

REPORT ON THE

WORK OF THE

COMMISSION

1961

REPORT

704  
661  
MPN



# REPUBLICA DE CHILE

PROGRAMA DE EXPLORACION GEOLOGICO MINERA

INFORME DE ESTUDIO GEOLOGICO REGIONAL Y  
ECONOMICO DEL AREA AL ESTE DE LOS 71°W  
ENTRE 34°Y 35°S

JICA LIBRARY



1030130[7]

Diciembre, 1982

GOBIERNO DE JAPON  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION  
AGENCY  
METAL MINING AGENCY OF JAPAN

|                    |      |
|--------------------|------|
| 国際協力事業団            |      |
| 受入<br>月日 84. 9. 27 | 704  |
| 登録No. 09177        | 66.1 |
|                    | MPN  |

(SERNAGEOMIN), con la coordinación general de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONYCI<sup>T</sup>).

*Reisuke Arita*

---

Presidente

Japan International Cooperation Agency

María Teresa Cañas Pinochet

Directora Nacional

Servicio Nacional de Geología y Minería

*Masayuki Nishie*

---

Presidente

Metal Mining Agency of Japan



## P R E F A C I O

Durante el año 1982 se llevó a cabo la primera fase de estudios del nuevo convenio de cooperación del Gobierno Japonés con el Gobierno Chileno para la prospección de minerales. Esta primera fase, corresponde a la parte inicial de un proyecto de exploración de minerales metálicos y desarrollo de guías de prospección en la Cordillera de Los Andes y parte de la Cordillera de la Costa de Chile Central, aproximadamente entre las ciudades de Rancagua y Curicó.

Durante esta fase se completó un estudio fotogeológico de toda el área; su comprobación de terreno, el estudio geológico regional de los cuatro cuadrángulos más occidentales y el estudio geológico detallado del distrito minero Chancón. Se evidenciaron en la parte cordillerana andina 9 macrozonas de alteración (exceptuando aquella del yacimiento El Teniente) interesantes para ser estudiadas, y en el distrito minero de Chancón, ubicado en el extremo nororiental del área del proyecto, la posibilidad del aumento de la ley de cobre bajo el nivel que ha sido explotado hasta la fecha. En este último, se ha detectado que la silicificación de las rocas y localmente la cloritización intensa, podrían constituir buenas guías de prospección de minerales metálicos. Por otra parte, cabe señalar que el área del proyecto cuenta con recursos naturales humanos y energéticos, situándose próxima a los principales centros de consumo, económicos, tecnológicos y de comunicaciones del país.

Tal como ha ocurrido en años anteriores, el trabajo se inició en Japón con la preparación de un mapa fotogeológico y continuó en Chile con equipos integrados por profesionales de ambos países.

Por el Gobierno de Japón actuó la Metal Mining Agency of Japan (MMAJ), a través de la Japan International Cooperation Agency (JICA y por el Gobierno de Chile actuó como organismo técnico el Servicio Nacional de Geología y Minería





(SERNAGEOMIN), con la coordinación general de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONYCIPT).

Presidente

Japan International Cooperation Agency

María Teresa Cañas Pinochet

Directora Nacional

Servicio Nacional de Geología y Minería

Presidente

Metal Mining Agency of Japan







## CONTENIDO

Pág.

PREFACIO

RESUMEN

### INTRODUCCION

|             |                                      |    |
|-------------|--------------------------------------|----|
| Capítulo 1. | Trabajo realizado en el primer año   | 1  |
| 1.1.        | Objetivo del trabajo                 | 1  |
| 1.2.        | Areas de estudio y método de trabajo | 1  |
| 1.3.        | Período de trabajo                   | 2  |
| 1.4.        | Miembros de los equipos de trabajo   | 2  |
| 1.5.        | Antecedentes                         | 4  |
| 1.6.        | Marco geológico                      | 14 |
| 1.6.1.      | Generalidades                        | 14 |
| 1.6.2.      | Cordillera de la Costa               | 14 |
| 1.6.3.      | Valle Central                        | 16 |
| 2.6.4.      | Cordillera de Los Andes              | 17 |
| Capítulo 2. | Geografía                            | 20 |
| 2.1.        | Ubicación                            | 20 |
| 2.2.        | Acceso                               | 20 |
| 2.3.        | Fisiografía                          | 20 |
| 2.4         | Clima y vegetación                   | 22 |
| 2.5         | Recursos Naturales                   | 25 |

### INTERPRETACION DE FOTOGRAFIAS AEREAS

|             |                                    |    |
|-------------|------------------------------------|----|
| Capítulo 1. | Fotografías aéreas usadas          | 26 |
| 1.2.        | Método de análisis                 | 26 |
| 1.3.        | Compilación de los datos obtenidos | 26 |
| Capítulo 2. | Resultados del análisis            | 29 |
| 2.1.        | Generalidades                      | 29 |
| 2.2.        | Unidades geológicas                | 29 |
| 2.2.1.      | Rocas estratificadas               | 29 |



|   | Pág. |
|---|------|
| 2.2.2. Sedimentos inconsolidados  | 42   |
| 2.2.3. Rocas intrusivas   | 43   |
| 2.3. Estructuras  | 46   |
| 2.4. Zonas de alteración  | 48   |
| Capítulo 3. Reconocimiento de terreno   | 53   |
| 3.1. Selección de perfiles  | 53   |
| 3.2. Resultados del reconocimiento de terreno   | 53   |
| 3.3. Comparación de la interpretación fotogeológica con los resultados del estudio geológico regional | 56   |
| Capítulo 4. Conclusiones y recomendaciones  | 57   |
| 4.1. Geología y estructura  | 57   |
| 4.2. Mineralización y alteración  | 58   |
| 4.3. Recomendaciones  | 59   |

#### ESTUDIO GEOLOGICO REGIONAL

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| Capítulo 1. Geología          | 60 |
| 1.1. Generalidades            | 60 |
| 1.2. Estratigrafía            | 61 |
| 1.2.1. Formación Lo Valle     | 61 |
| Distribución                  | 61 |
| Espesor                       | 61 |
| Litología                     | 61 |
| Relaciones estratigráficas    | 66 |
| Correlación y edad            | 66 |
| 1.2.2. Formación Coya-Machalí | 67 |
| Distribución                  | 67 |
| Espesor                       | 67 |
| Litología                     | 68 |
| Relaciones estratigráficas    | 70 |
| Edad y correlación            | 73 |
| 1.2.3. Formación Farellones   | 73 |
| Distribución                  | 73 |





|  | Pág. |
|--|------|
| Espesor                                    | 74   |
| Litología                                  | 74   |
| Relaciones estratigráficas                 | 74   |
| Correlación y edad                         | 74   |
| 1.2.4. Sistema Cuaternario                 | 75   |
| 1.3. Rocas intrusivas                      | 76   |
| 1.4. Estructura                            | 80   |
| Capítulo 2. Geología Económica             | 82   |
| Capítulo 3. Conclusiones y Recomendaciones | 88   |

ESTUDIO GEOLOGICO DE DETALLE DEL DISTRITO  
MINERO CHANCON

|  |     |
|--|-----|
| INTRODUCCION   | 89  |
| Capítulo 1. Geología   | 90  |
| 1.2. Rocas estratificadas  | 90  |
| Formación Lo Valle   | 90  |
| Formación Farellones   | 91  |
| Sistema Cuaternario  | 91  |
| 1.3. Rocas intrusivas  | 91  |
| 1.4. Estructura  | 94  |
| Capítulo 2. Características de la mineralización y yacimientos del distrito minero Chancón | 96  |
| 2.1. Características generales de los yacimientos  | 96  |
| 2.1.1. Mineralización  | 96  |
| 2.1.2. Alteración  | 98  |
| 2.1.3. Sistemas de fracturas mineralizadas   | 99  |
| 2.1.4. Relación entre mineralización y estructura  | 102 |
| 2.1.5. Genesis de la mineralización  | 102 |
| 2.2. Descripción de los yacimientos  | 103 |
| Capítulo 3. Conclusiones y Recomendaciones   | 123 |



## RESUMEN

1) El resumen de los resultados del estudio fotogeológico es:

i) Se identificaron 4 unidades fotogeológicas principales: rocas estratificadas, rocas intrusivas, sedimentos inconsolidados y áreas de alteración. Estas unidades fueron a su vez subdivididas en 19 unidades:

ii) En las rocas estratificadas se distinguieron 7 unidades (denominadas B-1 a B-7) que se agrupan en las siguientes formaciones: Nacientes del Teno, Río Damas, Leñas-Espinoza (jurásicas), Baños del Flaco (transición Jurásico-Cretácico), Colimapu (Cretácico inferior), Lo Valle (Cretácico superior), Coya-Machalí (Cretácico superior-Terciario inferior), Farellones (Mioceno-Plioceno), volcanitas cuaternarias y también en este grupo se incluyó por sus características litológicas la estructura de chimenea de brecha denominada por los geólogos de la mina El Teniente "Formación Braden".

iii) En las rocas intrusivas se distinguieron 7 unidades (denominadas C-1 a C-7) que comprendían intrusivos ácidos a básicos.

iv) En los sedimentos inconsolidados se distinguieron 3 unidades (denominadas A-1 a A-3) que agrupan a: sedimentos fluviales, sedimentos glaciales, depósitos coluviales, nieves y glaciares.

v) Las rocas más antiguas que la Formación Farellones tienen en general un rumbo N-S. Estas rocas están plegadas, observándose un plegamiento particularmente intenso en las rocas de la Formación Coya-Machalí.

vi) La estratificación de la Formación Farellones y volcanitas cuaternarias tienen una inclinación suave a horizontal lo que las diferencia de la Formación Coya-Machalí, aún cuando litológicamente son muy semejantes.

vii) Los fotolineamientos principales observados en el área estudiada son de orientación N-S y NNE-SSW. Algunos de



estos fotolineamientos corresponderían a fallas geológicas.

viii) Es posible diferenciar 135 áreas de alteración. 40 de estas zonas tienen antecedentes de terreno. Es posible agrupar 135 zonas de alteración en 10 macrozonas, de las cuales 8 poseen antecedentes de alteración. En algunos casos los datos disponibles se refieren al desarrollo de zonas lixiviadas y alteraciones de gran extensión.

En las otras dos macrozonas se interpretó la presencia de cuerpos intrusivos y en visitas al terreno se constató la presencia de zonas de lixiviación dentro de ellas.

Por lo tanto, es necesario efectuar estudios de terreno en ellas, exceptuando la zona en que se sitúa la mina El Teniente.

Para el estudio de las 9 macrozonas de alteración se sugiere la siguiente metodología:

- Observación y muestreo en terreno de las zonas de alteración.
- Un estudio geoquímico simultáneo para detectar la presencia de mineralización.

ix) Debido al gran potencial de la zona en estudio, dentro de la cual se encuentra la mina El Teniente, se considera necesario efectuar un levantamiento regional geoquímico para toda el área comprendida en el proyecto.

## 2) Resumen de los resultados del estudio geológico regional.

Las unidades del área estudiada corresponden principalmente a volcanitas intermedias y ácidas del Cretácico Superior al Terciario Inferior a Medio y sedimentos fluviales cuaternarios que se depositaron en el Valle Central.

Las volcanitas constituyen principalmente las formaciones Lo Valle y Coya-Machalí. Localmente y escasamente distribuida se desarrolla la Formación Farellones.

La Formación Lo Valle está suavemente plegada. Los ejes de plegamiento son de orientación NNE-SSW. La Formación Coya-Machalí muestra un plegamiento de amplitud mayor de ondulación.



Por otra parte, afloran varios stocks de rocas intrusivas de composición que varía entre diorítica y granítica.

La mineralización asociada es principalmente del tipo oro-plata-cobre y en general es de baja ley y de escasa extensión excepto en el distrito minero Chancón.

Por lo tanto, sólo se recomienda efectuar estudios de detalle en el distrito de Chancón. En el resto del área, se estima que no es recomendable la realización de otros trabajos.

### 3) Resumen de los resultados del estudio geológico de detalle del distrito minero Chancón.

Durante el trabajo realizado en el distrito, se reconocieron 69 vetas. Sin embargo, según los antecedentes disponibles (SERPLAC VI Región (1980), en el distrito Chancón existen a lo menos 110 yacimientos y áreas de interés que contienen principalmente oro y plata-cobre. Estos depósitos están encajados fundamentalmente en andesita de la Formación Lo Valle.

Existen 2 sistemas principales de vetas: N70-80°W y N10°-30°E. Además existen otras 4 de menor importancia que corresponden a: N30°-50°W, E-W, N-S y N70°E. Las vetas descritas, en general, presentan inclinaciones superiores a 70° y potencias que sólo excepcionalmente sobrepasan 1 m. La corrida máxima reconocida, corresponde a la veta Anita con 750 m. La extensión vertical máxima reconocida es de 250 m en la veta El Inglés.

Los principales minerales de mena y sulfuros son: minerales de oro, minerales de plata, pirita, calcopiritá y arsenopirita. Algunas vetas ocasionalmente contienen bornita, calcosina, galena y blenda. La ganga principal corresponde al cuarzo y en menor cantidad hematita. La magnetita y la calcita sólo localmente son importantes.

En superficie las vetas presentan minerales correspondientes a las zonas de lixiviación y de oxidación principalmente: hematita, limonita y óxidos de cobre.





La veta El Inglés muestra una variación vertical de ley, aumentando el oro hacia la superficie y el cobre en profundidad. Por otro lado, existe una probable zonación de dirección NW-SE. En el sector NE del distrito existiría, una zona de cobre, seguida hacia el SW por una de oro-cobre, de una tercera de oro-plata con poco cobre y de una cuarta de oro-cobre.

La alteración principal que afecta las rocas encajadoras de los depósitos es silicificación. Además existe una intensa cloritización y una epidotización débil en los fragmentos de roca huésped incluidos en el cuerpo de las vetas.

Este tipo de alteración se puede utilizar como índice para la exploración. Finalmente en la mina La Leona la alteración principal corresponde a calcitización y al desarrollo de delgados halos de alteración clorítica en borde de vetilla.

No fue posible establecer una relación clara entre mineralización y estructura. Sin embargo, en general se observa que la mejor mineralización ocurre en zonas con una mayor concentración de fallas.

La abundancia de cuerpos intrusivos de composición dacítica en el distrito, hecho que no se observa en el resto del área estudiada, permite suponer una relación genética entre esos cuerpos y la mineralización.

No se ha obtenido datos que permitan determinar la edad de la mineralización. Atendiendo a la posible relación genética entre los intrusivos dacíticos y la mineralización y al hecho que los intrusivos dacíticos cortan a la Formación Farellones, la edad de la mineralización sería a lo menos post-Mioceno.

Los yacimientos del distrito presentan en general las siguientes dimensiones aproximadas 200 a 500 m de corrida y de extensión vertical y 1,0 m de potencia.

En cuanto a leyes de oro y cobre podría estimarse lo siguiente: en la parte superior de la veta (próxima a la superficie): 7-10 gr de oro/ton, cobre 1,0%; en la parte



inferior (en profundidad) 2-4 gr de oro/ton, cobre 2%.

La mayoría de los yacimientos han sido explotados en los niveles superiores con mayores leyes de oro. Cuando ésta ha disminuído se ha paralizado la explotación. De acuerdo a la hipótesis de variación vertical de leyes observada en la veta El Inglés, es posible que en profundidad aumente la ley de cobre, lo que permitiría desarrollar los yacimientos por esta pasta. Para confirmar esta posibilidad es necesario efectuar otra etapa de estudios de más detalle, considerando inclusiones fluidas teniendo como modelo la veta El Inglés. También es necesario investigar detalladamente la alteración hidrotermal, para poder determinar la ubicación de los centros de mineralización.



## INTRODUCCION



## Capítulo 1 Trabajo realizado en el primer año

### 1.1. Objetivo del trabajo

Los objetivos del trabajo durante el primer año fueron:

- 1) Compilación de antecedentes, estudio de los mismos y evaluación fotogeológica del área del proyecto.
- 2) Mediante la interpretación fotogeológica, detección de posibles nuevas áreas de alteración y mineralización.
- 3) Evaluación de la potencialidad minera, mediante estudios geológicos, en los siguientes cuatro cuadrángulos: Doñihue, Rengo, San Fernando y Codegua. También, la presentación de datos básicos para la exploración de minerales metálicos.
- 4) A través de estudios geológicos de detalle (escala 1:10.000), obtención de directrices de prospección metálica en el distrito de Chancón. Para ello se estudió las características de los yacimientos conocidos y la relación entre las fracturas mineralizadas y la tectónica.

### 1.2. Areas de estudio y método de trabajo

- 1) Area del estudio fotogeológico: comprende la totalidad del área del proyecto, es decir, 8.840 km<sup>2</sup> (Esc. 1:10.000) (Ver y Fig. 1.).
- 2) Area de levantamiento geológico regional y geoquímico (escala 1:50.000) Comprende el borde occidental del área del proyecto, involucrando 2.240 km<sup>2</sup> dentro de los siguientes límites:

|              |   |                          |
|--------------|---|--------------------------|
| Límite norte | : | 34°00' de latitud sur'   |
| Límite sur   | : | 35°00' de latitud sur    |
| Límite este  | : | 70°45' de longitud oeste |
| Límite oeste | : | 71°00' de longitud oeste |





La interpretación de datos geoquímicos de sedimentos se efectuará en el segundo año de operación del proyecto; durante este primer año solo se efectuó el muestreo correspondiente.

- 3) Area de estudio geológico de detalle (escala 1:10.000) del distrito minero Chancón el que está ubicado en el sector noroccidental del cuadrángulo Doñihue, (57,5 km<sup>2</sup>) y tiene los siguientes límites:

|              |   |                          |
|--------------|---|--------------------------|
| Límite norte | : | 34°02'16" latitud sur    |
| Límite sur   | : | 34°05'00" latitud sur    |
| Límite oeste | : | 70°54'45" longitud oeste |
| Límite este  | : | 70°47'15" longitud oeste |

El muestreo efectuado en esta área fue el siguiente:

|  |   |     |
|--|---|-----|
| Muestras geoquímicas de sedimentos actuales      | : | 283 |
| Muestras de mineralización para análisis químico | : | 116 |
| Muestras para cortes transparentes               | : | 80  |
| Muestras para cortes pulitos                     | : | 21  |
| Muestras para analisis de difracción de rayos X  | : | 24  |
| Muestras para datación radiométrica              | : | 2   |

En este primer año de operación, se efectuaron los análisis químicos y estudios correspondientes de cortes pulidos y transparentes en las muestras de mineralización.

La ubicación de las muestras se indica en los planos.

### 1.3. Período de trabajo

El período y desarrollo del trabajo efectuado se indica en la tabla 1.



### 1.4. Miembros de los equipos de trabajo

Por parte de Japón los participantes fueron los



Tabla I PERIODO DE TRABAJO

| METODO DE TRABAJO                | EQUIPOS DE TRABAJO | JULIO                | AGOSTO                             | SEPTIEMBRE               | OCTUBRE                        | NOVIEMBRE                     | DICIEMBRE                  |
|----------------------------------|--------------------|----------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Fotogeología                     | Japón 4            | 13<br>interpretación | 19<br>preparación<br>20 30<br>ción | 17<br>trabajo en terreno | 21<br>interpretación e informe | 5<br>interpretación e informe | 25<br>impresión de informe |
| Geología y Geoquímica regional.  | Japón 4<br>Chile 4 |                      | 20 30<br>preparación               | trabajo en terreno       | 21<br>interpretación e informe | 5<br>interpretación e informe | 25<br>impresión de informe |
| Geología y Geoquímica de detalle | Japón 4<br>Chile 4 |                      | 30                                 | trabajo en terreno       | 21<br>interpretación e informe | 5<br>interpretación e informe | 25<br>impresión de informe |

 Trabajo en Japón  
 Trabajo en Chile



siguientes:

Administración general : Yozo Baba (MMAJ)  
Jefe del equipo : Yuya Furukawa (MMAJ)  
Coordinación general, trabajo  
de terreno y preparación del  
informe.

Miembros:

Susumu Takeda (MMAJ) : fotogeología, trabajo de te-  
rreno, preparación del informe.  
Eigo Futamura (MMAJ) : trabajo de terreno, preparación  
del informe.  
Yoshio Takeda (MMAJ) : trabajo de terreno y prepara-  
ción del informe.  
Ken Obara (MMAJ) : fotogeología.  
Masataka Ochi (MMAJ) : fotogeología.

Por parte de Chile los participantes fueron los  
siguientes:

Jefe del equipo : Carlos Portigliati Navarro  
(SERNAGEOMIN). Coordinación  
general, trabajo de terreno y  
preparación del informe.

Miembros:

Carlos Emparan Cabrolier : trabajo de terreno y prepara-  
(SERNAGEOMIN) ción del informe.  
Sergio Díaz Bonilla : trabajo de terreno y prepara-  
(SERNAGEOMIN) ción del informe.  
Luis Bobenrieth Giglio : trabajo de terreno y prepara-  
(SERNAGEOMIN) ción del informe.

#### 1.5. Antecedentes

Almeyda, E. y Sáez, F. (1958): "Recopilación de datos climáti-  
cos de Chile y mapas sinópticos respectivos". Min.



Agric., Dir. Gral. Prod. Agr. Pesq., Santiago.

Anónimo (?): "Descripción, antecedentes e informes Técnicos de las minas situadas en la hacienda Las Nieves, cerro Los Cristales, subdelegación Rengo, depto. de Caupolican, provincia de O'Higgins (Chile), S.A." Inédito en Archivo Geol. Min, SERNAGEOMIN.

Covacevich, V. et. al. (1976): "Estratigrafía y sedimentación de la formación Banos del Flaco al sur del río Tinguiririca, Cordillera de Los Andes, prov. de Curicó, Chile". Act. Primer Cong. Geol. Chil., v. 1 p. A 191-211, Santiago.

Charrier, R. y Lillo, F. (1973): "Geología regional y geoquímica del drenaje de las provincias de O'Higgins y Colchagua" Inst. Nac. Inv. Rec. Nat. Publ. N° 7.

Charrier, R. y Munizaga, F. (1979): "Edades K-Ar de volcanitas Cenozoicas del sector cordillerano del río Cachapoal, Chile" (34°15' lat. sur). Rev. Geol. de Chile, N° 7, p. 41-51.

Díaz, C. et. al. (1957): "Reconocimiento de suelos de la provincia de O'Higgins". Min. de Aric. Rev. Agricultura Técnica, año 18, N° 2, p. 487-623 (Dic. 1958).

Di Biase, F. (1973): "La minería de las provincias de O'Higgins y Colchagua". Int. Nac. Inv. Rec. Nat. Inf. N° 31.

Drake, R. E. (1974): "The chronology of Cenozoic igneous and tectonic events in the Central Chilean Andes". IAVCEI, Symp. Int. Volc. pre-print, Santiago.

Duhalde, M. y Rehnfeldt, J. (1981): "Geología del área del río Maule entre los 70°30'-71°15' long. oeste y estudio geológico-geotécnico del proyecto hidroeléctrico Pehuenche de Endesa". U. de Chile, Depto. de Geol. Memoria para optar al título de geólogo, Santiago.

Escobar, F. et. al. (1977): "Avance geológico de las hojas Rancagua-Curicó, Talca-Linares, Chanco-Concepción-





- Chillán". Int. Inv. Geol. Inédito.
- Ferraris, F. (1978): "Mapa geológico de Chile, escala 1:250.000". Inst. Inv. Geol. Inédito.
- Fuenzalida, P., H. (1965): "Cap. IV "Clima" en Geografía Económica de Chile, Texto refundido, CORFO, Santiago.
- Godoy, E. (1982): "Geología del área Montenegro-Cuestra Chacabuco: Región Metropolitana: el "problema de la formación Lo Valle". Act. Ter. Cong. Geol. Chil. v. 1, p. A125-146, Concepción.
- Klohn, C. (1953): "Informe preliminar sobre las actividades y resultados geológicos y mineros de la comisión que durante la temporada de 1952-1953 actuó en la cordillera al este de Rancagua". CORFO, Depto. de Minas y Combustibles, inédito.
- Klohn, C. (1953): "Informe geológico y minero sobre la cordillera de la provincia de O'Higgins al este de Rancagua; hoya hidrográfica del río Cachapoal y terrenos colindantes en Argentina". CORFO, Depto. de Minas y Combustibles, inédito.
- Klohn, C. (1954): "Informe geológico minero regional sobre la Cordillera de Los Andes de las provincias de O'Higgins, Colchagua y Curicó". CORFO, Depto. de Minas y Combustibles, inédito.
- Klohn, C. (1960): "Geología de la Cordillera de Los Andes de Chile Central, provincias de Santiago, O'Higgins, Colchagua y Curicó". Inst. Inv. Geol. Bol. N° 8.
- Munizaga, F. y Vicente, J. C. (1982): "Acerca de la zonación plutónica y del volcanismo Miocénico en Los Andes de Aconcagua (lat. 32-33°S): datos radiométricos K-Ar". Serv. Nac. Geol. Min. Rev. Geol. Chile, N° 16, p. 3-21.
- Nasi, C. y Thiele, R. (1982): "Estratigrafía del Jurásico y Cretácico de la Cordillera de la Costa, al sur del río Maipo, entre Melipilla y Laguna de Aculeo (Chile Cen-



- tral)". Serv. Nac. Geol. Min., Rev. Geol. Chile, N° 16, p. 81-99.
- Podestá, D. J. y Meyer, A. V. (1948): "Report on scouting examination, Las Nieves copper prospect near Rengo, Chile" inédito, Chuquicamata, en Archivo Geol. Min, SERNA-GEOMIN.
- Ruiz, C. et. al. (1960): "Edades plomo-alfa y marco estratigráficos de los granitos chilenos con una discusión acerca de su relación con la orogénesis". Inst. Inv. Geol. Bol. N° 7.
- Ruiz, C., et. al. (1965): "Geología y yacimientos metalíferos de Chile". Inst. Inv. Geol. Santiago.
- SERNAGEOMIN (En prensa) "Mapa geológico de Chile, escala 1:1.000.000", Impr. Inst. Geog. Militar, Santiago.
- SERPLAC-VI Región (1979): "Potencial minero de la VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins R." Etapa I, 6 v. inédito.
- Moscoso, R. et. al. (1982): "Hoja Los Andes, Región de Valparaíso". Serv. Nac. Geol. Min., Carta Geol. de Chile, N° 52.
- Thiele, R. (1980): "Hoja Santiago, Región Metropolitana". Inst. Inv. Geol., carta Geol. de Chile N° 39.
- Thomas, H. (1958): "Geología de la Cordillera de la Costa entre el valle de La Ligua y la cuesta de Barriga". Inst. Inv. Geol. (Chile). Bol. N° 2.
- Van Eysinga, F. W. B. (1978): "Geological time table" 3 ed. Ed. Elsevier Sci. Publ. Co., Amsterdam.
- Vergara, M. (1969): "Rocas volcánicas y sedimentario-volcánicas, mesozoicas y cenozoicas, en la lat. 34°30'S, Chile". U. de Chile, Depto. de Geol. Publ. N° 32.
- Vergara, M. y Munizaga, F. (1974): "Age and evolution of the Upper Cenozoic andestic volcanism in Central-South Chile". Geol. Soc. Am. Bull, v. 85, p. 603-606.



- Vergara, M. (1978): "Comentario sobre la edad de las formaciones Cola de Zorro y Farellones, Chile Central". Inst. Inv. Geol. Rev. Geol. de Chile, N° 5, p. 59-61.
- Vergara, M. y Drake, R. E. (1978): "Edades potasio-argón y su implicancia en la geología regional de Chile". Univ. de Chile, Depto. Geol. Com. N° 23, p. 1-11.
- Vergara, M. y Drake, R. E. (1979a): "Eventos magmáticos plutónicos en Los Andes de Chile Central". En Seg. Congr. Geol. Chileno, Act. v. 1, p. F-19-30, Arica.
- Vergara, M. y Drake, R. E. (1979b): "Edades K/Ar en secuencias volcánicas continentales post neocomianas de Chile Central; su depositación en cuencas intermontanas restringidas". Asoc. Geol. Argentina, Rev. v. 34, N° 1, p. 42-52.
- Vergara, M. y López, L. (1980): "Geología y petrología de los intrusivos sub-volcánicos de la precordillera andina entre Santiago y Colina". U. de Chile, Depto de Geol. Com. N° 29, p. 1-21.
- Vieira, C. (1978): "Hoja Rancagua-Curicó", escala 1:250.000. Inst. Inv. Geol. Inédito.
- Vila, T. (1939): "Molinana (Tinguiririca)" en: La Industria del azufre en Chile, Depto. de Minas y Petróleo, Santiago.









B. Al norte del área de estudio

| Localidad                             | Tipo de roca                      | Unidad o relación geológica | Material datado | Edad en m.a. | Referencia               |
|---------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------|--------------|--------------------------|
| 13. Qda. Lo Valle                     | Andesita de augita                | F. Lo Valle                 | Roca total      | 77,8±1(*)    | Vergara y Drake, 1978    |
| 14. Qda. Lo Valle                     | Ignimbrita dacítica               | F. Lo Valle                 | Roca total      | 64,6±0,5(*)  | " "                      |
| 15. Qda. Lo Valle                     | Ignimbrita dacítica               | F. Lo Valle                 | Plagioclasa     | 70,5±2,5(*)  | " "                      |
| 16. Est. Alicahue-Qda San Francisco   | Granito                           | Intruye a F. Lo Valle       | Biotita         | 56±3         | Munizaga y Vicente, 1982 |
| 17. Los Patos (Putando)               | Granito                           | Intruye a F. Lo Valle       | Anfibola        | 63,7±6,7     | " "                      |
| 18. Laguna de Aculeo                  | Granodiorita                      | Intruye a F. Lo Valle       | Plagioclasa     | 80           | Vergara y Drake, 1979b   |
| 19. Este de San Gabriel (Lo Valdés)   | Ignimbrita riolítica              | F. Abanico (Prob. base)     | —               | 61,6         | Vergara y Drake, 1978    |
| 20. Este de San Gabriel (Lo Valdés)   | Ocoita                            | F. Abanico (Prob. base)     | Plagioclasa     | 62,3±3       | " "                      |
| 21. Arrayán                           | Andesita félsica                  | F. Abanico                  | Plagioclasa     | 25,2±1,0(*)  | " "                      |
| 22. Arrayán                           | Andesita gris                     | F. Abanico                  | Plagioclasa     | 40,9±10,0(*) | " "                      |
| 23. Vuelta del Padre (R. Maipo)       | Toba de cristal                   | F. Abanico                  | Roca total      | 22,9±0,5     | " "                      |
| 24. Vuelta del Padre (R. Maipo)       | Toba lítica                       | F. Abanico                  | Plagioclasa     | 24,1±1,0     | " "                      |
| 25. Vuelta del Padre (R. Maipo)       | Andesita gris clara               | F. Abanico                  | Roca total      | 22,4±5       | " "                      |
| 26. SE de San Gabriel                 | Andesita gris verde               | F. Abanico                  | Roca total      | 18,4         | " "                      |
| 27. SE de San Gabriel                 | Andesita gris verde               | F. Abanico                  | Roca total      | 16,4±1       | " "                      |
| 28. Salto del Soldado (R. Aconcagua)  | Granodiorita de hornbl. y biotita | Intruye a F. Abanico        | Roca total      | 19,5±0,5     | " "                      |
| 29. Central Los Quilos (R. Aconcagua) | Brecha dacítica autoclastica      | Intruye a F. Abanico        | Roca total      | 18,4±1,4     | Munizaga y Vicente, 1982 |

(\*) Muestra alterada



| Localidad                              | Tipo de roca                    | Unidad o relación geológica      | Material datado      | Edad en m.a. | Referencia                    |
|--|---------------------------------|----------------------------------|----------------------|--------------|-------------------------------|
| 30. Cos. Renca y Colorado              | Andesita                        | Intruye a F. Abanico             | Plagioclasa          | 20,0±0,5     | Thiele et. al. In Thiele 1980 |
| 31. San Gabriel (a)                    | Granodiorita de horn. y biotita | Intruye a F. Abanico             | Biotita              | 13,9±0,8     | Vergara y Drake, 1978         |
| 32. San Gabriel (b)                    | Granodiorita de horn. y biotita | Intruye a F. Abanico             | Plagioclasa          | 10,6±0,3     | "                             |
| 33. San Gabriel (c)                    | Granodiorita de horn. y biotita | Intruye a F. Abanico             | Hornblenda y biotita | 11,6±1,3     | "                             |
| 34. Laguna del Copín                   | Ignimbrita                      | F. Farellones (M. Inferior)      | Roca total           | 10,9±0,4     | Munizaga y Vicente 1982       |
| 35. Cerro Llaretal                     | Dacita                          | F. Farellones (M. inferior)      | Roca total           | 20,4±0,5     | "                             |
| 36. Río Hidalgo 2.400 m-Est. Las Muías | Toba dacítica                   | F. Farellones (Techo M. Inf.)    | Roca total           | 17,4±0,6     | "                             |
| 37. Qda. El Tábano 3.570 m             | Andesita basáltica              | F. Farellones (M. superior)      | Roca total           | 12,3±0,4     | "                             |
| 38. Río Blanco (a)                     | Toba riolítica                  | F. Farellones                    | Plagioclasa          | 4,9±0,2      | Vergara y Drake, 1978         |
| 39. Río Blanco (b)                     | Toba riolítica                  | F. Farellones                    | Biotita              | 4,1±0,1      | "                             |
| 40. Lagunillas                         | Andesita                        | F. Farellones                    | Plagioclasa          | 17,3±0,2     | "                             |
| 41. Farellones                         | Andesita de piroxeno            | F. Farellones                    | Plagioclasa          | 18,5±0,2     | "                             |
| 42. Farellones                         | Toba riolítica                  | F. Farellones                    | Plagioclasa          | 17,3±0,3     | "                             |
| 43. Campo de Ahumada-Qda. del Arpa     | Cuarzo-monzonita                | Intruye base de F. Farellones    | Biotita              | 16 1         | Munizaga y Vicente, 1982      |
| 44. Los Tambillos (Nac. Río Rocón)     | Dacita                          | Intruye a F. Farellones          | Biotita              | 7,8±0,3      | "                             |
| 45. Co. Alto de Leiva                  | Dacita                          | Intruye a F. Farellones          | Roca total           | 9,6±0,2      | "                             |
| 46. Co. Rincón de Antuco               | Hialo-dacita                    | Intruye M. inf. de F. Farellones | Roca total           | 6,1±0,5      | "                             |
| 47. Co. Encarrujado                    | Andesita basáltica              | Intruye M. inf. de F. Farellones | Roca total           | 6,1±1,2      | "                             |



| Localidad             | Tipo de roca            | Unidad o relación geológica     | Material datado | Edad en m.a. | Referencia            |
|-----------------------|-------------------------|---------------------------------|-----------------|--------------|-----------------------|
| 48. Huechún           | Andesita de piroxena    | Grupo volcánico Oligo-Miocénico | Roca total      | 30,9±0,8     | Vergara y Drake, 1978 |
| 49. Huechún           | Andesita de piroxena    | Grupo volcánico Oligo-Miocénico | Roca total      | 27,9±0,7     | "                     |
| 50. Huechún           | Toba lítica de cristall | Grupo volcánico Oligo-Miocénico | Roca total      | 20,6±0,2     | "                     |
| 51. Co. San Cristóbal | Ignimbrita dacítica     | Grupo volcánico Oligo-Miocénico | Plagioclasa     | 28,3±0,7     | "                     |
| 52. Co. Manquehue     | Andesita                | Grupo volcánico Oligo-Miocénico | Plagioclasa     | 19,5±0,5     | "                     |



C. Al sur del área de estudio

| Localidad                         | Tipo de roca                      | Unidad o relación geológica     | Material datado | Edad en m.a. | Referencia                             |
|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------|--------------|--|
| 53. El melado-Río Maule           | Granodiorita                      | Intruye a F. Abanico            | Roca total      | 60,5±0,3     | Drake, 1974, in Vergara y Drake, 1979b |
| 54. Los Angeles (10 km al sur)    | Andesita afírica                  | Grupo volcánico Oligo-Miocénico | Roca total      | 20,4±1,0     | Vergara y Munizaga, 1974               |
| 55. Temuco (1 km al NW)           | Andesita de orto- y clinopiroxeno | Grupo volcánico Oligo-Miocénico | Roca total      | 22,0±1,6     | " "                                    |
| 56. Temuco (9 km al sur)          | Andesita afírica                  | Grupo volcánico Oligo-Miocénico | Roca total      | 27,7±1,9     | " "                                    |
| 57. Puerto Montt (Colligual N° 2) | Andesita de orto- y clinopiroxeno | Grupo volcánico Oligo-Miocénico | Roca total      | 20,7±1,1     | " "                                    |
| 58. Co. El Picaso                 | Andesita basáltica                | Plateau                         | Roca total      | 2,42±0,05    | Drake, 1974                            |
| 59. Co. El Picaso                 | Andesita de piroxena              | Plateau                         | Roca total      | 2,4±0,1      | " "                                    |
| 60. Río Claro-Arroyo Tricahue     | Andesita de piroxeno              | Coladas de valle antiguo        | Roca total      | 1,09±0,3     | " "                                    |
| 61. Río Claro-Arroyo Tricahue     | Andesita basáltica                | Coladas de valle antiguo        | Roca total      | 1,03±0,3     | " "                                    |
| 62. Volcán San Pedro              | Andesita basáltica                | Flujo basal (Estrato volcán)    | Roca total      | 0,34±0,2     | " "                                    |
| 63. Volcán San Pedro              | Andesita basáltica                | Flujo basal (Estrato volcán)    | Roca total      | 0,28±0,2     | " "                                    |





## 1.6. Marco geológico

Las 3 grandes unidades morfoestructurales del sector de Chile Central donde se sitúa el área estudiada, tienen características geológicas que las individualizan. Estas unidades corresponden a la Cordillera de la Costa, Valle Central y Cordillera de Los Andes.

### 1.6.1. Generalidades

En la región de la costa los afloramientos plutónicos tienen gran importancia, en tanto que en la región andina las rocas estratificadas predominan ampliamente (Serv. Nac. Geol. Min. M. Geol. Ch. 1:1.000.000).

Los cuerpos plutónicos se disponen en franjas paralelas de orientación NS cuya edad aumenta progresivamente de W a E (Vergara y Drake, 1979a, Munizaga y Vicente, 1982). En la Cordillera de la Costa estos cuerpos serían de emplazamiento mesozonal (Muñoz Cristi in Vergara y Drake 1979a), predominantemente pre-Cretácico.

En el Valle Central hay un alineamiento de intrusivos subvolcánicos de edad miocénica. (Vergara y Munizaga, 1974; Vergara y Drake, 1979a, 1979b, Vergara y López, 1980). En la Cordillera de Los Andes son preferentemente del Terciario, de emplazamiento epizonal con desarrollo de aureólas de metamorfismo de contacto y alteración hidrotermal (op. cit.).

Asimismo, las rocas estratificadas que se superponen o están intruidas por plutones, se caracterizan en la región de la Cordillera de la Costa, por ser progresivamente más jóvenes hacia el Este (Vergara, 1969; Charrier y Lillo, 1973; Escobar et. al, 1977, Vieira, 1978; Ferraris, 1978). Una excepción a esta generalidad la constituye la ingresión marina Cenozoica correspondiente a la formación Navidad y la Serie de La Cueva (Charrier y Lillo, 1973; Escobar et. al, 1977).

### 1.6.2. Cordillera de la Costa

En el borde occidental aflora el Basamento Metamór-



fico, intruido por un batolito paleozoico. Este basamento está constituido por pizarras, filitas, esquistos, metaareniscas y rocas corneanas. Estas rocas presentan un metamorfismo que grada de alta presión a baja presión, y de la facie de esquistos verdes a anfibolitas. En ambos casos el sentido de la variación es oeste-este (Charrier y Lillo, 1973; Escobar, et. al. 1977).

Sobre el Basamento Cristalino de la Cordillera de la Costa se apoyan en contacto depositacional transgresivo y por falla el Triásico Superior marino sedimentario y volcánico (Escobar et. al. 1977). Al norte del río Mataquito el Triásico está constituido por las formaciones El Cisne (lutitas, subgrauwacas, conglomerados), Crucero de Los Sauces (ignimbritas, tobas brechosas) y Estero de la Higuera (areniscas fosilíferas). Sobre el Triásico se apoya pseudo-concordantemente el Jurásico Inferior (Escobas et. al. 1977; Vieira, 1978) constituido por las formaciones Laguna de Tilicura (lutitas arcosas, ortoconglomerados) y Rincón de Nuñez (lutitas fosilíferas, areniscas). Una secuencia estratigráfica atribuida inicialmente al Cretácico Inferior (Vergara, 1969; Charrier y Lillo, 1973, Escobar et. al. 1977), con intercalaciones sedimentarias continentales y marinas se apoya directamente sobre las rocas plutónicas paleozoicas. Constituye la potente formación (Serie de) La Lajuela (fide Charrier y Lillo, 1973) formada por volcanitas queratófiricas andesíticas y riolíticas, calizas, lutitas, areniscas, conglomerados; su actitud general es  $N7^{\circ}-30^{\circ}E/50^{\circ}SE$ , aunque en el cerro La Esperanza se la observó fuertemente plegada (op. cit.).

Al norte del área estudiada inicialmente fue correlacionada en el rango Titoniano-Albiano (op. cit.) con las formaciones Lo Prado y Pachacama definidas por Thomas (1958). Posteriormente, hacia el norte del área bajo estudio, la sección inferior volcánica ha sido correlacionada con la formación Horqueta (post Bajociano a Preberriaciano) mientras que la sección superior sedimentaria con fósiles del valanginiano lo ha sido con la parte basal de la formación Lo Prado



(Nadi y Thiele, 1982). Sobre la formación (Estratos de) La Lajuela se apoyan en discordancia angular los estratos volcánicos post-neocomianos atribuidos inicialmente a la formación Farellones (Vergara, 1969, Charrier y Lillo, 1973; Escobar et. al. 1977). Han sido descritos como predominantemente volcánicas de carácter riolítico (riolitas, brechas y tobas) y andesíticos continentales (algunas coladas andesíticas intercaladas y depósitos de brechas y areniscas continentales) fide Vergara, 1969 y Charrier y Lillo, 1973. Su techo es la actual superficie de erosión. Con posterioridad estas rocas fueron asignadas a la formación Lo Valle del Cretácico Superior (Vergara y Drake, 1979b, Nasi y Thiele, 1982). Esta formación, definida por Thomas (1958) está constituida por ignimbritas riolíticas y dacíticas, flujos piroclásticos, andesitas y sedimentos lacustres de origen continental. La formación Lo Valle disminuye su espesor hacia el norte y su sección inferior asignada a la parte inferior del Cretácico Superior (Nasi y Thiele, 1982) engrana con la formación Las Chilcas (sedimentaria continental); en tanto que su sección superior sobreyace con discordancia a la formación Las Chilcas (op. cit.) definida por Thomas (1958). Sin embargo, Godoy (1982) afirma que observó concordancia en el área Montenegro-Cuesta de Chacabuco.

La formación Lo Valle en el extremo norte del Valle Central está en contacto por falla con la formación Abanico (Moscoso et. al. 1982).

### 1.6.3 Valle Central

El Valle Central corresponde a una depresión estructural delimitada por fallas normales (Charrier y Lillo, 1973) que ha sido rellenada por sedimentos cuaternarios. Presenta estratos continentales volcánicos oligocénicos andesíticos y dacíticos con intercalaciones sedimentarias, intruidos por cuerpos subvolcánicos Miocénicos (cuellos stocks porfiricos y filones) que se distribuyen a lo largo del Valle Central desde Los Andes hasta Ancud. (Drake, 1974; Vergara y Munizaga, 1974; Vergara y Drake, 1979a, 1979b; Vergara y López, 1980). Este



conjunto ha sido denominado "Grupo Volcánico Oligo-Miocénico" (Vergara y Drake, 1979b).

#### 1.6.4. Cordillera de Los Andes

En la región de la Cordillera de Los Andes, las rocas más antiguas se sitúan en el borde oriental del territorio. Allí el Jurásico Medio-Superior sedimentario marino y continental sedimentario-volcánico, se expone en una elongada franja de orientación NS (SERNAGEOMIN M. G. de Ch. 1:1.000.000, Klohn, 1960; González y Vergara, 1961; Charrier y Lillo, 1973; Thiele, 1980) apoyándose discordantemente sobre riolitas triásicas (Charrier y Lillo, 1973; p. 25). Está constituida por las siguientes formaciones concordantes: Nacientes del Teno de carácter marino constituido por conglomerados, areniscas, lutitas, rocas calcáreas, piroclásticas y yeso) Klohn (1960) le asigna una edad Lías-Dogger a Kimmenridgiano inferior. Sobre ella se deposita la formación Río Damas, que está formada por conglomerados, brechas andesíticas, areniscas, lavas andesíticas de origen continental. Klohn (1960) le asigna una edad Kimmenridgiano superior-Titoniano inferior. La Formación Leñas-Espinoza de carácter marino formado por areniscas, calizas y lutitas propuesta por Klohn (1960), a la que le asignó una edad Kimmerindgiano superior-Titoniano superior y que podría integrarse a la formación siguiente (Charrier y Lillo, 1973). Finalmente se depositó la Formación Baños del Flaco de transición al Cretácico inferior (op. cit.). Es de carácter marino y está formada por calcarenitas y calcilutitas. Klohn (1960) le asigna una edad Titoniano Superior-Hauteriviano. Sin embargo, Charrier y Lillo (1973); y Covacevich et. al. (1976) le asignan un rango que va desde el Titoniano inferior al Hauteriviano.

Sobre los estratos jurásicos se apoya concordantemente el Cretácico inferior alto, regresivo, continental sedimentario con intercalaciones volcánicas, constituido por la formación Colimapu (areniscas tobíferas rojizas, lutitas tobíferas, tufitas rojas, conglomerados, brechas andesíticas,





lavas andesíticas, calizas y yeso). Esta formación fue definida por Klohn (1960) quién le asignó una edad mínima Albiano y una edad máxima Hauteriviano (Charrier y Lillo, 1973, Thiele, 1980).

Sobre la secuencia concordante, plegada jurásicacretácica ya descrita, se apoya con discordancia orogénica (Klohn, 1960) una unidad continental sedimentario-volcánica denominada Coya-Machalf por Klohn (1960) en el área de estudio. Está formada por rocas efusivas y piroclásticas de preferencia andesíticas, algunos basaltos y traquitas y sedimentos principalmente límnicos. Igual denominación dentro del área de estudio usaron Charrier y Lillo, 1973; Escobar, 1977 y Vieira, 1978. Al norte y sur del área estudiada ha sido denominada formación Abanico (Thiele, 1980, Moscoso, 1982) habiendo sido definida por Aguirre (1960). Dentro del área estudiada Vergara (1969) la denominó Abanico equivalente a Coya-Machalf. Esta secuencia volcánica constituye una ancha franja de afloramientos que alcanzan hasta el Valle Central y se disponen elongadamente en dirección NS. Es particularmente conocida entre los 32° y 35° de latitud sur (Aguirre 1960; Klohn, 1960, Vergara, 1969; Charrier y Lillo, 1973; Vergara y Drake, 1979b; Thiele, 1980; Moscoso et. al. 1980); aún cuando fue reconocida algo más al sur por González y Vergara (1962). Se acuñaría en el área del río Maule entre los 36° y 37° S (Vergara y Drake, 1979b). Su edad ha sido determinada como Cretácico Superior-Paleogeno (Vergara y Drake, 1978; 1979a; Charrier y Munizaga, 1979; Thiele, 1980; Moscoso et. al. 1982).

Sobre la formación Coya-Machalf, se apoya en discordancia angular otra secuencia continental volcánica con intercalaciones sedimentarias de litología semejante pero con un plegamiento más suave denominada formalmente por Aguirre (1960) como formación Farellones y reconocida en el área estudiada por (Klohn, 1960; Vergara 1969; Charrier y Lillo, 1973). Posteriormente ha sido denominada Grupo Farellones (Vergara, 1978, Vergara y Drake; 1978, 1979a, 1979b, Charrier y Munizaga, 1979, Moscoso et. al. 1982). Su edad es Terciario superior, distin-



guiéndose una unidad inferior miocénica y una superior pliocénica. Esta secuencia se distribuye desde algunos kilómetros al norte de los 32° S (Moscoso et. al. 1982; Munizaga y Vicente, 1982) hasta los 35° S (río Teno) desapareciendo por acuñamiento (Vergara y Drake, 1979b). Esta formación se habría depositado en una cuenca intramontana miocénica desarrollada sincrónicamente con otras dos situadas más al sur. En éstas se depositaron las formaciones Campanario definida por Drake (1974) y Cura-Mallín definida por González y Vergara (1962). Al sur del área estudiada Drake (1974) observó que a la actividad volcánica del Mioceno medio le siguió un plegamiento. Este plegamiento anterior a la intrusión de diques pliocénicos de edad radiométrica 3,6 a 2,0 m.a., que afectan a estas formaciones volcánicas. Durante el lapso comprendido entre el Mioceno superior y el plioceno medio se produjo un período sin actividad volcánica.

El techo del Grupo Farellones está marcado por una discordancia angular sobre la cual se han depositado basaltos y andesitas (Klohn, 1960), plio-pleistocénicas a recientes (Charrier y Lillo, 1973). Corresponden a volcanitas de plateau (Vergara y Munizaga, 1974; Drake, 1974) y a coladas de valle (Drake, 1974; Charrier y Munizaga, 1979, Van Eysingea, 1978) depositándose durante el Plioceno superior. Coladas andesíticas del Pleistoceno medio han rellenado valles excavados en los plateau recién formados y son contemporáneos con flujos ignimbríticos y brechas tobáceas. Durante el período Pleistoceno superior-Holoceno se estructuran los estratovolcanes modernos (Drake, 1974).



## Capítulo 2 Geografía

### 2.1. Ubicación

El área del presente estudio está situada en Chile Central, al sur de la ciudad de Santiago, limitada entre los paralelos 34°00' y 35°00' latitud sur y entre el meridiano 70°45' y una línea paralela a la frontera con Argentina 5 km al W de ese límite. Desde el punto de vista de la división administrativa del país, abarca la parte oriental de las provincias de Cachapoal y Colchagua en la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, y la provincia de Curicó en la Región del Maule.

Dentro del área estudiada se encuentran las ciudades de Rancagua, Rengo y San Fernando.

### 2.2. Acceso

La principal vía de acceso a la zona corresponde a la carretera longitudinal sur, que cruza el área de norte a sur en su extremo occidental. De esta vía se desprenden numerosos caminos secundarios hacia la zona de pre-cordillera. Existen cuatro caminos principales que continúan hacia la cordillera de Los Andes. Estos son de norte a sur:

a) camino al mineral El Teniente - b) camino a la mina Juanita - c) camino a Baños del Flaco y d) camino a la Laguna Tenorio. Gran parte del área queda comprendida entre las vías mencionadas o más al oriente. El acceso a estos sectores se realiza por caminos troperos, utilizables sólo durante el verano.

### 2.3. Fisiografía

Dentro del área de trabajo se distinguen cuatro unidades orográficas principales que de oeste a este corresponden a: Cordillera de la Costa, Valle Central, pre-cordillera y Cordillera de Los Andes. Estas unidades están orientadas según un eje general de rumbo NNE/SSW. Cada una de ellas tiene



características distintivas tanto orográficas como climáticas y de formación vegetal.

La Cordillera de la Costa se presenta como un cordón principal con alturas máximas de 2.000 m s.n.m. (C° Alto de Llivillivi), y estribaciones en direcciones E-W NE-SW cortadas por profundos valles fluviales.

El Valle Central corresponde a una llanura aluvial y fluvial inclinada levemente (2°-5°) hacia el sur y al oeste. La ciudad de Rancagua está a una cota de 500 m s.n.m. mientras que Curicó ubicada a aproximadamente 100 km al sur de la anterior está a una cota de 250 m s.n.m.

El Valle Central tiene un ancho variable entre 0 y 40 kms, ya que las Cordilleras de la Costa y de Los Andes se tocan en las localidades de Paine y Pelequen.

La pre-Cordillera, consiste en cordones antepuestos a la Cordillera Andina, separados de esta última por valles secundarios que presentan direcciones NNE-SSW a N-S. Los cordones alcanzan alturas máximas de 1.800 a 2.200 m s.n.m. (Altos del Fraile, Altos de Pablo, etc.). El paisaje aparece modelado por profundos valles fluviales.

Hacia el E se alza la Cordillera de los Andes la que en pocos kilómetros alcanza, cerca de la frontera con Argentina, alturas de 4.000 a 5.300 m s.n.m. (volcán Maipo, C° Picos del Barroso, Alto de Los Arrieros, etc.). Se presenta intensamente afectada por fenómenos de erosión glacial y fluvial, que han labrado profundos valles en V y U con ladera muy abruptas estructuradas por fallas modernas.

En algunos sectores muy altos de la cordillera, se desarrolla un relieve suave que aparentemente corresponde a lo que fué una peniplanicie que contituía a la cordillera hacia fines del Terciario; este relieve suave se ve reforzado por depósitos efusivos que rellenan el relieve preexistente contituyendo planicies de altura.

Todas las unidades orográficas descritas aparecen disectadas por 4 ríos principales que cruzan el área de este a oeste, y que de norte a sur son los siguientes: río Cachapoal





(frente a Rancagua), río Claro (frente a Rengo), río Tinguiririca (frente a San Fernando) y el río Teno (frente a Curicó).

Todos los ríos son de régimen exorreico, perenne con creces primaverales. En las inmediaciones del pueblo de Coya, el río Cachapoal posee un gasto medio anual de 77 m<sup>3</sup>/seg, mientras que el Tinguiririca al llegar al Valle Central tiene un caudal medio anual de 51,5 m<sup>3</sup>/seg y el río Teno en la localidad de Los Queñes alcanza un caudal medio anual de 38 m<sup>3</sup>/seg.

#### 2.4. Clima y vegetación

El área estudiada presenta tres tipos de clima, controlados por la altitud. El sector más bajo que corresponde a la Cordillera de la Costa, Valle Central y pre-Cordillera hasta los 1.500 m s.n.m., está afectado por un clima "Templado-Calido con estación seca prolongada" (C<sub>s</sub>b<sub>1</sub>). En la pre-Cordillera entre los 1.500 y aproximadamente los 3.000 m s.n.m. prevalece un clima "Templado-Cálido con estación lluviosa semejante afectado por la altura" (C<sub>s</sub>b<sub>2</sub>H). Desde los 3.000 m s.n.m. hacia arriba el clima es del tipo "Hielo por efecto de la altura" (Köppen en Fuenzalida (1965). Los climas "Templado-Cálido" se caracterizan por temperaturas que en los meses más fríos varían entre 10 y 3°C. Se diferencian en la duración del período lluvioso; ya que la duración del primero es de 4 a 5 meses mientras que en el segundo es de 6 a 7 meses de lluvia. La pluviosidad aumenta hacia el sur. En Rancagua la precipitación promedio es de 577 mm/año mientras que en San Fernando es de 780 mm/año.

El clima de "Hielo" se caracteriza por temperaturas cercanas a 0°C durante todo el año, permitiendo el desarrollo de nieves eternas.

Mayores detalles sobre las características de los climas descritos se presentan en la siguiente tabla 3:



Tabla 3 PRECIPITACION, TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL AREA ESTUDIADA

| Rancagua (Csb <sub>1</sub> )     | VERANO         |       |         | OTOÑO |       |      | INVIERNO |       |        |       | PRIMAVERA |      |        | Promedio |
|----------------------------------|----------------|-------|---------|-------|-------|------|----------|-------|--------|-------|-----------|------|--------|----------|
|                                  | Diciem-<br>bre | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio    | Julio | Agosto | Sept. | Octubre   | Nov. |        |          |
| (1) Temperatura Media [°C]       | 19,5           | 21,5  | 20,3    | 17,2  | 10,2  | 8,0  | 8,0      | 8,1   | 8,5    | 10,8  | 13,9      | 16,6 | 14,1   |          |
| (2) Máxima Media                 | 28,1           | 30,2  | 29,5    | 26,3  | 22,0  | 14,5 | 14,5     | 14,7  | 15,8   | 19,0  | 21,9      | 25,6 | 22,1   |          |
| (3) Mínima Media                 | 11,3           | 12,7  | 19,9    | 9,7   | 7,2   | 5,1  | 3,4      | 3,4   | 3,8    | 5,3   | 7,4       | 8,8  | 8,0    |          |
| (4) Humedad Relativa [%]         | 65             | 67    | 73      | 79    | 83    | 83   | 85       | 82    | 77     | 73    | 73        | 4    | 75%    |          |
| (5) Pluviosidad (m.m./año)       | 74             |       |         | 147   |       |      | 282      |       |        |       | 74        |      |        | 577      |
| (6) N° meses secos               |                |       |         |       |       |      |          |       |        |       |           |      |        | 7        |
| Rengo (Csb <sub>1</sub> )        |                |       |         |       |       |      |          |       |        |       |           |      |        |          |
| (1)                              | 20,1           | 21,5  | 20,5    | 17,0  | 13,5  | 10,2 | 7,5      | 8,0   | 8,5    | 11,3  | 14,4      | 16,7 | 14,1°C |          |
| (2)                              | 29,5           | 29,9  | 29,4    | 28,2  | 23,6  | 16,3 | 16,5     | 14,5  | 13,6   | 20,2  | 20,3      | 25,1 | 21,1°C |          |
| (3)                              | 11,5           | 12,8  | 11,5    | 8,8   | 6,5   | 5,2  | 2,8      | 3,5   | 3,8    | 5,0   | 7,7       | 9,5  | 7,4°C  |          |
| (4)                              | 73%            | 60    | 60      | 70    | 76    | 85   | 86       | 86    | 84     | 83    | 78        | 74   | 73%    |          |
| (5)                              | 90             |       |         | 140   |       |      | 264      |       |        |       | 68        |      |        | 562      |
| (6)                              |                |       |         |       |       |      |          |       |        |       |           |      |        | 7        |
| San Fernando (Csb <sub>1</sub> ) |                |       |         |       |       |      |          |       |        |       |           |      |        |          |
| (1)                              | 20,0           |       |         | 194   |       |      | 7,5      |       |        |       | 109       |      |        | 13,5     |
| (5)                              |                |       |         |       |       |      | 462      |       |        |       |           |      |        | 780      |
| (6)                              |                |       |         |       |       |      |          |       |        |       |           |      |        | 6        |
| El Teniente (Csb <sub>2</sub> H) |                |       |         |       |       |      |          |       |        |       |           |      |        |          |
| (1)                              | 13,7           | 15,2  | 14,5    | 13,0  | 10,5  | 7,2  | 4,0      | 4,4   | 4,5    | 6,8   | 8,8       | 11,0 | 7,5    |          |
| (5)                              | 10             | 20    | 22      | 25    | 40    | 190  | 230      | 200   | 155    | 80    | 55        | 30   | 1.057  |          |
| (6)                              |                |       |         |       |       |      |          |       |        |       |           |      |        | 5        |
| Bellavista (Csb <sub>2</sub> H)  |                |       |         |       |       |      |          |       |        |       |           |      |        |          |
| (5)                              |                |       |         | 350   |       |      | 612      |       |        |       | 249       |      |        | 1.426    |
| (6)                              |                |       |         |       |       |      |          |       |        |       |           |      |        | 5        |



La vegetación natural del área queda comprendida dentro de la zona mesomórfica (Pisano y Goodspeed, en Diaz, et. al., 1958), en la que se distinguen las siguientes formaciones vegetales: Formación de Matorrales arborescentes de la Cordillera de la Costa, Matorrales espinosos sub-Andinos y Formación Xeromórfica Andina.

La Formación de Matorrales arborescentes de la Cordillera de la Costa, se caracteriza por la presencia de una cubierta herbácea abundante y por arboles y arbustos de las especies Lithrea caustica (litre), Boldea boldus (boldo), Quillaja saporaria (quillay), Maitenuz boaria (maitén), Trevoa trinervis (trevu), Certrum parque (palqui), Criptocaria alba (Peumo), Chusquea parvifolia (colihue), Acacia cavenia (espino) Aristotelia chilensis (maqui). En las partes más altas y húmedas aparecen pequeños bosques de Nothofagus obliqua (roble).

Los Matorrales espinosos sub-andinos aparecen entre los 600 y 1.500 m s.n.m. donde las temperaturas son ligeramente más bajas y las precipitaciones más abundantes que en el Valle Central. La vegetación consiste en una cubierta de hierbas, arbustos y árboles pequeños similares a los descritos anteriormente destacando entre ellos por su abundancia Acacia cavenia (espino) y por su gran tamaño Quillaja saponaria (quillay), Lithrea caustica (litre) y Nothofagus obliqua (roble) que crecen en pendientes y quebradas muy húmedas.

La Formación Xenomórfica andina, se presenta en las partes altas de la cordillera entre los 1.500 y 2.400 m s.n.m. y está constituida por arbustos pequeños, pastos y champas en cojines, además de pequeños bosques aislados de Nothofagus obliqua (roble) en las partes más bajas. Dentro de estos bosques crece una estrata de árboles pequeños del mismo tipo que los descritos anteriormente.

Sobre los 2.400 m s.n.m. la cubierta vegetal prácticamente desaparece, desarrollándose excepcionalmente champas aisladas de pastos estacionarios.

Los diferentes tipos de clima y vegetación constituyen limitaciones para el trabajo de terreno. Sobre 1.500 m



s.n.m., sólo es posible trabajar durante el verano, debido a las condiciones climáticas desfavorables durante el resto del año.

Por otro lado lo frondoso de la vegetación dificulta el desplazamiento de personas y animales principalmente en el sector comprendido entre los 600 y los 1.500 m s.n.m.

## 2.5. Recursos Naturales

La zona dispone de abundantes recursos mineros, agrícolas, ganaderos e industriales. Estos últimos se concentran alrededor de los principales centros poblados: Rancagua (capital de la VI Región), Rengo y San Fernando. Todas éstas ciudades se ubican en el Valle Central.

La actividad minera-industrial más importante se centra en la mina de cobre El Teniente y en mediana y pequeña minería que se desarrolla en las áreas de Chancón (cobre-oro) al oeste de Rancagua, Rosario de Rengo (cobre) al este de la ciudad de Rengo y en la mina Vista Hermosa (cuarzo) ubicada al sur del pueblo de Doñihue. Además existe una pequeña actividad minera de temporada en varias localidades cordilleras.

La actividad agrícola consiste fundamentalmente en cereales, forraje, legumbres, frutales y maíz. La ganadería es principalmente de vacunos. La actividad avícola ha tenido un gran desarrollo en los últimos tiempos constituyéndose en la más importante del país. La industria está concentrada principalmente en Rancagua y es de tipo manufacturera y agro-industria.

Todas las actividades descritas facilitan los trabajos de exploración, aportando buenos accesos, mano de obra adecuada y todo tipo de abastecimientos.





## INTERPETACION DE FOTOGRAFIAS AEREAS



## Capítulo 1    Fotografías aéreas usadas y métodos de análisis

### 1.1.    Fotografías aéreas usadas

En este análisis se usaron 229 fotografías aéreas, blanco y negro a escala 1:60.000 y 1:70.000 publicadas por el Instituto Geográfico Militar de Chile. Se indican las fotografías aéreas usadas en la Tabla 4 y el índice de las fotografías aéreas en la Fig. 2.

### 1.2.    Método de análisis

En una hoja transparente colocada sobre las fotos y utilizando la imagen estereoscópica correspondiente, se dibujó el drenaje, los lineamientos, la estratificación, contactos geológicos, rumbos y mantos. Basándose en la interpretación del tono fotográfico, textura, distribución y densidad del drenaje, resistencia a la erosión, perfiles transversales de los valles, forma de las cuchillas, densidad de vegetación, se distinguieron las unidades geológicas.

El instrumento usado en la fotointerpretación fue un estereoscopio de espejos Topcon Mod. "3".

### 1.3.    Compilación de los datos obtenidos

La interpretación fotogeológica fue traspasada a una base topográfica escala 1:50.000 del Instituto Geográfico Militar de Chile, la que fue reducida a una escala 1:100.000. Integrando la interpretación fotogeológica con: los antecedentes geológicos compilados, con la información obtenida en el estudio regional y con comprobaciones de terreno de la interpretación fotogeológica, se preparó un mapa fotogeológico a escala 1:100.000, que se presenta en este informe.



Tabla 4 FOTOGRAFÍAS AEREAS USADAS

| Número de Foto | Cantidad de Fotos | Fecha de Rodaje | Dirección de Vuelo |
|----------------|-------------------|-----------------|--------------------|
| 3914 ~ 3918    | 5                 | 5 Feb 1955      | N → S              |
| 2008 ~ 2021    | 14                | 22 Ene 1955     | N → S              |
| 1899 ~ 1917    | 19                | 22 Ene 1955     | N → S              |
| 656 ~ 673      | 18                | 28 Dic 1954     | N → S              |
| 726 ~ 745      | 20                | 28 Dic 1954     | S → N              |
| 1097 ~ 1117    | 21                | 8 Ene 1955      | N → S              |
| 1770 ~ 1794    | 25                | 22 Ene 1955     | S → N              |
| 4069 ~ 4083    | 15                | 21 Feb 1955     | N → S              |
| 24870 ~ 24882  | 13                | 29 Feb 1956     | S → N              |
| 4236 ~ 4261    | 26                | 23 Feb 1955     | N → S              |
| 4262 ~ 4278    | 17                | 23 Feb 1955     | S → N              |
| 4387 ~ 4402    | 16                | 24 Feb 1955     | N → S              |
| 4403 ~ 4417    | 15                | 24 Feb 1955     | S → N              |
| 1836 ~ 1840    | 5                 | ?               | S → N              |
| Total          | 229               |                 |                    |



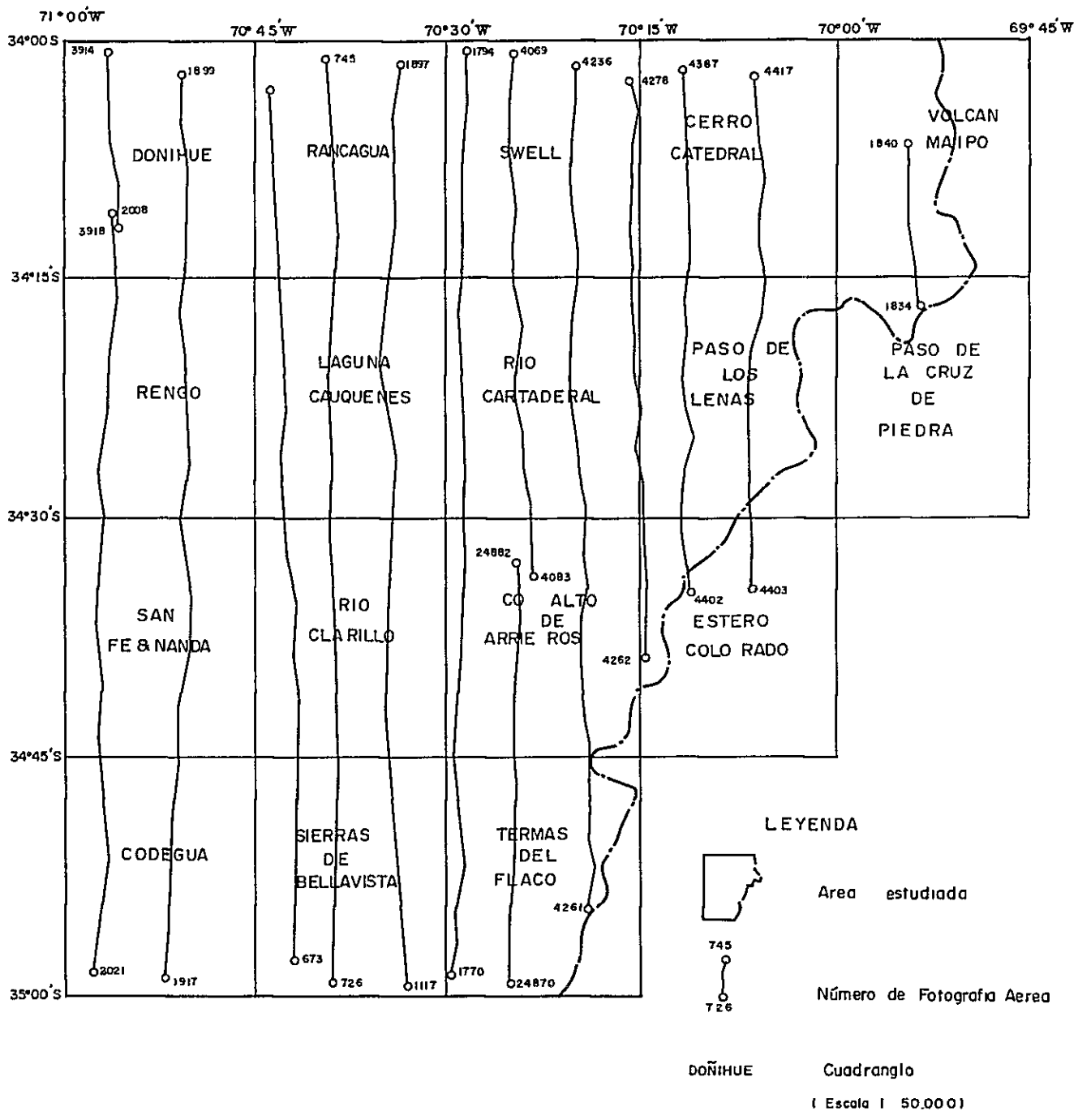


FIG. 2 INDICE DE FOTOGRAFIAS AEREAS





## Capítulo 2 Resultados del análisis

### 2.1. Generalidades

En el área de estudio se pudo distinguir cuatro unidades fotogeológicas principales: rocas estratificadas, rocas intrusivas, sedimentos inconsolidados y zonas de alteración. Estas a su vez fueron subdivididas, diferenciándose un total de 19 unidades fotogeológicas que se indican en la Tabla 5.

Las rocas estratificadas fueron agrupadas en 7 unidades denominadas B-1 a B-7 que corresponderían a las formaciones geológicas indicadas en la Fig. 3. Las formaciones más antiguas que la Formación Farellones muestran ejes de diques N-S y NNE-SSW. Los fotolineamientos más importantes son de dirección N-S.

Las rocas intrusivas se dividieron en 7 unidades denominadas C-1 a C-7 que corresponderían a diferentes tipos petrográficos como se indica en la Fig. 3.

Los sedimentos inconsolidados se agruparon en 3 unidades, denominadas A-1 a A-3, que corresponderían a unidades geológicas como se indica en la Fig. 3.

Se distinguieron dos unidades de zonas de alteración, que comprenden un total de 135 zonas individualizadas (ver Tabla 6).

### 2.2. Unidades geológicas

En el área estudiada se diferenciaron 7 unidades fotogeológicas correspondientes a rocas estratificadas, 7 unidades correspondientes a rocas intrusivas, 3 unidades correspondientes a sedimentos inconsolidados, 2 unidades correspondientes a zonas de alteración; estas unidades serán descritas en el sub capítulo 2.4.

#### 2.2.1. Rocas estratificadas

Las rocas estratificadas comprenden la denominación B-1 a B-7.



| Periodo                           | Unidad         | Formación                     | Litología   | Rocas Intrusivas |
|-----------------------------------|----------------|-------------------------------|---|------------------|
| Cuaternario                       | A <sub>3</sub> |                               | Glacial.  |                  |
|                                   | A <sub>2</sub> |                               | Arenas Morena.  |                  |
|                                   | A <sub>1</sub> |                               | limos, Grovas   |                  |
|                                   | B <sub>7</sub> |                               | Lava Andesitica<br>piroclasticos andesiticos                                    |                  |
| Terciario<br>(mioceno ~ plioceno) | B <sub>6</sub> | Chimenea de brecha (F Braden) | Fragmentos de andesita<br>diorita cuarcifera y porfido<br>dacitico              |                  |
|                                   | B <sub>5</sub> | Farellones                    | Volcanitas y<br>sedimentitas<br>continentales                                   |                  |
| Terciario<br>Cretacico            | B <sub>4</sub> | Coya Machali                  | Volcanitas y<br>sedimentitas<br>continentales                                   |                  |
| Cretacico                         | B <sub>3</sub> | Lo Valle                      | Volcanitas daciticas<br>y andesiticas   |                  |
|                                   | B <sub>2</sub> | Colimapu                      | Sedimentitas continentales<br>y Volcanitas andesiticas                          |                  |
| Cret<br>Jura.                     |                | Baño del Flaco                | Sedimentitas marinas  |                  |
| Jurásico                          | B <sub>1</sub> | Leñas Espinoza                | Sedimentitas marinas  |                  |
|                                   |                | Rio Damas                     | Sedimentitas y<br>Volcanitas andesiticas  |                  |
|                                   |                | Nacientes del Teno            | Sedimentitas marinas, Volcanitas y<br>piroclasticos rioliticos<br>y andesiticos |                  |

FIG. 3 COLUMNA FOTOGEOLOGICA GENERALIZADA DEL AREA ESTUDIADA

Tabla 5 CUADRO DE CARACTERISTICAS FOTOGEOLOGICAS

| UNIDAD         | TONO EN POTO         | TEXTURA EN POTO      | CARACTERISTICAS TOPOGRAFICAS |          |              |              |                 |                                 |                                   |          |            |                               | LITOLOGIA PROBABLE | RESULTADO DE OBSERVACIONES EN TERRENO |  |
|----------------|----------------------|----------------------|------------------------------|----------|--------------|--------------|-----------------|---------------------------------|-----------------------------------|----------|------------|-------------------------------|--------------------|---------------------------------------|--|
|                |                      |                      | DRENAJE                      |          | RESISTENCIA  |              | ESTRATIFICACION | DIRECCION DE ROCAS (INTRUSIVAS) | DIRECCION DE LINEA- (MENTO/FALLA) | CONTACTO | VEGETACION |                               |                    |                                       |  |
|                |                      |                      | MODELO                       | DENSIDAD | ROCAS        | PERFIL       |                 |                                 |                                   |          |            |                               |                    |                                       |  |
| A <sub>3</sub> | blanca               | Suave                |                              |          |              |              |                 |                                 |                                   |          |            | claro                         |                    | Nieve                                 | Nieve.   |
| A <sub>2</sub> | blanca a gris        | Suave, fina          | Sub linea distributivo       |          | bajo         | muy bajo     |                 |                                 |                                   |          |            | claro                         |                    | coluvio y morrena.                    | recientes  |
| A <sub>1</sub> | gris                 | Suave enrejado       | meandriforme                 |          | bajo         | muy bajo     |                 |                                 |                                   |          |            | claro                         | mucho a medio      | aluvia,                               | depositos  |
| B <sub>7</sub> | oscuro a gris oscuro | poca Suave           | Sub linea sub dendritico     |          | media a bajo | media        |                 |                                 |                                   |          | poco.      | claro a poco claro            | medio a pobre      | lava y roca piroclasticas             | Andesita y toba  |
| B <sub>6</sub> | gris                 | fine                 | dendritico                   |          | media        | media        |                 |                                 |                                   |          |            | claro                         | pobre              | roca intrusiva                        | Formacion Braden<br>Fragmentos de andesita<br>diorita cuarcifera y<br>porfido dacitico y     |
| B <sub>5</sub> | oscuro a gris oscuro | granosa y poca Suave | dendritico, Sub paralelo     |          | alto         | media a alto |                 | existencia                      |                                   |          | muchas     | poco claro parcialmente claro | medio              | Volcanitas                            | Formacion Forellones<br>Lava Andesita,<br>Brecha tobacea                                     |
| B <sub>4</sub> | gris a oscuro        | granosa.             | dendritico                   |          | alto         | media a alto |                 | existencia                      |                                   |          | muchas     | poco claro                    | medio a mucho      | Volcanitas                            | Formacion coya machari<br>Lava Andesita,<br>Brecha tobacea Taha lapilli<br>Limolita y Lulita |
| B <sub>3</sub> | gris a blanca.       | Suave y poca Suave   | dendritico, sub paralelo     |          | media a baja | media a baja |                 | existencia                      |                                   |          | muchas     | poco claro                    | mucho              | rocas piroclasticas acida y lava      | Formacion Lo valle<br>Volcanitas daciticas y andesiticas                                     |
| B <sub>2</sub> | gris a blanca        | muy Suave            | Sub linea Sub dendritico     |          | baja         | media        |                 | existencia                      |                                   |          | poco       | claro                         | pobre              | rocas piroclasticas y rocas clasticas |  |
| B <sub>1</sub> | gris.                | Suave.               | Sub linea Sub paralelo       |          | baja         | media        |                 | existencia                      |                                   |          | poco       | claro y poco claro            | pobre              | rocas clasticas volcanitas            |  |
| C <sub>7</sub> | blanca               | fina, Suave.         |                              |          |              | media        |                 |                                 |                                   |          |            | claro                         | pobre              | rocas acidas                          |  |
| C <sub>6</sub> | gris oscuro          | granosa              |                              |          |              |              |                 |                                 |                                   |          |            | claro                         | pobre              | rocas basicas                         |  |
| C <sub>5</sub> | gris a blanca        | Suave fina           | dendritico                   |          | media        | alto a media |                 |                                 |                                   |          | N-S        | claro                         | pobre              | granodiorita                          | granodiorita   |
| C <sub>4</sub> | gris                 | linea.               |                              |          |              | media        |                 |                                 |                                   |          | Nw-SE      | poco claro                    | mucho              |                                       | andesita   |
| C <sub>3</sub> | gris                 | linea                |                              |          |              | media        |                 |                                 |                                   |          | N-S        | poco claro                    | mucho              |                                       | dacita.  |
| C <sub>2</sub> | gris                 | granosa              | dendritico                   |          | media        | media a alto |                 |                                 |                                   |          |            | poco claro                    | mucho              | diorita                               | diorita, diorita cuarcifera  |
| C <sub>1</sub> | gris blanca          | Poca Suave fina      | dendritico sub paralelo      |          | media        | alto         |                 |                                 |                                   |          | NNE-SSW    | claro                         | medio              | roca granitoides                      | monzo granito  |
| D <sub>2</sub> | gris claro           | fina Suave           | dendritico sub paralelo      |          | media a bajo | bajo         |                 |                                 |                                   |          |            | compa- riblemente claro       | pobre              | alteracón débil                       |  |
| D <sub>1</sub> | claro a muy claro    | fina suave           | dendritico                   |          | baja         | baja         |                 |                                 |                                   |          |            | id                            | pobre              | alteración fuerte                     |  |



Tabla 6 LISTA DE ZONAS ALTERADAS DEL AREA ESTUDIADA

| Numero Zona Alterada | Coordenada |       | Dimensión             | Unidades de Zonas alteradas |                | Zonas alteradas reconocidas | Yacimientos | Roca encajonante interpretada | Nombre de Cuadrangulos Escala 1:50,000 |
|----------------------|------------|-------|-----------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|-------------|-------------------------------|--|
|                      | Norte      | Este  |                       | D <sub>1</sub>              | D <sub>2</sub> |                             |             |                               |  |
| ①                    | 6235.5     | 371.3 | 700X 350 <sup>m</sup> |                             | ○              |                             |             | Bs                            | Sewell                                 |
| ②                    | 6233.5     | 369.5 | 900X 400              |                             | ○              |                             |             | id                            | id                                     |
| ③                    | 6233.2     | 370.6 | 400X 200              |                             | ○              |                             |             | id                            | id                                     |
| ④                    | 6232.5     | 372.0 | 2,900X 200            |                             | ○              | ○                           |             | id                            | id                                     |
| ⑤                    | 6233.8     | 373.7 | 800X 500              |                             | ○              | ○                           |             | id                            | id                                     |
| ⑥                    | 6233.0     | 373.9 | 1,200X 400            |                             | ○              | ○                           |             | id                            | id                                     |
| ⑦                    | 6234.0     | 375.6 | 900X 400              |                             | ○              | ○                           |             | id                            | id                                     |
| ⑧                    | 6234.5     | 376.7 | 1,000X 500            |                             | ○              | ○                           |             | id                            | id                                     |
| ⑨                    | 6235.0     | 379.5 | 600X 300              |                             | ○              |                             |             | id                            | id                                     |
| ⑩                    | 6235.0     | 381.7 | 1,200X 600            |                             | ○              |                             |             | id                            | id                                     |
| ⑪                    | 6231.0     | 372.3 | 1,100X 400            |                             | ○              |                             |             | id                            | id                                     |
| ⑫                    | 6326.0     | 372.0 | 8,000X6,000           | ○                           |                | ○                           | El Teniente | id                            | id                                     |
| ⑬                    | 6230.0     | 377.0 | 700X 300              |                             | ○              |                             |             | id                            | id                                     |
| ⑭                    | 6230.5     | 377.5 | 800X 500              |                             | ○              |                             |             | id                            | id                                     |
| ⑮                    | 6231.5     | 378.0 | 1,000X 800            |                             | ○              |                             |             | id                            | id                                     |
| ⑯                    | 6225.5     | 381.3 | 1,000X 600            |                             | ○              |                             | ○           | id                            | id                                     |
| ⑰                    | 6223.5     | 383.0 | 1,800X 400            |                             | ○              |                             |             | id                            | id                                     |
| ⑱                    | 6221.0     | 369.6 | 500X 400              |                             | ○              |                             |             | id                            | id                                     |
| ⑲                    | 6220.5     | 374.5 | 900X 300              |                             | ○              |                             |             | id                            | id                                     |
| ⑳                    | 6219.5     | 376.4 | 300X 200              |                             | ○              |                             |             | id                            | id                                     |
| ㉑                    | 6211.5     | 379.9 | 500X 200              |                             | ○              |                             |             | id                            | id                                     |
| ㉒                    | 6219.6     | 383.0 | 400X 300              |                             | ○              |                             |             | id                            | id                                     |



| Numero Zona Alterado | Coordenada |       | Dimensión               | Unidades de Zonas alteradas |                | Zonas alseradas reconocidas | Yacimientos | Roca encajonante interpretada   | Nombre de cuadrangulos Escala 1:50,000 |
|----------------------|------------|-------|-------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|-------------|---------------------------------|--|
|                      | Norte      | Este  |                         | D <sub>1</sub>              | D <sub>2</sub> |                             |             |                                 |  |
| 26                   | 6211.0     | 373.5 | 1,800X 100 <sup>m</sup> |                             | ○              |                             |             | id                              | id                                     |
| 27                   | 6210.0     | 375.2 | 900X 600                |                             | ○              |                             |             | id                              | id                                     |
| 28                   | 6210.5     | 376.5 | 1,700X 600              |                             | ○              |                             |             | id                              | id                                     |
| 29                   | 6213.0     | 381.0 | 5,000X1,700             |                             | ○              | ○                           |             | B <sub>5</sub> , C <sub>5</sub> | id                                     |
| 30                   | 6210.0     | 378.2 | 1,000X 500              |                             | ○              |                             |             | id                              | id                                     |
| 31                   | 6210.0     | 381.0 | 1,000X 300              |                             | ○              | ○                           |             | B <sub>5</sub>                  | id                                     |
| 32                   | 6210.0     | 382.0 | 2,000X1,700             |                             | ○              | ○                           |             | id                              | id                                     |
| 33                   | 6207.0     | 373.5 | 1,500X1,200             |                             | ○              |                             |             | id                              | Rio cortaderal                         |
| 34                   | 6206.0     | 382.0 | 2,800X 900              |                             | ○              | ○                           |             | id                              | id                                     |
| 35                   | 6201.5     | 380.5 | 1,400X 900              |                             | ○              |                             |             | B <sub>4</sub>                  | id                                     |
| 36                   | 6199.5     | 383.0 | 1,500X 400              |                             | ○              |                             | ○           | id                              | id                                     |
| 37                   | 6196.2     | 348.0 | 2,000X1,200             |                             | ○              |                             |             | B <sub>4</sub>                  | Laguna Cauquefes                       |
| 38                   | 6193.3     | 347.6 | 1,500X1,200             |                             | ○              |                             |             | id                              | id                                     |
| 39                   | 6192.7     | 346.5 | 2,800X 900              |                             | ○              |                             |             | B <sub>4</sub> , C <sub>5</sub> | id                                     |
| 40                   | 6190.5     | 343.6 | 1,400X 600              |                             | ○              |                             |             | B <sub>4</sub>                  | id                                     |
| 41                   | 6188.5     | 349.8 | 1,500X 400              |                             | ○              |                             |             | id                              | id                                     |
| 42                   | 6184.5     | 346.0 | 400X 700                |                             | ○              |                             |             | id                              | id                                     |
| 43                   | 6185.0     | 350.5 | 700X 300                |                             | ○              |                             |             | id                              | id                                     |
| 44                   | 61 3.5     | 359.5 | 500X 300                |                             | ○              |                             |             | id                              | id                                     |
| 45                   | 6193.0     | 361.5 | 500X 300                |                             | ○              |                             |             | B <sub>5</sub>                  | id                                     |
| 46                   | 6199.5     | 365.2 | 300X 300                |                             | ○              |                             |             | id                              | Rio Cortaderal                         |
| 47                   | 6195.0     | 373.5 | 200X 200<br>300X 200    |                             | ○              |                             | ○           | id                              | id                                     |
| 48                   | 6193.0     | 373.5 | 800X 600                |                             | ○              |                             |             | id                              | id                                     |





| Numero Zona Alterada | Coordenada |       | Dimensión            | Unidades de Zonas alteradas |                | Zonas alteradas reconocidas | Yacimientos | Roca encajonante interpretada | Nombre de Cuadrangulos Escala 1:50,000 |
|----------------------|------------|-------|----------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|-------------|-------------------------------|--|
|                      | Norte      | Este  |                      | D <sub>1</sub>              | D <sub>2</sub> |                             |             |                               |  |
| 46                   | 6192.0     | 383.0 | 500X 300<br>800X 600 |                             | ○              |                             |             | B <sub>4</sub>                | id                                     |
| 47                   | 6189.5     | 382.2 | 700X 200             |                             | ○              |                             |             | id                            | id                                     |
| 48                   | 6188.5     | 382.3 | 700X 400             |                             | ○              |                             |             | id                            | id                                     |
| 49                   | 6187.8     | 383.0 | 700X 300             |                             | ○              |                             |             | id                            | id                                     |
| 50                   | 6187.8     | 383.7 | 1,000X 300           |                             | ○              |                             |             | id                            | id                                     |
| 51                   | 6185.0     | 364.2 | 400X 300             |                             | ○              |                             |             | id                            | id                                     |
| 52                   | 6184.7     | 365.0 | 700X 400             | ○                           |                | ○                           |             | id                            | id                                     |
| 53                   | 6183.8     | 364.5 | 400X 200             |                             | ○              |                             |             | id                            | id                                     |
| 54                   | 6183.5     | 365.5 | 1,000X 300           | ○                           |                | ○                           |             | id                            | id                                     |
| 55                   | 6182.5     | 364.9 | 700X 300             |                             |                |                             |             | B <sub>5</sub>                | id                                     |
| 56                   | 6181.5     | 365.4 | 500X 350             |                             | ○              |                             |             | id                            | id                                     |
| 57                   | 6181.5     | 366.2 | 800X 400             |                             | ○              |                             |             | B <sub>4</sub>                | Co.Alto de<br>Rio Cortaderal, Arrieros |
| 58                   | 6188.0     | 369.0 | 1,500X 600           | ○                           |                | ○                           |             | id                            | Rio Cortaderal                         |
| 59                   | 6186.7     | 368.8 | 500X 300             | ○                           |                | ○                           |             | id                            | id                                     |
| 60                   | 6186.2     | 368.8 | 500X 200             | ○                           |                | ○                           |             | id                            | id                                     |
| 61                   | 6185.9     | 368.7 | 600X 300             | ○                           |                | ○                           |             | id                            | id                                     |
| 62                   | 6185.5     | 368.7 | 600X 500             | ○                           |                | ○                           |             | id                            | id                                     |
| 63                   | 6184.3     | 368.7 | 600X 300             | ○                           |                | ○                           |             | id                            | id                                     |
| 64                   | 6184.3     | 367.8 | 500X 400             | ○                           | ○              |                             |             | id                            | id                                     |
| 65                   | 6184.3     | 368.5 | 1,000X 400           | ○                           |                | ○                           | ○           | id                            | id                                     |
| 66                   | 6187.0     | 370.5 | 700X 400             | ○                           |                | ○                           |             | id                            | id                                     |
| 67                   | 6186.0     | 370.8 | 400X 300             | ○                           |                | ○                           |             | id                            | id                                     |
| 68                   | 6185.3     | 370.8 | 400X 300             | ○                           |                | ○                           |             | id                            | id                                     |



| Numero Zona Alterada | Coordenada |       | Dimensión              | Unidades de Zonas alteradas |                | Zonas alteradas reconocidas | Yacimientos | Roca encajonante interpretada                    | Nombre de Cuadrangulos Escala 1:50,000 |
|----------------------|------------|-------|------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|-------------|--|--|
|                      | Norte      | Este  |                        | D <sub>1</sub>              | D <sub>2</sub> |                             |             |  |  |
| 68                   | 6184.5     | 370.8 | 700X 400               | ○                           |                | ○                           |             | B <sub>4</sub>                                   | Rio Cortaderal                         |
| 69                   | 6185.2     | 371.8 | 400X 300               |                             | ○              |                             |             | B <sub>4</sub>                                   | id                                     |
| 70                   | 6183.2     | 370.3 | 400X 200               |                             | ○              |                             |             | B <sub>4</sub>                                   | id                                     |
| 72                   | 6181.5     | 370.5 | 1,600X1,000            | ( )                         |                | ○                           |             | id   | Rio Cortaderal, Arrieros               |
| 73                   | 6182.5     | 382.5 | 1,600X1,000            |                             | ○              | ○                           |             | B <sub>4</sub> , B <sub>5</sub>                  | Rio Cortaderal                         |
| 74                   | 6178.0     | 354.2 | 1,300X 600             |                             | ○              |                             |             | B <sub>5</sub>                                   | Rio Clarillo                           |
| 75                   | 6176.0     | 359.0 | 7,000X7,000            | ○                           |                | ○                           | ○           | B <sub>4</sub> , B <sub>5</sub> , C <sub>5</sub> | id                                     |
| 76                   | 6181.2     | 367.3 | 600X 300               |                             | ○              | ○                           |             | B <sub>4</sub>                                   | Rio Cortaderal, Co-Alto de Arrieros    |
| 77                   | 6180.5     | 367.5 | 600X 300               |                             | ○              | ○                           |             | id   | Co-Alto de Arrieros                    |
| 78                   | 6179.5     | 367.5 | 1,000X 400             |                             | ○              | ○                           |             | id   | id                                     |
| 79                   | 6178.0     | 367.3 | 1,000X 700             | ○                           |                | ○                           |             | id   | id                                     |
| 80                   | 6177.3     | 368.0 | 1,500X 400             |                             | ○              | ○                           |             | id   | id                                     |
| 81                   | 6175.0     | 365.8 | 400X 300               |                             | ○              | ○                           |             | id   | id                                     |
| 82                   | 6175.0     | 366.8 | 600X 300               |                             | ○              | ○                           |             | id   | id                                     |
| 83                   | 6175.0     | 341.3 | 900X 300               |                             | ○              | ○                           |             | id   | Rio Clarillo                           |
| 84                   | 6171.5     | 346.5 | 500X 600               |                             | ○              | ○                           |             | id   | id                                     |
| 85                   | 6169.3     | 351.3 | 900X 300<br>1,300X 700 |                             | ○              | ○                           |             | id   | id                                     |
| 86                   | 6172.7     | 351.4 | 500X 300               |                             | ○              | ○                           |             | id   | id                                     |
| 87                   | 6170.3     | 353.5 | 500X 300               |                             | ○              | ○                           |             | id   | id                                     |
| 88                   | 6166.3     | 345.0 | 500X 300               |                             | ○              | ○                           |             | id   | id                                     |
| 89                   | 6164.5     | 345.0 | 900X 200               |                             | ○              | ○                           |             | id   | id                                     |
| 90                   | 6161.0     | 346.5 | 400X 200               |                             | ○              | ○                           |             | id   | id                                     |
| 91                   | 6160.5     | 346.0 | 300X 200               |                             | ○              | ○                           |             | id   | id                                     |



| Número Zona Alterada | Coordenada |       | Dimensión   | Unidades de Zonas alteradas |                | Zonas alteradas reconocidas | Yacimientos                     | Roca encajonante interpretada | Nombre de Cuadrangulos Escala 1:50,000 |
|----------------------|------------|-------|---|-----------------------------|----------------|-----------------------------|---------------------------------|-------------------------------|--|
|                      | Norte      | Este  |   | D <sub>1</sub>              | D <sub>2</sub> |                             |                                 |                               |  |
| 62                   | 6167.0     | 350.0 | 2,300X 900  |                             | ○              |                             |                                 | id                            | id                                     |
| 63                   | 6164.5     | 353.3 | 1,500X 500  |                             | ○              |                             |                                 | id                            | id                                     |
| 64                   | 6163.0     | 351.3 | 1,300X 800  |                             | ○              |                             |                                 | id                            | id                                     |
| 65                   | 6160.0     | 351.7 | 1,300X 400  |                             | ○              |                             |                                 | id                            | id                                     |
| 66                   | 6160.5     | 354.0 | 700X 400  |                             | ○              |                             |                                 | id                            | id                                     |
| 67                   | 6156.0     | 354.0 | 1,500X1,500   | ○                           |                |                             | B <sub>4</sub> , C <sub>5</sub> |                               | Rio Clarillo, Bellavista               |
| 68                   | 6158.0     | 355.5 | 1,100X 400  |                             | ○              |                             | B <sub>4</sub>                  |                               | Rio Clarillo                           |
| 69                   | 6157.0     | 360.3 | 1,200X 300  |                             | ○              |                             | id                              |                               | id                                     |
| 70                   | 6165.7     | 361.6 | 1,800X 200  |                             | ○              |                             | B <sub>5</sub>                  |                               | id                                     |
| 71                   | 6168.2     | 366.0 | 800X 300  |                             | ○              | ○                           | B <sub>4</sub> , B <sub>5</sub> |                               | Co. Alto de las Arricras               |
| 72                   | 6168.8     | 368.5 | 700X 300  |                             | ○              |                             | B <sub>4</sub>                  |                               | id                                     |
| 73                   | 6163.0     | 364.0 | 200X 200  |                             | ○              |                             | B <sub>4</sub>                  |                               | id                                     |
| 74                   | 6163.0     | 366.0 | 1,200X 400  |                             | ○              |                             | B <sub>4</sub>                  |                               | Co. Alto de los Arricras               |
| 75                   | 6161.0     | 365.5 | 1,500X 400  |                             | ○              |                             | id                              |                               | id                                     |
| 76                   | 6158.2     | 363.7 | 800X 400  |                             | ○              |                             | id                              |                               | id                                     |
| 77                   | 6162.0     | 369.5 | 1,500X 700  |                             | ○              |                             | id                              |                               | id                                     |
| 78                   | 6159.5     | 369.0 | 1,000X 200  |                             | ○              |                             | id                              |                               | id                                     |
| 79                   | 6158.5     | 369.7 | 600X 200  |                             | ○              |                             | id                              |                               | id                                     |
| 80                   | 6156.0     | 367.0 | <del>1,200X800</del><br><del>600X400</del><br>300X300 |                             | ○              |                             | id                              |                               | id                                     |
| 81                   | 6156.8     | 369.0 | 400X 300  |                             | ○              |                             | id                              |                               | id                                     |
| 82                   | 6156.5     | 370.3 | 1,000X 300  |                             | ○              |                             | id                              |                               | id                                     |
| 83                   | 6175.0     | 390.0 | 1,500X 400  |                             | ○              |                             | B <sub>1</sub>                  |                               | Estero Colorado                        |
| 84                   | 6153.0     | 370.5 | <del>500X 300</del><br>300X 400                       |                             | ○              |                             | B <sub>4</sub>                  |                               | Termas del Flaco                       |



| Número Zona Alterada | Coordenada |       | Dimensión                    | Unidades de Zonas alteradas |                | Zonas alteradas reconocidas | Yacimientos | Roca encajonante interpretada   | Nombre de Cuadranglos Escala 1:50,000 |
|----------------------|------------|-------|------------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|-------------|---------------------------------|---------------------------------------|
|                      | Norte      | Este  |                              | D <sub>1</sub>              | D <sub>2</sub> |                             |             |                                 |                                       |
| 18                   | 6153.0     | 372.5 | <del>300X 300</del><br>500   |                             | ○              |                             |             | id                              | id                                    |
| 19                   | 6150.5     | 369.0 | 900X 500                     |                             | ○              |                             |             | id                              | id                                    |
| 19                   | 6148.3     | 368.0 | 700X 400                     |                             | ○              |                             |             | id                              | id                                    |
| 18                   | 6148.5     | 366.0 | 700X 300                     |                             | ○              |                             |             | id                              | Sierras de Bellavista                 |
| 19                   | 6149.0     | 382.0 | <del>1,000X 400</del><br>300 |                             | ○              | ○                           |             | B <sub>1</sub>                  | Termas del Flaco                      |
| 20                   | 6144.5     | 348.5 | <del>700X 300</del><br>200   |                             | ○              |                             |             | B <sub>4</sub>                  | Sierras de Bellavista                 |
| 21                   | 6137.0     | 346.0 | 1,000X 400                   |                             | ○              |                             |             | id                              | id                                    |
| 22                   | 6136.0     | 349.2 | <del>500X 400</del><br>300   |                             | ○              |                             |             | B <sub>4</sub> , C <sub>5</sub> | id                                    |
| 23                   | 6127.3     | 347.5 | 700X 500                     |                             | ○              |                             |             | B <sub>4</sub>                  | id                                    |
| 24                   | 6129.0     | 351.0 | 700X 700                     |                             | ○              |                             |             | id                              | id                                    |
| 25                   | 6131.5     | 354.5 | 1,200X 300                   |                             | ○              |                             |             | id                              | id                                    |
| 26                   | 6136.0     | 360.2 | 900X 400                     |                             | ○              |                             |             | id                              | id                                    |
| 27                   | 6134.5     | 360.0 | 700X 300                     |                             | ○              |                             |             | id                              | id                                    |
| 28                   | 6135.0     | 361.5 | 1,600X 400                   |                             | ○              |                             |             | id                              | id                                    |
| 24                   | 6128.5     | 355.5 | 1,000X 200                   |                             | ○              |                             |             | id                              | id                                    |
| 29                   | 6133.8     | 369.4 | 400X 400                     |                             | ○              |                             |             | B <sub>2</sub>                  | Sierras de Bellavista                 |
| 31                   | 6132.0     | 369.3 | 800X 300                     |                             | ○              |                             |             | id                              | id                                    |
| 22                   | 6140.0     | 372.8 | <del>500X 300</del><br>300   |                             | ○              |                             |             | B <sub>1</sub>                  | id                                    |
| 33                   | 6137.5     | 376.0 | 1,100X 600                   |                             | ○              |                             |             | id                              | id                                    |
| 34                   | 6135.8     | 374.3 | 200X 500                     |                             | ○              | ○                           |             | id                              | id                                    |
| 35                   | 6138.0     | 379.0 | 1,500X 600                   |                             | ○              | ○                           |             | id                              | id                                    |





## 1) Unidad B-1

Esta unidad se distribuye a lo largo de la frontera Chile-Argentina.

Se caracteriza por un tono de color gris, textura media a fina, generalmente suave, drenaje sub-paralelo y resistencia media a la erosión. Forma cuchillas relativamente agudas. En el área norte de los afloramientos está cubierta de coluvio. Por lo general, la unidad estratificada muestra una fuerte inclinación. La vegetación sobre ella es escasa.

Los contactos entre esta unidad y la unidad B-2, que la sobreyace, son muy nítidos. El contacto con la unidad B-4 y la unidad de zonas de alteración, generalmente no son claros. Los contactos con las unidades A-1, A-2 y B-6 y las unidades de rocas intrusivas, son nítidos o relativamente nítidos.

Debido a las características mencionadas anteriormente esta unidad se interpreta como una secuencia de rocas volcánicas y sedimentarias que correspondería a las formaciones Río Damas y Leñas-Espinoza. En este estudio fotogeológico no fue posible diferenciar ambas formaciones debido a que presentan litologías y estructuras similares. Además, gran parte de las áreas donde afloran estas formaciones está cubierta por coluvio.

## 2) Unidad B-2

Esta unidad se distribuye en el sector noreste y en el extremo sur del área. Se caracteriza por un tono gris o gris claro y una textura suave. La topografía se caracteriza por un drenaje sub-paralelo o rectilíneo de baja intensidad. La resistencia a la erosión es media o baja conformando cuchillas suaves con poca diferencia de altura respecto los valles adyacentes. La estratificación es muy nítida observándose estructuras bandeadas. La vegetación que cubre esta unidad es muy escasa desarrollándose en manchones aislados.

El contacto entre esta unidad y la unidad B-4 que la sobreyace es nítido en el extremo sur del área, no así en el



sector noreste de la misma. Los contactos con las unidades B-6, A-2 y unidades de rocas intrusivas son nítidos.

Esta unidad se interpreta como una secuencia estratificada de rocas volcánicas y rocas sedimentarias; predominando en estas últimas las areniscas. Esta unidad corresponde a las Formaciones Baños del Flaco y Colimapu.

### 3) Unidad B-3

Esta unidad se distribuye en el sector occidental del área acuniándose hacia el sur. Desde el punto de vista fotogeológico se caracteriza por un tono gris a gris claro y una textura media suave. El drenaje es dendrítico con densidad media o baja, sub-paralela. Su resistencia a la erosión es generalmente baja. Conforman cuchillas suaves con pequeñas diferencias de altura respecto los valles adyacentes. Presenta estratificación generalmente con poca inclinación. La vegetación sobre esta unidad es abundante.

Los contactos con la unidad B-5, que la sobreyace, son relativamente nítidos. El contacto con la unidad A-1 es nítido mientras que con las unidades de rocas intrusivas, en general, están poco claros.

De acuerdo a las características descritas, esta unidad se interpreta como una secuencia estratificada volcánica.

Esta unidad fue atribuida inicialmente, a la Formación Farellones. Sin embargo, atendiendo a los resultados del estudio geológico regional, fue atribuida finalmente a la Formación Lo Valle.

### 4) Unidad B-4

Esta unidad se distribuye en una franja central que cruza de norte a sur el área del proyecto. Fotográficamente se caracteriza por un tono gris o gris oscuro y una textura generalmente gruesa. El drenaje es principalmente dendrítico con densidad media a alta. También presenta subordinadamente un drenaje subparalelo. La resistencia a la erosión es media



a alta. Conforman un relieve con grandes diferencias de alturas entre filos y valles adyacentes. La estratificación es muy nítida y especialmente en el sector central del área donde se presenta plegada. En general, la vegetación sobre esta unidad es densa, excepto en el sector oriental y en las partes altas del área donde es menos densa.

En general, el contacto entre esta unidad y la unidad B-5, que la sobreyace, no es claro, mientras que con las unidades B-7, A-1, A-2 y A-3 los contactos son nítidos. Por otra parte, los contactos con las unidades de rocas intrusivas y con las zonas de alteración pueden ser nítidos aunque localmente pueden ser poco claros.

Atendiendo a las características descritas, esta unidad se interpreta como una secuencia volcánica con intercalaciones sedimentarias.

La comprobación de terreno permitió establecer que la unidad está constituida principalmente por: lavas andesíticas y tobas andesíticas con intercalaciones de rocas sedimentarias.

De acuerdo a estos antecedentes esta unidad correspondería a la Formación Coya-Machalí.

##### 5) Unidad B-5

Esta unidad se distribuye en una franja de posición central que se extiende desde el extremo norte hacia el sur del área. Fotográficamente, se caracteriza por tonos gris oscuro, gris y blanco grisáceo. La textura es generalmente gruesa, aunque también se observa textura fina suave. El drenaje es principalmente dendrítico y su densidad es media a alta. También se observa drenaje sub-paralelo. La resistencia a la erosión es mediana a alta. Conforman cuchillas relativamente suaves con poca diferencia relativa de altura respecto a los valles adyacentes, cuyas laderas son de gran inclinación. Presenta estratificación nítida en general, especialmente en el sector central; la inclinación es horizontal a sub-horizontal. La vegetación sobre la unidad es escasa.



Esta unidad esta cubierta por las unidades A-2 y A-3. En este caso los contactos son nítidos. Algo similar ocurre con las unidades de rocas intrusivas. Por otro lado los contactos con la unidad de zonas de alteración no son claros.

De acuerdo con las características descritas, esta unidad se interpreta como una secuencia estratificada volcánica.

La comprobación de terreno y los estudios regionales, determinan que está constituida por rocas volcánicas dacíticas y andesíticas y correspondería a la Formación Farellones.

#### 6) Unidad B-6

Esta unidad es observable en el sector norcentral del área adyacente a la mina El Teniente. Desde el punto de vista fotográfico se caracteriza por un tono gris a blanco grisáceo y una textura fina. El drenaje es dendrítico con densidad media. La resistencia a la erosión no es muy alta. Conforman cuchillas muy agudas y la diferencia de altura respecto a los valles adyacentes es pequeña. Posee una forma circular similar a un stock.

Esta unidad correspondería a la "Formación Braden" que es una denominación local en la mina El Teniente. Corresponde a una chimenea de brecha de turmalina, contigua al depósito cuprífero.

#### 7) Unidad B-7

Esta unidad se observa en los sectores noreste, centroeste y sur del área. Desde el punto de vista fotográfico se caracteriza por un tono gris oscuro o gris, con texturas media a suave. Generalmente el drenaje es sub-paralelo con densidad media a baja aunque también se observa drenaje dendrítico y en el sector noreste es paralelo y radial. La resistencia a la erosión es baja a media. Conforman cuchillas aterrazadas, con poca diferencia de altura respecto a los valles adyacentes.





La estratificación se observa sólo en algunos lugares y es poco clara; la inclinación es suave. La vegetación sobre esta unidad es muy escasa y puntual. Los contactos con las unidades A-2 y A-3 son nítidos.

De acuerdo a las características descritas esta unidad se interpreta como una secuencia estratificada volcánica, formada principalmente por lavas.

En la comprobación de terreno se observa que está constituida por andesitas de piroxeno y tobas soldadas. Esta unidad correspondería a rocas volcánicas cuaternarias.

## 2.2.2. Sedimentos inconsolidados

### 1) Unidad A-1

Esta unidad se reconoce en el sector occidental del área; tiene una elongación N-S. Desde el punto de vista fotográfico se caracteriza por un tono gris a blanco grisáceo y una textura relativamente suave. El drenaje consiste en meandros distributivos. Presenta muy baja resistencia a la erosión. En esta unidad se sitúan terrenos de cultivos.

La comprobación de terreno y los antecedentes disponibles, la definen como una unidad de sedimentos fluviales.

### 2) Unidad A-2

Esta unidad está ubicada principalmente en las quebradas de la alta cordillera; se caracteriza por un tono gris medio a claro y una suave textura fina a gruesa. Presenta un drenaje lineal-sinuoso de baja densidad, poca resistencia a la erosión y vegetación escasa.

Los contactos con otras unidades se distinguen nítidamente indicando que esta unidad sobreyace a todas las unidades distinguidas, con excepción de la unidad A-3.

De acuerdo a las características descritas, esta unidad se interpreta como depósitos coluviales y morrénicos cuaternarios.



### 3) Unidad A-3

Esta unidad se presenta ocupando las partes altas del sector oriental del área de estudio y se caracteriza por tonos muy claros y textura suave.

Se interpreta como correspondiente a nieves y glaciares.

### 2.2.3. Rocas intrusivas

Se distinguen 7 unidades de rocas intrusivas que se denominarán C-1 a C-7.

#### 1) Unidad C-1

Esta unidad aflora en los sectores noroeste y centro oeste del área; se caracteriza por tono gris a blanco grisáceo y textura fina y relativamente suave. Topográficamente, se caracteriza por drenaje dendrítico y sub paralelo con densidad media. Presenta alta resistencia a la erosión, conformando cuchillas agudas muy altas respecto de los valles adyacentes. Sus contactos con otras unidades difieren en calidad; con la unidad B-3 es nítido mientras que con la unidad B-4 no es claro; sin embargo, se puede determinar que esta unidad estaría intruyendo a las unidades B-3 y B-4.

De acuerdo con estas características, esta unidad correspondería probablemente a un stock de composición ácida.

Atendiendo a lo observado durante el estudio geológico regional, esta unidad corresponde a un stock monzogranítico.

#### 2) Unidad C-2

Esta unidad está ubicada al oriente de la ciudad de San Fernando, suroeste y noroeste de la ciudad de Rancagua y noroeste del área de estudio. Se caracteriza por un tono gris a gris oscuro y textura relativamente gruesa. Presenta un drenaje dendrítico con densidad media y resistencia media a alta a la erosión, conformando filos redondeados ubicados



entre profundos valles adyacentes.

La observación de sus contactos determinó que esta unidad intruye a la unidad B-4, por lo tanto correspondería a una roca intrusiva. Por otra parte, atendiendo a los datos obtenidos en el estudio geológico regional, esta unidad corresponde a stocks dioríticas y dioritas cuarcíferas.

### 3) Unidad C-3

Esta unidad está distribuída en el sector noroeste del área estudiada. Se caracteriza por un tono gris a blanco grisáceo y textura gruesa. Debido a la pequeña expresión areal de esta unidad no se observó desarrollo de expresión topográfica.

La unidad correspondería a filones que intruyen las unidades B-3 y B-6 con orientaciones N-S y NW-SE. Por otra parte, conforme a los datos obtenidos en el estudio geológico regional esta unidad corresponde a filones de composición dacítica.

### 4) Unidad C-4

Esta unidad está distribuída en el sector noroeste del estudio. Se caracteriza por un tono gris a gris oscuro y textura lineal. Debido a su pequeña expresión areal no se observaron sus características topográficas, sin embargo, se puede interpretar como un dique de orientación NW-SE. Además, de acuerdo a lo observado durante el estudio geológico regional, esta unidad efectivamente corresponde a un dique y su composición es andesítica.

### 5) Unidad C-5

Esta unidad aflora en los sectores central y oriental del área. Se caracteriza por un tono gris a gris claro, con textura fina generalmente suave a parcialmente gruesa. Presenta un drenaje dendrítico con densidad media y resistencia a la erosión media a alta, conformando cuchillas general-



mente redondeadas con pequeñas diferencias de altura respecto los valles adyacentes; sin embargo en el sector oriental conforma cuchillas afiladas. La vegetación suele ser muy escasa.

El contacto de esta unidad con las restantes unidades distinguidas en general no es claro; sin embargo, en algunos lugares del sector noreste y central presenta contactos nítidos. Conforme a estos contactos se determinó que intruye a las unidades B-1, B-2, B-4 y B-5. Atendiendo a antecedentes de autores anteriores, algunos de los cuerpos de esta unidad corresponden a un intrusivo granodiorítico.

#### 6) Unidad C-6

Distribuida en el sector central del área, caracterizada por un tono gris oscuro con textura gruesa. Presenta una resistencia a la erosión relativamente alta, conformando cuchillas muy afiladas. Los afloramientos están distribuidos en forma elongada en dirección NW-SE. Sus contactos con las unidades B-4, B-5 y C-5 son nítidos e intrusivos.

De acuerdo a estas características, esta unidad se interpreta correspondiente a cuerpos intrusivos de composición andesítica a basáltica.

#### 7) Unidad C-7

Esta unidad está distribuida en afloramientos pequeños aislados en toda el área de estudio. Se caracteriza por un tono claro y textura gruesa. Presenta resistencia a la erosión mediana, conformando pequeños lomajes elongados sin desarrollo de cuchillas ni drenaje caracterizables. Sus contactos con las unidades B-1, B-4 y B-5 indican su carácter intrusivo por lo que se interpreta como diques y filones multi-direccionales de composición probablemente dacítica-riolítica.





### 2.3. Estructuras

#### 1) Contactos, estratificación y plieques

Las unidades B-1 y B-2 están en contacto en los sectores noreste y sureste del área; en el primer sector el contacto es por falla y en el segundo el contacto es aparentemente concordante.

Las unidades B-1 y B-4 están en contacto en los sectores nor-oriental y centro oriental del área. Este se interpretó como discordante debido a diferencias en la actitud de las capas de ambas unidades.

Las unidades B-1 y B-7 están en contacto en los sectores noreste y sur del área. Este se interpretó como discordante debido a que ambas unidades presentan diferencias en su estratificación y en su expresión topográfica. Además se observó que B-7 está aterrazada sobre B-1.

Las unidades B-2 y B-4 están aparentemente en contacto concordante; sin embargo, no hay seguridad en esta afirmación, atendiendo que el contacto tiene muy poca expresión areal.

Las unidades B-2 y B-7 están en contacto en el sector sur del área estudiada; éste aparentemente es discordante como lo indica la diferencia en la inclinación de la estratificación y en la expresión topográfica.

El contacto entre las unidades B-3 y B-5 aparece en fotografía como concordante pero durante el estudio geológico regional se determinó que es discordante.

El contacto entre las unidades B-4 y B-5, es aparentemente discordante como lo indican sus diferencias en las inclinaciones; suave en la unidad B-5 y media a fuerte en la unidad B-4.

El contacto entre las unidades B-4 y B-6 es aparentemente discordante, ya que ambas unidades presentan diferente inclinación de la estratificación y diferente expresión topográfica.

El contacto entre las unidades A-1, A-2 y A-3 con las restantes unidades se interpreta como discordante.



Las unidades B-1 a B-6 presentan pliegues con ejes orientados en direcciones N-S y NNE-SSW y longitud de onda que varían entre 3.000 y 100 m.

En la unidad B-1 la estratificación generalmente se presenta con rumbo N-S e inclinación media a fuerte hacia el oeste. En el sector centro oriental del área presenta un pliegue sinclinal de pequeñas dimensiones. En el sector nor-este presenta un pliegue sinclinal con mayor inclinación de las alas.

En la unidad B-2 la estratificación se presenta generalmente con rumbo N-S e inclinada al oeste. En el sector nororiental y al este del río Blanco presenta un pliegue sinclinal suave y en el lado oriental del río Negro presenta dos pliegues, sinclinal y anticlinal con aproximadamente 1 km de longitud de onda y fuerte inclinación de sus limbos.

En la unidad B-3 la estratificación presenta rumbo N-S con suave inclinación hacia el este y en algunos lugares es casi horizontal. En el sector norte presenta dos pliegues sinclinal y anticlinal, con alas suavemente inclinadas y ejes orientados NE-SW.

La unidad B-4 está muy plegada en toda su extensión, los pliegues tienen ejes orientados en direcciones N-S y NNE-SSW y los limbos de los pliegues varían su inclinación de suave a fuerte en dirección oriente a occidente respectivamente, siendo casi vertical en el camino que une la ciudad de Rancagua con la mina El Teniente.

La unidad B-5 presenta un plegamiento muy suave, sus capas presentan una estratificación horizontal o una inclinación muy suave de rumbo N-S.

La unidad B-7 se presenta casi horizontal y no se observan pliegues.

## 2) Fallas (Fotolineamientos)

Los fotolineamientos de mayor magnitud se interpretan como fallas por las siguientes razones:



- i) Diferencia en la posición de los estratos a ambos lados del fotolineamiento.
- ii) El fotolineamiento coincide con la dirección predominante del drenaje.
- iii) Gran longitud de la traza del fotolineamiento (mayor de 1 km).

Los fotolineamientos que corresponderían a fallas se presentan distribuidos en toda el área de estudio. Sus orientaciones son diversas, sin embargo, hay dos orientaciones predominantes N-S y NNE-SSW y otras dos secundarias NW-SE y E-W.

La unidad B-4, es la más afectada por fotolineamientos interpretables como fallas.

#### 2.4. Zonas de alteración

Se distinguió una unidad con las siguientes características.

- i) Tono variable entre oscuro y muy claro
- ii) Textura suave
- iii) Baja resistencia a la erosión
- iv) Conformación de cuchillas muy suaves
- v) Distribución en áreas muy pequeñas con formas lobuladas.

Todas estas características fotogeológicas-topográficas son típicas de zonas de alteración. Dentro del área es posible diferenciar dos tipos que se agruparon en las unidades D-1 y D-2. La unidad D-1 se caracteriza por un tono muy claro, con textura fina y suave y poca resistencia a la erosión; conforma cuchillas suaves con diferencias de altura muy pequeñas respecto al drenaje adyacente.

La unidad D-2 se caracteriza por un tono gris claro a medio con textura y resistencia a la erosión similares a la unidad D-1.

Se distinguieron 135 zonas de alteración, de ellas 19 pertenecen a la unidad D-1.



## 1) Unidad D-1

Esta unidad se distribuye en cuatro sectores del área de estudio: sector de Sewell, sector de las nacientes del río Los Cipreses, sector de las nacientes del río Claro y sector de las nacientes del estero del río Los Rucios.

### - Sector de Sewell

Correspondiente a la zona de alteración del yacimiento El Teniente, tiene 6 km por 5 km, elongada en dirección norte sur.

### - Sector Los Cipreses

En este sector se distribuyen 16 pequeñas zonas de alteración, la de mayor dimensión alcanza 1,5 por 0,6 km y la más pequeña 0,5 por 0,2 km. Están encajadas en las unidades de roca B-4 y B-5.

En trabajos anteriores también se distinguen zonas de alteración en este sector.

### - Sector Río Claro

En la parte central del área de estudio aparece una zona de alteración de 8 por 8 km de extensión, encajada en las unidades de roca B-4, B-5 y C-5.

Esta zona de alteración ya había sido observada por otros autores anteriormente y en la comprobación de terreno se observó diseminación de pirita.

### - Sector estero Los Rucios

Este sector se sitúa en la parte sur del área, corresponde a una zona de alteración de 10 por 1.5 km, elongada en dirección N-S.

Autores anteriores que han estudiado este sector no hacen referencia a esta zona de alteración, sin embargo, durante la comprobación de terreno se detectó una zona de lixiviación de color gris rojiza.





## 2) Unidad D-2

Esta unidad está distribuida entre los 70°15' a los 70°45' en zonas de alteración de tamaños variables entre 3 por 3 km y 0.2 por 0.2 km. La mayoría de ellas afloran en los siguientes sectores: parte norte de Sewell, confluencia del río Blanco y río Paredones, nacientes del río Cipreses, nacientes del río Cortaderal, nacientes del río Clarillo, parte oriental de las nacientes del río Azufre, parte norte de las nacientes del río Azufre y a lo largo del curso del río Las Damas.

### - Sector parte norte de Sewell

Este sector está constituido por 14 zonas de alteración situadas al norte del yacimiento El Teniente. Los tamaños varían entre 2,0 por 2,5 km y 0,2 por 0,4 km. Están distribuidas en un área de 6 por 13 km elongada en dirección N-S.

### - Sector de la confluencia del río Blanco y río Paredones

Este sector está situado 15 km al SE de la mina El Teniente; en este se distinguieron 10 zonas de alteración de tamaños que varían entre 3 por 1 km a 0,5 por 0,5 km.

Cuatro de estas zonas de alteración habían sido ya identificadas por autores anteriores y en algunas de ellas se observó diseminación de pirita y limonita, durante el reconocimiento de terreno.

La distribución de estas zonas de alteración es conforme a una franja de 8 por 10 km elongada en dirección EW.

### - Sector nacimiento del río Los Cipreses

Formado por 13 pequeñas zonas de alteración del tipo D-2 mezcladas con zonas del tipo D-1.

### - Sector nacientes del río Cortaderal

Este sector está ubicado en la parte centrooriental del área de estudio; en este aparecen 6 zonas de alteración de



tamaños que varían de 1,0 por 1,5 km a 0,4 por 0,5 km, las que se distribuyen en una franja de 10 por 3 km elongada en dirección N-S.

Una de estas zonas de alteración fue descrita como de tipo hidrotermal por autores anteriores.

- Sector nacientes del río Clarillo

Este sector está ubicado en la parte central del área de estudio; en este se han reconocido 8 zonas de alteración de tamaños que varían entre 1,0 por 2,0 km a 0,4 por 0,5 km encajadas en las unidades de roca B-4 y C-5 y distribuidas en una franja elongada N-S de 14 por 4,5 km.

- Sector parte oriental de las nacientes del río Azufre

Este sector se ubica en la parte sur del área estudiada; en este se reconocen 4 zonas de alteración. La mayoría de ellas con un tamaño de 0,5 por 1,0 km encajadas en la unidad de roca B-4 y distribuidas en una franja de 7 por 2 km elongada hacia el NE.

La ubicación de estas zonas de alteración no coincide con la indicada por otros autores para este mismo sector.

- Sector parte norte de las nacientes del río Azufre

Este sector está ubicado en la parte surcentral del área del proyecto; en este se identificaron 12 zonas de alteración con dimensiones variables entre 1,5 por 1,0 km y 0,2 por 0,2 km, distribuidas en una banda de 16 por 6,5 km elongada en dirección N-S.

Cinco de estas zonas corresponden a zonas de alteración hidrotermal ya descritas por autores anteriores.

- Sector a lo largo del río Las Damas

Este sector está ubicado en la parte suroriental del área de estudio, en él se identificaron 7 zonas de alteración encajadas en las unidades de roca B-1 y B-2. Las zonas tienen



tamaños variables entre 0,5 por 2,0 km y 0,3 por 0,3 km y están distribuídas en un área alongada en dirección NE-SW de 10 km por 3 km.

Tres de estas zonas de alteración ya han sido descritas como de tipo hidrotermal por autores anteriores.



## Capítulo 3 Reconocimiento de terreno

### 3.1. Selección de perfiles

En base a los resultados de la interpretación foto-geológica y a la facilidad de acceso se seleccionaron 3 perfiles para el reconocimiento de terreno:

- Ruta del sector norte; camino que une la ciudad de Rancagua con la mina El Teniente.
- Ruta del sector central; camino desde la ciudad de Rengo hacia la frontera orillando el río Claro.
- Ruta del sector sur; camino que une la ciudad de San Fernando con las Termas del Flaco, orillando el río Tinguiririca.

Se reconocieron 94 km a lo largo de las rutas indicadas.

### 3.2. Resultados del reconocimiento de terreno

#### 1) Ruta del sector norte

Desde la ciudad de Rancagua hasta la localidad de El Guindal se habían interpretado depósitos fluviales (unidad A-1), lo que se comprobó en la mayor parte del tramo excepto en algunos lugares en que se identificaron depósitos de cenizas volcánicas.

Desde El Guindal hasta el valle del río Pangal, se había identificado el Sistema Cuaternario (unidades A-1 y A-2) y la Formación Coya-Machalí (unidad B-4). Esta última presenta en las fotos aéreas buena estratificación con rumbo N-S y fuerte inclinación, identificándose 3 ejes anticlinal y 2 ejes sinclinal; la buena estratificación y el plegamiento indicaban a esta unidad como una secuencia volcánica-sedimentaria. El reconocimiento de terreno, confirmó la buena estratificación; además, se midieron inclinaciones de 60° a 80° al E y al W y 8 pliegues anticlinales y sinclinales. Se reconocieron andesi-





tas, tobas, tobas de lapilli, tobas brechosas, areniscas y limolitas. Además, se encontraron afloramientos de la Formación Farellones, que no se habían identificado en la interpretación fotogeológica. Ambas formaciones son muy similares litológicamente, pero la Formación Coya-Machalí presenta una inclinación  $40^{\circ}$  E en tanto que la Formación Farellones tiene solamente  $10^{\circ}$  NE. Se confirmaron los contactos interpretados del Sistema Cuaternario con la Formación Coya-Machalí.

Por el valle del río Pangal hasta su extremo oriental, se había identificado en las fotos aéreas al Sistema Cuaternario, a la unidad C-5 (granodiorita), a zonas de alteración (D-2) y a la Formación Farellones. En las fotografías aéreas la Formación Farellones aparece característicamente con inclinación muy suave horizontal y como secuencia volcánica. Durante el reconocimiento de terreno se observó que la Formación Farellones está constituida por lavas andesíticas, tobas y brechas. La estratificación de esta formación se reconoce solamente a distancia. También se reconoció una granodiorita de grano fino que intruye a la Formación Farellones constituyendo un sill de 0,5 a 1 m de espesor; este había sido interpretado en el estudio fotogeológico como estratificación. La unidad intrusiva C-5 del estudio de fotos aéreas, se confirmó en terreno como una granodiorita. Además, se encontró otro cuerpo de granodiorita de pequeño tamaño que no se había identificado durante el estudio de fotos aéreas. En el estudio fotogeológico se habían interpretado 6 zonas de alteración correspondientes a la unidad D-2; en dos de ellas, que se tuvo acceso directo, se observó diseminación de pirita; las otras fueron observadas desde la distancia comprobándose un color café rojizo de alteración.

Desde Valle Pangal hasta El Manzano se reconocieron depósitos del Sistema Cuaternario y Formación Farellones tal como se había interpretado en las fotos aéreas.

Observando desde esta ruta los cordones cercanos, se distinguió en las alas anticlinales de la Formación Coya-Machalí una disposición escalonada de taludes paralelos y



perpendiculares a la estratificación.

## 2) Ruta del sector central

Las fotos aéreas indicaron para esta ruta Sistema Cuaternario, Formación Coya-Machalí y zonas de alteración pertenecientes a la unidad D-1. En terreno se confirmó la distribución del Sistema Cuaternario desde la localidad de Las Nieves hasta la desembocadura de la quebrada Las Tierras Bajas y El Cascajal; también, se pudo confirmar la distribución de la Formación Coya-Machalí a lo largo del río Claro desde la localidad de Las Nieves hasta la localidad de El Cascajal, con buena estratificación, eje de pliegue NE-SW y una litología correspondiente a tobas, brechas andesíticas, tobas de lapilli andesíticas, areniscas y limolitas con intercalaciones de lavas andesíticas. La buena estratificación de esta formación fue el criterio usado para interpretarla como rocas sedimentario-piroclásticas. Lo que se había interpretado como zona de alteración de tipo D-1 en las cercanías de la localidad de El Cascajal, en el reconocimiento de terreno se identificó como un cuerpo intrusivo de granodiorita de grano medio a grueso y color blanco grisáceo; sin embargo, más al este del intrusivo, se reconoció un cerro de color gris rojizo y café rojizo además de rodados con diseminación de pirita y limonita.

## 3) Ruta del Sector sur

En las fotos aéreas se había interpretado que el Sistema Cuaternario y rocas volcánicas (unidad B-7) afloraban en el curso del río Tinguiririca desde la localidad de El Espinalillo hasta la desembocadura del río Clarillo. Esto se confirmó en terreno y además se observó que las rocas volcánicas corresponden a tobas soldadas con fragmentos de piedra pómez dispuestas sobre las rocas de la Formación Coya-Machalí, la cual presenta pequeña distribución que no se había detectado en las fotos aéreas.

En el estudio fotogeológico se determinó que desde la desembocadura del río Clarillo hasta 3 km al este de la



localidad de La Alfalfa aflora la Formación Coya-Machalí, con débil estratificación, por lo que se interpretó como una secuencia volcánica masiva. En el reconocimiento de terreno se observó esta formación; está constituida por tobas brechosas andesíticas con intercalaciones de limolitas y lavas andesíticas; las tobas brechosas se distribuyen en las cercanías de la localidad de El Peumito con una actitud NNE/40°-65° E, difícil de distinguir. En las cercanías de La Alfalfa se encontraron depósitos coluviales que no habían sido interpretados previamente. En la parte sur del sector de La Alfalfa se confirmó la presencia de rocas volcánicas cuaternarias (unidad B-7), las que presentan disyunción columnar, composición andesítica y sobreyacen a la Formación Coya-Machalí.

### 3.3. Comparación de la interpretación fotogeológica con los resultados del estudio geológico regional

Como se ha mencionado en los capítulos anteriores, se realizó un estudio geológico regional en el sector occidental del proyecto. Durante este trabajo se reconoció la Formación Lo Valle, la cual había sido interpretada en las fotos aéreas como Formación Farellones; esta confusión surgió debido a la similitud fotográfica y topográfica entre ambas formaciones que hace muy difícil diferenciarlas.

En la parte sur del área reconocida durante el estudio regional se había interpretado fotogeológicamente un cuerpo intrusivo (unidad C-7) de gran distribución areal. Sin embargo, en el reconocimiento de terreno se determinó una distribución mucho más restringida; la confusión surgió debido a que este sector está afectado por una densidad de vegetación muy alta que oblitera la resolución de los factores considerados en la interpretación fotogeológica.



## Capítulo 4 Conclusiones y Recomendaciones

### 4.1. Geología y estructura

Como se indicó anteriormente en este estudio foto-geológico se distinguieron 7 unidades de rocas estratificadas (B-1 a B-7), 7 unidades de sedimentos inconsolidados (D-1 a D-3), 7 unidades de rocas intrusivas (C-1 a C-7) y 2 unidades de zonas de alteración (D-1 a D-2).

Integrando los antecedentes aportados por trabajos anteriores, los resultados del estudio geológico regional, el reconocimiento de terreno y la interpretación fotogeológica, se ha establecido la siguiente secuencia estratigráfica para el área de este estudio, que se presenta a continuación de más antigua a más nueva:

#### - Sistema Jurásico:

Formación Nacientes del Teno (rocas piroclásticas andesíticas riolíticas y sedimentarias)

Formación Río Damas (rocas volcánicas andesíticas y sedimentarias)

Formación Leñas-Espinoza (rocas sedimentarias marinas)

#### - Sistema Cretácico:

Cretácico inferior:

Formación Baños del Flaco (rocas sedimentarias marinas)

Formación Colimapu (rocas volcánicas andesíticas y sedimentarias continentales)

Cretácico Superior

Cretácico Superior a Terciario inferior

Formación Lo Valle (rocas volcánicas andesíticas y dacíticas)

Formación Coya-Machali (rocas volcánicas andesíticas y sedimentarias continentales)





- Sistema Terciario:

Formación Farellones (rocas volcánicas andesíticas y dacíticas con intercalaciones de rocas sedimentarias continentales)

- Sistema Cuaternario:

Rocas volcánicas

Depósitos fluviales

Depósitos coluviales y/o morrénicos

De todas las unidades mencionadas, la de mayor distribución es la Formación Coya-Machalí.

Atendiendo a la secuencia estratigráfica indicada, se deduce que durante el Cretácico inferior se produjo una regresión, y desde entonces ha prevalecido un ambiente de deposición continental. Por otra parte, esta secuencia indica que la actividad volcánica significativa se inició en el Cretácico inferior, produciéndose un máximo durante el Cretácico Superior-Terciario inferior y continuando hasta el presente. En el área estudiada la actividad volcánica es un factor geológico preponderante.

Las rocas intrusivas de mayor distribución son las granodioríticas; afloran conformando cuerpos pequeños tipo stocks y sus edades varían desde Cretácico Superior en la parte occidental a Terciario Superior en la parte oriental.

Las estructuras geológicas tienen una orientación predominante N-S. Las unidades más antiguas que la Formación Farellones están fuertemente plegadas.

#### 4.2. Mineralización y alteración

En el área estudiada existen varios yacimientos importantes (El Teniente, etc.), además de zonas de alteración con mineralización comprobada en terreno y otras que no han sido estudiadas. Según antecedentes de trabajos anteriores disponibles, se han distinguido 44 zonas de alteración. Por



otra parte el estudio fotogeológico permitió distinguir aproximadamente otras 100 zonas de alteración, las cuales se distribuyen agrupadas en 10 sectores. Excluyendo la zona de alteración correspondiente al yacimiento de El Teniente, las nueve restantes se agrupan en los siguientes sectores:

1. Sector nacientes del río Los Cipreses
2. Sector nacientes del río Claro
3. Sector nacientes del estero Los Rucios
4. Sector Las Campanas
5. Sector nacientes del río Cortaderal
6. Sector río Clarillo
7. Sector parte oriental de nacientes del río Azufre
8. Sector parte norte de nacientes del río Azufre
9. Sector curso del río Las Damas

La mayoría de las zonas de alteración tiene un tamaño de 1 por 1 km, con una forma aproximadamente equidimensional. Algunas de ellas están asociadas a zonas de lixiviación y diseminación de sulfuros. Por otra parte, en algunos sectores hay cuerpos intrusivos de composición media a ácida que podrían relacionarse con las zonas de alteración. Los antecedentes presentados permiten indicar que las zonas de alteración individualizadas podrían ser de gran importancia económica.

#### 4.3. Recomendaciones

En acuerdo con lo mencionado anteriormente se consideran 9 sectores que podrían resultar de importancia económica, para ellos se recomienda un estudio de las zonas de alteración y un muestreo geoquímico de sedimentos en toda el área para detectar presencia de mineralización en las zonas de alteración y en otros sectores sin manifestaciones superficiales.



# ESTUDIO GEOLOGICO REGIONAL



## Capítulo 1 Geología

### 1.1. Generalidades

La geología del área estudiada se caracteriza principalmente por el gran desarrollo que alcanzan los materiales originados por el volcanismo y/o la sedimentación cuaternaria que rellena el Valle Central.

La secuencia volcano-clástica que aflora en el área ha sido asignada a tres unidades litoestratigráficas definidas anteriormente para Chile Central ellas son:

- Formación Coya-Machalí
- Formación Lo Valle, y
- Formación Farellones

La primera está expuesta principalmente en la vertiente occidental de la Cordillera de Los Andes adyacente al Valle Central y es de composición predominantemente andesítica.

Las volcanitas de la Formación Lo Valle aparecen en la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa y son de composición principalmente dacítica y andesítica.

Finalmente en el área norte del sector occidental de la Cordillera de la Costa, adyacente al Valle Central se distribuyen restringidamente rocas asignadas a la Formación Farellones. Estas sobreyacen discordantemente sobre la Formación Lo Valle.

Todas estas unidades de origen continental, están intruidas por cuerpos de composición intermedia y ácida.

Desde el punto de vista regional la tectónica se manifiesta por un alineamiento estructural de dirección N-S. Las Formaciones Coya-Machalí y Lo Valle aparecen plegadas, siendo los pliegues de la primera de menor amplitud. La Formación Farellones tiene una actitud casi horizontal. Todas éstas formaciones son de origen continental.





## 1.2. Estratigrafía

Como se ha dicho anteriormente en el área de estudio se distinguen 4 unidades geológicas: Formación Lo Valle, Formación Coya-Machalí, Formación Farellones y Sistema Cuaternario, enumeradas en orden de antigüedad decreciente (ver Fig. 4).

### 1.2.1. Formación Lo Valle

#### Distribución

Esta formación aflora en la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa. Su mayor distribución se encuentra en la Hoja Codegua.

#### Espesor

No se observó el techo y la base de esta formación. El espesor mayor de 3.500 m lo alcanza en la Hoja Rengo.

#### Litología

Está constituida por lavas dacíticas, rocas piroclásticas de composición dacítica, andesitas, rocas piroclásticas andesíticas y una delgada intercalación de caliza observada en la parte inferior de la secuencia.

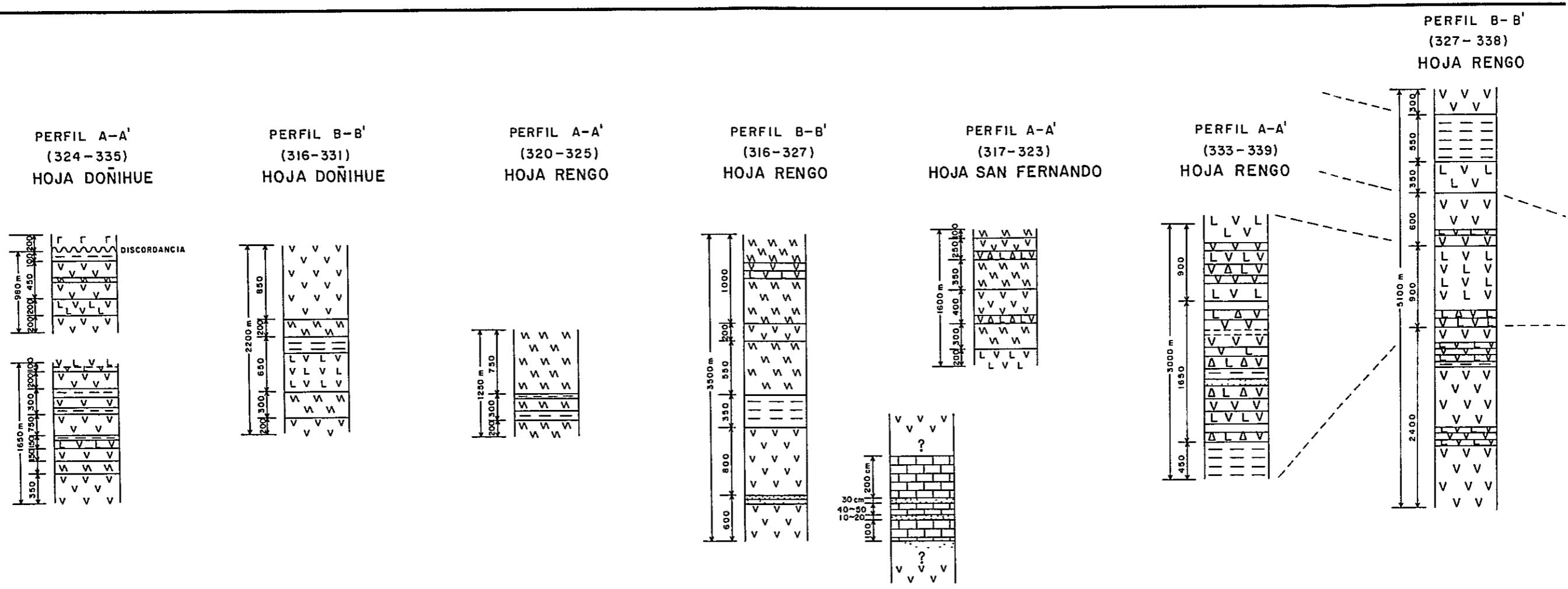
Las rocas dacíticas y andesíticas se suceden alternadamente en la unidad, como se indica en la Fig. 5. Sin embargo, en términos generales, en la parte inferior de la secuencia predominan las rocas andesíticas y en la parte superior las dacíticas.


Las lavas andesíticas en general muy densas, son de colores verde oscuro y gris oscuro. Su textura es tanto afanítica como porfírica con fenocristales de plagioclasa. Al microscopio las andesitas afaníticas tienen textura porfírica y masa fundamental intersectorial a microgranítica gruesa. Como fenocristales se observa plagioclasa euhedral con guías de zeolita y algunos patches de cuarzo, anfíbola con borde granular de piroxeno y opacos; a veces encierra poikilíticamente a la plagioclasa. La masa fundamental está constituida por




| Periodo     | Epoca    | Formacion   | Columno Estratigrafico | Litologia                                     | Espesor                                 | Rocas Intrusivas                                | Mineralizacion  | Observaciones   |
|-------------|----------|---|------------------------|---|---|---|---|---|
| Cuaternario | Holoceno | Sedime fluviales aluviales y morrenicas<br>ceniza vol<br>lava y flujo piroclastico,<br>y morrenicas |                        | Gravas, soldada, y arenas brecha vol. y limos |   | (Dacito)  |   |   |
|             |          |   |                        | Formacion Farellones                          | dacita<br>roca piroclastica<br>dacitica | 200m +  | (Pofido dacitico)   |   |
| Terciario   | Mioceno  | Formacion Coya Machall  |                        | roca piroclastica andesitica                  | 10.450 m +                              | (Diorita cuarcifera)<br>(Tonilita)<br>(Diorita) |   |   |
|             |          |   |                        | lava de andesita                              |   | (Mouzgranito)                                   |   |   |
| Cretacico   | Superior | Formacion Lo Valle  |                        | lava dacitica                                 | 3.500 m +                               | (Riolita, Dacita)                               |   |   |
|             |          |   |                        | andesita                                      |   |   |   |   |
|             |          |   |                        | roca piroclastica dacitica                    |   |   | Diseminacion de pirita y alteracion hidrotermal muy debil |   |
|             |          |   |                        | roca piroclastica andesitica caliza           |   |   | Au, Ag, Cu, Pb, Zn y pirita<br>←<br>(Veta y diseminacion) | lava dacitica<br>90 m.a. (Vergara y Drake, 19796)<br>(K / Ar) |

FIG. 4 COLUMNA GEOLOGICA GENERALIZADA DEL AREA ESTUDIADA









CUATERNARIO  Toba soldada

F. FARELLONES  Dacita

F COYA MACHALI

LEYENDA

-  Andesito
-  Brecha tobácea andesítica
-  Toba de lapilli andesítica
-  Toba fina andesítica
-  Toba arenosa
-  Tufita








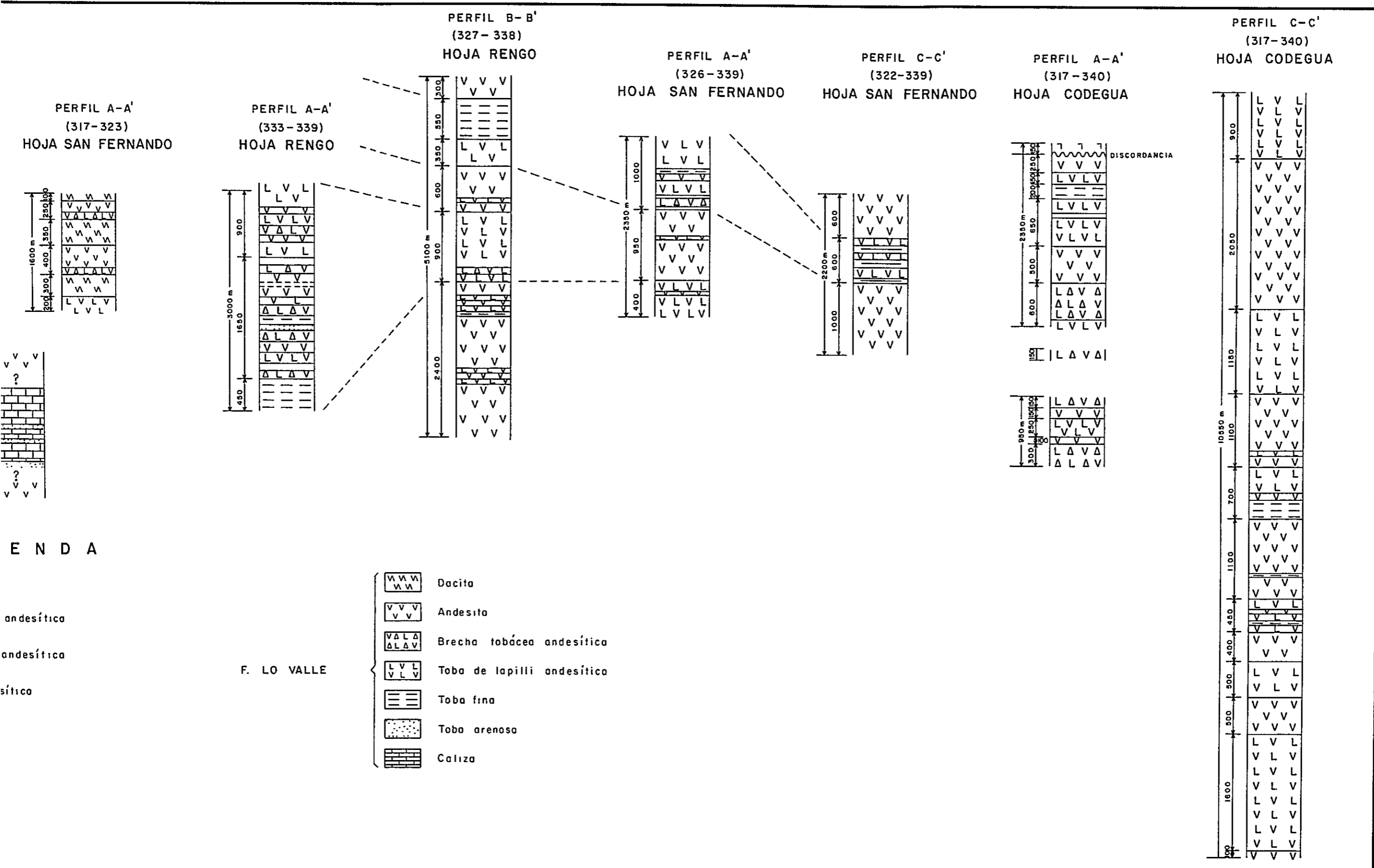
- F. LO VALLE
-  Dacita
  -  Andesito
  -  Brecha tobácea andesítica
  -  Toba de lapilli andesítica
  -  Toba fina
  -  Toba arenosa
  -  Caliza

FIG. 5 COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS



E N D A

andesítica  
andesítica  
sítico

F. LO VALLE

- Dacita
- Andesita
- Brecha tobácea andesítica
- Toba de lapilli andesítica
- Toba fina
- Toba arenosa
- Caliza

COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS



feldespato alcalino, cuarzo anhedral, granúlos de opacos, esfero, clorita y guías de sericita.

Al microscopio las andesitas porfíricas tienen textura porfírica con masa fundamental intergranular. Los fenocristales están constituídos por plagioclasa, tipo andesina básica (An<sub>45</sub>), piroxenos de forma euhedral de tipo augita y ferromagnesianos (olivino? y anfíbola?) totalmente reemplazados por una mezcla de mineral de alteración en los que predominan clorita, calcita y material ferruginoso en los bordes. La masa fundamental está constituída predominantemente por microlitos de plagioclasa, intergranularmente se ubican gránulos de piroxeno y opacos; también se observa relleno de poros con sílice criptocristalina.

Los minerales máficos de las lavas andesíticas están totalmente alterados a clorita y epidota y las plagioclasas están arcillizadas. Además existen zeolitas, tanto en drusas como en vetillas. Presentan un hábito radial o especular.

Las rocas piroclásticas andesíticas se presentan como tobas de grano fino a brechosas. La mayoría de ellas corresponden a tobas de grano grueso y tobas de lapilli. Son de colores gris verdoso, gris oscuro y café rojizo. Su compactidad es media para este tipo de rocas. Los clastos corresponden a brechas andesíticas de textura afanítica, en su mayoría. No se encontraron clastos accidentales.

La estratificación de las rocas piroclásticas generalmente es poco evidente ya que son de aspecto masivo. Sin embargo, cuando hay intercalaciones de tobas finas es factible medirla. No se observan texturas de gradación.

Las lavas dacíticas son de tonalidades más claras y rojizas que las andesitas. Principalmente son de colores gris rojizo, gris claro y café rojizo. Generalmente son muy duras y densas; pocas veces son porosas. Normalmente tiene fenocristales de plagioclasas y masa fundamental silícea. A veces se observan fenocristales de biotita y feldespato potásico de color rosado claro (cantera situada a 4 km al sur de San Fernando). Al microscopio la roca tiene textura porfírica con





fenocristales de cuarzo y plagioclasa y masa fundamental vitroclástica. Los fenocristales son cuarzo euhedral con bordes a veces reabsorbidos, plagioclasa euhedrales con zonación normal; minerales máficos compuestos por clorita, anfíbola, pseudomorfos de hornblenda y algunas hojas de biotita totalmente oxidadas y dobladas. La masa fundamental es de textura vitroclástica fluidal; está compuesta por cuarzo y feldespatos alcalinos.

Las lavas dacíticas presentan bastante hematita por efecto de oxidación, lo que les da el color rojizo. Ocasionalmente estos minerales derivan de pirita que se presenta diseminada en la roca. Estas rocas presentan bandas de flujo de tonos claros en general, pero dichas bandas no siempre son concordantes con la estratificación.

La mayoría de las rocas piroclásticas dacíticas son tobas de lapilli y tobas brechosas, aunque ocasionalmente hay tobas finas. A veces se observa textura soldada. Su color es gris verdoso claro y café rojizo. Generalmente su compacidad es menor que en las lavas dacíticas. Las rocas piroclásticas dacíticas contienen cristales de cuarzo y biotita que las diferencian de las rocas piroclásticas andesíticas. La estratificación en estas rocas no es distinguible, presentándose con aspecto masivo. Texturas de gradación se observan sólo esporádicamente.

Las rocas piroclásticas y las lavas dacíticas se alternan de igual manera que las rocas andesíticas.

En la parte inferior de la secuencia reconocida se observó una capa de caliza que aflora 10 km al este del cerro Corcolén (extremo suroeste de la Hoja Rengo). El nivel de caliza presenta dos delgadas intercalaciones de arenisca. Se expone con un espesor total de 3 m (ver Fig. 5) pero no se observan su base ni su techo, aunque se presenta dentro de una secuencia de andesitas. Su actitud es NS/40° E que es concordante con la estratificación de la secuencia volcánica en la que se intercala. La caliza presenta un bandeamiento de horizontes calcáreos y silíceos alternados paralelo a la estratificación. Los



espesores de estos horizontes varían entre un par de milímetros y un par de centímetros.

La caliza al microscopio presenta una banda con microesparita y mineral de arcilla criptocristalino; además hay granate dispuesto paralelamente a esta banda. La calcita está débilmente recristalizada. Otros minerales de skarn no fueron observados.

De acuerdo a las observaciones de terreno y las microscópicas esta caliza se generó por precipitación de carbonato de calcio en un ambiente lacustre. Después por efecto diagenético y metamorfismo débil se formó pseudomicroparita.

#### Relaciones Estratigráficas

Esta secuencia fue asignada originalmente a la Formación Farellones (Klohn 1960), por Corvalán y Dávila (in Vergara, 1969) y Charrier (1973), pero nuevos antecedentes sobre la edad de estas rocas además de sus características litológicas, relaciones estratigráficas, la identifican mejor con la Formación Lo Valle (Thomas, 1958), en acuerdo con Vergara y Drake (1979b) y Nasi y Thiele (1982).

Corresponde a la formación más antigua reconocida en el área, desconociéndose su relación con formaciones subyacentes. A su vez infrayace a un conjunto de coladas de carácter dacítico, correlacionable sólo por posición estratigráfica y similitud litológica con la Formación Farellones (Klohn, 1960).

#### Correlación y edad

En esta unidad no se ha encontrado material fosilífero que permita asignarle una edad relativa, sin embargo, una datación radiométrica K/Ar, en lavas riolíticas de esta secuencia en un lugar, ubicado 2 km al sur de Fernando, entregó un valor de 90 m.a. (Vergara, com. verbal in Nasi y Thiele, 1982), es decir, Turoniano, de acuerdo con Van Eyseiga (1978). Hacia el norte en la laguna de Aculeo esta unidad se apoya en leve discordancia angular sobre la Formación Veta Negra de edad Barreniano-Albiano (Nasi y Thiele, op. cit.).



Por otra parte, la formación se encuentra intruida por un plutón de composición monzogranítica que tiene continuidad areal hacia el norte donde fue datado frente a la laguna de Aculeo entregando una edad K/Ar mínima de 80 m.a. (Vergara y Drake, 1979) lo que correspondería a Coniaciano-Santtoniano, según Van Eyisinga (1978), esto indicaría una edad pre-Coniaciano para la secuencia.

En base a los antecedentes mencionados, se puede asignar a la Formación Lo Valle en el área de estudio a la parte inferior del Cretácico Superior (Cenomaniano-Turoniano). Sin embargo, mientras no se cuente con una datación de los intrusivos que la cortan dentro del área, su edad mínima podría estar sujeta a alguna variación.

La Formación Lo Valle es cronológicamente equivalente a la Formación Las Chilcas, definida por Thomas (1958) al norte de Santiago, y a la parte inferior de la Formación Abanico (sensu Thiele, 1982). Por otro lado, Nasi y Thiele (1982), han observado un engranaje entre Las Chilcas y Lo Valle, disponiéndose la parte superior de ésta discordantemente sobre Las Chilcas. Esta relación de discordancia está en acuerdo con Moscoso et. al. (1982). Sin embargo, Godoy (1982) afirma que observó una concordancia entre estas formaciones en el arca Montenegro-Cuesta Chacabuco.

#### 1.2.2. Formación Coya-Machalí

##### Distribución

La Formación Coya-Machalí aflora en los primeros contrafuertes occidentales de la pre-cordillera andina al oriente del Valle Central. Dentro del área de estudio aumenta su distribución hacia el sur. No se presenta en la Hoja Doñihue.

##### Espesor

En la Hoja Codegua alcanza su mayor desarrollo y al mismo tiempo su mayor espesor que es de aproximadamente 10.000 m.



## Litología

Esta formación está constituida por una secuencia volcánica andesíticas en la que se disponen alternadamente lavas y rocas piroclásticas.

Las lavas andesíticas son de textura predominantemente afanítica. Las lavas porfíricas son menos prominentes. Son de colores verde oscuro, gris oscuro, gris verdoso rojizo, Presentan alta compacidad y densidad.

Al microscopio, las andesitas afaníticas tienen textura porfírica con masa fundamental pilotaxítica. Los fenocristales son plagioclasa en fracturas reemplazados por clorita, epidota. Máculas difusas o totalmente borradas. Cúmulos de piroxeno uralitizados. Se observan maclas relictas.

Las andesitas porfíricas al microscopio tienen textura porfírica intergranular con intensa alteración clorítica. Los fenocristales son plagioclasa en prismas intensamente fracturados con clorita y también se encuentran opacos y limonitas asociadas a los cristales; minerales máficos, reemplazo pseudomorfo por clorita de hábito vernicular. La masa fundamental de textura intergranular gruesa, está compuesta por microlitos de plagioclasa con piroxeno y minerales opacos intersticiales.

Las andesitas de esta formación son desde el punto de vista petrográfico y de su carácter composicional muy semejantes a las andesitas de la formación Lo Valle.

Los feldespatos de las andesitas están argilizados y alterados a calcita; los minerales máficos están cloritizados y parcialmente epidotizados. Presentan además zeolitas en forma especular y en vetillas. Es decir, estas andesitas muestran una propilitización de carácter regional. Por lo tanto, presentan un efecto de metamorfismo de enterramiento.

En el mapa geológico PL. se han clasificado estas lavas y rocas piroclásticas. Los horizontes mapeados como las lavas andesíticas corresponden a varias coladas superpuestas.

Las rocas piroclásticas varían de tobas finas a brechas volcánicas, predominando las tobas de lapilli. Son de





colores gris verdoso, verde oscuro, café rojizo verdoso. Cuando están meteorizadas presentan color gris amarillento. La mayoría de los clastos son andesitas con tamaño de 1 a 3 cm, angulares y sub-angulares. Excepcionalmente se han encontrado clastos de 1 m de diámetro con estructura concéntrica (3 km al este del cerro Las Romazas, en la Hoja San Fernando).

Generalmente las tobas de lapilli presentan clastos elongados de color verde y fragmentos de color café rojizo.

En el sector del cerro Las Romazas al N de la Hoja San Fernando, se han encontrado dentro de la secuencia volcánica intercalaciones lenticulares de tufitas y carbón. Se presentan en un paquete de algunas decenas de metros de espesor. Son de colores gris oscuro, verde amarillento oscuro, gris claro, gris parduzco. Las tufitas están constituidas por material proveniente de cenizas volcánicas cementado por arcilla.

El afloramiento de carbón está ubicado a 3,7 km al sureste del cerro Las Romazas. Los lugareños lo denominan "la mina de carbón" y han hecho una explotación a muy pequeña escala. Actualmente la entrada del socavón está aterrado, por lo cual sólo se pudieron hacer observaciones en el desmonte. El espesor del manto se estima entre 3 y 4 m. El grado de formación del carbón es más o menos avanzado, presentando un lustre resinoso negro. Corresponde a un carbón bituminoso.

Las tufitas descritas anteriormente sugieren un ambiente de depositación lacustre en cuencas locales. La capa de carbón se formó en un ambiente pantanosos reductor asociado a ese tipo de cuencas.

La mayoría de los afloramientos de tufitas y la capa de carbón no tienen expresión a la escala 1:50.000, pero ilustran las condiciones ambientales de depositación que tuvieron lugar localmente, y por lo tanto se representaron exagerando su expresión real.

Además dentro de esta secuencia volcánica existen arenosas gruesas con granos de 0,5 a 2 mm. Los clastos de este tipo de tobas son redondeadas y su tamaño homogéneo, presen-



tando buena selección. Desde el punto de vista petrográfico los clastos de estas tobas son similares a los de las tobas de lapilli y tobas brechosas.

En general, las rocas piroclásticas de esta formación son muy similares a las rocas piroclásticas andesíticas de la formación Lo Valle.

Las lavas y rocas piroclásticas se presentan alternadamente, como se indica en la Fig. 5.

#### Relaciones estratigráficas

En el área estudiada, no se observa la relación estratigráfica entre las Formaciones Coya-Machalí y Lo Valle, ya que la zona de contacto se encuentra cubierta por los depósitos cuaternarios del Valle Central.

Al SSE de la hoja Rengo, los afloramientos de ambas formaciones son muy cercanos. A 3,5 km de Rengo, la separación entre ellas es de 300 m (ver Fig. 6). Allí poseen un rumbo NNW pero la Formación Lo Valle tiene un manteo 10-15° al oeste mientras que la Formación Coya-Machalí manteea 30° hacia el este.

Por lo tanto, en este lugar, se puede concluir que la relación de contacto entre ambas formaciones podría corresponder a una discordancia o a una falla. Se descarta una relación de concordancia dado que la Formación Lo Valle está formada en ese lugar por riolitas y Coya-Machalí por andesitas.

A 9 km de Rengo ambas formaciones distan apenas 200 m. Allí la Formación Lo Valle tiene un manteo de 15° hacia el este y Coya-Machalí 30° al este. Por lo tanto, la relación de contacto entre ambas puede considerar las tres únicas posibilidades: concordancia, discordancia o contacto por falla (ver Fig. 7).

Según antecedentes de Nasi y Thiele (1982) la edad de la Formación Lo Valle corresponde a la parte inferior del Cretácico Superior, en tanto que la edad de Coya-Machalí es Cretácico Superior-Paleogeno (Thiele, 1980 y Moscoso et. al., 1982). Por lo tanto, se ha indicado que la Formación Lo Valle engranaría con la parte inferior de Coya-Machalí (Nasi y Thiele, op. cit.).



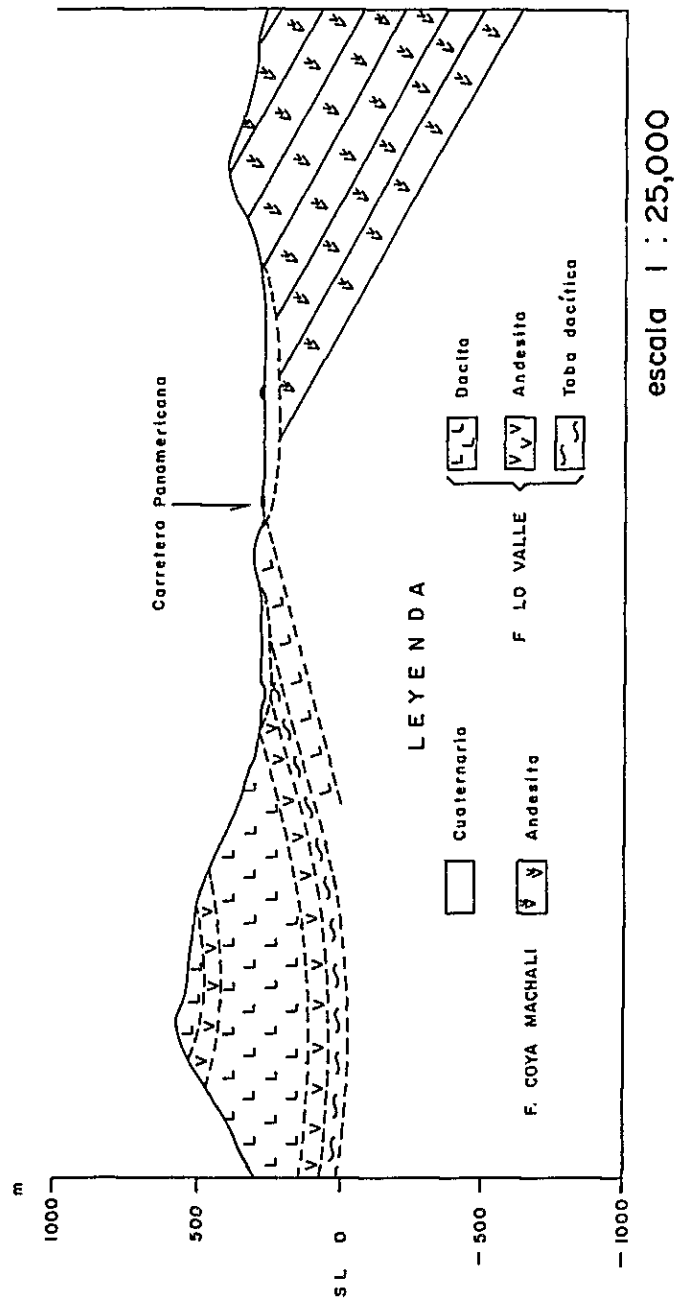


FIG. 6 PERFIL GEOLOGICO " C - C' " (HOJA RENGO)



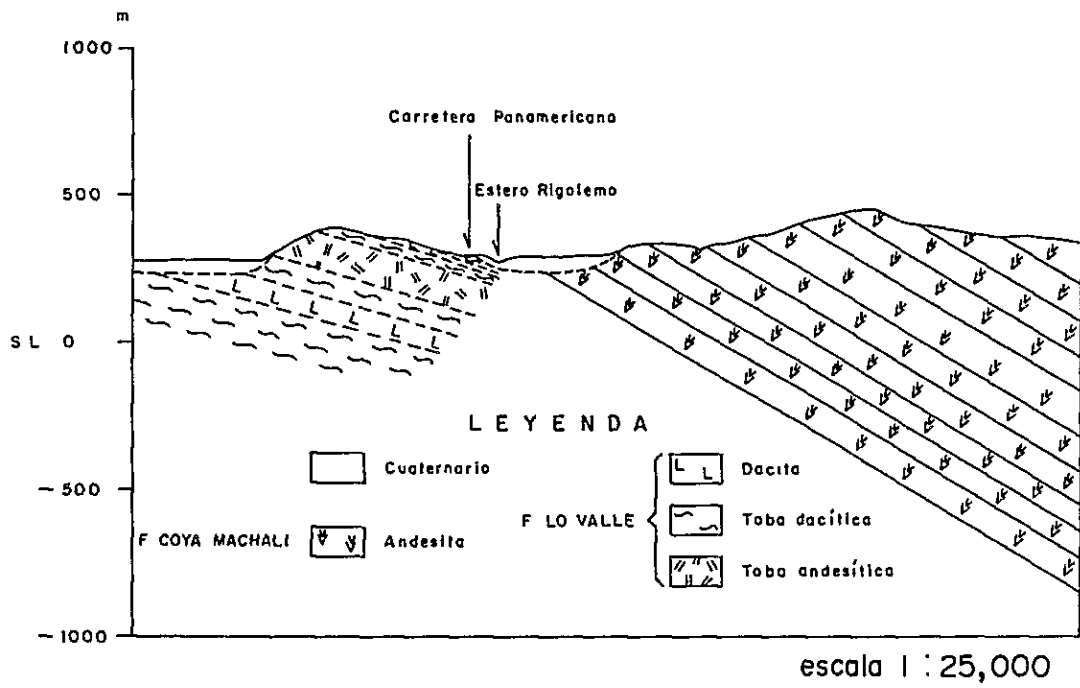


FIG.7 PERFIL GEOLOGICO "D - D'" (HOJA RENGO)





Atendiendo a la información presentada y a dataciones de estratos de la Formación Coya-Machalí, en el área cordillerana del río Cachapoal por Charrier y Munizaga (1979), que determina edades Oligoceno Superior, Mioceno inferior, se estima que en el área de estudio el contacto entre las Formaciones Lo Valle y Coya-Machalí sería por falla (ver PL. 2-6).

#### Edad y correlación

Dentro del área estudiada, no se encontró fauna ni flora fósil.

Sin embargo, la secuencia estudiada tiene continuidad areal, litológica y composicional con las rocas definidas como Formación Coya-Machalí por Klohn (1960), a las que se les asigna una edad Cretácica Superior-Paleogena (Thiele, 1980, y Moscoso, 1982).

En consecuencia, en base a estos antecedentes, se asigna a las rocas de la Formación Coya-Machalí una edad Cretácica Superior-Paleogena.

La Formación Coya-Machalí, al norte del área estudiada, se correlaciona con la Formación Abanico (Thiele, 1980) y cronológicamente con las Formaciones Lo Valle y Las Chilcas, juntas (Thiele, 1980). Por otro lado Moscoso et. al. (1982) correlacionan la parte inferior de Abanico con la Formación Lo Valle.

#### 1.2.3. Formación Farellones

##### Distribución

En las localidades Loma de Los peumos, Cerro Punta El Durazno y al norte del cerro Huilmay, aflora un conjunto de coladas dacíticas horizontales dispuestas discordantemente sobre la Formación Lo Valle que se asignan tentativamente por su similitud petrográfica y posición estratigráfica a la Formación Farellones (Klohn, 1960).



## Espesor

La Formación Farellones se presenta con un espesor de 200 m. En el área su techo corresponde a la actual superficie de erosión.

## Litología

La Formación Farellones está compuesta por volcanitas dacíticas, lavas y piroclásticos.

Las dacitas muy densas y afaníticas son de color chocolate y gris claro. Presentan bandas de flujo muy marcadas, la inclinación de estas bandas es de 20° a 70° y no siempre concuerdan con la estratificación.

Las rocas piroclásticas que son muy densas corresponden a tobas, tobas arenosas, tobas de lapilli y tobas brechosas. Su color es gris claro y café rojizo. En algunas se observan texturas soldadas. Los clastos son de andesita y dacita, subangulares y angulares, presentando pequeñas cantidades de vidrio volcánico como asimismo cristales de cuarzo, plagioclasa arcillizada y sericitizada y biotita cloritizada y epidotizada. La matriz está compuesta por granos finos de cuarzo, agregados de feldespatos argilizados y vidrio desvitriificado.

## Relaciones estratigráficas

La Formación Farellones se apoya sobre la Formación Lo Valle con discordancia angular suave. Ambas son muy similares litológicamente, pero se pueden distinguir por su actitud estructural.

Su techo corresponde a la actual superficie de erosión.

## Correlación y edad

La distribución de las volcanitas atribuidas a esta formación es muy restringida dentro del área de estudio y no se encontraron antecedentes que permitieran determinar su edad.



Fueron asignadas tentativamente a la Formación Farellones por las siguientes razones:

- 1) La relación entre esta secuencia de volcanitas y la Formación Lo Valle, es muy similar a la observada en la Cordillera de Los Andes entre las Formaciones Coya-Machali y Farellones (Klohn, 1960), (Vergara, 1969) (Charrier 1973), (Escobar et. al., 1977).
- 2) La Formación Farellones en su parte inferior es de composición similar a esta secuencia volcánica observada.

La edad de la Formación Farellones según los antecedentes recientes es Mioceno-Plioceno (Moscoso et. al., 1982) (ver Tabla 2).

#### 1.2.4. Sistema Cuaternario

El Sistema Cuaternario está constituido por sedimentos aluviales, depósitos de terrazas, coluvios morrénicos y volcanitas recientes. La mayor distribución corresponde a los sedimentos aluviales depositados en el Valle Central.

Los depósitos de terrazas y los sedimentos recientes fluviales y coluviales, se distribuyen a lo largo de los cursos de los ríos.

Los depósitos morrénicos se distribuyen en la parte sudoriental de la Hoja San Fernando.

Los sedimentos del Sistema Cuaternario se presentan indiferenciados en los mapas geológicos.

Las volcanitas del Sistema Cuaternario son de dos tipos: a) flujos de tobas soldadas riolíticas y b) depósitos de cenizas volcánicas riolíticas. Los primeros se distribuyen en la parte noreste de la Hoja Codegua, a lo largo del río Tumuñán; el nivel superior corresponde a ignimbritas y en el sector de las casas del fundo La Rubiana se observó que sobreyace un nivel inferior de cenizas volcánicas riolíticas; estas volcanitas han sido referidas por Vergara (1969) como ignimbritas de Sierra Bellavista. Los segundos se distribuyen en



las Hojas Doñihue y Codegua constituyendo depósitos no consolidados de pequeñas dimensiones; contienen piedra pómez de color gris claro y vidrio volcánico.

### 1.3. Rocas Intrusivas

En el área de estudio aflora un gran batolito monzogranítico y numerosos cuerpos tipo stocks y diques de composiciones y texturas variables, los cuales cortan toda la secuencia volcánica descrita anteriormente.

El batolito está ubicado en la parte occidental de la Hoja Doñihue y se continua hacia el oeste y norte aflorando en la localidad de Alhue y en la laguna de Aculeo respectivamente.

Los intrusivos pequeños aparecen distribuidos indistintamente en toda el área y corresponden a granito, monzogranito, tonalita, diorita cuarcífera, diorita, pórfidos dioríticos, pórfidos dacíticos, riolitas, dacitas y andesitas. Análisis modales representativos de estas rocas se muestran en la siguiente tabla 7 y Fig. 8.

#### Monzogranito

Este tipo de roca aflora como un batolito en el Cuadrángulo Doñihue y como un stock en el Cuadrángulo San Fernando. Este tipo de roca presenta colores gris claro a rosáceos con índice de color 5 a 7, leucocrático, holocristalino. Al microscopio presenta una textura hipidiomorfa granular y gráfica; los minerales principales corresponden a: plagioclasa euهدral (An47 andesina), cuarzo anhedral, feldespato potásico (perfitico), biotita euهدral, hornblenda euهدral a subهدral. La plagioclasa se presenta epidotizada (pistacítica), albitizada y alterada a zeolita y sericita; el feldespato potásico está argilizado; la mayoría de los minerales máficos están alterados a clorita, calcita, epidota y eseno.

El batolito del Cuadrángulo Doñihue presenta variaciones en su composición pasando parcialmente a tonalita. Este cuerpo corta las rocas de la Formación Lo Valle produ-





Tabla.7 ANALISIS MODALES

| Muestra                  | T-40    | Y-4          | L-11         | RE-43    | P-16                  | C-19    | RE-43        | T-88         |
|--------------------------|---------|--------------|--------------|----------|-----------------------|---------|--------------|--------------|
| Mineral                  | Diorita | Monzogranito | Monzogranito | Tonalita | Diorita<br>Cuarcifera | Diorita | Granodiorita | Monzogranito |
| Cuarzo                   | 1.0 %   | 3.68 %       | 2.94 %       | 2.30 %   | 6.0 %                 | 1.6 %   | 15.95 %      | 23.88 %      |
| Ortoclasa                | 10      | 276          | 397          | 5.2      | -                     | -       | 11.09        | 2317         |
| Plagioclasa              | 72.4    | 287          | 265          | 59.4     | 73.2                  | 79.6    | 51.58        | 3921         |
| Biotita                  | -       | -            | 1.2          | 5.4      | -                     | -       | 8.94         | 1.42         |
| Anfibora                 | -       | 1.5          | 1.2          | 7.6      | 18.4 %                | -       | 9.50         | 8.64         |
| Piroxeno                 | 13.0    | -            | -            | -        | 1.8                   | 10.4    | 1.13         | -            |
| Opacos                   | -       | -            | -            | -        | -                     | -       | 1.80         | 1.32         |
| Clorita                  | -       | -            | -            | -        | -                     | -       | -            | 0.91         |
| Turmalina                | -       | -            | -            | -        | -                     | -       | -            | 2.43         |
| Mineral<br>accesorio     | 2.2     | 1.0          | 3.1          | 1.6      | 2.6                   | 3.8     | -            | -            |
| Mineral de<br>alteración | 10.0    | 4.5          | -            | 2.0      | -                     | 4.6     | -            | -            |
| Q                        | 15      | 395          | 308          | 263      | 7.6                   | 1.3     | 2029         | 2800         |
| A                        | 1.5     | 30.8         | 41.5         | 5.9      | -                     | -       | 14.10        | 2717         |
| P                        | 97.0    | 29.7         | 27.7         | 67.8     | 92.4                  | 98.7    | 65.61        | 44.81        |
| Indice de color          | 252     | 7.0          | 5.5          | 166      | 21.8                  | 188     | -            | -            |

\* Urafito



- 1a Cuarzollita
- 1b granitoides cuarciferos
- 2 granito de feldespato alcalino
- 3 granito ← 3a sienogranito
- 4. granodiorita ← 3b monzogranito
- 5. tonalita
- 6\* sienita cuarcifera de feldespato alcalino
- 7\* sienita cuarcifera
- 8\* monzonita cuarcifera
- 9\* monzodiorita cuarcifera / monzogabro cuarcifero
- 10\* diorita cuarcifera / gabro cuarcifero / anortosita cuarcifera
- 6 sienita de feldespato alcalino
- 7. sienita
- 8 monzonita
- 9 monzodiorita / monzogabro
- 10. diorita / gabro / anortosita

(STRECKEISEN, 1976)

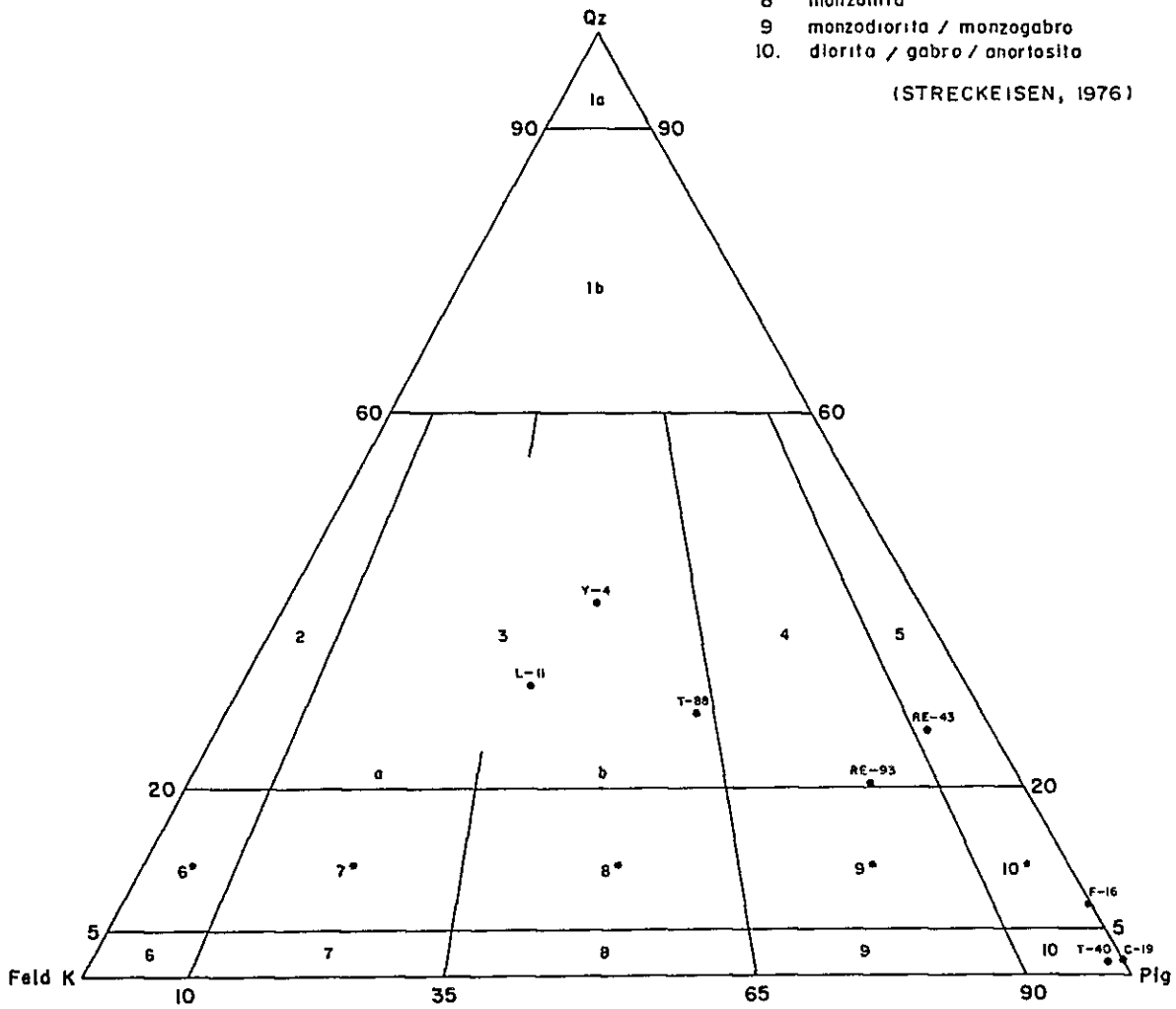


FIG. 8 DIAGRAMA (Qz - Feld K - Plg)



ciendo un leve metamorfismo de contacto. El cuerpo situado en la Hoja San Fernando indujo metamorfismo de contacto en la Formación Coya-Machalí.

El batolito del Cuadrángulo Doñihue tiene continuidad areal con un cuerpo intrusivo reconocible en los alrededores de la laguna de Aculeo que fue datada K/Ar indicando 80 m.a. (Coniasiano-Santoniano según Van Eysinga, 1978), edad obtenida por Vergara y Drake (1979). Estos mismo autores dataron el stock que aflora en el Cuadrángulo San Fernando mediante el método K/Ar en biotita obteniendo  $16,6 \pm 0,7$  m.a. (Mioceno según Van Eysinga op. cit.).

#### Tonalita

En la Quebrada El Alamo ubicada en la parte norte del Cuadrángulo Codegua aflora un pequeño stock de  $1 \text{ km}^2$  intruyendo a la Formación Coya-Machalí.

#### Diorita Cuarcifera

Conjunto de stocks distribuidos en la parte sur oeste del Cuadrángulo Rengo, central del Cuadrángulo San Fernando y en el valle del río El Manzano en la parte sur del Cuadrángulo Codegua. En esta última localidad el stock presenta su periferia de composición granítica.

Los cuerpos intruyen a las formaciones Lo Valle y Coya-Machalí presentando margenes de enfriamiento.

#### Diorita

En el área de estudio afloran 5 stocks (menos de  $1 \text{ km}^2$ ) de composición diorítica. Tres de ellos se sitúan en la loma de La Culebra ubicada en la parte norte del Cuadrángulo Doñihue, otro en la parte norte del Cuadrángulo Rengo y el último en la parte este de este mismo cuadrángulo.

El cuerpo situado en la Hoja Doñihue intruye a la Formación Lo Valle. Los restantes intruyen a la Formación Coya-Machalí.



## Pórfido Diorítico

En la parte noroeste del Cuadrángulo San Fernando afloran dos pórfidos dioríticos de pequeño tamaño (menos que 1 km<sup>2</sup>) los cuales se presentan intruyendo a la Formación Lo Valle.

## Pórfido Dacítico

En el extremo oriental del Cuadrángulo San Fernando aparece un pórfido dacítico intruyendo a la Formación Coya-Machalí, este es de pequeño tamaño (menor de 1 km<sup>2</sup>).

## Otros tipos de intrusivos

En el Cuadrángulo Doñihue dentro del distrito minero de Chancón, aparecen distribuidos una serie de intrusivos de carácter riolítico, dacítico y andesítico que intruyen profusamente a las rocas de la Formación Lo Valle, se hará referencia de ellos en forma más detallada en el Capítulo de Geología del Área de Chancón.

### 1.4. Estructura

Dentro del área de estudio, la secuencia estratificada que aflora en la Cordillera de la Costa correspondiente a la Formación Lo Valle se dispone según una estructura simple de plegamiento suave (longitudes de onda de sus pliegues del orden de 20 km) con inclinaciones de sus capas que varían entre 10-15° y con ejes de pliegue orientados NNE-SSW. Dentro del distrito minero de Chancón, el plegamiento es más apretado la formación ésta afectada por un intenso fallamiento normal.

La secuencia que aflora en la Cordillera de Los Andes correspondiente a la Formación Coya-Machalí, presenta un plegamiento más apretado que la Formación Lo Valle (longitudes de onda de sus pliegues de 8-12 km) con inclinación de sus estratos que varía entre 25° y 40° y ejes de pliegues orientados NE-SW. Al este del Cerro Las Romazas ubicado en la parte norte del Cuadrángulo San Fernando, se observó un pliegue volcado





dentro de esta misma formación.

El área está afectada por un fallamiento normal, más intenso en el Cuadrángulo Codegua y en el distrito minero de Chancón. En el Cuadrángulo Codegua las fallas tienen mejores expresiones superficiales que en el Distrito Minero de Chancón. Cabe destacar que la mayoría de las fallas han sido inferidas de lineamientos fotogeológicos.

A continuación se describen las 3 fallas observadas más importantes dentro del área de estudio, todas ubicadas en el borde occidental del Valle Central, las cuales podrían estar relacionadas al origen del Valle Central del Valle Central, las cuales podrían estar relacionadas al origen del Valle Central.

1. Falla ubicada en la parte sur del Cuadrángulo Doñihue en el túnel ferroviario obstruido situado en Punta Cortés; su orientación es  $N30^{\circ}E/70^{\circ}W$ , presentando brechas de falla de 15 m de ancho en la cual se ha emplazado un dique basáltico y mineralización de cobre.
2. Falla ubicada 1 km al este del cerro Doñihue en la parte suroeste de este mismo cuadrángulo, está cortando lavas dacíticas de la Formación Lo Valle; presenta una orientación  $N70^{\circ}E/60^{\circ}S$  y brecha de falla de 50 m de ancho.
3. Gran falla ubicada en el cerro Doñihue dentro del cuadrángulo homónimo; la brecha de falla y la silicificación asociada tienen dimensiones decamétricas donde origen a una cantera de cuarzo actualmente en explotación.



## Capítulo 2 Geología Económica

La mineralización que se presenta en el área de estudio se concentra principalmente en el distrito minero Chancón dentro de la Hoja Donihue. En otros lugares hay solamente indicios aislados de minerales de tipo vetiforme con oro y cobre principalmente.

Los yacimientos que en la actualidad están en explotación, son las minas El Inglés, La Leona y La Candelaria (ver PL. 3-1 y 3-4). Además en el extremo suroeste de la Hoja Doñihue está en producción una mina de sílice, que abastece la fundición de la mina El Teniente.

A continuación se describen yacimientos y áreas con mineralización de interés en la zona estudiada. No se incluyen todos los yacimientos conocidos dentro del sector.

### (1) Yacimientos del distrito Chancón

En las quebradas Anita y La Higuera existen diversas vetas con mineralización de oro, plata y cobre. Fueron explotadas por oro principalmente, pero en la actualidad la mayoría de ellas se encuentran abandonadas con excepción de las tres minas mencionadas anteriormente.

En este proyecto se ha estudiado con mayor detalle el área correspondiente al distrito minero Chancón, que se describe detalladamente en un capítulo separado más adelante.

### (2) Zona mineralizada N° 1

Esta zona mineralizada se sitúa en el extremo norte de la Hoja Doñihue. La mineralización es de tipo stockwork con cuarzo, calcopirita y hematita. Su orientación es N20°W. La roca huésped corresponde a andesitas de la Formación Lo Valle. La mineralización es escasa y se aloja en las diaclasas de las andesitas. A continuación se indican las leyes para una muestra de este sector:

Muestra 4-68 (desmote) oro 0,08 gr/ton, Plata 115 gr/ton, Cobre 3,84%, Plomo 16 ppm, Zinc 178 ppm, Molibdeno 41 ppm,



Arsénico 100 ppm, Cadmio 1 ppm.

(3) Zona mineralizada N° 2

Esta zona mineralizada se sitúa 2 km al suroeste de la anterior. Su mineralización es similar a la primera; presentándose en vetas y stockwork asociados. La potencia de la veta es de 1.5 m y su orientación N50°E/60°S; las leyes de esta zona son las siguientes:

Muestra 7-70 (Desmonte) Oro 0,02 gr/ton, Plata 2,9 gr/ton, Cobre 0,80%, Plomo 280 ppm, Zinc 396 ppm, Molibdeno 5 ppm, Arsenico 2 ppm, Cadmio 20 ppm.

(4) Zona mineralizada N° 3

Esta zona mineralizada se sitúa en la quebrada Los Arrayanes, unos 500 m al sur de la zona mineralizada N° 2. Es de tipo stockwork, con potencia de 2 m y mineralización de calcopirita y cuarzo; se sitúa en andesitas de la Formación Lo Valle. La ley de muestra es la siguiente:

Muestra Y-74 (ancho de muestreo 10 cm) Oro 0,02 gr/ton, Plata 0,8 gr/ton, Cobre 0,25%, Plomo 21 ppm, Zinc 73 ppm, Molibdeno 7 ppm, Arsenico 2 ppm, Cadmio 1 ppm.

(5) Mina El Estero (no estudiada)

La mina está ubicada en la base de la ladera del cerro Loma Larga, sus coordenadas geográficas son: 34°07'20" S, 70°51'20" W. Según los antecedentes disponibles la mineralización en esta mina abandonada se aloja en una veta con 4,8 gr/ton de oro.

(6) Mina Java (no estudiada)

La mina se sitúa a 500 m al sureste de la anterior. Sus coordenadas geográficas son: 34°07'30" S, 70°51'00" W. Según antecedentes, la mineralización corresponde a una veta de oro con 11 gr/ton.



(7) Mina Los Timoneles (no estudiada)

Esta mina está ubicada en la ladera nororiental del cerro Punta Cortés. Sus coordenadas geográficas son: 34°10'43" S, 70°51'32" W. Según antecedentes, la mineralización corresponde a una veta de cobre.

(8) Mina Florida (no estudiada)

Esta mina se ubica en el cerro Llivillivi. Sus coordenadas geográficas son: 34°08'30" S, 70°54'30" W. Según antecedentes, la mineralización corresponde a una veta de cobre.

(9) Zona mineralizada N° 4

Esta zona mineralizada está ubicada en el extremo oriental de la Punta Cortés. Sus coordenadas geográficas son: 34°11'00" S, 70°51'20" W. Se ubica en una brecha de la falla que corresponde a una de las fallas observadas en la zona descrita anteriormente. La potencia de la mineralización es de 10 cm y consiste en óxidos de cobre. La ley de una muestra obtenida es la siguiente:

Muestra RE-37 (ancho de muestra 10 cm) Oro 0,08 gr/ton,  
Plata 8,5 gr/ton, Cobre 0,53%, Plomo 47 ppm, Zinc 109 ppm,  
Molibdeno 1 ppm, Arsénico 8 ppm, Cadmio 1 ppm.

(10) Mina Copat (no estudiada)

Esta mina se sitúa en la base de la ladera occidental del cerro Trentén. Sus coordenadas geográficas son:

34°11'57" S, 70°54'32" W. Según antecedentes, la mineralización corresponde a una veta de plata y cobre encajada en andesitas. Las leyes son: plata 14,1 gr/ton; cobre 4,1 %.

(11) Mina Quimávida (no estudiada)

Esta mina está situada en la base de la ladera en la rinconada del mismo nombre. Sus coordenadas geográficas son: 34°11'36" S, 70°58'48" W. Según antecedentes, se trata de una





veta de escasa potencia con leyes de  $\text{SiO}_2$ , de alrededor de 90%.

(12) Zona mineralizada N° 5

Está situada en la ladera occidental de la Rinconada Doñihue (cerro Trentrén). Corresponde a una disseminación de sulfuros en microtonalitas que varían a dacitas y riolitas. La mineralización consiste en pirita, algo de calcopirita, óxidos de cobre y abundante specularita, presenta características de stockworks con 2,5 m de ancho constituido por un enrejado de guiecillas de cuarzo mineralizadas.

(13) Cantera Vista Hermosa

Está situada en la base de la ladera occidental del cerrillo de Donihue. Esta cantera corresponde a dacitas silicificadas de la Formación Lo Valle; se explota un material de leyes superiores a 90% de  $\text{SiO}_2$  y se vende al yacimiento El Teniente. Las leyes de muestra son las siguientes:

RE-39 Oro 0,02 gr/ton, Plata 0,1 gr/ton, Cobre 24 ppm, Plomo 7 ppm, Zinc 2,5 ppm, Molibdeno 1 ppm, Arsenico 2 ppm, Cadmio 1 ppm.

(14) Mina Los Briones

Esta mina está ubicada en el sector norcentral de la Haja Rengo. Sus coordenadas geográficas son:  $34^{\circ}15'47''$  S,  $70^{\circ}52'18''$  W. Esta mina corresponde a vetillas con óxidos de cobre; en la proximidad de ellas hay una falla  $N60^{\circ}E/58^{\circ}E$ , con una brecha de falla de 56 m de potencia; cortando las dacitas de la Formación Lo Valle. Un socavón de 5 m de largo por la corrida de la brecha de falla no presenta mineralización visible. En el yacente a 50 m del límite de caja hay una fractura de 10 cm de potencia en una roca silicificada que contiene óxidos de cobre. La ley de muestra de esta fractura es la siguiente:

F-70-2 (ancho de muestreo 10 cm) Oro 0,02 gr/ton, Plata 0,5 gr/ton, Cobre 0,90%, Plomo 25 ppm, Zinc 10 ppm, Molibdeno



1 ppm, Arsenico 40 ppm, Cadmio 1 ppm.

(15) Mina Cerro Negro (no estudiada)

Esta mina se sitúa a unos 100 m de la mina Los Briones. Sus coordenadas geográficas son: 34°15'36" S, 70°52'15" W. Según antecedentes, se trata de un yacimiento de cobre.

(16) Mina Carolina (no estudiada)

Esta mina se ubica 500 m al este de la localidad de Santa Catalina. Sus coordenadas geográficas son: 34°17'00" S, 70°46'30" W. Según antecedentes, corresponde a una mina de oro.

(17) Mina El Sultán (no estudiada)

Esta mina se sitúa en el extremo oriental de la Hoja Rengo. Sus coordenadas geográficas son: 34°21'12" S, 70°46'42" W. Según antecedentes, la mineralización corresponde a una veta de oro y cobre, encajada en la Formación Coya-Machalí, con leyes de 0,5 gr/ton de oro.

(18) Zona Mineralizada N° 6

Esta zona se ubica en la quebrada Los Corralillos, en la parte central de la Hoja San Fernando. Se encaja en el stock de diorita cuarcífera de San Fernando. Es un cuerpo elíptico de aproximadamente 100 a 150 m de diámetro. La roca huésped está argilizada. La mineralización consiste en escasa limonita y vetillas de cuarzo. No se observa mineralización metálica.

(19) Zona mineralizada N° 7

Esta zona se sitúa en las nacientes del estero Chimbarongo en la parte central de la Hoja Codegua. En el lugar hay labores antiguas aterradas, pero no hay afloramientos. Las labores se sitúan en un stock de diorita. En los desmontes se observa diseminación de pirita y fragmentos de



vetas de cuarzo. La explotación fue en muy pequeña escala.

(20) Zona Mineralizada N° 8

Esta zona se ubica 1 km al este del Cordón Los Caracoles, en la parte centrooriental de la Hoja Codegua. Es un cuerpo elipsoidal elongado E-W de 1.000 por 200 m. Se encaja en andesitas de la Formación Coya-Machalí. Las andesitas están debilmente argilizadas y silicificadas y contienen una pequeña diseminación de pirita y limonita.

(21) Otras

Existen algunas áreas con mineralización diseminada de pirita euhedral en lavas dacíticas silicificadas (sector Cerro Corcolen) y en andesitas (sector Los Queñes).



### Capítulo 3 Conclusiones y Recomendaciones

Las unidades del área estudiada corresponden principalmente a volcanitas intermedias y ácidas del Cretácico Superior al Terciario Inferior a Medio y sedimentos fluviales cuaternarios que se depositaron en el Valle Central.

Las volcanitas constituyen principalmente las Formaciones Lo Valle y Coya-Machalí. Localmente, y escasamente distribuida se desarrolla la Formación Farellones.

La Formación Lo Valle está suavemente plegada. Los ejes de plegamiento son de orientación NNE-SSW. La Formación Coya-Machalí muestra un plegamiento con mayor amplitud de ondulación.

Por otra parte, afloran varios stocks de rocas intrusivas de composición que varía entre diorítica y granítica.

La mineralización asociada es principalmente del tipo oro-plata-cobre y en general es de baja ley y de escasa extensión excepto en el distrito minero Chancón.

Por lo tanto, sólo se recomienda efectuar estudios de detalle en el distrito de Chancón. Con los datos disponibles, por el momento, no se recomienda la realización de otros trabajos en el resto del área.





ESTUDIO GEOLOGICO DE DETALLE DEL DISTRITO  
MINERO CHANCON



## INTRODUCCION

Este distrito se ubica aproximadamente 75 km al SW de Santiago. Dentro de este distrito hay un conjunto de vetas de oro y cobre principalmente; algunas de ellas estan en explotación. Sin embargo, la mayoría de los yacimientos estan paralizados sin que se hayan estudiado adecuadamente las características de la mineralización y la estructura. Por ello, es posible pensar en la existencia de minerales recuperables económicamente en los yacimientos abandonados.

Para definir las características señaladas se hizo el presente estudio que puede contribuir al desarrollo futuro integral del distrito.



## Capítulo 1 Geología

Las unidades geológicas principales de este distrito son: Formación Lo Valle, Formación Farellones, Sistema Cuaternario y rocas intrusivas (monzogranito, riolita, dacita y andesita). La mayoría de los yacimientos cortan las andesitas de la Formación Lo Valle. La estratificación en general tiene rumbos NS-SW e inclinación suave hacia el oeste. También, se presenta un sinclinal suave en la parte occidental del distrito. Las fallas dominantes corresponden a dos sistemas principales NS y NW-SE. Además existen dos sistemas secundarios EW y NE-SW.

### 1.2. Rocas Estratificadas

#### - Formación Lo Valle

Las rocas de esta unidad ocupan el 80% del área. Está constituida principalmente por lavas y piroclastos andesíticos dispuestos alternadamente con algunas intercalaciones de lavas y piroclásticos dacíticos. La distribución de la secuencia litológica en este distrito se presenta en la Fig.

En el sector oriental del distrito se reconoce la parte inferior de la secuencia estratificada reconocida, constituida de la siguiente forma desde abajo hacia arriba:

- 1) Tobas de lapilli dacíticas con intercalaciones de lavas andesíticas y dacíticas y tobas arenosas andesíticas.
- 2) Lavas andesíticas con intercalaciones de tobas de lapilli andesíticas y tobas arenosas (cerca de los yacimientos El Inglés, Anita y Fortuna los efectos de alteración en rocas dificultan la determinación de los tipos litológicos).
- 3) Alternancia de lavas y rocas piroclásticas andesíticas con intercalaciones lenticulares de tobas de lapilli dacíticas con cristales de cuarzo y biotita.

En el sector oriental del distrito predominan lavas y



piroclásticos mientras que en el occidental predominan las rocas piroclásticas.

- 4) Lavas andesíticas
- 5) Tobas de lapilli andesíticas

En general, en el distrito de Chancón predomina una facie andesítica sobre la dacítica en contraposición con lo que ocurre regionalmente.

Las rocas piroclásticas en este distrito son predominantemente de grano fino, con un tamaño menos que el de toba de lapilli, predominando las tobas arenosas de grano fino.

#### - Formación Farellones

La Formación Farellones tiene escasa distribución areal. Se ha reconocido en la loma Los Peumos y al norte del cerro Huilmay. Sobreyace en discordancia angular a la Formación Lo Valle y está constituida por lavas y rocas piroclásticas dacíticas.

#### - Sistema Cuaternario

En este distrito el Sistema Cuaternario está constituido por aluvio, coluvio, depósitos fluviales recientes y depósitos de cenizas volcánicas.

### 1.3. Rocas intrusivas

En el distrito se han reconocido los siguientes tipos de rocas intrusivas: monzogranito, diorita, riolita, dacita y andesita.

#### - Monzogranito

Este intrusivo forma parte del borde oriental del batolito monzogranítico ya mencionado. Sus características petrográficas ya han sido descritas anteriormente en el subcapítulo 1.3., y tales características se mantienen. No pre-





senta evidencias de alteración hidrotermal ni de mineralización.

- Diorita

Este tipo de roca se ha reconocido en Loma de la Culebra (sector oriental del distrito) constituyendo pequeños stocks de forma elipsoidal. Al microscopio, la roca presenta textura hipidiomorfa granular a sub-afanítica parcialmente porfírica, con fenocristales de plagioclasa euhedrales y subhedrales de andesina y piroxeno subhedral (augita?); la masa fundamental está constituida por microlitos de plagioclasa, piroxeno, esfeno, apatita y minerales opacos; la roca está débilmente alterada. Esto se manifiesta por la uralitización de piroxenos y carbonatación de la plagioclasa.

- Riolita

La riolita se distribuye en el sector norcentral del distrito, constituyendo diques de orientación E-W. La roca es afanítica de color gris claro. Presenta silicificación y argilización débiles correspondientes probablemente a una etapa de pre-mineralización.

- Dacita

En el distrito hay una mayor cantidad de intrusivos dacíticos que en el resto del área. La mayoría de estos cuerpos son diques de orientación N-S, pero algunos corresponden a pequeños stocks, uno de los cuales (Cerro Huilmay) podría corresponder a un cuello volcánico. Esta roca de color gris claro y textura porfírica está constituida por fenocristales de plagioclasa, ojos de cuarzo y minerales máficos. La masa fundamental está constituida por microlitos de cuarzo, feldespato potásico, clorita y esfeno. Los ojos de cuarzo presentan inclusiones de vidrio desvitrificado. Los fenocristales de plagioclasa están sericitizados. El mineral máfico está completamente alterado a sericita, esfeno y minerales opacos.



La roca está atravesada por vetillas de cuarzo y esfeno. En conformidad con los efectos de mineralización y alteración observadas en esta roca se puede concluir que se trata de una intrusión sin o pre-mineralización de las vetas.

Estas rocas intruyen a la Formación Farellones en el área de estudio, sin embargo, bien podrían corresponder a una fase intrusiva contemporánea con dicha formación y pertenecen a lo que Vergara y Drake (1979b) diferencian como evento magmático del Valle Central de edad oligo-miocénica.

- Andesita

En el área de Chancón se diferencian 2 intrusiones de composición andesítica.

- 1) En la parte norcentral del distrito aflora una andesita porfírica gris verdosa muy dura. Posee grandes fenocristales de plagioclasa. Constituye cuerpos irregulares elongados E-W; presentan abundantes senolitos de 0,5 a 5 cm de diámetro. Al microscopio presentan una textura porfírica con fenocristales de plagioclasa y hornblenda; la plagioclasa está completamente albitizada con inclusiones de apatita, la hornblenda está alterada a esfeno y mineral opaco. La masa fundamental presenta texturas gráfica a micro-gráfica y granofírica, con cuarzo, feldspato potásico, clorita, sericita y mineral opaco. Los senolitos son subangulares y de dacita, andesita y toba arenosa. La mineralización en vetas se aloja en estas rocas, lo que indica que se originaron en una etapa intrusiva pre-mineral.
- 2) Un segundo tipo de andesita intrusiva, corresponde a una roca muy densa, afanítica, de colores verde oscuro a gris oscuro, con apariencia macroscópica de basalto, constituye diques multidireccionales de 0,1 a algunos metros de potencia. Estos cuerpos intruyen las rocas mineralizadas y cortan a través de las fallas. Esta situación se observa bien en las minas El Inglés y Leona. Por lo



tanto, corresponde a una etapa intrusiva pos-mineral, siendo las rocas intrusivas más jóvenes del área.

#### 1.4. Estructura

La estratificación de la Formación Lo Valle en el distrito, tiene rumbo NE-SW a EW con inclinaciones de 15 a 30° W. Sin embargo, en el sector oriental del distrito, el rumbo es N-S con inclinación de 15 a 30° W. Por otra parte, en el cordón de Los Peumos se observó un suave sinclinal con eje de rumbo NS que se cierra en la parte sur del cordón. Este sinclinal constituye una característica estructural muy local.

Existe una gran densidad relativa de fallas, la mayoría de ellas han sido inferidas de fotos aéreas. Se midieron fallas en las minas El Inglés y Leona, estas poseen rumbos N-S y E-W respectivamente. Los sistemas de falla del distrito tiene direcciones principales N-S, NW-SE y EW. El sistema dominante es NS y se observa a lo largo de las quebradas Anita y La Higuera. Corresponden a fallas rotacionales abiertas hacia el sur. En los niveles 0 y 3 de la mina El Inglés estas fallas de rumbo N10-30E e inclinación 75W aparecen alineadas a la veta o interceptándola. En estos casos la falla posee un espesor de salbanda de 0,7 m.

El sistema E-W es de poca importancia. Se observa en el sector norte de la mina El Inglés, donde se le conoce como falla El Inglés. Tiene un rumbo N75W/40N y corta la veta El Inglés de rumbo N-S. Una segunda falla de este sistema, corresponde a la observada en el sector sur del mismo yacimiento, conocida como falla Cavieres, posee un rumbo N75°W/50-60° N y 2 m de espesor de brecha de falla. Corre paralela y en contacto con la veta Cavieres de esta misma mina.

El sistema NW-SE está constituido fundamentalmente por fallas inferidas por criterios stratigráficos y topográficos. La única falla observada de este sistema se sitúa en la parte norte de la mina La Perra; tiene orientación N40°W/90°, con una zona de cizallamiento de 20 cm de espesor.

Como se mencionó anteriormente la mayoría de las



fallas observadas en el distrito cortan las vetas, interrumpiéndolas y desplazándolas. Por lo tanto, la mayoría de ellas son post-mineralización.



