

# LA ERUPCIÓN EN LA PALMA EN 2021 Y EL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

## LA PALMA 2021 ERUPTION AND THE SPANISH GEOGRAPHIC INSTITUTE

M.<sup>a</sup> JOSÉ BLANCO SÁNCHEZ\*  
CARMEN DEL FRESNO RODRÍGUEZ-PORTUGAL\*\*  
ALICIA FELPETO RIELO\*\*\*  
CARMEN LÓPEZ MORENO\*\*\*\*  
STAVROS MELETLIDIS\*\*\*\*\*

### RESUMEN

El artículo describe el proceso volcánico de 2021 en la isla de La Palma desde sus primeros indicios detectados en 2017 hasta los actuales peligros poseruptivos, y está centrado principalmente en las tareas de vigilancia volcánica multitécnica y seguimiento de la erupción realizadas por el Instituto Geográfico Nacional. Todos los datos y experiencia adquiridos por los técnicos y científicos durante esta erupción constituyen un bagaje de conocimiento que contribuirá enormemente a la gestión de la próxima erupción en Canarias.

*Palabras clave:* erupción; La Palma; Canarias; vigilancia volcánica.

### ABSTRACT

This article describes the 2021 volcanic process on the island of La Palma from its first signs detected in 2017 to the current post-eruptive hazards and is mainly focused on multi-technique volcano monitoring and follow-up of the eruption carried out by the National Geographic Institute. All the data and experience acquired by the technicians and scientists during this eruption constitute a wealth of knowledge that will greatly contribute to the management of the next eruption in the Canary Islands.

*Key words:* eruption; La Palma; Canarias; volcano monitoring.

---

\* Instituto Geográfico Nacional. Correo electrónico: mjblanco@mitma.es.  
\*\* Instituto Geográfico Nacional. Correo electrónico: cdelfresno@mitma.es.  
\*\*\* Instituto Geográfico Nacional. Correo electrónico: afelpeto@mitma.es.  
\*\*\*\* Instituto Geográfico Nacional. Correo electrónico: clmoreno@mitma.es.  
\*\*\*\*\* Instituto Geográfico Nacional. Correo electrónico: smeletlidis@mitma.es.

## 1. INTRODUCCIÓN

Canarias es la única zona en España volcánicamente activa con erupciones documentadas en periodo histórico (catorce erupciones desde 1585) (Longpré y Felpeto, 2021). En el siglo actual, ha habido una erupción submarina (El Hierro, 2011-2012) y otra subaérea (La Palma, 2021). Desde 2004, el Instituto Geográfico Nacional (IGN) es la institución responsable de la vigilancia y alerta volcánica en todo el territorio nacional. El seguimiento de la actividad volcánica lo realiza mediante un sistema multiparamétrico formado por más de doscientas estaciones que envían sus datos en tiempo real a los centros de análisis en Madrid y Tenerife. Con el sistema operativo en La Palma, el 11 de septiembre de 2021, el IGN detectó el comienzo de un enjambre sísmico en la isla, más somero que los que se venían detectando desde octubre de 2017. La actividad sísmica anómala de los primeros ocho días (más de 6500 sismos localizados con una evolución progresiva hacia la superficie) estuvo acompañada de deformaciones verticales superiores a los 15 cm (detectada tanto con inclinómetros, estaciones GNSS, como en el procesado de imágenes InSAR). Esta actividad anómala culminó finalmente en una erupción volcánica fisural con mecanismo estromboliano, que comenzó a las 14:11 horas (UTC) del día 19 de septiembre en la zona de Cumbre Vieja. Durante la erupción se emitieron coladas de lava que llegaron por primera vez a la costa el 29 de septiembre, así como gran cantidad de cenizas, gases y piroclastos a la atmósfera, con altura de columna eruptiva que alcanzó los 8500 m.s.n.m. Desde que finalizó la erupción el 13 de diciembre de 2021, a las 22:21 (UTC), el IGN continúa el seguimiento de la actividad poseruptiva, principalmente, la asociada a las elevadas concentraciones de CO<sub>2</sub> que se registran en los núcleos de población de Puerto Naos y La Bombilla.

## 2. CONTEXTO

En 2004, tras registrarse en Tenerife una actividad sísmica anómala de origen volcánico, y dada la sólida experiencia del Instituto Geográfico Nacional (IGN) en los ámbitos de la geofísica, especialmente en sismología, y la geodesia, el Gobierno de España asignó al IGN la responsabilidad de la vigilancia volcánica en el territorio nacional. En cumplimiento de las funciones asignadas en Real Decreto (RD 495/2021), desde entonces el IGN planifica y gestiona los sistemas de observación y vigilancia volcánica, determina los peligros asociados, y comunica la actividad a las instituciones responsables de la gestión de este fenómeno.

Desde este momento, el IGN comienza con el diseño, instalación y puesta en marcha de un Sistema de Vigilancia Volcánica (SVV) con cobertura regio-

nal, con una mayor densificación en las islas con erupciones volcánicas durante el periodo histórico. El sistema está en constante evolución, aumentando el número de estaciones, añadiendo nuevas técnicas e incorporando procesos que mejoren el análisis de datos, facilitando la detección y seguimiento de la actividad volcánica.

El SVV integra estaciones sísmicas y acelerómetros, estaciones que miden la deformación superficial como las GNSS, inclinómetros y las estaciones totales robotizadas, estaciones de medida de CO<sub>2</sub> difuso, concentración de Rn, Th, CO<sub>2</sub> en aire, sondas de agua, perfiles de potencial espontáneo, cámaras visuales y térmicas, gravímetros, magnetómetros, muestreos de roca, agua y gas, así como procesados InSAR, generación de escenarios, modelado de procesos volcánicos, etc. Algunas de estas estaciones son de desarrollo propio, debido a la falta de instrumentación comercial que cumpla los requisitos adecuados para la vigilancia volcánica.

A partir de 2007 da comienzo la incorporación de personal técnico e investigador especializado en las diferentes técnicas para el análisis e interpretación de los datos registrados con el SVV. Este personal será esencial para el IGN, permitiendo el cumplimiento de su responsabilidad de vigilancia y alerta en las dos erupciones más recientes registradas en las islas Canarias, la de El Hierro en 2011-2012, y la más reciente de La Palma en 2021.

### 3. EVOLUCIÓN DE LA ACTIVIDAD VOLCÁNICA EN LA PALMA

Desde octubre de 2017 hasta septiembre de 2021, el IGN registra, analiza y comunica a la Dirección General de Seguridad y Emergencia del Gobierno de Canarias, como se recoge en el Plan Especial de Protección Civil y Atención de Emergencias por riesgo volcánico en la Comunidad Autónoma de Canarias (PEVOLCA), siete periodos de actividad anómala en la zona de Cumbre Vieja. Esta actividad es exclusivamente sísmica, en forma de enjambre (sismicidad de baja magnitud, concentrada temporal y espacialmente) y se localiza a profundidades mayores de 20 km.

El 11 de septiembre el IGN detectó un nuevo enjambre sísmico en la isla, también en la zona de Cumbre Vieja, pero esta vez situado a una profundidad inferior a 15km, más superficial que los detectados anteriormente desde octubre de 2017. En esta ocasión, la actividad sísmica estuvo por primera vez acompañada de una señal de deformación anómala detectada en los inclinómetros, que implicaba una deformación superficial del terreno en la zona epicentral. Desde ese momento, se intensificó el trabajo continuo de seguimiento de la actividad volcánica, desplazando a más personal de la unidad de

volcanología hasta la isla para densificar las redes instrumentales, realizar muestreos in situ, y llevar a cabo una continua comunicación de la actividad al Comité Científico del PEVOLCA (CC), que fue convocado diariamente a partir del 13 de septiembre. Durante estos primeros días, el IGN llegó a registrar más de 6500 sismos, cada vez más superficiales, y se midieron deformaciones verticales superiores a los 15 cm tanto con la red de estaciones GNSS como con datos de InSAR.

Ante la actividad registrada en estos primeros días, la Dirección del PEVOLCA organiza dos reuniones informativas para la población en el terrero de lucha canaria Federico Simón de Las Manchas (El Paso). La finalidad de estas reuniones fue la de informar a la población sobre lo que estaba ocurriendo, recordando los planes de evacuación y dando consejos de cómo prepararse para una posible erupción. A la reunión asistieron los miembros del Comité Científico, el Director Técnico, varios consejeros del Cabildo de La Palma y los alcaldes de El Paso y Los Llanos de Aridane. El día 19 de septiembre se detectaron centenares de terremotos (figura 1). A las 11:16 del día 19 se registró el de mayor magnitud (3,8 mbLg) hasta ese momento, localizado a una profundidad de unos 2 km y que fue ampliamente sentido en la isla. La deformación vertical de la superficie terrestre registrada en las estaciones GNSS alcanzó un máximo de 15 cm, de los cuales 5 cm fueron registrados en las últimas veinticuatro horas. Mediante la modelización de la deformación registrada, se situó el centro de presión en una zona en el entorno de Las Manchas.

La evolución de esta actividad anómala registrada desembocó finalmente en una erupción volcánica que comenzó a las 14:11 horas (UTC) del día 19 de septiembre en la zona de Cumbre Vieja. Dicha erupción se inició simultáneamente en dos fisuras separadas unos 200 metros, emitiendo coladas de lava a una temperatura superior a los 1100 °C. La erupción mostró desde su comienzo un mecanismo eruptivo estromboliano con fases intermitentes explosivas. Desde el inicio se emite un elevado volumen de ceniza y gas a la atmósfera, por lo que se estableció un radio de exclusión de 2 km desde el centro eruptivo principal.

En las reuniones diarias del Comité Científico (CC) las instituciones participantes expusieron diariamente los datos registrados, visualizando las imágenes obtenidas mediante drones, evaluando la situación y analizando los diferentes escenarios de evolución. Finalmente, al final de la sesión del CC, se redactaba un informe en el que se recogía el consenso de los científicos reunidos, que se exponía al Comité Director para que tomaran las medidas que consideraran adecuadas. Finalmente, en rueda de prensa se presentaban dichas medidas y el informe del CC.

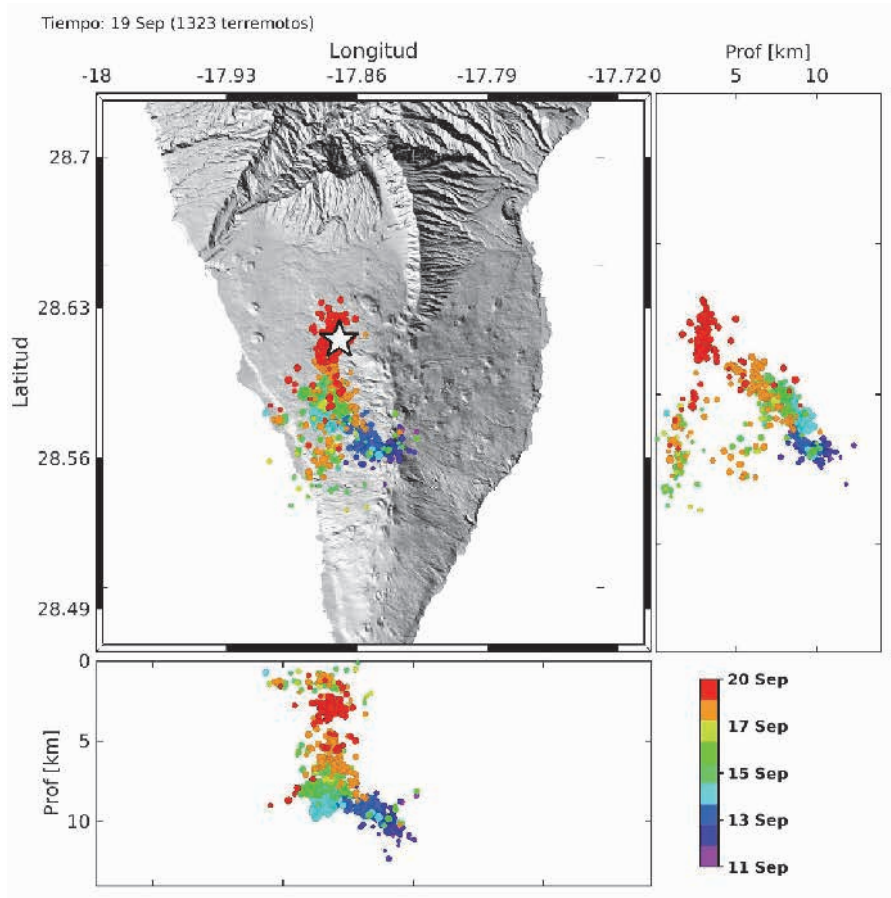


Fig. 1: Evolución temporal de la localización de la sismicidad preeruptiva

El IGN realizó un seguimiento continuado no solo de los parámetros geofísicos y geoquímicos de la actividad registrada durante la fase pre- y sin-eruptiva, sino también de los observables asociados a la evolución de la propia erupción. Así se observaron cambios continuos en la morfología del cono volcánico y en el estilo eruptivo. De hecho, el día 21 ya había cuatro centros de emisión. Ese mismo día es el primero en que se emitieron recomendaciones a la población por el peligro de cenizas. Asimismo, toda esta aportación de material volcánico a la atmósfera también podía afectar al tráfico aéreo en la zona, dependiendo principalmente de la dirección de los vientos, por lo que durante toda la erupción se mantuvo monitorizada la altura de la columna eruptiva. Cuando se producía un cambio significativo en esta altura, se emitía un VONA (Volcano

Observatory Notice for Aviation) al Volcanic Ash Advisory Centre de Toulouse, para que se incluyera el dato actualizado en sus simulaciones para el pronóstico del área afectada por la nube de ceniza volcánica. En total el IGN emitió veintinueve VONAS durante el proceso volcánico.

Desde que se registró el comienzo de la actividad sísmica anómala, el IGN reforzó la presencia del personal en La Palma, con el fin de densificar y mantener la red instrumental, llevar a cabo muestreos *in situ* y la toma de muestras de los diferentes productos eruptivos. Pone en marcha un operativo especial para su seguimiento, la declaración de alertas y atención a los medios de comunicación. En un local situado en los bajos de la plaza de la Iglesia de Tajuya, cedido por dicho templo, el IGN abre su Centro de Atención y Vigilancia de la Erupción (CAVE). El CAVE será el centro neurálgico donde el personal del IGN realice las labores técnicas y científicas de seguimiento del proceso volcánico, la atención a la población, autoridades y los medios de comunicación. Desde ese centro, con visión directa al cono situado a menos de 3 km, se posibilita el registro directo de los cambios observables en la erupción, permitiendo correlacionarlos con los datos registrados en el svv. Desde este punto, se realiza la medida de la altura del cono volcánico,

El seguimiento de la erupción lo realiza personal especialista en los campos de la sismología, geoquímica, geología, geodesia, topografía, gravimetría, instrumentación y comunicaciones. Además del mantenimiento de las estaciones del svv, se realizan diariamente medidas de altura de columna eruptiva (figura 2) y análisis de deformaciones mediante InSAR, se toman muestras para análisis geoquímicos y petrológicos (figura 3). El svv se reforzó con nuevas estaciones sísmicas, GNSS, inclinómetros, gravímetros, cámaras térmicas y visuales, sonómetros, etc., algunos de estos equipos en colaboración con otras instituciones.

El mantenimiento de esta operativa fue posible gracias al personal del IGN-Volcanología, con el imprescindible apoyo de personal de la Red Sísmica Nacional y del Centro Geodésico (en total más de cincuenta personas). Mediante el establecimiento de turnos se garantizaba el mantenimiento del svv, la limpieza diaria de las estaciones y de los sistemas de comunicaciones, la instalación de la nueva instrumentación, la toma de medidas de las redes de deformación, la toma de muestras geoquímicas, la toma de muestras de material volcánico (Ubide et al., 2023), la descarga de datos de los equipos, las medidas de altura de cono y medidas de la columna eruptiva, así como la atención a los gestores de la emergencia, responsables políticos, medios de comunicación y ciudadanía.

El personal de volcanología del IGN en Madrid, Tenerife y La Palma, durante todo el periodo eruptivo, realizó reuniones telemáticas diarias de co-



Fig. 2: Medida diaria de la altura de cono y columna eruptiva



Fig. 3: Personal del IGN tomando muestras de coladas lávicas y de agua para análisis geoquímico

ordinación. De este modo, se ponían en común las necesidades diarias de mantenimiento, de observaciones y de nuevas instalaciones, de cara a tener operativa la red de vigilancia en todo momento y con los mejores resultados posibles. Dichas reuniones también permitieron evaluar los observables obtenidos durante los trabajos de monitorización, y darles una correcta interpretación.

Posteriormente, los representantes del IGN en el CC del PEVOLCA presentaban los parámetros obtenidos diariamente por la red de vigilancia volcánica del IGN, el análisis de los datos registrados por el SVV en las últimas veinticuatro horas y el pronóstico de evolución de la erupción, así como de los fenómenos asociados, valorando su peligrosidad. También eran los que elevaban, como portavoces del Comité Científico del PEVOLCA el informe consensuado diariamente, para que en el Comité Director se tomaran las medidas necesarias para minimizar el impacto de la erupción en la población e infraestructuras y exponían en rueda de prensa el informe del CC.

El personal del IGN llevó a cabo la interpretación de las señales registradas por la red de vigilancia volcánica durante todo el proceso. De este modo, se pudo localizar más de 9000 terremotos en la zona de afección de la erupción, principalmente a profundidad intermedia, sobre los 12 km, y en zonas más profundas en torno a los 35 km, siendo en esta última área donde se localizan los de mayor magnitud (la mayor ha sido 5,1 mbLg) e intensidad (IV-V en la escala EMS). Se monitorizó especialmente la amplitud del tremor volcánico, por ser un parámetro importante para conocer la dinámica de la erupción. El análisis de los terremotos de las dos zonas (12 km y 35 km), su evolución en el tiempo y las deformaciones obtenidas en la red de vigilancia permitieron entender la relación entre las distintas zonas sísmicas, así como algunos detalles sobre la geometría del sistema magmático que alimentaba la erupción (Fresno *et al.*, 2023).

Igualmente, se observó la deformación del terreno en la zona, que en estaciones GPS como la situada en Jedey, que llegó a alcanzar valores de hasta 33 cm, mostrando valores coherentes con las deformaciones observadas mediante técnicas InSAR (Ezquerro *et al.* 2023).

Desde el inicio de la erupción se elaboraron mapas de peligrosidad para coladas de lava, que se recalculaban cuando se abría un nuevo centro de emisión. Estos mapas sirvieron para identificar los caminos más probables para las coladas de lava.

A través de la página web del IGN se implementó un portal dedicado a la erupción en la isla de La Palma, con información diaria de las últimas noti-



cias, con acceso a los datos de sismicidad y deformación medidos por la red de vigilancia volcánica, y con la incorporación de visualizadores en 2D y 3D que permiten seguir el estado de la erupción, así como la inclusión de galerías fotográficas y de vídeos obtenidos *in situ*. La atención a la prensa (figura 4) también supuso una importante labor tanto para el personal destacado en La Palma, como para el personal que permanece en los centros del OGC (Observatorio Geofísico Central) en Madrid y del CGC (Centro Geofísico de Canarias) en Tenerife. Los chalecos rojos del IGN se reconocen por la ciudadanía, vinculándolos a la atención a la erupción volcánica en La Palma.



Fig. 4: Personal del IGN atendiendo a los medios de comunicación

#### 4. CRONOLOGÍA DE LA ERUPCIÓN

Desde el inicio de la erupción se constata que, a pesar de la intensa señal de tremor volcánico, se sigue registrando sismicidad, así como deformaciones superficiales en la zona más cercana a la erupción, alcanzándose los 20 cm de deformación máxima acumulada el 20 de septiembre.

El número de centros eruptivos es variable, y el 21 de septiembre se reconocen cuatro centros de emisión principales. En este día, la deformación medida mediante la técnica INSAR muestra un máximo acumulado promedio de 28 cm.

En posteriores días se registran episodios de mayor explosividad, alcanzando la columna eruptiva, el día 22 de septiembre, una altura de 5 km sobre

el nivel medio del mar. Los frentes de lava se hacen más complejos y discurren de manera independiente tanto al norte como al sur de la colada inicial. El 24 de septiembre se observa una nueva colada en el flanco sur, con bloques de gran tamaño que se piensa están asociados al colapso parcial del centro eruptivo principal. La columna eruptiva alcanza los 6 km s.n.m.

El 25 de septiembre se observa una nueva morfología en el cono, causada por un proceso de rotura en su sector sur tras los episodios de mayor explosividad del día 25. Asimismo, se observa actividad hawaiana que genera coladas muy fluidas que discurren a gran velocidad.

El 27 de septiembre los registros sísmicos del IGN constatan el cese, durante varias horas la actividad eruptiva, siendo uno de los momentos de mayor incertidumbre, pues se barajaron diferentes escenarios, desde el final de la erupción a un cese temporal que se reanudaría con una fase más explosiva, como así fue.

La noche del 28 de septiembre, a las 23 horas, la colada lávica alcanza por primera vez el mar. Como en entorno del contacto, es posible la generación de nubes de vapor de agua y otros gases (penacho marino), se establece una zona de exclusión marítima. El progresivo aporte de material lávico al mar va formando el primer delta lávico de esta erupción.

Las magnitudes de los terremotos localizados por el IGN a profundidades superiores a 30 kilómetros comienzan a aumentar a partir de mediados de octubre, llegando a superar a finales de este mes el umbral de magnitud de 5 mbLg. Estos terremotos son sentidos en todas las islas de la provincia de Santa Cruz de Tenerife. Desde el 20 de octubre el informe del Comité Científico incluye recomendaciones a la población de autoprotección ante la sismicidad.

La madrugada del 10 de noviembre se produce una nueva entrada de lava al mar, al sur del primer delta lávico. Al extenderse a lo largo de la costa, se une al primer delta. Tras varios días de crecimiento, termina alcanzando al creado en la erupción del volcán de San Juan en 1949.

Desde finales del mes de noviembre se aprecia una estabilidad en las deformaciones medidas por las redes GNSS, levantamientos de RTK e imágenes de InSAR, una menor cantidad de sismos y de menor magnitud localizados a profundidades de 30-40 km y según se desprende de las medidas realizadas por INVOLCAN, una disminución progresiva de gases asociados al penacho volcánico, principalmente  $\text{SO}_2$ . Este cambio en los observables de la erupción, indica una disminución de su intensidad.

No obstante, a el 28 de noviembre a las 03:10, en el SE del edificio volcánico, se abre una nueva fractura, paralela a la anterior, pero en el flanco opuesto del edificio, que concentró la emisión de magma (figura 5). Los nuevos centros en la parte más oriental presentan actividad efusiva y estromboliana, emitiendo coladas muy fluidas que avanzan rápidamente y discurren en dirección oeste en la parte norte del edificio principal, ocupando nuevo territorio.



Fig. 5: Imagen de la primera colada producida tras la apertura de una nueva fractura en el cono volcánico el 28 de noviembre. Fotografía IGN/Alicia Felpeto

Durante diciembre, la erupción fisural continúa mostrando mecanismo estromboliano, con fases de explosividad variable que producen depósitos piroclásticos y fases efusivas que producen las coladas de lava, de forma simultánea (figura 6). Se producen episodios de incremento y disminución de la actividad estromboliana. Las emisiones tienen lugar principalmente desde focos efusivos situados al S y O del cono principal, emitiendo lavas que alimentaban coladas al sur, y otras que discurrían por tubos volcánicos, con varios jameos, que se desplazaban hacia el O sobre coladas anteriores. La más activa, que confluye sobre la colada que surgió al O de la montaña del Cogote (prácticamente inactiva en diciembre), sigue sobre esta última hasta alcanzar el cantil, precipitándose sobre la isla baja en la zona de Las Hoyas, días antes del final de la erupción.

En los días finales de la erupción, se observan grietas y fracturas en la parte superior del cono secundario que modificaban la morfología de ese cono,



Fig. 6: Imagen de la erupción. Fotografía IGN/Stavros Meletlidis

generándose el movimiento súbito de algunos bloques limitados por estas grietas y produciéndose pequeños desprendimientos hacia su interior y cráteres adyacentes.

El día 13 de diciembre, tras una fase de elevada explosividad, con gran emisión de bombas volcánicas, elevada emisión de cenizas y fuertes detonaciones en el conducto se produce a las 22:21 UTC la disminución de la señal de tremor volcánico en todas las estaciones de la red sísmica, alcanzando el nivel de ruido de fondo. Desde entonces desapareció también el flujo y emisión de material volcánico.

Como las crónicas históricas recogen que algunas erupciones tuvieron ceses parciales de actividad, reiniciándose varios días después, incluso cambiando de vertiente, el Comité Científico pospone la declaración del final de la erupción hasta el 25 de diciembre. Ese día, y tras doce días de inactividad, se establece que el 13 de diciembre a las 22:21 (UTC), tras ochenta y cinco días y ocho horas de erupción, se da por finalizada la erupción, siendo la más larga de las históricas de La Palma. El cono volcánico supera los 200 metros de altura sobre la topografía preeruptiva y su base tiene un diámetro medio de 700 metros.

Esta erupción, que podemos denominar urbana, es la de mayor afección en Europa en el último siglo. Las cifras de la afección recogidas por el Cabildo de La Palma son las siguientes:

- Más de 7000 personas evacuadas.
- Más de 2100 viviendas afectadas por las coladas lávicas.
- Más de 65 kilómetros de carreteras afectadas.
- Más de 300 hectáreas de cultivos afectadas.

Tras el cese de la actividad eruptiva fue posible tener acceso al edificio volcánico para realizar tareas que antes eran muy dificultosas por la existencia de un penacho volcánico con constante emisión de gases y piroclastos (figura 7). De este modo, se instalaron estaciones geoquímicas suplementarias en el borde de uno de los cráteres, realizando toma de gases y muestras volcánicas. Asimismo, se cartografió por primera vez todo el edificio volcánico a gran resolución gracias a la realización de un vuelo de dron (Cívico *et al.*, 2022). Gracias a este vuelo fue posible la inspección de los centros de emisión y la confección de un modelo digital del terreno que permite el cálculo del volumen y extensión de las coladas de lava y del cono volcánico.



Fig. 7: Vista panorámica de los cráteres del volcán, una vez finalizada la erupción

A pesar de haber terminado la erupción, el IGN siguió trabajando en la vigilancia del proceso post eruptivo, realizando reuniones semanales de coordinación y valoración, así como el mantenimiento y diversificación del sistema de vigilancia volcánica operativo en La Palma.

## 5. NUEVOS PELIGROS POSERUPTIVOS

Desde la finalización del proceso eruptivo, se han venido registrado concentraciones anómalamente elevadas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en los núcleos de población de Puerto Naos y La Bombilla. Estos niveles impiden el regreso de los ciudadanos a estos núcleos, y el restablecimiento de la actividad económica.

Debido a esta situación de excepcionalidad, se mantiene la emergencia (en el Nivel 1 del Plan PEVOLCA) sin un horizonte cercano de remisión.

Dentro del Plan Especial de recuperación social y económica de La Palma, que el Gobierno de España ha puesto en marcha por iniciativa de Presidencia del Gobierno, se ha asignado una partida presupuestaria específica para la implantación de una red de vigilancia, medida y control de emisiones de CO<sub>2</sub>, en estas poblaciones costeras. Esta partida va a ser ejecutada conjuntamente por el IGN y por el Instituto Volcanológico de Canarias (INVOLCAN), cubriendo el periodo 2023-2026, ya que son las únicas entidades con experiencia en el manejo de redes instrumentales en tiempo real de vigilancia volcánica en las Islas Canarias.

## 6. LA CIENCIA VOLCANOLÓGICA

En la gestión de una erupción volcánica como la que ha tenido lugar en La Palma, la aportación de la ciencia volcanológica juega un papel fundamental. La volcanología es una ciencia multidisciplinar y en ella confluyen áreas de conocimiento tan diversas como son: geografía, historia, geología, geofísica, geoquímica, matemáticas, meteorología, oceanografía y topografía, junto con el imprescindible soporte informático, electrónico y de comunicaciones. Todas estas disciplinas científicas y técnicas permiten interpretar los datos de vigilancia volcánica, evaluar el estado del sistema y pronosticar su evolución.

Las áreas de conocimiento citadas anteriormente se integran en el propio Plan PEVOLCA, a través de las instituciones científicas que forman parte del Comité Científico. Otros Planes de Protección Civil de otros riesgos naturales no suelen contemplar la existencia del Comité Científico tan multidisciplinar, porque con la información, análisis y valoración de los datos proporcionados por la institución responsable para la vigilancia del fenómeno objeto del plan (fenómeno meteorológico adverso, deslizamiento, inundación...) es suficiente para la toma de las decisiones del Comité Director del Plan.

El Comité Científico (CC) del PEVOLCA integra instituciones tan diversas como: Instituto Geográfico Nacional (responsable de la vigilancia volcánica

y declaración de la alerta volcánica RD 1476/2004, del 18 junio), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), Instituto Geológico y Minero de España (IGME-CSIC), Instituto Español de Oceanografía (IEO-CSI), Instituto Volcanológico de Canarias (INVOLCAN), Universidad de La Laguna (ULL) y Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC).

El Comité Científico tiene como cometidos:

- Establecer la tipología de los posibles fenómenos precursores de crisis eruptivas en el archipiélago canario.
- Analizar e interpretar los datos de las estaciones de vigilancia volcánica o estudios específicos sobre algunos de los parámetros que caracterizan un sistema volcánico.
- Alertar sobre una posible crisis eruptiva y formular hipótesis acerca de su evolución.

Así como los terremotos requieren de sistemas preventivos (normas de construcción, planes de ordenamiento urbano...) y Protección Civil tiene un papel principalmente restaurador, en el caso de las erupciones y a través de las valoraciones del Comité Científico, se pueden tomar medidas y realizar acciones antes de la ocurrencia del fenómeno. Además, una erupción volcánica no solo afecta a la tierra, personas e infraestructuras en el radio de acción de cada uno de sus peligros (coladas de lava, caída de piroclastos, calidad del aire...), sino también a la atmósfera (por la inyección de partículas y gases calientes a la atmósfera) y al medio marino (gases volcánicos que se disuelven en el mar y materiales volcánicos que modifican las propiedades fisicoquímicas del mar).

En el caso de la emergencia volcánica de La Palma, desde el 11 de septiembre, y tras la aceleración de los observables eruptivos medibles instrumentalmente, el CC pudo realizar un pronóstico de zona eruptiva más probable, aunque sin poder definir una ventana temporal. Basándose en este pronóstico y los posibles escenarios que se generaron, empezaron a tomarse medidas de protección civil tales como evacuación de personas con movilidad reducida o dependientes, charlas informativas a las poblaciones que se podrían ver afectadas por el fenómeno eruptivo. La evolución del proceso fue muy rápida, apenas ocho días y pese a ello, se adelantaron medidas de mitigación.

En el caso de la erupción en El Hierro en 2011-2012, la alerta por reactivación volcánica fue comunicada el 19 de julio. El proceso fue acelerando sus señales de alerta temprana y finalmente la erupción comenzó el 10 de octubre. La ciencia pudo brindar a Protección Civil casi tres meses para que se pudiera diseñar el sistema preventivo, de mitigación y atención a la emergencia.

Durante el desarrollo de la erupción en La Palma, el CC pudo anticipar la posible ocurrencia de algunos peligros volcánicos o la afección de productos volcánicos emitidos a la atmósfera, que pudieran afectar a la salud de las personas o infraestructuras, permitiendo adoptar medidas que mitigasen su efecto.

Solo queda por reseñar que la Volcanología es una ciencia aplicada que posibilita minimizar la exposición de la población a los peligros volcánicos, mitigando el riesgo y las consecuencias negativas en términos de pérdidas. Por tanto, la inversión en Volcanología es altamente rentable para el mantenimiento de una sociedad moderna y desarrollada.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CIVICO, R., RICCI, T., SCARLATO, P., TADDEUCCI, J., ANDRONICO, D., DEL BELLO, E., D'AURIA, L., HERNÁNDEZ, P.A., PÉREZ, N.M. (2022). High-resolution Digital Surface Model of the 2021 eruption deposit of Cumbre Vieja volcano, La Palma, Spain. *Sci. Data* 9 (London), 435. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01551-8>.
- EZQUERRO, P., BRU, G., GALINDO, I., MONSERRAT, O., GARCÍA-DAVALILLO, J. C., SÁNCHEZ, N., MONTOYA, I., PALAMÀ, R., MATEOS, R. M., PÉREZ-LÓPEZ, R., GONZÁLEZ-ALONSO, E., GRANDIN, R., GUARDIOLA-ALBERT, C., LÓPEZ-VINIELLES, J., Fernández-Merodo, J. A., HERRERA, G., BÉJAR-PIZARRO, M. (2023). Analysis of SAR-derived products to support emergency management during volcanic crisis: La Palma case study. *Remote Sensing of Environment*, 295 (Amsterdam), 113668. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2023.113668>.
- FRESNO, C., CESCO, S., KLÜGEL, A., DOMÍNGUEZ CERDEÑA, I., DÍAZ-SUÁREZ, E. A., DAHM, T., *et al.* (2023). Magmatic plumbing and dynamic evolution of the 2021 La Palma eruption. *Nat. Commun.* 14 (1) (London), 358. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41467-023-35953-y>.
- LONGPRÉ, M. A., FELPETO, A. (2021). Historical volcanism in the Canary Islands, part 1: A review of precursory and eruptive activity, eruption parameter estimates, and implications for hazard assessment. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 419 (Amsterdam), 107363. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2021.107363>.
- UBIDE, T., MÁRQUEZ, A., ANCOCHEA, E., HUERTAS, M.J., HERRERA, R., COELLO-BRAVO, J.J., SANZ-MANGAS, D., MULDER, J., MACDONALD, A., GALINDO, I. (2023). Discrete magma injections drive the 2021 La Palma eruption. *Sci. Adv.*, 9 (Washington, DC), eadg4813. Disponible en: <https://doi.org/10.1126/sciadv.adg4813>.

*Cómo citar este artículo / Citation:* Blanco Sánchez, M.ª José, Fresno Rodríguez-Portugal, Carmen del, Felpeto Rielo, Alicia, López Moreno, Carmen, Meletlidis, Stavros. La erupción en La Palma en 2021 y el Instituto Geográfico Nacional. *Cosmológica*, n.º 3 (Santa Cruz de La Palma, 2023), pp. 65-80.

Fecha de recepción: 26 de julio de 2023

Fecha de aceptación: 1 de agosto de 2023