

nube ardiente, que se emitieron en julio de 1968 y mayo de 1998.

Mundialmente se mencionan ejemplos de diversos tipos de flujos piroclásticos en erupciones históricas como la del Vesubio, Italia, en el año 79 D. C, con 2000 muertos, Mont Pelée, en la Martinica, en 1902, dejando cerca de 30.000 muertos, Monte San Helen, 1980, en EU y el Chichón, México, en 1982, con un saldo de 2000 personas fallecidas.

2.2.4 LAHARES Y CRECIENTES

Los lahares y las crecientes son miembros terminales de una serie continua de procesos que varían desde lahares densos dominados por flujos lamininares hasta crecientes de agua turbulenta. Los lahares son mezclas de escombros rocosos, movilizados por el agua, que fluyen rápidamente, y se originan en las pendientes de los volcanes. Las propiedades físicas de los lahares están controladas por el tamaño de los granos y el contenido de agua, pero típicamente incluyen una alta resistencia a punto cedente, una densidad total alta (alcanza los 2000 kg/m³), y viscosidades aparentemente altas.

Durante el avance del flujo ocurren transformaciones entre crecientes y lahares: (1) las crecientes (ricas en agua) incorporan progresivamente más sedimento, convirtiéndose en lahares; este proceso se denomina hinchamiento; (2) los lahares se diluyen sea por el incremento de agua o por la pérdida de sedimento, transformándose en flujos de crecientes hiperconcentrados, denominados descarga terminal del lahar (tienen aproximadamente 20 a 60 % de sedimento por volumen) y en crecientes diluidas.

Las velocidades de los lahares históricos han variado ampliamente debido a diferencias en las dimensiones de los canales, volumen y distribución del tamaño del grano. La velocidad de los flujos depende del volumen y de la viscosidad del lodo, y de la pendiente y rugosidad del terreno; pueden alcanzar hasta 50 km/h y en casos excepcionales 100 km/h o más.

Las áreas de inundación y la longitud de un lahar son altamente influenciados por el volumen del lahar, sus características granulométricas, las transformaciones durante el flujo y la topografía. Un gran volumen, un alto contenido de arcilla y el confinamiento en un valle angosto favorece el recorrido de grandes distancias, algunos de estos lahares históricos han recorrido centenares de kilómetros aguas abajo. Por el contrario, la descarga pico de lahares que tiene un bajo contenido de arcilla se atenúa rápidamente aguas abajo; lo mismo ocurre con lahares que se esparcen sobre amplias de relieve bajo. Los lahares que se mueven a altas velocidades pueden ascender paredes en la parte exterior de curvas y pueden sobrepasar barreras topográficas.

La mayoría de los flujos laháricos son disparados por fuertes lluvias después de que una erupción ha estado produciendo material. Las explosiones volcánicas pueden desaguar de forma catastrófica las lagunas cratéricas. Avalanchas de escombros saturados de agua pueden transformarse en lahares, y avalanchas de escombros que llegan a detenerse pueden

generar lahares al soltar agua y pequeños deslizamientos en masa. Flujos piroclásticos pueden entrar en ríos, incorporar agua y formar lahares.

Dependiendo de cómo y en que etapa de la erupción se origine el flujo de lodo, éste puede ser caliente o frío, pero nunca es más caliente que el punto de ebullición del agua, aunque algunos fragmentos recién erupcionados contenidos en el flujo pueden tener temperaturas superiores a los 100°C.

2.2.4ª Efectos sobre la vida y los bienes

Los lahares amenazan las vidas humanas y las propiedades tanto en los volcanes como en los valles que los drenan. Debido a su alta densidad y a su velocidad, los lahares pueden destruir la vegetación y hasta estructuras importantes a lo largo de sus rutas, tales como puentes. Los depósitos de los lahares pueden enterrar profundamente obras de infraestructura y campo cultivados. También pueden rellenar ríos, disminuyendo de esta manera su capacidad de drenaje de crecientes.

Los lahares y las crecidas representan un peligro para la vida no sólo porque, mientras bajan por los valles a varias decenas de kilómetros por hora, pueden arrastrar a las personas que se encuentran en su camino, sino también porque una vez que se detienen, los depósitos son a veces demasiados profundos, blandos y calientes para cruzarlos. Las personas pueden entonces quedar atrapadas en áreas vulnerables a posteriores flujos piroclásticos. Esto fue la causa de muchas de las 1565 muertes durante la erupción de 1902 en San Vicente, en las Antillas.

Estructuras para el control de crecientes prevén protección contra crecientes y también pueden mitigar los efectos de los lahares. La Oficina para Prevención de Desastres en el Japón en asociación con otras compañías, ha emprendido la construcción de barreras laterales, represas de contención y desvío, y estructuras de contención de sedimentos para desviar, contener o por lo menos disminuir el flujo pico de los lahares y crecidas asociadas. Los lahares voluminosos son los más difíciles de controlar; sin embargo, disminuir previamente el nivel de grandes embalses puede proveer un importante espacio de almacenamiento tanto para agua como para los sedimentos.

En contraste con los flujos piroclásticos y las oleadas, los lahares presentan límites de máxima afectación muy definidos a lo largo de los valles, y en muchos casos las personas pueden ponerse rápidamente a salvo siempre y cuando las áreas de seguridad hayan sido previamente identificadas.

2.2.4b Ejemplos

Varios volcanes en el istmo centroamericano presentan o han presentado lahares en el pasado. Guatemala, Volcán Santiguito-Santa María, en agosto de 1982, lahares a lo largo del Río Nimá causando evacuación de cientos de personas al sur del Santiguito al igual que en sus diversas erupciones recientes y frecuentes. El volcán Concepción, en la Isla de

Omotepe, Nicaragua, los lahares frecuentes del volcán Rincón de la Vieja, en Costa Rica, que representa una alta amenaza, sobre todo en el flanco norte del complejo volcánico, especialmente a través de los ríos Azul, Azufrado y Pénjamo y en el Volcán Barú en Panamá.

Por otra parte, durante la erupción de 1980 del Santa Elena, en estados Unidos, se produjeron los flujos de lodo poco después del primer clímax eruptivo, cuando el material acabado de depositar en las laderas del volcán se mezcló con el agua del hielo y nieve derretida, así como con las de los ríos al pie de las laderas. El resultado fue un líquido caliente, viscoso y lodoso que fluyó por más de 20 km aguas abajo por los valles de los ríos, arrastrando consigo puentes y casas, y rellenando las partes bajas de los valles en los cuales se detuvo.

Durante la erupción del volcán Cotopaxi en Ecuador en 1877, abundantes flujos de lodo recorrieron más de 300 km, llegando hasta la costa del Pacífico en 17 horas. En 1985, en el volcán Nevado del Ruíz en Colombia, se produjo una catástrofe de grandes dimensiones, cuando lahares bajaron por el Río Lagunillas y Azufroso, entre otros, matando a 23000 personas.

2.2.5 COLAPSOS ESTRUCTURALES O COLAPSO DE EDIFICIOS VOLCANICOS

Son comunes en volcanes debido a pendientes fuertes, fallas, materiales débiles, deformación interna causada por intrusiones, y otros factores. La formación repentina de caída de rocas, deslizamientos de roca, y avalanchas de escombros, constituyen un gran peligro ya que pueden iniciarse repentinamente y tienen una gran movilidad. El colapso gradual de grandes sectores de un volcán es un proceso menos catastrófico, pero tienen numerosos peligros asociados.

2.2.5.1 LAS AVALANCHAS DE ESCOMBROS

Las caídas de escombros, los deslizamientos en masa, y las avalanchas volcánicas pueden constituir tanto eventos pequeños como algunos de los movimientos en masa más voluminoso de edad cuaternaria.

Las avalanchas volcánicas han ocurrido en numerosos conos compuestos o estrato-volcanes durante tiempo históricos. Algunos han ocurrido después de varios meses de actividad precursora sísmica, de deformación o explosiva; otras han ocurrido con aparentemente escaso aviso previo. Una ayuda al debilitamiento progresivo de un edificio volcánico la constituyen las intrusiones, la alteración hidrotermal, la erosión y otros procesos, ya que desarrollan superficies de cizalla, las cuales pueden actuar como superficie de deslizamiento. Este debilitamiento progresivo puede conducir a que se produzca el deslizamiento, aunque es más probable que éste se inicie debido a un terremoto o a una explosión.

Las avalanchas de escombros volcánicos tienen mayor movilidad que sus equivalentes no volcánicas; es decir, que para un volumen y diferencia de cota dados, las avalanchas de escombros viajan más lejos. Esto ha sido atribuido por numerosos autores al alto grado de fracturamiento de las rocas dentro de los volcanes y a la presencia de fluidos y gases hidrotermales y /o magmáticos. Avalanchas de escombros conocidos llegan a extenderse hasta 85 km de su fuente de origen y cubren decenas a más de 1000 km². El impulso adquirido por estas avalanchas les permite ascender pendientes empinadas y sobrepasar barreras topográficas de hasta centenares de metros de altura.

2.2.5.1^a Efectos sobre la vida y los bienes

Las avalanchas de escombros entierran y destruyen todo lo que encuentran a su paso, y alteran enormemente la topografía existente. Adicionalmente, se pueden generar lahares y crecientes directamente a partir del desagüe de avalanchas de escombros.

2.2.5.1b Ejemplos

En América Central han sido reconocidos productos de avalanchas o de colapso, especialmente aquellos relacionados con varias regiones en Guatemala, tales como los abanicos al sur de Escuintla y al sur de Chiquimulilla , formados por alud de detritos del Pleistoceno en el primer caso y del Holoceno y Pleistoceno en el segundo, así también otros que parecen venir del volcán de Pacaya y del llamado depósito de La Democracia, el cual se menciona que podría provenir del volcán Fuego y Cerro Quemado con varias escarpas de colapso (en Wallace et al.,1988).

También se han identificado edificios de posibles colapso o alud de detritos en Nicaragua (Volcán Concepción y Mombacho, con sus isletas de Granada) y en Costa Rica , sur del volcán Turrialba, como se ha mencionado en la síntesis vulcanológica y además el volcán Cacao, cerca del Rincón de la Vieja, en la cordillera de Guanacaste.

2.2.6 GASES

El magma contiene gases disueltos, los cuales escapan hacia la atmósfera, tanto durante las erupciones como mientras el magma permanece estacionado cerca de la superficie. Los gases también pueden ser emitidos por sistemas hidrotermales. El gas volcánico más abundante es el vapor de agua, otros gases importantes incluyen el dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxidos de azufre, ácido sulfhídrico, cloro y flúor. Estos gases son transportados desde sus centros de emisión como aerosoles ácidos, como compuestos químicos y sales. También existen pequeñas cantidades de elementos metálicos tales como hierro y mercurio, que en algunos casos son detectables.

2.2.6^a Efectos sobre la vida y los bienes

Tanto los compuestos de azufre como los cloruros y fluoruros reaccionan con el agua para formar ácidos venenosos, los cuales aún en concentraciones bajas, son nocivos para los ojos, la piel y el sistema respiratorio de los seres humanos y animales.

Dependiendo de su concentración y del tipo de vegetación, estos ácidos pueden causar daño y hasta liquidar la vegetación. También pueden destruir tejidos textiles y metales.

El anhídrido carbónico y el monóxido de carbono son inodoros y, al contrario de los otros gases tóxicos, no pueden ser detectados por las personas. El monóxido de carbono es venenoso y el anhídrido carbónico, que es más denso que el aire, se puede acumular en zonas bajas o depresiones topográficas y llegar a asfixiar a cualquier ser humano o animal que penetre en el área.

No obstante el papel que juegan los gases en la actividad volcánica, raramente son causa directa de lesiones o muertes. Sin embargo, pueden representar un peligro para todos los seres vivientes, ya que las emisiones de gas suelen continuar entre una y otra erupción y constituir un riesgo permanente en la vecindad de un volcán activo.

Los efectos de un gas volcánico están relacionados directamente a su concentración, la cual decrece con la distancia desde su punto de emisión, ya que el gas es diluido por el aire. Normalmente, los efectos nocivos están restringidos a un radio de 10 km de punto de emisión, excepción hecha de circunstancias especiales.

La exposición prolongada a gases volcánicos tales como dióxido de azufre, compuestos de cloro o flúor pueden detener el crecimiento de las plantas y aun la exposición intermitente puede causar daños a las cosechas, la vegetación y el ganado.

2.2.6b Ejemplos

Dos ejemplos muy importantes de los varios que existen en los volcanes centroamericanos los encontramos en Nicaragua y Costa Rica. En el primer país, el Volcán Masaya ofrece una continua salida de gases de su cráter principal activo Nindirí. El volcán Poás, presenta constantemente actividad fumarólica de gases y vapores de agua, que en ocasiones, como a finales de los ochenta y principios de los noventa, produjo lluvia ácida por varias meses a más de 10 km de distancia del punto de emisión, afectando a las personas y a la vegetación al SW del macizo volcánico.

El 20 de febrero de 1979, los 142 habitantes del poblado de Kaputjukan en la meseta de Dieng en Java (Indonesia), alarmados por la actividad sísmica y volcánica del Sinila, abandonaron el caserío y se dirigieron al pueblo cercano de Batur. A la mañana siguiente, fueron encontrados todos muertos a la orilla de la carretera, por haber caminado desprevenidamente en una "laguna" de dióxido de carbono emitida por el volcán y haber sido asfixiados por este gas incoloro e inodoro.

La misma suerte corrieron a los pobladores del Lago Nyos, en Camerún en 1986, con 1746 víctimas por emisión de anhídrido carbónico(CO₂).

2.2.7 ONDAS DE CHOQUE ATMOSFERICAS

Durante algunas erupciones explosivas históricas y debido al rápido movimiento de material arrojado (tefra) se han originado ondas de choque atmosférica. A pesar de que la energía de las ondas de choque disminuye con la distancia de su centro de emisión, éstas pueden tener la energía suficiente para causar daños a las estructuras distantes.

2.2.7ª Ejemplos

En América Central, se ha tenido conocimiento de tales ondas, pero no han sido evaluados. En Costa Rica se han mencionados en informes de prensa en las erupciones, al menos, del Volcán Arenal. Lo mismo, se destaca en las erupciones del volcán Pacaya, en Guatemala en 1991-1992, con ondas sentidas a más de cinco km de distancia. En la catastrófica erupción del Volcán Cosigüina en Nicaragua en 1835, se informa de un estallido que se escucho en varios países de la región y el caribe.

Internacionalmente, en la erupción del Volcán Tambora en Indonesia, en 1815, se reporta una onda de choque que produjo la rotura de vidrios de ventanales ubicados a 400 km de distancia.

2.2.8 TSUNAMIS

Los tsunamis son olas, o trenes de olas marinas, de período largo, generadas por el súbito desplazamiento de masas de agua; estas olas atraviesan las aguas profundas a gran velocidad en forma de olas anchas y bajas, para luego elevarse considerablemente al acercarse a las playas. La mayoría de tsunamis se originan por desplazamientos de fallas geológicas en el fondo del mar; sin embargo, decenas de tsunamis históricos de origen volcánico han causado numerosos muertos y grandes daños a las propiedades a la largo de las playas marinas y lacustres, aún a grandes distancias de las erupciones.

Se conocen algunos mecanismos que pueden producir dichos tsunamis volcánicos, incluyendo sismos volcánicos o volcánico-tectónicos; explosiones; colapso o hundimiento,

deslizamientos, lahares o flujos piroclásticos que entran en contactos con aguas; y ondas de choque atmosféricas que se acoplan al mar.

El movimiento del agua se propaga en todas direcciones en forma de onda . En el mar profundo puede alcanzar 1000 km/h. En mar abierto es imperceptible, pero una vez que la onda alcanza aguas poco profundas cercanas a la costa su velocidad disminuye y forma un frente que puede tener hasta 30 m de altura o más. Los maremotos consisten algunas veces en una sola ola, pero a menudo en varias olas (aproximadamente 10) que llegan a intervalos de 20 a 30 minutos.

2.2.8^a Efectos sobre la vida y los bienes

Fácilmente se puede imaginar una pared turbulenta de agua de hasta 30 metros de alto, que avanza hacia la costa a 100 km/h o más , tiene efectos devastadores que son agravados con el reflujos de la misma. Sólo los edificios y estructuras más fuertes quedan en pie, y las probabilidades de supervivencia para cualquier ser viviente que se encuentre a la intemperie durante un maremoto son realmente muy pocas.

Un sistema de alarma ubicado en la gran cuenca del Océano Pacífico provee avisos oportunos sobre el avance del tsunamis hacia las zonas ubicadas a centenas hasta millares de kilómetros del sitio de origen del tsunami; sin embargo, las personas localizadas en zonas cercanas a sitio de origen tienen escaso tiempo para actuar.

2.2.8b Ejemplo

A la fecha nos se conocen directamente tsunamis de origen volcánico en la región centroamericana.

Los tsunamis producidos por la erupción del Krakatoa, en Indonesia en 1883, invadieron las costas circundantes con olas de hasta 35 metros de altura, causaron la muerte a más de 30.000 personas, y devastaron parcial o totalmente 300 pueblos.

2.2.9 Apertura de nuevos focos eruptivos en zonas de debilidad

Las zonas de debilidad susceptibles para favorecer a través de ellas el ascenso magmático y abrir nuevos focos eruptivos. Por ejemplo, en Costa Rica, en el volcán Poás, existen fracturas en dirección N-S, a través de los cuales se han instalado el volcán Congo y los maares de Bosque Alegre y Río Cuarto. En el Irazú, existen fracturas N-S, en las que han surgido los conos piroclásticos y efusivos de Noche Buena, Gurdíán, Quemados y Pasquí y fracturas E-O, donde se han instalado los cráteres cúspidales. En el Turrialba

surgimiento de conos nuevos. Estas mismas zonas de debilidad podrían causar efectos similares en el futuro: surgimiento de conos piroclásticos, domos, coladas lávicas, fumarolas y cráteres, lo que las convierte en zonas de alto riesgo (Soto & Paniagua, 1992; Montero, et al., 1995).

A manera de resumen se presenta a continuación un cuadro que recoge los efectos principales de las erupciones más comunes que tienen consecuencias en la salud en áreas cercanas a los volcanes y algunas acciones preventivas, considerando que la única protección efectiva para contrarrestar estas fuerzas devastadoras, es delimitar área de restricción, evacuar la población y desalojar a los trabajadores de la zona de peligro.

CUADRO 6. EFECTOS PRINCIPALES DE LAS ERUPCIONES EN LA SALUD EN LAS "CERCANÍAS DEL VOLCÁN" Y ACCIONES PRINCIPALES PARA PREVENIRLOS BAXTER ET AL., (1997).			
EVENTO ERUPTIVO	CONSECUENCIAS	IMPACTO EN LA SALUD	ACCIONES PREVENTIVAS
Explosiones	Explosión lateral; fragmentos de roca; ondas de impacto del aire	Traumas, quemaduras de piel; heridas por vidrio volcánico	Evacuación Reducir la exposición (no salga)
Emanación de ceniza caliente	Nubes ardientes, flujo y caída de ceniza, relampagueo, incendios forestales	Quemaduras de piel y pulmones, asfixia, electrocución, quemaduras	Evacuación
Hielo, nieve derretida y lluvia simultánea a la erupción	Flujos de lodo; inundaciones	Sumergimientos; ahogados	Evacuación ;barreras de desviación
Lava	Flujos de lava, incendios forestales	Sumergimientos y quemaduras (raras) Quemaduras	Evacuación; barreras de desviación
Emisión de gases: SO ₂ , CO, CO ₂ , H ₂ S, HF	Concentración en áreas bajas e inhalación	Asfixia	Evacuación Equipo de protección respiratoria para geólogos Restricción de vías áreas
Radón	Exposición a la radiación gama, principalmente	Cáncer pulmonar	Evacuación

2.3 ZONIFICACIÓN DE LOS PELIGROS VOLCÁNICOS

La mitigación de los efectos de futuras erupciones volcánicas, y de los eventos relacionados a éstas, incluye varios pasos, tales como: evaluar los peligros potenciales de futuras erupciones, desarrollar planes a mediano y largo plazo para el uso del suelo, basados en la evaluación de los peligros; evaluar el riesgo volcánico y planificar el manejo de crisis volcánicas una vez que comience la actividad premonitora o la erupción misma; vigilar el estado de un volcán para detectar el inicio y el progreso de una erupción; idear medidas de protección para gente, sus propiedades y la infraestructura crítica. Las últimas dos décadas de estudio sobre volcanes han sido testigos de un progreso significativo en la mayoría de los tópicos debido al estímulo dado por las numerosas crisis o emergencias volcánicas que han ocurrido durante este período de tiempo (Tilling, 1989, en Scott, 1993a).

En la evaluación del peligro volcánico hay que considerar una serie de variables las cuales pueden ser:

- Tipos de erupción
- Composición del material volcánico
- Antecedentes geomofológicos y geológicos
- Historia evolutiva
- Clima
- Vegetación
- Dirección y velocidad de vientos
- Densidad y actividad de la población
- Uso de la tierra
- Obras de ingeniería
- Otros

Scott (1993^a) señala que hay que tomar en consideración varios otros aspectos cuando se trata de realizar evaluaciones de peligros volcánicos de largo plazo: (1) la identificación de aquellos volcanes que representan peligro; (2) la documentación de la actividad pasada de estos volcanes con el objetivo de evaluar los tipos y alcances esperados de una actividad peligrosa futura; y (3) la identificación de las áreas que tendrían la posibilidad de ser impactadas durante erupciones futuras. El último tópico también incluye la elaboración de mapas de zonificación del peligro, los cuales delimitan áreas peligrosas y proporcionan información acerca del grado relativo de peligros en regiones volcánicas.

Podemos mencionar en general que la evaluación de la actividad futura de actividad volcánica consiste en:

Estudiar la naturaleza de las erupciones pasadas
Estudiar su periodicidad
Características de los materiales emitidos

Todo lo anterior permitirá determinar la “personalidad” de un volcán en particular, así como también considerar que existen volcanes con escaso registro histórico (difícil estudio, como por ejemplo, Cosigüina , en Nicaragua, o Ilopango, en El Salvador, Santa María, Guatemala), donde se pueden reactivar violentamente luego de largos períodos de reposo. Más recientemente, conviene recordar aquí , la erupción del volcán Arenal, en Costa Rica, que realizó una importante erupción en 1968, luego de casi 400 años de reposo.

Con el objetivo de mitigar efectivamente los peligros que representan erupciones volcánicas futuras, tanto los científicos como las autoridades deben tener a mano una evaluación de los peligros antes de que inicie la actividad premonitoria o la erupción misma, ya que la evaluación a fondo de los peligros volcánicos normalmente requiere de meses hasta años, lo cual podría desestimular en algunos casos sus acciones . Tales compromisos de tiempo así como limitaciones presupuestarias, de personal y de necesidades, muchas veces significan que un país no puede preparar a tiempo una adecuada evaluación de los peligros para todos sus volcanes potencialmente activos. Esto es especialmente cierto para países con escasos recursos y/o muchos volcanes. Por lo tanto se deben establecer prioridades, de tal manera de estudiar en primer lugar los volcanes de alto riesgo.

El intento más reciente a escala mundial de identificación de volcanes de alto riesgo consistió en aplicar un sistema de calificación de factores combinados de peligro y de riesgo, tales como: tipo de actividad durante el pasado, edad de la última actividad explosiva, extensión de las áreas afectadas durante las erupciones pasadas, ocurrencia de sismicidad o deformación, número de habitantes bajo riesgo y número de víctimas por erupciones pasadas (Yokoyama et al , 1984; Tilling, 1989, en Scott, 1993a), el cual se presenta en el Cuadro 7

CUADRO 7**CRITERIOS PROPUESTOS PARA LA IDENTIFICACION DE VOLCANES DE ALTO RIESGO (según Yokoyama, et al.,1984).**

Se asigna el puntaje de 1 (uno) por cada criterio aplicable, y 0 (cero) si el criterio no es aplicable.

GRADO DE PELIGRO**PUNTAJE**

Alto contenido de sílice en los productos eruptivos
(andesita/dacita/riolita)

Actividad explosiva de importancia en los últimos 500 años

Actividad explosiva de importancia en los últimos 5000 años

Flujos piroclásticos en los últimos 500 años

Flujos de lodo en los últimos 500 años

Tsunami destructivo en los últimos 500 años

Area afectada por destrucción en los últimos 5000 años es $> 10 \text{ km}^2$

Area afectada por destrucción en los últimos 5000 años es $> 100 \text{ km}^2$

Ocurrencia de enjambres sísmicos de origen volcánico

Ocurrencia de deformación significativa del suelo durante los últimos 50 años

GRADO DE RIESGO

Población bajo riesgo > 100

Población bajo riesgo > 1000

Población bajo riesgo > 10.000

Población bajo riesgo > 100.000

Población bajo riesgo $> 1.000.000$

Hubo víctimas en tiempos históricos

Se ha evacuado la zona debido a erupción (es) en tiempos históricos

PUNTAJE TOTAL

Los mismos autores, mencionan algunas limitaciones para establecer una lista de volcanes de alto riesgo, entre ellas citan:

- La actividad prehistórica de muchos volcanes es muy poca conocida
- El registro histórico de muchos volcanes es Corto y / o incompleto
- Pueden ocurrir eventos de tipo y magnitud sin precedentes en tiempos históricos o prehistóricos
- Debido a una morfología no-característica, algunos volcanes ubicados en zonas poco exploradas podrían no haberse identificado todavía
- Los intervalos de reposo entre grandes erupciones pueden ser largos (cientos hasta miles de años)
- Muchos volcanes que no han sido priorizados pueden ser ignorados, volviéndose de esta manera aún más peligroso, si no se anticipan los efectos de futuras erupciones.

A pesar de los problemas mencionados, los autores puntualizan que se deben establecer las prioridades, considerando que las calificaciones con números iguales o mayores a 10, merecen ciertamente ser señalados de alto riesgo.

A continuación y utilizando las informaciones contenidas en las síntesis de los volcanes centroamericanos desarrollados en la primera parte en este estudio, se presenta un cuadro resumen de los volcanes de alto riesgo, tomando en cuenta los criterios de identificación, según Yokoyama et al., 1984.

**CUADRO 8.
INDICE DE IDENTIFICACIÓN DE ALGUNOS VOLCANES CONSIDERADOS
DE ALTO RIESGO EN AMERICA CENTRAL (BASADOS SEGÚN
CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN DE YOKOYAMA ET AL., 1984 Y
MODIFICADOS EN ESTE TRABAJO).**

	INDICE
SANTA MARIA-SANTIAGUITO	15
FUEGO, GUATEMALA	14
COSIGUINA, NICARAGUA	14
ARENAL, COSTA RICA	14
PACAYA, GUATEMALA	13
IRAZÚ, COSTA RICA	13
CERRO QUEMADO, GUATEMALA	12
SAN MIGUEL, EL SALVADOR	12
TACANA, GUATEMALA	12
CONCEPCION, NICARAGUA	12
IZALCO, EL SALVADOR	11
SAN SALVADOR, EL SALVADOR	11
SANTIAGO-MASAYA, NICARAGUA	11
MOMOTOMBO, NICARAGUA	11
POAS, COSTA RICA	11
RINCON DE LA VIEJA, COSTA RICA	11
ILOPANGO, EL SALVADOR	10
SAN CRISTOBAL, NICARAGUA	10
TELICA, NICARAGUA	10
CERRO NEGRO, NICARAGUA	10
MASAYA, NICARAGUA	10
TURRIALBA, COSTA RICA	10
 OTROS VOLCANES	
MT. ST. HELENS, USA	15
COTOPAXI, ECUADOR	14

2.3.1 LA DOCUMENTACIÓN DE LA ACTIVIDAD ERUPTIVA PASADA Y LOS REGISTROS HISTÓRICOS DE LAS ERUPCIONES.

El registro histórico y prehistórico de la actividad volcánica y de su estado actual ha provisto la base para la mayoría de evaluaciones de los peligros volcánicos (Crandell et al., 1984, en Scott, 1993^a).

En muchos volcánes, las observaciones de erupciones históricas constituyen una fuente importante de información sobre las características de las erupciones pasadas, su edad, las áreas impactadas y los efectos de las erupciones sobre la gente y sus alrededores. Algunos volcanes tienen un registro histórico que cubre más de 1000 años, mientras que en otros no se ha observado erupciones, o los registros solamente cubren un tiempo de un siglo o menos. Incluso registros históricos más extensos tienen un uso limitado debido a que las descripciones de erupciones pasadas, muchas de las cuales han sido transmitidas en forma verbal, no fueron hechas por vulcanólogos experimentados, y son difíciles de interpretar (Blong, 1982, en Scott, 1993^a). Sin embargo, el estudio detallado de los depósitos de erupciones históricas, combinado con la interpretación de observaciones y fotografías, han proporcionado información valiosa sobre las características de las erupciones y han incrementado nuestro conocimiento sobre los procesos volcánicos.

En América Central se han presentado importantes eventos, algunos de ellos han producido catástrofes. A continuación se resumen en el Cuadro 9 estas erupciones.

**CUADRO 9.
ERUPCIONES CATASTROFICAS EN AMERICA CENTRAL***

<u>VOLCAN</u>	<u>PAIS</u>	<u>AÑO</u>	<u>MUERTOS</u>	<u>EVENTO</u>
Ilopango	El Salvador	260DC	?	Pliniano-caldera
De Agua	Guatemala	1541	1300	Lahar
Mombacho	Nicaragua	1570	400	Deslizamiento
Momotombo	Nicaragua	1609	Sepultó León	Vapor y cenizas
Cosigüina	Nicaragua	1835	600	Pliniano
Santa María	Guatemala	1902	2000-3000**	Pliniano
Santiaguito	Guatemala	1929	5000	Colapso domo
Irazú	Costa Rica	1963	25	Lahar
Arenal	Costa Rica	1968	78	Peleano

*Basado principalmente en Cepredenac, 1990; Tanguy, 1998; Rose et al., 1999.

**Pueden ser de 5000 a 10.000 personas fallecidas en total, por hambruna y enfermedades epidémicas, de acuerdo a Tanguy et al., 1998.

Erupciones de menor amplitud se han destacado y han causado daños a las poblaciones cercanas, ocurriendo con frecuencia desde principios del presente siglo XX. A continuación se presentan algunas actividades de la mayoría de los volcanes considerados en este estudio, durante los últimos 100 años (Cuadro 10).

**CUADRO 10.
FRECUENCIA DE ERUPCIONES DE MENOR AMPLITUD EN EL SIGLO XX EN
AMERICA CENTRAL.**

VOLCAN	ERUPCIONES
Fuego, Guatemala	15
Pacaya, Guatemala	12
Santa María-Santiaguito	10
Tacaná, Guatemala	3
Izalco, El Salvador	10
San Salvador, El Salvador	1
San Miguel, El Salvador	12
San Cristóbal, Nicaragua	4
Telica, Nicaragua	15
Cerro Negro, Nicaragua	15
Masaya, Nicaragua	8
Concepción, Nicaragua	12
Rincón de la Vieja, Costa Rica	12
Arenal, Costa Rica	5
Poás, Costa Rica	10
Irazú	7

Se puede estimar que hubo un total de más de 151 erupciones en la región desde el principio del siglo, lo que representa un promedio de aproximadamente dos erupciones por año a nivel del istmo. Cada erupción crea una situación muy particular de crisis, aunque no necesariamente catastrófica, para la cual se requiere la capacidad de evaluación por parte de las autoridades para tomar las medidas de protección de la población.

Desde el punto de vista de las diferentes erupciones, se presenta a continuación en el Cuadro 11, los diversos criterios que se toman en cuenta en la estimación del Índice de Explosividad Volcánica (VEI) de los diferentes volcanes centroamericanos considerados en la primera parte, basados en Newhall & Self (1982).

CUADRO 11. CRITERIOS DE ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE EXPLOSIVIDAD VOLCÁNICA (VEI), de Newhall & Self (1982).

VEI	0	1	2	3	4	5	6	7	8
DESCRIPCIÓN	No explosivo	pequeño	moderado	mod/grande	grande	muy grande			
VOLUMEN DE EYECCIÓN (M ³)	<10 ⁴	10 ⁴ -10 ⁶	10 ⁶ -10 ⁷	10 ⁷ -10 ⁸	10 ⁸ -10 ⁹	10 ⁹ -10 ¹⁰	10 ¹⁰ -10 ¹¹	10 ¹¹ -10 ¹²	>10 ¹²
EYECCIÓN (M ³)		(II-III)	(IV)	(V)	(VI)	(VII)	(VIII)	(IX)	
(Clasificación Tsuya)*									
ALTURA DE COLUMNA (KM)	<0,1	0,1-1	1-5	3-15	10-25	>25			
DESCRIPCIÓN CUALITATIVA	suave, efusiva		explosiva	Severa, violenta	Cataclísmica, paroximal				
CLASIFICACIÓN		Estromboleana			Pliniano				
		Hawaiano	Volcaniano			Ultraplumino			
DURACIÓN (horas de explosión continua)	<1		1-6		>12				
CAVW EXPLOSIVIDAD MÁXIMAT)				6-12					
	Flujos de lava		Explosión o nube ardiente						
		Fréatica							
EMISIÓN TROPOSFÉRICA	insignificante	menor	Moderada	Sustancial					
EMISIÓN ESTRATOSFÉRICA	ninguna	ninguna	ninguna	posible	limitada	Significativa			

* Si todos los productos eruptados fueran piroclastos

□ Para VEI 0-2, uso de km encima del cráter

□ La mayor actividad explosiva se indica para la erupción en el Catálogo de Volcanes Activos

Los criterios son colocados en orden decreciente de seguridad.