



SITIOS INTERÉS GEOLOGICO

de la República Argentina

EL VOLCÁN LANÍN

*La postal de los
Andes neuquinos*

Corina Risso

Sitios de Interés Geológico de la República Argentina

EDITOR

Comisión Sitios de Interés Geológico de la República Argentina (CSIGA):
Gabriela Anselmi, Alberto Ardolino, Alicia Echevarría, Mariela Etcheverría, Mario Franchi,
Silvia Lagorio, Hebe Lema, Fernando Miranda y Claudia Negro

COORDINACIÓN

Alberto Ardolino y Hebe Lema

DISEÑO EDITORIAL

Daniel Rastelli

Referencia bibliográfica

Sitios de Interés Geológico de la República Argentina. CSIGA (Ed.) Instituto
de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino,
Anales 46, II, 461 págs., Buenos Aires. 2008.

ISSN 0328-2325

Es propiedad del SEGEMAR • Prohibida su reproducción
Publicado con la colaboración de la Fundación Empremin



INSTITUTO DE
GEOLOGÍA Y
RECURSOS
MINERALES

Av. General Paz 5445 (Colectora provincia)
Edificio 14 - 1650 - San Martín - Buenos Aires
República Argentina



Av. General Paz 5445 (Colectora provincia)
Edificio 25 - 1650 - San Martín - Buenos Aires
República Argentina

www.segemar.gov.ar | comunicacion@segemar.gov.ar | csiga@segemar.gov.ar

BUENOS AIRES - 2008

■ RESUMEN

El volcán Lanín, situado en el Parque Nacional que lleva su nombre, es un estratovolcán que forma parte de la cadena volcánica Villarrica-Quetrupillán-Lanín, situada en la Zona Volcánica Sur de los Andes. El edificio volcánico, tal cual hoy es posible apreciarlo, es el resultado de una sucesión de episodios que dividen la historia del Lanín en dos, con un volcán antiguo y un volcán moderno.

Debido a su actividad más reciente, ocurrida durante los últimos 11.000 años, el Lanín debe considerarse como un volcán activo y potencialmente peligroso. Entre los riesgos más factibles se encuentran aquellos relacionados con la formación de lahares, la caída de ceniza o el colapso parcial de parte del edificio durante un evento eruptivo, además de la caída de rocas producida por el derretimiento de hielo y nieve.

Con sus casi 4.000 metros, este volcán ha inspirado numerosas leyendas mapuches y actualmente es una importante meta para los andinistas.

■ ABSTRACT

Lanín volcano in the Lanín National Park is a compound stratocone located on the Villarrica-Quetrupillan-Lanín volcanic chain in the Southern Andes. The volcanic edifice, as it appears today, is the result of successive events that, basically, divides the history of Lanín volcano in two: the ancient volcano and the modern one.

Despite no historical eruptions are known, the Lanín volcano has been active during the last 11.000 years and it must be considered as an active and hazardous volcano. The main potential hazards are related to laharcic flows, partial sector-collapse, tephra fallout dispersal and falling rocks from snow and ice melting.

The Lanín volcano, with its height of almost 4.000 meters, has been the inspiration of many indigenous legends and today is a mountaineer's goal of great attraction.

INTRODUCCIÓN

Al hablar de volcanes, inevitablemente y quizás recordando algún viejo calendario, acude a nuestra memoria la imagen del casi perfecto cono del volcán Fuji-Jama, en Japón. Sin embargo, para admirar un edificio volcánico con tal fisonomía no es necesario ir tan lejos. En Argentina, más precisamente en la provincia del Neuquén, se erige el fastuoso volcán Lanín, que con una altura de 3.776 metros sobre el nivel del mar y de 2.330 metros sobre el terreno lindante (Fotografía 1) poco tiene que envidiarle a su par japonés. Su cono, permanentemente cubierto por hielo y nieve, se destaca en la mayoría de los paisajes de la región.

El volcán Lanín está ubicado en el Parque Nacional homónimo, entre los lagos Tromen y Paimún/Huechulafquen, y a unos 60 kilómetros de la localidad de Junín de los Andes (Figura 1). Para poder contemplar de cerca toda su majestuosidad, se accede a sus dominios a través de la ruta provincial 60 (actualmente en proceso de pavimentación) que, proveniente de Junín de los Andes, bordea el río Malleo a lo largo de gran parte del trayecto. Se arriba así al paso fronterizo conocido como Tromen o Mamuil Malal, desde donde esta misma vía conduce a la turística localidad de Pucón, en territorio chileno.

Ciertamente, el volcán Lanín es una de las montañas más hermosas del mundo y por ello ha

1. Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

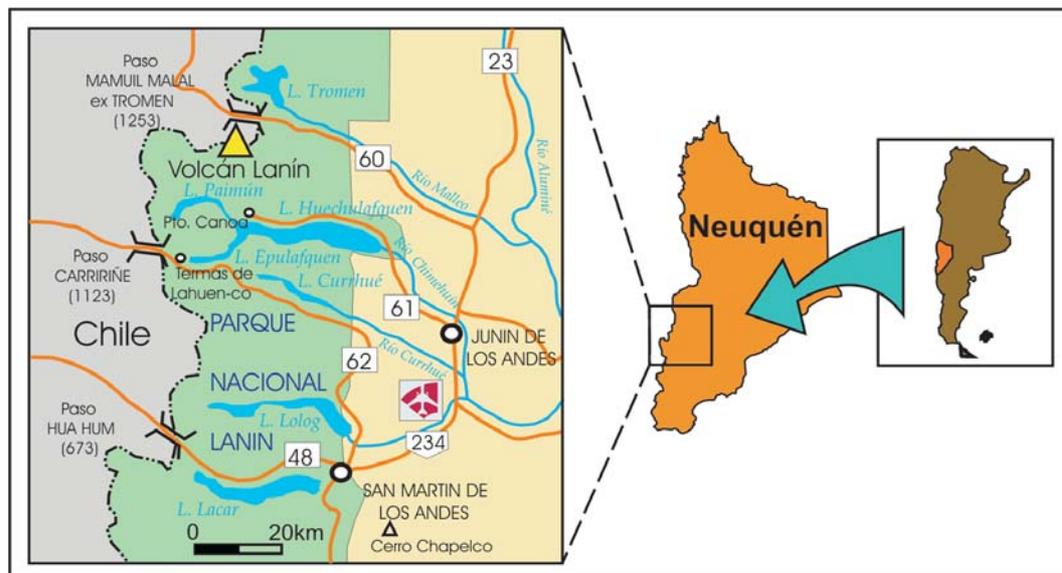


Figura 1. Esquema de ubicación del Sitio de Interés Geológico Volcán Lanín.

sido adoptada como el símbolo de la provincia del Neuquén, donde su estampa forma parte del escudo y bandera provinciales.

Geológicamente, el Lanín es uno de los volcanes más jóvenes de los Andes, sin embargo no existen documentos históricos que registren actividad eruptiva alguna y tampoco ésta es visible en la actualidad. A lo largo de su «corta vida», que se remonta a algo más de 200.000 años, el volcán Lanín y los productos derivados de su actividad cubren una superficie de 220 kilómetros cuadrados, con un volumen de 180 kilómetros cúbicos de material eyectado a la superficie, que, a través de sucesivas etapas, han construido el actual cono del volcán.



Fotografía 1. Cara norte del volcán Lanín, visto desde el área Tromen. Fotografía por Enrique Miranda.

EL CONTEXTO GEOLÓGICO DEL VOLCÁN LANÍN

Desde el punto de vista geológico, la cordillera de los Andes se divide en segmentos o zonas volcánicas de acuerdo a las características sísmicas, tectónicas y magmáticas predominantes en cada uno de ellos. El volcán Lanín se encuentra en el ámbito de la denominada Zona Volcánica Sur, la cual se extiende a lo largo de 1.450 kilómetros entre los paralelos de 33° y 46° de latitud Sur. Esta franja andina corresponde a un sector con intensa actividad volcánica, en la que se encuentran dos de los cuatro volcanes más activos de Sudamérica: el Llaima y el Villarrica, ambos en Chile, y que en su haber cuentan con cerca de 120 erupciones en tiempos históricos.

El volcán Lanín (39° 38' de latitud Sur y 71° 30' de longitud Oeste) se localiza en la sección central de la Zona Volcánica Sur y forma parte de un alineamiento volcánico transversal a la cadena volcánica principal de los Andes, en el que participan los estratovolcanes Villarrica y Quetrupillán, además de otros dos centros volcánicos erosionados (Figura 2) y doce grupos de conos piroclásticos menores. Todos ellos, en conjunto, conforman la denominada cadena volcánica Villarrica-Quetrupillán-Lanín.

Ubicado a unos 45 kilómetros del volcán Villarrica, el Lanín es un típico estratovolcán (Fotografía 2). En éstos, el edificio generalmente cónico se encuentra constituido por la alternancia de capas de lava y de cenizas o piroclastos (ver Figura 6); en el caso del Lanín predominan las primeras, mientras que los depósitos



Fotografía 2. Volcanes Quetrupillán (frente) y Lanín (fondo), vistos desde la cumbre del volcán Villarrica. Fotografía por Fernando Miranda.

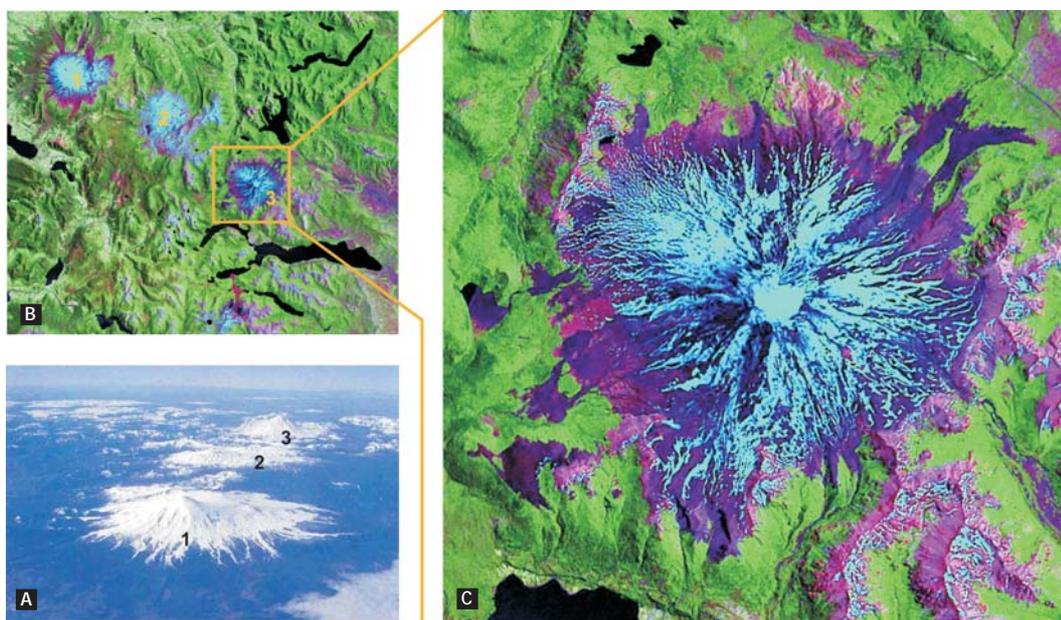


Figura 2. A) Cadena Villarrica(1) - Quetrupillán (2)- Lanín (3) (fotografía de O. González Ferrán, 1995). B) Imagen satelital de la cadena Villarrica-Quetrupillán-Lanín. C) detalle del volcán Lanín (NASA-Lizartech/MrSID).

piroclásticos se hallan subordinados. La composición de sus lavas presenta términos como basaltos/andesitas-basálticas y dacitas, con edades que van del Pleistoceno hasta el Holoceno y Reciente.

ANTECEDENTES DE ESTUDIOS GEOLÓGICOS EN LA REGIÓN

Los primeros estudios que aportaron información a nivel regional sobre la geología del basamento y de los alrededores de los lagos Huechulafquen y Tromen se deben al geólogo Juan Carlos Turner (1965 y 1973). Otros geólogos, como Risso (1977), Corbella y Alonso (1989), Mazzoni y Stura (1993) e Inbar y otros autores (1995), realizaron trabajos de detalle un poco más hacia al sur del volcán Lanín, en los cuales

abordaron temáticas tan disímiles como la geomorfología volcánica y las erupciones explosivas hidromagmáticas.

Rabassa y otros (1990) estudiaron los depósitos sedimentarios de origen glaciario del valle del río Malleo, lo cual les permitió, en forma indirecta, establecer su relación con algunas unidades del volcán Lanín. Recientemente, Cucchi y otros (2005) levantaron a escala 1:250.000 la Hoja Geológica 3972-IV, Junín de los Andes, donde se encuentra el volcán Lanín.

A pesar de su omnipresencia en la región, el propio volcán Lanín no fue objeto de estudios detallados sino hasta 1997. En ese año, el geólogo chileno Luis Lara presentó, con carácter preliminar, el primer mapa geológico (escala 1:50.000) basado en información de campo y en la interpretación de fotografías aéreas del volcán. Posteriormente, ese estudio fue comple-

mentado con numerosos trabajos sobre la geología, las características químicas de las rocas y los posibles riesgos geológicos asociados al volcán Lanín (Lara, 2003; 2004 y Lara y otros, 2001; 2004).

GEOLOGÍA REGIONAL

Las rocas más antiguas de la región pertenecen al denominado basamento cristalino (compuesto por rocas ígneas y metamórficas) que, expuesto en los alrededores del volcán Lanín, constituye bloques elevados y limitados al oeste por una fractura que recibe el nombre de Falla Reigolil-Pirihueico (Figuras 3 y 4). De una edad proterozoica superior a paleozoica inferior, el conjunto de estas rocas es denominado Formación Colohuincul (Turner, 1973) o Complejo Colohuincul (Dalla Salda y otros, 1991) y sus afloramientos se sitúan en la ribera norte del lago Huechulafquen. En este complejo dominan gneises grises de grano medio y fino, esquistos cuarzo-micáceos, cuarcitas, filitas y pizarras, que Dalla Salda y otros (1991) describen como una asociación de rocas metamórficas que abarca desde un bajo hasta un alto grado de transformación (metamorfismo), tanto en su estructura como en su composición.

Es controvertida la edad de las unidades que siguen al basamento metamórfico. En Argentina, la Formación Huechulafquen (Turner, 1965), expuesta en las riberas norte y noroeste del lago Paimún, fue asignada al Paleozoico superior. Las

rocas que la componen consisten principalmente en tonalitas anfibólicas, mientras que en forma subordinada afloran granitos, con hornblenda y biotita, en el cerro Litrán, al sur del volcán Lanín. En Chile, la unidad equivalente son los Granitoides Paimún (Lara y Moreno, 2004), que tendrían una edad comprendida entre los 135 y 74 millones de años, correspondiente al Cretácico.

También en territorio chileno se halla la Formación Curarrehue (Lara y Moreno, 2004), de dudosa edad cretácica inferior que aflora en los sectores norte y este del volcán Lanín. Allí yace en bancos estratificados, de hasta 500 metros de espesor, constituidos por brechas tobáceas, tobas verdes cristalino-líticas y lavas y filones andesíticos, todos intensamente alterados. En Argentina, esta formación sería equivalente o correlacionable con la Formación Auca Pan (Turner, 1965), del Eoceno.

Durante el período Neógeno se depositaron las rocas que constituyen los Estratos de Pitreño (Lara, 2004). Ésta es una secuencia sedimentaria y volcánica subhorizontal que se halla dispuesta en forma discordante sobre la Formación Curarrehue y el Complejo Colohuincul. La unidad en cuestión aflora al norte del volcán Lanín y en la sierra de Mamuil-Malal, al este del mismo. Localmente alcanza hasta 150 metros de espesor y está constituida por tobas cristalinas y líticas junto a lavas andesíticas. En nuestro país se denomina Formación Chimehuin (Turner, 1965), cuya edad se asigna al Mioceno medio-Plioceno inferior. Otro rasgo para señalar se en-

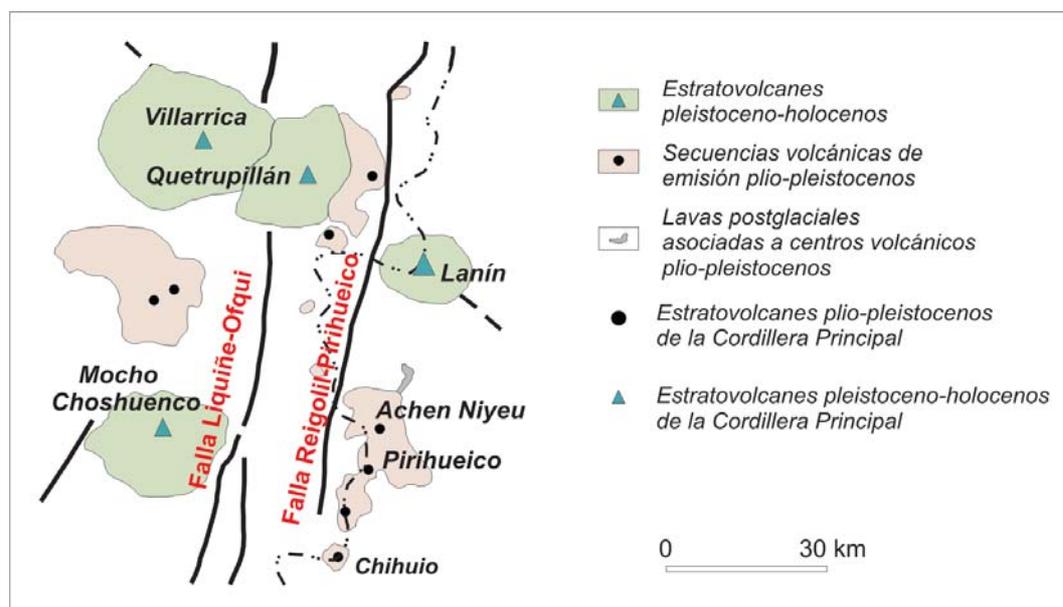


Figura 3. Principales fallamientos de la zona y su relación con los estratovolcanes plio-pleistocenos y pleistoceno-holocenos (modificado de Lara y otros, 2001).

cuentra al este de la Falla Reigolil-Pirihueico: allí, aflora un cuerpo intrusivo de forma elongada constituido por tonalita (Tonalita Las Peinetas), cuya edad es de 10,5 millones de años (Lara y Moreno, 2004).

La secuencia estratigráfica continúa con los denominados Estratovolcanes antiguos, de edad pliocena superior a pleistocena inferior (Lara, 2004), representados por secuencias volcánicas con intercalaciones sedimentarias y lavas principalmente basálticas y andesítico-basálticas que forman parte del volcán Carilafquen, un centro volcánico erosionado en el límite argentino-chileno.

EL VOLCÁN LANÍN

El volcán Lanín y los productos derivados de su actividad a través del tiempo cubren en la actualidad una superficie aproximada de 220 kilómetros cuadrados y, en conjunto, engloban un volumen de 180 kilómetros cúbicos de material emanado desde el interior de la Tierra. Sin embargo, la configuración actual del paisaje, como así también el aspecto del edificio volcánico que hoy puede apreciarse, se alcanzó a través de sucesivas etapas.

Sobre la base de criterios morfológicos y de relaciones de campo, Lara y otros (2004) han propuesto, para explicar el desarrollo del volcán Lanín, una sucesión relativa de cuatro unidades evolutivas que, básicamente, dividen la historia del Lanín en dos: un volcán antiguo y un volcán moderno (Figuras 4 y 5).

El volcán antiguo

Los «cimientos» del Lanín, la unidad Lanín 1

Hacia el sur de la base del actual edificio volcánico, se localiza una serie de mantos constituidos por lavas macizas de composición dacítica (aproximadamente 63% SiO₂) denominados como Dacitas El Salto. Exhiben un característico arreglo a modo de columnas prismáticas (*disyunción columnar*) cuyas secciones llegan a los 50 centímetros de diámetro. La disposición aislada en el terreno y las direcciones de flujo conservadas en las coladas sugieren que su centro de emisión (no reconocido) se hallaba situado en algún lugar diferente al que ocupa el edificio moderno. Esta unidad constituye la primera de las unidades evolutivas del Lanín, unidad Lanín 1 (Lara, 2004), y formaría parte de los

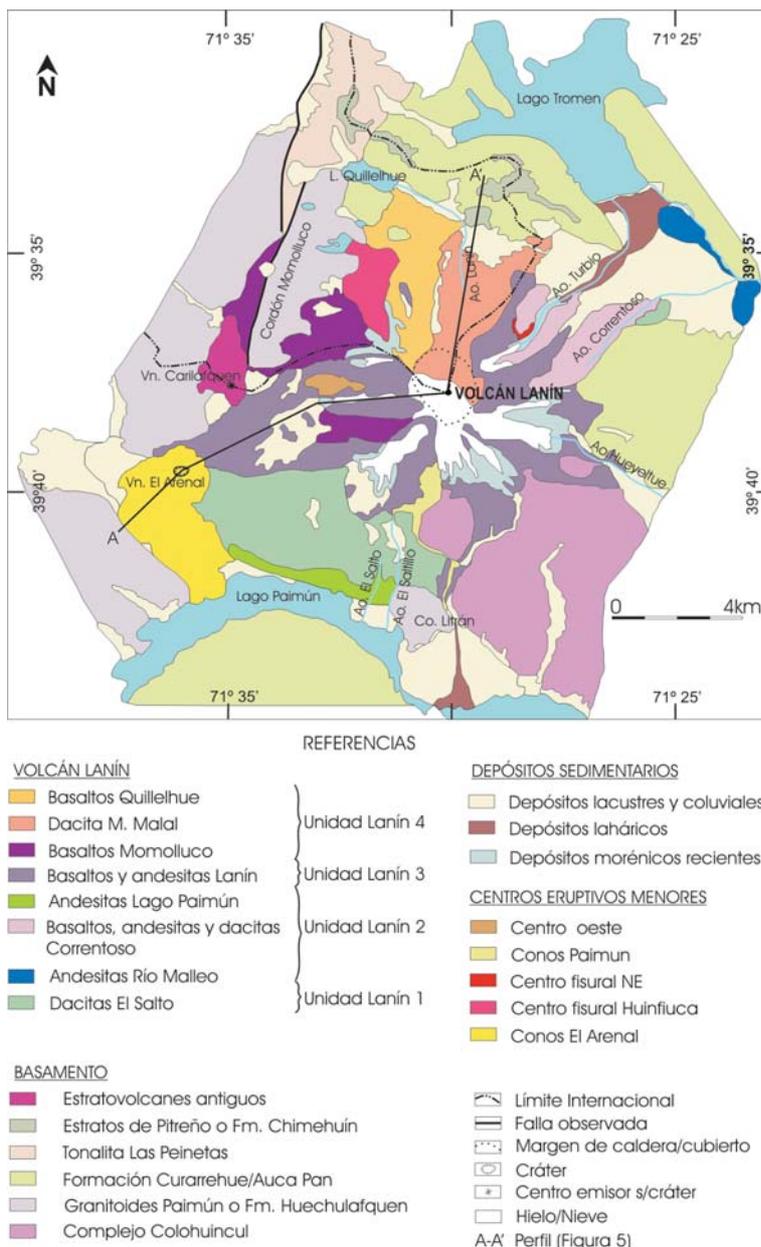


Figura 4. Mapa geológico del volcán Lanín (modificado de Lara y otros, 2004).

restos de un antiguo estratovolcán por sobre el cual se desarrollaría luego el volcán moderno (Figuras 4 y 5). Si bien la edad de estas rocas es desconocida, puede considerarse que su antigüe-

CLASIFICANDO ROCAS

Uno de los parámetros con que los geólogos cuentan para clasificar diferentes tipos de rocas volcánicas radica en el porcentaje de sílice (SiO₂) que resulta de practicarles un análisis químico en el laboratorio. Así, existen rocas pobres en sílice, como los basaltos, y las de porcentajes algo mayores, como las andesitas y las dacitas, entre otras.

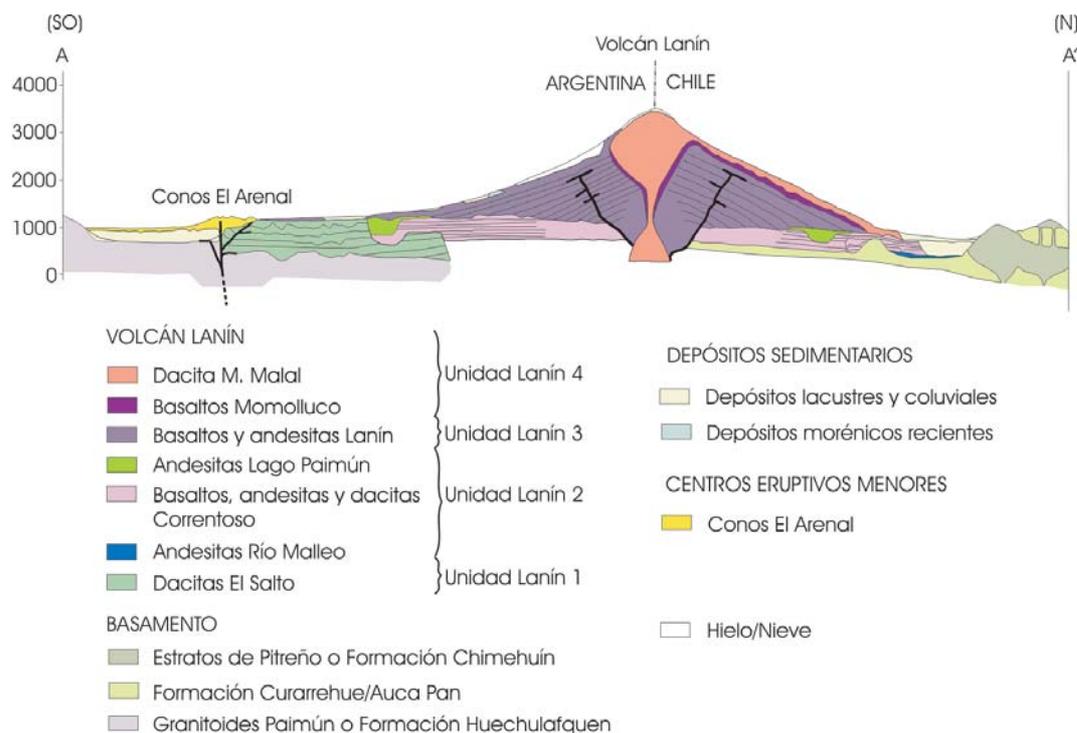


Figura 5. Perfil geológico del volcán Lanín (modificado de Lara, 2004).

dad data de algo más de 200.000 años (Pleistoceno medio?), valor máximo propuesto para la siguiente unidad, Lanín 2.

El volcán moderno

Se perfila un coloso, las unidades Lanín 2 y Lanín 3

La base del edificio volcánico actual está constituida por lo que se ha dado en llamar unidad Lanín 2 (Lara, 2004). Ésta, si bien se encuentra distribuida en toda la base del volcán, presenta los afloramientos más característicos en su flanco norte (Figuras 4 y 5). La unidad Lanín 2 está formada por secuencias volcanoclásticas intercaladas con flujos de lava basálticos, en las cuales el efecto erosivo del paso de los glaciares en otros tiempos ha dejado una significativa impronta.

Merced a diferentes rasgos geomorfológicos distinguidos dentro de la unidad Lanín 2, se la ha dividido en tres sub-unidades. La inferior, conocida como Andesitas Río Malleo, está formada por un conjunto de coladas lávicas que, hacia el sector nororiental del volcán, yacen en el fondo del valle del río homónimo, donde se hallan parcialmente cubiertas por depósitos aluviales más modernos. Las coladas están compuestas por andesitas basálticas (aprox. 55% SiO₂) macizas que presentan un intenso lajamiento horizontal y una superficie «aborregada» que se

halla surcada por profundas estrías glaciales. Estas lavas fueron datadas en, aproximadamente, 90.000 años de antigüedad (Vincze, 1998).

La segunda de las subunidades, denominada como Basaltos, andesitas y dacitas Correntoso, aflora principalmente en el flanco norte del edificio volcánico actual y está representada por una sucesión de hasta 350 metros de espesor de lavas basálticas y andesíticas (con una menor proporción de dacitas), con intercalaciones de depósitos piroclásticos, brechas tobáceas y conglomerados. Localmente, esta subunidad se halla atravesada por numerosos diques volcánicos que funcionaron como antiguos conductos por donde ascendió la lava hacia la superficie. Algunos de los bancos incluyen bombas volcánicas, cuyos ejes máximos alcanzan hasta los 30 centímetros, y otros pueden asociarse a una transición entre flujos piroclásticos y lahares. Esta subunidad, junto a las Andesitas Río Malleo, constituyen la base del edificio volcánico moderno.

En la ribera norte del lago Paimún aflora una sucesión de coladas lávicas denominadas Andesitas Lago Paimún y que constituyen la tercer subunidad dentro de la unidad Lanín 2. En el sector mencionado alcanzan más de 100 metros de espesor y forman una impresionante escarpa paralela a la costa del lago. Las coladas son de composición basáltica y andesítico-basáltica (aprox. 52-56 % SiO₂) y presentan una estructura maciza

con desarrollo de disyunción columnar. La colada más superficial de todo este conjunto conserva aún los indicios de haber fluido hacia el oeste y en forma paralela a la actual costa del lago. En cuanto a su edad, las Andesitas Lago Paimún se suponen contenidas entre los 90.000 y 14.000 años, intervalo éste aceptado para la última glaciación del Pleistoceno (Clapperton, 1993).

Luego de una importante etapa erosiva, que afectó al conjunto de rocas que forman la unidad Lanín 2, continuó la actividad ígnea postglacial del volcán a través de la efusión de las lavas que constituyen el núcleo del edificio moderno. Estas lavas yacen por encima de la unidad 2 y componen la tercera de las unidades evolutivas del Lanín, la unidad Lanín 3 (Figuras 4 y 5) o también denominada Basaltos y andesitas Lanín (Lara, 2004). Distribuida en forma radial y discontinua en el edificio volcánico moderno, está constituida por una secuencia de coladas lávicas de composición basáltica (aprox. 51% SiO₂) que alcanza hasta 150 metros de espesor. Son parte de las lavas que Turner (1973) denominó como Formación Lanín, las cuales no presentan rastros de erosión glaciaria profunda sino que sólo aparecen seccionadas por los cursos fluviales o por las escarpas producto del colapso gravitacional de grandes bloques.

La edad relativa de esta unidad sería menor a los 14.000 años, más aún considerando que, cerca del lago Tromen, y por encima de ella se desarrollan depósitos piroclásticos con una edad de 9.810 años de antigüedad antes del presente.

Fin de la obra, la unidad Lanín 4

Posteriormente a la unidad evolutiva Lanín 3, se desarrollaron flujos lávicos que, provenientes del edificio moderno, cubrieron la porción superior del volcán, especialmente sus flancos norte y occidental. Estos flujos constituyen la unidad Lanín 4 (Figuras 4 y 5), última etapa de construcción holocena del estratovolcán. Dentro de esta unidad se distinguen tres subunidades que se desarrollaron en tiempos posteriores a la gran glaciación.

La primera de ellas, con una edad mínima aproximada de 2.170 ± 70 años antes del presente (estimada por relaciones de contacto entre subunidades), se denomina Basaltos Momolluco, que abarca el conjunto de coladas basálticas (aprox. 52% SiO₂) que se disponen sobre el flanco occidental del volcán y que se extienden hasta las cabeceras del valle del río Momolluco (en Chile). Estas coladas se habrían

«ANTES DEL PRESENTE»

Las edades determinadas por el método del Carbono 14, se basan en la medición del C-14 (radioactivo) residual en organismos cuya estructura en vida contuvo el elemento Carbono (animales y plantas). El método, desarrollado por Willard F. Libby a fines de la década de 1940, permitió reconstruir los ambientes prehistóricos con mayor precisión y asignar eventos geológicos recientes a una escala cronológica. Las edades son reportadas en «Años antes del Presente» o AP que significa el número de años carbono 14 antes del año 1950. Previo a este año la concentración de C14 en la atmósfera se asume como constante. Sin embargo, después de 1950 la concentración de ese elemento se incrementó sustancialmente debido a las pruebas con bombas nucleares. El límite de este método se extiende no más allá de los 60.000 años. Los años AP no pueden ser utilizados directamente como fecha calendario, ya que para esto es necesario calibrarlas con otros métodos tales como anillos de crecimiento en árboles (dendrocronología), estudios de testigos en hielos, variación estacional en sedimentos lacustres (varves), muestras de coral y depósitos en cavernas.

originado a partir de pulsos múltiples emitidos desde la zona central del cono, y aproximadamente desde la cota de 3.000 metros sobre el nivel del mar. Es interesante destacar que en ese sector las coladas de basalto cubren una inflexión en la pendiente del edificio volcánico que, a modo de una «hombreira», recorre parte del flanco occidental del volcán Lanín. Esta «hombreira», de forma semi-elíptica, podría corresponder al borde de una antigua caldera, probablemente desarrollada en tiempos de la unidad Lanín 3.

Otra de las subunidades que se distingue dentro de la unidad Lanín 4 está representada por una lava-domo muy viscosa, de composición andesítico-silíceo a dacítico (aprox. 62% SiO₂), cuya superficie se presenta rugosa y tapizada con bloques. Es la llamada Dacita Mamuil Malal y se halla expuesta en los flancos norte y nor-nordeste del Lanín. Allí alcanza unos 25 metros de espesor y forma dos lóbulos que, con origen en el domo apical que corona la cima del actual edificio volcánico, se extienden por más de 6 kilómetros ladera abajo.

La edad de esta unidad fue estimada en forma indirecta a partir de la presencia de un reducido depósito de flujo piroclástico del tipo «flujo de bloques y cenizas» (composicionalmente idéntico al lava-domo) que estaría vinculado con el colapso parcial de la Dacita Mamuil Malal, ocurrido durante su emplazamiento. De este depósito, constituido por ceniza fina y fragmentos angulosos de dacita, se recuperaron trozos carbonosos que, datados por el método del

Carbono 14, indicaron edades de 2.170 ± 70 años antes del presente.

La tercera y última de las subunidades que constituyen la unidad Lanín 4 recibe el nombre de Basaltos Quillel hue. Estos basaltos, provenientes del sector central del volcán, aproximadamente desde la cota de 2.600 metros sobre el nivel del mar, formaron un campo de lavas cordadas que se encuentra sobre el flanco norte del volcán y se extiende hasta el lago Quillel hue. Al momento de derramarse, estos basaltos (aprox. 53% SiO_2) lo hicieron con mucha fluidez (del tipo pahoehoe) y en consecuencia el flujo principal se dividió en, al menos, tres lóbulos que posteriormente volvieron a superponerse uno con otro, hecho que puede observarse en la sección frontal de estas coladas. La edad mínima de esta subunidad se encuentra acotada por un depósito de flujo piroclástico asociado al volcán Quetrupillán y que yace por encima de los Basaltos Quillel hue, cuya edad es de 1.650 ± 70 años antes del presente.

CENTROS ADVENTICIOS O PARÁSITOS

Más allá de su propio cono, el volcán Lanín presenta en sus flancos otros centros eruptivos (ver Figura 6), denominados adventicios o parásitos, cuyas coladas y depósitos piroclásticos resultan composicionalmente indistinguibles de los productos emitidos desde el sector central del volcán principal, ya que las características químicas de las rocas que componen a los centros adventicios y al edificio principal, sugieren una estrecha relación (Lara, 2004). Entre estos centros se destacan: el Centro Eruptivo Fisural Huinfuca, el Centro Fisural Nordeste, los Conos Paimún y el Centro Oeste. El Centro Eruptivo Fisural Huinfuca está representado por una fisura de dirección nornoroeste que alcanza unos 300 metros de longitud. Desde ésta surgieron a la superficie basaltos cordados (aprox. 52% SiO_2) en los que se desarrollaron espaciosos túneles de lava, de al menos 4 kilómetros de extensión ladera abajo y de hasta 12 metros de altura. La fisura culmina hacia el norte en un cráter tipo «hornito» (pequeñas bocas en la superficie de las coladas producto de la desgacificación de la lava), pero sin edificación de cono piroclástico. Estos basaltos se yuxtaponen con los Basaltos Quillel hue, por lo tanto su edad estaría comprendida entre los 2.170 ± 70 y 1.650 ± 70 años antes del presente.

Otra fisura, de aproximadamente 100 metros de longitud, constituye el denominado Centro Fisural Nordeste, que se halla situado sobre el flanco norte del volcán Lanín. Desde ella se desarrollaron dos flujos de lava divergentes. Los productos emitidos corresponden a basaltos cordados (aprox. 52% SiO_2) y dacitas (aprox. 62% SiO_2). En la superficie de las coladas, la abundante presencia de bombas tipo «coliflor» y bancos métricos de depósitos piroclásticos de caída (que incluyen aglomerados de ‘salpicaduras’ semisoldados) indican la proximidad al área de emisión. Si bien la edad de este centro es desconocida, el buen estado de conservación que presentan las numerosas bombas coliflor y la yuxtaposición de las lavas con depósitos glaciares (morenas) modernos, sugieren algo menos de 600 años.

Por su parte, el centro denominado Conos Paimún se sitúa en el flanco sur del volcán Lanín. Está constituido por unos pequeños conos piroclásticos (100-150 metros de altura) con cráteres bien preservados y una colada de lava basáltica (aprox. 52% SiO_2), de unos 3,5 kilómetros, que se divide en dos lóbulos. No se conoce la edad de los conos, pero a juzgar por su morfología es posible que se remonten al Holoceno tardío.

En el flanco oeste del volcán Lanín se encuentra el llamado Centro Oeste. Está representado por tres pequeños cráteres tipo «hornito» que, alineados en dirección oestenoeste, se hallan junto a una fisura situada en el borde actual del anfiteatro glacial. Desde estos puntos emanaron coladas múltiples de basalto, cuyos sectores distales muestran una morfología superficial de túmulos. Dado que estas coladas son más antiguas que los depósitos de morenas adosados a su extremo norte, la edad relativa del Centro Oeste se puede suponer mayor a los 600 años.

CENTROS ERUPTIVOS MENORES

Además de los centros adventicios, vinculados genéticamente con el volcán Lanín, existen otros que, por sus características químicas, sugieren una evolución magmática diferente e independiente de éste, a pesar de su proximidad geográfica. Los conos El Arenal (Figura 5), situados al pie suroccidental del volcán Lanín, son dos conos piroclásticos postglaciares, de los cuales el de mayor tamaño posee en su base un diámetro de 1,5 kilómetros y dentro de su cráter

ter alberga otro de 350 metros de diámetro. El menor de los conos se sitúa algo más al norte del anterior y juntos definen un alineamiento de dirección nordeste que coincidiría con la prolongación de la Falla Reigolil-Pirihueico. Ambos produjeron extensas coladas basálticas (aprox. 52% SiO₂) que alcanzaron el lago Paimún. El mayor de los conos El Arenal ha sido clasificado como un cono piroclástico del tipo «*anillo de tobas*» o «*tuff ring*» (Corbella y Alonso, 1989) producto de erupciones explosivas hidromagmáticas, es decir aquellas en que el magma ha interactuado con agua meteórica en el momento de la erupción.

Otro «*anillo de tobas*» en el área, y que separa los lagos Epulafquen y Huechulafquen, es el denominado volcán La Angostura. Este constituye un cono piroclástico de unos 50 metros de altura con un cráter anidado de 500 metros de diámetro. El volcán La Angostura es de carácter monogenético, o dicho de otra forma, construido durante el transcurso de un solo evento eruptivo. Por su parte, y un poco más al sur, el volcán Achen Niyeu, a veces confundido con el cerro Huanquihué, es el que dio origen al conocido «Escorial de Epulafquen». Su cono tiene una altura de 500 metros y se lo ha clasificado como un «*cono de escorias*» producto de la acumulación de depósitos de caída. De él han surgido una serie de flujos de basalto que se extienden hasta 7,5 kilómetros del volcán y llegan al lago Epulafquen formando un delta de lava.

DEPÓSITOS SEDIMENTARIOS

En el área, además de los productos estrictamente volcánicos vinculados con la actividad del Lanín y los centros eruptivos adventicios y menores, cabe destacar ciertos depósitos sedimentarios relacionados directa o indirectamente a ellos. Algunos de estos han resultado de importancia para establecer la cronología de eventos acaecidos en la región, o bien permiten en la actualidad analizar los peligros geológicos que podrían desarrollarse en el área circundante al volcán.

Así, se hallan bancos gravoarenosos y de limo que, transportados y depositados por los ríos y los glaciares durante el intervalo pleistoceno-holoceno, se encuentran dispuestos como niveles de terrazas en el fondo de los valles principales. Estos depósitos corresponderían a lo que Turner (1973) denominó como Formación Collún-Co. A su vez, y generalmente localizados en la

desembocadura de las quebradas principales, se encuentran depósitos centimétricos a decimétricos constituidos por arenas y gravas, bien seleccionados, correspondientes a abanicos aluviales con pendientes cercanas a los 10 grados.

Los depósitos morénicos, dejados por los hielos más recientes, conforman acumulaciones caóticas, de tamaño diverso y de carácter gravo-arenoso en los que participan redondeados fragmentos rocosos de variado origen. Estos depósitos forman cordones, tanto laterales como frontales, y se disponen radialmente sobre los flancos del volcán Lanín aproximadamente a la cota 2.000 metros sobre el nivel del mar. Estas acumulaciones morénicas serían el resultado del avance experimentado por los glaciares de montaña durante el Holoceno (Clapperton, 1993). Sin embargo, su volumen es muy inferior al de los depósitos asociados a los pulsos glaciarios del Pleistoceno.

Por otro lado, dispuestos en canales labrados sobre los abanicos aluviales o creando un abanico inactivo mayor, se encuentran bancos decimétricos de arena y gravas formados a expensas de distintas litologías volcánicas. Estos son los denominados depósitos laháricos, de edad holocena, y su origen estaría asociado, principalmente, al accionar del agua que, producto de la fusión de nieve o las lluvias, moviliza ladera abajo y velozmente los fragmentos rocosos. A este flujo, constituido por agua y rocas, asociado a un volcán o a una erupción volcánica, se lo denomina «lahar».

Otros depósitos, también holocenos, se encuentran relacionados a los escombros de falda o conos de deyección al pie de las quebradas más amplias (depósitos coluviales) y a aquellos constituidos por arenas finas a gruesas que forman playas, principalmente en la ribera de sotavento, en los sectores sur y este del lago Tromen. En la superficie de estos depósitos, llamados de litoral lacustre, es posible observar marcas producto del oleaje e inundaciones de carácter estacional. Sobre las laderas de fuerte pendiente (superior a 20°) o al pie de quebradas estrechas se encuentran depósitos de remoción en masa, principalmente como escombros de talud.

ASCENSO AL VOLCÁN

Con sus 3.776 metros, el volcán Lanín constituye una atractiva meta para los andinistas



Fotografía 3. Ascenso al volcán Lanín por la ruta norte.

(Fotografía 3). Todos los años llegan a su cumbre cada vez más amantes del montañismo y del turismo aventura. Según la ruta elegida para su ascenso, coronar su cima es relativamente sencillo y el paisaje de la cordillera que se aprecia desde ella es más que imponente.

Uno de los primeros en llegar hasta su cumbre fue el geólogo y geógrafo alemán Rodolfo Hauthal, quién, además, se desempeñó como colaborador del Dr. Francisco P. Moreno y estuvo a cargo de la Sección Geología y Mineralogía del Museo de La Plata (Hünicken, 1970). En sus múltiples viajes por el interior de nuestro país, Hauthal ascendió varios volcanes, entre ellos el Peteroa y el Descabezado Grande, en la provincia de Mendoza. Alcanzó la cumbre del Lanín el 24 de mayo de 1896.

Es a partir de las primeras ascensiones y hasta nuestros días que la historia del Lanín registra un sinnúmero de sucesos, algunos de ellos

trágicos, anecdóticos y loables. En 1923, el maestro alemán Federico Eckert fue el primer aventurero que fallece en su intento de ascender al volcán. En 1939, Nelly Frey de Newmeyer se convierte en la primer mujer que llega a su cumbre. En 1999, la cima del Lanín es alcanzada por una expedición marplatense constituida por no videntes.

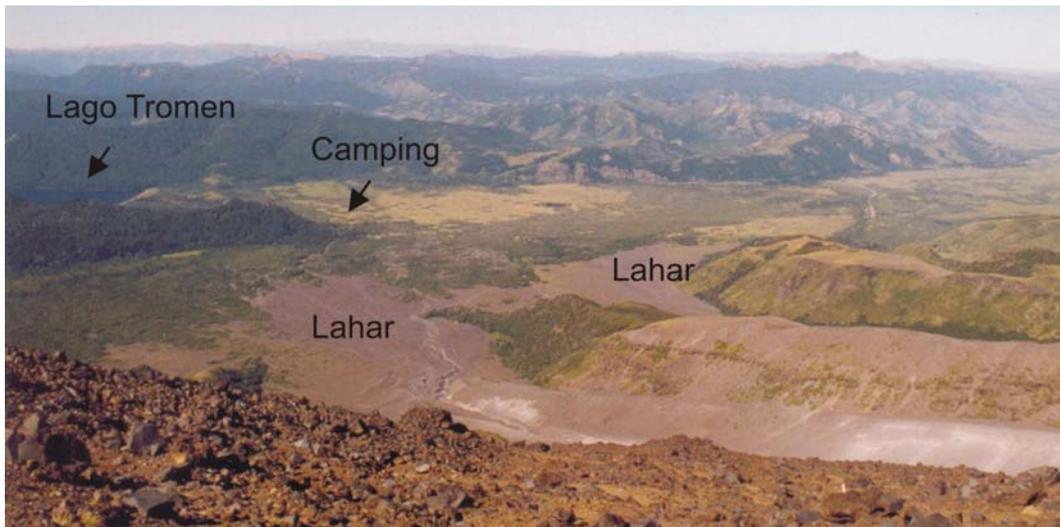
Lo cierto es que, al contemplar éste coloso andino, resulta irresistible la tentación de llegar hasta la propia cumbre. Las rutas de ascenso clásicas se desarrollan por la compleja y riesgosa cara sur (Seccional Guardaparque Puerto Canoa, Huechulafquen), sólo recomendada para andinistas experimentados, o por la ruta «normal» que, sobre la cara norte y este (Fotografía 4), resulta más transitable y presenta una menor dificultad técnica, aunque no por ello deja de ser una travesía ardua para la cual es imprescindible estar en muy buen estado físico.

Para acceder a la cumbre mediante la vía norte, la senda parte de las proximidades de la Seccional de Guardaparques Río Turbio (Tromen), donde se realiza el control del equipo obligatorio para ascender a la cumbre.

En general, si las condiciones meteorológicas son buenas, la excursión demanda unos dos días, aunque tanto los frecuentes y fuertes vientos, como así también las usuales tormentas inesperadas, pueden prolongarla. Durante la primer jornada, luego de transitar por un sendero que atraviesa un increíble bosque de lengas y plagado de flores de amancay, se cruza el arroyo Turbio en la base del volcán. Desde allí, la senda está marcada con estacas rojas y amarillas y continúa por la llamada «Espina de Pescado» has-



Fotografía 4. Ladera norte del volcán Lanín, tramos y refugios de la ruta normal. 1- Primera jornada de ascenso: Seccional Guardaparques Río Turbio hasta los refugios en la falda del volcán. 2 - Segunda jornada de ascenso: Refugio hasta cumbre del Lanín. A, B y C Refugios R.I.M. 26, B.I.M. 6 y CAJA, respectivamente.



Fotografía 5. Depósitos de lahares que desde las faldas del volcán descendieron hacia el lago Tromen. La ausencia de vegetación sobre la superficie de los depósitos señala su carácter reciente.

ta el desvío al sendero «*Camino de Mulas*» (Fotografía 4), única ruta habilitada. Esta primer jornada, en que se recorre el tramo que va desde la Seccional Río Turbio de Guardaparques (en la base) hasta los refugios en la falda del volcán, demanda aproximadamente entre 5 y 6 horas de caminata. El recorrido se desarrolla sobre un terreno rocoso constituido por afiladas piedras sueltas de morenas glaciares y los flujos de lava correspondientes a la unidad Lanín 3, estas últimas mucho más resistentes y cortantes. Durante esta trepada, y dirigiendo la vista hacia la base del volcán, se puede apreciar un interesante ejemplo de los depósitos dejados por un «flujo rápido» tipo «lahar» (ver «Peligros Geológicos» Figura 6 y Fotografía 5) que cubrió el área y ahogó la vegetación existente, hasta llegar a la costa del lago Tromen.

Luego de la intensa subida se arribará a alguno de los refugios ubicados en la cara norte del volcán (Fotografía 4) y donde es recomendable pernoctar. Entre los 2.300 y 2.400 metros se hallan el R.I.M. 26 (Fotografía 6), con capacidad para 15 personas y el B.I.M. 6, que puede albergar hasta 20 personas. Prosiguiendo la caminata, aproximadamente una hora más desde el R.I.M. 26, se alcanza el refugio del Club Andino Junín de los Andes (C.A.J.A.), situado a los 2.600 metros y con cabida para 10 personas. Ninguno de estos refugios posee servicio alguno.

La segunda jornada comprende el ascenso desde alguno de los refugios hasta la cumbre (Fotografía 4) y el posterior descenso a la seccional de guardaparques. Es recomendable iniciar la marcha temprano, no sólo para contar con las horas de luz suficiente que la jornada demanda, sino también para aprovechar que la

PARA TENER EN CUENTA

Es aconsejable realizar la ascensión acompañado por un guía nacional de montaña y habilitado por el Parque Nacional. El intento a la cumbre debe efectuarse sólo si las condiciones físicas y climáticas son buenas. En la mochila se colocará ropa de abrigo, pasamontañas, lentes para sol con filtro UV, una bolsa de dormir, una linterna y se llevarán también, para utilizar en el momento de transitar sobre los glaciares o neves, grampones y piolet o bastones. En verano, debido a las caídas de piedras, se recomienda el uso de casco. Los residuos producidos durante la ascensión deben guardarse en las bolsas numeradas que para tal fin se entregan en la seccional de guardaparques, y es obligatoria su devolución al retornar a ella. Se solicita, además, no dejar alimentos ni botellas en los refugios.



Fotografía 6. Refugio R.I.M. 26.



Fotografía 7. El hielo en la precumbre hace necesario el uso de grampones. Fotografía por Enrique Miranda.

nieve se encuentra más dura por la mañana. Además, al alba, las imágenes son deslumbrantes.

La dificultad del trayecto desde los refugios hasta la cumbre aumenta y las pendientes se tornan cada vez más empinadas. En la precumbre es posible encontrarse con nieve y hielo (Fotografía 7), siendo conveniente el uso de grampones para recorrer los últimos metros. Luego de aproximadamente 6 ó 7 horas de ascenso, se accede a la cumbre que se halla cubierta por un glaciar cuyas paredes tienen aproximadamente 80 metros de altura.

Desde la cumbre del Lanín, con buen tiempo, pueden observarse en forma panorámica los volcanes chilenos Villarrica, Quetrupillán, Llaima, Osorno y el limítrofe cerro Tronador; también los lagos Tromen, Quillén, Huechulafquen y Paimún. El descenso hasta la seccional lleva aproximadamente unas 6 ó 7 horas; puede realizarse en el día o, para hacerlo más tranquilamente, se puede pernoctar nuevamente en los refugios.

Otras alternativas

Si bien la cumbre del Lanín es la meta más ambicionada, existen otras numerosas alternativas de caminatas que, por senderos de diferentes grados de dificultad, permiten recorrer los alrededores del volcán, ya sea partiendo desde el Área Huechulafquen o desde el Área

Tromen. Uno de estos senderos une Puerto Canoas con el refugio Paimún, que se encuentra a unos 1.700 metros sobre la ladera sudoeste del volcán. Este refugio es muy precario, con capacidad para 4 personas y piso de tierra. El recorrido demanda unas 7 horas y constituye una alternativa exigente debido a la densa vegetación del bosque y la fuerte pendiente. En los alrededores del lago Tromen existen otros senderos que, dado su grado de dificultad, media o alta, se recomienda realizarlos acompañado de un guía autorizado.

Otras caminatas, con una duración de dos días, transcurren por el faldeo este del volcán Lanín, a unos 2.000 metros de altura, cruzando hacia el lago Huechulafquen para finalmente arribar a Puerto Canoas, sobre el extremo oeste del lago.

PELIGROS GEOLÓGICOS

Geológicamente el Lanín es uno de los volcanes más jóvenes de los Andes. A pesar de ello, actualmente no presenta manifestaciones visibles de actividad volcánica y tampoco hay documentación histórica que la registre. Sin embargo, parte del material emitido desde su sector central data de entre los 2.170 ± 70 y 1.650 ± 70 años antes del presente, y algunas de las manifestaciones eruptivas de los centros adventicios y menores serían posteriores al siglo XIV. Entre

estos últimos, y a unos 20 kilómetros al sureste del Lanín, se encuentran el cono Achen Niyeu, en el que un basalto fue datado en 200 ± 90 años antes del presente (Inbar y otros, 1995), y el volcán La Angostura ($39^{\circ} 47'$ de Latitud Sur y $71^{\circ} 33'$ Longitud Oeste), en el lago Epulafquen, cuya edad se estima en Reciente (Corbella y Alonso, 1989). Ambos testimonian la juventud del volcanismo en el área.

Teniendo en cuenta estos antecedentes, el Lanín debe considerarse como un volcán activo y, por lo tanto, potencialmente peligroso. Entre los principales riesgos se encontrarían aquellos relacionados con eventuales flujos laháricos, la dispersión de ceniza o el colapso parcial del edificio del volcán durante un evento eruptivo (Figura 6).

La espesa cobertura glaciaria en la cima del Lanín, junto a la abundante acumulación de nieve durante el invierno, son factores que pueden inducir a la generación de flujos rápidos tipo lahar que podrían descender por los cauces de los arroyos Lanín, Turbio y Correntoso, en el flanco norte, o El Saltillo, El Salto y Hueyeltue, en el flanco sureste. En el mapa geológico de la figura 4 se detallan algunos depósitos de lahar, entre ellos aquel que, cruzando la actual área de camping próxima al puesto de Gendarmería, llega hasta la costa del lago Tromen (Fotografía 5).

LAS «FUMAROLAS» DE 1999

Durante el verano particularmente cálido de 1999, varios informes periodísticos alertaron sobre unas posibles manifestaciones volcánicas en la zona alta del Lanín. Sin embargo, lo que desde la base parecían «fumarolas» resultaron ser rocas que, con muchísima frecuencia, se desprendían del casquete englazado y al rodar ladera abajo provocaban una polvareda.

Durante un evento eruptivo y de acuerdo con la tendencia dominante de los vientos de altura en los Andes, la dispersión de cenizas ocurriría con eje de dirección oeste-este, afectando principalmente el territorio argentino. Por otro lado, los flujos lávicos ocuparían los cauces de los principales ríos y arroyos, pero sin afectar significativamente al Parque Nacional. Los piroclastos dispersos según una trayectoria balística (bombas) se distribuirían radialmente al centro emisor y, para un volcán como el Lanín, serían peligrosos hasta un radio de por lo menos unos 5 kilómetros, mientras que para alguno de los conos adventicios basálticos el radio de influencia sería menor.

La inestabilidad del casquete glaciario y los grandes avances y retrocesos que a lo largo del siglo XX experimentaron los glaciares del flanco

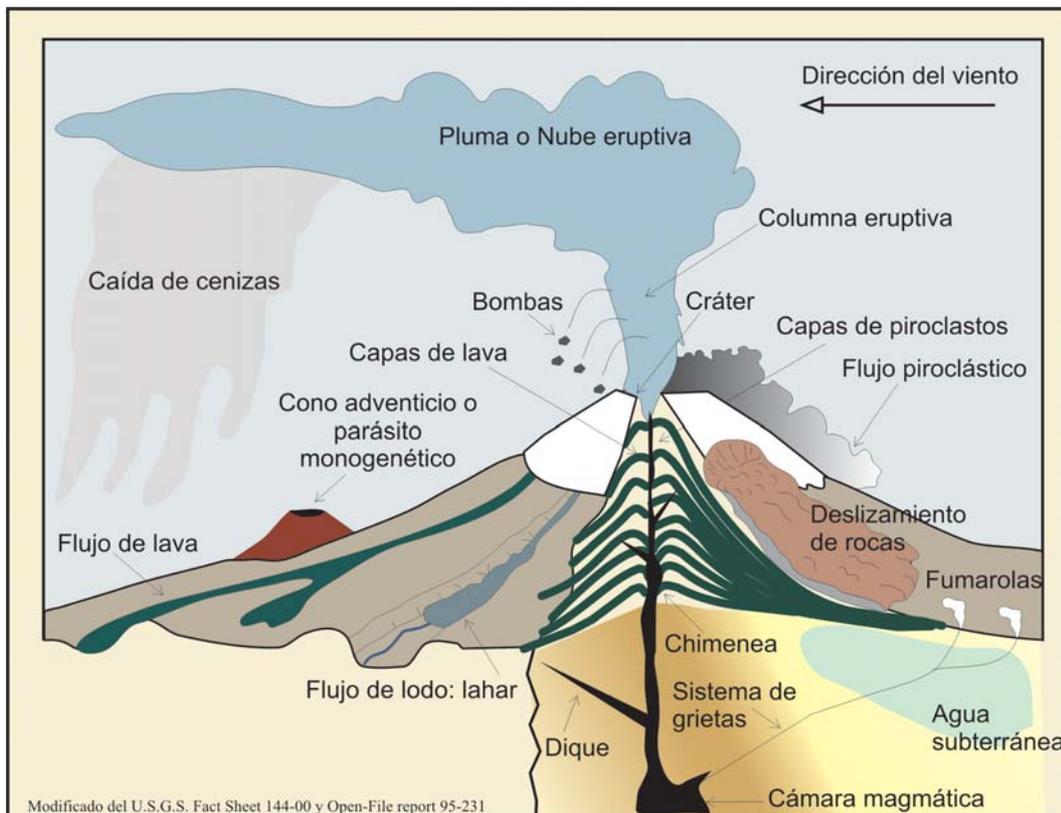


Figura 6. Corte esquemático de un estratovolcán. Peligros y riesgos asociados.

sur, son factores que inciden sobre el riesgo de aludes que afectarían, principalmente, a los valles de los arroyos El Saltillo y El Salto.

En síntesis, los sectores más expuestos a eventuales peligros volcánicos son: el Norte, atravesado por la ruta provincial 60 y cuya interrupción ante una erupción causaría un previsible efecto negativo en la industria turística de la provincia (Lara, 2003), y el Sur, en la ribera del lago Huechulafquen; ambas partes del Parque Nacional Lanín.

EL LANÍN, CUNA DE LEYENDAS

El volcán Lanín es una representación importante dentro de la simbología mapuche, especialmente entre las leyendas huilliches (Montes, 2000). Según éstas, el volcán era habitado por un poderoso Pillán, el espíritu de un valiente lonko (cacique) de nombre Lanín, que muerto en batalla contra los invasores del Arauco, se transformó en un agresivo aunque justo defensor de la naturaleza. Acuciados por la necesidad, y en procura de huemules, cuya carne y pieles utilizaban para alimentarse, vestirse y construir sus toldos (rukas), llegó a las cercanías del volcán una partida de guerreros de la tribu huilliche de Huanquimil. Forasteros en la región, y sin sospechar el peligro que significaba, ascendieron hasta muy alto por las laderas del volcán. El Pillán, enfurecido por la «invasión», desencadenó una gigantesca erupción, como nunca se había visto en la región. Ante esto, los hombres de la tribu consultaron a la machi (sacerdotisa y curandera mapuche) para procurar la calma del volcán. La machi, al igual que la furia del Pillán, fue terminante y dramática: «para calmar su ira es preciso sacrificar una virgen, apreciada y querida entrañablemente por toda la tribu». Sólo había una candidata, Huillefún, la hija menor del cacique. Ella debía ser arrojada viva al insondable lago de lava hirviente que burbujeaba en el fondo del cráter del volcán. Destrozado por la pena, el cacique tuvo que

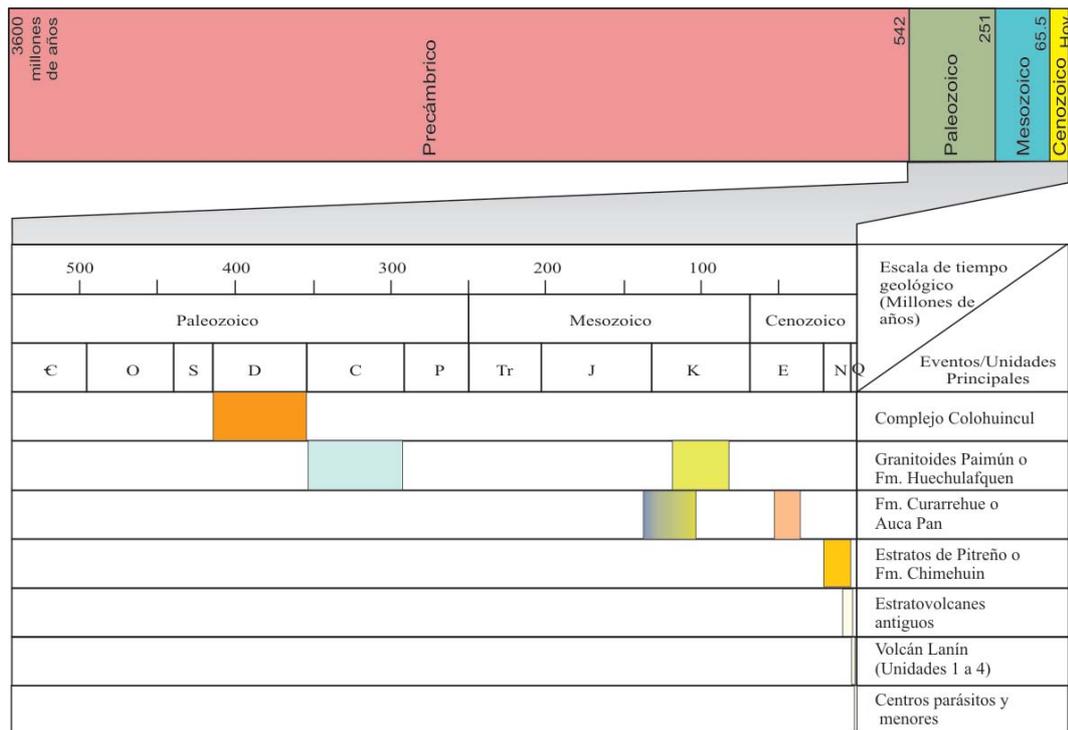
aceptar la terrible sentencia. El día del sacrificio, el valiente Talka, el más joven de los guerreros y secreto enamorado de Huillefún, acompañó a la muchacha hasta la cima del volcán. Una vez allí, un enorme cóndor tomó a la joven entre sus garras, se elevó y la arrojó a la incandescente masa ígnea que esperaba en el fondo del cráter. Repentinamente, densas nubes de humo y vapor oscurecieron el cielo y, a pesar de que el verano aún no había llegado a su fin, una copiosa nevada cubrió el cráter y el valle con un espeso manto blanco, de igual color al que había envuelto al cuerpo de Huillefún.

El sacrificio de la joven y la resignada desesperación de Talka apaciguaron para siempre las iras del Pillán Lanín, quien desde entonces reina sobre un paisaje calmo y dominado por la blancura del manto de Huillefún.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN

El Parque Nacional Lanín abarca una superficie de 412.000 hectáreas en el sudoeste de la provincia del Neuquén y debe su nombre al volcán Lanín. Fue creado el 11 de mayo de 1937 (Ley 13.895) con el objeto de preservar un sector representativo de los bosques andino-patagónicos que, en la Argentina, se concentran en un área reducida de la cordillera neuquina. En el Parque se aprecian especies vegetales como el raulí (*Nothofagus procera*), el roble pellín (*Nothofagus obliqua*) y el pehuén o araucaria (*Araucaria araucana*), una magnífica conífera cuyo tronco columnar puede alcanzar hasta 70 metros de altura y se encuentra coronado por una copa de forma aparasolada. Entre la variada fauna, el huemul, el pudú y el huillín constituyen especies en peligro de extinción. El Parque alberga 53 comunidades indígenas pertenecientes a la cultura Mapuche, englobadas en las reservas de Rucachoroi y Curruhuinca. La cría de ganado, el cultivo, el tejido y otras artesanías componen la economía que sustenta a estos pobladores.

UBICÁNDOSE EN EL TIEMPO



€: Cámbrico, O: Ordovícico, S: Silúrico, D: Devónico, C: Carbonífero, P: Pérmico, Tr: Triásico, J: Jurásico, K: Cretácico, E: Paleógeno, N: Neógeno y Q: Cuaternario

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Luis E. Lara del SERNAGEOMIN (Chile) por acercarme las últimas publicaciones y datos más relevantes del volcán Lanín. Al Dr. Francisco Nullo por la lectura crítica del manuscrito.

TRABAJOS CITADOS

Clapperton, C., 1993. Quaternary geology and geomorphology of South America. Elsevier Science Publishers. Amsterdam.

Corbella, H. y Alonso, S., 1989. Post-Glacial hydroclastic and pyroclastic deposits in the Lanín National Park. North-Patagonian Cordillera, Neuquén. Asociación Geológica Argentina, Revista 44 (1-4): 127-132.

Cucchi, R., Leanza, H., Repol, D., Escosteguy, L., González, R. y Danieli, J.C.. 2005. Hoja Geológica 3972-IV Junín de los Andes-Neuquén. 1:250.000. Boletín N° 357. Servicio Geológico Minero Argentino.

Dalla Salda, L., Cingolani, C. y Varela, R., 1991. El basamento pre-andino ígneo metamórfico de San Martín de los Andes, Neuquén. Asociación Geológica Argentina, Revista 46 (3-4): 223-234.

González Ferran, O., 1995. Volcanes de Chile. Instituto Geográfico Militar, Chile.

Hünicken, M., 1970. Labor científica del Dr. Rodolfo Hauthal. Su contribución al conocimiento geológico y geográfico de la Argentina. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba. Boletín 48 (4): 531-550.

Inbar, M., Risso, C. y Parica, C., 1995. The morphological development of a young lava flow in the South Western Andes-Neuquén, Argentina. Zeitschrift Geomorphologischer Natur Forschungen, Volumen 39 (4): 479-487.

Lara, L. E., 1997. Geología y geoquímica del volcán Lanín, Andes del Sur (39,5°S/71,5°W), Chile. Tesis de Magíster (Inédito). Universidad de Chile, 171 p. Santiago.

Lara, L. E., 2003. Volcanic risk of Lanín volcano, Southern Andes (39°S): loss of bypassing closed roads and restoration. In: Cities on Volcanoes, N° 3, Abstracts, Hawaii.

Lara, L. E., 2004. Geología del Volcán Lanín, Región de la Araucanía. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica, N° 88, 14 p., 1 mapa escala 1:50.000, Santiago.

Lara, L.E. y Moreno, H., 2004. Geología del área Liquiñe-Neltume. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica, N° 83, 1 mapa escala 1:50.000, Santiago.

Lara, L. E., Rodríguez, C., Moreno, H. y Pérez de Arce, C., 2001. Geocronología K-Ar y

- geoquímica del volcanismo plioceno superior-pleistoceno de los Andes del Sur (39°-42°S). *Revista Geológica de Chile*, Volumen 28 (1): 67-90.
- Lara, L. E., Naranjo, J. A. y Moreno, H., 2004. Lanín volcano (39.5°S), Southern Andes: Geology and morphostructural evolution. *Revista Geológica de Chile*, Volumen 31 (2): 241-257.
- Montes, N., 2000. Cuentos, mitos y leyendas Patagónicas, Selección y prólogo de Nahuel Montes, Ed. Continente. 125 p.
- Mazzoni, M. y Stura, S., 1993. Lavas y tefras recientes del volcán Escorial, provincia del Neuquén. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Mendoza. Actas IV: 282-291.
- Rabassa, J., Evenson, E., Clinch, J., Sclieder, G., Zeitler, P. y Stephens, G., 1990. Geología del Cuaternario del valle del río Malleo, Provincia del Neuquén. *Asociación Geológica Argentina, Revista* 45 (1-2): 55-68.
- Risso, C., 1977. El Escorial de Epulafquen. Trabajo Final de Licenciatura (Inédito). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.
- Turner, J. C. M., 1965. Estratigrafía de la comarca de Junín de los Andes (Provincia del Neuquén). *Boletín Academia Nacional de Ciencias*, 44: 5-51. Córdoba.
- Turner J. C. M., 1973. Descripción Geológica de la Hoja 37a;b, Junín de los Andes. Provincia del Neuquén. *Boletín N° 138*. Servicio Nacional Minero Geológico.
- Vincze, Y., 1998. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of Latest Pleistocene to Holocene lava and tephra: Implications for the last glaciation in the southern Andes. *Diplome des Sciences*, Université de Genève. 66 p.