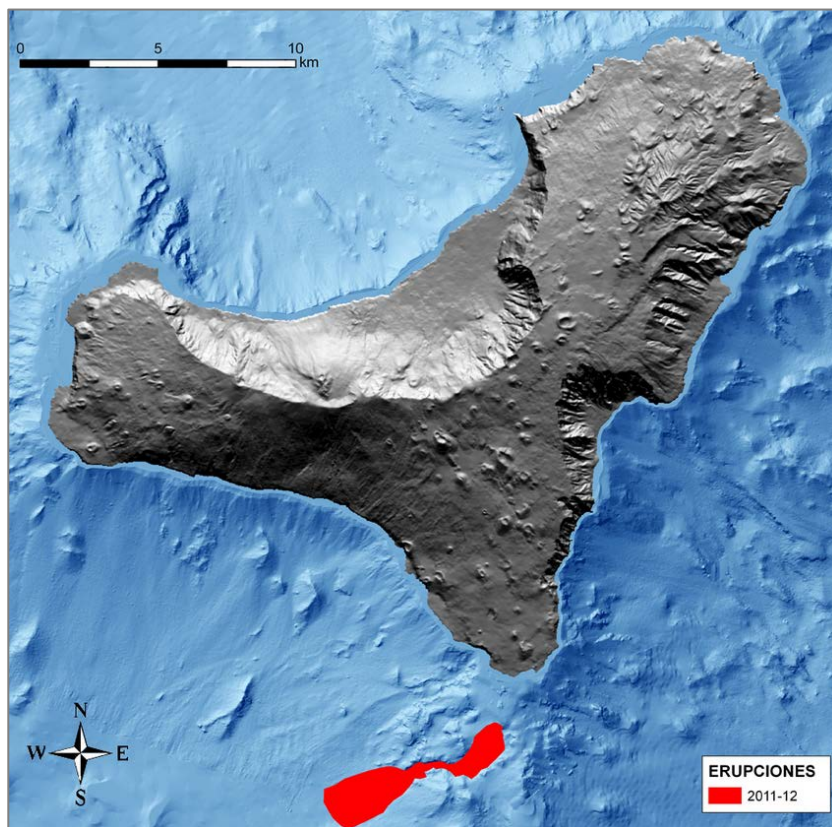
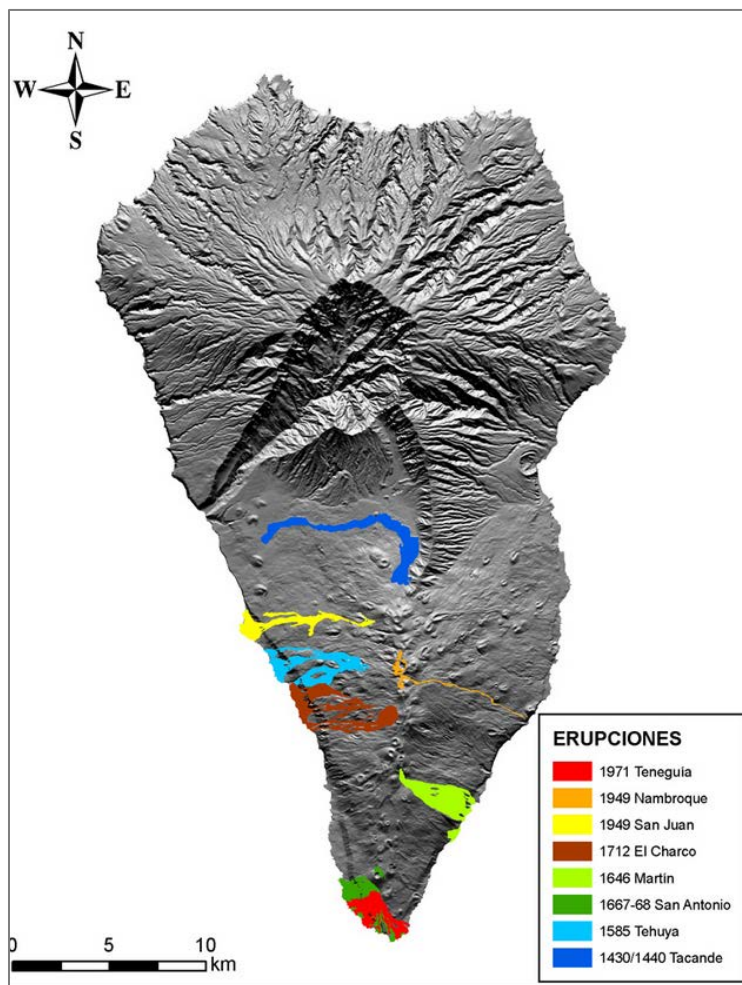
Mapa de peligrosidad de coladas de lavas basálticas para Tenerife



Mapa de peligrosidad de recubrimiento de más de 10 cm de ceniza para Tenerife

5 Mapas de actividad volcánica histórica





6 Bibliografía

- Araña, V.; Felpeto, A.; Astiz, M.; García, A.; Ortiz, R. y Abella, R., (2000). Zonation of the main volcanic hazards (lava flows and ash fall) in Tenerife, Canary Islands. A proposal for a surveillance network. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 103: 377-391.
- Carracedo, J.C.; Guillou, H.; Paterne, M.; Scaillet, S.; Rodríguez Badiola, E.; Paris, R.; Pérez Torrado, F.J.; Hansen Machín, A. (2004a) Análisis del riesgo volcánico asociado al flujo de lavas en Tenerife (Islas Canarias) : escenarios previsibles para una futura erupción en la isla. *Estudios Geológicos*, 60, 63-93.
- Carracedo J.C., Guillou H., Paterne M., Scaillet S., Rodríguez Badiola E., Paris R., Pérez Torrado F.J. y Hansen A. (2004b) Avance de un mapa de peligrosidad volcánica de Tenerife (escenarios previsibles para una futura erupción en la isla). Servicio de Publicaciones de la Caja General de Ahorros de Canarias (CajaCanarias), 46 pp.
- Carracedo, J.C., Pérez, F.J.; Ancochea, E.; Meco J.; Hernán, F.; Cubas C.R.; Casillas, R.; Rodríguez, E; Ahijado, A. 2002. Cenozoic volcanism II: The Canary Islands. In: *The Geology of Spain*. Ed. By Gibbons, W. and Moreno, T., The Geological Society of London, 439-472, Total alkali versus silica diagrams (TAS) with analyses of Canaries volcanic rocks.
- Cox, K G, Bell, J D and Pankhurst, R J. (1979) *The Interpretation of Igneous Rocks*. George Allen and Unwin, London, 450 pp.
- Felpeto, A., (2000). Modelos de procesos eruptivos. Aplicación a mapas de peligrosidad volcánica. En: M. Astiz y A. García (Ed.) *Curso Internacional de Volcanología y Geofísica Volcánica*. Serie Casa de los Volcanes, 7. Cabildo Insular de Lanzarote, 387-399.
- Felpeto, A.; Araña, V.; Ortiz, R.; Astiz, M. y García, A., (2001). Assesment and modelling of lava flow hazard on Lanzarote (Canary Islands). *Natural Hazards*, 23: 247-257.
- Felpeto, A., (2002). Modelización física y simulación numérica de procesos eruptivos para la generación de mapas de peligrosidad volcánica. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 250 pp.
- Felpeto, A.; Martí, J.; Ortiz, R. (aceptado) Automatic GIS-based system for volcanic hazard assessment. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*
- Gómez Fernández, F. (1997) Desarrollo de una metodología para el análisis del riesgo volcánico en el marco de un sistema de información geográfica. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 255 pp.
- Dr. Joan Martí Molist (2001), *Curso : Los Volcanes de Tenerife*, Libro de apuntes.
- Ortiz, R. (ed) (1996) *Riesgo volcánico*. Serie Casa de Los Volcanes nº5. Cabildo de Lanzarote, 304 pp.i
- "Igneous petrology referente series" S.A. Gibson, 2004.
- "Geología de España", (SGE-IGME 2004, Editor principal J. A. Vera), Capítulo 8, apartado 8.1.9. "Características composicionales del vulcanismo canario", E. Ancochea y J. L. Brändle.

