

MEMORIA EXPLICATIVA DEL MAPA DE AMENAZA VOLCÁNICA DEL CERRO MACHÍN

Bogotá D. C., julio 2003

República de Colombia
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN E INFORMACIÓN GEOCIÉNTIFICA,
MINERO - AMBIENTAL Y NUCLEAR - INGEOMINAS

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. METODOLOGÍA.....	1
3. ZONAS DE AMENAZA VOLCÁNICA	1
3.1 ZONAS DE AMENAZA POR FLUJOS PIROCLÁSTICOS.....	1
3.2 ZONAS DE AMENAZA POR LAHARES (AVALANCHAS O FLUJOS DE LODO).....	2
3.3 ZONAS DE AMENAZA POR CAÍDA DE PIROCLASTOS	3
3.4 ZONAS DE AMENAZA POR EMPLAZAMIENTO DE DOMOS.....	4
4. RECOMENDACIONES.....	4

MEMORIA EXPLICATIVA DEL MAPA DE AMENAZA VOLCÁNICA DEL CERRO MACHÍN

1. INTRODUCCIÓN

La amenaza hace referencia a cualquier evento que pueda causar daño. Específicamente en el caso de una erupción volcánica, el efecto sobre la vida, bienes, economía y sociedad pueden llegar a alterar el desarrollo de un país. La evaluación de la amenaza es el insumo inicial y básico para la gestión del riesgo. Sus resultados deben ser tenidos en cuenta para la evaluación de la vulnerabilidad, en la elaboración de escenarios de riesgo y en la evaluación del riesgo.

Este documento presenta la evaluación de la amenaza por erupción volcánica del Cerro Machín, cuyos resultados pueden ser utilizados como insumo orientador para tomar decisiones en planes de ordenamiento territorial, de desarrollo, de contingencia, de emergencia y educativos.

En la actualidad (julio de 2003) el volcán Cerro Machín se encuentra en reposo y no presenta signos que indiquen que vaya a salir de ese estado; es decir, no se espera una crisis volcánica resultado de la actividad del Cerro Machín en un plazo corto (meses, un año). El volcán Cerro Machín cuenta con vigilancia mínima de su actividad, para lo cual se utilizan herramientas de sismología, geoquímica, geodesia y observación visual. Sus principales manifestaciones de actividad son fumarolas, campos de emisiones de dióxido de carbono (CO₂), fuentes termales y sismicidad registrada por tres (3) sismógrafos, percibida por los habitantes de las cercanías e interior del cráter volcánico.

El mapa consigna los resultados más importantes de la evaluación de la amenaza volcánica del Cerro Machín, representando las zonas de amenaza para cada uno de los fenómenos volcánicos que ha caracterizado su actividad eruptiva, que pueden ocurrir en un futuro y que tienen potencialidad de daño. Dicho mapa está orientado a tomadores de decisión con el fin de que las conclusiones y recomendaciones sean tenidas en cuenta en los planes de desarrollo territoriales y de gestión del riesgo en la zona de influencia del volcán. Estamos seguros de que este documento contribuye a que el conocimiento generado por los técnicos, se traduzca en acciones efectivas para la reducción de riesgo de la zona de influencia del volcán. Es importante mencionar que este documento es una breve explicación que ha sido tomada del documento técnico soporte de la investigación adelantada.

2. METODOLOGÍA

Para la evaluación de la amenaza volcánica del Cerro Machín se requirió el conocimiento sobre los fenómenos y procesos que gobiernan la actividad del volcán, las características de las erupciones ocurridas en los últimos 10.000 años, la actividad actual y las condiciones geomorfológicas y climáticas del edificio volcánico y su zona de influencia. Adicionalmente, para la construcción del escenario eruptivo potencial se hizo un paralelo con el volcán Pinatubo (Filipinas) cuyas características eruptivas son muy similares a las presentadas en el pasado del volcán Cerro Machín.

3. ZONAS DE AMENAZA VOLCÁNICA

El volcán Cerro Machín tiene un gran potencial explosivo y por su composición química, magnitud de sus erupciones y la gran extensión de

sus depósitos se cataloga como uno de los volcanes con mayor potencialidad de daño en Colombia, cuya actividad futura podría afectar intensamente, durante mucho tiempo (meses hasta años), una región muy estratégica para la economía. Cubren áreas pertenecientes a los departamentos de Tolita, Quindío, Valle del Cauca y Cundinamarca, en las cuales habitan cerca de 1 millón de personas.

Las zonas de amenaza volcánica del Cerro Machín son descritas a continuación en orden de su potencialidad de causar daños.

3.1 ZONAS DE AMENAZA POR FLUJOS PIROCLÁSTICOS

Los flujos piroclásticos semejan nubes de material incandescente compuestas por fragmentos de rocas, cenizas (partículas tamaño arena) y gases que viajan calientes (de 300° a más de 800°C) a grandes velocidades (de decenas a varios

centenares de kilómetros por hora) por los flancos del volcán, tendiendo a seguir los valles, arrasando y sepultando todo lo que encuentra en su trayectoria. Este es el tipo de amenaza volcánica con mayor potencialidad de daño, no solamente en el Machín.

En la historia del volcán Cerro Machín, los flujos piroclásticos han tenido tres (3) formas principales de originarse, por lo cual, aparecen tres (3) zonas de amenaza por este tipo de evento. Estas zonas son las llamadas Zona de Amenaza por flujos piroclásticos de ceniza y pómez, Zona de Amenaza por oleadas piroclásticas y Zona de Amenaza por flujos de bloques y ceniza. Cubren 240 km² e incluyen centros poblados como Cajamarca, Anaime, Corregimiento de Coello, Toche y Tapias (ver mapa).

La formación, el transporte y la acumulación de los flujos piroclásticos, originados por las futuras erupciones del Cerro Machín, podrían causar los siguientes efectos sobre el área zonificada:

- Arrasamiento e incendio de los elementos expuestos en su trayectoria, debido a las características intrínsecas de este fenómeno, como son sus altas velocidades y temperaturas.
- Cubrimiento y enterramiento del área expuesta, incluidos obstrucción de cauces, relleno de depresiones topográficas e interrupción de vías de diferente orden.
- Oscurecimiento y dificultades respiratorias por partículas finas suspendidas en el aire, lo cual también afectaría el transporte aéreo (en zonas aledañas a las afectadas por los fenómenos descritos anteriormente).

La acción de los dos (2) últimos efectos citados puede tener duración hasta de varios años después de ocurrida la acumulación.

3.2 ZONAS DE AMENAZA POR LAHARES (AVALANCHAS O FLUJOS DE LODO)

Los lahares (llamados comúnmente avalanchas y flujos de lodo) son una mezcla de fragmentos de roca, arena, limo y agua que se desplazan por los valles de las quebradas y ríos a velocidades de decenas de kilómetros por hora. Se generan, al

tiempo y después de las erupciones volcánicas, por una variedad de mecanismos que permiten la mezcla de flujo de agua con materiales volcánicos y no volcánicos. Las fuentes de agua para formar lahares pueden provenir de nieve, de hielo, de lagos cratéricos, de lluvias y de corrientes fluviales.

Los lahares del escenario eruptivo potencial para el Machín tendrían como ingredientes principales los productos piroclásticos de las erupciones explosivas y el agua de las lluvias, de las corrientes fluviales y por los represamientos producidos por los depósitos de la misma erupción. Los mecanismos de origen principales pueden ser por transición de flujos piroclásticos a lahares, erosión - transporte de material piroclástico suelto en laderas por agua lluvia y corrientes fluviales y rotura de presas. Los lahares iniciales podrán transitar con las condiciones actuales de los canales, pero la ocurrencia sucesiva y extendida en el tiempo (meses, años), la ocurrencia de nuevos eventos eruptivos importantes (meses) y los cambios en condiciones meteorológicas e hidrológicas producen alteraciones en las características morfológicas de los cauces y las condiciones hidráulicas de las cuencas y en el comportamiento hidráulico de los lahares, lo cual incide en la distribución y cubrimiento final de todas las unidades de lahar.

En el mapa aparecen varias zonas de amenaza por lahares, debido a:

- La manera como se pueden originar los lahares.
- Los tipos de lahar que resulten, lo cual implica comportamientos diferentes.
- Las características morfológicas o forma del paisaje por donde pueden pasar los flujos.

Estas zonas son las llamadas Zona de Amenaza por flujos hiperconcentrados la cual tiene cinco divisiones y la Zona de Amenaza por flujo de escombros. En la cuenca del río Magdalena corresponden a más de 1000 km² que se encuentran principalmente a lo largo del río Coello y en la planicie del lado izquierdo del río Magdalena, entre Saldaña y Nariño. Incluye centros poblados importantes como Saldaña, Guamo, Espinal, Flandes, Girardot, Coello, Nariño, Chicoral, Gualanday, Valle de San Juan y Payandé. La parte occidental de la Cordillera Central suma otros cientos de kilómetros

cuadrados no identificaos con precisión, al momento.

Entre los principales efectos por lahares se encuentran:

- Arrasamiento y destrucción de vegetación y cultivos y de las estructuras existentes a lo largo de su trayectoria (puentes, casas en las orillas de los ríos).
- Enterramiento y aislamiento pasivo y tardío de grandes extensiones de terreno (cerca al cauce y por fuera de él) incluida la infraestructura ubicada sobre las mismas.
- Relleno de cauces naturales y artificiales.
- Inundación de las regiones aledañas en el caso de presentarse represamiento de los ríos.

La acción de estos efectos en el Machín pueden permanecer hasta por una decena de años.

3.3 ZONAS DE AMENAZA POR CAÍDA DE PIROCLASTOS

Como consecuencia de las erupciones explosivas, son lanzados a la atmósfera fragmentos de roca de diferentes tamaños, los cuales al caer a la superficie se constituyen en las denominadas caídas de piroclastos. Los fragmentos mayores (decenas de centímetros a metros) son transportados por proyección balística y depositados en la parte cercana del volcán, mientras que los fragmentos menores (desde fragmentos de algunos centímetros de diámetro, arena y polvo) son transportados por el viento hasta zonas lejanas del volcán y cubren la topografía preexistente. La densidad de los fragmentos varía entre 0,5 (pómez) y 2,5 (domos y otras rocas sin porosidad) gramos por centímetro cúbico, y dominan los de valores bajos en los eólicos y los altos en los de proyección balística.

Los principales efectos que pueden causar la caída y la acumulación de piroclastos transportados por el viento son:

- Oscurecimiento y dificultades respiratorias por la presencia de partículas finas suspendidas en el aire.

- Incendios forestales o de viviendas.
- Cubrimiento y enterramiento de la superficie y las estructuras.
- Intoxicaciones.
- Obstrucción de drenajes naturales y artificiales.
- Pérdida parcial o total de cultivos y ganado.
- Daños por sobrecarga en estructuras livianas y líneas de conducción eléctrica.
- Daños por corrosión a elementos metálicos.
- Contaminación de fuentes de agua por sólidos y químicos.
- Daños a la vegetación y desprotección del suelo.
- Lluvias por efecto de partículas que hacen de núcleo en la atmósfera.
- Afectación al transporte aéreo y terrestre.

Los efectos más sobresalientes de los proyectiles piroclásticos balísticos sobre la vida y propiedades son:

- Destrucción de infraestructuras y muerte de seres vivos por impacto de fragmentos.
- Enterramiento de la superficie y estructuras.
- Incendios forestales y de viviendas.
- Daños en cultivos.
- Obstrucción de drenajes naturales y artificiales.
- Contaminación de las fuentes de agua.

En el mapa se muestra la Zona de Amenaza por caída de piroclásticos y se diferencian la Zona de Amenaza por caída de piroclastos transporte eólico y la Zona de Amenaza por caída de piroclastos por proyección balística. Cubren un área del orden de 2000 km², localizada hacia el oeste del volcán. Incluye poblaciones como Cajamarca, Anaime, Toche, Calarcá, Armenia, Salento, Circasia, Filandia, Quimbaya,

Montenegro, Alcalá, La Tebaida, Barcelona, Córdoba, Pijao y Buenavista.

3.4 ZONAS DE AMENAZA POR EMPLAZAMIENTO DE DOMOS

Los domos son originados por la acumulación de lava viscosa en un cráter volcánico. Este material no puede fluir fácilmente y origina un promontorio en forma de cúpula que se enfría en el cráter y llega a taponarlo. Las dimensiones de los domos varían desde pocos metros a varios kilómetros de diámetro y desde pocos metros hasta un poco más de 1 km de alto.

La amenaza por el emplazamiento de domos se ha considerado en la elaboración de la evaluación de amenaza del Cerro Machín por representar una amenaza directa sobre vida y bienes existentes principalmente en el edificio volcánico. Además, generan amenazas de gran importancia y magnitud como los flujos piroclásticos y lahares producidos como resultado de su colapso.

El principal efecto directo que causaría el emplazamiento de nuevos domos sería la destrucción de las edificaciones y los sembradíos existentes en el centro o foco de emisión debido a incendio y sepultura.

En el mapa no se presenta una Zona de Amenaza por emplazamiento de domos por estar restringida al interior del cráter (4.5 km²), en el cual se encuentran fincas y pasa la carretera de acceso.

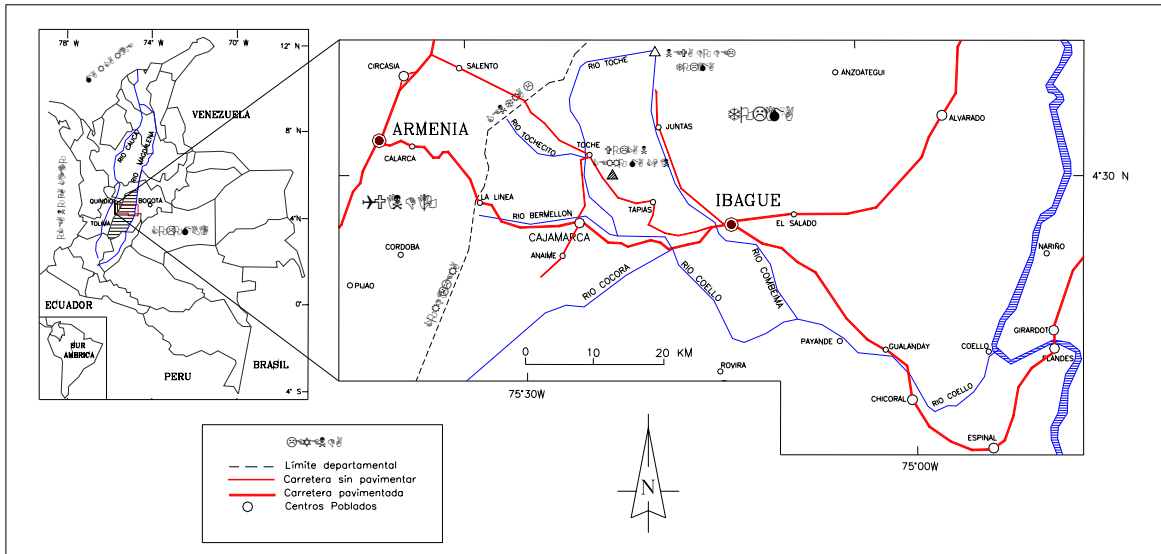
4. RECOMENDACIONES

Las erupciones conocidas del Cerro Machín han sido muy violentas y han afectado gravemente su

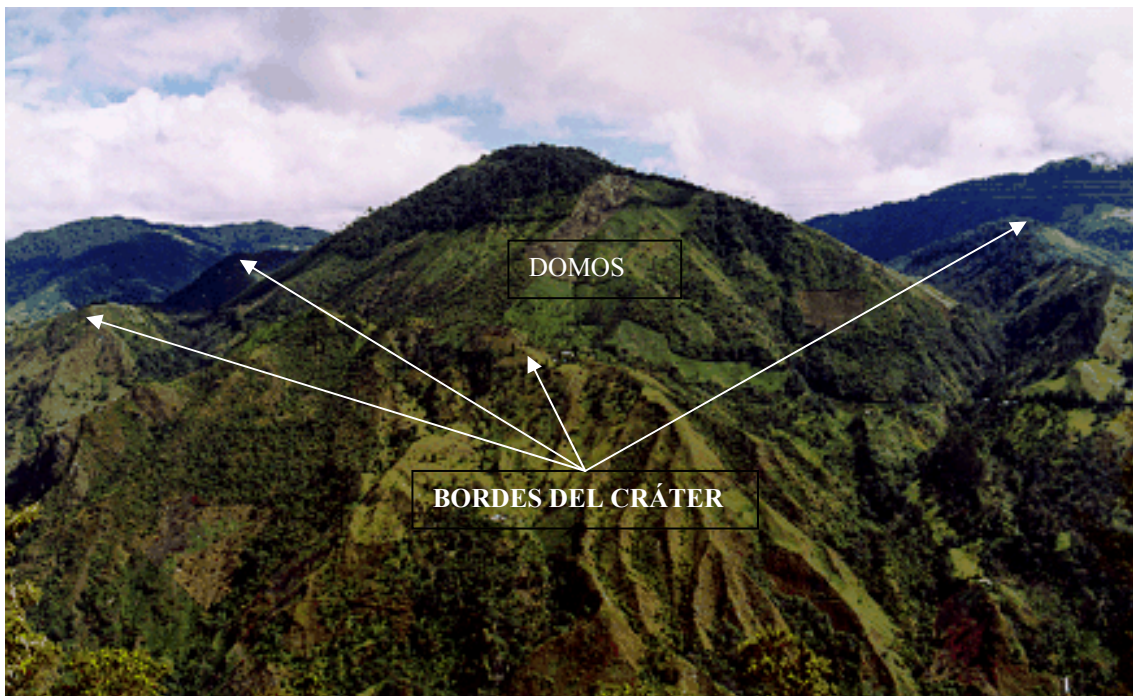
zona de influencia, hasta el grado que algunos de sus efectos no son mitigables y muy difícilmente mitigables. Teniendo en cuenta las implicaciones para Colombia, en general, y para la zona de amenaza del volcán Cerro Machín, el conocimiento que se tiene sobre el volcán y los resultados de la evaluación de su amenaza deben ser base para la toma de decisiones en los siguientes temas estratégicos de los órdenes nacional, regional y local:

- En el ordenamiento territorial, especialmente en lo referente a la limitación de uso del suelo para vivienda en la zona de influencia directa de la amenaza volcánica.
- En la gestión del riesgo por erupciones futuras: planes a corto, mediano y largo plazo. Evaluación de vulnerabilidad y riesgo y planes de contingencia.
- En los planes educativos formales de todos los municipios de influencia directa y en los nacionales también. Para conocer oportunidades y limitaciones que ofrece la actividad de este volcán.
- En los planes viales de mediano y largo plazo, especialmente los terrestres; en lo nacional, en lo regional y en lo local.
- En la toma de decisiones gubernamentales y privadas (inversión), con la asesoría de los expertos del Ingeominas en el tema.
- En la formulación de planes de investigación sobre el Cerro Machín para mejorar el conocimiento y que éste repercuta en la disminución de la vulnerabilidad-. El mapa de amenaza actual no es una versión única y definitiva: La vigilancia volcánica debe ser garantizada y mejorada.

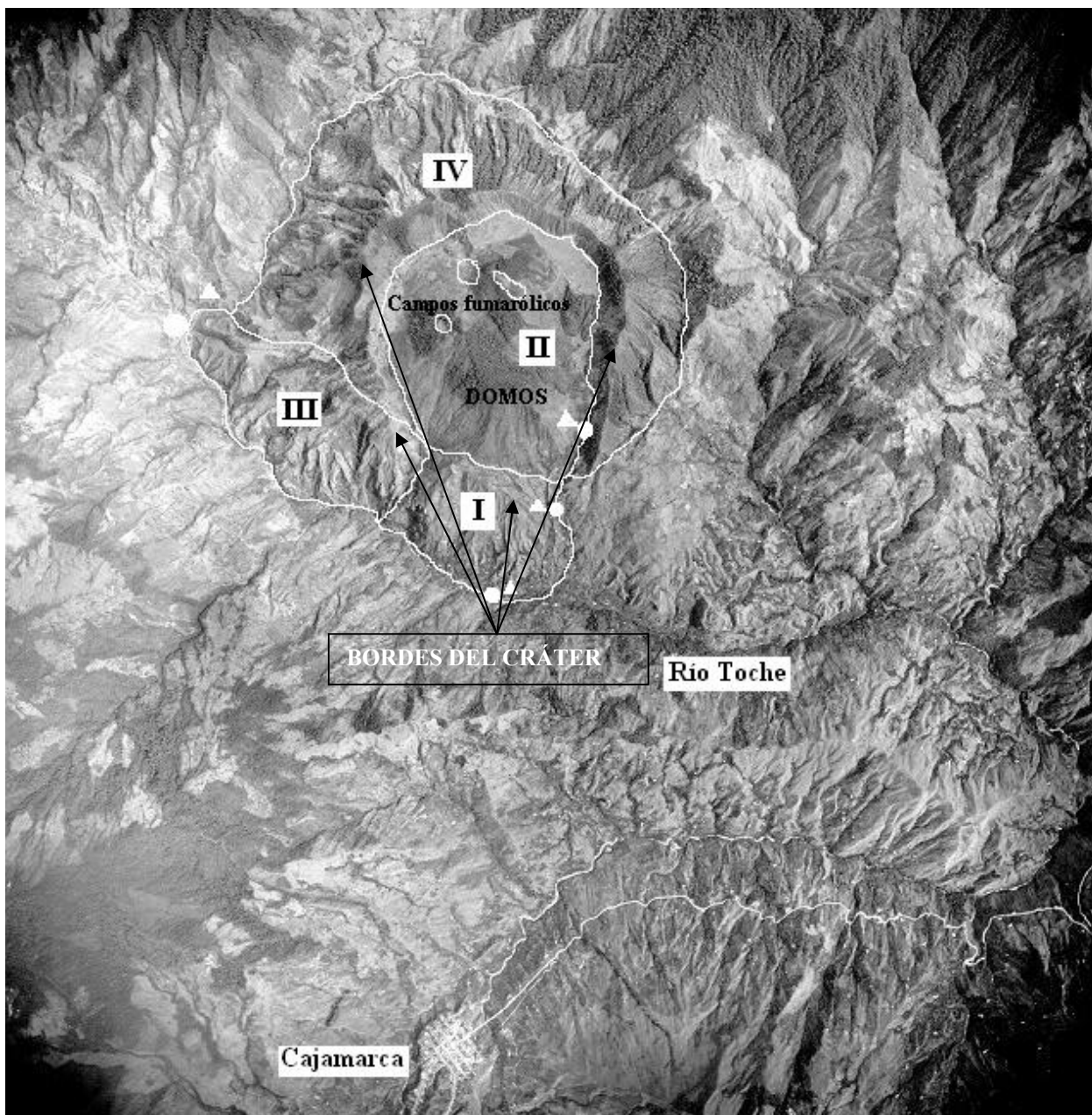
**ANEXO
(Figuras y fotos).**



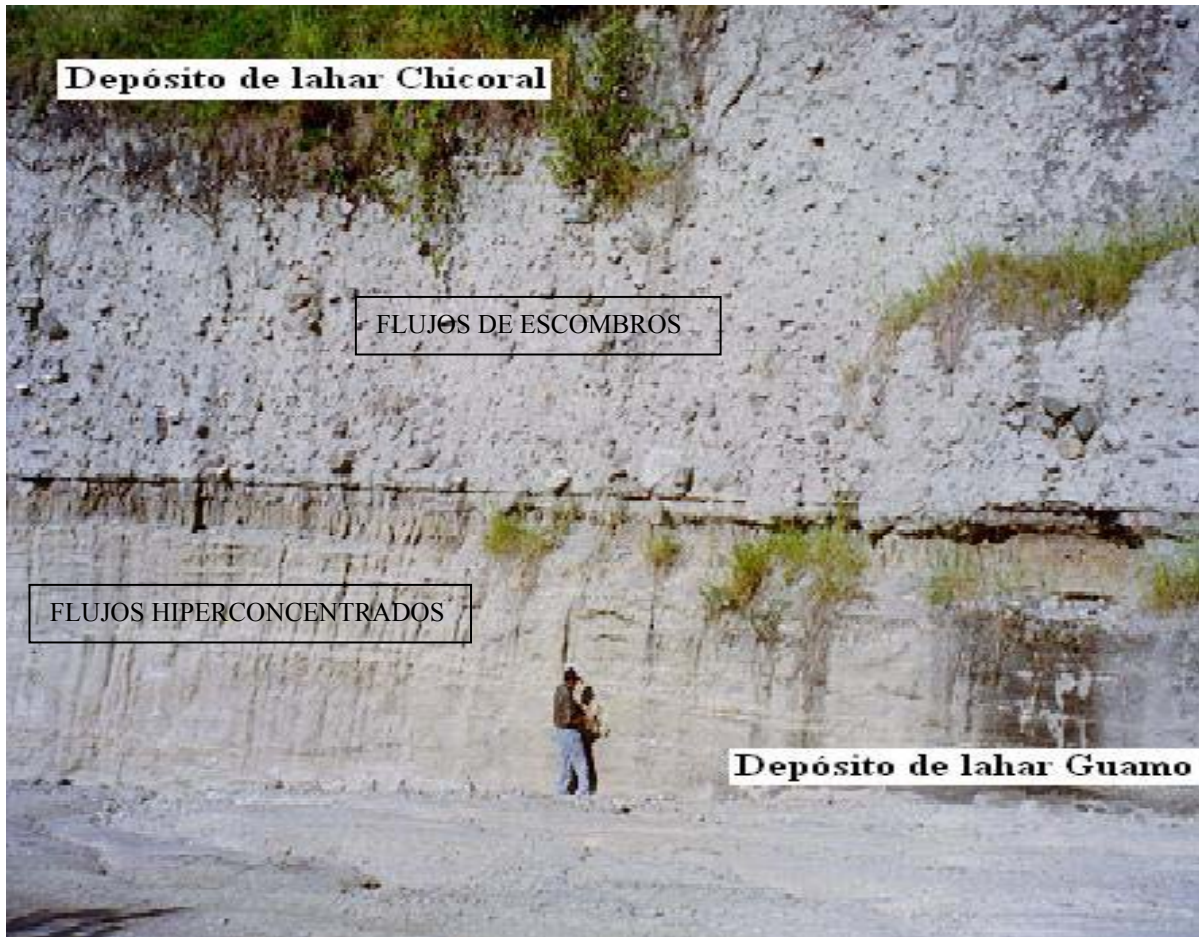
Localización del volcán Cerro Machín.



Panorámica del volcán Cerro Machín, visto desde la Cuchilla de San Lorenzo.



Vista aérea del volcán Cerro Machín. Los bordes del cráter, indicados con flechas, son aproximadamente los mismos puntos indicados en la fotografía panorámica del volcán.



Depósitos (2) dejados por lahares (flujos de lodo o avalanchas) del volcán Cerro Machín en el valle del Magdalena, cerca de Chicoral. Esto es en una cantera utilizada para materiales de construcción que son llevados hasta Bogotá. La línea que separa los dos depósitos marca la superficie del suelo que fue enterrado por el flujo de escombros.



Depósitos piroclásticos: con el dedo se señala el depósito de caída denominado P+1. Los otros son de flujos que ocurrieron inmediatamente antes y después de las caídas.