



**COMO
SE VIGILA
UN VOLCAN**

Departamento de Caldas oficina Departamental
para la prevención y atención de desastres.

Ingeominas-Observatorio Vulcanológico
de Colombia

98

COMO SE



BIBLIOTECA
OFICINA NACIONAL
PARA LA
PREVENCIÓN Y ATENCIÓN
DE DESASTRES

Cómo se vigila un volcán

Elaboración y diseño: Libaniel Casas Ospina
Observatorio vulcanológico de Colombia.

Dibujos: Luis Fernando Guarnizo Alvarez
Observatorio vulcanológico de Colombia.

Asesoría técnica: Grupo de sismología
Observatorio vulcanológico de Colombia

INTRODUCCION

Como consecuencia de la reactivación del volcán Nevado del Ruiz en diciembre de 1984, algunas entidades de carácter regional se dieron a la tarea de implementar mecanismos apropiados para la vigilancia de este.

Para julio de 1985, el INGEOMINAS ya había desplazado equipo científico y personal técnico especializado hacia las laderas del Ruiz con el fin de realizar diferentes pruebas que permitieran evaluar de manera preliminar la situación relacionada con la actividad volcánica.

A su vez, la Facultad de Geología y Minas de la Universidad de Caldas se hacía presente con personal técnico que auxiliaría al INGEOMINAS en la elaboración del primer mapa de riesgos que se realizó.

Fueron meses de ardua labor, pero lastimosamente para ese momento no se contaba con el nivel de conocimiento requerido ni con la tecnología necesaria para haber podido prevenir una tragedia de ingrata recordación.

Pasada la erupción del 13 de noviembre de 1985, llegaron a Manizales múltiples equipos electrónicos y asesoría extranjera suficiente para comenzar una vigilancia sistemática sobre el fenómeno natural en cuestión.

Fue así como se formó el hoy denominado Observatorio Vulcanológico de Colombia, dependencia adscrita al Instituto Nacional de Investigaciones Geociencias, Minería y Química INGEOMINAS y cuya función principal se centra en el estudio de todos los volcanes colombianos.

Una parte fundamental, en lo que concierne a nuestro trabajo, es la de educar a la población en temas relacionados con nuestras labores en los volcanes colombianos y como fruto de ello, aparece este pequeño boletín que estamos seguros le será de gran utilidad.

COMO SE VIGILA UN VOLCAN

Existen varias ciencias a las que los científicos han debido recurrir para vigilar un volcán. Según se ha visto en la mayoría de los volcanes del mundo, sus comportamientos son ciertamente similares y esto ha hecho que los científicos hayan optado por utilizar cuatro ciencias en particular que son: la geofísica, la geodesia, la geoquímica y la geología como tal.

Para que usted se haga una idea de lo que puede estar ocurriendo dentro de un volcán en actividad, tenga presente que el fenómeno que allí se está dando es una interacción entre altas temperaturas (alrededor de mil grados centígrados) y altas presiones. Unidas, hacen que las rocas que se encuentren en su interior, permanezcan en estado líquido (esto es lo que se conoce como MAGMA) y que los elementos volátiles (en forma gaseosa) ejerzan presión sobre las capas de roca que los mantienen confinados o encerrados allí.

Otro dato que se debe tener en cuenta es el que un período de actividad de un volcán corresponde a un fenómeno geológico y como tal, éste puede durar meses, años o decenas de años.

Ya con esta información, procederemos a explicar cómo se utiliza cada una de las ciencias antes mencionadas.

GEOFISICA

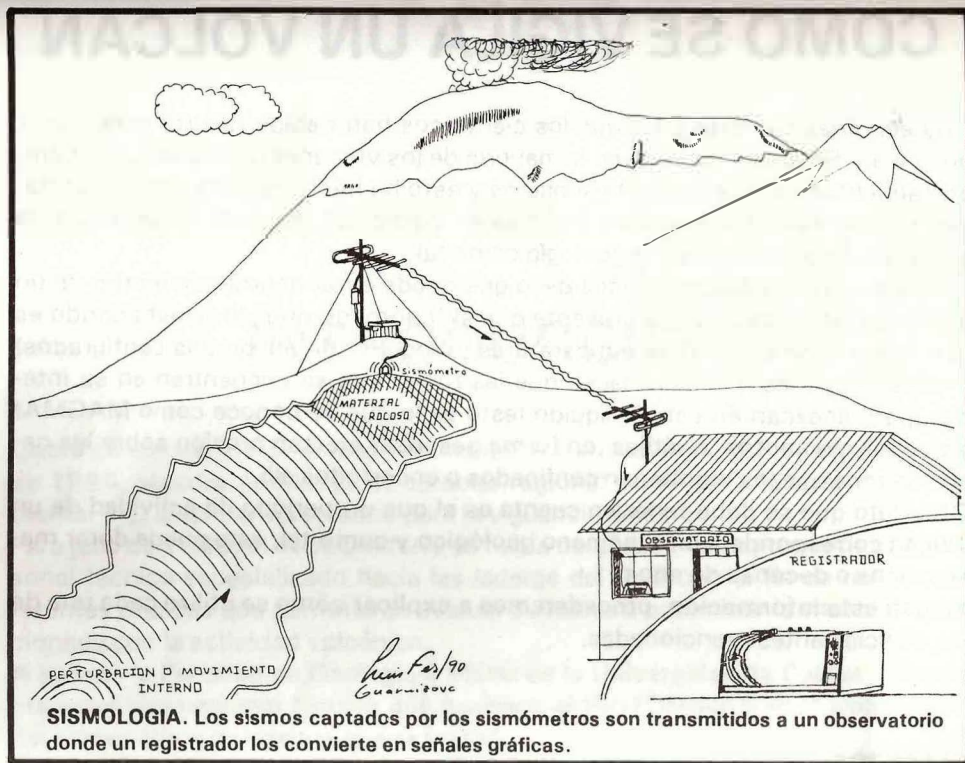
La geofísica es prácticamente el director de la orquesta ya que con ella se pueden adelantar estudios gravimétricos, magnetométricos, geoelectrónicos y sísmológicos; todos ellos conducentes al descubrimiento de una realidad que se nos oculta bajo la superficie de cada volcán.

Todas son igualmente importantes pero se dan preferencias; es el caso de la sísmología puesto que con ella es posible obtener registros continuos los cuales son bastante apropiados cuando se pretende hacer seguimientos a fenómenos de esta naturaleza.

Para saber por este método si un volcán se encuentra activo o no, se va a la montaña (al volcán) y enterrados en sitios estratégicos y a diferentes distancias del cráter, se deja una serie de aparatos denominados sismómetros que son los que van a "OIR" lo que está pasando allá adentro.

Después de haber enterrado el sismómetro o sensor, éste se conecta a un sistema electrónico que por medio de antenas, traslada la información de ese lugar inseguro que es el volcán a uno seguro (que para el caso del volcán del Ruiz, es Manizales). Tal ayuda tecnológica, denominada Telemetría ofrece la gran ventaja de reunir en un mismo sitio y al mismo tiempo, información sísmica proveniente de varios lugares del volcán.

Una vez que los sismos ocurridos durante determinado lapso han quedado impresos en una hoja de papel llamada sismograma, el sísmólogo comienza a clasificarlos de acuerdo a su origen. Por ejemplo, una fractura ocurrida en el interior del volcán, produce un registro sísmico diferente al que produciría el paso de una burbuja de gas de un lugar a otro o a la señal que se vería en el caso de una erupción.



Después de hecha esta clasificación, se pueden hacer cosas como: elaborar histogramas que muestren la forma como se ha comportado el volcán durante un determinado tiempo; producir gráficas, utilizando los cálculos de energía sísmica liberada (porque un sismo es una liberación de energía, y dicha energía se puede cuantificar por medio de cálculos matemáticos); con ayuda de un programa de computador, localizar el sitio aproximado dentro del volcán donde se produjo un sismo determinado, su magnitud y la profundidad a la cual ocurrió. Aunque con esta información sísmica se hacen muchas otras cosas, las que se acaban de mencionar son las más importantes y las que más ayudan a conocer el estado de actividad de un volcán en un momento dado. Actualmente el Observatorio realiza una estricta vigilancia veinticuatro horas al día en el volcán Nevado del Ruiz y en el volcán Galeras. La información sísmica que se recibe segundo a segundo se procesa continuamente y de esta manera evitamos que una eventual erupción nos tome por sorpresa.

GEODESIA. (Esta ciencia es bastante amplia pero aplicada a nuestro caso, es la ciencia que permite fijar puntos sobre la superficie terrestre, amarrados éstos al sistema de coordenadas geográficas).

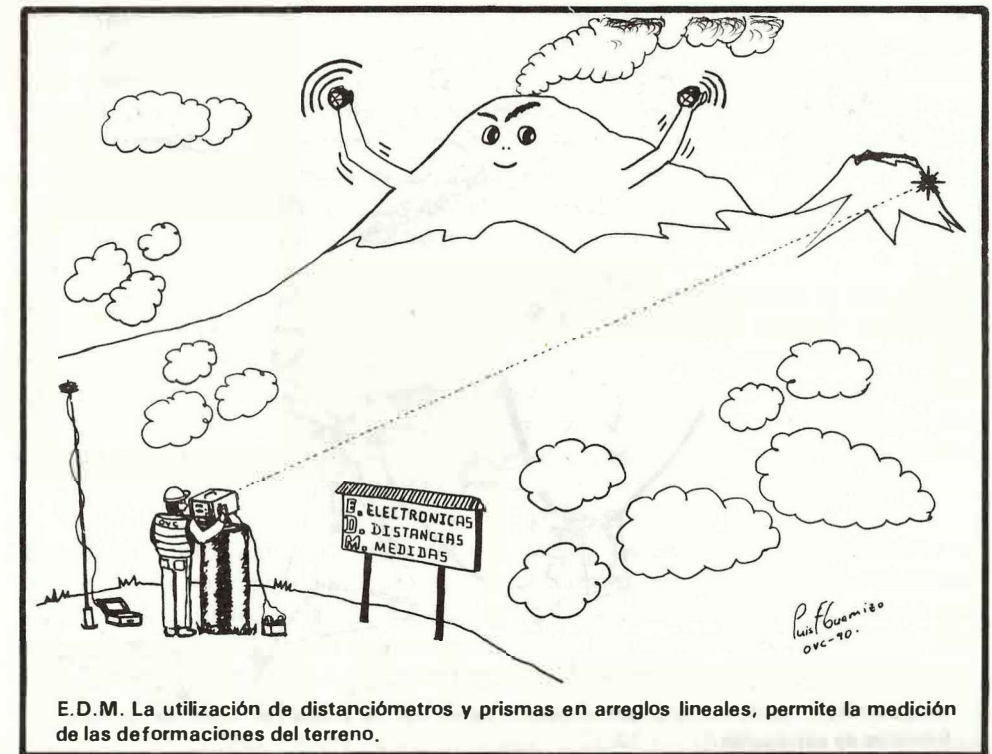
Como se había mencionado inicialmente, el interior del volcán se encuentra a muy altas presiones y temperaturas (puesto que la presión y la temperatura de la tierra aumentan a medida que nos le acercamos a su centro); tales condiciones físicas hacen que en la mayoría de los casos, un volcán experimente defor-

maciones verticales y horizontales en su parte exterior. Entonces, para saber en qué sector de la montaña se están produciendo deformaciones y en qué proporción, el científico utiliza métodos geodésicos.

Algunas de estas técnicas son: inclinometría seca, inclinometría electrónica, E.D.M. (medición electrónica de distancias) y nivelaciones de precisión.

Todas ellas persiguen el mismo fin cual es el de cuantificar la tasa de inflación (hinchamiento) o deflación (deshinchamiento) del cono volcánico. La diferencia entre un método y otro radica en los aparatos con los cuales se realizan las mediciones y el tipo de deformación que se intenta medir con cada uno de ellos. Por ejemplo, el E.D.M. utiliza un distanciómetro (medidor de distancias) que envía rayos LASER a unos reflectores ubicados en diferentes partes de la montaña. Se trata con este método, de medir la tasa de deformación horizontal que ha sufrido una porción de la superficie volcánica; la inclinometría seca se realiza sobre planos triangulares y con la ayuda de un nivel, se hacen mediciones a cada uno de los vértices de este triángulo a partir del centro de esta figura geométrica. Esto con el fin de medir el grado de inclinación de un plano triangular (deformación vertical); la inclinometría electrónica utiliza inclinómetros electrónicos que son especie de niveles de alta sensibilidad los cuales perciben cambios de pendiente en el terreno a medida que el sitio donde se encuentran instalados experimente alguna deformación; las nivelaciones de precisión captan el cambio de pendiente que se da a lo largo de una línea.

En resumen, las técnicas geodésicas empleadas en un volcán, miden deformaciones en planos, líneas y puntos; estas deformaciones se miden en unidades angulares denominadas microradianes. El siguiente ejemplo le dará una idea de



lo que es un microradián: tome una varilla metálica de mil (1000) metros de longitud y levántela de un extremo tan sólo un milímetro. El ángulo formado entre el suelo y la varilla equivale a un microradián.

Las lecturas numéricas resultantes de estas mediciones se aprovechan para elaborar gráficas que muestren claramente por medio de vectores, el comportamiento general de la superficie del cono volcánico.

GEOQUIMICA

Para mostrar de qué manera la geoquímica opera en la vigilancia de volcanes, comencemos por mencionar que todas las personas que viven o han vivido cerca a un volcán activo, conocen la columna de vapor que emite éste y que ha sido mal llamada por el común de las gentes como fumarola. Se hace esta especificación porque el término FUMAROLA está reservado para el orificio por donde sale dicha columna de vapor. Normalmente un volcán en actividad posee muchas fumarolas con sus respectivas columnas de vapor; pero sólo una, la principal, produce una columna de vapor observable desde muchos sitios y por muchas personas. Una columna de vapor resulta de la mezcla de gases provenientes de un lugar llamado CAMARA MAGMATICA que se localiza en el interior del volcán. Esta cámara calienta todas las sustancias que se encuentran en sus cercanías y entonces, aquellas que tengan su punto de ebullición por debajo de la temperatura a la cual se encuentra dicha cámara, son expulsadas al exterior en forma gaseosa. Estos gases son principalmente vapor de agua y dióxido de azufre.



Pues bien, hace algún tiempo fue inventado un aparato electrónico llamado COSPEC (espectrómetro de correlación) y si este aparato es apuntado a la columna de vapor de un volcán, se obtiene una gráfica en un registrador que en últimas permitirá calcular el número de toneladas métricas de dióxido de azufre que está saliendo en determinado momento a través de la columna de vapor.

Al igual que el espectrómetro de correlación, existen otras técnicas que fueron diseñadas buscando fines similares. Es el caso de unos recipientes denominados CAJAS JAPONESAS las cuales constan de sustancias químicas especiales que al ser colocadas en lugares estratégicos cerca al volcán pueden reaccionar con las sustancias químicas que salen al aire por medio de la columna de vapor. Los resultados arrojados nos pueden dar una idea de la composición química del material rocoso que yace bajo la superficie.

El científico se ocupa también de hacer un cuidadoso seguimiento a las aguas que corren por las laderas de la montaña. En éstas se toman datos de temperatura, acidez y basicidad entre otros.

GEOLOGIA

Seguramente, otro tema que a usted le inquieta, es la forma como se elabora un mapa de amenaza volcánica. Lea con detenimiento y se dará cuenta que no es tan difícil como usted lo supone.

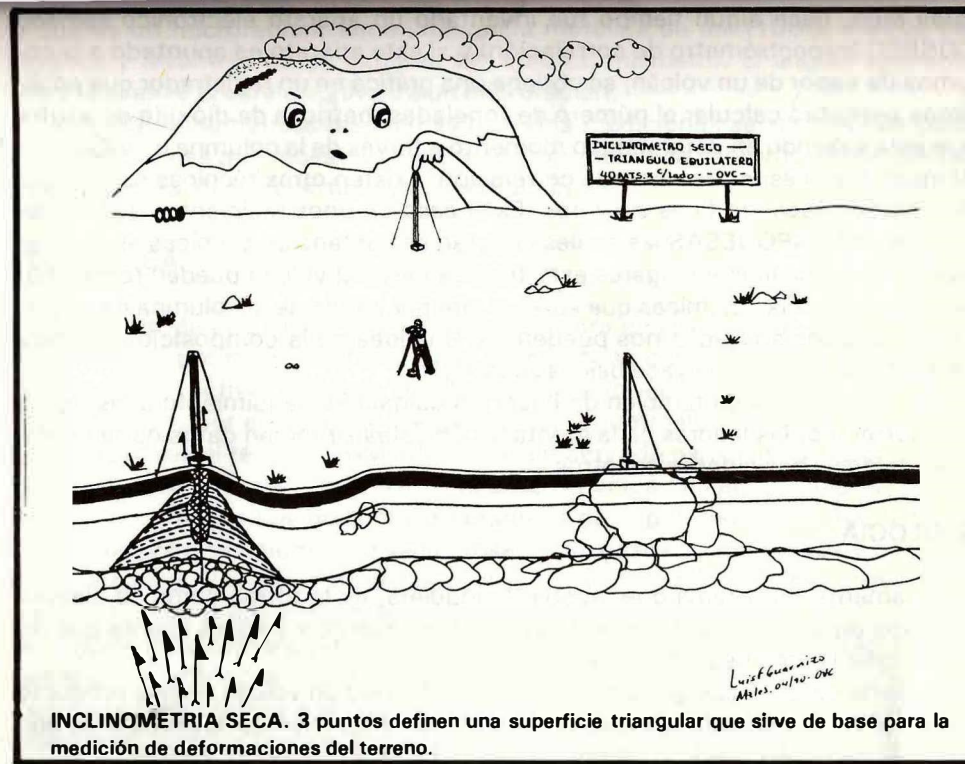
Gran parte de las rocas que se encuentran rodeando un volcán, son el producto de sus propias erupciones y qué mejor que sean ellas mismas (las rocas) las que nos cuenten cuál ha sido el comportamiento de esta montaña de fuego.

El científico emprende la excursión alrededor de la montaña y analiza tanto las rocas que reposan sobre ella, como la disposición o la forma como éstas se acomodan en su superficie. Con esta información, él puede saber la composición química y la manera como dicho volcán ha sacado a la superficie todos estos depósitos de roca que un día estuvieron en sus entrañas. Después que toda la información recopilada haya sido analizada por un equipo de científicos expertos en volcanes, se elabora el MAPA DE AMENAZA POTENCIAL de un volcán el cual le indica a la población en general, cuáles son las zonas que se verían afectadas de una u otra manera por una eventual erupción del volcán en mención.

La recopilación histórica de todos aquellos procesos eruptivos y sus consecuencias, juegan un papel quizás tan importante como el registro geológico mismo en el momento de la elaboración de un mapa de amenaza volcánica. Los documentos históricos donde se relatan eventos eruptivos, son ampliamente utilizados por los vulcanólogos para la elaboración del mencionado mapa. Su importancia puede resaltarse haciendo alusión a aquella frase célebre que reza: "HAY QUE ESTUDIAR EL PASADO PARA PREVER EL FUTURO".

Estudiemos otro aspecto. En la parte más alta de algunos volcanes existe un tipo de roca muy especial y es la que normalmente genera serios problemas; esa roca es el hielo. Sí, el hielo. Seguramente estará usted sorprendido con esta aseveración, pero resulta que el hielo glaciar está considerado en la clasificación general de las rocas como una roca metamórfica.

Son muchas las montañas alrededor del mundo que poseen cimas completamente cubiertas por hielo y es por esto que la GLACIOLOGIA se ha venido desa-



rollando como toda una ciencia y dedicada exclusivamente al estudio de los glaciares. Glaciar es el nombre dado a esa gran masa de hielo que se posa sobre las montañas. Dicha masa posee movimiento propio y es menester del científico medir tal movimiento. Esto resulta ciertamente útil a la hora de emitir algún concepto o de plantear una hipótesis. No olvidemos que entre más información se tenga acerca de un fenómeno determinado, mucho más acertado resultará un juicio que sobre el se haga.

Como se dijo anteriormente, son muchas otras las cosas que un vulcanólogo puede estudiarle a un volcán; las que se mencionan en este boletín, son las más importantes y las que mejor información ofrecen al científico para poder cumplir cabalmente con sus funciones y con la obligación civil de salvaguardar la vida de las personas que por una u otra razón habitan las zonas comprendidas dentro del mapa de amenaza potencial.

Ya para terminar, no olvide lo siguiente:

—El mapa de amenaza potencial de un volcán es dinámico, esto significa que puede estar sometido a constantes modificaciones.

—Los instrumentos científicos instalados alrededor de un volcán no poseen ningún valor comercial y prestan un invaluable servicio a las personas que habitan en sus cercanías. Luego no vale la pena bajo ninguna circunstancia atentar contra ellos.

Esperamos que este pequeño boletín haya cumplido con el objetivo para el cual se diseñó cual fue el de darle a usted una idea muy general pero clara de la forma como se vigila un volcán.