

MAPA REGIONAL DE PELIGROS VOLCÁNICOS POTENCIALES DEL VOLCÁN COTOPAXI - ZONA NORTE

IG Instituto Geográfico
IRD Institut de recherche pour le développement

MAPA REGIONAL DE PELIGROS VOLCÁNICOS POTENCIALES DEL VOLCÁN COTOPAXI - ZONA NORTE

AUTORES: Minard L. Hall, Patricia A. Mothes, Pablo Samaniego, Hugo Yepes y Daniel Andrade

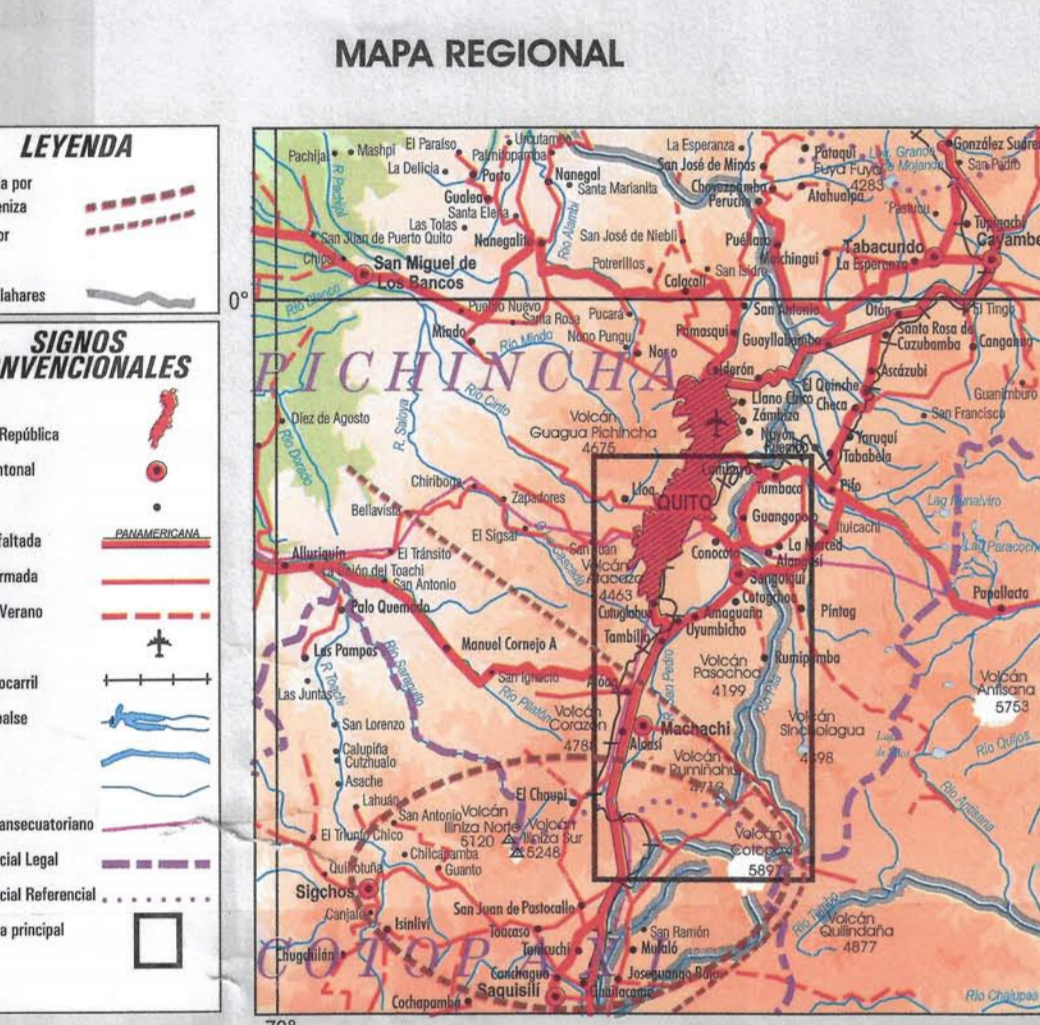
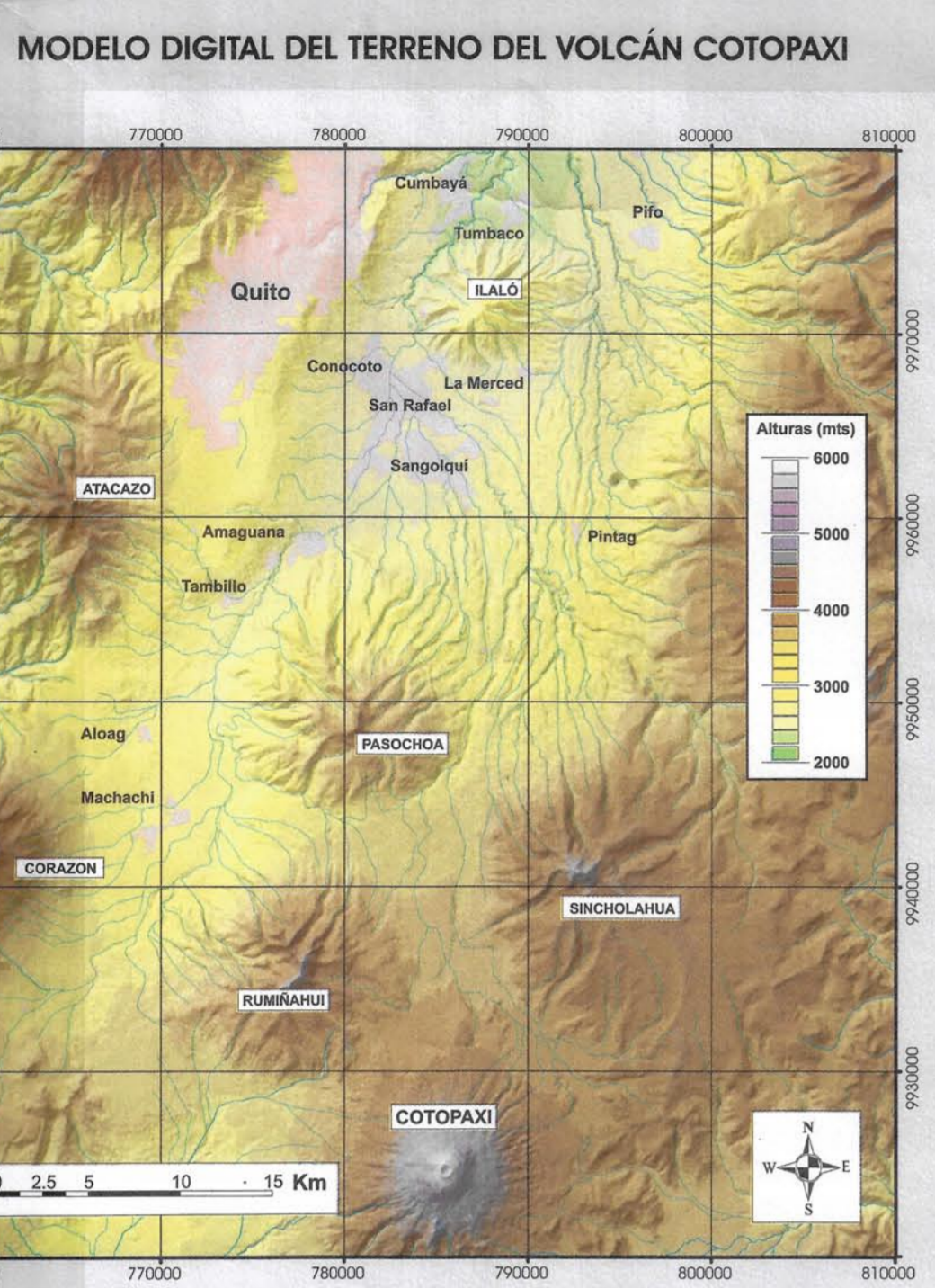
AUSPICIADO POR: Instituto Geográfico de la Escuela Politécnica Nacional, Delegación a Información y a la Comunicación de IRD, Embajada de Alemania en Quito

AVISO A LAS AUTORIDADES

Este mapa constituye la re-edición del "Mapa de los Peligros Volcánicos Potenciales Asociados con el Volcán Cotopaxi, Zona Norte" (Hall y von Hillebrandt, 1998). La presente edición es producto de un exhaustivo trabajo de campo realizado durante la última década por parte del Instituto Geográfico de la Escuela Politécnica Nacional, y otros profesionales.

Este documento se presenta como un instrumento de planificación regional debido a su escala (1:50.000) y está dirigido a las autoridades para la toma de decisiones y la gestión del riesgo en caso de una eventual erupción del volcán Cotopaxi.

Se debe aclarar que los límites de las zonas de peligro son aproximados y que de ninguna manera constituyen límites absolutos. Esto se debe a que los fenómenos eruptivos pueden variar enormemente en su magnitud, su alcance y su volumen, y por lo tanto en su extensión lateral y longitudinal, particularmente si un flujo lahárico incorpora muchos troncos de árboles y otros objetos que obstruyen el cauce del río y genera represas temporales.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barbieri, F., Galati, M., Pardini, A., Rossi, M., y Almeida, E. (1998). Chronology and eruptive characteristics of Ecuador's best 2000 years' eruption record. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 178, 217-229.

Hall, M.L., y Mothes, P. (1998). El caso del volcán Cotopaxi. *Resumen Segundo Simposio en Ciencias de la Tierra y Recursos Naturales*, Quito, 27-28.

Hall, M.L., Mothes, P., y Yepes, J.P. (2006). *El volcán Cotopaxi: Geología y Geografía*. Quito: Editorial del IIGEP.

Hall, M.L., y von Hillebrandt, C. (1998). Mapa de los Peligros Volcánicos Potenciales Asociados con el Volcán Cotopaxi, Zona Norte. Esc. 1:50.000. Quito: Instituto Geográfico de la Escuela Politécnica Nacional.

Mothes, P. (1992). *El volcán Cotopaxi: Geología y Geografía*. Quito: Editorial del IIGEP.

Mothes, P., Hall, M.L., y Yepes, J.P. (1998). The Cotopaxi Volcano: A review of its eruptive history. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 94, 235-244.

Mothes, P. (1998). *Mapa del Volcán Cotopaxi y Zona Norte*. Quito: Editorial del IIGEP.

Para obtener más información: Departamento de Geografía, Escuela Politécnica Nacional, Quito-Ecuador.
Tel: (593) 2-225-655; Fax: 2-261-847
Sitio web: www.igepn.edu.ec; geofisico@accessinter.net

QUITO, ABRIL 2004

ACTIVIDAD ERUPTIVA RECIENTE DEL VOLCÁN COTOPAXI

El Cotopaxi es un enorme estratovolcán ubicado en la Cordillera Real de los Andes del Ecuador, a 60 km al suroeste de Quito. Durante su historia ha producido dos tipos de erupciones: las andesíticas (erupciones leves a moderadas ocurridas durante los tiempos históricos) y las riolíticas (erupciones prehistóricas de gran magnitud y extensión). Por esto se dice que es un volcán de carácter bimodal. El edificio volcánico del Cotopaxi tiene dimensiones basales de 16 por 19 km y alcanza una altura de 5897 metros sobre el nivel del mar (msnm). Desde aproximadamente los 5000 msnm hacia arriba, el volcán está cubierto por un importante casquete glaciar cuya área total está estimada en 14 km² (4 km² por el flanco norte). (Bolívar Cisneros, INAMH, Comm. Pers. 2004). Por debajo de los 5000 msnm el cono está cubierto por enormes áreas de ceniza, arena y bloques sueltos.

Desde 1532 el Cotopaxi ha presentado unas 14 erupciones importantes, debiendo destacarse las de 1742, 1744, 1768 y 1877, durante las cuales se generaron caídas de ceniza, pómez y escoria, flujos de lava, flujos piroclásticos y flujos de lodo (lahares). Estas erupciones afectaron severamente las áreas adyacentes al volcán, causando importantes daños a propiedades, pérdidas de vidas humanas, de ganado y crisis económicas regionales.

Uno de los mayores peligros relacionados con una posible reactivación del volcán Cotopaxi es la posibilidad de que se formen grandes y destructivas lahares. Los lahares de mayor alcance estarían generados por flujos piroclásticos o flujos de lava que provocan la fusión de importantes sectores del casquete glaciar del volcán. Los lahares así formados, pueden alcanzar grandes volúmenes y cubrir extensas áreas (Mothes, 1992; Mothes et al., 1998), afectando a importantes obras de infraestructura y a asentamientos poblados, incluso si éstos se encuentran ubicados a decenas de kilómetros aguas abajo del volcán. En el caso de las ciudades de Latacunga y Salinas, al sur; o Sangolquí, San Rafael, Tumbaco y hasta la zona costera de Esmeraldas, al norte.

Los flujos piroclásticos de las erupciones andesíticas han alcanzado distancias cortas (<15 km) desde el cráter del Cotopaxi, por lo que representan un peligro moderado, dado que en las cercanías del volcán son casi deshabitadas. En cambio los flujos piroclásticos de las erupciones riolíticas han llegado hasta las cercanías de Rumiñahui al norte, por medio del cauce del río Písa, y casi hasta Lasso al sur, por el cauce del río Cutachi.

Por otra parte, las caídas de ceniza relacionadas con las erupciones andesíticas del Cotopaxi, tanto históricas como prehistóricas, han afectado principalmente los sectores ubicados al suroeste, oeste y noroeste del volcán, dejando importantes acumulaciones de cenizas finas, arena, escoria y piedra pómez. Las caídas de ceniza relacionadas con erupciones riolíticas del Cotopaxi siempre tuvieron un alcance varias veces mayor; por ejemplo, dichas erupciones dejaron importantes depósitos de cenizas riolíticas en la zona de Quito.

En los últimos 15 años se han realizado estudios detallados de cartografía geológica, estratigráfica, análisis químicos de las rocas y dataciones de radiocarbono en los depósitos del Cotopaxi, con lo cual se ha podido identificar y establecer claramente el carácter eruptivo bimodal del volcán (Hall y Mothes, 1992; Hall et al., 2000). Desde hace varias decenas de siglos el volcán Cotopaxi se encuentra en una fase de erupciones andesíticas; así es muy probable que su actividad futura sea de magnitud moderada a grande (VEI 2 a 4, VEI: Volcánico Explosivivity Index; Índice de Explosividad Volcánica). Aún así, estas erupciones podrían ser muy destructivas dada la importante población que habita las zonas de peligro, particularmente al tiempo de los ríos por donde transitarían los lahares y en los sectores donde se daría la mayor caída y acumulación de cenizas. En resumen, durante los últimos 2000 años, incluyendo la época histórica, el Cotopaxi se ha caracterizado por los siguientes tipos eruptivos:

Erupción	VEI	Flujos Piroclásticos	Lahares	Flujos de Lodo (Lahares)	VEI	
1890 DC	1	SI	2	4	3,4	
1877 DC	2	1	SI	1	3	
1854 DC	2	1	SI	1	3	
1803 DC	1	SI	1	1	3	
1798 DC	1	SI	1	1	4	
1788 DC	1	SI	1	1	3	
1744 DC	1	SI	2	4	4	
1742 DC	4	2	SI	4	4	
1533 DC	2	1	SI	2	1	3
1150 DC	4	2	SI	2	3	
1090 DC	2	1	SI	2	4	
889 DC	2	1	SI	2	4	
889 DC	1	1	SI	1	3,4	
789 DC	1	1	SI	2	4	
150 DC	1	1	SI	1	Varia	
150 DC	1	1	SI	2	1	4
90 AC	1	1	SI	1	4	
90 AC	1	1	SI	1	4	
TOTAL	28	18	Numeros	23	25	48

Tabla que muestra los tipos eruptivos principales de los últimos 2000 años que se han documentado en el cono del volcán. Los flujos piroclásticos y sus respectivos volúmenes (VEI = Índice de Explosividad Volcánica; DC = después de Cristo; AC = antes de Cristo).

-Erupciones leves (VEI 1-2), de tipo "estromboliano", cuyas columnas de cenizas debieron ascender hasta pocos kilómetros sobre el nivel del cráter. Estas erupciones forman fuentes de lava, sostenidas por semi-conos, expulsión de bloques y proyectiles balísticos y generan nubes de cenizas oscuras. Además podrían producir explosiones más fuertes tipo "volcánicas", cuyas columnas de ceniza podrían llegar hasta 2-6 km por encima del cráter. En los dos casos, los volúmenes de magma expulsados serían pequeños. Existe la posibilidad de que formen pequeños lahares por un descompartamiento limitado del glaciar.

-Erupciones de magnitud moderada a grande (VEI 3-4.5), en las cuales un gran volumen (0.1-1.0 km³) de magma es expulsado en forma de flujos piroclásticos, enormes raras de ceniza y eventualmente flujos de lava. Los flujos piroclásticos se producen momentáneamente por procesos de "desdoblamiento" del magma desde el borde del cráter (caso de la erupción del 26 de Junio, 1877 reportada por Wolf en 1878), o por el colapso de la columna eruptiva. En los dos casos, los flujos piroclásticos se desplazan ampliamente sobre los flancos del volcán, fundiendo fácilmente varcos metros de espesor de la superficie del glaciar, y generando grandes lahares. Estas erupciones están acompañadas por caídas regionales de escoria a pómez gruesa, con acumulaciones de hasta varios centímetros de espesor, particularmente en las cercanías del cono donde las acumulaciones pueden alcanzar más de 1 metro de espesor.

-Erupciones que resultan en la emisión gradual de un flujo de lava (caso de la erupción de 1853-54) y una caída de ceniza limitada. Se trata de una magna muymente deflagante y por lo tanto, menos explosiva. La ubicación del centro de emisión por donde sale el magma (en el cráter o de una de las bocas), determinará la formación potencial de lahares por fusión parcial del glaciar.

PELIGROS VOLCÁNICOS POTENCIALES

Estos flujos son raras y extremadamente calientes (>500°C) formados por gases, cenizas y fragmentos de roca, que descienden por los flancos de las volcánicas a una velocidad (>100 km/h) en erupciones explosivas importantes. La parte inferior y más densa del flujo se encuentra restringida a los flancos de las quebradas y los valles, mientras que la parte superior, menos densa y más conectiva, puede sobrepasar los valles y alcanzar alturas importantes (como el cono de los Chimborazo) y volar a grandes distancias. Los flujos piroclásticos producidos por el colapso de una columna eruptiva, o por el desmoronamiento de la columna eruptiva, varían desde flujos de lava hasta flujos de cenizas y cenizas gruesas. Las descripciones de flujos piroclásticos de la erupción del 26 de Junio de 1877 señalan que durante esta erupción el Cotopaxi se asemejó a "una ola de arena en erupción", en la cual los flujos piroclásticos rebosaron los bordes del cráter y descendieron por los flancos del volcán. En el caso que se forme un flujo de lava en la parte superior del cono, existe la posibilidad de generar flujos piroclásticos por el colapso gravitacional del cono de flujo de lava, los cuales también descienden rápidamente por los flancos del volcán.

FLUJOS PIRACLÍSTICOS
FLUJOS DE LODO (LAHARES)
FLUJOS DE LAVA
CAÍDA DE CENIZAS
FLUJOS DE GASES
FLUJOS DE LAVA
CAÍDA DE CENIZAS
FLUJOS DE GASES
AVANZANZAS DE ESCOMBROS

FLUJOS PIRACLÍSTICOS
Zona de mayor peligro: Se representa con el color rojo intenso y corresponde a la zona cercana al volcán. Esta zona tiene una alta probabilidad de ser afectada por flujos piroclásticos, flujos de lava y lahares en caso de que ocurra una erupción moderada a grande (VEI 3-4.5). Existe una alta probabilidad de que ocurra una erupción de esta magnitud durante la época histórica. El último flujo piroclástico producido por el Cotopaxi sucedió en la erupción del 26 de Junio de 1877. Dentro de esta zona se encuentran los sitios: El Retajillo, Limpicungo, Tambopaxi, Hualta Llana, Mulabuyra y Cajas entrecortas.

FLUJOS DE LODO (LAHARES)
Zona de menor peligro: Se representa con el color rosa y corresponde a las laderas inferiores del Cotopaxi, hasta inclusive los flancos inferiores de los volcanes vecinos, Sinchulagua, Rumiñahui y Pascocha. Esta zona tiene una menor probabilidad de ser afectada por flujos piroclásticos, flujos de lava y lahares. Puede ser afectada si ocurre una erupción de mayor magnitud (VEI 4-5), como sucedió hace 1100 años, cuando el Cotopaxi tuvo un evento eruptivo mayor. Una erupción de ese tipo tiene una probabilidad moderada de suceder, cada 500 a 1000 años.

FLUJOS DE LAVA
Zona de mayor peligro: Esta zona, de color gris oscuro, tiene una alta probabilidad de ser afectada por flujos de lava y escobros, en caso de que ocurra una erupción moderada a grande (VEI 3-4.5). Esta zona ha sido dañada en base de los depósitos dejados por el flujo lahárico del 26 de Junio de 1877 y otros flujos ocurridos durante la época histórica. En cuanto al volumen, extensión y alcance vertical de los lahares, futuras erupciones podrían generar lahares tanto de menor (caso más probable) como de mayor tamaño (caso menos probable). Sin embargo, se debe destacar que ante cualquier erupción futura es imposible indicar con exactitud los límites precisos del alcance de cualquier flujo lahárico, dado el gran número de variables que pueden controlar el rumbo y la fuerza del flujo al momento de la erupción. Generalmente, los lahares están restringidos a los cauces de los ríos. No obstante, en donde las orillas son anchas o depresión en el cono y además un amplio campo de cientos de colinas de forma redondeada y dispersadas, las lavas de escobros son muy rápidas, móviles y amasan con todo lo que se encuentra a su paso. Numerosos estratovolcanes del país, incluyendo al Cotopaxi, han sufrido al menos en una ocasión en su historia geológica un evento de este tipo. Sin embargo, vale notar que son eventos poco frecuentes en la vida de un volcán.

CAÍDA DE CENIZAS
En caso de erupciones grandes (VEI > 3-4.5) la arena enredada por la línea gruesa entrecortada podría ser afectada por una caída de ceniza con un espesor igual o superior a 25 cm. Las áreas potencialmente más amenazadas en este mapa incluyen Machachi, El Pedregal, Quito Alto y Bajo, Alcañi y Alago, entre otros. Las áreas cercanas de esta línea fina entrecortada podrían ser afectadas por una caída de ceniza con un espesor entre 5 a 25 cm. Las áreas potencialmente más afectadas en este mapa incluyen Machachi, El Pedregal, Quito Alto y Bajo, Alcañi y Alago, entre otros. Las áreas cercanas de esta línea fina entrecortada podrían ser afectadas por una caída de ceniza con un espesor menor a 5 cm. En caso de erupciones pequeñas a moderadas (VEI 2-3), los espesores serían menos importantes. Las acumulaciones de ceniza en parte dependiente de la dirección y la fuerza de los vientos durante un período eruptivo. Vale destacar que zonas adyacentes al volcán, como la ciudad de Quito experimentan caídas de ceniza fina de entre 1 a 2 cm de espesor en las erupciones de 1768 y 1877 de acuerdo con las crónicas históricas. De igual forma Santo Domingo de los Colorados puede recibir pequeñas cantidades de ceniza fina.

AVANZANZAS DE ESCOMBROS
Esta línea muestra el límite del área que ha sido afectada por una enorme avalancha de escombros sucedida hace 4500 años, la misma que se originó en las faldas Norte y Noroccidental del volcán, durante una fase eruptiva ríolítica. La probabilidad de repetirse un evento de este tipo es muy baja.

LEYENDA DE LOS PELIGROS VOLCÁNICOS

FLUJOS PIRACLÍSTICOS
Zona de mayor peligro: Se representa con el color rojo intenso y corresponde a la zona cercana al volcán. Esta zona tiene una alta probabilidad de ser afectada por flujos piroclásticos, flujos de lava y lahares en caso de que ocurra una erupción moderada a grande (VEI 3-4.5). Existe una alta probabilidad de que ocurra una erupción de esta magnitud durante la época histórica. El último flujo piroclástico producido por el Cotopaxi sucedió en la erupción del 26 de Junio de 1877. Dentro de esta zona se encuentran los sitios: El Retajillo, Limpicungo, Tambopaxi, Hualta Llana, Mulabuyra y Cajas entrecortas.

FLUJOS DE LODO (LAHARES)
Zona de menor peligro: Se representa con el color rosa y corresponde a las laderas inferiores del Cotopaxi, hasta inclusive los flancos inferiores de los volcanes vecinos, Sinchulagua, Rumiñahui y Pascocha. Esta zona tiene una menor probabilidad de ser afectada por flujos piroclásticos, flujos de lava y lahares. Puede ser afectada si ocurre una erupción de mayor magnitud (VEI 4-5), como sucedió hace 1100 años, cuando el Cotopaxi tuvo un evento eruptivo mayor. Una erupción de ese tipo tiene una probabilidad moderada de suceder, cada 500 a 1000 años.

FLUJOS DE LAVA
Zona de mayor peligro: Esta zona, de color gris oscuro, tiene una alta probabilidad de ser afectada por flujos de lava y escobros, en caso de que ocurra una erupción moderada a grande (VEI 3-4.5). Esta zona ha sido dañada en base de los depósitos dejados por el flujo lahárico del 26 de Junio de 1877 y otros flujos ocurridos durante la época histórica. En cuanto al volumen, extensión y alcance vertical de los lahares, futuras erupciones podrían generar lahares tanto de menor (caso más probable) como de mayor tamaño (caso menos probable). Sin embargo, se debe destacar que ante cualquier erupción futura es imposible indicar con exactitud los límites precisos del alcance de cualquier flujo lahárico, dado el gran número de variables que pueden controlar el rumbo y la fuerza del flujo al momento de la erupción. Generalmente, los lahares están restringidos a los cauces de los ríos. No obstante, en donde las orillas son anchas o depresión en el cono y además un amplio campo de cientos de colinas de forma redondeada y dispersadas, las lavas de escobros son muy rápidas, móviles y amasan con todo lo que se encuentra a su paso. Numerosos estratovolcanes del país, incluyendo al Cotopaxi, han sufrido al menos en una ocasión en su historia geológica un evento de este tipo. Sin embargo, vale notar que son eventos poco frecuentes en la vida de un volcán.

CAÍDA DE CENIZAS
En caso de erupciones grandes (VEI > 3-4.5) la arena enredada por la línea gruesa entrecortada podría ser afectada por una caída de ceniza con un espesor igual o superior a 25 cm. Las áreas potencialmente más amenazadas en este mapa incluyen Machachi, El Pedregal, Quito Alto y Bajo, Alcañi y Alago, entre otros. Las áreas cercanas de esta línea fina entrecortada podrían ser afectadas por una caída de ceniza con un espesor entre 5 a 25 cm. Las áreas potencialmente más afectadas en este mapa incluyen Machachi, El Pedregal, Quito Alto y Bajo, Alcañi y Alago, entre otros. Las áreas cercanas de esta línea fina entrecortada podrían ser afectadas por una caída de ceniza con un espesor menor a 5 cm. En caso de erupciones pequeñas a moderadas (VEI 2-3), los espesores serían menos importantes. Las acumulaciones de ceniza en parte dependiente de la dirección y la fuerza de los vientos durante un período eruptivo. Vale destacar que zonas adyacentes al volcán, como la ciudad de Quito experimentan caídas de ceniza fina de entre 1 a 2 cm de espesor en las erupciones de 1768 y 1877 de acuerdo con las crónicas históricas. De igual forma Santo Domingo de los Colorados puede recibir pequeñas cantidades de ceniza fina.

AVANZANZAS DE ESCOMBROS
Esta línea muestra el límite del área que ha sido afectada por una enorme avalancha de escombros sucedida hace 4500 años, la misma que se originó en las faldas Norte y Noroccidental del volcán, durante una fase eruptiva ríolítica. La probabilidad de repetirse un evento de este tipo es muy baja.

