

THE UNITED STATES OF AMERICA  
DEPARTMENT OF JUSTICE  
FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION  
WASHINGTON, D. C. 20535

MEMORANDUM FOR THE DIRECTOR

RE: [Illegible]

DATE: [Illegible]  
BY: [Illegible]



704  
66.1  
HPN

**INFORME DE ESTUDIOS BASICOS  
SOBRE  
LA EXPLORACION DE RECURSOS MINERALES  
EN  
LA ZONA CENTRAL DE LA REPUBLICA DE CHILE**

**(INFORME INTEGRAL DE LAS TRES FASES)**

JICA LIBRARY



1030132131

MAYO, 1984

**GOBIERNO DEL JAPON  
AGENCIA DE COOPERACION  
INTERNACIONAL DEL JAPON  
ORGANIZACION MINERA METALICA  
DEL JAPON**

Handwritten text, mostly illegible due to fading and bleed-through. Some faint characters are visible, including what appears to be a date '84.9.25' and a number '10731'.

7

国際協力事業団	
受入 月日 84.9.25	704
登録No. 10731	66.1
	MPN

Faint text below the stamp, possibly a date or reference number, including '1984.9.25'.

## PREFACIO

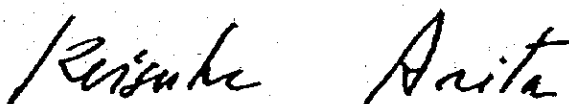
En respuesta a lo solicitado por el Gobierno de Chile, y con el propósito de confirmar las posibilidades de los recursos minerales en la Zona Central de ese país, el Gobierno Japonés decidió llevar a cabo tareas de investigación, tales como interpretación de imágenes de Landsat, de fotografías aéreas, levantamiento geológico regional, de geoquímico y exploración geofísica encargando su ejecución a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón.

Dado el carácter geológico minero específico de los estudios a realizarse, dicha Agencia encomendó a su vez su concreción a la Organización Minera Metálica del Japón.

Los estudios fueron realizados durante los años 1981 a 1983, finalizando de acuerdo a lo programado, gracias a la colaboración de los distintos organismos oficiales chilenos. El presente informe integra los resultados obtenidos en estos tres años.

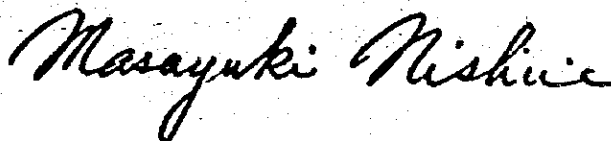
Deseamos expresar nuestro sincero agradecimiento a las diversas entidades y personas que han intervenido y colaborado en la ejecución de los estudios: al Gobierno de Chile y sus organismos competentes, a los Ministerios de Relaciones Exteriores y de Comercio Internacional e Industria del Japón, a la Embajada del Japón en Chile y empresas privadas participantes.

Mayo de 1984.



---

Keisuke Arita,  
Presidente.  
Agencia de Cooperación Internacional  
del Japón



---

Masayuki Nishio  
President  
Agencia Minera Metálica del Japón



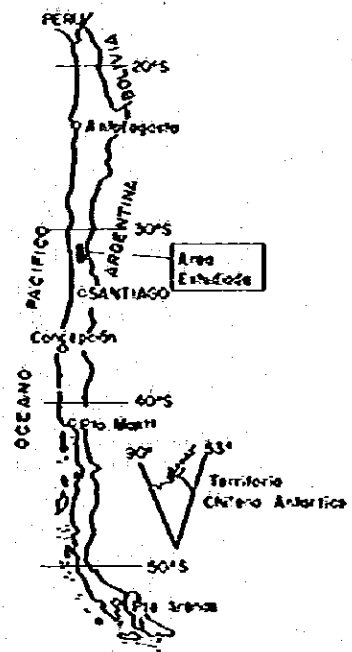
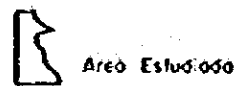
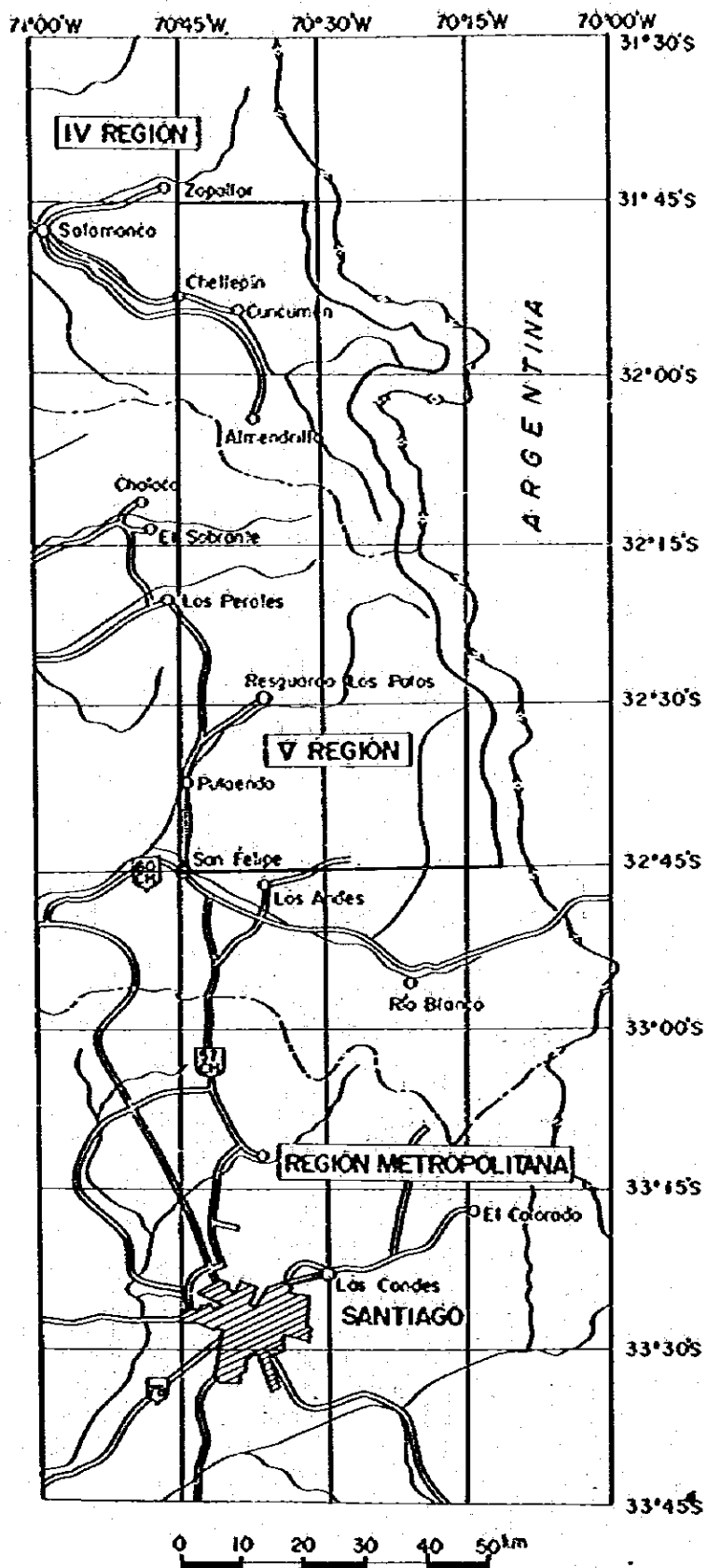


Fig. i Mapa de Ubicación del Área al Norte de Mina Río Blanco





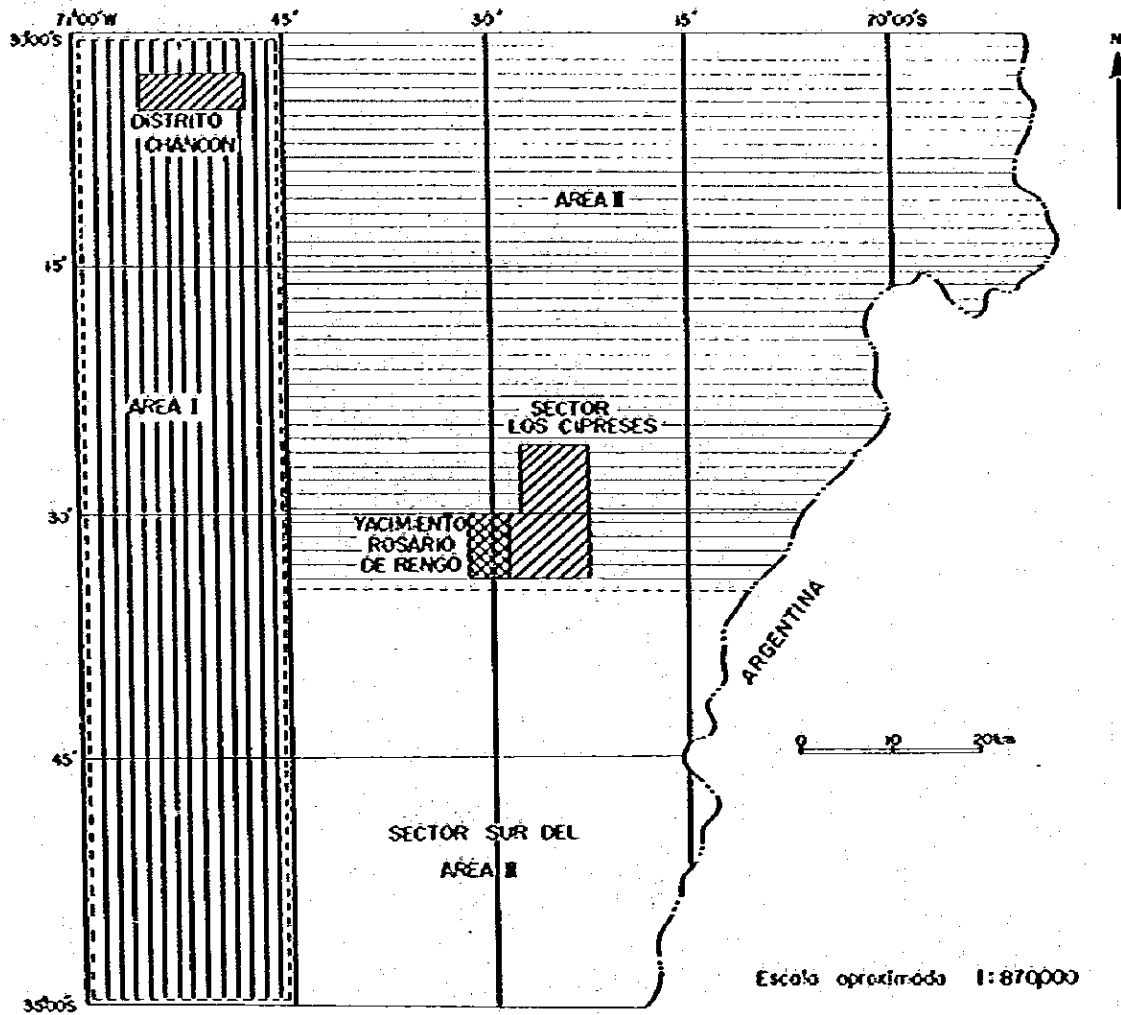


Fig. II Mopo de ubicación de las áreas estudiadas durante las tres fases.

## Resumen

El Gobierno de Chile ha solicitado al Gobierno de Japón la realización de un estudio geológico minero en el área norte de Mina Río Blanco. En respuesta a esta solicitud, el Gobierno de Japón ha comenzado desde 1981 los Estudios Básicos de Cooperación para el Desarrollo de los Recursos Minerales. Sin embargo, debido a razones de la situación minera de ese país, el Gobierno de Chile ha solicitado posteriormente el cambio del área de estudio, del norte de Mina Río Blanco por el sur de Mina El Teniente. Respondiendo a este pedido, el Gobierno Japonés ha modificado el área de estudio y ha llevado a cabo los Estudios Básicos de Cooperación para el Desarrollo de Recursos Minerales durante tres años en la denominada Zona Central. El presente informe sintetiza los resultados obtenidos en este estudio.

El objeto del presente estudio consiste en el esclarecimiento de la relación entre la estructura y las mineralizaciones para establecer las posibilidades de existencia de yacimientos minerales.

En la primera etapa se llevó a cabo en el área norte de Río Blanco (4.100 Km<sup>2</sup>) tareas de interpretación fotogeológica y de imágenes de Landsat. Como resultado, se evidenciaron áreas de alteración que se consideran relacionadas a depósitos de tipo cobre porfirico.

A su vez, en la parte sur de El Teniente (8.840 Km<sup>2</sup>) se llevaron a cabo un estudio fotogeológico en toda el área, levantamientos geológicos en el Área I, estudios geológicos (de semidetalle) en el Distrito Minero Chancón, al mismo tiempo que una compilación de los datos obtenidos.

Como resultado se interpretaron 135 áreas de alteración. En particular, en el Distrito Minero Chancón se reconocieron numerosas vetas con mineralización epitermal, principalmente de oro y cobre.

Dentro de las áreas de alteración interpretada en la primera fase se llevaron a cabo estudios geológicos en 51 áreas con envergaduras relativamente grandes, y exploraciones geoquímicas en 39 áreas con alteraciones relativamente fuertes.

A su vez, se realizaron exploración geoquímica de sedimentos de drenaje en los Áreas I y II.

Como resultado, se seleccionaron como áreas promisorias las siguientes:

- (1) Sector que va de Los Cipreses hasta el yacimiento de Rosario de Rengo.
- (2) Area de alteración Nº 40 dentro de las 39 áreas de alteración-mineralización.
- (3) Dentro de los Áreas I y II por geoquímica:
  - (a) Sector superior del estero Cipresillos (anomalía de Cu).
  - (b) Alrededores de la confluencia de los ríos Pangal y Cachapoal (anomalía de Au).
  - (c) Sector medio-superior del quebrada Negra (anomalía de Zn).

Los estudios realizados en la tercera fase fueron: mapeo geológico de Zanja, medición de temperaturas de llenado de inclusiones fluidas y exploración geofísica (P.I.) en el Distrito Minero Chancón, exploración geofísica en el Yacimiento de Rosario de Rengo, y estudios geológicos y geofísicos en 20 áreas de alteración, en el sector al sur del río Claro.

De ellas se obtuvieron los siguientes resultados:

**(1) Distrito Minero Chancón:**

- (a) Las vetas de Chancón tienen posibilidades de ser polimetálicas más que de oro solamente.
- (b) Las vetas de cuarzo auríferas que se desarrollan en los alrededores del cerro El Manzano dentro del mismo sector tiene grandes posibilidades de convertirse en vetas de sulfuros (principalmente calcopirita) con oro, esperándose también la distribución de vetas no aflorantes.

**(2) Yacimiento Rosario de Rengo:**

Se espera la existencia de una zona de enriquecimiento supergénico y otra primaria por debajo de la zona de lixiviación, si bien la primera sería de pequeña magnitud.

**(3) El Sector al sur de río Claro:**

Los grados de alteración y mineralización en las 20 áreas estudiadas son débiles en todos los casos.

A continuación se dan las orientaciones para las tareas a realizarse en el futuro, basadas en los resultados anteriores. Es de esperarse que la parte chilena continúe con la ejecución de tales tareas.

**Distrito Chancón**

Los puntos a resolverse en este Distrito son: magnitud de cada veta, caracteres de las mineralizaciones y ubicación de vetas no aflorantes. Para su esclarecimiento serían convenientes la prospección geofísica (SIP) y perforaciones.

#### **Yacimiento Rosario de Rengo**

Se considera que el valor económico de este yacimiento depende del contenido de Mo. Para calificar la reserva, en primer lugar debería aclararse los caracteres de distribución del Mo mediante estudio geológico de detalle y geofísica. Según sus resultados, sería conveniente ejecutar perforaciones.

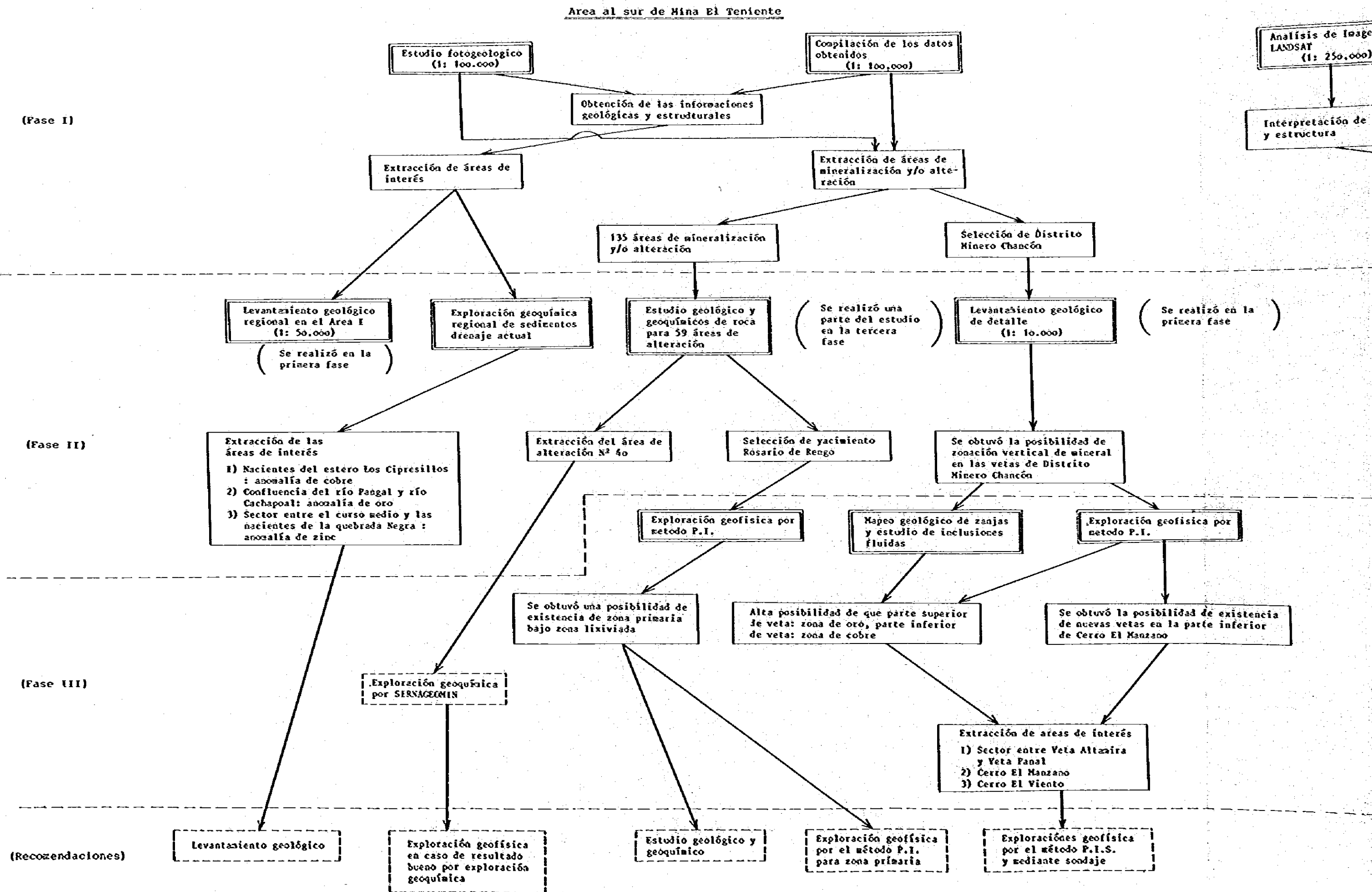
#### **Área de alteración N° 40**

Sería conveniente realizar una prospección geofísica (P.I.), en base a la geoquímica de detalle llevada a cabo por la parte chilena.

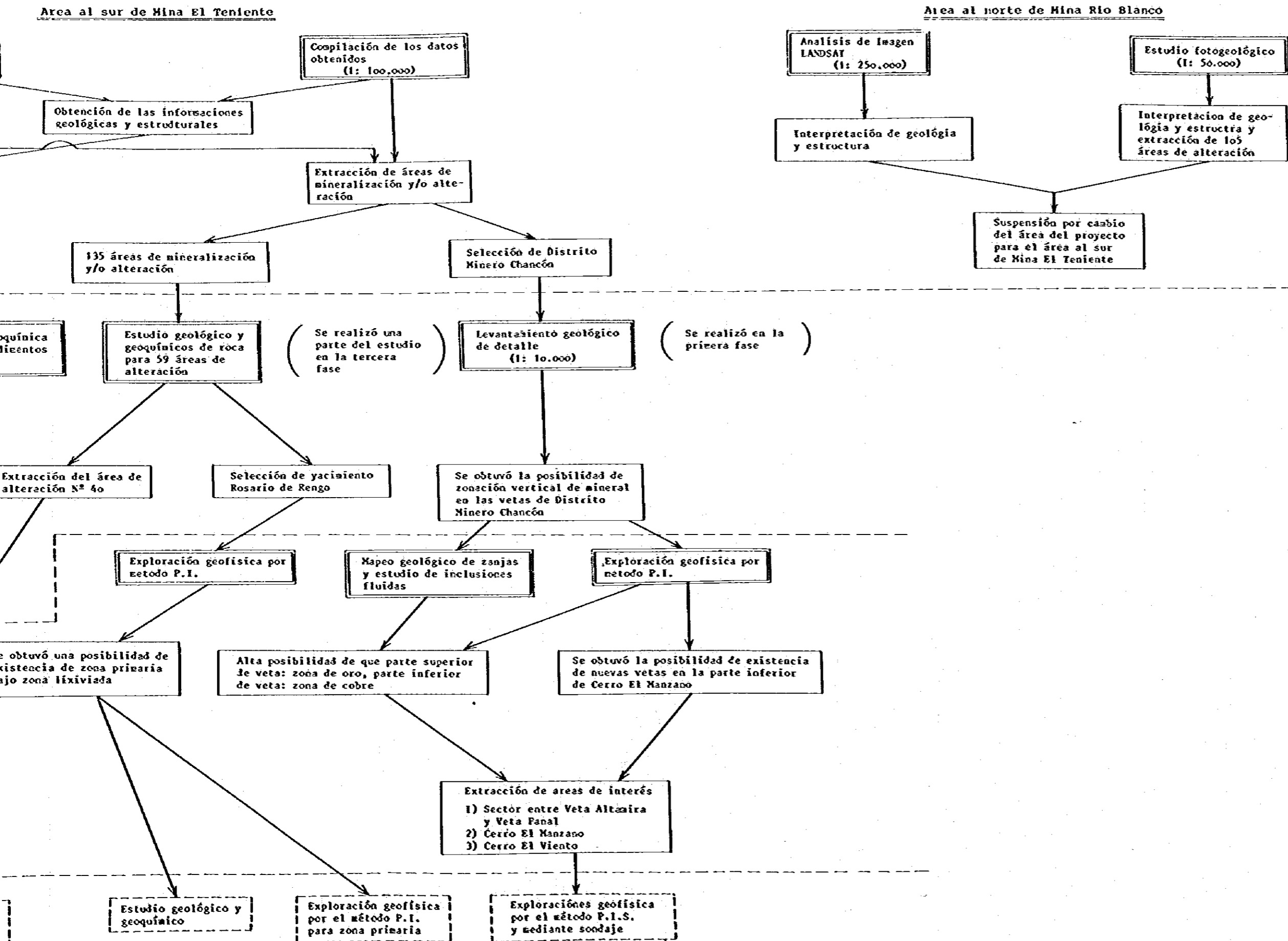
#### **(4) Prospección geoquímica (sedimentos de drenaje)**

En las 3 áreas anómalas ubicadas por este método (Página (a), (b), (c)), sería necesario realizar en un futuro estudios geológicos preliminares.

Tab. 1 Proceso del trabajo durante tres fases



Tab. 1 Proceso del trabajo durante tres fases



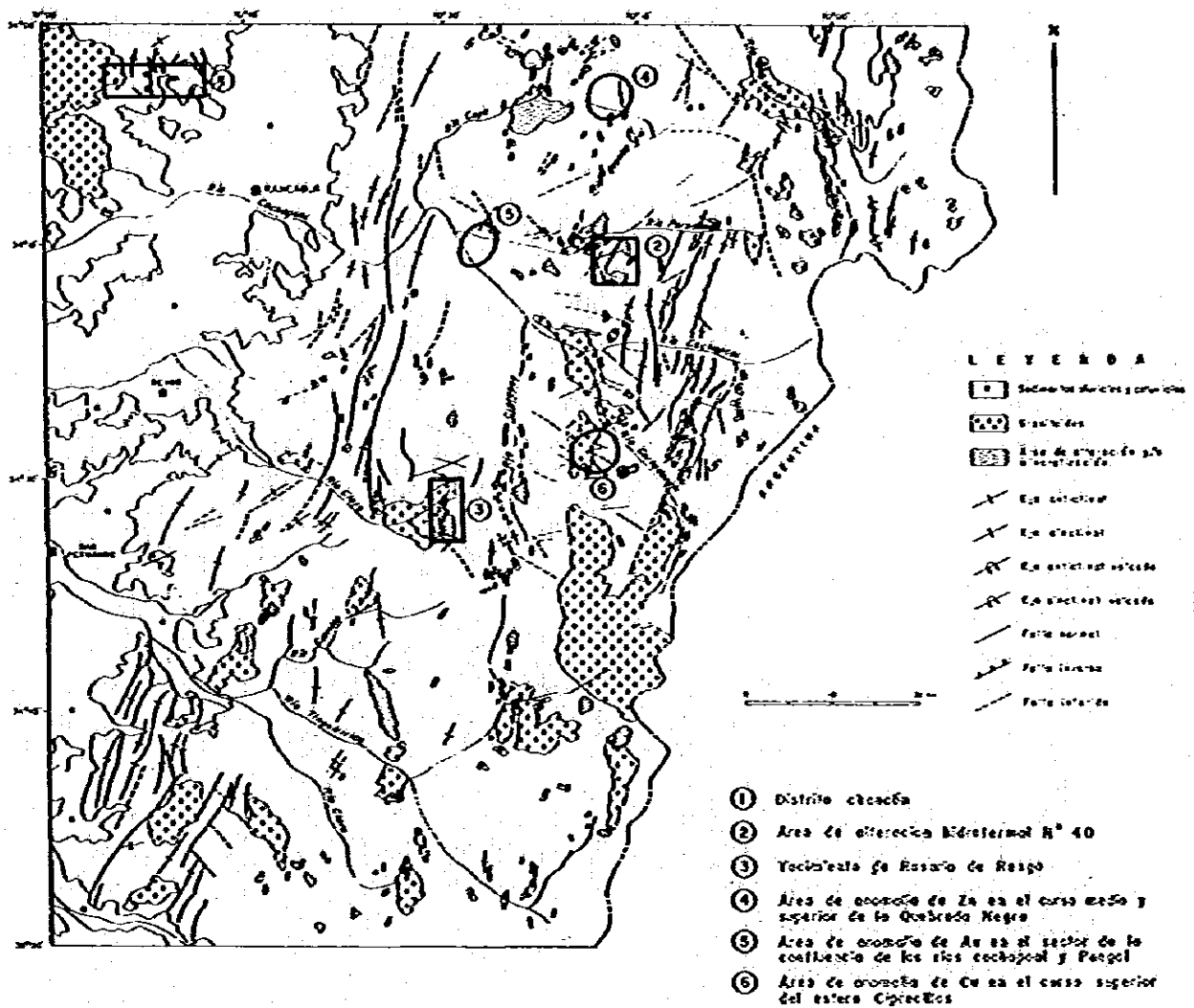


Fig. IV Áreas de recomendación para una futura prospección



## CONTENIDO

PREFACIO

RESUMEN ..... i ~ iv

### PRIMERA PARTE

#### ESTUDIO FOTOGEOLOGICO EN EL AREA AL NORTE DE MINA RIO BLANCO

Capítulo 1.	Generalidades .....	1
1.	Objeto de trabajo .....	1
2.	Area de trabajo .....	1
3.	Periodo de trabajo .....	2
4.	Miembros de los equipos .....	2
Capítulo 2.	Geografía del área estudiada .....	3
1.	Topografía .....	3
2.	Clima y vegetación .....	3
3.	Acceso .....	5
4.	Recursos naturales .....	5
Capítulo 3.	Análisis de datos Landsat .....	6
1.	Datos originales usados .....	6
2.	Método de análisis .....	6
3.	Resultados de análisis .....	7
Capítulo 4.	Estudio fotogeología .....	8
1.	Fotografías aéreas usadas .....	8
2.	Método de análisis .....	8
3.	Resultados de análisis .....	8

## SEGUNDA PARTE

### ESTUDIOS EN EL AREA AL ESTE DE LOS 71°W ENTRE

34° y 35°S

Capítulo 1.	Generalidades .....	11
1.	Objetivos del trabajo .....	11
2.	Area de trabajo, método y cantidad de trabajo .....	11
3.	Período de trabajo .....	11
4.	Miembros de los equipos de trabajo .....	12
Capítulo 2.	Características geográficas del área del proyecto .....	13
1.	Fisiografía .....	13
2.	Clima y vegetación .....	14
3.	Acceso .....	17
4.	Recursos naturales .....	17
Capítulo 3.	Interpretación de fotografías aéreas .....	19
1.	Fotografías aéreas usadas .....	19
2.	Método de análisis .....	19
3.	Resultados de análisis .....	19
Capítulo 4.	Geología regional .....	23
1.	Generalidades .....	23
2.	Estratigrafía .....	25
2.1	Formación Nacientes del Teno .....	25
2.2	Formación Río Damas .....	26
2.3	Formación Leñas Espinoza .....	27
2.4	Formación Baños del Flaco .....	28
2.5	Formación Colimapu .....	29
2.6	Formación Lo Valle .....	30

	2.7	Formación Coya-Machali .....	31
	2.8	Formación Farellones .....	32
	2.9	Volcanismo Plioceno-Cuaternario y sedimentos Inconsolidados .....	33
	3.	Rocas Intrusivas .....	33
	4.	Estructura .....	35
Capítulo	5.	Mineralización del área estudiada .....	37
	1.	Generalidades .....	37
	2.	Tipo y distribución de la mineralización y alteración ...	38
	3.	Relación entre mineralización/alteración y estructura/magmatismo .....	40
	4.	Selección de áreas estudiadas en detalle .....	41
Capítulo	6.	Estudios geoquímicos .....	42
	1.	Estudios geoquímicos de roca .....	42
	1.1	Muestreo .....	42
	1.2	Elementos analizados .....	43
	1.3	Criterios para establecer las anomalías .....	43
	2.	Estudio geoquímico de sedimentos del drenaje actual ..	45
	2.1	Muestreo .....	45
	2.2	Elementos analizados .....	45
	2.3	Criterios para establecer las anomalías .....	46
	2.4	Resultados .....	47
Capítulo	7.	Estudios realizados en el Distrito Minero Chancón .....	48
	1.	Geología .....	48
	2.	Estructura .....	48
	3.	Fracturas mineralizadas .....	49
	4.	Mineralización .....	50

4.1	Estructura de las vetas .....	50
4.2	Composición mineralógica .....	51
4.3	Forma de ocurrencia de los minerales .....	51
4.4	Zonación de minerales .....	51
4.5	Paragenesis .....	52
4.6	Leyes de las vetas principales del Distrito Minero Chancón .....	52
5.	Alteración .....	53
5.1	Alteración relacionada a la mineralización .....	53
5.2	Alteración no relacionada a la mineralización .....	53
6.	Temperaturas de llenado de inclusiones fluidas .....	53
6.1	Temperaturas de llenado .....	54
6.2	Salinidades .....	55
7.	Exploración geofísica (P.I.) .....	56
7.1	Ubicación .....	56
7.2	Método y cantidad de trabajo .....	56
7.3	Resultados de las mediciones .....	56
7.3.1	Resistividad aparente .....	56
7.3.2	Efecto de frecuencia .....	57
Capítulo 8.	Estudios realizados en el Sector Los Cipreses .....	60
1.	Generalidades .....	60
2.	Yacimiento Rosario de Rengo .....	61
2.1	Geología .....	61
2.2	Mineralización .....	62
2.3	Alteración .....	68
2.4	Exploración geoquímica .....	69

2.5	Exploración geofísica .....	70
2.5.1	Ubicación .....	70
2.5.2	Método y cantidad de trabajo .....	71
2.5.3	Resultados de las mediciones .....	71
Capítulo 9.	Conclusiones y recomendaciones .....	75
1.	Conclusiones .....	75
2.	Recomendaciones .....	79
Referencias	.....	81

## Figuras

- Fig. i** Mapa de ubicación del área al norte de Mina Río Blanco.
- Fig. ii** Mapa de ubicación del área al sur de Mina El Teniente.  
(Área al este de los 71°W entre 34° y 35°S)
- Fig. iii** Mapa de ubicación de las áreas estudiadas durante las tres fases.
- Fig. iv** Áreas de recomendación para una futura prospección.
- Fig. I-1** Columna geológica generalizada del área estudiada.
- Fig. I-2** Mapa de interpretación con imágenes "Landsat".
- Fig. I-3** Columna fotogeológica generalizada del área estudiada.
- Fig. I-4** Mapa fotogeológico en el área norte de "Río Blanco".
- Fig. I-5** Plano tectónico y ubicación de zonas alteradas en el área norte de "Río Blanco".
- Fig. II-1** Columna fotogeológica generalizada del área estudiada.
- Fig. II-2** Columna geológica generalizada del área regional.
- Fig. II-3** Mapa geológico regional.
- Fig. II-4** Perfiles geológicos regionales.
- Fig. II-5** Diagrama (Oz-Feld K-Plg).
- Fig. II-6** Mapa estructural regional con ubicación de intrusivos y zonas de alteración y/o mineralización.

- Fig. II-7** Distribución de las vetas en el Distrito Chancón.
- Fig. II-8** Diagrama de frecuencia de vetas, fallas y diques en el Distrito Chancón.
- Fig. II-9** Croquis de la zanja N<sup>o</sup> 4 en la veta Manzano.
- Fig. II-10** Paragenesis.
- Fig. II-11** Histograma de temperatura de llenado en el Distrito Chancón.
- Fig. II-12** Rangos de temperatura de llenado en inclusiones fluidas.
- Fig. II-13** Gradiente termico supuesto de las vetas en base de temperatura de llenado de inclusiones fluidas.
- Fig. II-14** Salinidad de las inclusiones fluidas.
- Fig. II-15** Plano de perfiles, puntos de medición geofisicos y Mapa geológico en Chancón.
- Fig. II-16** Mapa de interpretación de P.I. en el Distrito Chancón.
- Fig. II-17** Mapa de mineralización y alteración del Yacimiento Rosario de Rengo.
- Fig. II-18** Curvas por elemento analizado en perfil de muestreo geoquímico a-a' en Yacimiento Rosario de Rengo.
- Fig. II-19** Mapa de interpretación de P.I. en el Yacimiento Rosario de Rengo.

## Tablas

- Tab. i Proceso del trabajo durante tres fases,
- Tab. I-1 Cuadro de características de análisis de imágenes "Landsat",
- Tab. I-2 Cuadro de características de interpretaciones fotogeológicas,
- Tab. II-1 Distribución de trabajo durante tres fases,
- Tab. II-2 Muestras analizadas durante tres fases,
- Tab. II-3 Periodo de trabajo durante tres fases,
- Tab. II-4 Lista de miembros de los equipos durante tres fases,
- Tab. II-5 Cuadro de características fotogeológicas,
- Tab. II-6 Correlación con trabajos anteriores,
- Tab. II-7 Episodio geológico y estructural del área estudiada,
- Tab. II-8 Clasificación de anomalía geoquímica,
- Tab. II-9 Cantidad de anomalías geoquímicas por área de alteración,
- Tab. II-10 Características de vetas en Distrito Minero Chancón,
- Tab. II-11 Resultados de medición de inclusiones fluidas,



## PLANOS

PL. 1 PLANO DE UBICACION DE YACIMIENTOS METALICOS Y AREAS DE ALTERACION HIDROTHERMAL EN EL AREA ANDINA ENTRE LOS 34<sup>OS</sup> Y 35<sup>OS</sup> (1)

Escala 1:100.000

PL. 2 PLANO DE UBICACION DE YACIMIENTOS METALICOS Y AREAS DE ALTERACION HIDROTHERMAL EN EL AREA ANDINA ENTRE LOS 34<sup>OS</sup> Y 35<sup>OS</sup> (2)

Escala 1:100.000

**PRIMERA PARTE**

**ESTUDIO FOTOGEOLÓGICO EN EL ÁREA AL NORTE DE  
MINA RIO BLANCO**

## Capítulo I. Generalidades

### 1. Objeto de trabajo

El área estudiada está situada en la franja de cobre porfídico en la zona orogénica de los Andes y en esta área se encuentran yacimientos grandes tales como yacimientos de Río Blanco y de Los Pelambres del tipo cobre porfídico y zonas alteradas hidrotermales, por lo tanto esta área, desde tiempos antiguas ha sido de mucho interés, por haber muchas posibilidades de recursos minerales.

Debido a confirmar las posibilidades, se han realizados análisis de Imagen Landsat e interpretación fotogeológica.

### 2. Área de trabajo

El área estudiada está situada en la parte central de la Cordillera de Los Andes en Chile.

De acuerdo a la división política de Chile, se ubica en la Provincias Petora, San Felipe y Los Andes de la Región V y Provincia Illapel de la Región IV.

Esta área tiene una dimensión de 4.100 km<sup>2</sup> y está limitada por las siguientes coordenadas (ver Fig. 1):

Límite Norte	:	31°45' Sur.
Límite Sur	:	32°45' Sur.
Límite Este	:	desde la frontera de Chile con Argentina a 5 km al interior de Chile.

Limité Oeste : 70°45' Oeste.

### 3. Período de trabajo

La distribución temporal del trabajo está señalada en lo siguiente:

- 1) Análisis de datos "Landsat", se ha realizado entre el 15 de Septiembre de 1981 y el 15 de Octubre de 1981.
- 2) Análisis de fotografías aéreas se ha realizado entre el 15 de Septiembre de 1981 y el 10 de Noviembre de 1981.
- 3) Interpretación e impreso se han hecho entre el 10 de Diciembre de 1981 y el 10 de Febrero de 1982.

### 4. Miembros de los equipos

Los Miembros técnicos que se han dedicado a este trabajo son los siguientes:

Yuya Furukawa (MMAJ)  
Hideo Suzuki (MMAJ)  
Haruo Kamata (MMAJ)  
Ken Obara (MMAJ)  
Masataka Ochi (MMAJ)  
Susumu Takeda (MMAJ)  
Tetsuo Sato (MMAJ)

Por otra parte, el tratamiento de imagen del análisis digital de "Landsat" se ha realizado por el "Research Information Center of Tokai University" del Japón.

## Capítulo 2. Geografía del área estudiada

### 1. Topografía

El área estudiada se localiza de la parte más apartada del Oeste a la zona Central en la Cordillera de Los Andes, se caracteriza por un relieve abrupto y quebradas profundas, excepto la llanura aluvial del área Suroeste. La altura de las montañas de la parte occidental va teniendo más altura hacia la zona Este; en el occidente la altura es de 2.000 m. s.n.m. aproximadamente y en el Este es de los 4.000 m. s.n.m. aproximadamente. La montaña más alta entre todas es la llamada "La Parva" que se encuentra en la zona más apartada al Sureste a los 4.857 m.s.n.m.

Los drenajes principales se desarrollan en dirección Este - Oeste; desde la línea divisoria de la frontera de Chile con Argentina; y en su rumbo éstos se bifurcan en pequeños ríos que corren a ambos sentidos de Norte-Sur. Además desde estos pequeños ríos nuevamente forman pequeñas bifurcaciones de aguas. Es por todo esto que el sistema de aguas en el área estudiada es en general muy compleja.

### 2. Clima y vegetación

El clima del área estudiada es como el de los tipos esteparios y montañosos y en los meses de Mayo hacia Octubre que entra en la estación del invierno cae abundante nieve en las montañas más altas de la zona central y Este.

Viendo en forma global desde la estación invernal y la cantidad de nieve caída es de los 10 m de espesor aproximadamente, y en la plenitud del invierno que es en el mes de Julio la cantidad de nieve caída en el mes es de los 3 m de espesor.

La temperatura de la estación invernal normalmente es de 0°C; pero raramente es más baja de los -10°C.

El verano que es desde el mes de Diciembre a Febrero llueve muy poco; el clima es bastante seco y el buen tiempo sigue. Y la temperatura en esta época del verano es de los 20°C generalmente.

En la zona Oeste de las montañas bajas y llanuras casi nunca caen nevadas en la época invernal, la temperatura en esta época no varía de los 10°C, normalmente; y en el verano es de los 25°C aproximadamente.

En las zonas montañosas a la entrada de la primavera en el mes de Noviembre el clima de un momento a otro se vuelve bastante variable y según opiniones, en general casi todo el tiempo caen granizos con fuertes lluvias y grandes truenos. Y desde el invierno hacia los comienzos de la primavera en los diferentes ríos se nota la corrida del agua; pero en la estación del verano aparte de los grandes ríos generalmente el agua se seca de éstos.

La vegetación en el área estudiada son muy escasas y es un desierto de rocas; pero relativamente la zona occidental tiene una vegetación más abrupta; y mucho más a lo largo de los ríos en la que se localiza la vegetación. La vegetación es del tipo de los arbustos montañosos y espinosos y no se encuentran en esta área bosques.

### **3. Acceso**

El acceso mediante vehículos atraviesa en el área estudiada es solamente una ruta: desde Salamanca a la Mina Los Pelambres en el sector Norte del área, y ningún camino para vehículos crusa en su longitud.

La mayoría de los caminos mediante vehículos llega de afuera del área hasta el sector Oeste del área. Desde ahí al sector oriental se desarrolla numerosas huellas y senderos para caballares.

### **4. Recursos naturales**

El población principal dentro del área es la ciudad San Felipe la que tiene 32.100 habitantes (Instituto Geográfico Militar, 1976). Los de más de esta son muy escasas. En la época de verano se mueve la nómada en el área buscando pastos para ganados.

Producciones que están actuada en el área estudiada son los minerales de cobre principalmente con pequeña cantidad.

### **Capítulo 3. Análisis de datos Landsat**

#### **1. Datos originales usados**

El satélite "Landsat" utiliza dos sistemas colectores de datos: a) un barredor multiespectral de cuatro canales (MMS) y b) un sistema de televisión (Vidicon) de tres cámaras con haz de retorno (RBV).

En éste análisis se ha utilizado la película de 70 mm del MMS y el CCT (Cinta Compatible con Computador), y los datos obtenidos del "Landsat 2" por la Estación del Brazil.

#### **2. Método de análisis**

Este análisis se hizo primeramente por el método analógico para obtener macroscópicamente los caracteres geológicos y estructurales del área, luego por el método digital para extraer los lineamientos.

Después se ha considerado globalmente compilando con los antecedentes obtenidos.

El método del análisis en detalle se explica en lo siguiente.

##### **1) Desciframiento de las informaciones geológicas**

Es descifrada directamente la geología, la estructura, las rocas intrusivas (granitoides) y el lineamiento principal, como falla por imagen en colores negro y blanco de la banda adecuada, y si es posible, se extrae la zona alterada.

##### **2) Extracción de lineamientos**



Es difícil como lineamientos extraer con el método analógico por causa del cubrimiento, la escala del imagen y el grado de resolución de la imagen; pero utilizando el método digital también se podría resolver este problema; además se puede expresar en algún caso la estructura detallada además del lineamiento.

### 3) Correlación con los antecedentes geológicos

Después de los trabajos 1) y 2) se correlacionan con los datos obtenidos anteriormente, con lo cual se dirige a la fase del próximo estudio.

### 3. Resultados de análisis

En el área estudiada se diferenciaron 5 unidades fotogeológicas siguientes:

Unidad A : conglomerados y volcánitas (Formación Las Chilcas).

Unidad B : lavas andesíticas y rocas piroclásticas andesíticas (Formación Abanico).

Unidad C : lavas andesíticas, rocas piroclásticas de grano fino (Formación Farellonés y una parte de Formación Abanico).

Unidad D : sedimentos inconsolidados (aluvio y glacial).

Unidad E : gránitoides y/o zonas alteradas.

Las características de las unidades, columna fotogeológica generalizada y mapa de interpretación se indican en las Tab. 1-1, Fig. 1-1 y Fig. 1-2.

En el sector central de área se distribuyen predominantemente los lineamientos que se interpretaron como fallas y fracturas con dirección N - S, y otros lineamientos pequeños se desarrollan en todas las partes del área estudiada con las direcciones NNE - SSW y NE - SW.

Tab. I-1 Cuadro de Características de Análisis de Imágenes "Landsat"

UNIDAD	TEXTURA EN FOTO	CARACTERÍSTICAS TOPOGRAFICAS										VEGETACION	OBSERVACIONES	LITOLOGIA PROBABLE	CORRELACION CON DATOS CONOCIDOS (I.I.G., 1981)		
		DRENAJE		RESISTENCIA		LINEAMIENTOS		TIPOS	DENSIDAD	ROCAS	PERFIL					DIRECCION	INTENSIDAD
		MODELO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO										
D	fina		bajo	may bajo										debitos	CE-2020-CO	debitos recientes	
	suave													requiere			
C	fina		bajo	moderado										lomas y	CE-2020-CO	rocas areniscas y lavas	
	media													rocas areniscas y lavas			
B	fina		medio	id										lomas y	ME-2020-CO	rocas areniscas y lavas	
	media													rocas areniscas y lavas			
A	fina		alto	id										rocas	ME-2020-CO	conglomerados y rocas volcánicas	
	media													conglomerados y rocas volcánicas			
E	fina		medio	alto										rocas intrusivas	ME-2020-CO	granitoides y/o alteración hidrotérmica	
	media													rocas intrusivas y/o alteración hidrotérmica			

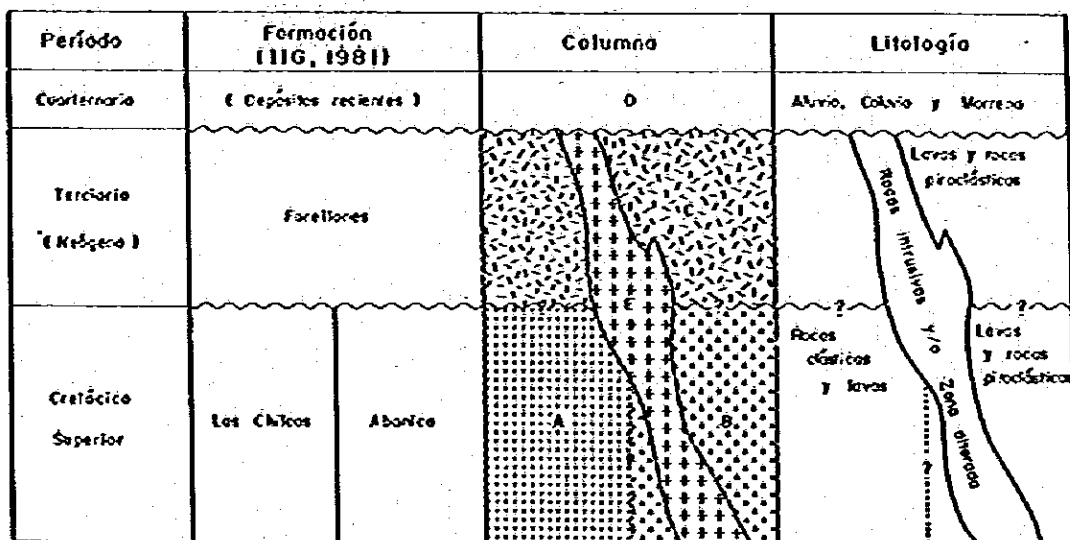
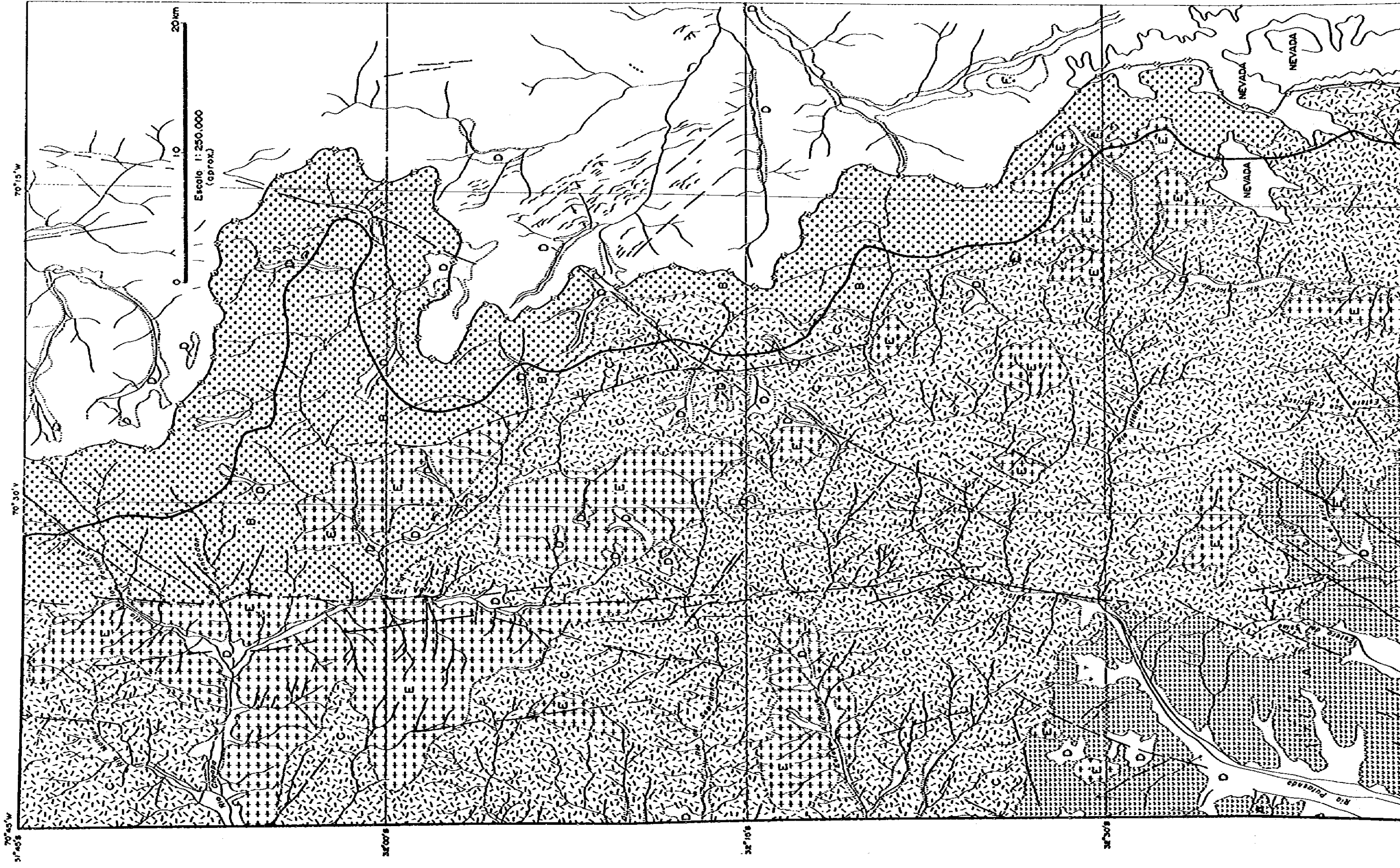
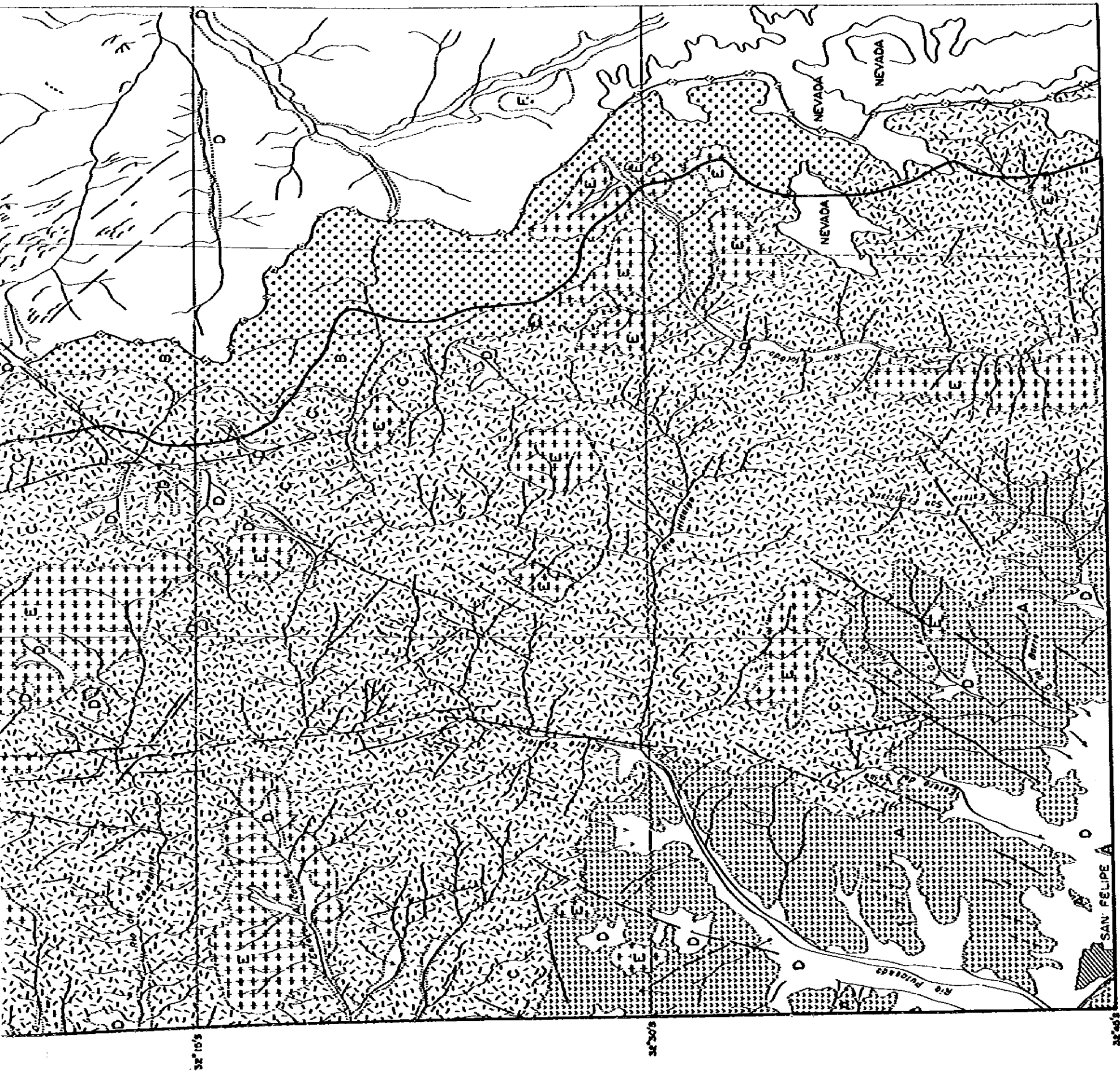


Fig. I-1 Columna Geológica Generalizada del Area Estudiada





LEYENDA

Unidad	Litología probable	Contacto litológico (confiable / supuesto en imagen)
D	Depos. recientes	Trozo de estratificación
C	Lavas y rocas piroclásticas	Falta (confiable / supuesto) y/o otro lineamiento en imagen
B	Lavas y rocas piroclásticas	Drenaje
A	Rocas clásticas y lavas	Area urbanizada
E	Rocas intrusivas (granífoide) y/o zona alterada	Lago

Fig. I-2 Mapa de Interpretación con Imágenes "Landsat"

## **Capítulo 4. Estudio fotogeología**

### **1. Fotografías aéreas usadas**

En este estudio se usaron 206 fotografías aéreas, blanco y negro a escala 1: 70.000 publicadas por el Instituto Geográfico Militar de Chile.

### **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 mánteos. 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. "Y".

### **3. Resultados de análisis**

En el área de estudio se pudo distinguir 3 unidades fotogeológicas principales: rocas estratificadas, rocas intrusivas y zonas de alteración. Estas a su vez fueron subdivididas, diferenciándose un total de 15 unidades fotogeológicas que se indican en la Fig. 1-3, Fig. 1-4, Fig. 1-5 y Tab. 1-2.

Las rocas estratificadas fueron agrupadas en 4 unidades denominadas A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> y B que corresponderían a las formaciones geológicas y sedimentos inconsolidados.

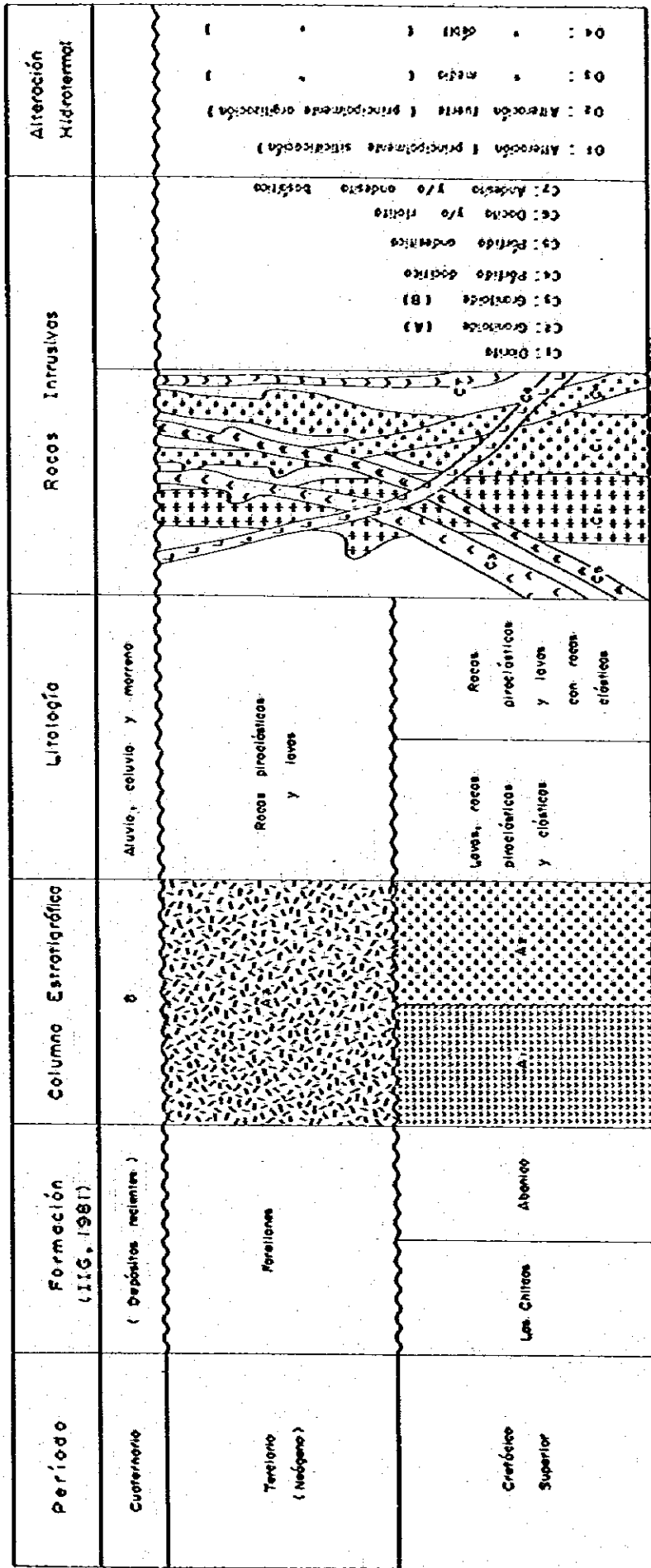


Fig. I-3 Columna Fotoestratigráfica Generalizada del Área Estudiada





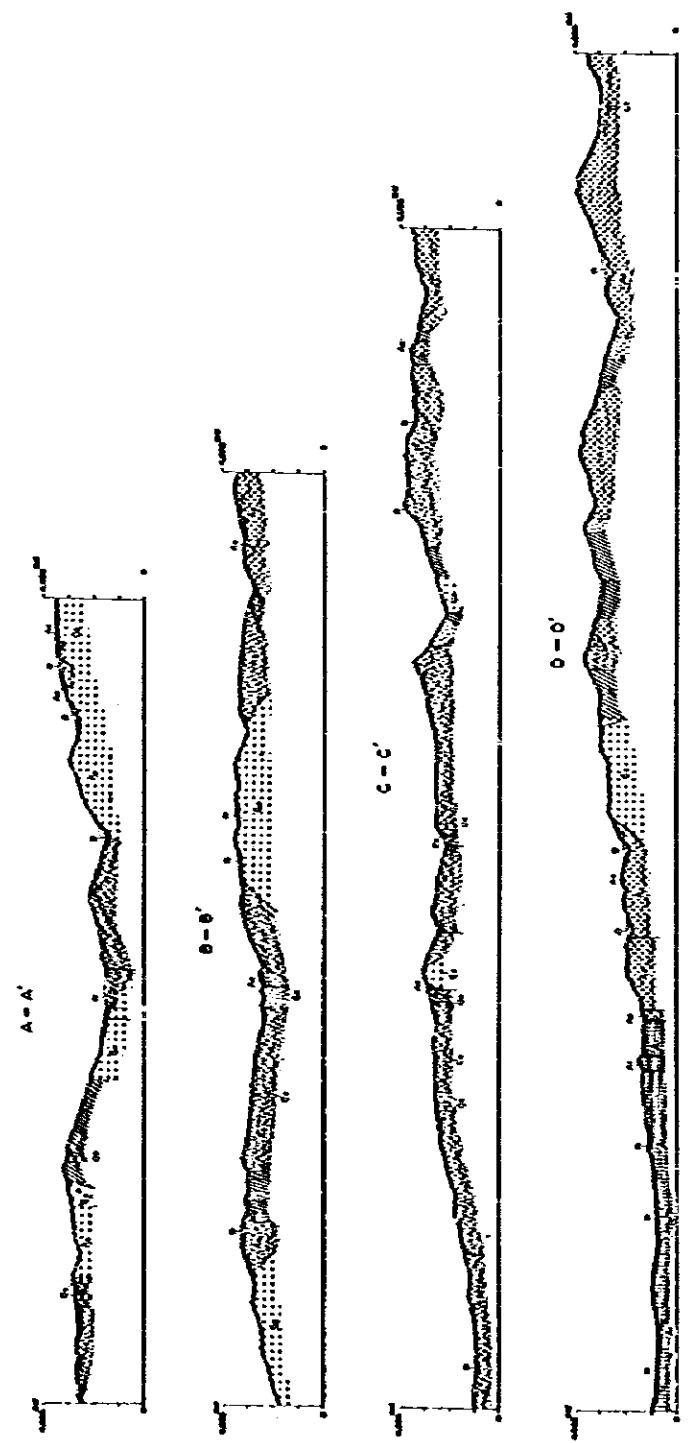
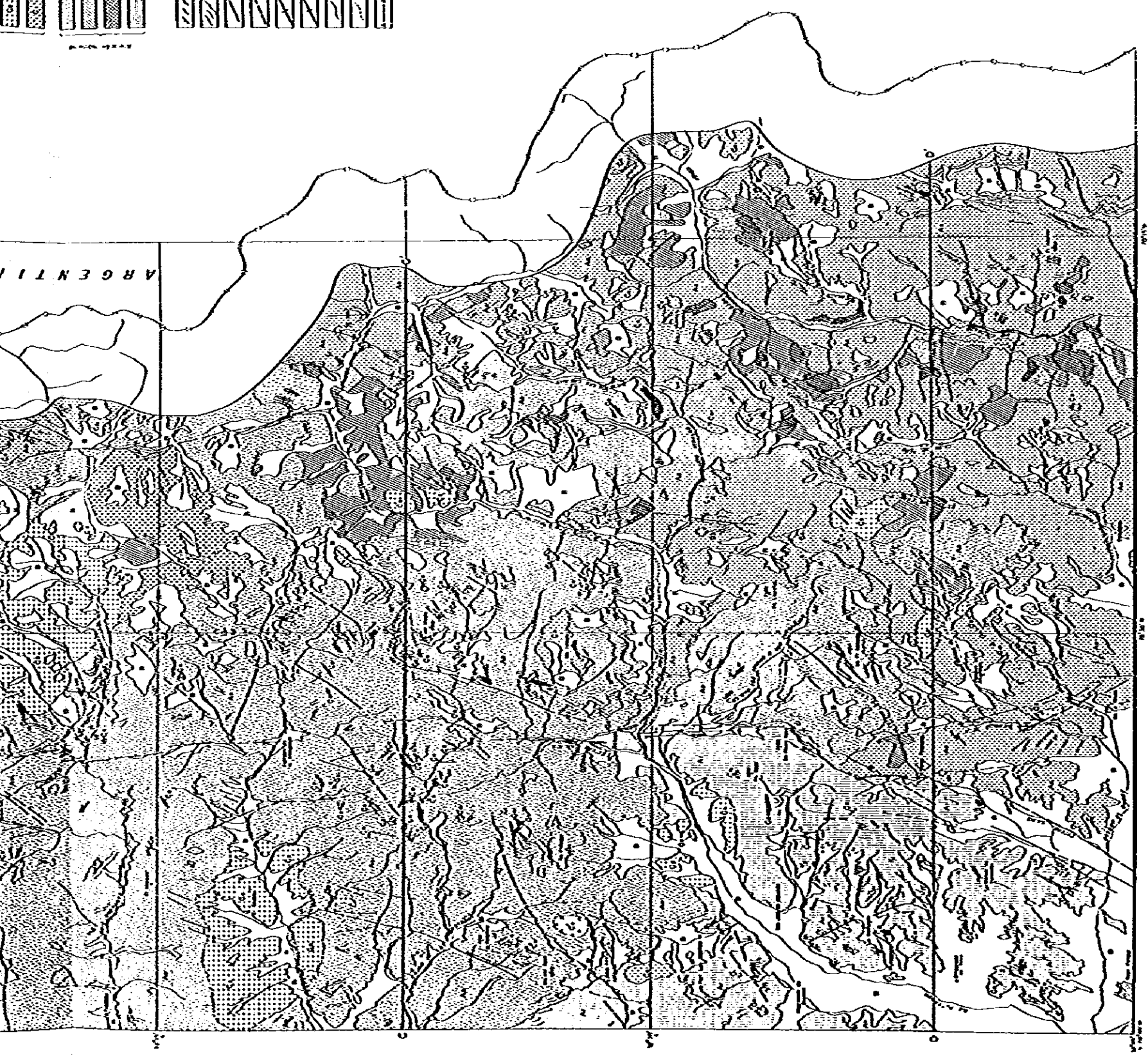
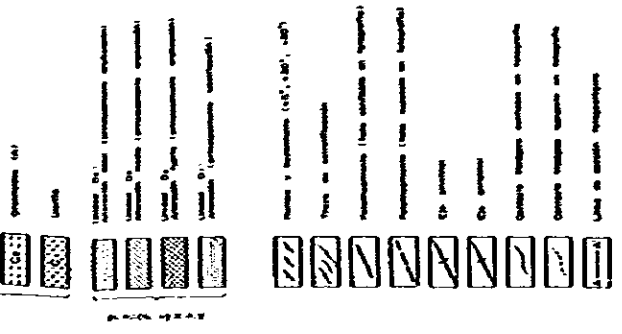


Fig. I-4 Mapa Foto geológico en el Area Norte de "Río Blanco"



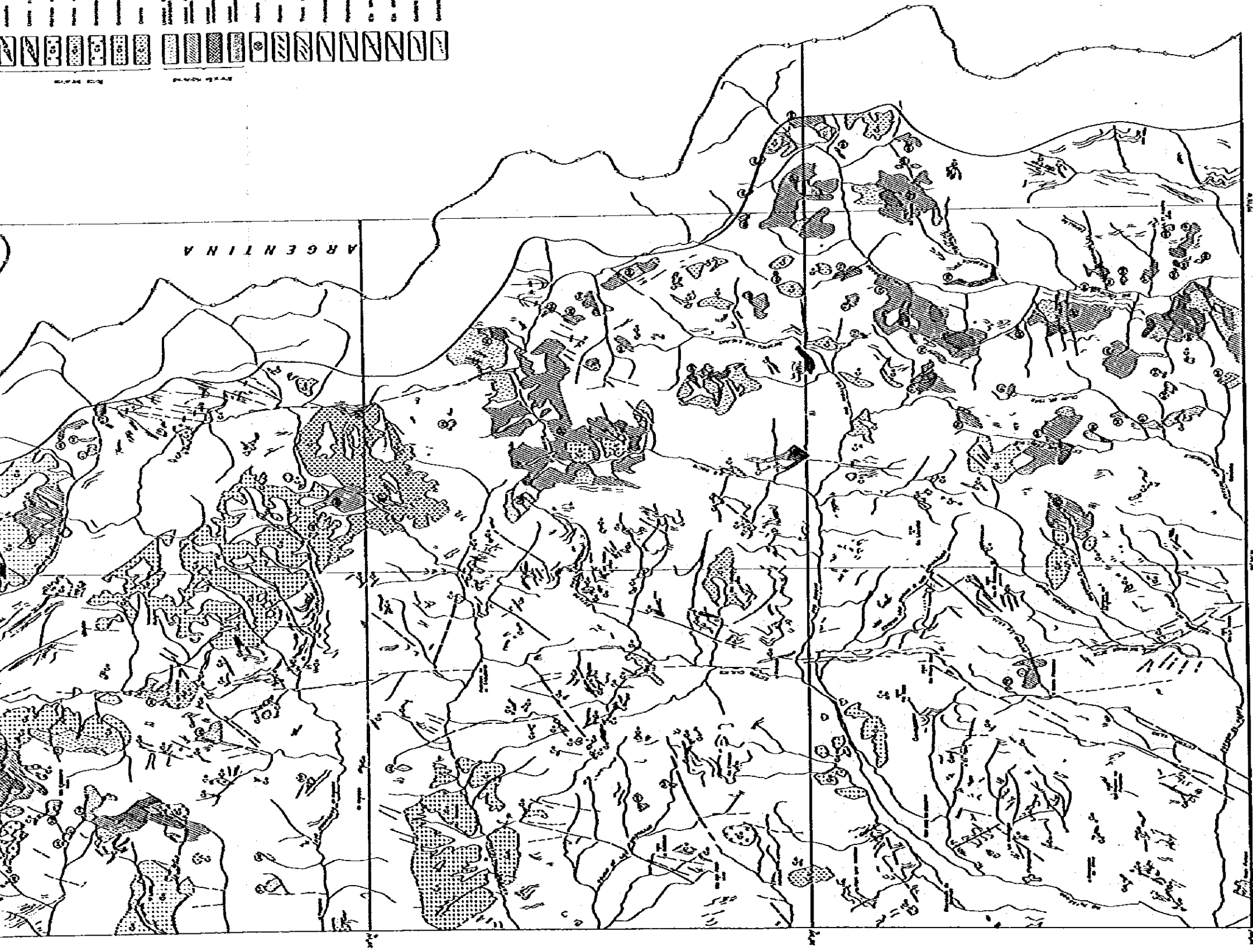
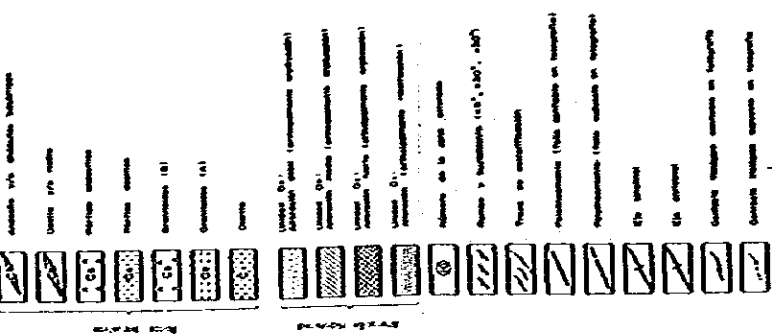


Fig. I-5 Plano Tectónico y Ubicación de Zonas Alteradas en el Area Norte de "Río Blanco"

Tab. I-2 Cuadro de Características de Interpretaciones Fotogeológicas

UNIDAD	TONO EN FOTO	TEXTURA EN FOTO	CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS				CORRELACIÓN CON DATOS CONOCIDOS (11G., 1981)			
			DRENAJE		RESISTENCIA PORFIL	ESTRATIFICACION	DIRECCION DE ROSADA DE LINEA CONTACTO (INTRUSIVOS/VALLES)	LITOLÓGIA PROBABLE	CORRELACIÓN CON DATOS CONOCIDOS (11G., 1981)	
			MODELO	DENSIDAD						ROCAS
SEGMENTOS NO COMPLETADOS										
B	Claro o gris	peso suave y gruesa, línea	sub línea, manifiesto distribuido	baja	muy baja			claro	pobre o ninguno	arenoso y morfeno
A2	oscuro o gris claro	grueso y pesadísimo	condensado sub denso	muy alto	medio o alto			poor-dark	poor	rocas pesaditas y lavas.
A3	gris oscuro y gris claro	línea pesadísima	condensado y sub condensado	medio o alto	baja o alto	id		id	muy pobre.	rocas arenosas y lavas con rocas básicas.
A1	gris oscuro y gris pesadísimo	grueso y óspere	condensado y sub condensado	alto	medio o alto	id		poor-dark	poor	lavas, rocas arenosas y básicos.
C1	oscuro	línea			alto			claro	ninguno	arenoso y/o arenoso básicos
C2	claro	id			medio o alto			muy claro	id	osido y/o meto
C3	gris oscuro o gris	óspere	porciolo	muy baja	alto			condensado	muy pobre	órido arenoso
C4	claro	id	sub porciolo y condensado	baja	medio o alto			claro o poor-dark	id	básico osido
C5	muy claro	id	id	id	alto			claro	ninguno	granítico (B)
C6	gris o claro	grueso y pesadísimo óspere	sub denso y porciolo	baja o medio	id			claro o poor-dark	poor	granítico (A)
C7	gris	peso suave	sub porciolo y condensado	baja	medio o alto			poor-dark o claro	ninguno	clorito
D1	claro o gris	suave	id	medio o baja	baja			condensado	id	alteración abal principalmente (opulencia)
D2	claro o muy claro	id	id	id	id			id	id	alteración meso (id)
D3	muy claro	id	id	id	id			id	id	alteración meso (id)
C1	claro o gris	óspere y suave	id	baja	alto			id	id	alteración principalmente (alteración)

Las rocas intrusivas se dividieron en 7 unidades denominadas C-1 a C-7 que corresponderían a diferentes tipos petrográficos.

Se distinguieron 4 unidades de zonas de alteración por el grado de alteración.

(1) La unidad A<sub>1</sub> se constituye por rocas efusivas y clásticas que corresponden a la Formación Las Chilcas del IIG (1981). La unidad A<sub>2</sub> que corresponde a la Formación Abanico se constituye por lavas y rocas piroclásticas con intercalación de rocas sedimentarias de Cretácico Superior. Y la unidad A<sub>3</sub> que corresponde a la Formación Farellónes se constituye por rocas efusivas de Terciario Neógeno.

Debido a que pasa una falla entre las unidades A<sub>1</sub> y A<sub>2</sub> no es clara la relación entre ellas. Se interpreta como que la unidad A<sub>1</sub> sobreyace aparentemente en la unidad A<sub>3</sub> con concordancia, y existe una discordancia angular entre las unidades A<sub>2</sub> y A<sub>3</sub>.

La unidad B se interpreta como los sedimentos inconsolidados constituidos por aluvios, coluvios y morrenas.

Las rocas intrusivas se distinguen en 7 unidades (C<sub>1</sub> ~ C<sub>7</sub>) que corresponden a la diorita, granitoides "A" y "B", pórfido dacítico, pórfido andesítico, dacita ó riolita y andesita ó andesita basáltica, y dentro de ellos el granitoide "A" se desarrolló más predominantemente.

## (2) Estructura

La orientación principal de estratificación que se presenta en las unidades de rocas estratificadas es de Norte a Sur, con inclinación general suavemente hacia el Este.

Los pliegues sinclinales y anticlinales predominantes se presentan en la unidad A<sub>2</sub>, donde se encuentra en la parte Noroeste del área estudiada y sus ejes tienen las direcciones N - S. Y también en las unidades A<sub>1</sub> y A<sub>3</sub> se desarrollan pliegues con los ejes en las direcciones NNW - SSE y NW - SE.

La Falla principal se desarrolla discontinuadamente en el centro del área con la dirección N - S.

## (3) Posibilidad de hallar el yacimiento metalífero en el área estudiada

Son 105 zonas alteradas las que se han interpretado en el área estudiada y algunas de ellas corresponden por las zonas alteradas hidrotermales (40 zonas) por el IIG (1981), de tal manera que las 65 zonas alteradas son nuevamente obtenidos por este estudio.

Además las zonas alteradas se distinguieron en detalle (unidad D<sub>1</sub> ~ D<sub>4</sub>) por sus grados de alteración, lo cual se debe chequear en el terreno.

Como está mencionado anteriormente esta área corresponde a una zona de actividad ignea muy fuerte con unas 100 zonas de alteración, además se ubica en una franja de cobre porfídico, de tal manera que hay una gran esperanza de hallar mineralización económica, especialmente del tipo cobre porfídico, en esta área estudiada.

**SEGUNDA PARTE**

**ESTUDIOS EN EL AREA AL ESTE DE LOS 71°W ENTRE  
34°Y 35°S**

## **Capítulo I. Generalidades**

### **1. Objetivos del trabajo**

Los objetivos de este trabajo fueron:

- Obtener datos geológicos básicos para un futuro desarrollo de los recursos minerales del área.
- establecer guías de prospección para minerales metálicos en el área en estudio.
- tratar de descubrir nuevos yacimientos, mediante el estudio de áreas de alteración hidrotermal y/o mineralización conocidas.

### **2. Area de trabajo, método y cantidad de trabajo**

El área total estudiada durante las 3 fases es de 8.840 km<sup>2</sup>. En la Fig. ii se indica la ubicación del sector estudiado en cada fase.

En la Fig. iii se indica la ubicación de cada área estudiada en detalle.

En la Tab. II-1 se indica el método y cantidad de trabajo realizado en cada fase.

En la Tab. II-2 se indica la cantidad de muestras analizadas en cada fase.

### **3. Período de trabajo**

El período de trabajo de cada fase se indica en la Tab. II-3.



Tab. II-1. Distribución de trabajo durante tres fases

Periodo	Area	Estudio fotogeológico (1:50,000)	Estudio geoquímico				Exploración geofísica	Preparación de mapa topográfico
			Regional	Semi- detalle	Detalle	Sedimento del drenaje actual		
Fase I (1982)	Area de proyecto	8,840 km <sup>2</sup>						
	Area I		2,240km <sup>2</sup>					
	Distrito Minero Chancón			57.5km <sup>2</sup>				
	Sector Los Cipreses						165 km <sup>2</sup>	
Fase II (1983)	Area I				283			
	Area II		3,300km <sup>2</sup>		906			
	Sector Los Cipreses			165km <sup>2</sup>		249		
	Sector al sur del río Claro					244		
Fase III (1984)	Distrito Minero Chancón						4.4 línea km	
	Yacimiento Rosario de Rango						16.0 línea km	

Tab. II-2 Muestras analizadas durante tres fases

	Fase I (1982)	Fase II (1983)	Fase III (1984)	Total
Analisis geoquimicos (sedimentos de drenaje)	0	1,023	0	1,023
" (rocas)	0	415	244	659
Analisis quimico de mena	117	45	0	162
Analisis quimico de roca total	0	6	0	6
Cortes transparentes	80	30	20	130
Cortes pulidos	21	43	10	74
Analisis de difracción Rayos X	24	74	109	207
Dataciones radiométricas	2	5	0	7
Estudio de inclusión fluida	0	0	25	25

Tab. II-3 Período de trabajo durante tres fases

Grupos de trabajo	Fase I (1982)												Fase II (1983)								Fase III (1984)				
	'82			'83			'84			'83			'84			'83			'84						
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5		
Estudio foto geológico																									
Geología y geoquímica regional																									
Geología y geoquímica de semi-detalle																									
Geología y geoquímica de detalle																									
Exploración geofísica																									

Trabajo en Japón  
 Trabajo en Chile

#### **4. Miembros de los equipos de trabajo**

Los miembros de los equipos que participaron en cada etapa se indica en la Tab. II-4.

Tab. II-4 Lista de miembros de los equipos durante tres fases

	Cargo	Miembros	
		Japón	Chile
Fase I (1982)	Administración General	Yozo Baba (MMAJ)	
	Jefe del equipo	Yuya Furukawa ( " )	Carlos Portigliatti Navarro (SERNAGEOMIN)
	Miembros	Susumu Takeda ( " )	
	"	Eigo Futamura ( " )	Carlos Emparan Cabrollier ( " )
	"	Yoshio Takeda ( " )	Sergio Diaz Bonilla ( " )
Fase II (1983)	"	Ken Obara ( " )	Luis Bobenrieth Giglio ( " )
	"	Masataka Ochi ( " )	
	Administración General	Kazuharu Takahashi (JICA) Zenji Kita (MMAJ)	
	Jefe del equipo	Hideyuki Ueda ( " )	Carlos Portigliatti Navarro (SERNAGEOMIN)
	Miembros	Yuya Furukawa ( " )	Carlos Emparan Cabrollier ( " )
Fase III (1984)	"	Susumu Takeda ( " )	Sergio Diaz Bonilla ( " )
	"	Nobuo Saito ( " )	Ricardo Bollic Pellerano ( " )
	"	Yoshio Takeda ( " )	
	"	Tetsuo Sato ( " )	
	Administración general	Makoto Ishida (MMAJ) Zenji Kita ( " )	
Jefe del equipo	Yozo Baba ( " )	Carlos Portigliatti Navarro (SERNAGEOMIN)	
Miembros	Yuya Furukawa ( " )	Juan Carlos Parra ( " )	
"	Masao Yoshizawa ( " )	Sergio Diaz Bonilla ( " )	
"	Tetsuo Sato ( " )	Gonzalo Alejandro Yañez Carrizo ( " )	
"	Saburo Tachikawa ( " )		
"	Norikiyo Sugitara ( " )		

## **Capítulo 2 Características geográficas del área del proyecto**

### **1. Fislograffa**

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<sup>o</sup> Alto de Livillivi), y estribaciones en direcciones E-W y NE-SW, cortadas por profundos valles fluviales.

El Valle Central corresponde a una llanura aluvial y fluvial, inclinada levemente (2<sup>o</sup>-5<sup>o</sup>) 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 unen en las localidades de Paine y Pelequén.

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 Este 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<sup>o</sup> Picos del Barróso, 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 laderas 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 constituía la cordillera hacia fines del Terciario; este relieve suave se ve reforzado por depósitos efusivos que rellenan el relieve preexistente, constituyendo 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 Tenó (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 Tenó en la localidad de Los Queñes alcanza un caudal medio anual de 38 m<sup>3</sup>/seg.

## 2. 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-Cálido con estación seca prolongada" (C<sub>3</sub>b<sub>1</sub>). En la precordillera, 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>2</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 30°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.

La vegetación natural del área queda comprendida dentro de la zona mesomórfica (Pisano y Goodspeed, en Díaz, 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 árboles y arbustos de las especies Lithrea caustica (litre), Boldea boldus (boldo), Quillaja saponaria (quillay) Maitenuz boaria (maitén), Trevoa trinervis (trévu), Certrum parqué (palqui), Criptocaria alba (Peumo), Chusquea parvifolia (colihue), Acacia cavenia (espino), Aristolelia chilensis (maqui). En las partes más altas y húmedas aparecen pequeños bosques de Nothofagus obliqua (roble).



Los Matorrales espinosos sub-ándinos 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 cavendishii (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.

### 3. 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 precordillera.

Existen cuatro caminos principales que continúan hacia la cordillera de Los Andes. Estos son, de norte a sur: a) camino al mina El Teniente b) camino a la mina Juanita c) camino a Baños del Flaco y d) camino a la laguna Teno. Gran parte del área queda comprendida entre las vías mencionadas o más al oriente. El acceso a estos sectores se realiza por caminos tróperos, utilizables sólo durante el verano.

### 4. Recursos naturales

La zona dispone de abundantes recursos minerales, 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 estas 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 cordilleranas.

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.

### **Capítulo 3. Interpretación de fotografías aéreas**

#### **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.

#### **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 mánteos. 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.

#### **3. Resultados de análisis**

Como se indicó Tab. II-5 en este estudio fotogeológico se distinguieron 7 unidades de rocas estratificadas (B-1 a B-7), 3 unidades de sedimentos inconsolidados (A-1 a A-3), 7 unidades de rocas intrusivas (C-1 a C-7) y 2 unidades de zonas de alteración (D-1 y 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 (ver Fig. II-1):

Tab. II-5 CUADRO DE CARACTERISTICAS FOTOGEOLOGICAS

UNIDAD	TONO EN FOTO	TEXTURA EN FOTO	CARACTERISTICAS TOPOGRAFICAS								LITOLOGIA PROBABLE	RESULTADO DE OBSERVACIONES EN TERRENO			
			DRENAJE		RESISTENCIA		ESTRATIFICACION	DIRECCION DE ROCAS	DIRECCION DE LINEA-	CONTACTO			VEGETACION		
			MODELO	DENSIDAD	ROCAS	PERFIL		INTRUSIVAS	MENTO/FALLAS						
A <sub>3</sub>	blanco	Suave									claro		Nieve	Nieve.	
A <sub>2</sub>	blanco o gris	Suave, fina	Sub linea distributivo		bajo	muy bajo					claro		coluvio y morrena.	recientes	
A <sub>1</sub>	gris	Suave enrejado	meandrico		bajo	muy bajo					claro	mucho o medio.	olvio,	depositos	
B <sub>7</sub>	oscuro o gris oscuro	poco Suave	Sub linea sub dendritico		medio o bajo	medio				poco.	claro o poco claro	medio o pobre	lava y roca piroclasticas	Andesito y lava	
B <sub>6</sub>	gris	fine	dendritico		medio	medio					claro	pobre	roca intrusivo	Formacion Broden Fragmentos de andesito diorita cuarifero porfido dacitico y	
B <sub>5</sub>	oscuro o gris oscuro	granosa y poco Suave	dendritico, sub paralelo		alto	medio o alto		existencia		muchas	poco claro parcialmente claro	medio	Volcanitas	Formacion Forellones Lava Andesito, Brecha tobacea	
B <sub>4</sub>	gris o oscuro	granosa	dendritico		alto	medio o alto		existencia		muchas	poco claro	medio o mucho	Volcanitas	Formacion Coya machari Lava Andesito, Brecha tobacea, Lito kapti Limonite y Lulite	
B <sub>3</sub>	gris o blanco.	Suave y poco Suave	dendritico, sub paralelo		medio o bajo	medio o bajo		existencia		muchas	poco claro	mucho	rocas piroclasticas acida y lava	Formacion La valle, Volcanitas daciticas y andesiticas	
B <sub>2</sub>	gris o blanco	muy Suave	Sub linea Sub dendritico		bajo	medio		existencia		poco	claro	pobre	rocas piroclasticas y rocas elasticas		
B <sub>1</sub>	gris.	Suave.	Sub linea Sub paralelo		bajo	medio		existencia		poco	claro y poco claro	pobre	rocas elasticas volcanitas		
C <sub>7</sub>	blanco	fine, Suave.				medio					claro	pobre	rocas acidas		
C <sub>6</sub>	gris oscuro	granoso									claro	pobre	rocas basicas		
C <sub>5</sub>	gris o blanco	Suave fina	dendritico		medio	alto o medio					N-S	claro	pobre	granodiorita	granodiorita
C <sub>4</sub>	gris	lineo.				medio			Nw-SE		poco claro	mucho		andesita	
C <sub>3</sub>	gris	lineo				medio			N-S		poco claro	mucho		dacita.	
C <sub>2</sub>	gris	granoso	dendritico		medio	medio o alto					poco claro	mucho	diorita	diorita, diorita cuarifero	
C <sub>1</sub>	gris blanca	Poco Suave fina	dendritico sub paralelo		medio	alto					NNE-SSW	claro	medio	roca granitoides	monzo granito
D <sub>2</sub>	gris claro	fina Suave	dendritico sub paralelo		medio o bajo	bajo					comparativamente claro	pobre	alteracion debil		
D <sub>1</sub>	claro o muy claro	fina suave	dendritico		bajo	bajo					id	pobre	alteracion fuerte		

Periodo	Unidad	Formación	Litología	Rocas Intrusivas
Cuaternario	A <sub>3</sub>		Glaciales	
	A <sub>2</sub> A <sub>1</sub>		Arenas Moreno. limos, Gravas	
	B <sub>7</sub>		Lava Andesítica proclásticos andesíticos	
Terciario (mioceno ~ plioceno)	B <sub>6</sub>	Chimenea de brecha (F. Braden)	Fragmentos de andesito. diorita cuarcífera y pórfido dácitico	
	B <sub>5</sub>	Farallones	Volcanitas y sedimentitas continentales	
Terciario Cretácico	B <sub>4</sub>	Coya Machali	Volcanitas y sedimentitas continentales	
Cretácico	B <sub>3</sub>	Lo Valle	Volcanitas dácíticas y andesíticas	
	B <sub>2</sub>	Colimapu	Sedimentitas continentales y Volcanitas andesíticas	
Cret y Jura		B <sub>2</sub>	Baño del Flaco	Sedimentitas marinas
Jurásico	B <sub>1</sub>	Leñas Espinozà	Sedimentitas marinas	
		Río Damas	Sedimentitas y Volcanitas andesíticas	
		Nacientes del Tenó	Sedimentitas marinas, Volcanitas y proclásticos riolíticos y andesíticos	

Diorita y  
Diorita Cuarcífera (Ca)

Monzogrito (C1)

Granodiorito (C6)

Dacito (C3)

Andesito (Ca)

Rocas ácidas (C7) y básicas (C8)

FIG. II - I COLUMNA FOTOGEOLÓGICA GENERALIZADA DEL AREA ESTUDIADA

- **Sistema Jurásico:**

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

**Formación Rfo Damas (rocas volcánicas andesíticas y sedimentarias)**

**Formación Leñas-Espinoza (rocas sedimentarias marinas)**

- **Sistema Cretácico:**

**Cretácico inferior:**

**Formación Baños del Flaco (rocas sedimentarias marinas)**

**Formación Collimapu (rocas volcánicas andesíticas y sedimentarias continentales)**

**Cretácico Superior**

**Cretácico Superior a Terciario inferior**

**Formación Lo Valle (rocas volcánicas andesíticas y dacíticas)**

**Formación Coya-Machall (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-Machall.**

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 depositación 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.

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 Cortáderal
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.

## Capítulo 4. Geología regional

### 1. Generalidades

En el área estudiada se distinguen 3 grandes unidades geomorfológicas, que de este a oeste son: Cordillera de los Andes, Valle Central y Cordillera de la Costa, con gran predominio de la primera de ellas.

En esta área afloran predominantemente rocas estratificadas, cuyo espesor ha sido estimado en 14.000 m por Klohn (1960) y en 10.000 m por Charrier (1981). Los afloramientos de intrusivos corresponden al 4% de la superficie del área.

La secuencia estratificada comprende rocas mesozoicas y cenozoicas. Está constituida principalmente por volcánitas e incluye sedimentitas marinas correspondientes a dos amplios ciclos de trasgresión y regresión (Charrier, Klohn, op. cit., Charrier y Lillo 1973, Charrier 1981a) del Jurásico Superior y del Cretácico Inferior. En general, todas las formaciones contienen estratos volcánicos cuya importancia es creciente a medida que se asciende en la secuencia. Las volcánitas varían de félsicas a intermedias, predominando el volcánismo andesítico.

En la secuencia estratificada han quedado registradas tres de las seis discordancias y discontinuidades reconocidas por Charrier (1981a) en la evolución de los Andes Centrales de Chile y Argentina. Ellas están relacionadas con igual número de episodios de plegamiento y erosión de la cubierta estratificada. Estas discordancias subdividen la secuencia en 4 unidades:

- 1) Paquete formacional concordante Jurásico-Cretácico, que comprende los dos ciclos marinos de trasgresión-regresión. Está constituido por las formaciones Nacientes del Tenó, Rfo Damas, Leñas-Espinoza redefinida (primer ciclo); Baños del Flaco y Colimápu (segundo ciclo).
- 2) Unidad volcánico-clástica continental del Cretácico Superior-Paleogeno, correspondiente a la formación Coya-Machali.
- 3) Unidad volcánico-clástica continental del Mioceno-Plioceno, correspondiente a la formación Farellones.
- 4) Volcanismo andino joven y depósitos inconsolidados, que no presentan deformación.

La secuencia estratificada está atravesada por varios cuerpos intrusivos, a algunos de los cuales se les ha determinado edad miocénica (método K-Ar).

En Chile Central, el magmatismo ha sido episódico y migratorio durante el Mesozoico y Cenozoico, presentando un desplazamiento del oeste hacia el este (Drake y otros 1982, Munizaga y Vicente 1982). Se ha determinado una considerable reducción del volcanismo en un período comprendido entre los 60 y 30 m.a., que coincide con una ausencia de rocas plutónicas de esa edad. El volcanismo se reinició hace 25 m.a. con actividad hasta el presente. Sin embargo, en los últimos 2 m.a. habría una reinversión del proceso, con una migración del volcanismo hacia el oeste.

## **2. Estratigrafía**

La secuencia estratigráfica que aflora en el área estudiada está constituida por las unidades que se describen a continuación. Columna geológica generalizada se indica en la Fig. II-2, correlación con trabajos anteriores en la Tab. II-6, mapa geológico en la Fig. II-3 y perfiles geológicos en Fig. II-4.

En el mapa geológico y los perfiles geológicos se dibujaron en conjunto las secuencias estratificadas, de edad Jurásica a Cretácica inferior, que están constituida principalmente por rocas sedimentarias marinas que corresponden a Formaciones Nacientes del Teno, Río Damas, Leñas Espinoza y Baños del Flaco.

### **2.1 Formación Nacientes del Teno**

Esta formación es la unidad estratigráfica más antigua del área estudiada. Fue definida por Klohn (1960) como un conjunto de sedimentos marinos clásticos, organogénicos y químicos con escasas intercalaciones de material piroclástico y abundante participación de sedimentos clásticos derivados de la erosión de volcánicas. Su localidad típica se encuentra en las cabeceras del río Teno, al sur del área estudiada.

La base de esta formación no está expuesta. Subyace concordantemente la Formación Río Damas.

#### **Distribución**

En el área estudiada esta formación ha sido reconocida en el borde oriental desde el Paso Las Leñas (en las cabeceras del río Las Leñas) al Nevado de Arhuelles, en el curso superior del río Maipo (Klohn 1960, Charrier y Lillo 1973, Charrier 1981b).

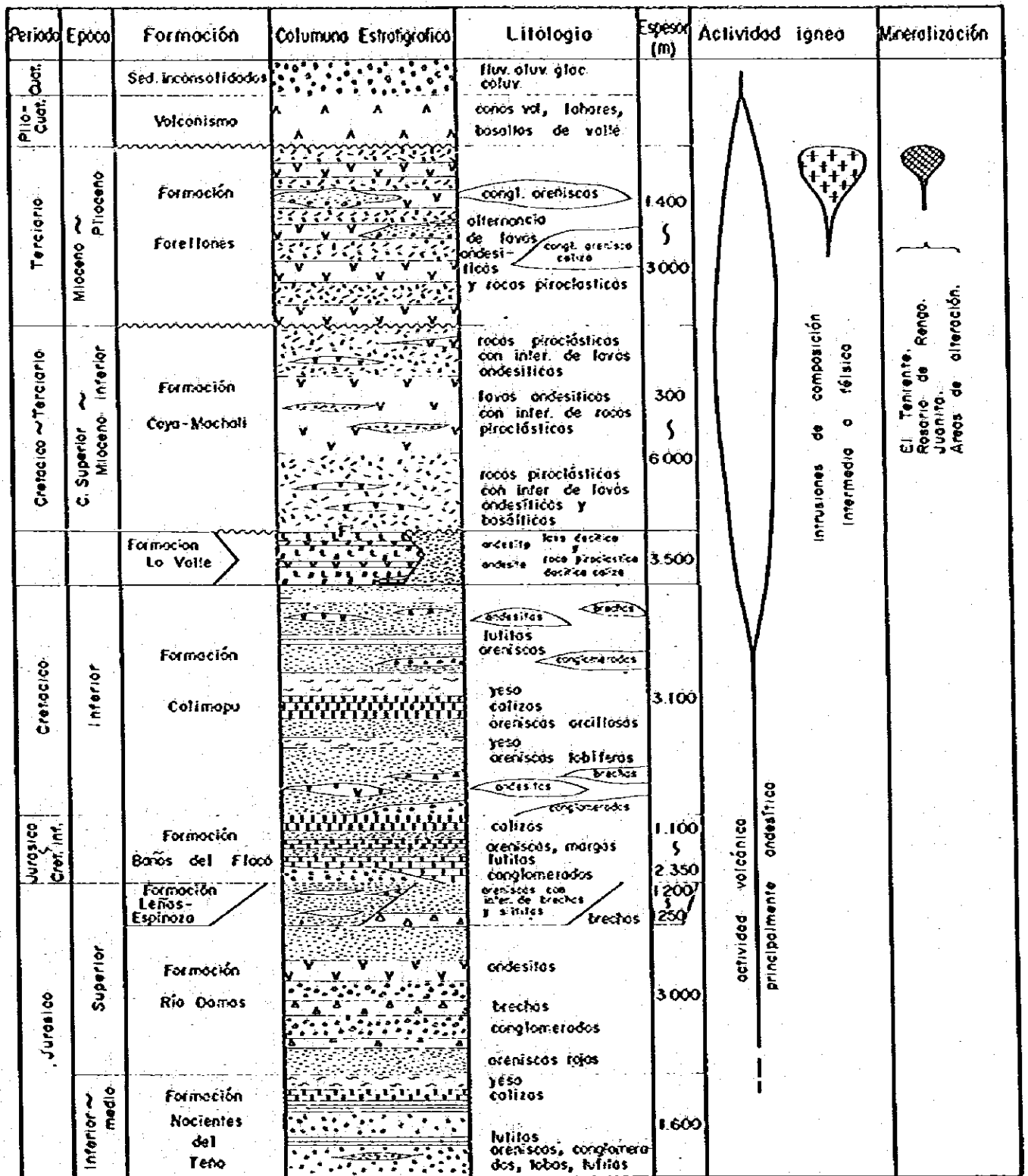
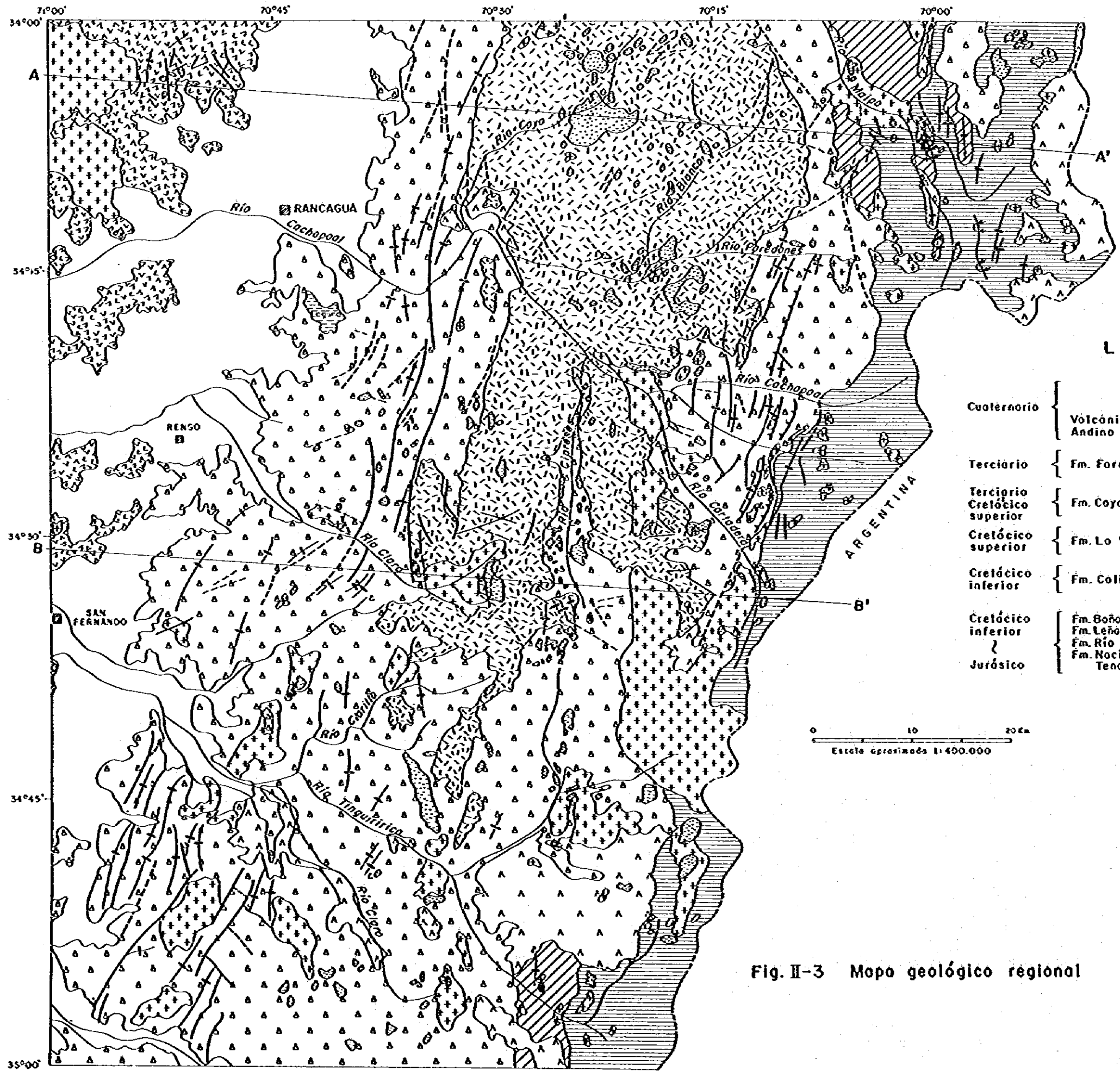


Fig. I-2 COLUMNA GEOLÓGICA GENERALIZADA DEL AREA REGIONAL





**L E Y E N D A**

- |                              |   |                                     |
|------------------------------|---|-------------------------------------|
| Cuaternario                  | { | Sedimentos aluviales y coluviales   |
| Volcanismo Andino joven      | { | Volcanitos andesíticos y basálticos |
| Terciario                    | { | Fm. Farellones                      |
| Terciario Cretácico superior | { | Fm. Coyo-Machali                    |
| Cretácico superior           | { | Fm. Lo Valle                        |
| Cretácico inferior           | { | Fm. Colimapu                        |
| Cretácico inferior           | { | Fm. Boños del Fioco                 |
| Jurásico                     | { | Fm. Leñas-Espirazo                  |
|                              | { | Fm. Río Damos                       |
|                              | { | Fm. Nacientes del Teno.             |
- 
- |          |   |
|----------|---|
| [Symbol] | Sedimentitas marinas                          |
| [Symbol] | Granitoides                                   |
| [Symbol] | Área de alteración y/o mineralización         |
| [Symbol] | Eje anticlinal                                |
| [Symbol] | Eje sinclinal                                 |
| [Symbol] | Eje anticlinal volcado                        |
| [Symbol] | Eje sinclinal volcado                         |
| [Symbol] | Fallo normal                                  |
| [Symbol] | Fallo inverso                                 |
| [Symbol] | Fallo inferido                                |
| [Symbol] | Perfil geológico                              |
| [Symbol] | Límite internacional aproximado y no oficial. |

0 10 20 km  
Escala aproximada 1:400.000

Fig. II-3 Mapeo geológico regional

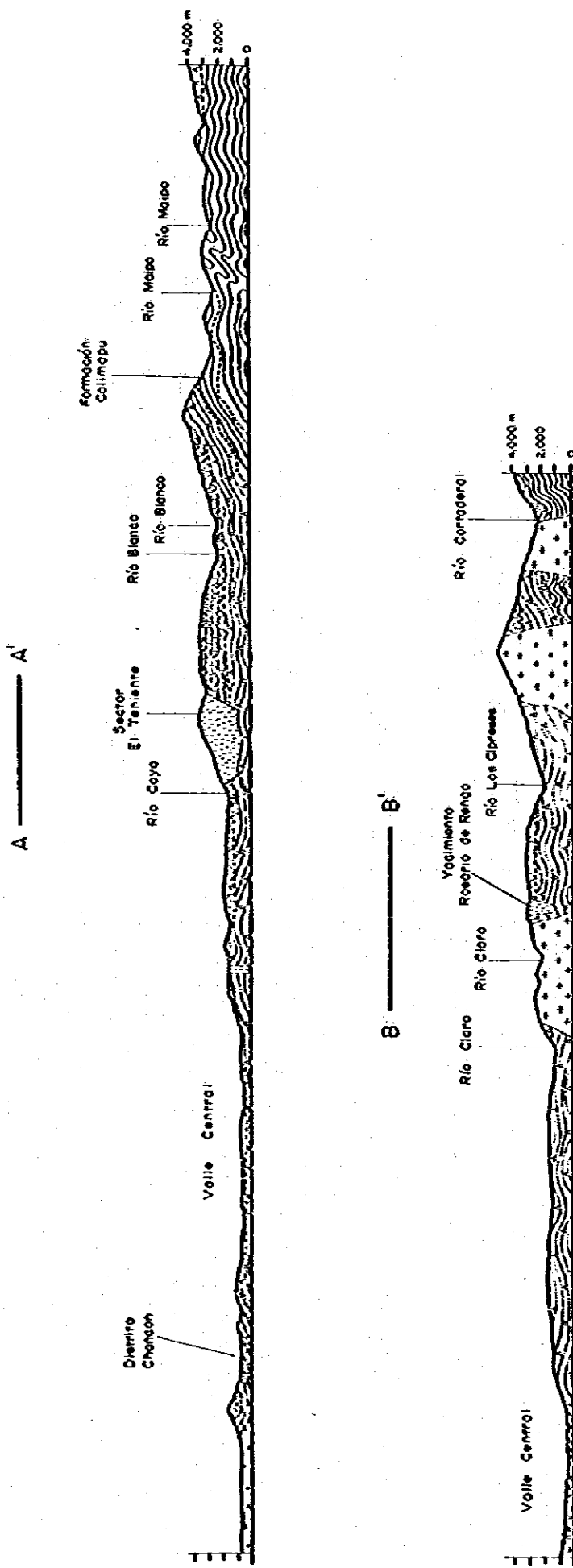


Fig. II-4 Perfiles geológicos regionales



Al sur ha sido reconocida por Klohn, op. cit., hasta el río Colorado (áfluente del río Lontué).

### Litología

En la localidad típica fue descrita formada por 3 miembros: Miembro inferior, constituidos por conglomerados, areniscas, lutitas, rocas calcáreas, tobas y tufitas. Miembro Medio, constituido por conglomerados, areniscas, márgas y calizas con intercalaciones de brechas y tobas andesíticas. Miembro Superior, constituido por mantos de anhidrita y yeso.

Klohn, op. cit., midió para esta formación un espesor de 1.600 m. Esta formación está muy plegada, presentando el yeso fuerte compresión e intruyendo diapíricamente la formación suprayacente.

Basándose en los antecedentes, a esta formación se le puede asignar una edad del Jurásico Medio a Superior.

### 2.2 Formación Río Damas

Esta formación fue definida por Klohn (1960) como un característico complejo de sedimentos clásticos, finos y gruesos, con intercalaciones de potentes series de rocas volcánicas, efusivas y piroclásticas, y de esporádicos sedimentos químicos; depositación esencialmente en un ambiente terrestre subaéreo y lagunar. Su lugar típico se encuentra en el valle del río Las Damas, curso superior del río Tinguiririca, al sur del área estudiada.

Esta formación se apoya concordantemente sobre el miembro superior de la Formación Nacientes del Teno.

Esta formación ha sido reconocida a lo largo de todo el borde oriental del área estudiada (Klohn 1960, Charrier y Lillo 1973, Charrier, 1981b).

En la localidad típica está constituida por brechas de andesitas, areniscas rojas, conglomerados, lavas andesíticas y lutitas yesíferas rojas.

Klohn, op. cit. midió un espesor de 5.550 m en la localidad típica, pero señaló un espesor medio de 3.000 m para esta formación, debido a que observó que éste disminuye hacia el oriente y hacia norte.

La Formación Río Damas está plegada. Sus afloramientos occidentales presentan poca deformación, en tanto que los orientales presentan pliegues apretados cortados por fallas inversas e intrusiones de yeso. Esta situación se ha explicado (Charrier y Lillo 1973, Charrier 1981b), por efectos de resbalamiento y despegue debidos al yeso infrayacente.

Basándose en estos antecedentes, a esta formación le corresponde una edad del Jurásico Superior.

### 2.3 Formación Leñas-Espinoza (Redefinida)

Esta formación fue definida originalmente por Klohn (1960) como una secuencia de sedimentos marinos integrada por una serie transgresiva de rocas piroclásticas gris verdosas y una serie de estratos calcáreos fosilíferos superpuestos. Su localidad típica se sitúa en el valle del río Las Leñas y en el de su afluente, estero Espinoza, dentro del área estudiada.

Posteriormente, esta formación fue redefinida por Charrier (1982), en su localidad típica, restringiendo su denominación a la parte clástica inferior, denominada serie transgresiva por Klohn, op. cit.

Para esta formación redefinida, la base es desconocida; subyace concordantemente.

La distribución de esta formación redefinida está restringida a su localidad típica (Charrier, op. cit.).

### Litología

Charrier, op. cit., reconoció 4 miembros en esta formación redefinida. El inferior, miembro A, presenta arenitas con intercalaciones de siltitas y argilitas. El miembro B tiene arenitas. El miembro C presenta brechas y arenitas con escasas intercalaciones de siltitas negras. El miembro D, superior, se presenta brechas, arenitas y siltitas negras.

Para esta formación redefinida Charrier (op. cit.), ha determinado un espesor de 1.200 a 1.250 m.

Esta formación redefinida está constituyendo un sinclinal con eje de orientación NNE.

Basándose en los antecedentes, a esta formación se le puede asignar una edad del Jurásico Superior.

### 2.4 Formación Baños del Flaco

Esta formación fue definida por Klohn (1960) como una secuencia de estratos marinos fosilíferos.

Su localidad típica se sitúa en el curso superior del río Tinguiririca, en el sector de Baños del Flaco, al sur del área de estudio.

Se apoya concordantemente sobre las formaciones río Damas y Leñas-Espinoza.

### Litología

En la localidad típica está constituida por calizas, margas, areniscas, areniscas calcáreas en parte con glauconita, lutitas oscuras, tufitas, conglomerados volcánicos y brechas andesíticas.

Charrier (1981b), midió un espesor que varía desde 2.350 m a 1.100 m.

Esta formación se presenta muy plegada en estructuras de orientación general N-S.

Basándose en estos antecedentes, a esta formación se le puede asignar una edad del Jurásico Superior al Cretácico Inferior.

### 2.5 Formación Colimapu

Esta formación fue definida por Klohn (1960) como un conjunto sedimentario de origen terrestre, y su localidad típica se encuentra en el curso superior del río Maipo y corresponde a la quebrada Colimapu, afluente oriental del río Blanco, en la parte nororiental del área de estudio.

La Formación Colimapu se apoya en contacto concordante y transicional sobre la formación infrayacente.

En el área estudiada, ha sido reconocida en los sectores nororiental y suroriental del área estudiada.

En la localidad típica, Klohn (1960) distinguió 3 miembros. Inferior: areniscas arcillosas y tobíferas rojas, tufitas, conglomerados e intercalaciones de lavas y brechas andesíticas. Medio: yesífero inferior, areniscas arcillosas rojas con lentes de yeso, horizonte calcáreo, calizas, margas y lutitas calcáreas; yesífero superior, lutitas rojas con lentes de yeso. Superior: lutitas y areniscas tobíferas rojas, con escasas intercalaciones de lavas y brechas andesíticas.

Se estimó el espesor de esta formación en 600 m a 3.000 m.

La Formación Colimapu se presenta muy plegada, en estructuras con ejes de orientación general N-S.

Basándose en estos antecedentes, a esta formación se le puede asignar una edad del Cretácico Inferior.

## 2.6 Formación Lo Valle

Esta formación corresponde principalmente a una facie dacítica con intercalación de una facie andesítica.

Esta formación aflora en la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa.

No se observó el techo y la base de esta formación.

Esta 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. Sin embargo, en términos generales, en la parte inferior de la secuencia predominan las rocas andesíticas y en la parte superior las dacíticas.

Esta formación se presenta plegamientos de onda larga, en estructuras con ejes de orientación general N-S.

Basándose en los datos de datación radiométrica K/Ar ( $116 \pm 2$  m.a.), a esta formación se le puede asignar una edad del Cretácico Superior.

## 2.7 Formación Coya-Machall

Esta formación es una unidad constituida exclusivamente por depósitos terrígenos. Su localidad típica se sitúa en el sector centro occidental del área estudiada.

Estratigráficamente, esta formación sobreyace a la Formación Colimapu con discordancia. El contacto con la Formación Lo Valle es falla

En general, esta formación está constituida principalmente por: andesitas, basaltos, traquitas porfíricas, lavas brechosas, tobas brechosas presenta intercalaciones de sedimentitas: areniscas limolitas y conglomerados.

El espesor de esta formación varia entre 300 m y 10.000 m.

La Formación Coya-Machall se presenta fuertemente plegada en estructuras con ejes de orientación general N-S. En la franja oriental, los pliegues presentan frecuente fallamiento inverso.

Atendiendo a los antecedentes expuestos, se puede considerar que la edad de la Formación Coya-Machali estaría comprendida entre el Cretácico Superior y el Mioceno Inferior.

## 2.8 Formación Farellones

Esta formación litológicamente es similar a la Formación Coya-Machali constituida principalmente por rocas efusivas, y constituye una ancha franja central de orientación N-S, que continua fuera de los límites del área.

La Formación Farellones se apoya con discordancia angular sobre formaciones más antiguas.

Esta formación está constituida por sedimentitas clásticas terrígenas, lavas andesíticas, riolíticas y basálticas y rocas piroclásticas que alternan con sedimentos derivados de la descomposición de estas rocas efusivas; además, sedimentos lagunares: areniscas, lutitas, tufitas y capas delgadas de caliza.

Esta formación generalmente es de color verdoso por alteración propilítica, y se puede distinguir, por la estratificación subhorizontal, con la Formación Coya-Machali que presenta el 40°-50° de inclinación y plegamiento fuerte.

La Formación Farellones presenta un suave plegamiento, que en muchos lugares le otorga una actitud sub-horizontal.

Se le midió un espesor máximo de 3.000 m al norte del área y uno mínimo de 1.400 m al centro del área.

Esta formación no ha proporcionado fósiles de valor cronológico. Sin embargo, considerando las informaciones radiométricas por K/Ar se le puede asignar una edad Mioceno - Plioceno.

### 2.9 Volcanismo Plioceno-Cuaternario y sedimentos inconsolidados.

Las unidades volcánicas se distribuyeron en la cercana de la frontera Chile - Argentina, en el sector sur y norte del área estudiada, constituyendo por conos volcánicos, lahás y depósitos piroclásticos, coladas y basaltos de valle.

Los sedimentos inconsolidados comprenden depósitos fluviales, aluvionales, glaciales y coluviales. Se presentan rellenando Valle Central, el fondo de valles y quebradas, constituyendo terrazas y cubriendo las laderas del relieve.

### 3. Rocas Intrusivas

Las rocas intrusivas constituyen aproximadamente el 4% de la superficie del área del proyecto. En general, constituyen stocks y diques, o se presentan aflorando como cúpulas y apófisis. En el borde oriental del área estarían constituyendo cuerpos subvolcánicos.

Como se indica en la Fig. II-3 las rocas intrusivas se distribuyen homogéneamente en toda el área.

Como se indica en el diagrama de Streckelsen de la Fig. II-5, las rocas plutónicas se concentran en el campo de predominio de la plagioclasa, lo que indica composiciones granodioríticas, tonalíticas, monzodioríticas cuarcíferas y diorítica cuarcífera.



- 1a. Cuarzolito
- 1b. granitoides cuarcíferos
- 2. granito de feldespato alcalino
- 3. granito ← 3a sienogranito
- 4. granodiorita ← 3b monzogranito
- 5. tonolita
- 6<sup>a</sup>. sienita cuarcifera de feldespato alcalino
- 7<sup>a</sup>. sienita cuarcifera
- 8<sup>a</sup>. monzonita cuarcifera
- 9<sup>a</sup>. monzodiorita cuarcifera / monzogabro cuarcifera
- 10<sup>a</sup>. diorita cuarcifera / gabro cuarcifera / anortosita cuarcifera
- 6. sienita de feldespato alcalino
- 7. sienita
- 8. monzonita
- 9. monzodiorita / monzogabro
- 10. diorita / gabro / anortosita

(STRECKEISEN, 1976)

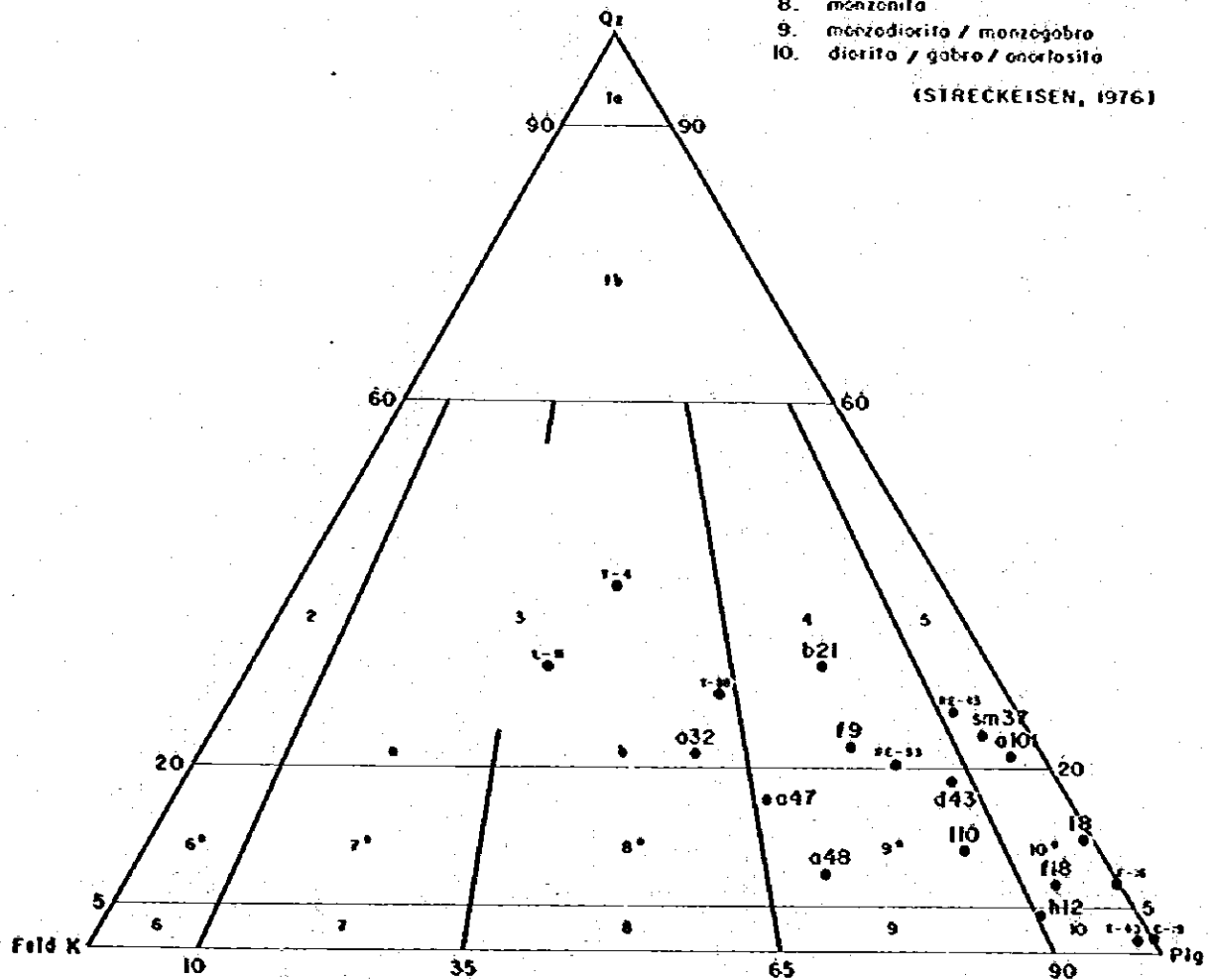


Fig. II-5 DIAGRAMA (Qz - Feld K - Plg)

Las rocas subvolcánicas intrusivas son, en su mayoría, diques de composición principalmente andesítica, variando a riolítica.

Las edades radiométricas de las rocas intrusivas, determinadas por el método K/Ar, se indican en la tabla siguiente:

Distribución	Distancia (km)	Facies de Roca	Edad m.á.
W ↓ E	0	Tonalita	$83.0 \pm 2$
	18	Granodiorita	$16.6 \pm 0.7$
	40	Granodiorita	$10.3 \pm 0.5$
	58	Monzogranito	$11.7 \pm 0.5$
	77	Monzodiorita cuarcífera	$15. \pm 0.5$

El cuerpo más occidental está ubicado en el borde este de la Cordillera de la Costa, y corresponde a un batolito.

Los otros cuerpos se distribuyen en la Cordillera de los Andes, formando stocks.

Hay una diferencia de edad muy clara entre el cuerpo de la Cordillera de la Costa y los otros cuerpos intrusivos. Sin embargo, éstos últimos no muestran claramente una migración de edades de W a E, ya que hay inversiones, y tampoco hay gran diferencia en las edades miocénicas de cada uno de ellos.

Por consiguiente, se puede afirmar que en el área andina del proyecto no se observa una clara migración de edades en sentido W-E. Sólo si incluimos los plutones de la Cordillera de la Costa, es posible observar esta migración, señalada por Drake y otros (1982) y Muñizaga y Vicente (1982).

#### 4. Estructura

La secuencia estratificada del área estudiada, de edad Jurásica a Cuaternaria, presenta una elongación N-S, que estaría reflejando una similar elongación del basamento y una alineación de la actividad volcánica posterior en la misma dirección. Las fallas y ejes de pliegues se presentan también en sistemas de orientación N-S. Esta orientación coincide con la estructura principal de Chile.

La cubierta estratificada del sistema Jurásico a Terciario Medio (Formación Coya-Machali) es la que presenta el mayor grado de plegamiento y fallamiento, especialmente en el sector andino. Esto estaría indicando que después de la depositación de la Formación Coya-Machali hubo una compresión máxima en dirección E-W. La Formación Lo Valle (Cretácico Superior) en cambio, está afectada por un plegamiento muy suave, con pliegues de gran longitud de onda. Por lo tanto, se considera que la fuerza de compresión se concentró en la Cordillera de Los Andes.

La secuencia posterior a la Formación Coya-Machali localmente presenta pliegues (Formación Farellones), siendo su densidad de fallas bastante baja.

El Valle Central, de orientación NNE-SSW, corresponde a una depresión estructural delimitada por fallas normales (Charrier y Lillo, 1973) que ha sido rellenada por sedimentos cuaternarios. Se habría originado por tectónica distensiva del tipo horst-graben de edad post-miocena.

En la secuencia estratificada se observan 3 planos de discordancia, correspondientes a tres etapas de erosión.

La primera etapa de erosión (Cretácico Inferior) indica que en esta época la secuencia estratificada estaba emergida.

La segunda etapa de erosión (Neógeno Inferior) indica que la actividad volcánica, que había continuado desde el Cretácico Inferior, se paralizó en esta época.

Tercera etapa de erosión (Neógeno Superior): después de la segunda etapa de erosión se reinició la actividad volcánica hasta el Plioceno, deteniéndose luego hasta el Holoceno (Volcanismo joven, Charrler, en prep.).

Un resumen del volcanismo, plutonismo y etapas de erosión se presenta en la siguiente Tab. II-7.

Tab. II-7 Episodio geológico y estructural del área estudiada

	Cretácico inferior Jurásico	Neógeno inferior Cretácico superior	Neógeno superior	Cuaternario
Sedimentación				
Erosión				
Ambiente	Principalmente marino	continental	continental	continental
Volcanismo				
Plutonismo				
Plegamiento y fallamiento				

## **Capítulo 5. Mineralización del área estudiada**

### **1. Generalidades**

Como se indica en el Pls. 1 y 2, dentro del presente área estudiada existen numerosos yacimientos y áreas de alteración-mineralización, ya conocidas o interpretadas por fotogeología. De ellos, los 2 más importantes son los yacimientos de tipo cobre porfirico, representados por El Teniente, y los de vetas epitermales, representados por El Inglés.

Los depósitos de tipo cobre porfirico y las áreas de alteración-mineralización asociadas se distribuyen en dirección N-S desde el centro del área estudiada hacia el límite con Argentina. En su formación se hallan estrechamente vinculados a rocas intrusivas intermedias a félsicas del Neógeno Medio a Superior, correspondiendo a la denominada franja cuprífera terciaria.

En este tipo de depósitos se observa en general una variación vertical en la asociación mineralógica, pasando desde la superficie hacia la profundidad, por las zonas de lixiviación (oxidación), enriquecimiento supergénico y de primaria. A su vez, llevan asociados una zona de alteración hidrotermal que puede oscilar entre varios Km<sup>2</sup> a decenas de Km<sup>2</sup>.

Los minerales primarios principales son pirita, calcopirita y molibdenita, los cuales se distribuyen en forma de stockwork y diseminada.

Los depósitos vetiformes se concentran en el Distrito Minero Chancón, en donde existen 2 o 3 minas en actividad, como El Inglés. El mineral que se explota es principalmente de oro y cobre.

Las vetas de este distrito tienen posibilidades de ser de cuarzo y oro en las partes superiores y convertirse en vetas de cobre con oro en las inferiores.

Aparte de lo mencionado anteriormente, principalmente en la parte central del área estudiada se desarrollan numerosas áreas de alteración, que se considera se formaron por el proceso volcánico. Estas áreas casi no llevan asociados minerales de metales económicos.

## **2. Tipo y distribución de la mineralización y alteración (ver PL. 1 y 2)**

En el área estudiada se desarrollan los siguientes tipos de yacimientos y áreas de alteración:

- 1) Yacimientos tipo pórfido cuprífero
- 2) Yacimientos tipo vetiformes
- 3) Yacimientos tipo diseminación
- 4) áreas de alteración relacionadas al proceso volcánico.
- 5) áreas de mineralización y/o alteración por metamorismo de contacto.

El tipo 1) corresponde a los yacimientos de El Teniente y Rosario de Rengo. El primero es un gran yacimiento de cobre y molibdeno, ubicado en la parte central-norte del área, actualmente en explotación a gran escala. El yacimiento Rosario de Rengo está ubicado en la parte central del área, con mineralización de cobre y molibdeno (localmente muy alta ley de molibdeno), actualmente paralizado. Este yacimiento es descrito detalladamente más adelante.

Al 2º tipo pertenecen las vetas de oro-plata y de cobre. Las primeras se ubican en el extremo NW del área estudiada. Las segundas ocurren como vetas de poco espesor distribuidas en varios sectores.

Las vetas con mineralización principal de oro, ubicadas en el Distrito Chancón, se describirán más adelante.

El 3º tipo corresponde al yacimiento Juanita, ubicado en la parte central-norte del área estudiada. Este yacimiento corresponde a diseminación de cobre en diques de pórfido tonalítico y actualmente está paralizado.

El 4º tipo corresponde a áreas de alteración del tipo silicificación-argilización con "gossan" y diseminación de pirita en la mayoría de los casos. Localmente presentan calcopirita y blenda.

Es el tipo de alteración más abundante en el área del proyecto, con gran distribución en la mitad oriental del área.

Las áreas de alteración que corresponden al 5º tipo se hallan restringidas a las Nº 6, Nº 45, Nº 47, Nº 49 y Nº 126.

En todos los casos se desarrollan en las áreas de contacto entre las rocas graníticas (las facies dependen de cada área de alteración) y las rocas de caja, en donde hay desarrollo de silicificación, argilización, y en parte biotitización, con diseminación de pirita, limonita, hematita, y en parte magnetita.



### 3. Relación entre mineralización/alteración y estructura/magmatismo

Como se mencionó en 2, la relación entre mineralización/alteración y estructura/magmatismo depende del tipo de mineralización/alteración.

En el caso del yacimiento El Teniente, la mineralización está relacionada directamente al pórfido dacítico de edad pliocena (Camus, 1975; Matsuhisa, 1982) y en el caso del yacimiento Rosario de Rengo, se relaciona al pórfido dacítico de edad miocénica (SERNAGEMIN-MMAJ, 1983).

En los yacimientos vetiformes no es clara la relación entre el magmatismo y la mineralización.

Se considera que la mayoría de las áreas de alteración que se ubican en el sector del río Los Cipresés y en el sector al sur del río Claro de Rengo, se han formado en la superficie o muy cerca de ella, evidenciado por la combinación de minerales de alteración presentes.

La alteración se desarrolla hasta el nivel de la Formación Coya-Machali, no afectado a rocas ubicadas estratigráficamente más arriba.

Por las evidencias obtenidas, se piensa que estas áreas se han formado por el volcanismo póstumo asociado a la Formación Coya-Machali, y con anterioridad al volcanismo asociado a la Formación Farellones.

En el resto de las áreas de alteración no se observa una relación directa entre el magmatismo y la alteración. Sin embargo, indirectamente se puede establecer esta relación, si consideramos que la distribución de ambos está estrechamente ligada, como se observa en la Fig. II-6.

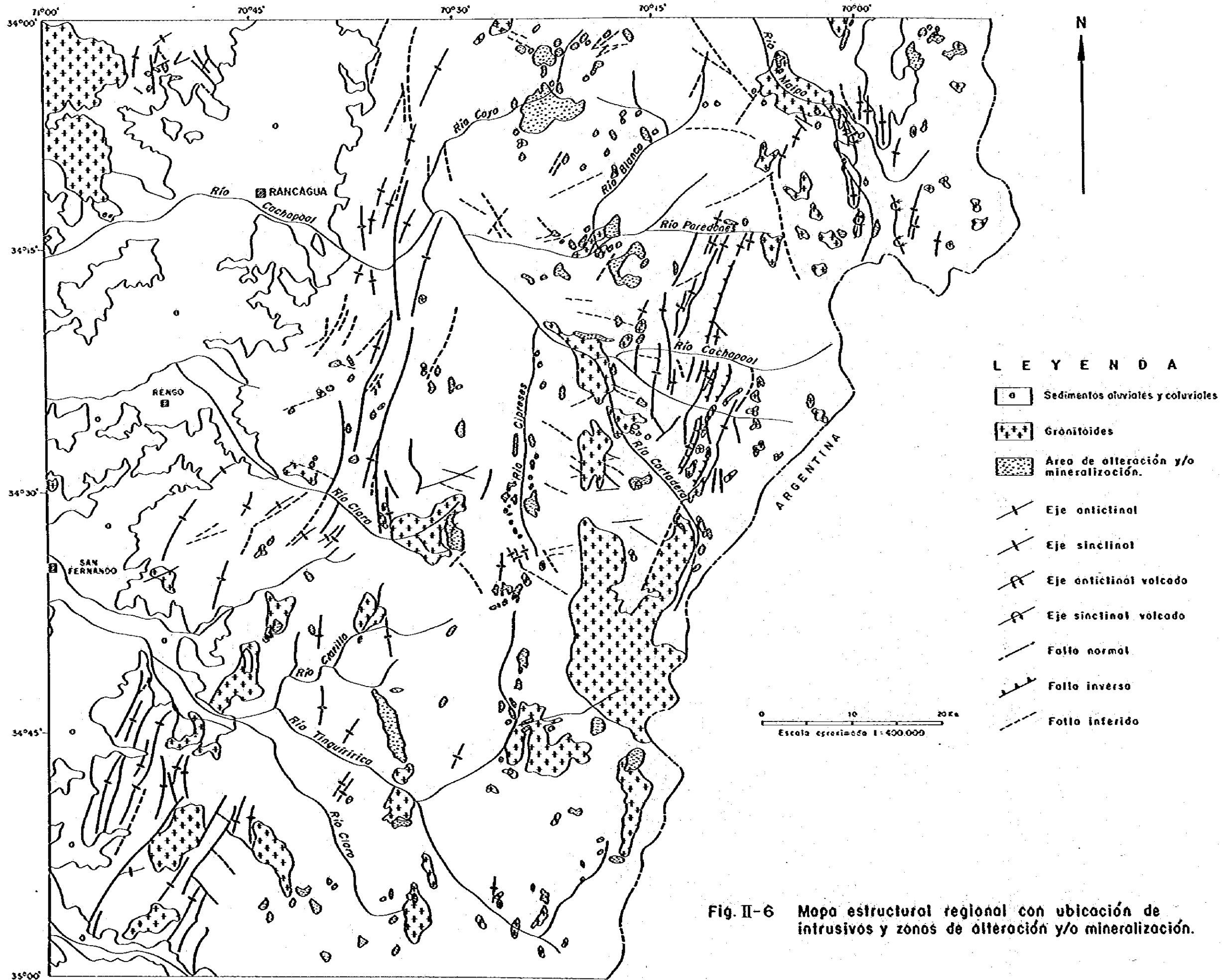


Fig. II-6 Mapa estructural regional con ubicación de intrusivos y zonas de alteración y/o mineralización.