



Figura 1. Ubicación de los centros de población y ciudades más importantes en los alrededores de los volcanes de la Cordillera Volcánica Central de Costa Rica.

## Preocupa impacto volcánico sobre el ambiente

*Raúl Mora Amador, Escuela Centroamericana de Geología-Red Sismológica Nacional  
Mario Fernández Arce, CIGEFI-Escuela Centroamericana de Geología*

El impacto directo o indirecto de los volcanes sobre el ambiente y la sociedad es una preocupación que siempre ha estado presente en la mente humana. Afortunadamente, el número de científicos involucrados en la mitigación del desastre volcánico se ha incrementado a nivel mundial en los últimos años, y una de las razones para esto es la aceptación de que los llamados desastres naturales son debidos principalmente a la incapacidad de una comunidad o grandes sectores de la sociedad de autoprotgerse contra la amenaza natural.

**P**ero también influye el sentimiento creciente de que las sociedades modernas son más vulnerables y que la población tiene derecho a ser informada sobre amenazas naturales potenciales, capacitándolos para planear más prudentemente para el futuro o prepararlos mentalmente para la posibilidad de evacuación en caso de crisis.

Ante esta necesidad, la Universidad de Costa Rica y el Instituto Costarricense de Electricidad, a través de la Red Sismológica Nacional (RSN: ICE-UCR), mantienen y fortalecen día a día un programa de vigilancia volcánica en los volcanes activos costarricenses, con énfasis en

la Cordillera Volcánica Central, en cuyas faldas y pie hay un importante número de ciudades y centros de población (figura 1), en las que se concentra la mayoría de los habitantes del país y un creciente desarrollo turístico y urbano, que en algunos casos ha invadido áreas de alto riesgo por emisión de materiales volcánicos.

Esto no solo crea la necesidad de estudiar y observar minuciosamente el comportamiento de los volcanes, sino que obliga a ello, y es por eso que la RSN asume el compromiso de vigilar los volcanes para cumplir con la sociedad costarricense que demanda seguridad y protección para sus ciudadanos.

### LA CATÁSTROFE VOLCÁNICA

Las erupciones volcánicas han ocurrido desde que la Tierra se formó. Cada año, cerca de 60 de los aproximadamente 550 volcanes activos del mundo eruputan.

Uno de cada seis de los volcanes activos (5% de todas las erupciones) ha contribuido a la pérdida de vidas durante su actividad. Alrededor de 260 mil personas han muerto como resultado de erupciones volcánicas desde 1.600 d.C. Ciudades y regiones enteras han sido devastadas.

Las erupciones volcánicas desastrosas están caracterizadas por un rápido principio

de su fase climática y por una amplia variedad de efectos y comportamientos volcánicos: altas y bajas temperaturas, especialmente flujos de masa de diferentes tipos, pero también transporte atmosférico de cenizas por cientos de kilómetros.

Durante las más violentas erupciones, enormes masas de gases son inyectadas en la Estratosfera, formando nubes de aerosoles que afectan globalmente el clima y la capa de Ozono.

En países en vías de desarrollo, el incremento de la inversión en comunicaciones, líneas de poder, acueductos y líneas de transporte, entre otros, así como la creciente densidad de población y ciudades cerca de volcanes activos ha incrementado grandemente la vulnerabilidad.

Esto y la falta absoluta de gestión de riesgo conduce rápidamente al desastre, como ha sucedido en la República del Congo en dos ocasiones por derrames de lava.

En las áreas volcánicas donde se presta atención a los avisos del volcán, es poco probable que la tragedia ocurra y por eso se deben vigilar los volcanes.

## EL SEMÁFORO DEL VOLCÁN

El trabajo vulcanológico sistemático implica observaciones sismológicas, visuales y de campo, tales como ascenso de nubes de gases, temperaturas de fumarolas y aguas, pH y cambios físicos como deslizamientos y fracturas de los volcanes Poás, Barva, Irazú, Turrialba y Platanar.

La adecuada instrumentación y la continua vigilancia por un equipo científico y técnico cualificado, permite en cada momento cuantificar la actividad del volcán y transmitir a la población y autoridades los resultados encontrados.

Tras haberse ensayado múltiples y complejas escalas, se ha llegado a que la mejor cuantificación de la actividad volcánica se reduce a un simple semáforo con tres niveles: verde (estado normal), amarillo (síntomas premonitores) y rojo (alerta). Este semáforo permite definir en cada momento cómo deben actuar los equipos técnicos que intervienen en la gestión de la crisis volcánica, así como las comunicaciones que deben establecerse con las instituciones de atención de emergencias y protección civil. Tan importante es establecer claramente la escala ascendente (inicio de una crisis volcánica), como la descendente (vuelta a la normalidad).

Este concepto de semáforo, nacido originariamente para la gestión científica de una crisis volcánica, se puede aplicar también para la gestión de la emergencia, por ejemplo para la evacuación de las poblaciones situadas en las proximidades del volcán.

## ESTUDIO DE LAGOS VOLCÁNICOS

Actualmente se están estudiando los lagos volcánicos de nuestro país. Costa Rica presenta tres lagos calientes (un 10% de los lagos calientes del planeta).

Un caso impresionante es la laguna caliente del Poás, con una de las aguas mineralizadas más ácidas del planeta, la cual presenta una serie de características físico-químicas interesantes y diferentes a la mayoría de los lagos y lagunas estudiadas.

Estos lagos pueden verse en algunas ocasiones, como prolongaciones de las manifestaciones más altas del reservorio hidrotermal entre la superficie y el magma. Por esto, constituyen una de las pocas ventanas para estudiar cómo los fluidos magmáticos son transportados hacia la superficie y cómo reaccionan con el ambiente que lo rodea dentro del edificio volcánico.

Es importante estudiar las características de estos lagos, que son una ventana que nos asoma al interior del volcán con sus componentes y características físico-químicas. Comprendiendo mejor el medio en que se desenvuelven, es posible relacionar cambios en el sistema hidrogeotermal del macizo, que nos den la llave para reconocer las señales premonitoras de una eventual erupción.

De las 7.900 erupciones documentadas en nuestro planeta desde 8.000 a.C., 610 fueron eruptadas a través de lagos o agua marina. Para erupciones en lagos crátericos, el registro histórico (275 erupciones) está dominado por numerosos eventos de relativamente pocos volcanes: 50 en Ruapehu (Nueva Zelanda), 47 en Aso (Japón), 37 en el Poás (Costa Rica), 21 en Kelut (Indonesia), y 14 en el Rincón de la Vieja (Costa Rica).



Figura 2. Laguna hipercáida del volcán Poás. A la derecha, el domo liberando gases a la atmósfera. Bajo la masa de agua de esta laguna se desarrolla un importante sistema de fumarolas subacuáticas que inyectan diferentes minerales a la composición de las aguas.