



# **Volcán Barú—Historia Eruptiva y Evaluación de la Amenaza Volcánica**

*Por* David R. Sherrod, James W. Vallance, Arkin Tapia Espinosa, y John P. McGeehin

Traducción por Arkin Tapia Espinosa

Reporte de Archivo Abierto 2007–1401

**Departamento del Interior de los Estados Unidos**  
**Servicio Geológico de los Estado Unidos**

**Departamento del Interior de los Estados Unidos**  
DIRK KEMPTHORNE, Secretario

**Servicio Geológico de los Estados Unidos**  
Mark D. Myers, Director

Servicio Geológico de los Estados Unidos, Reston, Virginia 2008

Para información y solicitar este producto visite:

World Wide Web: <http://www.usgs.gov/pubprod>

Teléfono: 1-888-ASK-USGS

Por más información sobre el USGS—fuente Federal relacionada a las ciencias de la Tierra, vida, y recursos naturales, amenazas naturales, y el medioambiente, visite:

World Wide Web: <http://www.usgs.gov>

Teléfono: 1-888-ASK-USGS

Citación sugerida:

Sherrod, D.R., Vallance, J.W., Tapia Espinosa, A., and McGeehin, J.P., 2008, Volcán Barú—historia eruptiva y evaluación de la amenaza volcánica: U.S. Geological Survey Open-File Report 2007–1401, 33 p., 1 hoja amenaza a escala 1:100,000

Cualquier uso de los nombres comerciales, de productos o de empresas sólo tiene finalidades de descripción y no implica patrocinio por parte del gobierno de los Estados Unidos.

Aunque este documento es de dominio público, el permiso debe ser asegurado de los dueños individuales de derecho de autor para reproducir algún material protegido por el derecho de autor dentro de este reporte

Este reporte también se encuentra disponible de manera digital en la Internet

<http://pubs.usgs.gov/of/2007/1401>

**CONTENIDO**

Introducción ..... 4

Parte 1. Resumen de las Amenazas del Volcán ..... 4

Fenómenos Volcánicos..... 5

Tefra..... 6

    Flujos piroclásticos y oleadas piroclásticas ..... 7

    Flujos de lava..... 8

    Gases volcánicos ..... 9

    Avalancha de escombros y deslizamientos ..... 9

    Lahares..... 10

Vigilancia y Alerta ..... 11

Agradecimientos ..... 11

**HOJA AMENAZA**

- 1. Amenazas Volcánicas del Volcán Barú, República de Panamá

**FIGURAS**

1. Ubicación del Volcán Barú, Provincia de Chiriquí, oeste de Panamá ..... 5

2. Vista del flanco oeste del Volcán Barú, desde 15 km de distancia. .... 6

3. Esquema que muestra los eventos peligrosos asociados a un volcán similar al Barú. .... 7

4. Características de la distribución de los espesores, en centímetros, de la lluvia tefra alrededor del volcán. .... 8

5. Depósitos de flujos piroclásticos, Volcán Barú. .... 9

6. Detalles del área de la cima que muestran radios de 2 y 5 km desde el orificio y la extensión del reciente domo de lava, el cual se encuentra totalmente dentro de los 2 km de la zona. .... 10

# Volcán Barú: Historia Eruptiva y Evaluación de la Amenaza Volcánica

Por David R. Sherrod<sup>1</sup>, James W. Vallance<sup>1</sup>, Arkin Tapia Espinosa<sup>2</sup>, y John P. McGeehin<sup>3</sup>

Traducción por Arkin Tapia Espinosa

[Este documento corresponde a la traducción de la Parte 1 de reporte del Volcán Barú, y ambos están disponibles en el sitio Web, <http://pubs.usgs.gov/of/2007/1401>]

## Introducción

El Volcán Barú es un volcán potencialmente activo en el Occidente de Panamá, localizado 35 kilómetros al este de la frontera con Costa Rica. Este volcán ha tenido cuatro episodios eruptivos durante los últimos 1.600 años, incluyendo su erupción más reciente hace aproximadamente de 400 a 500 años. Varias erupciones ocurrieron en los 10.000 años anteriores. Dada esta historia, el Volcán Barú podría entrar en erupción nuevamente, después de un período de eventos sísmicos premonitores y una sutil deformación del terreno, que podría durar días o meses. Una erupción futura probablemente sería similar a erupciones pasadas, las cuales se caracterizaron por ser explosivas y peligrosas para los que viven en las laderas del volcán. Las ciudades y los pueblos de la periferia soportarían varios años de interrupción como consecuencia de una renovada actividad volcánica. Así, cuando Volcán Barú llegue a estar en plena actividad, los funcionarios nacionales, provinciales, y locales necesitarán estar preparados y responder rápidamente.

Este reporte se divide en dos partes. La primera es un resumen ejecutivo que describe, en términos generales, los productos volcánicos del Barú y sus amenazas volcánicas potenciales. La misma está pensada para aquellos que necesiten de un informe corto de la última actividad geológica

del volcán y de resultados probables de una erupción futura.

La segunda parte cubre de forma más profunda los métodos, los datos, y los resultados científicos de nuestro estudio. Incluye los resultados completos del mapeo de reconocimiento y los estudios estratigráficos, dataciones de radiocarbono, el modelado de inundación por lahares, y los mapas del evaluación de la amenaza. Los datos existentes se han incluido y compilado, para hacer la información científica, disponible tan fácil como sea posible.

## Parte 1. Resumen de las amenazas del volcán

El Volcán Barú, en la Provincia de Chiriquí, está situado al sur de la divisoria continental, en la Cordillera de Talamanca al oeste de Panamá (fig 1). Su cima de 3,374 m de altura, se eleva aproximadamente 2,000 m sobre los valles poblados al oeste y aproximadamente 2,400 m sobre los del este. Más de 10,000 personas viven en las áreas inmediatamente adyacentes al volcán y donde las amenazas por futuras erupciones son mayores. La planicie costera del Pacífico, que está densamente poblada y es atravesada por la carretera Panamericana, se encuentra 30 km al sur.

El Volcán Barú ha sido construido a través de numerosas erupciones iniciadas hace varios cientos de miles años. Este volcán es notable por su joven, extenso y complejo domo andesítico-dacítico, anidado dentro de un anfiteatro en forma de herradura tallado en la parte más vieja del edificio volcánico (fig. 2). Las erupciones ocurridas en los últimos

<sup>1</sup> U.S. Geological Survey, Vancouver, WA 98683, U.S.A.

<sup>2</sup> Instituto de Geociencias, Universidad de Panamá, Ciudad de Panamá, República de Panamá

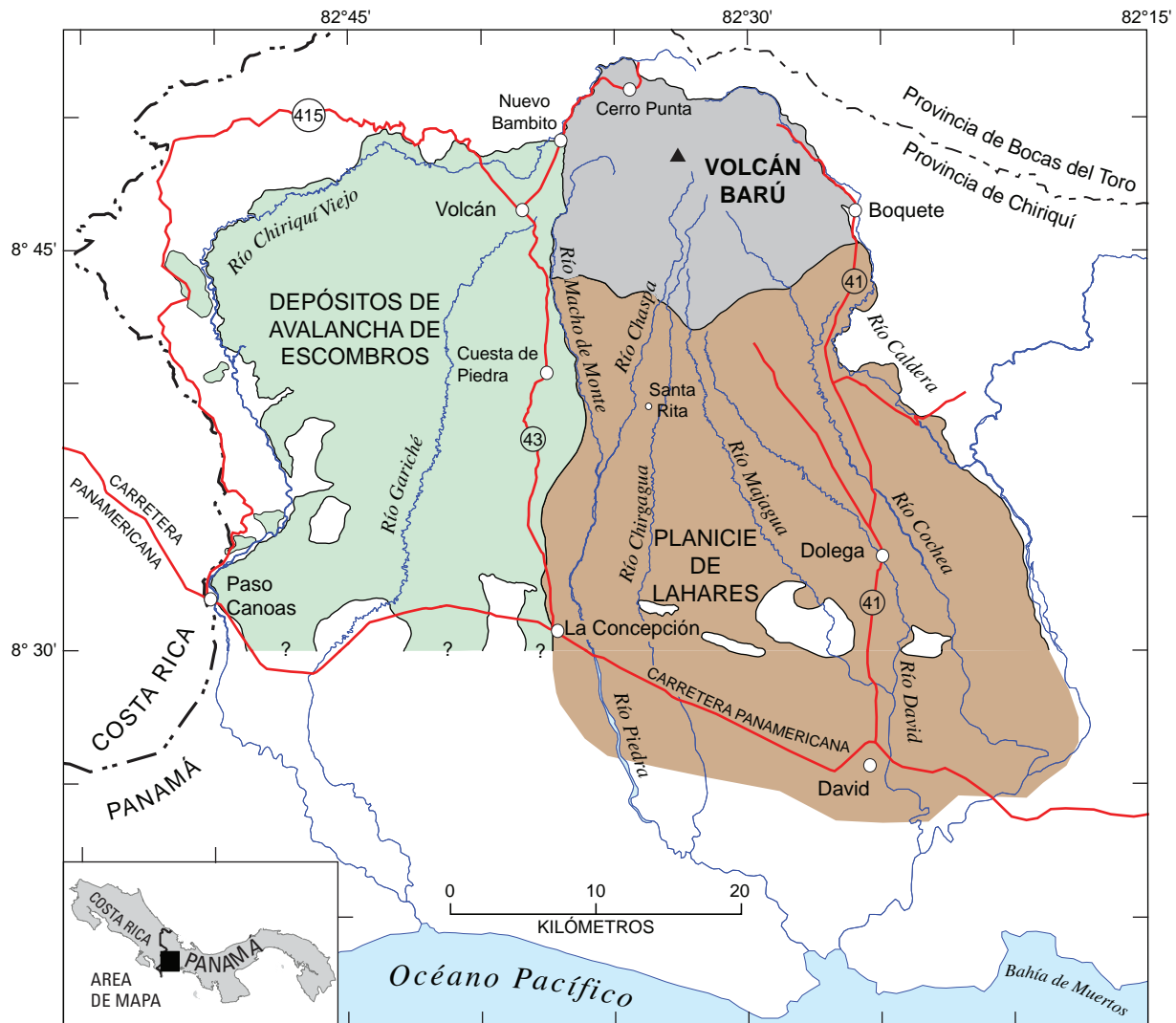
<sup>3</sup> U.S. Geological Survey, Reston, VA 20192, U.S.A.

miles de años se han centrado en esta bóveda de la cumbre. Sus productos se han distribuido principalmente al oeste y al suroeste. El anfiteatro se construyó cuando una parte sustancial del volcán se desplazó a gran distancia en forma de una gigantesca avalancha de escombros, probablemente hace más de 50,000 años. Hoy, las paredes escarpadas del volcán exponen antiguos flujos de lava y rocas piroclásticas.

Se conoce poco sobre el grado de daños ocasionados por la erupción más reciente del Volcán Barú, que pudo haber ocurrido en el año 1550 D.C.; pero como ocurrió en los tres episodios eruptivos previos, de los últimos 1,600 años, probablemente se prolongó por varios años. Los episodios eruptivos característicos del Volcán Barú comprenden en todas las áreas, caídas de tefra, flujos piroclásticos, y lahares. Si una erupción similar ocurriese hoy día, mucha gente e infraestructura costosa estarían en riesgo.

## Fenómenos Volcánicos

Los volcanes representan una variedad de amenazas geológicas, vea el esquema sinóptico figura 3. Muchos de los eventos peligrosos descritos en el figura 3, han ocurrido anteriormente en el Volcán Barú y probablemente ocurrirán en el futuro. La erupción de la roca fundida, o **magma**, resalta en la mayor parte de estos acontecimientos. Otros, tales como deslizamientos y algunos lahares, pueden ocurrir sin actividad eruptiva. El estilo de la actividad eruptiva depende del tamaño y del tipo de volcán, de la composición del magma, y de las interacciones entre el agua subterránea y el magma. Los **volcanes compuestos**, como el Volcán Barú, tienen larga vida, se mantienen activos episódicamente, y se caracterizan por una variedad de productos eruptivos con una amplia gama de



**Figura 1.** Ubicación del Volcán Barú, Provincia de Chiriquí, oeste de Panamá. El límite de la provincia al noreste es aproximadamente la divisoria continental. Los signos de interrogación marcan el límite sur de los depósitos de avalancha de escombros que se formaron a raíz de un derrumbe prehistórico del Barú. En chocolate, la planicie de lahar en los flancos sur y el sureste; en gris, el edificio volcánico del Barú. La base topográfica generada por el Instituto Geográfico Nacional, Hoja David, escala 1:250,000, segunda edición.



**Figura 2.** Vista del flanco oeste del Volcán Barú, desde 15 km de distancia. En primer plano los terrenos de hummock por debajo de los desechos de avalancha depositados desde Barú.

composición química. En el Volcán Barú las rocas volcánicas son principalmente andesitas y basalto-andesíticas que incluyen muy poca dacita.

## Tefra

### Descripción General

Cuando el magma se aproxima a la superficie de un volcán, se liberan gases disueltos, y el gas rápidamente se expande quebrando el magma solidificando. Si los fragmentos resultantes salen por el conducto a gran velocidad, ellos son empujados hacia la parte alta de la atmósfera. Los volcanólogos usan el término **tefra** para tales fragmentos, los cuales, por su tamaño van desde ceniza de tamaño microscópico a bloques de metros de longitud. Cuando la tefra desciende de la nube de la erupción (fig. 3), ésta se deposita en amplias capas lobulares en los alrededores del volcán. Un depósito grande puede cubrir áreas de diez a centenares de kilómetros desde la fuente, y el grosor y tamaño de las partículas decrecen en tamaño lejos del respiradero. Los fragmentos más grandes de tefra se depositan a pocos kilómetros del cráter.

La caída de tefra raramente amenaza la vida excepto en un radio de algunos kilómetros del cráter, donde puede

acumularse con espesores superiores a 1 m. El impacto de grandes fragmentos de roca, cerca del respiradero, puede causar muerte o lesiones severas. Los proyectiles grandes, si están calientes, pueden iniciar incendios al caer sobre material combustible. Quizás la amenaza más grande de la caída de tefra, y la causa de la mayoría de las lesiones y fatalidades, resulta de la acumulación de una capa gruesa y húmeda que hace que colapsen los techos de las edificaciones. La tefra fina suspendida en el aire puede irritar los ojos y pulmones, en especial de ancianos y niños.

Las caídas de tefra reducen la visibilidad. Las nubes de tefra pueden provocar decenas de minutos de oscuridad o más, incluso en días soleados. La ceniza fina se cuela dentro de los motores, tapando los filtros de aire o incrementando el desgaste de los mismos. La tefra puede ocasionar cortocircuitos en los transformadores eléctricos e interrumpir las líneas de transmisión eléctrica, especialmente si estas son mojadas, con un material pegajosas y pesadas. Puede contaminar el agua superficial, el alcantarillado sanitario, y obstaculizar los canales de irrigación. Incluso las acumulaciones finas puede arruinar las cosechas. La ceniza absorbida por los aviones jet corroe los motores, desgasta las turbinas y otras piezas internas, y se derrite en el motor caliente, causando desperfectos y que estos se apaguen. Incluso las nubes pequeñas, con tefra diluida a gran distancia de un volcán, pueden dañar la turbina de un avión jet que vuela en ellas.



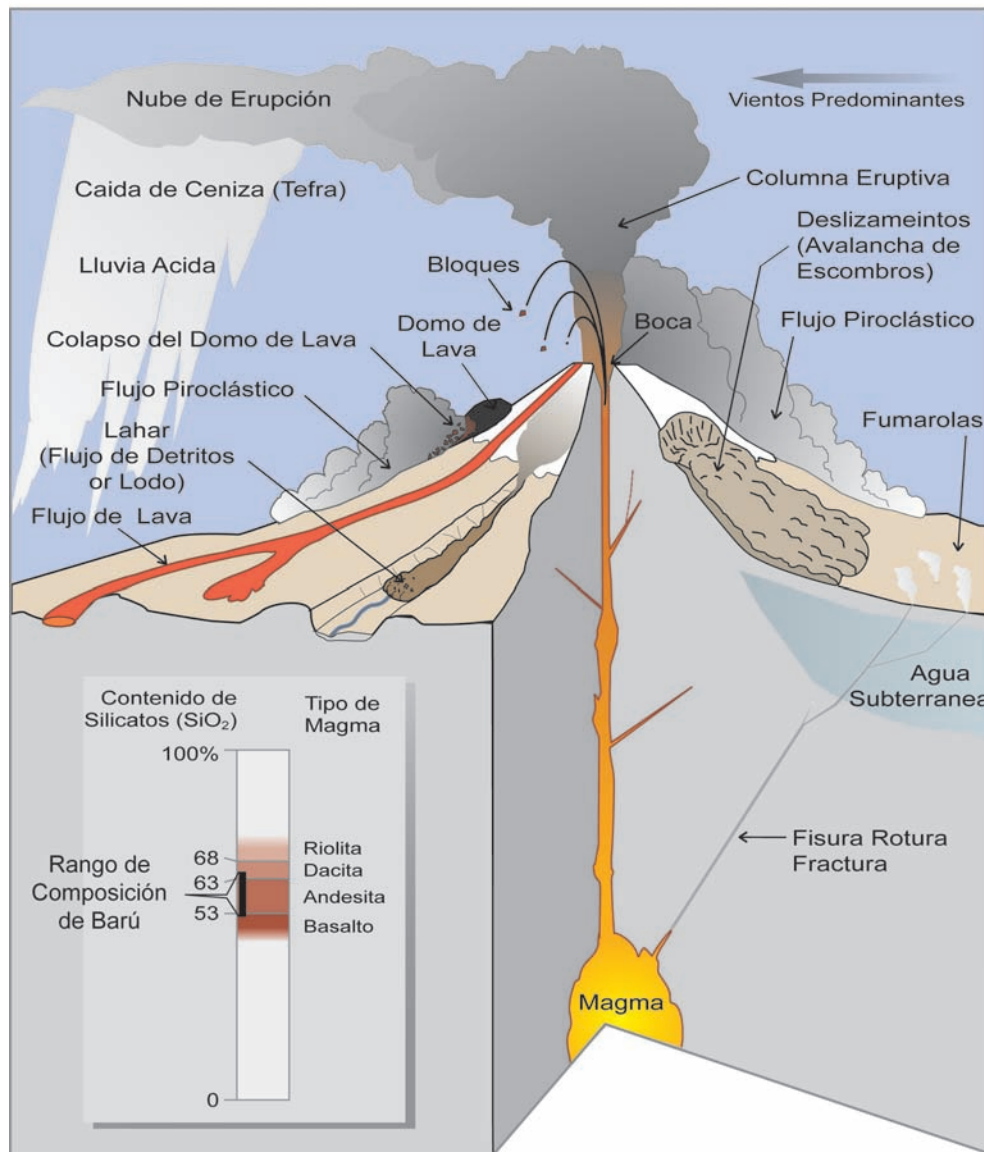
## En El Volcán Barú

Las erupciones prehistóricas de Volcán Barú han esparcido repetidamente tefra cubriendo zonas a más de 100 km de distancia y depositando capas de 10 cm a 20 cm de espesor a distancias de 10 a 15 km a la redonda (fig. 4). Una caída de tefra de tal magnitud puede oscurecer los cielos, causar pánico entre algunos residentes, y en última instancia causar el desplome de los techos de algunas casas. Las nubes de tefra del tamaño de las que han ocurrido en el Volcán Barú en el pasado pudieran levantarse hasta alturas de 10 km o más sobre el volcán, y están compuestas en muchos casos de ceniza fina.

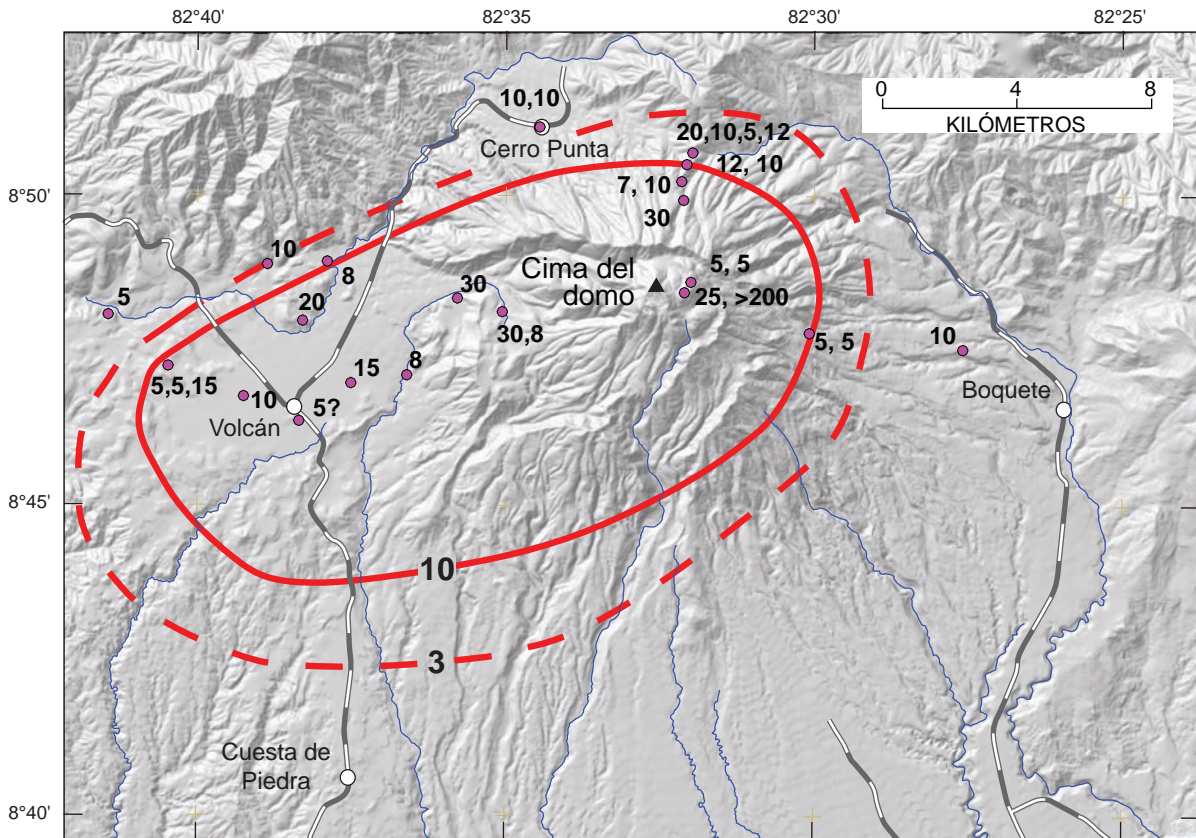
## Flujos Piroclásticos y Oleadas Piroclásticas

### Descripción General

Cuando la mezcla de gases calientes y partículas de rocas volcánicas producidas por una erupción explosiva es más densa que el aire, esta se comporta como un fluido, permaneciendo cerca de la tierra y fluyendo pendiente abajo como un **flujo piroclástico** (fig. 3). Si la mezcla contiene una gran proporción de partículas, entonces su densidad hace que se acumule o canalice en áreas topográficas bajas, como quebradas y valles. Los flujos piroclásticos voluminosos o secuencias de tales flujos, especialmente en las cuestas del



**Figura 3.** Esquema que muestra los eventos peligrosos asociados a un volcán similar al Barú. Algunos eventos, tales como deslizamientos de tierra y lahares (avalanchas de desechos), puede ocurrir incluso cuando el volcán no está en erupción. Superpuesto al cuadro se aprecia la clasificación de los tipos de magmas en base al contenido de sílice; la escala de análisis en el Volcán Barú está en la figura 7 (parte 2 del reporte) y en el apéndice 1. Esquema de Myers y otros (2002).



**Figura 4.** Características de la distribución de los espesores, en centímetros, de la lluvia tefra alrededor del volcán. Ejemplo de ubicaciones muestran uno o varios espesores medido desde secciones estratigráficas. Las líneas de isopacas indican la acumulación de caída de tefra más joven de 3 y 10 cm.

cono, pueden llenar los valles y moverse al otro lado por el punto más bajo que divide los drenajes adyacentes.

Las **oleadas piroclásticas**, un fenómeno relacionado, son mezclas diluidas de ceniza caliente y gases generados comúnmente por los flujos piroclásticos. Las oleadas piroclásticas pueden estar separadas de los flujos piroclásticos y moverse sobre áreas adyacentes más altas o más allá de los márgenes alcanzados por los flujos piroclásticos.

Los flujos y las oleadas piroclásticas se mueven a velocidades de 50 a 150 km por hora, alcanzando a cualquier persona que ande a pie. Las temperaturas en flujos y oleadas piroclásticas son comúnmente varios cientos de grados Celsius. Los flujos piroclásticos destruyen las estructuras y matan a todas las formas de vida en sus trayectorias. Aunque algo menos destructivas, las oleadas piroclásticas pueden afectar áreas más grandes y ser letales. Las oleadas piroclásticas causan a menudo quemaduras severas, trauma a los pulmones, o sofocación.

## En El Volcán Barú

Los flujos piroclásticos han sido comunes durante erupciones de Volcán Barú, entre los más frecuentes tenemos, **flujos de bloques y ceniza**, originados por el desprendimiento de las cuestas escarpadas de la cima del domo de lava (fig. 5). Los flujos de bloques y ceniza de los últimos 1,600 años han

descendido hacia el área oeste de la cumbre dirigiéndose hacia donde hoy día está la población de Volcán (hoja 1, amenazas). De hecho, Volcán se construyó sobre depósitos de flujo de bloques y cenizas de muchos metros de espesor. Estos flujos de bloques y ceniza se limitan a un área a 15 km desde su fuente en la cima del domo.

## Flujos de Lava

Si el magma se desgasifica lo suficientemente antes de alcanzar la superficie de la Tierra, el volcán puede entrar en erupción pasiva y formar **flujos de lava**. Los flujos de lava que se han formado en el Volcán Barú son extremadamente viscosos, en bloques, y de lento movimiento. Comúnmente tales flujos de lava avanzan pendiente abajo como corrientes de rocas y cantos rodados de decenas de metros de espesor, se mueven a razón de metros hasta algunas decenas de metros por día. Los flujos de lava pueden ser extremadamente destructivos pero no son típicamente peligrosos para la vida, porque la gente puede caminar bastante rápido para escapar. Los flujos de lava en las cuestas superiores escarpadas del Barú, sin embargo, presentan algunos peligros locales porque son inestables; desde boca del volcán podría formarse una avalancha de flujos de bloques calientes y ceniza frente a los cuales hay poca oportunidad de escapar.



Los flujos de lavas cortos y gruesos del pasado, de hace pocos miles de años, han construido el domo de la cima del Barú. Estos se han movido hacia el oeste, aunque nunca más allá de 2 km de la fuente (fig. 6). Sin embargo, en erupciones futuras, los flujos puedan variar su dirección. Aunque el

antiguo escarpe de la avalancha ha dirigido estos flujos de lava hacia el oeste, la depresión entre el escarpe y la cumbre hoy día está prácticamente rellena. Si la depresión llegara a rellenarse totalmente, los futuros flujos de lava podrían descender, por las cuevas escarpadas del este del volcán, hacia la población de Boquete.

Con pocas excepciones, el área de mayor amenaza por flujos de lava del Volcán Barú, en un radio de 5 km, está deshabitada. Probablemente el acceso a esta área sería cerrado durante futuras erupciones debido al alto peligro de flujos piroclásticos, caída de tefra, y presencia de gases volcánicos.

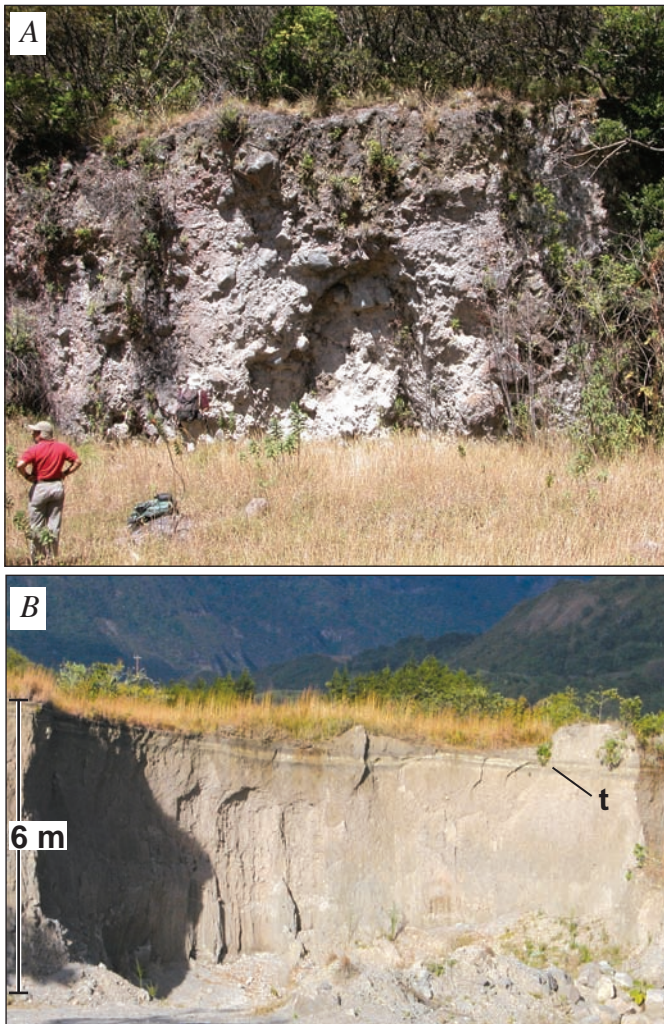
## Gases Volcánicos

Todos los magmas liberan gases durante y entre erupciones. Los gases volcánicos incluyen vapor de agua, dióxido de carbono, dióxido de azufre, y cierta cantidad de trazas de otros gases. Los gases se disipan rápidamente con el viento en el respiradero pero son potencialmente tóxicos a pocos kilómetros del conducto. Los gases pueden causar daño a ojos y pulmones. En depresiones cerradas, los gases que son más densos que el aire, como el dióxido de carbono, pueden acumularse y causar asfixia. Los peligros más grandes provenientes de la emisión de gases volcánicos durante la próxima erupción del Volcán Barú estarán en un radio de 1 a 2 km de la cima del domo o en la fosa ubicada al este (fig. 6). En estas áreas deshabitadas probablemente el acceso sería cerrado durante las erupciones futuras, debido a que la mayor amenaza de varios fenómenos volcánicos está allí.

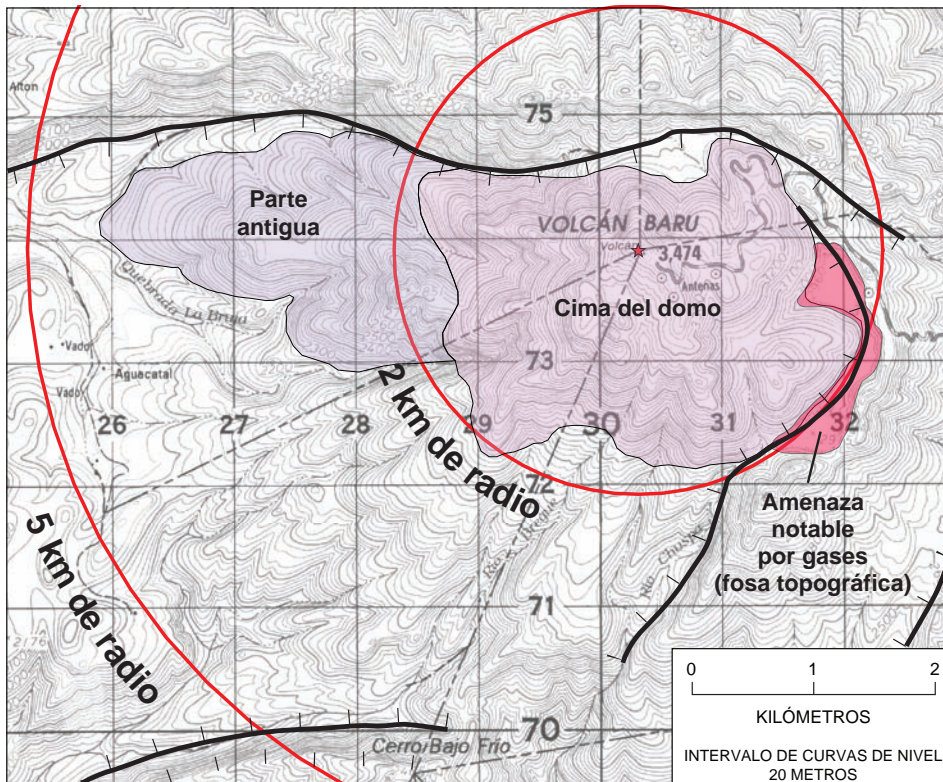
## Avalancha de escombros y deslizamientos

### Descripción General

Las escarpadas laderas superiores de un volcán pueden ser notablemente inestables durante las erupciones. Estas pueden fallar y crear un deslizamiento rápido llamado **avalancha de escombros**. La intrusión del magma y los terremotos de origen volcánico pueden causar inestabilidad de laderas y profundas aberturas como la que ocurrió en 1980 en el Monte Santa Elena. Las fallas en las laderas pueden también ser accionadas por los terremotos tectónicos más grandes con magnitud superior a 5, por lluvias torrenciales, o las explosiones del vapor. Estas aberturas, son comúnmente de menor magnitud en cuanto al volumen que aquellas accionadas por la intrusión magmática. Las avalanchas de escombros pueden alcanzar velocidades superiores a 150 km por hora. Estas avalanchas con volúmenes menores al millón de metros cúbicos típicamente solo viajan algunos kilómetros desde su fuente, en cambio, grandes volúmenes de avalanchas de escombros pueden viajar decenas de kilómetros más allá del volcán. Las avalanchas de escombros destruyen todo lo que encuentren a su paso. El depósito resultante varía de 10 m a más de 100 m de espesor en los pisos de los valles.



**Figura 5.** Depósitos de flujo piroclásticos, Volcán Barú. A, Depósito gruesos próximos al pie de la cima del domo, 4.3 km al oeste de la cumbre. El material en exposición es de unos 10 m de altura. Grandes bloques de andesita y dacitas son densos en hornblenda. B, Flujo de piroclásticos de grano fino depositados en cantera ubicada a 10 km al oeste - suroeste de la cumbre, cerca de la población de Volcán. El material expuesto es de unos 6 metros de altura. El color gris rojizo pálido característico se debe a la oxidación de los minerales de hierro, durante el enfriamiento. Grandes bloques masivos están ausentes debido a la distancia de transporte, y los depósitos a esta distancia son levemente de pómez. La banda de color más clara (t), cerca de la parte superior, es un depósito de caída de tefra, que se encuentra entre paleosuelos color gris oscuro. La secuencia esta cubierta por otro depósito delgado de flujo piroclástico.



**Figura 6.** Detalles del área de la cima que muestran radios de 2 y 5 km desde el orificio y la extensión del reciente domo de lava, el cual se encuentra totalmente dentro de los 2 km de la zona. La depresión topográfica, o la fosa (en anaranjado), podría sobrepasar la cúpula en un crecimiento futuro, permitiendo que los flujos de lava recorran el flanco oriental. A esta fosa además corresponde un notable peligro por gases.

## En El Volcán Barú

Muchos miles de años atrás, la altura del Volcán Barú disminuyó por causa de una enorme avalancha de escombros, un acontecimiento relativamente raro. Por lo tanto, el peligro de repetirse una gran avalancha ha sido disminuido sustancialmente. En su lugar, avalanchas de escombros mucho más pequeñas son más probables de ocurrir posiblemente por el desprendimiento o el derrumbamiento parcial de la cima del domo, pero incluso su probabilidad es relativamente pequeña. Los depósitos que resultan serían restringidos a un área exterior de la boca del anfiteatro hacia Nuevo Bambito pendiente abajo del Volcán.

## Lahares

### Descripción General

**Lahares**, también llamado flujos de lodo volcánicos y los flujos de escombros, es una masa del lodo, de roca, y de agua que es parecida y se comporta como concreto fluido. Ocurren cuando el agua moviliza grandes volúmenes de lodo flojo, de roca, y detritos volcánicos. Estos también se forman cuando los deslizamientos y las avalanchas contienen o incorporan bastante agua para llegar a ser fluidos, un suceso bastante común.

Los lahares, como las inundaciones, siguen los valles del río, extendiéndose fuera de los mismos para inundar las planicies, asentándose en áreas planas. Pueden viajar muchas decenas de kilómetros valle abajo a velocidades de decenas de kilómetros por hora. Los lahares destruyen o dañan todo en su camino enterrándolo o impactándolo. Dejan depósitos de lodo, arena, y grava de varios metros de espesor. Los lahares son particularmente peligrosos porque alcanzan mayor distancia desde un volcán, que cualquier otro peligro volcánico, con excepción de la tefra, y afectan los pisos de los valles, donde generalmente está la mayor concentración de población.

En algunas ocasiones, los lahares represan los canales de las quebradas o bloquean los tributarios de ríos de modo que el agua se almacena detrás de la obstrucción. El agua retenida puede rápidamente cortar el canal y derramarse sobre la obstrucción y vaciarse catastróficamente hacia fuera, generando las inundaciones e incrementando los lahares que bajan por el valle. La rotura de tales obstrucciones puede ocurrir en pocas horas o meses después del embalse.

Al igual que las inundaciones, los lahares ocurren en una gran variedad de tamaños. La cantidad de agua disponible y de escombros volcánicos sueltos determina el tamaño del lahar. Las erupciones pueden descargar millones de metros cúbicos de sedimentos en los canales, que, cuando se mezcla con agua durante las lluvias subsecuentes, causa los lahares. Pequeños lahares se repiten con más frecuencia (quizás cada pocos años), mientras que los más grandes se repiten en el orden de siglos a milenios.



## En El Volcán Barú

En el Volcán Barú son muchas las quebradas que inciden en los empinados lados del cañón, por lo que los daños causados por lahar atrapados dentro de los mismos se limitará al propio cañón. El mayor de los lahares puede extenderse a las zonas de pendiente media de altura en la llanura de La Concepción en el Río Caldera, en donde los cañones se amplían y disminuye el relieve topográfico. En esta área los grandes lahares pueden propagarse hacia todas partes.

En contraste, el área de Volcán, aunque cercano al volcán, se encuentra una planicie. El lahar desde la boca del anfiteatro se despliega sobre estas planicies y entonces se canaliza en los cañones del Río Chiriquí Viejo y Río Macho de Monte. Lahares excepcionalmente grandes pueden alcanzar el Río Gariché y entonces ser canalizado valle abajo hasta disminuir su masa o volumen.

Los deslizamientos y lahares pueden causar problemas por años, incluso después que la erupción original haya finalizado. Una vez los lahares rellenen los canales de las quebradas con sedimentos, las quebradas continúan erosionando nuevas rutas. Los nuevos canales de los arroyos pueden ser altamente inestable y cambiar de dirección rápidamente con el sedimento erosionado y moverse bastante lejos valle abajo.

## Vigilancia y alerta

Las futuras erupciones en el Volcán Barú serían precedidas por actividad premonitoria como terremotos someros, deformación de la estructura, aumento de las emisiones de gases, o explosiones de vapor. El magma ascendente provocaría sismos superficiales por debajo del edificio durante días a semanas antes de una erupción. La deformación del edificio volcánico, en la zona que rodea el sitio de una futura abertura, comúnmente precede a las erupciones. Los cambios en la composición, la temperatura, o el volumen de gases volcánicos que emanan de la zona de pasadas fumarolas en las fosas cerca de la cumbre también podrían indicar la inminencia de una erupción. Las explosiones de vapor son comunes cuando el magma se acerca a la superficie. Cuando cualquiera de estos eventos son detectados, los organismos para manejo de emergencia necesitan aumentar el nivel de vigilancia e informar a las personas potencialmente en riesgo.

Una red sísmica, bien mantenida, que conste de por lo menos tres estaciones sigue siendo la mejor inversión para la vigilancia de un volcán, pero otros tipo de vigilancia puede ser útiles una vez que comience la actividad. Desde octubre

de 2007, el Volcán Barú es vigilado por una red de nueve estaciones sísmológicas, construida y administrada por el Instituto de Geociencias de la Universidad de Panamá, con fondos provenientes de la SENACYT. Un nuevo sistema de control que pudiera añadirse es una red de sistemas de Posicionamiento Global por Satélite (GPS) continuo. El monitoreo en tiempo real por medio de GPS es valioso para la vigilancia y solo requiere de tres a cuatro instrumentos, por redundancia (en el caso de que una sola estación falle) y para verificar que las señales de una estación no son simplemente una localización de respuesta no volcánica. Las mediciones de flujo y composición de gases y de flujo de calor pueden indicar cuán inminente es una próxima erupción.

Cuando un episodio de actividad volcánica continúa o aumenta en intensidad, una erupción puede ser inminente. Las autoridades locales tendrán que responder para informar a los residentes de la situación de riesgo o por su traslado a zonas seguras. Viviendas sencillas y pequeños asentamientos están dispersos en las faldas del volcán, en el caso de un episodio continuo o la intensificación de la actividad, las personas que viven en esas zonas escasamente pobladas deben ser informadas acerca de los peligros del volcán y estar preparados para ser evacuadas. Los residentes de las comunidades cercanas y pueblos, laderas abajo del volcán necesitan estar informados de los riesgos volcánicos específicos para sus áreas y, en algunos casos, pueden necesitar ser evacuados. Planificar de antemano para estas contingencias es prudente, porque una vez que se inicia una situación de emergencia, los recursos públicos pueden ser severamente impactado.

## Agradecimientos

Agradecemos a Julio Escobar de la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología e Innovación (SENACYT), por el apoyo y asistencia logística para trabajo en el Volcán Barú; Chris Cushing y Kermith Moh de la Agencia Internacional para el Desarrollo de los Estados Unidos (USAID); y Eduardo Camacho (Universidad de Panamá, Instituto de Geociencias). Camacho y Randy White (USGS) proporcionaron información adicional sobre los eventos sísmicos pasados. Nos ayudaron en el trabajo de campo Silka Lasso (Ciudad de David, Chiriquí) y Eric Chichaco (Universidad de Panamá, Instituto de Geociencias). Félix Saldaña (Autoridad Nacional del Ambiente) otorgó el permiso para recolectar las muestras en el área del Parque Nacional Volcán Barú. Nuestro anfitrión quien fue Ángel Rodríguez, cuya colaboración nos permitió duplicar los logros durante los doce días en el campo.