

10 (466-27)  
p.1

# Geología de la Cordillera de los Andes de las provincias de Cautín, Valdivia, Osorno y Llanquihue

*Luis Aguirre Le-Bert y Beatriz Levi Dresner*

---

Instituto de Investigaciones Geológicas  
*Chile*

---

Boletín N.o 17

1964

MAPA GEOLOGICO DE CHILE

1960. Escala 1:1.000.000. Trastelado, E° 25,00; sin trastelar, E° 20,00.

CARTA GEOLOGICA DE CHILE

(Hojas cuadrangulares)

- Vol. I, Nº 1. Cuadrángulo Los Loros, Prov. de Atacama, Kenneth Segerstrom, 1959, 36 pp., 2 gráficos, 1 mapa a escala 1:50.000. E° 2,00.
- Vol. I, Nº 2. Cuadrángulo Cerrillos. Prov. de Atacama, Kenneth Segerstrom y R. L. Parker, 1959. 36 pp., 1 mapa a escala 1:50.000. E° 2,00.
- Vol. II, Nº 1. Cuadrángulo Quebrada Paipote. Prov. de Atacama. Kenneth Segerstrom, 1960. 35 pp., 1 gráfico, 1 mapa a escala 1:50.000. E° 2,00.
- Vol. II, Nº 2. Cuadrángulo Llampos. Prov. de Atacama. Kenneth Segerstrom, 1960, 41 pp., 2 gráficos, 1 mapa a escala 1:50.000. E° 2,00.
- Vol. II, Nº 3. Cuadrángulo Chamonate, Prov. de Atacama. Kenneth Segerstrom, Beatriz L. de Valenzuela y Sonia Mehech, 1960. 42 pp., 2 gráficos, 1 mapa a escala 1:50.000. E° 2,00.
- Vol. III, Nº 1. Cuadrángulo Copiapó. Prov. de Atacama. Kenneth Segerstrom y Carlos Ruiz F. 1962. 115 pp., 11 gráficos, 1 mapa a escala 1:50.000. E° 4,00.
- Vol. III, N.os 2, 3, 4 y 5. Cuadrángulos Pica, Alca, Matilla y Chacarilla. Prov. de Tarapacá. Carlos Galli Olivier y Robert J. Dingman, 1962. 125 pp., 11 Tablas, 12 figuras, 11 láminas y 4 mapas a escala 1:50.000. E° 6,00.
- Carta Nº 11. (Desde esta publicación los cuadrángulos tendrán una nueva numeración). Cuadrángulo Tular. Prov. de Antofagasta. Robert J. Dingman. 1963. 37 pp., 6 gráficos, 1 mapa a escala 1:50.000, 1 tabla. E° 3,00.
- Carta Nº 12. Cuadrángulo Pintadas. Prov. de Atacama. Kenneth Segerstrom, Herbert Thomas y R. I. Tilling. 1963. 52 pp., 1 mapa a escala 1:50.000. E° 3,00.
- Carta Nº 13. Cuadrángulo Chañarcillo. Prov. de Atacama. Kenneth Segerstrom y Aldo Moraga Brito, 1964. 50 pp., 1 gráfico, 2 Tablas y 1 mapa a escala 1:50.000. E° 3,00.

BOLETINES

- Nº 1. El Agua Subterránea de Santiago (Informe Preliminar). Robert J. Dingman y Lorenzo Barraza S., 1958. 13 pp., 2 tablas, 1 plano. E° 0,50.
- Nº 2. Geología de la Cordillera de la Costa entre el Valle de La Ligua y la Cuesta de Barriga. Herbert Thomas B., 1958. 86 pp., 1 cuadro, 2 mapas. E° 2,00.
- Nº 3. El Titoniano del Río Leñas (con una revisión del Titoniano y Necomiano de la parte chilena del Geosinclinal Andino). José Corvalán D., 1959. 65 pp., 8 grabados y 7 láminas. E° 1,65.
- Nº 4. Investigaciones gravimétricas en la región de Chillán. Cinna Lomnitz, 1959. 19 pp., 2 mapas, 2 gráficos. E° 0,65.
- Nº 5. El agua subterránea en el norte de la Pampa del Tamarugal. Octavio Castillo Urrutia, 1960. 107 pp., 3 cuadros, 14 gráficos. E° 2,50.
- Nº 6. Observaciones Geológicas en la Cordillera de la Costa de Tarapacá. Giovanni Cecioni y Floreal García, 1960. 28 pp., 2 gráficos. E° 2,00.
- Nº 7. Edades plomo-alfa y marco estratigráfico de granitos chilenos, con una discusión acerca de su relación con la orogénesis. Carlos Ruiz, Kenneth Segerstrom, Luis Aguirre, José Corvalán, H. J. Rose Jr. y T. W. Stern, 1960. 36 pp., un mapa. E° 1,00.
- Nº 8. Geología de la Cordillera de los Andes de Chile Central (provincias de Santiago, O'Higgins, Colchagua y Curicó). Carlos Klohn Giehm, 1960. 95 pp., 3 gráficos, 1 mapa. E° 3,00.
- Nº 9. Geología de los Andes de Chile Central (provincia de Aconcagua). Luis Aguirre Le Bert, 1960. 68 pp., 6 gráficos, 1 mapa. E° 2,50.
- Nº 10. Yacimientos de cobre tipo manto. Su distribución en fajas mineralizadas. Provincia de Aconcagua. Chile Central. William D. Carter, 1961. 30 pp., 6 gráficos. E° 1,50.

(Pasa a la penúltima página).

# Geología de la Cordillera de los Andes de las provincias de Cautín, Valdivia, Osorno y Llanquihue

*Luis Aguirre Le-Bert y Beatriz Levi Dresner*

---

Instituto de Investigaciones Geológicas

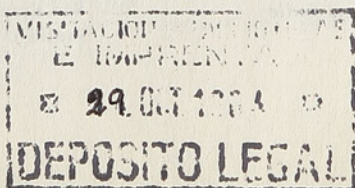
*Chile*



VARIOS 2P

---

Boletín N.º 17



1964

# Instituto de Investigaciones Geológicas

*creado por*

CORPORACIÓN DE FOMENTO DE LA PRODUCCIÓN

y

DEPARTAMENTO DEL COBRE

AGUSTINAS 785 - CASILLA 10465 - SANTIAGO DE CHILE

CARLOS RUIZ FULLER

DIRECTOR

---

© Instituto de Investigaciones Geológicas. 1964

Inscripción N° 24.521

BIBLIOTECA NACIONAL  
Sección Control

Prensas de  
Editorial Universitaria, S. A.

*Impreso en Chile*

San Francisco 454  
Santiago de Chile

*Printed in Chile*

# INDICE

---

RESUMEN . . . . .	5
INTRODUCCION . . . . .	8
Región estudiada y objeto del estudio . . . . .	8
Rasgos fisiográficos generales . . . . .	8
Clima y vegetación . . . . .	9
Estudios anteriores . . . . .	9
Trabajos más recientes . . . . .	9
Agradecimientos . . . . .	10
Trabajos de terrenos . . . . .	10
GEOLOGIA GENERAL . . . . .	11
Las formaciones de rocas sedimentarias volcánicas y metamórficas . . . . .	11
Paleozoico . . . . .	12
Formación Panguipulli . . . . .	12
Distribución y litología . . . . .	12
Edad y correlación . . . . .	14
Triásico . . . . .	15
Formación Tralcán . . . . .	15
Distribución y litología . . . . .	15
Edad y correlación . . . . .	16
Cretácico . . . . .	17
Formación Curarrehue . . . . .	17
Distribución y litología . . . . .	17
Edad y correlación . . . . .	19
Cenozoico . . . . .	20
Serie efusiva máfica . . . . .	20
Distribución y litología . . . . .	20
Espesor . . . . .	23
Edad y correlación . . . . .	23
Sedimentos cuaternarios . . . . .	24
Rocas graníticas . . . . .	24
Rocas graníticas de posible origen magmático y sus derivados . . . . .	25
Distribución y petrografía . . . . .	25
Origen . . . . .	28
Los fenómenos de migmatización, contaminación y granitización . . . . .	28
Edad . . . . .	30
Estructura . . . . .	30
Pliegues . . . . .	30
Fallas . . . . .	31
Discordancias . . . . .	31
Historia geológica . . . . .	32
Perspectivas mineras . . . . .	33
ABSTRACT . . . . .	35
REFERENCIAS . . . . .	37
ILUSTRACIONES . . . . .	
Figura 1. Mapa de ubicación . . . . .	7
2. Mapa geológico con sección A-A'-A" (fuera de texto) . . . . .	



GEOLÓGIA DE LA CORDILLERA DE LOS ANDES DE LAS PROVINCIAS DE  
CAUTÍN, VALDIVIA, OSORNO Y LLANQUIHUE

P O R

*Luis Aguirre Le-Bert y Beatriz Levi Dresner*

R E S U M E N

---

En el presente trabajo se describen las formaciones metamórficas, sedimentarias y volcánicas, las rocas intrusivas y los principales rasgos estructurales de la Cordillera de los Andes de las provincias de Cautín, Valdivia, Osorno y Llanquihue en su parte norte.

La secuencia estratigráfica comprende formaciones asignadas al Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico, cuyo desarrollo es el siguiente:

<i>Sedimentos cuaternarios</i> (continentales) Sedimentos fluvio-glaciales y glaciolacustres, lahares.	Cuaternario
<i>Serie efusiva máfica</i> (continental) Lavas, tobas y brechas andesíticas y/o basálticas y lahares.	Cuaternario y Terciario Superior
<i>Formación Curarrehue</i> (continental) Andesitas, tobas y brechas andesíticas y dacíticas, lutitas, areniscas y conglomerados.	Cretácico Superior (?)
<i>Formación Tralcán</i> (continental) Conglomerados y lutitas	Triásico
<i>Formación Panguipulli</i> (metamórfica; posible origen marino) Pizarras, filitas, conglomerados, areniscas y cuarcitas.	Paleozoico

En la región se evidencian dos discordancias. La primera separa las formaciones Panguipulli y Tralcán y se atribuye tentativamente a una orogénesis ocurrida en el Paleozoico Superior. La segunda se ubica entre la formación Curarrehue y la serie efusiva máfica, y habría ocurrido entre el Cretácico Superior y el Terciario.

Rocas graníticas de edad cretácica superior y en parte terciaria, intruyen las formaciones Panguipulli, Tralcán y Curarrehue. En la región estudiada, algunas rocas graníticas son de posible origen magmático y otras se habrían generado por migmatización, contaminación y granitización.

La estructura de las rocas estratificadas expuestas en la región, consiste principalmente en pliegues y fallas. Las rocas que corresponden a los diversos sistemas representados, tienen características estructurales que tienden a ser más complejas en las formaciones más antiguas. Los rumbos de los pliegues de la formación Panguipulli son generalmente N y NE y sus inclinaciones muy próximas a la vertical. Las formaciones mesozoicas Tralcán y Curarrehue tienen pliegues de rumbos predominantes NW a EW y sus inclinaciones son generalmente menores de  $45^\circ$ . La serie efusiva máfica se dispone en forma horizontal o con inclinaciones primarias, discordantemente sobre rocas graníticas o sobre las formaciones más antiguas.

Una falla de rumbo norte cruza la región estudiada en las proximidades de la longitud  $72^\circ\text{W}$ . Una falla de dirección  $\text{N}45^\circ\text{E}$  atraviesa los lagos Riñihue y Panguipulli.



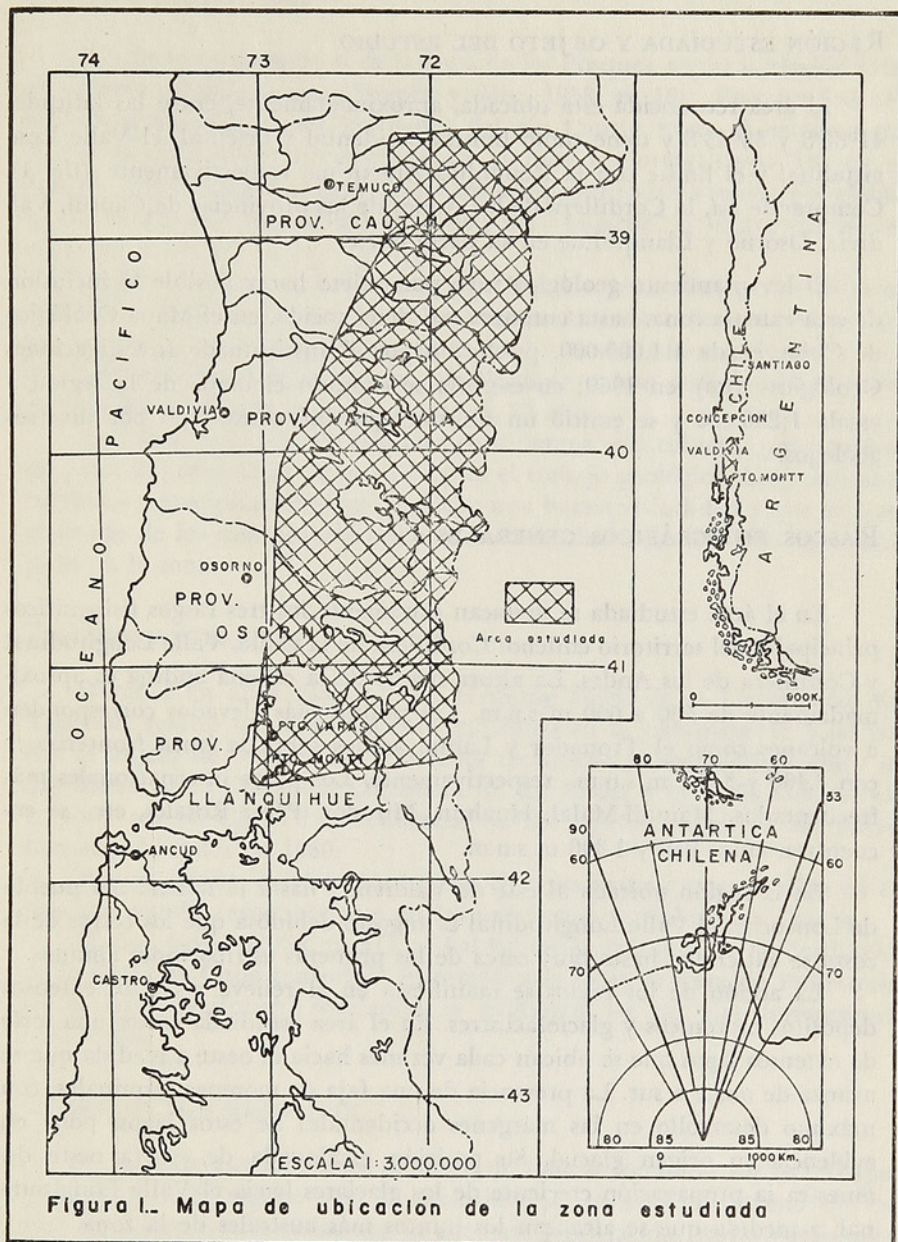


Figura I.. Mapa de ubicación de la zona estudiada

# INTRODUCCION

---

## REGIÓN ESTUDIADA Y OBJETO DEL ESTUDIO

El área reconocida está ubicada, aproximadamente, entre las latitudes  $41^{\circ}30'S$  y  $38^{\circ}45'S$  y tiene como límites occidental y oriental el Valle Longitudinal y el límite con la República Argentina, respectivamente (fig. 1). Comprende así, la Cordillera de los Andes de las provincias de Cautín, Valdivia, Osorno y Llanquihue en su parte norte.

El levantamiento geológico tuvo por objeto hacer posible la inclusión de esta extensa zona, hasta entonces casi desconocida, en el Mapa Geológico de Chile, escala 1:1.000.000, publicado por el Instituto de Investigaciones Geológicas (IIG) en 1960; en ese año se compiló el mapa de la región a escala 1:250.000 y se emitió un informe que fue consultado por diversos geólogos.

## RASGOS FISIAGRÁFICOS GENERALES

En el área estudiada se destacan claramente los tres rasgos fisiográficos principales del territorio chileno: Cordillera de la Costa, Valle Longitudinal y Cordillera de los Andes. La altura media de la cadena andina es aproximadamente de 500 a 600 m s.n.m. Los puntos más elevados corresponden a volcanes como el Tronador y Lanín, ambos sobre la línea fronteriza, y con 3.460 y 3.774 m s.n.m., respectivamente. Los pasos internacionales más frecuentados, Mamuil-Malal, Huahún, Mirador, Pérez Rosales, etc., se encuentran entre 950 y 1.300 m s.n.m.

En la región ubicada al este de Valdivia y hasta la latitud del pueblo de Loncoche, el Valle Longitudinal es angosto debido a que los cerros de la costa se extienden hasta muy cerca de las primeras estribaciones andinas.

La acción de los hielos se manifiesta en el relieve y en los extensos depósitos morénicos y glaciolacustres. En el área estudiada existe una serie de extensos lagos que se ubican cada vez más hacia el oeste a medida que se avanza de norte a sur. La presencia de una faja de morenas terminales, con máximo desarrollo en las márgenes occidentales de estos lagos, pone en evidencia su origen glacial. Su posición escalonada de este a oeste demuestra la propagación creciente de los glaciares hacia el Valle Longitudinal, a medida que se alcanzan los puntos más australes de la zona.

## CLIMA Y VEGETACIÓN

El clima corresponde al de la Zona de los Bosques, según la clasificación de Reiche y Steffen (en Almeyda y Sáez, 1958, p. 10). Esta unidad climática se extiende desde la cuenca del río Cautín hasta el extremo sur de la isla de Chiloé. La temperatura es muy uniforme, desde 12° en el norte a 10° en el sur. La presencia de los lagos contribuye a suavizar el clima; ocasionalmente se deja sentir la acción del "puelche" o viento cálido del este.

Según Almeyda y Sáez (*op. cit.*, p. 10), los promedios pluviométricos alcanzan a 1.500 mm por año en la parte central-norte de la provincia de Cautín y experimentan gran aumento en los Andes, alcanzando hasta más de 4.000 mm. En la región andina de Valdivia se han medido valores muy próximos a 5.000 mm como promedio de 25 años.

Una gran extensión de esta área cordillerana está cubierta por bosques, en parte impenetrables, lo que dificulta el trabajo geológico. Los continuos nublados y precipitaciones que impiden una buena visibilidad y que afectan el estado de los caminos son también factores desfavorables para una campaña en la zona.

## ESTUDIOS ANTERIORES

Durante los años 1956 y 1957, Henning Illies, de la Universidad de Kalsruhe, realizó un levantamiento geológico en la provincia de Valdivia con el objeto de conocer las relaciones tectónico-paleogeográficas entre la Cordillera de la Costa, La Cordillera de los Andes y el Valle Central en la parte sur de Chile. Los resultados de las investigaciones de ese autor fueron publicados en 1960.

Wetzel (1958) visitó varios lugares del área andina comprendida en el presente estudio, especialmente en las provincias de Valdivia y Cautín.

Muñoz Cristi (1960, p. 31) al hablar de la geología de la Cordillera de la Costa de Chile central da informaciones sobre la zona de Pullinque, en el lago Calafquen, señalando la existencia de posibles formaciones paleozoicas.

## TRABAJOS MÁS RECIENTES

En relación con los sismos de mayo de 1960 se iniciaron varios trabajos geológicos en la región. Con posterioridad al trabajo de terreno de los autores, y mientras se redactaba la presente publicación, varias comisiones de geólogos han contribuido con hallazgos de importancia, entre ellas las integradas por los señores H. Katz y H. Valenzuela, de la Empresa Nacional

del Petróleo (ENAP); S. Davis de la Escuela de Geología y J. Karzulovic del Instituto de Geología, quienes estudiaron los deslizamientos producidos en el valle del río San Pedro, confirmando, mediante el hallazgo de flora fósil, la edad triásica que se había asignado a las rocas sedimentarias del cerro Tralcán.

### AGRADECIMIENTOS

El estudiante de geología señor Eduardo Valenzuela, realizando una práctica de vacaciones, acompañó a los autores durante todo el estudio de terreno. El señor Carlos Klohn aportó datos referentes a la ensenada Cayutué. El señor Wolfgang Weischet, de la Universidad Austral de Valdivia, facilitó una copia de un informe inédito de Wetzel (1958). El señor Juan Kemp facilitó su barco particular para efectuar el levantamiento geológico en la ribera oriental del lago Rupanco. El señor Edgardo Palma, Jefe de la Central Hidroeléctrica de ENDESA en Pullinque, dio amplias facilidades para reparar, en los talleres de esa Empresa, el vehículo utilizado en el reconocimiento. Los señores J. Corvalán, W. D. Carter y A. Dávila, revisaron críticamente el manuscrito. Se agradece también al profesor Howel Williams de la Universidad de California, quien visitó la región en marzo de 1963, aportando valiosas ideas, especialmente referentes a las rocas volcánicas.

### TRABAJOS DE TERRENO

La duración de los estudios de terreno fue de dos meses, desde comienzos de enero hasta principios de marzo de 1960. El área abarcada por tierra fue de 12.000 km<sup>2</sup>, aproximadamente. Los caminos de acceso a la región cordillerana son escasos y por lo general deficientes, a excepción de algunos pasos internacionales tales como los de Mamuil-Malal y Pérez Rosales. Las regiones que circundan la mayoría de los grandes lagos debieron ser estudiadas mediante recorridos en barco tocando diversos puntos de las márgenes e internándose a pie a través del bosque cuando la vegetación lo permitía. Las regiones de la desembocadura del río Petrohué, de las azufreras del grupo volcánico Cauye-Puyehue, de la Sierra de Lilpela y de los Cerros de Reigolil, debieron ser estudiadas mediante recorridos a caballo. Las limitaciones de tiempo y recorrido expuestas, confieren al presente trabajo un carácter estrictamente preliminar.

Como base para el trabajo en el terreno se utilizaron las hojas a escala 1:250.000 de la Carta Preliminar del Instituto Geográfico Militar (IGM); el mapa que acompaña al presente trabajo es una reducción a escala 1:500.000.

Las determinaciones petrográficas son exclusivamente megascópicas, salvo tres excepciones en que se incluye la descripción microscópica.

La mayor parte del área estudiada corresponde a rocas graníticas de edad cretácica, y a lavas, piroclásticos y lahares provenientes de la intensa actividad volcánica que en forma continua se habría extendido desde el Terciario Superior hasta el presente (fig. 2). Las rocas graníticas tienen, en la mayor parte del área, características que indican un origen magmático. Sin embargo, existen extensas zonas especialmente en los alrededores del lago Riñihue y en la región de Peulla, donde se puede reconocer efectos de procesos de granitización.

Las rocas más antiguas expuestas en el área se asignan al Paleozoico. Las demás formaciones representan los sistemas Triásico, Cretácico, Terciario y Cuaternario.

Las relaciones estratigráficas y estructurales entre las formaciones, permiten suponer que las rocas triásicas yacen en discordancia sobre los estratos paleozoicos y que las rocas cenozoicas se disponen discordantemente sobre las rocas más antiguas.

## LAS FORMACIONES DE ROCAS SEDIMENTARIAS, VOLCÁNICAS Y METAMÓRFICAS

El espesor total de las rocas estratificadas es desconocido debido a la discontinuidad de sus afloramientos.

Los tipos litológicos presentes en el área estudiada corresponden a rocas metamórficas y rocas sedimentarias de probable origen marino de edad paleozoica (?), rocas sedimentarias de origen continental de edad triásica, rocas sedimentarias y volcánicas continentales asignadas al Cretácico, y rocas volcánicas y sedimentarias cenozoicas.

Los estratos de probable edad paleozoica se describen bajo el nuevo nombre de formación Panguipulli; estos consisten en filitas, esquistos micáceos de bajo grado de metamorfismo, cuarcitas, pizarras, conglomerados y areniscas. En zonas granitizadas, estas rocas pasan en transición a migmatitas; en algunos lugares la transformación a granito es completa.

Las rocas sedimentarias continentales, que se describen con el nombre de formación Tralcán, corresponden a conglomerados y lutitas con flora fósil de edad triásica.

Las rocas sedimentarias y volcánicas continentales, que constituyen la formación cretácica Curarrehue, corresponden a conglomerados, areniscas, lutitas, lavas andesíticas y dacíticas, y brechas y tobas de igual composición. En algunos lugares, los estratos sedimentarios presentan rasgos primarios tales como ripple-marks y groove-casts.

Las rocas volcánicas cenozoicas corresponden a lavas andesíticas y basálticas, brechas, tobas y cenizas de igual composición y lahares. Estas se describen provisoriamente con el nombre de serie efusiva máfica. Los sedimentos cuaternarios consisten principalmente en depósitos fluvio-glaciales, glaciolacustres y lahares.

## PALEOZOICO

### *Formación Panguipulli*

*Distribución y litología.*— Se designa con el nombre de formación Panguipulli a una secuencia de rocas sedimentarias y metamórficas de bajo grado que se extiende en forma discontinua desde la región inmediatamente al noroeste del lago Calafquén hasta la ribera sur del lago Ranco (fig. 2). Ella ha sido separada, en base a su litología, de la unidad que se expone más al oeste de la región estudiada, llamada por Muñoz Cristi (1960) basamento metamórfico. El contacto entre ambas unidades estaría posiblemente oculto bajo el relleno fluvio-glacial del Valle Longitudinal. El contacto de la formación Panguipulli con la unidad suprayacente, formación Tralcán, no aparece expuesto; pero por las características estructurales de ambas unidades se infiere que ellas están separadas por una discordancia angular.

Los afloramientos más típicos de la formación se encuentran en la ribera norte del lago Panguipulli, en una pequeña península ubicada al este del pueblo de Panguipulli. Allí la formación está representada por conglomerados y pizarras oscuras. Los primeros son predominantes y contienen abundantes rodados bien redondeados de cuarzo de color blanco lechoso de 3 a 4 cm de diámetro. En parte, estos conglomerados forman lentes delgadas en el conjunto de pizarras. En el extremo de la península se presentan areniscas arcóscas de grano medio y areniscas conglomerádicas, sin intercalaciones de pizarras. Al sureste del pueblo de Panguipulli existe una angosta península que se interna en el lago del mismo nombre, por aproximadamente 4,5 km; a la entrada de ésta y en su margen sur, en el lugar denominado Playa Chauquén, aflora un conjunto de pizarras filíticas y cuarcitas alternadas en unidades cuyo espesor medio es de 2 a 3 cm. En el extremo de la península, en su orilla norte, las pizarras alternan con conglomerado en el que predominan los clastos redondeados de cuarzo blanco. En la orilla sur de la Bahía del Peligro, al sur-suroeste de Playa Chauquén, la formación está representada exclusivamente por una alternación de pizarras y cuarcitas en capas de aproximadamente 20 cm de espesor. En parte las pizarras, conglomerados y areniscas conglomerádicas de esta formación han experimentado una fuerte acción granitizante originándose leucogra-

nitos gruesos que conservan muchas estructuras relictos de las rocas clásticas primitivas, como puede observarse al comienzo del angostamiento del lago Panguipulli.

De norte a sur en la región que se describe, los afloramientos de esta formación se presentan con las características que se señalan a continuación.

Entre los lagos Calafquén y Panguipulli en la localidad de Pullinque, en un corte de la carretera a 600 m al noreste del campamento de ENDESA, afloran pizarras y filitas gris oscuras finamente laminadas y de esquistosidad poco pronunciada. Los mejores afloramientos estudiados en el área de Pullinque se encuentran en el túnel N<sup>o</sup> 2 construido por ENDESA al noreste del campamento y que en febrero de 1960 estaba en vías de ser revestido. Este túnel, de 400 m de longitud, atraviesa una serie muy homogénea de cuarcitas y pizarras gris oscuras. Esta litología es similar a la descrita para la localidad tipo en el lago Panguipulli. En el embarcadero de Coihueco, ubicado en el extremo nororiental del lago Panguipulli, aflora una alternación de cuarcitas y pizarras filíticas gris oscuras, en estratos cuyo espesor medio es de 15 a 20 cm. Estas rocas representan con toda probabilidad la continuación hacia el sur de los afloramientos del túnel N<sup>o</sup> 2 de ENDESA.

En el camino que va desde Pullinque a la Administración del aserradero Releco, cerca de la localidad de Nalcahue, afloran arenisca gruesa y arenisca conglomerádica con abundantes granos de cuarzo. Estas rocas pasan en transición a otras que evidencian una pronunciada granitización.

Afloramientos más continuos de rocas pertenecientes a la formación que se describe, aparecen expuestos en la región entre el lago Riñihue y el lago Ranco y en el extremo oriental del lago Riñihue y del Panguipulli. Más al este de estas localidades, los efusivos del núcleo volcánico Mocho-Shoshuenco y las rocas graníticas del área de Pirehueico, interrumpen los afloramientos de esta unidad, la que reaparece en una reducida extensión en la zona del río Lipinza, muy próxima al límite con Argentina. Hacia el sur del lago Riñihue, estas rocas continúan por el aserradero de Trafún hacia Futrono en la orilla norte del lago Ranco alcanzando hasta el borde sur de éste. En el camino de Folilco a Trafún, pasada la variante a Loncopán, afloran filitas que al este de Trafún, tienen intercalaciones de areniscas de color verde-amarillento. Estas rocas representarían parte de la formación Panguipulli. En algunas localidades, como en la orilla sur del lago Riñihue, inmediatamente al este del estero Coñico, aparecen esquistos con numerosas venas de cuarzo y con abundante especularita en los planos de foliación. Las pizarras oscuras de la región de Trafún, alternando con capas de areniscas, se encuentran también cerca del extremo oriental del lago Panguipulli, en sus dos márgenes, y en el aserradero Quechumalal; estas rocas

contienen abundantes venas de cuarzo de color blanco. En el fundo Chanchán, en la ribera oriental de las nacientes del río Enco, aflora un conjunto de areniscas (?) grisáceas, cuarcitas (?) y conglomerados finos con matriz constituida por una arenisca (?) gris-marrón. Los afloramientos son discontinuos y no se pudo establecer la relación que estos estratos tienen con las pizarras y filitas de la formación Panguipulli que aparecen más al oeste. En el río Lipinza, cerca de la frontera con Argentina, se observan areniscas, filitas y esquistos grisáceos; una litología similar, está representada por las filitas gris oscuras y esquistos con pliegues retorcidos que llevan numerosas guías de cuarzo, que aparecen en Futrono, en la orilla norte del lago Ranco. Estas rocas representarían parte de la formación Panguipulli.

Hacia el sur, los últimos afloramientos de la formación Panguipulli se encuentran en la orilla sur del lago Ranco, donde esta unidad está representada por una alternación de filitas oscuras y cuarcitas en estratos con espesor medio de 30 cm, sobre la cual se dispone un conglomerado grueso.

Es probable que algunos afloramientos dispersos, más contiguos al Valle Longitudinal, y que han sido incluidos en la formación Panguipulli, representen estratos más antiguos. Estas rocas se caracterizan por presentar un metamorfismo más acentuado; corresponden a esquistos micáceos con pliegues ptagmatíticos y venas de cuarzo, especialmente en los planos de foliación. Afloramientos de este tipo se encuentran en el camino de Folilco a Trafún junto al puente sobre el río Quinchilca y en algunos cortes del camino que une Panguipulli y Villarrica.

La formación Panguipulli ha sido afectada en vastas áreas por un plutonismo granítico de supuesta edad cretácica. Ello ha dado como resultado la generación de importantes zonas de migmatización y una granitización intensa.

*Edad y correlación.*— No existen antecedentes faunísticos que permitan precisar una edad relativa para la formación Panguipulli. Sin embargo, Wetzel (1958) menciona afloramientos de “pizarras arcillosas, pizarras silicosas y conglomerados” en nunataks de la región entre los lagos Panguipulli y Calafquén, los que “han entregado hasta ahora solamente unos pocos signos de seres marinos, ante todo impresiones de algas”. “Estos hallazgos son probablemente los signos más antiguos de vida comprobados hasta ahora en Chile” (Wetzel, *op. cit.*).

El carácter litológico de la formación Panguipulli y su disposición discordante debajo de la formación Tralcán, de edad triásica, son evidencias que permitirían concluir que esta unidad es pre-mesozoica.

Las rocas de la formación Panguipulli presentan varias características litológicas y estructurales comunes con las descritas por Muñoz Cristi (1942) para la región de Coquimbo. Estas analogías son particularmente notables



con respecto a las unidades que ese autor denomina Estratos de Los Vilos, Estratos de Arrayán y Estratos de Totoral y que representan con mucha probabilidad el lapso comprendido entre el Devónico (Cecioni, 1962) y el Permo-Carbonífero.

El conjunto de pizarras, filitas y cuarcitas, tan característico para la mayor parte de los afloramientos de la región estudiada, tiene mucha similitud con la formación continental paleozoica El Toco en su lugar típico, ubicado alrededor de 50 km al este del puerto de Tocopilla. Wetzel (1927) recolectó allí plantas fósiles correspondientes al Permo-Carbonífero.

En consecuencia, la formación Panguipulli podría asignarse en forma tentativa a parte del lapso Paleozoico Inferior-Pérmico.

Illies (1960, p. 40-42) describe las capas de la formación Panguipulli bajo la denominación de Estratos de Trafún y les asigna una edad triásica. Esta edad estaría basada, según ese autor, en tres hechos: 1) los estratos de Trafún no parecerían haber sido afectados por un plegamiento pre-andino; 2) estarían recubiertos discordantemente por el conglomerado de Tralcán que él considera de edad jurásica superior, y 3) presentarían características petrográficas afines con rocas triásicas de regiones tales como Nahuel-Huapi en Argentina y Nielol-Huimpil y Gomero en Chile. Estos argumentos pierden validez por las siguientes razones: 1) los estratos de la formación Panguipulli (Estratos de Trafún) tienen rumbos predominantes N y NE y están además plegados en forma compleja, características que según el propio Illies (1960, p.68-69) son esenciales para el plegamiento pre-andino que él atribuye a la orogénesis hercínica; 2) la edad del conglomerado de Tralcán y de sus areniscas intercaladas es triásica, como lo atestigua la flora fósil encontrada por Karzulovic (Davis y Karzulovic, 1961, p. 65); 3) las afinidades petrográficas de las rocas de Trafún con las rocas triásicas en Chile y Argentina es sólo parcial puesto que la mayor parte de las capas de la formación Panguipulli (Estratos de Trafún) está constituida por cuarcitas, pizarras y filitas con metamorfismo acentuado; sólo una parte subordinada corresponde a sedimentos clásticos finos aparentemente no metamórficos como los que caracterizan el Triásico chileno.

## TRIÁSICO

### *Formación Tralcán*

*Distribución y litología.*— Se designa con el nombre de formación Tralcán a una secuencia de rocas sedimentarias continentales de color rojo, expuesta en el cerro Tralcán en el extremo suroeste del lago Riñihue (fig. 2); ésta es la única localidad donde la unidad aparece representada en el área estudiada.

Esta formación está dispuesta discordantemente sobre los estratos de la

formación Panguipulli que afloran en las orillas del lago Riñihue. El contacto mismo entre ambas unidades está cubierto por el relleno fluvio-glacial cuaternario. Sin embargo, las notables diferencias estructurales entre las dos formaciones son evidencias suficientes para inferir la existencia de un contacto discordante. El techo de la formación Tralcán no aparece expuesto.

La formación Tralcán está representada en su mayor parte por conglomerados gruesos de color gris-rojizo con matriz de arenisca media de igual color, que llevan intercalaciones de lutitas rojas. Los clastos, predominantemente cuarzo y rocas con aspecto de cuarcita, son bien redondeados.

A lo largo de la totalidad del túnel N° 1 de ENDESA en Pullinque, aflora un conglomerado brechoso cuya presencia ha sido establecida sólo en esta localidad. Aunque sus características litológicas son muy diferentes de las de la secuencia del cerro Tralcán, sus rasgos estructurales, observados en el túnel N° 1, son más afines a los de los estratos de la formación Tralcán que a los de la formación Panguipulli. En el presente trabajo los autores han optado por incluir provisoriamente estos conglomerados brechosos en la formación Tralcán, sin descartar la posibilidad de que correspondan a las capas más altas de la formación Panguipulli. La matriz del conglomerado brechoso es una arenisca de mala selección constituida principalmente por granos de cuarzo y, en menor cantidad, por fragmentos de feldespatos y rocas. Esta arenisca presenta a su vez una matriz sericitica, en parte limonitizada y con pequeñas zonas de hematita y magnetita. Los granos corresponden, en su gran mayoría, a cuarzo subangular a angular con extinción ondulosa y tamaño medio de 1mm, en parte hasta 3 ó 4 mm. Existen además, en proporción mucho menor, fragmentos de rocas metamórficas de aspecto filítico. Los clastos mayores del conglomerado brechoso del túnel N° 1 son subangulares a subredondeados y alcanzan un tamaño medio de 5 a 10 cm, aunque algunos llegan hasta 80 cm. Entre estos rodados predomina una pizarra semejante a la descrita para los afloramientos de la formación Panguipulli que aparece en superficie, observándose además la presencia de granito y granito porfírico. Este conglomerado brechoso tiene características similares a los de un cenuglomerado o de una tilita.

*Edad y correlación.*— Litológicamente esta formación tiene muchas analogías con unidades conocidas en otras regiones del país, que son de edad triásica, como por ejemplo, con la formación La Ligua (Thomas, 1958, p. 19-28). En base a estos antecedentes los autores atribuyeron esta unidad al Triásico (Mapa Geológico de Chile, IIG, 1960). Posteriormente, Davis y Karzulovic (1961, p. 65) mencionaron la presencia de plantas fósiles en las lutitas de la formación Tralcán. Según estos autores (*op. cit.*, p. 65), las plantas fueron identificadas por Tavera\* como pertenecientes a una especie afín a *Cla-*

\*Paleontólogo del Instituto de Geología de la Universidad de Chile.

*dophlebistenia oishi*, del Triásico Superior (Rético) del Japón. Estas evidencias confirman, entonces, la edad triásica que se había inferido para la formación Tralcán.

## CRETÁCICO

### *Formación Curarrehue*

*Distribución y litología.*— Se designa con el nombre de formación Curarrehue a un conjunto de rocas volcánicas y sedimentarias continentales que afloran en forma discontinua desde la latitud de las lagunas Gualletué e Icalma por el norte, hasta las márgenes orientales del lago Ranco por el sur (fig. 2).

En el área estudiada, esta formación aparece como roof-pendant en las rocas graníticas y está en parte cubierta por rocas volcánicas más modernas. Debido a esto, no se conocen sus relaciones estratigráficas ni su espesor.

La exposición típica de esta unidad está en los alrededores del pueblo de Curarrehue, a orillas del camino internacional que atraviesa el paso de Mamuil-Malal, aproximadamente a 34 km al este de Pucón. Hacia el sureste estos afloramientos se extienden por aproximadamente 10 km, hasta ser interrumpidos por intrusiones graníticas. En esta área de afloramiento la unidad está constituida principalmente por:

- a) Andesita (?) porfírica con masa fundamental afanítica gris-verde clara y escasos fenocristales de plagioclasa hasta de 2 mm.
- b) Toba brechosa verde-amarillenta, que contiene fragmentos de rocas afaníticas de colores claros y de tamaño medio de 3 a 4 cm.
- c) Andesita porfírica con masa fundamental afanítica, de color gris medio, y fenocristales de plagioclasa epidotizada hasta de 5 mm.
- d) Toba brechosa dacítica (?) blanca con escasos cristales de plagioclasa y cuarzo.
- e) Brecha y toba verde clara, que pasa, en transición, a rocas de aspecto granitizado.

De norte a sur, en la región que se describe, los afloramientos más importantes de esta formación se presentan con las características que se señalan a continuación:

Al oeste de la laguna Gualletué, aproximadamente a 7 km de su borde occidental, la formación está representada por brechas grisclaras y andesitas grisverdosas afaníticas. Estas rocas están intruidas por rocas graníticas y, hacia el oeste, aparecen cubiertas por piroclásticos recientes que constituyen el relleno del valle.

En la orilla sur de la laguna Icalma, en un corte del camino a pocos

cientos de metros al noreste de la Aduana, un roof-pendant de esta formación está constituido por una roca de contacto, oscura y compacta, con manchas que podrían representar los clastos de una brecha primitiva alterada por metamorfismo.

En la orilla norte del lago Colico, junto al camino, se presentan varios afloramientos de estas rocas. Aproximadamente a media distancia entre ambos extremos del lago aparecen, en los cortes de la carretera, tobas y brechas gris-verdosas; estas últimas contienen clastos de rocas graníticas. Estas capas desaparecen debajo de las rocas piroclásticas y lavas cenozoicas. Aproximadamente a 3 km al este del lugar anterior, aparece un conjunto de lutitas, brechas y areniscas, en ese orden estratigráfico ascendente. La lutita es de color gris medio; la brecha es media a gruesa y contiene fragmentos hasta de 20 cm, que en su mayoría corresponden a andesita porfírica. La arenisca es gris, de grano medio y contiene restos pequeños de vegetales carbonizados. Un rasgo característico de esta arenisca es la presencia de estructuras sedimentarias primarias tales como ripple marks y groove casts. Hacia el extremo oriental del lago, cerca de Puerto Trafanpulli, este conjunto se encuentra alterado a rocas córneas por efecto de los intrusivos graníticos de la zona del lago Caburgia. Esta aureola desaparece más al este donde aflora una granodiorita gruesa que contiene abundantes enclaves de rocas oscuras.

Otro afloramiento de rocas pertenecientes a esta misma formación se presenta en el camino que une Pucón con el caserío cordillerano de Reigolil, situado aproximadamente a 50 km en línea recta al este-noreste de aquel balneario. Aquí, a unos 8 km al este del poblado de Pichare, en los alrededores de una pequeña laguna conocida localmente como "laguna chica", aparece expuesta una toba brechosa con matriz rosada que encierra fragmentos de rocas afánicas gris oscuras y abundantes granos de cuarzo. Estos estratos están atravesados por un cuerpo de pegmatita gruesa de considerable extensión, el que ha provocado una granitización incipiente de los piroclásticos.

En los nacimientos del río Liecura, afluente del río Pucón o Minetué, hay afloramientos esporádicos de lavas y brechas. Las primeras corresponden a andesita porfírica gris-verdosa y rojiza, con fenocristales de plagioclasa epidotizada y abundantes poros en la masa fundamental. Las brechas tienen matriz tobífera de color gris-verdoso y contienen clastos de rocas afánicas oscuras cuyo tamaño varía entre 2 y 3 cm. Estas rocas representarían también parte de la formación Curarrehue.

Desde el lago Quilleihue hacia el este y hacia el sur, aparece expuesta parte de la formación Curarrehue constituida principalmente por toba brechosa y conglomerado grueso. La toba posee una matriz verde-grisácea y

encierra fragmentos angulares de rocas afaníticas de color gris-verdoso, gris-verdoso-azulejo y púrpura-rojo-grisáceo, con tamaño medio de 1 cm. El conglomerado tiene una matriz de arenisca gris-verdosa media, de mala selección; sus rodados alcanzan tamaños hasta de 30 cm y corresponden principalmente a andesita afanítica gris-azuleja, rocas afaníticas de color gris a gris-amarillento claro y escasos clastos de granito. Los contornos de los clastos son poco homogéneos, observándose ejemplares con gran redondeamiento junto a otros subangulares y angulares.

En algunos lugares, como por ejemplo en la orilla sur del lago Quilleihue, la secuencia incluye rocas epidotizadas y rocas córneas gris oscuras debido a la cercanía del contacto con el granito que intruye la formación Curarrehue.

Los afloramientos más australes de la formación reconocidos hasta el presente, aparecen en forma de un delgado roof-*pendant* en las rocas graníticas que se extienden por cerca de 30 km en dirección noreste a partir del seno de Llifén, en la orilla oriental del lago Ranco. Dos pequeñas áreas ocupadas por estas mismas rocas han sido reconocidas más al este. La primera se encuentra junto al camino que une Llifén con el fundo Arquilhue, en la intersección con la carretera que sigue el río Pillanleufu hacia el lago Maihue. La segunda se ubica inmediatamente al noreste de la unión de los ríos Chihuío y Folil, al norte del lago Maihue. Los afloramientos en estas áreas están constituidos por brecha fina a media, de color gris-verdoso. Estos estratos están intruidos por rocas graníticas; en la zona de contacto la brecha tiene un aspecto córneo y los bordes de sus clastos son difusos. Desde Punta Calcurrepe al río Caunahue, borde este del lago Ranco, existe una buena sección de estas brechas, las que se presentan cada vez más alteradas a medida que se avanza hacia el contacto con las rocas intrusivas. En la diorita que constituye el cerro Llifén, en la orilla sur del río Calcurrepe, puede observarse estratificación relict (*relict bedding*).

En las nacientes del río Folil, zona contigua al paso de Lilpela, aproximadamente 7 km al este de los afloramientos del área de confluencia de los ríos Chihuío y Folil, en un derrumbe, se encontraron abundantes rodados de andesita porfírica con masa fundamental afanítica, porosa y fenocristales de plagioclasa blanca. Estas rocas provendrían de una zona de roof-*pendant* de la formación Curarrehue, cercana a la frontera.

*Edad y correlación.*— No se han encontrado fósiles que permitan asignar una edad relativa a esta formación. La discontinuidad de sus afloramientos, por otra parte, impide establecer las relaciones estratigráficas con las unidades infra y suprayacentes.

La existencia de fenómenos de alteración en los contactos con intrusivos graníticos, permite afirmar que estos estratos se depositaron con anteriori-

dad al emplazamiento de aquellos. La edad máxima de las intrusiones que atraviesan esta unidad es de  $98 \pm 10$  m.a., la que ha sido obtenida para una muestra recolectada al este de Melipeuco (p. 29). En consecuencia, la formación Curarrehue sería más antigua que esta edad.

Las rocas que componen esta unidad, en especial los efusivos, presentan gran semejanza litológica con los estratos de algunas formaciones del Cretácico Superior de Chile central. Se establecen a continuación las correlaciones litológicas más notables:

El conglomerado de Mamuil-Malal, con las características litológicas descritas y su considerable espesor, podría correlacionarse con los estratos de igual naturaleza presentes en/o próximos a la base de las formaciones Las Chilcas (Thomas, 1958), Coya Machalí (Klohn, 1960 a), Abanico (Aguirre, 1960), Viñita (Aguirre y Egert, en preparación) y Cerrillos (Segers-trom, 1959 a y b), de las provincias de Santiago, Aconcagua, Coquimbo y Atacama, respectivamente.

Las tobas brechosas de la orilla oriental del lago Quilleihue presentan gran analogía con capas de igual naturaleza que afloran en diferentes puntos de la cordillera andina al este de Santiago donde han sido asignadas a la formación Abanico.

Las tobas brechosas que se presentan al este de Pichare tienen características muy semejantes a las de algunos estratos de la formación Farellones de Chile central (Klohn, 1960 a y Aguirre, 1960). Se diferencian ligeramente de éstos, debido a que contienen cristales de cuarzo regularmente abundantes. Tobas de igual naturaleza afloran en la región andina entre los ríos Laja y Diguillín.

Estas correlaciones litológicas permitirían asignar a la formación Curarrehue la misma edad de las formaciones mencionadas Abanico y Farellones de Chile central, las que han sido tentativamente atribuidas al Cretácico Superior.

## CENOZOICO

### *Serie efusiva máfica*

*Distribución y litología*— Se designa con el nombre de serie efusiva máfica a un conjunto de lavas y piroclásticos andesíticos y/o basálticos, y lahares que cubren gran parte de la región estudiada. Esta serie se encuentra interrumpida sólo en ciertas áreas en las que afloran rocas graníticas, las formaciones Panguipulli y Curarrehue, y el relleno del Valle Longitudinal. La serie efusiva máfica sobreyace discordantemente a las rocas graníticas y a las formaciones mesozoicas y paleozoicas; en algunos lugares los sedimentos cuaternarios se superponen a la serie efusiva máfica, pero en otros se intercalan en ella.

En las áreas ocupadas por la serie que se describe, se pueden distinguir dos unidades cuya litología es similar y consiste en lavas y piroclásticos andesíticos y/o basálticos, y lahares. Estas dos unidades se diferencian únicamente en su relación con la morfología actual\*. La unidad más antigua forma cadenas altas y continuas en forma de terrazas y está constituida por capas horizontales, disectadas por profundos valles en U. La unidad más joven corresponde a los conos volcánicos activos o apagados y a sus productos. Estos conos volcánicos se disponen constituyendo una línea de dirección general norte, la que ha sido definida por Klohn (1955 y 1960 b) como una faja de dislocación tectónica. En la región estudiada, esta línea se extiende desde Cayutué por el sur hasta el volcán Llaima por el norte, pasando por los volcanes Puntiaugudo, Casablanca, Cauye, Puyehue, Carrán, Mocho-Shoshuenco y Villarrica, entre los de mayor importancia. En algunas áreas, los afloramientos de rocas volcánicas pueden seguirse más al oeste, a lo largo del curso de los ríos, los que han servido como cauce natural para el avance de las lavas.

Un estudio comparativo de las efusiones correspondientes a los diferentes centros volcánicos, está más allá del alcance del presente trabajo de reconocimiento. Se insiste, sin embargo, en la necesidad de una investigación de esta naturaleza en un futuro próximo.

Se describen a continuación algunos tipos litológicos que se presentan en la serie efusiva máfica. Las lavas basálticas y andesíticas de color gris oscuro que constituyen coladas continuas con disyunción columnar, tienen amplia repartición. Afloramientos típicos en que se observan estas estructuras son aquellos de las áreas vecinas a los ríos Iculpe y Pichi-Iculpe, en la ribera sur del lago Ranco; en la cadena de cerros que con paredes verticales cae hacia la ribera nororiental del lago Rupanco y en las colinas alrededor de Linconcura ubicadas en la orilla sur del pequeño lago Pullinahue (unido al Calafquén). En un corte del camino entre Ensenada y Puerto Klocker, a unos 5 km al norte del lugar denominado Punta Lavas, existen columnas en abanico. Un rasgo semejante se observa en el camino que va de las termas de Puyehue a la frontera con Argentina. Cerca de la desembocadura del río Petrohue, al norte del poblado de Ralún y desde el río, se observa un desarrollo de columnas de grandes dimensiones en una colada andesítica. Allí estas columnas tienen una altura cercana a 15 m a contar desde la superficie del agua hasta su contacto con la colada superpuesta; su diámetro basal es de aproximadamente 1 m. El lugar que se describe es conocido como La Vigería.

\*Debido al carácter preliminar de este informe, estas unidades no se han representado separadamente en el mapa.

Las lavas de bloques tienen también gran distribución. En el río Triful-Triful, al norte del poblado de Peuco y aproximadamente 37 km en línea recta al este-noreste del pueblo de Cunco, las lavas del volcán Llaima derramadas durante la erupción de enero de 1957, muestran un marcado aspecto brechoso. Rasgos texturales semejantes fueron observados en lavas correspondientes a las efusiones más recientes de los volcanes Villarrica y Osorno.

Lavas cordadas típicas, que corresponden a basaltos provenientes del volcán Lanín, se presentan en la ribera oriental del lago Quilleihue, en el paso Mamuil-Malal. Existen lavas brechosas en la ladera meridional del volcán Villarrica en las cercanías del pueblo de Coñaripe.

Las lavas de la serie efusiva máfica presentan textura porfírica y afanítica, tanto los tipos andesíticos como los basálticos. Las de textura porfírica tienen una masa fundamental afanítica de color gris medio a gris oscuro, generalmente porosa; los fenocristales son escasos y consisten en plagioclasa blanca y/o brillante; algunos basaltos contienen, además, pequeños cristales de olivina.

El material piroclástico de la serie efusiva máfica consiste en brechas y tobas litificadas o semilitificadas, y en bombas, lapilli y cenizas no litificadas, provenientes de actividad volcánica reciente. Estas últimas representan espesores considerables y tienen una gran distribución.

En varias localidades existen brechas y tobas con buen grado de litificación. Entre Futacullín y Termas de Puyehue, en la ribera sur del lago Puyehue, afloran brechas gris oscuras con matriz tobífera y con abundantes fragmentos angulares que corresponden a lavas con gran contenido de material vítreo. En un cráter inactivo ubicado al oeste del volcán Casablanca y junto al camino que conduce de Puyehue a las canchas de ski de Antillanca, se observa, en las paredes inclinadas del cráter y en la parte media de éste, una sucesión de estratos de piroclásticos semilitificados. Estas capas corresponden a brecha media a gruesa con matriz tobífera roja, que encierra clastos de lavas de igual color y a toba rojiza semejante a la que constituye la matriz de la brecha. Estratos de características similares fueron observados en un corte del camino que va desde Puyehue a la frontera, aproximadamente a 21 km al este del cruce Puyehue-Antillanca. En el faldeo occidental de la Cordillera Nevada, entre los lagos Puyehue y Rancho, algunos kilómetros al este del poblado de Matacaña, afloran capas de toba brechosa y brecha gris-negruzca que contiene clastos andesíticos y basálticos. En la pequeña península ubicada inmediatamente al oeste de Pucón, y en el camino que recorre parte de la ribera noroccidental del lago Villarrica, se presentan estratos de tobas brechosas bien litificadas que contienen clastos de lavas andesíticas porosas y de basaltos con poros rellenos por ceolita. En el segundo de estos lugares las tobas brechosas alternan con capas de tufitas



y lutitas verdosas con manchas de limonita. El alto grado de litificación de los piroclásticos descritos para los dos afloramientos últimos, podría significar su pertenencia a formaciones más antiguas; sin embargo, las características petrográficas de sus clastos inducen a atribuirlos a la serie efusiva máfica.

Bombas, lapilli, cenizas y lahares productos de actividad volcánica reciente, cubren grandes extensiones de la región estudiada. Un ejemplo típico de la magnitud de estas efusiones de piroclásticos lo constituye la erupción del volcán Carrán, ocurrida a fines de julio y principios de agosto de 1955. Según un cálculo de Cofré (1956, p. 82), el volumen total de cenizas provenientes de esa erupción, alcanzaría un valor cercano a los 40.000.000 de metros cúbicos.

La actividad volcánica que dio origen a la serie efusiva máfica presenta manifestaciones póstumas, en forma de fumarolas y géysers, en las nacientes del río Nilalhue, en la zona contigua a los volcanes Cauye y Puyehue, como asimismo en las laderas orientales del volcán Llaima. El primero de estos lugares es conocido localmente con el nombre de "las azufreras" por el hecho que las fumarolas que allí existen depositan azufre alrededor de las grietas de escape de los humos. Los géysers expulsan agua a gran temperatura; ninguno de los chorros observados se eleva más allá de los bordes de las grietas de escape. La ubicación de estas "azufreras" en las nacientes del río Nilalhue, al noroeste del cráter de Puyehue, coincide con la de la zona de actividad volcánica que tuvo lugar en los días inmediatamente posteriores a los terremotos de mayo de 1960. Según comunicación verbal de C. Klohn, quien sobrevoló la región en dos oportunidades con posterioridad a los sismos, las "azufreras" desaparecieron a consecuencia de la erupción de gases, cenizas y lava que tuvo lugar a través de varios centros ubicados sobre una línea de dirección noroeste del cráter principal del volcán Puyehue.

En la pendiente oriental del volcán Llaima, desde el camino de Peuco al lago Verde, se observó la presencia de tres fumarolas que constituirían una actividad póstuma ligada a la erupción de lavas de enero de 1957.

*Espesor.*— La serie efusiva máfica tiene espesor variable debido a la naturaleza de los estratos que la constituyen y a la distribución de los centros volcánicos. Su potencia varía desde algunas decenas de metros hasta varios centenares, dependiendo de su proximidad a los centros de eyección, del engranaje de núcleos contiguos y de la frecuencia y duración de la actividad que estos centros han desplegado.

*Edad y correlación.*— En el terreno se evidenció que la unidad más antigua de la serie efusiva máfica fue depositada sobre una topografía de valles an-

chos de dirección aproximada suroeste y que posteriormente a su deposición fue disectada por profundos valles en U de origen glacial. Estos antecedentes permitirían suponer una edad preglacial para la unidad más antigua de la serie efusiva máfica. El volcanismo que dio origen a la parte superior de la serie es el que continúa hasta el presente.

La serie efusiva máfica es correlacionable con las rocas volcánicas litológicamente similares, que afloran hacia el norte y hacia el sur del área estudiada, a lo largo de la cadena andina chilena. En parte, la unidad más antigua de la serie efusiva máfica podría ser correlacionable con la formación Cola de Zorro (González y Vergara, 1961), expuesta al norte de la región estudiada. En base a estas correlaciones se podría asignar una edad terciaria superior a reciente a la serie efusiva máfica.

### *Sedimentos cuaternarios*

En los sedimentos cuaternarios, que constituyen la mayor parte del Valle Longitudinal al oeste de la región estudiada (fig. 2), solamente se efectuaron algunas observaciones. La zona de las nacientes del lago Riñihue ha sido estudiada en detalle por Davis y Karzulovic (1961), quienes describen los diferentes tipos de sedimentos allí presentes.

Se incluyen a continuación algunas observaciones aisladas efectuadas por los autores durante el reconocimiento.

En el camino de Ensenada hacia Petrohué, a 3 km de Ensenada, existe un corte donde se observan sedimentos fluvio-glaciales que contienen fragmentos angulares de basalto. En el mismo camino, a 14,8 km de Ensenada, existen sedimentos fluvio-glaciales y/o glaciolacustres bien estratificados que sobreyacen a estratos de basaltos cuaternarios.

En la zona del río Hueñu-Hueñu, al este de Ensenada, se observa un corte a orillas del río donde sedimentos fluvio-glaciales o glaciolacustres sobreyacen también a coladas de lava.

En la ribera sur del lago Maihue aflora un lahar que contiene rodados angulares de basalto e intercalaciones de arenisca volcánica.

En las orillas de los lagos Rupanco, Riñihue y Panguipulli se observan morenas bien litificadas. En los ríos San Pedro y en el borde noroeste del lago Panguipulli, ellas se superponen a los estratos paleozoicos de la formación Panguipulli y contienen clastos de pizarra, anfíbolita y granito.

### ROCAS GRANÍTICAS

Las observaciones efectuadas en terreno han llevado a establecer la presencia de rocas graníticas de posible origen magmático y de rocas graníticas que se habrían generado por efecto de fenómenos de migmatización,

contaminación y granitización. Estos dos grupos se describirán separadamente.

*Rocas graníticas de posible origen magmático y sus derivados*

*Distribución y petrografía.*— Los afloramientos de rocas graníticas de posible origen magmático, ocupan aproximadamente la mitad de la superficie estudiada, distribuyéndose en ella en forma muy regular. Las áreas más extensas ocupadas por estas rocas se encuentran, de sur a norte: 1) en los alrededores del lago Todos los Santos; 2) en la cordillera entre los lagos Gris y Pellaifa; 3) en la zona contigua a los lagos Colico y Caburgua, y 4) al este del volcán Llaima.

Las rocas graníticas expuestas en estas áreas corresponden principalmente a granito, granodiorita, adamelita y diorita. Como derivados filonianos se presentan pegmatitas, pórfidos y lamprófiros.

1) *Area del lago Todos los Santos.* Al noroeste del volcán Calbuco existe una cadena de cerros constituida por una granodiorita de grano medio de composición muy homogénea, formada por plagioclasa, cuarzo, feldespato potásico y biotita en cantidad escasa.

En la sierra de Santo Domingo, frente al poblado de Petrohué, se observan afloramientos continuos de diorita a la que se asocia pórfido diorítico grisáceo. En la continuación de la sierra de Santo Domingo hacia el sur, en la desembocadura del río Petrohué frente al lugar denominado La Viquería, se observa la presencia de diorita de tendencia gnéisica.

En la orilla sur del lago Rupanco, en la Península del Isote, existen afloramientos de diorita gris clara, de grano medio, atravesada por numerosos filones de lamprófiro.

En el camino de Termas de Puyehue a los campos de ski de Antillanca se encuentran algunos afloramientos esporádicos de rocas graníticas que emergen entre las lavas y cenizas de la serie efusiva máfica. Estos afloramientos, que no han sido señalados en el mapa, corresponden a diorita grisácea de grano fino, con numerosos enclaves de rocas densas de color gris-verdoso oscuro y bordes bien definidos que alcanzan tamaños hasta de 10 cm. La diorita, en ciertos lugares, tiene un contenido más alto de ferromagnesianos, lo que le confiere coloración más oscura y aspecto gabraoide.

2) *Cordillera andina entre los lagos Gris y Pellaifa.* En el río Blanco, que desemboca en el lago Maihue en las cercanías de la localidad conocida como Vásquez, se presentan afloramientos de un granito de color blanco-grisáceo, de grano grueso, constituido por cuarzo, feldespato potásico y pla-

gioclasa. Esta roca tiene aspecto gnéisico en algunas áreas y los feldespatos se encuentran por lo general muy alterados. Este granito se encuentra atravesado por varios filones de lamprófiro. Hacia el suroeste, parece cambiar a una facies diorítica como lo atestiguan afloramientos de este tipo de roca encontrados en la playa norte del lago Maihue, al este de Vásquez. El granito grueso del río Blanco vuelve a aflorar más al este en los cerros situados al norte del río Curringue, y se presenta nuevamente cerca de 2 km al sur de la confluencia de los ríos Chihuío y Folil. Aproximadamente a 3 km al noreste de este punto, en el cerro San Manuel (ladera sur del cerro Cuernos de Chihuío), aparece una granodiorita de grano fino a medio con numerosas inclusiones de roca córnea gris-verdosa. En la falda occidental del cerro de Chihuío se observa un contacto claro entre granodiorita y roca córnea gris. La zona de contacto entre ambos tipos de roca continúa hacia el este en la ribera sur del río Folil y fue reconocida hasta aproximadamente 3 km del límite internacional. Los afloramientos de granodiorita ocupan, además, el cerro Cuernos de Chihuío, la Cuesta de los Guahanes, el cerro de Chihuío y el Nevado las Agujas. La totalidad de los rodados en el cauce de los ríos Chihuío y Folil corresponden a granodiorita y roca córnea.

Entre los lagos Panguipulli y Neltume existen afloramientos de rocas graníticas que constituyen una pequeña cadena antepuesta a la pendiente norte del volcán Shoshuenco. En el lago Pirehueico, en una ancha península de forma cuadrangular que constituye la garganta más occidental del lago, existen afloramientos de granodiorita de grano medio, blanco-grisácea algo amarillenta, atravesada por numerosos filones lamprofíricos. Hacia el sureste de esta garganta, en la ribera norte, la granodiorita descrita presenta abundantes enclaves oscuros, posiblemente de anfibolitas. Más hacia el sur, en una península alargada que forma una segunda garganta en el lago, la granodiorita pasa a una facies granítica de color muy claro y de grano fino, características que le confieren un aspecto aplítico. En el camino de Pirehueico al paso Huahún, se encuentran afloramientos esporádicos de diorita clara grisácea de grano medio.

3) *Zona de los lagos Colico y Caburgua.* En ambas orillas del río Pucón, al oeste de la localidad de Curarrehue, existe una masa granítica de regular extensión que atraviesa las rocas de la formación Curarrehue. Los afloramientos de rocas graníticas se encuentran bien representados a unos 10 km al oeste del poblado de Curarrehue, en el camino internacional. La roca que allí se presenta es una adamelita gris clara, de grano medio, constituida por feldespato, cuarzo y minerales ferromagnesianos, de tamaño hasta de 4 mm. Al microscopio se observa una textura hipidiomorfa granular con cristales de feldespato potásico, cuarzo, plagioclasa, biotita y anfíbola. En

menor proporción se presentan magnetita, clorita, apatita y zircón. El feldespato potásico (20%) se encuentra en forma de cristales subhedrales a anhedrales de micropertita; algunos de estos cristales están alterados a sericita. El cuarzo (24%) es anhedral y se presenta también en entrecrecimientos pegmatíticos con ortoclasa. La plagioclasa (35%) es albita intermedia y los cristales son subhedrales; presenta maclas polisintéticas y en algunos individuos se aprecia estructura zonar; algunos están alterados a sericita. La biotita (5%) es euhedral a subhedral; algunos cristales están alterados a clorita. La anfíbola (11%) corresponde a hornblenda en cristales subhedrales; algunos granos están completamente cloritizados.

En la ribera sur del río Liucura, unos 7 km al sur del lago Cuburgua, y aproximadamente a 15 km en línea recta al este de Pucón, aflora una roca granítica muy semejante a la descrita anteriormente para la zona de Curarrehue. Aguas arriba del río Liucura, al sureste de una pequeña laguna ubicada a unos 35 km en línea recta al este de Pucón, se presentan afloramientos extensos de una pegmatita de grano grueso constituida por cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa, con tamaño medio de los cristales de 3 cm. Esta pegmatita atraviesa en ese lugar capas de toba de la formación Curarrehue, las que presentan algunas evidencias de granitización.

Entre los lagos Colico y Caburgua se observa un gran desarrollo de rocas graníticas que en el extremo oriental del primero atraviesan estratos de la formación Curarrehue. Se ha originado allí una aureola de contacto, de algunas decenas de metros de espesor, caracterizada por la presencia de rocas córneas. Esta aureola pasa hacia el este a una granodiorita de grano grueso, gris clara, con abundantes enclaves de color gris-verdoso oscuro. Alejándose de esta zona de enclaves, la roca intrusiva es homogénea y corresponde a una adamelita que presenta textura granular media y está constituida por feldespato potásico, plagioclasa y ferromagnesianos; el tamaño máximo de los cristales es de 6 mm. Bajo el microscopio se observa que la textura de esta roca es hipidiomorfa granular y que está constituida por cristales de ortoclasa, plagioclasa, cuarzo, anfíbola y biotita. En menor proporción se presentan apatita, magnetita, clorita, esfeno y zircón. La ortoclasa (20%) presenta entrecrecimientos pegmatíticos con cuarzo; algunos cristales están levemente alterados a sericita. La plagioclasa (35%) corresponde a oligoclasa intermedia; los cristales son euhedrales a subhedrales y presentan maclas polisintéticas; algunos están muy alterados a sericita. El cuarzo (21%) tiene extinción ondulosa fuerte; los cristales están fragmentados y los de menor tamaño son alargados. La anfíbola (9%) corresponde a hornblenda subhedral. La biotita (8%) está muy alterada a clorita.

4) *Zona al este del volcán Llaima.* En ambos costados del camino que va desde el poblado de Peuco a las lagunas Gualletué e Icalma, siguiendo los

cursos de los ríos Triful-Triful y Loncoyán, aparecen extensos afloramientos de rocas graníticas. Estas corresponden a una roca grisácea clara de textura granular media que, en las laderas contiguas al río Loncoyán, presenta una gran cantidad de inclusiones oscuras con tamaños variables entre pocos centímetros y varios decímetros; estas inclusiones tienen bordes definidos. El mismo tipo de granito aflora más al sur en las proximidades del camino que sale de Peuco hacia la frontera y sigue los cursos de los ríos Zahuelhue, Carén y Curilafquén hasta el paso de Llaima.

*Origen.*— Las rocas graníticas descritas pueden considerarse, con bastante probabilidad, de origen magmático. Ello estaría sustentado por la existencia de aureolas de contacto y fenómenos de alteración hidrotermal en diversas áreas y más especialmente por las extensas zonas ricas en inclusiones oscuras que se observan en lugares al este del volcán Llaima y en la zona limítrofe al este del lago Ranco. Este último fenómeno sugeriría un emplazamiento mediante ascenso y destrucción progresiva de las formaciones estratificadas (piecemeal stopping).

#### *Los fenómenos de migmatización, contaminación y granitización*

En el área estudiada existen grandes extensiones de rocas graníticas que podrían deberse a fenómenos de migmatización, contaminación y granitización.

En el tramo comprendido entre Peulla, en el extremo este del lago Todos los Santos y la frontera con la República Argentina, se observan abundantes afloramientos de esquistos anfibólicos, gneis granodiorítico, granodiorita y migmatitas que parecen guardar relación genética entre ellos. Fluidos provenientes de un magma siálico que correspondería al plutonismo cretácico referido anteriormente, parecen haber actuado sobre una serie de esquistos anfibólicos (¿precámbricos?). Como resultado de ello se habría producido recristalización, diferenciación metamórfica y probablemente reomorfismo, generándose así una variada gama de migmatitas que representarían estados intermedios de transformación. Los gneises granodioríticos y la granodiorita constituirían las formas finales del proceso. Un mecanismo de "frente básico" está insinuado por la presencia de granodiorita muy rica en anfíbola, en afloramientos topográficamente altos, lo que contrasta con la existencia de diorita gnéisica, con escaso contenido de ferromagnesianos, en un nivel cerca de 500 m más bajo.

Al este del caserío de Liquiñe, situado en la región cordillerana entre los lagos Calafquén y Panguipulli, en las inmediaciones del límite internacional, aparece una zona de migmatitas desarrollada aparentemente en es-

quistos o filitas. Estas rocas presentan vetillas de cuarzo y leucogranito con pliegues pignatíticos. En un afloramiento más cercano al límite internacional, las migmatitas presentan una trama de grado metamórfico aparentemente más alto. Esta trama, en algunos lugares, pasa gradualmente a una diorita rica en ferromagnesianos.

Fenómenos típicos de contaminación del magma por asimilación de rocas cobertizas, se pueden inferir en los afloramientos de la ribera noreste del lago Ranco y en las cercanías del paso de Mamuil-Malal. En el primero de estos lugares, en el camino que une los poblados de Llifén y Futrono, intrusiones de diorita han penetrado estratos de brecha asignados a la formación Curarrehue. En la diorita existen fragmentos de roca gris-verdosa con bordes poco definidos. Se observó allí la presencia de un enclave recíproco; un clasto de roca oscura de algunos decímetros está incluido en la masa diorítica, y contiene a su vez, un pequeño fragmento de la misma diorita. En las inmediaciones de Futrono, la roca intrusiva se enriquece considerablemente en anfíbola, presentando un aspecto gabroide. Esta variación en la composición mineralógica podría deberse a una contaminación del magma diorítico con material proveniente de los esquistos, atribuidos al Paleozoico, que afloran en la península de Futrono. Aguas arriba del río Caunahue, desde el lago Ranco hacia el norte siguiendo el camino hacia el aserradero Cerrillos, se observa la presencia de un núcleo intrusivo granítico, al parecer una facies diferenciada del mismo batolito de Llifén-Futrono. La roca es un granito de grano grueso constituido por cuarzo, ortoclasa, plagioclasa y escasos ferromagnesianos y ocupa la parte central del área que se describe.

En las proximidades del paso de Mamuil-Malal, junto a la cascada de Momolluco, se observan afloramientos de una diorita gnéisica muy rica en anfíbola, que contiene inclusiones de grano fino con aspecto de anfibolitas. Se trataría también en este caso, de contaminación con las rocas de la formación Curarrehue.

En afloramientos que se presentan en los alrededores de los lagos Panguipulli y Riñihue se pueden inferir fenómenos de granitización. En el camino que va desde la central Pullinque de la ENDESA hacia la localidad de Nalcahue, se advierte un paso progresivo de arcosas gruesas a granito pegmatítico, pasando por etapas intermedias de arenisca con segregaciones graníticas en bandas (lit par lit). En la orilla sur del lago Panguipulli, existen arcosas conglomerádicas y conglomerado medio de cuarzo que parecen haber dado origen a un leucogranito de grano medio a grueso. En la orilla norte del lago Riñihue, desde unos 3 km al este del desagüe al río San Pedro y hacia la misma dirección, se observa una disminución progresiva del contenido de ferromagnesianos de la diorita que allí aflora para llegar

enseguida a una zona de transición a migmatitas, caracterizada por segregación en bandas e intenso plegamiento ptigmatítico.

### *E d a d*

Los antecedentes más directos que se tienen para la cronología de las rocas intrusivas del área son las edades radiométricas obtenidas por el método plomo-alfa para cinco cuerpos graníticos expuestos en la región. Estas son las siguientes (de norte a sur): Intrusivo al este de Melipeuco =  $98 \pm 10$  m. a. \*; Intrusivo del paso Mallín de Icalma =  $90 \pm 10$  m. a. (Chile 30, Levi *et al.*, 1963, p. 28); Intrusivo al este del lago Colico =  $90 \pm 10$  m. a. (Chile 28; Levi *et al.*, *op. cit.*, p. 27); Intrusivo al este de Puesco =  $15 \pm 10$  m. a. \*; Intrusivo de la orilla norte del lago Todos los Santos =  $102 \pm 10$  m. a. \*.

En base a estas edades radiométricas se puede asignar una edad cretácica superior a estos intrusivos excepto al intrusivo de Puesco que sería asignable al Terciario; este último no ha sido representado separadamente en el mapa \*\*.

### ESTRUCTURA

Los movimientos tectónicos que han afectado a la región han originado pliegues, fallas y discordancias. Las rocas que corresponden a los diversos sistemas representados, muestran características estructurales bien definidas, que tienden a ser más complejas en las formaciones más antiguas (fig. 2).

### PLIEGUES

Los estratos de la formación Panguipulli, asignados al Paleozoico, muestran rumbos predominantes N y  $N45^{\circ}E$  e inclinaciones muy próximas a la vertical, inclinando indistintamente al este o al oeste. En el borde occidental del lago Panguipulli, Bahía del Peligro, existe un pliegue recostado que puede observarse en una extensión de 20 m. En los alrededores de este punto y algo más al norte, en la península ubicada al oeste del lago Panguipulli, el rumbo de los estratos varía considerablemente en distancia de pocos metros.

Los estratos triásicos del cerro Tralcán presentan un rumbo general  $N70^{\circ}W$  y se encuentran formando un sinclinal suave cuyas alas inclinan con ángulo de cerca de  $20^{\circ}$ .

La formación Curarrehue, asignada al Cretácico, se orienta preferentemente con dirección este; en la mayoría de sus afloramientos los estratos están inclinados con ángulos de  $25^{\circ}$  a  $30^{\circ}$ . Al este de Curarrehue la for-

\*Determinación efectuada por F. Munizaga en el Laboratorio de Geocronología del IIC.

\*\*Mientras este trabajo estaba en prensa, F. Munizaga obtuvo una edad potasio-argón para el intrusivo de Puesco, correspondiente a 117 m.a. (Cretácico).



mación constituye un sinclinal relativamente abierto cuyo eje es de dirección este. Sin embargo, en la ribera oriental del lago Colico, los estratos cretácicos muestran un pliegue complicado, con rumbo que pasa de valores N20°E a N65°W en sólo algunas decenas de metros, en tanto que la inclinación se mantiene en ambos casos en aproximadamente 50°W. La dirección predominantemente este de las capas cretácicas en el área estudiada, contrasta notoriamente con la orientación norte que tienen las rocas del Geosinclinal Andino en las regiones más septentrionales del país. Esta diferencia podría ser atribuida tentativamente al hecho que en esta latitud del país, el eje de la cuenca andina se orienta hacia el este, prolongándose la estructura en territorio argentino.

La serie efusiva máfica se dispone en forma horizontal, con excepción de aquellos lugares en que la topografía previa a la depositación de estas rocas impuso inclinaciones locales.

#### FALLAS

Una falla o zona de fractura de rumbo norte se extiende sobre la totalidad de la región estudiada en las proximidades de la longitud 72°W. Su traza puede seguirse fácilmente desde el estuario de Reloncaví, a través del lago Todos los Santos y luego más al norte por la línea de volcanes hasta el Villarrica y Llaima. La relación entre esta estructura y la ubicación de los principales centros volcánicos ha sido señalada por Klohn (1955, 1960b). Esta falla fue un elemento activo con ocasión de los terremotos de mayo de 1960 como lo prueba la faja de grandes deslizamientos y grietas producidas a lo largo de su trayectoria, especialmente en las áreas contiguas a los lagos.

Una falla de dirección N45°E, cruza los lagos Riñihue y Panguipulli cerca de su borde oriental y pone en contacto directo las rocas graníticas con las rocas de la formación Panguipulli. Esta falla está evidenciada por la ausencia de los estados transicionales entre el granito y la serie metamórfica que se observan en el extremo occidental de los mismos lagos. Por otra parte, la falla ejerce un marcado control fisiográfico sobre el drenaje en las áreas al norte y al sur del Lago Panguipulli.

#### DISCORDANCIAS

En la región estudiada se infiere la existencia de dos discordancias: la primera entre las formaciones Panguipulli y Tralcán y la segunda entre la formación Curarrehue y la serie efusiva máfica.

La relación existente entre las capas de las formaciones Panguipulli (Paleozoico) y Tralcán (Triásico) en los alrededores del nacimiento del

río San Pedro, evidencia la discordancia más antigua. En efecto, si bien el contacto directo entre estas dos unidades en la zona del cerro Tralcán está oculto por el relleno fluvio-glacial cuaternario, es evidente la diferente disposición estructural de ambas. Sobre estratos casi verticales y plegados de la formación Panguipulli se disponen los conglomerados rojos del cerro Tralcán, constituyendo un sinclinal de alas suaves. Por otra parte, las capas de conglomerado brechoso del túnel N° 1 de ENDESA en Pullinque tienen una posición próxima a la horizontal, que contrasta con la de las pizarras y cuarcitas del túnel N° 2, cercanas a la vertical. Esta relación insinuaría la presencia de la misma discordancia, la que, en caso que el conglomerado brechoso que se ha descrito como parte de la formación Tralcán forme el techo de la formación Panguipulli, se ubicaría en el Paleozoico Superior.

Esta discordancia fue probablemente causada por movimientos orogénicos del Paleozoico Superior y no podría ser atribuida al ciclo nevádico del Jurásico Superior, como ha sido sostenido por Illies (1960, p. 73), en base a una errada asignación de edad a la formación Tralcán.

La serie efusiva máfica, de disposición horizontal, sobreyace discordantemente a rocas graníticas y a las rocas de la formación Curarrehue suavemente plegada. Esta discordancia habría sido causada por plegamientos y levantamientos durante el lapso comprendido entre el Cretácico Superior y el Plioceno.

## HISTORIA GEOLÓGICA

En la región estudiada, sobre las rocas del basamento cristalino precámbrico (?), se habría producido la depositación de sedimentos marinos durante parte del Paleozoico. Un ciclo orogénico del Paleozoico Superior habría plegado y metamorfoseado estos sedimentos, los cuales constituyen actualmente la formación Panguipulli. Contemporáneamente o con posterioridad a este plegamiento, se habría producido un sollevamiento que determinó condiciones continentales en la región.

Durante el Triásico (posiblemente Triásico Superior), se habría desarrollado una fuerte denudación de la cual derivó el material clástico que, en forma de conglomerados y lutitas rojas, constituye la formación continental Tralcán. La ausencia del sistema Jurásico, como también probablemente del Cretácico Inferior, permite inferir que, en la región estudiada, estos sistemas fueron depositados y erodados o que en los correspondientes períodos la región constituyó un área elevada en la cual no hubo depositación.

En el Cretácico Superior las condiciones geológicas parecen haber sido semejantes a las que existieron en la región andina de Chile central. Una

intensa actividad volcánica con períodos de quiescencia, dio como resultado la depositación de los materiales volcánicos y sedimentarios que constituyen la formación Curarrehue. Posteriormente a la depositación de las rocas de esta unidad, probablemente en el Cretácico Superior, se desarrolló un tectonismo que plegó estos estratos y un plutonismo que produjo la formación de rocas graníticas y procesos de granitización y migmatización.

A comienzos del Terciario se habría producido la depositación de sedimentos continentales (conglomerados, areniscas y lutitas) cuyos afloramientos más orientales se encuentran más al oeste de la región descrita. Hacia fines del Terciario, habría comenzado la actividad volcánica que se extiende hasta el presente y que dio origen a las rocas de la serie efusiva máfica. En esta misma época se habrían producido sollevamientos. Es probable que contemporáneamente haya tenido lugar la formación del Valle Longitudinal generado en forma de graben en la mayor parte del territorio chileno.

El Cuaternario se caracterizó por una intensa actividad volcánica y por diversos períodos de glaciación cuyos productos ocupan una superficie importante en el borde occidental de la región, especialmente en las márgenes de los lagos. Los principales cursos de drenaje han depositado grandes cantidades de sedimentos, especialmente en la región del Valle Longitudinal procediendo al relleno de esta depresión. La fuerte denudación cuaternaria, principalmente de origen glacial, habría dejado al descubierto los niveles de anatexia del plutonismo cretácico.

Una continuada actividad sísmica, registrada en tiempos históricos, evidencia que ciertos accidentes tectónicos de la región constituyen, aun contemporáneamente, factores de inestabilidad.

## PERSPECTIVAS MINERAS\*

Los únicos antecedentes acerca de la presencia de minerales metálicos y no metálicos en el área de la Cordillera de los Andes de la región estudiada son algunas guías de cuarzo con oro, pequeños depósitos de travertino, azufreras e informaciones sobre molibdenita. Las guías de cuarzo con oro se encuentran principalmente en la región del lago Panguipulli, en la formación del mismo nombre. Los depósitos de travertino están relacionados con fuentes termales y las azufreras con solfataras activas y extintas. Ninguno de estos depósitos parece tener importancia económica. La molibdenita se encontraría en rocas graníticas en la zona de los lagos Llanquihue y Todos Los Santos.

\*Se excluye el Valle Longitudinal.

Un estudio geoquímico en sedimentos de la Región de los Lagos (de Gry. 1961) proporcionó anomalías positivas de cobre y zinc y algunos valores altos de plomo, al este del lago Villarrica y en la región del lago Ranco y del lago Llanquihue. Según esta autora, parte de estas anomalías podrían derivarse de los basaltos presentes en el área. Sería necesario efectuar un estudio geoquímico de las rocas del área para confirmar esta interpretación.

Si se consideran las características geológicas de la región estudiada se puede concluir que:

1. Existen escasas posibilidades de encontrar minerales metálicos en las zonas ocupadas por rocas paleozoicas.
2. Minerales metálicos, principalmente cobre, podrían presentarse en regiones cercanas al contacto de rocas graníticas con rocas de la formación Curarrehue. Un indicio de ello podría constituirlo la zona hidrotermal-mente alterada que se presenta en la región al este del lago Ranco, en el río Folil. Según E. Klohn (comunicación verbal), existen también indicios de cobre y molibdeno en rocas graníticas al sureste del lago Todos los Santos, fuera del área estudiada, en la cercanía de rocas que podrían asignarse también a la formación Curarrehue.

## ABSTRACT

---

The present report describes the metamorphic, sedimentary and volcanic formations, the intrusions and the principal structural features of the Cordillera de los Andes of the provinces of Cautin, Valdivia, Osorno and northern part of Llanquihue.

The stratigraphic sequence includes formations assigned to the Paleozoic, Mesozoic and Cenozoic and can be divided as follows:

Quaternary sediments (continental) Fluvioglacial and glaciolacustrine sediments, and lahars	Quaternary
Effusive mafic series (continental) Andesitic and/or basaltic lavas, tuffs and breccias, and lahars.	Quaternary and Upper Tertiary
Curarrehue formation (continental) Andesites, andesitic and dacitic tuffs and breccias, shales, sandstones and conglomerates	Upper Cretaceous (?)
Tralcán formation (continental) Conglomerates and shales	Triassic
Panguipulli formation (metamorphic; possibly of marine origin) Shales, phyllites, conglomerates, sandstones and quartzites	Paleozoic

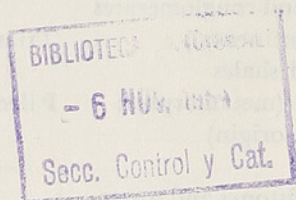
Two angular unconformities are represented in the region. The first separates the Panguipulli and Tralcán formations and is tentatively attributed to a Late Paleozoic orogeny. The second unconformity separates the Curarrehue formation and the effusive mafic series and developed as a consequence of orogenic movements between Late Cretaceous and Tertiary time.

Granitic rocks of Late Cretaceous and partly Tertiary age intrudes the Panguipulli, Tralcán and Curarrehue formations. Some of the granitic rocks exposed in the region may possibly be of magmatic origin and others may have been formed by migmatization, contamination and granitization.

The structure of the stratified rocks of the region consists mainly of folds and faults. The older rocks have more complex structures than the

younger ones. The trends of the folds in the Panguipulli formation, of Paleozoic age, are mainly N and NE and the dips, very close to vertical. The trend of the folds in the Mesozoic Tralcán and Curarrehue formations are predominantly NW and EW and the dips are generally less than  $45^\circ$ . The effusive mafic series overlies horizontally or with original dips, the granitic rocks or the older formations in the area.

A north-trending fault crosses the region in the vicinity of longitude  $72^\circ\text{W}$ ; a fault trending NE crosses lakes Riñihue and Panguipulli.



## REFERENCIAS

- AGUIRRE, L., 1960. *Geología de los Andes de Chile Central, Provincia de Aconcagua*. Santiago, Inst. Invest. Geol., Bol. 9, 70 p.
- AGUIRRE, L. y EGERT, E., 1964. *Cuadrángulo Quebrada Marquesa, Provincia de Coquimbo*. Santiago, Inst. Invest. Geol., Carta Geol. Chile, Carta en preparación.
- ALMEYDA, E., y SÁEZ, F., 1958. *Recopilación de datos climáticos de Chile y mapas sinópticos respectivos*. Santiago, Ministerio Agricultura, p. 195.
- CECIONI, G., 1962. *La formación Arrayán, Devónica, en la Provincia de Coquimbo*. Santiago, Univ. Chile, Bol. 34, p. 40-47.
- COFRÉ, C., 1956. *Erupción del Volcán Nihahue*. Santiago, Univ. Chile, Inst. Geología, Publ. 7, p. 14-96, 10 láminas.
- DAVIS, S., y KARZULOVIC, J.: 1961. *Deslizamientos en el valle del río San Pedro, Provincia de Valdivia, Chile*. Santiago, Univ. Chile, Inst. Geología, Publ. 20, p. 104, 6 fotografías, 14 figuras y perfiles.
- GONZÁLEZ, O. y VERGARA, M., 1961. *Reconocimiento geológico de la alta Cordillera de los Andes, entre los paralelos 35° y 38° Sur*. Santiago, Univ. de Chile. Memoria de prueba.
- GRYS, ANN DE, 1961. *Copper, lead and zinc in Rivers Draining Chilean Andes*, Econ. Geology, v. 56, N° 8, pp. 1456-1464.
- ILLIES, H., 1960. *Geologie der Gegend von Valdivia (Chile)*. Neues Jahrb. Geologie u. Paläontologie Abh., Bd. 111, S. 30-110.
- KLOHN, C., 1955. *Informe Geológico sobre el volcán Pillanilahue*. Santiago, Corporación de Fomento de la Producción, informe inédito.
- KLOHN, C., 1960<sup>a</sup>. *Geología de la Cordillera de los Andes de Chile Central, Provincias de Santiago, O'Higgins, Colchagua y Curicó*. Santiago, Inst. Invest. Geol., Bol. 8, 95 p.
- KLOHN, C., 1960<sup>b</sup>. *Una zona de inestabilidad estructural con fracturas profundas en los Andes del sur de Chile reactivada en el terremoto del 22 de mayo de 1960*. Santiago, Inst. Invest. Geol., informe inédito, 14 p.
- LEVI B.; MEHECH, S., y MUNIZAGA, F., 1963. *Edades radiométricas y petrografía de granitos chilenos*. Santiago, Inst. Invest. Geol., Bol. 12, 42 p.
- MUÑOZ CRISTI, J., 1942. *Rasgos generales de la constitución geológica de la Cordillera de la Costa, especialmente en la Provincia de Coquimbo*. Santiago, Anales 1.er Congr. Panam. Ing. Minas y Geol., t. 2, p. 285-318.
- MUÑOZ CRISTI, J., 1960. *Contribución al conocimiento geológico de la Cordillera de la Costa de la Zona Central*. Santiago, Rev. Minerale, N° 69, p. 28-46.
- SEGERSTROM, K., 1959<sup>a</sup>. *Cuadrángulo Los Loros, Provincia de Atacama*. Santiago, Inst. Invest. Geol., Carta Geol. Chile, v. 1, N° 1.
- SEGERSTROM, K., 1959<sup>b</sup>. *Cuadrángulo Cerrillos, Provincia de Atacama*. Santiago, Inst. Invest. Geol., v. 1, N° 2.
- THOMAS, H., 1958. *Geología de la Cordillera de la Costa entre el valle de La Ligua y la Cuesta de Barriga*. Santiago, Inst. Invest. Geol., Bol. 2, 81 p.
- WETZEL, W., 1927. *Beiträge zur Erdgeschichte der mittleren Atacama*. Neues Jahrb. Mineralogie, Geologie u. Paläontologie, Beil. Bd. 58, Abt. B, S. 505-578.
- WETZEL, W., 1958. *Informe sobre investigaciones efectuadas durante el segundo semestre de 1958*. Valdivia, Univ. Austral, informe inédito.





PUBLICACIONES DEL INSTITUTO DE  
INVESTIGACIONES GEOLOGICAS

(de la tapa 2)

BOLETINES

- Nº 11. Contribución de la Corporación de Fomento al Desarrollo de Agua Subterránea en Chile. Jaime Donoso R. y Robert J. Dingman. 1962. 43 pp. 2 grabados. Eº 2,00.
- Nº 12. Edades Radiométricas y Petrografía de Granitos Chilenos. Muestras Chile 13 a Chile 36. Beatriz Levi, Sonia Mehech y Fernando Munizaga, 1963. 42 pp., 5 grabados. Eº 2,00.
- Nº 13. Investigaciones de geología aplicada a la Ingeniería. Provincia de Concepción. Carlos Galli Olivier y Richard W. Lemke, 1963. 82 pp., 10 grabados. Eº 3,50.
- Nº 14. Geología de los distritos mineros Checo de Cobre, Pampa Larga y Cabeza de Vaca. Provincia de Atacama-Chile. Raymond L. Parker, Raúl Salas O. y Gabriel Pérez R., 1963. 46 pp., 12 grabados y 1 mapa. Eº 3,00.
- Nº 15. El Agua Subterránea de Santiago (Segundo Informe 1958-1962). Octavio Castillo Urrutia, Eduardo Falcón Moreno, William W. Doyel y Manuel Valenzuela Muñoz (con un apéndice sobre calidad química del agua, por Hernán Cusicanqui Ribera), 1963. 65 pp., 5 planos, 16 figs., 11 tablas. Eº 4,00.
- Nº 16. El suelo de fundación de Valparaíso y Viña del Mar. Kurt Grimme y Leonardo Alvarez Sch. Geología del área Valparaíso-Viña del Mar. Leonardo Alvarez Sch., 1964. 58 pp., 8 grabados, 4 mapas, 1 anexo con perfiles litológicos. Eº 4,00.
- Nº 17. Geología de la Cordillera de los Andes de las provincias de Cautín, Valdivia, Osorno y Llanquihue. Luis Aguirre L. y Beatriz Levi D. 1964. 37 pp. 2 mapas. Eº 2,50.

MANUALES

- Nº 1. Fósiles Guías Chilenos (Titoniano-Neocomiano). José Corvalán D. y Ernesto Pérez D., 1958. 48 pp., 16 láminas. Eº 0,65.

APARTADOS  
(Tirada reducida)

1956

Galli O., C.\*

Nota sobre el hallazgo del Paleozoico Superior en la provincia de Tarapacá. *Revista Minerale*s, Año XI, N.os 53-54, pp. 30-31, Santiago de Chile.

Klohn G., C.\*

Estado actual del estudio geológico de la "Formación Porfírica". *Revista Minerale*s, Año XI, Nº 55, pp. 49-60, Santiago de Chile.

Corvalán D., J.\*

Über Marine Sediments des Tithon und Neocom der Gegend von Santiago. *Geologischen Rundschau*, Band 45, Hft 3, pp. 919-926, Stuttgart, Alemania.

1957

Galli O., C.\*

Las formaciones geológicas en el borde occidental de la Puna de Atacama, Sector de Pica, Tarapacá. *Revista Minerale*s, Año XII, Nº 56, pp. 14-26, Santiago de Chile.

1960

Aliste T., N., Pérez d'A., E. y Carter, W. D.

Definición y edad de la Formación Patagua, provincia de Aconcagua, Chile. *Revista Minerale*s, Año XV, Nº 71, pp. 40-51, Santiago de Chile.

\*Estos artículos se incluyen por pertenecer a personal de la Sección Geología de la CORFO, núcleo que dio origen al IIC.

Carter, W. D.

Origin of "Manto-Type" copper deposits of the Cabildo mining district, Central Chile. *Reports XXI International Geological Congress*, Part XVI, pp. 17-28, Copenhagen, Dinamarca.

Segerstrom, Kenneth.

Structural geology of an area east of Copiapó, Atacama Province, Chile. *Reports XXI International Geological Congress*, Part XVIII, pp. 14-20, Copenhagen, Dinamarca.

1961

Dedios A., P.

Fluorita en la región de Paihuano, provincia de Coquimbo. *Revista Minerale*s, Año XVI, N° 73, pp. 23-32, Santiago de Chile.

Pérez d'A., E. y Levi de Valenzuela, B.

Relación estratigráfica entre la Formación Moctezuma y el granito subyacente, Calama, provincia de Antofagasta. *Revista Minerale*s, Año XVI, N° 74, pp. 39-48, Santiago de Chile.

Ruiz F., C., Aguirre L-B., L., Corvalán D., J., Rose, H. J., Segerstrom Kenneth and Stern, T. W.

Ages of Batholithic Intrusions of Northern and Central Chile. *Geological Society of America Bulletin*, v. 72, pp. 1551-1559, EE. UU.

Ruiz F., C.

Exploración por métodos geofísicos, aéreos y terrestres de las anomalías ubicadas en la región de cerro Chañar-Boquerón, con una discusión sobre las génesis de los yacimientos de hierro de Atacama. *Revista Minerale*s, Año XVI, N° 75, pp. 23-30, Santiago de Chile.

Ruiz F., C. and Saint-Amand, Pierre, ed.

Observations concerning the Chilean earthquakes of May 1960. *Reports XXI International Geological Congress*, Part XXVI, pp. 116-133, Copenhagen, Dinamarca.

1962

Aguirre L-B., L. y Egert R., E.

Las formaciones manganesíferas de la región de quebrada Marquesa, provincia de Coquimbo. *Revista Minerale*s, Año XVIII, N° 76, pp. 25-37, Santiago de Chile.

Ruiz F., C. and Ericksen, G. E.

Metallogenic provinces of Chile, S. A. *Economic Geology*, v. 57, pp. 91-106, EE.UU.

Segerstrom, Kenneth.

Geología de la Pre-Cordillera de Copiapó. *Revista Minerale*s, Año XVII, N° 76, pp. 11-16, Santiago de Chile.

García A., F., Pérez d'A., E. y Ceballos S., E.

El Ordovícico de Aguada de la Perdiz, Puna de Atacama, provincia de Antofagasta. *Revista Minerale*s, Año XVII, N° 77, pp. 52-61, Santiago de Chile.

Levi de Valenzuela, B. y Aguirre L-B., L.

El conglomerado de Algarrobo y su relación con las formaciones del Cretácico Superior de Chile Central. *Anales de las Primeras Jornadas Geológicas Argentinas*, T. II, pp. 417-431, Buenos Aires, Argentina.

Segerstrom, Kenneth.

Regional Geology of the Chañarcillo silver mining district and adjacent areas, Chile. *Economic Geology*, v. 57, pp. 1247-1261, Lancaster, Pa., EE. UU.

Segerstrom, Kenneth.

Paisaje Maduro que se extiende al Sur de la Pampa del norte de Chile y su relación con depósitos minerales. *Revista Minerale*s, Año XVII, N° 79, pp. 46-53, Santiago de Chile.

Estas publicaciones se pueden obtener en el Instituto: Agustinas 785, 5° piso, Casilla 10465, Santiago, Chile

