



El aseguramiento de los riesgos volcánicos

■ El pasado 19 de septiembre de 2021, la naturaleza nos volvió a recordar que vivimos sobre un planeta vivo, en el que ningún elemento, por inmutable que parezca, es estático. Y también nos recordó que las Islas Canarias deben su existencia a una enorme sucesión de eventos similares al que se inició ese día en la dorsal de Cumbre Vieja de la isla de La Palma a lo largo de tampoco demasiados millones de años, en comparación con otros procesos geológicos.

Sumario

pág.



Editorial

4



La gestión del riesgo volcánico en Colombia: una historia eruptiva con importantes lecciones aprendidas

5



El riesgo volcánico en Francia: la respuesta del seguro

12



Peligro volcánico en Italia: un paisaje variado

22



La cobertura aseguradora del riesgo volcánico en Islandia

35



La gestión del riesgo volcánico en Japón

51



Gestión del riesgo volcánico y seguro en Nueva Zelanda

61



Actividad volcánica y seguro en Portugal

74



VI Simposium del Observatorio de Catástrofes de la Fundación Aon España

77

Consejo editorial

Presidente

Sergio Álvarez Camiña

Director General de Seguros y Fondos de Pensiones
Presidente del Consorcio de Compensación de Seguros

Miembros

María Flavia Rodríguez-Ponga Salamanca

Directora General del CCS

Alejandro Izuzquiza Ibáñez de Aldecoa

Director de Operaciones

Antonio González Estévez

Jefe del Servicio de Atención al Asegurado

Daniel Hernández Burriel

Delegado Territorial del CCS en Aragón, Navarra y La Rioja

José Antonio Badillo Arias

Delegado Territorial del CCS en Madrid

Belén Soriano Clavero

Subdirectora Técnica y de Reaseguro

Pablo López Vilares

Subdirector de Tasaciones

Francisco Espejo Gil

Subdirector de Estudios y Relaciones Internacionales

Marta García Garzón

Responsable de Área, Subdirección de Estudios y Relaciones Internacionales

La revista digital "Conorseguros", del Consorcio de Compensación de Seguros (CCS), tiene periodicidad semestral. Sus contenidos están orientados especialmente al tratamiento de temas relacionados con las actividades que desarrolla el CCS en varios ámbitos del seguro, aportando sobre ellos elementos de reflexión y análisis.

© 2021 Consorcio de Compensación de Seguros.
NIPO: 094-20-087-7

Sumario

pág.



La gestión por el CCS de la siniestralidad de la erupción volcánica de La Palma en 2021

83



Revisión de las valoraciones del riesgo de erupción volcánica y aplicación al evento de La Palma

89

Editorial

El pasado 19 de septiembre de 2021, la naturaleza nos volvió a recordar que vivimos sobre un planeta vivo, en el que ningún elemento, por inmutable que parezca, es estático. Y también nos recordó que las Islas Canarias deben su existencia a una enorme sucesión de eventos similares al que se inició ese día en la dorsal de Cumbre Vieja de la isla de La Palma a lo largo de tampoco demasiados millones de años, en comparación con otros procesos geológicos.

En realidad, muchos habitantes de La Palma han podido vivir ya tres episodios de erupción volcánica: el de San Juan, en 1949, el del Teneguía, en 1971 y este de 2021, los tres muy similares y que obedecen a la misma causa, una fisura en el manto bajo la dorsal muy mal denominada como Cumbre Vieja, que en realidad es una de las zonas de vulcanismo activo más importantes de Canarias, donde han tenido lugar 8 de las 17 erupciones históricas (desde el s. XV) del archipiélago. Para el Consorcio de Compensación de Seguros ha sido, sin embargo, la primera vez que ha tenido que enfrentarse a este tipo de siniestralidad; la de 1971 se produjo en una zona deshabitada y no generó daños sobre propiedades ni personas aseguradas y la erupción submarina de El Hierro en 2011 tampoco produjo daños.

Este es el motivo por el que dedicamos este número de la revista Conorseguros Digital a la gestión aseguradora del riesgo volcánico, editando el número probablemente más internacional en nuestra historia, en el que desde varios rincones del mundo que representan riesgos situados en todos los continentes, expertos del seguro y de la vulcanología nos ilustran sobre el riesgo volcánico, su gestión y su cobertura aseguradora: Colombia, Francia, Islandia, Italia, Japón, Nueva Zelanda y Portugal. Esperamos que el lector se enriquezca con este estudio comparado como nos hemos enriquecido nosotros con la edición de este número.

Queremos agradecer a todos nuestros autores internacionales el esfuerzo que han realizado al escribir una serie excepcional de artículos que elevan considerablemente el nivel de nuestra revista digital. También queremos agradecer públicamente la ayuda de Leigh Wolfrom, de la OCDE y de Carolina Cárdenas, de Mapfre RE, para identificar a parte de estos autores.

Completamos el número con una reseña de un evento muy reciente, el Simposio del Observatorio de Catástrofes de la Fundación AON en la Escuela Nacional de Protección Civil, en el que la erupción volcánica de La Palma fue uno de los temas más destacados.



Contamos con la suerte de editar el número probablemente más internacional en nuestra historia, en el que desde varios rincones del mundo que representan riesgos situados en todos los continentes, expertos del seguro y de la vulcanología nos ilustran sobre el riesgo volcánico, su gestión y su cobertura aseguradora: Colombia, Francia, Islandia, Italia, Japón, Nueva Zelanda y Portugal.

La gestión del riesgo volcánico en Colombia: una historia eruptiva con importantes lecciones aprendidas

Carlos René Molina Urquijo

Subdirector. Cámara Técnica de Propiedad e Ingeniería
Federación de Aseguradores Colombianos (FASECOLDA)

Riesgo volcánico en Colombia

Colombia goza de un relieve muy variado, integrado desde bajos valles hasta altos nevados, característica que obedece principalmente a que el país se encuentra ubicado en el Cinturón de Fuego del Pacífico, conocido como una de las zonas de subducción en la que se concentran algunas de las regiones sísmicas y volcánicas más importantes del mundo, esto como resultado de la influencia de la interacción de las placas tectónicas continentales sudamericana y Nazca. Su ubicación en la zona tropical del extremo noroccidental de América del Sur, ciertamente privilegiada, lo convierte en el único país de esta parte del continente que tiene costas sobre los océanos Atlántico y Pacífico.

En términos de área, el relieve colombiano comprende cerca de 1.143 millones de km² (2 veces más que el territorio español) atravesados por la cordillera de los Andes, la cual cubre una parte considerable del territorio y de la llanura amazónica. Dentro del sistema montañoso andino, la cordillera se divide en tres ramificaciones separadas por los valles de los ríos Magdalena y Cauca, conformando bajo esta división las cordilleras Occidental, Central y Oriental, las cuales atraviesan en más del 69 % del total del territorio (22 de los 32 departamentos).

Tales condiciones convierten al país en una de las regiones con más diversidad de fauna y flora en el mundo, albergando a lo largo de su territorio la más grande extensión de páramo del planeta, junto con más de 3.000 especies de mariposas y un total del 20 % de las aves existentes. Lo anterior junto con el relieve volcánico y la gran variedad de climas asociados a su altitud, representan un alto valor ambiental, manifestado en una importante riqueza hídrica y un alto grado de biodiversidad que conforman la belleza de sus imponentes paisajes.

Entrando en el ámbito volcánico, el país cafetero se encuentra ubicado en el Cinturón Volcánico de los Andes, que como indica su nombre, recorre la cordillera de los Andes en los territorios de Argentina, Chile, Bolivia, Perú, Ecuador y Colombia. En la región colombiana la mayor parte de los volcanes activos se encuentran ubicados en la ramificada cordillera Central y algunos en la cordillera Oriental, centrandos su actividad volcánica en tres regiones del país: sur, centro y norte, albergando un total 23 volcanes activos.

Los servicios y productos ofrecidos por la industria aseguradora y reaseguradora son, hoy más que nunca, parte de las alternativas para afrontar los fenómenos naturales con las que cuentan los aparatos productivos de las regiones que se encuentran en zonas de alta amenaza. Para el sector asegurador continúa siendo clave el conocimiento detallado asociado a estos tipos de riesgos, que no hay que olvidar, cuentan con el potencial de arrasarse por completo una población.

Desde hace un poco más de dos años se ha venido implementando en Colombia una nueva forma de operar el seguro de terremoto. Ahora la estimación de pérdidas por sismo debe realizarse a través de cualquiera de los modelos probabilísticos autorizados por el regulador colombiano. En este nuevo esquema, cada *software* computacional emplea la información física de los bienes muebles e inmuebles que componen las carteras de terremoto, mucha de ella obtenida en campo, siendo una de las grandes tareas de las aseguradoras que comercializan este seguro de daños el acceso a nuevos datos de las zonas de influencia de los riesgos de interés.

Ahora bien, muchas de las características antes mencionadas conviven alrededor de la actividad volcánica propia de la geología del territorio, que convierten al país latino en un referente apto para la explotación del ecoturismo a través de actividades deportivas tales como el montañismo y excursionismo, en los que son protagonistas, entre otros, las piscinas termales y los senderos ecológicos que hacen parte de su riqueza cultural.

No obstante, tomando como base la información del último censo poblacional realizado en 2018 por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE, y en conjunto con los más de 165 mapas de amenaza que existen en Colombia, aproximadamente 5,5 millones de personas se encuentran expuestas por amenaza volcánica en el país latino.

Esta cifra pone en la agenda de las entidades gubernamentales encargadas de la gestión del riesgo de desastres en el país la importante tarea de avanzar en el conocimiento a fondo de la amenaza volcánica para, posteriormente, caracterizar de forma adecuada la vulnerabilidad de los elementos expuestos de modo que se genere un continuo mejoramiento en todas aquellas acciones y tareas que definen la gestión del riesgo volcánico en Colombia.

Experiencia eruptiva en Colombia

Cada volcán tiene características propias que presentan distintos desafíos para la gestión del riesgo de desastres. Las condiciones de amenaza y exposición, así como la vulnerabilidad física y social de las regiones en las zonas de influencia volcánica, generan distintos escenarios de riesgo que requieren la toma de medidas que permitan salvaguardar la vida de los habitantes y reducir los posibles daños y pérdidas económicas que se puedan presentar.

En la historia eruptiva colombiana podemos resaltar dos grandes protagonistas de distintos eventos que han sido claves a lo largo de los últimos años y que incluso son parte de los volcanes más peligrosos del continente: el volcán Nevado del Ruiz y el volcán Galeras.

Tragedia de Armero: volcán Nevado del Ruiz

Este desastre natural, resultado de la erupción del volcán Nevado del Ruiz el miércoles 13 de noviembre de 1985, es uno de los eventos de mayor importancia para Colombia en su historia, además de ser catalogado como el segundo evento eruptivo más mortífero del siglo XX, después del cataclismo volcánico en mayo de 1902 del monte Pelée (isla de Martinica, Francia).

El hecho eruptivo afectó los departamentos colombianos de Tolima y Caldas, donde se encuentra ubicado el Nevado, tomando por sorpresa a los habitantes de las zonas cercanas al gigante de 5.321 metros de altitud. Su erupción deshizo cerca del 10 % del hielo, lo que provocó una avalancha de lodo que descendió por el río Lagunilla arrasando y sepultando a su paso la totalidad del municipio de Armero, un próspero refugio agrícola ubicado al norte del Tolima, que tenía como principal actividad el cultivo de algodón.

Esta tragedia natural apagó la vida de más de 25.000 personas y según un estudio adelantado por el Banco Mundial junto con la Agencia Colombiana de Cooperación Internacional y el Departamento Nacional de Planeación, DNP, (instituciones colombianas) le costó al país el 2,05 % del producto interno bruto (PIB) de esa época, traducidos en USD 712,8 millones, con una tasa de cambio promedio de 142 pesos colombianos, es decir, alrededor del 25,50 % menos a la de hoy ¹.

Los daños totales estimados ascendieron a los USD 246 millones que personificaron el 0,70 % del PIB. Por su parte, la emergencia y rehabilitación costaron USD 14,7 millones (0,04 % del PIB); la reconstrucción cerca de USD 360 millones (1,02 % del PIB) y los gastos de funcionamiento fueron tasados en USD 95,1 millones (0,27 % del PIB). En relación con

(1) Tasa representativa actual en Colombia 1 USD = 4.010 pesos colombianos.

los cálculos sobre los efectos en la producción, el estudio estableció un monto de USD 84 millones y los daños en las actividades de ganadería y agricultura se acercaron a los USD 5 millones.

Luego de la erupción, el 24 de noviembre de 1985 se creó el Fondo de Reconstrucción, RESURGIR, responsable de coordinar las acciones de reconstrucción, presentando un plan de recuperación cercano a los USD 316 millones.

Estas cifras, aunque nada despreciables, están supremamente alejadas de la mayor pérdida manifestada en las vidas humanas que se extinguieron con la atroz tragedia, siendo tal vez uno de los más recordados y símbolo de las víctimas del evento natural el fallecimiento de Omaira Sánchez, una pequeña de tan solo 13 años quien tras tener atrapadas sus piernas por una pared, luchó por su vida a lo largo de tres días bajo el lodo para, posteriormente, ser parte de los cadáveres recuperados por los rescatistas entre toda la destrucción.

Respecto a la actividad del volcán, este se encuentra activo desde hace aproximadamente dos millones de años, contando hasta la fecha dos periodos eruptivos importantes.

Este volcán, compuesto por varias capas de lava que se alternan con ceniza volcánica endurecida, hace parte del Parque Nacional Natural Los Nevados, que conforman, junto con los volcanes Nevado de Santa Isabel y Nevado del Tolima, así como con una serie de cráteres, páramos, humedales y bosques, una de las principales áreas turísticas de Colombia al ser uno de los mayores complejos volcánicos del país, dada la naturaleza geológica de la zona.

El volcán se encuentra encendido desde hace 11 años, actualmente bajo alerta amarilla, es decir, que no hay riesgo de erupción inminente; sin embargo, en este nivel es común que se presenten sismos, emisiones de ceniza, lahares, cambios morfológicos y gases que sin lugar a duda afectan la calidad de vida de los pobladores que habitan la zona de influencia. Sobre su historia eruptiva, se destacan registros de 3 eventos: uno en 1595 (160 víctimas), otro posterior en 1845 (más de 1.000 víctimas) y el ya mencionado en 1985 (25.000 víctimas).



Figura 1. Servicio Geológico. [@sgcol (26 de noviembre de 2021)]. Boletín semanal de actividad del volcán Nevado del Ruiz del 16 de noviembre al 22 de noviembre de 2021 [Tweet].

Fuente: Twitter. <https://twitter.com/sgcol/status/1463269108481466371>

Volcán Galeras

El volcán Galeras se encuentra situado en el departamento colombiano de Nariño, ubicado en el extremo suroeste del país, a tan solo 9 km al occidente de su ciudad capital (San Juan de Pasto). Este volcán es considerado el más activo del territorio colombiano, ya que cuenta en su historial con abundantes registros de erupciones desde hace varios siglos. Fue catalogado como uno de los 16 volcanes más importantes de los últimos tiempos dentro del proyecto «*Volcanes de la década*», iniciado por la Asociación Internacional de Vulcanología y Química del Interior de la Tierra, IAVCEI por sus siglas en inglés, (lista que incluyó, entre otros, al volcán español Teide, situado en la isla de Tenerife, en Canarias). Esta tarea pretendió promover el análisis y divulgación de los estudios sobre la actividad de los volcanes que, dada su cercanía a las zonas habitadas, cuentan con el potencial de provocar considerables pérdidas.

Este gigante de forma relativamente cónica, sin nieve o glaciares en su superficie, se encuentra catalogado como estratovolcán, lo cual quiere decir que su estructura está formada por varias capas de materiales expulsados por erupciones anteriores. Se estima que tiene una antigüedad cercana a los 4.500 millones de años y está activo desde hace aproximadamente 1 millón de años, siendo el que presenta el más alto registro histórico de actividad eruptiva de Colombia, ya que constantemente expulsa humo y ceniza requiriendo en distintas ocasiones la evacuación de la población aledaña.

A partir de la década de los noventa, el volcán viene presentando varias actividades eruptivas a través de expulsiones pequeñas, que en su mayoría son de tipo volcánico, que culminan con la liberación de pequeños flujos de lava viscosa, gases y cenizas. Justamente en este periodo de actividad, puntualmente el 14 de enero de 1993, en medio de una expedición hasta el cráter, una erupción repentina se llevó la vida de seis vulcanólogos y tres turistas que se encontraban recogiendo muestras de gases directamente en zona, evento tristemente conocido entre los expertos, ya que permitió identificar la relación entre los eventos eruptivos y los movimientos sísmicos previos tipo tornillo².



Figura 2. Servicio Geológico. [@sgcol. (13 de junio de 2018)]. Estado actual de actividad del volcán Galeras. [Tweet].

Fuente: Twitter. <https://mobile.twitter.com/sgcol/status/1007053957280272385>

(2) Evento sísmico particular registrado en volcanes andesíticos tipo conocidos como tornillos, que han precedido la mayoría de las erupciones en este tipo de gigantes.

Medidas adoptadas luego de las lecciones aprendidas

La erupción principal del volcán Nevado del Ruiz estuvo precedida el 22 de diciembre de 1984 (11 meses antes) de una reactivación a través de un enjambre de 30 sismos, de los cuales cuatro fueron sentidos según reporte de los habitantes de la zona. Esta serie de eventos originó en su momento la creación de un comité técnico de vigilancia del Nevado del Ruiz, integrado por distintas entidades públicas y privadas de índole nacional e incluso internacional, lideradas, a su vez, por el Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras, INGEOMINAS, (hoy Servicio Geológico Colombiano, SGC) entidad encargada inicialmente de acometer la cartografía y la exploración sistemáticas del territorio colombiano desde su creación en 1968.

En julio de 1985 (4 meses antes de la citada erupción), se instaló una red de cuatro microsismógrafos portátiles analógicos, que requerían la toma de datos in situ que, a su vez, debían recolectarse en papel para posteriormente intentar interpretarlos. Los avances tecnológicos disponibles de la época con la relativamente nula experiencia en sismología volcánica hicieron que los resultados de las medidas y muestreos geoquímicos obtenidos previamente a la erupción del volcán fueran insuficientes para la toma de decisiones y la adopción de acciones y medidas de prevención; no obstante, el 7 de octubre del mismo año, se presentó la primera versión de lo que se llamó en su momento el primer mapa de riesgo volcánico específico para evaluar el estado de la actividad volcánica del Nevado, el cual contempló las zonas de amenaza alta, dentro de las cuales se mencionaban gran parte de los municipios que se verían afectados posteriormente en la avalancha.

La ausencia de información previa de dicha catástrofe motivó el diseño y estructuración de una política nacional de gestión del riesgo de desastres a través de la expedición de distintas normas que, en conjunto, crearon la primera versión del Sistema Nacional Gestión del Riesgo de Desastres, que 33 años después ha permitido al país contar con un marco normativo y una política nacional de gestión del riesgo de desastres. En esta política interactúan un conjunto de entidades nacionales del orden público, privado y comunitario que, articuladas con las políticas, normas y recursos, tiene como objetivo llevar a cabo el proceso social de la gestión del riesgo con el propósito de ofrecer protección a la población en todo el territorio colombiano. Destaca allí la tarea del Servicio Geológico Colombiano, SGC, (antes INGEOMINAS) como entidad encargada del monitoreo de los volcanes activos en el país a través de tres observatorios vulcanológicos y sismológicos instalados en las ciudades de Manizales, Popayán y Pasto.

Uno de los hechos a resaltar de las acciones asumidas, posterior al evento de Armero fue la erupción del Nevado del Huila el 20 de noviembre de 2008, en la que se presentó una avalancha con una intensidad incluso dos veces más fuerte en comparación con la del Nevado del Ruiz. En dicha ocasión, si bien los flujos de lodo o lacras bajaron por el río Páez afectando la población de Belalcázar en el departamento del Cauca (ubicado al sur occidente del país), gracias a la institucionalidad ya existente, en conjunto con los avances tecnológicos, le fue posible al observatorio vulcanológico, ubicado en la ciudad de Popayán (departamento de Pasto), registrar datos previos a los cambios del volcán. De esta forma, se desencadenaron en tiempo récord una serie de medidas articuladas entre la comunidad y las entidades encargadas de la gestión del riesgo de desastres que permitieron llevar a cabo una evacuación rápida de la población, dejando un lamentable saldo de 10 personas fallecidas pero que, dada la magnitud de la afectación en la zona, pudo haber cobrado un número muy superior de vidas.

Otro de los grandes hitos a mencionar fue la creación el 7 de noviembre de 2010, en la ciudad colombiana de Manizales, de la Asociación Latinoamericana de Vulcanología, ALVO, durante la conmemoración del aniversario número 25 de la erupción del volcán Nevado del Ruiz, el cual contó con la participación de delegados de México, Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Ecuador, Perú, Argentina, Chile y, por supuesto, Colombia. El principal propósito de la Asociación a la fecha continúa siendo el reforzar y promover los lazos entre vulcanólogos latinoamericanos a través de la colaboración internacional entre países latinoamericanos e, incluso, otros países del mundo.

Evaluación del riesgo volcánico

El tratamiento del riesgo volcánico en Colombia es parte fundamental de su Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. De hecho, el SGC continúa tras la pista de los productos arrojados por los volcanes activos de la región, estudiando los cambios y señales del magma e interacción con el ambiente, el movimiento de fluidos, cráteres (señales asociadas al movimiento del magma) así como las rocas y depósitos que se han preservado en el tiempo y que conforman el relieve del territorio. Para tal fin, en Colombia se monitorean los 23 volcanes activos a la fecha mediante el uso de cerca de 670 estaciones telemétricas y no telemétricas, sistemas acústicos, equipos de monitoreo en tiempo real, cámaras web, sismómetros, magnetómetros, estaciones meteorológicas e inclinómetros, entre otros dispositivos que conforman el stock con el que cuentan sus distintos observatorios vulcanológicos. Incluso con el apoyo de la Fuerza Aérea Colombiana y Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, UNGRD, se han instalado distintos domos en los principales volcanes, siendo cada vez más comunes los vuelos de reconocimiento dentro de las labores de monitoreo volcánico.

En términos de avances académicos, el país cafetero es una continua fuente de aprendizaje para la zona, ya que es uno de los dos países de esta región que monitorea el 100 % de sus volcanes activos en un panorama en el que Latinoamérica representa el 25 % de todos los observatorios volcánicos del mundo. Además de esto, Colombia se caracteriza por ser pionero en el desarrollo de mapas de riesgo, aplicación de nuevas tecnologías, conformación de escenarios regionales para tratar la gestión del riesgo, simulacros, emisión de boletines, etc.

En líneas generales, las entidades designadas dentro la gestión del riesgo de desastres alinean las tareas asociadas al conocimiento, manejo y atención de este tipo de desastres, abordando a grandes rasgos 5 aspectos:

1. El conocimiento de la historia eruptiva (ADN volcánico).
2. La evaluación de la amenaza potencial y genética del volcán.
3. El diagnóstico del estado de la actividad (incertidumbre).
4. El seguimiento continuo.
5. La importante tarea de socializar y comunicar.

Abordando algunos de los principales retos de la evaluación de este riesgo en Colombia, el monitoreo del desarrollo geológico de la zona sigue siendo uno de los principales elementos a considerar, apoyado a su vez por la continua necesidad de informar e integrar de manera activa a la población aledaña a la amenaza. De igual manera, la adquisición de equipos e implementación de metodologías y medidas innovadoras para el monitoreo y análisis del riesgo volcánico es una de las tareas que tienen a su cargo los expertos encargados del riesgo volcánico, lo anterior relacionado, por supuesto, con los nuevos entornos digitales propios del actual avance tecnológico.

La oferta aseguradora para cubrir el riesgo volcánico

Los servicios y productos ofrecidos por la industria aseguradora y reaseguradora son, hoy más que nunca, parte de las alternativas para afrontar los fenómenos naturales con las que cuentan los aparatos productivos de las regiones que se encuentran en zonas de alta amenaza. Para el sector asegurador continúa siendo clave el conocimiento detallado asociado a estos tipos de riesgos, que no hay que olvidar, cuentan con el potencial de arrasar por completo una población.

Desde hace un poco más de dos años se ha venido implementando en Colombia una nueva forma de operar el seguro de terremoto. Ahora la estimación de pérdidas por sismo debe realizarse a través de cualquiera de los modelos probabilísticos autorizados por el regulador colombiano. En este nuevo esquema, cada *software* computacional emplea la información física de los bienes muebles e inmuebles que componen las carteras de terremoto, mucha de ella obtenida en campo, siendo una de las grandes tareas de las aseguradoras que comercializan este seguro de daños el acceso a nuevos datos de las zonas de influencia de los riesgos de interés.

En este nuevo panorama colombiano existen aseguradoras que vienen desarrollando acciones para acceder a información que permita evaluar de mejor manera el riesgo, tal es el caso del proyecto en la ciudad de Pasto en la que, en conjunto con el cuerpo de bomberos, la academia y una compañía de seguros, se creó una herramienta que permite evaluar de la mejor manera los posibles daños de los inmuebles ubicados en zona bajo influencia del volcán Galeras. Esta herramienta contó, entre sus entregables, con un estudio de microzonificación sísmica que se desarrolló considerando los distintos efectos que tiene la actividad volcánica de la zona.

Ahora bien, la cobertura contra erupción volcánica dirigida tanto a personas como a empresas es una de las protecciones tradicionales que se incluyen principalmente en los seguros de daños que se comercializan en Colombia. En tal sentido, este riesgo forma parte del abanico de protecciones que se encuentran comúnmente en las pólizas de hogar, copropiedades (condominios), autos, bienes estatales³ y bienes empresariales, entre otros, aunque es importante mencionar que, en línea con la técnica tradicional aseguradora, el valor de la prima de un seguro de daños por lo regular se calcula con base en las características individuales de los bienes a asegurar en las que se destaca, entre otras, la ubicación geográfica del bien, efecto que sin duda es considerado para los bienes ubicados en zonas aledañas a los volcanes activos colombianos.

Durante los últimos años la industria de seguros colombiana ha venido afrontando una serie de eventos originados por la materialización de los riesgos naturales, allí las tareas de ajuste han tomado un importante protagonismo de cara al proceso indemnizatorio propio de la atención del siniestro. No obstante, el fortalecimiento de la labor de los peritos en conjunto con la correcta interacción con las entidades encargadas de la atención de emergencias sigue siendo uno de los retos principales del sector asegurador.

En línea con lo anterior, la oferta del seguro, e incluso reaseguro, en Colombia debe continuar trabajando para colocar sobre la mesa alternativas innovadoras que permitan aumentar la capacidad de resiliencia de la población, en la que sean protagonistas los seguros paramétricos para daños (agro y propiedad), así como distintas consideraciones especiales para las coberturas de riesgos laborales y seguros de vida, solo por mencionar algunas, acercando a la población y promoviendo la penetración del seguro en un entorno cada vez más cambiante.

Bibliografía

- Colombia CO. (2021, 16 febrero). Lugares para los Amantes del Ecoturismo. Marca País Colombia.
<https://www.colombia.co/parques-naturales/8-lugares-en-colombia-ideales-para-los-amantes-del-ecoturismo>
- Servicio Geológico Colombiano, S. G. C. (s. f.). Volcán Galeras.
<https://www2.sgc.gov.co/sgc/volcanes/VolcanGaleras/Paginas/generalidades-volcan-galeras.aspx>
- Editorial La República S.A.S. (2015, 12 noviembre). La tragedia de Armero le costó al país 2,05 % del Producto Interno Bruto de 1985. Diario La República.
<https://www.larepublica.co/economia/la-tragedia-de-armero-le-costo-al-pais-205-del-producto-interno-bruto-de-1985-2321931>
- Instituto Nacional de Investigaciones Geológicas - Mineras, & Gonzalez Ireguí, H. (1986, abril). Labores del Observatorio Vulcanológico Nacional. Ministerio de Minas y Energía.
- UNGRD Gestión del Riesgo de Desastres, Dorado, L., & López Vélez, C. M. (2021, 17 noviembre). Monitoreo volcánico en Colombia [El Planeta Pide la Palabra]. Monitoreo volcánico en Colombia, Bogotá, Colombia.
<https://www.youtube.com/watch?v=hFjq4bav714&t=2996>

(3) En Colombia la normativa obliga a los servidores públicos a proteger contra daños los bienes que hacen parte del erario.

El riesgo volcánico en Francia: la respuesta del seguro

Pierre Tinard

Jefe de Modelización Catastrófica
CCR Re

La gran erupción del volcán de Cumbre Vieja en Canarias, que continúa después de muchas semanas en el momento de escribir estas líneas, nos hace tomar conciencia de que un riesgo que puede parecer difuso y de baja frecuencia puede producir un grave impacto sobre el sector asegurador, destruyendo centenares o miles de bienes, interrumpiendo las comunicaciones y redes de distribución y causando problemas a la actividad económica local durante muchos meses. Un suceso así se podría producir en territorio francés, que cuenta con volcanes que están entre los más activos del planeta y que han provocado en el pasado grandes catástrofes. Como España, Francia se ha dotado de una herramienta aseguradora que permite dar una respuesta eficaz a la indemnización específica de las catástrofes naturales.

El régimen de indemnización de las catástrofes naturales y el papel de la CCR

Francia forma parte de los pocos países que cuentan con un dispositivo que garantiza una indemnización adecuada de los daños materiales producidos por un fenómeno natural a particulares, empresas y administraciones locales a un precio asequible. Este dispositivo se manifiesta a partir del régimen de indemnización de las catástrofes naturales (Cat Nat en adelante), creado por la ley de 13 de julio de 1982. Se trata de un sistema asegurador que ha permitido paliar una carencia en la cobertura de los riesgos naturales, que estaban muy poco asegurados hasta ese momento.

Este régimen asegurador se manifiesta en la práctica en forma de asociación público-privada, puesto que dentro de este marco legal, la *Caisse Centrale de Réassurance* (Caja Central de Reaseguros, CCR en adelante) está habilitada para proporcionar a los asegurados que lo soliciten una cobertura ilimitada de reaseguro, que se beneficia de la garantía del Estado francés para los riesgos de catástrofes naturales en Francia. El aspecto público de esta asociación lo proporciona la CCR en su calidad de reaseguradora pública, creada en 1946, propiedad al 100 % del Estado francés.

Nótese que el campo de acción de la CCR se extiende más allá de esta cobertura aseguradora, puesto que, a través de su actividad, la CCR: (i) facilita el equilibrio financiero del régimen de indemnización de las catástrofes naturales, (ii) participa en la evaluación financiera de las consecuencias de las catástrofes naturales, recopilando datos de daños asegurados y elaborando sus propias herramientas para la modelización y (iii) contribuye a la prevención de los riesgos naturales, aportando a las partes interesadas del sector una base de conocimiento y de indicadores clave.

Desde la puesta en marcha del régimen Cat Nat en 1982, y pese a que el territorio francés, especialmente el de Ultramar, está expuesto a este peligro, solo hay un evento objeto de una declaración de estado de catástrofe natural: la erupción de abril de 2007 en La Reunión, que no tuvo más que un coste marginal para el sector asegurador puesto que se trató de coladas de lava que afectaron a muy pocos bienes asegurados. El coste económico global, aunque no se evaluó oficialmente, fue a todas luces mínimo, pese a que un eje principal de circulación se mantuvo cortado durante dos meses y que se prohibió el acceso a zonas turísticas y de pesca mientras las coladas de lava alcanzaban el océano.

En todo caso, la multiplicidad de los peligros naturales relacionados con una erupción volcánica hace que no sea despreciable la probabilidad de que en algún momento el territorio francés se vea afectado por un fenómeno similar o incluso superior al de la erupción de Cumbre Vieja en Canarias.

Funcionamiento del régimen Cat Nat

Principios generales

En la práctica, el seguro de catástrofes naturales es una extensión de garantía obligatoria aplicable a todos los contratos de seguro de daños (multirriesgo del hogar, todo riesgo de automóviles, locales sujetos a actividades económicas, etc.) excepto los contratos de seguros de navíos. El prerrequisito para ser indemnizado es, por tanto, que los bienes del asegurado tengan garantías del seguro de daños (incendio, robo, daños por agua, etc.).

El asegurado será indemnizado por los daños causados por una catástrofe natural cuando las autoridades municipales hayan solicitado el reconocimiento del estado de catástrofe natural ante el Estado francés, que evalúa las solicitudes contrastándolas con informes científicos detallados que demuestren, o no, la intensidad anormal del fenómeno natural (Figura 1). Según este procedimiento, los eventos frecuentes con baja intensidad son descartados y no se tienen en cuenta más que los eventos de mayor impacto. El Estado emite a continuación un decreto interministerial de reconocimiento del estado de catástrofe natural que precisa la naturaleza del evento y sus extensiones geográfica y temporal.



Figura 1. Funcionamiento del régimen de indemnización de las catástrofes naturales en Francia.

Fuente: CCR, 2021.

Financiación del régimen

La extensión de la garantía Cat Nat supone el pago de una sobreprima uniforme para la totalidad del territorio francés, sea cual sea la exposición de los bienes asegurados frente a las catástrofes naturales, puesto que se aplica el espíritu de solidaridad nacional que es la piedra angular de la Constitución Francesa. La tarifa de la sobreprima, fijada por el Estado francés, es actualmente del 12 % de la prima correspondiente a las garantías de daños del contrato de base

para bienes distintos a los vehículos a motor y del 6 % de las primas de robo e incendio (o, en su defecto, el 0,50 % de la prima de daños) para los vehículos terrestres a motor.

En 2020, el volumen de primas recaudadas bajo el régimen Cat Nat ascendió a 1.720 millones de euros acumulados en los ramos de automóviles y daños en los bienes. Los riesgos profesionales (comercios, industrias, agrarios) representaron alrededor de 690 millones de euros, los riesgos de particulares (viviendas) alrededor de 910 millones de euros y los automóviles unos 110 millones de euros.

Se estima, por tanto, que un profesional está cubierto por el régimen de Cat Nat por una prima específica de alrededor de 100 € anuales, un particular por entre 25 y 30 € de media y un vehículo por menos de 10 €.

Los límites de la indemnización

Según la ley, la garantía Cat Nat tiene en cuenta los «daños materiales directos no asegurables que hayan tenido como causa determinante la intensidad anormal de un agente natural, cuando las medidas habituales que se tomen para prevenir estos daños no hayan podido impedir su aparición o no se hayan podido adoptar». Esto es válido para una larga serie de fenómenos naturales, entre ellos: inundación, sequía, movimientos del terreno, inundación costera, huracanes, terremoto, tsunami, aludes, así como las erupciones volcánicas y todas sus consecuencias relacionadas.

La ley solo prevé hacerse cargo de los daños materiales directos si, evidentemente, están cubiertos por el contrato de seguro que sirve de apoyo a la extensión de la garantía Cat Nat. Así, se cubren:

- los daños materiales directos sobre los edificios, contenido y continente, incluido el valor a nuevo si está previsto en el contrato,
- los gastos de demolición y desescombro de los bienes asegurados siniestrados,
- los daños imputables a la humedad o a la condensación derivados del estancamiento del agua en los locales,
- los gastos de bombeo, de limpieza y de desinfección de los locales siniestrados y cualesquiera medidas de rescate,
- el coste de los estudios geotécnicos necesarios para la recuperación de los bienes cubiertos,
- los vehículos asegurados de daños propios (la cobertura de la responsabilidad civil obligatoria no cubre este tipo de siniestros).

Además, se cubre la pérdida de beneficios consecuencia de los daños directos, siempre que esta garantía se haya incluido en el contrato original.

El marco legal prevé las siguientes franquicias:

- 380 € para bienes residenciales y vehículos automóviles,
- el 10 % de los daños, con un mínimo de 1.140 €, para los bienes de uso profesional,
- 3 días laborables, con un mínimo de 1.140 €, para la pérdida de beneficios.

Estas franquicias se pueden modular al alza, multiplicándolas por un factor que va de 2 a 4 en el caso de siniestros reiterados, si el municipio no dispone de un plan de prevención de riesgos naturales, o en función del número de declaraciones de estado de catástrofe natural presentadas por el mismo fenómeno natural en el curso de los cinco años anteriores a la fecha de la nueva declaración.

Para terminar, destacamos que los daños se cubren si se producen en el territorio de la Francia metropolitana o en los territorios de Ultramar de Guadalupe, Martinica, Guayana Francesa, La Reunión, Saint-Pierre et Miquelón, Mayotte, San Bartolomé, San Martín y Wallis y Fortuna. Los daños materiales asegurados en cada uno de estos territorios quedarán cubiertos aunque el evento generador se localice fuera de Francia. Por ejemplo, un terremoto en Italia que provoque daños en Niza, un tsunami que atraviese el océano Índico y que provoque daños en La Reunión, o las

caídas de cenizas volcánicas que afecten a Guadalupe aunque provengan del volcán Sufriere Hills que está en la isla de Montserrat a 80 km de distancia, son indemnizables si se demuestran las condiciones de intensidad anormal de los fenómenos naturales.

Entre los territorios franceses de Ultramar, varios de ellos están directamente expuestos a múltiples consecuencias de la actividad volcánica puesto que estos territorios son en sí mismos islas volcánicas activas en las Antillas o en el océano Índico.

Siniestralidad Cat Nat y eventos extremos

Aunque las primas Cat Nat representaron un volumen de 1.720 millones de euros en el ejercicio 2020, la siniestralidad relacionada con las catástrofes naturales también supone un montante global importante, aunque registra variaciones interanuales (Figura 2). Así, en el periodo de 1982 a 2020 se han indemnizado cerca de 41.000 millones de euros en siniestros, que representan una indemnización media anual de 1.086 millones de euros, de los cuales 42 millones son del ramo de automóviles. Francia está expuesta principalmente a dos peligros naturales recurrentes: las inundaciones, que suponen cerca del 53 % de la siniestralidad acumulada, y la sequía (contracción y expansión de arcillas), que supone el 37 % de la siniestralidad. Los otros peligros constituyen el 10 % restante.

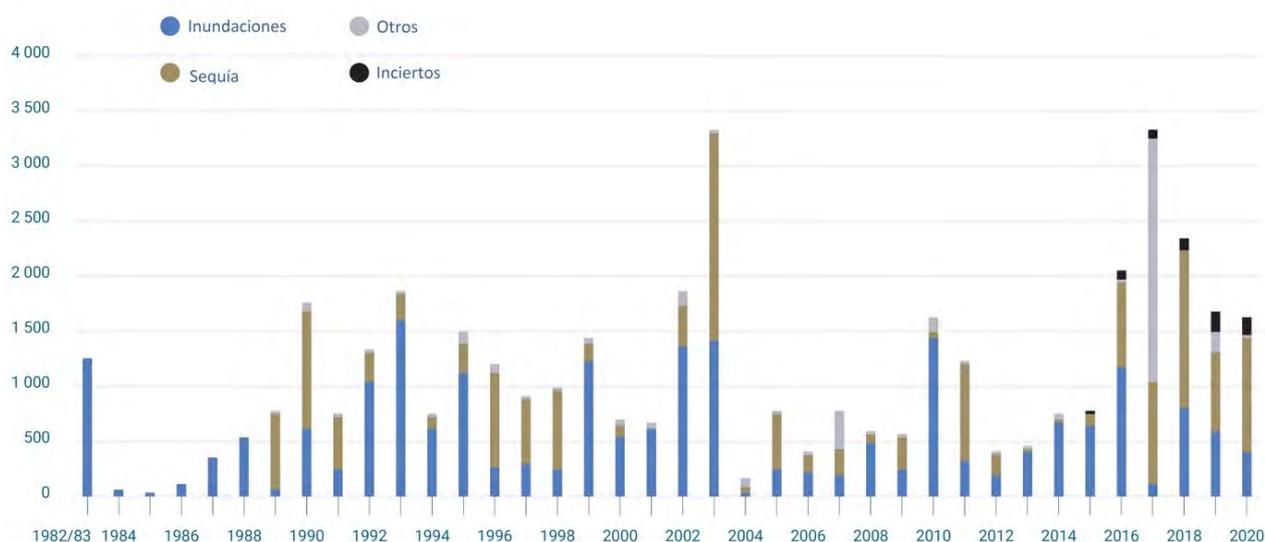


Figura 2. Siniestralidad Cat Nat, daños en los bienes de 1982 a 2020.

Fuente: CCR, 2021.

De los eventos principales que han marcado la historia del régimen, el más reciente es sin duda el huracán Irma, producido en 2017, que barrió las islas de las Antillas francesas generando daños asegurados del orden de 2.000 millones de euros, muy por encima de las primas Cat Nat de ese ejercicio. En ese mismo año se produjeron otros eventos, en especial una sequía intensa que produjo daños del orden de 800 millones de euros. El ejercicio 2003 también estuvo marcado por una siniestralidad record de 3.300 millones de euros, en la que se incluía una sequía de más de 1.500 millones de euros y un evento de inundación importante próximo a 1.000 millones de euros.

La CCR estima además que, aparte de los siniestros observados, hay otros eventos extremos probables, tales como una inundación que afectara a París y a su región, con daños que podrían oscilar entre 16.000 y 28.000 millones de euros, o un terremoto en las proximidades de Niza, al sur de Francia, que podría suponer un coste de entre 9.000 y 13.000 millones de euros.

La erupción volcánica y el régimen francés de Cat Nat

Desde la puesta en marcha del régimen Cat Nat en 1982, y pese a que el territorio francés, especialmente el de Ultramar, está expuesto a este peligro, solo hay un evento objeto de una declaración de estado de catástrofe natural: la erupción de abril de 2007 en La Reunión, que no tuvo más que un coste marginal para el sector asegurador puesto que se trató de coladas de lava que afectaron a muy pocos bienes asegurados. El coste económico global, aunque no se evaluó oficialmente, fue a todas luces mínimo, pese a que un eje principal de circulación se mantuvo cortado durante dos meses y que se prohibió el acceso a zonas turísticas y de pesca mientras las coladas de lava alcanzaban el océano.

En todo caso, la multiplicidad de los peligros naturales relacionados con una erupción volcánica hace que no sea despreciable la probabilidad de que en algún momento el territorio francés se vea afectado por un fenómeno similar o incluso superior al de la erupción de Cumbre Vieja en Canarias.

La exposición del territorio francés

La mayor parte del vulcanismo está relacionado con la tectónica de placas. Los volcanes activos se concentran, por regla general, en los límites de estas placas, especialmente en las zonas de subducción como Guadalupe y Martinica. Ahí el vulcanismo es generalmente explosivo, con flujos piroclásticos y penachos de ceniza. La actividad volcánica es episódica, con periodos de reposo que pueden durar varios siglos, lo que dificulta la estimación del riesgo para el sector asegurador.

Otro tipo de vulcanismo se debe a la existencia de «puntos calientes», situados más lejos de los límites de las placas; lugares donde tiene lugar una alimentación permanente de magma, como en La Reunión para Francia o en las Islas Canarias para España. En estos lugares el vulcanismo es efusivo: fuentes y coladas de lava. Las erupciones son a veces frecuentes (173 erupciones en 350 años en La Reunión), pero su impacto es generalmente limitado.

En la Francia metropolitana se encuentran cerca de un centenar de edificios volcánicos extintos, particularmente en el área comprendida desde el Macizo Central hasta Cataluña. Aunque extintos, los volcanes de la Cadena de los Puys, en Auvernia, se mantuvieron activos hasta hace solamente 7.000 años.

Los peligros inducidos por las erupciones volcánicas

Las consecuencias de las erupciones volcánicas son múltiples y podrían ser objeto de diversas declaraciones de estado de catástrofe natural, de hecho, dada la variedad de los contextos volcánicos del territorio francés metropolitano y de Ultramar.

Coladas de lava

Las coladas de lava (Figura 3) se extienden por los flancos de los volcanes a partir de cráteres o de fisuras eruptivas como sucede actualmente en la isla de La Palma. El peligro, dentro de la escala de los riesgos volcánicos, es bajo para la población, que generalmente dispone de tiempo para huir, aunque el potencial destructivo es importante por el hecho del sepultamiento de las infraestructuras y la destrucción relacionada con el avance de la lava, sin olvidar los incendios consecuentes.



Figura 3. Fuente de lava (de aproximadamente 200 m de altura) y colada de lava en el volcán Pu'u 'O'o, Hawái, 1984.
Fuente : USGS.

Desplomes y deslizamientos de laderas

Los desplomes (Figura 4) están asociados a la formación de una caldera resultante del hundimiento de toda la cámara magmática de un volcán. Los desplomes de flancos están por lo general relacionados con intrusionas de magma dentro del edificio volcánico, con la alteración avanzada de las rocas o con su caída desencadenada por un gran terremoto. El impacto de este tipo de fenómeno es función de su velocidad y del volumen de material movilizado. Los principales peligros para las infraestructuras son la destrucción por sepultamiento e impacto, la modificación de la topografía, la creación de barreras en los cursos de agua que pueden producir inundaciones importantes por su ruptura y la generación de tsunamis.



Figura 4. Desplome de una parte del volcán Santa Helena (EE.UU.) tras la erupción de 1980.
Fuente: USGS.

Nubes ardientes

Las nubes ardientes, o flujos piroclásticos (Figura 5) son fragmentos de lava y de rocas en movimiento dentro de una nube de gas muy caliente (de 200 °C a 1.000 °C) que se desplazan a gran velocidad (hasta a 700 km/h). Se forman a menudo por el colapso sobre sí mismo de un penacho de cenizas demasiado denso o por el derrumbamiento de un domo lávico. Sin ningún género de dudas es el peligro volcánico más destructor: ciudades enteras pueden ser destruidas en pocos minutos, como ocurrió en Pompeya en el año 79.

Gases volcánicos

El principal gas volcánico es el vapor de agua, acompañado de numerosos gases ácidos y en ocasiones letales que contribuyen a la formación de lluvia ácida que produce daños en edificios, cultivos, pastos y reservas de agua potable. En 1986, en el lago Nyos (Camerún) una bolsa de aproximadamente 1 km³ de CO₂ almacenada en el fondo del lago se liberó repentinamente, matando en pocos minutos a cerca de 2.000 personas.



Figura 5. Desestabilización del penacho de cenizas y partida del flujo piroclástico en el volcán Santa Helena (EE.UU.), en 1980.

Fuente: USGS.

Lahares

Los lahares son coladas de barro formadas por cenizas, bloques y otros materiales movilizados por el agua que pueden proceder de un lago de cráter, de un río, de la fusión repentina de nieve y hielo o simplemente, del agua de lluvia. Los depósitos volcánicos no consolidados se pueden movilizar varios años después de haber sido depositados. Las corrientes son devastadoras, como fue el caso en 1985 de la ciudad de Armero (Colombia), situada a 45 km del volcán Nevado del Ruiz, donde cerca de 23.000 personas perdieron la vida.

Penachos de cenizas

Las erupciones explosivas proyectan penachos de cenizas que pueden alcanzar hasta 40 km de altura (Figura 6). Las cenizas son fragmentos de lava y/o de rocas, de tamaños y formas variables, generalmente muy abrasivos. Para la población, su inhalación es fuente de problemas respiratorios. Para las infraestructuras, es importante el riesgo de hundimiento de los tejados como consecuencia de la acumulación



Figura 6. Penacho de cenizas correspondiente a la erupción del Pinatubo (Filipinas) en junio de 1991.

Fuente: USGS.

de cenizas a veces húmedas. Las cenizas afectan también a todos los sistemas mecánicos susceptibles de absorberlos, como sucede con los vehículos terrestres o aéreos. Este fue el caso de la erupción de 2010 del Eyjafjöll en Islandia, que obligó a que 28 países europeos cerrasen todo o parte de sus espacios aéreos, con unos daños económicos estimados por la Comisión Europea de entre 1.500 y 2.500 millones de euros.

Otros riesgos: terremotos, tsunamis y explosiones

Los terremotos de origen volcánico se limitan normalmente a las zonas activas y son de magnitud débil ($M < 4$). Un caso reciente, detallado a continuación, que afectó a Francia, vino en todo caso a modificar la percepción de este peligro inducido por la actividad volcánica.

Los tsunamis de origen volcánico se forman generalmente por lahares importantes, nubes ardientes o deslizamientos de flanco que entran en el mar. Estos tsunamis locales son más difíciles de vigilar y seguir que los tsunamis desencadenados por terremotos importantes.

Para terminar, citamos a las explosiones volcánicas, que corresponden a la propagación de las ondas de presión posteriores a un estallido. Representan un riesgo importante para las infraestructuras, los edificios y la población. Estas explosiones son similares a las observadas en accidentes tecnológicos o atentados terroristas, sin embargo las dimensiones de los volcanes ayudan a que sus efectos se puedan observar a varios centenares de kilómetros. Por ejemplo, tras la erupción del Tambora de 1815 en Indonesia, se reportaron daños hasta a 400 km de distancia.

Un evento que marcó a Francia: la erupción del monte Pelée de 1902 en Martinica

La mañana del 8 de mayo de 1902, en unos pocos minutos, 29.000 personas perdieron la vida cuando una nube ardiente emitida por el monte Pelée destruyó por completo la ciudad de Saint-Pierre, en aquel momento capital del departamento de Martinica (Figura 7).

La nube ardiente alcanzó la ciudad de Saint-Pierre con una velocidad estimada de 180 km/h y una temperatura del orden de 300 °C. Fue precedida por una onda de presión que se desplazó a casi 450 km/h.

Además de los millares de víctimas, las consecuencias socioeconómicas de esta erupción fueron muy importantes: millares de personas desplazadas y terrenos abandonados, puesto que se convirtieron en impracticables e incultivables durante décadas. En definitiva, la ciudad de Saint-Pierre, capital del departamento de Martinica y pulmón económico de las Antillas francesas, hubo de ser abandonada en beneficio de la ciudad de Fort-de-France, situada fuera de la zona más peligrosa del volcán.



Figura 7. El monte Pelée (Martinica), después de la erupción de 1902. Las nubes ardientes alcanzaron el mar y la ciudad de Saint-Pierre en pocos minutos.

¿Qué consecuencias tendría en nuestros días un evento tipo 1902 en las Antillas?

Es difícil realizar una estimación económica precisa de un evento de este tipo, puesto que las manifestaciones físicas de la erupción y sus impactos socioeconómicos perdurarían a escala regional durante muchos años. El coste económico global podría cifrarse más allá de diez mil millones de euros.

Por suerte, el periodo de retorno de un suceso de este tipo se establece en varios siglos para los volcanes de este tipo. El monte Pelée, en todo caso, muestra signos de una actividad volcánica nueva desde 2020, diferente de la observada en las décadas anteriores. Una erupción importante podrá, sin embargo, preverse con semanas o meses de antelación, teniendo en cuenta el régimen eruptivo de este volcán, bien diferente a Cumbre Vieja en Canarias.

Se puede plantear el tema de la anticipación de una erupción y de la asunción, por un actor a determinar, de los costes que podrían estar relacionados, por ejemplo, con la evacuación preventiva de la población, puesto que el régimen de indemnización de las catástrofes naturales en Francia solo está concebido para responder a la siniestralidad constatada materialmente.

Esta situación puede parecer incongruente y, sin embargo, se produjo en Guadalupe en 1976 tras una reactivación de la actividad, que al final causó muy pocos daños pese a la veintena de explosiones y los numerosos derrumbes que se produjeron. En el peor momento de la crisis eruptiva, una evacuación al principio espontánea de la población vecina, en julio de 1976, de cerca de 25.000 personas, fue sucedida por otra provocada por las autoridades de casi 75.000 personas, durante un periodo de 5 meses y casi en la mitad de la isla.

Mayotte: el nacimiento de un nuevo volcán submarino

La isla de Mayotte, territorio francés situado en el océano Índico, forma parte del archipiélago volcánico activo de las Comoras. En la propia Mayotte, la última manifestación de actividad volcánica se estima que se produjo hace unos 500.000 años.

Desde mayo de 2018, la isla de Mayotte ha estado sometida a un intenso periodo de sismicidad, con más de 1.500 terremotos de magnitud superior a 3,5, sentidos por la población. El 15 de mayo de 2018 se registró un terremoto claramente más fuerte, de magnitud 5,8, y provocó daños considerables en la isla. El conjunto de la secuencia sísmica producida desde 2018 fue además objeto de una declaración de estado de catástrofe natural que dio derecho a indemnización según lo especifica el régimen asegurador.

De forma paralela a esta actividad sísmica poco habitual, los GPS de alta precisión instalados en la isla evidenciaron en ese momento un desplazamiento de la isla hacia el este de aproximadamente 25 cm y un hundimiento de 10 a 20 cm.

Toda esta actividad sísmica y estos movimientos en la totalidad de la isla están relacionados con la aparición de un volcán sobre la plataforma oceánica a unos 50 km al este de Mayotte. Se trata de un evento excepcional desde el punto de vista científico, extremadamente raro, y puede que documentado por primera vez por los métodos modernos de observación. Aunque reposa sobre el fondo marino, en este momento el volcán submarino mide más de 800 m de altura y la continuación de su construcción durante los próximos años, décadas o siglos, provocará incidencias puntuales en la isla de Mayotte, produciendo daños en algunas ocasiones.

Conclusión

Aunque sean poco frecuentes, las erupciones volcánicas y sus consecuencias sobre la población, los edificios, las infraestructuras y el tejido socioeconómico de los territorios afectados pueden suponer eventos de importancia para el sector asegurador, afectando simultáneamente a varios ramos: seguros personales, daños en los bienes, automóviles, seguros marítimos, de aviación, etc., como pocas catástrofes naturales pueden producir.

Hasta hoy, pocas erupciones de grandes dimensiones han afectado a territorios con un mercado asegurador maduro, acostumbrado a gestionar cada año siniestros de varios miles de millones de euros producidos por huracanes o terremotos en todo el mundo. El ejemplo reciente de la erupción de Cumbre Vieja en Canarias o las erupciones históricas en los territorios franceses nos deben recordar, en todo caso, que el riesgo existe, que hay que cuantificarlo e integrarlo en la evaluación de nuestra exposición con el fin de garantizar la continuidad de los regímenes específicos para la indemnización de las catástrofes naturales, como en Francia, donde la CCR juega un papel central, o en España, articulado en torno al Consorcio de Compensación de Seguros.

Peligro volcánico en Italia: un paisaje variado

Maddalena De Lucia - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Osservatorio Vesuviano

Lucia Pappalardo - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Osservatorio Vesuviano

Marco Neri - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Osservatorio Etneo

Gianfilippo De Astis - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Roma 1

Emanuela Bagnato - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Osservatorio Vesuviano

Micol Todesco - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Bologna



Fotografía de portada - Erupción del Etna en febrero de 2021.

Fuente: fotografía de Boris Behncke.

La evaluación del peligro volcánico es un desafío formidable, dada la amplia variedad de fenómenos potencialmente involucrados, que operan en diferentes escalas espaciales y temporales. Los volcanes italianos representan bien el amplio espectro de posibles estados de actividad y estilos eruptivos: desde volcanes inactivos hasta actividad persistente, desde el volcán más grande de Europa hasta pequeñas islas volcánicas, Italia enfrenta todo tipo de amenazas reales y potenciales de fuentes volcánicas. El Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) es la principal institución encargada del seguimiento y la vigilancia de los volcanes activos italianos. Para cumplir con su misión, el INGV instala y mantiene redes de observación con instrumentos tecnológicamente avanzados concentrados alrededor de volcanes activos. Las señales recogidas se transmiten mediante sistemas de transmisión redundante a las salas de operaciones activas las 24 horas en Nápoles (Figura 1) y Catania, permitiendo una vigilancia continua.

El sur de Italia es uno de los escenarios tectónicos y volcánicos más activos en el área mediterránea, que comprende volcanes persistentemente activos e inactivos. Mientras escribimos, dos volcanes presentan una actividad eruptiva persistente: el Estrómboli, que pertenece al archipiélago de las Eolias, en el mar Tirreno, y el Etna, en la costa oriental de Sicilia. Ambos volcanes se caracterizan generalmente por una explosividad leve que presenta el lanzamiento de piroclastos cerca del cráter, flujos de lava ocasionales y fuentes de lava de hasta varios cientos de metros. Este tipo de actividad puede culminar en el desarrollo de columnas eruptivas, que pueden alcanzar hasta 10-15 mil metros en el caso del Etna.



Figura 1. La sala de vigilancia activa las 24 horas del día, los 7 días de la semana en Nápoles, en el Osservatorio Vesuviano de INGV.

Fuente: www.ov.ingv.it

El sur de Italia es uno de los escenarios tectónicos y volcánicos más activos en el área mediterránea, que comprende volcanes persistentemente activos e inactivos. Mientras escribimos, dos volcanes presentan una **actividad eruptiva persistente**: el Estrómboli, que pertenece al archipiélago de las Eolias, en el mar Tirreno, y el Etna, en la costa oriental de Sicilia. Ambos volcanes se caracterizan generalmente por una explosividad leve que presenta el lanzamiento de piroclastos cerca del cráter, flujos de lava ocasionales y fuentes de lava de hasta varios cientos de metros. Este tipo de actividad puede culminar en el desarrollo de columnas eruptivas, que pueden alcanzar hasta 10-15 mil metros en el caso del Etna. En estas altitudes, los piroclastos en erupción pueden ser dispersados por los vientos troposféricos cientos de kilómetros alrededor del volcán. El impacto de estos fenómenos es muy diferente para los dos volcanes, tanto por sus diferencias intrínsecas como por su posición geográfica. Estrómboli es una isla pequeña y una atracción turística popular, especialmente durante el verano, mientras que el Etna es un volcán de 3.357 m de altura rodeado por un campo productivo que domina Catania y los pueblos de las colinas, donde viven alrededor de un millón de personas.

Los **volcanes inactivos** plantean un tipo diferente de amenaza. Estos volcanes han estado inactivos el tiempo suficiente como para perder una conexión directa con el sistema magmático en profundidad y, por lo tanto, su capacidad de erupcionar con frecuencia. Sin embargo, estos volcanes mantienen todo su potencial para volver a entrar en erupción en el futuro. Con respecto a los volcanes en erupción frecuente que tienen un conducto volcánico abierto, una renovación de la actividad eruptiva en los volcanes inactivos requiere mayor energía y esto puede conducir a erupciones explosivas con un impacto mayor. El tiempo de reposo prolongado también puede contribuir a reducir la **percepción de riesgo** entre los residentes locales. Las personas pueden vivir tranquilamente en la ladera del volcán durante décadas y adquirir una falsa sensación de seguridad que puede dificultar la implementación de acciones de mitigación a largo plazo.

El nuevo despertar de un volcán inactivo no pasa desapercibido. El desarrollo de una nueva vía para el ascenso del magma hacia la superficie generalmente va acompañado de una serie de fenómenos geofísicos y geoquímicos, como sismicidad superficial, deformación del suelo y cambios en la composición y tasa de descarga de gases volcánicos. Estos signos precursores pueden advertir contra el peligro inminente y pueden amenazar directamente a las comunidades locales incluso antes de que comience la erupción. Las redes multidisciplinarias de vigilancia permiten capturar pequeños cambios en los parámetros observados y el número y la magnitud de las anomalías observadas ayudan a restringir el estado actual de un volcán. Desafortunadamente, estos precursores no siempre brindan pistas reales sobre la duración y el resultado del período de actividad en curso. La actividad volcánica puede terminar antes de que el magma llegue a la superficie o puede intensificarse hasta una actividad eruptiva, y todo el proceso puede llevar desde unos pocos días hasta varios años. Esta gran incertidumbre sobre el resultado final y el marco de tiempo involucrado hace que sea realmente difícil gestionar la actividad volcánica. En este momento (finales de noviembre de 2021), dos volcanes italianos presentan actividad volcánica: la caldera Campos Flégreos, en la zona napolitana densamente poblada, y la isla de Vulcano, perteneciente al archipiélago de las Eolias. La actividad volcánica en estos dos volcanes plantea desafíos muy diferentes para la comunidad involucrada y para los responsables de hacer frente a las emergencias.

Otros volcanes italianos activos, pero latentes, están completamente tranquilos, pero su posible nuevo despertar debe tenerse en cuenta en la evaluación de riesgos. El más famoso de estos volcanes es sin duda el Somma-Vesubio, también ubicado en el área metropolitana de Nápoles. Otros volcanes inactivos son la isla de Ischia, en el golfo de Nápoles, dos islas Eolias (Panarea y Lipari) y Pantelleria, una isla en el canal de Sicilia. La lista la completan los volcanes submarinos del mar Tirreno y el estrecho de Sicilia.

A continuación, describiremos las características importantes de las principales áreas volcánicas de Italia y destacaremos los diferentes problemas que plantean los volcanes persistentemente activos, inactivos y durmientes. Creemos que representan bien muchos de los retos típicos relacionados con la evaluación y mitigación del riesgo volcánico.

Volcanes activos en Sicilia

Estrómboli

Estrómboli es una isla volcánica formada íntegramente por un estratovolcán que se eleva desde el fondo del mar (a una profundidad de 2.000 m) y alcanza una altura máxima de 930 m sobre el nivel del mar (Figura 2). Al menos durante los últimos 1.000 años, Estrómboli se ha caracterizado por una actividad persistente, levemente explosiva, a veces acompañada por la efusión de flujos de lava que generalmente se propagan a lo largo de un acantilado en forma de herradura, conocido como *Sciara del Fuoco* (literalmente, la pendiente del fuego). Esta persistente actividad presenta un promedio de 10 a 15 explosiones en una hora, desde tres cráteres activos ubicados en una terraza frente a la *Sciara del Fuoco*, a una altura de 750 m. Estas explosiones suelen tener un impacto menor, con una lluvia de lapilli y ceniza que se limita al área de la cumbre. Sin embargo, pueden ocurrir eventos de mayor envergadura, con mayores consecuencias.



Figura 2. Isla de Estrómboli, vista desde el oeste. En primer plano, la depresión erosiva conocida como «Sciara del Fuoco». En la parte superior, los cráteres de la cumbre que expulsan gases continuamente. Abajo a la izquierda, la ciudad de Estrómboli; abajo a la derecha, las casas de Ginostra.

Fuente: fotografía de Marco Neri.

Las erupciones paroxísticas suelen formar columnas eruptivas que pueden alcanzar un máximo de 7-8 km y al final colapsar alimentando flujos piroclásticos, mezclas calientes de gas y cenizas que se precipitan por la ladera del volcán. Dada la morfología específica de la isla, estos flujos se dirigen comúnmente a lo largo de la ladera occidental, empinada y desértica, de la isla. Una vez que llegan a la costa, pueden amenazar el transporte marítimo a medida que se propagan a lo largo de la superficie del mar o provocar olas anómalas. Estos eventos también lanzan bombas volcánicas y bloques que ocasionalmente llegan a los dos pueblos ubicados en las esquinas NE y SO de la isla (Figura 2). Incluso cuando no son alcanzados por bombas, los pueblos se ven envueltos fácilmente por la caída de lapilli y cenizas, que pueden afectar las carreteras, los cultivos y la calidad del aire, y provocar incendios. Un catálogo de eventos eruptivos en Estrómboli recientemente redactado muestra que se produjeron 36 erupciones paroxísticas en los últimos 140 años. El análisis de los datos disponibles sugiere una mayor frecuencia de eventos extremos durante los últimos 10 años y muestra que es más probable que los paroxismos ocurran poco después de otros. Un ejemplo de este comportamiento son los dos eventos paroxísticos que tuvieron lugar en 2019, el 3 de julio y luego nuevamente el 28 de agosto. El primero se vio empañado por una víctima, debido a la inhalación de una mezcla de humo, cenizas y gases. El nivel de alerta actual para Estrómboli es amarillo, caracterizado por un alto nivel de actividad estromboliana (Figura 3).

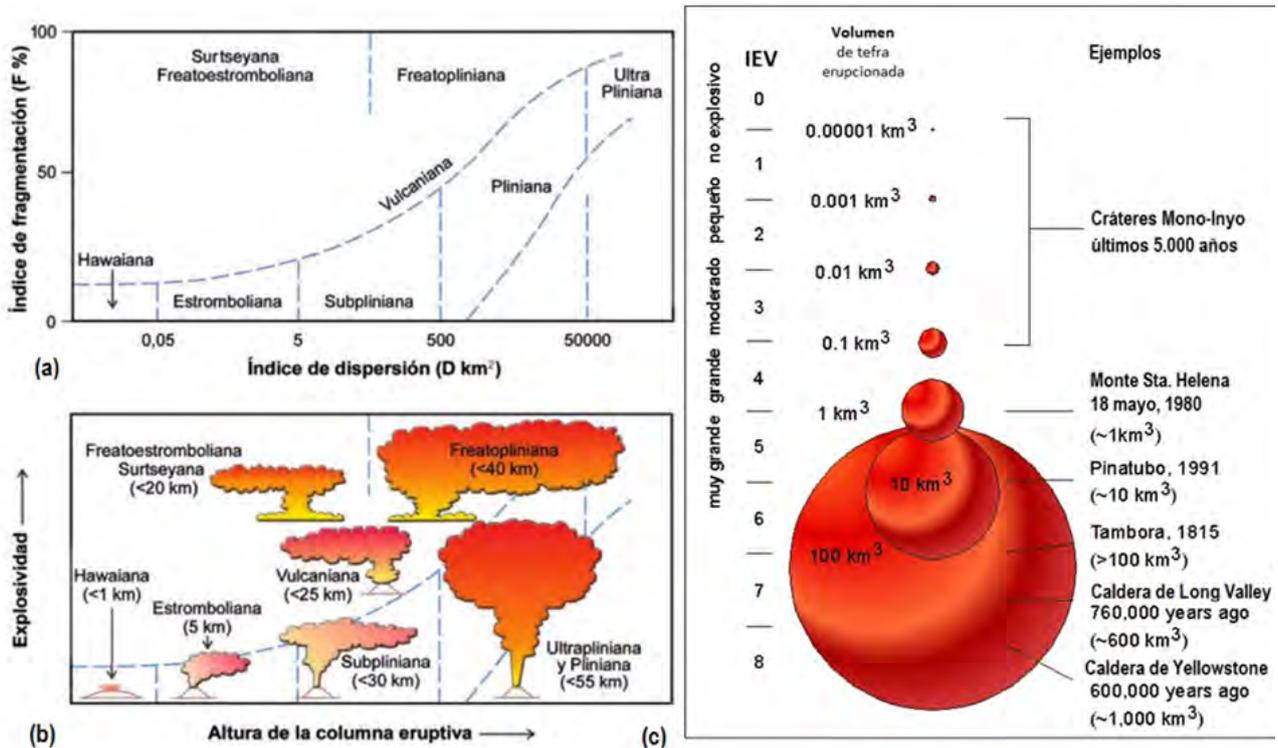


Figura 3. Estos diagramas muestran tres formas diferentes de clasificar las erupciones volcánicas explosivas, según a) el área de dispersión de cenizas y el porcentaje de fragmentación de los depósitos piroclásticos de caída; b) la altura alcanzada por la columna eruptiva y el grado de explosividad; c) el índice de explosividad volcánica (VEI).

Fuente: Hickson, Catherine & Spurgeon, T. & Tilling, Robert. (2013). Tipos de erupciones (erupciones volcánicas). 10.1007 / 978-1-4020-4399-4_122.

Etna

El Etna es el volcán más alto de Europa y uno de los volcanes más activos de la Tierra. La actividad volcánica se concentra principalmente en la cumbre, generando emisiones de gas, actividad de estromboliana a paroxística (hawaiana, violenta estromboliana a subpliniana, Figura 3) y desbordamiento de lava de uno de sus cuatro cráteres. Estas **erupciones de la cumbre**, casi continuas, no solo representan una amenaza aparentemente menor para la vida humana y la propiedad. El desarrollo de altas columnas volcánicas durante eventos eruptivos importantes puede inyectar cantidades significativas de cenizas en la atmósfera (Figura 4) y afectar al tráfico aéreo: a veces esto requiere desviar vuelos y ocasionalmente puede impedir el aterrizaje y despegue en los aeropuertos locales. La lluvia de cenizas también puede afectar las condiciones de las carreteras y los cultivos. La mayor frecuencia de erupciones paroxísticas en la cumbre en las últimas décadas (desde 1977 ha habido cientos de episodios explosivos paroxísticos) ha aumentado sin duda las dificultades para las poblaciones etneanas, que se ven obligadas continuamente a enfrentarse al problema de acumulación de cenizas y lapilli en los tejados de las casas, en las calles y en los terrenos cultivados.

En ocasiones, la actividad volcánica etneana ocurre a lo largo de fisuras radiales, produciendo **erupciones en los flancos** (Figura 5) sobre todo de tres «zonas de fisura» principales, es decir, áreas de debilidad estructural del aparato volcánico. En estos casos, el magma se mueve verticalmente hacia la superficie topográfica a través del conducto central y, en niveles poco profundos (algunos cientos de metros hasta 1-3 km), se propaga lateralmente penetrando, en la mayoría de los casos, en las zonas de fisura.



Figura 4. 4 de marzo de 2021: Erupción explosiva del cráter sureste del Etna, visto desde el golfo de Ognina, en Catania. La columna eruptiva se eleva verticalmente unos 8-10 kilómetros de altura antes de ser empujada por el viento hacia el noreste.

Fuente: fotografía de Marco Neri.

Las erupciones en los flancos representan el tipo de actividad eruptiva más peligrosa, ya que ocurren a menor altitud (entre 2.000 y 500 metros sobre el nivel del mar) y, por lo tanto, más cerca de áreas vulnerables como ciudades, pueblos, vías de acceso y tierras cultivadas. Las erupciones de en los flancos potencialmente peligrosas tienen una frecuencia que varía desde unos pocos meses hasta algunas décadas, aunque los intervalos de tiempo entre tales erupciones se han reducido a un promedio de 1,5 a 3,0 años desde 1971.

Todas las erupciones etneanas en los flancos que se conocen han producido coladas de lava, muchas de las cuales invadieron áreas de tierras cultivadas, destruyeron propiedades e infraestructuras y, a veces, enterraron pueblos enteros. En 1928, por ejemplo, el pueblo de Mascali fue casi totalmente enterrado y destruido por la lava y reconstruido en otro lugar, más abajo. Por otro lado, durante los últimos 70 años, las áreas urbanizadas alrededor del volcán se han desarrollado rápidamente, con un extenso sistema de vías de comunicación y un rápido crecimiento de los centros de población, a menudo en áreas que han estado cubiertas por coladas de lava en el período histórico. Se han instalado servicios turísticos en lo alto del volcán (hasta 2.600-2.800 m de altura), que han sido dañados repetidamente por los flujos de lava, más recientemente en 2001 y 2002-2003. Por estas razones, la región etneana es más vulnerable ahora que en cualquier otro momento.

Con el fin de mitigar el impacto de los flujos de lava mediante la elaboración de planes de intervención y protección civil adecuados, recientemente se han llevado a cabo numerosos estudios



Figura 5. 28 de julio de 2001: erupción en el flanco del Etna. Las lavas invadieron y destruyeron parte del centro turístico Etna-Sud.

Fuente: fotografía de Marco Neri.

científicos, muchos de ellos realizados por investigadores del INGV, enfocados a cartografiar las zonas de invasión de lava más probables y, por tanto, más expuestas a la destrucción. Estos estudios muestran que el riesgo de invasión de lava es mayor alrededor del área de la cumbre debido a la actividad frecuente y al rango limitado de ubicaciones de focos de emisión. El nivel de peligro disminuye lejos de la cumbre pero, al mismo tiempo, la vulnerabilidad aumenta de forma exponencial, especialmente en las áreas ubicadas corriente abajo de las zonas de fisura volcánica.

La vulnerabilidad de la zona del Etna es bien conocida por las poblaciones que han vivido en sus laderas durante miles de años. Sin embargo, la gente considera que el Etna es un «buen volcán», ya que casi nunca se cobra víctimas, con sus coladas de lava que se mueven lo suficientemente lentas como para permitir que la gente escape. El nivel de alerta para el Etna es actualmente amarillo.

Vulcano

La isla de Vulcano, en el archipiélago de las Eolias, está formada por varios centros volcánicos de diferentes tamaños. La actividad eruptiva de la isla se caracterizó por una amplia gama de erupciones explosivas y derrames de coladas de lava que, con el tiempo, construyeron dos importantes edificios volcánicos y varios centros menores. Estas estructuras volcánicas fueron parcialmente, o incluso en gran parte, destruidas por múltiples colapsos vulcano-tectónicos, y formaron dos calderas. Dentro de la caldera más reciente, a partir de hace unos 5.500 años, el cono de toba de La Fossa creció y se caracterizó principalmente por erupciones freatomagmáticas (vulcanianas) (Figura 3), aunque también ha sufrido algunas erupciones efusivas a lo largo de su historia. Posteriormente, en la parte más al norte de la isla se formó el cono de Vulcanello, inicialmente a través de una erupción de lava submarina que comenzó en el 126 a. C. (según las crónicas romanas) seguida de erupciones subaéreas explosivas y efusivas. Es de destacar que en los últimos 1.500 años la actividad de estos dos jóvenes centros eruptivos fue repetida, tanto de forma alterna como simultánea. Los restos de otro pequeño cono de toba - Il Faraglione -, fuertemente fumarolizado y ubicado justo frente al puerto de Vulcano, revelan que un tercer centro volcánico surgió del piso de la caldera en tiempos recientes no definidos. La última erupción de La Fossa ocurrió entre el 3 de agosto de 1888 y el 22 de marzo de 1890, después de varios siglos de actividades eruptivas de corta duración, discontinuas pero recurrentes. Esta erupción, bien documentada y descrita por Giuseppe Mercalli, dio lugar a la introducción del término actividad «vulcaniana» en la nomenclatura vulcanológica.

Desde la última erupción, Vulcano ha atravesado períodos de agitación, caracterizados por un aumento de la actividad fumarólica y de liberación de gases, tanto en el campo fumarólico en el borde del cráter como en la base del cono. Entre 1988 y 1993, en particular, se observó un aumento notable en las temperaturas de los gases fumarólicos, hasta 690 °C. El calentamiento se asoció con cambios en la composición del gas, lo que sugiere un aumento de la contribución magmática. Con el tiempo, todas las señales anómalas volvieron a sus valores de fondo y la agitación terminó sin que se reanudara la actividad eruptiva. Más recientemente, desde septiembre de 2021, los sistemas de monitoreo del INGV han resaltado cambios en las señales geofísicas y geoquímicas, incluida la sismicidad superficial, la deformación del suelo del área del cráter, los cambios en la composición del gas, la temperatura y la tasa de descarga (Figura 6). Algunas áreas habitadas se han visto afectadas por liberaciones anómalas de gas a través del suelo y la evidencia de una concentración peligrosa de gases volcánicos en el aire provocó la prohibición temporal de pernoctar en esas áreas. Basándose en los cambios descritos anteriormente, el departamento de Protección Civil ha ordenado la transición del nivel de alerta de verde a amarillo para la isla. Muy recientemente se ha vuelto a definir el marco relacionado con los niveles de alerta que describen el estado de actividad del volcán mediante una combinación de parámetros de seguimiento y datos recopilados de cualquier evento en curso, a través de una estrecha colaboración entre INGV, Protección Civil y algunas universidades. En el nuevo esquema, el nivel amarillo corresponde a la actividad del sistema hidrotermal que alimenta las fumarolas.

Son posibles diferentes escenarios de peligro en Vulcano, que se caracteriza por una larga historia de actividades eruptivas y un sistema geotérmico que ha estado activo desde tiempos históricos. También resultan viables algunos fenómenos peligrosos del cono de La Fossa debido a la inestabilidad de las laderas, fuertemente influida por la dinámica volcánica o la actividad hidrotermal, como se ve en muchos otros conos de toba. La potencial renovación de la actividad volcánica de La Fossa (o bordes de la caldera) conlleva un alto riesgo, especialmente para los sectores más poblados del norte de la isla, que están abarrotados por miles de turistas durante el verano y ubicados justo al pie del cono de La Fossa.



Figura 6. Cráter de La Fossa en la isla Vulcano y, al fondo, las islas de Lipari, Panarea y Estrómboli en noviembre de 2021.

Fuente: fotografía de Gianfilippo De Astis.

Los volcanes activos en el área napolitana: Somma-Vesubio, Campos Flégreos e isla de Ischia

La densamente poblada área metropolitana de Nápoles se encuentra entre dos volcanes activos altamente explosivos, el distrito volcánico Campos Flégreos (incluida la caldera Campos Flégreos y las islas volcánicas de Ischia y Procida - Vivara) al oeste y el icónico estratovolcán Somma-Vesubio hacia el este. El área está habitada por más de 3 millones de personas y es uno de los lugares con mayor riesgo de desastre volcánico en Europa (Figura 7).



Figura 7. El volcán Somma Vesubio al fondo y el cono de toba de Capo Miseno, en la caldera Campos Flégreos, en primer plano.

Fuente: fotografía de Fabio Sansivero.

Los dos complejos volcánicos muestran diferencias notables en sus morfologías, así como en la dinámica eruptiva.



Figura 8. Interior del cráter del Vesubio.
Fuente: fotografía de Giuliana Alessio.

El volcán Somma-Vesubio es mundialmente conocido por la catastrófica erupción del 79 d.C. que destruyó las ciudades romanas de Pompeya, Herculano y Stabiae (Figura 8). Su historia eruptiva se caracteriza por el cambio de un estado inactivo (conducto cerrado), generalmente interrumpido por grandes erupciones explosivas de tipo pliniano o subpliniano, a períodos de conducto abierto que producen eventos mixtos de efusividad / baja explosividad. Según una clasificación basada en el índice de explosividad volcánica (VEI, Figura 3), estas erupciones van desde un VEI de 4-5 para grandes eventos explosivos, hasta un VEI de 0-3 para períodos de conducto abierto. El último de estos períodos duró alrededor de 300 años y terminó con la última erupción del volcán, en marzo de 1944 (Figura 9). Desde ese momento el volcán ha entrado en un nuevo estado de reposo de conducto cerrado, con actividad fumarólica muy modesta, sismicidad de baja magnitud y raros enjambres de terremotos. El volcán se encuentra en su nivel base de alerta «verde» debido a la ausencia de variaciones significativas en los parámetros monitoreados. Hoy en día, el área que rodea al volcán alberga a unos 500.000 habitantes.

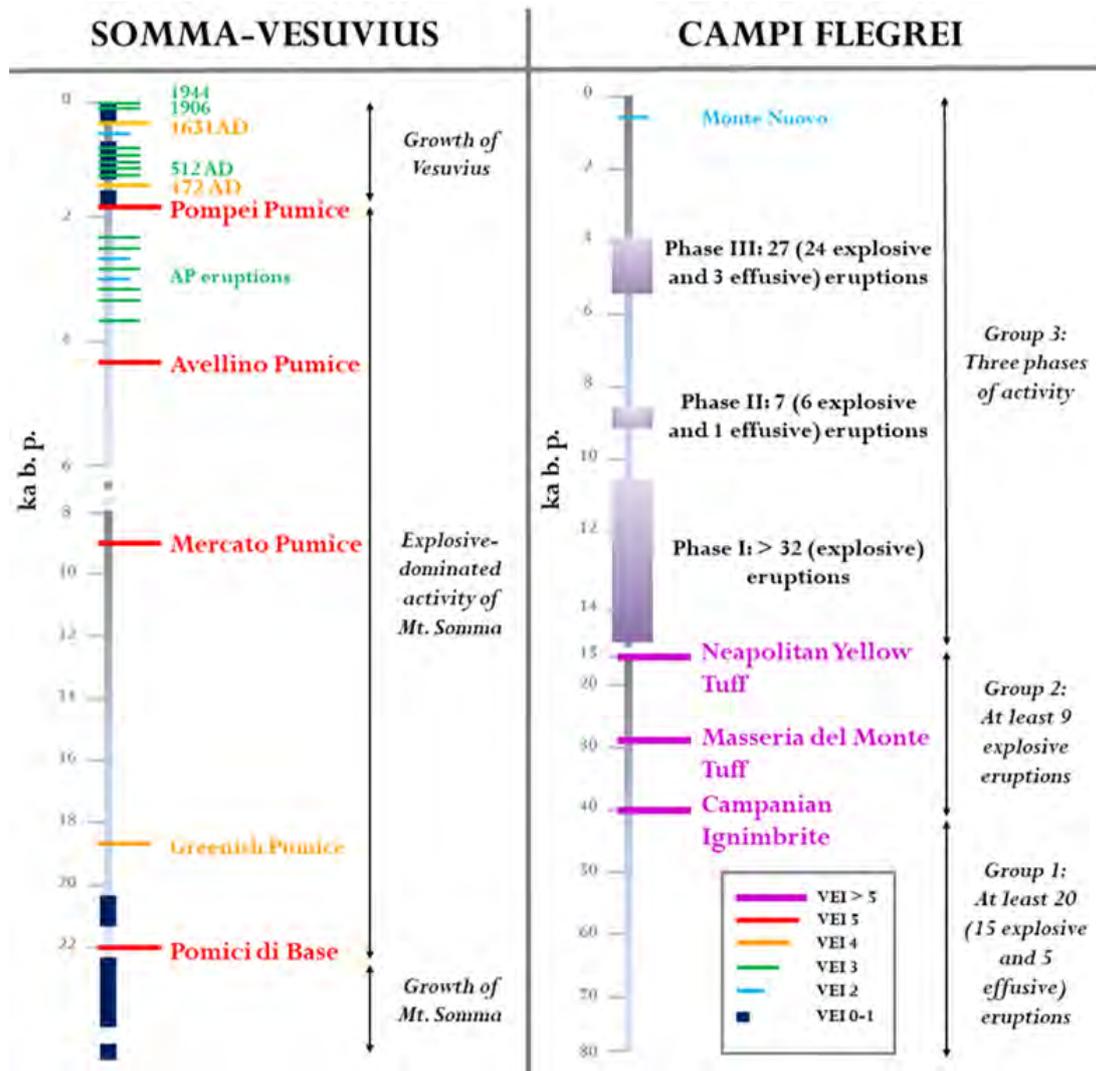


Figura 9. Cronogramas esquemáticos de la actividad volcánica de Somma-Vesubio y Campos Flégreos registrados por sucesiones estratigráficas.

En Somma-Vesubio, en los últimos 22.000 años, se produjeron cuatro erupciones plinianas con formación de caldera y, al menos, tres grandes erupciones subplinianas. El último ciclo de actividad de conducto abierto comenzó después de 1631 y duró hasta 1944.

En los Campos Flégreos, la actividad volcánica comenzó hace más de 80.000 años e incluye la gran erupción de Ignimbrita Campaniense, con formación de caldera, y la segunda gran erupción con colapso de caldera de la Toba Amarilla Napolitana. La única erupción en tiempos históricos ocurrió en 1538 d.C. Para los VEI de Campos Flégreos de los últimos 14.000 años, no se indican las erupciones.

La caldera de los Campos Flégreos (literalmente «campos en llamas»), proporciona un ejemplo clásico de cómo la actividad volcánica puede tener un gran impacto en las comunidades locales. Los fenómenos de actividad volcánica (levantamiento del suelo y sismicidad) ocurridos durante los años 1982-1984 causaron daños importantes en los edificios y llevaron a la evacuación de los residentes de la parte central de la ciudad de Pozzuoli. La caldera de los Campos Flégreos (Figura 10) está considerada entre los volcanes más peligrosos de Europa, ya que ha sido el origen de la erupción más grande de toda la zona mediterránea: la erupción de la Ignimbrita Campaniense, fechada hace unos 40.000 años. Según estudios recientes, esta erupción, que emitió una gran cantidad de cenizas y gas volcánico a la atmósfera, provocó una bajada de la temperatura de la Tierra en varios grados durante muchos años, un verdadero invierno volcánico, lo que contribuyó a la desaparición de los neandertales. Una segunda gran erupción se remonta a hace 15.000 años, con el emplazamiento de la toba amarilla napolitana, sobre la que se construyó gran parte de la ciudad de Nápoles (Figura 9).



Figura 10. La figura muestra parte de la caldera de los Campos Flégreos en cuyo centro se encuentra la ciudad de Pozzuoli, en primer plano. Son visibles algunos de los volcanes monogenéticos formados durante los últimos diez mil años de actividad volcánica. La imagen muestra la alta urbanización de la caldera. En particular, en el centro, el cráter de Astroni (formado hace unos 3.800 años), hoy parque natural, y la Piana di Agnano desde donde ocurrió la erupción pliniana de Agnano Montespina (hace unos 4.100 años); abajo, a la izquierda, el cráter más grande de Gauro (formado hace unos 10.000 años).

Fuente: DTM por Laboratorio de Geomática y Cartografía, INGV Osservatorio Vesuviano.

Hoy, el área volcánica activa incluye una depresión de caldera de 12 kilómetros de ancho, centrada en la ciudad de Pozzuoli. En los últimos 15.000 años fue el sitio de una actividad volcánica monogenética (es decir, un volcán formado por una sola erupción) que produjo alrededor de 70 erupciones (con VEI variable, que abarca de 0 a 5), concentradas principalmente en épocas distintas, separadas por largos períodos de inactividad. La última de estas erupciones ocurrió en 1538 d.C., después de más de 3.000 años de inactividad, y en una semana dio lugar al nacimiento de un nuevo cono volcánico, el Monte Nuovo, de unos 130 m de altura. Desde entonces, se han desarrollado muchas ciudades dentro de la caldera, que actualmente está habitada por más de 350.000 personas.

Después de un largo período de hundimiento desde la última erupción, en las últimas décadas la caldera mostró signos de reactivación potencial caracterizados por episodios de elevación del suelo, sismicidad superficial, aumento significativo en la desgasificación hidrotermal y cambios en la geoquímica de fluidos (Figura 11). En la caldera de los Campos Flégreos, el fenómeno característico del lento levantamiento o descenso del suelo se llama bradisismo (Figura 12).



Figura 11. Muestreo de fumarolas en Pisciarelli, en la caldera de los Campos Flégreos.
Fuente: fotografía de Emanuela Bagnato.

Las principales crisis bradisísmicas ocurrieron en 1970-72 y 1982-84 y estuvieron acompañadas de varios miles de terremotos y 3,5 m de levantamiento total del suelo, lo que obligó a los habitantes del centro de la ciudad de Pozzuoli a evacuar. Una fase de actividad en curso, que hasta ahora ha resultado en un levantamiento del suelo de 85 cm en el sector central de la caldera y algunos miles de terremotos, ha llevado al Departamento de Protección Civil italiano a cambiar el nivel de alerta del volcán Campos Flégreos desde el nivel mínimo («verde») al de aviso «amarillo» a finales de 2012.



Figura 12. El templo de Serapis, un mercado romano ubicado no lejos de la costa de Pozzuoli. Las ruinas de este Macellum (que data de finales del siglo I d.C.) han sido fundamentales para la reconstrucción de los movimientos de tierra (bradisismo, del griego bradius = lento y seismos = movimiento), debido a la presencia en las tres columnas de mármol en pie de agujeros de lythodome (moluscos marinos que viven en un entorno costero en el límite entre la marea alta y la baja) que atestiguan el hundimiento máximo de la zona.
Fuente: fotografía de Fabio Sansivero.

La isla de Ischia, en el distrito de los Campos Flégreos, es la parte emergente de un extenso sistema volcánico que se eleva a más de 1000 m sobre el nivel del mar. En Ischia, el vulcanismo comenzó hace 150.000 años y ha continuado de forma intermitente, con períodos de inactividad que duran de siglos a milenios, hasta la última erupción de Arso en 1302 d.C. El volcán se encuentra en el nivel mínimo de alerta y actualmente se caracteriza por actividad fumarólica e hidrotermal, que posibilita una economía próspera. También está ligada a su naturaleza volcánica una sismicidad moderada, que puede ocasionar graves daños debido a que los hipocentros son muy poco profundos. Un ejemplo reciente es el terremoto vulcano-tectónico de magnitud 3,9 que ocurrió el 21 de agosto de 2017 en la ciudad de Casamicciola Terme. El terremoto más destructivo de los últimos siglos ocurrió en 1883 y destruyó por completo la misma ciudad, matando a 2.313 personas. La isla está densamente poblada, con más de 60.000 habitantes distribuidos en menos de 50 km². Durante las temporadas turísticas esta población aumenta sustancialmente.

Debido al elevado peligro volcánico y el contexto urbano densamente poblado, los volcanes napolitanos han sido el terreno para desarrollar estrategias complejas de mitigación de riesgos dirigidas a la planificación de emergencias. La información importante para pronosticar el comportamiento futuro de los volcanes se deriva de un análisis preciso y en profundidad de la historia magmatológica y eruptiva, así como de simulaciones numéricas de los fenómenos eruptivos esperados. Basándose en lo anterior, la comunidad vulcanológica ha definido los posibles escenarios pre-eruptivos y eruptivos de futuras erupciones y las áreas que con el tiempo resultarán afectadas por los efectos de la actividad volcánica. Además, la naturaleza monogénica de la pasada actividad eruptiva de los Campos Flégreos implica la incertidumbre sobre la ubicación precisa del futuro foco eruptivo, pudiendo surgir en cualquier momento un nuevo volcán dentro de la caldera de 12 km de ancho. Este conocimiento representa la base para identificar el perímetro de las zonas potencialmente sujetas a fenómenos peligrosos, adoptado en la planificación de emergencia por el Departamento Nacional de Protección Civil de Italia.

Los planes nacionales de Protección Civil para Somma-Vesubio y los Campos Flégreos incluyen como escenario de referencia para ambos volcanes una erupción explosiva de tamaño medio. Este escenario se caracteriza por tres etapas principales correspondientes a diferentes áreas de peligro y riesgo: una primera fase de «caída», con el desarrollo de una columna eruptiva muy alta (decenas de km) y sostenida, asociada a la caída de fragmentos piroclásticos en los sectores en la dirección del viento (la denominada zona amarilla); una segunda fase de colapso eruptivo de la columna con generación de flujos piroclásticos (afectando la denominada zona roja) y una tercera fase con abundante precipitación y generación de flujos de lodos.

El impacto asociado a la primera fase consiste principalmente en el colapso de los tejados en el área urbanizada alrededor de los volcanes. En esta latitud, los vientos estratosféricos soplan principalmente hacia el este. Esto reduce considerablemente el riesgo de caída de cenizas para la ciudad de Nápoles, de 1 millón de habitantes, en caso de una erupción explosiva de Somma-Vesubio, ubicada en el sector oriental de la ciudad. No obstante, Nápoles está muy expuesta a la lluvia de cenizas producida por una erupción en los Campos Flégreos, ubicados en el sector occidental.

Sin embargo, el riesgo máximo se deriva del paso de los flujos piroclásticos (segunda fase). Se trata de nubes de ceniza y gas volcánico que fluyen a gran velocidad y temperatura por los flancos del volcán y pueden alcanzar distancias considerables en pocos minutos, destruyendo todo a su paso. En las áreas más cercanas al foco, debido a su alta densidad y velocidades (100 km/h), los flujos piroclásticos son capaces de derribar incluso los edificios modernos de hormigón armado. A mayores distancias los flujos piroclásticos se ralentizan y pierden parte de su carga de cenizas, por lo que la fuerza del impacto se reduce mientras la temperatura permanece siempre por encima de los límites de supervivencia. Estudios recientes muestran, de hecho, que durante la erupción pliniana en el 79 d.C., los desafortunados habitantes de las ciudades de Herculano y Oplontis (ubicadas a 5-6 km del Vesubio), así como los de Pompeya (10 km del Vesubio), murieron por el choque térmico debido a la alta temperatura (300-600 °C) de los flujos piroclásticos.

En caso de erupciones explosivas de intensidad media-alta, los flujos piroclásticos procedentes de los Campos Flégreos y de Somma-Vesubio pueden llegar al área de la ciudad de Nápoles, como lo demuestran tanto las sucesiones volcánicas presentes en el área metropolitana, como los resultados de los cálculos numéricos que simulan el paso de flujos piroclásticos sobre las morfologías volcánicas actuales. Debido al alto impacto de los flujos piroclásticos, la única

contramedida para salvaguardar a la población sigue siendo la evacuación completa de la zona de riesgo en el mismo inicio de la crisis volcánica y antes de que ocurra la fase eruptiva.

A pesar del alto riesgo volcánico del área napolitana, la población residente no percibe el riesgo volcánico como relevante. En las últimas décadas se han realizado estudios en profundidad sobre las percepciones del riesgo volcánico para los habitantes de la zona napolitana. Los resultados para la población del Vesubio demuestran que las personas son conscientes de la amenaza de una futura erupción y están preocupadas por ella, pero se sienten más preocupadas por los problemas que enfrentan a diario, como el desempleo y la delincuencia. Además, el 80 % de la población muestreada cree que el Vesubio no entrará en erupción en los próximos 10 años. El estudio también destaca que el conocimiento del Plan de Emergencia del Vesubio no está muy extendido. En consecuencia, la confianza en los funcionarios públicos y en el éxito del plan es baja, así como la confianza en uno mismo para hacer frente a tal emergencia. Por otra parte, una nota positiva es la gran confianza en los científicos. Más recientemente, otra encuesta ha demostrado que los habitantes de la zona roja del Vesubio son más conscientes de la amenaza volcánica que los de la zona amarilla. Esta percepción diferente era de esperar, dado que han sido los más afectados por la actividad eruptiva del Vesubio en los últimos tiempos.

Para los habitantes de la caldera de los Campos Flégreos, como para los del Vesubio, el peligro volcánico no se menciona espontáneamente como un problema importante al que se enfrenta la comunidad y está más asociado con el volcán Vesubio que con la caldera de los Campos Flégreos. Sin embargo, al preguntarles sobre el tema concreto, los ciudadanos expresaron una seria preocupación por la amenaza volcánica y sus efectos en su comunidad. Solo el 17 % de la muestra poblacional conoce la existencia del Plan de Emergencia de los Campos Flégreos, y el 65 % dice no haber recibido suficiente información sobre los posibles efectos de una erupción. No obstante, los ciudadanos se sienten suficientemente seguros de poder hacer frente a una erupción, pero tienen poca confianza en las autoridades locales y Protección Civil.

Por último, quizás porque aún no se ha implementado un plan de emergencia, la percepción del peligro volcánico de una pequeña muestra de habitantes de la isla de Ischia es muy baja, tan leve que algunos de ellos creen que están incluidos en los mapas de riesgo del Vesubio.

Todas estas cuestiones plantean un desafío para la gestión de emergencias en toda el área napolitana y destacan la necesidad de una campaña de educación y concienciación precisa sobre el peligro volcánico y el plan de emergencia que desarrolle conocimientos, motivación y habilidades para afrontar los peligros. Además, tanto en las áreas de Somma-Vesubio como en los Campos Flégreos, los ciudadanos solicitan su participación en la planificación de emergencias y, en particular, en las medidas de preparación. De ello se desprende que debe establecerse un proceso participativo en la construcción y actualización de futuros planes de emergencia.

Peligros volcánicos y gestión de riesgos en Islandia

Magnús T. Gudmundsson, profesor de geofísica, Centro Vulcanológico Nórdico, Instituto de Ciencias de la Tierra, Universidad de Islandia

Hörn Hrafnadóttir, especialista en hidrología e hidráulica, Verkís Consulting Engineers

Jón Örvar Bjarnason, jefe de Seguros, Natural Catastrophe Insurance of Iceland

Hulda Ragnheiður Árnadóttir, directora ejecutiva, Natural Catastrophe Insurance of Iceland

Introducción

La actividad volcánica es común en Islandia y las erupciones, que generalmente duran de días a semanas, se producen, de media una vez cada tres años. Aunque algunas erupciones causan daños significativos, la mayoría no lo hacen. Esto se debe principalmente a que Islandia tiene una población muy escasa, con una media de solo 3-4 personas por kilómetro cuadrado, y la mayoría vive en el suroeste de la isla, justo fuera del límite de la zona de actividad volcánica. Sin embargo, como la amenaza de erupciones volcánicas siempre está presente en Islandia, las autoridades y las instituciones dedicadas a la vigilancia deben permanecer en alerta constante. Este nivel de alerta y el hecho de que la población local, en general, es consciente de los peligros potenciales que representan los volcanes, son la clave del éxito de la coexistencia de personas y volcanes en Islandia. En este artículo se explican los antecedentes y las principales características del vulcanismo en Islandia. Se presentan ejemplos recientes de crisis volcánicas, se describe la monitorización, se analizan los daños y pérdidas y se ofrecen algunas lecciones aprendidas de la actividad volcánica en las últimas décadas.

Islandia está escasamente poblada, con unas 380.000 personas que viven en un país de poco más de 100.000 km². Una consecuencia de este hecho es que, a pesar de las frecuentes erupciones volcánicas, las víctimas mortales no son habituales. Hay únicamente dos muertes que pueden atribuirse directamente a la actividad volcánica (un proyectil de lava que cayó y golpeó a un científico en 1947 y un envenenamiento por gas en 1973) en los últimos 100 años.

Entorno geológico

El entorno geológico de Islandia es bastante inusual (Einarsson, 2008). Está ubicado sobre la dorsal central oceánica donde dos de las grandes placas tectónicas que forman la superficie de la Tierra se separan entre sí con un índice medio de apertura de 2 cm por año (Figura 1). La parte occidental pertenece a la placa norteamericana, mientras que la parte oriental pertenece a la euroasiática, placa que incluye Europa y la mayor parte de Asia. Además, una pluma mantélica debajo de Islandia se eleva desde las profundidades del manto de la Tierra. Esta combinación de un límite de placa tectónica y una pluma mantélica es la razón de la existencia de Islandia. También explica por qué la actividad volcánica en Islandia produce aproximadamente cuatro veces más magma que una sección comparable de la dorsal mesoatlántica fuera del país.

Las rocas más antiguas de Islandia tienen entre 16 y 18 millones de años (Figura 1) y se encuentran en las zonas del noroeste y este de la isla. El límite de la placa se manifiesta como una zona volcánica de 40 a 80 km de ancho que atraviesa Islandia de suroeste a noreste. La actividad volcánica se limita a estas zonas. En el sur de Islandia, la extensión de la placa se distribuye en dos zonas casi paralelas. En el suroeste se encuentra la zona volcánica occidental, que se fusiona con la dorsal mesoatlántica en alta mar. Desde el centro de Islandia se extiende la zona volcánica oriental, que se expande más allá de la costa en el sur de la isla. El límite de la placa en el norte de Islandia está representado por la zona volcánica septentrional.

Dentro de las zonas volcánicas, la actividad se organiza en sistemas volcánicos (Figura 1). Cada sistema se extiende a lo largo de la zona volcánica y tiene unos 30-190 km de largo y unos 10-30 km de ancho. La mayoría de los sistemas volcánicos tienen un volcán central y enjambres de fisuras que se reparten a lo largo de las zonas volcánicas en ambas direcciones. Los volcanes centrales suelen tener entre 20 y 30 km de diámetro, se elevan entre 500 y 1000 m por encima de su entorno con una caldera en el centro. La mayoría de las erupciones volcánicas tienen lugar dentro de los volcanes centrales, donde el magma erupcionado varía desde basaltos, a través de composiciones intermedias, hasta riolitas. La actividad volcánica es menos frecuente en los enjambres de fisuras y todo el magma erupcionado allí es de tipo basáltico.

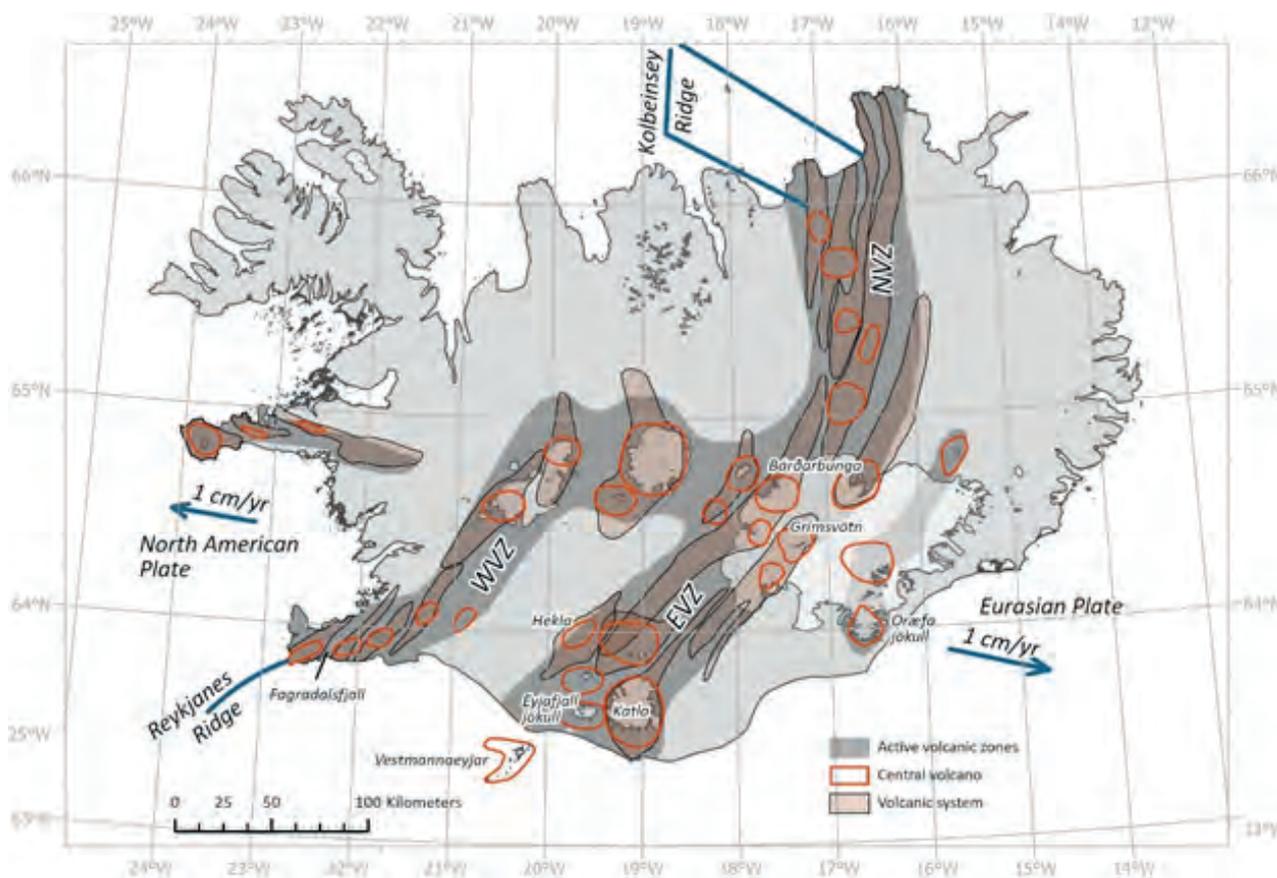


Figura 1. Límites de placas, zonas volcánicas, sistemas volcánicos y volcanes centrales en Islandia.

Islandia se encuentra a unos 65°N y tiene un clima marítimo templado fresco, con precipitaciones relativamente altas. Aproximadamente el 10 % de la isla está cubierto de glaciares, incluyendo partes significativas de las zonas volcánicas. En consecuencia, alrededor del 50 % de todas las erupciones volcánicas en Islandia tienen lugar dentro de los glaciares o en volcanes altos con una capa de hielo considerable (Larsen, 2002). Esta combinación implica que la interacción volcán-hielo sea muy común, con erupciones volcánicas o actividad geotérmica en áreas glaciares que derriten el hielo y provocan inundaciones de origen volcánico.

La combinación de la actividad volcánica asociada con la ruptura a lo largo del límite de la placa, con la existencia de grandes volcanes centrales donde el magma puede evolucionar en la corteza y con las condiciones ambientales altamente variables entre las áreas cubiertas y las libres de hielo, implica que la actividad volcánica en Islandia cubre un espectro muy amplio. Las erupciones basálticas, en su mayoría efusivas, de las fisuras tienen lugar en los enjambres de fisuras, pero los altos niveles de agua subterránea y la capa de hielo pueden ocasionar una actividad hidromagmática altamente explosiva en algunas partes del país y en alta mar. Dentro de los volcanes centrales, la actividad

puede variar desde frecuentes erupciones basálticas relativamente pequeñas hasta erupciones explosivas esporádicas de gran volumen.

Según una estimación reciente de Thordarson y Larsen (2007), el 79 % de todo el magma erupciona como basalto, el 16 % es de composición intermedia y el 5 % es silíceo. Algunas erupciones son mixtas, producen lava y tefra, y otras solo producen lava. Alrededor del 80 % de las erupciones en Islandia son principalmente explosivas. Esto contrasta claramente con p. ej. Hawái y la mayoría de los otros lugares donde predominan los basaltos. La importancia de la actividad explosiva basáltica islandesa se debe principalmente al hecho generalizado de la interacción agua-magma, dentro de los glaciares, en partes de las zonas de rift donde los niveles de agua subterránea son muy altos y los lagos son comunes. Además, de forma ocasional, se dan erupciones en aguas someras del océano frente a la costa de Islandia.

Magnitud y frecuencia de las erupciones volcánicas en Islandia

El tipo de actividad volcánica más común son las erupciones explosivas o efusivas en los volcanes centrales, siendo los cuatro sistemas volcánicos de Hekla, Katla, Grímsvötn y Bárðarbunga los más activos. La mayoría de las erupciones son de un tamaño moderado, aunque también se producen algunas erupciones explosivas grandes. Las grandes erupciones en los enjambres de fisuras, como la que ocurrió en Holuhraun en el centro de Islandia en 2014-2015 (Pedersen *et al.*, 2017), son menos comunes.

Aparte de los eventos más grandes, las estimaciones del volumen expulsado en las erupciones ocurridas hace más de 100 años son inciertas. La Tabla 1 proporciona cifras sobre las 22 erupciones confirmadas de los últimos 50 años; el intervalo medio entre erupciones en este período es de 2,3 años. De estas, 10 erupciones expulsaron menos de 0,1 km³ de magma, nueve produjeron entre 0,1 y 0,25 km³, y los eventos más grandes produjeron respectivamente 0,45 km³ y 1,4 km³. Es posible que el número de eventos más pequeños no esté completo, ya que algunos podrían haber ocurrido bajo los glaciares en este período. En la Tabla 2 se ofrece una descripción más general de los periodos de retorno de los eventos, basada en el historial de erupciones conocidas de los últimos 1.100 años (Thordarson y Larsen, 2007). Las erupciones más significativas tienen periodos de retorno de 250-1.000 años y son principalmente de dos tipos: (1) Grandes erupciones de basalto causadas por inundaciones que producen hasta 20 km³ de lava, y (2) erupciones explosivas muy grandes que pueden producir hasta 10 km³ de tefra.

Volcán	Año	Depósitos	Composición del magma	Tipo de erupción	Área de lava (km ²)	Volumen de lava expulsado km ³	Volumen de tefra (DRE) km ³	IEV	Daños asegurados - Valor actual (M€)
Fagradalsfjall (1)	2021	lava	basalto	Efusiva	4,85	0,15		1	
Holuhraun 2014-2015 (2)	2014	lava	basalto	Efusiva	84	1,44		1	
Grímsvötn (3)	2011	tefra	basalto	Explosiva	0		0,27	4	2,1
Fimmvörðuháls (4)	2010	lava	basalt	Efusiva	1,3	0,02		1	
Eyjafjallajökull (5)	2010	tefra/lava	intermedia	Explosiva	0,6	0,02	0,18	3	2,5
Grímsvötn (6)	2004	tefra	basalto	Explosiva	0		0,05	3	
Hekla (7)	2000	lava/tefra	intermedia	Mixta	15	0,095		2	
Grímsvötn (8)	1998	tephra	basalto	Explosiva	0		0,05	3	
Gjálp (9)	1996	tefra	intermedia	Sub-Glacial	0		0,45	2	9,6
Hekla (7)	1991	lava/tefra	intermedia	Mixta	25	0,24	0,01	3	
Krafla, Septiembre (10, 11)	1984	lava	basalto	Efusiva	24	0,13		1	
Grímsvötn (8)	1983	tefra	basalto	Explosiva	0		0,01	2	
Krafla, Noviembre (10, 11)	1981	lava	basalto	Efusiva	17	0,05		1	
Krafla, Enero-Febrero (10, 11)	1981	lava	basalto	Efusiva	6,3	0,032		1	
Krafla, Octubre (10, 11)	1980	lava	basalto	Efusiva	11,5	0,035		1	
Krafla, Julio (10, 11)	1980	lava	basalto	Efusiva	6	0,025		1	
Krafla, Marzo (10, 11)	1980	lava	basalto	Efusiva	~1	0,003		1	
Hekla 1980-1981 (7)	1980	lava	intermedia	Mixta	25	0,17	0,026	3	
Krafla, Septiembre (10, 11)	1977	lava	basalto	Efusiva	<1	0,002		1	
Krafla, Abril (10, 11)	1977	lava	basalto	Efusiva	~1			1	
Krafla, Diciembre (10, 11)	1975	lava	basalto	Effusiva	<1	<0,001		1	
Vestmannaeyjar (12)	1973	lava/tefra	basalto	Mixta	3,2	0,23	0,02	2	260-330*

(1) Pedersen *et al.* 2021, (2) Pedersen *et al.* 2017, (3) Hreinsdóttir *et al.* 2013, (4) Edwards *et al.* 2012, (5) Gudmundsson *et al.* 2012, (6) Oddsson *et al.* 2012, (7) Pedersen *et al.* 2018, (8) Gudmundsson 2005, (9) Gudmundsson *et al.* 2004, (10) Einarsson 1991, (11) Sæmundsson 1991, (12) Einarsson, 1974.

*La erupción de Vestmannaeyjar (islas Vestman) ocurrió antes del establecimiento de NTI. Las pérdidas se han estimado con base en la cobertura existente, proporcionada por NTI al día de hoy.

Tabla 1. Erupciones volcánicas en Islandia 1973-2021.

Todas las erupciones - volumen expulsado (lava y tefra)		Erupciones explosivas (Índice de Explosividad Volcánica)	
Volumen (DRE) km ³	Años	VEI	Años
<0.03	5-10	1	5-10
0.03 - 0.1	10	2	10-20
0.1- 0.3	10	3	10
0.3 - 1.0	20-40	4	30-50
1-3	~250	5	100-200
3-10	~500	6	~1000
>10	~1000	7	sin erupciones conocidas

DRE (Dense Rock Equivalent): material total expulsado compactado a la densidad de una roca sólida.

VEI (Volcanic Explosivity Index): Índice de Explosividad Volcánica, basado en la altura de la nube volcánica y en el volumen total del material en el aire (tefra) expulsado:

VEI 1 < 0.001 km³ < VEI 2 < 0.01 km³ < VEI 3 < 0.1 km³ < VEI 4 < 1 km³ < VEI 5 < 10 km³ < VEI 6 < 10 km³.

A menudo el volumen total de tefra es aproximadamente tres veces el volumen DRE, ya que la tefra tiene una alta porosidad.

(Tabla modificada de Gudmundsson *et al.* 2008).

Tabla 2. Periodos de retorno de las erupciones en Islandia.

Desde el asentamiento humano en Islandia, hace más de 1.100 años, hay solo cuatro flujos de lava responsables de hasta la mitad del magma total que entró en erupción en este período. Esto incluye la gran erupción de lava del Laki que se formó 1783-1784, durante un importante evento de ruptura en la zona volcánica oriental, cubriendo 600 km². Esta erupción causó enormes dificultades en ese momento, cuyas altas emisiones de gas volcánico asociadas provocaron una alteración generalizada de los patrones climáticos en muchas partes del hemisferio norte (Thordarson y Self, 2003).

Peligros volcánicos en Islandia

Islandia está escasamente poblada, con unas 380.000 personas que viven en un país de poco más de 100.000 km². Una consecuencia de este hecho es que, a pesar de las frecuentes erupciones volcánicas, las víctimas mortales no son habituales. Hay únicamente dos muertes que pueden atribuirse directamente a la actividad volcánica (un proyectil de lava que cayó y golpeó a un científico en 1947 y un envenenamiento por gas en 1973) en los últimos 100 años. Los principales peligros (Figura 2) son: (1) lluvia de tefra (caída de cenizas), (2) flujos de lava, (3) *jokulhlaups* (inundaciones causadas por la actividad volcánica o geotérmica bajo de los glaciares), (4) contaminación por gas, (5) corrientes de densidad piroclástica, y (6) rayos.

Caída de cenizas

La mayoría de las erupciones explosivas en Islandia son basálticas y tienen lugar dentro de los glaciares y, con mayor frecuencia, en el volcán Grímsvötn (Larsen 2002, Thordarson y Larsen, 2007; Gudmundsson *et al.*, 2008). La mayoría de estas erupciones son de tamaño discreto (<0,1 km³, Índice de Explosividad Volcánica = 3 – ver Tabla 2), siendo la interacción magma-agua un importante impulsor de la fragmentación del magma que da como resultado la forma-

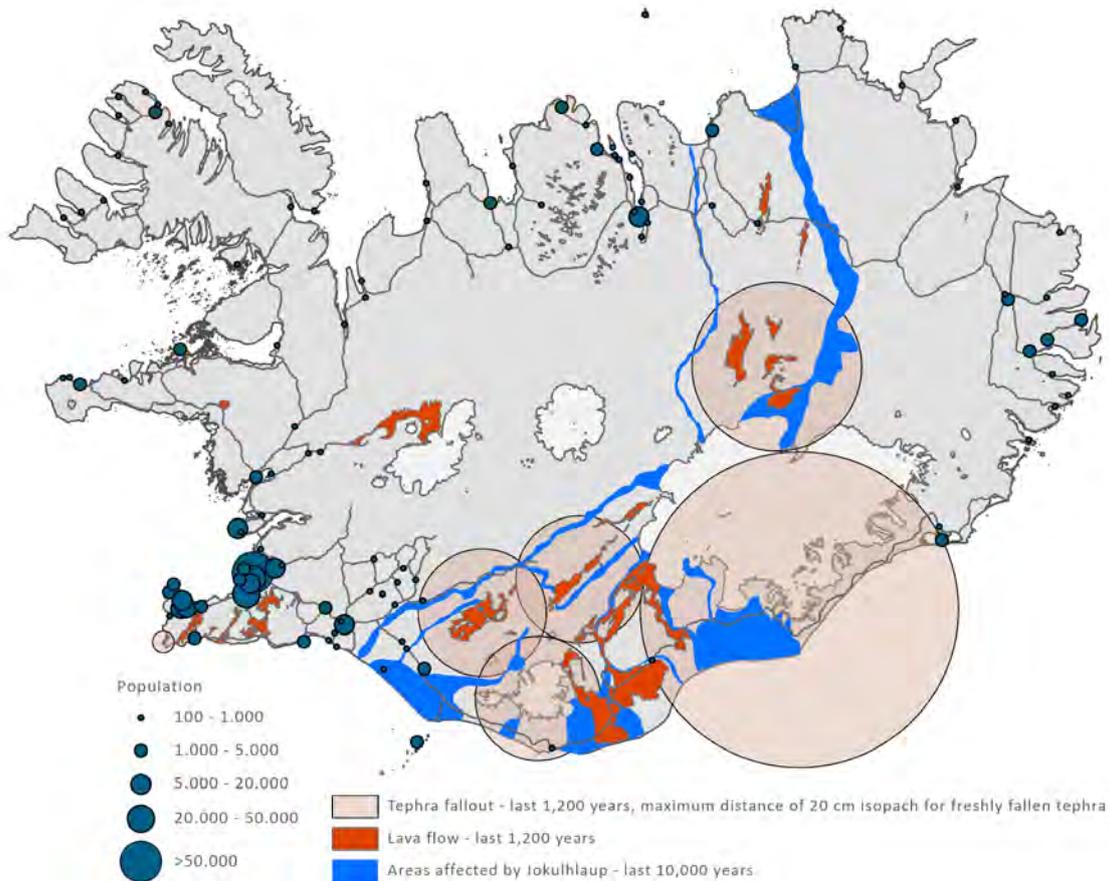


Figura 2. Núcleos de población, carreteras principales y áreas que pueden verse seriamente afectadas por erupciones explosivas y *jokulhlaups* de acuerdo con registros históricos y geológicos (según Gudmundsson *et al.*, 2008).

ción de penachos volcánicos y la difusión de capas de ceniza. La mayoría de estas erupciones tienen un efecto relativamente pequeño en áreas habitadas debido a la ubicación remota del volcán fuente. Las erupciones explosivas importantes (VEI 4) ocurren aproximadamente una vez cada 30-50 años. Las erupciones más grandes (VEI 5) ocurren una vez cada 100-200 años.

Coladas de lava

Las coladas de lava formadas en los últimos 100 años cubren más de 200 km² de terreno, aunque como la mayor parte de esta lava se forma en las tierras altas o en regiones deshabitadas, no causa daños. Sin embargo hay excepciones, en concreto la erupción en la isla de Heimaey en Vestmannaeyjar en la que no se produjeron víctimas ni heridos y los habitantes fueron evacuados de la isla con éxito. No obstante, durante los cinco meses de la erupción, se destruyeron alrededor de 400 edificios y hubo grandes daños a las infraestructuras y trastornos a la economía local. La erupción más reciente en la península de Reykjanes en marzo-septiembre de 2021 ocurrió a solo 8 km de la ciudad más cercana, aunque no hubo daños a los edificios ni a las infraestructuras.

Jokulhlaups

Los *jokulhlaups* son las inundaciones causadas por el agua de deshielo liberada desde los glaciares en Islandia. Son principalmente de dos tipos: (a) agua de deshielo liberada que se acumula bajo el glaciar debido a la fusión por la actividad geotérmica, (b) eventos a gran escala causados por la fusión durante las erupciones. El tipo (a) es mucho

más común y estos eventos tienen lugar cada 1-2 años de media. No suelen producirse grandes daños. Sin embargo, los frecuentes *jokulhlaups* producidos por la actividad geotérmica pueden convertir los terrenos con vegetación en terrenos baldíos susceptibles de formar tormentas de arena, como se observa en una región del sudeste de Islandia. El tipo (b) es menos común pero puede dar como resultado grandes inundaciones, como ocurrió con el catastrófico *jokulhlaup* durante la erupción del volcán Katla cubierto de hielo, en 1918 (la descarga máxima se estimó en 300.000 m³/s). Otros ejemplos son un gran *jokulhlaup* que tuvo lugar en el sureste de Islandia, causado por la erupción del Gjalp en 1996, y varias inundaciones mucho más pequeñas durante la erupción del Eyjafjallajökull en 2010. Estas inundaciones pueden destruir puentes, carreteras y otras infraestructuras, pero generalmente tienen lugar en llanuras aluviales deshabitadas.

Contaminación por gas

Durante las grandes erupciones efusivas pueden liberarse grandes cantidades de gases volcánicos a la atmósfera. Se trata principalmente de dióxido de azufre (SO₂) que en altas concentraciones es perjudicial para las personas. Por lo tanto, se monitoriza la contaminación por gas y se emiten avisos según las concentraciones que haya durante las erupciones (Barsotti *et al.*, 2020). Durante la gran erupción de Holuhraun en 2014-2015, se produjeron altas concentraciones de forma ocasional en poblaciones situadas hasta a 100 km del lugar de la erupción, lo que provocó la interrupción temporal del trabajo al aire libre.

Corrientes de densidad piroclástica

Durante las grandes erupciones explosivas, las corrientes de densidad piroclástica (PDC, por sus siglas en inglés) son un peligro importante en algunas regiones volcánicas de todo el mundo. Se forman cuando las nubes volcánicas colapsan y las cenizas volcánicas calientes y los gases fluyen ladera abajo del volcán, devastando todo a su paso. Las PDC que ocurren en Islandia son pequeñas en su mayoría y no llegan mucho más allá del área cercana a los cráteres. Sin embargo, en las erupciones muy grandes pero poco frecuentes de VEI 5-6, las PDC pueden llegar a áreas habitadas. La última erupción en la que las PDC llegaron a tierras de cultivo habitadas fue la erupción del Öraefajökull en 1362. Sin embargo, con el aumento del turismo, el peligro de las PDC para los excursionistas en el volcán Hekla está incrementándose, ya que las señales precursoras de las erupciones en el Hekla son muy breves (del orden de 1 hora o menos).

Rayos

Durante las erupciones explosivas, los rayos pueden representar un grave peligro para las personas. Esto es de aplicación especialmente cuando el magma interactúa con el agua. Ejemplos destacables son las erupciones en el volcán Katla, que suceden de media una vez cada 50 años. Los rayos también pueden dañar las líneas eléctricas y otras infraestructuras similares. Dos personas murieron a causa de un rayo durante la erupción del Katla en 1755, aunque se desconocen otras muertes debido a este peligro en Islandia.

Monitorización volcánica y respuesta

Las redes de sismómetros y de estaciones GPS monitorizan las regiones volcánicas de toda Islandia. Principalmente es la Oficina Meteorológica de Islandia (OMI) quien maneja estas redes y proporciona datos en tiempo real (sísmicos) y actualizaciones en el día sobre el estado de la deformación de los volcanes seleccionados (la red de estaciones GPS). Una red de estaciones de aforo en tiempo real en los ríos glaciares monitoriza el caudal y las señales geotérmicas en los ríos. Estas redes son de acceso público en la página web de la OMI (<https://vedur.is>). La OMI también tiene radares de banda C y X para rastrear los penachos volcánicos. La Agencia de Medio Ambiente de Islandia controla la

calidad del aire y las concentraciones de gas. El Departamento de Protección Civil del Comisionado de Policía de Islandia coordina la respuesta durante la inestabilidad y la actividad volcánica. Es en esos momentos cuando hace falta la experiencia y para ello la OMI y el Centro Vulcanológico Nórdico del Instituto de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Islandia colaboran de forma activa en el seguimiento y la evaluación. Existe una junta consultiva científica informal en el Departamento de Protección Civil que, durante los periodos de inestabilidad, celebra reuniones frecuentes, exclusivamente en línea a lo largo de los últimos dos años.

Casos de estudio - últimos 50 años

Vestmannaeyjar (1973)

El 23 de enero de 1973 se abrió una fisura volcánica de 1.600 m de longitud a solo 300 m de las casas más cercanas en el pueblo de 5.000 habitantes de esta isla frente a la costa sur (Einarsson, 1974). Se libró una batalla entre el hombre y la lava para proteger el puerto y las casas de la ciudad, para lo que se utilizó tanto el enfriamiento de la lava con agua de mar como diques de desvío y presas de retención. La combinación fue un éxito a pesar de que se perdió una parte de la ciudad.

Las presas y los diques se construyeron con el material disponible que era principalmente de baja densidad, incluidas las cenizas de la erupción. Los diques de desvío se mantuvieron hasta el final de la erupción, pero la presa de retención (con flujo de lava perpendicular a la estructura) se rompió el 18 de marzo, momento en el que el frente de lava se había elevado al doble de la altura de la presa que tenía unos 25 m en su punto más alto (Jónsson, 2013).

El enfriamiento de la lava comenzó a lo largo de la misma línea que el dique de desvío en el borde de la lava utilizando mangueras de extinción de incendios. Cuando la lava comenzó a amenazar la entrada al puerto, los barcos también bombearon agua de mar hacia el frente de lava, especialmente a la parte de la lava que estaba más al noroeste y más cercana al puerto. Para enfriar no solo el frente de lava sino también su interior, se colocó una tubería encima de la lava aún en movimiento que permitía que el agua llegara unos 200 m más dentro del margen de la lava. Se tuvieron que usar buldóceres y maquinaria pesada similar para colocar la tubería, pero como esta avanzaba lentamente como lava a'a¹, fue posible que tales máquinas operaran en los escombros fríos más altos que cubrían el interior caliente. Esta arriesgada operación pareció ralentizar la progresión de la lava. Partiendo del éxito obtenido con las bombas disponibles en un principio, se adquirieron 32 bombas grandes de los EE. UU. y se comenzó a realizar un enfriamiento del campo de lava a gran escala. Durante esta última fase de enfriamiento, se bombearon alrededor de 5,7 millones de toneladas de agua de mar sobre aproximadamente 0,45 km² de superficie de lava, es decir, la parte de lava más cercana a la ciudad y la entrada al puerto (Jónsson & Matthíasson, 1974).

La superficie de la lava a'a, altamente fracturada, de movimiento lento dio como resultado un área de enfriamiento relativamente grande y, por lo tanto, eficiente. Además, este tipo de lava es en muchos casos más fácil de controlar con diques y presas, dado que su alta viscosidad y su límite de elasticidad permiten que la lava se eleve por encima de los obstáculos sin sobrepasarlos.

Gjálp (1996)

Esta erupción tuvo lugar bajo una capa de hielo que tenía inicialmente 600-750 m de espesor y duró 13 días en octubre de 1996 (Gudmundsson *et al.*, 2004). Tras 31 horas de erupción, se rompió la capa de hielo, aunque la erupción explosiva resultante fue relativamente menor y no causó daños, puesto que el lugar de la erupción estaba situado a más de 60 km de la zona habitada más cercana. Por otro lado, la erupción subglacial fue grande, y produjo una montaña de 400 a 500 m de altura debajo del hielo. La erupción derritió más de 3 kilómetros cúbicos de hielo y toda esta agua de deshielo se almacenó durante cinco semanas en el lago subglacial en la caldera del Grímsvötn, 10 km al sur.

(1) 'A'a (también conocida como a'a) es uno de los tres tipos básicos de lava fluida. 'A'a es una lava basáltica caracterizada por una superficie rugosa compuesta por bloques de lava fragmentados llamados clínker.



Figura 3. El *jokulhlaup* resultante de la erupción de Gjalp en 1996. Los grandes icebergs arrastrados por el agua de la inundación destruyeron el puente.

Fuente: foto de Magnús T. Gudmundsson.

Toda esta agua de deshielo se liberó después dando lugar a un gran *jokulhlaups* que alcanzó un pico de descarga de 50.000 m³/s aproximadamente. El *jokulhlaups* arrasó uno de los puentes principales (Figura 3) y causó además daños importantes en la carretera principal que rodea la isla, que estuvo cerrada durante algunas semanas tras el evento. No hubo granjas ni pueblos en peligro, debido a que esta llanura aluvial ha estado deshabitada durante cientos de años.

Eyjafjallajökull (2010)

La infausta erupción explosiva del Eyjafjallajökull comenzó el 14 de abril de 2010, tras una erupción efusiva del flanco más pequeña en Fimmvörðuháls (Gudmundsson *et al.*, 2012). La erupción continuada duró 39 días, con una actividad ocasional menor en las dos semanas siguientes.



Figura 4. La erupción del Eyjafjallajökull en mayo de 2010.

Fuente: foto de Magnús T. Gudmundsson.

La erupción (Figura 4) tuvo lugar durante un período en el que la dirección predominante del viento se dirigía hacia Europa. Las nubes de ceniza volaron hacia el continente, lo que provocó que esta erupción de tamaño moderado se convirtiera en un evento global, ocasionando la cancelación de más de 100.000 vuelos de pasajeros en Europa y en el Atlántico Norte. En los primeros 2 o 3 días se produjeron *jokulhlaups* de forma reiterada, aunque las barreras existentes contra las inundaciones resistieron el impacto; al cortar las vías de flujo a las aguas de la inundación a través de la carretera principal, se evitó el daño al puente en la carretera circular. Se aplicaron planes de respuesta para erupciones volcánicas que habían sido adaptados recientemente en la zona, incluidas tres evacuaciones de corta duración. A nivel local, la caída de ceniza causó pérdidas de escasa importancia a las granjas cercanas.

Grímsvötn (2011)

El 21 de mayo de 2011, la erupción explosiva más grande de Islandia en varias décadas comenzó en el Grímsvötn, un volcán cubierto de hielo situado en la parte central occidental de la capa de hielo de Vatnajökull. Hubo un área al sur del volcán que resultó transitoriamente muy afectada por una capa de ceniza. La mayoría de las pérdidas económicas, que no estaban aseguradas, las sufrieron los agricultores. La mayor parte de las pérdidas aseguradas de las granjas fueron poco importantes, tales como daños en revestimientos metálicos, cristales de ventanas, paredes externas y acabados de suelos. A pesar de ser mucho más grande, el impacto general de la erupción del Grímsvötn en 2011 fue mucho menor que el de la del Eyjafjallajökull un año antes. Las principales razones fueron, en primer lugar, que hubo patrones de viento más favorables, lo que tuvo como consecuencia una menor propagación de tefra hacia Europa, y en segundo lugar, que la duración de la erupción explosiva en el Grímsvötn fue corta, de solo unos pocos días, en comparación con los 39 días de la del Eyjafjallajökull.

Bárðarbunga-Holuhraun (2014 - 2015)

La erupción más grande de Islandia desde la gran erupción del Laki en 1783-84 tuvo lugar en las tierras altas centrales y duró seis meses entre septiembre de 2014 y febrero de 2015. El volumen de lava expulsado fue de 1,4 km³ y cubrió 84 km² (Pedersen *et al.*, 2017). Esta erupción fue consecuencia de un gran episodio de fisura que se produjo cuando un segmento de 40 km de la zona volcánica se separó 2 m. El magma vino de debajo del volcán central Bárðarbunga, donde la caldera se hundió 65 metros. Tales derrumbes de caldera no son comunes, pero pueden suceder una vez cada 100-200 años en Islandia. El último episodio importante de fisura antes del de Holuhraun ocurrió en 1975-1984, los incendios de Krafla en el norte de Islandia, con importantes fisuras, intrusiones de diques y erupciones repetidas. Sin embargo, las erupciones en Krafla fueron de un orden de magnitud más pequeño que la erupción en Holuhraun.

Debido a la remota ubicación del Holuhraun en las tierras altas, en el margen norte de la capa de hielo del glaciar Vatnajökull, no se produjeron daños a las viviendas ni a las infraestructuras. Se trató con mucha seriedad el peligro de que la fisura eruptiva se extendiera hacia el sur y por debajo del glaciar y, así, se cerró a los viajes una buena parte de las tierras altas debido a la posibilidad de que se produjeran grandes inundaciones. La emisión de dióxido de azufre fue muy alta y provocó que una gran área alrededor de la erupción fuera peligrosa. La ubicación remota y el periodo en el que tuvo lugar la erupción, otoño / invierno, con vientos más fuertes que en verano, contribuyeron a que los efectos de esta erupción fueran menores de lo que podrían haber sido. Sin embargo, las altas concentraciones de gas causaron trastornos en ocasiones y, de forma puntual, a las personas que vivían en pueblos a más de 100 km del lugar de la erupción, a las que se les ordenó que permanecieran en el interior.

Fagradalsfjall (2021)

En la noche del 19 de marzo de 2021, comenzó una erupción volcánica en un pequeño valle en la montaña Fagradalsfjall en la península de Reykjanes situada en el suroeste de Islandia, a solo 8 km de la ciudad más cercana, cerca de varias infraestructuras importantes y con más del 75 % de la población total de Islandia viviendo a menos de 40 km de este lugar.

La erupción fue precedida por un enjambre de terremotos intensos (miles de terremotos, el mayor de magnitud 5,7) que comenzó 23 días antes del inicio de la erupción y que fue acompañado por una intensa deformación del suelo cuando se produjo una intrusión de dique de 9 km de largo en la corteza.

Según todos los estándares, fue de baja intensidad y solo produjo lava (Figura 5). Las mediciones de superficie de la lava más recientes, del 30 de septiembre de 2021, muestran que la lava ha cubierto aproximadamente 4,85 km² de terreno y que su volumen es de aproximadamente 0,15 km³ (Pedersen *et al.* 2021; Instituto de Ciencias de la Tierra, Universidad de Islandia, 2021). Actualmente (1 de diciembre de 2021), no se ha detectado actividad desde el 18 de septiembre.



Figura 5. El flujo de lava en Fagradalsfjall el 15 de septiembre de 2021, vista hacia el norte. La ciudad de Reykjavík se puede ver a lo lejos. A la izquierda está el dique de desvío construido para evitar que la lava fluyera hacia el oeste.

Fuente: foto de Björn Oddsson.

En los días previos a la erupción se llevó a cabo un exhaustivo trabajo sobre las posibles medidas a tomar para minimizar los daños a las infraestructuras y las áreas pobladas en caso de una erupción efusiva, ya que se consideró improbable que hubiera una erupción explosiva en esta área. Este trabajo incluyó el mapeo de las infraestructuras y la maquinaria disponible para una potencial labor de protección a través, por ejemplo, de la posible construcción de presas de protección y diques de desvío; para realizar este trabajo se contó con la ayuda de modelos informáticos que indicaban la posible dirección y extensión de los flujos de lava. Finalmente, la erupción se produjo en un lugar favorable. Se necesitaría la erupción de volúmenes considerables de lava para que se llenaran los valles cercanos a la erupción antes de que la lava avanzara lo suficiente como para causar daños.

La modelización por ordenador de la evolución de las coladas de lava que ayudaran a predecir la evolución del campo de lava se realizó desde el principio, con simulaciones ajustadas a las tasas de efusión observadas (Figura 6). La viscosidad de la lava y el límite de elasticidad tuvieron que ajustarse periódicamente a medida que evolucionaba la erupción. Por ejemplo, alrededor del 19 de mayo, el flujo pasó de ser predominantemente *a'a* a *pahoehoe*², lo que provocó cambios en los parámetros de modelización. Dado que los distintos tipos de software tienen diferentes puntos fuertes y débiles, el uso de más de un software de modelización de lava demostró ser beneficioso.

(2) Pāhoehoe (del hawaiano [pa:'howe'howe], que significa «lava suave e ininterrumpida»), también deletreada pahoehoe, es lava basáltica que tiene una superficie lisa, ondulante, ondulada o espesa.

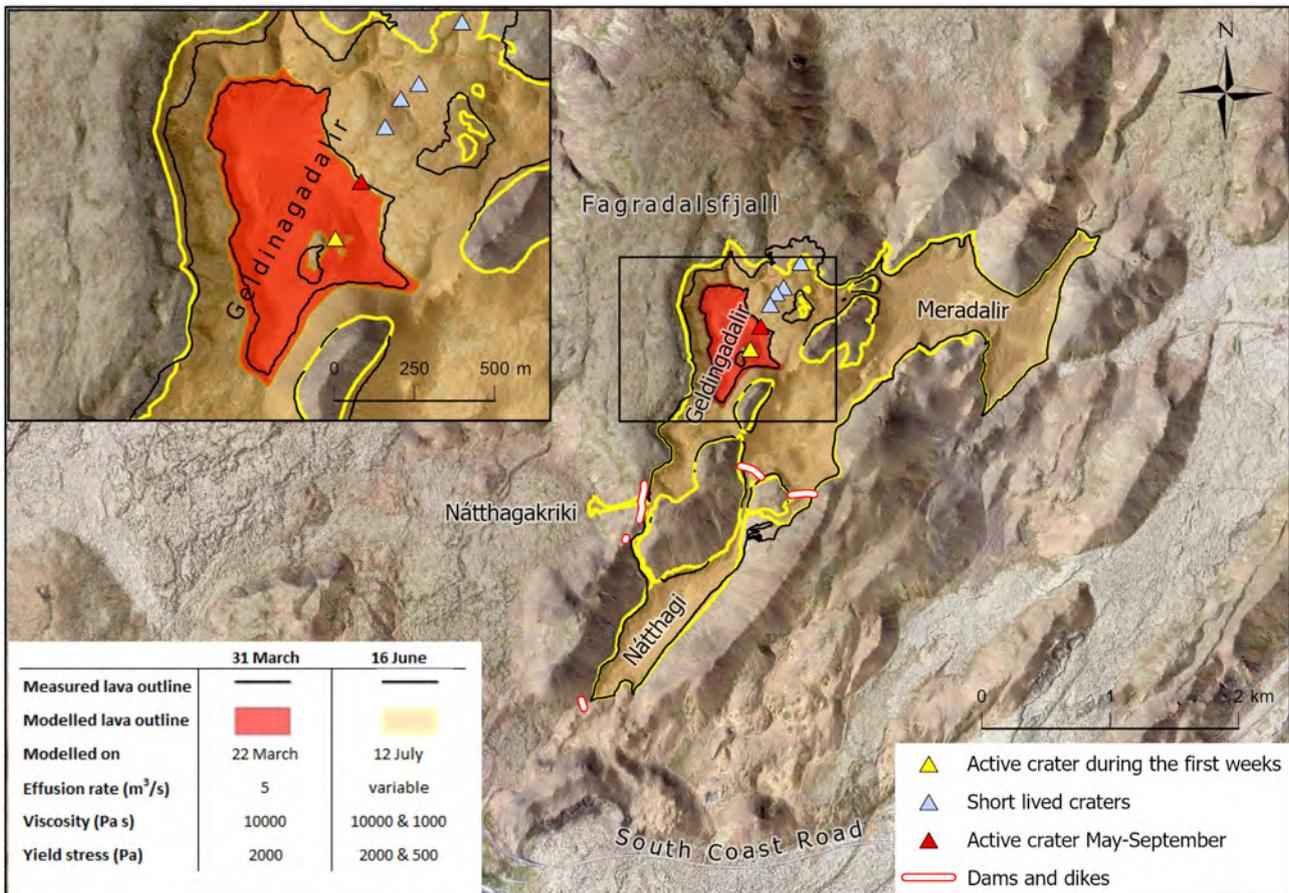


Figura 6. Comparación de la extensión de lava medida y simulada para la erupción en Fagradalsfjall en 2021. Extensión de lava simulada de Verkís Consulting Engineers, simulada en HEC-RAS. El contorno de lava medida se basa en datos del Instituto Islandés de Historia Natural, el Instituto de Ciencias de la Tierra, la Universidad de Islandia y el Servicio Geológico Nacional de Islandia.

Se llevaron a cabo cinco obras de protección: tres presas de retención y dos diques de desvío. Además, se construyeron tres barreras de protección del lugar de trabajo (Work Site Protection Barriers, WSPB) para proteger el área donde se estaba construyendo la presa o el dique.

Los dos primeros WSPB (de 1,5 a 2 m de altura) retrasaron el avance de la lava a'a, permitiendo que el frente de lava se elevara de 2 a 4 m por encima de las barreras. Después de que la lava cambió a pahoehoe (Figura 7), la lava más fluida avanzó tan pronto como superó las barreras.

Los diques de desvío están ubicados a lo largo de una cresta con objeto de prevenir que la lava fluyera hacia el oeste. Los diques evitaron este desbordamiento en tres ocasiones, pero en ese momento la lava era tan alta que es posible que no hubieran resistido una cuarta.

La experiencia obtenida con estos esfuerzos muestra que la progresión de la lava puede verse influida por presas y diques de desvío. Las presas retrasan el avance y son mucho más efectivas contra los flujos a'a que son más viscosos, mientras que los diques de desvío pueden tener un efecto importante en la dirección de propagación, por ejemplo, cuando la lava fluye hacia abajo desde una prominencia topográfica.



Figura 7. Elevación de emergencia de la presa oriental, un día antes del desbordamiento.
Fuente: foto de Ari Guðmundsson.

Seguros contra el riesgo volcánico

Tras la erupción volcánica en Vestmannaeyjar, el gobierno islandés estableció el fondo de ayuda nacional para compensar a los propietarios de edificios por sus daños. Tres años más tarde, el fondo fue reemplazado por el Natural Catastrophe Insurance of Iceland, NTI (Seguro de Catástrofes Naturales de Islandia), que fue fundado como una empresa pública por una ley especial del Alþingi (parlamento) de Islandia. NTI funciona como una compañía de seguros que cobra primas para la prestación de cobertura aseguradora. La compra de un seguro de catástrofes para terremotos, erupciones volcánicas, avalanchas de nieve, deslizamientos de tierra e inundaciones es obligatoria para todos los edificios, así como para contenidos que hayan sido asegurados contra incendios. Los edificios están asegurados de acuerdo con su tasación contra incendios según la evaluación de la Oficina del Registro de la Propiedad y el contenido está asegurado de acuerdo con la autoevaluación de sus propietarios. Dado que el seguro contra incendios de los edificios es obligatorio en Islandia, todos los edificios están igualmente asegurados contra los peligros naturales cubiertos por el programa. La cobertura de catástrofes es una póliza independiente; las compañías de seguros contra incendios cobran las primas junto con las primas contra incendios a cambio de una comisión de cobro. Existe una prima única del 0,25 ‰ del capital asegurado.

Las infraestructuras como obras hidráulicas, sistemas de calefacción geotérmica, sistemas de alcantarillado, instalaciones eléctricas, puentes, instalaciones portuarias y remotes, que normalmente no están asegurados contra incendios, están asegurados por separado (prima de 0,2 ‰) con esta institución.

La póliza solo asegura contra los daños directos resultantes de las catástrofes antes mencionadas. Hay una franquicia del 2 % por daño, así como una franquicia mínima.

A principios del siglo XX se creó un fondo de recursos especiales (Bjargráðasjóður). El fondo es una institución independiente que pertenece por partes iguales al gobierno islandés y a la Asociación de Agricultores de Islandia. El fondo obtiene sus recursos de los presupuestos del Gobierno. Una de las principales funciones del fondo es apoyar financieramente a los agricultores que han sufrido daños relacionados con catástrofes naturales (incluidas las erupciones volcánicas). El sistema incluye propiedades, cercas, campos de césped y tendidos eléctricos relacionados con el sector agrícola. El fondo no cubre daños que sean asegurables, por ejemplo, por NTI.

A pesar de que existe un seguro obligatorio contra erupciones volcánicas proporcionado por NTI y hay establecido un fondo de recursos especial, la protección no es completa. Por ejemplo, la pérdida de beneficios no está cubierta por las compañías de seguros privadas ni por NTI. La póliza de seguro de automóvil a todo riesgo que proporcionan las compañías de seguros privadas tampoco incluye las erupciones volcánicas.

Observaciones finales

La actividad volcánica en Islandia es frecuente y, en ocasiones, provoca eventos de gran magnitud. Algunas partes importantes del país se ven afectadas por determinados fenómenos, en particular por la lluvia de cenizas en las erupciones explosivas. La coexistencia de glaciares y volcanes genera peligros de inundación cuando el hielo se derrite por la actividad geotérmica o durante las erupciones. La densidad de población es muy baja y las tierras altas, donde se desarrolla la mayor parte de la actividad, están despobladas. Como resultado, la mayoría de los eventos de tamaño pequeño a moderado causan poco o ningún daño. Sin embargo, hay ocasiones en las que las erupciones tienen lugar cerca o casi dentro de áreas pobladas, como lo muestra claramente el ejemplo de Vestmannaeyjar (islas Vestman) en 1973.

Una de las principales lecciones aprendidas de los últimos 50 años es que la preparación es muy importante. Los planes de respuesta deben estar preparados de antemano para utilizarse en caso de que ocurra una erupción volcánica. Los planes de respuesta deben estar basados en un sólido conocimiento científico de los peligros. Esto incluye la realización de estudios detallados de las características de las erupciones anteriores, de los tiempos de recurrencia, y de los tipos y magnitudes de eventos esperados para cada volcán.

Los siguientes puntos resumen algunos de los elementos básicos para la preparación y la respuesta en Islandia:

1. Investigación rigurosa, básica y aplicada de los volcanes y sus consecuencias que proporciona una información de vital importancia en la que se basa cualquier respuesta.
2. Planes de respuesta, incluidas las posibles medidas de mitigación para reducir los impactos de eventos, que para Islandia pueden variar desde flujos de lava hasta inundaciones de agua de deshielo glacial.
3. Diálogo activo con los residentes, informándoles de los resultados científicos y asegurando su participación en los planes de respuesta.
4. Colaboración eficaz y fluida entre investigadores, ingenieros y las autoridades de protección civil locales y nacionales; algo que es muy importante cuando se trata de minimizar los daños materiales y económicos.
5. Sistema de seguro sólido para desastres naturales que mejore la resiliencia de la sociedad ante tales eventos.

Agradecimientos

Páll Einarsson y Tinna Hallbergsdóttir leyeron el borrador e hicieron muchos comentarios útiles.

Referencias

- Edwards, B., Magnússon, E., Thordarson, T., Gudmundsson, M.T., Höskuldsson, A., Oddsson, B., Haklar, J. 2012. Interactions between snow/firn/ice and lava/tephra during the 2010 Fimmvörðuháls eruption, south-central Iceland. *J. Geophys. Res.*, 117, B04302. doi:10.1029/2011JB008985.
- Barsotti, S., B. Oddsson, M.T. Gudmundsson, M.A. Pfeffer, M. Parks, B.G. Ófeigsson, F. Sigmundsson, V. Reynisson, K. Jónsdóttir, M.J. Roberts, E.P. Heiðarsson, E.B. Jónasdóttir, P. Einarsson, T. Jóhannsson, Á.G. Gylfason, K. Vogfjörð. 2020. *Operational response and hazards assessment during the 2014-2015 volcanic crisis at Bárðarbunga volcano and associated eruption at Holuhraun, Iceland*. *JVGR*, 390, 106753.
- Einarsson, P. 1991. Umbrotin við Kröflu 1975-89. In: Gardarsson, A., and Einarsson, Á. (eds.). *Náttúra Mývatns*, 96-139.
- Einarsson, P. 2008. Plate boundaries, rifts and transforms in Iceland. *Jökull*, 58, 35-58.
- Einarsson, Th. 1974. Gosið á Heimaey. *Heimskringla*, 55 pp.
- Gudmundsson, M.T. 2005. Chapter 6: Subglacial volcanic activity in Iceland. In: Caseldine, C.J., Russell, A., Hardardóttir, J., and Ó. Knudsen (ed.): *Iceland: Modern processes, Past Environments*, Elsevier, 127-151.
- Gudmundsson, M.T., Sigmundsson, F., Björnsson, H., and Högnadóttir, Þ. 2004. The 1996 eruption at Gjalp, Vatnajökull ice cap, Iceland: efficiency of heat transfer, ice deformation and subglacial water pressure. *Bulletin of Volcanology*, 66: 46-65. DOI: 10.1007/s00445-003-0295-9.
- Gudmundsson, M.T., G. Larsen, Á. Höskuldsson, Á.G. Gylfason. 2008. Volcanic hazards in Iceland. *Jökull*, 58, 251-268.
- Gudmundsson, M.T., Thordarson, T., Höskuldsson, Á., Larsen G., Björnsson, H., Prata, A.J., Oddsson, B., Magnússon, E., Högnadóttir, T., Pedersen, G.N., Hayward, C.L., Stevenson, J.A., Jónsdóttir, I. 2012. Ash generation and distribution from the April-May 2010 eruption of Eyjafjallajökull, Iceland. *Scientific Reports*, 2, 572; DOI:10.1038/srep00572
- Institute of Earth Sciences University of Iceland. 2021. Eruption in Fagradalsfjall Mountain. (7th of November 2021). http://-jardvis.hi.is/eldgos_i_fagradalsfjalli
- Jónsson, B. 2013. Að verjast hraunrennsli með varnargörðum. Í J. Sólnes, F. Sigmundsson, & B. Bessason (Ritstj.), *Náttúruvá á Íslandi: Eldgos og jarðskjálftar* (bls. 420–421). Reykjavík.
- Jónsson, V. K., & Matthíasson, M. 1974. Hraunkæling á Heimaey: Verklegar framkvæmdir. *Tímarit verkfræðingafélags Íslands*, 59(5), 70–83.
- Hreinsdóttir, S., F. Sigmundsson, M.J. Roberts, H. Björnsson, R. Grapenthin, P. Arason, T. Árnadóttir, J. Hólmjárn, H. Geirsson, R.A. Bennett, M.T. Gudmundsson, B. Oddsson, B.G. Ófeigsson, T. Villemin, T. Jónsson, E. Sturkell, Á. Höskuldsson, G. Larsen, T. Thordarson, B.A. Óladóttir. 2014. Volcanic plume height correlated with magma pressure change at Grímsvötn Volcano, Iceland. *Nature Geoscience*, 7, 214-218. doi:10.1038/ngeo2044
- Larsen, G. 2002. A brief overview of eruptions from ice-covered and ice-capped volcanic systems in Iceland during the past 11 centuries: frequency, periodicity and implications. In *Volcano-Ice Interactions on Earth and Mars* (eds. Smellie, J.L. and Chapman, M.G.) Geological Society, London, Special Publications 202, 81-90.
- Oddsson, B., Gudmundsson, M.T., Larsen, G., Karlsdóttir, S. 2012. Monitoring the plume from the basaltic phreatomagmatic 2004 Grímsvötn eruption – application of weather radar and comparison with plume models. *Bull. Volc.* 74, 1395-1407. DOI:10.1007/s00445-012-0598-9.

Pedersen, G.B.M., A. Höskuldsson, T. Dürig, T. Thordarson, I. Jónsdóttir, M.S. Riishuus, B.V. Óskarsson, S. Dumond, E. Magnússon, M.T. Gudmundsson, F. Sigmundsson, V.J.B. Drouin, C. Gallagher, R. Askew, J. Gudnason, W.M. Moreland, P. Nikkola, H.I. Reynolds, J. Schmith. 2017. Lava field evolution and emplacement dynamics of the 2014-2015 Holuhraun eruption, Iceland. *J.V.G.R.* doi: 10.1016/j.jvolgeores.2017.02.027

Pedersen, G.B.M., *et al.* 2018. Hekla volcano, Iceland, the 20th Century: Lava volumes, production rates and effusion rates. *Geophys. Res. Letters*, 45, <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2017GL076887>

Pedersen, G.B.M, M.T. Gudmundsson, B.V. Óskarsson, J.M.C. Belart, N. Gies, Th. Högnadóttir, Á.R. Hjartardóttir, T. Düring, H.I. Reynolds, G. Valsson, C.W. Hamilton, A. Gunnarsson, V. Pinel, E. Berthier, E. Magnússon, P. Einarsson, B. Oddsson. 2021. Volume, discharge rate and lava transport at Fagradalsfjall eruption 2021: Results from near-real time photogrammetric monitoring. American Geophysical Union Fall Meeting. December 2021.

Sæmundsson, K. 1991. Jarðfræði Kröflusvæðisins. In: Gardarsson, A., and Einarsson, Á. (eds.). *Náttúra Mývatns*, 24-95.

Thordarson, T., S. Self. 2003. Atmospheric and environmental effects of the 1783-1784 Laki eruption, Iceland: a review and reassessment. *J. Geophys. Res.*, 103, 27411-27445. 108(D1), 10.1029/2001D002042.

Thordarson, T., G. Larsen. 2007. Volcanism in Iceland in historical time: Volcano types, eruption styles and eruptive history. *J. Geodyn.*, 43, 118-152.

La gestión del riesgo volcánico en Japón

Masaaki Nagamura

Socio, Iniciativas Internacionales
Tokio Marine Holdings, Inc.

La actividad volcánica en el archipiélago japonés

Japón es el cuarto país del mundo con más volcanes activos, 111, tras los Estados Unidos, Rusia e Indonesia. Aunque la superficie de Japón es el 0,25 % de la total del planeta, posee el 7 % de los volcanes activos. El archipiélago japonés se sitúa en el encuentro entre cuatro placas tectónicas, lo que explica la frecuencia con la que ocurren terremotos y erupciones volcánicas. Los volcanes activos se alinean con los bordes de placa, muchos de los cuales se sitúan de forma paralela a la fosa que crea la placa del océano Pacífico, hundiéndose bajo las islas de Japón. Una alineación similar es apreciable a lo largo de la fosa de Nankai, formada por la placa oceánica de Filipinas. Se observan tres tipos de erupciones, a saber: magmáticas, freatomagmáticas y freáticas. En términos de productos volcánicos, se clasifican en siete tipos: cenizas volcánicas y lapilli, depósitos de cenizas, gases volcánicos, flujos de barro y partículas, flujos de lava, flujos piroclásticos y colapsos del terreno y desprendimientos.

La Agencia Meteorológica de Japón (JMA) define cinco tipos de niveles de alerta volcánica basados en la zona objetivo y las acciones a adoptar definidas según medidas prácticas.

Con un nivel de alerta 5 hay riesgo de gran erupción que implica evacuación. En el momento de escribir estas líneas, no hay ningún volcán con niveles de alerta 4 o 5. Hay tres clasificados como nivel 3 y cinco clasificados como nivel 2.

Sistema de alerta volcánica de Japón

De los 111 volcanes activos, 47 están sometidos a vigilancia y observación constante.

La Agencia Meteorológica de Japón (JMA) define cinco tipos de niveles de alerta volcánica basados en la zona objetivo y las acciones a adoptar definidas según medidas prácticas.

Con un nivel de alerta 5 hay riesgo de gran erupción que implica evacuación. En el momento de escribir estas líneas, no hay ningún volcán con niveles de alerta 4 o 5. Hay tres clasificados como nivel 3 y cinco clasificados como nivel 2.

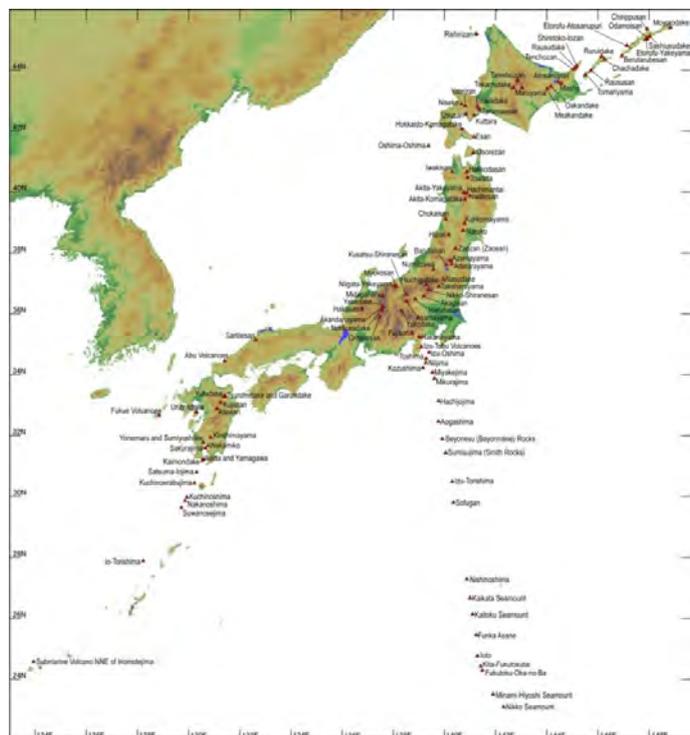


Figura 1. Volcanes activos de Japón.
Fuente: Agencia Meteorológica de Japón (JMA).

Clasificación	Término abreviado	Área objetivo	Niveles y claves		Explicación		
					Actividad volcánica esperada	Medidas a tomar por los residentes	Medidas a tomar por los montañistas
Aviso de emergencia	Emergencia volcánica en área residencial	Áreas residenciales y no residenciales cercanas al cráter	NIVEL 5 Evacuar		Erupción o erupción inminente que puede causar daños serios en áreas residenciales y no residenciales cercanas al cráter	Evacuación de la zona de peligro (las áreas objetivo y las medidas de evacuación se determinan de acuerdo con la actividad volcánica en curso)	
			NIVEL 4 Prepararse para evacuar		Posibilidad o posibilidad en aumento de erupción que puede causar daños serios en áreas residenciales y no residenciales cercanas al cráter	Preparación para evacuar las áreas de alerta. Evacuación de las personas discapacitadas (las áreas objetivo y las medidas de evacuación se determinan de acuerdo con la actividad volcánica en curso)	
Aviso	Emergencia volcánica cerca del cráter	Áreas no residenciales cerca del cráter	NIVEL 3 No aproximarse al volcán		Erupción o posibilidad de erupción que puede afectar gravemente a lugares cercanos a áreas residenciales (posible amenaza para la vida en dichas áreas)	Esperar y prestar atención a los cambios en la actividad volcánica. Preparación de las personas discapacitadas para evacuar de acuerdo con la actividad volcánica en curso	Abstenerse de entrar en la zona de peligro (las áreas objetivo se determinan de acuerdo con la actividad volcánica en curso)
		Alrededor del cráter	NIVEL 2 No aproximarse al cráter		Erupción o posibilidad de erupción que puede afectar a áreas cerca del cráter (posible amenaza para la vida en dichas áreas)	No se requieren medidas	Abstenerse de acercarse al cráter (las áreas objetivo alrededor del cráter se determinan de acuerdo con la actividad volcánica en curso)
Previsión	Previsión	Dentro del cráter	NIVEL 1 Probabilidad de aumento de la actividad		Calma. posibilidad de emisión de cenizas volcánicas u otros fenómenos en el cráter (posible amenaza para la vida en el cráter)		Sin restricciones (en algunos casos, puede ser necesario abstenerse de acercarse al cráter)

Figura 2. Niveles de alerta volcánica.

Fuente: JMA.

Principales erupciones volcánicas y lecciones aprendidas

Las tres erupciones siguientes son casos destacables que han propiciado discusiones sobre las políticas de gestión a adoptar.

Unzendake

El volcán Unzendake, situado en la prefectura de Nagasaki en la isla de Kyushu, ha estado activo durante 500 años. En la actualidad se recuerdan las erupciones de vapor que se produjeron entre 1990 y 1991. La más destacable fue la erupción del 3 de junio de 1991, acompañada de una gran cantidad de flujo piroclástico, que se desplazó a más de 100 km/h y que causó 43 muertes. Las cenizas volcánicas se convirtieron en un flujo de detritos que a continuación produjeron daños importantes en una localidad próxima al volcán, llegando a afectar a 579 propiedades. Las cenizas volcánicas no solo llegaron a la ciudad de Shimabara, sino también a Nagasaki.

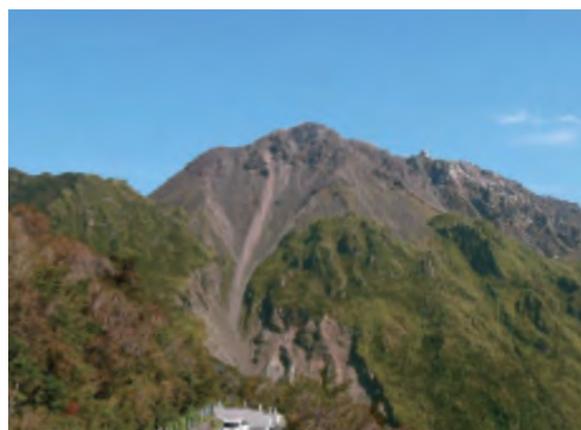


Figura 3. Unzendake.

Fuente: JMA.

Antes de la erupción, la naturaleza destructiva del flujo piroclástico era poco conocida. El flujo piroclástico resultó extenderse por un área más extensa que los depósitos de cenizas. La situación forzó a la evacuación de las poblaciones próximas y, en su máximo, el número de evacuados llegó a ser de 11.000 personas. La erupción cesó en 1995, cuando se habían producido 9.400 flujos piroclásticos, lo que prolongó los días en los que se hizo necesaria la evacuación.

A menudo se cita el número de fallecidos para enfatizar la naturaleza trágica del evento. Sin embargo, cabe destacar que el director del observatorio lanzó oportunamente un aviso a los residentes locales una semana antes de la erupción, lo que salvó la vida de entre 200 y 300 personas. Las víctimas fueron aquellos que, conscientemente, permanecieron en la zona de peligro pese a la alerta. Por lo tanto, este evento es reconocido como un caso que demuestra el valor de una gestión eficaz del riesgo volcánico.

Usuzan

El volcán Usuzan se sitúa en la sección suroccidental de Hokkaido, la isla más al norte del archipiélago. Ha estado activo desde hace unos 110.000 años. En las últimas décadas, entró en erupción el 31 de marzo de 2000, seguido por otro foco eruptivo en una sección distinta del sistema volcánico al día siguiente. Conjuntamente, los eventos produjeron daños en instalaciones fabriles y propiedades residenciales de una población próxima, forzando a la evacuación de aproximadamente 16.000 residentes y turistas. La alerta se dio a tiempo para la evacuación, por lo que no se produjeron muertos ni heridos.

El éxito de la evacuación se atribuye al conocimiento previo de los terremotos que precedieron a la erupción y a la existencia de vulcanólogos específicos que jugaron un papel fundamental para alertar a las autoridades locales a tiempo.

Ontakesan

La mayor lección que Japón ha aprendido en las últimas décadas ha sido la resultante de la erupción del Ontakesan, que se sitúa en la frontera entre las prefecturas de Nagano y Gifu, en la parte central de la isla de Honshu. El 27 de septiembre de 2014, el Ontekesan entró en erupción y causó la muerte o desaparición de 63 personas, haciendo de esta la erupción más mortífera desde el final de la Segunda Guerra Mundial. Dado que era un ascenso muy popular entre los montañeros, había más de 200 personas en la zona en el momento de la erupción que adoptó la forma de erupción freática que se considera menos predecible en comparación con las erupciones magmáticas. Se observó un aumento en terremotos vulcanogénicos entre el 10 y el 11 de septiembre que dio lugar a la emisión de una «Nota informativa sobre el estado de la actividad volcánica». Dado que no había otros síntomas de irregularidad más allá de los terremotos, no se hizo ningún cambio al nivel de alerta volcánica 1 «normal», que en realidad se define como «calma en términos de actividad volcánica, sin embargo peligroso en el cráter».

El trágico evento generó la creación de un Grupo de Trabajo sobre la Promoción de Medidas de Prevención de Desastres Volcánicos por parte del Comité Ejecutivo de Prevención de Desastres de la Conferencia Central de Prevención de Desastres. El grupo de trabajo respondió con la propuesta de medidas correctivas al sistema de prevención de desastres volcánicos, que se publicó el 26 de marzo de 2015. Las propuestas cubrieron los seis temas siguientes: 1) reforzar el sistema nacional de gestión del riesgo volcánico; 2) reforzar las capacidades de observación y mejorar las metodologías de evaluación técnica; 3) implementar un sistema más claro de comunicación del riesgo; 4) introducir un protocolo de evacuación apropiado; 5) promover la educación y la difusión del conocimiento sobre los riesgos de las erupciones volcánicas y; 6) reforzar la investigación sobre los volcanes y el desarrollo de los recursos humanos.



Figura 4. Usuzan.
Fuente: JMA.

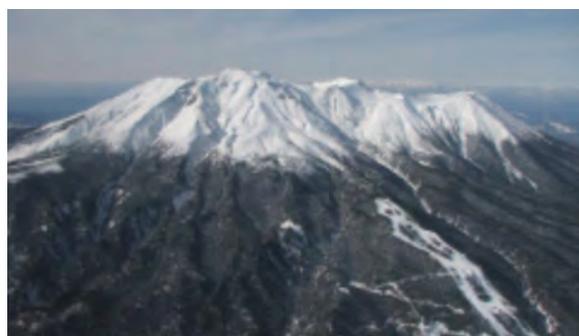


Figura 5. Ontakesan.
Fuente: JMA.

¿Cómo se ofrece cobertura aseguradora?

En Japón, el riesgo de erupción volcánica se ofrece de manera conjunta con el de terremoto, aunque hay algunas excepciones. La más notable es que la ceniza volcánica se excluye normalmente de las extensiones de las pólizas comerciales de bienes, puesto que las aseguradoras tienden a evitar grandes cúmulos de este riesgo. La siguiente tabla resume cómo se cubren los daños por erupción volcánica en los principales ramos del seguro.

Ramos del seguro	Parte de cobertura	Cenizas volcánicas	Otra distinta de las cenizas volcánicas	Descripción de la cobertura por cenizas volcánicas
Bienes comerciales (Extensión de cobertura)	Aprobación	Excluido	Cubierto	N/A
Bienes residenciales (Fuego a consecuencia de terremoto)	Estándar	Solo resultante del fuego	Solo resultante del fuego	Solo se cubren las pérdidas resultantes de un incendio debido a la fijación o acumulación de cenizas volcánicas
Automóviles (Nota)	Aprobación	Solo pérdidas totales	Solo pérdidas totales	Hay casos en los que solo se cubre la pérdida total debida al rayado de la superficie o a la acidificación
Accidentes personales	Aprobación	Cubierto	Cubierto	Por ejemplo, problemas de salud en los ojos, la nariz, la garganta o los bronquios debido a la adherencia o la inhalación de cenizas volcánicas
Transporte marítimo	Estándar	Cubierto	Cubierto	Se cubren las pérdidas en transporte, como p. ej. vehículos terminados, debido a raspaduras en la superficie o acidificación debida a las cenizas volcánicas.
Transporte terrestre	Aprobación	Cubierto	Cubierto	Se cubren las pérdidas de transporte, como p. ej. vehículos terminados, debido a raspaduras en la superficie o acidificación debida a las cenizas volcánicas
Aviación	Estándar	Cubierto	Cubierto	Por ejemplo, responsabilidad a terceros causadas por mal funcionamiento del motor o daños a la propiedad resultantes de la absorción de cenizas volcánicas

Nota: Solo en caso de que exista una aprobación de la pérdida total del vehículo por terremoto, erupción volcánica y tsunami.

Figura 6. Cobertura aseguradora del riesgo de erupción volcánica en Japón.

Con un número limitado de eventos de erupciones volcánicas catastróficas desde el comienzo del seguro comercial, no se han registrado casos en los que las indemnizaciones del seguro hayan generado debate público. Sin embargo, los riesgos de erupción volcánica, particularmente la caída de cenizas, puede producir grandes pérdidas económicas, cuyo impacto potencial requiere de mucha atención en términos de evaluación del riesgo y de control de cúmulos.

Evaluación del riesgo de erupción volcánica

A partir del conocimiento de que la erupción volcánica puede producir daños socioeconómicos de gran escala, el sector asegurador japonés lleva años realizando investigaciones al respecto. La siguiente descripción ilustra un estudio dirigido en 2019 por la Organización General para la Tarificación del Seguro en Japón (*General Insurance Rating Organization of Japan*, GIROJ), titulado «Evaluación del grado de riesgo de desastre volcánico basado en las erupciones históricas». El estudio se centra en dos aspectos: la capacidad de producirse pérdidas según tipo de daño eruptivo volcánico y la evaluación de la peligrosidad volcánica según el registro de erupciones históricas.

De los 111 volcanes activos identificados, el estudio se centró en 86 con registros eruptivos relativamente creíbles. Tuvo en cuenta 125.000 años de registros para las erupciones de gran escala (Índice de Explosividad Volcánica –VEI– 6 y superior) y de 15.000 años para erupciones ordinarias (de VEI 5 o inferior).

El espectro de fenómenos volcánicos abarcaba cenizas volcánicas, flujos de lava, avalanchas de derrubios y depósitos de cenizas para la evaluación de la peligrosidad. En el caso de erupciones significativas, normalmente vienen acompañadas de varios tipos de fenómenos, como cenizas volcánicas, flujos de lava y flujos piroclásticos. El estudio, tras considerar 86 volcanes activos, generó mapas de peligrosidad para 105 eventos de erupción de 32 volcanes.

Potencial de pérdidas por tipo de daño de erupción volcánica

A la hora de evaluar el potencial de pérdida según el tipo de daño de la erupción volcánica, la extensión del daño en las propiedades residenciales se clasificó en cuatro categorías: «pérdida total», «gran pérdida», «media pérdida» y «pérdida parcial» para cada fenómeno eruptivo. En cuanto al flujo piroclástico, flujo de lava, avalancha de derrubios y formación de un cráter, el potencial de daño, tanto para estructuras de madera como no de madera, se consideró como 1,0 (100 %). En términos de daños a las edificaciones producidos por la acumulación de cenizas volcánicas la probabilidad de pérdida total en una estructura de madera se estableció en 1,0 para una acumulación de 1 m, en 0,5 para una de 50 cm; en 0,3 para una de 30 cm y en 0,1 para una de 10 cm. Las cifras para las estructuras no de madera se importaron de las estadísticas de inundación, con cifras comprensiblemente menores para cada altura de acumulación. El grado de acumulación de cenizas volcánicas y el potencial de daño a las estructuras se resume en la tabla siguiente:

Acumulación de cenizas volcánicas	Consecuencias típicas
1 cm	Conducir un vehículo se vuelve difícil. El transporte público se ve afectado.
2 cm	Muchas personas sienten trastornos bronquiales.
2-3 cm	Se interrumpe el sistema de transporte público.
10 cm	Daños a estructuras viejas de madera, como derrumbes de tejados.
20-30 cm	La mayoría de las estructuras de madera sufren daños.
50 cm	Más de la mitad de las estructuras de madera se derrumban.
1 m	La mayoría de las estructuras de madera se derrumban.

Figura 7. Acumulación de cenizas volcánicas y sus consecuencias para las estructuras.
Fuente: GIROJ.

Los depósitos de cenizas tienen más efecto destructor, puesto que caen desde muy alto. Un depósito de cenizas de buen tamaño que penetre a través del tejado de una vivienda es muy probable que produzca una pérdida total. La probabilidad de un daño estructural total debida a la acumulación de depósitos de ceniza se resume de la siguiente manera:

Distancia desde el cráter	Ratio de daños estructurales totales
0-1 km	0,17
1-2 km	0,034
2-3 km	0,0079
3-4 km	0,00035

Figura 8. Proporción de daños estructurales totales debidos a depósitos de ceniza.

Fuente: GIROJ.

Evaluación del grado de riesgo de desastre volcánico basada en las erupciones históricas

Una vez disponibles los mapas de peligrosidad desarrollados a partir de erupciones históricas y capacidad de pérdida según tipo de daño, se puede realizar una suposición del número de viviendas dañadas por evento eruptivo, tomando como referencia el número de viviendas por cuadrícula de 250 m disponible a partir de datos catastrales. La división de la suma de propiedades dañadas entre el número de años que se considere (15.000 para erupciones ordinarias y 125.000 para erupciones de gran escala) arroja el número esperable de viviendas potencialmente dañadas al año. Aplicando la fórmula a los 105 eventos eruptivos y totalizando los resultados se obtiene el número total anual de viviendas potencialmente dañadas, pudiendo obtenerse así una estimación de la media nacional del riesgo volcánico. La tabla siguiente sintetiza los resultados:

Categoría de erupción	Viviendas con daños (A)	Viviendas con daños (A) Media anual de viviendas con daños (B) $B=A/N^{\circ}$ años considerados	Ratio de daños medios anuales por vivienda (C) (por mil) $C=B/D \times 1.000$
Erupción ordinaria (n° de años considerados: 15.000)	2.939.256	196	0,0037
Erupción a gran escala (n° de años considerados: 125.000)	69.572.590	557	0,0104
Combinación gran escala + ordinaria	-	753	0,0141
Total nacional de hogares (catastro 2015) (D)			53.331.797

Figura 9. Resumen de la evaluación del riesgo de desastre volcánico.

Fuente: GIROJ.

Gestión del riesgo de erupción volcánica

Ley sobre medidas especiales para volcanes activos

Como se trató con anterioridad, la erupción del Ontakesan en 2014 propició un debate a nivel nacional para el refuerzo de la gestión del riesgo volcánico, que culminó en una revisión de la Ley sobre medidas especiales para volcanes activos. La Ley se constituye sobre tres pilares, que son: 1) redefinir la evacuación preventiva de comunidades en situaciones de alerta de desastre volcánico; 2) reforzar la cooperación mutua entre instituciones de investigación vulcanológica y desarrollo de recursos expertos sobre vulcanología, y; 3) obligar a los gobiernos locales y a los escaladores a practicar medidas de autoprotección.

Sobre el primer pilar, que implica la redefinición de la evacuación preventiva, el gobierno nacional se reserva el derecho de designar los distritos de alerta de desastre volcánico. Una vez designados, se requiere al gobierno local correspondiente que convoque y organice el Consejo de Prevención de Emergencias Volcánicas, que está formado por representantes de la administración local, el observatorio meteorológico correspondiente, la oficina de desarrollo del distrito, las fuerzas de autodefensa de Japón, los cuerpos de seguridad, bomberos, vulcanólogos y oficinas de turismo. La Ley también exige a los gobiernos locales que desarrollen estos cuatro puntos: 1) un protocolo para recopilar y difundir información sobre la actividad volcánica y que alerte a la población; 2) una serie de elementos que se deben incorporar de forma habitual en las reuniones municipales de prevención de desastres; 3) aspectos a considerar para coordinar la evacuación y el rescate entre límites municipales, y; 4) otros aspectos que involucren un sistema de evacuación preventiva destinado a evitar fallecimientos o daños personales por la erupción volcánica en el distrito bajo alerta.

El segundo pilar obliga a que tanto el gobierno nacional como los locales refuercen las instalaciones y las organizaciones dedicadas a la investigación y a la observación de las actividades volcánicas, mejorando la cooperación mutua entre universidades y *think tanks* de forma paralela al refuerzo y dotación de los recursos humanos con la experiencia necesaria. También se identifica la necesidad de que el gobierno central promueva la investigación en tecnologías científicas en el campo de la predicción de la actividad volcánica.

El tercer pilar está centrado en los montañeros. La revisión de la Ley no solo obliga a que los gobiernos locales correspondientes hagan el esfuerzo de recoger información sobre los montañeros, sino a que estos mismos se informen de la probabilidad de erupción volcánica y que tomen las medidas necesarias para permitir una evacuación rápida y diligente en momentos de emergencia, que incluya la garantía de disponer de un medio para ponerse en contacto con las oficinas locales.

En la actualidad, 49 volcanes de 23 prefecturas han sido designados como distritos de alerta volcánica.

Avances en investigación vulcanológica y desarrollo de recursos humanos

En respuesta a la actualización legal, el Ministerio de Educación, Cultura, Deportes, Ciencia y Tecnología (MEXT, por sus siglas en inglés) lanzó el «Programa integrado para la nueva generación de investigación vulcanológica y el desarrollo de recursos humanos» como un plan a diez años que comenzó en 2016. La finalidad del programa es promover la investigación integrada en vulcanología que incluya la observación, la predicción y las medidas preventivas mediante la unificación de los datos de observación volcánica y la sólida formación de vulcanólogos. El programa se centra en el desarrollo de cuatro áreas de experiencia, que son: un sistema compartido de datos de observaciones volcánicas, tecnología de observación volcánica de última generación, tecnologías predictivas para las erupciones volcánicas y tecnología para la prevención de desastres volcánicos. De forma paralela a la promoción de la investigación, existe el proyecto de crear un consorcio para la investigación vulcanológica y el desarrollo de recursos humanos, puesto que los investigadores en vulcanología están dispersos por todo el país.

Evaluación del riesgo de caída de cenizas

Pese a la concentración de volcanes activos, el país no ha experimentado una gran erupción que haya supuesto una gran caída de cenizas en los tiempos modernos. Sin embargo, los registros nos indican que hubo erupciones que produjeron caída de cenizas sobre amplias zonas, como la erupción Hoei en el monte Fuji en 1707 y la erupción Taisho en el Sakurajima de 1914. Sin embargo, la cuestión de cómo responder a los retos potenciales de la caída de cenizas no fue resuelta por la revisión legal comentada con anterioridad.

Para avanzar en el debate, el Comité de Gestión de Desastres del Consejo Central de Gestión de Desastres creó el Grupo de Trabajo sobre Medidas a Adoptar frente a la Caída de Cenizas en Áreas Extensas Producidas por Erupciones Volcánicas de Grandes Dimensiones en agosto de 2018. Hay una preocupación creciente por la dificultad de mantener en funcionamiento áreas muy industrializadas o ciudades muy pobladas bajo una acumulación importante de cenizas. Por lo tanto, se le encomendó al grupo de trabajo que estudiara cómo se verían afectadas las infraestructuras urbanas por una caída importante de cenizas y qué medidas deberían ponerse en marcha para facilitar, tanto al gobierno nacional como a los gobiernos locales, el desarrollo de sus protocolos de gestión de desastre. El grupo de trabajo respondió con la publicación, en abril de 2020, de sus conclusiones en el informe «Medidas contra la caída de cenizas en áreas extensas como consecuencia de una erupción volcánica importante: caso de estudio de una erupción en el monte Fuji».

El estudio del grupo de trabajo se basó en tres patrones de viento hipotéticos después de una erupción del monte Fuji. La existencia de registros de erupción del monte Fuji, incluida la de 1707 que afectó a Edo, hoy Tokio, facilitó la selección de los escenarios.

A partir de las experiencias pasadas, los impactos posibles de la caída de cenizas sobre los servicios públicos se pueden resumir de la siguiente manera:

Ferrocarriles	Los trenes en superficie dejan de funcionar incluso con una pequeña cantidad de acumulación
Carreteras	Los vehículos de 2 ruedas motrices no pueden circular con una acumulación de 10 cm o más en condiciones secas, o 3 cm o más en condiciones de humedad.
Necesidades diarias	Los alimentos, el agua potable y otros artículos de primera necesidad se agotan en las comunidades pobladas.
Transporte	Los viajeros quedan inmobilizados debido a la paralización del transporte público y a la congestión vial resultante.
Electricidad	Cortes de energía con una acumulación de 0,3 cm o más en mojado. Incluso en condiciones secas, la generación de energía se ve afectada con una acumulación de 2-3 cm.
Telecomunicaciones	La congestión de la línea telefónica se produce poco después de la erupción.
Suministro de agua	Las fuentes hídricas de origen sufren contaminación, lo que hace que el agua del grifo no sea potable.
Alcantarillado	Los tubos de desagüe se obstruyen y provocan el desbordamiento del alcantarillado.
Edificios	Las edificaciones de madera se derrumban con una acumulación de 30 cm o más en mojado.
Salud humana	Irritación de ojos, nariz, garganta o bronquios.

Figura 10. Impactos de la caída de cenizas sobre los servicios públicos.

La continuidad de los medios de transporte se considera fundamental para el proceso de recuperación, que implica la evacuación de los habitantes y la provisión de sus necesidades básicas diarias. El patrón de viento que tiene mayor potencial para afectar a la mayor cantidad de población y de bienes supondría que se necesitarían tres días antes de que los equipos para eliminar la ceniza alcanzasen los servicios públicos esenciales y comenzasen el barrido de las arterias principales.

El tratamiento de las cenizas recogidas también debería tenerse previsto de antemano. Los precedentes recientes indican que las cenizas se depositaron en vertederos o se utilizaron para el relleno de terrenos. En el peor de los casos considerados, la cantidad de cenizas podría ser de hasta 490 millones de metros cúbicos.

El informe recomienda que las oficinas pertinentes del gobierno y los operadores de infraestructuras trabajen conjuntamente para poner en marcha medidas de alivio que minimicen las pérdidas y que eviten la ocurrencia de altercados sociales.

La revisión del mapa de peligrosidad del monte Fuji

El Consejo de prevención de desastres del monte Fuji se creó en junio de 2012 por los gobiernos de las tres prefecturas que lo rodean, Yananashi, Shizuoka y Kaganawa. El trabajo del Consejo se ha centrado en la revisión del mapa de peligrosidad del monte Fuji que se había preparado originalmente por entidades del gobierno nacional como respuesta a una serie de terremotos de baja frecuencia que se observaron bajo la montaña.

El mapa de peligrosidad revisado del monte Fuji tiene dos componentes: un mapa desglosado, que ilustra actividades volcánicas como las coladas de lava o el flujo piroclástico, asistido por una simulación numérica y un mapa de probabilidad que es una superposición de cartografías históricas que permiten visualizar la máxima extensión y el tiempo mínimo de llegada de cada actividad volcánica de una forma completa para representar el área con sus peligros potenciales.

Así, el mapa de peligrosidad volcánica es fundamental para disponer de los medios eficaces para la prevención de desastres. El Consejo estableció, por tanto, un plan de trabajo a tres años para la revisión del mapa de peligrosidad del monte Fuji y publicó el resultado en marzo de 2021. La revisión incorpora mejoras como: 1) el aumento del rango estimado del cráter; 2) la extensión del periodo de estudio histórico de 3.200 y 5.600 años; 3) la mejora de la granularidad de la topografía de 200 a 20 m para el flujo de lava y a 50 m para el flujo piroclástico; 4) el aumento de la cantidad de flujo de lava después de una gran erupción de 700 millones de metros cúbicos a 1.300 millones de metros cúbicos; 5) el aumento del flujo piroclástico de 2,4 millones de metros cúbicos a 10 millones de metros cúbicos y 6) la actualización del registro histórico sobre colapsos de área.

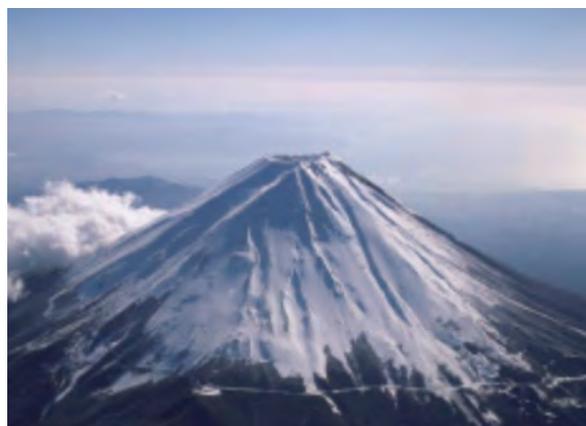


Figura 11. Monte Fuji.
Fuente: JMA.

Estado de las tecnologías predictivas

El Comité de Coordinación para la Predicción de Erupciones Volcánicas, creado en 1974 bajo los auspicios de la Agencia Meteorológica de Japón, está compuesto por científicos y expertos de varios servicios públicos. El Comité se reúne dos veces al año para actualizarse mutuamente con la actividad de los 47 volcanes seleccionados. Después de la erupción del Ontakesan de 2014, el Comité creó el «Grupo de Estudio para la Observación Volcánica Sistemática» con la finalidad de reforzar la vigilancia de los volcanes activos. El comité utiliza sistemas globales de navegación por satélite (Global Navigation Satellite Systems, GNSS), que son útiles para la detección de los precursores de una erupción, vigilando los cambios en la inflación o deflación de los edificios volcánicos originados por la actividad magmática.

Consideraciones futuras

La naturaleza impredecible y particular para cada caso del riesgo de erupción volcánica hace que sea particularmente difícil justificar los costes y los recursos necesarios para invertir en investigación avanzada y reclutar a expertos específicos para que tomen medidas precautorias frente a eventos catastróficos futuros. Incluso en Japón, en la Ley de Medidas Especiales para Volcanes Activos se reconoció la importancia de la creación de capacidad. El esfuerzo nacional para invertir más en investigación y para la formación de vulcanólogos es un paso en la dirección adecuada. Sin embargo, es necesario dedicar más atención pública al refuerzo de este desarrollo.

La industria aseguradora ha estado acumulando experiencias para la evaluación del riesgo de erupción volcánica, tanto a través de las organizaciones sectoriales como a nivel de compañía. Por ejemplo, ofreciendo asistencia a las empresas y a los gobiernos locales para el diseño de sus planes de continuidad de negocio, que se lleva a cabo como parte de las actividades diarias de las compañías aseguradoras. La erupción volcánica atrae cada vez más atención entre las empresas que operan en el área metropolitana de Tokio por su exposición potencial a la caída de cenizas, lo que hace necesario que dispongan de un plan de continuidad de negocio adecuado. Se espera que el sector siga contribuyendo al esfuerzo nacional para estar mejor preparados ante el próximo evento de erupción catastrófica, aprovechando al máximo sus capacidades de evaluación de riesgos.

Referencias

- Japan Meteorological Agency, «[Volcano monitoring and disaster mitigation](#)».
- Working Group on Promoting Volcanic Disaster Prevention Measures, «Promoting volcanic disaster prevention countermeasures based on Ontakesan eruption».
- Working Group on Countermeasures for Wide-Area Ash Falls from Major Volcanic Eruptions, «Countermeasures for Wide-Area Ash Falls from Major Volcanic Eruptions-With Mt.Fuji's Eruption as a Model Case».
- Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, «[Integrated Program for Next Generation Volcano Research and Human Resource Development](#)».
- General Insurance Rating Organization of Japan, «Assessment on the degree of volcanic disaster risk based on historical eruption».
- Act on Special Measures for Active Volcanoes.

Gestión del riesgo volcánico y seguro en Nueva Zelanda

Jo Horrocks y Annah Chisholm

The Earthquake Commission | Kōmihana Rūwhenua

Introducción

Los vulcanólogos, los gestores de emergencia y los aseguradores neozelandeses contemplan con interés la erupción de este año en curso en La Palma, Islas Canarias, bien conscientes de que un escenario así podría suceder en este país.

Nueva Zelanda no ha experimentado una erupción con daños como la que se está viendo en La Palma a la hora de escribir estas líneas. Tampoco ha experimentado eventos como las coladas de lava del Kilauea, Hawái, en 2018, el tsunami vulcanogénico causado por el Anak Krakatoa, Indonesia, en 2018, la gran emanación de cenizas del volcán Taal, Filipinas, en 2020 o el Calbuco, Chile, en 2015. Pero sabemos que todo esto podría pasar y nos estamos preparando activamente para esa eventualidad.

En este artículo trataremos de la experiencia reciente en eventos volcánicos en Nueva Zelanda, del estado de la ciencia y el conocimiento de los volcanes y de la preparación de los distintos actores para estos eventos. Abordaremos el modelo público-privado de seguro neozelandés, incluyendo la cobertura aseguradora de los eventos volcánicos. Trataremos la revisión reciente de la política operativa, que pretende aprovechar las lecciones aprendidas de la siniestralidad producida por la secuencia sísmica de Christchurch y aplicarla a otros peligros. Por último, revisaremos el riesgo de Nueva Zelanda y la capacidad de modelización de daños, incluyendo cómo estamos intentando cuantificar las pérdidas posibles para futuros episodios eruptivos.

La Earthquake Commission es la aseguradora pública de Nueva Zelanda. Además de proporcionar cobertura aseguradora de primer riesgo para los desastres naturales, también invertimos en investigación sobre los peligros naturales, incluyendo la reducción del impacto de los peligros, la creación de resiliencia y la protección del bienestar y de la prosperidad de los neozelandeses.

Vulcanismo reciente en Nueva Zelanda

Aunque hace muchos años que no hemos sufrido daños en los bienes como resultado de una erupción volcánica, Nueva Zelanda no ha carecido de crisis y tragedias causadas por los volcanes. El 9 de diciembre de 2019, en la isla White/Whakaa-ri, un volcán frente a la costa en la zona de la bahía de Plenty (Figura 1) entró en erupción, causando la muerte a 22 turistas. La erupción generó un penacho de cenizas y un flujo piroclástico (nube de cenizas súper caliente con movimiento rápido)



Aunque hay muchas agencias gubernamentales y organizaciones del sector privado trabajando en Nueva Zelanda para reducir el riesgo volcánico y para planificar y prepararse ante la actividad volcánica, nuestro país tiene la fortuna de contar con una cobertura aseguradora de los impactos volcánicos muy alta.

Nueva Zelanda tiene dos programas principales de seguro público: La Corporación de Compensación de Accidentes (Accident Compensation Corporation, ACC), que asegura que cualquier persona en Nueva Zelanda (independientemente de su residencia o ciudadanía) tenga una cobertura «sin culpa» de accidentes personales, y la Comisión de Terremotos (Earthquake Commission, EQC), que proporciona cobertura para propiedades residenciales (viviendas y suelo residencial) contra daños causados por los desastres naturales (la erupción volcánica incluida). Además de los programas gubernamentales, los vehículos, los comercios y la actividad agraria están cubiertos por el mercado asegurador privado.

que afectó a todo el área del cráter. Dos expediciones turísticas fueron sorprendidas por la explosión. Además de los fallecidos, 25 personas más sufrieron heridas graves y tanto la respuesta a la erupción como el esfuerzo de recuperación se prolongaron durante una semana. La tragedia volvió a desencadenar un debate nacional sobre la gestión y la comunicación del riesgo volcánico y reactivó las labores de planificación y preparación por parte de las autoridades.

En realidad, Nueva Zelanda está relativamente bien provista en lo relativo a vulcanología, evaluación del riesgo, planificación, preparación y formación, y ha mantenido, a lo largo de las últimas décadas, recordatorios frecuentes a pequeña escala sobre el poder de los volcanes.

La erupción del monte Ruapehu, en el centro de la Isla Norte, durante 1995-96 fue una llamada de atención sobre la materia. Durante dos años, diversas erupciones explosivas lanzaron proyectiles, generaron lahares, columnas de humo de decenas de kilómetros de altitud y caída importante de cenizas en varias regiones. La erupción no produjo grandes daños, pero sirvió como recordatorio de lo que podría suceder y fue el punto de partida de una ola de investigación, planificación y preparación por parte de varias agencias.

Desde entonces ha habido varias erupciones menores, así como algún gran terremoto, graves inundaciones costeras y tempestades, incendios forestales, tsunamis, corrimientos de tierras y sequía en Nueva Zelanda. Los riesgos naturales son bien conocidos en el país.

Nueva Zelanda está situada en el «Anillo de Fuego», un cinturón geográfico que bordea el océano Pacífico y que contiene alrededor del 90 % de los volcanes de la Tierra. El país tiene tres tipos de volcanes (Figura 1): estratovolcanes, como el Ruapehu o sus primos Tongariro, Ngauruhoe, Taranaki y Whakaari, todos ellos capaces de producir erupciones de pequeñas a moderadas, generalmente a partir de una única ubicación (p.ej. Leonard *et al.*, 2021; Cronin *et al.*, 2021; Kilgour *et al.*, 2021); volcanes de caldera, como el Taupō, Okataina y Rotorua, que poseen una historia de erupciones infrecuentes, pero de intensidad moderada a grande (p.ej. Barker *et al.*, 2021); y campos de cenizas volcánicas, como Auckland y Bay of Islands en la región del Norte, donde pueden acontecer pequeñas erupciones en una amplia área geográfica, normalmente en una nueva localización cada vez (p. ej. Hopkins *et al.*, 2021). Pueden ocurrir múltiples tipos de erupciones en cada uno de los volcanes y el tipo de erupción puede variar minuto a minuto. Cada volcán presenta sus propios retos en cuanto a la gestión del riesgo, a la vigilancia y a la detección, con sus propios peligros y personas y bienes expuestos.



Figura 1. Localización de los volcanes activos de Nueva Zelanda.

Fuente: GNS Science.

Vulcanología, investigación y vigilancia en Nueva Zelanda

La ventaja relativa de Nueva Zelanda en lo referente a los peligros naturales proviene de nuestra larga historia en inversión en ciencia e investigación, en particular en las ciencias geológicas, marinas e hidrometeorológicas. Esta inversión en ciencia significa que tenemos un gran conocimiento de nuestro medio natural, del terreno que pisamos y de los procesos naturales que pueden afectarnos. Significa que tenemos una base de evidencias robusta para tomar decisiones relativas a políticas y prácticas de gestión de los riesgos naturales. También implica que tenemos una voz autorizada, basada en la evidencia, en los mercados internacionales, en particular, en el mercado internacional del reaseguro.

En el centro de casi toda la investigación en geociencia están las observaciones científicas de la tierra. Durante los últimos 20 años, estas investigaciones se han proporcionado en tiempo real por **GeoNet**, el sistema de vigilancia de los peligros geológicos. El programa GeoNet fue creado en 2001 por la **Earthquake Commission, GNS Science and Land Information New Zealand (LINZ)**, como la plasmación del reconocimiento de que el riesgo al que están sometidos la población y la economía neozelandesa por peligros geológicos es significativo y de que hace falta crear una base de evidencias sólida para comprender y gestionar estos riesgos. GeoNet incorpora en la actualidad una red de más de 700 sensores en toda la nación, así como el Centro Nacional de Vigilancia de Peligros Geológicos, que funciona en régimen de 24/7, aplicaciones automáticas de software, un centro de almacenamiento y gestión de datos y personal científico y técnico cualificado. El programa detecta, interpreta y archiva datos geofísicos clave sobre Nueva Zelanda y proporciona datos públicos en tiempo real, en código abierto e información sobre los peligros que nos rodean.

Para los volcanes de Nueva Zelanda esta red de vigilancia incorpora varias cadenas de observación y medida que incluyen::

- **Observaciones visuales:** Red de cámaras operadas por control remoto para suplementar las observaciones con personal y los vuelos de observación.
- **Vigilancia sísmica:** Proporcionada por la red sísmica nacional central, complementada por redes regionales para volcanes específicos.
- **Análisis químicos:** Vigilancia aérea y superficial de la composición química de gases, aguas subterráneas, fumarolas, lagos de cráter y fuentes de agua termal para detectar cambios en el comportamiento de los volcanes y sus sistemas geotérmicos asociados.
- **Deformación del suelo:** Nivelación geodésica mediante GPS y radares interferométricos de apertura sintética (INSAR) por satélite para medir cambios en la superficie terrestre que puedan ser resultado del magma, de la actividad hidrotermal y/o de los fluidos magmáticos del sistema volcánico.

Además de esta capacidad de vigilancia continua, hay una serie de plataformas de investigación sobre gestión del riesgo volcánico y resiliencia que operan por todo el país (Figura 2). El objetivo de estas plataformas es proporcionar un ciclo completo de investigación sobre crisis volcánicas: desde la comprensión de los procesos volcánicos, la evaluación de los peligros, impactos y riesgos, procesos de preparación y respuesta, hasta la resiliencia comunitaria.

Una característica clave de las plataformas, especialmente las de escala regional (centro volcánico), es la naturaleza multidisciplinar y multi-socio del programa de actividad. Incluso las plataformas con un propósito primario de ciencia/investigación tienden a incluir a una serie de partes interesadas, desde los gobiernos central y locales, hasta las autoridades con competencias en gestión de emergencias, gestores de riesgo y comunicadores, representantes de infraestructuras, comercio y los tangata whenua (colectivo indígena). El propósito general es la colaboración y la coordinación sobre materias relacionadas con la gestión del riesgo volcánico y la co-creación de objetivos de investigación y necesidades de conocimiento. La plataforma permite alcanzar un conocimiento común del peligro y del riesgo volcánico, de los escenarios y marcos conjuntos de planificación, así como coordinar la comunicación y educación sobre el riesgo.

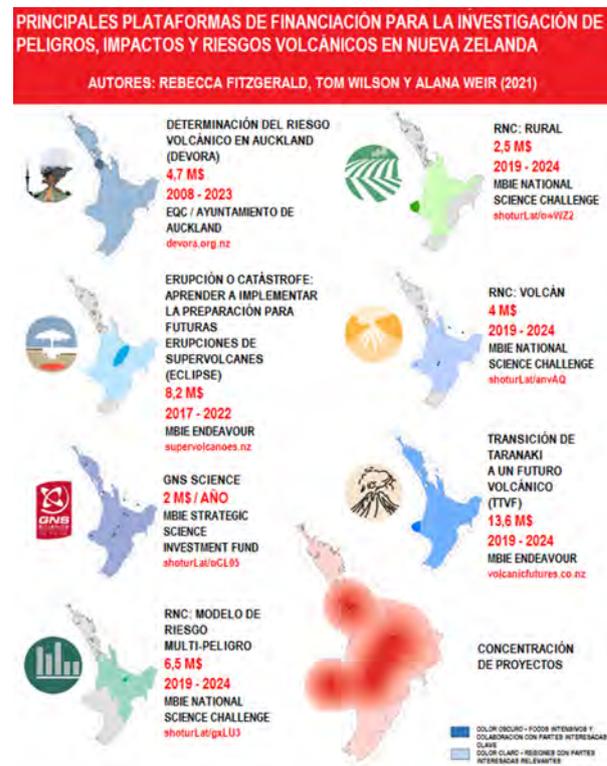


Figura 2. Principales plataformas de investigación de peligros, impactos y riesgos volcánicos en Nueva Zelanda.

Fuente: Fitzgerald *et al.*, 2021.

A nivel nacional, el grupo asesor de expertos sobre vulcanología de Nueva Zelanda es un elemento clave para garantizar que se dispone de asesoramiento científico autorizado cuando la actividad volcánica afecta al país, mediante colaboración interdisciplinaria e interinstitucional. El grupo asesor se creó en 2008 con representantes de cada institución de investigación y fue acogido por la Agencia Nacional de Gestión de Emergencias. Ha jugado un papel en crisis volcánicas recientes, como las de Whakaari (2019) y Te Maari (2012), facilitando una comunicación coherente a los responsables de la toma de decisiones, a las partes interesadas y al público en general y coordinando la investigación post-evento.

Cobertura aseguradora de los impactos volcánicos en Nueva Zelanda

Aunque hay muchas agencias gubernamentales y organizaciones del sector privado trabajando en Nueva Zelanda para reducir el riesgo volcánico y para planificar y prepararse ante la actividad volcánica, nuestro país tiene la fortuna de contar con una cobertura aseguradora de los impactos volcánicos muy alta.

Nueva Zelanda tiene dos programas principales de seguro público: La Corporación de Compensación de Accidentes (Accident Compensation Corporation, ACC), que asegura que cualquier persona en Nueva Zelanda (independientemente de su residencia o ciudadanía) tenga una cobertura «sin culpa» de accidentes personales, y la Comisión de Terremotos (Earthquake Commission, EQC), que proporciona cobertura para propiedades residenciales (viviendas y suelo residencial) contra daños causados por los desastres naturales (la erupción volcánica incluida). Además de los programas gubernamentales, los vehículos, los comercios y la actividad agraria están cubiertos por el mercado asegurador privado.

La cobertura de los daños de desastres naturales: la Earthquake Commission

La EQC se creó inicialmente como la Comisión para los Daños por Terremoto y Guerra (*Earthquake and War Damages Commission*) en 1944 como respuesta a la recuperación económica (más bien a su falta) en las comunidades afectadas por el periodo sísmico activo comprendido entre 1929 y 1942. La Comisión para los Daños por Terremoto y Guerra proporcionaba cobertura aseguradora con base indemnizatoria para cualquier propiedad neozelandesa que tuviera seguro de incendios. En 1956 se amplió el ámbito de la legislación para incluir corrimientos de tierras y erupción volcánica. La cobertura del terreno residencial, incluidas las estructuras esenciales para el mantenimiento del acceso y el uso del terreno (p.ej. muros de contención, puentes y alcantarillas), se añadió en la década de los setenta.

En 1993 la Ley sobre la Comisión de Terremotos y Guerra se reformó como Ley de la Comisión de Terremotos (Ley EQC), dando cobertura a los daños producidos por terremotos, corrimientos naturales de tierra, erupción volcánica, actividad hidrotermal, tsunamis e incendios forestales resultantes de los anteriores peligros. La EQC cubre también los daños producidos por tempestades o inundaciones en el suelo residencial (exclusivamente).

La máxima cobertura disponible por el programa de la EQC es de 150.000 dólares neozelandeses¹ (unos 90.500 euros) por cada unidad residencial (p.ej., una casa). La EQC cubre los primeros 150.000 NZD de daños. Si los reclamantes han sufrido daños por desastre natural que excedan esta cantidad, su póliza privada puede dar respuesta y completar su cobertura aseguradora. El terreno residencial dañado se cubre tasado a su valor de mercado y los muros de retención, puentes y alcantarillas dañados, según su valor de reparación o reposición.

¿Qué considera la EQC como «daño por desastre natural»?

Para que el seguro de la EQC sea de aplicación en cualquier propiedad particular asegurada, los daños sobre esa propiedad deben ser:

- causa directa de un desastre natural; y
- materiales, es decir, que han sucedido en realidad, o
- que se espera que sucedan en un futuro próximo (que estime la EQC), lo que se conoce como «daño inminente».

(1) Esta cantidad se aumentará a 300.000 NZD (181.000 €) a partir del 1 de octubre de 2022.

El daño material, o el daño como consecuencia directa de un desastre natural, es un concepto común y bien conocido en el seguro. El «daño inminente» es una característica única del sistema de la EQC y se aplica a aquellas circunstancias en las que es inevitable que se produzcan más daños como consecuencia de un desastre natural. Este componente del seguro de la EQC presenta algunas consideraciones únicas en relación con los daños producidos por erupciones volcánicas y con el tipo de daños que la EQC puede considerar «inminentes» como consecuencia directa de esa erupción.

Lecciones aseguradoras aprendidas de otras catástrofes naturales en Nueva Zelanda

Antes de 2010 la EQC gestionaba entre 2.000 y 4.000 siniestros al año, con algunos picos más o menos regulares relacionados con desastres naturales. El mayor número de reclamaciones recibido por la EQC fue de alrededor de 10.000, en 1968, como consecuencia del terremoto de Inangahua, en la Isla Sur de Nueva Zelanda.

En 2010 se produjo un terremoto de magnitud 7,1 en Darfield, Canterbury, que dio comienzo a la secuencia sísmica de Canterbury. Esta secuencia incluyó el terremoto de Christchurch el 22 de febrero de 2011 que, por desgracia, produjo la pérdida de 185 vidas. La secuencia sísmica de Canterbury causó enormes daños en toda la ciudad de Christchurch, su área metropolitana y zonas rurales próximas: la EQC recibió más de 450.000 reclamaciones en 16 meses. Dada la alta penetración del seguro en Nueva Zelanda, el terremoto de Christchurch de febrero de 2011 se convirtió en la segunda mayor pérdida asegurada por terremoto en el mundo (Fuente: centro de datos de Munich Re).

La secuencia sísmica de Canterbury presentó una serie de complejidades para la gestión de siniestros, entre ellas:

- múltiples eventos causantes de daños, incluidos cuatro terremotos importantes y miles de réplicas menores, lo que complicó tanto para la EQC como para las aseguradoras la determinación del momento exacto en el que se produjo un daño en una propiedad;
- daños ocultos durante algún tiempo (por ejemplo, daños subsuperficiales a las infraestructuras de drenaje);
- daños que solo se manifestaron pasado determinado tiempo (por ejemplo, los causados por asentamientos del terreno después de procesos de licuefacción);
- un sistema de peritación en dos fases, en las que primero la EQC cuantificaba los daños y después la aseguradora privada cuantificaba los suyos. A veces estas peritaciones no coincidían y hubo cantidades no cubiertas entre las coberturas de la EQC y las de la aseguradora privada;
- un sistema de gestión de reparaciones sobre el que los propietarios tenían poco control y que presentaba problemas operativos y de responsabilidad específicos para la EQC;
- muchas áreas de la ciudad tuvieron el acceso restringido durante mucho tiempo, lo que produjo retrasos en la identificación de daños o dificultó las peritaciones;
- la capacidad y capacitación que necesitó la EQC para pasar de unas 4.000 reclamaciones al año a 450.000 en 16 meses; y
- muchas resoluciones judiciales que dieron lugar a cambios en las coberturas de la EQC.

Algunas de las cuestiones anteriores son exclusivas para la EQC, consecuencia tanto de las características peculiares del evento como del modelo público-privado del seguro en Nueva Zelanda. Sin embargo, muchos de estos aspectos destacan las lecciones que se pueden aplicar a otros riesgos naturales en Nueva Zelanda o en otros países. En particular, destaca la importancia de tener una comprensión profunda del peligro natural en cuestión y del entorno concreto en el que puede manifestarse antes de que se produzca el evento causante del daño.

Este es gran parte del fundamento de la inversión de la EQC en investigación sobre los peligros naturales. Sin embargo, teniendo las lecciones anteriores en mente, la EQC ha comenzado recientemente una fase de revisión de sus políticas operativas con el objetivo de asegurar que las lecciones aprendidas en la secuencia sísmica de Canterbury se tengan en cuenta adecuadamente para otras manifestaciones de peligros naturales, incluida la erupción volcánica.

La EQC y la cobertura de la erupción volcánica: experiencia previa y lecciones

La interacción más significativa de la EQC con reclamaciones por erupción volcánica tuvo lugar en la erupción del monte Ruapehu de 1995-96, cuando se presentaron 203 solicitudes de indemnización, todas ellas por daños relacionados con acumulación de ceniza. Casi el 90 % de las solicitudes estaban relacionadas con el tejado de los solicitantes y 28 con corrosión de las superficies metálicas de los tejados.

La Ley de la EQC establece la misma cobertura básica, independientemente del peligro natural del que se trate, lo que quiere decir que la EQC puede utilizar esta ley para establecer el proceso de respuesta. Sin embargo, debe adoptar una planificación operativa cuidadosa para asegurar que las características de un peligro natural concreto interactúan eficazmente con el seguro establecido por la Ley de la EQC.

La EQC trabajó conjuntamente con el grupo asesor de expertos sobre vulcanología de Nueva Zelanda para la revisión de estas disposiciones y para aclararlas, cuando fuera necesario. La revisión de la política de erupción volcánica incluyó:

Aspectos sobre definiciones

La Ley de la EQC se refiere específicamente a «erupción volcánica», sin dar más definiciones para ese término. Posteriormente se ha considerado que el término «erupción» era demasiado restrictivo y que no consideraban adecuadamente otros subpeligros como, por ejemplo, deformación del terreno, vapor, gas o lahares. Por tanto, enseguida se consideró la necesidad de mejorar la definición y su interpretación.

El sistema de vigilancia de los peligros geológicos de Nueva Zelanda, GeoNet, establece una distinción entre erupción volcánica y actividad volcánica. Se considera erupción volcánica cuando se observan peligros eruptivos cerca del cráter; la actividad volcánica puede incluir inestabilidad y peligros relacionados con el medio volcánico, que podrían incluir (sin limitarse): emanaciones de vapor, gases volcánicos, terremotos, corrimientos de tierra, levantamientos, subsidencia, cambios en las fuentes de agua caliente y/o lahares y coladas de barro (Figura 3).

En determinados casos, estos peligros están cubiertos por la EQC por su propia naturaleza como un desastre natural ya definido en la Ley de la EQC (p.ej. terremoto). En los casos en los que los peligros no se cubren separadamente por su propia naturaleza no se puede aplicar el seguro de la EQC. La EQC está trabajando en la actualidad con todo el sector asegurador y con el Ministerio de Hacienda de Nueva Zelanda para entender qué implicaciones puede tener este hecho.

Aspectos relacionados con el tiempo

Las solicitudes de indemnización a la EQC tienen límites temporales, lo que implica que la EQC necesita comprender en qué momento empieza y termina una erupción volcánica. En Nueva Zelanda utilizamos un sistema de niveles de alerta volcánica para definir el estado actual de cada volcán (Figura 3). Los niveles de alerta, que van de 0 a 5, pretenden ser un indicador de lo que está ocurriendo en el volcán y una guía de respuesta. La EQC considera que se produce una erupción volcánica cuando GeoNet ha elevado los niveles de alerta volcánica a 3, 4 o 5. Si finalmente se acuerda una definición más completa de actividad volcánica, los puntos de inicio y final podrían variar en consecuencia.

Aspectos relacionados con el ámbito de la cobertura

La secuencia sísmica de Canterbury, que incluyó varias resoluciones judiciales, dejó claro que el ámbito de la cobertura de cualquier peligro particular ha de ser lo más transparente y específico que sea posible. Con estas premisas, la EQC ha revisado sus coberturas de los impactos volcánicos.

	NIVEL DE ALERTA VOLCÁNICA	ACTIVIDAD VOLCÁNICA	PELIGROS MÁS PROBABLES
Erupción >	5	Erupciones volcánicas grandes	Peligro de erupción en y más allá del volcán
Erupción >	4	Erupciones volcánicas moderadas	Peligros de erupción en y cerca del volcán
Erupción >	3	Erupciones volcánicas pequeñas	Peligro de erupción cerca del cráter
Inestabilidad >	2	Inestabilidad volcánica de moderada a intensa	Peligro de inestabilidad volcánica, posibilidad de peligro de erupción
Inestabilidad >	1	Inestabilidad volcánica de moderada a intensa	Peligro de inestabilidad volcánica
>	0	Sin inestabilidad volcánica	Peligro para el medio volcánico

Una erupción puede ocurrir a cualquier nivel y los niveles pueden no moverse secuencialmente dado que la actividad puede cambiar rápidamente.

Los **peligros de erupción** dependen del volcán y del estilo de la erupción y puede incluir explosiones, proyectiles (rocas voladoras), corrientes de densidad piroclásticas (nubes de ceniza caliente en rápido movimiento), coladas de lava, domos de lava, corrimiento de tierras, ceniza, gases volcánicos, rayos, lahares (coladas de lodo), tsunamis y/o terremotos.

Los peligros de **inestabilidad volcánica** ocurren en y cerca del volcán y pueden incluir emanaciones de vapor, gases volcánicos, terremotos, corrimientos de tierra, levantamientos, subsidencia, cambios en las fuentes de agua caliente y/o lahares (coladas de lodo).

Los peligros del **medio volcánico** pueden incluir actividad hidrotermal, terremotos, corrimientos de tierra, gases volcánicos y/o lahares (coladas de lodo).

Los peligros de **ceniza, colada de lava y lahar (colada de lodo)** pueden impactar en áreas alejadas del volcán.

Figura 3. Tabla de niveles de alerta volcánica en Nueva Zelanda.

Fuente: GNS Science.

La EQC considera en la actualidad que debe prepararse para tramitar solicitudes de indemnización por daños procedentes de:

- daños por el calor próximo a una colada de lava;
- daños causados por el impacto de proyectiles;
- degradación de las terminaciones debido a la exposición prolongada a cenizas volcánicas químicamente activas, aerosoles, lluvia ácida o gas;
- deformación o colapso de tejados y canalones por la acumulación de ceniza;
- problemas con zonas de descarga de fosas sépticas como resultado de la acumulación de ceniza;
- pérdida total de edificios como consecuencia de una erupción volcánica.

Aspectos relacionados con eventos repetitivos o en curso

Un aspecto clave de la secuencia sísmica de Canterbury fue su naturaleza continua, incluidas las repetidas réplicas que causaban daños. Una erupción volcánica puede ser similar: dada la naturaleza de un episodio eruptivo, una propiedad individual puede ser dañada por varias erupciones o peligros volcánicos a lo largo de un periodo determinado. Esto podría indicar que las aseguradoras podrían dar respuesta a eventos múltiples.

La cláusula 3 de la Ley de la EQC estipula que solo se puede reclamar una indemnización a la EQC cuando la propiedad ha sufrido un daño por un desastre natural determinado. Cualquier daño subsecuente que ocurra en la propiedad dentro de las 48 horas (o en el caso de incendios producidos por un desastre natural, 7 días) posteriores al daño inicial por cualquier desastre natural cubierto por la EQC queda dentro del límite por reclamación (de 150.000 NZD) y su exceso. En un episodio eruptivo dado, el límite de la EQC se puede rehabilitar en periodos de 48 horas consecutivos o separados.

Cuando se evalúa un daño en una propiedad, la EQC debe considerar también si los daños posteriores son «inminentes» como resultado del desastre natural ocurrido. Para la erupción volcánica esto podría incluir, por ejemplo, indicadores de deformación del terreno o un corrimiento de tierras que pueda causar más daños a un terreno o a una propiedad. Una característica particular de este tipo de peritaje (en relación con los daños por erupción volcánica) es la forma en la que los peritos cuantifican los daños potenciales por corrosión, resultado de la exposición a elementos corrosivos durante un periodo prolongado de tiempo. La EQC sigue trabajando para dar la mejor respuesta a este problema.

Aspectos relacionados con el proceso operativo

Además de las consideraciones relacionadas con la cobertura y el tiempo, la EQC también ha revisado su capacidad para gestionar una crisis volcánica. Las consideraciones principales fueron:

- políticas y procesos para los peritos que trabajen en zonas potencialmente peligrosas;
- gestión de las reclamaciones en zonas de exclusión;
- tecnología que podría facilitar la peritación;
- enfoque de la cobertura de los costes de limpieza, incluyendo la limpieza preventiva;
- coordinación y colaboración con agencias asociadas y científicos clave;
- cómo puede dar la EQC un mejor apoyo a clientes y comunidades en su respuesta a las crisis volcánicas y la recuperación posterior;
- comunicación del riesgo y educación pública; y
- papel de la EQC en la reducción del riesgo derivado de la actividad volcánica.

Uno de los mayores avances para la prestación de cobertura aseguradora en Nueva Zelanda se produjo el 30 de junio de 2021 con la introducción del Modelo de Respuesta a los Desastres Naturales (Natural Disaster Response Model, NDRM). Basado en las enseñanzas de la secuencia sísmica de Canterbury y otras siniestralidades menores, el NDRM es un acuerdo entre la EQC y las aseguradoras privadas para que estas gestionen y abonen todas las reclamaciones de la EQC hasta el límite aplicable, conjuntamente con la reclamación al seguro privado.

La EQC ha trabajado en el desarrollo de esta capacidad con las aseguradoras, para permitirles realizar esta función, así como en el impulso de un entendimiento conjunto de los escenarios de los peligros naturales y la preparación para eventos diferentes.

La EQC se siente afortunada de tener unas relaciones muy cercanas con la comunidad científica e investigadora de Nueva Zelanda, que incluye el acceso a una asesoría científica de calidad para la gestión del peligro volcánico. Las revisiones anteriores a las políticas se beneficiaron en gran medida de esta asociación cercana a la comunidad científica para la comprensión total de los impactos y para el desarrollo de definiciones y criterios claros. El trabajo para definir mejor nuestras políticas operativas y nuestros enfoques continúa y la EQC está comprometida a seguir trabajando con sus socios comerciales para compartir el conocimiento que posee.

Un paso más: evaluación de impactos y modelización de pérdidas por eventos volcánicos en Nueva Zelanda

Como otras aseguradoras, la EQC utiliza modelos de daños deterministas y probabilistas para cuantificar las pérdidas posibles por distintos peligros. Nueva Zelanda disponía de un modelo probabilístico maduro para el peligro sísmico (Modelo Nacional de Peligrosidad Sísmica, NSHM) desde hacía muchos años, al que se le aplicaron cuatro mejoras en los últimos 30 años (Smith y Berryman, 1986; Stirling *et al.*, 1998, 2002, 2012) y una gran revisión que se está llevando a cabo en la actualidad (Gerstenberger *et al.*, 2020). Sin embargo, la modelización de otros peligros, incluyendo el volcánico, no está tan avanzada.

Para la EQC es prioritario el desarrollo de un modelo nacional probabilístico de peligrosidad volcánica, tanto para su uso en modelización de daños (para dimensionar el seguro y el reaseguro) como para aportar información a las iniciativas de reducción de riesgo de desastre y resiliencia. Este modelo nacional se añadiría a otros modelos nacionales de peligrosidad, que están en la actualidad en varias fases de desarrollo, para permitir una sólida comparación entre peligros e informar de la gestión y gobernanza de los riesgos nacionales.

La cuantificación probabilística del peligro volcánico ha ocupado a los científicos neozelandeses durante muchos años (p.ej., Stirling *et al.*, 2017). Se han creado modelos para un solo peligro, como el modelo nacional de caída de cenizas volcánicas (Hurst y Smith, 2010), aunque aún está por desarrollarse un modelo a escala nacional con varios peligros (incluidos los volcánicos como coladas de lava, lahares, corrientes de densidad piroclásticas, proyectiles o deslizamientos de laderas sueltas).

Hay muchos retos asociados con el desarrollo de un modelo nacional probabilístico. Entre ellos, la caracterización de la magnitud de la erupción y la frecuencia de todas las fuentes volcánicas actuales y verosímiles (incluida la determinación probabilística de las fuentes en el caso de los campos volcánicos; Bebbington, 2013a), preferentemente en un modelo que incluya variaciones temporales (Bebbington, 2013b); la determinación de la dependencia estadística entre peligros, ya que muchos peligros volcánicos están vinculados en el sistema volcánico; la necesidad de una definición uniforme y de un sistema de medida común para todas las fuentes, peligros y periodos de retorno; la determinación de la utilidad y salidas de un modelo así, especialmente para establecer códigos de edificación; la consideración de los aspectos de la comunicación que incluya la información a los tomadores de decisiones; la aplicación de las salidas del modelo a otras herramientas para la toma de decisiones y la gestión y comunicación de las incertidumbres; y la financiación necesaria para hacer avanzar los muchos tipos de investigación que hacen falta para hacer de este modelo una realidad. Sin embargo, hay consenso en la comunidad científica de Nueva Zelanda en que ha llegado el momento de hacer un esfuerzo para conseguir este objetivo a la vista de la rara oportunidad que presentan las plataformas de investigación sobre riesgo y peligro volcánico en funcionamiento (Figura 2).

La EQC ha venido utilizando sus fondos para la investigación sobre peligros naturales para hacer avanzar alguna de las etapas previas necesarias en este trabajo. Esto incluye el paso crítico de pasar de peligro a riesgo y de riesgo a daño.

Recientemente se ha completado un proyecto de tres años para la modelización de daño volcánico para ocho escenarios de erupción en el Campo Volcánico de Auckland (AVF) (Figura 4). Este proyecto ha utilizado los escenarios de erupción más detallados y realistas jamás considerados

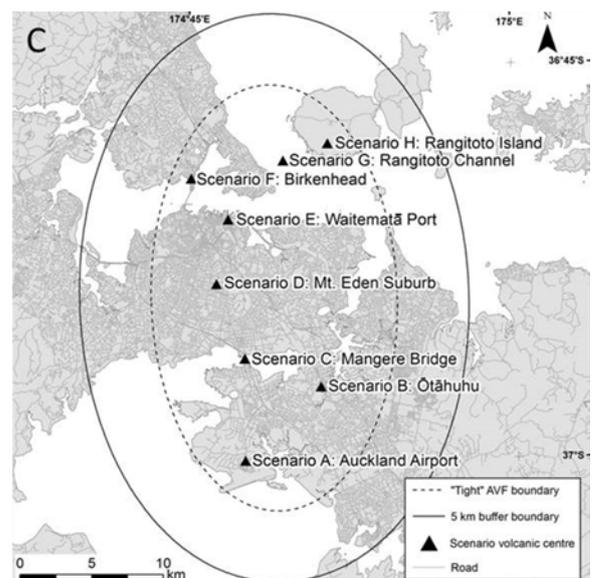


Figura 4. Localización de los escenarios de erupción del Campo Volcánico de Auckland (AVF).
Fuente: Hayes *et al.*, 2018.

para el AVF (Hayes *et al.*, 2018). Los escenarios se han generado conjuntamente entre vulcanólogos, especialistas en riesgos y gestores de emergencias y consideran un conjunto diverso, pero creíble, de formas de erupción en ocho localizaciones para la erupción, incluyendo múltiples peligros volcánicos en el tiempo y el espacio, lo que proporciona una estimación enormemente más realista y precisa de los impactos posibles procedentes de una erupción en el AVF.

El proyecto del AVF tuvo cuatro fases principales:

1. desarrollo de un conjunto preliminar de modelos de peligrosidad y de medidas asociadas de intensidad del peligro para esos peligros volcánicos esperados en Auckland (formación de edificios volcánicos, coladas de lava, corrientes de densidad piroclástica, proyectiles, piroclastos y gas);
2. recopilación y conservación de fuentes de datos digitales para los edificios, infraestructuras y población de Auckland (con anterioridad estos datos podrían ser descritos, como mucho, como *ad hoc* y las bases de datos clave solían estar repartidas entre varias instituciones);
3. desarrollo de un conjunto de modelos de susceptibilidad específicos para Auckland para la evaluación de los impactos directos sobre el entorno urbano de Auckland (centrado en las edificaciones) para la caída de piroclastos, proyectiles, flujos piroclásticos y coladas de lava; y
4. Prueba de los modelos de susceptibilidad a la caída de piroclastos, proyectiles, flujos piroclásticos y coladas de lava para un escenario futuro de erupción del AVF mediante una nueva evaluación (determinista) del impacto de múltiples peligros volcánicos.

Los resultados del estudio arrojan estimaciones de daños, por daños en las edificaciones y costes de limpieza, de los ocho escenarios de erupción que van desde los 1.500 millones de NZD (unos 900 millones de euros, para una erupción en la isla Rangitoto) a los 63.000 millones de NZD (unos 38.000 millones de euros, en el escenario de una erupción en un barrio densamente urbanizado de la ciudad con una caída de piroclastos en el 90 % de la misma) (Figura 4, Figura 5; Wilson *et al.*, 2021). La mayor parte de los daños en todos los escenarios suele proceder de corrientes de densidad piroclásticas cerca de la boca eruptiva y caída de piroclastos (cuando se dé). Hay mucha variabilidad en los daños producidos por distintos escenarios, siendo los factores determinantes la localización de la erupción (la exposición) y el tipo y la dimensión de los peligros volcánicos (particularmente las corrientes de densidad piroclásticas). Los costes de limpieza también han resultado ser altos, con la posibilidad de que no hayan sido tenidos en cuenta por las aseguradoras, aunque sea su responsabilidad.

El modelo de daños de múltiples peligros volcánicos para Auckland representa un avance considerable en esta materia. Demuestra que es posible elaborar un modelo multi-peligro, así como la utilidad de un modelo de este tipo para la gestión del riesgo volcánico, incluso en el análisis de coste-beneficio de las opciones de reducción del riesgo (por ejemplo, la mitigación de los impactos por piroclastos en los que que la limpieza y refuerzo de los tejados podría proporcionar cierto control de daños). Hay una ventaja clara al considerar impactos dinámicos multi-peligro, dada la naturaleza compuesta del impacto. El modelo ya es de gran utilidad para el gobierno local y las autoridades de gestión de emergencias en la región de Auckland, donde más de una cuarta parte de la población de Nueva Zelanda vive en un campo volcánico.

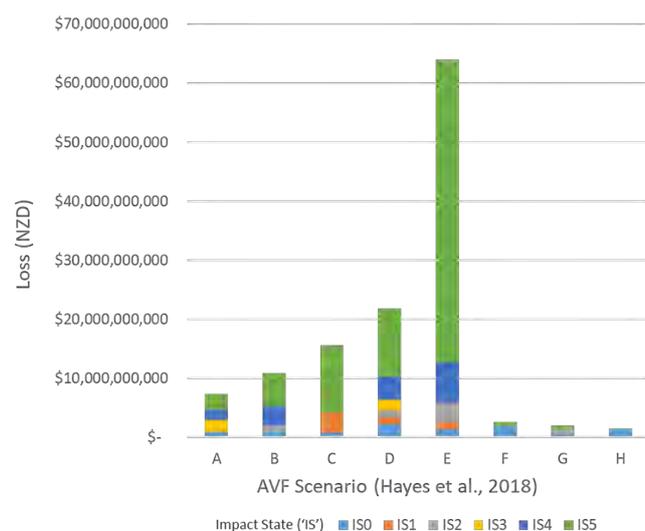


Figura 5. Daños modelados según escenario del AVF escenario.

Fuente: Wilson *et al.*, 2021.

El siguiente paso es convertir este trabajo en un modelo nacional. Existe una nueva fase de tres años que está en ejecución (en 2021) y se centra en tres objetivos principales:

1. desarrollar el marco, metodología incluida, para pasar del modelo actual determinista multi-peligro (AVF) a un modelo multi-peligro probabilístico;
2. centrar la aplicación de los modelos de daños probabilísticos en Taranaki, Ruapehu y Tongariro (estratovolcanes) y en la zona volcánica de Taupō (volcanes de caldera); y
3. desarrollar el marco para el Modelo Neozelandés de Riesgo Volcánico (New Zealand Volcanic Hazard Risk Model, NZVHRM) e incorporarlo eficazmente en la plataforma de modelos de daños probabilísticos de Nueva Zelanda (RiskScape).

En el contexto neozelandés también se está avanzando en un enfoque alternativo a la evaluación del riesgo e impacto volcánico, que podría cerrar la brecha entre los dos enfoques alternativos (modelización determinista y probabilista; Marzocchi y Bebbington, 2012). Ang *et al.* (2020) han desarrollado un modelo de peligrosidad híbrido, pseudo-probabilístico para el AVF, que se deriva de una serie de escenarios dinámicos de erupción. Weir *et al.* (en prensa, 2021) presentan un marco modular para la creación compartida conjunta de escenarios de erupción con múltiples peligros y múltiples fases que incorporan dependencias espaciales y temporales entre peligros. Se cree que los enfoques dinámicos híbridos mitigan algunas de las limitaciones de ambos enfoques deterministas (limitados tanto en la caracterización del riesgo multifase y multipeligro como en las incertidumbre) y probabilísticos (complejos de desarrollar, utilizar e interpretar). El enfoque híbrido proporciona escenarios científicamente creíbles, que incorporen complejidades e incertidumbres multifase, pero que aún proporcionan un mecanismo claro y eficaz para compartir conocimiento a los usuarios finales, en particular a los gestores del riesgo y de las emergencias (Weir *et al.*, en prensa, 2021). Aunque puede que tengan demasiados matices para su uso en las estimaciones más útiles para el seguro y el reaseguro, estos métodos guardan un gran potencial para una mejor gestión del riesgo y la preparación ante eventos severos.

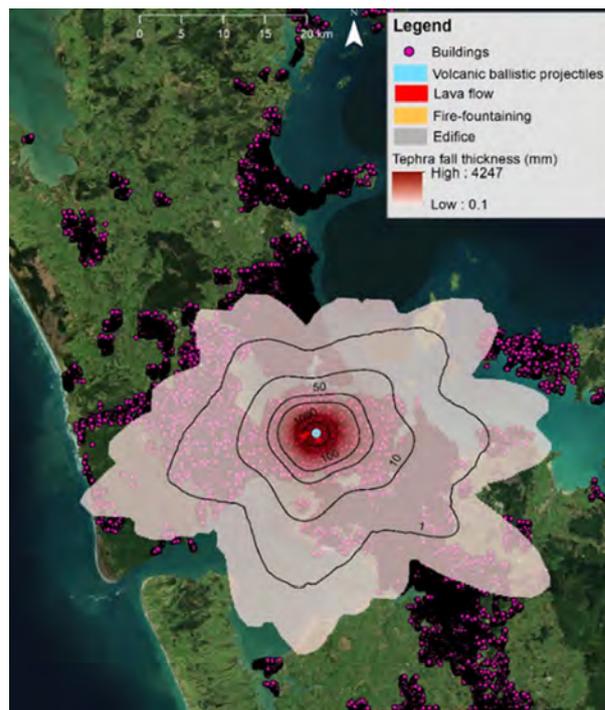


Figura 6. Escenario D del AVF.
Fuente: Hayes *et al.*, 2018.

Conclusión

La situación geográfica de Nueva Zelanda sobre el borde de placa en subducción entre las placas australiana y del Pacífico implica que el país sea particularmente propenso a los peligros naturales como los terremotos, tsunamis, inundaciones, deslizamientos del terreno y volcanes. Estos últimos están en su mayoría bien caracterizados y estudiados gracias a una larga historia de investigación vulcanológica, así como a un conocimiento extenso y a la tradición oral por parte de los pueblos indígenas. Pese a que en los últimos 25 años se han producido erupciones de débiles a moderadas, alguna con lamentables pérdidas de vidas humanas, hace muchas décadas que no se ha producido una erupción que haya causado daños grandes y extensos.

Como nación sabemos, sin embargo, que la cuestión es cuándo se producirá la siguiente gran erupción, no de si se producirá o no. Esto se plasma en un enfoque de punto a punto de la gestión del riesgo de la actividad volcánica en el país: una vigilancia intensa de los volcanes a través de GeoNet, el sistema de vigilancia de los riesgos de Nueva Zelanda, valiosas investigaciones en programas de vulcanología e investigación del riesgo volcánico, una serie de plataformas interdisciplinarias regionales y nacionales diseñadas para la colaboración y la coordinación entre socios, una capacidad de modelización de riesgo y daños avanzada y la cobertura aseguradora a través de entidades públicas y privadas. Las autoridades de gestión de emergencias de Nueva Zelanda también han reforzado su capacidad gracias a una serie de simulacros y de eventos reales de desastres naturales en los últimos 10 o 15 años.

Los volcanes nunca dejan de sorprender, sin embargo, como pueden atestiguar probablemente las autoridades españolas en La Palma. El objetivo de Nueva Zelanda es comprender nuestro riesgo en la medida de lo posible y planificar y crear capacidad y capacitación para proporcionar una respuesta adaptativa. Aprender de los demás, como en este número de la revista digital, es un paso adicional fundamental, que nos ayuda a ponernos en la mejor posición posible para anticipar y gestionar cualesquiera crisis volcánicas que se nos puedan presentar.

Referencias

Ang, P.S., Bebbington, M.S., Lindsay, J.M., Jenkins, S.F. (2020). From eruption scenarios to probabilistic volcanic hazard analysis: An example of the Auckland Volcanic Field, New Zealand. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 397. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2020.106871.

Barker, S.J., Wilson, C.J.N., Illsley-Kemp, F., Leonard, G.S., Mestel, E.R.H., Mauriohoo, K., & Charlier, B.L.A. (2021) Taupō: an overview of New Zealand's youngest supervolcano, *N. Z. J. Geol. and Geophys.*, 64:2-3, 320-346. doi: 10.1080/00288306.2020.1792515.

Bebbington, M. S. (2013a). Assessing spatio-temporal eruption forecasts in a monogenetic volcanic field. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 252, 14–28. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2012.11.010.

Bebbington, M. S. (2013b). Models for temporal volcanic hazard. *Stat. Volcanol.* 1, 1–24. doi: 10.5038/2163-338x.1.1.

Cronin, S.J., Zernack, A.V., Ukstins, I.A., Turner, M.B., Torres-Orozco, R., Stewart, R.B., Smith, I.E.M., Procter, J.N., Price, R., Platz, T., Petterson, M., Neall, V.E., McDonald, G.S., Lerner, G.A., Damaschcke, M., & Bebbington, M.S. (2021) The geological history and hazards of a long-lived stratovolcano, Mt. Taranaki, New Zealand, *N. Z. J. Geol. and Geophys.*, 64:2-3, 456-478. doi: 10.1080/00288306.2021.1895231.

Fitzgerald, R., Wilson, T.M., & Weir, A. (2021) Major volcanic hazard, impact and risk research platforms New Zealand.

Gerstenberger, M.C., Van Houtte, C., Abbott, E.R., Van Dissen, R.J., Kaiser, A.E., Bradley, B., Nicol, A., Rhoades, D.A., Stirling, M.W., Thingbaijam, K.K.S. (2020) New Zealand National Seismic Hazard Model framework plan. *GNS Science Report 2020/38*. doi: 10.21420/NB8W-GA79.

Hayes, J.L., Tsang, S.W., Fitzgerald, R.H., Blake, D.M., Deligne, N.I., Doherty, A., Hopkins, J.L., Hurst, A.W., Le Corvec N., Leonard, G.S., Lindsay, J.M., Miller, C.A., Németh, K., Smid, E., White, J.D.L., Wilson, T.M. (2018) The DEVORA scenarios: multi-hazard eruption scenarios for the Auckland Volcanic Field. Lower Hutt, N.Z.: *GNS Science Report 2018/29*. doi: 10.21420/G20652.

Hopkins, J.L., Smid, E.R., Eccles, J.D., Hayes, J.L., Hayward, B.W., McGee, L.E., van Wijk, K., Wilson, T.M., Cronin, S.J., Leonard, G.S., Lindsay, J.M., Németh, K., & Smith, I.E.M. (2021) Auckland Volcanic Field magmatism, volcanism, and hazard: a review, *N. Z. J. Geol. and Geophys.*, 64:2-3, 213-234. doi: 10.1080/00288306.2020.1736102.

Hurst, T., and Smith, W. (2010). Volcanic ashfall in New Zealand – probabilistic hazard modelling for multiple sources. *N. Z. J. Geol. Geophys.* 53, 1–14. doi: 10.1080/00288301003631129.

Kilgour, G.N., Kennedy, B.M., Scott, B., Christenson, B.W., Jolly, A.D., Asher, C., Rosenberg, M., & Saunders, K.E. (2021) Whakaari/White Island: a review of New Zealand's most active volcano, *N. Z. J. Geol. and Geophys.*, 64:2-3, 273-295. doi: 10.1080/00288306.2021.1918186.

Marzocchi, W., Bebbington, M.S. (2012) Probabilistic eruption forecasting at short and long time scales. *Bull. Volcanol.* 74, 1777–1805. doi: 10.1007/s00445-012-0633-x.

Leonard, G.S., Cole, R.P., Christenson, B.W., Conway, C.E., Cronin, S.J., Gamble, J.A., Hurst, T., Kennedy, B.M., Miller, C.A., Procter, J.N., Pure, L.R., Townsend, D.B., White, J.D.L., & Wilson, C.J.N. (2021) Ruapehu and Tongariro stratovolcanoes: a review of current understanding, *N. Z. J. Geol. and Geophys.*, 64:2-3, 389-420. doi: 10.1080/00288306.2021.1909080.

Smith, W. D., and Berryman, K. R. (1986). Earthquake hazard in New Zealand: inferences from seismology and geology, in *Recent Crustal Movements of the Pacific Region, Vol. 24*, eds W. I. Reilly and B. E. Harford Wellington: *Bulletin Royal Society*, 223–243.

Stirling, M. W., Wesnousky, S. G., and Berryman, K. R. (1998). Probabilistic seismic hazard analysis of New Zealand. *N. Z. J. Geol. Geophys.* 41, 355–375. doi: 10.1080/00288306.1998.9514816.

Stirling, M. W., McVerry, G. H., and Berryman, K. R. (2002). A new seismic hazard model for New Zealand. *Bull. Seismol. Soc. Am.* 92, 1878–1903. doi: 10.1785/0120010156.

Stirling, M. W., McVerry, G. H., Gerstenberger, M. C., Litchfield, N. J., Van Dissen, R. J., Berryman, K. R., *et al.* (2012). National seismic hazard model for New Zealand: 2010 update. *Bull. Seismol. Soc. Am.* 102, 1514–1542. doi: 10.1785/0120110170.

Stirling, M.W., Bebbington, M.S., Brenna, M., Cronin, S.J., Christophersen, A., Deligne, N.I., Hurst, T., Jolly, A.D., Jolly, G., Kennedy, B.M., Kereszturi, G., Lindsay, J.M., Neall, V.E., Procter, J., Rhoades, D.A., Scott, B.J., Shane, P., Smith, I.E., Smith, R., Wang, T., White, J., Wilson, C.J., & Wilson, T. (2017). Conceptual Development of a National Volcanic Hazard Model for New Zealand. *Frontiers in Earth Science*, 5, 51. doi: 10.3389/feart.2017.00051.

Wilson, T.M., Fitzgerald, R, Allen, N, Hayes, J.L. & Deligne, N.I. (2021) Overview of the National Volcanic Hazard and Risk Model. *Presentation to DEVORA Annual Forum*.

Actividad volcánica y seguro en Portugal

Nuno Rodrigues

Director de Seguros de Bienes e Ingeniería
MDS Group

Erupción del volcán de los Capelinhos

Sábado, 27 de septiembre de 1958. Azores. La tierra llevaba temblando 12 días sin interrupción, registrándose aproximadamente unos 200 terremotos de intensidad no superior al grado V de la escala de Mercalli cuando, súbitamente, a las 06:45, el agua del mar comenzó a hervir a unos 300 metros de la Punta de los Capelinhos.

La actividad aumentó en los tres días siguientes, manifestándose la emisión de chorros negros de cenizas volcánicas hasta altitudes superiores a los 1.000 metros y la existencia de una nube de vapor de agua que alcanzó altitudes superiores a los 4.000 metros. Pasados algunos días, la emisión de gases y piroclastos disminuyó de intensidad y fue rápidamente sucedida por explosiones violentas que generaron proyectiles de lava y liberaron al aire grandes cantidades de cenizas, que destruyeron cultivos y obligaron a evacuar a la población de las zonas más próximas al volcán, mientras que los torrentes de lava vertían al mar.

Con la acumulación de detritos se formó una pequeña isla que alcanzó los 100 metros de altura y pasó a ser conocida como Isla Nueva. En los momentos de calma esta nueva estructura era erosionada por el mar y durante los meses de actividad del volcán otros islotes fueron naciendo y desapareciendo.

Después de siete meses de erupción se abrió en el mar una lengua de tierra, en la parte este del cono del volcán, donde era posible ver fuentes de lava incandescente que ascendían a varios metros de altura.

Trece meses después de su aparición, el volcán comenzó a perder fuerza y el 24 de octubre de 1959 tuvo lugar la última efusión de lava.

Este volcán, el volcán de los Capelinhos en la isla de Faial, Azores, es el que está más presente en la memoria de los azorianos y de todos los portugueses por la destrucción y por la ola de emigración que provocó.

La última erupción volcánica registrada en el archipiélago tuvo lugar, sin embargo, en 1998, frente a Isla Terceira, junto a la parroquia de Serreta. Fue una erupción submarina que no produjo daños.

Con respecto al mercado de seguros patrimoniales en Portugal, los daños materiales causados por erupciones volcánicas están, por lo general, incluidos dentro del ámbito de la cobertura de los fenómenos sísmicos, así como sus respectivas consecuencias, entre las que figuran los terremotos. El lucro cesante producido por este tipo de eventos de la naturaleza puede estar cubierto por el seguro de pérdida de beneficios, que se puede contratar simultáneamente con la cobertura de fenómenos sísmicos.

Actividad volcánica en las Azores

Hay 26 volcanes activos en las Azores, ocho de ellos submarinos. De las nueve islas del archipiélago, únicamente Santa María no tiene ningún volcán activo, mientras que en las demás, hay estructuras volcánicas durmientes, pero que podrían entrar en erupción en cualquier momento. No hay más volcanes en territorio portugués.



Figura 1. Erupción del volcán de los Capelinhos, en la Isla Faial, Azores.

Fuente: nit.pt

La actividad sismovolcánica de las Azores está sometida a constante vigilancia por el CIVISA (Centro de Información y Vigilancia Sismovolcánica de las Azores) y por el Instituto de Investigación en Vulcanología y Evaluación de Riesgos (IVAR), que disponen de tres redes: una sísmica, otra para el análisis de la geoquímica de gases y otra de GNSS (sistema de navegación por satélite), que cubren todo el archipiélago.

Exposición del sector asegurador a la actividad volcánica

No disponemos de información fiable sobre cuál fue el nivel de transferencia al mercado asegurador de la erupción volcánica de 1958 en las Azores.

En la actualidad no hay en Portugal, como en otros países europeos, un fondo de catástrofes o una cobertura específica para los fenómenos sísmicos. A pesar de haberse producido varios intentos en este sentido, la única protección disponible procede del seguro privado.

Con respecto al mercado de seguros patrimoniales en Portugal, los daños materiales causados por erupciones volcánicas están, por lo general, incluidos dentro del ámbito de la cobertura de los fenómenos sísmicos, así como sus respectivas consecuencias, entre las que figuran los terremotos. El lucro cesante producido por este tipo de eventos de la naturaleza puede estar cubierto por el seguro de pérdida de beneficios, que se puede contratar simultáneamente con la cobertura de fenómenos sísmicos.

Hay que destacar que en Portugal la cobertura de fenómenos sísmicos se contrata de forma facultativa.

En cuanto al importe del seguro, el mercado aplica una tarifa específica desarrollada y recomendada por la Asociación Portuguesa de Aseguradoras (APS), basada en una segmentación por zonas, la tipología del bien asegurado y las fechas de construcción de los inmuebles. Prácticamente ninguna aseguradora que opere en Portugal retiene en su cartera el grueso de su exposición sísmica (y, consecuentemente, de su exposición volcánica), optando por transferirla a los mercados internacionales de reaseguro. Las franquicias habituales para terremotos y erupciones volcánicas están entre el 2 % y el 5 % del capital asegurado para cada bien expuesto, lo que quiere decir que los riesgos sísmicos y volcánicos no se pueden transferir totalmente al seguro, obligando a que los propios asegurados retengan parte del riesgo.

Lamentablemente, y a semejanza de la vasta mayoría de los mercados aseguradores, la brecha de protección es bastante alta, agravada en Portugal por el escaso nivel de cultura aseguradora, la baja percepción del riesgo (incluso en las Azores) y el bajo poder adquisitivo, este último factor incrementado por el hecho de que la cobertura de terremotos y erupciones volcánicas es percibida como muy costosa, ya que puede tener un coste superior, en comparación, a las demás coberturas habituales de un seguro de multirriesgos patrimoniales. Conviene señalar que no existe ningún tipo de obligatoriedad legal en materia de contratación de seguros para las coberturas de fenómenos sísmicos/erupciones volcánicas.

En las zonas de mayor exposición, como es el caso de las Islas Azores, particularmente ante las construcciones de mayor antigüedad, buena parte de las aseguradoras intenta minimizar en lo posible la suscripción de riesgo sísmico y volcánico, especialmente las aseguradoras internacionales. El resultado es una baja penetración de la cobertura de fenómenos sísmicos y riesgo volcánico, con una importante brecha de protección, que podría ser eventualmente reducida con la creación de un fondo sísmico o de riesgo volcánico, basado en la asociación público-privada, de contratación obligatoria.

En el seguro de automóviles, particularmente en la cobertura de daños propios, es posible contratar la cobertura de fenómenos de la naturaleza, que incluye a las erupciones volcánicas, por lo que en este ramo el mercado nacional dispone de mayor oferta y competitividad. Es el mismo caso de los seguros de accidentes personales.

VI Simposium del Observatorio de Catástrofes de la Fundación Aon España «El Coste de las Catástrofes»

Pedro Tomey

Presidente del Observatorio de Catástrofes y director general de la Fundación Aon España

El sexto Simposium del Observatorio de Catástrofes de la Fundación Aon España, titulado «El Coste de las Catástrofes», se celebró bajo la Presidencia de Honor de Su Majestad el Rey Felipe VI el pasado 25 de noviembre en la Escuela Nacional de Protección Civil en Madrid. En él se presentó el informe sobre el coste de las catástrofes en España (2016-2020) y las consecuencias del temporal Filomena dentro de la pandemia, elaborado por la Fundación Aon España en colaboración con Protección Civil, liderado por Aon Reinsurance Solutions y con la participación de UNESPA, el Consorcio de Compensación de Seguros, Agroseguro, ICEA, Cruz Roja Española, la UME, la Fundación ONCE e investigadores de la Cátedra de Catástrofes de la Fundación Aon.

Asimismo, el Observatorio anunció la creación del Barómetro Anual de las Catástrofes, un estudio original e innovador que será elaborado en el seno del propio Observatorio y que contendrá registros estadísticos de los desastres ocurridos en España en el año anterior.

El ranking de los desastres con mayor coste económico lo encabeza la DANA de septiembre de 2019 en Alicante y Murcia, con 1.319 millones de euros de impacto, seguida del temporal de enero de 2020 en toda la península, con un coste de 843 millones de euros. El tercero fueron las inundaciones y temporales de diciembre de 2016 del sureste de España, con un coste de 272,72 millones de euros.

Los diez mayores desastres acumulan 3.540 millones de euros de daños y pérdidas, lo que representa un 30,5 % del coste económico total estimado.

Fundación Aon España

OBSERVATORIO DE CATÁSTROFES

PROTECCIÓN CIVIL ESPAÑA

DIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS

**VI SIMPOSIUM
EL COSTE DE LAS CATÁSTROFES**

“SIEMPRE CON LAS PERSONAS FRENTE AL RIESGO”

ESCUELA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL, MADRID
25 DE NOVIEMBRE DE 2021

En el Simposium, en el que intervinieron representantes de Protección Civil, Aon Reinsurance Solutions, el Ayuntamiento de Madrid, Consorcio de Compensación de Seguros, Unidad Militar de Emergencias, Cruz Roja Española, Instituto Geográfico Nacional, así como investigadores de nuestra Cátedra de Catástrofes, se hizo una aproximación a los desastres naturales ocurridos en 2021 como las danas, terremotos, incendios forestales o la erupción volcánica en La Palma.

El director general de Protección Civil, Leonardo Marcos, dio la bienvenida a los asistentes; Pedro Tomey, presidente del Observatorio de Catástrofes de la Fundación Aon España, presentó los objetivos del Simposium y la subsecretaria del Ministerio del Interior, Isabel Goicoechea Aranguren, lo clausuró.

El coste de las catástrofes naturales en España (2016-2020)

Juan Antonio Sánchez Utrilla, director de Data Analytics de Aon Reinsurance Seguros, presentó el informe sobre el coste de las catástrofes naturales en España (2016-2020), que fue de 12.067 millones de euros, lo que supone un coste promedio anual de 2.413 millones de euros.

El año con mayor impacto económico fue 2019, con 3.120 millones de euros de coste, seguido de 2020 con 2.616 millones de euros, 2018 con 2.438 millones de euros, 2017 con 2.284 millones de euros y 2016 con 1.610 millones de euros.

El presidente del Observatorio, Pedro Tomey, expresó que «es la primera vez que se realiza en España un estudio de estas características, en el que hemos analizado las catástrofes más significativas ocurridas entre 2016 y 2020».

El cálculo de costes incluye la repercusión en las partidas presupuestarias, subvenciones y ayudas, el impacto en las economías domésticas y en el sector agrícola.

Por sectores, el sector agrícola fue el más afectado, con un 35 % de las pérdidas. En segundo lugar se situaron las economías domésticas, con un 31,6 % del coste total. Las partidas presupuestarias de Protección Civil, UME y Cruz Roja, sumadas a las subvenciones de ayuda de Protección Civil, supusieron un 4,13 % del total.

El coste asegurado de las catástrofes analizadas entre 2016 y 2020 fue de 6.290 millones de euros, el 41,3 % del coste total estimado, con un promedio de 1.258 millones de euros por año. La protección ofrecida al sector agrario supuso un 38,38 % del total y para el resto de los sectores la cobertura fue del 20 %.

El coste no asegurado alcanzó los 5.274 millones de euros, lo que supone que la brecha de protección -daños asegurados frente a los no asegurados- ha sido del 45,6 % del promedio en el periodo analizado.

Las subvenciones y ayudas de Protección Civil entre 2016 y 2020 fueron de 32 millones de euros, con un coste medio anual de 6,56 millones de euros. Asimismo, las partidas presupuestarias de Protección Civil, UME y Cruz Roja se situaron en 438 millones de euros con un promedio de 87,8 millones de euros al año.

El informe también dedica un capítulo especial al impacto económico del temporal Filomena en enero de 2021. Su coste económico fue de 1.157 millones de euros, de los que 505 millones estaban asegurados y el resto sin asegurar.

Ranking de los desastres con mayor coste económico

El ranking de los desastres con mayor coste económico lo encabeza la DANA de septiembre de 2019 en Alicante y Murcia, con 1.319 millones de euros de impacto, seguida del temporal de enero de 2020 en toda la península, con un coste de 843 millones de euros. El tercero fueron las inundaciones y temporales de diciembre de 2016 del sureste de España, con un coste de 272,72 millones de euros.

Los diez mayores desastres acumulan 3.540 millones de euros de daños y pérdidas, lo que representa un 30,5 % del coste económico total estimado.

El Coste de las Catástrofes Naturales en España – Periodo 2016 – 2020

Los 10 mayores eventos en los últimos 5 años



Año	Fecha	Lugar	Causa	Coste Económico Estimado (millones de €)
2019	Del 11 al 15 de Septiembre	Alicante y Murcia	Inundación - DANA	1.319,14
2020	Del 19 al 21 de Enero	Generalizado Península e Islas Baleares	TCA (Gloria)	843,82
2016	Del 16 al 22 de Diciembre	Sureste Peninsular	Inundación y TCA	272,72
2017	Del 1 al 7 de Febrero	Tarragona	TCA (Kurt)	266,71
2018	Febrero de 2018	Principado de Asturias, País Vasco y Pirineo	Nieve	183,39
2020	Del 4 al 5 de Noviembre	Valencia	Inundación	179,45
2018	Del 18 al 21 de Octubre	Cataluña, Baleares, Andalucía y Valencia	Inundación	140,71
2017	Diciembre de 2017	Generalizado Península e Islas Baleares	Inundación y TCA (Ana)	121,71
2018	Noviembre de 2018	Cataluña, Valencia y Murcia	Inundación	115,82
2019	Del 18 al 22 de Diciembre	Generalizado Península	Borrascas Elsa y Fabien	96,24

- Los dos mayores eventos del periodo 2016 – 2020 han ocurrido en los dos últimos años, a tormenta Gloria en enero de 2020 y las DANAs de Septiembre de 2019
- Ambos episodios representan por si mismos el 61,1% del coste económico estimado de los 10 mayores eventos
- Los 10 mayores eventos acumulan un total de 3.540 Millones de € lo que representa un 30,5% del coste económico total estimado

Fuente: Aon's Reinsurance Solutions, UNESPA, ICEA, Consorcio de Compensación de Seguros, Agrosseguro
Cifras actualizadas en Millones de Euros de 2021

El temporal Filomena en Madrid

Por su parte, José Antonio Martínez Páramo, coordinador general de Medioambiente del Ayuntamiento de Madrid, comentó durante el Simposium que durante las 30 horas seguidas en las que nevó cayeron 1,25 millones de toneladas de nieve. «Se acumularon en las calles además 9.000 toneladas de residuos que no pudieron ser recogidos por los camiones de limpieza, pues la ciudad quedó paralizada. El metro fue el único transporte que pudimos usar, y fue una válvula de escape», señaló.

De los cinco millones de árboles que hay en Madrid, 1,7 millones dependen del Ayuntamiento para su mantenimiento y de ellos, 800.000 se vieron afectados por Filomena. 80.000 de forma irrecuperable, pues hubo que talarlos. Solo en la gestión de los árboles dañados, el Ayuntamiento gastó 46 millones en la gestión, 30 de ellos en la Casa de Campo.

Barómetro Anual de las Catástrofes

Pedro Tomey, presidente del Observatorio de Catástrofes, anunció la creación de un Barómetro Anual de Catástrofes en España, cuyo objetivo será cuantificar los impactos de los desastres, obtener y sistematizar criterios para prevenir, dar adecuadas respuestas y mitigar los daños.

El nuevo Barómetro realizará un inventario de catástrofes y elaborará índices sobre el impacto socio-económico de los desastres, su repercusión en las infraestructuras críticas, los daños personales y materiales que provocan, la resiliencia y su efecto sobre los colectivos más vulnerables. Según Tomey, «este Barómetro será el primero en su modalidad en España y permitirá cubrir el vacío estadístico y analítico que existe en España en el ámbito del estudio de las catástrofes y, con ello, ofrecer a la sociedad nuevas herramientas para defenderse de los sucesos catastróficos y mitigar su impacto. Gracias al nuevo Barómetro, podremos establecer una clasificación de las catástrofes en función de su severidad y diseñar un mapa completo con los focos de localización más críticos».

Comité Científico y Comité Consultivo del Barómetro Anual de Catástrofes

El nuevo Barómetro contará con un Comité Científico cuya misión consistirá en nominar las catástrofes de acuerdo a los parámetros que el propio Comité fije, elaborar los cuestionarios y mantener las entrevistas con los interlocutores preguntados, seleccionar y analizar la información obtenida de las fuentes designadas en cada evento catastrófico, hacer seguimiento de los índices de medición con las instituciones y organismos participantes, supervisar el trabajo de investigadores y consultores y validar las conclusiones y, en su caso, participar en la presentación pública del Barómetro.

Formarán parte del Comité Científico representantes de la Fundación Aon España, Aon Reinsurance Solutions, Analistas Financieros Internacionales (Afi), Agroseguro, Consorcio de Compensación de Seguros (CCS), Instituto de la Ingeniería de España y Cátedra de Catástrofes (Universidad Pontificia Comillas y Tecnun-Universidad de Navarra). Asimismo, habrá un Comité Consultivo formado por los *First Responders* miembros del Observatorio de Catástrofes: Protección Civil, Cruz Roja Española (CRE) y Unidad Militar de Emergencias (UME).

El Consorcio de Compensación de Seguros en 2021: erupciones volcánicas

El director de Operaciones del CCS, Alejandro Izuzquiza, aseguró durante su intervención en el Simposium que en relación a la erupción del volcán de la isla de La Palma «se han recibido 2.300 solicitudes de indemnización y se han pagado ya 50 millones de euros». El Consorcio estima que el importe total de los pagos llegará a superar los 95,5 millones de euros. Izuzquiza señaló que el nivel de aseguramiento en el caso de La Palma es muy bajo.

Asimismo, el director de Operaciones del CCS se refirió a los siguientes criterios para realizar la gestión de las solicitudes de indemnización:

- Cuando así lo establezca la póliza, se indemnizará el valor de reposición, sin considerar si el asegurado podrá o no reconstruir el inmueble.
- Con carácter general, en inmuebles destruidos se asumirá la indemnización íntegra del contenido, aun cuando sea posible que el asegurado haya tenido oportunidad de retirar algunos enseres.
- En los inmuebles destruidos, el CCS solicitará de oficio notas simples al Registro de la Propiedad para acreditar la titularidad del inmueble.
- Se solicitará de las entidades aseguradoras y de los mediadores de seguros la documentación para agilizar los pagos.
- Para el cómputo de los 7 días de carencia legal a contar desde la fecha de emisión de la póliza de seguro se considerará como fecha del siniestro no la de inicio de la erupción volcánica (19 de septiembre), sino aquella en la que se produzca el daño a cada bien asegurado que resulte afectado.
- Margen de tolerancia del 20 % en los casos de posible sobreseguro en viviendas destruidas.

Las catástrofes y Protección Civil

Francisco Ruiz Boada, subdirector general de Prevención, Planificación y Emergencias de Protección Civil, informó de que «el sistema de gestión de sucesos catastróficos ha contabilizado 4.253 casos durante el tiempo transcurrido de 2021, frente a los 849 sucesos de 2020 y a los 1.012 de 2019, lo que quiere decir que la curva de crecimiento se está acelerando». Los mayores riesgos en 2021 se han concentrado en actividad sísmica, con 494 casos, y en incendios forestales, con 579 casos. Ruiz Boada destacó que el Sistema Nacional de Protección Civil «es consciente de la necesidad de estar preparados ante las emergencias evolutivas y transversales» y destacó que en caso de catástrofe «las competencias son concurrentes entre el Estado y las comunidades autónomas y no divergentes».

También resaltó la necesidad de incrementar las políticas de autoprotección e información a la población, con el desarrollo del Mecanismo Nacional de Respuesta y de las Redes Nacionales de Prevención.

Cruz Roja Española y las catástrofes

Íñigo Vila, director de Emergencias de CRE, señaló desde la isla de La Palma que los trabajos están desarrollándose con un alto grado de profesionalidad y que «fenómenos como el del volcán Cumbre Vieja deberían mentalizarnos de que la protección civil comienza por uno mismo».

La UME en el volcán de La Palma

El teniente coronel Jorge Serra Llopart, de la UME, destacó que en la operación volcánica de La Palma han intervenido 239 efectivos militares, 75 vehículos y 4 drones. La misión de la Unidad ha consistido en tareas de apoyo y coordinación con la dirección de la emergencia, vuelos de reconocimiento, vigilancia de la progresión de la colada, mediciones de calidad del aire y toma de muestras y apoyo a la evacuación de ciudadanos y retirada de enseres y de ceniza.

Vigilancia y alerta volcánica de la erupción de La Palma

Carmen López Moreno, directora del Observatorio Geofísico Central del Instituto Geográfico Nacional (IGN), habló de la gestión de la emergencia volcánica: «Hemos tenido 13 erupciones en los últimos 500 años y La Palma era la isla con más probabilidad de albergar una erupción», señaló. «El problema no ha sido su explosividad o su tamaño, no ha sido una gran erupción, el problema es que ha surgido en una zona muy poblada, muy rica y alejada del mar. No ha ocurrido como con la del Teneguía, de 1971, que enseguida encontró el mar y no hizo mucho daño. Pero en esta ocasión, muy cerca de donde comenzó la erupción había casas», añadió esta experta que considera «un gran éxito» las medidas preventivas que se tomaron y que permitieron evacuar a la población.

«Se pudo pronosticar la zona en la que comenzaría la erupción a corto plazo y no hemos tenido que lamentar ninguna desgracia más allá de las pérdidas económicas y la desgracia de perder tu casa y tu trabajo».



Evaluación cualitativa de las catástrofes en las infraestructuras críticas: El caso de Filomena

«Se produjo todo un efecto en cascada que acabó afectando a las infraestructuras de muchas formas», señaló por su parte Marcos Borges, catedrático de la Escuela de Ingenieros Tecnun de la Universidad de Navarra, una de las sedes de la Cátedra de Catástrofes de la Fundación Aon España. «La infraestructura más afectada fue el transporte, pues hubo carreteras intransitables, vehículos abandonados, los suministros de alimentos resultaron afectados en su origen y porque no pudieron llegar a sus lugares de consumo. Hubo muchas calles bloqueadas y los médicos tuvieron problemas para llegar a los centros de salud y las ambulancias para transitar», resumió este experto.

Al calor de la frontera. Migraciones forzosas asociadas al cambio climático

Víctor Pérez Segura, investigador de la Cátedra de Catástrofes de la Fundación Aon España en la Universidad Pontificia Comillas ICAI-ICADE, comentó que los episodios climáticos extremos, el aumento de temperaturas, incluida la del mar, la desertificación y la subida del nivel del mar tendrán unas repercusiones sociales como condiciones de vida hostiles, impacto en la pesca, impacto en la agricultura y la ganadería y pérdida del territorio, respectivamente.

La gestión por el CCS de la siniestralidad de la erupción volcánica de La Palma en 2021

María Flavia Rodríguez-Ponga Salamanca, Directora General

Francisco Espejo Gil, Subdirector de Estudios y Relaciones Internacionales
Consortio de Compensación de Seguros



El 19 de septiembre de 2021, a las 14:10 horas locales, el complejo volcánico de la dorsal de Cumbre Vieja, en la isla canaria de La Palma, entró en erupción en la ladera oeste de la dorsal, en un lugar denominado Cabeza de Vaca, situado a unos 800 m de altitud y a una distancia lineal de unos 5 km del mar. Prácticamente desde el primer momento la colada de lava comenzó a afectar a propiedades, puesto que se trata de una zona habitada, con numerosas viviendas dispersas, algunos núcleos de población, numerosos cultivos e incluso alguna zona industrial.

La actividad sísmica de los días anteriores y otros parámetros, como la deformación del terreno, permitieron una gestión previa de la emergencia que facilitó la evacuación de residentes y turistas.

A esta fecha del 16 de diciembre, el CCS había abonado ya 73.484.337 € en indemnizaciones correspondientes a 419 viviendas (por un importe de 62.948.909 €); 75 automóviles (por 275.210 €); 48 comercios y locales de oficina (por 9.845.083 €) y 5 industrias (por 415.135 €). El CCS espera que el importe de esta siniestralidad, primera ocasión en su historia en la que tiene que hacer frente a este tipo de riesgo, termine por ser del orden de entre 125 y 180 millones de euros, de no alterarse las condiciones de la erupción.

indemnización se realizasen a través de mediadores o aseguradoras, que también disponen de la documentación necesaria para el inicio de la tramitación, y así agilizar y facilitar las gestiones. El CCS ha realizado, así, de oficio, buena parte de las gestiones ante el Registro de la Propiedad, entidades de crédito y aseguradoras para obtener información y aclaraciones, evitando que tenga que hacerlas el asegurado.

Otra novedad impuesta por las circunstancias ha sido la imposibilidad, en la mayoría de los casos, para los peritos de visitar los riesgos siniestrados, al ser imposible el acceso por obvias razones de seguridad, dada la incesante superposición de coladas de lava. De este modo, ha sido necesario recurrir al cruce entre la información recogida por satélite, por vuelos de dron y su superposición sobre la cartografía catastral para la identificación de fincas y la constatación, en la mayor parte de los casos, de la pérdida total (Figuras 2 y 3). En el caso de los daños por cenizas sí que ha sido posible, en una mayor cantidad de casos, una peritación más tradicional.

El CCS informó de que las condiciones para la indemnización de esta siniestralidad serían las propias de los riesgos extraordinarios: indemnización hasta el límite del valor asegurado en la póliza original, cobertura de pérdida de beneficios o compensaciones por inhabilitación de la vivienda si estas coberturas hubieran sido contratadas en la póliza original y aplicación de la franquicia legal del 7 % para daños en bienes comerciales, industriales y de obra civil.

También se informó de que los daños por cenizas pericialmente contrastados (Figura 4) se considerarían igualmente daños por erupción volcánica y que serían indemnizados correspondientemente, incluyendo los costes de limpieza de los bienes asegurados.

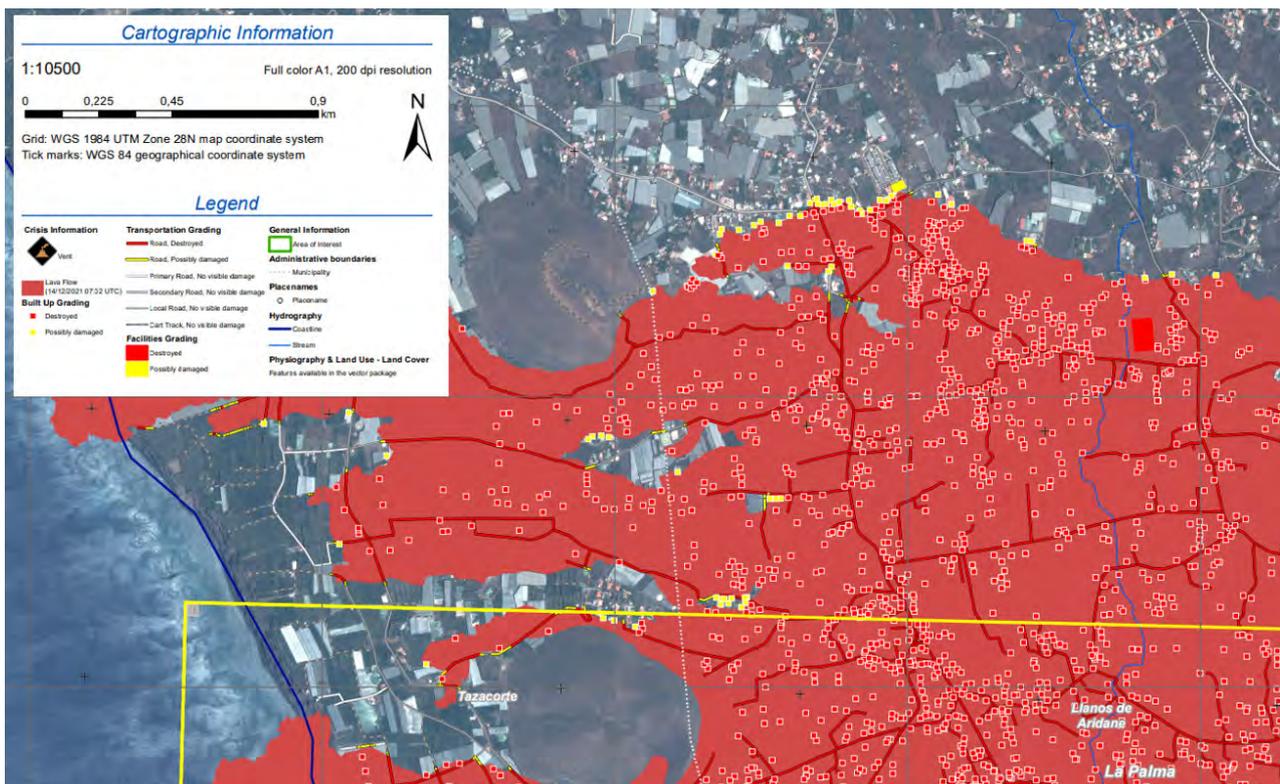


Figura 2. Ejemplo de visualización de zonas y propiedades destruidas (en rojo) y afectadas (en amarillo) por las coladas de lava.

Fuente: Copernicus.



Figura 3. Antes y después de la erupción, en la zona de Todoque, del municipio de Los Llanos de Aridane.
Fuente: visor del Cabildo Insular de La Palma.

Habida cuenta de que la ley establece un periodo de carencia de 7 días entre la firma de un contrato de seguro, o la modificación de los capitales asegurados en un contrato de seguro preexistente, y la entrada en vigor de las coberturas de riesgos extraordinarios del CCS, o la actualización de esas condiciones en lo relativo al seguro de riesgos extraordinarios, y de la monitorización constante del proceso eruptivo, el CCS adoptó el criterio general de considerar como fecha del siniestro, allí donde pudiera acreditarse, aquella en la que la lava o la ceniza afectasen a una propiedad en concreto y no la fecha de inicio de la erupción.

El día 16 de diciembre de 2021, el CCS había recibido un total de 2.632 solicitudes de indemnización, correspondientes a 2.160 viviendas; 201 vehículos automóviles; 252 comercios, hoteles y locales de oficina; y 18 industrias, distribuidos

entre todos los municipios de la isla (Figura 5). Los daños en los más próximos a los focos del volcán (Llanos de Aridane, El Paso y Tazacorte) son sobre todo por coladas de lava, mientras que en los demás son por acumulación de cenizas y daños sísmicos. Estas solicitudes de indemnización han sido presentadas en el 44 % de los casos por las aseguradoras, en el 34 % de las ocasiones por los mediadores de seguros, ambos en representación de los asegurados afectados, y en un 22 % por los asegurados directamente. El 54 % de las mismas se ha presentado a través de la página web del CCS y el 46 % mediante llamadas al CAT.



Figura 4. Daños por acumulación de cenizas.
Fuente: CCS.

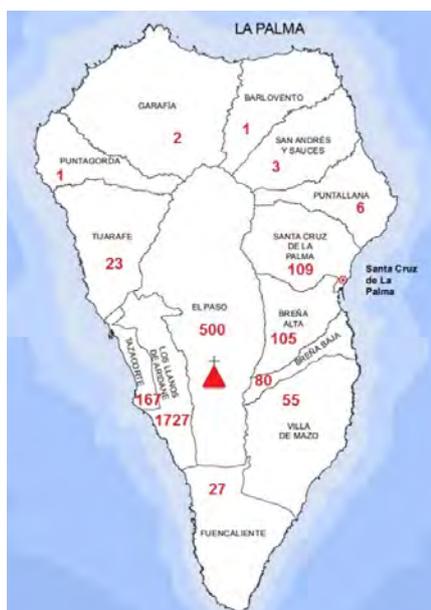


Figura 5. Procedencia por municipios de las solicitudes de indemnización al CCS a fecha 16 de diciembre de 2021.
Fuente: CCS.

En esa misma fecha, el CCS había abonado ya 73.484.337 € en indemnizaciones correspondientes a 419 viviendas (por un importe de 62.948.909 €); 75 automóviles (por 275.210 €); 48 comercios y locales de oficina (por 9.845.083 €) y 5 industrias (por 415.135 €). El CCS espera que el importe de esta siniestralidad, primera ocasión en su historia en la que tiene que hacer frente a este tipo de riesgo, termine por ser del orden de unos 180 millones de euros, de no alterarse las condiciones de la erupción.



Figura 6. El volcán de Cumbre Vieja (La Palma) el 17 de diciembre de 2021.
Fuente: CCS.

Agradecimientos: Al Instituto Geológico y Minero de España (IGME), a la Unidad Militar de Emergencias (UME) y a los demás cuerpos y fuerzas de seguridad del Estado, por su labor en la gestión de esta erupción y por facilitar el trabajo del Consorcio de Compensación de Seguros en la gestión de la siniestralidad.

Revisión de las valoraciones del riesgo de erupción volcánica y aplicación al evento de La Palma

Belén Soriano Clavero

Subdirectora Técnica y de Reaseguro
Consortio de Compensación de Seguros

Introducción

La cobertura de erupción volcánica por parte del Consorcio de Compensación de Seguros se remonta a la aprobación de la Ley de 16 de diciembre de 1954 sobre refundición de los Consorcios de Compensación de Riesgos Catastróficos sobre las Cosas y de Accidentes Individuales en un solo «Consortio de Compensación de Seguros», e integrando en el mismo los seguros agrícolas, forestales y pecuarios

La citada Ley establecía que el Consorcio, entre otras funciones, tendría por objeto la cobertura, en régimen de compensación en los ramos no personales, de los siniestros que, afectando a riesgos asegurados, no fueran susceptibles de garantía mediante póliza de seguro privado ordinario por obedecer a causas anormales o de naturaleza extraordinaria.

El Decreto de 13 de abril de 1956, por el que se aprobó el Reglamento para la aplicación de la Ley de 16 de diciembre de 1954, establecía explícitamente, entre los riesgos cubiertos, las erupciones volcánicas.

No hay constancia de que haya habido siniestros cubiertos por el Consorcio por esta causa hasta la erupción volcánica en La Palma de septiembre de 2021, puesto que la erupción en El Hierro de octubre de 2011 tuvo lugar bajo el mar y no causó daños cubiertos y de la erupción del Teneguía, en octubre de 1971, no hay registros de daños por volcán.

Pese a que el Consorcio no ha tenido que enfrentarse hasta ahora a un evento de esta naturaleza, en los últimos años se han realizado diversas aproximaciones sobre el coste al que tendría que hacer frente en el caso de un eventual suceso de erupción volcánica.

El presente estudio compara el coste estimado de los daños cubiertos por el Consorcio por erupción volcánica en España, en las tres aproximaciones de las que dispone, con el coste previsto del actual evento de La Palma según datos actualizados a 11 de diciembre de 2021.

Valoraciones del riesgo volcánico

Las tres valoraciones de las que dispone el Consorcio se corresponden con las llevadas a cabo por:

- El Consorcio de Compensación de Seguros.
- El Instituto Geológico y Minero de España (IGME).
- AON Benfield, a solicitud del Consorcio.

Se confirma que el orden de magnitud del capital expuesto en la isla de La Palma en 2013 es de 4.876 millones de euros para daños en los bienes y pérdidas pecuniarias, 4.464 y 412 millones de euros, respectivamente, incluido en el estudio de AON Benfield consultor externo, es coherente con el capital expuesto en la isla de La Palma en 2021, según datos SIR, de 5.316 millones de euros para daños en los bienes y pérdidas pecuniarias.

Se recoge a continuación un breve detalle de la metodología y resultados obtenidos en cada una de las valoraciones.

Valoración realizada por el Consorcio

Informe «AMPLIACIÓN DEL ESTUDIO DE VALORACIÓN DEL IMPACTO ECONÓMICO DE LOS RIESGOS CATASTRÓFICOS EN EL CCS» de febrero de 2014

El objeto de este estudio fue estimar el riesgo en el que incurriría el Consorcio en su cobertura de los eventos catastróficos en España a través del seguro de riesgos extraordinarios, tanto en lo relativo a la siniestralidad esperada como a sus potenciales desviaciones, y asignarle una probabilidad de ocurrencia.

Para el caso concreto de la erupción volcánica, se partió de la información documentada sobre erupciones históricas ocurridas en las Islas Canarias, considerándose 16 erupciones en el periodo 1430-2012 (583 años) que afectaron a La Palma, Tenerife, Lanzarote y El Hierro.

Isla	Año	Erupción	Duración
La Palma	1430/1440?	Tacande o Montaña Quemada	?
	1585	Tehuya	19 may-10 ago
	1646	Martín o Tigalate	2 oct-21 dic
	1677-1678	San Antonio	17 nov-21 ene
	1712	El Charco	9 oct-3 dic
	1949	San Juan o Nambroque	24 jun-30 jul
	1971	Teneguía	26 oct-18 nov
Tenerife	1492	Boca Cangrejo	?
	1704/1705	Siete Fuentes	31 dic-4-5 ene
		Fasnía	5-16 ene
		Arafo	2 feb-27 mar
	1706	Garachico o Montaña Negra	5 may-13 jun
	1798	Chahorra o Narices Del Teide	9 jun-14-15 sep
1909	Chinyero	18-27 nov	
Lanzarote	1730-36	Timanfaya	1 sep-16 abr
	1824	Tao o Clérigo Duarte	31 jul
		Nuevo Del Fuego o Chinero	29 sep-5 oct
		Tinguatón o Volcán Nuevo	16-24 oct
El Hierro	1793	Lomo Negro	?
	2011-2012	Sur de La Restinga	10 oct-5 mar

Tabla 1. Volcanismo histórico en Canarias.

Fuente: «GeoMEP: Modelo de Evaluación de Pérdidas por Peligros Geológicos. Memoria Técnica». Instituto Geológico y Minero de España y Consorcio de Compensación de Seguros - Mayo 2014.

Para la simulación histórica, ante la dificultad de contar con datos precisos de los daños causados por los distintos eventos, se consideró únicamente un acontecimiento extremo como el de Timanfaya en 1730, al que se le asignó un periodo de recurrencia de 500 años, con un impacto equivalente a la destrucción del 50 % de los bienes asegurados de la isla de Lanzarote.

Por tanto, a efectos de la estimación se consideraron las siguientes hipótesis: (i) se produce un solo evento en 500 años; (ii) el evento se localiza en la isla de Lanzarote; (iii) tiene capacidad para destruir el 50 % del capital expuesto en la isla y (iv) el capital expuesto asegurado en la isla es de 21.000 millones de euros.

Por tanto, la cuantificación del riesgo (Riesgo = Exposición x Vulnerabilidad x Probabilidad de ocurrencia) fue:

PERIODO de RETORNO	Exposición	Probabilidad ocurrencia	Vulnerabilidad	DAÑOS ASEGURADOS
500		100%		
1 año	21.000	0%	50%	21
50 años	21.000	10%	50%	1.050
100 años	21.000	20%	50%	2.100
200 años	21.000	40%	50%	4.200
500 años	21.000	100%	50%	10.500

En millones de euros

Tabla 2. Valoración del CCS del riesgo de erupción volcánica en España (escenario Lanzarote).

El resultado de los trabajos se recogió en el siguiente cuadro, que muestra la importancia relativa de la erupción volcánica frente a otros riesgos como inundación, tempestad y terremoto:

Evento	Coste estimado del peor evento en:	
	100 años	200 años
Inundación	576	1.155
TCA	1.947	2.875
Erupción volcánica	2.100	4.200
TOTAL:	4.623	8.230
Terremoto (M)	Coste estimado según magnitud	
5,3		327
6,1		3.428
6,3		6.167
7,1 (1)		66.532

mill €

(1) Magnitud máxima asignada a un terremoto en tierra firme en España por el estudio de peligrosidad de I IGN

Tabla 3. Siniestralidad por periodos de recurrencia.
Fuente: «Ampliación del estudio de valoración del impacto económico de los riesgos catastróficos en el Consorcio de Compensación de Seguros» - Febrero 2014.

Valoración del IGME

Informe «GeoMEP: MODELO DE EVALUACIÓN DE PÉRDIDAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS» de mayo de 2014, centrado en las Islas Canarias.

Para el análisis de la erupción volcánica, centrado en la emisión de coladas de lava, se establecieron 14 escenarios, todos ellos en la isla de Tenerife.

Para el riesgo volcánico no se aplicó coeficiente de reconstrucción o rehabilitación, pues se consideró que el daño era íntegro y el coste equivalente al valor catastral de los bienes y al contenido de los mismos en cada uno de los escenarios seleccionados.

Hipótesis del estudio: (i) Se seleccionaron los 14 escenarios en la isla de Tenerife que tenían en común ser zonas de susceptibilidad media o alta; (ii) los escenarios abarcaban los rangos de daños mínimo y máximo esperados; (iii) se consideró que todos ellos tenían la misma probabilidad de ocurrencia (peligrosidad), pero sin establecer la misma; por tanto, la siniestralidad no está asociada a periodos de retorno; (iv) la exposición se acotó a cada uno de los 14 escenarios, de ahí que la vulnerabilidad fuera del 100 % de la exposición.

Los resultados de este estudio establecieron unas pérdidas aseguradas de **entre 0 y 5.504 millones de euros, dependiendo de la zona (escenario)** que se viera afectada:

Escenario	N. parcelas	VC2014 x10 ⁶	VC+30% * 10 ⁶ €	parte asegurada
c526_20	12.052	6.127,60	7.965,88	5.504,43
c525_19	11.215	4.020,96	5.227,24	3.612,02
c520_17	7.501	1.395,88	1.814,65	1.253,92
c555_25	4.896	873,34	1.135,34	784,52
c829_1	838	581,74	756,26	522,58
c394_1	1.330	562,61	731,39	505,39
c395_3	665	452,90	588,77	406,84
c262_4	1.467	357,41	464,64	321,06
c930_3	294	211,10	274,43	189,63
c295_4b	769	91,93	119,51	82,58
c484_2	50	4,70	6,11	4,22
c494_2	2	0,04	0,05	0,04
c493_8	0	0	0	0
c493_7	0	0	0	0

Tabla 4. Pérdidas aseguradas según escenario afectado.

Fuente: «GeoMEP: Modelo de Evaluación de Pérdidas por Peligros Geológicos. Memoria Técnica». Instituto Geológico y Minero de España y Consorcio de Compensación de Seguros - Mayo 2014.

Valoración de Aon Benfield

Informe «CCS: VALORACIÓN DE RIESGOS CATASTRÓFICOS» de julio de 2014

En este estudio se indicaba que la erupción volcánica es un peligro no modelizado comercialmente y lo calificaban como el de mayor peligrosidad de todos los riesgos naturales cubiertos por el Consorcio en cuanto a la relación entre pérdidas y capital expuesto.

Se centraba en un enfoque mixto experiencia-exposición.

El estudio partía de la siguiente exposición total en España al riesgo de volcán en 2013:

ISLA	Daños a los Bienes		Pérdida de Beneficios		Daños a las Personas	
	Nº	Sumas	Nº	Sumas	Nº	Sumas
	Riesgos	Aseguradas	Riesgos	Aseguradas	Riesgos	Aseguradas
Lanzarote	110.998	12.766.482.741	37.180	1.207.233.594	85.014	4.137.461.352
Fuerteventura	110.377	15.665.499.331	46.041	1.492.981.611	65.383	3.182.059.844
Gran Canaria	547.593	44.767.831.568	149.624	3.926.765.204	510.684	24.853.968.912
Total Las Palmas	768.968	73.199.813.640	232.845	6.626.980.409	661.081	32.173.490.108

Provincia de Tenerife

ISLA	Daños a los Bienes		Pérdida de Beneficios		Daños a las Personas	
	Nº	Sumas	Nº	Sumas	Nº	Sumas
	Riesgos	Aseguradas	Riesgos	Aseguradas	Riesgos	Aseguradas
Tenerife	636.449	60.585.941.900	187.974	5.303.907.404	560.008	27.254.469.344
La Gomera	14.031	1.249.414.320	3.611	113.542.915	13.198	642.320.264
La Palma	53.679	4.463.843.209	13.060	412.527.401	53.104	2.584.465.472
El Hierro	7.613	818.367.849	2.123	81.912.724	6.850	333.375.800
Total Tenerife	711.772	67.117.567.278	206.768	5.911.890.444	633.160	30.814.630.880

Campos Volcánicos en la Península

ZONA VOLCÁNICA	Daños a los Bienes		Pérdida de Beneficios		Daños a las Personas	
	Nº	Sumas	Nº	Sumas	Nº	Sumas
	Riesgos	Aseguradas	Riesgos	Aseguradas	Riesgos	Aseguradas
Campo Volcánico de Calatrava	59.064	5.160.129.268	18.847	454.510.826	151.449	7.370.719.932
Campo Volcánico de Olot	3.675	388.733.128	1.379	43.890.844	37.704	1.834.978.272
Total Península	62.739	5.548.862.396	20.226	498.401.670	189.153	9.205.698.204

Tabla 5. Distribución de riesgos y sumas aseguradas en zonas volcánicas.

Fuente: «CCS: Valoración de riesgos catastróficos de AON Benfield». Julio 2014.

Por tanto, la exposición en daños en los bienes y pérdidas pecuniarias (sin tener en cuenta la exposición de personas) ascendía en 2013, en toda España, a cerca de 160.000 millones de euros.

El estudio utilizaba para el establecimiento de la frecuencia datos externos procedentes del Instituto Smithsonian, según el siguiente detalle:

Zona Volcánica	Nº de Erupciones	Periodo de Observación	Periodo de Retorno	Probabilidad
Campo Volcánico de Olot	0	n.d.	n.d.	0,0105%*
Campo Volcánico de Calatrava	1	5144	5144	0,0196%
La Palma	13	6864	528	0,1894%
El Hierro	7	6804	972	0,1029%
Tenerife	45	9564	213	0,4705%
Gran Canaria	11	6609	601	0,1664%
Fuerteventura	0	n.d.	n.d.	0,0105%*
Lanzarote	4	1464	366	0,2732%
Total Canarias	80	9564	120	0,8365%
Total España	81	9564	118	0,8469%

* Para los Campos Volcánicos de Olot y de Fuerteventura, al no existir eventos documentados, aplicamos una probabilidad de al menos un evento en 9564 años (igual al periodo de observación más amplio).

Tabla 6. Frecuencia de eventos – Erupciones volcánicas.

Fuente: «CCS: Valoración de riesgos catastróficos de AON Benfield». Julio 2014.

Respecto a la vulnerabilidad, utilizaron la escala del Índice de Explosividad Volcánica, IEV, (de 0 a 8), con los siguientes porcentajes:

IEV	% Destrucción de Suma Asegurada
0	0,0001%
1	0,0010%
2	0,1000%
3	1%
4	10%
5	100%
6	100%
7	100%
8	100%

Tabla 7. Vulnerabilidad según el IEV.

Fuente: «CCS: Valoración de riesgos catastróficos de AON Benfield». Julio 2014.

Indicaban que el promedio para España es de 2 en la escala IEV:

IEV	Nº Erupciones	Zonas
0	2	El Hierro y Tenerife
2	11	La Palma, El Hierro, Tenerife y Lanzarote
3	2	Tenerife y Lanzarote
4	1	Tenerife
Total	16	IEV Promedio: 2

Tabla 8. Promedio de la vulnerabilidad en España.

Fuente: «CCS: Valoración de riesgos catastróficos de AON Benfield». Julio 2014.

Se muestran en el siguiente cuadro los resultados obtenidos en este estudio para toda España y para todos los riesgos, incluyendo todos los tipos de daño (bienes, pérdidas pecuniarias y daños a las personas):

	Terremoto		Tormenta		Inundación		Erupciones Volcánicas	
Capitales Expuestos	7.974.058.179.180		7.974.058.179.180		7.974.058.179.180		236.331.665.948	
Media	71.910.948	0,00%	70.100.815	0,00%	109.627.127	0,00%	46.641.583	0,02%
Desviación Típica	731.331.085	0,01%	202.736.733	0,00%	427.421.490	0,01%	1.103.281.317	0,47%
Periodo de Retorno		% Cap. Exp.		% Cap. Exp.		% Cap. Exp.		% Cap. Exp.
5	9.275.562	0,00%	68.087.303	0,00%	128.546.281	0,00%	0	0,00%
10	53.116.824	0,00%	182.978.268	0,00%	201.617.771	0,00%	0	0,00%
20	195.002.103	0,00%	355.458.141	0,00%	303.529.695	0,00%	0	0,00%
50	641.902.426	0,01%	628.803.578	0,01%	611.107.516	0,01%	0	0,00%
95	1.252.814.881	0,02%	964.836.692	0,01%	1.125.276.152	0,01%	104.223.843	0,04%
100	1.311.869.579	0,02%	994.717.557	0,01%	1.165.757.216	0,01%	157.510.516	0,07%
200	2.496.963.507	0,04%	1.402.696.992	0,02%	2.021.088.759	0,03%	1.489.866.856	0,63%
250	3.027.385.931	0,06%	1.539.914.196	0,02%	2.357.135.103	0,05%	2.219.142.678	0,94%
475	4.810.431.174	0,06%	1.923.087.202	0,02%	3.634.794.305	0,05%	5.023.983.347	2,13%
500	5.044.117.780	0,06%	1.947.191.570	0,02%	3.703.875.893	0,05%	5.315.809.420	2,25%
950	8.188.780.197	0,10%	2.401.093.774	0,03%	5.385.111.526	0,07%	10.304.841.313	4,36%
1.000	8.650.889.186	0,11%	2.464.527.078	0,03%	5.568.124.451	0,07%	10.788.829.557	4,57%
2.000	15.054.408.779	0,19%	2.800.390.076	0,04%	7.700.777.826	0,10%	18.765.440.608	7,94%
5.000	26.373.529.198	0,33%	3.115.058.120	0,04%	13.045.597.966	0,16%	35.500.223.050	15,02%
10.000	31.429.211.562	0,39%	3.279.614.365	0,04%	16.251.282.348	0,20%	54.975.399.936	23,26%

Tabla 9. Distribución de la Pérdida Máxima por Evento – OEP (riesgos extraordinarios).

Fuente: «CCS: Valoración de riesgos catastróficos de AON Benfield» Julio 2014.

En este cuadro se pone de manifiesto el peso de cada uno de los principales riesgos cubiertos por el Consorcio en riesgos extraordinarios.

Como se indicaba, estos datos de pérdidas incluyen los daños a las personas, si bien, como se puede observar en el siguiente cuadro, los daños a las personas en el caso del volcán son muy poco significativos:

	Daños a los Bienes		Pérdida de Beneficios		Daños a las Personas	
Capitales Expuestos	151.248.454.373		13.531.712.647		71.551.498.928	
Media	41.760.959	0,03%	4.876.019	0,04%	9.528	0,00%
Desviación Típica	1.035.519.813	0,68%	265.425.469	1,96%	158.293	0,00%
		% Cap. Exp.		% Cap. Exp.		% Cap. Exp.
Periodo de Retorno						
5	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
10	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
20	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
50	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
95	60.739.667	0,04%	6.437.475	0,05%	15.120	0,00%
100	104.806.000	0,07%	10.154.283	0,08%	26.038	0,00%
200	1.148.976.400	0,76%	117.477.033	0,87%	583.464	0,00%
250	1.741.504.485	1,15%	179.321.569	1,33%	787.607	0,00%
475	4.537.157.890	3,00%	423.671.352	3,13%	1.437.152	0,00%
500	4.705.467.422	3,11%	450.546.192	3,33%	1.481.032	0,00%
950	9.797.380.929	6,48%	908.096.409	6,71%	2.098.101	0,00%
1.000	10.161.855.089	6,72%	930.949.601	6,88%	2.181.700	0,00%
2.000	17.488.680.271	11,56%	1.629.325.680	12,04%	3.061.182	0,00%
5.000	33.776.341.355	22,33%	3.084.309.536	22,79%	4.682.875	0,01%
10.000	50.377.663.865	33,31%	5.013.978.906	37,05%	5.849.317	0,01%

Tabla 10. Distribución de la Pérdida Máxima por erupción volcánica – OEP.

Fuente: «CCS: Valoración de riesgos catastróficos de AON Benfield». Julio 2014.

Sobre la erupción volcánica en La Palma de 2021

Se muestran a continuación, por un lado, los datos de la exposición en la isla de La Palma, es decir, el valor de los bienes y pérdidas pecuniarias asegurados; y, por otro lado, los daños conocidos en la actualidad en bienes asegurados en la erupción volcánica de 2021.

Valor de los bienes y pérdidas pecuniarias asegurados en la isla de La Palma

Frente a los daños previstos por esta erupción concreta, la exposición estimada al riesgo para el Consorcio para la totalidad de la isla de La Palma, partiendo de los datos del SIR (sistema de información y declaración de recargos de riesgos extraordinarios de las entidades aseguradoras) a 31 de julio de 2021, es de:

- Exposición total isla de La Palma daños materiales 2021 = 5.124 millones de euros.
- Exposición total isla de La Palma pérdidas pecuniarias 2021 = 192 millones de euros.
- **Exposición total para la isla de La Palma bienes y pérdidas pecuniarias = 5.124 + 192 = 5.316 millones de euros.**

Incluye todos los conceptos (viviendas, oficinas, otros bienes y vehículos automóviles), sin tener en cuenta la exposición de las personas en coberturas de vida y accidentes.

Se confirma que el orden de magnitud del capital expuesto para la totalidad de la isla de La Palma en 2013 es de 4.876 millones de euros para daños en los bienes y pérdidas pecuniarias, 4.464 y 412 millones de euros, respectivamente, incluido en el estudio de AON Benfield, es coherente con el capital expuesto en la isla de La Palma en 2021, según datos SIR, de 5.316 millones de euros para daños en los bienes y pérdidas pecuniarias.

Daños conocidos en la actualidad en bienes asegurados en la erupción volcánica de 2021

El coste previsto para el Consorcio del evento de La Palma, que en el momento de escribir este artículo está dando señales de agotamiento, según la información actualizada a 11 de diciembre de 2021, asciende a:

CONCEPTO		COSTE TOTAL ASEGURADO
Viviendas y otros riesgos de hostelería destruidos	Daño material	136.100.000
	Pérdidas pecuniarias	8.166.000
Viviendas dañadas no destruidas	Daño material	10.000.000
	Pérdidas pecuniarias	2.400.000
Viviendas desalojadas sin daño material significativo	Daño material	-
	Pérdidas pecuniarias	1.500.000
Vehículos automóviles		2.000.000
Otros Riesgos Individualizados		18.850.000
TOTAL		179.016.000

En euros

Tabla 11. Coste previsto para la erupción volcánica en La Palma.

No están incluidos los daños materiales ni las pérdidas pecuniarias correspondientes a aquellos riesgos que no han sido afectados por las coladas de lava, ni las pérdidas pecuniarias de los riesgos individualizados, por lo cual, el coste final para el Consorcio previsiblemente será una cuantía muy superior.

consor**seguros**
REVISTA DIGITAL

www.conorsegurosdigital.com