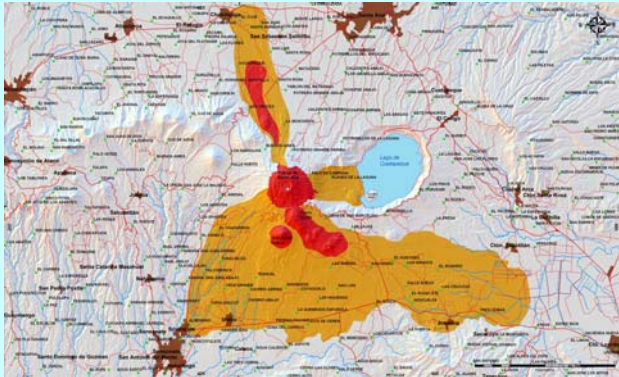


A CAÍDA DE BALÍSTICOS Y FLUJOS DE LAVA



Balístico es el nombre que se da a los fragmentos de roca expulsados por el cráter principal o por las bocas laterales de un volcán durante una erupción explosiva. Pueden ser bloques, fragmentos de roca sólida arrancados por la fuerza del magma de las paredes del conducto volcánico o bombas volcánicas, fragmentos de roca fundida (magma) que se enfrían parcialmente en su recorrido por el aire. El tamaño de los balísticos varía entre los 6 y 50 centímetros, aunque algunos pueden presentar dimensiones mayores de hasta algunos metros de diámetro.

Al ser expulsados por el volcán, tienen trayectorias parabólicas y caen alrededor del centro emisor (foto 1). La distancia a la que caen los balísticos depende de su tamaño y de la magnitud de la explosión que les dio origen.

Los flujos o coladas de lava son masas de roca fundida a temperaturas entre 1.000 a 1.200°C que se desplazan por las laderas del volcán a favor de la pendiente (foto 2), buscando siempre las zonas bajas.

En el Complejo Volcánico de Santa Ana la emisión de lavas puede producirse por el cráter central de los volcanes Santa Ana y Izaco o por bocas eruptivas ubicadas al norte y sur del cono volcánico a lo largo de la falla tectónica de dirección noroeste-sureste que lo cruza.

De acuerdo a la información histórica y a los estudios de campo, las coladas de lava emitidas por este volcán, señaladas en el

Para el caso del Complejo Volcánico de Santa Ana, los balísticos pueden alcanzar distancias mayores a 2 kilómetros, alrededor del cráter central del volcán principal y de los volcanes adyacentes o secundarios que se encuentran alineados al noreste y sur-sureste.

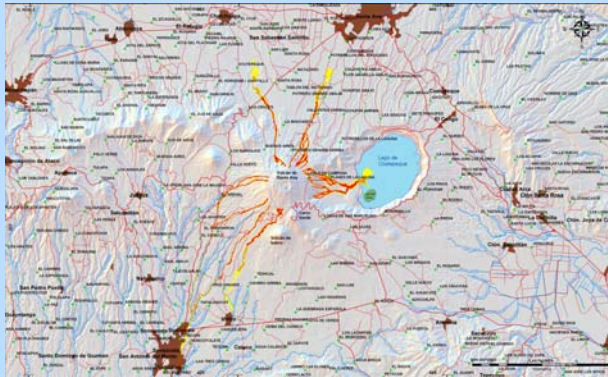
El área que puede ser afectada por estos materiales, señalada en rojo, es también susceptible de ser afectada por el resto de procesos volcánicos, incluidos flujos piroclásticos.

El mayor problema que representa la caída de balísticos es la fuerza del impacto sobre personas e infraestructuras. Además, por la elevada temperatura a la que son expulsados provocan en ocasiones, incendios forestales de grandes dimensiones.

mapa en naranja, han alcanzado distancias máximas de 15 kilómetros hacia el norte y sur.

Los mayores problemas relacionados con los flujos de lava son los daños parciales o totales en viviendas, infraestructuras y vías de comunicación, así como los incendios forestales. Cabe indicar que es poco usual que los flujos de lava causen pérdidas de vidas humanas, aun así, en caso de erupción, las personas que viven cerca de las quebradas y llanuras deben retirarse y dirigirse a zonas más altas.

B LAHARES (Flujos de Escombros)



Los lahares, llamados también flujos de escombros volcánicos, son una mezcla de agua con rocas volcánicas y sedimentos acumulados en las partes altas del volcán. Este proceso puede producirse por reactivación del volcán, aunque de forma más frecuente se desencadena por lluvias intensas. Los flujos son transportados rápidamente a través de las quebradas, desde la cumbre del cono volcánico (foto 3) hasta depositarse en las partes más bajas del mismo, provocando el soterramiento de infraestructura y vías de comunicación.

En el volcán de Santa Ana no se ha documentado la ocurrencia de este tipo de procesos. Sin embargo, durante los terremotos de 2001 se registraron derrumbes en la ladera oriental, hacia el Lago de Coatepeque, lo que indica que esta área es inestable. Atendiendo a criterios morfológicos se ha modelado la ocurrencia de lahares en diferentes diseños de las laderas norte, sur y oeste del volcán.

- Escenario 1:** área que podría ser inundada por los flujos de escombros o lahares con volúmenes de 100.000 m³.
- Escenario 2:** área que podría ser inundada por flujos de escombros o lahares con volúmenes de 300.000 m³.
- Escenario 3:** área de alcance y distribución de flujos de escombros o lahares con volúmenes iguales a 1.000.000 m³.

LEYENDA GENERAL

- Red Vial**
 - Camino Principal
 - Camino Mejorado
- Red Hídrica**
 - Principales
 - Secundarias
 - Quebradas
 - Cuerpos de agua
- Zonas urbanas**
 - Cabeceza Cantonal

Localización y Características



Foto 0. Complejo Volcánico de Santa Ana. Coatepeque con los edificios volcánicos de Cerro Verde, Cerro San Mateo y Cerro Chivo.

El Complejo Volcánico de Santa Ana (foto 0 y figura 1) se ubica en el occidente del país, a 15 kilómetros al suroeste de la ciudad de Santa Ana, en las coordenadas 13°51'21" N y 89°37'5" W. El volcán de Santa Ana, también denominado Kamalepe, es el volcán principal del complejo. En su flanco sur y sureste se encuentra el volcán de Izaco, el Cerro Verde y una serie de conos adyacentes, tales como los conos de escorias El Conaja, El Asilero y San Mateo — Cerro Chivo. También hacia el norte y noroeste encontramos conos de escorias, tales como el Cerro El Refrío y algunos cráteres de explosión como el Plan del Hoyo, alineados sobre una fractura radial con dirección noroeste-suroeste que como desde la cima del volcán hacia la ciudad de Chalhucma, cerca de la cual existe también un conjunto de cráteres de hundimiento (pit-cráteres) alineados sobre esta grieta. Al occidente de esta grieta y al sur de La Cruz se forma el volcán Mala Cara que también es adyacente del Santa Ana.

Toda el complejo se ubica al oeste de la Ciénaga de Coatepeque, formada por el hundimiento circular de un grupo de volcanes que anisótricamente ocupaban ese lugar.



Figura 1. Localización del Complejo Volcánico de Santa Ana. Coatepeque al occidente de la Ciénaga Volcánica Salvadora.

El volcán de Santa Ana es el estratovolcán activo más alto del país con 2.381 metros y tiene un cráter circular con un diámetro aproximado de 1,5 kilómetros, en el cual existen evidencias de subsidencia y migración progresiva del conducto hacia el sureste (foto 9). En el fondo del mismo se encuentra una laguna con agua ácida que oscila entre los 15 y 27 metros de profundidad según el período del año. Al oeste de la laguna, también en el interior del cráter, existe un campo de fumaroles que permanentemente emite gases azufrados calientes (foto 10).

Foto 1. Emisión de fragmentos de magma (balísticos) en el borde del cráter del volcán Coatepeque (Foto: Cortés-Itza).

Foto 2. Flujo de lava reciente del volcán Izaco (Foto: Itza).

Foto 3. Flujo de lava reciente del volcán Izaco (Foto: Itza).

Foto 4. Emisión de fragmentos de magma de tamaño medio a grande del cráter del volcán de Santa Ana. Se deposita cerca del centro urbano (Coatepeque) en el volcán Izaco (Itza).

Foto 5. Caida de cenizas volcánicas a partir de la columna eruptiva del Cerro Negro (Itza).

Foto 6. Caida de cenizas volcánicas a partir de la columna eruptiva del Cerro Negro (Itza).

Foto 7. Caida de cenizas volcánicas a partir de la columna eruptiva del Cerro Negro (Itza).

Foto 8. Caida de cenizas volcánicas a partir de la columna eruptiva del Cerro Negro (Itza).

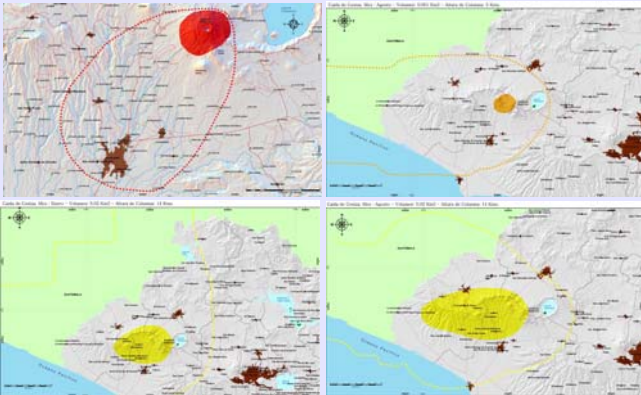
Foto 9. Caida de cenizas volcánicas a partir de la columna eruptiva del Cerro Negro (Itza).

Foto 10. Caida de cenizas volcánicas a partir de la columna eruptiva del Cerro Negro (Itza).

Foto 11. Caida de cenizas volcánicas a partir de la columna eruptiva del Cerro Negro (Itza).

Foto 12. Caida de cenizas volcánicas a partir de la columna eruptiva del Cerro Negro (Itza).

C CAÍDA DE CENIZAS



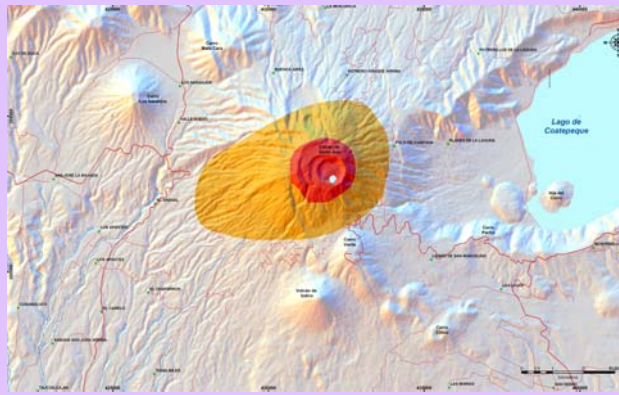
Las cenizas volcánicas son fragmentos de magma menores a 2 milímetros que son lanzados al aire a través de la columna eruptiva y son transportados por los vientos. En las erupciones volcánicas explosivas, el magma es fragmentado por el gas que lleva disueltos. Los fragmentos de mayor tamaño son denominados balísticos (ver área en color rojo del mapa A). Las porciones más pequeñas, de hasta 6,5 centímetros de diámetro, son denominadas genéricamente piroclastos. En su recorrido por la atmósfera los piroclastos se enfrían hasta caer y depositarse en el terreno; los de tamaño entre 2 y 64 mm, conocidos como lapilli, caen en áreas cercanas al centro emisor (foto 4); los inferiores a 2 milímetros, las cenizas (foto 5), pueden dispersarse hasta cientos de kilómetros del volcán.

Entre los efectos que puede ocasionar la ceniza están: dificultad para respirar e irritaciones en piel y ojos, reducción de la visibilidad, contaminación de fuentes de agua y diversos daños a los cultivos. En grandes cantidades, la ceniza puede provocar el colapso de los techos de casas y edificios, especialmente si está húmeda. Es importante mencionar que las neblinas de ceniza son un peligro para la aviación comercial, por los daños que pueden generar a los motores de las aeronaves en vuelo.

Las áreas afectadas por las emisiones de ceniza son diferentes en función del volumen de material emitido, la altura de la columna eruptiva y la dirección predominante del viento. Para el caso de Santa Ana la dispersión de cenizas se producirá principalmente hacia el este. Se han representado tres escenarios en base a información histórica (escenario 1) y como resultado de la modelación del proceso (escenarios 2 y 3).

- Escenario 1:** área afectada por la dispersión de ceniza en eventos eruptivos conocidos (época histórica), como la última erupción del volcán de Santa Ana en 1904.
- Escenario 2:** área afectada por la dispersión de ceniza en caso de una columna eruptiva de 5 kilómetros.
- Escenario 3:** área afectada por la dispersión de ceniza en caso de producirse una columna eruptiva de 14 kilómetros, para las condiciones de viento de enero (estación seca) y las condiciones de viento de agosto (estación húmeda).

D EMISIÓN DE GASES



Los gases volcánicos son principalmente el vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂) y el dióxido de azufre (SO₂), además de otros como el ácido sulfúrico o el fluor. Los gases son liberados por el volcán a través de fumarolas o en forma difusa a través del suelo.

El volcán de Santa Ana tiene un campo de fumarolas en el sector occidental del interior del cráter (foto 4) que emite gases de forma permanente. Aunque mayoritariamente se trata de vapor de agua, a menudo emite dióxido de azufre (SO₂) con volúmenes que fluctúan entre 130 y 390 toneladas/día. Además, en los últimos 25 años se ha reportado tres períodos de degasificación intensa (1992-2000 y 2004), donde los volúmenes de SO₂ alcanzaron las 600 toneladas/día.

Estas cantidades de gases volcánicos no son dañinas para la vida de las personas, aunque pueden provocar molestias para respirar. No es conveniente que las personas con problemas respiratorios, de asma o de corazón se expongan a las emanaciones de gases. Por otra parte, el dióxido de azufre puede ser dañino para la salud humana, especialmente permanente con este ambiente puede provocar irritaciones en la piel y partes más sensibles del cuerpo. Diferentes personas de las comunidades más cercanas al cono volcánico, como el caserío San Blas, han manifestado haber sentido molestias, especialmente en períodos de degasificación más fuerte.

Además, la interacción de los gases volcánicos con el agua precipitada durante la estación húmeda, genera lluvia ácida que daña la vegetación y los cultivos, principalmente el bosque (foto 7) y el caféetal (foto 8) del sector sur y oeste del cono volcánico.

- Escenario 1:** representa el área generalmente dañada durante un año con emanaciones moderadas.
- Escenario 2:** representa el área dañada en un año con emanaciones más intensas. En el año 2004 esta área alcanzó los 10 km².

E) Colapso Estructural



El colapso estructural de un volcán consiste en el desplazamiento súbito de una parte del edificio volcánico. Se produce en volcanes altos con fuertes pendientes, afectados por fallas y con materiales muy alterados. Las causas principales del colapso son los esfuerzos internos y externos a los que es sometido el edificio volcánico por el ascenso de magma, terremotos o lluvias intensas.

Los estudios de la geomorfología y la geología del volcán de Santa Ana sugieren que el sector suroccidental del volcán de Santa Ana sufrió un colapso hace algunos miles de años. Este colapso generó una avalancha de escombros (debris-avalanche) flujo de bloques, todo y rocas de grandes dimensiones que se trasladó 40 kilómetros al sur, hasta la costa, formando el actual delta de Acjutilla, donde hoy se ubica el puerto.

En general, es un proceso con muy baja probabilidad de ocurrir. En actualidad los rasgos geomorfológicos y estructurales del volcán de Santa Ana no indican que este fenómeno pueda volver a ocurrir.

Foto 9 (superior). Mapación del cráter hacia el suroeste de la estructura volcánica. Foto 10 (inferior). Campo fumarólico y laguna ácida en el interior del cráter del volcán de Santa Ana.

El volcán de Santa Ana ha tenido erupciones menores en cinco ocasiones durante los últimos 500 años. Las erupciones históricas son moderadamente explosivas, freáticas y freatomagmáticas, donde el agua superficial o subterránea interactúa con magma y se produce la emisión de gases, cenizas, escorias y bombas volcánicas. En los últimos 15 años se han registrado con relativa periodicidad, durante los años 1992, 2000 y 2004, emisiones fuertes de gases, burbujas de la laguna y daño a los cafetales y bosques, principalmente en el flanco suroccidental del volcán.

Escenarios de Amenaza Volcánica

Amenaza o peligro volcánico es la probabilidad de que los materiales expulsados por un volcán en erupción afecten un área específica durante un período de tiempo determinado. Por la variedad de procesos y productos volcánicos que existen, se conocen diferentes tipos de amenazas o peligros: emisión de gases, flujos de lava, caída de piroclastos (proyección de balísticos, caída de cenizas), flujos piroclásticos y lahares (flujos de escombros), cada uno de los cuales presentan características y formas de desplazamiento propias, y por tanto, son distintos los efectos que provocan.

El mapa Preliminar de Amenaza Volcánica del Complejo del Volcán de Santa Ana, representa de forma gráfica y con diferentes niveles de detalle, las zonas de distribución de los materiales volcánicos y los niveles de afectación en caso de una futura reactivación del volcán.

Para los mapas de caída de balísticos, flujos de lava y emisión de gases se presentan las áreas que podrían ser afectadas en base a información histórica e información geológica de campo.

Para los mapas de lahares (flujos de escombros) y caída de ceniza, además de las informaciones científicas se ha aplicado la simulación a través de modelos y se han representado diferentes niveles de afectación o escenarios. El escenario 1, representado en rojo, señala las zonas relativamente cercanas al conito de emisión, que tienen una mayor probabilidad de ser impactadas por los productos de una erupción, aunque esta sea de pequeña magnitud. Son áreas que pueden ser afectadas con mayor frecuencia. Los escenarios 2 y 3, representados en naranja y amarillo respectivamente, señalan las zonas que pueden ser afectadas por erupciones de moderada o gran magnitud. Estos eventos tienen menor probabilidad de ocurrir que las erupciones de menor tamaño. Sin embargo, tienen capacidad de distribuir sus productos a mayor distancia y con un mayor impacto.

El propósito de este mapa es ser una herramienta útil para orientar las acciones de prevención y mitigación necesarias para reducir la posibilidad de pérdidas y daños dentro de la zona de influencia del volcán. Las áreas representadas en el mapa son una aproximación a la realidad del fenómeno. Los límites de las áreas delimitadas deben tomarse con precaución, considerándolos como referencias y no como absolutos.