

Para prevenir hay que conocer como actúan los volcanes

José Roberto Alegría Coto

Jefe del Depto. de Desarrollo Científico y Tecnológico
del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
(CONACYT)

ralegría@conacyt.gob.sv

Para prevenir hay que conocer como actúan los volcanes

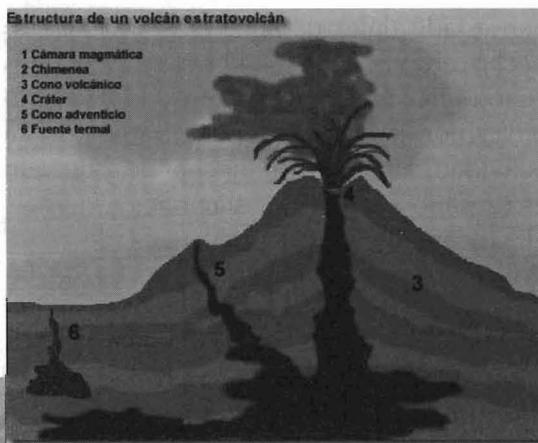
José Roberto Alegría Coto

Jefe del Depto. de Desarrollo Científico
y Tecnológico del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
(CONACYT)

ralegría@conacyt.gob.sv

Para enfrentar con éxito los efectos negativos de un evento natural, es necesario contar con los conocimientos científicos y técnicos que permitan estar consciente de los riesgos que podrían haber, para prevenirlos en busca de disminuir las consecuencias lamentables y estar listos para realizar las acciones correspondientes cuando ocurra el suceso.

Los volcanes expulsan materiales calientes (lava, ceniza, rocas, gases, vapores) del interior de la Tierra. Parte de esos materiales se acumulan alrededor del lugar de salida, formando cerros o montañas que llegan a alcanzar grandes alturas. Los materiales calientes pueden salir por grietas o por el cráter, que es un orificio en la parte superior del cerro o montaña volcánica, forma-



do por erupciones anteriores (**Puebla Net: www.puebla.net.mx**).

Clasificación de los volcanes

De acuerdo a la estructura del edificio volcánico, se clasifican en: a) **Conos Piroclásticos**, formados por lava de to-



dos los tamaños; b) **Conos Compuestos**, edificio volcánico muy alto formados por la múltiple sobre posición de materiales expulsados por el volcán durante toda su vida, conocidos también como estratovolcán; c) **Escudos Volcánicos**, formados por la superposición de innumerables colados de lava; d) **Domos Volcánicos**, formados por la salida de lava muy viscosa por las paredes del volcán (**D. Novelo, CEPREDENAC: www.cepredenac.org**).

Cuando el cono de un volcán colapsa este forma un cráter más ancho que recibe la denominación de caldera como en el caso de los volcanes de Coatepeque y de Ilopango, en cuyos interiores se encuentran los lagos del mismo nombre.

Los volcanes se llaman inactivos cuando han estado miles de años en reposo o han hecho erupción una única vez; y activos cuando tienen etapas de actividad interrumpidas por lapsos de reposo variables. La actividad se refiere al hecho de que aún en ausencia de manifestaciones externas, el volcán mantiene el potencial de desarrollar alguna actividad eruptiva en un futuro indeterminado. Para definir la actividad de un volcán se requiere determinar si en un volcán dado, el tiempo de transcurrido desde el evento eruptivo previo este corresponde a un período de reposo (1,000, 5,000, 10,000 años) o bien ese evento previo fue terminal en la vida del volcán (**Puebla Net: www.puebla.net.mx**).

El peligro de vivir cerca de un volcán

Los volcanes siempre son un riesgo y por lo tanto, preventivamente, se deben conocer los peligros que puede presentar el volcán más cercano al lugar donde uno vive. Sin embargo, es poco frecuente que un volcán entre en actividad sin avisar. Los daños que genera un volcán, van siempre en función de dos cosas: 1. El tipo de erupción y su magnitud y 2. El grado de preparación de la población de la zona de riesgo para enfrentarlos (**CENAPRED: www.cenapred.unam.mx**).

Los volcanes pueden dañar, poco o mucho, debido a la **forma de erupción**: a) Cuando son, vapores no hay daño, pero si junto a esos vapores salen grandes cantidades de gases tóxicos, en altas concentraciones puede provocar daños a personas y animales que se encuentren cercanos al cráter. b) Por la caída de flujos piroclásticos (mezcla de gases extremadamente calientes, fragmentos de ceniza y piedra pómez, que caen por los flancos del volcán o a lo largo de la superficie del suelo a unas velocidades comprendidas entre las 50 y las 100 millas por hora). c) Si arroja cenizas, de acuerdo a su tamaño, caerán a diferentes distancias; cuándo se acumulan en los techos frágiles pueden derrumbarlos; debe evitarse respirar la ceniza. d) Si arroja lava, el daño se produce por su gran calor (incendios) y peso (derrumbes), la velocidad de la lava depende de lo inclinado del terreno y la viscosidad de esta (**CENAPRED: www.cenapred.unam.mx**).

2. Magma: Roca fundida en el interior de la Tierra; que se encuentra a una temperatura entre 600°C y 1200°C (www.jalisco.gob.mx).

¿Qué es una erupción?

Cuando bajo un volcán se acumulan materiales muy calientes (magma), la presión y la temperatura pueden hacer que salgan en forma de productos como lava, ceniza (rocas mas finamente fragmentadas), rocas, vapores y gases, produciéndose una erupción. En ocasiones los materiales de la erupción salen lentamente (roca líquida fundida). En otros, los materiales pueden salir de forma violenta y explosiva, produciendo grandes cantidades de cenizas muy destructivas (**Puebla Net:** www.puebla.net.mx).

Tipos de erupción

Las erupciones pueden ser de varios tipos: a) **Efusiva**, poco explosiva que emite principalmente derrames de lava; b) **Estromboliana**, violenta con proyección de bombas volcánicas (fragmentos de lava, con forma ovalada y alargada) y lapilli (piedra esponjosa como la pómez, que va de 1 mm a 5cm), y que generalmente dan lugar a un cono volcánico; c) **Explosiva**, muy energética, producto de la brusca emisión de gases contenidos en el magma poco antes de la erupción, da lugar a columnas eruptivas formadas por ceniza, lapilli, gases y vapor de agua, que pueden sobrepasar los 20,000 m de altura; d) **Hawaiana**, se caracteriza únicamente por sus emisiones de lava muy fluida, con exclusión de cualquier otra manifestación; e) **Lateral**, cuya boca o cráter se sitúa en las laderas del volcán y no necesariamente en la cima; f) **Pliniana**, violenta, donde la principal característica es la presencia de nubes ardientes formadas por gases de vapor de agua y cenizas a muy alta temperatura; g)

Vulcaniana, su principal característica es la presencia de lavas viscosas que obstruyen el conducto volcánico con un tapón de lavas solidificadas, este tapón con el incremento de la presión interna del magma en el conducto volcánico, puede provocar el estallido y su pulverización, formando una gran nube volcánica, que ocasiona la caída de cenizas y de bombas volcánicas (**Estado de Jalisco, México:** www.jalisco.gob.mx).

Se ha llamado **Exhalaciones** a cierto tipo de emisiones de vapor de agua, gases y ocasionalmente cenizas, de corta duración. Estas emisiones, características del Volcán Popocatepetl de México, rara vez duran más de cinco minutos. En la mayor parte de las veces las exhalaciones son leves, sin embargo, en ocasiones tienen un carácter explosivo, lanzando fragmentos de mayor tamaño en el entorno del cráter. Como estas exhalaciones ocurren fortuitamente, es peligroso acercarse al área del cráter de un volcán que manifieste este tipo de actividad (**CENAPRED de México:** www.cenapred.unam.mx).

Alerta de erupción volcánica

Una erupción volcánica puede ocasionar un desastre, ¡no por causa del evento natural!, si no que mas bien por la falta de conocimientos, criterios o de factores de decisión y comunicación durante la ocurrencia del fenómeno, que es potencialmente destructivo. Por lo que es importante contar con un "Sistema de Alerta Volcánica" mediante el cual se reduzcan en lo posible los factores que pueden llevar a la indecisión, o a la toma de decisiones erróneas (que llevan al desastre) en caso de emergencia (**Puebla Net:** www.puebla.net.mx).

Para establecer est tipo de medidas, es importante no olvidar que su funcionamiento dependerá de la realización de actividades sistemáticas de generación de conocimientos, mediante la investigación estratégica de las manifestaciones geofísicas y geoquímicas, cuando el volcán activo se encuentra en reposo, para poder caracterizarlo de manera inequívoca y detectar las anomalías del patrón normal cuando estas ocurran y que servirán de manifestaciones precursoras de una erupción.

Manifestaciones precursoras de una erupción

Para que se produzca una erupción volcánica, el magma debe, necesariamente, ascender hasta la superficie terrestre. Durante ese ascenso, se presentan algunas manifestaciones geofísicas y geoquímicas precursoras de una erupción, "síntomas", que por lo general no se perciben a simple vista, sino que requieren de instrumentación elaborada para detectarlos, entre estos síntomas se destacan: a) Sismicidad anómala (tremor armónico, característico de los volcanes); b) Deformaciones del suelo; c) Cambios en el campo electromagnético terrestre, e) Cambios en el potencial eléctrico espontáneo, f) Régimen térmico del volcán, g) Variaciones gravimétricas, h) Cambios en las emisiones gaseosas de las fumarolas, i) Presencia de gas Radón (los animales que pastan en las laderas de un volcán, se niegan hacerlo ante la presencia del radón).

Técnicas para reconocer los precursores de erupción

Según E. Nava (1998), ([omega.ilce.edu.mx:3000](http://omega.ilce.edu.mx)) existen cuatro tipos de fuentes sísmicas asociadas con la actividad volcánica:

- **Sismos volcánicos tipo A**, son sismos generalmente pequeños ($M < 6$) que ocurren a profundidades de 1 a 20 km bajo los volcanes, y usualmente en forma de enjambres; presentan altas frecuencias y el comienzo de los registros de estos eventos en los sismogramas es súbito y abrupto.
- **Sismos volcánicos tipo B**, ocurren por lo general en, o cerca de, los cráteres activos; son muy someros y de magnitudes muy pequeñas, presentando arribos graduales a emergentes; son aparentemente ondas superficiales; es común que el número de sismos tipo B aumente antes de las erupciones, por lo que son útiles para la predicción de éstas; son causados, probablemente, por procesos de degasificación (pequeñas explosiones) del magma.
- **Tremor volcánico**, vibración más o menos continua que se observa en los sismógrafos que operan sobre el volcán generalmente antes de una erupción; esta vibración es probablemente causada por movimientos de la columna magmática y/o por multitud de enjambres de sismos tipo B; sirve también como ayuda para la predicción de erupciones.
- **Sismos volcánicos explosivos**, son generados por las erupciones explosivas; su magnitud, que es proporcional a la energía cinética de la erupción, es generalmente pequeña y son sentidos solamente en las inmediaciones del volcán. Esto se debe a que la mayor parte de la energía de la erupción se disipa en el aire; las grandes erupciones explosivas generan una *onda de aire*, una

onda de choque que, como su nombre lo indica, se propaga como onda sónica en el aire y que es a menudo registrada por los sismógrafos instalados cerca del volcán.

Según E. Aguilera (www.espe.edu.ec), las técnicas geoquímicas resultan aptas para prever la reanudación de la actividad volcánica, debido a que el ascenso de un cuerpo magmático hacia la superficie produce modificaciones térmicas que se reflejan en cambios de la composición química y de las características físicas de las manifestaciones superficiales asociadas. Para los fines de la vigilancia volcánica, es importante atender, sobretodo, a los componentes gaseosos que, debido a su alta movilidad, serán los primeros en indicar cualquier variación del estado de la actividad volcánica en profundidad. Constituyentes gaseosos más importantes de emanaciones volcánicas son: H_2O , CO_2 , SO_2 , H_2S , H_2 , CH_4 , CO , N_2 , NH_3 , Ar, Rn, gases raros, etc.

El estudio de estas manifestaciones *in situ* por los vulcanólogos es arriesgada, debido a los gases venenosos, lava caliente u otros peligros, y requiere de instrumentación para análisis geoquímicos (desequilibrios en la química y la temperatura de manantiales, aguas subterráneas y fumarolas), sismómetros (para medir temblores de tierra), extensómetros y magnetómetros (para medir variaciones gravimétricas y electromagnéticas), y equipos transmisores portátiles con los que enviar la información sin depender de líneas telefónicas y eléctricas, ni de estaciones eléctricas, expuestas a eventos violentos del volcán (**El País:** www.ing.iac.es/~cmp/mydocpais1.html).

La vigilancia volcánica puede ser realizada de manera segura a través de satélite, tal como ha sido previsto en el proyecto Vulcan PlanSat de la primera red de vigilancia volcánica de Latinoamérica, que ha sido montada por España, que espera predecir erupciones volcánicas con treinta días de anticipación; así como darle seguimiento en tiempo real a las erupciones de los volcanes situados bajo la cobertura del satélite Hispasat. Uno de los ejes de este dispositivo son las terminales con antenas de pequeño tamaño, denominadas VSAT (acrónimo de very small aperture terminal) que son estaciones receptoras y transmisoras vía satélite, susceptibles de ser montadas en 24 horas en los lugares remotos y accidentados (**El País:** www.ing.iac.es/~cmp/mydocpais1.html). Así mismo, la vigilancia volcánica puede realizarse por medio de radar desde el espacio, en satélites equipados con instrumentos llamados InSAR (acrónimo de Synthetic Aperture Radar Interferometry), que son capaces de emitir ondas de radar hacia la superficie y medir con precisión altimétrica la estructura de sus objetivos. Comparando imágenes tomadas en diferentes días es posible detectar pequeños cambios en el movimiento del suelo, a menudo precursores de auténtica actividad volcánica (**M. Montes y J. Munnshe:** www.terra.es/ciencia/articulo/html/cie3540.htm).

El aporte del vulcanismo al desarrollo de la vida

En contraste con otros fenómenos naturales de carácter puramente destructivo, el vulcanismo es uno de los factores que han llevado a nuestro planeta a ser habitable.

Entre los efectos positivos de la actividad volcánica, puede decirse que ha sido fundamental para el inicio de la vida en nuestro planeta, al modificar la atmósfera y hacerla respirable para los seres con metabolismos basados en el carbono. Los productos volcánicos han sido esenciales para formar grandes volúmenes de suelos fértiles sobre extensas regiones de la Tierra. La capacidad renovadora y remineralizadora de los depósitos volcánicos es particularmente evidente a lo largo de las densamente pobladas fajas volcánicas que cir-

cundan nuestro planeta (**Puebla Net:** www.puebla.net.mx).

Debido a que la ceniza volcánica enriquece el suelo y crea condiciones excelentes para la agricultura, varias de las ciudades y poblaciones de Centroamérica se han desarrollado en zonas volcánicas. Casi la mitad de toda la población de la región se encuentra localizada en un radio de 20 kilómetros de algún volcán (**D. Novelo, CEPREDENAC:** www.cepredenac.org).

