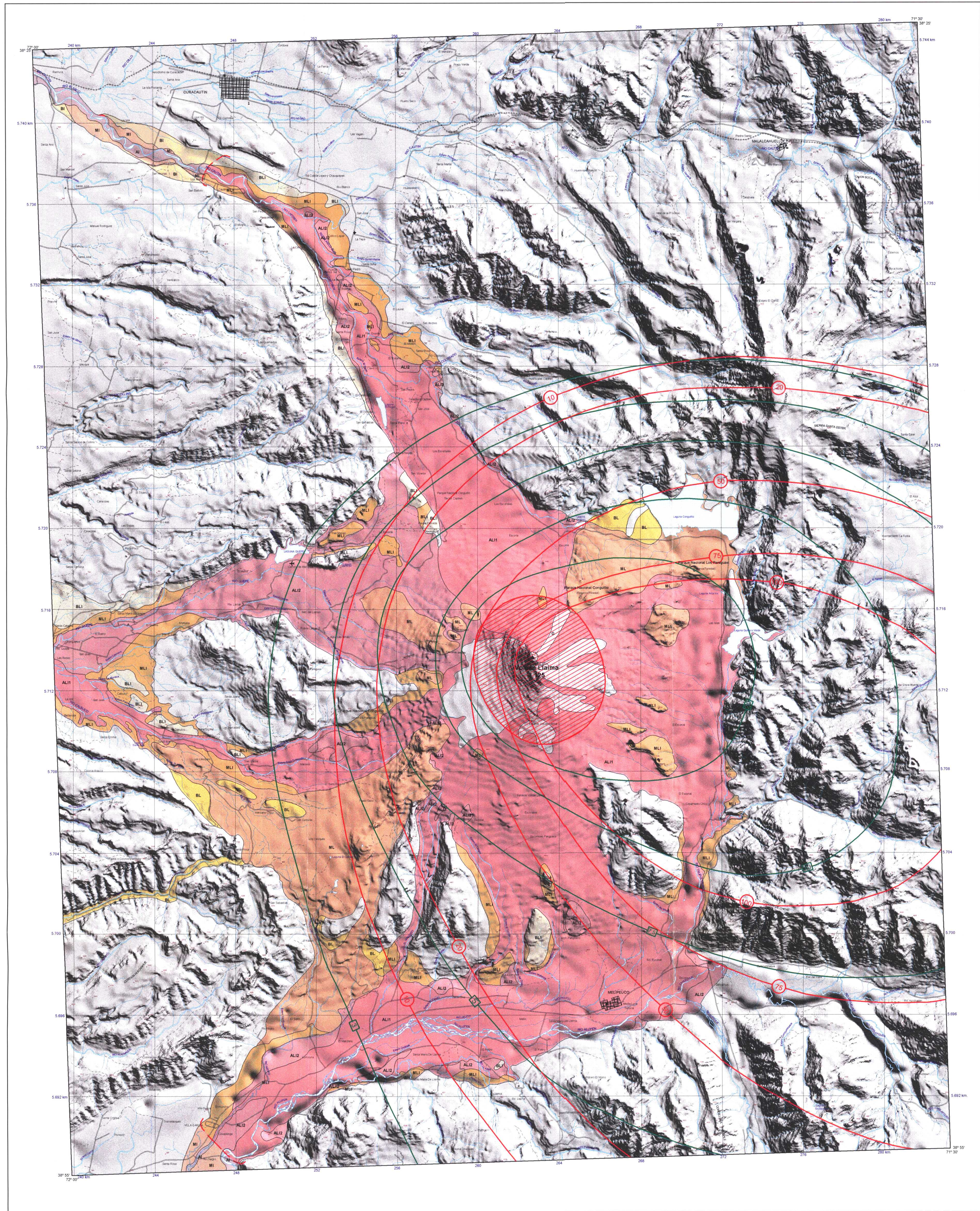


MAPA DE PELIGROS DEL VOLCAN LLAIMA

SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA

ESCALA 1:100.000



LEYENDA

- AREAS QUE PUEDEN SER AFECTADAS POR COLADAS DE LAVAS Y/O LAHARES**
- AL1** Zonas con muy alto peligro de ser afectadas por lavas y/o lahares, durante erupciones originadas en el edificio principal y/o en los cráteres adyacentes orientales, tales como las ocurridas durante el registro histórico (siglos XVII al XXI).
 - AL2** Zonas con alto peligro de ser afectadas por lavas y/o lahares, durante erupciones originadas en el edificio principal, similares a las ocurridas en la prehistoria reciente (<1300 años AP). La extensión de los lahares puede incrementarse notablemente durante los meses de máxima acumulación de nieve (comúnmente entre junio y septiembre).
 - AI** Zonas con muy alto peligro de ser afectadas sólo por lahares, durante erupciones originadas en el edificio principal, similares a las ocurridas durante el registro histórico (siglos XVII al XXI).
 - MLI** Zonas con moderado peligro de ser afectadas por lavas y/o lahares provenientes del edificio principal. Ello podría ocurrir durante erupciones de mayor duración o de mayor volumen que las documentadas en el registro histórico (últimos 360 años). Corresponden a sectores laterales de cauces o terrazas moderadamente más elevadas.
 - ML** Zonas con peligro de ser afectadas por lavas durante erupciones originadas en los conos adyacentes, aunque se estima una moderada probabilidad de ocurrencia en el futuro próximo. También se podrían generar lahares menores, sólo en erupciones que ocurran en la época de mayor acumulación de nieve (comúnmente entre junio y septiembre). Corresponden a sectores laterales de cauces o terrazas moderadamente más elevadas.
 - MI** Zonas con moderado peligro de ser afectadas sólo por lahares provenientes del edificio principal. Ello podría ocurrir durante erupciones de mayor duración o de mayor tasa de emisión de lava que en el registro histórico (últimos 360 años). Corresponden a sectores laterales de cauces o terrazas moderadamente más elevadas.
 - BLI** Zonas con bajo peligro de ser afectadas por lavas y/o lahares. Ello sólo podría ocurrir durante erupciones de gran magnitud, originadas en el edificio principal, producidas durante la época de mayor acumulación de nieve (comúnmente entre junio y septiembre). Corresponden a sectores laterales de cauces, lugares aterrizados más elevados o relieves más prominentes en los cauces.
 - BL** Zonas con bajo peligro de ser afectadas por lavas durante erupciones originadas en los conos adyacentes. Ello sólo podría ocurrir durante erupciones de gran magnitud, producidas durante la época de mayor acumulación de nieve (comúnmente entre junio y septiembre). Corresponden a sectores laterales de cauces, más distales o lugares aterrizados moderadamente más elevados.
 - BI** Zonas con bajo peligro de ser afectadas sólo por lahares. Ello sólo podría ocurrir durante erupciones de gran magnitud originadas en el edificio principal, producidas durante la época de mayor acumulación de nieve (comúnmente entre junio y septiembre). Corresponden a sectores laterales de cauces, lugares aterrizados más elevados o relieves más prominentes en los cauces.
- Limite máximo estimado para avance de coladas de lava (aprox. 30 km).

- AREAS QUE PUEDEN SER AFECTADAS POR CAIDA DE PIROCLASTOS**
- EDIFICIO PRINCIPAL**
- Zona con muy alto peligro de ser afectada por caída de piroclastos balísticos (comúnmente de diámetro mayor que 30 cm). Flujos piroclásticos menores originados por el colapso parcial de columnas eruptivas, y por avalanchas de fragmentos de lavas que pueden escarrar sobre hielo y nieve.
 - Limite externo de las zonas que pueden ser afectadas por la caída de piroclastos cuyo máximo espesor (círculos) se indica (en cm). Los fragmentos mayores se distribuyen, principalmente, según proyección balística y los fragmentos de diámetro menor se dispersan por acción eólica.
 - Limite externo de las zonas que pueden ser afectadas por la caída de piroclastos cuyo máximo espesor (círculos) se indica (en cm). Los fragmentos mayores se distribuyen, principalmente, según proyección balística y los fragmentos de diámetro menor se dispersan por acción eólica.
- CRATERES ADYACENTES**
- Limite estimado de las zonas que pueden ser afectadas severamente por caída de piroclastos en erupciones de los cráteres adyacentes (se estima bajo la probabilidad de ocurrencia, salvo los cráteres adyacentes orientales). Círculos: espesor máximo del depósito (30 cm); cuadrados: diámetro máximo de los piroclastos (6,4 cm).
- AREAS QUE PUEDEN SER AFECTADAS POR FLUJOS PIROCLASTICOS**
- Zona que puede ser afectada por flujos piroclásticos de volumen similar (~0,5 km³) a los ocurridos en la historia (incierta probabilidad de ocurrencia).

GLOSARIO

- Caldera:** Depresión circular o elíptica de más de 1 km de diámetro formada por el colapso de una estructura pre-existente durante una erupción de gran magnitud.
- Cono de escoria:** Pequeño volcán formado por piroclastos porosos de composición basáltica o andesítico-basáltica.
- Cono adyacente:** Centro de emisión de flujos y/o lava ubicado en el flanco de un volcán que se caracteriza por tener la misma fuente alimentadora de magma que el volcán.
- Cráter:** Depresión, abertura u orificio, usualmente circular, por donde son emitidos los piroclastos y/o lava durante una erupción.
- Erupción volcánica:** Emisión de lava y gases y/o expulsión de piroclastos desde un cráter volcánico. Esta puede ser tranquila o explosiva, lo que depende de la composición del magma y de la cantidad de gases y vapor de agua presente.
- Estratovolcán compuesto:** edificio volcánico mayor formado por una alternancia de lavas y depósitos piroclásticos, y constituido por erupciones sucesivas desde dos o más centros de emisión principales.
- Flujo piroclástico:** Hube eruptiva formada por piroclastos calientes y gases, transportados por gravedad, como una corriente densa movilizad a nivel del suelo. La mayoría se origina por el colapso de una columna eruptiva explosiva cargada de partículas. Puede desplazarse a altas velocidades (hasta 100 km/h), enfriándose a lo largo de los sistemas de drenaje, aunque algunos tienen energía suficiente como para remanotar obstáculos topográficos de fuerte relieve.
- Fumarola:** Emisión de vapor de agua y gases desde cráteres y/o flancos de un volcán. Las fumarolas descargan a la atmósfera compuestos químicamente activos, tales como CO₂, SO₂, HCl, HF, los cuales, dependiendo de su concentración, pueden alcanzar niveles tóxicos.
- Lahar:** Flujo de detritos o de barro constituido de materiales volcánicos, cuyo agente de transporte es el agua. Se puede formar debido a la fusión violenta de nieve y/o hielo provocada por el calor de lavas o flujos piroclásticos durante una erupción volcánica o por el amasarse de depósitos volcánicos no consolidados producidos durante lavas intermitentes o ruptura violenta de un lago.
- Lava:** Término que se aplica al magma cuando emerge a la superficie durante una erupción volcánica desde un cráter o fisura y fluye por gravedad. Corresponde al material incandescente (hasta 1.250°C) que forma coladas o corrientes relativamente viscosas.
- Magma:** Material rocoso fundido, formado por un agregado de líquido, gases y cristales que se genera en el manto superior y/o al interior de la corteza terrestre. Cuando emerge en superficie da origen a los procesos volcánicos.
- Piroclasto:** Fragmento incandescente eyectado a la atmósfera durante una erupción volcánica. De acuerdo a su tamaño (diámetro) se clasifica en ceniza (<2 mm), lapilli (2-64 mm), bloques (fragmentos angulosos, >6,4 cm) o bombas (fragmentos káulimos o esféricos, >6,4 cm).
- Volcán de escudo:** Tipo de estructura volcánica de base amplia y flancos de baja pendiente (4-6°), formado generalmente por lavas fluidas emplazadas durante erupciones con altas tasas de emisión.

PELIGROS ASOCIADOS AL VOLCAN LLAIMA

El volcán Lláima está ubicado en la IX Región de la Araucanía, en el límite de las provincias de Malleco y Cautín (38° 42' S), y abarca parte de las comunas de Curacautín, Vilco, Curco y Melipueu. Ocupa la totalidad del Parque Nacional Conguillío, y en su flanco occidental se ubican dos centros de esquí. A sus pies se encuentran algunas localidades turísticas como Curacautín y Melipueu, además de centros poblados como Cherguenco, Curco y Villa García. Al norte y sur del volcán, se sitúan los caminos internacionales Curacautín-Lonquén y Pao Pino Harado, y el camino Curco-Melipueu-Pao Icahma, respectivamente.

A lo largo de Sudamérica, la Cordillera de los Andes presenta cuatro segmentos con volcanismo activo (López et al., 1995), el cual es una consecuencia de la subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana: Zona Volcánica Norte (ZVN: 07N-07S), Zona Volcánica Central (ZVC: 33°S-33°S), Zona Volcánica Sur (ZVS: 33°S-33°S) y Zona Volcánica Austral (ZVA: 40°S-40°S). La ZVC es la que presenta más volcanes activos, con 1.400 km de longitud y se extiende entre Santiago y Cochabamba.

El estratovolcán Lláima está ubicado en la ZVS y presenta una forma cónica casi perfecta, aunque consta de dos conos: la más prominente y maciza es la del norte, con una altura de 3.125 m s.n.m., separada por una muralla o portezuelo de 1 km de longitud de la más pequeña y maciza es la del sur, con una altura de 2.920 m s.n.m. La base del edificio volcánico presenta una forma elíptica, cuyo eje mayor de sentido N-S alcanza 30 km y su eje menor de sentido E-W, unos 25 km. Sus deramantes de lava han sido empujados dentro de un radio de 30 km desde la cima, por lo cual este volcán abarca una superficie irregular de unos 700 km² y alcanza un volumen aproximado de 400 km³, siendo uno de los más voluminosos de la zona volcánica del Sur. Su cima principal se eleva unos 1.200 m por sobre la línea media de cumbres de la región y 2.400 m sobre su base. La altura de esta base es irregular, siendo de 750 m s.n.m. en el norte, 900 m en el sur y 800 m en el oeste, con un promedio de 740 m s.n.m. La cumbre principal exhibe un cráter abierto de casi 350 m de diámetro y más de 300 m de profundidad, con una notable fumarola activa. La cumbre sur, en cambio, presenta restos de un pequeño cono de escoria anidado en un cráter obtusado de unos 200 m, ambos cortados hacia el sureste por un deslizamiento. Tanto en la cima como en el flanco sureste, se observan débiles emisiones de vapor de agua (Moreno, et al. 1991).

El Lláima un estratovolcán compuesto cuyos productos son basaltos y andesitas-basálticas. Está constituido por un edificio volcánico mixto y de escudo, rodeado por unos 40 conos adyacentes de escoria, orientados en dirección noreste, según una alineación curva de 29 km de longitud, desde el suroeste hasta el noreste del volcán (Moreno, et al. 1991).

Considerando criterios morfológicos, estratigráficos, geoquímicos y litológicos, se han reconocido 3 unidades evolutivas: una unidad antigua, otra unidad fisural y el edificio o cono volcánico principal. Contemporáneamente al desarrollo de estas unidades, se ha acumulado una completa sucesión de depósitos piroclásticos. Inmediatamente sobre las lavas postglaciales tempranas de la unidad antigua, se acumula un extenso depósito de flujo piroclástico andesítico-basáltico (ignimbrita Curacautín) que marcó el comienzo de la unidad fisural y de la sucesión alterante de depósitos piroclásticos de caída de flujos, corrientes y portezuelos, de hasta 20 m de espesor (Moreno y Narango, en edición). La ignimbrita Curacautín comprende restos de materia carbonizada de aproximadamente 13.200 años A.P., según el método de datación C¹⁴. Considerando el volumen de este depósito (~24 km³), se infiere que su origen haya generado una caldera como producto de un colapso del edificio volcánico (Narango y Moreno, 1991).

Los flancos occidentales, suroccidentales y orientales presentan glaciar, siendo los primeros los más extensos, con una superficie de aproximadamente 19 km². El flanco oriental muestra 4 lenguas glaciales que cubren un área total de ~10 km². Durante la temporada invernal 1994 y septiembre, un extenso manto de nieve cubre el volcán, sobre la cota 1.200 m (Moreno, et al. 1991).

El registro histórico abarca desde año 1640 hasta 1864, año de su última erupción, con 47 eventos documentados (Pett-Breault, 1994). De acuerdo al control de los antecedentes y los datos geológicos de terreno, las erupciones históricas de mayor magnitud, importancia y notoriedad, fueron las de 1640, 1751, 1780-807, 1875, 1885, 1927 y 1955-57. Una de los rasgos más significativos en su estilo eruptivo durante los últimos 4 siglos, es que ha manifestado un estilo efusivo, claramente fisural y de flujo. En efecto, las evidencias geológicas muestran que esas erupciones desmantelaron grandes lavas, hacia el norte y hacia el sur, según una orientación NNE, muy similar a la última gran erupción de febrero de 1957. Entre los fenómenos precoces descritos para la mayoría de las erupciones históricas se mencionan: ruidos subterráneos y actividad sísmica perceptible. Durante esas erupciones se produjo la emisión de coladas de lavas, la formación de lahares, la proyección de piroclastos y, ocasionalmente, la generación de flujos piroclásticos, como en 1640, durante su mayor erupción histórica registrada (Havestadt, 1777; Ovalle, 1546; Rosales, 1646) y en 1780-807, según evidencias geológicas.

Los antecedentes geológicos y volcanológicos disponibles del volcán Lláima, permiten señalar que los procesos volcánicos peligrosos, en un futuro evento eruptivo, serán, preferentemente, caídas de piroclastos, corrientes de lava y generación de lahares. Es probable que las erupciones estén acompañadas por emisiones de gases tóxicos, actividad sísmica local, deslizamientos locales, incendios forestales, tormentas eléctricas, obstrucción de cursos fluviales, avalanchas de nieve y alteraciones fisioclimáticas de aguas, suelos y vegetación. La probabilidad de ocurrencia de flujos piroclásticos, en el corto plazo, es más remota, pero es un proceso que no se puede descartar (Moreno y Narango, 1990; Moreno y Narango, 1991a, b, 1991c).

Las caídas de piroclastos afectan, principalmente, los sectores oriental y suroccidental del volcán, transportados por los vientos predominantes del oeste-noroeste, siendo las áreas más vulnerables las localidades de los lagos Conguillío y Verde, el valle de Coyamutín-China Muerta y los lagos Gallesue y Icahma. En la erupción de 1994, se pudo comprobar la presencia de flujos en las centenas gruesas que precipitaron en el sector de Icahma (Moreno y Fuentealba, 1994; Moreno et al., 1994).

Las próximas erupciones de lava podrían ocurrir en cualquier dirección desde el edificio principal. Debido a la baja viscosidad de las lavas y a su elevada tasa de emisión, éstas pueden alcanzar longitudes de hasta 30 km y cubrir centenares de hectáreas de terreno. La formación de lahares, debido a los grandes glaciares de sus flancos y al manto de nieve que cubre la cumbre del volcán, será un proceso frecuente en las futuras erupciones. Esclavamiento, la alta energía calórica liberada en un evento eruptivo, fundamentalmente a través de la emisión de lava y/o alta explosividad, representa una amenaza que puede desencadenar una acelerada fusión del hielo originando lahares. Normalmente, las corrientes láhricas descienden por los mismos cauces de las lavas, pero, debido a su mayor velocidad (hasta 80 km/h), las sobrepasan y se extienden a distancias superiores. Los principales cauces que han alojado lahares del volcán Lláima son los ríos Cautín, Lantén, Calbuco y Tufulú.

El volcán Lláima ha emitido flujos piroclásticos en algunas erupciones históricas explosivas en los siglos XVII y XVIII. Durante el postglacial, numerosos depósitos de lavas y coladas piroclásticas, evidencian erupciones explosivas de gran magnitud que han afectado la zona en un radio mayor que 50 km del volcán. El tiempo de recurrencia documentado para erupciones explosivas, generadoras de flujos piroclásticos con volúmenes menores que 1 km³, es del orden de 180 años. Aunque, en un futuro próximo, se considera baja la probabilidad de ocurrencia de un flujo piroclástico, toda el área del mapa está expuesta frente a un evento volcánico de esa naturaleza.

REFERENCIAS

Havestadt, B. 1777. Chikilgu ave traductus lingue Chilensis. Vol. 1, p. 983-991, edición 1883. Lúplias.

López, L.; Cembrano, J.; Moreno, H. 1995. Geochemistry and tectonics of the Chilean Southern Andes basaltic Quaternary volcanism (37°-40° S). Revista Geológica de Chile, Vol. 22, No. 2, p. 219-234.

Moreno, H.; Narango, J. A. 1995. Lláima Volcano: Holocene pyroclastic flow and surge deposits, southern Andes 38° 45' S. Continental Magmatism: IAVCEI General Assembly, Santa Fe, NM, USA. Poster Session.

Moreno, H.; Narango, J. A. 1991a. Geology and short-term hazards of Lláima volcano: the most active of the Chilean Andes (38° 45' S). International Conference on Active Volcanoes and Risk Mitigation 1991. Napoli. Abstract and Poster Session.

Moreno, H.; Narango, J. A. 1991b. Síntesis geológica del volcán Lláima. Andes del Sur (38° 45' S) e implicancias de riesgos. 6º Congreso Geológico Chileno, Vol. 1, p. 386-389. SERNAGEOMIN.

Moreno, H.; Narango, J. A.; López, L. 1991. Geología y riesgo del volcán Lláima. Informe Final FONDECYT 1048 (60 pp.). 1 Mapa Geológico 1:50.000. 1 Mapa de Riesgo 1:50.000.

Moreno, H.; Narango, J. A. En edición. Mapa geológico del volcán Lláima. Andes del Sur (38° 45' S). 1 mapa a escala 1:50.000. SERNAGEOMIN.

Narango, J. A.; Moreno, H. 1991. Actividad volcánica en el volcán Lláima. Andes del Sur (38° 45' S). Revista Geológica de Chile, Vol. 18, No. 1, p. 69-80.

Moreno, H.; Fuentealba, G. 1994. The May 17-19, 1994 Lláima eruption. Southern Andes (38° 42' S - 71° 44' W). Revista Geológica de Chile, Vol. 21, No. 1, p. 167-171.

Moreno, H.; Lescinsky, D.; Rivera, A. 1994. The 17 May 1994 eruption of Lláima volcano, southern Chile: an example of ice-lava interaction. Abstract with program. Geological Society of America, Vol. 26, Pt. 1, p. 117.

Ovalle, A. 1646. Historia del Reino de Chile. Edición del Instituto de Literatura Chilena, 1969. Santiago de Chile.

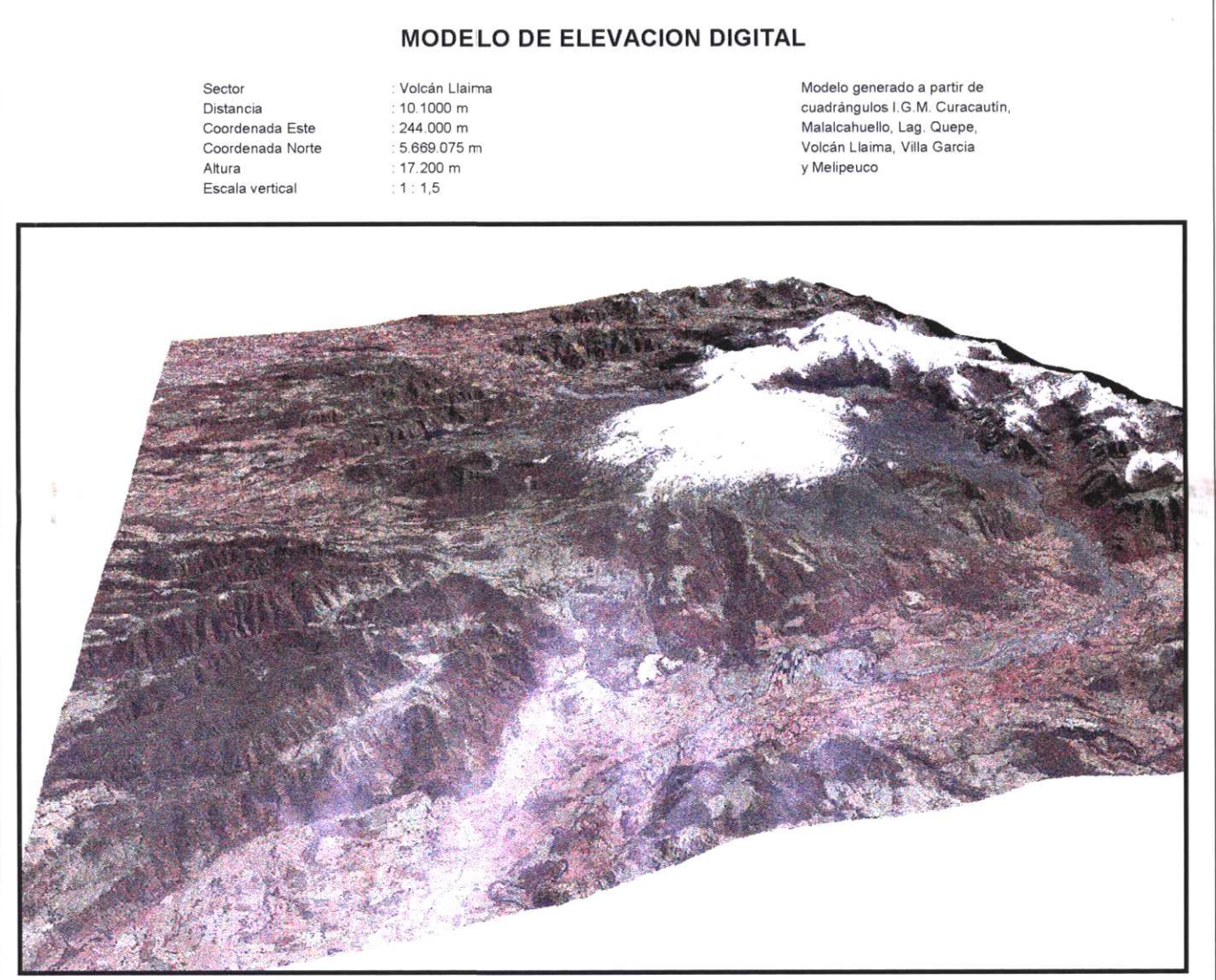
Pett-Breault, M. E. 1994. "Análisis comparativo de la cronología eruptiva histórica de los volcanes Lláima y Villarica (38° - 39° S, S. I. 7º). Congreso Geológico Chileno, Actas V, p. 309-370. Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

Rosales, D. 1646. Historia general de el Reyno de Chile. Flanides Indiano. Primera edición 1877, Valparaiso. Imprenta El Mercurio. Tomo 1, Libro Segundo, Cap. IV, Santiago.

(*) Documento inédito disponible en la Biblioteca del Servicio Nacional de Geología y Minería, Santiago.

SIMBOLOGIA

- Cráter volcánico
- Cambio establecido sin pavimento
- Sendero o huella
- Vía férrea
- Río, estero o arroyo
- Lago, laguna
- Centro urbano
- Aeródromo
- Cementerio
- Escuela rural
- Glaciar



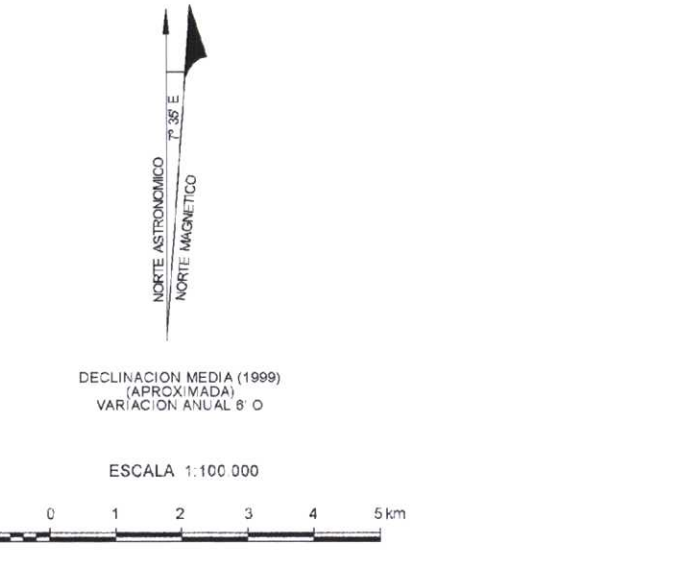
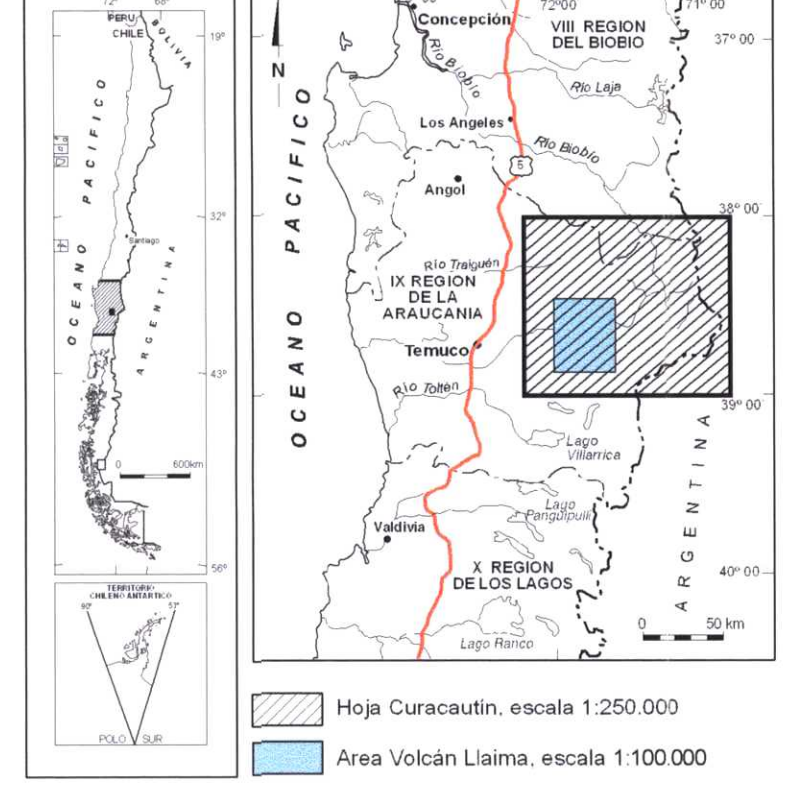
Modelo de elevación digital generado a partir de las cartas I.G.M., escala 1:50.000, Volcán Lláima, Villa García, Laguna Guape, Melipueu, Curacautín y Maelacautín, con curvas de nivel cada 50 m.

CUADRO DE SITUACION EN HOJA CURACAUTIN

77° 15'	77° 00'	45'	30'	15'	00'	15'	30'	45'	60'	75'	90'
CANADA	LAGUNA MALLECO	POBLENAS	LOCO	RAIBOIN							
	SELVA OYUNDA	CURACAUTIN	MALACALTA	LODORIBAY	LA RANCHA HARBINA						
	VILCOIN	LAGUNA GUAPE	VOLCAN LLAIMA	GERERA	LINGUERA	ALTO MUDO					
	CINCO	VILLA GARCIA	MELIPUEU	VILLAVIEJA	CHILLE						

AREA VOLCAN LLAIMA, escala 1:100.000 (Cartas U.T.M., escala 1:50.000)

MAPA DE UBICACION



Referencia Bibliográfica

Moreno, H. y Narango, J. A. 2003. Mapa de Peligros del Volcán Lláima, Región de la Araucanía. Servicio Nacional de Geología y Minería. Carta Geológica de Chile. Serie Geología Ambiental. No. 7. 1 mapa escala 1:100.000. Santiago.

ISSN 0717-7305
Inscripción No. 137.339

© Servicio Nacional de Geología y Minería. Avda. Santa María 0104, Casilla 10465, Santiago, Chile.
Director Nacional: Luis Sougarret S.
Subdirector Nacional: José Frutos J.
Derechos reservados, prohibida su reproducción.

Edición

Comité Editor: José Frutos J., Paula Cornejo P., Anibal Gajardo C., Estanislao Godoy P.B., Arturo Hauser Y., Ernesto Pérez de A., Carlos Portigiani N., Andrew Tomlinson, Rodolfo Wall Z. Editor.

Base Topográfica

Carta regular escala 1:50.000, Laguna Guape, Volcán Lláima, Villa García y Melipueu, del Instituto Geográfico Militar (Chile), modificados.

Referencia geodésica

Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM), Zona 19 Datum Provisorio Sudamericano de 1956.

Producción digital

Jorge Parra R. y Eduardo Córdova Z., Oficina Técnica Puerto Varas, de Servicio Nacional de Geología y Minería.

Apoyo Financiero

Trabajo auspiciado por el Gobierno de la IX Región de la Araucanía. Ejecutado por el Servicio Nacional de Geología y Minería a través de un programa especial sedentat (Levantamiento Cartas Riesgos Volcánicos de Chile). Financiamiento parcial de FONDECYT (Proyecto No. 1048) y Fundación Andes (Proyecto C-11001), para el estudio geológico del volcán Lláima.

ISSN 0717-7305

SUBDIRECCION NACIONAL DE GEOLOGIA

MAPA DE PELIGROS DEL VOLCAN LLAIMA

REGION DE LA ARAUCANIA

Hugo Moreno R.
José Antonio Narango S.

CARTA GEOLOGICA DE CHILE

SERIE GEOLOGIA AMBIENTAL

No. 7

2003

Escala 1:100.000