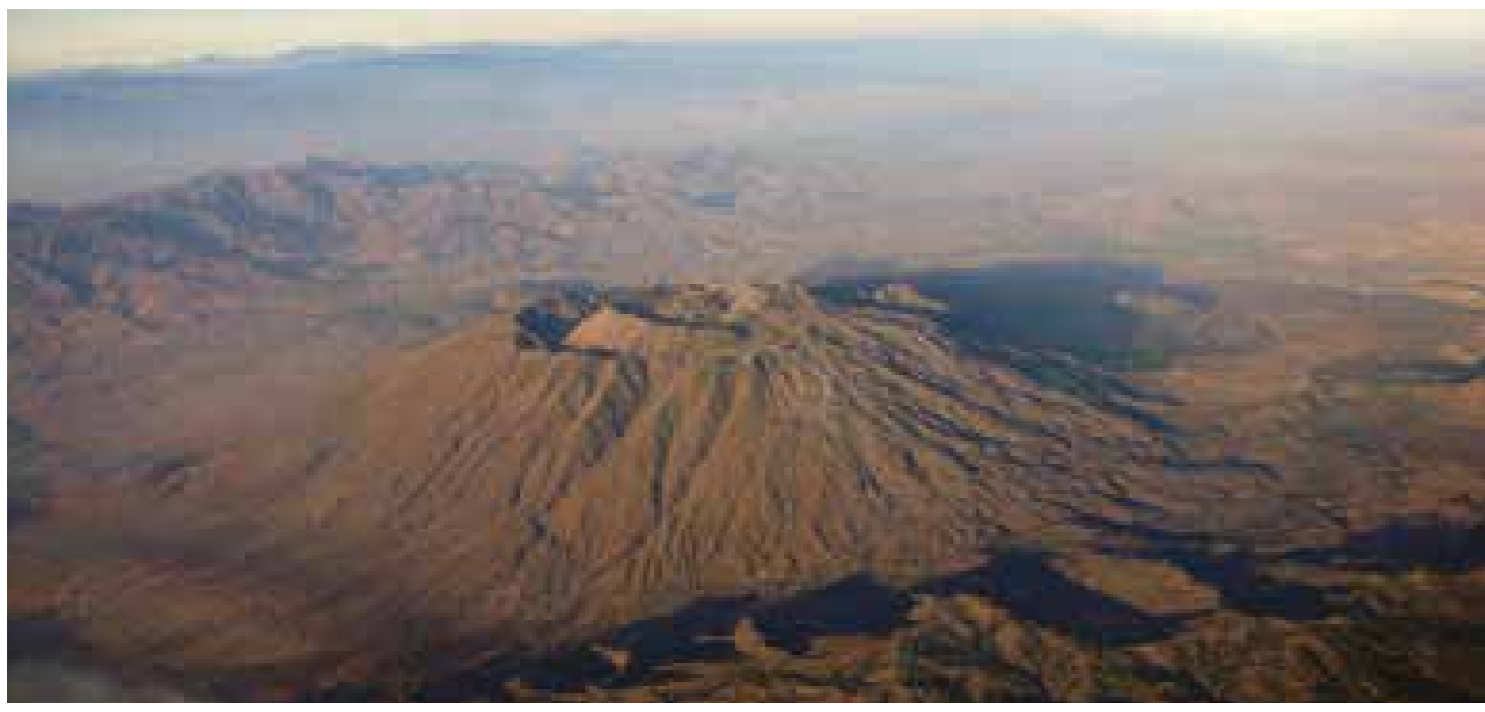


Mapa de peligros del Volcán Ceboruco, Nayarit

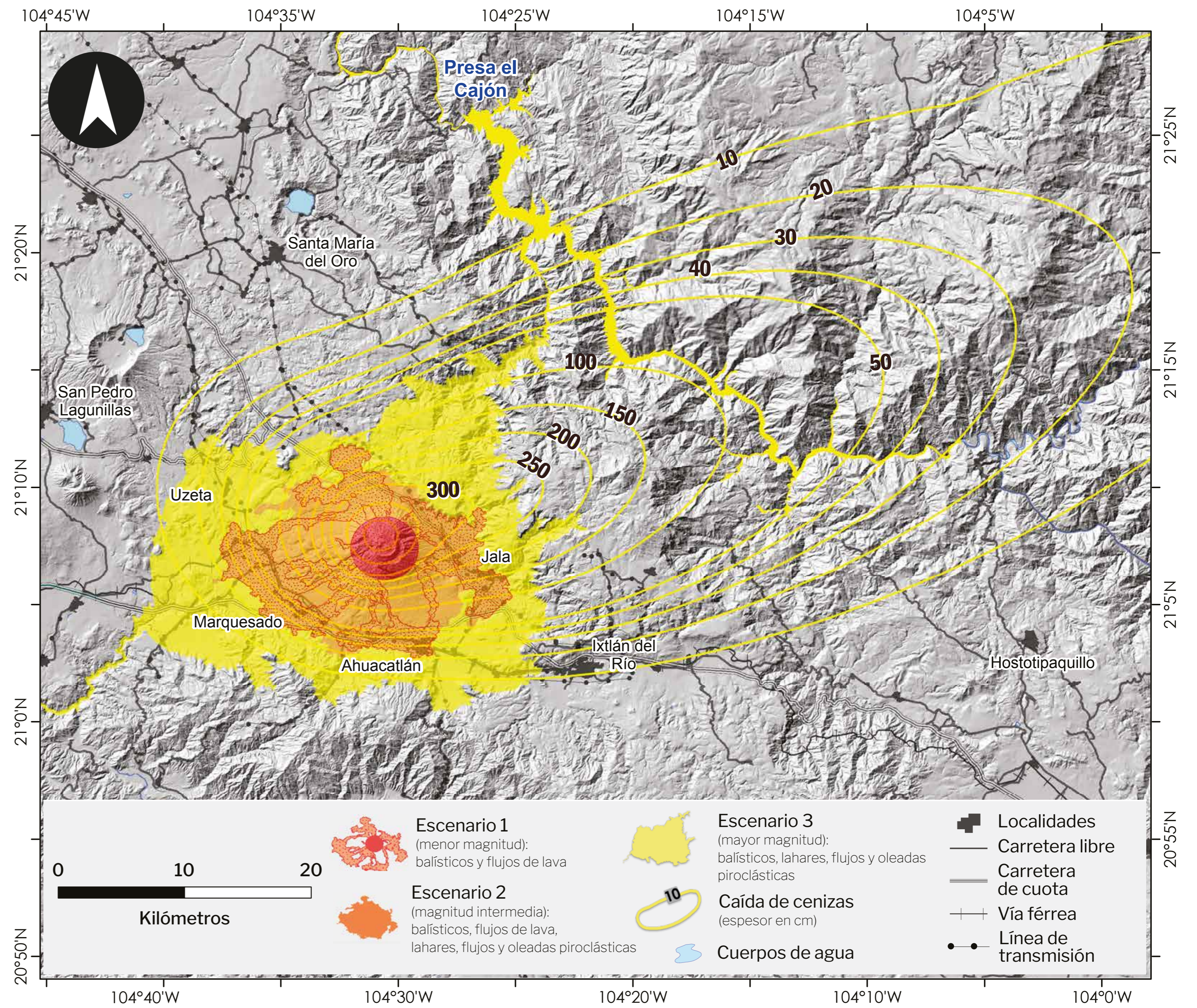
K. Sieron¹, D. Ferres², L. Capra³, C. Siebe², R. Constantinescu², L. Connor⁴, C. Connor⁴, K. González-Zucolotto²
 Centro de Ciencias de la Tierra (Universidad Veracruzana)¹; Instituto de Geofísica (UNAM)²; Centro de Geociencias (Juriquilla, UNAM)³; University of South Florida⁴



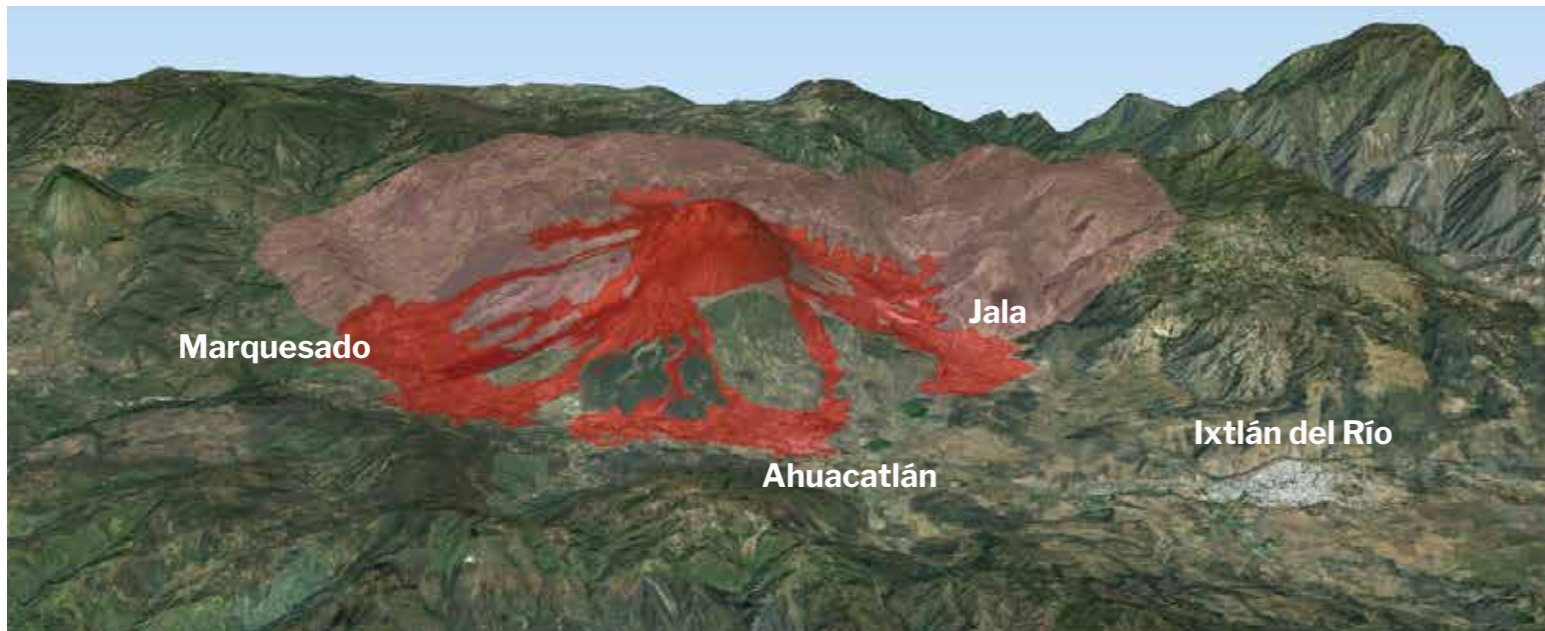
El **volcán Ceboruco** (Nayarit) es un volcán activo. Ha tenido 8 erupciones en los últimos 1,000 años; la más reciente en 1870. Es un volcán peligroso que puede reactivarse en el futuro.

Se establecieron tres escenarios de peligro para el volcán, con base en su historia eruptiva. Cada escenario está caracterizado por una erupción de diferente magnitud y la emisión de diversos productos volcánicos, con diferentes alcances y capacidad para producir impactos en las poblaciones del entorno.

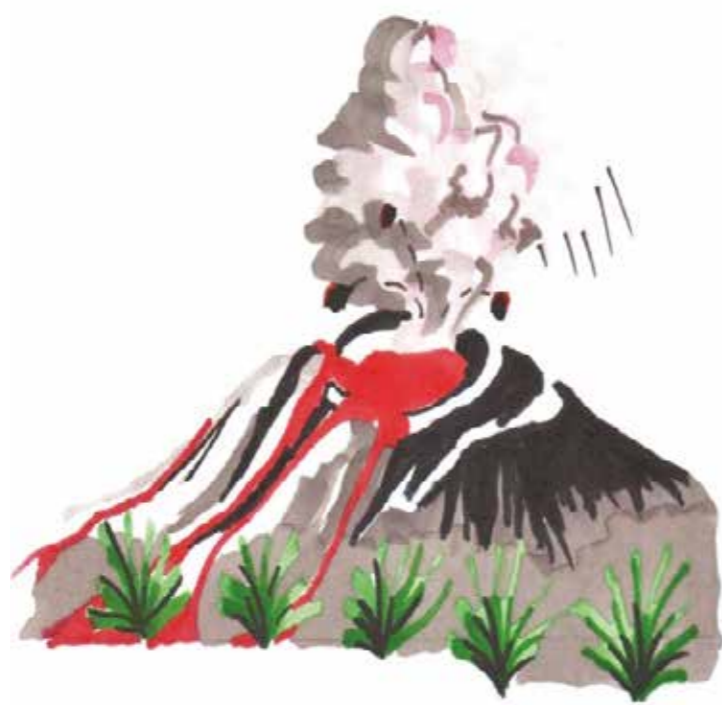
El mapa de peligros muestra las áreas que podrían resultar afectadas en caso de producirse en el futuro alguna de las erupciones consideradas en los tres escenarios de peligro.



1 Escenario de menor magnitud



Erupción con emisión de flujos de lava andesíticos y fases explosivas de pequeña magnitud y duración, con la emisión de cenizas y de fragmentos balísticos, desde una columna eruptiva de 1 a 5 km de altura. La erupción podría tener origen tanto en el cráter central, como desde algún centro de emisión en las partes altas de las laderas N y SW del volcán.



2 Escenario de magnitud intermedia



Erupción explosiva vulcaniana de moderada magnitud, que podría producir columnas eruptivas de 5 a 15 km de altura, acompañadas de la emisión y caída de piroclastos y ceniza, la emisión de fragmentos balísticos y la generación de flujos y oleadas piroclásticas. También podrían emitirse flujos de lava dacíticos. La removilización del material fragmentado por el agua de lluvia podría dar lugar a lahares en las barrancas del volcán.



3 Escenario de mayor magnitud



Erupción explosiva de gran magnitud, de tipo pliniano, con una columna eruptiva superior a los 20 km de altura. Produciría grandes volúmenes de piroclastos y ceniza, la emisión de fragmentos balísticos y la generación de flujos y oleadas piroclásticas por colapso de la columna eruptiva. Además, ocurriría la formación de lahares en las laderas del volcán, de forma simultánea a la erupción o posteriormente, durante las épocas de lluvia subsecuentes. Los lahares también podrían producirse a mayor distancia, en las laderas más escarpadas de la Sierra Madre Occidental, fluyendo hacia el Río Grande de Santiago.



1 2 3 Los **balísticos** son fragmentos de magma o roca (bombas volcánicas y bloques) de tamaños superiores a 64 mm, que son expulsados del cráter durante una erupción explosiva a velocidades de decenas de metros por segundo. Aunque suelen tener tamaños menores a 50 cm, en ocasiones pueden alcanzar hasta metros de diámetro. Debido a su gran tamaño, sus trayectorias se ven poco afectadas por la dinámica de la columna eruptiva y el viento. Sus velocidades de impacto oscilan entre 300 y 500 km/h. Los balísticos pueden perforar construcciones sólidas y causar graves heridas e incluso la muerte a personas. Algunos balísticos preservan altas temperaturas al caer sobre el terreno y producen incendios.



1 2 Los **flujos de lava** son masas de roca fundida, a temperaturas entre 800 y 1200° C, que se desplazan lentamente por las laderas del volcán buscando las zonas más bajas y que excepcionalmente alcanzan velocidades máximas de 30 km/h. Pueden generar daños en viviendas, infraestructura y en vías de comunicación y provocar incendios al alcanzar zonas de vegetación, por sus altas temperaturas.



2 3 Los **flujos piroclásticos** son mezclas turbulentas de material volcánico y gas que se mueven por las laderas de un volcán a velocidades de 100 a 400 km/h y temperaturas de hasta 700°C. Pueden generarse debido al colapso de una columna eruptiva, normalmente mayor a 10 km de altura, por la extrusión continua de material fragmentado directamente desde el conducto volcánico, por el colapso de un domo en caso de que rebasara los límites del borde del cráter o por el colapso de un frente de lava emplazándose sobre las laderas del volcán. Pueden causar la pérdida total de infraestructura, así como provocar la muerte de las personas y animales que encuentran a su paso.



1 2 3 Los fragmentos de magma generados en erupciones explosivas se denominan lapilli cuando tienen tamaños entre 2 y 64 mm y **ceniza volcánica** cuando son menores a 2 mm. Estas partículas son arrastradas por el viento y caen, en función de su tamaño y peso, a diferentes distancias del cráter. El espesor de los depósitos de ceniza y el área afectada dependerán de la magnitud de la erupción y de la dirección y fuerza del viento. La ceniza suspendida en el aire puede afectar las vías respiratorias y reducir la visibilidad causando serios



problemas al transporte terrestre y aéreo, así como a la comunicación inalámbrica. Su acumulación en calles y carreteras impide la tracción de las llantas. También puede contaminar fuentes de agua y causar daños a los cultivos y a la ganadería. En grandes cantidades puede provocar el colapso de techos, especialmente si está húmeda. En este último caso también puede afectar la transmisión eléctrica causando corto circuitos, así como obstrucción del sistema de drenaje y alcantarillado.

2 3 Los **lahares** son corrientes de lodo que se desplazan por las laderas del volcán hasta depositarse e inundar zonas más planas en su base. Las partículas sólidas de un lahar provienen del material suelto (ceniza, lapilli y bloques) expulsado durante las erupciones, que se acumula y encuentra disponible en las zonas altas del edificio volcánico. La incorporación de agua de precipitación pluvial a estos materiales forma una mezcla inestable que se mueve a favor de la pendiente. Los lahares fluyen por los cauces de los arroyos en uno o más pulsos sucesivos que puede durar varias horas. Su alcance dependerá del volumen del material movilizado, de la cantidad de agua que se incorpora a la mezcla y de la topografía del volcán. Los lahares pueden presentarse incluso en volcanes inactivos y son responsables cada año de muertes y pérdidas de infraestructura en muchos lugares del mundo.



Agradecimientos

Este mapa se elaboró en el proyecto: "Evaluación de peligros volcánicos del volcán Ceboruco (Nayarit), con énfasis en sus posibles impactos sobre la infraestructura de la Comisión Federal de Electricidad", financiado por la Comisión Federal de Electricidad (México) a través del convenio Convenio CFE-800720929.

El trabajo del Dr. Robert Constantinescu fue financiado por las becas post-doctorales DGAPA-UNAM. Las modelaciones numéricas de flujos piroclásticos fueron realizadas en el Laboratorio de Geodinámica Computacional del Centro de Geociencias (Juriquilla, México). El Dr. Gianluca Groppelli, del Instituto per la Dinamica del Processi Ambientali (Milan, Italia) asesoró y supervisó los trabajos de modelación de flujos de lava. Los arqueólogos Raúl Barrera y José Beltrán facilitaron información sobre los impactos de la erupción pliniana Jala sobre poblaciones prehispánicas en la región. Saskia Siebe realizó las ilustraciones de las erupciones representativas de cada escenario de peligro.

Las imágenes SPOT fueron obtenidas a través del acuerdo de colaboración entre la Universidad Autónoma del Estado de México y el Servicio mexicano de Agricultura y Pesca (SIAP) - ERMEX, bajo la licencia de "Airbus Defense & Space". Exceptuando la imagen de lahares (Centro de Geociencias), las fotografías de fenómenos volcánicos son de la autoría de Dr. Tom Pfeiffer /www.volcanodiscovery.com.

Diseño: Natalia Rentería

