

ANALES 55

RECURSOS MINERALES METALÍFEROS Y METALOGÉNESIS DE LA PROVINCIA DEL NEUQUÉN

República Argentina



Juan Carlos M. Zanettini



RECURSOS MINERALES METALÍFEROS
Y METALOGÉNESIS
DE LA PROVINCIA DEL NEUQUÉN
República Argentina

Juan Carlos M. Zanettini

Normas, dirección y supervisión del Instituto de Geología y Recursos Minerales

**SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO
INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES**

ANALES 55
Buenos Aires 2018

SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO

Presidente: Geól. Julio Ríos Gómez
Secretario Ejecutivo: Dr. Leandro Roca

INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES

Director: Dr. Eduardo O. Zappettini

DIRECCIÓN DE RECURSOS GEOLÓGICO MINEROS

Director: Lic. Eduardo Marquina

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Esta publicación debe citarse como:

ZANETTINI J.C.M 2018. Recursos Minerales Metalíferos y Metalogénesis de la Provincia del Neuquén. República Argentina Anales 55. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. 252pp., Buenos Aires.

Portada: Prospección minera. Grabado del libro «De Re Metallica» (Georgius Agrícola, 1556)
Labores mineras en el cerro Minas, distrito aurífero de Andacollo Prospección minera

A la memoria del colega y amigo Lic. Mario Deza, cultor de la minería neuquina.

ISSN 0328-2333

ES PROPIEDAD DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES - SEGEMAR
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN



Av. General Paz 5445 (Colectora provincia)
Edificio 25 | 1650 - San Martín - Buenos Aires
República Argentina
(11)5670-0211 | telefax (11)4713-1359



Av. Julio A. Roca 651 | 3° Piso
1067 - Ciudad de Buenos Aires
República Argentina
telefax (11)4349-3162 | www.segemar.gov.ar

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	1
1. INTRODUCCIÓN	3
Naturaleza y metodología del trabajo	3
Síntesis de la geografía física	4
2. RESEÑA HISTÓRICA DE LA MINERÍA METALÍFERA	6
3. SÍNTESIS DE LA GEOLOGÍA REGIONAL	16
3.1. ESTRATIGRAFÍA	16
3.2. UNIDADES DE INTERÉS PROSPECTIVO	24
3.3. ESTRUCTURA	33
4. LOS DEPÓSITOS MINERALES	36
4.1. COBRE	38
4.1.1. Depósitos vetiformes	38
4.1.2. Depósitos tipo pórfiro	48
4.1.3. Depósitos asociados a sedimentos	59
4.2. HIERRO	87
4.2.1. Depósitos volcanogénicos	88
4.2.2. Depósitos metasomáticos e hidrotermales vetiformes	90
4.2.3. Depósitos sedimentario-exhalativos y volcanogénico submarinos	100
4.3. MANGANESO	104
4.3.1. Depósitos termales	104
4.3.2. Depósitos sedimentario-exhalativo (VMF)	106
4.3.3. Depósitos sedimentarios	108
4.4. ORO	109
4.4.1. Depósitos vetiformes	109
4.4.2. Depósitos de placer	130
4.5. PLOMO-CINC-PLATA	134
4.5.1. Depósitos vetiformes	135
4.5.2. Depósitos asociados a sedimentos	149
5. ÁREAS FAVORABLES	151
6. ANOMALÍAS	188
6.1. GEOQUÍMICA REGIONAL	188
6.1.1. Anomalías geoquímicas	189
6.2. GEOFÍSICA	191
6.2.1. Geofísica terrestre	191
6.2.2. Geofísica aérea	191
7. METALOGÉNESIS	195
7.1. CLASIFICACIÓN DE LOS DEPÓSITOS MINERALES	195
7.1.1. Depósitos tipo pórfiros (grupo 4)	196
7.1.2. Depósitos metasomáticos (grupo 5)	197
7.1.3. Depósitos epitermales y de transición (grupo 7)	198
7.1.4. Depósitos sedimentario-exhalativos y volcanogénicos submarinos (grupo 8)	200
7.1.5. Depósitos alojados en sedimentos (grupo 9)	202
7.1.6. Depósitos asociados a volcanismo subaéreo (grupo 11)	204

7.1.7. Depósitos de placer (grupo 12).....	204
7.2. EPISODIOS METALOGENÉTICOS Y MODELOS DE MINERALIZACIÓN ASOCIADOS	206
7.2.1. Episodios gondwánicos	206
7.2.2. Episodios patagonídicos	208
7.2.3. Episodios ándicos	208
7.3. FAJAS METALOGENÉTICAS Y METALOTECTOS	212
7.3.1. Faja Colomichicó	212
7.3.2. Faja Neuquina	212
7.3.3. Faja Epulafquen	213
7.3.4. Faja Pino Hachado	213
7.3.5. Faja Huantraico	214
7.3.6. Faja Neuquén Occidental	214
7.3.7. Metalotecto Neuquén Oriental	214
7.3.8. Depósitos aislados	215
8. HISTORIA METALOGENÉTICA	216
9. ASPECTOS ECONÓMICOS	218
10. CONCLUSIONES	222
AGRADECIMIENTOS	223
LISTADO ALFABÉTICO DE DEPÓSITOS MINERALES, ÁREAS FAVORABLES Y ÁREAS CON ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS	224
BIBLIOGRAFÍA	227
ANEXO I. Fichas Mina	244
ANEXO II. Mapa metalogenético de la provincia del Neuquén 1:500.000	

PRESENTACIÓN

El objetivo de esta contribución es ofrecer una actualización de los conocimientos relacionados con el origen de los depósitos de minerales metalíferos de la provincia del Neuquén, tomando como base numerosos aportes de esa índole, publicados e inéditos, realizados por investigadores de organismos estatales nacionales y de la provincia, como también así contribuciones en revistas y congresos geológicos nacionales e internacionales y otras nacidas en empresas privadas.

El producto final lo constituye el mapa minero-metalogenético a escala 1:500.000, que muestra las unidades tecnoestratigráficas, la localización geográfica de los depósitos o asociaciones de depósitos de minerales metalíferos y la distribución de las fajas metalogenéticas, acompañado por la memoria explicativa que describe los atributos geológicos de las yacencias conocidas y la base de datos mineros en forma de tablas que contienen las características esenciales de los yacimientos y manifestaciones.

1. INTRODUCCIÓN

NATURALEZA Y METODOLOGÍA DEL TRABAJO

La contribución tiene como objetivo realizar la evaluación metalogenética de la provincia del Neuquén con el fin de realzar su potencial geológico-minero e identificar y destacar áreas favorables, desarrollando pautas que orienten la prospección y exploración de nuevos depósitos, puesto que los estudios minero-metalogénicos efectuados en los últimos años han permitido establecer la génesis y edad de la mayoría de las yacencias metalíferas de la región.

Esta labor consiste en el ordenamiento de la información existente, mediante la descripción de los depósitos de minerales metalíferos y el análisis de su distribución y sus controles estructurales, litológicos y geotectónicos. En la descripción de los yacimientos, al comienzo de cada una de ellas se citan el o los autores de los que se ha tomado la información agregándose, donde cabe, datos propios para completar la misma.

Para la redacción del texto se han actualizado las denominaciones de las unidades formales, aún en los casos en que se cita bibliografía, considerando las establecidas en el Mapa Geológico de la Provincia del Neuquén (Leanza *et al.*, 2011).

Si bien para identificar los depósitos se utiliza el nombre con que se los conoce, el mapa contiene la representación de yacencias minerales y no de minas o pertenencias mineras.

En la base de datos compilada (Anexo I), se sintetiza la información de 367 depósitos de diverso origen que comprenden minas, agrupamientos mineros e indicios minerales, a los que se agregan áreas favorables para la prospección, insertas en seis fajas metalogenéticas y un metalotecto que contiene, principalmente, yacimientos de formación más o menos coetánea y de igual o distinta tipología aunque genéticamente relacionados.

En este trabajo, a los efectos del mapa minero-metalogenético, se denomina *Agrupamiento* al conjunto de vetas de distinta denominación, aunque de igual mineralización, que constituyen un depósito (por ejemplo: *Agrupamiento Campana Mahuida*: 11 vetas de plomo-plata; *Agrupamiento Huayelón*: 11 vetas de plomo-cinc, entre otros), como también así al conjunto de yacimientos que, con similar mineralización, se encuentran muy próximos entre ellos (por

ejemplo: *Agrupamiento Milla Michicó*: cinco yacencias de cobre vetiforme; *Agrupamiento Barda González*: 13 depósitos de cobre-uranio-vanadio asociados a sedimentos).

En consideración a la geocronología de los depósitos, las fajas están enmarcadas dentro de los distintos episodios metalogenéticos establecidos por Zappettini (1999a) para la República Argentina. Para su representación gráfica se consideran solamente los depósitos primarios, en tanto que los aluvionales no están delimitados.

Las fajas se identifican con el topónimo geográfico principal de donde se desarrollan las mineralizaciones y su diseño responde a la distribución de los depósitos minerales asociados al episodio metalogénico con el que genéticamente se vinculan. Sin embargo, pueden contener mineralizaciones menores de otra tipología y/o edad por superposición de episodios.

El ordenamiento temporal de las fajas sigue la designación de los ciclos orogénicos de la República Argentina, pero ello no implica una ciclicidad en la generación de las mineralizaciones.

Cada depósito o agrupamiento señalado en el mapa está acompañado por un número que permite su búsqueda en la base de datos del Anexo I.

En atención a que son escasos los yacimientos con reservas minerales aseguradas y a la escala del mapa, en éste se indica la situación de cada depósito y/o agrupamiento con el color asignado sólo a la sustancia principal, pudiéndose conocer las secundarias en la base de datos mineros.

Desde el punto de vista metalogenético se observa que en la provincia existen depósitos de distintos tipos o modelos genéticos reconocidos internacionalmente. De acuerdo con ello y al efecto de sistematizar su descripción, en las tablas se los clasifica de acuerdo con las pautas establecidas en la «Normativa para las cartas minero-metalogenéticas de la República Argentina», del Instituto de Geología y Recursos Minerales (Servicio Geológico Minero Argentino, 1998).

Si bien la presente obra está referida a los depósitos de minerales metalíferos, en el capítulo V se consideran mineralizaciones de baritina con significado metalogenético de importancia: depósitos vetiformes de baritina vinculados a sistemas epitermales y de baritina de posible tipo SEDEX ligadas a potenciales mineralizaciones SEDEX Pb-Zn.

La edad de los episodios metalogenéticos que controlan el emplazamiento de los depósitos, en los diferentes estadios de su evolución geológica y tectónica, están representados en el mapa mediante líneas trazadas en distintos colores, que son:

a) Episodios gondwánicos:

- Ocurredos en ambiente de arco magmático (*violeta*) durante el Paleozoico superior, con cobre porfirico y vetiformes de plomo-cinc: Faja Neuquén Occidental.
- Desarrollados en ambientes de rift (*pardo claro*) durante el Triásico superior-Jurásico inferior, con depósitos de tipos BIF y VMF): Faja Colomichicó, y de hierro asociado a sedimentos.

b) Episodios ándicos, sucedidos en ambientes de arco magmático, de cuenca continental y de retroarco, diferenciados en tres ciclos:

- Paleógeno (*rojo*), representado por un arco magmático en el oeste de la provincia con yacimientos de cobre porfirico, epitermales filonianos y metasomáticos: Faja Neuquina.
- Paleógeno a Neógeno (*anaranjado*), indicado en el este y sudeste del territorio por depósitos de cobre, cobre-uranio y MVT asociados a sedimentos: Metalotecto Neuquén Oriental.
- Neógeno (*verde oscuro*), manifestado por magmatismo de arco y mineralización diseminada en la zona limítrofe con Chile: Faja Epulauquen, y volcanismo de retroarco en el este del territorio con depósito de hierro volcánico: Faja Huantraico.
- Cuaternario (*azul*), con depósitos de hierro volcanogénico: Faja Pino Hachado, termales y de placer en ambiente de arco volcánico, que se indican en diferentes localidades.

SÍNTESIS DE LA GEOGRAFÍA FÍSICA

La provincia del Neuquén se encuentra localizada en el noroeste de la Patagonia argentina, dentro del marco delimitado por los paralelos 36°13' y 41°06' de latitud sur, el meridiano 68°00' de longitud oeste y el límite con la República de Chile (fig.1).

Limita al norte con la provincia de Mendoza, al este con la de Río Negro, al sur con la de Chubut y al oeste con la República de Chile.

Desde el punto de vista físico, dentro de la Región Patagónica en que se sitúa, comprende las

subregiones de los Andes Patagónicos, de la Patagonia Extrandina y de los Valles de Regadío.

La primera se extiende en la mitad occidental del territorio presentando diferencias entre el norte y el sur. Hasta los 39° de latitud sur ocurren los Andes de Transición, que presentan una combinación de características regionales propias de la Cordillera Principal y de los Andes Patagónicos, a saber: disminución progresiva de la altura del terreno hacia el sur, descenso del nivel inferior de la nieve permanente, presencia de glaciares y lagos, aumento de las lluvias y de la vegetación arbórea.

Entre sus elevaciones se destacan el cerro Domuyo (4.709 m), el cerro Centinela, el volcán Copahue, el cerro Nevado, el cerro Las Lajas y los encadenamientos de la sierra de Cochicó, Cordón de Flores, Cordillera del Viento, Sierra Trocomán, Cordillera Mandolegüe, Sierra Trolón y Cordillera del Salado.

A los 39° de latitud sur comienzan los Andes Patagónicos que se tornan angostos y, paulatinamente hacia el sur, van perdiendo altura. Se destacan los cerros Chachil, Rucachoroi, volcán Lanín (3.776 m), Huanquihue, Azul y Falkner.

El paisaje del sudoeste neuquino está definido por lagos extensos y, como consecuencia del clima frío con abundantes precipitaciones invernales, bosques frondosos que adquieren gran desarrollo y ascienden hasta los 1.900 metros snm.

Hacia el sur del lago Aluminé se encuentran depresiones transversales ocupadas por lagos alargados, ramificados, profundos y navegables que desaguan hacia el Océano Atlántico y, en un caso, al Pacífico, destacándose los lagos Aluminé, Huechulafquen, Lacar y Nahuel Huapi.

En el oriente, el territorio corresponde a la Patagonia Extrandina, caracterizada por las mesetas o pampas, terrazas, sierras, valles y depresiones.

Las mesetas son extensas planicies horizontales cuyos bordes forman barrancas; en el oeste los mantos de basalto, más resistentes a la erosión, constituyen las bardas. Las terrazas son superficies planas, escalonadas, por las que se desciende desde la meseta hacia los valles y cuencas. Los valles fluviales de los ríos Colorado, Neuquén y Limay son los más notorios de la provincia y han sido aprovechados hidráulicamente con la construcción de embalses. Las depresiones ocupan extensiones de formas y dimensiones variadas, sobresañando el Bajo del Añelo.



Figura 1. Mapa físico de la Provincia del Neuquén

2. RESEÑA HISTÓRICA DE LA MINERÍA METALÍFERA

La información del presente capítulo ha sido extractada y modificada de Catalano (2004) y Danieli y Casé (2004).

Con posterioridad a la puesta en vigencia del Código de Minería, en 1887, la oficina de minas de la provincia del Neuquén recibió de los particulares la solicitud de registro y adjudicación de numerosas manifestaciones de descubrimiento de minerales metalíferos que, de haber sido en gran parte verdaderas minas económicamente explotables, hubieran hecho del territorio uno de los principales productores de metales del país.

Esos hallazgos solamente han permitido diseñar una industria minera modesta y, en general, poco participativa en la economía provincial. En realidad, han servido para indicar los puntos donde se ha manifestado la presencia de sustancias minerales, pero no han sido suficientes para construir una industria minera verdadera y activa en el ramo de los minerales metalíferos. Las causas de la situación contradictoria que ha mostrado a lo largo de los años el catastro minero, de muchas minas registradas pero sin una industria proporcionada a la cantidad de los hallazgos, son difíciles de explicar.

Recién en la última década del siglo XX se advierte el comienzo de una modificación en su fisonomía tradicional. Neuquén, una provincia de pequeños y numerosos yacimientos metalíferos, como también así de no metalíferos, con una propiedad minera en su mayor parte inactiva, ingresó a una etapa de importantes yacimientos metalíferos, especialmente en el terreno del oro, la plata y el cobre que han cambiando el rasgo tradicional del trabajo minero, hasta hace poco tiempo en escala de pequeños volúmenes y eminentemente artesanal.

ÉPOCA PRE-COLONIAL

Los nativos que habitaban la región antes del arribo de los españoles, conocían muy bien los metales y substancias minerales que podían hallar en sus dominios y no carecían de nociones de metalurgia, pues beneficiaban y labraban la plata y el cobre.

Así los puelches, en el norte de la provincia, obtenían sal en las salinas del Pum Mahuida, de Auquincó y de Truquico, en tanto que en el centro y sur los pehuenches dominaron el oficio de extraer y moldear la plata que utilizaban para ornamentar las prendas de sus caciques.

Quienes practicaban este oficio, denominados *retrafe* en lengua mapuche (herrero, platero), confeccionaban los elementos necesarios para su trabajo, siendo la plata traída del paraje conocido como Campana Mahuida, al sur de Loncopué, «*en donde se encontraba a flor de tierra formando un pedregal*» (Alvarez, 1981).

Testimonios de la actividad minera prehispánica en la provincia son las piezas arqueológicas consistentes en adornos auriculares, pulseras y colgantes de tipo cuadrangular hallados en cuevas o enterratorios mapuches, en la comarca del alto Aluminé o en las excavaciones del cementerio Las Lajitas (Podestá y Pereda, 1979), ya que estos objetos acompañaban al difunto junto con las prendas que le habían pertenecido en vida, para que sirvieran a su dueño en el mundo de su resurrección (Albert, 1893).

ÉPOCA COLONIAL

Durante la primera época de la colonia la región patagónica, en general, tiene una historia minera adornada por la fantasía de los exploradores y carente de hechos históricos y de acontecimientos mineros concretos.

Inaccesible aún al trabajo minero, se incorpora a esta actividad a fines del siglo XIX, prácticamente después de la Campaña del Desierto (1878-1883), llevada a cabo por el General Julio A. Roca.

A pesar de esta ausencia del quehacer minero, se conocen algunos antecedentes de la época inicial de la conquista y posteriores trabajos de aprovechamiento de oro que encararon pobladores chilenos en las zonas fronterizas de Neuquén, en tanto que los nativos explotaban esporádicamente los afloramientos de sal.

Dando crédito a la leyenda de la ciudad de los Césares, el español Juan Ramírez de Velasco sintió interés por esta región y en 1586 solicitó al rey de España que se le concediera la provincia denominada Los Césares. En 1604, Hernando Arias de Saavedra, conocido como Hernandarias, partió de Buenos Aires hacia la Patagonia en búsqueda de esa ciudad y en 1620 lo hizo Jerónimo Luis de Cabrera, nieto del fundador de Córdoba, pero debió regresar por la hostilidad de los nativos.

Más tarde, otras expediciones partieron desde Chile para obtener oro, siendo también frecuentes

las incursiones de los pobladores chilenos para explotar los salares de Pichi Neuquén, Huitrín, Chorriaca y Truquico (Alvarez, 1981).

EL PRIMER REGISTRO

Desde fines del siglo XIX la provincia fue objeto de estudios geológicos y, sobre todo, mineros.

La primera manifestación de descubrimiento de minerales de plata se registró en 1886 en la comandancia de la 1ra. Brigada de la División Río Negro y Neuquén del Ejército Argentino establecida en Ñorquín, la capital inicial del territorio.

En el Registro de Pertenencias del entonces Departamento Nacional de Minas y Geología, quedó anotado:

«Tomás Bovadilla, de profesión minero, natural de la Provincia de Talca (Chile), vecindado en Ñorquín, a Uds. respetuosamente digo: Que he descubierto una veta de minerales de cobre plateado en la Sierra que llamaré Esmeralda, por no tener otro nombre. Esta está situada a cinco leguas de Trile, al Sud, el rumbo de dicha veta es al parecer de Sud a Norte y se encuentra entre dos quebradas que gira una casi paralela con la veta y la otra con rumbo Este a Oeste. Los metales que contiene la veta de mi descubrimiento son cobre plateado con cuarzo y en ella labraré una mina que denominaré desde ahora «Descubridora», en conformidad por lo dispuesto por las ordenanzas de Méjico y que al presente rige como Ley en la República, a Uds. suplico se digne hacerme merced de las pertenencias a que me dan derecho las citadas ordenanzas y lo que precisaré dentro de los diez días que determina el art. 1º del Título VI. Es justicia la que espero merecer de Uds. Tomás Bovadilla.- Anótese como corresponde y fíjese la fecha de su presentación. Ñorquín, mayo 1-1886. Saturnino Forio (Sello: División Río Negro y Neuquén. 1ª Brigada). Queda anotado, se presenta en fecha 1ero. del corriente. Ñorquín, mayo 2-1886. Pedro Roberts. (Sello: 2ª. División del Ejército Nacional. Detall de la 1ª. Brigada). Ñorquín, oct. 22/86.- Vuelva al interesado para que con arreglo a la ley de la materia determine con precisión el lugar de la ubicación de la mina. Olascoaga - Norquín 27 Octubre '86. Señor gobernador. Aclaramos el punto que da mérito al decreto anterior. Digo a V.S. que la situación de la mina aquí denunciada se halla a tres o cuatro leguas al sur del arroyo Frile y muy próximamente donde corta la línea NO.SE. que marcan

los cerros respectivos Pul Mahuida y Aula Mahuida. Tomás Bovadilla. Norquín, 28/86...».

LOS DISTRITOS AURÍFEROS

A fines del siglo XIX comenzaron a buscarse y explotarse algunos depósitos auríferos en la región patagónica, primero en las costas aluvionales de Santa Cruz y Tierra del Fuego y, algo más tarde, en los distritos metalíferos de los territorios de Neuquén y Chubut, a medida que avanzaban las campañas militares del desierto y la conquista y ocupación de los territorios aborígenes.

El conocimiento del oro en la comarca por parte de los jesuitas data del año 1760, siendo ellos quienes iniciaron la actividad minera en la misma, aunque es posible que los nativos ya supieran del oro debiendo relacionarse con ello el nombre de algunas localidades y arroyos, como Milla Michicó (*oro debajo del agua*), y la leyenda de que en el cerro Domuyo se encuentra un gran tronco de oro escondido por ellos durante la época de los conquistadores (Leidhold, 1942). Asimismo, entre los viejos mineros de Andacollo subsiste la leyenda de la mina de oro de los jesuitas, quienes, por indicación de los nativos pehuenches, habían descubierto y explotaron una mina de oro localizada en la costa del río Neuquén entre el cerro Colo y el paraje Cura Mallín. Cuando fueron expulsados de América en 1767, los misioneros tapiaron la entrada a la mina con un derrumbe, pero habrían dejado a otros misioneros el secreto de su ubicación y se habría seguido extrayendo oro hasta la llegada del ejército argentino en 1879. Dicen que cerca del cajón de los Guanacos hay una grieta angosta y profunda que permite llegar hasta el centro de la mina.

Hacia 1890 llegó a Chos Malal, reciente capital del territorio, el ingeniero de minas norteamericano Corydon P. Hall. Historias y comentarios sobre la existencia de placeres auríferos en inmediaciones de las serranías que rodean al poblado atrajeron su atención, ya que había actuado en minería en su tierra de origen. El coronel Manuel J. Olascoaga, gobernador del entonces Territorio Nacional de Neuquén, viendo las mejores disposiciones del minero hacia aquellos lugares, invitó al Ing. Hall a efectuar una expedición de cateo.

«Armados con picos y palas los peones que los acompañaban se pusieron a la labor a orillas del Neuquén. Se lavaron las arenas extraídas y en un residuo de hierro magnético aparecieron en la vasija relucientes pepitas de oro...» (Albert, 1893).

Gregorio Alvarez, en su «*Historia del oro en la provincia del Neuquén*», narra que se constituyó una compañía minera dirigida por el Ing. Hall, de la que fue socio el coronel Olascoaga, la cual comenzó a explotar, en la cordillera, un yacimiento de oro en veta perteneciente al cacique Ancán. El emprendimiento fracasó porque no se trabajaba con maquinaria adecuada y porque en 1902 el establecimiento fue asaltado y asesinados sus dirigentes y encargados, entre ellos Corydon P. Hall.

A partir del emprendimiento del Ing. Hall, varios mineros comenzaron a explotar los aluviones con oro en las comarcas de Milla Michicó y Malal Caballo, en la Cordillera del Viento.

Esta actividad fue cobrando significación económica, como lo acredita la cantidad de metal extraído entre los años 1893 y 1903 que ascendería a 630 kilogramos. Se afirma que entre 1892 y 1903 en los lavaderos de Milla Michicó llegaron a trabajar 311 obreros, además de otro centenar que sólo lo hizo esporádicamente (Massés *et al.*, 1994).

Ante la autoridad minera nacional se presentaron numerosos pedimentos de concesiones de pertenencias para explotar esos aluviones por establecimiento fijo, aumentando el ritmo de trabajo especialmente en las áreas del arroyo Milla Michicó y sus afluentes, pero como en ningún caso se cumplieron las exigencias legales de instalar maquinaria para procesar grandes volúmenes de arenas, al realizarse una inspección minera general, en 1908, sólo permanecieron los pedidos pertenecientes a Clodomiro Quiroga y Enrique Cibils.

El posterior descubrimiento de vetas de cuarzo aurífero, orientó la atención de los cateadores hacia ellas y muy pronto se establecieron en la comarca dos nuevos centros mineros situados sobre el arroyo Huaraco: uno formado por el grupo de minas del señor Alfredo Ossa, que dio nacimiento a la compañía Neuquén Proprietary Gold Mines, en 1906, con apoyo de capitales ingleses radicados en Chile, que trabajó las vetas auríferas de las minas *Rosario*,

Sofía, Buena Vista, Eduardo, Santa Elena, Fortuna, Socavón Presidente, Señora Amelia, Socavón Rosenberg y otras, pertenecientes al grupo de Alfredo Ossa, Mc Clelland y Sandford, la cual también instaló una usina para aprovechar la fuerza hidráulica del arroyo Huaraco y maquinaria importada de Inglaterra. El mineral se beneficiaba mediante el proceso de trituración y amalgamación directa, destilándose la amalgama en un horno. Esta compañía habría ejecutado más de 3.600 m de labores en los diversos depósitos, poco profundas, para aprovechar el mineral oxidado. En 1908 había producido 42 kg de oro.

También operaron en minas de oro la sociedad de Angel Salas y Clodomiro Quiroga, en la comarca del arroyo Trasquila, la Compañía Minera de Oro del Neuquén, en el arroyo Aguada Mallín, y en 1906 actuaba la empresa Dewey y Balintje en el cerro Cuernos del Diablo, además de numerosos lavaderos que trabajaban en forma artesanal con instrumentos como el plato, la batea, la cuna o la canaleta.

Simultáneamente, desde 1907 y hasta 1910, operó la Compañía Minera La Julia, del grupo de Clodomiro Quiroga, que explotó los yacimientos auríferos vetiformes próximos al arroyo Huaraco y benefició el mineral en un pequeño trapiche instalado en la ribera de ese arroyo, y la pequeña sociedad Angel Salas y Clodomiro Quiroga (Vatín y Barrié, 1911).

Sobre la base de la Compañía Minera Exploradora del Neuquén (Guillermo Schmidt y Cía.), en 1908 se constituyó la Compañía Aurífera de Neuquén, para encarar trabajos de aluvión en la zona del arroyo Huinganco. Fue ésta una de las sociedades mineras auríferas más antiguas y precursora en la región, cuya actividad también se paralizó en 1910 (fig.2).

En sus padrones de 1905, Neuquén exhibía la mayor cantidad de minas solicitadas en todo el territorio patagónico las cuales, en su gran mayoría, se referían a yacencias de cuarzo aurífero y oro aluvional y, además, a minas de minerales de plata, cobre y



Figura 2. Bar minero en Huaraco. Ubicado sobre la ruta provincial 39, es una antigua construcción de adobe, piedra y techo de cartón, que funcionaba como bar y lugar de encuentro y festejo de los antiguos mineros.

plomo. En esa época la provincia se presentaba como uno de los territorios patagónicos mayormente dotados de importantes reservas de oro, especialmente en yacimientos de veta, explotadas todas en pequeña escala.

Al finalizar la primera década del siglo XX la «fiebre del oro», que marcó un período definido en el territorio del Neuquén como también así en otros puntos del país desde fines del siglo XIX, decayó hasta la paralización casi total de la actividad extractiva, aunque continuó en pequeña escala especialmente en yacimientos de veta (fig.3). La situación quedó reflejada en la Guía para la Exposición de Turín, de 1911, preparada por la División de Minas, Geología e Hidrología del Ministerio de Agricultura de la Nación:

«Durante el año 1909 estaban trabajando algunos mineros particulares y tres compañías mineras. Si al principio del año reinaba bastante actividad en las minas, por el contrario al fin del año había una paralización casi completa, consecuente según parece al agotamiento de los capitales disponibles.... En particular debe señalarse que se han hecho verdaderas instalaciones de explotación, sin haberse asegurado de la naturaleza del mineral que debían producir las vetas en profundidad, y sin estudiar con suficiente detención la naturaleza misma de los minerales» (Hermitte y Montes de Oca, 1911).

No fueron pocas las crónicas locales que, por su parte, reflejaron los fracasos del momento. Refiriéndose a ellos la Revista Mensual Noticiosa Social y de Actualidades, publicada en Zapala, comentaba en un artículo aparecido en su número 1 de enero de 1930:

«...cientos de hombres soportando las más crueles intermitencias de la temperatura lavaban las arenas, abrían zanjones buscando vetas ricas en mineral y captaban vertientes para llevarlas a kilómetros de distancia, entre piedra y piedra, e improvisar un nuevo lavadero. Pero el oro no aparecía en la medida soñada. La Gold Mines no salvaba los gastos de su numeroso personal, pródigo en vicios; un buen día máquinas e instalaciones fueron abandonadas en la montaña, lo propio acontecía luego con la «Gloria» y la «Compañía Minera de Chile», iniciándose el desbande...»

En la década de 1940 varios factores confluyeron para despertar el interés por reactivar explota-

ciones mineras abandonadas y alentar la búsqueda de nuevos depósitos, entre ellos la suba del valor del oro a nivel internacional.

Desde 1935 el minero Pedro Hentrich, entre otros, trabajó durante varios años yacimientos vetiformes de oro en la comarca de Andacollo.

En el año 1942 se constituyó la compañía Butler y Virant para explotar las vetas Erica y Aurora, descubiertas en 1933 por los dos integrantes de la sociedad en Huinganco, lo que fue efectivo hasta 1947.

En aquel año numerosas propiedades del cerro Minas pasaron a la empresa Selección Minera Argentina S.A. la cual, en 1946, transfirió sus derechos mineros al señor Aurelio Leonardi, quien formó la Empresa Minera Huaraco S.R.L. (Stoll, 1957), que instaló una planta regional con el apoyo del Banco Industrial de la República Argentina, la cual fracasó luego de varios años de ensayos y trabajos. Las labores en la veta *Sofía*, una de las más importantes de la empresa, comenzaron de manera regular en 1947 y continuaron hasta mediados de 1949.

De acuerdo con lo registrado en la Estadística Minera de la Nación la producción total de oro en la comarca de Andacollo fue, desde 1909 a 1945, de aproximadamente 700 a 800 kg de oro fino.

Para la comarca, como también así para Chos Malal, corresponde tener en cuenta el oro obtenido en los lavaderos y explotaciones individuales de tipo artesanal, cuyos volúmenes de producción no se pueden establecer con certeza dadas las condiciones en que trabajaban los productores y las formas de comercialización del producto, entregado generalmente en trueque a los comerciantes locales.

Probablemente la cifra de producción aurífera debió ser mayor, aún cuando no existen registros confiables sobre ella. Según Stoll (1957) en el vera-



Figura 3. Elementos necesarios para lavar oro: plato de madera, poruña, frasco con mercurio, piqueta, tostador de amalgama y fleje para raer el oro que se encuentra entre las grietas de las rocas. Fot. Ing. C. Bravo, enero de 1934, Archivo Histórico Visual, SEGEMAR, IGRM.

no de 1948 unos treinta mineros trabajaron en el arroyo Milla Michicó y sus tributarios, con una recuperación media diaria de dos gramos de oro por minero (fig. 4 y 5).

En 1940 funcionó durante algunos meses una agencia volante que adquiría oro a los pequeños mineros de Andacollo, Chos Malal y zonas vecinas.

Después de algunos altibajos, a partir de la penúltima década del siglo XX y comienzos del XXI el oro ha vuelto a tomar impulso y a interesar, especialmente, a las empresas de mayor capacidad económica en el plano internacional.

En 1975 comenzó a operar la empresa del estado provincial Corporación Minera del Neuquén S.E.P. (CORMINE S.E.P.), destinada a apoyar y reactivar la minería de la provincia. Dio prioridad a la minería del oro con el apoyo de la Dirección General de Minería de la Provincia, la cual realizó los primeros trabajos de reconocimiento en los aluviones del cerro Mayal con el objeto de determinar el potencial de los mismos. En 1980 reactivó la explotación de las minas *Erika* y *Julia* y, entre 1981 y 1987, la exploración preliminar de oro de placer en los aluviones del río Neuquén y en los arroyos inmediatamente al sur de Andacollo.



Figura 4. Mineros quemando amalgama de oro en cerro Mayal, Chos Malal. Fot. Ing. C. Bravo, diciembre de 1933, Archivo Histórico Visual, SEGEMAR, IGRM.



Figura 5. Minero lavando llampo en una canoa, aprovechando el caudal del arroyo Huayelón, Huayelón. Fot. Ing. P. Sgrossso, fines de 1932, Archivo Histórico Visual, SEGEMAR, IGRM.

Casi al mismo tiempo, de 1985 a 1988, la empresa Minera Hattor exploró el aluvio del río Neuquén entre Andacollo y Chos Malal y a comienzos de la década de 1990 el sector del cerro Mayal conocido como La Herradura fue explorado por Sikaman Gold Resources Ltd.

Luego de establecerse el Área de Reserva Andacollo a favor de CORMINE S.E.P., este organismo firmó convenio con la empresa Placer Dome International Exploration Inc. la cual, desde 1993 hasta 1995, realizó trabajos de exploración por oro que estuvieron focalizados en dos sectores ubicados a dos kilómetros al oeste del paraje La Primavera, en el área del cerro Lamedero, y entre 1996 y 1998 Cameco Argentina S.A., también por convenio con CORMINE S.E.P., orientó su quehacer a la revisión e interpretación de trabajos anteriores y a la ejecución de nuevas tareas de exploración.

Finalmente, en 1998, la empresa del estado provincial, titular de los derechos mineros, celebró un contrato de usufructo de las minas de cuarzo aurífero *Erica*, *Julia* y *Sofía*, integrantes de la reserva fiscal provincial Andacollo, con la empresa Minera Andacollo Gold S.A. (MAGSA), lo cual motivó el reinicio de las actividades de explotación de las minas y exploración del área reservada, que se extendió hasta fines de 2014.

En mayo de 2015 se comunicó la finalización «de hecho» del contrato de concesión y a fines del mismo año se abrió un proceso licitatorio destinado a empresas u organizaciones, con el objeto de rehabilitar la explotación. Concluido el proceso en setiembre de 2016, se adjudicó la explotación de Andacollo a la minera Trident Southern Explorations SPA.

LOS DISTRITOS PLUMBÍFEROS

En las primeras décadas del siglo XX comenzaron a operar las minas de plomo, la mayoría de ellas de pequeño tamaño, cuyas actividades se prolongaron, en ocasiones, hasta las décadas de 1960 y 1970.

En 1889, la sociedad Schmidt y Cía. solicitó al coronel Manuel José Olascoaga, primer gobernador del Territorio del Neuquén, una mina de galena en las sierras de Campana Mahuida, aclarando en su petición que la misma se encontraba sin moradores y en completo estado de abandono y que había sido descubierta por Tomás Bovadilla, de nacionalidad chilena.

En realidad, las minas de Campana Mahuida fueron descubiertas en 1882 por otros mineros chilenos que las pirquinearon; algunas de ellas fueron

exploradas hasta 10m de profundidad (Avé Lallement, en Fernández Lima y Monchablón, 1970).

Los trabajos ejecutados por Schmitdt y Cía. fueron continuados a partir de 1906, con magros resultados, por la sociedad Esquivel y Cía. en las vetas *La Florida, Amelia, Carmela, Carmen y Teresa*.

Entre 1912 y 1920, estas antiguas minas de plomo fueron objeto de explotaciones más o menos sistemáticas y de nuevos trabajos de exploración que, a partir de 1929, condujo la Compañía Minera Metalúrgica Sudamericana.

Sin embargo, la exploración y explotación a gran escala de los depósitos del área se inició con la constitución de la Cía. Minera Campana Mahuida, en 1947, la que contó con el apoyo financiero del Banco Industrial de la República Argentina. El emprendimiento en las antiguas vetas *Lastenia, Amelia* y otras, algunas de las cuales ya habían sido explotadas a fines del siglo XIX, no obtuvo los resultados esperados y años más tarde los trabajos quedaron definitivamente abandonados.

Con intermitencia también fueron explotadas las minas del agrupamiento plumbífero Huayelón, unos 20 km al este de Campana Mahuida, halladas alrededor de 1890.

Como empresa dedicada a la producción de plomo en pequeña escala corresponde citar a la compañía Tirasso Hnos., instalada en el cerro Huayelón con las minas *Victoria, La Juanita, Mercedes y La Argentina*, cuyas primeras actividades datan de la década de 1920 constituyendo una de las empresas de menor tamaño con trabajos más constantes de la época.

De los yacimientos se obtenía un concentrado de plomo con ley del 75 % Pb, que se enviaba a Villa Lugano para su fundición, pero en 1930 la empresa instaló, en el sitio, un horno de tipo escocés con una capacidad de dos toneladas diarias, utilizando leña de molle del lugar. El metal se transportaba en carretas hasta Las Lajas y desde allí a la estación Zapala.

Los primeros envíos de plomo en lingotes fueron de 29 t en 1930 y 131 t en 1931, registrándose una pequeña producción de 33 t en 1933 y de 15 t en 1934.

Un nuevo emprendimiento, en la década de 1950, estuvo a cargo de la Compañía Minera Curacó, que operó con escasos resultados.

Mejor fortuna tuvo la explotación de minerales de plomo en la mina *Carreri TG*, al este del cerro Atravesada, sierra del Chachil, la cual en el período 1948-1949 produjo 78 t de mineral con una ley de

71,84 % de plomo. Trabajaban en ella entre 20 y 25 obreros.

EL COBRE Y EL HIERRO

La alteración del comercio mundial como consecuencia de la Segunda Guerra Mundial limitó la importación de minerales que satisfacían las necesidades del país, promoviendo así el desarrollo de una industria nacional que fue importante consumidora de las sustancias que provenían de las provincias y territorios nacionales.

Favorecida por esta circunstancia, en 1942 se inició en la provincia la producción de minerales de cobre que la ubicaron como la principal productora del país, con unas 2.000 t de minerales de oxidados de cobre que fueron extraídos del yacimiento El Porvenir, próximo y al sur de Cutral Có (Fernández Lima, 1978).

Algunos de los numerosos yacimientos de hierro, de pequeño tamaño y hoy inactivos, registrados desde antiguo en la provincia, tuvieron escasas producciones que se destinaron a la industria del cemento y a la obtención de pigmentos y productos químicos.

Sin embargo, ninguno de esos depósitos, por sus características de bajas leyes o reducido volumen de reservas, ha probado que reúne las condiciones necesarias para instalar una actividad minera y fundidora de hierro continuada y a escala económica.

LA EXPLORACIÓN DE LOS MINERALES NUCLEARES

En 1952 una comisión geológica de la Dirección General de Fabricaciones Militares, encabezada por el Dr. Luis Barrionuevo, que prospectaba mineralizaciones cupríferas asociadas a sedimentos en el Grupo Neuquén (= Formación Diamante) (Cretácico superior) de la comarca de Agua Botada, en el sur de la provincia de Mendoza, halló minerales de uranio asociados a los de cobre en el yacimiento *Cerro Mirano*, dato que verbalmente se trasladó a la Comisión Nacional de Energía Atómica (Barrionuevo, 1953).

De allí en más, la Comisión realizó el estudio de los depósitos de esa comarca y, considerando las características geológicas de ellos, elaboró un plan de prospección radimétrica terrestre y aérea de regiones semejantes de la provincia del Neuquén (fig. 6).

Nos dicen Toubes *et al.* (1978) que su ejecución, a partir de 1955, mostró la existencia de yacencias cupro-uraníferas asociadas a sedimentitas de

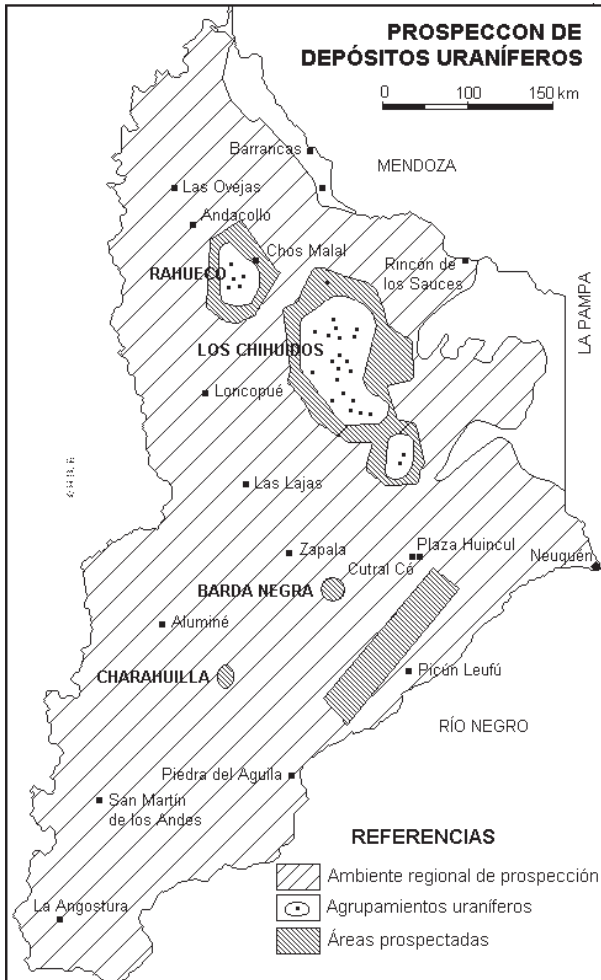


Figura 6. Mapa de la prospección de uranio realizada por la Comisión Nacional de Energía Atómica (tomado de Belluco et al., 1974 y Rojas, 2011).

las Formaciones Lotena, Quebrada del Sapo, Tordillo, Bajada Colorada, Rayoso, Candeleros, Huincul y Portezuelo.

Los trabajos iniciales llevaron a la revisión de zonas mineralizadas y yacimientos conocidos de cobre, plomo, asfaltitas y caolín al sur de Chos Malal, delimitándose una región favorable en Los Chihuidos, al este del río Neuquén.

La prospección aérea hizo reconocer manifestaciones radiactivas en las comarcas de Las Cárcel (Chihuido Sur) y de Paso de los Indios, al norte de Cutral Có, a la vez que se hicieron estudios al sudoeste de Chos Malal, en las comarca de Rahuco, y al sur de Zapala, en Barda Negra y Charahuilla.

Asimismo, se realizaron estudios geoquímicos sobre muestras obtenidas durante las tareas prospectivas del Plan Cordillerano en la cordillera del Viento, sierra de Catan Lil y lagos Ñorquinco y Pilhué.

Las tareas de prospección en la provincia se extendieron hasta 1976, sobre una superficie de

45.000 km², hallándose numerosos depósitos de minerales de cobre-uranio, que no resultaron aptos para una explotación económica.

LA PROSPECCIÓN ESTATAL

La prospección estatal, bajo el régimen de las reservas mineras fiscales, comenzó a desarrollarse a partir de 1940, con la sanción de leyes y decretos nacionales que suspendieron, en comarcas de interés geológico y minero del territorio, el trámite de los pedimentos mineros particulares regulados por el Código de Minería para afectarlas a la exploración y explotación estatal.

Estas medidas de excepción se incrementaron a partir de la década de 1960, en que el alcance y propósitos de las reservas aparecen justificados por los sucesivos planes estatales de prospección geológica y minera a gran escala en distintas regiones del territorio nacional, con la intervención de la Dirección General de Fabricaciones Militares, la Secretaría de Minería de la Nación, la Comisión Nacional de Energía Atómica y las Direcciones de Minería de varias provincias, cada una en su campo de actuación específico.

La Dirección General de Fabricaciones Militares, principal protagonista de la experiencia, fue creada mediante la ley nacional 12.709 del año 1941, estando facultada para actuar como empresa minera del Estado Nacional, con atribuciones para solicitar permisos y concesiones de exploración y explotación de una importante cantidad de minerales considerados estratégicos y necesarios para la fabricación de materiales de guerra, entre ellos cobre, hierro, manganeso, wolframio, aluminio y berilo (Catalano, 1984).

La revista Economía Minera, en su número 68 de agosto de 1961, comentó:

«La Dirección General de Fabricaciones Militares, organismo más conocido e identificado por la sigla FM, se apresta a encarar una realización sin precedentes en la minería argentina, tanto por su característica como por su magnitud. Se trata del relevamiento aerofotogramétrico de una zona cordillerana que abarca aproximadamente 140.000 km², comprendida en los límites de las provincias de Mendoza y Neuquén ...».

Con el objetivo de identificar mineralizaciones de cobre y molibdeno del tipo diseminado, caracterizados por su gran volumen y baja concentración de metales, en la región cordillerana de Neuquén, como también así en las de Mendoza y San Juan, desde

1963 hasta mediados de 1968 se llevó a cabo el Plan Cordillerano por convenio entre las Naciones Unidas y el gobierno argentino, ejecutado por los organismos estatales antes mencionados.

El programa comprendió una primera etapa de compilación geológica, interpretación fotogeológica y exploración geoquímica regional por cobre, molibdeno, plomo y cinc, que permitió seleccionar en Neuquén 15 áreas de interés que comprendieron distritos mineros, zonas de alteración hidrotermal y otras manifestaciones minerales que constituyen, aún hoy, el centro de atención de todo nuevo reconocimiento o exploración que se reinicia (fig. 7).

En una segunda etapa, sobre esas áreas se efectuaron estudios geológicos y geoquímicos con distintos grados de avance, como también así relevamientos geológico detallado, topográfico, geofísico y perforaciones a diamantina en el área de Campana Mahuida donde, finalizada la primera etapa de exploración y detectadas las posibilidades de mineralización diseminada de cobre, la Dirección General de Fabricaciones Militares transfirió la continuación de la exploración a la actividad privada mediante un contrato con opción a explotación.

Con la misma finalidad, este Plan continuó desarrollándose en las tres provincias como Cordillerano Centro desde la finalización del anterior hasta mediados de 1969, ejecutado por la Dirección General de Fabricaciones Militares y la Secretaría de Minería de la Nación en convenio con las provincias involucradas, investigándose en Neuquén cuatro áreas de interés mediante estudios geológicos y geoquímicos, además de perforaciones a diamantina en una de ellas (*Los Maitenes-El Salvaje*), enfocados a mineralización cuprífera diseminada.

Asimismo, entre 1973 y 1978 la Dirección General de Fabricaciones Militares llevó a cabo estudios más detallados en cinco de las áreas reservadas, llegando en el caso de Campana Mahuida al nivel de evaluación económica.

Posteriormente las áreas pasaron a manos de la provincia bajo la figura legal de Areas de Reservas Mineras, de las que se hizo cargo la Dirección General de Minería de la Provincia y, posteriormente, se transfirieron a la Empresa Minera Provincial, CORMINE, creada en 1975.

Reconocimientos igualmente importantes fueron llevados a cabo por el Servicio Nacional Geológico Minero en el marco del Plan Patagonia-Comahue Geológico Minero, desarrollado desde mediados de 1973 hasta 1986 por convenio con las provincias patagónicas, a través del cual la Fuerza Aérea com-

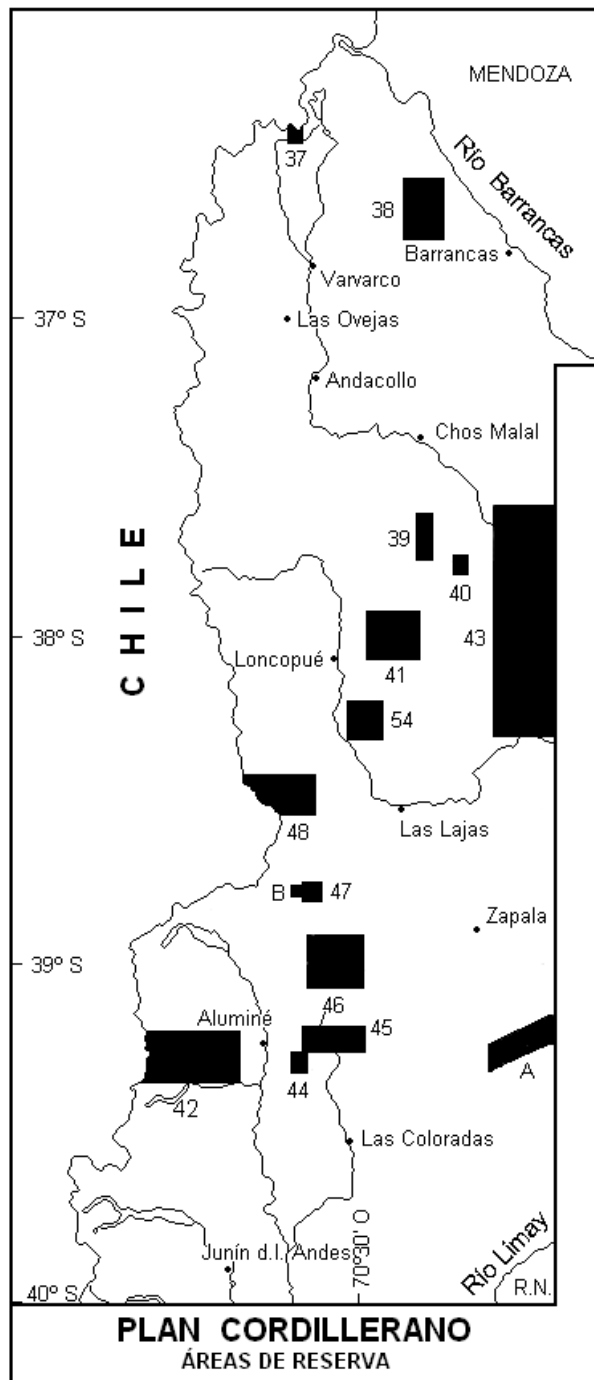


Figura 7. Ubicación de las áreas reservadas por el Plan Cordillerano: 37 Varvarco, 38 Domuyo, 39 Naunauco, 40 Paso Huitrín, 41 Colipilli, 42 Lago Guillén, 43 Río Neuquén, 44 Catatún, 45 La Voluntad, 46 Mina Carreri, 47 Arroyo Blanco, 48 Codihue, 54 Campana Mahuida, A Barda Negra y B Arroyo Manzano (tomado de Plan Cordillerano, 1970a)

pletó el relevamiento aerofotogramétrico de la región patagónica cordillerana.

El objetivo del mismo, en Neuquén, fue la prospección sistemática de depósitos de minerales metalíferos y la evaluación de manifestaciones, yacimientos y distritos mineros conocidos en las regiones situadas al este del meridiano 69°45' de longitud oeste y al sur del paralelo 40°00' de latitud sur

hasta los límites provinciales. Para dar cumplimiento al programa se realizó compilación geológico-minera, interpretación fotogeológica, geología expeditiva y reconocimientos aéreos que permitieron individualizar un área de interés aurífero en el sur de la provincia.

A partir de la década de 1990 varias de las áreas lograron reactivarse, al liberarse a la acción de los particulares, mediante negociaciones y licitaciones llevadas a cabo como resultado de los nuevos conceptos políticos prevalecientes en el país, que limitaron la participación estatal en las actividades económicas.

De ahí en más, los contratos celebrados por la provincia con respecto a esas áreas, dejaron a cargo de las empresas privadas la conclusión de las tareas de exploración, aunque previendo la participación estatal en la economía resultante de los trabajos de explotación que eventualmente se realizaran, manteniendo el Estado Provincial la propiedad de los yacimientos.

A nivel nacional, cabe señalar que el régimen de las reservas de áreas, institucionalizado en el Título XXI del Código de Minería, se mantiene en vigencia para uso de las provincias, aunque su utilización se ha hecho poco frecuente debido a la mayor intervención de las empresas privadas en la investigación del territorio, coincidente con las reformas introducidas en los últimos años en la regulación de los derechos exploratorios del Código de Minería.

Es de hacer notar que el Estado Nacional, en el desarrollo de este proceso exploratorio realizado en las áreas de reserva, no excluyó de la acción prospectiva a la iniciativa privada, pues ésta participó sin restricciones en la investigación de los recursos geológicos y mineros existentes en las zonas libres de reservas.

A la larga, la empresa privada fue la beneficiaria final de los grandes planes de investigación, ya que varios de los yacimientos identificados en las áreas reservadas, como Campana Mahuida, Andacollo y otras, fueron adjudicados para su consecuente exploración y explotación a la actividad privada, sin haber asumido ésta los costos y riesgos propios de su prospección e investigación preliminar.

A partir de 1995 el Servicio Geológico Minero Argentino realizó, a escala 1:250.000, el relevamiento de una nueva generación de hojas geológicas correspondientes al territorio provincial que, incorporando nuevos datos, actualizó y mejoró la informa-

ción preexistente desde la década de 1940 a escala 1:200.000.

De igual manera, entre 1998 y 2000 el mencionado organismo con el concurso del Servicio Geológico de Canadá ejecutó estudios de evaluación de depósitos de *skarn* y con Japan International Cooperation Agency (JICA) y Metal Mining Agency of Japan (MMAJ) se reconocieron sectores con anomalías de alteración detectados mediante el análisis de imágenes satelitales.

LA EMPRESA MINERA PROVINCIAL

Con el propósito de promover la minería de la provincia mediante una acción estatal complementaria de la actividad privada, en febrero de 1975 se creó la Corporación Minera del Neuquén, Sociedad del Estado Provincial (CORMINE S.E.P.), con amplias facultades para intervenir en todo tipo de actividad vinculada con la minería, directa o indirectamente, desde la prospección y exploración hasta la industrialización y comercialización de productos mineros.

Con esta corporación se pretendió llenar el vacío derivado de la ausencia de medidas concretas y específicas de apoyo y promoción a la minería en el territorio provincial, particularmente de la pequeña y mediana empresa, muchas veces carente de recursos técnicos o económicos suficientes.

CORMINE desplegó sus primeras acciones en el paralizado distrito minero Andacollo con el propósito de reactivar la minería del oro, una de las pocas alternativas de generar trabajo en esa apartada región de la provincia.

Con tal fin y luego de algunas intervenciones sin mayor éxito en la explotación de aluviones de la comarca, en 1978 se iniciaron las primeras labores de reacondicionamiento y exploración en la mina *Erica* con el apoyo financiero del Banco Nacional de Desarrollo, fincado en la Ley de Promoción Minera N° 22.095.

Los trabajos se extendieron luego a la mina *Aurora* y a otras de menor importancia de la comarca de Huinganco, para continuar inmediatamente con la mina *Sofía* y otras vetas del cerro Minas y del paraje La Primavera, al sur de Andacollo.

También, con el propósito de completar la información técnica relacionada con la aptitud metalúrgica del cobre del *pórfiro cuprífero Campana Mahuida*, se realizó un pique en un sector preseleccionado del yacimiento para la extracción de una muestra de gran volumen, a partir de cuyo estudio se obtuvieron precisiones sobre la calidad industrial de la mena.

En convenio con la Dirección General de Fabricaciones Militares, entre 1989 y 1990 se revisaron varias áreas de interés prospectivo por metales base y oro, localizadas durante la realización del Plan Cordillerano, lo que permitió actualizar la información existente detectando nuevos prospectos que promovieron el interés de las empresas privadas que iniciaron sus reconocimientos en Neuquén a partir de 1991.

A mediados de 2001 CORMINE fue cerrada pero, cual ave fénix que renace de sus cenizas, se reactivó en 2008 con el objetivo de consolidar el desarrollo de la provincia desde el punto de vista minero,

sin entrar en competencia con las empresas privadas, optimizando la exploración y explotación de nuevas áreas que estarán a cargo de inversores privados a cambio de regalías, contratación de personal local, servicios a la población y el compromiso del cuidado ambiental de la comarca.

A los efectos de esto último, proteger el ambiente, la empresa estatal firmó un convenio con la Dirección Provincial de Minería y la Subsecretaría de Medio Ambiente para el establecimiento de una comisión de auditoría permanente para supervisar, en principio, la explotación de las principales minas de oro y plata de la comarca de Andacollo.

3. SÍNTESIS GEOLÓGICA REGIONAL

Por no ser motivo principal de esta contribución, solamente se hace una referencia resumida de los aspectos estratigráficos y estructurales de la provincia, tomando en consideración lo expuesto, principalmente, en las Hojas Geológicas a escala 1:250.000 correspondientes y en la obra Geología y Recursos Naturales de la Provincia del Neuquén, relatorio éste del XVIII Congreso Geológico Argentino (2011), bibliografía en la cual se puede ampliar la lectura de estos temas.

La síntesis estratigráfica (Cuadro 1), ha sido elaborada teniendo en cuenta las unidades establecidas en el Mapa Geológico de la Provincia del Neuquén, a escala 1:500.000, confeccionado por Leanza *et al.* (2011) y publicado por el Servicio Geológico Minero Argentino.

No obstante ser una síntesis, a continuación de ella se hace una descripción expandida de las unidades con las cuales se relacionan mineralizaciones metalíferas, ya sea por generarlas o por contenerlas.

Por otra parte, en consideración a que el Código Argentino de Nomenclatura Estratigráfica (art. 31, inc. b) (1992) recomienda que el nombre de un Grupo no debe ser el mismo que el de alguna de las unidades formacionales que lo constituyen, proponemos reemplazar la denominación Grupo Lotena (Groeber, 1946; *nom.subst.* Leanza, 1992) por la de Grupo Curymil (*nom.nov.*) para reunir a las Formaciones Lotena, La Manga y Auquilco, estas dos últimas paralelizables con la Formación Fortín 1° de Mayo manifiesta en la región meridional de la Cuenca Neuquina.

La denominación propuesta para el Grupo deriva del cordón de Curymil, localizado en el flanco occidental de la sierra de la Vaca Muerta, situada al nor-noroeste de Zapala, donde se puede observar la secuencia completa del Grupo y las unidades componentes poseen excelentes afloramientos.

Sus límites inferior y superior coinciden, respectivamente, con las discordancias Loténica (Caloviano medio) (ca.163 Ma) y Araucánica (Kimmeridgiano) (ca.155 Ma), por lo cual el Grupo Curymil es equivalente al Ciclo Loteniano-Chacayano de Gulisano *et al.* (1984), a la Mesosecuencia Lotena de Legarreta y Gulisano (1989) y al Subsistema Lotena-Chacay de Riccardi y Gulisano (1992).

1. ESTRATIGRAFÍA

NEOPROTEROZOICO – PALEOZOICO MEDIO

Metamorfitas y granitoides

Las entidades más antiguas referidas al basamento de la provincia corresponden a un conjunto de metasedimentitas (en parte migmáticas) y rocas eruptivas de consolidación profunda, que se manifiestan principalmente en el sur del territorio, entre la latitud de Pino Hachado y el límite con la provincia de Río Negro, y tienen reducida presencia en el norte, en las comarcas de laguna Varvarco Campos y de Varvarco.

Dicho Basamento, desarrollado durante el Ciclo Diastrófico Famatinico, comprende las unidades metamórficas: Formación Colohuincul (metamorfitas inyectadas; Neoproterozoico) y Ectinitas Piedra Santa y Guaraco Norte (metamorfitas de bajo grado; Silúrico-Devónico medio, metamorfizadas en el Devónico superior a Carbonífero superior), y graníticas: Diorita Mamil Choique (granitoides y metamorfitas; Neoproterozoico-Paleozoico inferior), y Granito Yuncón (Granitoides; Devónico inferior a medio)

PALEOZOICO

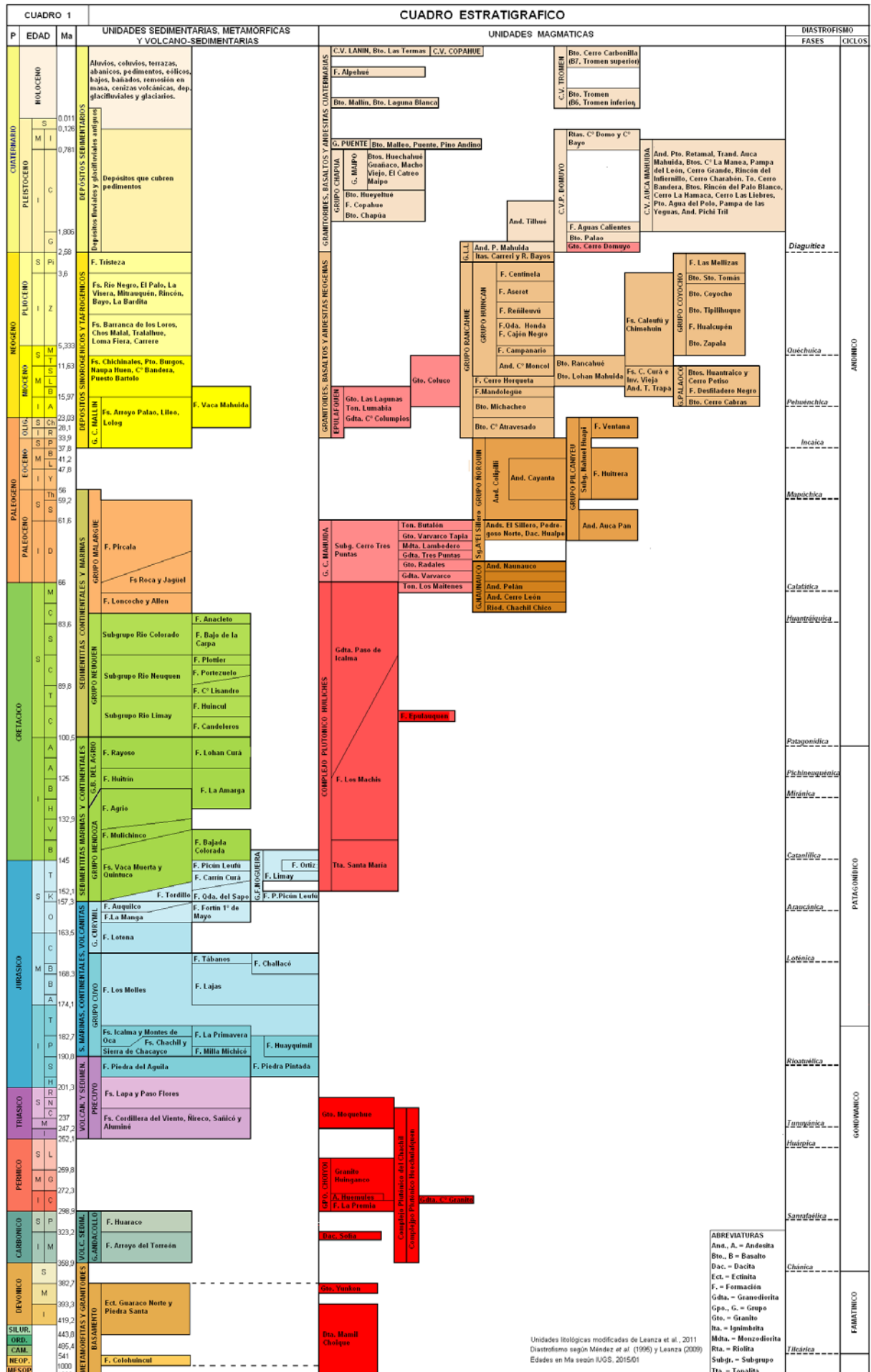
DEPÓSITOS VOLCANO-SEDIMENTARIOS DEL CARBONÍFERO

Las rocas iniciales del Ciclo Diastrófico Gondwánico son sedimentitas marinas, volcanitas y rocas volcanoclásticas de edad carbonífera aflorantes en el flanco occidental de la cordillera del Viento. Ellas se observan deformadas e intruidas por plutones y diques pérmicos y cubiertas en discordancia angular por volcanitas cogenéticas con los intrusivos (Danieli *et al.*, 2011).

El conjunto sedimentario-volcánico, que responde a sedimentación marina y a volcanismo subaéreo contemporáneo, se integra con las Formaciones Arroyo del Torreón (efusivas y sedimentitas; Carbonífero inferior) y Huaraco (sedimentitas y tobas; Carbonífero superior)

CICLO MAGMÁTICO DEL CARBONÍFERO-PÉRMICO-TRIÁSICO INFERIOR

De acuerdo con Llambías y Sato (2011), a lo largo del cinturón magmático localizado en el mar-



Unidades litológicas modificadas de Leanza et al., 2011
 Diastrofismo según Méndez et al (1995) y Leanza (2009)
 Edades en Ma según IUGS, 2015/01

ABREVIATURAS
 Ana., A. = Andesita
 Bto., B = Basalto
 Dac. = Dacita
 Ect. = Ectinita
 F. = Formación
 Gdta. = Grupo
 Gp., G. = Grupo
 Gto. = Granito
 Ita. = Ignimbrita
 Mdt. = Monzonita
 Rta. = Riolita
 Subgp. = Subgrupo
 Tta. = Tonalita

AMORFICO
 PATAGONICO
 GONDWANICO
 FANATICO

gen continental activo del continente de Gondwana, se desarrolló desde el Carbonífero al Triásico inferior una actividad eruptiva bimodal, mesosilícica a silícica, que sobrepasa los límites de la provincia constituyendo la provincia magmática Choiyoi.

Se pueden reconocer dos periodos de actividad magmática neopaleozoica, uno carbonífero y otro pérmico a triásico inferior, separados por la fase orogénica San Rafael. Las expresiones del magmatismo carbonífero son escasas, reconociéndose solamente las volcanitas de la Formación Arroyo del Torreón, los granitoides de la Dacita Sofia, la alteración hidrotermal y mineralización del pórfiro cuprífero *La Voluntad*, parcialmente yacencias auríferas del distrito Andacollo y otros cuerpos ígneos aislados en el sudoeste del territorio, con edades entre 348 ± 11 Ma y 299 ± 6 millones de años.

La fase orogénica San Rafael, en el Pérmico inferior, inició la actividad eruptiva de la provincia Choiyoi, la más importante del ciclo diastrófico Gondwánico, la cual finalizó con la fase diastrófica Huárpica en el Triásico inferior; ésta última fase favoreció la exhumación de los plutones pérmicos y modeló la superficie de erosión sobre la cual se apoyaron las secuencias del Triásico medio a superior.

Las entidades formales correspondientes al lapso que se considera son la Dacita Sofia (Carbonífero inferior tardío), el Complejo Plutónico Huechulafquen (Granitoides; Carbonífero inferior temprano a Pérmico superior temprano), en la cordillera Patagónica Septentrional; el Complejo Plutónico del Chachil (Granitoides; Carbonífero superior temprano a Triásico superior temprano?), en las sierras de Chachil y de Catán Lil; el Complejo Volcánico-Plutónico Huinganco [Formación La Premio (ignimbritas riolíticas), Andesita Huemules (andesitas subvolcánicas) y Granito Huinganco (granitoides)], en la cordillera del Viento, equivalente al Grupo Choiyoi (sensu Rolleri y Criado Roque, 1970) (Pérmico inferior a superior temprano), la Granodiorita Cerro Granito (Granodiorita; Pérmico inferior tardío), al sudeste de Zapala, y otros afloramientos entre los ríos Collón Curá y Limay.

MESOZOICO

DEPÓSITOS VOLCÁNICOS Y SEDIMENTARIOS DEL TRIÁSICO A JURÁSICO INFERIOR

Entre el Triásico superior y el Jurásico inferior temprano se instaló un régimen tectónico extensional que dio lugar al crecimiento de hemigrábenes

aislados, en distintas épocas del lapso indicado, en los cuales se depositaron secuencias volcánicas y clásticas de *rift* aflorantes en el oeste de la provincia, entre el cerro Domuyo y Sañicó. Este proceso de extensión, posiblemente desarrollado a lo largo de estructuras heredadas del basamento paleozoico (Uliana *et al.*, 1989), estaría vinculado con el desmembramiento de Gondwana (Uliana y Biddle, 1988), o al colapso del orógeno gondwánico neopaleozoico (Uliana y Legarreta, 1993), o con una interrupción de la subducción en el margen occidental de Gondwana (Franzese y Spalletti, 2001).

Las unidades que corresponden a este lapso constituyen el Ciclo Precuyo, que reúne al conjunto de esas secuencias en las Formaciones Cordillera del Viento (Choiyoi sensu Groeber, 1946. Volcanitas mesosilícicas a silícicas, Triásico inferior a superior temprano), en la cordillera del Viento; Ñirecó (Volcanitas mesosilícicas a silícicas, Triásico inferior a superior temprano), en las sierras del Chachil, Catan Lil y Chacaico; Aluminé (Volcanitas mesosilícicas a silícicas, Triásico inferior a superior temprano) en la comarca de Aluminé; Sañicó (Volcanitas mesosilícicas a silícicas (Triásico inferior a superior temprano), en el sudeste de la Provincia; Lapa (Sedimentitas y volcanitas básicas y silícicas, Triásico superior tardío a Hettangiano superior temprano), en las sierras de Chachil y de Chacaico; Paso Flores (Sedimentitas y volcanitas, Triásico superior tardío a Hettangiano superior temprano) y Piedra del Aguila (Sedimentitas, Jurásico inferior temprano, Sinemuriano), ambas en el sudeste de la provincia.

Para esta época se tienen indicios de la existencia de un arco magmático que estaría representado por cuerpos tonalíticos del Complejo Plutónico del Chachil (JICA, 1984) y, en la Cordillera Patagónica Septentrional, por el Granito Moquehue (Zanettini *et al.*, 2010), diferenciado de la Granodiorita Paso de Icalma (Cretácico inferior tardío a superior) en la comarca de Moquehue, con edades radiométricas entre 212 y 209 Ma, que indican edad triásica superior temprana a media, de donde es factible que las efusivas de las unidades componentes del Ciclo Precuyo estén revelando una actividad volcánica vinculada con ese posible arco magmático.

DEPÓSITOS SEDIMENTARIOS DEL JURÁSICO INFERIOR TEMPRANO A JURÁSICO SUPERIOR TEMPRANO

El sistema de grábenes y hemigrábenes del Triásico superior a Jurásico inferior desarrollados en

ambiente continental con volcanismo derivó, como consecuencia de la fase Rioatuélica, en la apertura de la Cuenca Neuquina, debida al comienzo de la subducción andina en el margen continental (Franzese y Spalletti, 2001) o a la migración hacia el oeste del arco volcánico (Llambías *et al.*, 2007). Con este acontecer se asocia la transgresión marina *post-rift* o *sag* del Jurásico.

Las entidades formales correspondientes al lapso que se considera están contenidas en dos unidades mayores: los Grupos Cuyo y Curymil.

El Grupo Cuyo (Sinemuriano-Calloviano inferior) comienza con las unidades de transición entre las etapas de rift y sag que son las Formaciones Chachil (Sedimentitas marinas y tobas, Jurásico inferior, Pliensbachiano inferior), Sierra de Chacaicó (Sedimentitas marinas y volcanitas, Jurásico inferior, Pliensbachiano), Milla Michicó-La Primavera (Volcanitas básicas a mesosilícicas y sedimentitas marinas, Jurásico inferior, Sinemuriano-Toarciano inferior), Piedra Pintada (Sedimentitas marinas, Jurásico inferior, Sinemuriano-Pliensbachiano) y Huayquimil (Volcanitas, Jurásico inferior, Pliensbachiano). A estas entidades siguen las Formaciones Los Molles (Sedimentitas marinas, Jurásico inferior a medio, Toarciano-Calloviano inferior), Lajas (Sedimentitas marinas y continentales, Jurásico medio, Aaleniano-Calloviano inferior) y Tábanos (Evaporitas y sedimentitas marinas, Jurásico medio, Calloviano inferior). En la región sur de la cuenca se tiene, además de las Formaciones Los Molles y Lajas, la Formación Challacó (Sedimentitas continentales, Jurásico medio, Bajociano superior-Calloviano inferior).

En el oeste de la provincia, en las comarcas de Villa Moquehue y de San Martín de los Andes, en ámbito de Cordillera Patagónica Septentrional, afloran dos unidades representativas del arco volcánico del Grupo Cuyo inferior: las Formaciones Icalma y Montes de Oca (Volcanitas y sedimentitas marinas, Jurásico inferior, Pliensbachiano superior a Toarciano inferior).

El Grupo Curymil (nom.nov.) (Calloviano medio-Oxfordiano) comprende las Formaciones Lotena (Sedimentitas continentales y marinas, Calloviano medio-Oxfordiano inferior), La Manga (Sedimentitas marinas, Oxfordiano inferior tardío a superior) y Auquilco (Evaporitas, Oxfordiano superior) en la región norte de la Cuenca, en tanto que en la sur la Formación Fortín 1° de Mayo (Sedimentitas continentales, Oxfordiano superior) se suma a la Formación Lotena.

El Grupo constituye una secuencia completa de segundo orden debida a una reactivación tectónica ocasionada por la fase Loténica, que comienza con una regresión, continúa con el desarrollo de plataformas carbonáticas y concluye con evaporitas de regresión (Arregui *et al.*, 2011).

DEPÓSITOS SEDIMENTARIOS DEL JURÁSICO SUPERIOR-CRETÁCICO INFERIOR

Luego de la depositación de los sedimentos que conformaron el Grupo Curymil, ocurrió un importante reacomodamiento tectosedimentario como consecuencia de la fase diastrófica Araucánica. Este diatrofismo ocasionó el ascenso y migración de un arco volcánico que, en principio, interrumpió la conexión de la Cuenca con el proto-océano Pacífico y originó las condiciones para la acumulación de sedimentos continentales. La inestabilidad de la Cuenca, debida a la acción de fases diastróficas de segundo orden, se vio reflejada en las posteriores fluctuaciones del nivel marino. Así, a una ingresión marina abrupta sucede un brusco descenso relativo del nivel del mar, ocasionado por la fase Catanlílica, dando lugar a la depositación de sedimentos marinos de baja profundidad y continentales. La fase Miránica provocó la retracción de la Cuenca permitiendo el desarrollo de evaporitas y la depositación de sedimentos continentales transicionales que culminaron el proceso.

Las Formaciones reconocidas para este período están contenidas en tres unidades mayores: los Grupos Mendoza, Fortín Nogueira y Bajada del Agrio.

El Grupo Mendoza (Kimmeridgiano-Barremiano inferior temprano) está compuesto, en la región septentrional de la Cuenca, por las Formaciones Tordillo (Sedimentitas continentales y piroclásticas; Jurásico superior medio, Kimmeridgiano-Tithoniano inferior), Vaca Muerta (Sedimentitas marinas; Jurásico superior medio-Cretácico inferior temprano, Tithoniano-Valanginiano inferior), Quintuco (Sedimentitas marinas; Jurásico superior medio-Cretácico inferior temprano, Tithoniano-Valanginiano inferior), Mulichinco (Sedimentitas marinas, continentales y piroclásticas; Cretácico inferior temprano, Berriasiano superior-Valanginiano superior temprano) y Agrio (Sedimentitas marinas y continentales; Cretácico inferior temprano a medio, Valanginiano superior-Barremiano inferior temprano), mientras que en la región meridional se integra con las Formaciones Quebrada del Sapo (Sedimentitas continentales; Jurásico superior medio, Kimmeridgiano-Tithoniano inferior), Carrín

Curá (Sedimentitas marinas; Jurásico superior tardío-Cretácico inferior temprano, Tithoniano inferior-Berriasiano inferior), Picún Leufú (Sedimentitas marinas; Jurásico superior tardío-Cretácico inferior temprano, Tithoniano inferior-Berriasiano inferior) y Bajada Colorada (Sedimentitas marinas; Cretácico inferior temprano, Berriasiano-Valanginiano inferior).

El Grupo Fortín Nogueira (Kimmeridgiano-Berriasiano inferior) se compone con las Formaciones Pichi Picún Leufú (Sedimentitas continentales; Jurásico superior medio, Kimmeridgiano), Ortiz (Sedimentitas marinas; Jurásico superior tardío, Tithoniano superior) y Limay (Sedimentitas continentales; Jurásico superior tardío-Cretácico inferior temprano, Tithoniano medio-Berriasiano inferior).

El Grupo Bajada del Agrio (Hauteriviano superior-Albiano) comprende las Formaciones Huitrín (Sedimentitas continentales, marinas y evaporitas; Cretácico inferior medio a tardío, Barremiano superior-Albiano inferior) y Rayoso (Sedimentitas continentales y marinas; Cretácico inferior tardío, Albiano superior-Aptiano) en la región norte de la Cuenca y las Formaciones La Amarga (Sedimentitas continentales y de transición; Cretácico inferior medio a tardío, Hauteriviano superior-Aptiano inferior) y Lohan Curá (Sedimentitas continentales; Cretácico inferior tardío, Aptiano superior-Albiano) en el sur de la misma.

DEPÓSITOS SEDIMENTARIOS CONTINENTALES Y MARINOS DEL CRETÁCICO SUPERIOR-PALEÓGENO INFERIOR

Los movimientos compresionales de la fase diastrófica Patagónica, que iniciaron el Ciclo Andino, hicieron posible la elevación de una proto-cordillera, la formación de una faja plegada y corrida y la instauración de un arco magmático a occidente de la Cuenca Neuquina, concluyéndose con las intrusiones desde el Pacífico. La Cuenca pasó a ser una cuenca de antepaís en la que se implantó un régimen de sedimentación continental durante la mayor parte del Cretácico superior. Hacia el final de éste, por acción de la fase Huantraíquica, se produjo la inversión del sentido de la inclinación regional del territorio y la primera ingresión marina atlántica, retornándose luego a un régimen continental que continuó durante el Paleógeno inferior y culminó al final de éste, en el Paleoceno superior tardío, continentalizándose definitivamente la Cuenca.

La actividad volcánica del arco magmático se pone de manifiesto por las piroclastitas de las unida-

des del Cenomaniano inferior al Turoniano inferior, están ausentes en las del Turoniano medio a Coniaciano marcando, tal vez, una disminución de la actividad en el arco magmático, y reaparecen entre el Santoniano y el Campaniano inferior indicando una reactivación del arco.

Las unidades sedimentarias correspondientes al lapso considerado se reúnen en los Grupos Neuquén y Malargüe.

El Grupo Neuquén (Cretácico superior temprano a tardío, Cenomaniano-Campaniano inferior), ha sido tratado por numerosos investigadores en sus aspectos estratigráficos y paleontológicos por lo que, en apretada síntesis, seguiremos lo expuesto por Garrido (2011). Tiene su expresión en la región central y oriental de la Cuenca Neuquina. Se subdivide en los Subgrupos Río Limay, Río Neuquén y Río Colorado que, en conjunto contienen siete Formaciones.

El Subgrupo Río Limay (Cretácico superior temprano, Cenomaniano inferior-Turoniano inferior) se integra con las Formaciones Candeleros (Sedimentitas continentales y piroclastitas; Cretácico superior temprano, Cenomaniano inferior-medio) y Huincul (Sedimentitas continentales y piroclastitas; Cretácico superior temprano, Cenomaniano superior-Turoniano inferior)

El Subgrupo Río Neuquén (Cretácico superior temprano a medio, Turoniano medio-Coniaciano) está compuesto por las Formaciones Cerro Lisandro (Sedimentitas continentales; Cretácico superior temprano, Turoniano medio-superior), Portezuelo (Sedimentitas continentales; Cretácico superior temprano a medio, Turoniano superior-Coniaciano medio) y Plottier (Sedimentitas continentales; Cretácico superior medio, Coniaciano superior).

El Subgrupo Río Colorado (Cretácico superior medio a tardío, Santoniano-Campaniano inferior) contiene las Formaciones Bajo de la Carpa (Sedimentitas continentales, evaporitas, piroclastitas; Cretácico superior medio, Santoniano) y Anacleto (Sedimentitas continentales y piroclastitas; Cretácico superior tardío, Campaniano inferior a medio).

El Grupo Malargüe (Cretácico superior tardío-Paleógeno inferior, Campaniano superior-Paleoceno) está representado en la región nororiental de la provincia conformando una faja de rumbo noroeste entre los ríos Colorado y Neuquén. En los afloramientos occidentales se compone con las Formaciones Loncoche (Sedimentitas marinas y continentales, evaporitas; Cretácico superior tardío, Campaniano superior-Maastrichtiano inferior),

Jagüel (Sedimentitas marinas; Cretácico superior tardío, Maastrichtiano superior), Roca (Sedimentitas marinas, evaporitas; Cretácico superior tardío-Paleógeno inferior temprano, Maastrichtiano superior-Daniano inferior) y Pircala (Sedimentitas continentales, piroclastitas; Paleógeno inferior temprano, Daniano-Selandiano). En los afloramientos orientales la secuencia se inicia con la Formación Allen (Sedimentitas continentales y marinas, evaporitas; Cretácico superior tardío, Campaniano superior-Maastrichtiano inferior), y concluye con las Formaciones Jagüel y Roca.

CICLO MAGMÁTICO DEL JURÁSICO SUPERIOR-CRETÁCICO

La actividad del arco magmático occidental durante el Jurásico superior tardío y el Cretácico queda registrada por plutonitas y volcanitas manifiestas en la región cordillerana, como también así por la presencia de tobas, tufitas y litoclastos volcánicos en varias de las entidades sedimentarias del Cretácico. Este acontecer está representado por el Complejo Plutónico Huiliches, en ambiente de Cordillera Patagónica Septentrional, y la Formación Epulauquen, en la Cordillera Principal.

El Complejo Plutónico Huiliches (Jurásico superior tardío-Cretácico, Tithoniano, 148 ± 8 Ma a 67 ± 4 Ma.), manifiesto en ambiente de Cordillera Patagónica Septentrional, comprende tres unidades que son: la Tonalita Santa María (Tonalitas, dioritas, monzogranitos; Jurásico superior tardío-Cretácico inferior temprano, Tithoniano-Berriasiano), la Granodiorita Los Machis (Granodioritas, tonalitas, granitos; Cretácico inferior temprano-Cretácico superior medio, Valanginiano inferior-Coniaciano) y la Granodiorita Paso de Icalma (Granodioritas, monzogranitos, gabros; Cretácico inferior tardío-Cretácico superior, Aptiano-Maastrichtiano).

La Formación Epulauquen (Andesitas, tobas andesíticas y aglomerados volcánicos; Cretácico superior temprano, Cenomaniano, 94 ± 4 Ma) se expresa en el extremo sur de la comarca de Epulauquen, al oeste de Las Ovejas, inmediatamente al oeste de El Cholar y al este del paso de Pichachén (Rovere *et al.*, 2004).

CENOZOICO

CICLO MAGMÁTICO DEL CRETÁCICO SUPERIOR TARDÍO - PALEÓGENO MEDIO

La expresión de la intensa actividad magmática desarrollada entre el Cretácico superior tardío y el

Eoceno se distribuye en dos regiones localizadas, una, en el noroeste y centro de la provincia y, otra, en el sudoeste de la misma, reconocidas como Cinturón Andesítico Paleógeno Naunauco y Cinturón Andesítico Paleógeno Pilcaniyeu, respectivamente (Llambías y Aragón, 2011).

El Cinturón Andesítico Paleógeno Naunauco aflora desde Varvarco Tapia, por el norte, hasta Rahue, por el sur, y entre los meridianos $70^{\circ}10'$ L.O. y $70^{\circ}50'$ L.O, en sentido este-oeste.

Se identifica con un magmatismo de arco calcoalcalino vinculado con una corteza superior móvil.

De acuerdo con las dataciones radimétricas disponibles (Cuadro 3), es posible distinguir tres episodios distintos, sin descartar la posibilidad de un solo ciclo de gran extensión en el tiempo: un primer episodio mesosilícico extrusivo referido al Grupo Naunauco, un segundo episodio mesosilícico a silíceo representado por el Grupo Campana Mahuida y un tercer episodio mesosilícico considerado como Grupo Ñorquín.

El Grupo Naunauco (Cuerpos extrusivos e intrusivos subvolcánicos; Cretácico superior tardío, Campaniano-Maastrichtiano), se expresa en el cerro Naunauco, en el sinclinal de Colipilli y en el flanco occidental del anticlinal de la sierra de Chorriaca, compuesto por facies ígneas subvolcánicas y extrusivas. Dadas su edades similares, incluimos en el Grupo a las rocas mesosilícicas aflorantes en la comarca del cerro Pelán y a los cuerpos extrusivos del cerro Chachil Chico (75 ± 3 Ma; 71 ± 3 Ma), sito en la sierra del Chachil, compuestos por andesitas, riocacitas y riolitas de colores grises y verdosos (García Morabito, 2010). Leanza *et al.* (2006), consideran en esta unidad al domo del cerro La Buitrera, ubicado al sudeste de Colipilli, compuesto por pórfiros andesíticos.

El Grupo Campana Mahuida (Cuerpos intrusivos a subvolcánicos; Paleoceno, Daniano-Selandiano inferior), está conformado por los Subgrupos Cerro Tres Puntas (Stocks silíceos; Paleoceno inferior a superior temprano; Daniano-Selandiano inferior) y Arroyo El Sillero (Cuerpos subvolcánicos mesosilíceos; Paleoceno inferior a superior temprano, Daniano-Selandiano inferior), compuestos ambos por unidades menores que, por lo general, corresponden a afloramientos puntuales.

El Grupo Ñorquín (Cuerpos subvolcánicos a extrusivos; Paleoceno superior-Eoceno superior, Selandiano superior-Priaboniano), reúne a la Andesita Colipilli (Intrusiones subvolcánicas; Paleoceno superior a Eoceno, Selandiano-

Priaboniano) y la Andesita Cayanta (Cuerpos extrusivos; Paleoceno superior a Eoceno inferior, Thanetiano-Luteciano), cuyas rocas componentes son, por su geoquimismo, calcoalcalinas, metaluminosas y con contenido normal de potasio (Llambías y Rapela, 1989).

El Cinturón Andesítico Paleógeno Pilcaniyeu, se manifiesta en la región sudoeste de la provincia, entre Ñorquinco, por el norte, y el valle Encantado del río Limay, por el sur.

De acuerdo con Llambías y Aragón (2011), reúne los afloramientos del Grupo Pilcaniyeu, que contiene a la Andesita Auca Pan (extrusivas andesíticas; Paleoceno inferior a superior, Daniano superior-Selandiano inferior) y al Sugrupo Nahuel Huapi, complejo volcano-sedimentario integrado por las Formaciones Huitrera (extrusivas riolíticas; Paleoceno superior-Eoceno medio, Thanetiano-Bartonianiano), y Ventana (extrusivas andesíticas; Oligoceno)

Su carácter bimodal sugiere una actividad magmática desarrollada en un ambiente tipo rift en el antepaís (Llambías y Aragón, 2011).

Las dataciones radimétricas disponibles, brindadas por González Díaz (1979), Rapela *et al.* (1982; 1983) y Lagorio *et al.* (1998), están comprendidas entre 62 ± 3 Ma y 42 ± 1 Ma indicando una actividad magmática desarrollada desde el Paleoceno inferior tardío al Eoceno inferior, por lo que su inicio fue más tarde que la del cinturón Naunauco.

DEPÓSITOS TAFROGÉNICOS Y SINOROGÉNICOS DEL PALEÓGENO TARDÍO-NEÓGENO

Los depósitos tafrogénicos y sinorogénicos del Paleógeno superior y Neógeno tienen una amplia distribución en la región cordillerana, a lo largo de una faja meridiana en la región central del territorio y en el ámbito de la sierra de Huantraico.

En general están integrados por conglomerados, areniscas, areniscas tobáceas, fangolitas, arcilitas, limolitas, calizas, mantos de carbón, con intercalaciones de ignimbritas, tobas, tufitas y andesitas.

En orden decreciente de edades comprenden:

El Grupo Cura Mallín, compuesto por las Formaciones Arroyo Palao, Lileo, Lolog, Puesto Bartolo, Cerro Bandera, Naupa Huen, Puesto Burgos, Chichinales, Carrere y Loma Fiera, que representan una sedimentación sinextensional de edad oligocena superior a miocena inferior.

Las Formaciones Tralalhue, Chos Malal, Barranca de los Loros, La Bardita, Rincón Bayo, Mitrauquén, La Visera, El Palo y Río Negro, que

evidencian una sedimentación sinorogénica de edad miocena media a pliocena inferior temprana.

Finalmente, la Formación Tristeza, que revela una sedimentación sinextensional de edad pleistocena inferior temprana (Gelasiano inferior).

CICLO MAGMÁTICO DEL NEÓGENO

Las expresiones de los depósitos del Neógeno se distribuyen en dos regiones dentro de la provincia, ubicadas en el norte y en el sudoeste de ella.

• REGIÓN NORTE

GRANITOIDES NEÓGENOS DE ARCO MAGMÁTICO

En el occidente de la región norte, se desarrolló un arco magmático señalado por cuerpos intrusivos del Grupo Epulafquen (nom.nov.), de edad oligocena superior a miocena media temprana ($26,3 \pm 1,5$ Ma a 15 ± 2 Ma), integrado por granitos, granodioritas, dioritas y tonalitas que comprenden la Tonalita Lumabia, el Granito Las Lagunas y la Granodiorita Cerro Columpios.

BASALTOS NEÓGENOS DE ARCO MAGMÁTICO

Depósitos extrusivos esencialmente basálticos, en menor escala andesíticos e ignimbríticos, y volcanoclásticos acompañan a las intrusiones. Dada la proliferación de unidades locales, se reúnen en los Grupos Rancahué y Coyocho, referido al Oligoceno superior-Mioceno medio tardío (25 ± 4 Ma a $11,8 \pm 2,1$ Ma), aunque en parte se extiende al Plioceno, el primero y al Mioceno superior-Plioceno ($6,2 \pm 0,3$ Ma a $2,1 \pm 0,2$ Ma) el segundo.

Para la región de arco magmático utilizamos la denominación de Grupo Rancahué (Turner, 1965) en reemplazo de su equivalente Grupo Palaoco, por cuanto este último fue originalmente definido como Palaucolitense por Groeber (1929) en ambiente de retroarco volcánico (Sierra de Palauco, Mendoza)

Las unidades locales que en esta región del territorio integran el Grupo Rancahué, en orden de antigüedad, son: Basalto Cerro Atravesado, Basalto Michacheo, Formación Mandolegüe, Andesita Trapa Trapa, Formación Invernada Vieja, Formación Collón Cura, Formación Chimehuin y Formación Caleufú.

El Grupo Coyocho, en tanto, también está compuesto por volcanitas y piroclastitas basálticas correspondientes a las unidades Basalto o Formación

Coyocho, Basalto Zapala, Basalto Santo Tomás, Formación Hualcupén y Formación Las Mellizas.

ANDESITAS NEÓGENAS DE ARCO MAGMÁTICO

Emplazadas en el arco se presentan, además, secuencias volcánicas de carácter andesítico dominante que muestran, también, un desplazamiento de éste hacia occidente para conformar un ambiente de retroarco. Estas efusivas se reúnen en el Grupo Huincán.

El Grupo Huincán, se integra localmente con las Formaciones Cajón Negro y Quebrada Honda, las Andesitas Pichi Tril, Cerro Moncol y las Formaciones Campanario, Reñileuvú y Cerro Centinela, compuestas por pórfiros andesíticos, andesitas, andesitas basálticas, basaltos, basandesitas, dacitas, aglomerados volcánicos andesíticos, brechas, tobas y cuerpos subvolcánicos andesíticos, cuyas edades abarcan el lapso Mioceno medio tardío a Plioceno superior (12,8 Ma a 3,4±0,8 Ma), siendo parcialmente contemporáneo con el volcanismo basáltico de los Grupos Rancahué y Coyocho.

BASALTOS Y ANDESITAS NEÓGENAS DE RETROARCO MAGMÁTICO

En la Región Norte, en ambiente de retroarco, se depositaron las volcanitas basálticas de los Basaltos Cerro Cabras (Mioceno inferior tardío), Huantraico (Mioceno medio) y Cerro Petiso (Mioceno medio), que integramos en el Grupo Palaoco.

Se reconoce también al Grupo Las Lajas (Plioceno superior tardío), compuesto por lavas y piroclásticas andesíticas referidas a las unidades Andesita Palao Mahuida, Ignimbrita Carreri e Ignimbrita Risicos Bayos.

• REGIÓN SUDOESTE

En la región Patagonia Septentrional, el arco magmático está representado por cuerpos de granitos y riolitas que se reúnen en el Granito Coluco (Mioceno inferior tardío-Mioceno superior temprano, 19±1 Ma a 9±1 Ma), aflorantes en la región del Parque Nacional Los Arrayanes.

Hacia el sur y sud-sudeste de Junín de los Andes se encuentran las facies extrusivas, ignimbríticas y piroclásticas de la cuenca de Collón Curá.

La facies extrusiva se equipara con los Grupos Rancahué y Coyocho, comprendiendo localmente las entidades Basalto Rancahué (Basalto Palaoco),

Basalto Cerro Petiso, Basalto Lohan Mahuida y Formación Cerro Horqueta, conformadas por basaltos olivínicos, aglomerados volcánicos, tobas y tufitas de edad miocena media temprana a miocena superior (14,4±0,7 Ma a 5,3±1,15 Ma), el primero, y el Basalto Tipiliuque (Basalto Coyocho) (Mioceno superior tardío a Plioceno superior temprano), el segundo.

A la facies ignimbrítica y piroclástica, asimilada al Grupo Rancahué, corresponden las Formaciones Collón Curá, Chimehuín y Caleufú, de edad miocena media a pliocena inferior, compuestas por tobas andesíticas, aglomerados volcánicos andesíticos, tufitas, areniscas y paleosuelos.

CICLO MAGMÁTICO DEL CUATERNARIO

Corresponde a secuencias volcánicas plio-cuaternarias de carácter bimodal, localizadas en una faja meridiana en la región cordillerana y en el pedemonte adyacente y en tres campos volcánicos (Domuyo, Tromen y Auca Mahuida), situados en el norte de la provincia.

La faja meridiana contiene estratovolcanes y centros menores que representan un arco volcánico plio-pleistoceno más extendido que el actual, en tanto que los campos mencionados se han desarrollado en el retroarco.

En la comarca andina el diastrofismo de la fase Quéchuica, a partir del Mioceno superior tardío y durante el Plioceno, ya sea por extensión o bien por un relajamiento de la compresión anterior, provocó una repetición del magmatismo efusivo que adquirió una gran extensión areal, manifestándose con los Grupos Coyocho y Lajas ya descriptos.

BASALTOS CUATERNARIOS DE ARCO MAGMÁTICO

Durante el Cuaternario los movimientos de la fase Diaguitica generaron las expresiones finales del volcanismo cenozoico, representado por los Grupos Chapúa (Basaltos olivínicos y andesitas; Pleistoceno inferior tardío, 1,7±0,3 Ma a 0,76±0,07Ma) y Maipo (Basaltos y piroclastitas; Pleistoceno inferior tardío, 1,4±0,1 Ma a 0,9±0,1 Ma) y los Basaltos Puente (Basaltos y piroclastitas; Pleistoceno medio, 0,7±0,2 Ma a 0,207±0,023 Ma) y Mallín (Holoceno).

La actividad volcánica hasta tiempos recientes del Holoceno, aunque iniciada en el Pleistoceno inferior tardío, se localiza en los centros volcánicos Copahue, Lanín y Tronador en la región limítrofe con Chile, próximos al arco actual. Está compuesta por basaltos olivínicos, andesitas, riodacitas, brechas vol-

cánicas, piroclastitas y cenizas, mostrando aún actividad a través de efluentes de aguas termales (Copahue, Lanín).

Depósitos de tefras (Ignimbrita Alpehué, 2.900 ± 60 AP - 2850 ± 70 AP), provenientes del volcán Solipulli (Chile) e integradas por pómez dacíticas, lúpillis y cenizas, se ubican en la comarca de Villa Pehuenia.

BASALTOS Y GRANITOIDES CUATERNARIOS DE RETROARCO MAGMÁTICO

En ambiente de retroarco se desarrollaron los campos volcánicos Domuyo, Auca Mahuida y Tromen.

En la región norcentral del territorio se estableció el centro plutónico-volcánico Domuyo (Pleistoceno inferior a superior temprano, $2,50 \pm 0,5$ Ma a $0,11 \pm 0,02$ Ma), compuesto por un séquito de granitoides (Granito Cerro Domuyo), piroclastitas (Formación Aguas Calientes) y domos riolíticos (Riolitas Cerro Domo y Cerro Bayo). Este centro todavía se encuentra activo, demostrado ello por varias surgencias de aguas termales.

Hacia el sudeste, en la región extrandina, se desarrolló paralelamente el campo volcánico Auca Mahuida, cuya compleja litología ha sido diferenciada en varias unidades formales (Coluccia *et al.*, 2006) compuestas por basaltos, andesitas, piroclastitas (Pleistoceno inferior temprano a tardío, $1,78 \pm 0,06$ Ma a $0,88 \pm 0,03$ Ma; Folguera *et al.*, 2011).

Entre ambos se implantó el centro volcánico Tromen, basaltos olivínicos y piroclastitas (Pleistoceno superior - Holoceno, $1,1 \pm 0,08$ Ma a $0,4 \pm 0,175$ Ma). Este centro se inició con la Andesita Tilhué (Volcanitas y piroclastitas andesíticas; Pleistoceno inferior, $2,2 \pm 0,7$ Ma a $1,31 \pm 0,34$ Ma) y mantiene actividad reconocida hasta la actualidad demostrada por emanaciones sulfurosas.

Al conjunto se pueden añadir las rocas silíceas correspondientes a los cerros Palao y Bayo, localizados en el flanco oriental de la cordillera del Viento.

DEPÓSITOS SEDIMENTARIOS CUATERNARIOS

Los depósitos sedimentarios cuaternarios tienen una amplia distribución en la provincia. En general están integrados por conglomerados, areniscas, limolitas, arcilitas, fangolitas, tufitas, tobas, bloques, aglomerados, gravas, arenas, limos, arcillas, caliche y sales.

Comprenden depósitos de terrazas, glaciarios, glacifluviales y fluviales del Plioceno superior tardío

al Pleistoceno superior, y glacifluviales, de remoción en masa, de bajos, eólicos, coluviales y fluviales holocenos.

2. UNIDADES DE INTERÉS PROSPECTIVO

De la síntesis estratigráfica expuesta se extraen las que revisten interés para la prospección de depósitos de minerales metalíferos, ya sea por contenerlos o por generarlos en sí mismas o en sus proximidades.

COMPLEJO PLUTÓNICO DEL CHACHIL

El Complejo se manifiesta en las sierras de Chachil y Catán Lil compuesto por granodioritas, granitos, monzogranitos y, en menor proporción, tonalitas, pórfiros tonalíticos y dioritas cuarcíferas, que intruyen con contacto neto a la Ectinita Piedra Santa (Siluro-Devónico medio) y son cubiertos en discordancia por la Formación Ñirecó (Triásico superior) (Cucchi y Leanza, 2006; Zanettini *et al.*, 2010).

La rocas tienen textura granular fina a mediana y porfiroide, con colores grises y gris rosado.

De acuerdo con dataciones radimétricas que arrojan edades entre 316 y 312 Ma (Garrido *et al.*, 2008) y 281 ± 4 Ma (Sillitoe, 1977) la edad del Complejo se extiende entre el Carbonífero superior temprano (Pensilvaniano inferior) y el Pérmico inferior tardío (Cisuraliano superior). Otras dataciones de 225 ± 11 Ma y $222 \pm 1,1$ Ma (JICA, 1984) en rocas tonalíticas sugieren que existiría un pulso magmático, no diferenciado, de edad triásica superior temprana, correlacionable con el Granito Moquehue, antes mencionado, de la Patagonia Septentrional.

Relacionado con la actividad hidrotermal de una intrusión tonalítica, en la sierra del Chachil se encuentra el yacimiento tipo pórfiro cuprífero *La Voluntad* (Carbonífero superior temprano), en tanto que con granitoides se ligan manifestaciones de oro y plomo sin información geológica y áreas con alteración hidrotermal señaladas por JICA-MMAJ (2000).

COMPLEJO PLUTÓNICO HUECHULAFQUEN

Se expresa en la Cordillera Patagónica, entre el cordón del Rucachoroi y el lago Lolog, compuesto por granodioritas, granitos, monzogranitos, tonalitas, dioritas y migmatitas, que intruyen a la Formación Colohuincul (Neoproterozoico) y son cubiertos

en discordancia por la Formación Ñirecó (Triásico superior), Los Molles (Jurásico inferior y medio), Auca Pan (Paleoceno medio), Chimehuin, Lolog (Eoceno superior), Aseret (Plio-Pleistoceno) y balsaltos cuaternarios (Cucchi y Leanza, 2006).

Las rocas tienen textura granular fina a gruesa, con colores grises y gris rosado.

De acuerdo con dataciones radimétricas que arrojan edades entre 340 ± 10 Ma y 257 ± 13 Ma, la edad del Complejo se extiende entre el Carbonífero inferior temprano (Mississippiano temprano) y el Pérmico superior temprano (Lopingiano inferior). Otras dataciones entre 210 ± 10 Ma y 116 ± 12 Ma sugieren que existirían pulsos magmáticos, no diferenciados, de edades triásica superior y cretácica inferior (en Cucchi y Leanza, 2006).

Posiblemente vinculados con actividad hidrotermal del Complejo, en el cerro de las Caballadas se encuentra el yacimiento vetiforme plumbífero *Quillén TG* (Carbonífero superior temprano?). De igual manera, una veta innominada aflora en el arroyo Metrencó.

FORMACIÓN PIEDRA DEL ÁGUILA

Correspondiente al Ciclo Precuyano, se expresa al sur de la localidad de Piedra del Aguila dispuesta en discordancia sobre la Diorita Mamil Choique (Paleozoico inferior) y en concordancia sobre la Formación Paso Flores (Triásico superior), siendo cubierta concordantemente por volcanitas de la Formación Sañicó (Jurásico inferior) (Cucchi, 1998).

Está constituida por areniscas grises y rojizas, de grano fino a grueso, acompañadas por areniscas conglomerádicas, areniscas, arcilitas de color rojo y grisáceo y escasas tobas. La estratificación es tabular y lenticular, habiéndose depositado en ambiente continental fluvial.

Por contenido fosilífero y datación radimétrica se la asigna al Jurásico inferior (Sinemuriano) (Cucchi, 1998; Spalletti *et al.*, 2010).

El interés de la entidad radica en que se diferencian bancos de areniscas arcillosas ferruginosas, con intercalaciones de areniscas, que presentan impregnación de limonita y contienen glóbulos (oolitos?) de hematita (Lannefors, 1931b) en la manifestación Piedra del Aguila.

FORMACIÓN CHACHIL

Integrante del Grupo Cuyo, la entidad se expresa en el centro de la provincia asentada en discordancia sobre la Ectinita Piedra Santa y las For-

maciones Ñirecó y Lapa (Triásico superior) siendo cubierta en concordancia por la Formación Los Molles (Jurásico inferior a medio) (Cucchi y Leanza, 2006).

Se integra con un conglomerado basal sobre el que continúan areniscas, tobas, tufitas y calizas negras silicificadas, fosilíferas, depositadas en un ambiente marino de sedimentación oscilante entre litoral y nerítico. En el área del cerro Atravesada (sierra del Chachil), las calizas se interdigitan con la Formación Sierra Chacaicó.

Con dichas calizas se asocian los niveles de *chert* manganesíferos y ferríferos del depósito *La Casualidad*, originados en una combinación de procesos volcánicos e hidrotermales relacionados a una actividad de tipo *hot spring* en ambiente oceánico; la existencia de un volcanismo coetáneo es evidenciada por los niveles de tobas y tufitas (Zanettini *et al.*, 2010).

Por contenido fosilífero se le asigna edad jurásica inferior (Pliensbachiano inferior).

FORMACIONES MILLA MICHICÓ-LA PRIMAVERA

Las tratamos de esta manera en atención a que el conjunto de las Formaciones Milla Michicó y La Primavera sólo se ha diferenciado entre Butalón Norte y el extremo sur de la cordillera del Viento. Los afloramientos localizados entre Los Tachos (Aguas Calientes) y Butalón Norte fueron considerados como Formación Colomichicó por Zappettini *et al.* (2009a).

Se manifiesta en el noroeste de la provincia, asentada en discordancia sobre la Formación Cordillera del Viento (Triásico inferior a superior temprano).

La sección inferior del conjunto, es homologable con la Formación Milla Michicó, y la superior se corresponde con la Formación La Primavera (Zappettini, *com. epist.*, 2015).

De acuerdo con Zappettini *et al.* (2011), en el sector central de la cordillera del Viento, entre las cabeceras del arroyo Guaraco Norte y el arroyo Butalón Norte, la sección inferior, está integrada por basandesitas, andesitas, brechas andesíticas, ignimbritas y lavas, con intercalaciones de grauvacas, areniscas volcánicas, en parte conglomerádicas y bancos lenticulares de brechas con pasaje a areniscas, que son interpretadas como depósitos de flujos gravitacionales. Hacia el techo se destaca lo que denominamos *Horizonte Colomichicó*, un nivel integrado por una sucesión de hasta tres bancos de jaspilitas con los que se asocian niveles de jaspes manganesíferos.

En el sur de la cordillera del Viento, la sección está constituida por lavas basálticas a basalto-andesíticas, con intercalaciones de lentes brechosas con clastos y matriz ígneas de igual composición (Llam-bías *et al.*, 2007). No se han reconocido aquí niveles de exhalitas.

Las jaspilitas del techo de la sección inferior se intercalan en grauvacas y areniscas volcánicas. Consisten en láminas alternantes de jaspe y hematita-magnetita, hallándose también láminas de chert blanco y niveles de jaspe masivo. Venas tardías de cuarzo-hematita ocurren también. Se asocian, además, con niveles de chert, los que en algunos sectores se presentan brechados y recristalizados, con cemento de adularia, lo que indica la circulación de fluidos hidrotermales.

La sección superior, está conformada por ignimbritas, pórfiros dacíticos a riolíticos, tobas y aglomerados volcánicos. En el sector sur de la cordillera del Viento, Suárez y de la Cruz (1997) distinguen ignimbritas riolíticas intercaladas con areniscas fosilíferas que señalan un ambiente submarino, brechas de pómez intercaladas en areniscas, bechas volcánicas, areniscas, areniscas tobáceas y conglomerádicas de clastos andesíticos y tobáceos, tobas ignimbríticas, limolitas e intercalaciones de cuerpos tabulares basálticos macizos, brechizados y con restos de almohadillas, correspondientes a filones capa.

El conjunto Milla Michicó-La Primavera es una secuencia volcano-sedimentaria depositada en un ambiente marino somero asociado a un volcanismo subaéreo bimodal de retroarco, en una etapa transicional de una cuenca extensional (*rift*) que evoluciona a otra *postrift* o *sag*, por lo que se infiere un origen volcanogénico exhalativo submarino para el horizonte ferrífero.

Zappetini y Dalponte (2009a y b) consideran que estos son de tipo Algoma, modelo para el cual el principal aporte de hierro y sílice coloidal corresponde a actividad exhalativa hidrotermal submarina, que estaría asociada al volcanismo identificado.

Por contenido fosilífero y dataciones radimétricas se asigna el conjunto, y la mineralización ferrífera que contiene, al Sinemuriano-Toarciano inferior (Suárez y de la Cruz, 1997; Zappetini *et al.*, 2011).

FORMACIÓN LAJAS

Forma parte del Grupo Cuyo, manifestándose en el centro y sur de la provincia cubriendo a la Formación Los Molles (Jurásico inferior a medio) y siendo sobrepuesta por las formaciones Tábanos (Jurá-

sico medio), Challacó (Jurásico medio) y Lotena (Jurásico medio a superior).

Está compuesta por areniscas, pelitas y calizas y calizas dolomitizadas, interpretadas las primeras como barras de desembocadura y las últimas como depósitos de tipo packstone (Zavala, 1993, en Cesaretti *et al.*, 2002).

Al sur de la Dorsal de Huincul una mineralización epigenética de plomo-cinc (*Puesto Gregor*), tipo MVT, se liga a un banco dolomítico, habiéndose depositado a partir de la circulación de un fluido hidrocarburado que habría lixiviado rocas detríticas. La neutralización de ese fluido ácido por parte de los carbonatos y el consecuente cambio de pH del medio, habría producido la precipitación de los sulfuros. (Garrido *et al.*, 2000; Cesaretti *et al.*, 2002).

Por contenido fosilífero se asigna a la Formación edad jurásica media (Bajociano inferior a Caloviano inferior).

GRUPO MENDOZA

Cuatro entidades sedimentarias de este Grupo revisten moderado interés por las mineralizaciones de oxidados de cobre, cobre-uranio y, subordinadamente, de hierro asociadas. Ellas son las Formaciones Tordillo, Quebrada del Sapo, Picún Leufú y Bajada Colorada.

Formación Tordillo

Constituye la base del Grupo Mendoza, situándose en discordancia sobre las Formaciones La Manga y Auquilco (Jurásico superior), aunque también sobre la Formación Lotena y unidades del Grupo Cuyo (Jurásico inferior a medio); es cubierta en concordancia y transición por la Formación Vaca Muerta (Jurásico superior-Cretácico inferior) (Spalletti *et al.*, 2011).

Son depósitos clásticos continentales fluviales, lacustres y eólicos, localizados al norte de la dorsal de Huincul dispuestos en dos secciones. La primera está compuesta por areniscas de grano grueso a fino, con intercalaciones de tobas y fangolitas tobáceas, de color rojizo a rojizo violado. La segunda sección se integra con areniscas de grano mediano a fino, conglomerados y arcilitas de color verde grisáceo claro.

La unidad contiene yacencias de cobre-uranio al oeste y sur de Chos Malal, en una litología correspondiente a depósitos fluviales efímeros y de lagunas de playa (Spalletti *et al.*, 2011).

Habitualmente se estima que la entidad se depositó en el Jurásico superior (Kimmeridgiano-Tithoniano inferior).

Formación Quebrada del Sapo

Es la entidad equivalente a la Formación Tordillo al sur de la dorsal de Huin cul (Spalletti *et al.*, 2011). De acuerdo con Leanza y Hugo (1997), se dispone en discordancia sobre las Formaciones Lotena y Fortín 1° de Mayo o Challacó (Jurásico medio a superior) y es cubierta en transición por la Formación Vaca Muerta (Jurásico superior-Cretácico inferior).

Está compuesta por depósitos fluviales y eólicos, consistentes, los primeros, en conglomerados polimícticos, de grano grueso a mediano, areniscas y, en menor escala, arcilitas y arcilitas arenosas. Los segundos son cuerpos de areniscas bien seleccionadas, con areniscas y arcilitas asociadas. El color del conjunto es gris a castaño verdoso.

La Formación contiene yacencias de cobre-uranio al sur de Zapala, en una litología correspondiente a depósitos fluviales y eólicos (Spalletti *et al.*, 2011).

Al igual que su equivalente, se estima que se depositó en el Jurásico superior (Kimmeridgiano-Tithoniano inferior).

Formación Picún Leufú

Aflora en el centro y sudeste del territorio, dispuesta en concordancia sobre las Formaciones Carrín Curá y Vaca Muerta (Jurásico superior-Cretácico inferior) y es sobrepuesta de igual modo por la Formación Bajada Colorada (Cretácico inferior) (Leanza y Hugo, 1997).

Está integrada con conglomerados blanco grisáceos y arcilitas, limolitas y fangolitas de color castaño rojizo, acompañadas por escasas calizas y dolomías, depositado el conjunto en un ambiente marino de aguas poco profundas y oxigenadas.

En la unidad se diferencian tres niveles de magnetita intercalados en areniscas verdosas. La magnetita es una roca con gránulos de contornos redondeados a subovalados y hasta angulosos. Se hallan también gránulos de ilmenita (Lannefors, 1931c; Leanza *et al.*, 1985)

Contiene dos manifestaciones de hierro sedimentario, Marcel y Los Tambores, que se pueden considerar como típicas «arenas negras» (placer de playa) de mar somero.

Por contenido fosilífero se la asigna al Jurásico superior (Tithoniano medio-superior) (Leanza y Hugo, 1997).

Formación Bajada Colorada

Cubre en concordancia a las Formaciones Picún Leufú y Limay (Jurásico superior) y es sobrepuesta

en discordancia por las Formaciones Agrío y Lohan Curá (Cretácico inferior) (Leanza y Hugo, 1997).

Está compuesta por conglomerados finos a gruesos, que predominan en la base de la entidad, areniscas de grano fino a grueso con estatificación cruzada, limonitas y arcilitas, de colores rojizo, gris rosado, castaño y rojo violáceo. Contiene abundantes troncos silicificados y restos de reptiles terrestres.

Habiéndose depositado en un ambiente continental de carácter fluvial, reflejando condiciones variables de energía, se la asigna al Cretácico inferior por relaciones estratigráficas.

Al sur de Zapala contiene manifestaciones de cobre estratoligado.

FORMACIÓN RAYOSO

Forma parte del Grupo Bajada del Agrío aflorando en la región central de la provincia. Cubre en paraconcordancia a la Formación Huitrín (Cretácico inferior) y es sobreyacida en discordancia por la Formación Candeleros (Cretácico superior).

Está conformada por conglomerados, areniscas castaño rojizas y violadas, pelitas varicolores con intercalaciones de banquitos de margas y yeso y areniscas rojas, depositados en un ambiente continental fluvial a marino litoral.

No contiene restos fósiles que permitan precisar su edad, pero por relaciones estratigráficas se la asigna al Cretácico inferior (Aptiano superior-Albiano) (Leanza *et al.*, 2006).

En la región de Los Chihuidos es portadora de yacencias de cobre-uranio estratoligados.

GRUPO NEUQUÉN

Tres unidades de este Grupo, las Formaciones Candeleros, en menor escala, Huin cul y Portezuelo, son las más importantes de la provincia para considerar la mineralización de oxidados de cobre y cobre-uranio, asociados a sedimentitas del Paleógeno.

Formación Candeleros

Es la base del Grupo Neuquén. Aflora principalmente en la región de Los Chihuidos, en el centro del territorio, dispuesta en discordancia sobre sedimentitas del Jurásico superior y Cretácico inferior y es cubierta en concordancia por la Formación Huin cul (Cretácico superior) (Leanza y Hugo, 2005).

Es una entidad poco permeable, integrada con areniscas de grano grueso, color violáceo, de abundante matriz y con cemento calcáreo irregularmente distribuido. Son frecuentes los conglomerados y areniscas conglomerádicas y, subordinadas, interca-

laciones de lentes arcílicas y delgados bancos de tobas y tufitas blanquecinas, depositado el conjunto en un ambiente continental fluvial y de llanura aluvial.

Por contenido fosilífero se la asigna al Cretácico superior temprano (Cenomaniano inferior-medio).

El interés de la unidad radica en que contiene varios yacimientos asociados de oxidados de cobre y de cobre-uranio de origen epidiagenético.

Formación Huincul

Se sobrepone en concordancia a la Formación Candeleros y es cubierta de igual modo por la Formación Cerro Lisandro (Cretácico superior) (Leanza y Hugo, 2005).

Está compuesta por areniscas varicolores de grano mediano en su sección inferior, areniscas de grano mediano a grueso con intercalaciones arcílicas y delgados conglomerados en la sección media y areniscas de grano mediano con intercalaciones de areniscas arcílicas y arcilitas en su sección superior. Asimismo, contiene varios niveles de tobas y tufitas.

La estratificación dominante es entrecruzada en artesa, con estratos lenticulares, que junto con la alternancia de areniscas y pelitas señalan un ambiente continental de energía variable.

El contenido fosilífero consiste en restos de troncos silicificados y huesos de reptiles. Se le asigna edad cretácica superior temprana (Cenomaniano superior-Turoniano inferior).

Las secciones inferior y media son las de interés; la primera es poco porosa, por lo que contiene escasas manifestaciones de mineral; la segunda es porosa y por ello soporta importantes manifestaciones de mineral cuprífero.

Formación Portezuelo

Aflorando en la región oriental del territorio, se encuentra en concordancia sobre la Formación Cerro Lisandro (Cretácico superior) y es cubierta de igual manera por la Formación Plottier (Cretácico superior) (Leanza y Hugo, 2005).

Se compone con areniscas de grano grueso, muy porosas, de colores amarillentos, gris verdoso y gris blanquecino, e intercalaciones de arcilitas rojo ladrillo y conglomerados polimícticos, con estratificación entrecruzada, que representan un sistema continental fluvial abierto y de llanura aluvial.

Contiene restos fósiles de vegetales y reptiles, asignándosele edad cretácica superior temprana a media (Turoniano superior-Coniaciano medio).

Desde el punto de vista económico, es la unidad más importante del Grupo Neuquén ya que aloja las mineralizaciones cupríferas de mayor envergadura.

CICLO MAGMÁTICO DEL CRETÁCICO SUPERIOR TARDÍO-PALEÓGENO MEDIO

La actividad magmática desarrollada entre el Cretácico superior tardío y el Eoceno se distribuye en dos ambientes: el Cinturón Andesítico Paleógeno Naunauco (Llambías y Aragón, 2011) (fig. 8), manifiesto en el noroeste y centro de la provincia y destacado por tener asociadas las mineralizaciones metalíferas más sobresalientes y de mayor interés para esta contribución, y el denominado Cinturón Andesítico Paleógeno Pilcaniyeu, aflorante en la Cordillera Septentrional.

El *Cinturón Andesítico Paleógeno Naunauco* aflora desde Varvarco Tapia hasta Rahue, de norte a sur, y entre los meridianos 70°10' L.O. y 70°50' L.O, en sentido este-oeste, aunque su manifestación principal se reconoce entre Varvarco-Cerro Nevazón y Campana Mahuida. Se identifica con un magmatismo de arco calcoalcalino, caracterizándose por la composición de sus rocas, mayormente andesítica, ricas en plagioclasa y anfíbol, y por la localización de los cuerpos ígneos controlada por las estructuras de la deformación cretácica superior de la Cuenca Neuquina, siendo posible que los intrusivos más antiguos se hayan instalado junto con las últimas fases de dicha deformación compresiva y en el comienzo de una fase distensiva, probablemente de relajamiento (Llambías y Aragón, 2011).

Si nos atenemos a las dataciones radimétricas disponibles brindadas por Domínguez *et al.* (1984), Llambías y Rapela (1987; 1989), Rovere (1998), Vega *et al.* (2004), Rovere *et al.* (2004), JICA-MMAJ (2001), Cobbold y Rosello (2003), Franchini *et al.* (2003; 2007); Zamora Valcarce *et al.* (2005), Leanza *et al.* (2006), Zanettini *et al.* (2010), García Morabito (2010) y Aguirre Urreta *et al.* (2011), es posible distinguir tres episodios distintos, o bien un solo ciclo de gran extensión en el tiempo: un primer episodio mesosilícico, subvolcánico a extrusivo, de edad cretácica superior tardía (Campaniano-Maastrichtiano) un segundo episodio mesosilícico a silícico, plutónico, de edad cretácica superior tardía-paleocena inferior (Campaniano-Daniano) y un tercer episodio mesosilícico subvolcánico a extrusivo, de edad Paleocena superior-Eocena media (Selandiano-Bartoniano inferior), que podría alcanzar el Eoceno superior (Priaboniano) (Cuadro 2).

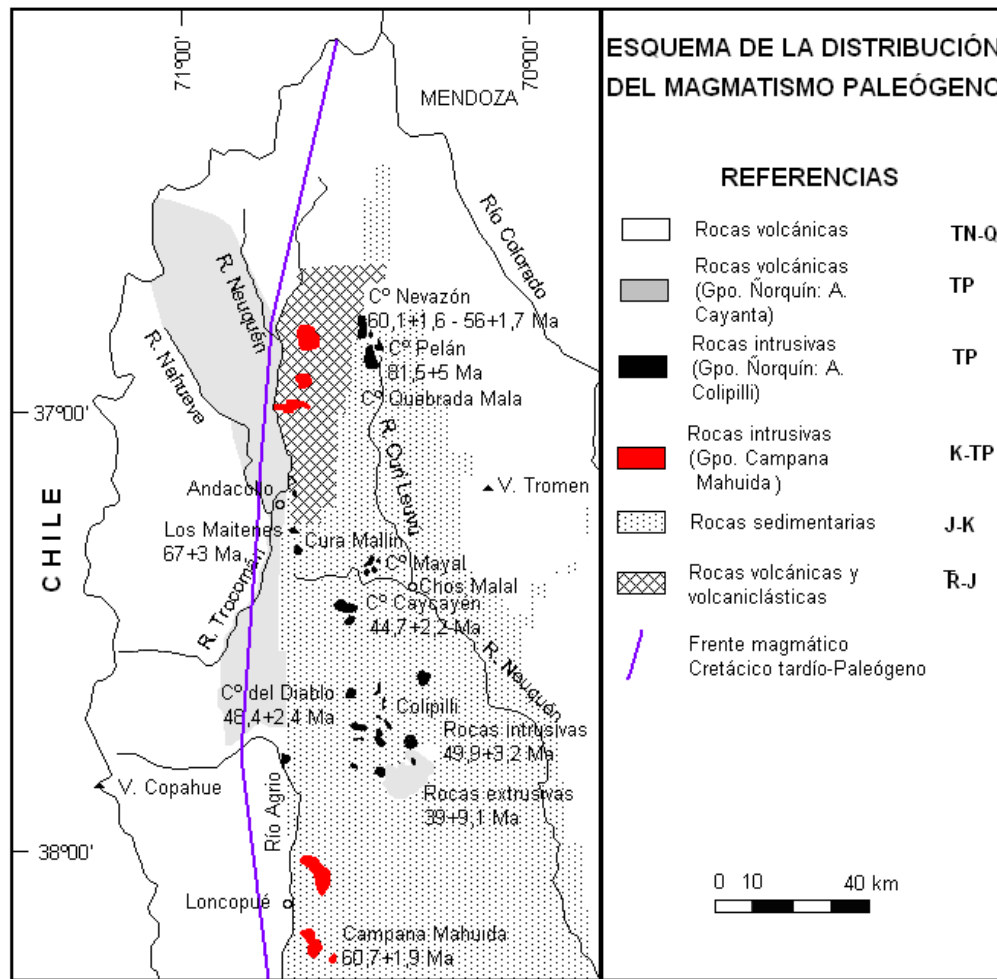
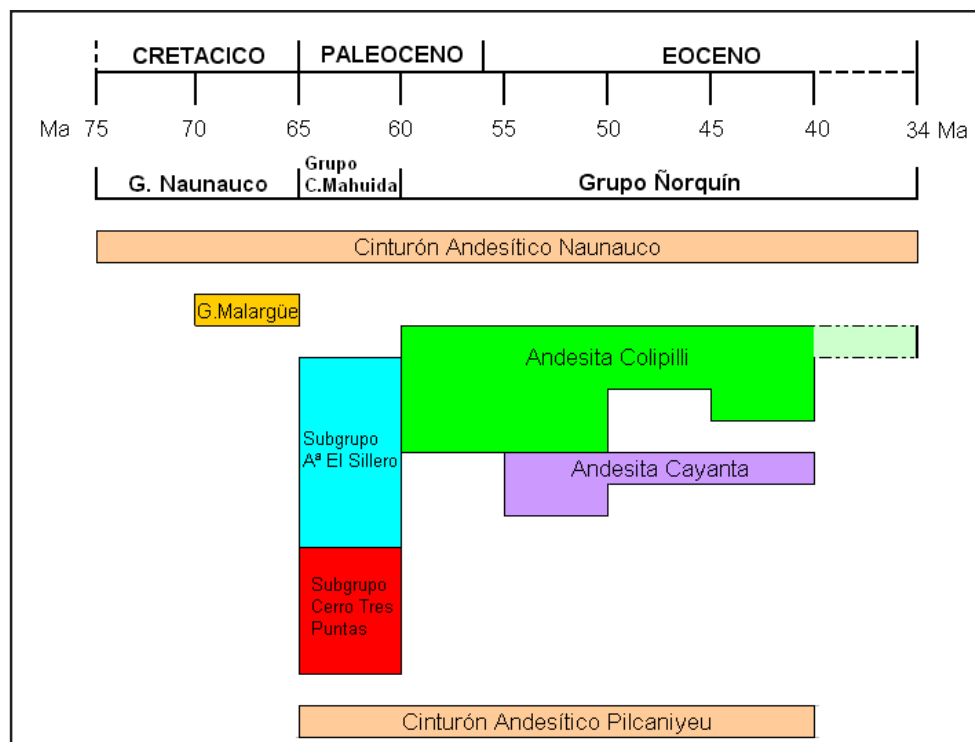


Figura 8. Distribución de cuerpos intrusivos y extrusivos del Cretácico superior tardío-Paleógeno medio del noroeste de la provincia (tomado de Franchini *et al.*, 2003 y Ramos y Folguera, 2005).



Cuadro 2. Ciclo magmático cretácico superior tardío-paleógeno medio.

El primer episodio, referido al Grupo Naunauco, comprende cuerpos extrusivos e intrusivos subvolcánicos, estos escasamente manifiestos. El segundo episodio, conexo con el Grupo Campana Mahuida, se integra con cuerpos extrusivos, intrusivos subvolcánicos y plutónicos, mientras que el tercero es representado por el Grupo Ñorquín (Paleoceno superior-Eoceno medio, Selandiano-Bartoniano inferior).

Los lapsos de separación entre episodios son cortos en términos geológicos y bien podrían constituir un ciclo único y continuo en el tiempo.

En el cuadro 2, gráficamente se observa que el Grupo Campana Mahuida presenta un pico de edades radiométricas en el Paleoceno inferior, entre 65 Ma y 60 Ma, mientras que el Grupo Ñorquín muestra dos: uno Paleoceno superior-Eoceno inferior (60 Ma a 50 Ma) y otro Eoceno medio (45 Ma a 40 Ma), para la Andesita Colipilli, y un pequeño pico en el Eoceno inferior (55 Ma a 50 Ma), para la Andesita Cayanta. Esto sugiere máximos de actividad ígnea en esas épocas, ligándose con ellas la gran mayoría de las mineralizaciones metalíferas de origen magmático en la provincia.

El cinturón Naunauco se vincula con una corteza superior móvil, habiéndose desarrollado la actividad ígnea principalmente en la faja plegada y corrida del Agrio, cuyas estructuras controlaron el emplazamiento de los cuerpos en los flancos de los sinclinales y en los núcleos de los anticlinales. De aquí que el pico del magmatismo habría sido favorecido por el relajamiento tensional que sucedió a la compresión de la faja mencionada (Llambías y Aragón, 2011).

GRUPO NAUNAUCO

Esta entidad, cretácica superior tardía, aflora principalmente en la comarca de Colipilli ($72,83 \pm 0,83$ Ma a $65,5 \pm 0,46$ Ma); en él ubicamos también al intrusivo del cerro Pelán ($71,5 \pm 5$ Ma), localizado al norte de Curi Leuvú, y otros cuerpos subvolcánicos compuestos por andesitas, riolitas y riolitas de colores grises y verdosos (García Morabito, 2010), sitios inmediatamente al noroeste y al sur del cerro Atravesada (sierra del Chachil) (75 ± 3 Ma, 71 ± 3 Ma) señalados como Andesita Colipilli por Zanettini *et al.* (2010).

GRUPO CAMPANA MAHUIDA

Está compuesto por los Subgrupos Cerro Tres Puntas y Arroyo El Sillero, integrados ambos por unidades menores que, por lo general, corresponden a afloramientos puntuales.

El Subgrupo Cerro Tres Puntas (nom.nov) (Cretácico superior tardío-Paleoceno inferior, Maastrichtiano-Daniano), está integrado por stocks de granodioritas, pórfiros granodioríticos, granitos, granitos porfíricos, tonalitas y dacitas, que afloran a lo largo del Frente Tectónico de Loncopué e intruyen a sedimentitas de la Cuenca Neuquina y a depósitos del Precuyo.

Las rocas son de colores gris, gris blanquecino, rosado y blanco rosado, de estructura granular mediana a gruesa, que se torna fina en las zonas de contacto con la roca de caja, con alteración propilitica generalizada, feldespatos argilizados y sericitizados y biotita cloritizada. En algunos casos, la roca encajante se encuentra hornfelizada.

Las intrusiones componentes se expresan en Varvarco Tapia, Varvarco, Butalón Norte, Andacollo, Loncopué y Campana Mahuida, con edades radiométricas entre $69,9 \pm 0,13$ Ma (Varvarco) y $60,7 \pm 1,9$ Ma (Cerro Tres Puntas, Campana Mahuida) (ver cuadro 2). En algunos casos, cerros Tres Puntas y Pedregoso Norte, se puede observar el stock silíceo junto con el intrusivo subvolcánico mesosilíceo asociado (Granodiorita Tres Puntas y Andesita El Sillero), cuyas relaciones de contacto son corroboradas por sus edades radiométricas promedio de 62,85 Ma y 61,07 Ma, respectivamente (Zanettini, 1979a y b; véase también Zanettini *et al.*, 2010, pág. 35 a 37).

Áreas de alteración hidrotermal, anómalas en cobre y oro, están vinculadas con la entidad.

El Subgrupo Arroyo El Sillero (nom.nov) (Cretácico superior tardío-Paleoceno inferior, Campaniano-Daniano), está compuesto por facies ígneas subvolcánicas y extrusivas de pórfiros andesíticos, principalmente, acompañados por dacitas, de tonos grises y gris verdoso, que se observan como lacolitos, domos y brechas intrusivas en las sedimentitas de la Cuenca Neuquina.

Los principales afloramientos de la facies subvolcánica se identifican en las comarcas de Colipilli, Loncopué y Campana Mahuida, con edades radiométricas entre $72,83 \pm 0,83$ Ma (cerro León, Colipilli) y $60,7 \pm 1,9$ Ma (arroyo El Sillero, Campana Mahuida) (ver cuadro 3), enlazándose con ella mineralizaciones de hierro en *skarn* y cobre-oro diseminado, siendo posible que también lo estén las mineralizaciones plumbo-cincíferas de Carreri (sierra del Chachil).

La facies extrusiva, denominada Andesita Rivera por Mateo Fernández Caso *et al.* (2011), se expresa en el sinclinal de Colipilli conformada por co-

CUADRO 3 EDADES RADIMÉTRICAS EN EL CINTURÓN ANDESÍTICO PALEÓGENO NAUNAUCO							
COMARCA	LOCALIDAD	UNIDAD	ROCA	CUERPO	EDAD	FUENTE	
Sierra del Chachil	Cerro Chachil Chico	G. NAUNAUCO	Riodacita	Extrusivo	75 ± 3 Ma	García Morabito, 2010	
					71 ± 3 Ma		
	Colpilli		Cerro León	Andesita	Intrusivo subvolcánico	72,83 ± 0,83 Ma	Zamora Valcarce, 2005
	Curi Leuvú		Cerro Pelán	Andesita	Filón capa	71,5 ± 5 Ma	Llambías y Rapela, 1989
Naunauco	Cerro Naunauco	Andesita	Filón capa	65,5 ± 0,46 Ma	Zamora Valcarce, 2005		
Colpilli	Pichaihue	GRUPO CAMPANA MAHUIDA	Toba	Intercalación en el Grupo Malargüe	64,3 ± 0,9 Ma	Aguirre Urreta <i>et al.</i> (2011)	
Colpilli	Noroeste de Colpilli		Andesita	Intrusivo subvolcánico	63,9 ± 0,5 Ma	Leanza <i>et al.</i> , 2006	
Colpilli	Laguna de Hualpe		Dacita	Intrusivo subvolcánico	61,1 ± 0,3 Ma	Leanza <i>et al.</i> , 2006	
Campana Mahuida	Arroyo El Sillero		Andesita	Intrusivo subvolcánico	61,5 ± 0,1 Ma 61,0 ± 1,4 Ma	Franchini <i>et al.</i> , 2003, 2007	
Loncopué	Cerro Pedregoso Norte	Andesita	Intrusivo subvolcánico				
Varvarco	Varvarco	GRUPO CAMPANA MAHUIDA	Granodiorita	Stock	69,09 ± 0,13 Ma	Kay <i>et al.</i> , 2006	
	Puesto Valdéz (h)				64,7 ± 3,2 Ma	JICA-MMAJ, 2001	
	Colomichicó				62 Ma	Vega <i>et al.</i> , 2004	
Andacollo	Los Maitenes		Tonalita	Stock	67,0 ± 3 Ma	Dominguez <i>et al.</i> , 1984	
Varvarco		Alt. Adularia	Area de alteración	65,68 ± 0,22 Ma	Zapettini <i>et al.</i> , 2014		
Campana Mahuida	Cerro Tres Puntas	GRUPO CAMPANA MAHUIDA	Diorita Q	Stock	65,0 ± 3,3 Ma	JICA-MMAJ, 2001	
			Diorita		60,7 ± 1,9 Ma	Franchini <i>et al.</i> , 2003	
Las Ovejas	Butalón Norte		Tonalita	Stock			
Varvarco	Cerro Radales		Granito	Stock			
Varvarco Campos	Varvarco Tapia	Granito	Stock				
Curi Leuvú	Cerro Nevazón	GRUPO ÑORQUÍN	Gabro	Stock	60,1 ± 0,9 Ma	Franchini <i>et al.</i> , 2003	
			Diorita		59,1 ± 2,9 Ma		
Diorita	56,0 ± 1,7 Ma						
Huncal	Nonial		Andesita	Intrusivo subvolcánico	54,3 ± 1,9 Ma	Leanza <i>et al.</i> , 2006	
Colpilli	Cerritos Colorados		Andesita	Intrusivo subvolcánico	52,2 ± 1,9 Ma	Leanza <i>et al.</i> , 2006	
Colpilli	Las Mellizas		Andesita	Filón capa	56,64 ± 0,44 Ma	Zamora Valcarce, 2005	
			Microdiorita	Intrusivo subvolcánico	49,9 ± 3,2 Ma	Llambías y Rapela, 1989	
Taquimilán Arriba	Cerro del Diablo		Tonalita	Intrusivo	53,8 ± 3 Ma	JICA-MMAJ, 2001	
Mulichinco	Cerro Moncol		Microdiorita	Intrusivo subvolcánico	48,4 ± 2,4 Ma	Llambías y Rapela, 1989	
Cayanta	Cayanta		Andesita	Intrusivo subvolcánico	47,0 ± 2 Ma	Rovere <i>et al.</i> , 2004	
Rahueco	Cerro Caicayén		Andesita	Dique	46,1 ± 2,3 Ma	Rovere, 1998	
Cayanta	Cayanta		Microdiorita	Intrusivo subvolcánico	44,7 ± 2,2 Ma	Llambías y Rapela, 1989	
Chos Malal	Cerro Mayal		Dacita	Intrusivo subvolcánico	42,0 ± 2,1 Ma	Rovere, 1998	
La Primavera	Paulo Nicolás		Andesita	Filón capa	39,7 ± 0,2 Ma	Cobbold y Rosello, 2003	
Huncal	Puesto Morales		Veta Pb-Zn	Alteración sericitica	34,0 ± 3 Ma	Dominguez <i>et al.</i> , 1984	
Huncal	Pichaihue		Dacita	Intrusivo subvolcánico			
Huncal	Pichaihue	Andesita	Intrusivo subvolcánico				
Kilca	Cochico Chico	Andesita	Intrusivo subvolcánico				
Andacollo	Río Lileo	An. Cayanta			56,9 ± 1,1 Ma		
	Río Lileo		Andesita	Extrusivo	56,5 ± 0,6 Ma	Jordan <i>et al.</i> , 2001	
	Cayanta		Andesita	Extrusivo	54,2 ± 2,7 Ma	Rovere, 1998	
	Río Lileo		Andesita	Extrusivo	50,3 ± 0,6 Ma	Jordan <i>et al.</i> , 2001	
			Andesita	Extrusivo	39,9 ± 9,1 Ma	Llambías y Rapela, 1989	

ladas lávicas con alteración hidrotermal, brechas autoclásticas, pequeños domos y delgados niveles piro-epiclásticos intercalados en las coladas hacia los niveles superiores. Litológicamente está compuesta por andesitas hornblendíferas y andesitas porfiricas de color gris oscuro con tonalidades rojizas y/o verdosas.

Leanza *et al.* (2006), consideran en esta unidad al domo del cerro La Buitrera, ubicado al sudeste de Colpilli, compuesto por pórfiros andesíticos. Admiten que la litología responde a una facies volcánica proximal posiblemente asimilable a depósitos

laháricos, que podrían corresponder, junto con el domo asociado, a uno o varios estratovolcanes erosionados.

GRUPO ÑORQUÍN

Desarrollado en la comarca noroccidental de la provincia, reúne dos unidades: la Andesita Colpilli (subvolcánica) y la Andesita Cayanta (extrusiva), cuyas rocas componentes por su geoquimismo son calcoalcalinas, metaluminosas y con contenido normal de potasio (Llambías y Rapela, 1989).

En el cuadro 3 gráficamente se observa una lógica superposición de edades entre las facies subvolcánicas y las extrusivas.

La Andesita Colipilli está conformada por cuerpos subvolcánicos de andesitas anfibólicas, pórfiros andesíticos y dioríticos, microdioritas, dacitas, stocks dioríticos y monzodioríticos, de colores grises y gris verdoso, que se presentan como filones capa, diques y lacolitos emplazados en las sedimentitas de la Cuenca Neuquina.

Los filones capa son de espesores variables y frecuentemente se observan conectados entre ellos a través de cortos diques. Las rocas son de textura porfírica con pastas afáníticas a microgranosas.

Los lacolitos constituyen cuerpos transversalmente lenticulares, de decenas a algunas decenas de metros de espesor, y subcirculares en planta, con diámetros de decenas de metros hasta más de 1,5 km. Sus rocas son de textura microgranosa (Lambías y Aragón, 2011).

En general se encuentran propilitizadas y los fenocritales suelen estar argilizados y reemplazados por sericita, cuarzo y calcita.

Sus principales afloramientos se identifican en las comarcas de Varvarco, Tricao Malal, Taquimilán, Colipilli, Cajón de Almaza, Pilmatué y Kilca, como también así en los cerros Nevazón, Mayal, Caicayén y del Diablo, con edades radimétricas entre $60,1 \pm 0,9$ Ma (Cerro Nevazón) y $39,7 \pm 0,2$ Ma (Cerro Mayal) (ver cuadro 2), que la ubican entre el Paleoceno superior (Selandiano) y el Eoceno medio (Bartoniano).

Con esta unidad se vinculan mineralizaciones de hierro en *skarn*, cobre y oro.

La Andesita Cayanta está compuesta por una sucesión de cuerpos lávicos andesíticos, andesítico basálticos y basálticos, con intercalaciones de tobas, aglomerados volcánicos y brechas volcánicas, localmente intruidas por domos y diques riolíticos que se incluyen en la unidad. Las rocas son de textura porfírica con pastas afáníticas a microgranosas, de colores gris claro a oscuro que se tornan rojizos a pardo amarillentos por meteorización.

Se distribuye en la región occidental de la provincia, desde el extremo norte de ésta hasta la latitud de Loncopué, con edades ($56,9 \pm 1,1$ Ma a $39 \pm 9,1$ Ma) entre el Paleoceno superior (Thanetiano superior) y el Eoceno medio (Bartoniano inferior).

El Cinturón Andesítico Paleógeno Pilcaniyeu, o Grupo Pilcaniyeu, se expresa desde Ñorquinco, por el norte, hasta Confluencia, por el sur, y entre los meridianos $71^{\circ}00'$ L.O. y $71^{\circ}30'$ L.O, en senti-

do este-oeste. Emplazado en una franja de extensión, se caracteriza por un volcanismo bimodal: uno explosivo de carácter riolítico y dacítico y otro efusivo de índole andesítica, con intercalaciones de lavas andesíticas y mantos brechosos. Las rocas silíceas son porfíricas, en tanto que las mesilíceas son microporfíricas a afíricas (Llambías y Aragón, 2011).

Dataciones radimétricas de 62 ± 3 Ma (Lagorio *et al.*, 1998) a 42 ± 1 Ma (González Díaz, 1979), señalan para el cinturón edad Paleocena inferior-Eocena inferior.

ANDESITA AUCA PAN

Integrante del Grupo Pilcaniyeu, se apoya sobre granitoides del Complejo Plutónico Huechulafquen, compuesta por andesitas hornblendíferas, sus tobas, brechas y aglomerados volcánicos, existiendo además rocas dacíticas y riolíticas (Cucchi y Leanza, 2006). Esta bimodalidad composicional hace presumir una actividad magmática desarrollada en ambiente tipo *rift* en el antepaís (Llambías y Aragón, 2011).

Las dataciones radimétricas de 62 ± 3 Ma y 61 ± 2 Ma (Lagorio *et al.*, 1998) indican para la unidad una edad Paleocena inferior en la comarca.

Con ella se asociarían mineralizaciones de oro y plomo-cinc vetiformes.

BASALTO CERRO CABRAS

Inserto en el Grupo Palaoco, aflora en el flanco sudoriental de la sierra de Huantraico dispuesto sobre la Formación Carrere (Mioceno inferior) y unidades más antiguas.

Está compuesto por basaltos y tobas. El basalto es alcalino, con olivino y labradorita como constituyentes principales, presentando disyunción columnar (Ramos, 1981).

Este magmatismo alcalino de retroarco se vincularía con el inicio de un período distensivo hacia el final del Mioceno inferior. De hecho, una datación radimétrica que dio 21 ± 2 Ma (Ramos y Barbieri, 1989) indica para él edad miocena inferior tardía.

Relacionado a este Basalto se encuentra un depósito de hierro volcanogénico.

BASALTO HUEYELTUÉ

Componente del Grupo Chapúa, se manifiesta en la Cordillera Septentrional dispuesto en discordancia sobre distintas unidades más antiguas y cubierto por sedimentitas y volcanitas más modernas (Zanettini *et al.*, 2010).

Está compuesto por coladas de basaltos olivínicos y, en menor proporción, andesíticas, acompañadas por brechas volcánicas, ignimbritas basálticas y piroclastitas.

Los basaltos son de color gris a gris oscuro, negro y pardo rojizo oscuro, con textura porfirica.

Las coladas se presentan macizas o con disyunción columnar, notable en ocasiones, además de vesículas y amigdalas.

Dataciones isotópicas brindaron edades de $1,7 \pm 0,3$ Ma a $0,76 \pm 0,07$ Ma, que lo ubican en el Pleistoceno inferior tardío.

En la comarca de Pino Hachado, manifestaciones de hierro volcanogénico? Se ligarían a centros efusivos de este Basalto.

3. ESTRUCTURA

Los aspectos estructurales del territorio neuquino, como también así su petrología y fisiografía, han permitido identificar las provincias geológicas Cordillera Principal, en el noroeste, Cordillera Patagónica Septentrional, en el sudoeste, y Engolfamiento Neuquino, en el centro y este (fig. 9).

Las facies sedimentarias, el metamorfismo regional y la actividad magmática no se manifiestan de igual modo en las tres provincias, lo cual implica distintas posiciones tectonomagmáticas que dan pie al reconocimiento de divisiones menores (Méndez *et al.*, 1995; Ramos *et al.*, 2011a).

Así se tiene:

- **Cordillera Principal:** Faja plegada y corrida de Guañacos, Alto de Copahue-Pino Hachado, Precordillera neuquina norte, Macizo del Tromen y Precordillera neuquina sur.
- **Engolfamiento Neuquino:** Faja plegada y corrida del Agrio, Faja plegada y corrida de Malargüe, Dorso de Los Chihuidos, Dorsal de Huincul, Fosa de Collón Cura, Umbral de Sañicó, Bajo de Huantraico, Depocentro de Añelo, Depocentro de

Picún Leufú, Fosa de Loncopué, Fosa de Bío Bío –Aluminé y Faja plegada y corrida de Chos Malal.

Las unidades mencionadas están delimitadas y segmentadas por lineamientos estructurales que corresponderían a líneas de debilidad del basamento, reflejadas en la cobertura sedimentaria sobreyacente y en la disposición espacial de las rocas magmáticas, pudiendo o no haber sido reactivadas (Ramos, 1978).

El lineamiento Pino Hachado-Picún Leufú, de rumbo general 305° (fig. 10), oficia de separador de dos sistemas de fallas principales: al norte del mismo la fracturación más sobresaliente corresponde al sistema de rumbo 305° , en el que se destacan los lineamientos Barrancas-Río Colorado, Nahueve, Chillán-Río Neuquén-Cortaderas-Añelo y Zapala, en tanto que al sur se observa otro de rumbo 345° en el que sobresalen los lineamientos Río Aluminé, Collón Curá y Nahuel Huapi; en ambos sistemas coexisten sus conjugados, aunque poco manifiestos.

Los lineamientos Pino Hachado-Picún Leufú, Collón Curá y Aluminé se extienden hasta su conjugado lineamiento Río Limay que, con rumbo 50° , controla gran parte del curso del río homónimo.

Estos lineamientos principales son los que permiten definir las unidades morfoestructurales antes nombradas. Fallas menores, generalmente tensionales, de iguales o similares rumbos, han condicionado el emplazamiento de la mayoría de los depósitos vetiformes.

En cuanto al plegamiento que se observa, en términos generales tiene orientación nor-noroeste, en menor escala nor-nordeste, al norte del lineamiento Pino Hachado-Picún Leufú, es decir, en las fosas plegadas de Chos Malal y del Agrio y en el Dorso de los Chihuidos. Al sur del lineamiento principal aludido, el plegamiento está arrumbado al nor-nordeste a nordeste en la subcuenca de Picún Leufú y al noroeste, pasando por un rumbo norte subordinado, en la Precordillera sur; toma dirección este-oeste, al igual que el fallamiento, en la Dorsal de Huincul.

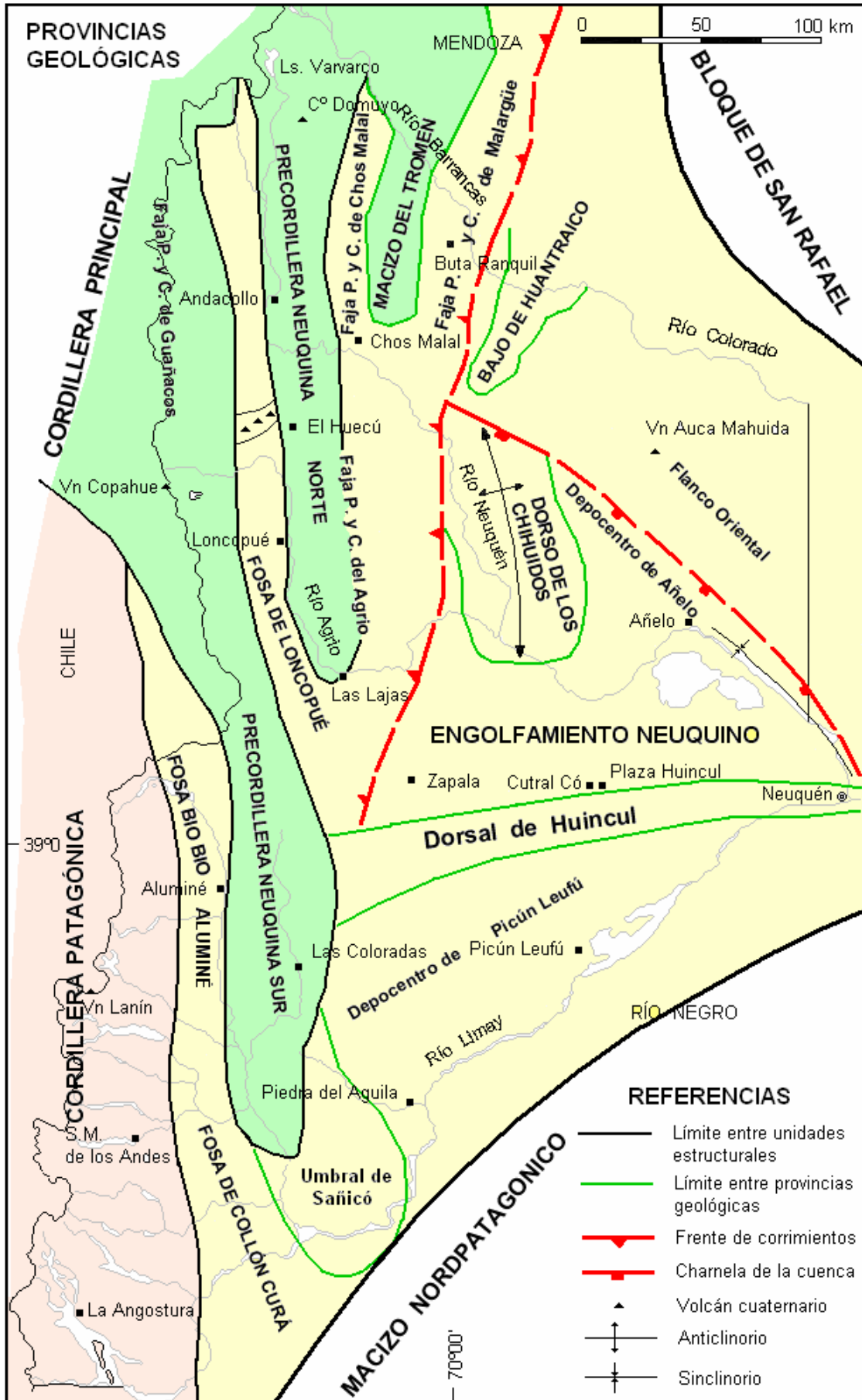


Figura 9. Provincias geológicas y unidades reconocidas (tomado de Ramos *et al.*, 2011a).

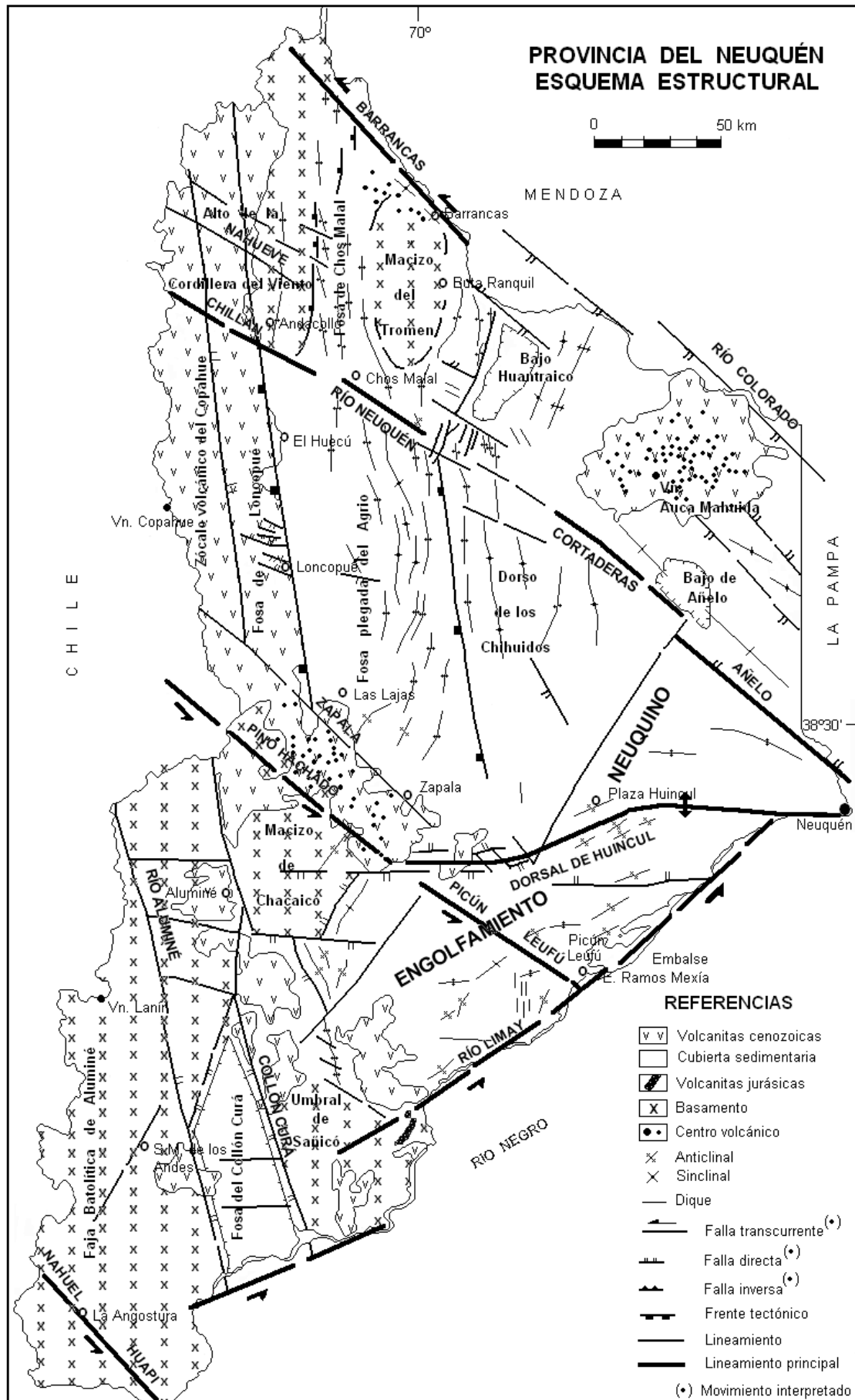


Figura 10. Esquema estructural del territorio provincial (tomado de Ramos, 1978).

4. LOS DEPÓSITOS MINERALES

Un *depósito o yacimiento mineral* es, en comparación con su abundancia media en la corteza terrestre, una concentración anómala de una o más sustancias minerales metálicas y no metálicas, con volumen y ley suficientes para que en circunstancias favorables sea considerada con potencial económico.

De igual manera se define una *ocurrencia mineral*, pero su volumen y ley son insuficientes para que sea juzgada de importancia económica, aunque sí es de interés científico o técnico.

Según la cantidad y calidad de los materiales, un depósito mineral puede justificar su exploración para determinar la posibilidad de convertirse en un *yacimiento minero*, es decir susceptible de su explotación comercial rentable, ya sea porque el mineral es valioso en sí mismo o porque es portador de algún elemento nativo requerido por el mercado.

El grado de enriquecimiento óptimo varía para cada elemento y depende del valor de cada metal en el mercado. El siguiente cuadro (Rodríguez Alvarez, on line), ilustra al respecto:

Concentración mínima de sustancias metálicas para consituir yacimientos

Elemento explotable	Contenido promedio en la corteza	Ley promedio mínima explotable
Al	8%	30%
Fe	5%	25%
Cu	50 ppm	0,4%
Ni	70 ppm	0,5%
Zn	70 ppm	4,0%
Mn	900 ppm	35%
Sn	2 ppm	0,5%
Cr	100 ppm	30%
Pb	10 ppm	4,0%
Au	4 ppm	1 g/t

Así podemos ver que el oro, por ejemplo, requiere una concentración de 250 veces más elevada que su contenido promedio en rocas de la corteza para ser de interés económico, o el cobre de 80 veces, y el plomo de 4.000 veces.

Para la reseña y descripción de los depósitos de minerales metalíferos fueron consideradas numerosas contribuciones originales, publicadas e inéditas, específicas de ellos, teniendo en cuenta también las hojas geológicas a escala 1:250.000 referidas a la provincia, el Mapa Geológico de la provincia a escala 1:500.000 y publicaciones recientes sobre aspectos

estratigráficos, al efecto de actualizar la nomenclatura estratigráfica y la cronología en la descripción de las yacencias.

La descripción se ha ordenado por sustancia y tipo de depósito y estos, a su vez, individualmente y según su localización de norte a sur. En aquellos casos en que los yacimientos de una determinada sustancia están próximos unos de otros, se los considera como *Agrupamiento* al efecto de la descripción e indicación en el mapa metalogénico.

Al nombre de cada yacimiento adicionamos el número de orden que le corresponde en el mapa y en el Anexo I que sintetiza sus características.

En la provincia del Neuquén se encuentran comarcas que son de destacar por hallarse en ellas una o más sustancias minerales en cantidades apreciables, como también así por sus antecedentes de explotación minera.

De norte a sur esas comarcas son: Varvarco, Andacollo, Chos Malal, Rahueco, Colipilli y Campana Mahuida (fig.11).

La comarca de Varvarco se localiza en el noroeste del territorio, ubicándose en ella yacencias vetiformes de oro y cobre y un área de alteración hidrotermal.

Andacollo es la más importante de las comarcas consideradas, por sus dimensiones y la calidad de sus depósitos. Se sitúa en el noroeste de la provincia, sobresaliendo por contener yacimientos de oro, vetiformes y de placer, de plomo-cinc, de baritina (+Cu-Pb-Zn) tipo SEDEX y un área de alteración hidrotermal con posibilidades cupro-auríferas.

Chos Malal se ubica en el noroeste del Neuquén, encontrándose en ella yacencias de cobre vetiforme y oro vetiforme y de placer, en tanto que al sudeste, en Rahueco, se explotaron yacimientos de hierro en *skarn* y se estudiaron otros de cobre-uranio y un área de alteración hidrotermal de interés cupro-aurífero.

La comarca de Colipilli, localizada en el centro-oeste del territorio, es conocida por sus yacimientos de hierro en *skarn* y vetiformes, de cobre filoniano y de baritina hidrotermal acompañada por plomo y cinc que sugieren posibles depósitos vetiformes de estas sustancias.

Campana Mahuida, en el centro-oeste de la provincia y al sur de Loncopué, fue una de las regiones más importantes en el pasado por las explotaciones de plomo-cinc-plata y hierro en *skarn*. Hoy el inte-

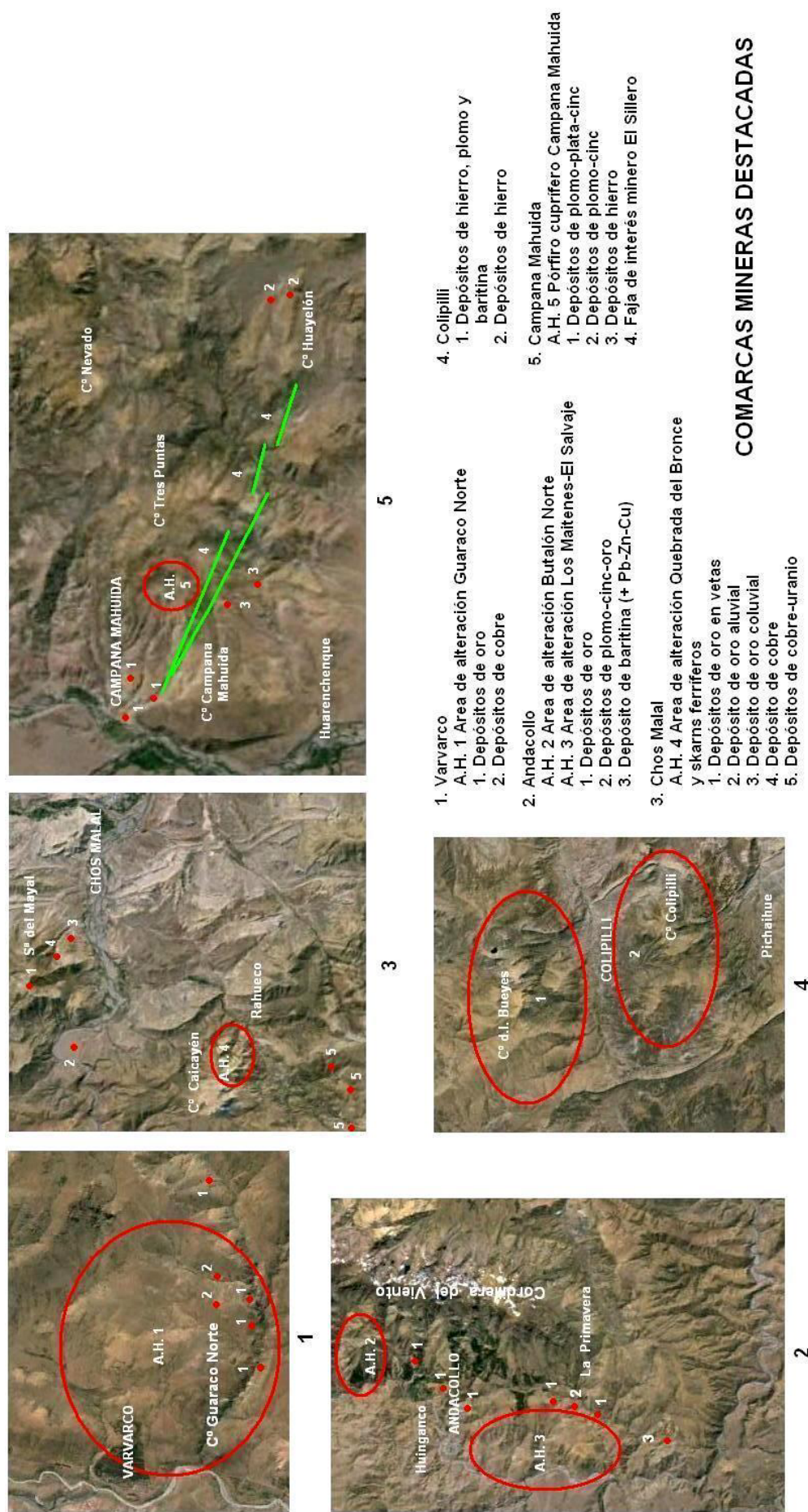


Figura 11. Comarcas mineras destacadas.

rés se centra en un depósito tipo pórfiro cupro-aurífero y en manifestaciones de baritina hidrotermal con plomo-cinc que señalarían posibles depósitos vetiformes de estos sulfuros.

4.1. COBRE

Durante la Segunda Guerra Mundial la escasez de cobre en el mercado nacional favoreció el inicio, en 1941, de la explotación de minerales de esta sustancia en la provincia ubicándola como la principal productora del país, con 2.520 t de minerales de oxidados de cobre que fueron extraídos de la mina «El Porvenir», próxima y al sur de Cutral C6, entre 1941 y 1944 (Angelelli, 1950).

Los dep6sitos de cobre son los que est6n m6s ampliamente distribuidos en el territorio provincial, existiendo yacencias hidrotermales vetiformes y diseminadas en los departamentos Minas, Ñorqu6n, Loncopu6 y Cat6n Lil, mientras que en los departamentos Pehuenches, A6nelo, Confluencia, Zapala, Pic6n Leuf6, Cat6n Lil y Coll6n Cur6 se ubican las yacencias estratoligadas.

Desde el punto de vista econ6mico, solamente revisten inter6s la mineralizaci6n de tipo p6rfiro cupr6fero de Campana Mahuida y algunas asociadas a sedimentos en terrenos extrandinos.

La descripci6n de estas 6ltimas incluye aquellas consideradas como de cobre-uranio, por cuanto ellas presentan las mismas caracter6sticas espaciales, temporales, morfol6gicas y gen6ticas que las de cobre, de las cuales son una variante.

Debemos hacer constar que en la comarca de Varvarco, al nordeste y al sudeste de la localidad hom6nima, se han reconocido dos manifestaciones vetiformes cupro-argent6feras informalmente denominadas *Silverio 1* y *Silverio 2*, en las que los minerales primarios son bornita, calcosina, argentita y menor proporci6n de cuprita y cuprita-plata nativa. Los minerales secundarios comprenden malaquita, covellina, digenita y subordinados, stromeyerita y miersita (Zappettini *et al.*, 2014).

Adem6s, las citas de mineralizaci6n cupr6fera proporcionadas por Tourn y Vattuone (2002) y Urraza *et al.*, (2013) en comarcas de la Cordillera Patag6nica Septentrional.

Las primeras nos dicen que en la base del faldeo occidental del cerro Chapelco, unos 10 km al sur de San Mart6n de los Andes, sobre la margen derecha del arroyo Culebra, se encuentran lavas bas6lticas oliv6nicas con estructura amigdaloide de la Formaci6n Huitrera (Paleoceno superior-Eoceno

medio), con amigdalas rellenas por cobre nativo, con reemplazos de cuprita por oxidaci6n, entre otros minerales volcanog6nicos.

Los segundos se6alan que los metagabros troctol6ticos de la comarca del lago Ñorqu6n, encajados en metamorfitas de la Formaci6n Colohuincul al norte del extremo occidental del lago, contienen una mineralizaci6n de sulfuros de cobre-hierro y niquel, que podr6an estar vinculados con elementos del grupo del platino, aunque los valores geoqu6micos registrados no tienen significaci6n econ6mica. Los tenores de elementos met6licos son: 130 ppm Cu, 180 ppm Ni, 140 ppm Cr, 60 ppm Zn, 67 ppm Co, 40 ppm V, 3 ppb Au, 31,7 ppb Pt y 2,9 ppb de paladio.

Asimismo, se observa diseminaci6n de calcopirita y piritita en lavas bas6lticas pliocenas del Basalto Coyocho, o Tipilihuque, al noroeste de la aduana de Pino Hachado.

4.1.1. DEP6SITOS VETIFORMES

La mayor parte de los dep6sitos hidrotermales filonianos se encuentran en el norte de la provincia, en los departamentos Minas y Ñorqu6n. Corresponden ellos a las yacencias Cura Mall6n, Milla Michic6, Silvia y Graciela en el paraje Cura Mall6n, Aquihueco en el paraje del mismo nombre, Los Mellizos al sudoeste de El Alamito, Tres Chorros y La Buitrera en Tres Chorros, Naunauco en Taquimil6n Centro, Cerro del Diablo en Tralalhu6 y Cerro de los Bueyes en Colipilli. En el sur, en el departamento Pic6n Lauf6, se ubican Kokito II – La Anita y American, al sur de Cutral C6.

Las vetas encajan en areniscas jur6sicas de la Formaci6n Tordillo y cret6cicas de los Grupos Mendoza y Neuqu6n, haci6ndolo tambi6n en cuerpos subvolc6nicos andes6ticos y en tobas andes6ticas paleocenas-eocenas de las Andesitas Colipilli y Cayanta.

Los cuerpos mineralizados constituyen rellenos de fallas tensionales y de diaclasas, con estructura brechosa, siendo en algunos casos lenticulares. Alcanzan de tres metros a 2.000 m de longitud y de 0,03 m a 1,80 m, excepcionalmente 2,90 m, de ancho, con rumbos dominantes entre 3106 a 3406 y de 56 a 906 los menos, e inclinaciones de 406 a 806, predominantemente, subvertical al sudoeste, noroeste, nordeste y sudeste y vertical.

La mineralizaci6n hipog6nica consiste en calcopirita, piritita y, localmente, bornita, galena y esfalerita. La secundaria est6 compuesta por malaquita, azurita, calcosina, calcantita, cuprita, cobre nativo, hematita y limonita, mientras que la ganga es baritina, calcita, cuarzo y yeso.

La roca de caja suele presentarse afectada por alteraciones hidrotermales, silíceas y propilítica.

Las leyes del mineral se encuentran entre 0,8 % Cu y 38,16 % Cu y en Cerro del Diablo hasta 2,5 g/t Au y en American 40 g/t de plata.

La formación de los filones se vincula con el magmatismo Paleoceno superior a Eoceno medio de la Andesita Colipilli, por lo cual se considera de dicha edad.

Aquihueco

El depósito se encuentra situado en el faldeo oriental de la cordillera del Viento, en el curso medio del arroyo Aquihueco. Desde Chos Malal se accede recorriendo 23 km por la ruta provincial 43 y 26 km por la ruta provincial 41 hasta el paraje Aquihueco, desde donde se deben recorrer unos 12 km aguas arriba por el arroyo Aquihueco.

Según Barrionuevo y Nieniewski (1955) y Zannettini (1969), localmente se encuentran sedimentitas de color rojizo de la Formación La Primavera (Jurásico inferior), intruidas por diques de diabasa porfirica albitizada asignable a la Andesita Colipilli (Paleoceno medio a Eoceno medio) y afectadas por una falla de corrimiento de rumbo 330° e inclinación de 40° al sudoeste.

En la zona de falla, donde se ubica la mineralización, la roca se encuentra intensamente triturada, cloritizada, con silicificación de baja a mediana intensidad y algunas venillas de cuarzo ocupando las fracturas.

La yacencia tiene potencias variables de 0,50 m a 2,90 m extendiéndose espaciadamente en una longitud de 250 m, acompañandola otras menores de rumbo este.

Como mineralización primaria se observan pequeñas guías y nódulos de calcosina, de 0,10 m a 0,20 m de largo por 0,01 m de espesor, distribuidas irregularmente en la roca portadora en cantidades variables, entre escasa y abundante, y disminuyendo notablemente su concentración a una profundidad de 1,50 m y aún más hasta el nivel freático. La ganga está compuesta por cuarzo y calcita.

La mineralización secundaria consiste en impregnaciones de malaquita, azurita y escasa covelina en planos de diaclasas.

A partir de tres muestras comunes de los sectores mejor mineralizados, se ha obtenido un tenor medio ponderado de 1,87 % Cu (Barrionuevo y Nieniewski, 1955). Otras muestras tomadas en veta por Devito (1955a) arrojaron valores de 0,34 % a 0,80 % Cu y 5 ppm Mo, mientras que fuera de ella los

tenores de cobre son normales. En muestras de desmonte el tenor medio es de 8 % de cobre y se estima una potencialidad de 22.525 tn de mineral.

Se considera que la mineralización está ligada a la intrusión de las subvolcanitas de la Andesita Colipilli, por lo que estimamos una edad paleocena media a eocena media para ella. Las labores realizadas han sido destapes, escarpes y piques de poca profundidad.

Cura Mallín

El yacimiento se encuentra localizado a unos 200 m al este de la margen oriental del río Neuquén, a unos 1,5 km al norte de la confluencia de éste con el río Trocoman o a unos 3,5 km al sur de la desembocadura del arroyo Milla Michicó en el río Neuquén. Se arriba al sitio desde Chos Malal recorriendo 42 km por la ruta provincial 43 y luego 15 km por camino secundario hasta el paraje Cura Mallín, desde donde se deben recorrer unos cinco kilómetros hacia el sudoeste en animales de silla.

Devito (1955a) nos informa que en el sitio afloran volcanitas andesíticas de color gris rojizo de la Andesita Cayanta (Eoceno inferior a medio), afectadas por una falla en la que se aloja una delgada veta lentiforme de rumbo 310° e inclinación de 70° a 75° NE, con una longitud de seis metros y espesor de 0,03 m a 0,05 metros. La veta se empobrece en partes y hasta se ramifica en delgadas guías con mineralización en rosario.

La mineralización principal consiste en calcopirita y piritita que, además, se diseminan en la roca encajante hasta una distancia 0,20 m en una franja paralela a la veta. Acompañan galena y esfalerita, que también se observan en la caja como nidos dispersos. Los minerales secundarios son malaquita, azurita, calcosina, covelina y limonita.

Una muestra arrojó un tenor de 23 % de cobre. Pérez *et al.* (1969) señalan 1 % Cu, 0,9 % Pb, 1 % Zn y 2 ppm de molibdeno.

Genéticamente la veta se relacionaría con el subvolcanismo andesítico de la Andesita Colipilli, de edad paleocena media a eocena media.

Las labores realizadas consisten en dos socavones, superior e inferior, de dos y cinco metros respectivamente de largo, separados por un intervalo vertical de cinco metros.

Agrupamiento Milla Michicó

Comprende las vetas *Milla Michicó*, *Silvia*, *Graciela*, *Mi Propiedad* y *La Lacorruta*, situadas en las proximidades del paraje Cura Mallín. Sola-

mente se tiene información geológica sobre las tres primeras, muy similares entre sí.

Milla Michicó, Silvia y Graciela

Son pequeñas manifestaciones situadas a unos 14 km en línea recta al sur de Andacollo, sobre la margen izquierda del río Neuquén. Se arriba al sitio desde Chos Malal recorriendo 42 km por la ruta provincial 43 y luego 15 kilómetros por camino secundario hasta el paraje Cura Mallín, desde donde se deben recorrer unos tres kilómetros hacia el oeste en animales de silla.

En el sitio se manifiestan volcanitas andesíticas de la Andesita Cayanta (Eoceno inferior a medio).

Elizalde (1961) describe tres yacencias haciendo referencia a la comarca de Milla Michicó, aunque aclara que ellas corresponden a las vetas *Silvia* y *Graciela*.

En el cajón de los Metales, sobre el río Neuquén se observa una falla de rumbo 290° en la que se aloja una delgada veta de hasta 0,10 m de espesor máximo, mineralizada con calcopirita, bornita y ga-

lena en ganga de cuarzo, con malaquita y azurita como secundarios.

A unos 300 m hacia el este-sudeste se encuentra la labor *Joffre*, en la que se constatan dos fracturas paralelas brechadas, separadas unos 0,50 m, de rumbo 290° e inclinación subvertical, de 0,20 m de potencia mineralizadas con malaquita y azurita.

A unos 250 m al sudeste de esta labor, frente al risco del Zorro, se ubican las labores *De Blaya* y *Badillo*, aterradas.

Las labores practicadas en estas manifestaciones han sido de exploración, consistiendo en socavones, galerías y un pique.

Los Mellizos (arroyo Butalón)

La yacencia (fig. 12), conocida también como *Arroyo Butalón*, se halla situada al sudoeste del paraje El Alamito. Desde la ciudad de Chos Malal se arriba recorriendo 25 km por la ruta provincial 43 hasta El Alamito de donde, un poco más al oeste, se desvía una huella en dirección sud-sudoeste que se

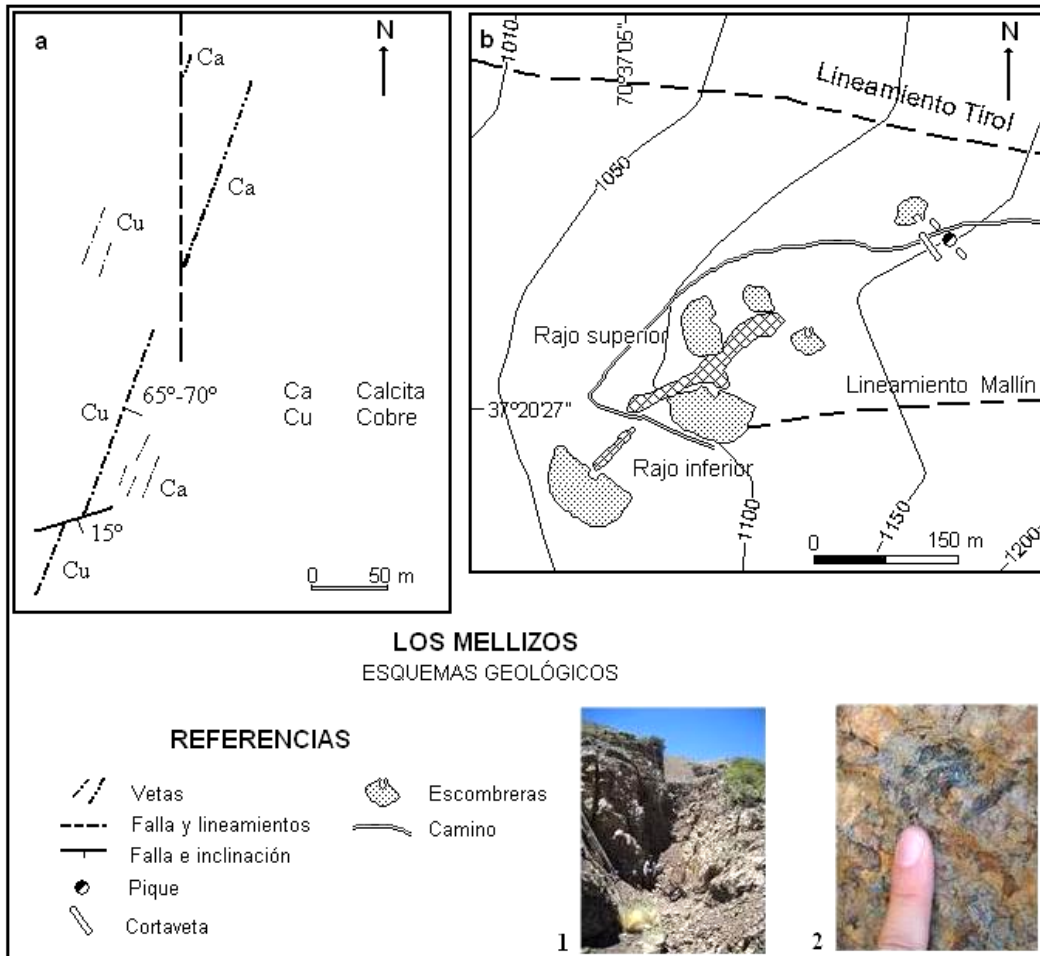


Figura 12. Yacimiento Los Mellizos. Esquemas geológicos (a - Según descripción de Barrionuevo y Nieniewski, 1955; b - Tomado de Schencman *et al.*, 2013). (1) Vista al sudeste del rajo inferior; (2) Mena oxidada (Fot. Laura J. Schencman).

debe transitar por unos 10 km hasta el puesto La Invernada, de donde se continúan tres kilómetros en animales de silla o a pie por la antigua huella minera. El depósito se localiza en la margen izquierda del arroyo Baeza, afluente del arroyo Butalón, a unos 3.000 m al nor-noreste de la desembocadura de éste en el río Neuquén.

En el sitio afloran conglomerados, areniscas y arcilitas con estratificación cruzada, de colores rojo violáceo, pardo amarillento y gris verdoso, de la Formación Tordillo (Jurásico superior), intruidas por diques y filones capa dacíticos, de unos dos metros de potencia, de grano fino, color gris claro y con alteración propilítica, de la Andesita Colipilli (Paleoceno superior a Eoceno medio).

De acuerdo con Barrionuevo y Nieniewski (1955), Devito (1955a) y Caro *et al.* (1975), el depósito consiste en una veta principal u oriental y otra secundaria u occidental «abolsonadas», de estructura brechosa y continentes de clastos angulosos de la roca encajante, alojadas en fracturas de rumbo 20° e inclinación de 65° - 80° SE que cortan a sedimentitas y diques dacíticos.

En su parte nordeste la veta principal se constituye con dos vetas de calcita masiva, paralelas y separadas 30 m entre sí, de 50 m de longitud y 1,45 m a 2,20 m de ancho, cuyo extremo sudoccidental se encuentra cortado por una falla de rumbo norte.

Considerando este extremo, estéril en superficie, más el sector central con mineral cuprífero, la veta principal tiene una extensión de unos 250 metros.

El sector central mineralizado alcanza una longitud de 130 m y espesor medio de 0,70 m (entre 0,13 m y 1,20 m), presentando algunas ramificaciones secundarias cortas y delgadas.

En su extremo sudoeste la veta es cortada por una falla de rumbo 72° e inclinación de 15° SO, que la desplaza lateralmente 10 m al sudoeste.

La veta secundaria se ubica a unos 10 m al noroeste de la principal, de la cual es paralela, con una longitud visible de 25 m y potencia media de 0,40 metros.

Una tercera veta, de 0,13 a 0,17 m de espesor, se localiza entre las dos anteriores y es paralela a ellas.

Lateralmente, hacia el sudeste del sector central mineralizado, se presenta otro filón de calcita de más de 15 m de longitud y de 0,40 a 1,50 m de espesor, acompañado por numerosas vetas menores de potencia variable y corto recorrido, paralelas y de igual contenido.

La mineralización primaria, que constituye lentes elongados, discontinuos y con estructura brechosa localizada, está compuesta por nidos y pequeñas guías de calcopirita, bornita, nódulos de calcosina-covelina, galena, esfalerita y pirita en ganga de abundante cuarzo, calcita, baritina y yeso. Los minerales secundarios son malaquita, crisocola, azurita, cuprita, cobre nativo, anthlerita, calcantita, algodinita, tenorita y otros oxidados de cobre, acompañados por hematina, limonitas e hidróxidos de manganeso.

Schenzman *et al.* (2013) han diferenciado tres etapas de mineralización posteriores al fallamiento de la roca encajante: en la primera etapa precipitaron pirita y calcopirita. En la segunda se formaron covelina, calcosina, bornita?, cuprita?, hematita, limonitas y la primera generación de calcita. En la tercera se originaron cuarzo, malaquita, crisocola, calcita y limonitas. Estos autores infieren una temperatura entre 100 °C y 300 °C para los fluidos mineralizantes.

Nos dicen también que la roca encajante de las vetas, sedimentitas de la Formación Tordillo, se encuentra decolorada y con alteración hidrotermal sericitica, acompañada por agregados de carbonatos, opacos y escasa adularia.

De los datos brindados por Barrionuevo y Nieniewski (1955) obtenemos que la ley media del yacimiento es de 11,63 % Cu, mientras que Devito (1955a) señala que la ley media de la veta principal es de 8,47 % Cu y en seleccionados de cancha mina se alcanza a 19,67 % de cobre. Las concentraciones de cobre en la roca de caja llegan a un 0,5% (Bassi *et al.*, 1985). Méndez *et al.* (1995) estiman un recurso mineral de 20.000 toneladas.

El proceso formador de esta mineralización epitermal se vincularía con la intrusión de subvolcanitas andesíticas de la Andesita Colipilli, por lo que ella sería de edad paleocena superior a eocena media.

Las labores ejecutadas consisten en destapes de veta, rajos sobre veta de 0,50 m a 1,20 m de profundidad y dos socavones de cuatro y seis metros de longitud, realizadas solamente sobre el sector mineralizado del yacimiento.

Otra manifestación cuprífera, denominada *Las Violetas*, se halla a 2.500 m al sud-sudeste de Los Mellizos, sobre la margen norte del río Neuquén. En ésta las vetas rellenan dos fallas subverticales de rumbos 45° y 50°, habiéndose realizado piques y cortas galerías de exploración (Schenzman *et al.*, 2013).

Agrupamiento Tres Chorros

Reune las yacimientos *Tres Chorros*, *La Buitrera* y *La Vuelta del Cobre*, localizados en el paraje Tres Chorros, sobresaliendo los dos primeros.

Tres Chorros

Se halla situada al norte del paraje Tres Chorros, en el faldeo occidental del cerro Buitrera del Chacay, sobre la margen derecha del arroyo El Chacay, afluente del arroyo Rahueco. Desde Chos Malal se llega al sitio recorriendo 8 km hacia el sur por la ruta nacional 40,6 km por la ruta provincial 6 y, pasando por la estancia Chiape, 9 km hasta Tres Chorros, de donde se debe continuar unos 4 km hacia el nordeste en animales de silla. Sus coordenadas son: 37°27'30" LS y 70°27'00" LO.

De acuerdo con Soto y Davids (1954), Devito (1955a) y Muñiz (1956), en el sitio afloran areniscas calcáreas grises en bancos de uno a 1,50 m de espesor, con intercalaciones de lutitas arcillosas verdes, que en conjunto llevan rumbo 35° e inclinación de 5° a 22° al nordeste, correspondientes a la Formación Vaca Muerta (Cretácico inferior).

El depósito comprende seis vetas epitermales de estructura brechosa, designadas de 1 a 6, que rellenan grietas de falla en la roca de caja nombrada con rumbos de 20° a 70°, inclinación subvertical a vertical y espesor variable entre 0,10 m y 1,50 metros.

Son vetas paralelas separadas de 20 m a 150 m unas de otras, que alcanzan longitudes variables entre cuatro y seis metros en las N°s 2,3,4,5, 20 m en la N° 1 y 360 m, discontinuos, en la N° 6 (fig. 13). Esta última, la más importante, se encuentra a una distancia de 1,5 km hacia el norte de Tres Chorros y a dos kilómetros al sur del grupo 1 a 5.

La mineralización consiste en un abundante relleno de calcita y escaso yeso, en el que se distingue

calcopirita en nidos, pequeñas lentes y finas guías, cuprita en delgados hilos y bornita

El mineral secundario (fig. 14) es malaquita, azurita, escasa calcantita, muy escasa tenorita, óxidos de manganeso, hematita y limonita irregularmente distribuidas. La zona mineralizada alcanza unos 20 m de profundidad.

Las alteraciones hidrotermales que se observan consisten en caolinización en los planos de falla y silicificación de la roca de caja a los costados de las vetas.

Las muestras de labores arrojaron en promedio 8,64 % Cu (Barrionuevo y Nieniewski, 1955), en tanto que los tenores obtenidos en muestras de cancha mina son de 19,10 % Cu en la veta N° 2, 5,95 % Cu en la veta N° 4 y 7,18 % a 22,40 % Cu en la N° 6. Se estima un recurso mineral de 65.000 t (Méndez *et al.*, 1995).

En el lugar no se han observado cuerpos intrusivos, pero es de suponer que esta yacencia epitermal se vincula a subvolcanitas de la Andesita Colipilli (Paleoceno superior a Eoceno medio) de cercana localización.



Figura 13. Yacimiento Tres Chorros. Óxidos de cobre en escombreras de areniscas de la Formación Tordillo. (Fot. Juan Carlos Danieli).

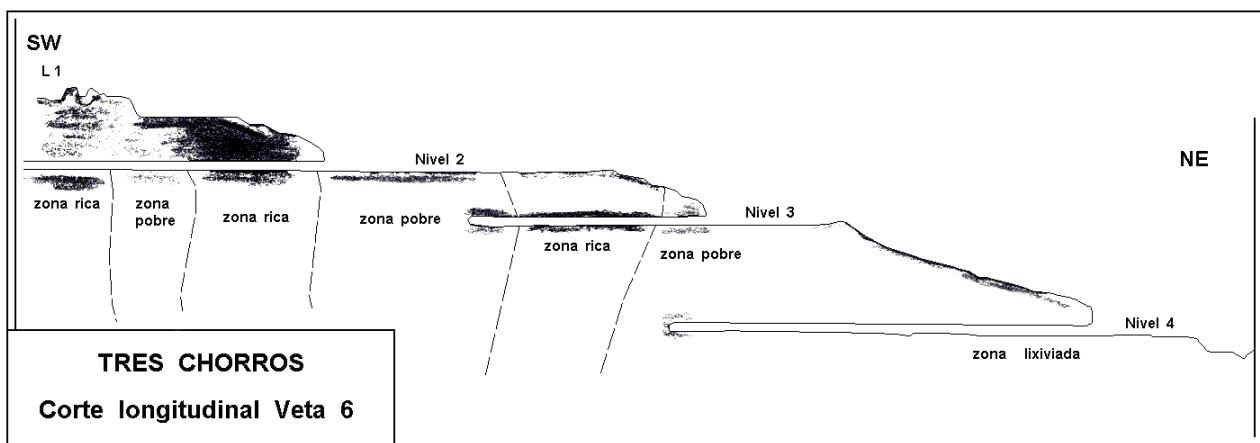


Figura 14. Yacimiento Tres Chorros. Perfil longitudinal de la veta 6 (modificado de Muñiz, 1956).

En 1954 la Dirección General de Fabricaciones Militares, al efecto de ensayar métodos adecuados para estudio del yacimiento, efectuó ensayos geofísicos de resistividad y potenciales eléctricos naturales con resultados negativos para el fin perseguido (Elizalde y Soto, 1954).

Las labores se reducen a destapes, rajos sobre veta de hasta 1,8 m de profundidad y, en la N° 6, tres galerías y dos piques de siete y 11 m de profundidad en la zona de oxidación, además de trincheras.

La Buitrera

Se sitúa al norte del paraje Tres Chorros, 1,5 km al norte de la veta 6 del yacimiento Tres Chorros. Desde Chos Malal se llega al sitio recorriendo 8 km hacia el sur por la ruta nacional 40, 6 km por la ruta provincial 6 y, pasando por la estancia Chiape, 9 km hasta Tres Chorros, de donde se debe continuar unos 6 km hacia el nordeste en animales de silla. Sus coordenadas son: 37°26'30" LS y 70°27'30" LO.

Nos dicen Barrionuevo y Nieniewski (1955) que son cinco vetas más o menos paralelas, separadas 105 m, en promedio, entre ellas, que se alojan en areniscas calcáreas color gris claro de la Formación Tordillo (Jurásico superior), con rumbo de 30° a 35° e inclinación de 75°NO a 80° NO, potencias de 0,50 m a 1,30 m y longitudes variables, alcanzando a 200 m la más extensa. Dentro de las vetas, la potencia de la mineralización varía de 0,10 m a 0,45 metros.

En la parte superior de las vetas el único mineral presente es calcita, que se mantiene hasta unos 50 m de profundidad, nivel en que aparece una zona de espesor variable, entre 10 m y 20 m, con calcopirita en guías lenticulares irregulares y discontinuas y escasa calcosina, en ganga de calcita y baritina. Continúa una zona de unos cinco metros de potencia en la que aumenta el contenido de calcopirita, que rellena grietas en calcita, acompañada por malaquita, melaconita, cuprita y limonitas, disminuyendo el tenor de mineral cuprífero hacia profundidad y retornando el relleno puramente calcítico.

La ley mineral se encuentra entre 2,43 % Cu (veta 1) y 13,50 % Cu (veta 2), para un recurso de 22.000 t de mineral estimada por Méndez *et al.* (1995).

La yacencia se vincularía con la Andesita Colipilli, en ambiente de arco magmático, por lo que su edad estaría comprendida en el Paleoceno medio a Eoceno medio.

En ella se realizaron labores de exploración a cielo abierto y algunas subterráneas.

Naunauco

Conocida también como *Taquimilán*, es una manifestación localizada a unos 4,5 km al sudeste del paraje Taquimilán Centro, en el faldeo norte del cerro Naunauco. Desde Chos Malal se arriba al sitio recorriendo 14 km, hacia el sur, por la ruta nacional 40 y luego 12 km por la ruta provincial 29 hasta el paraje nombrado, de donde se llega al depósito en animales de silla. Son sus coordenadas: 37°34'00" LS y 70°16'30" LO.

De acuerdo con observaciones propias, considerando además lo informado por Soto y Davids (1954) y Barrionuevo y Nieniewski (1955), en el lugar aflora un cuerpo subvolcánico de pórfiro andesítico de grano fino, color gris verdoso, asignable a la Andesita Colipilli (Paleoceno medio a Eoceno medio), que intruye a sedimentitas de las Formaciones Agrio y Huitrín (Cretácico inferior). El cuerpo andesítico está afectado por alteración hidrotermal silícea, sericítica y clorítica.

La mineralización es el relleno hidrotermal de una fractura en la andesita, de rumbo 75°, de unos 20 m de longitud y de 0,10 m a 0,50 m de potencia, formando también delgadas vetillas de pocos milímetros de espesor. A ambos lados de la veta se encuentra una faja de alteración carbonática de 0,10 m a 0,45 metros de ancho.

La mineralización está compuesta por calcopirita, bornita y escasa covelina, con malaquita y limonita como secundarios.

Una muestra del seleccionado de cancha mina reveló 15,60 % de cobre (Soto y Davids, 1954), mientras que muestras en las labores indican un promedio ponderado de 6,66 % de cobre (Barrionuevo y Nieniewski, 1955).

A unos 200 m al sur de esta yacencia se observan dos vetillas de rumbo este-sudeste, de 20 m, una, y dos metros de longitud la otra, de 0,01 m a 0,03 m de potencia y pobre mineralización similar a la anterior, con una faja de alteración carbonática que alcanza hasta 0,40 m de ancho en la mayor.

Inmediatamente al este de la manifestación y sobre la misma estructura de rumbo este, se encuentra un depósito de caolín, denominado Naunauco, consistente en fisuras de 0,30 a 0,40 m de ancho ocupadas por caolín hidrotermal? Y vetas «abolsonadas» de talco cerámico-clorita y clorita-sericita-cuarzo, observándose además venas de cuarzo piritizado con estructura bandeada.

Según Maiza y Hayase (1975) la clorita es magnesiana. Entendemos que el magnesio de la clorita y la formación de talco cerámico se debería a la

acción de soluciones hidrotermales (acompañantes de la intrusión andesítica) sobre las sedimentitas encajantes, que contienen calizas y dolomitas, pudiendo el magnesio haberse liberado por acción térmica.

La mineralización en su conjunto se vincula con la intrusión de la Andesita Colipilli, por lo que se considera de edad paleocena media a eocena media.

Las labores realizadas consisten en una trinchera y dos pequeños escarpes en las manifestaciones de cupríferas, mientras que para la explotación del caolín se construyeron socavones y galerías en veta y cortaveta.

Cerro del Diablo

Este depósito se localiza en el cerro de igual nombre (fig. 15), a unos 35 km al sudoeste de la ciudad de Chos Malal, desde donde se accede recorriendo 33 km por la ruta nacional 40 hasta Naunauco, luego 21 km por las rutas provinciales 4 y 29 hasta Tralalhué, desde donde se debe continuar en animales de silla o con vehículo de doble tracción hasta cerro del Diablo.

De acuerdo con Soto y Davids (1954) (fig. 16), en el sitio afloran areniscas grauváquicas blancas a grises y lutitas de grano muy fino, de tonos grises, de la Formación Mulichinco (Cretácico inferior) que forman parte de un anticlinal localmente arrumbado al nor-noroeste. Son intruidas por un cuerpo subvolcánico de pórfiro diorítico cuacífero, de estructura porfirica y color verde claro, alongado en dirección nor-noroeste, con diferenciaciones a pórfiro tonalítico, de la Andesita Colipilli (Paleoceno superior a Eoceno medio), del cual irradian diques de igual índole, de potencia variable entre cuatro y seis metros, caolinizados, propilitizados y portadores de calcopirita.

Las sedimentitas presentan rumbos cambiantes nor-noroeste, norte y este, inclinando entre 10° y 27° hacia oriente al este del intrusito y hacia occidente



Figura 15. Cerro del Diablo. Vista desde el sudoeste

al oeste de él, en tanto que en los extremos del mismo lo hacen al norte y al sur, es decir que a grandes rasgos siguen el contorno de la intrusión.

Se observan dos sistemas de fallas de tensión: uno de rumbo 55° a 70° casi perpendicular al eje del pliegue, y otro de rumbo 340°, paralelo a él, verticales a subverticales, que alcanzan longitudes variables entre 20 m y 150 metros.

El sistema de fracturas de rumbo nordeste próximas a la cumbre del cerro del Diablo contiene mineralización cuprífera, aunque no todas, y en algunos casos están ocupadas por diques dacíticos. Rellenadas por material brechoso cementado por óxidos de hierro y de espesor variable entre 0,20 m y 1,60 m, se acuñan a poca profundidad. Sobresalen en el terreno destacándose por su coloración pardo oscuro.

En el área la roca de caja, sedimentitas y dacita, se encuentra caolinizada, sericitizada y limonitizada.

La mineralización primaria consiste en calcopirita y bornita, en tanto que la secundaria esta compuesta por malaquita, azurita y limonita. Ambas se distribuyen irregularmente en un material triturado compuesto por limonita, hematita y cuarzo, que constituye el relleno de las fracturas. En profundidad disminuye, no sobrepasando los siete metros según se observa en los principales piques practicados.

De los filones reconocidos sobreesale el denominado *María Aurelia*, el cual ha sido estudiado con mayor detenimiento (fig. 17).

María Aurelia

Según Devito (1955b), la veta es de estructura brechosa, alojada en una fractura de rumbo 70° que inclina entre 75° y 85° al sudeste, con potencias oscilantes entre 0,30 m y 1,80 m, habiendo sido observada a lo largo de 260 metros. A ambos lados de la fractura principal y acompañándola en casi todo su recorrido se presentan grietas menos importantes ocasionalmente mineralizadas.

La roca de caja es dacita caolinizada y propilitizada, que da lugar a una salbanda de color blanco a amarillo claro de hasta 0,70 m de espesor.

La mineralización conforma una asociación pulverulenta compuesta, en la zona de oxidación, por abundante limonita y hematita acompañadas por hidróxidos de manganeso y una distribución irregular de malaquita, azurita, calcosina, cuprita y pirita en ganga de cuarzo, calcita y yeso; se encuentran también nidos de galena irregularmente distribuidos y pequeños nódulos de calcopirita.

Las muestras obtenidas en las labores de *María Aurelia* revelan que la ley del mineral se en-

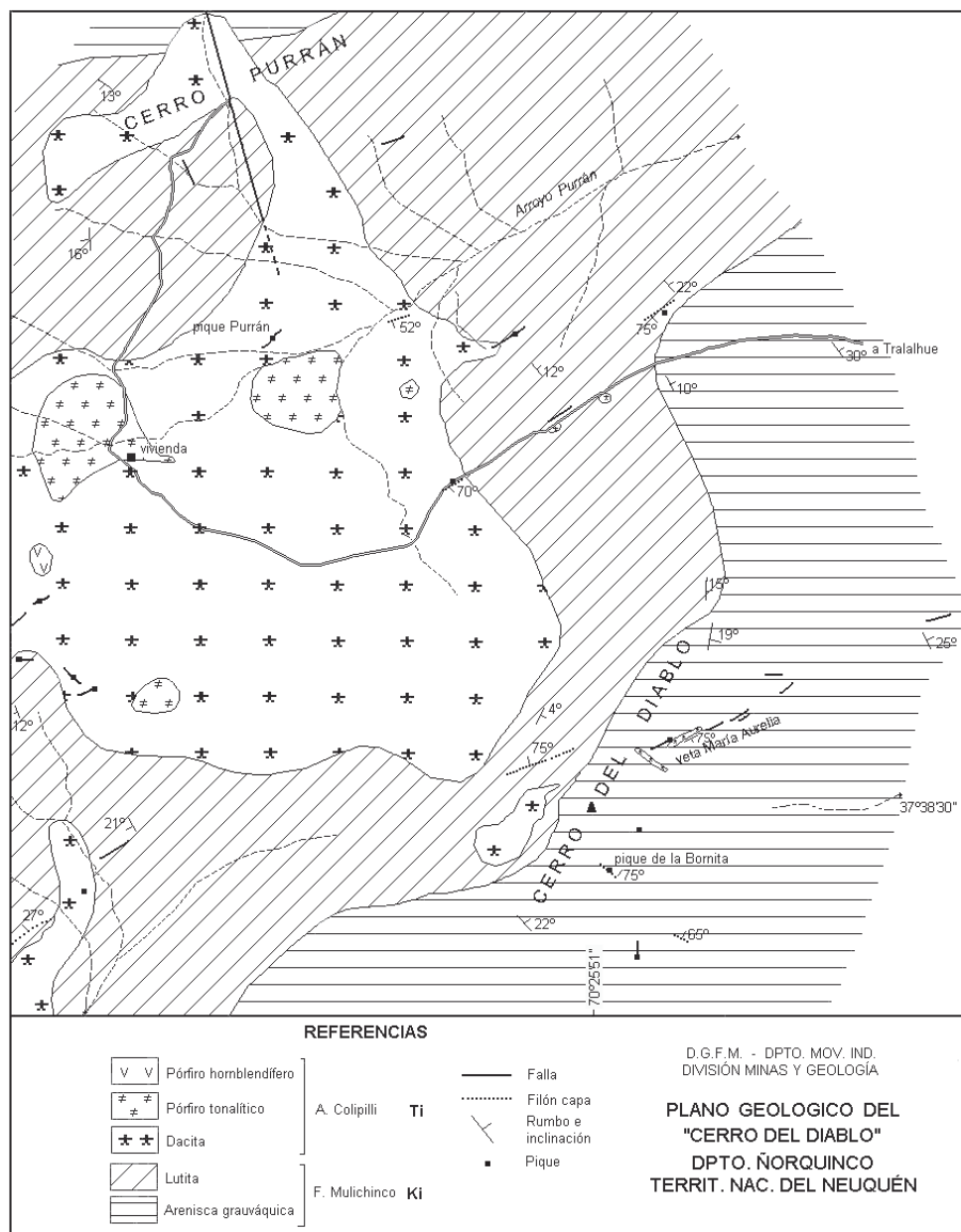


Figura 16. Cerro del Diablo. Mapa geológico (modificado y actualizado de Soto y Davids, 1954)

cuentra entre 5,05 % y 11,03 % Cu, con un contenido de 2,5 g/t Au en una de ellas (Soto y Davids, 1954), estimándose un recurso de 9.360 t de mineral (Devito, 1955b).

En las rocas limonitizadas que rodean la cumbre del cerro del Diablo se han obtenido tenores de 3,2 % Cu, 0,11 g/t Au, 3,8 g/t Ag, 40 ppm Pb y 150 ppm Zn (JICA-MMAJ, 2001).

Inmediatamente al oeste y al norte del cerro del Diablo se encuentran varias manifestaciones de mineralización plumbo-cincífera que corresponden al mismo sistema.

Las vetas se alojan en fracturas de rumbos entre 40° y 70° y entre 315° y 340°, con estructura brechosa cementada por óxidos de hierro y potencias

variables entre 0,05 m y 0,20 metros. Al igual que las anteriores, también constituyen «sombreros de hierro» y la roca de caja, lutitas y dacita, se encuentra caolinizada, epidotizada y limonitizada.

La mineralización, que en la vertical desaparece en pocos metros, en orden de abundancia consiste en pirita, esfalerita y galena como primaria y cerusita, anglesita y limonita como secundaria, en ganga de baritina, calcita y cuarzo.

Hacia el nor-noroeste del cerro del Diablo y ya en el faldeo sur del cerro Purrán, se encuentra una fractura de rumbo 340° inclinada 85° E, de potencia variable hasta 15 m y 150 m de longitud reconocible, rellena por una brecha mineralizada con baritina, la cual se manifiesta de manera lenticular en rosa-

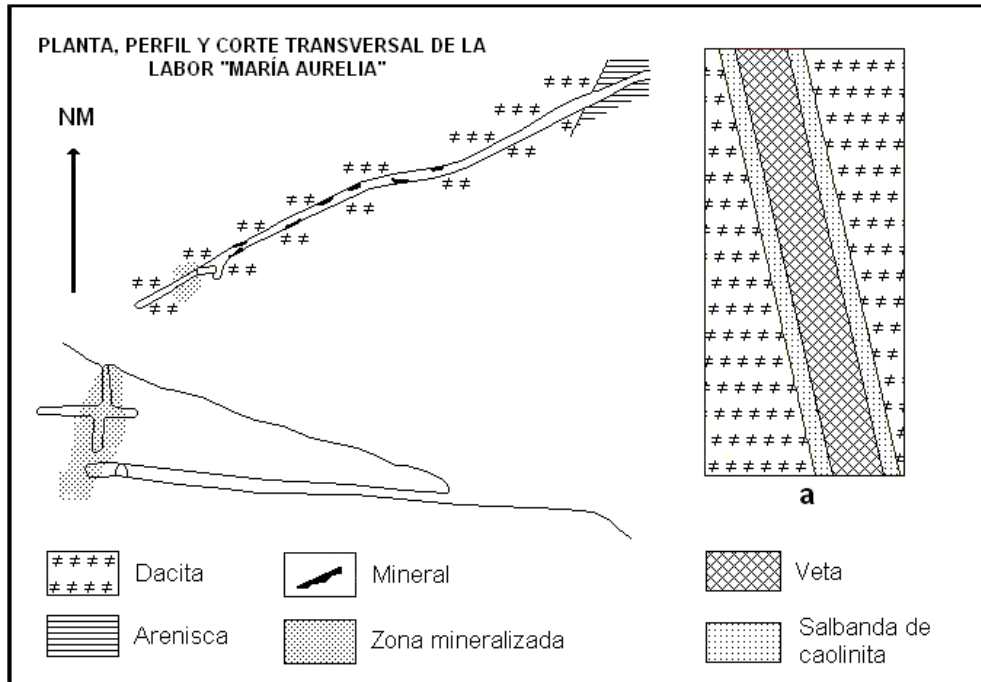


Figura 17. Veta María Aurelia. Planta y perfil longitudinal (modificado de Soto y Davids, 1954). Disposición de la veta en el tope de la galería (según Devito, 1955b).

rio, con ocurrencia de calcopirita, esfalerita y galena.

Soto y Davids (1954) postulan para esta yacencia epitermal dos etapas de mineralización, la primera portadora de minerales de cobre y la segunda, de menor temperatura, aportante de mineralización plomo-cincífera y baritina.

De la veta de baritina del cerro Purrán se extrajeron alrededor de 200 t de mineral, estimándose un recurso de 10.000 t (Méndez *et al.*, 1995).

Se relaciona el proceso mineralizante con la intrusión dacítica, que se incluye en la Andesita Colipilli, por lo que ella sería de edad paleocena superior a eocena media.

En el informe de JICA-MMAJ (2001) se menciona la existencia de un pórfiro granodiorítico calcoalcalino en el sector de la veta de baritina, cuya datación radimétrica por K-Ar sobre plagioclasa señaló $53,8 \pm 3,0$ Ma.

Las labores ejecutadas consisten en escarpes, socavones, piques, galerías de escaso desarrollo y estocadas. Varios escarpes fueron practicados solamente por la presencia de pequeños sombreros de hierro en superficie.

Cerro de los Bueyes

Se ubica en el cerro homónimo (fig. 18), al cual se accede desde Chos Malal recorriendo 33 km por la ruta nacional 40, hasta Naunauco, desde donde se continúan 48 km por la ruta provincial 4, pasando

por Colipilli, hasta el paraje Mallín Largo; se llega a la manifestación en animales de silla.

En el sitio afloran areniscas y limonitas de la Formación Mulichinco (Cretácico inferior) intruidas por cuerpos subvolcánicos de la Andesita Colipilli (Paleoceno superior a Eoceno medio). De acuerdo con Llambías y Malvicini (1978) es un filón hidrotermal de relleno de fractura, de un metro de ancho y rumbo 45° .

La mineralización consiste en pirita, malaquita, azurita, crisocola, cuprita, tenorita y limonitas, que se encuentran además impregnando la roca encajante y en venillas dentro de ésta; caolinita y adularia son los minerales de alteración presentes.

Este depósito está vinculado con la Andesita Colipilli, por lo que su edad es paleocena superior a eocena media.



Figura 18. Cerro de los Bueyes. Vista hacia el noroeste de Colipilli.

Huiri Huiri

Según Turner (1976), se localiza próxima y aguas arriba de la confluencia del río Aluminé con el arroyo Huiri Huiri, a unos cinco kilómetros al nordeste de dicha confluencia. Desde Aluminé se accede recorriendo 20 km hacia el norte por la ruta provincial 23, nueve kilómetros por la ruta provincial 15 hasta Quilachanquil y de allí unos siete kilómetros por huella hacia el sur, llegándose al depósito caminando unos dos kilómetros hacia el este o en animales de silla.

En granitoides del Complejo Plutónico Huechulafquen se aloja una veta de rumbo 340° e inclinación de 55° NE, de tres metros de longitud y 0,15 m a 0,20 m de ancho.

La mineralización primaria consiste en calcopirita y pirrotina, acompañada por minerales secundarios de cobre.

Se realizó solamente una labor para dejar el filón al descubierto.

Kokito II – La Anita

Estas yacencias epitermales se ubican sobre el segundo afluyente norte del cañadón del Carrizo, que descienden hacia el sur del cerro Bayo Mesa, al oeste de la Barda de las Campanas, a unos 25 km al norte de Picún Leufú, desde donde se accede recorriendo 15,5 km hacia el noreste por la ruta nacional 237 hasta el cañadón nombrado, por el cual y su afluyente mencionado se deben transitar unos 17 km en animales de silla. En el área se localiza también la yacencia *Santa Bárbara*, carente de información geológica aunque se presumen similares características.

Leanza y Hugo (1997) nos dicen que en el área aflora la Formación Lohan Curá (Cretácico inferior), constituida por areniscas cuarzosas, conglomerados y arcilitas.

De acuerdo con Fernández Aguilar (1945), Angelelli (1950) y Malvicini (1962), los depósitos considerados corresponden a una misma veta que se manifiesta de manera lenticular a lo largo de unos dos kilómetros, con un espesor que alcanza de 0,60 a 0,80 m, constituyendo el relleno de una falla de rumbo 56° e inclinación variable de vertical a 60° al noroeste; la estructura es brechosa, conteniendo clastos de la roca de caja en la masa de mineral.

Fallas menores, de rumbo general norte, intersectan a la anterior. En esos puntos es donde se localiza la mineralización más importante.

La mineralización primaria consiste en algodonita, como principal mineral de mena que forma nidos y vetillas irregulares y ramificadas, y calcopirita. La secundaria está conformada por

cuprita, tenorita, cobre nativo, calcosina, covellina, malaquita, azurita y crisocola. Estos minerales se presentan mezclados irregularmente con la ganga de baritina, calcita y cuarzo.

Los minerales primarios se observan brechados y cementados por otros secundarios, lo que sugiere una reactivación de los movimientos en la fractura principal.

El principal proceso de alteración corresponde a la argilización que afecta a la roca de caja, presentándose sericitización en escasa proporción.

En este depósito hidrotermal de baja temperatura el carácter de las soluciones portadoras de arseniuros fue de naturaleza coloidal en el momento de depositarse. Se ha observado una superposición alterna de texturas coloidales que sugieren una variación rítmica de las soluciones coloidales de arseniuros que formaron capas de algodonita de distinta composición. De hecho, se ha determinado la ocurrencia de algodonita Ü y algodonita â (Malvicini, 1962).

Un común de muestras sin seleccionar arrojó una ley de 38,16% Cu y 40 g/t de plata, estimándose recursos de 70.000 t de mineral

Para una precaria explotación se realizaron algunas labores superficiales y subterráneas.

Américan

Se halla situada próxima al primer afluyente norte del cañadón del Carrizo, que desciende hacia el sur del cerro Bayo Mesa, al sudeste del cerro El Vagón, a unos 19 km al norte de Picún Leufú, desde donde se accede recorriendo 15,5 km hacia el noreste por la ruta nacional 237 hasta el cañadón citado, por el cual se deben transitar unos 10 km, hasta el afluyente nombrado, en animales de silla.

De acuerdo con Leanza y Hugo (1997), en el área aflora la Formación Lohan Curá (Cretácico inferior), constituido por areniscas de grano grueso, areniscas conglomerádicas, conglomerados y arcilitas, de color pardo oscuro.

Según Angelelli (1950) la yacencia consiste en una veta de rumbo este e inclinación de 82° N, cuya potencia media es de 0,15 a 0,20 metros.

La mineralización está compuesta por cuprita, malaquita, azurita y cobre nativo, observándose baja proporción de calcopirita y calcosina, en ganga de baritina, calcita, yeso y cuarzo.

Dos muestras comunes a lo ancho de la veta indicaron un contenido promedio de 17,78 % Cu, mientras que otra seleccionada señaló un contenido de 63,90 % Cu (Sgrosso, 1933a).

En ella se han realizado solamente labores superficiales de exploración.

4.1.2. DEPÓSITOS TIPO PÓRFIDO

Los depósitos de cobre porfírico reconocidos mediante exploración detallada y semidetallada, *Pino Andino*, *Campana Mahuida* y *La Voluntad*, se localizan en los departamentos Loncopué y Catán Lil.

Otras yacencias de este tipo existentes, que se sitúan en los departamentos Minas, Ñorquín, Loncopué y Picunches, se las considera como áreas de alteración hidrotermal ya que, si bien tienen las características de pórfiros cupríferos, solamente se han realizado en ellas estudios básicos de geología, geoquímica y geofísica y escasos sondeos en una, estando las leyes en el orden de partes por millón (ppm). De norte a sur son Cajón de los Chenques (Zanettini, 1974, 1987; Figueroa y Torres, 1995; CORMINE S.E.P., 1996a), Guaraco Norte (Zanettini y López, 1989b), Butalón Norte (Danieli *et al.*, 1988; Zanettini y López, 1989a; Casé *et al.*, 2008), Los Maitenes-El Salvaje (Soto *et al.*, 1969; Domínguez *et al.*, 1984), Quebrada del Bronce (CORMINE S.E.P. 1996b; Casé y Malvicini, 1999) y Cerro Las Lajas (Salaberry, 1968b; Zanettini, 2010).

Las rocas de caja corresponden a metamorfitas devónicas, granodioritas y tonalitas del Pérmico inferior, ignimbritas andesíticas del Triásico superior temprano, areniscas y calizas jurásicas y pórfiros andesíticos y dioríticos y tonalitas paleógenos.

Las alteraciones hidrotermales que afectan a los depósitos son potásica, filica y propilítica, hallándose también argílica en menor escala.

La mineralización ocurre diseminada y en *stockwork*. La hipogénica esta integrada por pirita, calcopirita, bornita, molibdenita, magnetita y oro, en tanto que la secundaria la forman malaquita, azurita, crisocola, cuprita, cobre nativo, calcosina, covellina, hematita y limonitas.

La ley del mineral se encuentra entre 0,06 % Cu y 0,50 % Cu, hasta 0,78 g/t Au y hasta 8 g/t Ag para los tres depósitos más conocidos.

Según dataciones radimétricas la edad de estas mineralizaciones, como también así de las áreas de alteración hidrotermal, es paleógena, excepto en el caso de *La Voluntad* que se asigna al

Carbonífero superior temprano (Pensilvaniano inferior).

Pino Andino

Se sitúa a unos 12 km en línea recta al nor-nordeste de Loncopué, sobre la margen norte del arroyo Mulichinco. Desde la localidad citada se arriba

recorriendo 14 km por la ruta provincial 32 y, luego de vadear el arroyo nombrado, por la huella de acceso o en animales de silla.

Las primeras observaciones geológicas en el depósito (fig. 19), que señalaron sus características de diseminado, fueron realizadas por Vanegas y Zanettini en 1988, informándose verbalmente a la jefatura técnica de la Dirección General de Fabricaciones Militares con sede en Mendoza. Posteriormente en el período 1994/97 la empresa minera N.A. Degerstrom Inc. efectuó estudios geológicos, geoquímicos, geofísicos y perforaciones de aire reverso en el área.

Según González (1996), Rovere *et al.* (2004) y Zanettini *et al.* (2010), en la comarca se expresan secuencias sedimentarias del Jurásico conformadas por pelitas negras y calizas de la Formación Los Molles (Jurásico inferior), areniscas y conglomerados de la Formación Lajas (Jurásico medio), calizas con yeso de la Formación Tábanos (Jurásico medio) y areniscas de la Formación Lotena (Jurásico medio a superior), intruidas por un pequeño *stock* granodiorítico, aflorante en el extremo sudoccidental, y cuerpos subvolcánicos de pórfiro diorítico y diorítico-andesítico, en el sector central del área, del Grupo Campana Mahuida (Paleoceno). El panorama se completa con depósitos fluviales gruesos y tobas de la Formación Huarenchenque (Pleistoceno inferior), pumicitas de la Ignimbrita Alpehué (Holoceno), eluvios y aluvios.

Con los cuerpos intrusivos se vinculan los procesos de alteración hidrotermal y mineralización.

Pino Andino se sitúa en el bloque oriental elevado con referencia a una falla regional de rumbo norte que canaliza al río Agrio. La mayor parte de las estructuras menores tienen rumbo variable entre nordeste y este-nordeste, que corresponde también a la orientación de emplazamiento de los filones de pórfiros.

De acuerdo con Bellotti *et al.* (1997), las alteraciones hidrotermales que se desarrollan en este depósito son:

Alteración potásica, consiste en vetillas y cúmulos de biotita secundaria, magnetita y pirita diseminadas y turmalina en menor escala, ocurrentes en dos núcleos de alteración que se observan en afloramientos de pórfiro diorítico, y en las sedimentitas que intruyen, en el sector central del área. Se presenta también alteración sericítica moderada sobreimpuesta.

Alteración filica, está compuesta por cuarzo, sericita y pirita. Es la más generalizada en el área,

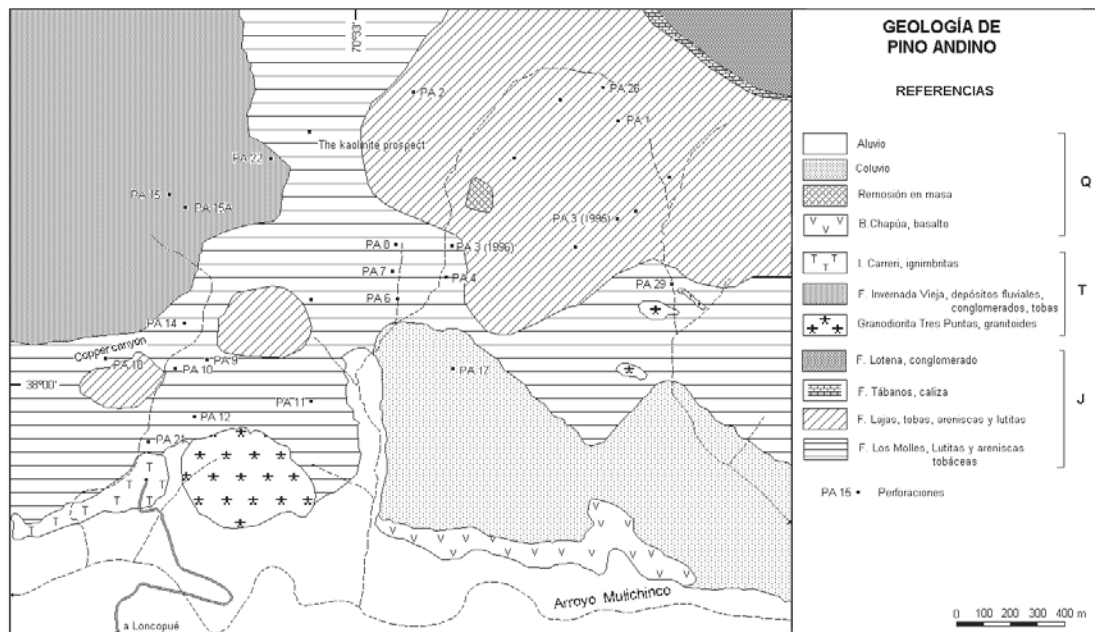


Figura 19. Pino Andino. Mapa geológico (tomado de JICA-MMAJ, 2001).

tanto en superficie como en profundidad, y afecta a las sedimentitas y a algunos pórfiros dioríticos. Es de moderada intensidad, la acompañan boxworks con limonitas y localmente presenta zonas de *stockwork* con vetillas de cuarzo-pirita en el sector sudoeste del área, sobreponiéndose puntualmente a alteración potásica con vetilleo polidireccional de cuarzo-limonita en el central.

Alteración argílica, se integra con caolinita, sericita y sílice. Tiene un acentuado control estructural, encontrándose en el sector norte asociada con vetas de cuarzo-baritina.

Alteración propilítica, está conformada por clorita, calcita y epidoto. Es periférica con respecto a las anteriores, afectando a las sedimentitas y, en el sector norte, a pórfiros andesítico dioríticos.

Además se reconocen áreas silicificadas controladas por estructuras y caracterizadas por cuarzo, jaspe, turmalina, sericita y, localmente, vetas de baritina que, juntamente con la alteración argílica, podrían corresponder a un evento mesotermal sobreimpuesto a la alteración hidrotermal general, lo cual es sugerido por su orientación nordeste.

Las perforaciones efectuadas no detectaron un cuerpo subvolcánico principal de pórfiro que pueda explicar la extensión de la alteración filica, a pesar de la existencia de afloramientos de pórfiros con alteración potásica en el sector central del área, por lo que el mencionado cuerpo se hallaría a profundidades mayores de 250 metros.

La mejor mineralización cuprífera se aloja en los pórfiros dioríticos, vinculada con la alteración potá-

sica. Como minerales primarios se observan calcopirita, pirita y magnetita diseminadas y pirita en vetillas con cuarzo al sudoeste del sector central, en tanto que secundarios de cobre, malaquita, crisocola, esmectita y menor brochantita, se ubican en fracturas y diseminados en el sector central. Se reconocen además jarosita y pátinas de goethita –hematita.

González (1996) y Bellotti *et al.* (1997), expresan que muestras de rocas se analizaron por las sustancias cobre, plomo, cinc, molibdeno, oro y arsénico, cuyos resultados fueron:

SUSTANCIA	RESULTADOS	VALOR MÁXIMO
Cu	entre 0, 01% y 0, 11%	0, 61%
Pb	>0, 008%	0, 11%
Zn	>0, 014%	0, 13%
Mo	>0, 001%	0, 0082%
Au	entre 0, 075g/t y 0, 5g/t	0, 78g/t
As	>0, 015%	0, 13%

Los mayores valores anómalos se concentran en los sectores donde afloran las rocas porfíricas con alteración potásica y filica sobreimpuesta.

El cobre, de amplia distribución, y el molibdeno se hallan en casi todos los tipos litológicos, aunque los tenores más elevados se encuentran en los centros de alteración potásica y se extienden hacia las rocas con alteración filica.

El oro tiende a vincularse con las estructuras, pero muestra una clara distribución sobre las rocas con alteración filica, alrededor de los centros potásicos.

En el sector este del área, donde afloran calizas cubiertas por conglomerados, de la Formación Lajas, se detectaron valores geoquímicos anómalos que podrían señalar un depósito tipo *skarn*.

JICA-MMAJ (2001) reportó que, en muestras superficiales de distintos tipos litológicos alterados, se detectaron 390 ppm a 1,7 % Cu, 0,1 a 1,8 g/t Au, 1,4 a 64 g/t Ag, 0,1 a 0,2 % Zn, 0,2 a 0,6 % Pb y 354 a 2310 ppm As.

En cuanto a los sondeos, los mejores resultados denotan solamente tramos subeconómicos en cobre y en oro. Así se tienen tenores de 0,10 % a 0,65 % Cu, de 0,10 g/t a 0,44 g/t Au, 0,34 % Pb y 1,56 % Zn.

Pino Andino es un sistema de alteración hidrotermal del tipo pórfiro de Cu-Au, vinculado a un arco magmático externo desarrollado sobre un margen continental cercano a la fosa oceánica. Lateralmente al mismo y rodeándolo, se encuentran vetas de cuarzo-baritina que corresponden al sistema.

Considerando que las rocas intrusivas del área se pueden asimilar a las del Grupo Campana Mahuida, datado en la yacencia de pórfiro cuprífero homónimo situado a unos 25 km al sur, la alteración y mineralización en Pino Andino sería del Paleoceno inferior.

Campana Mahuida

Este depósito de cobre porfirico se ubica a cinco kilómetros al este del paraje del mismo nombre, sobre el faldeo sudoeste del cerro Tres Puntas. Desde la localidad de Loncopué se accede recorriendo 15 km por la ruta provincial 33 y camino secundario que, por la margen izquierda del río Agrio, conduce hasta la escuela de Campana Mahuida, desde donde se continúa unos ocho kilómetros hacia el este-sudeste por camino para vehículos de doble tracción. Una variante es, desde la escuela de Campana Mahuida, continuar hacia el sur hasta el poblado, o reservación indígena, de Huarenchenque y de allí unos 10 kilómetros hacia el nordeste por camino para vehículos de doble tracción.

El yacimiento (fig. 20 y 21), fue originalmente reconocido por el Ing. E. Wleklinski en 1965 durante el relevamiento geológico y geoquímico regional efectuado por el Plan Cordillerano y explorado de manera preliminar durante su desarrollo (Salaberry y Nuñez, 1968). Posteriormente, la investigación fue profundizada por Falconbridge SAMA, la Dirección General de Fabricaciones Militares, CORMINE SEP, Recursos Americanos Argentinos SA y Grupo Minero Aconcagua SA.

Se realizaron estudios geológicos, geoquímicos de rocas, suelos y sedimentos fluviales, geofísicos de polarización inducida y magnetometría, un pique

y galerías, 6.848 m de perforaciones a diamantina y 7.110 m de perforaciones por aire reverso, que se completaron con ensayos metalúrgicos, cálculo de reservas, plan de minado y perfil de prefactibilidad.

De acuerdo con Zanettini (1979 a y b) y Zanettini (2010), en la comarca afloran areniscas de grano mediano a fino, de colores gris blanquecino y verde oliva, de la Formación Lotena (Caloviano superior-Oxfordiano inferior); le sobreyacen en discordancia calizas y brechas calcáreas, de colores gris claro a blanco, de la Formación La Manga (Oxfordiano). Siguen en concordancia areniscas de grano mediano a fino, arcilitas y lutitas, de colores rojo violáceo y pardo amarillento, con intercalaciones de areniscas tobáceas y tobas, de la Formación Tordillo (Kimmeridgiano). El conjunto es intruido por las magmatitas del Grupo Campana Mahuida (Paloceno), integrado por granodiorita, diorita y pórfiro tonalítico de la Granodiorita Tres Puntas y cuerpos hipabisales de pórfiro andesítico y dacita de la Andesita El Sillero, la cual también intruye a la Granodiorita (fig. 22 y 23).

Con la Granodiorita Tres Puntas se relaciona el metamorfismo de contacto que decoloró y transformó en calizas cristalinas a las rocas de la Formación La Manga y en *hornfels* y pizarras silicificados a las sedimentitas de las Formaciones Lotena y Tordillo, mientras que los procesos de alteración hidrotermal y mineralización que afectan al conjunto se vinculan con la Andesita El Sillero. La actividad magmática ha ocasionado, además, un reemplazo total de las calizas de la Formación La Manga por cuarzo, ópalo y calcedonia, formándose también pequeños cuerpos de *skarn* de hierro, en el extremo sur del depósito.

En la parte central de éste se observa un intenso fracturamiento craquelado que afecta a los metasedimentos de la Formación Tordillo. A mayor escala se distinguen dos sistemas de fracturamiento compuestos por fallas tensionales subverticales, de rumbos nor-nordeste y oeste-noroeste, que condicionaron la intrusión de la Andesita El Sillero y parcialmente la distribución de la alteración hidrotermal. El sistema nor-nordeste contiene, en parte, brechas silicificadas que sobresalen como crestas, en tanto que el sistema oeste-noroeste presenta dos fallas que desplazan al anterior hacia el noroeste.

Las alteraciones hidrotermales muestran la característica zonación para este tipo de yacencia mineral: una zona interna de silicatos de potasio es rodeada por una intermedia filica y ésta, a su vez, por otra externa propilítica. Sus límites son transicionales y no guardan relación en sus formas, lo cual se debería a un control litológico-estructural y a la distribu-

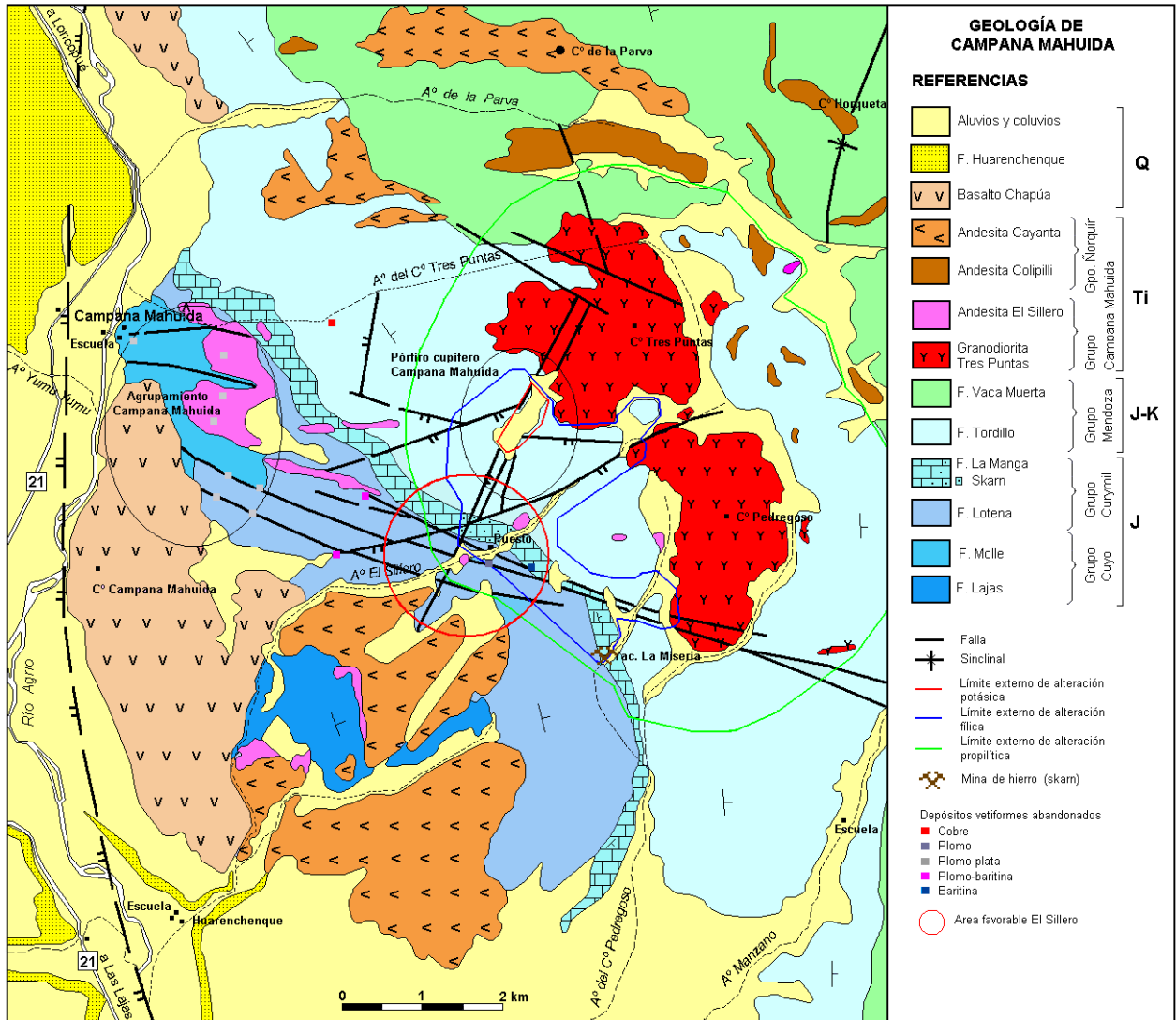


Figura 20. Campana Mahuida. Mapa geológico de la comarca (actualizado de Zanettini, 1979a y b).



Figura 21. Campana Mahuida. Fotografía superior: vista hacia el norte desde el margen sudeste del depósito; la zona mineralizada se encuentra en el subsuelo de la depresión en primer plano, en la que se observan las escombreras del pique realizado por CORMINE. A la derecha, el cerro Tres Puntas. Fotografía inferior: vista al sur del área alterada y mineralizada; se observan las plataformas de las perforaciones.



Figura 22. Campana Mahuida. Vista hacia el este, desde el borde oeste del depósito, del área alterada y mineralizada; al fondo el cerro Tres Puntas. (Fot. Mario Chabert).

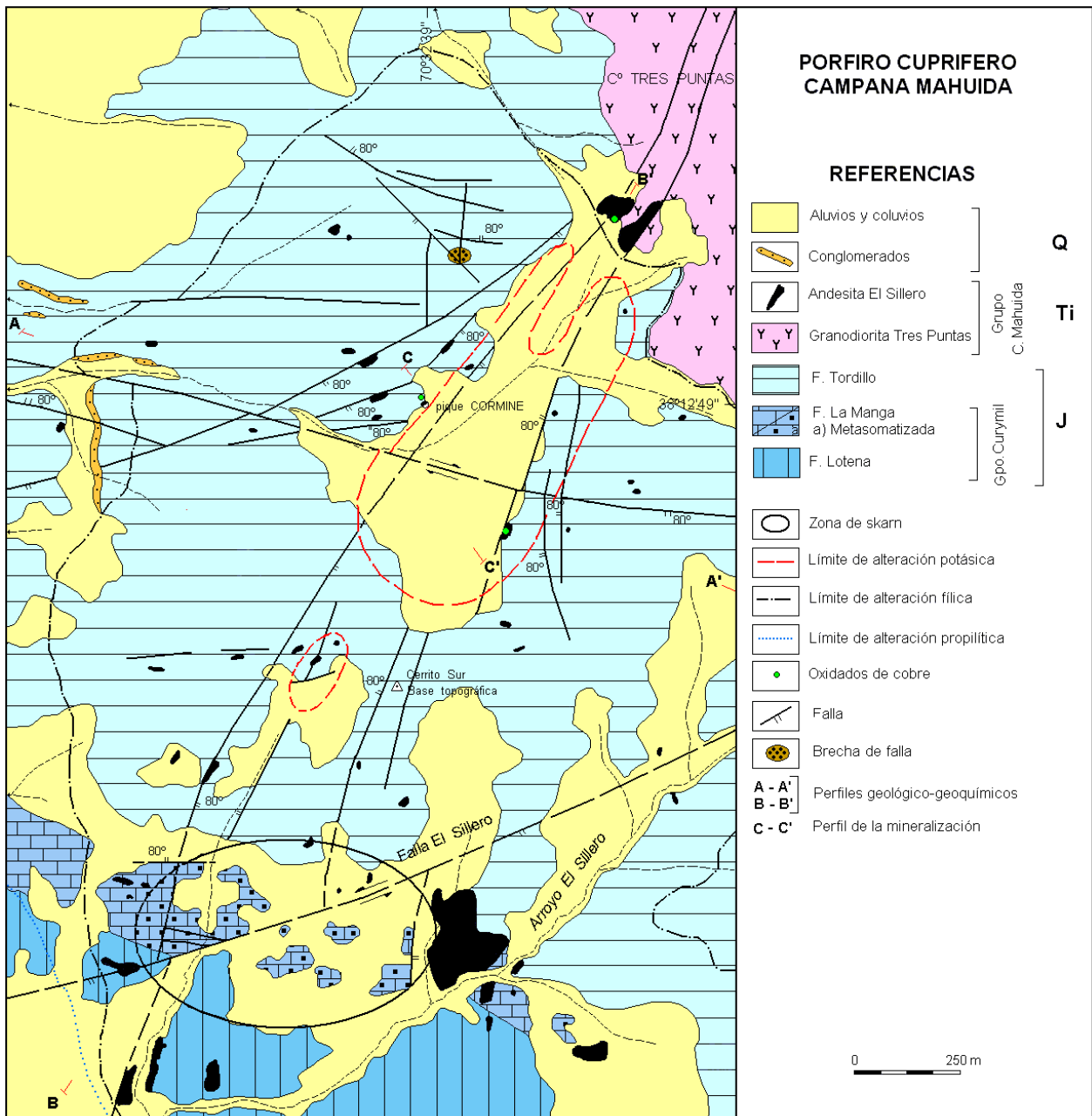


Figura 23. Campana Mahuida. Mapa geológico del pórfiro cuprífero (tomado de Zanettini, 1976).

ción de la Andesita El Sillero en el subsuelo. La alteración potásica (biotita-feldespato potásico-sericita-cuarzo-turmalina incolora) afecta con mayor intensidad a las rocas de la Formación Tordillo y de la Andesita El Sillero, haciéndolo en menor grado con las de la Granodiorita Tres Puntas. Se desarrolla en la parte nuclear del depósito. La alteración filica (sericita-cuarzo-pirita-moscovita-turmalina negra) se observa en las mismas rocas y en menor proporción en las de las Formaciones La Manga y Lotena. Conforman un halo periférico a la zona de alteración potásica. La alteración propilítica (clorita-epidoto-calcita-cuarzo) afecta a todas las litologías del depósito. Sobrepasa los límites del yacimiento propiamente dicho, rodeando a las intrusiones de los cerros Tres Puntas y Pedregoso y alongándose hacia el oeste.

La distribución de filosilicatos en las diferentes zonas de alteración hidrotermal muestra una zona de clorita sobreimpuesta a la zona de alteración potásica, formada por la destrucción de biotita hidrotermal y una zona periférica de illita y montmorillonita dentro del halo de alteración filica (Impiccini *et al.*, 2002).

El estudio de inclusiones fluidas indica que los primeros fluidos hidrotermales de origen magmático que dieron lugar a la alteración potásica y la mineralización hipogénica del depósito, actuaron a una temperatura entre 350° y 500° C, a unos 1.500 m de profundidad (Curci *et al.*, 1999).

En las zonas de alteración potásica y filica, la mineralización consiste en calcopirita, bornita, cobres grises, molibdenita, magnetita, pirrotina, oro y pirita, que se disponen de manera disseminada, en microvenillas y en venillas con o sin cuarzo; en la zona potásica domina la disseminación, mientras que en la filica sobresale el venilleo. En la zona propilítica solamente se encuentran venillas y escasa disseminación de pirita y, muy subordinada, magnetita.

En sentido vertical, los minerales oxidados y los sulfuros supergénicos de cobre se distribuyen en tres zonas (lixiviación, oxidación y cementación) con desarrollo controlado por la alteración-mineralización hipogénica y por la fracturación (fig. 24 y 25).

La zona de lixiviación tiene un espesor máximo de 70 m en la periferia del depósito, ya que en el centro del mismo prácticamente no existe. En ella se encuentra goethita, jarosita, hematita y ferrimolibdita.

La zona de oxidación supera los 50 m de potencia, ocupa el núcleo del depósito y desaparece hacia la periferia; Se pueden diferenciar dos subzonas: óxido 1, de baja ley, conteniendo tenorita, delafosita, arcillas amarillo verdosas y limonitas, y óxido 2, de alta ley, con malaquita, crisocola, escasa turquesa y

brocantita, muy escasa cuprita, cobre nativo y tennantita y limonitas. Los minerales oxidados de cobre se hallan como relleno de fracturas.

De manera neta a transicional se pasa a la zona de cementación o de enriquecimiento supergénico, cuyos mayores espesores sobrepasan los 50 m, coincidiendo su distribución con los más altos tenores hipogénicos de cobre y, por lo tanto, con la zona de alteración potásica y borde interno de la zona filica; en ella están presentes calcosina y escasa covellina, que se encuentran disseminadas, en venillas y en pátinas.

La mineralización hipogénica o primaria de más alta ley se encuentra en la parte interna del yacimiento y la de baja ley ocupa la zona periférica e inferior del sistema. En la zona de alteración potásica se tienen valores de 0,52 a 0,11 % Cu; 0,27 a 0,10 g/t Au; 48 a 7 ppm Mo y en la zona filica los valores son: 0,20 a 0,11 % Cu; 0,02 g/t Au y 2 ppm Mo.

Por su vinculación con el magmatismo del Grupo Campana Mahuida y en base a una datación radiométrica sobre biotita hidrotermal de $74,2 \pm 1,4$ Ma, este pórfiro cuprífero fue asignado al Cretácico superior (Sillitoe, 1977). En trabajos posteriores, por ejemplo JICA-MMAJ (2001), Llambías y Aragón (2011), la datación fue considerada correcta al tenerse en cuenta para correlacionar cuerpos magmáticos del Cretácico superior alto-Paleoceno.

Sin embargo nuevas dataciones radiométricas indican edades entre $65 \pm 3,3$ Ma y $60,7 \pm 1,9$ Ma para las unidades que en la comarca integran el Grupo Campana Mahuida (JICA-MMAJ, 2001; Franchini *et al.*, 2002, 2003; Franchini, com. epist. 2003 y 2004, en Zanettini, 2010), corroboran la secuencia de intrusiones descrita por Zanettini (1976, 1979b) y enfatizada por Zanettini *et al.* (2010) y permiten señalar edad paleocena inferior (Daniano) para el depósito.

Se efectuaron cuatro estimaciones de recursos en distintas oportunidades: Falconbridge SAMA, la Dirección General de Fabricaciones Militares, CORMINE SEP, Recursos Americanos Argentinos SA y Grupo Minero Aconcagua SA. Este último, en 1997, calculó solamente el mineral lixiviable de las zonas de oxidación y de enriquecimiento supergénico, arrojando en total 29.010.000 t medidas-indicadas con ley de 0,48 % Cu total y 11.180.000 t inferidas con ley de 0,50 % Cu total, siendo de 194.330 t el cobre contenido (Chabert y Zanettini, 1999).

Campana Mahuida es un pórfiro de cobre-molibdeno con oro, relacionado con un arco magmático externo desarrollado sobre un margen continental próximo a la fosa oceánica.

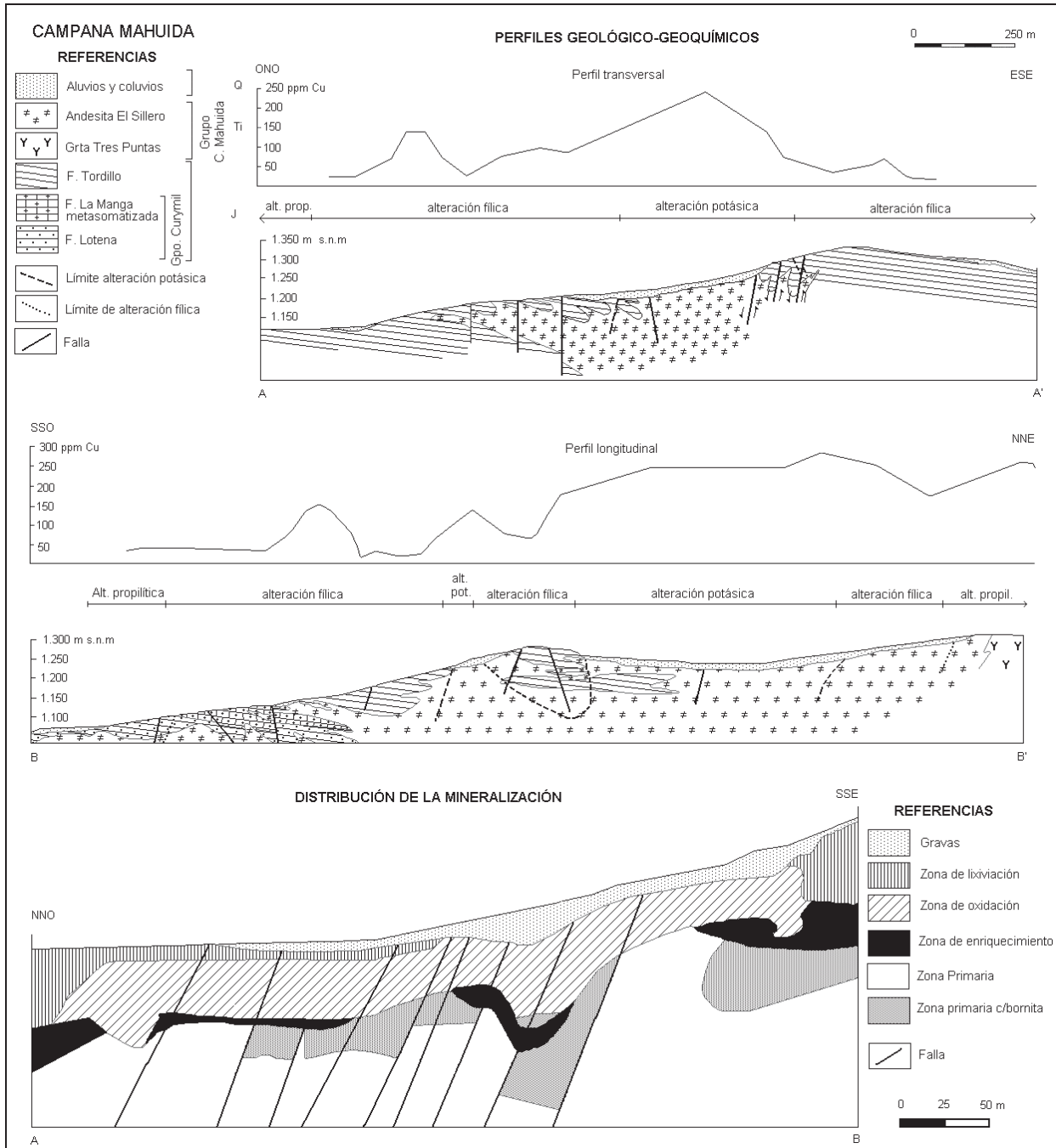


Figura 24. Campana Mahuida. Perfiles geológico-geoquímicos (tomado de Zanettini, 1976) y de la distribución de la mineralización, según sondeos, en el pórfiro cuprífero (modificado de Chabert y Zanettini, 1999).

Fuera de la yacencia, hacia el oeste y sur, existen depósitos vetiformes de galena y baritina y *skarns* ferríferos que conforman un sistema satelitario (*Agrupamiento Campana Mahuida*, yacimiento *La Miseria* y otros).

La Voluntad

El pórfiro cuprífero *La Voluntad* se halla ubicado a 74 km al suroeste de la ciudad de Zapala, en el extremo sur de la sierra del Chachil. Desde la ciudad de Zapala se accede recorriendo 70 km por las

rutas nacional 40 y provincial 46 hasta estancia Pesqueira, desde donde se transitan dos kilómetros por camino secundario hacia el norte (fig. 26).

De acuerdo con Cucchi y Leanza (2006) y Leanza *et al.* (2011), la unidad más antigua aflorante en la región son metamorfitas de la Ectinita Piedra Santa, (Devónico-Carbonífero).

Estas rocas son intruidas por granitos, granodioritas y tonalitas, pórfiros tonalíticos y dioritas cuarcíferas, integrados dentro del Complejo Plutónico del Chachil, intrusivos que Zanettini *et al.* (2010) asig-

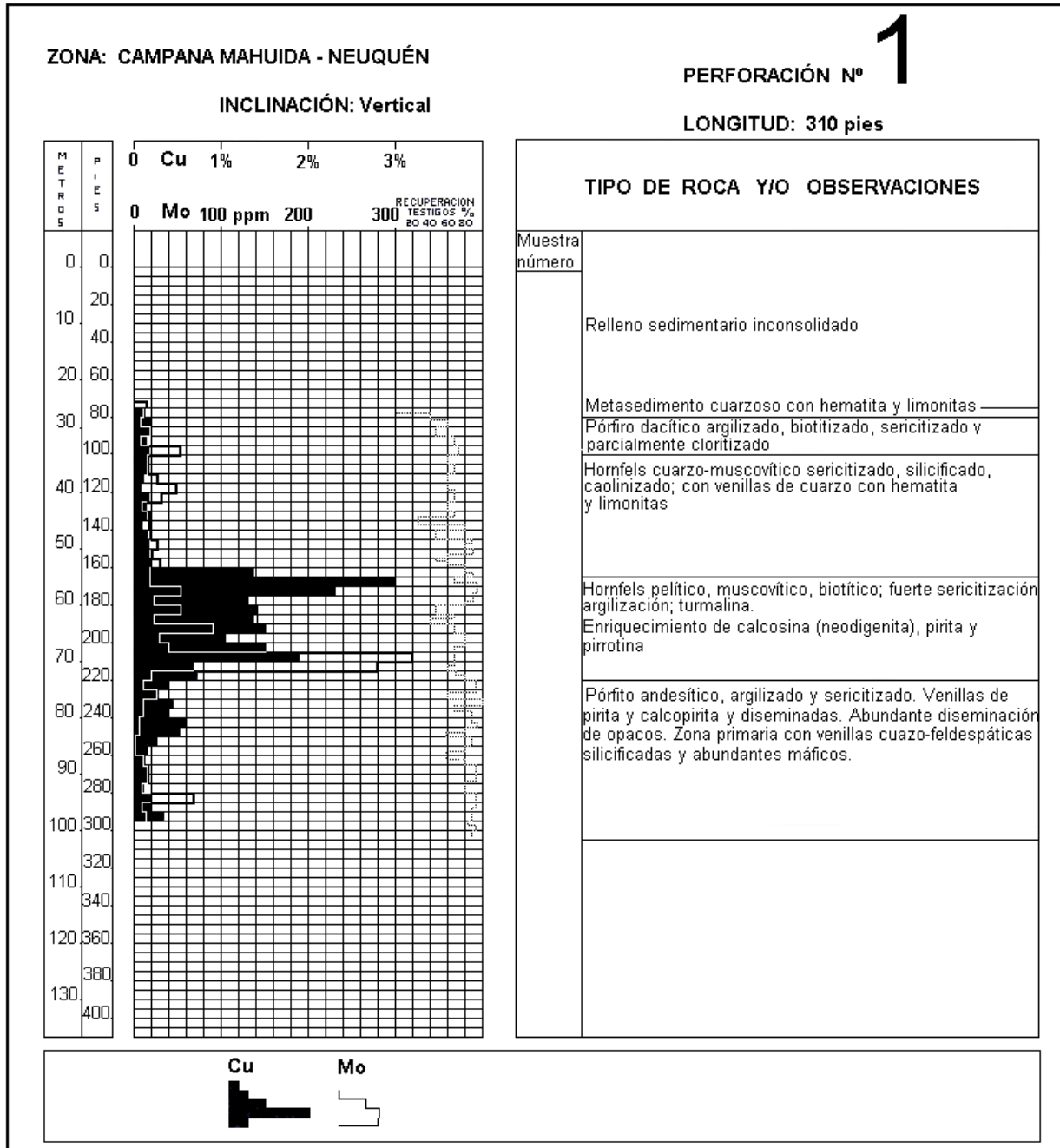


Figura 25. Campana Mahuida. Perfil del sondeo N° 1 (tomado de Plan Cordillerano, 1970a).



Figura 26. La Voluntad. Vista al norte, desde la ruta nacional 46, del área de alteración y mineralización (al centro, en tono rojizo).

nan al Pérmico inferior de acuerdo con una datación radimétrica que arrojó 281 ± 4 Ma (Sillitoe, 1977), aunque consideran que rocas tonalíticas datadas por JICA (1984) en 225 ± 11 y $222 \pm 1,1$ Ma señalan que existirían, por lo menos, dos pulsos intrusivos no diferenciados, correspondiéndole al segundo edad triásica superior temprana.

En discordancia sobre la Formación Piedra Santa se reconocen volcanitas riódacíticas de la Formación Ñireco (Triásico superior temprano), las que a su vez son cubiertas en discordancia por andesitas, dacitas y tobas de la Formación Lapa (Triásico superior tardío a Jurásico inferior). Por encima, en discordancia, se encuentran lutitas y fangolitas negras de la Formación Los Molles (Jurásico inferior) y, por último, se depositaron basaltos cuaternarios, dando lugar a la formación de mesetas (Basalto Tipilihuque) y pequeños conos volcánicos (Basalto Mallín).

El yacimiento fue considerado de tipo vetiforme por la presencia de minerales de cobre y molibdeno en los filones de cuarzo que afloran en el sitio intruyendo a granodiorita.

Al respecto, Rigal (1934) comenta que el cuarzo se encuentra constituyendo masas de gran tamaño de cuarzo granuloso sacaroide blanco a gris blanquecino y de cuarzo blanco denso, cristalino o lechoso, y numerosas vetas de este último tipo, de escaso espesor, que atraviesan la roca en todas direcciones.

Las masas de cuarzo sacaroide, con aspecto de escorias, contienen clastos de granodiorita y de metamorfitas, elongándose en dirección nordeste y formando salientes escarpadas sobre la roca encajante. Es de grano fino a muy fino, blanco aunque coloreado por limonita. Localmente tiene núcleos de limonita color pardo oscuro originada en la oxidación de pirita, además de oquedades debidas a la eliminación de la limonita. Contiene también abundante mica blanca que, vista al microscopio, resulta ser sericita. Donde la pirita está fresca, se la observa formando abundantes núcleos de variado tamaño acompañada por escasa calcopirita.

El cuarzo blanco denso forma mayormente vetas de ancho variable entre 0,02 y 0,55 m de espesor y, localmente, sobrepasa un metro de potencia. Raramente contienen minerales primarios de cobre, tales como calcopirita y bornita, pero si molibdenita, oxidados de cobre, calcosina y covellina.

Los trabajos mineros se realizaron sobre pequeñas manifestaciones superficiales de minerales secundarios de cobre, crisocola y cuprita, que el autor denomina cerro de la Mina.

Las labores mayores consistieron en 10 piques de uno a cuatro metros de profundidad, de los cuales el N° 7 se consideró como el más ilustrativo ya que en él es donde mejor se observó que la mineralización cuprífera es, prácticamente, de oxidados, discontinua e irregularmente distribuida en vetas y vetillas con cuarzo y rellenando fisuras sin cuarzo, desapareciendo a escasa profundidad.

La mineralización primaria reconocida consiste en abundante pirita, calcopirita, bornita, y molibdenita, mientras que la secundaria es calcosina, cuprita, melaconita, malaquita, azurita, crisocola, limonita y molibdenita.

En cuanto al tenor de cobre y otros elementos, una muestra escogida arrojó 56,10 % Cu, 135 g/t Ag, vestigios de plomo, cinc y antimonio, sin oro. Otra, tomada en el pique 7, otorgó 20,60 % Cu y nula cantidad de plomo, cinc, plata, oro, antimonio, arsénico, estaño y wolframio.

Posteriormente el depósito fue investigado de manera preliminar durante el desarrollo del Plan Cordillerano (Salaberry, 1968b) determinándose un sistema de cobre porfirico y, años más tarde, la exploración fue profundizada por la Dirección General de Fabricaciones Militares (Sabalúa, 1975) y Placer Internacional Exploration Inc. (Farnstrom *et al.*, 1993; P.I.E. Inc., 1994). Se realizaron estudios geológicos, geoquímicos de rocas y sedimentos de corriente, geofísicos de polarización inducida, perforaciones a diamantina y cálculo de reservas, enfocados al modelo de tipo diseminado.

Según Domínguez y Garrido (1990), Farnstrom *et al.* (1993), Garrido y Domínguez (1999) y Garrido *et al.* (2008), la geología local está constituida por una granodiorita intruida por tonalita y diques aplíticos y diabásicos que integran el Complejo Plutónico del Chachil (fig. 27).

En este Complejo se diferencian tres fases: en el perímetro aflora una granodiorita porfirica color gris, que es el tipo dominante en el sector, intruida por una granodiorita gris de textura equigranular; intruyendo estas dos masas, se reconoce un *stock* de tonalita gris oscuro, con textura porfirica, que se torna gris claro a rojizo donde presenta alteración hidrotermal. En el contorno de la tonalita se aprecia una roca aplítica que se interpreta como un borde de enfriamiento de dicha roca. El contacto entre la granodiorita y el *stock* tonalítico no se observa con claridad, aunque se ha constatado que no es neto.

El Complejo es, a su vez, intruido por una serie de diques de composición variable entre microdiorita y riolita, con diversas orientaciones y sin intersec-

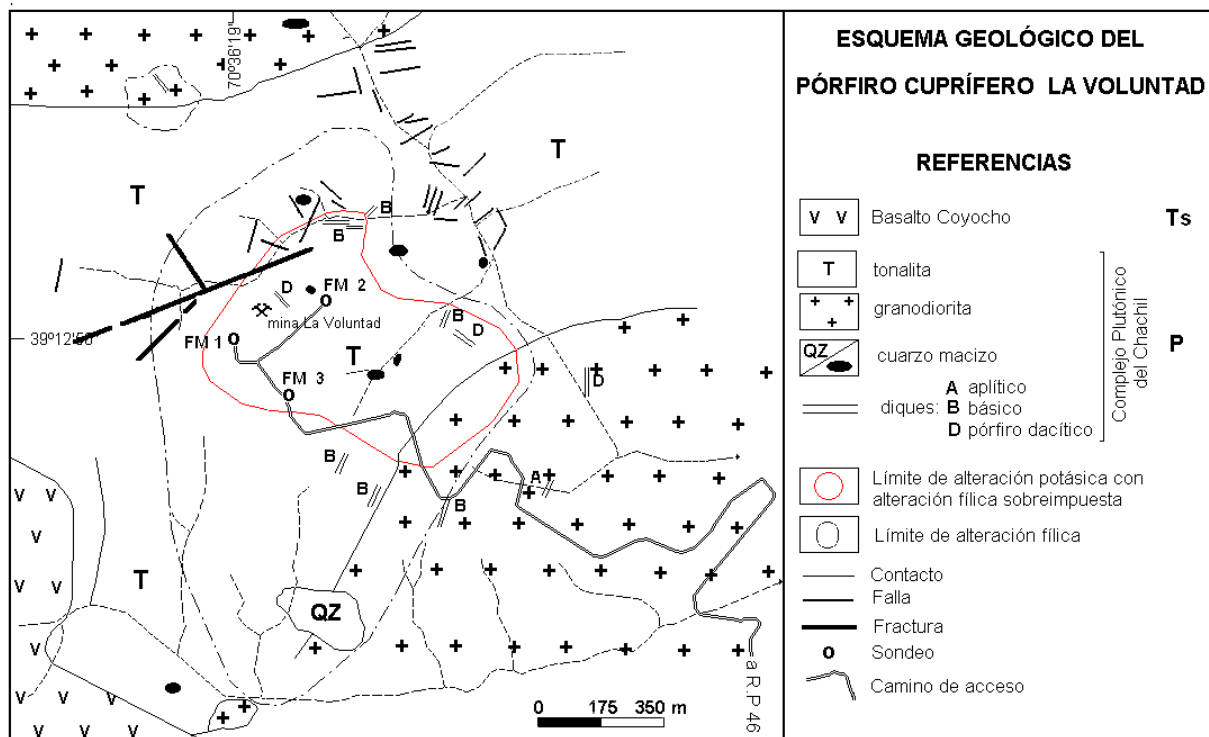


Figura 27. La Voluntad. Esquema geológico del pórfiro cuprífero (modificado de Sabalúa, 1975; Garrido y Domínguez, 1999).

ciones entre ellos. Los diques de microdiorita intruyen a la primera fase descrita, mientras que los riolíticos penetran a las tres fases. Además, dentro de la tonalita se encuentran un cuerpo pegmatóide de forma ovoidal, compuesto por cuarzo y biotita de grano grueso, y otros afloramientos irregulares de cuarzo macizo estéril interpretados como un estadio tardío del complejo magmático.

El área se encuentra afectada por dos sistemas de fallas, uno principal subvertical cuyo rumbo es variable entre 30° y 45° y otro secundario de rumbo 330°. Fracturas menores se orientan al este-nordeste y al norte.

El depósito es un sistema de pórfiro cupromolibdenífero con características de epitermalismo sobrepuesto, donde la alteración hidrotermal cubre un área de 4 km², con una orientación este-nordeste. Se interpreta que la implantación del sistema hidrotermal fue condicionada por alineaciones estructurales regionales.

En el complejo granítico-granodiorítico con alteración hidrotermal, fundamentalmente de tipo cuarzo-sericítico, aparecen anomalías geoquímicas de oro, cobre y molibdeno relacionadas a estructuras de orientación nordeste y oeste-noroeste. Se encuentran cuerpos de cuarzo de grandes dimensiones. Hacia el sudoeste de la zona alterada se reconoce un cuerpo con estructuras de *breccia pipe* (?), que conforma las partes más elevadas del paisaje dentro del sector.

El patrón de alteración observado y la distribución de la mineralización sugieren que este prospecto se encuentra erosionado en un nivel superior (fig. 28).

La alteración hidrotermal está desarrollada fundamentalmente en el pórfiro tonalítico y es subordinada en la roca de caja granodiorítica. En forma esquemática, se trata de un cinturón central de alteración filica con sectores afectados por alteración potásica, rodeados por un halo externo de alteración propilítica.

La alteración potásica es mayormente penetrativa y afecta principalmente a la tonalita compuesta por feldespatos potásico, biotita, sericita y cuarzo; es escasa en la granodiorita donde aparece como finas venillas de cuarzo y feldespatos potásico. La biotita es el mineral más común, y se la encuentra diseminada en la roca o formando nidos asociada a apatita y minerales opacos. Esta zona de alteración se abre hacia el nordeste y oeste. Dentro de ella se define una zona de alteración cuarzo-sericítica intensa, por debajo de la cual aparece una zona de alteración potásica-silíceo. Una alteración de cuarzo con hematita se halla en los niveles de cota más elevada, caracterizada por un *stockwork* de sericita y hematita; la silicificación es intensa, y disminuye hacia el borde.

La alteración filica ocurre en venillas de espesores variables o núcleos irregulares diseminados

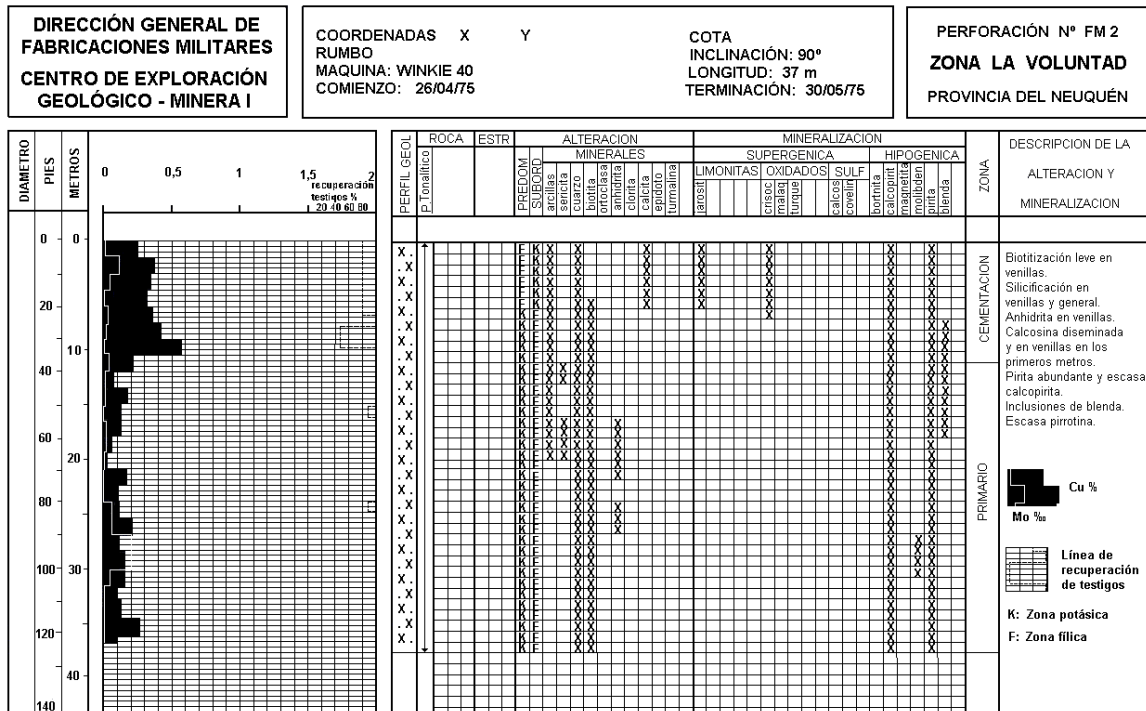


Figura 28. La Voluntad. Perforación FM 2 (tomado de Sabalúa, 1975).

dentro de la alteración potásica. Se compone de cuarzo, sericita y minerales opacos, siendo la alteración más importante del depósito. Alcanza un grado de desarrollo más elevado en los sectores de mayor densidad de venillas, afectando a todos los tipos litológicos presentes.

La alteración propilítica es muy débil por lo que carece de importancia, reconociéndose por el desarrollo de clorita, calcita, epidoto y ceolitas. La clorita es dominante sobre los demás minerales de esta alteración.

La alteración hidrotermal de la roca de caja granodiorítica es incipiente y se caracteriza por el desarrollo de venillas de cuarzo.

La mineralización primaria, que se distribuye en una superficie de 0,5 km² hallándose la diseminada y en venas y venillas formando *stockworks* en la tonalita, presenta zonación: un halo de piritita y calcopiritita, en cuyo borde se encuentra molibdenita, está rodeado de manera discontinua por un halo externo de piritita; en la parte central se sobrepone un halo de piritita-calcopiritita-bornita. Se observan, además, arsenopiritita, esfalerita, galena, wolframita y oro (?).

El mineral más abundante es la piritita, que suele presentar textura cataclástica. La calcopiritita es abundante y se encuentra en venillas y diseminada en la roca. La molibdenita ocurre como escamas en las venillas, vetas y filones de cuarzo o como nidos en las rocas graníticas.

La mineralización supergénica tiene poco desarrollo, apareciendo malaquita, cuprita, crisocola, melaconita, calcosina, covellina y limonita. La malaquita se halla como relleno de fracturas. Los sulfuros supergénicos, calcosina y covellina, reemplazan a calcopiritita. Las limonitas están asociadas a piritita y biotita.

Muestras geoquímicas de superficie, analizadas por cobre, plomo, cinc, molibdeno y oro, dieron los siguientes valores promedio: 1.035 ppm Cu, 21 ppm Pb, 95 ppm Zn, 52 ppm Mo y 37 ppb Au, como también de 500 ppb Au asociado a valores de cobre. En términos generales, el contenido de los cinco elementos es mayor en las fallas, lo que denota un fuerte control estructural.

La ley mineral fue calculada en 0,1 % a 0,2 % Cu por Sabalúa (1975) y en 0,25 % Cu+Mo, con 0,02 ppm Au, por Domínguez (en Garrido y Domínguez, 1999).

La estimación de recursos realizada por Franstrom *et al.* (1993) arrojó 250.000.000 de toneladas.

De acuerdo con una datación radimétrica publicada por Sillitoe (1977), que brindó 281 ± 4 Ma sobre biotita hidrotermal, la edad de este pórfiro cuprífero se estimó como pérmica inferior. Nuevas dataciones Re-Os sobre molibdenita representativa de tres tipos de venillas de alteración-mineralización, indican que se formaron entre 312 y 316 Ma, por lo

que la edad del depósito es Carbonífera superior temprana (Pensilvaniano inferior), vinculados a un arco magmático del margen continental activo proto-Pacífico de Gondwana (Garrido *et al.*, 2008).

4.1.3. DEPÓSITOS ASOCIADOS A SEDIMENTOS

Los depósitos alojados en sedimentos, conocidos como «areniscas cupríferas», se encuentran en los departamentos Pehuenches, Añelo, Confluencia, Zapala, Picún Leufú, Catán Lil y Collón Curá, entre la sierra de Huantraico por el norte y el arroyo China Muerta por el sur, alcanzado hasta Challacó hacia el este y el meridiano 70° L.O. hacia el oeste, cubriendo una superficie aproximada de 13.205 kilómetros cuadrados.

El acceso a los diversos yacimientos se realiza a través de varios caminos, huellas y picadas construidos para la exploración petrolífera, a partir de las rutas principales que irradian de Chos Malal, Zapala, Ramón Castro y Cutral-Có, siendo éstas las nacionales 22 y 40 y las provinciales 1,7,9,10,16,17,20,34 y 47.

Numerosas manifestaciones de cobre y cobre-uranio estratoligado se localizan en la región señalada del centro de la provincia, donde las primeras fueron descubiertas en las décadas iniciales del siglo XX y las segundas reconocidas a partir de 1955.

Los niveles mineralizados pertenecen a depósitos de relleno de canales y barras fluviales, habiendo una notable vinculación entre litofacies y mineralización.

La mineralización es epidiagenética y se distribuye controlada por la litología, las estructuras sedimentarias, las condiciones de permeabilidad de las rocas y la presencia de bitumen asfáltico y/o vegetales carbonizados los cuales, por efectos de reducción química, facilitaron la precipitación de cobre, uranio y otros metales a partir de aguas circulantes por niveles más permeables limitados por capas arcillosas.

Los depósitos están contenidos en las sedimentitas continentales de las Formaciones Candeleros, Huincol y Portezuelo, del Grupo Neuquén (Cretácico superior), principalmente, reconociéndose además escasas yacencias localizadas en las sedimentitas de las Formaciones Tordillo, Quebrada del Sapo (Jurásico superior tardío) y Bajada Colorada (Cretácico inferior temprano), del Grupo Mendoza, y en la Formación Rayoso (Cretácico inferior tardío) del Grupo Bajada del Agrio. Una breve descripción de estas unidades se da en el capítulo III.

Las dimensiones de los depósitos son variables y solamente algunos de ellos sobrepasan las 800 ha de superficie, teniendo la mayoría algunos cientos de hectáreas y aún menos.

Un rasgo común de las areniscas y conglomerados jurásicos y cretácicos de los prospectos de cobre del Neuquén extrandino es la decoloración dada por la ausencia de óxidos e hidróxidos de hierro, la presencia de hidrocarburos degradados y la alteración de algunos clastos de feldespatos y líticos volcánicos-pelíticos a minerales arcillosos (illita >> caolinita) (Pons *et al.*, 2009).

La mineralización cuprífera y cupro-uranífera (fig. 29) consiste en impregnaciones irregulares de forma lenticular y discontinuas, siguiendo niveles de areniscas, areniscas calcáreas, areniscas de grano grueso, conglomerados, arcilitas y planos de estratificación con mayor permeabilidad, distribuida en uno o varios niveles que presentan decoloración y contienen restos vegetales silicificados (troncos y briznas) y/o bitumen asfáltico y que, por lo general, desaparecen en corto espacio, tanto en sentido horizontal como en vertical.

En la arenisca está como impregnaciones y motas o cortando la estratificación en forma de tubos de escape, nódulos, halos y relleno de fisuras, siempre en contacto con bitumen. También ocurre bordeando el contacto entre un nivel de fangolita y el bitumen o diseminada en los sectores donde la arenisca está homogéneamente impregnada por el bitumen. Hay zonas donde los planos de estratificación están impregnados por bitumen y cortados por halos de cobre color. El bitumen impregna las sedimentitas y es más abundante en los niveles más permeables (conglomerados, areniscas de grano medio a grueso), presentándose de manera diseminada, en



Figura 29. Troncos reemplazados por malaquita en areniscas de la Formación Rayoso, en Bajada del Agrio. Foto: Juan Carlos Danieli.

tubos, burbujas, cilindros y cintas acompañando a la mineralización de cobre (Pons *et al.*, 2009).

Los minerales presentes son calcosina, covellina y trazas de calcopirita con los supergénicos malaquita, azurita, crisocola, calcantita, brochantita y esca cuprita, acompañados por limonitas, óxidos de manganeso y, en los casos pertinentes, minerales primarios y secundarios de uranio y vanadio, tales como pechblenda, volbortita, autunita, torbernitita y uranofano; limonitas y óxidos de manganeso acompañan a los anteriores. En realidad, en mayor o menor escala, todos los depósitos de cobre también contienen uranio (G. E. Rojas, com. epist.).

La mineralización ocurre con potencias variables entre 0,30 m y 3,50 m, en corridas de ocho a 2.500 m y con leyes oscilantes entre 0,10 % y 7,90 % Cu, de 0,01 % a 0,50 % U_3O_8 y 0,17 % a 1,12 % V_2O_5 , habiéndose determinado 760 g/t Ag en Estación Charahuilla (Fernández Aguilar, 1945; Plan Cordillerano Centro, 1969; Toubes *et al.*, 1978; Méndez *et al.*, 1995; Rojas, 1999 a, b, c y Lyons, 1999).

La interpretación genética de estos depósitos de cobre y cobre-uranio asociados a sedimentos ha sido tratada por varios profesionales cuyas opiniones difieren, aunque en el caso del Neuquén extraandino es aplicable la hipótesis de Giusiano *et al.* (2006), Giusiano (2009), Giusiano y Bouhier (2009), Giusiano *et al.* (2009) y Pons *et al.* (2009, 2013). A continuación exponemos las distintas ponencias:

En primer lugar, Fernández Aguilar (1941 y 1945) nos dice que la impregnación de cobre en areniscas y conglomerados sería contemporánea con la deposición de los sedimentos. Supone que cuando se sedimentaban tales rocas y antes de su consolidación, existían áreas lagunares o desérticas a las cuales llegaban aguas cargadas con iones metálicos disueltos que, al concentrarse por evaporación del agua, derivaron en la precipitación del cobre, favorecida ésta por la presencia de restos orgánicos vegetales y animales contenidos en los sedimentos. El cobre precipitó en forma de sulfuros que, posteriormente, se carbonataron y transformaron en malaquita y azurita, minerales que consituyen las impregnaciones.

Así se podría explicar que las concentraciones disminuyan en profundidad y que cuando se hallan sulfuros de cobre impregnando las areniscas, ellos suelen estar a mayor profundidad que las impregnaciones carbonatadas, originadas éstas por procesos de oxidación. La concentración irregular en las sedimentitas se debería al aislamiento de lagunas de aguas madres con concentraciones diferentes. El hecho de que las impregnaciones de co-

bre estén en ocasiones acompañadas por yeso nodular o en capas, daría fuerza a esta interpretación genética ya que este sulfato de calcio puede precipitar junto con compuestos de cobre a partir de las aguas madres.

Por su parte Reynoso (1975 a, b) y Ramos (1975) postulan la relación entre ciclos de bio-rexistasia y la mineralización cuprífera y/o cupro-uranífera alojada en los sedimentos continentales. Consideran que las impregnaciones se originaron de la formación de suelos de rocas portadoras de cobre (+uranio +vanadio) y su meteorización química (bio-rhexistasia) y migración de esas sustancias en fase acuosa, en forma de complejos o iones metálicos estables en ambiente oxidante. Los fluidos precipitan su carga en la roca hospedante al interceptar un medio reductor dado por la concentración de materia orgánica descompuesta (fundamentalmente restos vegetales), lo cual habría tenido lugar en una etapa tardía o epidiagenética después del soterramiento de los sedimentos, ya que si la materia orgánica hubiese estado litificada no habría condicionado la precipitación de los minerales de cobre. Es probable que éste haya precipitado como cobre nativo y/u otros minerales primarios del mismo y posteriormente oxidados formaron cuprita, malaquita, azurita, etc. La asociación con minerales de uranio y vanadio ocurre por el mismo proceso de concentración en los microambientes reductores formados en los períodos rexistáticos. En cuanto a la zonación que se observa en la asociación inversamente proporcional de minerales de cobre y uranio, se debería a las diferencias de solubilidad y potencial redox entre esos minerales.

En tercer lugar, Lyons (1999) expresa que las aguas circulantes provenientes del orógeno andino alteraron las sedimentitas y precipitaron el cobre ante la presencia de bitumen, indicando un ambiente confinado.

Por último, Giusiano *et al.* (2006), Giusiano (2009), Giusiano y Bouhier (2009), Giusiano *et al.* (2009), Pons *et al.* (2009, 2013), Rainoldi *et al.*, (2017) y, puntualmente en el caso del depósito La Cuprosa, Paz *et al.* (2016), vinculan la mineralización cuprífera y cupro-uranífera con la migración de hidrocarburos y de fluidos ricos en cobre y uranio-vanadio a través de fallas de las dorsales de Los Chihuidos y de Huincul y de las fajas plegadas del Agrío y de Chos Malal (fig. 30).

Sobre la base de elementos geológicos de subsuelo y de superficie que sugieren su vinculación, es posible definir el origen y la procedencia de los flui-

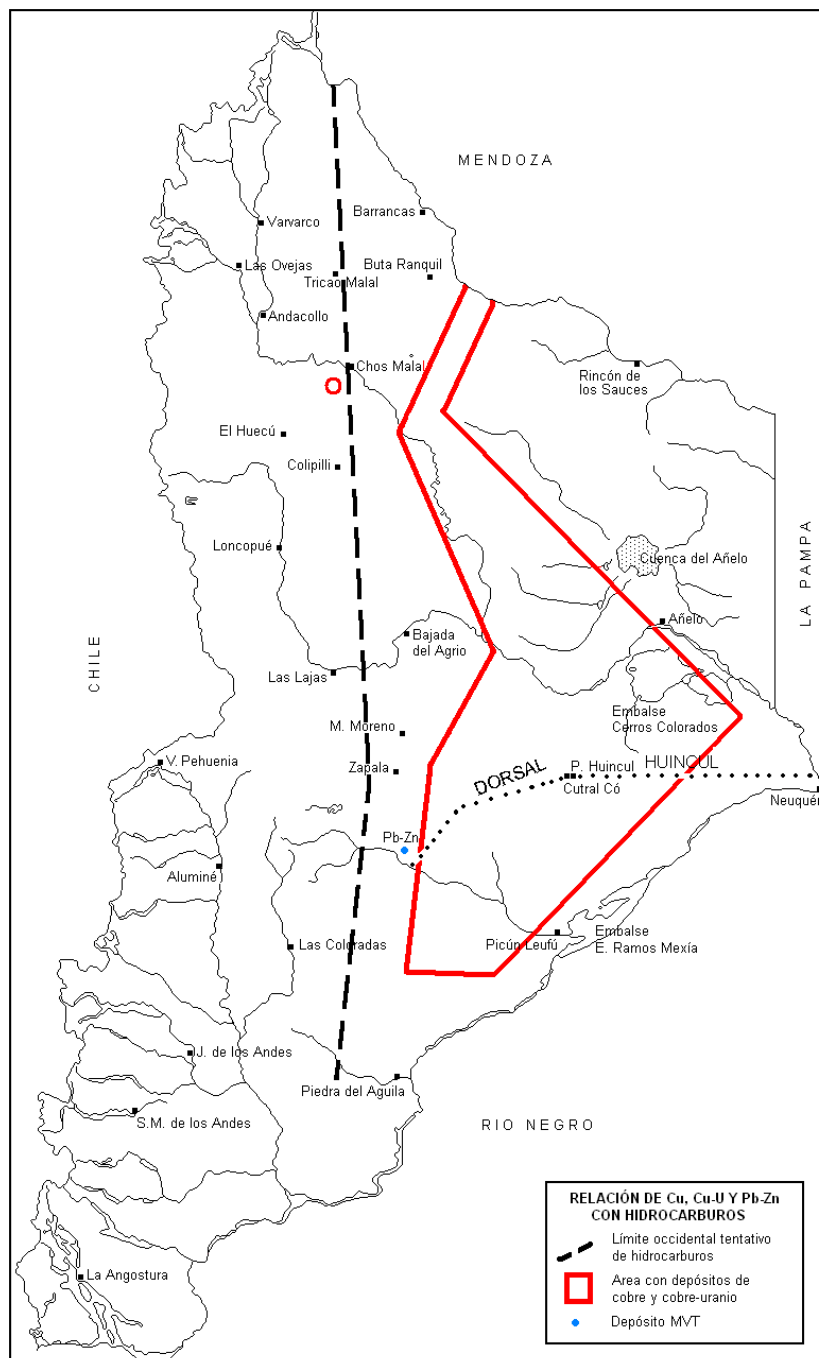


Figura 30. Coincidencia de la región con depósitos de cobre, cobre-uranio-vanadio y plomo-cinc asociados a sedimentos con la región hidrocarburífera de la provincia.

dos que alteraron y posteriormente mineralizaron con bitumen y cobre las areniscas:

- Presencia de bitumen asociado a los minerales de cobre.
- Migración vertical de hidrocarburos y de fluidos con cobre en áreas de fracturamiento regional.
- Alto grado de alteración regional de las sedimentitas cretácicas.
- Zonación de la alteración en sentido este-oeste y en la vertical.
- Mineralización alojada en zonas de paleocanales fluviales cercanas a las estructuras que cargaron los reservorios de hidrocarburos en subsuelo.
- Mineralogía de los depósitos (calcosina y carbonatos de cobre supergénicos) e intenso blanqueamiento de las areniscas que hospedan los depósitos.

La disponibilidad de cobre en las sedimentitas continentales está ligada al proceso diagenético de

enrojecimiento de los sedimentos, que es inmediatamente posterior a la sedimentación y dura millones de años: alteración de máficos; liberación de hierro, cobre y otros metales; formación de óxidos-hidróxidos de hierro con el cobre adsorbido; transformación de óxidos e hidróxidos en hematita.

La migración de las aguas de formación con elevada concentración de cloruros, juntamente con los hidrocarburos, desde las rocas madres hacia los reservorios atravesando fallas, fracturas y, en algunos casos, migración lateral a través de estratos permeables, pudieron transportar el cobre y el azufre en solución obteniéndolos a partir de la lixiviación de los óxidos e hidróxidos de hierro de los estratos rojos continentales infrayacentes, el primero, y posiblemente de las evaporitas de la Formación Auquilco y de las rocas generadoras de los hidrocarburos de la Formación Vaca Muerta que contienen componentes ricos en azufre, el segundo.

En su transporte y en contacto con los niveles permeables, estos fluidos habrían generado la consecuente alteración de la roca hospedante, el aumento de la porosidad y permeabilidad de las areniscas y la precipitación de los sulfuros de cobre y otros metales en la interfaz agua/hidrocarburos.

Por su parte, la geoquímica del bitumen indica que se trata de un residuo dejado por la migración de los hidrocarburos. Las evidencias de la circulación de estos a gran escala a través de las rocas más permeables de la Formación Huincul, en el Dorso de los Chihuidos, han sido expuestas por Giusiano *et al.* (2014).

Las mayores concentraciones de uranio y vanadio se asocian con rocas impregnadas con bitumen y altas concentraciones de cobre, por lo que es posible que ambos elementos se encuentren como cationes complejos adsorbidos en el bitumen.

La alteración supergénica produjo la oxidación parcial de los sulfuros y la formación de los minerales supergénicos de cobre (covellina, brochantita, crisocola), junto con la removilización del uranio y vanadio como cationes complejos.

De las observaciones de campo en el prospecto *Tordillos* y de los estudios de laboratorio, Pons *et al.* (2011) y Rainoldi *et al.* (2013) establecen los siguientes eventos:

- Las areniscas de la Formación Huincul (en este caso), fueron compactadas mecánicamente, enrojecidas durante la diagénesis por la circulación de fluidos oxidantes y cementadas por illita circungranular y crecimiento secundario de cuarzo.

- Posteriormente los clastos de las areniscas fueron parcialmente disueltos y reemplazados por un cemento de calcita y una cementación tardía de baritina, lo que pudo ocurrir durante el soterriamiento de los sedimentos o bien en el período de exhumación.
- Al tiempo de la inversión tectónica en el Terciario, se habría generado la expulsión de hidrocarburos de la roca madre y la ruptura de los reservorios profundos, permitiendo el escape de hidrocarburos y su introducción en las areniscas rojas de la Formación.
- La interacción de estos fluidos orgánicos (ácidos carboxílicos) con las areniscas dio lugar a cambios físico-químicos (disolución del cemento carbonático, alteración de los clastos y de los minerales arcillosos) que provocaron un aumento de la permeabilidad, la decoloración de las rocas y la transformación de éstas en la facies de areniscas blancas. Las areniscas grises y marrones representan condiciones de oxidación intermedias entre las areniscas rojas (oxidadas) y las blancas (reducidas).
- Esos fluidos hidrocarbureados, reductores, al hallar condiciones oxidantes habrían precipitado minerales arcillosos, conteniendo trazas de cobre, uranio y vanadio, en la interfase fluidos oxidantes-reductores o frente redox, lo que lleva a pensar en la influencia del mismo en la concentración y precipitación de dichas sustancias.
- Los sulfuros de cobre y la piritita precipitaron en contacto con el bitumen, que actuó como fuente reductora, como también así los compuestos de uranio y vanadio.
- El reemplazo de baritina por calcosina muestra que, al menos localmente, el sulfato fue la fuente de azufre.
- La alteración supergénica de los sulfuros formó sulfatos, carbonatos, silicatos y óxidos de cobre, hierro, uranio y vanadio.
- La oxidación de la mena de cobre se produjo en condiciones ligeramente ácidas, indicado esto por la abundancia de brochantita.
- Finalmente, la precipitación tardía de yeso fibroso formó venillas que cortan a los minerales hipogénicos y supergénicos.

Por último, si bien la distribución de la mineralización de cobre tuvo un claro control estratigráfico, las fracturas rellenas con mineralización de cobre y bitumen sirvieron como vías de migración de los fluidos mineralizantes (fig. 31). Estas estructuras po-

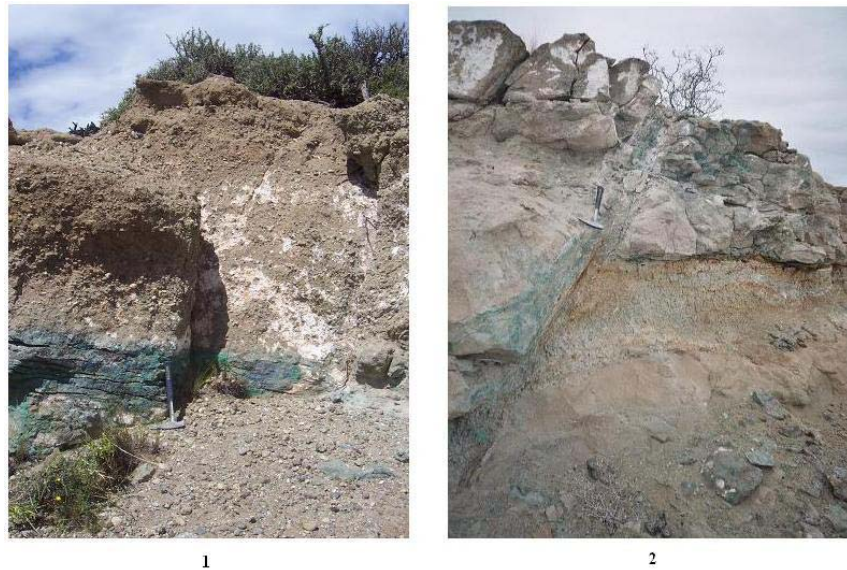


Figura 31. Impregnación de azurita y malaquita en areniscas (1) y en falla (2) en cerro Granito. Fot. Adolfo Giusiano.

drían estar relacionadas con las fallas observadas en subsuelo que fueron reactivadas durante la orogénesis Andina y facilitaron la migración de los hidrocarburos en los depósitos próximos al prospecto *Tordillos* (yacimientos Loma de la Lata y Rincón del Mangrullo).

No está resuelta aún la incógnita acerca de la fuente de los metales, que puede incluir rocas volcánicas aflorantes o subyacentes, sedimentos lábiles, rocas del basamento e intrusiones.

Considerando lo expuesto por Rojas (2013), el área de aporte estaría ubicada al este, con una pendiente regional hacia el oeste, como señalan los cambios litológicos en dicha dirección. Los fluidos mineralizantes habrían circulado de acuerdo al gradiente de las areniscas más permeables, aunque no se descarta una contribución del oeste hacia el este considerando la actual pendiente regional del sistema hidrogeológico que permitiría su recarga desde esa dirección.

Distintos son los depósitos existentes al oeste de Chos Malal (*Butalón I y II*) y al sur de la misma localidad (*Agrupamiento Rahueco*), sobre las que se considera aplicable el modelo de Reynoso (1975 a, b) y Ramos (1975) debido a que los elementos ocasionantes del ambiente reductor son restos vegetales carbonizados y están ausentes las asfaltitas.

Las manifestaciones de Rahueco se localizan en el flanco sur del cerro Caycayen; en éste se reconocen mineralizaciones de hierro metasomático y de cobre tipo porfirico, en las cuales, sobre todo en las segundas, podrían haberse originado las sustancias que formaron las manifestaciones cupríferas.

Con respecto a la edad de la mineralización y con referencia al Grupo Neuquén, aunque puede ser

extrapolada a las demás unidades sedimentarias involucradas, Giusiano y Bouhier (2009) expresan que las mineralizaciones cupríferas en capas rojas son epigenéticas.

La decoloración y alteración de esas capas señala que la mineralización con compuestos de cobre y de otros elementos se produjo luego de la diagénesis y enrojecimiento de las sedimentitas. Esos estratos se depositaron en el período Cenomaniano-Campaniano, siendo posteriormente diagenizados y transformados en capas rojas, por lo cual la edad máxima de la mineralización cuprífera es de unos millones de años más joven que las sedimentitas que la contienen y, por otra parte, la mineralización es más antigua que la edad de la última migración de hidrocarburos ocurrida en el Mioceno. En consecuencia la edad de las mineralizaciones es referible al Paleógeno. Franchini y Casé (2011) consideran el lapso Paleoceno-Mioceno.

Butalón I y II

Estas manifestaciones se hallan ubicadas a unos 25 km al oeste de la ciudad de Chos Malal y a un kilómetro al norte del río Neuquén.

Según Belluco *et al.* (1974) y Toubes *et al.* (1978), la mineralización cupro-uranífera se encuentra alojada en un nivel areno-tobáceo lenticular, color gris blanquecino, intercalado en areniscas y conglomerados rojizos de la Formación Tordillo (Jurásico superior), con características similares a las yacencias de Rahueco (ver *Agrupamiento Rahueco*). Las lentes mineralizadas son discontinuas y de escasas dimensiones.

Agua de las Minas

Se halla situada a 14,5 km en línea recta al su-
deste de Puerta de Curacó. Al sitio se arriba desde
Chos Malal recorriendo 39 km hacia el este por la
ruta nacional 40 y nueve kilómetros por la ruta pro-
vincial 7 hasta Puerta de Curacó, desde donde se
debe continuar en animales de silla.

En el sitio afloran arcilitas de la Formación Huin-
cul (Cretácico superior) conteniendo un horizonte de
0,20 m de potencia conteniendo guías de 3 a 4 mm
de espesor e impregnación de minerales cupríferos,
consistentes en malaquita y calcosina (Granero
Hernández y Nieniewski, 1953).

Agrupamiento Rahueco

El agrupamiento cupro-uranífero Rahueco se ha-
lla ubicado en el departamento Ñorquín, 20 km al sud-
suroeste de la ciudad de Chos Malal, extendiéndose
sobre una superficie de unos 25 km². Desde la ciudad
citada se accede a la comarca recorriendo 8 km por
la ruta nacional 40, 13 km por la ruta provincial 6 y
cinco kilómetros por camino secundario hasta
Rahueco, de donde se continúa en animales de silla.

En la comarca, que corresponde al cierre aus-
tral del anticlinal del cerro Caycayén, afloran sedi-
mentitas jurásicas (lutitas negras de la Formación
Los Molles, calizas fétidas y lutíticas de la Formación
Tábanos, areniscas y limonitas de la Formación
Lotena, calizas con intercalaciones de areniscas y
lentes de yeso de la Formación Auquilco, areniscas,
areniscas tobáceas y tobas, con restos de troncos
silicificados o carbonizados, de la Formación Tordillo)
y del Cretácico inferior (calizas azules con interca-
laciones de lutitas negras de la Formación Vaca
Muerta). Un cuerpo de pórfiro andesítico de color
gris rosado de la Andesita Colipilli (Paleoceno me-
dio a Eoceno medio) intruye a la Formación Tordillo
al este del arroyo Quilico (fig. 32).

El agrupamiento comprende las manifestaciones
Quilico o *La Primera*, *Las Chupayas* o *La Segun-
da*, *Mallín Quemado* o *La Tercera* y *Cajón de
Tierras Azules*, localizadas sobre ambas márgenes
del arroyo Rahueco y sus afluentes de nacientes, los
arroyos Chupaya y Quilico.

De acuerdo con Latorre (1962), Belluco *et al.*
(1974), Toubes *et al.* (1978) y Rojas (1999 a), la

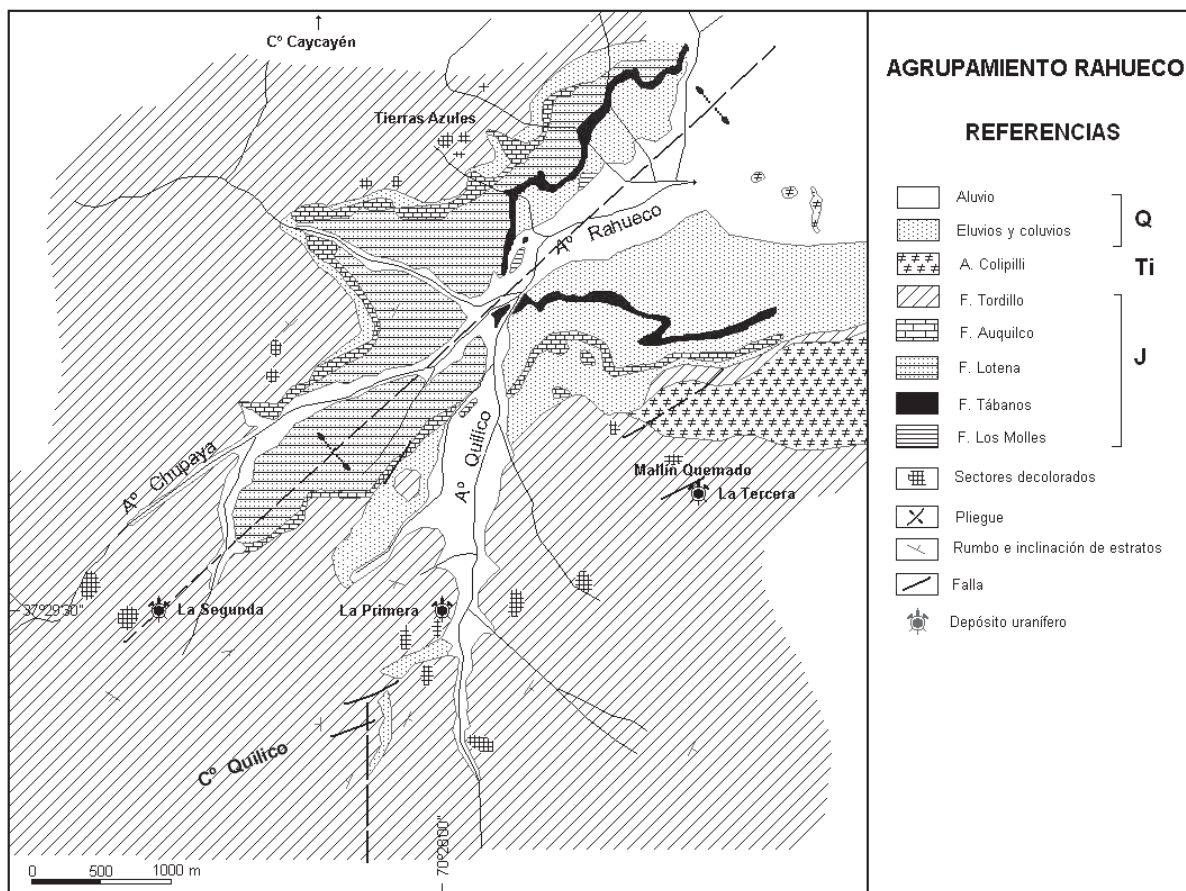


Fig. 32. Rahueco. Esquema geológico (tomado de Latorre (1962) y modificado según Leanza, 2010).

Formación Tordillo es la unidad portadora de la mineralización.

Según estos autores, los sectores de interés, consistentes en cuerpos irregulares, aislados y de escasas dimensiones, se ubican en areniscas levemente calcáreas, de grano fino a mediano y color rojizo, con estratificación diagonal a paralela e intercalaciones de sedimentitas tobáceas de color gris verdoso, estratigráficamente limitados por bancos arcillosos de colores rojo y verdoso.

Donde se halla el mineral, el conjunto se observa decolorado, cambiando su color rojo a blanquecino grisáceo y gris verdoso, posiblemente por procesos de reducción del óxido férrico. Esta decoloración de la roca huésped en los sitios donde se halla mineral, constituye una guía para localizar otras mineralizaciones.

El paquete sedimentario contiene bancos lenticulares bien definidos, de cinco a 25 m de longitud y potencias de 0,20 m a 0,80 m, en los que la mineralización se presenta en superficies de estratificación asociada a materia carbonosa finamente diseminada y en troncos silicificados o carbonizados y sus aureolas de impregnación.

El estudio radimétrico realizado en las labores señaló que los mayores registros de radiactividad se obtienen en los restos carbonosos o inmediatamente al lado de ellos, en tanto que los restos de troncos silicificados son poco o nada radiactivos.

Los minerales primarios se asocian con los troncos carbonosos, depositados sobre ellos o en su interior. Los secundarios impregnan la roca que los contiene. Así se tiene:

Roca con restos carbonizados:

7, 20 % Cu 0, 37 % U_3O_8 0, 0015 % V_2O_5

Roca de caja:

0, 90 % Cu 0, 01 % U_3O_8 0, 0015 % V_2O_5

La mineralización cupro-uranífera primaria consiste en bornita, calcopirita, calcosina, covellina, pechblenda y plata nativa, en tanto que la secundaria está compuesta por malaquita, azurita, metatorbernita, metazeunerita, carnotita, tyuyamunita, uranofano y limonita.

Las leyes promedio se estiman en 0,5 % Cu y 0,1% U_3O_8 , considerándose que la yacencia *Quilico* o *La Primera* ofrece las mejores perspectivas por encontrarse en ella las mayores concentraciones de cobre y uranio, considerándose un recurso mineral de 8.500 t (Méndez *et al.*, 1995).

En estas manifestaciones solamente se realizaron labores superficiales de reconocimiento y una galería de unos cinco metros de largo.

Agua del Sauce

Se localiza a 24 km en línea recta al este-sudeste de Puerta de Curacó. Al lugar se arriba desde Chos Malal recorriendo 39 km hacia el este por la ruta nacional 40 y 34 kilómetros por la ruta provincial 7 hasta el puesto Agua del Sauce, próxima al cual se halla la manifestación.

Afloran bancos delgados de arcilitas rojas con vegates fósiles de la Formación Huincul (Cretácico superior), conteniendo finas guías irregulares e impregnación de malaquita y calcosina (Granero Hernández y Nieniewski, 1953).

Agrupamiento Barda Molina

El agrupamiento cuprífero ligado a sedimentos se halla ubicado en los departamentos Ñorquín y Pehuenches, en el paraje Paso Huitrín, al sud-sudeste de Chos Malal. Desde la ciudad citada se accede a la comarca recorriendo 50 km hacia el sur por la ruta nacional 40 hasta el cruce con la ruta provincial 9 por la que se circulan 19 km hasta Paso Huitrín, debiéndose continuar en animales de silla hacia los yacimientos.

Comprende los depósitos *Barda Molina*, *Puesto Solorza*, *Don Julio*, *Bajo de las Liebres* y *Esquina del Zorro*, careciéndose de información sobre los dos últimos.

Barda Molina

La yacencia se ubica a tres kilómetros al nordeste de Paso Huitrín, accediéndose desde Chos Malal.

De acuerdo con Ramos (1981) en el sitio afloran areniscas cuarzosas gris amarillento con intercalaciones arcillo-calcáreas de la Formación Huincul superpuestas en transición por fangolitas rojas de la Formación Cerro Lisandro, ambas del Grupo Neuquén (Cretácico superior) (fig. 33).

El nivel mineralizado se sitúa en la zona de transición entre las unidades mencionadas, caracterizado por la ocurrencia de motas de bitumen y material carbonoso. La mineralización es controlada por el cambio litológico entre distintos tipos de arenisca.

Según Soto *et al.* (1968), los afloramientos se pueden observar tanto al norte (a lo largo de 1,6 km) como al sur (en una longitud de 400 m) del río Neuquén. Consisten en bancos mineralizados de 0,30 a 4,00 m de espesor, inclinados 35° al este.

Al norte del río Neuquén, el cobre se encuentra en concreciones arenosas dentro de areniscas arcillosas con muy escasos troncos fósiles, mientras que al sur del río los troncos con cobre son abundantes y

hay presencia de bitumen asfáltico. En todos los casos los minerales presentes son malaquita, azurita y, localmente, cuprita y calcantita.

Soto y Davids (1954) señalan, además, la ocurrencia variable de nódulos de calcosina de uno a dos centímetros de diámetro, rodeados por una aureola de minerales oxidados, en estratos arcillosos.

Al norte del río Neuquén se relevaron cuatro perfiles (A a D) y uno (E) al sur del mismo (fig. 34) que, en síntesis, muestran:

Perfil A:

- Banco mineralizado superior de 4,50 m de espesor, constituido por arcilitas arenosas gris verdoso, con bitumen asfáltico: 1.600 ppm de cobre, y

una intercalación arenosa, dura, muy asfáltica: 350 ppm de cobre.

- Banco intermedio de 2,50 m de potencia, de areniscas rojas: 20 a 30 ppm de cobre.
- Banco mineralizado inferior de 0,55 m de espesor, integrado por areniscas friables con materia orgánica e intercalaciones de arcilitas grises. El mineral se dispone en bandas siguiendo la estratificación: 2.650 ppm de cobre.

Perfil B:

- Dos bancos mineralizados, de areniscas laminares gris verdoso y rojizas, muy friables, separados por una intercalación arenosa delgada y estéril, que totalizan 1,75 m de espesor. El banco

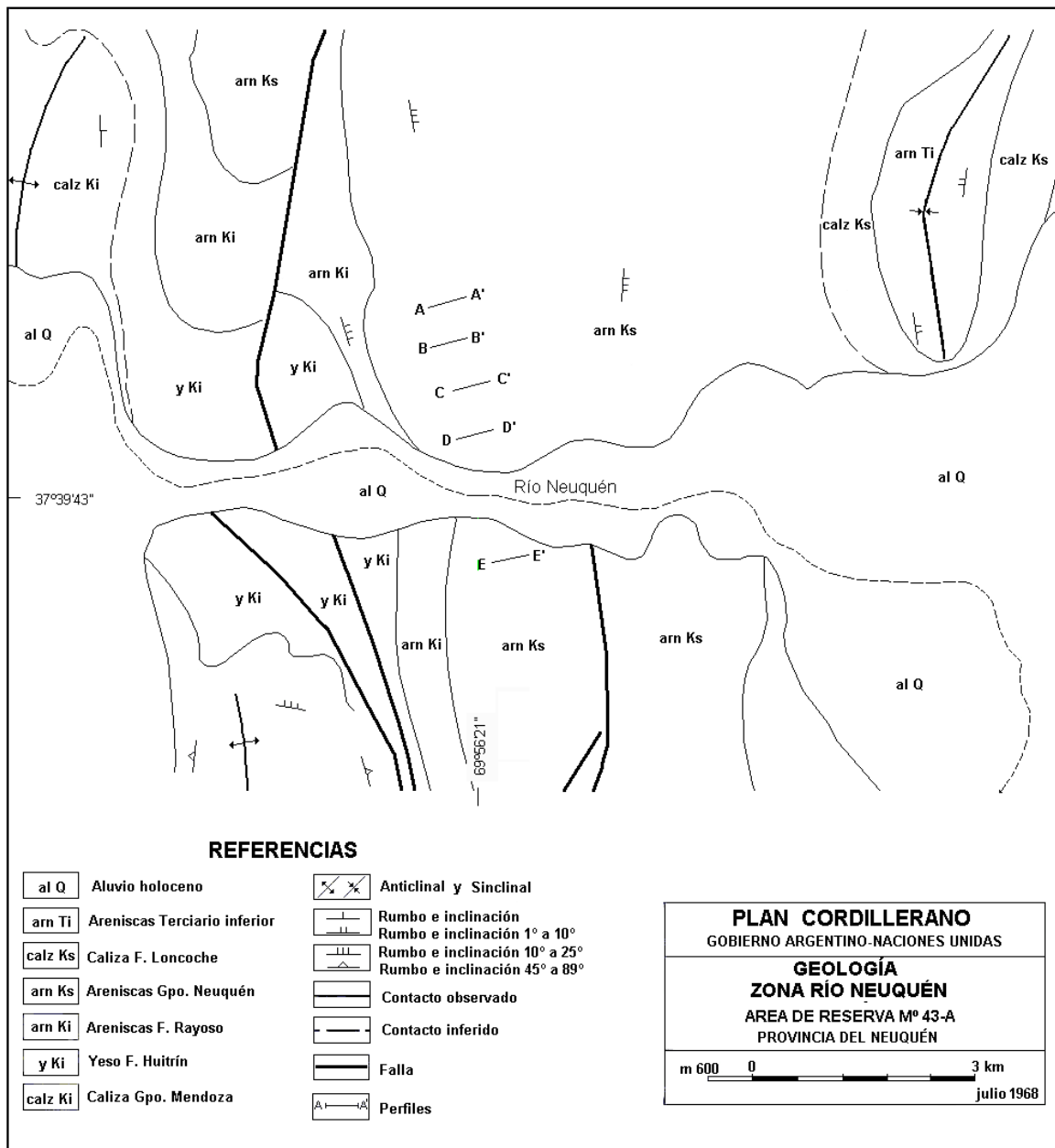


Figura 33. Barda Molina. Geología del depósito (tomado de Soto et al., 1968).

superior, de 0,95 m: 2.600 ppm Cu y el inferior, de 0,80 m: 4.000 ppm de cobre.

- Banco mineralizado intermedio de 0,30 m de potencia, constituido por areniscas grises: 150 ppm de cobre.

Perfil C:

- Banco mineralizado superior de 2,60 m de espesor, formado por arcilitas arenosas rojizas y gris oscuro: 1.900 ppm de cobre.

- Banco mineralizado inferior de 3,20 m de espesor, integrado por arcilitas arenosas rojizas y grises: 400 ppm de cobre.

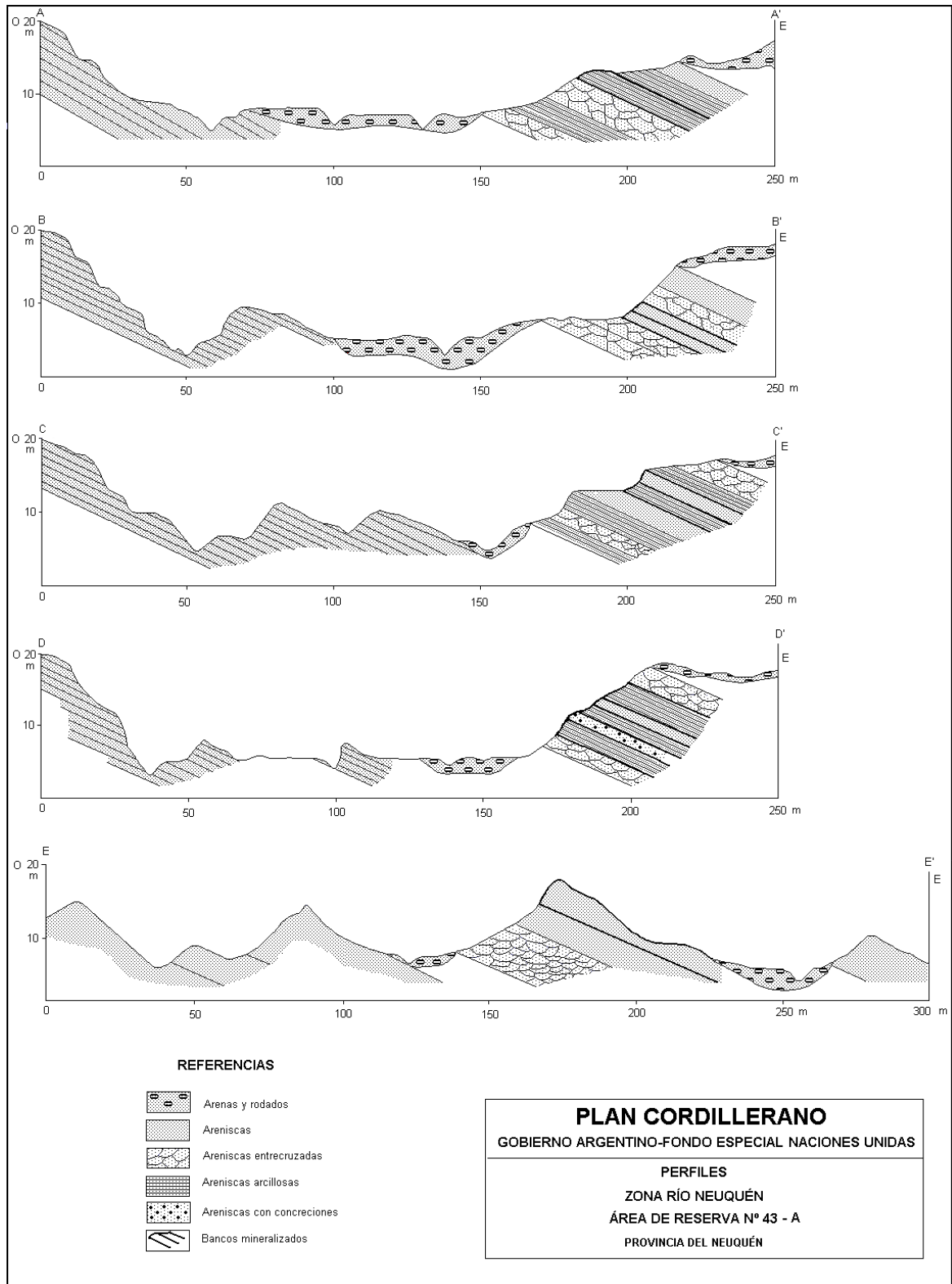


Figura 34. Barda Molina. Perfiles geológicos (tomado de Soto et al., 1968).

Perfil D:

- Banco mineralizado superior de 0,50 m de potencia, de areniscas arcillosas rojo oscuro: 420 ppm de cobre.
- Banco de arenisca rosada, de 0,80 m de espesor: 240 ppm de cobre.
- Banco mineralizado de 4,0 m de potencia, formado por areniscas rojizas con intercalaciones arcilíticas: 1.300 ppm de cobre.
- Banco de arenisca rosada de 1,0 m de espesor, con concreciones de bitumen asfáltico y yeso-calceas: 120 ppm Cu. Se intercala una capa silícea delgada, oscura: 600 ppm de cobre.
- Banco mineralizado inferior de 2,50 m de potencia, integrado por areniscas micáceas y areniscas arcillosas, grises y rojizas, con lentes arenosos laminares rosados: 250 ppm Cu.

Perfil E:

- Banco mineralizado de 2,70 m de espesor, constituido por areniscas amarillentas, con abundante bitumen asfáltico y troncos fósiles impregnados con malaquita y escasas calcantita y cuprita.

Perforación:

- Se realizó un sondeo de 116 m de profundidad para investigar el subsuelo al norte del río Neuquén, que mostró dos tramos de 3,0 m de espesor, con calcosina, a los 75 m y a los 96 m, en donde el tenor no supera el 0,2 % de cobre.

De acuerdo con los valores geoquímicos señalados, se obtuvo una ley promedio ponderada de 1.269 ppm Cu para la manifestación; por otra parte, Soto y Davids (1954) informan valores de 38,86 % Cu y de 9,49 % Fe para un común de afloramiento con nódulos de calcosina. Méndez *et al.* (1995) estiman un recurso de 400.000 t de mineral.

Se realizaron, además, estudios geofísicos de polarización inducida (King, 1968) con resultados negativos.

Puesto Solorza

La manifestación se halla localizada a unos cinco kilómetros al este-sudeste del puesto Solorza, sobre la margen norte del río Neuquén. Desde Paso Huitrín se recorren unos 10 km en animales de silla hasta el puesto nombrado y de allí, en el mismo medio, unos cinco kilómetros hacia el este-sudeste.

Según Soto *et al.* (1968), en un estrato de areniscas pardo amarillentas de la Formación Candeleros (Cretácico superior), de dirección norte-sur e

inclinación de 18° E, se observan pequeñas y esporádicas concentraciones de troncos fosilizados, de 0,20 a 0,30 m de largo y 0,03 a 0,05 m de diámetro, impregnados con calcosina, malaquita, azurita y hematita, encontrándose también vestigios de materia orgánica pulverulenta.

Don Julio

Se halla ubicada a cinco kilómetros al sudeste de Paso Huitrín, al sur del río Neuquén. Desde Paso Huitrín se debe llegar en animales de silla. Son sus coordenadas: 37°42'00" LS y 69°57'00" LO.

Se acuerdo con Ramos (1981) en el sitio afloran areniscas cuarzosas gris amarillento de la Formación Huincul superpuestas en transición por fangolitas rojas de la Formación Cerro Lisandro, ambas del Grupo Neuquén (Cretácico superior).

El horizonte mineralizado es una arenisca cuarzoza, con abundantes restos de troncos vegetales que concentran la mineralización, de la sección superior de la Formación Huincul, próximo al contacto con la unidad sobreyacente, que puede seguirse por más de 1,5 kilómetros, aunque la potencia útil es desconocida. Los estratos inclinan entre 25° y 35° al este.

La mineralización está compuesta por malaquita y azurita dispuestas en pátinas sobre el material carbonoso. El tenor de cobre varía entre 3,2 % y 4,4 % Cu, pero estas leyes son escasas y saltuarias. Méndez *et al.* (1995) estiman un recurso de 375.000 t de mineral.

Las labores realizadas consisten en siete trincheras y un chiflón inclinado, de las que se extrajeron unas pocas toneladas que fueron llevadas a Chile en las primeras décadas del siglo XX.

Tortuga, Tortuga I

Las manifestaciones se ubican al este del puesto Cortaderas, inmediatamente al sur de la sierra de Huantraico. Desde Chos Malal se accede recorriendo 41 km hacia el norte por la ruta nacional 40 hasta laguna Auquinco y desde allí 50 km por la ruta provincial 7 hasta el puesto Cortaderas, debiéndose continuar en animales de silla hacia el este.

Se observan malaquita, azurita y limonitas en areniscas de la Formación Huincul (Cretácico superior), habiéndose practicado labores de exploración a cielo abierto.

Región de los Chihuidos

Esta región cupro-uranífera, estructuralmente conocida como Dorso de los Chihuidos, es la más

importante de la provincia en lo que a uranio se refiere.

Se ubica en el departamento Añelo, entre el río Neuquén y la ruta provincial 7. Emplazada entre 70 y 120 km de distancia hacia el nor-noroeste de Central-Có, se accede desde esta ciudad por las rutas provinciales 10 y 1 y por la ruta provincial 7 desde Añelo.

De acuerdo con Belluco *et al.* (1974) y Toubes *et al.* (1978), en la comarca se manifiestan sedimentitas clásticas correspondientes a la Formación Rayoso (Cretácico inferior) y, en mayor escala, a las Formaciones Candeleros y Huincul (Cretácico superior), integradas por conglomerados, areniscas, limolitas y lutitas, de grano fino a grueso y colores pardo a pardo rojizo, gris amarillento y amarillo verdoso, de espesor variable y disposición subhorizontal, continentes de venillas de yeso. Por encima se encuentran areniscas de origen eólico con intercalaciones de lentes y láminas de arcilitas.

Las sedimentitas forman parte de un anticlinal asimétrico cuyo eje arrumba al NNO. Las manifestaciones se ubican en los flancos del anticlinal y en los del sinclinal, localizándose en varios niveles de areniscas portadoras de material carbonoso y restos de troncos, con estratificación entrecruzada, habiéndose reconocido cuatro horizontes lentiformes (I a IV) separados por estériles dentro de un intervalo estratigráfico de 25 a 30 m de potencia.

Los minerales presentes son malaquita, azurita, calcosina, crisocola, carnotita, boltwoodita y, en menor cantidad, volborthita, hematita y limonita, acompañados por abundantes restos carbonosos vegetales algo silicificados. Hacia el sur de la región se observa una disminución de los contenidos de uranio.

Entre las manifestaciones conocidas sobresalen *Sarita*, *Puntilla de los Guanacos*, *Cerro Mesa (Norte)*, *Mariquena*, *María Teresa*, *Palo Quemado*, *Ramblón de la Vidriera*, *Cerrito Arena*, *Yarará*, *Rodeo*, *Aguada del Soldado*, *Los Toros* y *La Quirquincha*.

Desde el punto de vista uranífero los depósitos principales son *María Teresa* y *Palo Quemado*, debiéndose considerar también las yacencias *Sarita*, *Puntilla de los Guanacos*, *Loma Pelada* y *Cerro Mesa Norte*.

Si bien las leyes de uranio en los depósitos señalados son las propias de este tipo de mineralización, la distribución y las dimensiones de los cuerpos principales llevan a descartar una explotación económica (Toubes *et al.*, 1978).

Para la región se establecieron seis agrupamientos que reúnen a los depósitos que se encuentran próximos unos a otros: *Cuyuzún*, *Sarita*, *Nogal*, *Carranza* y *Chihuido del Medio*.

Agrupamiento Cuyuzún

Este agrupamiento (fig. 35) comprende cuatro manifestaciones de cobre asociado a sedimentos alineadas en dirección nor-noroeste, desde cuatro kilómetros al sudeste del puesto Fuentes hasta el paraje Borde Blanco, en lo que se conoce como Pampa del Sapo, 70 km al sudeste de Chos Malal desde donde se accede recorriendo 41 km hacia el norte por la ruta nacional 40 hasta laguna Auquinco y desde allí 51 km por la ruta provincial 7 hasta el puesto Fuentes, para llegar al depósito *Nicaragua*, continuando 36 km más hasta el puesto Cañadón Nogales para alcanzar las yacencias *Sapo Norte*, *Pampa del Sapo o Sapo Sur* y *Aguada Rica* y cinco kilómetros más hasta el puesto Punta de Agua para arribar a los depósitos *Grillo*, *Borde Blanco* y *Loro*; desde los puestos mencionados se debe continuar en animales de silla.

De norte a sur se tienen las yacencias *Nicaragua* (cuatro kilómetros al sudeste de puesto Fuentes), *Sapo Norte* (nueve kilómetros al nor-noroeste del puesto Cañadón Nogales), *Sapo Sur o Pampa del Sapo* (15 km al sud-sudeste del mismo puesto), *Aguada Rica* (cinco kilómetros al sudeste del puesto Cañadón Nogales), *Grillo* (16,5 km al nordeste del puesto Punta de Agua), *Borde Blanco* (16 km al este del puesto Punta de Agua), y *Loro* (siete kilómetros al sudeste de este último puesto).

Según Ramos (1981) en la comarca afloran areniscas de color rojo morado con intercalaciones de fangolitas rojizas y, subordinadamente, lentes de conglomerados de la Formación Candeleros a la que suceden areniscas cuarzosas gris amarillento de la Formación Huincul (ambas del Cretácico superior), siendo ésta la portadora de la mineralización en sus niveles inferiores próximos al contacto con la unidad subyacente.

El nivel con mineral es notablemente persistente a lo largo de varios kilómetros, pudiéndose seguir hacia el sur hasta el yacimiento *El Porvenir*.

La mineralización, que aumenta de norte a sur entre los depósitos mencionados, está contenida en areniscas cuarzosas de color blanquecino, de granulometría pobremente seleccionada, que portan abundantes restos de troncos y en los que la malaquita oficia de cemento (fig. 36). La ley mineral se encuentra entre 0,1 % y 0,3 % de cobre. En cuanto a

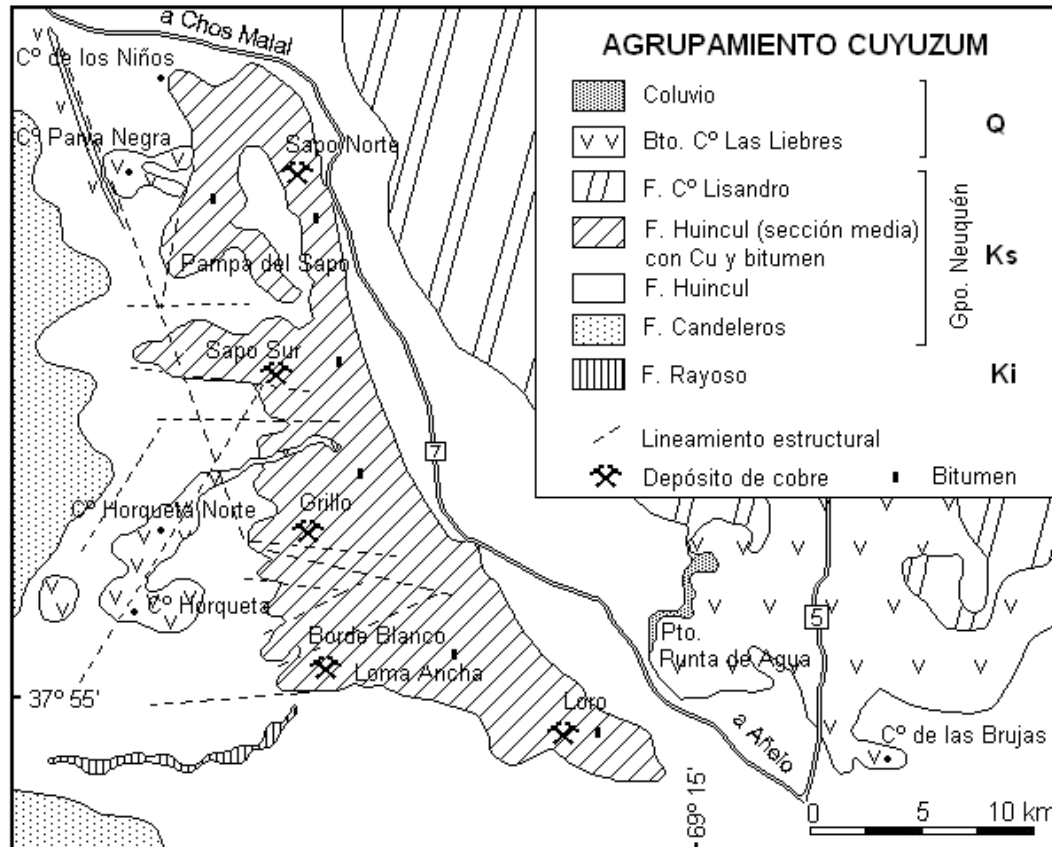
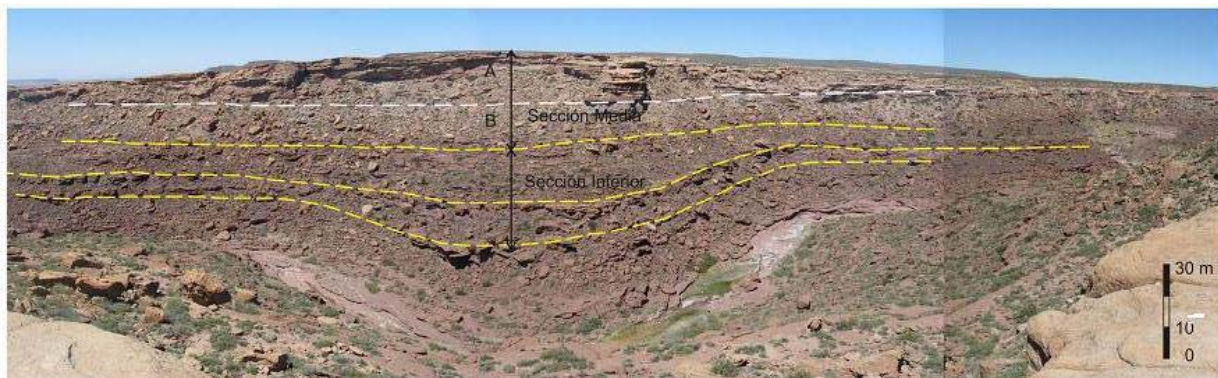


Figura 35. Agrupamiento Cuyuzum. Distribución de depósitos cupríferos (modificado de Giusiano *et al.*, 2014).



1



2



3

Figura 36. Agrupamiento Cuyuzum. (1) Paleocanal en la Formación Huincul: sección inferior areniscas rojas no decoloradas, sección media areniscas decoloradas (blanquecinas), sección superior areniscas morado rojizo. (2) Tubo de bitumen con mineralización de cobre. (3) Diaclasa con bitumen y cobre. (Foto: Giusiano, A. y Bouhier, E., 2009).

labores, la Compañía Minera Catarozzi realizó perforaciones en *Nicaragua* que le permitieron ubicar unos pocos millones de toneladas con ley menor a 0,2 % de cobre.

Agrupamiento Sarita

Se ubica al norte del cerro Chihuido Norte, a unos 62 km al sud-sudeste de Chos Malal, comprendiendo las yacencias *Sarita*, *Carmelo/Barolo*, *Pampa Salado I, II, III y IV* y *Aguada Lechugal I, II, III y IV*.

Desde la localidad citada se accede recorriendo 41 km hacia el norte por la ruta nacional 40 hasta laguna Auquinco y desde allí 11 km por la ruta provincial 7 hasta la ruta provincial 1, por la cual se continúan unos 30 km para llegar al punto desde el cual se debe continuar hacia el este en animales de silla.

La breve información técnica disponible dice que en areniscas con vegetales fósiles de la Formación Candeleros (Cretácico superior) se observan impregnaciones de malaquita, azurita y óxidos de uranio, que fueron exploradas mediante labores a cielo abierto y perforaciones (La Rocque, 1964),

Agrupamiento Nogal

Se sitúa al nordeste del cerro Chihuido del Medio, a unos 110 km al nor-noroeste de Cutral Có, desde donde se accede por las rutas provinciales 10 y 1. Contiene las yacencias *Nogal I y II* y *Rincón Puntilla I y II*, de las que la información geológica es escasa.

La mineralización de malaquita, azurita, pechblenda y óxidos de vanadio se aloja en areniscas de la Formación Candeleros (Cretácico superior).

Se han ejecutado tareas de exploración que comprenden labores a cielo abierto y perforaciones.

Cerro Mesa (Norte)

La manifestación está ubicada a unos 75 km al sud-sudeste de Chos Malal desde donde se accede recorriendo 41 km hacia el norte por la ruta nacional 40 hasta laguna Auquinco y desde allí 11 km por la ruta provincial 7 hasta la ruta provincial 1, por la cual se continúan unos 50 km para llegar al acceso del puesto La Primavera, desde el cual se deben recorrer unos 11 km en línea recta hacia el oeste en animales de silla.

En el lugar se manifiestan areniscas con troncos fósiles, con estratificación cruzada indicativa de pa-

leocauces, de la Formación Rayoso (Cretácico inferior alto).

La mineralización impregna los restos de troncos, integrada por malaquita, azurita, carnotita, tyuyamunita y volbortita (La Rocque, 1964).

Agrupamiento Carranza

Se encuentra localizado próximo al paraje Punta Carranza, a unos 100 km al sud-sudeste de Chos Malal y al sudeste del cerro Chihuido Norte; desde Añelo se accede recorriendo 66 km por la ruta provincial 7. Reúne los depósitos *Puntilla de los Guanacos*, *Carranza*, *Maras I, II y III*, *Loro*, *Loro I y Brujas*, de los que solamente se tiene cierta información del primero.

Puntilla de los Guanacos

La manifestación está ubicada a unos 75 km al sud-sudeste de Chos Malal desde donde se accede recorriendo 41 km hacia el norte por la ruta nacional 40 hasta laguna Auquinco y desde allí 11 km por la ruta provincial 7 hasta la ruta provincial 1, por la cual se continúan unos 50 km para llegar al acceso del puesto La Primavera, desde el cual se deben recorrer unos 15 km en línea recta hacia el noroeste en animales de silla, o bien en animales de silla hacia el oeste desde Punta Carranza. Sus coordenadas geográficas son 37°54'00" LS y 69°49'00" LO.

En el lugar afloran areniscas con troncos fósiles, con estratificación cruzada indicativa de paleocauces, correspondientes a la Formación Candeleros (Cretácico superior).

La mineralización se presenta impregnando los restos de troncos, consistiendo en malaquita, azurita, pechblenda, carnotita, tyuyamunita y volbortita (La Rocque, 1964).

Loma Pelada

Esta manifestación se sitúa a unos 75 km al sud-sudeste de Chos Malal desde donde se accede recorriendo 50 km hacia el sur por la ruta nacional 40 hasta la ruta provincial 9, por la cual se continúan cinco kilómetros hasta el arroyo Pichi Neuquén y de allí por huella siguiendo el curso de éste hasta la mina La Cecilia; de aquí para llegar a la manifestación se deben continuar unos 13 km hacia al sudeste en animales de silla.

En el sitio se encuentran areniscas rojas con estratificación cruzada de la Formación Huincul (Cretácico superior).

La mineralización está compuesta por malaquita, azurita y volbortita (Méndez *et al.*, 1995).

Agrupamiento Chihuido del Medio

Está ubicado al nordeste del cerro Chihuido del Medio a unos 100 km al nor-noroste de Cutral Có, desde donde se accede por las rutas provinciales 10 y 1, integrado por las manifestaciones *Nogal III, IV y V* y *Amarilla*.

La escasa información disponible indica que la mineralización se aloja en areniscas de la Formación Candeleros (Cretácico superior), consistiendo en malaquita, azurita, pecheblenda y óxidos de vanadio.

Se han realizado trabajos de exploración consistentes en labores a cielo abierto y perforaciones.

Agrupamiento María Teresa

Se localiza al oeste del cerro Chihuido del Medio, a unos 85 km al sudeste de Chos Malal. Comprende los depósitos *María Teresa, Palo Quemado, Ramblón de la Vidriera* y *La S*.

María Teresa

El depósito (fig.37) se halla ubicado a 15 km al sudoeste del cerro Chihuido Norte. Se arriba desde Cutral Có recorriendo 61 km por la ruta provincial 10 hasta la ruta provincial 1, por la cual se continúan 61 km hacia el norte hasta puesto Labra, desde donde se sigue hacia el noroeste en animales de silla.

En el sitio se manifiestan areniscas entrecruzadas de la Formación Rayoso (Cretácico inferior), que contienen la mineralización. Esta se desarrolla en el sector axial del sinclinal del cerro Mesa y en sus flancos

De acuerdo con Regairaz y Pozzo (1958) y Belluco *et al.* (1974), en esta yacencia de cobre-uranio se encuentra solamente el Horizonte I, de los cuatro reconocidos en la comarca en que se ubica, que se presenta de manera discontinua en una superficie de 8,750 km², habiéndose localizado unas 300 «cubetas» mineralizadas, irregularmente distribuidas.

Estas «cubetas» varían de uno a cuatro metros de diámetro y espesor máximo de hasta 0,40 m en el centro de la misma.

La mineralización consiste en malaquita, azurita, uranofano, carnotita, boltwoldita, volborthita, limonita y hematita, acompañada por materia orgánica vegetal carbonizada y diseminada.

En superficie se detectaron valores radiactivos de 0,50 a 1,0 mR/H y registros superiores a 5 mR/H ante la presencia de restos vegetales carbonosos (Regairaz y Pozzo, 1958).

Las leyes medias alcanzan a 0,10% Cu, 0,25% U₃O₈ y 0,17% V₂O₅. Se estima un recurso de 1.800 t de mineral (Méndez *et al.*, 1995).

Palo Quemado

La manifestación se sitúa a unos 120 km en línea recta al nor-noroeste de la ciudad de Cutral-Có, sobre la margen izquierda del río Neuquén. Belluco *et al.* (1974) y Lyons (1999), manifiestan que en el lugar afloran areniscas de la Formación Rayoso (Cretácico inferior), hospedantes de la mineralización. Esta se distribuye en cuatro horizontes delgados y discontinuos (I a IV) cubriendo una superficie de dos kilómetros cuadrados. Son sus coordenadas geográficas 38°00'30" LS y 69°48'00" LO:

El Horizonte IV es el de mayor interés, manifestándose en una faja de 1.800 m de largo por 10 a 60 m de ancho, en la que se localizan 220 «cubetas» discontinuas de hasta cinco metros de diámetro máximo y entre 0,05 y 0,30 m de espesor; excepcionalmente se ubicó una «cubeta» de 65 m de diámetro y 0,40 m de potencia.

La mineralización está conformada por carbonatos de cobre (malaquita y azurita), minerales de uranio (uranofano, carnotita y boltwortita), de vanadio (volborthita) y óxidos de hierro (limonita y hematita), con presencia de materia orgánica vegetal. Los

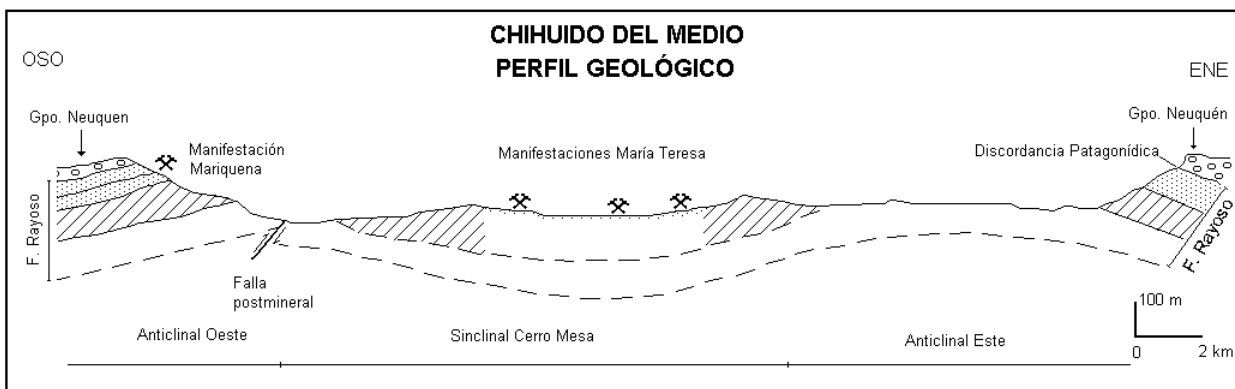


Figura 37. Chihuido del Medio. Perfil geológico esquemático (tomado de Regairaz y Pozzo, 1958)

tenores medios de mineral se estiman en 0,19% Cu, 0,25% U_3O_8 y 0,20% V_2O_5 .

Se ha observado en superficie una aparente relación inversa entre minerales cobre y de uranio, es decir que a un mayor tenor de cobre corresponde un menor contenido de uranio y viceversa (Regairaz y Pozzo, 1958).

La yacencia fue explorada por cobre mediante numerosos pozos cortos, de hasta dos metros de profundidad, y en la década de 1970 fue estudiada por la Comisión Nacional de Energía Atómica por su contenido en minerales de uranio.

En un cálculo, tal vez más ajustado, Rojas (1999c) señala que para *María Teresa y Palo Quemado* las leyes promedio son de 1% a 1,9% Cu, 0,21% U_3O_8 y 0,95% a 1,12% V_2O_5 , con una potencia media de 0,10 a 0,20 metros.

La radiactividad superficial ha mostrado valores superiores a 5 mR/H para el Horizonte II, de 1 a 1,5 mR/H en el Horizonte III y de hasta 5 mR/H en el Horizonte IV (Regairaz y Pozzo, 1958).

Para este depósito se considera un recurso de 5.000 t de mineral (Méndez *et al.*, 1995).

Campefino Norte

Se halla localizado a 70 km en línea recta al norte de Plaza Huincul, desde donde se accede recorriendo 65 km hacia el nordeste por la ruta provincial 17 hasta Aguada Pichana, continuando luego 12 km por huella hacia el norte y por último se utilizan las picadas y caminos construidos para exploración petrolera.

Lyons (1999) nos dice que el carácter llano del área de interés, de unos dos kilómetros cuadrados, sólo permite observar la mineralización en escasos afloramientos rocosos a lo largo de picadas para exploración sísmica y en la roca desmenuzada recuperada de pozos sísmicos realizados en ellas.

Las rocas hospedantes son areniscas de grano grueso a medio, de color crema claro a blanquecino, con intercalaciones de bancos conglomerádicos, componentes de la sección media de la Formación Huincul (Cretácico superior). Abundan restos fósiles de troncos mineralizados y huesos.

La mineralización está conformada por malaquita, crisocola y escasa calcosina, acompañada por bitumen asfáltico.

En 1995 se realizó un plan exploratorio mediante 17 perforaciones a circulación reversa, muy separadas, que totalizaron 377 m, hallándose mineralización en solamente tres sondeos con los siguientes resultados: tres metros con ley 0,24% Cu, dos me-

tros con 0,23% Cu y cuatro metros con 0,06% de cobre.

Puesto Quemado

De acuerdo con Granero Hernández y Schmid (1956), la manifestación se sitúa a unos cinco kilómetros al norte de Paso de los Indios, desde donde se recorren nueve kilómetros hasta la ruta provincial 1 por la cual se circulan cinco kilómetros hasta el paso de Angostura; desde allí se recorren a pie o en animales de silla cuatro kilómetros hacia el suroeste y un kilómetro hacia el sud-sudeste.

En el sitio afloran areniscas arcósicas de grano fino de la Formación Rayoso (Cretácico inferior) conteniendo impregnaciones dispersas de malaquita y azurita de no más de 0,03 m de espesor, encontrándose además hematita y limonita. Localmente se hallan restos de troncos silicificados con impregnación superficial de minerales de cobre.

Aguada de los Avestruces

Se halla situada a 10 km al este-sudeste de Paso de los Indios y a cuatro kilómetros al norte del río Neuquén localizándose la mineralización en sedimentos de la Formación Candeleros (Cretácico superior) (Granero Hernández y Schmid, 1956).

El Mangrullo (Estancia La Blanca)

La manifestación, conocida también como *Estancia La Blanca*, se ubica a 700 m al este de la estancia La Blanca, a 51 km en línea recta al noroeste de Cutral Có. Desde esta localidad se accede recorriendo unos 45 km por la ruta provincial 10 hasta un camino secundario hacia el nor-noroeste que lleva a la estancia, próxima a la confluencia del arroyo Covunco con el río Neuquén, transitándose unos 60 km en total.

En el sitio afloran areniscas arcósicas blanquecinas y rojizas de la Formación Rayoso (Cretácico inferior).

Según Fernández Aguilar (1945), en dos cerritos próximos al cerro El Mangrullo y en éste, sobre sus laderas, se encuentra un horizonte subhorizontal de arenisca roja, de unos 10 m de potencia, con impregnaciones pobres e irregulares de malaquita y escasa azurita, que cubren unos ocho metros de espesor en los cerritos y de 0,10 a 0,15 m en el cerro El Mangrullo.

En este último caso el mineral se presenta como pequeñas lentes, de cinco a 10 mm de potencia, de malaquita que se oscurece hacia la base por pasaje a covellina y, hacia abajo, se observan puntos

milimétricos de malaquita y de covellina y nódulos de esta última de uno a dos centímetros de diámetro, en un espesor de 0,15 a 0,20 m de la arenisca.

El análisis de un común de las muestras tomadas arrojó un tenor de 2,13 % de cobre.

Paso de los Indios

Esta manifestación se encuentra a unos 14 km, por camino, al sudoeste de Paso de los Indios, para-je al cual se llega desde Cutral C6 recorriendo 52 km por la ruta provincial 10.

En el sitio afloran areniscas y arcilitas de la Formación Rayoso (Cretácico inferior). De acuerdo con Fernández Aguilar (1945), es un banco de arenisca amarillenta, interpuesto entre arcilitas rojas por debajo y areniscas rojizas por encima, que contiene impregnaciones de malaquita, la cual se presenta en capas de dos a cuatro milímetros de espesor y como nódulos diseminados en las areniscas.

Tordillos

Se halla ubicado a 40 km en línea recta al norte de la ciudad de Cutral-C6 desde donde se accede recorriendo 61 km por la ruta provincial 10 hasta la ruta provincial 1, pasando por Paso de Indios, y desde allí unos 15 km hacia el este por la ruta provincial 1 y unos seis kilómetros por huella hacia el sur. En otro orden, se sitúa a unos 18 km en línea recta al sudeste de Paso de Indios y a un kil6metro al norte del río Neuqu6n.

Lyons (1999), Giusiano *et al.* (2009), Pons *et al.* (2011; 2013) expresan que en el 6rea se manifiestan las Formaciones Huincul y Lisandro (Cretácico superior), siendo la primera la m6s extendida compuesta por areniscas de grano grueso a conglomer6dicas y conglomerados, de disposici6n subhorizontal con estratificaci6n entrecruzada, propias de un sistema de relleno de canal, entre las que se intercalan limolitas y arcilitas. En ellas se encuentran restos f6siles de dinosaurios y de vegetales teñidos por minerales de cobre.

Las areniscas mineralizadas son de color blanco gris6ceo por alteraci6n, sus componentes l6ticos volc6nicos y feldespatos est6n alterados a sericita y argilominerales y cementados por carbonatos que forman concreciones alargadas y planas, subhorizontales. Adem6s, se encuentran muy fracturadas y contienen bitumen; la densidad de fracturas disminuye desde ellas hacia las rocas frescas. Estas 6ltimas tienen coloraci6n rojiza por estar cementadas por hematita y goethita (fig. 38).

El bitumen se localiza en los planos de estratificaci6n y diseminado como gotas o plumas, impreg-

nando las superficies de los clastos y rellenando las fracturas. En los sitios donde impregna a las concreciones de calcita presenta un h6bito dendr6tico debido a la reacci6n de los 6cidos org6nicos con el carbonato de calcio.

La mineralizaci6n cupr6fera se aloja en las facies m6s gruesas de paleocanales de la secci6n media de la Formaci6n Huincul, extendi6ndose a lo largo de seis kil6metros en direcci6n este-oeste, con un frente norte-sur de 0,5-0,7 km de ancho y de 80 a 100 metros de espesor. Se distinguen tres niveles de mineralizaci6n, cuyo l6mite inferior son las sedimentitas m6s finas, que alcanzan hasta 10 m de espesor.

Est6 siempre asociada al bitumen y se encuentra diseminada como gotas, motas y cintas finas paralelas a los planos de estratificaci6n o en forma de tablas, tubos, cilindros y plumas discordantes con las estructuras sedimentarias; localmente rellena las superficies de diaclasas (fig. 39 y 40). Observada al microscopio se la ve obturando la porosidad primaria y secundaria de la roca y las fracturas.

El principal mineral ocurrente es calcosina intersticial, parcial a totalmente reemplazada por minerales superg6nicos (crisocola, brochantita, malaquita, azurita, covellina, 6xidos complejos de Fe, Cu, Mn, baritina, cuprita, tenorita y trazas de volborthita, carnotita y francenvillita). La crisocola es el mineral superg6nico m6s tard6o y abundante y reemplaza a los anteriores. Como ganga aparecen gr6nulos de carbonato. Todos los espacios abiertos est6n rellenos por crisocola que reemplaza y corta en forma de venillas a los cementos previos.

El 6rea con mineralizaci6n de cobre grada lateral y verticalmente a sectores de areniscas con piritita intersticial alterada a 6xidos de hierro. Los estudios realizados entre 1993 y 1994, consistentes en 97 perforaciones de circulaci6n reversa que totalizaron 2.506 m, constataron que los cuerpos mineralizados tienen leyes variables de 0,1% a 1% Cu, con anomal6as de uranio y vanadio.

Anomal6as de 135 ppm U a 251 ppm U en muestras de superficie y tenores entre 100 ppm U y 150 ppm U en otras de subsuelo, se detectaron en el sector oeste del prospecto vinculadas con concentraciones de cobre mayores a 1 % y anomal6as de vanadio variables entre 281 ppm V y 2.090 ppm V, asociadas a 6reas con abundante oxidaci6n superg6nica.

La mineralizaci6n uran6fera se aloja en una arenisca de grano grueso a conglomerado impregnada por hidrocarburos y cementada por baritina, habi6ndose hallado mayor radiaci6n en las superficies de diaclasas y menor en las rocas macizas adyacentes.

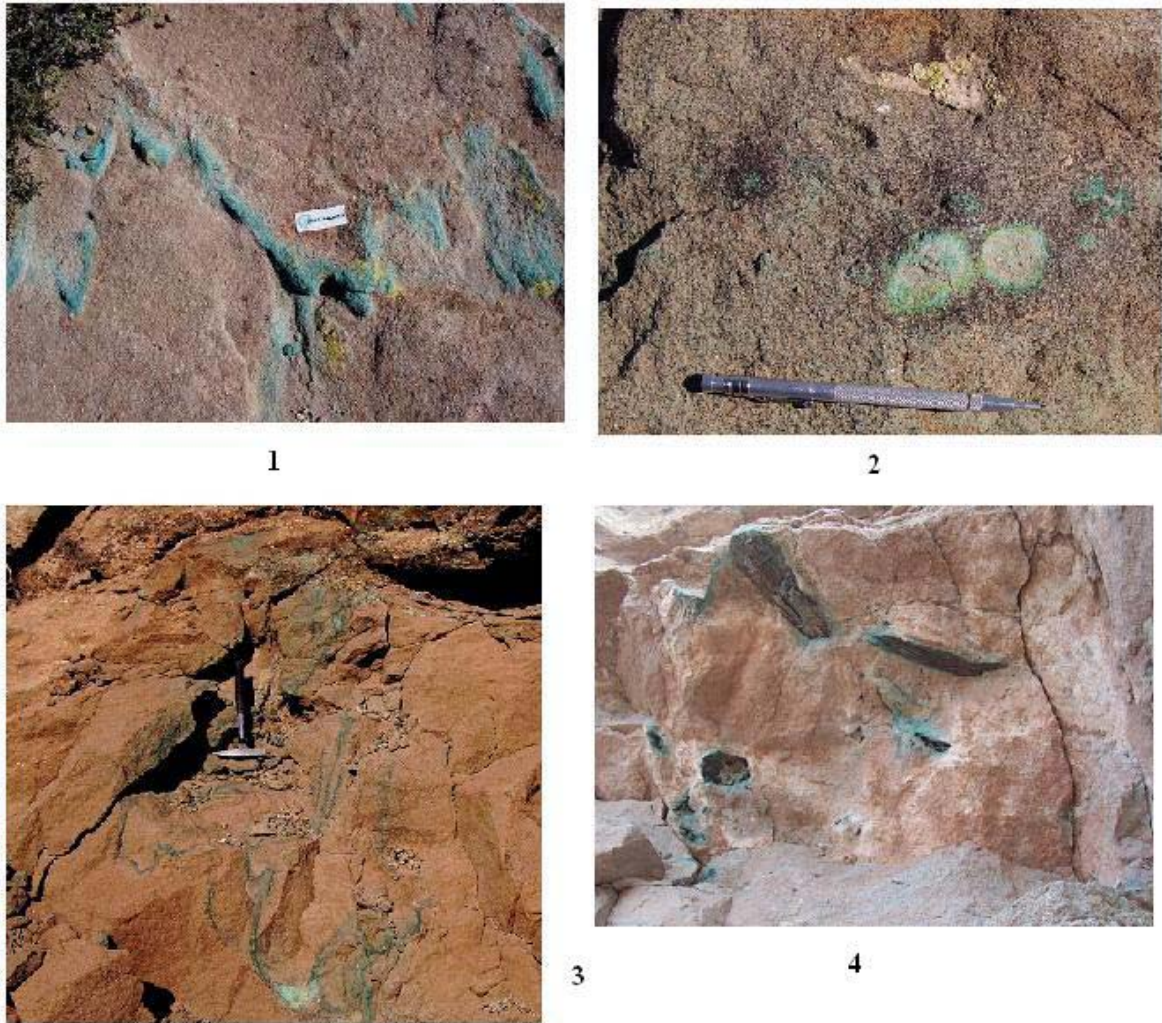


Figura 38. Yacimiento Tordillos. Areniscas de la Formación Huincul medio: (1) impregnación de crisocola y volborthita; (2) bitumen, crisocola y volborthita; (3) pluma de calcosina y crisocola; (4) restos de troncos fósiles con crisocola y azurita. (Foto. Josefina Pons).



Figura 39. Yacimiento Tordillos. Areniscas de la Formación Huincul medio. (Fot. Josefina Pons).

Las mayores concentraciones de uranio se asocian con rocas de la Formación Huincul, que contienen impregnaciones de bitumen y altas concentraciones de cobre y vanadio.

Las perforaciones realizadas para investigar el subsuelo permitieron estimar un recurso de 9,5 Mt con una ley promedio de 0,42 % Cu (Lyons, 1999).

Puesto Lago

Se localiza a unos 38 km al norte de Cutral-Có y a siete kilómetros al sudeste de Tordillos, al norte del río Neuquén. Al sitio se llega desde Plaza Huincul recorriendo 61 km por la ruta provincial 17 hasta la ruta provincial 1 por la cual, hacia el sudoeste, se debe continuar unos 20 km y acceder al puesto Lago.



Figura 40. Yacimiento Tordillos. Detalle de la fotografía anterior mostrando el paleocanal con tubos con crisocola y calcosina.

En el área se encuentran areniscas correspondientes a la sección media de la Formación Huincul (Cretácico superior).

Contienen mineralización de malaquita y escasa calcosina en una extensión de alrededor de 1.000 m, con espesores de hasta 1,50 m; localmente se presentan nódulos o diseminación del mineral (Lyons, 1999).

Granero Hernández y Schmid (1956) señalan un tenor de 1,24 % Cu, mientras que Lyons (1999) indica valores entre 0,3 % y 0,4 % de cobre.

En este depósito se han efectuado algunas labores de prospección consistentes en pozos cortos.

Agrupamiento Guardia Vieja

Se sitúa al nor-noroeste de Cutral C6, accediéndose por la ruta provincial 10. Comprende las yacencias *Guardia Vieja, Jorge, Galv6n, Jos6, Garay, Pedro, Daniel y La Cal6n*.

Se expresan areniscas y conglomerados de la Formación Huincul (Cretácico superior) con impregnaciones de malaquita, azurita, hematita y limonitas, hallándose además venillas de yeso.

Se han realizado labores a cielo abierto y pozos de exploración.

Agrupamiento Los Dos Amigos

Se lo reconoce al nor-noroeste de Cutral C6, accediéndose por la ruta provincial 10 y caminos secundarios. Reúne los depósitos *Los Dos Amigos, Cristiano, Dr. Romero, Javier, Juanita, Macanudo, Eugenio, Lector, Luisa y Juan*.

En el sitio afloran areniscas, conglomerados y arcilitas de la Formación Huincul (Cretácico supe-

rior) conteniendo malaquita, azurita, calcosina, hematina, limonitas y venillas de yeso.

Los trabajos ejecutados han sido labores a cielo abierto, piques y pozos.

Los Dos Amigos

Se halla ubicado a 69 km al nor-noreste de Cutral C6, un kil6metro al norte del r6o Neuqu6n. Al sitio se llega desde Plaza Huincul, recorriendo 61 km por la ruta provincial 17 hasta la ruta provincial 1 por la cual, hacia el sudoeste, se debe continuar unos 20 km y acceder al puesto, desde donde se deben seguir unos siete kil6metros hacia el oeste en animales de silla.

Se acuerdo con Granero Hernández y Schmid (1956) en el sitio afloran areniscas arc6sicas de grano fino a grueso, areniscas conglomer6dicas y arcilitas, siendo el conjunto de tonos claros. Corresponden a la Formación Huincul (Cretácico superior). La estratificaci6n es cruzada, con rumbo noreste e inclinaci6n de hasta 4° al noroeste.

Los afloramientos mineralizados se distribuyen en una superficie de 0,25 km² localizados en tres sectores denominados *Cerro Ernesto, Cerro 1 y Cerro 2*, manifest6ndose el mineral en seis niveles lentiformes en el primero y en cinco niveles lentiformes en los dos 6ltimos.

- **Cerro Ernesto:** En este sector, mediante trincheras y escarpes, se reconocieron seis niveles lentiformes con una separaci6n vertical de tres a cinco metros entre ellos, de cuyas longitudes se encuentran entre 41 m y 240 m, con potencias medias de 1,09 m a 2,62 m y leyes medias de 0,34 % a 0,93 % de cobre.

Los piques realizados litológicamente han puesto de manifiesto areniscas arcósicas, de grano mediano dominantes sobre las de grano mediano a grueso, grueso y fino, en ese orden. Participan también, en baja proporción, arcilitas y areniscas arcilíticas. Dada la estratificación cruzada, estas rocas se intercalan entre ellas acuñaándose.

En los piques se observa que la mineralización se presenta principalmente en areniscas de grano mediano, en espesores oscilantes entre 0,50 m y 8,10 m, con tenores de 0,19 % a 1,16 % de cobre. En las areniscas de grano mediano a grueso se encuentran potencias mineralizadas de 0,50 m a 6,70 m, con leyes entre 0,23 % y 0,96 % Cu, mientras que en las de grano grueso los espesores varían de 1,30 m a 3,40 m, con valores de 0,26 % a 0,55 % de cobre. En las areniscas de grano fino, que corresponden al menor volumen mineralizado, las potencias determinadas son de 0,30 m a 2,00 m, con leyes de 0,19 % a 0,80 % de cobre.

- **Cerro 1:** En el sector, a través de trincheras y piques, se reconocieron cinco niveles lentiformes con longitudes entre 15 m y 304 m, potencias medias de 0,80 m a 4,50 m y con leyes medias de 0,39 % a 1,19 % de cobre.
- **Cerro 2:** Con trincheras, escarpes y piques se han observado cinco niveles lentiformes de 30 m a 250 m de longitud, 1,71 m a 4,06 m de potencia media y leyes medias de 0,33 % a 0,81 % de cobre.

Los niveles se caracterizan por la impregnación uniforme de mineral en la arenisca portadora, localmente por la distribución del mineral en franjas horizontales alternas, de dos a tres centímetros de espesor, distanciadas de 0,10 a 0,15 m entre ellas, y también por la ocurrencia de motas bituminosas.

Los minerales presentes son malaquita, escasas azurita y calcosina y limonita.

La exploración de este yacimiento fue realizada mediante 46 piques, que totalizaron 243,50 m de avance, 53 trincheras y 22 escarpes, que permitieron definir 100.886 t probables de material impregnado en Cerro Ernesto, con ley media de 0,62 % Cu, y 186.260 t posibles de igual material en Cerro Ernesto + Cerro 1 + Cerro 2, con tenor medio de 0,50 % de cobre.

Santa Genoveva, La Olla

Localizadas 30 km al nor-noroeste de Cutral-Có, se accede por la ruta provincial 10.

De acuerdo con Lyons (1999), en el sitio aflora la Formación Huincul (Cretácico superior),

integrada con areniscas alteradas de colores amarillentos a blanquecinos que alojan la mineralización.

Superficialmente se manifiestan malaquita, calcosina y bitumen asfáltico.

En Santa Genoveva se perforaron 24 sondeos que totalizaron 1.045 m y en La Olla 24 perforaciones por un total de 921 m, en ambos casos con resultados negativos.

Sauzal Bonito Este, Sauzal Bonito Oeste y Sauzal Bonito Central

Se ubica a unos 45 km, en línea recta hacia el norte, de Cutral-Có, al sur del río Neuquén y próximo al depósito Tordillos.

Según Lyons (1999), en el sitio se manifiesta la sección media de la Formación Huincul (Cretácico superior), integrado con areniscas gruesas, de colores amarillentos a blanquecinos, que alojan la mineralización. Esta aflora en bardas y en depresiones, sobre una longitud mayor que seis kilómetros, con un ancho visible de 300 a 500 m y un espesor estimado entre cuatro y 15 metros.

Los minerales existentes son malaquita, calcosina y escasa crisocola, acompañados por material bituminoso de variable concentración.

La exploración de este prospecto se efectuó mediante 53 sondeos de circulación reversa que totalizaron 2.467 m, en los sectores *Sauzal Bonito Este* y *Sauzal Bonito Oeste*.

De las 22 perforaciones ejecutadas en *Sauzal Bonito Este*, solamente tres cortaron mineralización: 10 m con ley 0,3 % Cu, un metro con 7 % Cu y seis metros con 0,23 % Cu, siguiendo un posible paleocauce.

En *Sauzal Bonito Oeste* se realizaron 31 sondeos de los cuales sólo siete interceptaron mineralización con valores entre 0,21 % y 0,83 % Cu.

Análisis por plata indicaron de 1 a 4 ppm Ag, con tenores aislados de 60 a 200 ppm, asociados a valores de 0,01 % a 0,02 % de cobre.

En un tercer sector, *Sauzal Bonito Central*, la mineralización se localiza en un paleocauce, con una longitud de cuatro kilómetros y un ancho de 200 metros.

En total las areniscas mineralizadas alcanzan siete kilómetros de largo en dirección este-oeste, un ancho máximo de 200 m y un espesor no mayor que 15 m, estimándose un potencial del recurso cuprífero entre uno y 3.000.000 de toneladas.

Labores antiguas de exploración indican que el depósito fue anteriormente considerado.

Cerro Mesa Sur

Esta área se sitúa a unos 40 km en línea recta hacia el noroeste de Cutral-Có, desde donde se accede por la ruta provincial 10 y caminos secundarios.

De acuerdo con Lyons (1999), en el sitio aflora la Formación Huincul (Cretácico superior), compuesto por areniscas blancas a blanco grisáceo, dispuestas de manera subhorizontal con estratificación entrecruzada, portadoras de restos fósiles óseos y vegetales parcialmente mineralizados.

Las manifestaciones de cobre estratoligado se distribuyen en una superficie de unos 20 km², cubierta en parte por arenas eólicas.

En el sector principal del yacimiento, donde se realizaron labores superficiales, ocurren cinco horizontes mineralizados con valores de hasta 2,8 % de cobre.

Los minerales presentes son malaquita, azurita, crisocola y calcosina, acompañados por vestigios de minerales de uranio y bitumen asfáltico.

La exploración efectuada entre 1995 y 1997, mediante 95 sondeos de circulación reversa que totalizaron 2.370 m, permite asignarle al depósito un recurso de 1.000.000 de toneladas. Solamente una perforación atravesó dos horizontes, uno de seis metros de espesor con ley de 0,32 % Cu y otro de cuatro metros con 0,40 % Cu; otra perforación cruzó un banco de cuatro metros con 0,1 % Cu. Si bien las muestras superficiales arrojaron valores de interés, el promedio fue inferior a 0,50 % de cobre.

Agrupamiento Barda González

Situado al nordeste de Cutral Có, comprende los depósitos *Barda González* y *Puesto González* y las manifestaciones *Astra*, *Raco*, *Tobiano* y *Challacó*, que presentan similar litología y mineralización. Incluye también las yacencias *Cutral Có Norte*, *Los Dos Cerritos*, *Aguada del Paco*, *Yaraví Norte*, *La Cuprosa*, *La Barrosa*, *Los Baguales*, *La Nuestra*, *Faupe* y *El Trono*.

En el paraje aflora la Formación Portezuelo (Cretácico superior), compuesta por estratos tabulares de areniscas de grano medio, con lentes de areniscas gruesas y conglomerados finos escasamente desarrollados, indicativos de depósitos de canales amalgamados.

Barda González

Es el principal yacimiento de cobre estratoligado ubicado en la zona de fallas de la dorsal de Huincul. Se sitúa a unos 18 km al este-nordeste de Plaza

Huincul, desde donde se accede recorriendo unos 20 km por el camino secundario, conocido como «camino de invierno», que conduce al cerro Challacó.

Según Lyons (1999), Giusiano *et al.* (2006), Pons *et al.* (2008, 2009) y Giusiano *et al.* (2009), se manifiesta en una superficie irregular de unos 2,5 km², en la que la mineralización visible se hospeda en una litología propia de paleocanales fluviales: areniscas de grano medio a grueso, de colores pardos claros a rojizos, con estratificación entrecruzada, en las que se intercalan esporádicos bancos conglomerádicos de hasta 0,50 m de espesor, correspondientes a la sección media y superior de la Formación Portezuelo (Cretácico superior). Alguna mineralización se presenta también en niveles samíticos del techo de la Formación Lisandro, que subyace a la anterior (fig. 41).

En la zona mineralizada las areniscas están irregularmente lixiviadas, decoloradas y son muy permeables. Son de grano medio a grueso, compuestas por clastos subangulosos a angulosos de cuarzo, feldspatos, fragmentos líticos, con micas y turmalina accesorias. Contienen troncos fósiles reemplazados, en algunos casos, por malaquita y escasa crisocola.

Los mejores afloramientos se localizan en un frente de 600 m de ancho por 2.000 m de largo de orientación nor-nordeste. Los horizontes con mineral son lenticulares, de uno a cinco metros de potencia, alcanzando ocasionalmente hasta 30 m, se repiten en la secuencia y están separados por capas de arcilitas o limonitas.

La mineralización (fig. 42) consiste en restos de calcosina, covellina, trazas de calcopirita y malaquita, con crisocola, brochantita, azurita, tenorita, turquesa, atacamita y volbortita subordinadas, cubriendo y cementando granos de cuarzo y rellenando fracturas y oquedades secundarias junto con bitumen. Además se observa pirita diseminada y trazas de psilomelano. En escasa cantidad acompañan pechblenda, carnotita, minerales de vanadio y limonitas, con gránulos de calcita como ganga.

La calcopirita se encuentra en microvenillas rellenando las fracturas de los clastos de las areniscas conglomerádicas del techo de la Formación Lisandro y en los niveles inferiores de la Formación Portezuelo. La calcosina es más abundante en la sección media de la Formación Portezuelo, mientras que en la sección superior predominan malaquita, brochantita y crisocola.

El bitumen asfáltico, que actuó como fuente reductora, se presenta en gránulos, láminas, tubos y

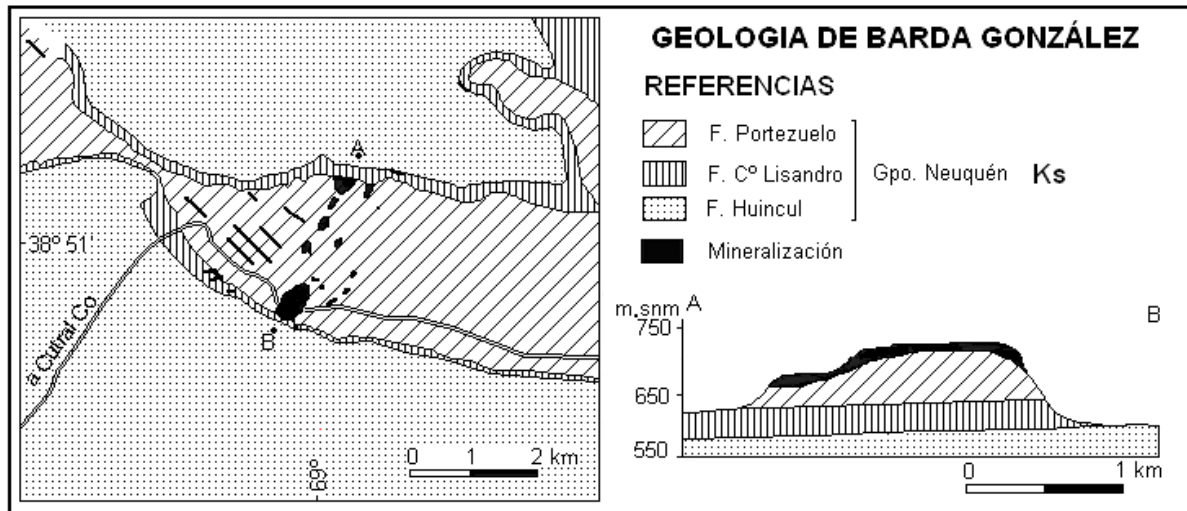


Figura 41. Barda González. Geología de la comarca (tomado de Pons et al., 2009).

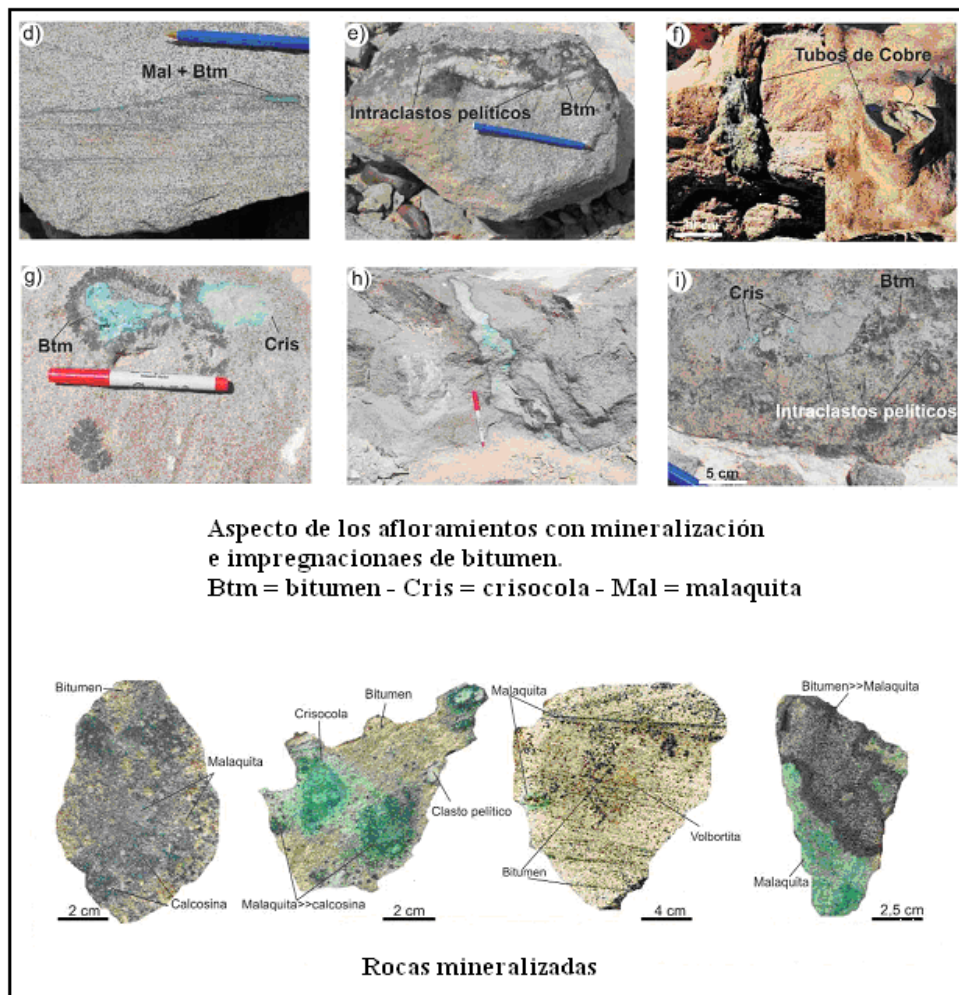


Figura 42. Barda González. Mineralización (tomado de Pons et al., 2009).

nódulos asociado a los minerales de cobre y de uranio. La mineralización cuprífera siempre acompaña al bitumen, por lo que no constituye un nivel homogéneo o laminar en las sedimentitas. Es común su lenticularidad, ligándose al bitumen en los niveles de areniscas más permeables. Se presenta diseminada en granos muy

finos, en nódulos, cortando la estratificación en forma de tubos de escape y bordeado al bitumen precipitado alrededor de intraclastos de fangolita.

Entre 1969 y 1979 el yacimiento fue explotado en reducida escala, extrayéndose 325 t de mineral seleccionado con ley de 9,7 % Cu.

Giusiano *et al.* (2006) y Pons *et al.* (2009) señalan que en muestras mineralizadas el tenor de cobre se ubica entre 0.6 % y 16 % Cu, mientras que las areniscas frescas contienen 0,02 % Cu. En las muestras con mayores concentraciones de cobre (16 %) se hallaron anomalías de molibdeno (810 ppm), uranio (9,43 ppm), torio (40,6 ppm) y vanadio (127 a 221 ppm).

Entre 1994 y 1998 se lo exploró mediante 163 sondajes de circulación reversa que totalizaron 9.434 m, los cuales permitieron estimar un recurso de 35,5 Mt con ley de 0,368 % Cu, considerando una ley de corte de 0,15 % Cu, y un contenido de plata variable entre 0,1 y 5,6 ppm de plata (Lyons, 1999).

Es de hacer notar que la gran cantidad de análisis efectuados por empresas mineras en este yacimiento, indican que el contenido de cobre en los horizontes mineralizados excepcionalmente alcanza a 1 %.

Puesto González

La yacencia ocupa una superficie de 0,5 km². Se halla situada a 24 km al nordeste de Plaza Huincul y dos kilómetros al norte de Barda González; unos 500 m al sudeste del puesto González. Desde Plaza Huincul se accede por el camino secundario que conduce al cerro Challacó; luego de 21 km de recorrido, se continúa por camino secundario hacia el norte durante tres kilómetros.

De acuerdo con Granero Hernández y Schmid (1956) la mineralización se localiza en areniscas arcóscas blanquecinas, de grano fino a mediano, con estratificación entrecruzada, en las que se intercalan areniscas arcillosas y arcilitas de la Formación Portezuelo (Cretácico superior).

Son impregnaciones irregularmente distribuidas en varios afloramientos de reducidas dimensiones, que forman una película envolvente sobre los granos de cuarzo, cementándolos en ocasiones, y rellenan planos de estratificación formando guías irregulares de hasta 0,01 m de potencia, en espesores de hasta 0,30 metros. En sondeos se han comprobado espesores mineralizados variables entre 0,40 m y 2,30 metros. Se encuentran distintos niveles mineralizados dentro de un espesor estratigráfico de 30 metros.

El mejor afloramiento observado es una lente de arenisca de grano fino de 30 m de longitud, 8,00 m de ancho máximo y una potencia de 0,20 m máxima, que arrojó un tenor de 7,20 % de cobre.

La mineralización presente consiste en malaquita, puntos de calcosina, hematita, limonita y puntos bituminosos.

Los tenores de cobre determinados han sido entre 0,45 % Cu y 7,20 % Cu; un común indicó 1,68 % de cobre.

Se realizaron siete piques exploratorios distanciados 25 m para comprobar el desarrollo de la mineralización en los afloramientos más promisorios, estimándose un recurso de 2.125 t de mineral.

Cutral Có Norte

Denominada Plaza Huincul por Fernández Aguilar (1945), la manifestación se localiza en el cerrito Pozo, 6,75 km al noroeste de Plaza Huincul. Desde Cutral Có se llega a ella recorriendo unos cuatro kilómetros por la ruta provincial 10 y luego a pie hacia el este.

De acuerdo con el autor citado y Lyons (1999), allí aflora la sección media de la Formación Huincul (Cretácico superior), compuesta por areniscas de color crema a blanquecino.

Esta manifestación consiste en impregnaciones superficiales de malaquita, calcosina y bitumen asfáltico, que forman lentes de uno a siete centímetros de espesor dentro de una potencia de uno a dos metros de sedimento y unos 80 m de longitud.

Se la exploró mediante 16 perforaciones de circulación reversa, espaciadas más de 200 m, que totalizaron 550 metros.

Los Dos Cerritos

Se ubica a unos 40 km al nordeste de Plaza Huincul y a unos cinco kilómetros con rumbo 80° de Puesto González. Desde Plaza Huincul se accede por el camino secundario que conduce al cerro Challacó; luego de 21 km de recorrido, debe continuarse por camino secundario hacia el norte durante ocho kilómetros.

De acuerdo con Granero Hernández y Schmid (1956), en el sitio afloran areniscas de grano fino, amarillentas, de la Formación Portezuelo (Cretácico superior).

La mineralización está contenida en un banco lenticular de 6,00 m de largo, 3,00 m de ancho y 0,20 m de potencia. Se presenta como impregnaciones discontinuas, guías de mineral de hasta 0,01 m de espesor en planos de estratificación y en esporádicos nódulos de hasta 0,02 m de diámetro. Los minerales ocurrentes son malaquita y limonita.

Aguada del Paco

La yacencia se ubica a cinco kilómetros al nordeste (49°) del Puesto González y a dos kilómetros al norte de la manifestación Dos Cerritos, 42,5 km al nordeste de Plaza Huincul.

Según Granero Hernández y Schmid (1956), afloran en el lugar areniscas de la Formación Portezuelo (Cretácico superior), en las que las impregnaciones cupríferas se distribuyen irregularmente en una superficie de 300 m por 500 metros.

Se reconocen areniscas de grano fino, de tonos rosados y amarillentos, escasamente impregnadas por mineral cuprífero que se presenta como puntos dispersos y como guías de hasta cinco milímetros de espesor localizadas en planos de estratificación y diaclasas. Localmente se diferencian niveles mineralizados de 0,15 m a 0,30 m de espesor que se pueden seguir por distancias de 50 m a 200 m, con anchos de 3,00 m a 25 metros. Esporádicamente la superficie del banco es rugosa, con protuberancias y nódulos de 0,03 m a 0,10 m de diámetro que contienen mineral.

Este es malaquita, escasa azurita y limonita. Un común de distintos afloramientos arrojó un tenor de 0,96 % de cobre.

Yaraví Norte

El yacimiento está situado al nordeste de Plaza Huincul, desde donde se accede recorriendo 22,8 km al este por la ruta nacional 22, luego 17,6 km al norte por camino petrolero hasta la intersección con el camino a Aguada Toledo (sierra Barrosa), y por éste 4,2 km al este y finalmente 1,5 km al norte por huella.

Consultora Minera R.B. (2008) expone que en el sitio aflora la Formación Portezuelo, en cuyo tramo medio-superior, de unos 50 m de espesor, se reconocen 10 niveles estratigráficos delimitados en techo y piso por cambios litológicos.

Si bien la mineralización se encuentra en todos los niveles, el de mayor interés es el Nivel VII, de cuatro a siete metros de potencia, en el cual la malaquita se distribuye uniformemente como relleno de intersticios de la roca y costras sobre los granos minerales, de manera continua perpendicular a los paleocanales (unos 200 m en sentido este-oeste) y prolongándose en sentido norte-sur con una longitud de unos 90 metros.

La mineralización queda circunscripta a los canales del Nivel VII, dispuesta con orientación norte-sur y delimitada por cambios faciales.

Se señala una ley de 2,56 % Cu y, para un espesor medio del manto de 5,50 m, se infieren 448.972,5 tn de mineral y se suponen 491.885 tn de mineral, que totaliza un recurso de 940.857,5 toneladas.

Las labores de exploración realizadas en la yacencia han sido calicatas, canaletas y siete perforaciones.

La Cuprosa, La Barrosa, Los Baguales

Parcialmente superpuestas sus pertenencias, se localizan a unos 25 km al nordeste de Plaza Huincul, cinco kilómetros al nordeste de Barda González. Desde Plaza Huincul se accede siguiendo 22,8 km al este por la ruta nacional 22, luego 21,4 km al norte por camino secundario petrolero hasta la intersección con huella minera, por la cual se recorren 1,10 km hacia el oeste hasta los depósitos.

De acuerdo con Consultora Minera R.B. (2008) y Paz *et al.* (2016), en el lugar se manifiesta la Formación Portezuelo, cubierta por depósitos modernos de pocos centímetros hasta metros de espesor, en cuya parte superior se observan niveles areniscosos y conglomerádicos mineralizados con malaquita, distribuida en proporción variable en forma de delgadas láminas y/o venillas, azurita, crisocola y bitumen.

Se han reconocido 10 niveles estratigráficos delimitados en techo y piso por cambios litológicos. La mineralización está mayormente contenida en el Nivel VII y, en menor grado, en el Nivel IX.

El Nivel VII consiste en una secuencia de areniscas, de 3,00 m a 3,50 m de espesor, y lentes de gravas que, en conjunto, representan a depósitos de canales amalgamados y barras fluviales.

En la parte norte de la yacencia la mineralización es dispersa, formando concreciones de 0,02 m a 0,40 m de diámetro compuestas por un núcleo hierro-magnesiano rodeado por bandas concéntricas de malaquita.

En la parte sur del depósito, la mineralización se desarrolla en la parte superior del Nivel VII, con una potencia de 1,00 m a 1,50 m, observándose malaquita y menor proporción de azurita relleno de poros intersticiales de la roca y rodeando a los granos minerales.

En el Nivel IX, bandas de malaquita y calcantita se concentran en un espesor menor que 0,25 metros.

Los sectores mineralizados gradan lateral y verticalmente a areniscas con piritita oxidada y a zonas de areniscas rojas cementadas por óxidos e hidróxidos de hierro (Paz *et al.*, 2016).

En el sector norte de La Barrosa, que se superpone a La Cuprosa, se presenta una débil mineralización en la base del Nivel III.

En general, la mineralización se concentra en la facies de canales, delimitada lateralmente por cambios de facies.

Para un espesor medio de 1,25 m, en el sector sur de La Cuprosa se infieren 52.460 tn de mineral y

se suponen 48.130 tn de mineral, que totalizan un recurso de 100.365 toneladas.

Para este mismo depósito, la Compañía Minera Polimet S.A. (1994) en un informe interno reporta un recurso de 225.000 tn de mineral, con una ley de 0,37 % cobre.

La Nuestra

El depósito se halla situado al nordeste de Plaza Huincul, desde donde se accede recorriendo 22,8 km hacia el este por la ruta nacional 22, luego 21,4 km hacia el norte por camino secundario petrolero hasta la intersección con huella minera, por la cual se siguen 1,10 km hacia el oeste, hasta el yacimiento.

Según la Consultora Minera R.B. (2008) en el lugar se manifiesta la Formación Portezuelo, en la que se han reconocido 10 niveles estratigráficos delimitados en techo y piso por cambios litológicos.

La mineralización está contenida en el Nivel VII, de cuatro a cinco metros de potencia, compuesto por areniscas finas, macizas o con estratificación cruzada a horizontal, pertenecientes a depósitos de canales y barras fluviales.

El mineral, malaquita, rellena poros intersticiales de la roca y rodea a los granos minerales, en un espesor medio de 4,50 metros.

Para esta yacencia y para un espesor de 4,50 m, se infiere un recurso 240.030 tn de mineral.

Bordo Colorado

La manifestación se ubica a unos 35 km en línea recta al sudeste de Plaza Huincul, desde donde se accede por huellas petroleras.

De acuerdo con Lyons (1999), en el sitio afloran areniscas alteradas color blanco crema, de la Formación Huincul (Cretácico superior).

Solamente se observan impregnaciones superficiales discontinuas de malaquita y calcocina.

Se perforaron 25 sondeos que totalizaron 812 m con resultados negativos.

Barda Colorada

La manifestación se localiza a unos 35 km en línea recta al sudoeste de Plaza Huincul, unos siete kilómetros al nor-noreste de El Porvenir. Desde la localidad nombrada se arriba recorriendo unos 24 km hacia el sudoeste por el camino secundario que, pasando entre los cerros Chato y Mirador, permite llegar hasta Aguada Cortadera y continuar unos 11 km hacia el oeste-sudoeste en animales de silla.

Fernández Aguilar (1945) expresa que la Barda Colorada tiene unos 80 m de altura. Aproximada-

mente a la mitad de ella se encuentra un banco de areniscas amarillentas de la Formación Huincul (Cretácico superior), de unos 12 m de potencia, en la que se observan impregnaciones y nódulos de malaquita y azurita, estando también presente calcosina y bitumen asfáltico.

Se encuentran antiguas labores de exploración superficial.

Agrupamiento El Porvenir

Situado al sudoeste de Cutral Có, donde aflora la Formación Huincul (Cretácico superior), comprende los depósitos *El Porvenir*, *Cerro Lotena*, *Rojo Amanecer*, *Neuquén*, *Don Marcelo* y *Señor Guillermo*, siendo el primero el más importante.

El Porvenir

Se localiza a unos 38 km en línea recta al sudoeste de Cutral-Có, desde donde se accede recorriendo unos 70 km por caminos secundarios. A 1,5 km al este se encuentra el cerro Granito.

En el área se manifiesta la sección media de la Formación Huincul (Cretácico superior), integrada con areniscas arcósicas de colores grises a blanquecinos, dispuestas en bancos subhorizontales o levemente inclinados, lentiformes, entre las que se intercalan niveles conglomerádicos, limolitas y arcilitas. Se encuentran restos fósiles de dinosaurios y de vegetales teñidos por minerales de cobre.

Estructuralmente la yacencia se ubica en un anticlinal de rumbo nor-noroeste e inclinado al sudeste, seccionado por una falla regional de rumbo este y fallas directas de escasa magnitud que afectan el sector mineralizado (Giusiano *et al.*, 2009).

De acuerdo con Angelelli (1950), Fernández Aguilar (1945) y Lyons (1999), el depósito comprende cuatro sectores denominados *Barda Norte*, *Meseta Este*, *Impregnación Sudoeste* y *Meseta Sudoeste*, siendo este último el más importante (fig. 43).

Dichos sectores son de forma irregular, con una superficie de media hasta poco más de cinco hectáreas y un espesor de impregnación de mineral de cobre en areniscas y conglomerados alterados variable entre 0,40 m y 6,00 m, con valores promedio de 1,54 m a 2,38 metros.

Los horizontes mineralizados son lenticulares, superponiéndose en ocasiones. La mineralización, como ocurre en este tipo de yacimientos, tiene distribución irregular, presentándose zonas ricas al lado de otras de escaso tenor en cobre. Consiste en escasa calcosina, malaquita, azurita en menor proporción y crisocola, con variable cantidad de yeso y grá-

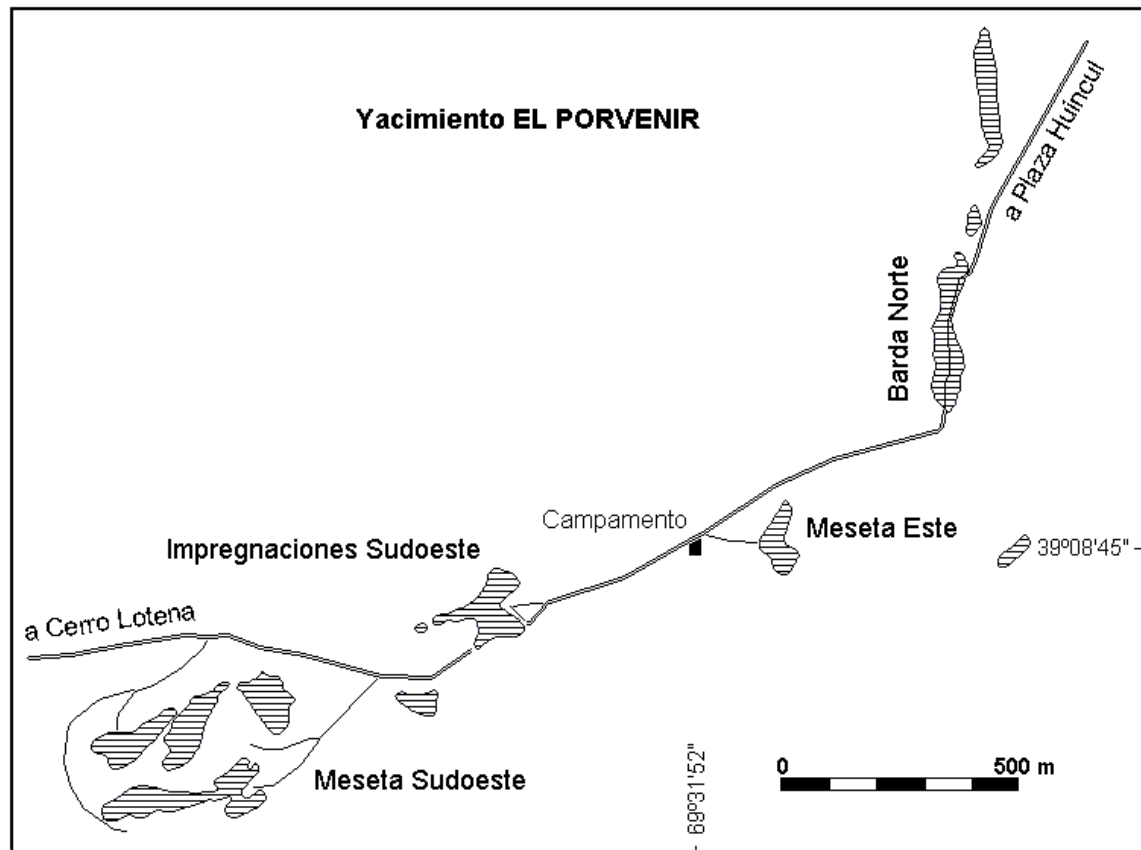


Figura 43. Yacimiento El Porvenir. Distribución de los depósitos (tomado de Fernández Aguilar, 1945).

nulos de carbonato como ganga, además de variable cantidad de impregnaciones de material bituminoso.

Además, la mineralización cuprífera impregna algunos planos de las fallas menores asociadas a la fractura principal.

- *Barda Norte*: Se encuentra limitado por el norte por una falla normal de rumbo este. Las impregnaciones se presentan en dos bancos de areniscas separados por arcilitas de 0,47 m de potencia, levemente impregnadas. En el borde de la barda el horizonte superior mineralizado tiene de 2,20 a 3,50 m de espesor, pero se pierde en 40 a 60 m al alejarse de dicho borde. El horizonte inferior tiene una potencia de 0,80 a 1,40 metros. Tiene 61.331,5 t de recursos con una ley media de 1,79 % Cu, siendo ésta variable entre 0,61 % y 4,56 % de cobre.
- *Meseta Este*: En este sector la mineralización se observa en un banco de areniscas, con una potencia variable de 0,80 a 3,48 m, en 5.649 m² de superficie. Cuenta con 21.711,25 t de recursos con una ley media de 3,03 % Cu, siendo el tenor de ésta variable entre 0,83 % y 5,94 % de cobre.
- *Impregnación Sudoeste*: Se encuentra un horizonte de mineral de 0,23 a 6,30 m de espesor.

Sus recursos alcanzan a 42.819,5 t con ley media de 2,40 % Cu, encontrándose ésta entre 0,31 % y 4,96 % de cobre.

- *Meseta Sudoeste*: Es el sector más extenso con impregnaciones cupríferas en conglomerados. Ocurre aquí un horizonte mineralizado de 0,10 a 4,20 m de espesor y, localmente, se manifiesta un horizonte inferior de 0,40 a 0,75 m de potencia. Contiene 238.117 t de recurso mineral con un tenor medio de 1,68 % Cu, siendo ésta variable entre 0,30 % y 8,05 % de cobre.

Esta información corresponde a la exploración realizada por la Dirección de Minas, Geología e Hidrogeología durante la década de 1940, mediante trincheras y 192 pozos de tres a cuatro metros de profundidad, la cual determinó cierta continuidad en la mineralización calculándose para los cuatro sectores un recurso total de 363.979,25 t con una ley media de 1,865 % Cu sobre un espesor promedio de 1,73 metros (Fernández Aguilar, 1945). En 1954 la Dirección General de Fabricaciones Militares, al efecto de ensayar métodos adecuados para la investigación del yacimiento, efectuó estudios geofísicos de resistividad, potenciales eléctricos naturales y artificiales con resultados negativos para el fin perseguido (Elizalde y Soto, 1954).

En el período 1996-1997 la exploración por una empresa minera privada, mediante 163 sondajes de una amplia zona alrededor de lo conocido, permitió especular con la existencia de un posible recurso de 2 Mt con una ley de 0,50 % de cobre (Lyons, 1999).

La producción del yacimiento alcanzó a 2.380 t de mineral con un tenor medio de 8 % a 12 % Cu en el período 1942-1944.

Cerro Lotena

La ubicación de la yacencia es incierta al sur de la Barda Negra. Según Fernández Aguilar (1945) se sitúa a unos 58 km al sudoeste de Cutral C6, hacia el este del cerro Lotena. Son manifestaciones de impregnaciones cupríferas distribuidas a lo largo de un kil6metro en areniscas de la Formaci6n Huincul (Cretácico superior).

Barda Negra

Este dep6sito se sitúa a 80 km en línea recta al sudoeste de Cutral-C6. A él se accede desde Zapala recorriendo 52 km, hacia el sur, por la ruta nacional 40 hasta el empalme con la ruta provincial 20, por la cual se continúan 32 km hasta Paso Aguerre; de aqu4, unos 13 km hacia el norte por la ruta provincial 34, debiéndose continuar hacia el oeste en animales de silla.

De acuerdo con Toubes *et al.* (1978) y Rojas (1999b), en el área aflora la Formaci6n Bajada Colorada (Cretácico inferior) integrada por una secci6n inferior de sedimentitas de ambiente fluvial, con laminaci6n entrecruzada, y una secci6n superior de areniscas y conglomerados.

Lyons (1999), expresa que la mineralizaci6n se aloja en conglomerados de manera discontinua, en una longitud mayor que 1.500 m, con espesores de hasta cuatro metros.

Los minerales presentes son malaquita y escasa calcosina, acompaados por minerales de uranio y bitumen asfáltico.

Con fines exploratorios y de explotaci6n precaria se han realizado algunas labores superficiales. Los valores en cobre arrojan hasta 2,05 % Cu, pero se estima una ley media menor que 1 % Cu, proyectándose un potencial de 2.200.000 toneladas (Lyons, 1999).

La yacencia fue explorada y explotada mediante piques, pozos cortos y trincheras.

Agrupamiento Juan Carlos

Situado en el extremo sur de la meseta de la Barda Negra, reune los dep6sitos *Juan Carlos*,

Puesto Doña Juana y *Carltoncho*, sobresaliendo los dos primeros.

Juan Carlos

Ubicada al sudeste de la meseta de la Barda Negra, se accede desde Zapala recorriendo 33 km hacia el este por la ruta nacional 22 hasta el cruce con la ruta provincial 34, por la cual se siguen unos 33 km hacia el sur y luego unos cinco kil6metros por camino secundario hasta la mina de arcilla El Chenque; siete kil6metros al sudoeste de ella, por huellas mal conservadas, se encuentra la manifestaci6n.

Según Herrero y Donari (1997), la mineralizaci6n se aloja en la Formaci6n Quebrada del Sapo (Jurásico superior) cementando conglomerados de 0,70 m de potencia, rumbo 40° e inclinaci6n 27° al este-sudeste.

Está compuesta por malaquita, azurita y crisocola formando pátinas y parte del cemento de la matriz arenosa de un conglomerado, existiendo además pequeñas cantidades de calcopirita y calcosina parcialmente oxidadas.

Es un yacimiento estratoligado vinculado a conglomerados de paleocauces, de escasa potencia, de forma lenticular con cambios faciales laterales.

Existen pequeños bolsones con tenor de 2,5 % a 7,3 % Cu, pero el promedio de la mineralizaci6n es inferior a 0,5% Cu (Ramos, 1975).

El laboreo consiste en calicatas de escasa magnitud para exploraci6n.

Puesto Doña Juana

Son dos manifestaciones ubicadas al sur-sudeste de Zapala, al sur de la meseta de la Barda Negra, a las cuales se accede recorriendo 33 km hacia el este por la ruta nacional 22 hasta el cruce con la ruta provincial 34, por la cual se siguen unos 33 km hacia el sur y luego unos cinco kil6metros por camino secundario hasta la mina de arcilla El Chenque, de donde se continúa en animales de silla.

Según Toubes *et al.* (1978) y Rojas (1999b), en el sitio aflora la Formaci6n Quebrada del Sapo (Jurásico superior), compuesta por una secci6n inferior integrada con sedimentos de ambiente fluvial, con laminaci6n entrecruzada, en la que son abundantes los óxidos de cobre y vanadio, acompaados por manchas irregulares de bitumen asfáltico, y una secci6n superior de areniscas y conglomerados donde se observan «nidos» de malaquita irregularmente distribuidos en la roca.

Se han reconocido manifestaciones de mineral de cobre (Fernández Aguilar, 1945; Granero

Hernández y Schmid, 1956) localizadas al noroeste y al este del puesto Doña Juana (fig. 44).

Manifestaciones Noroeste. De norte a sur son dos afloramientos:

En el afloramiento 1, situado a unos 1.700 m al nor-noroeste del puesto, se encuentran conglomerados mineralizados, en no más de 0,80 m de espesor, en los que se han realizado 13 escarpes exploratorios

de 0,60 m a 1,40 m de profundidad. En el afloramiento 2, localizado a unos 800 m al noroeste del puesto, se halla un conglomerado mineralizado en una superficie de 275 metros cuadrados, en el que se efectuaron varios escarpes de hasta un metro y un pique de 1,50 m de profundidad.

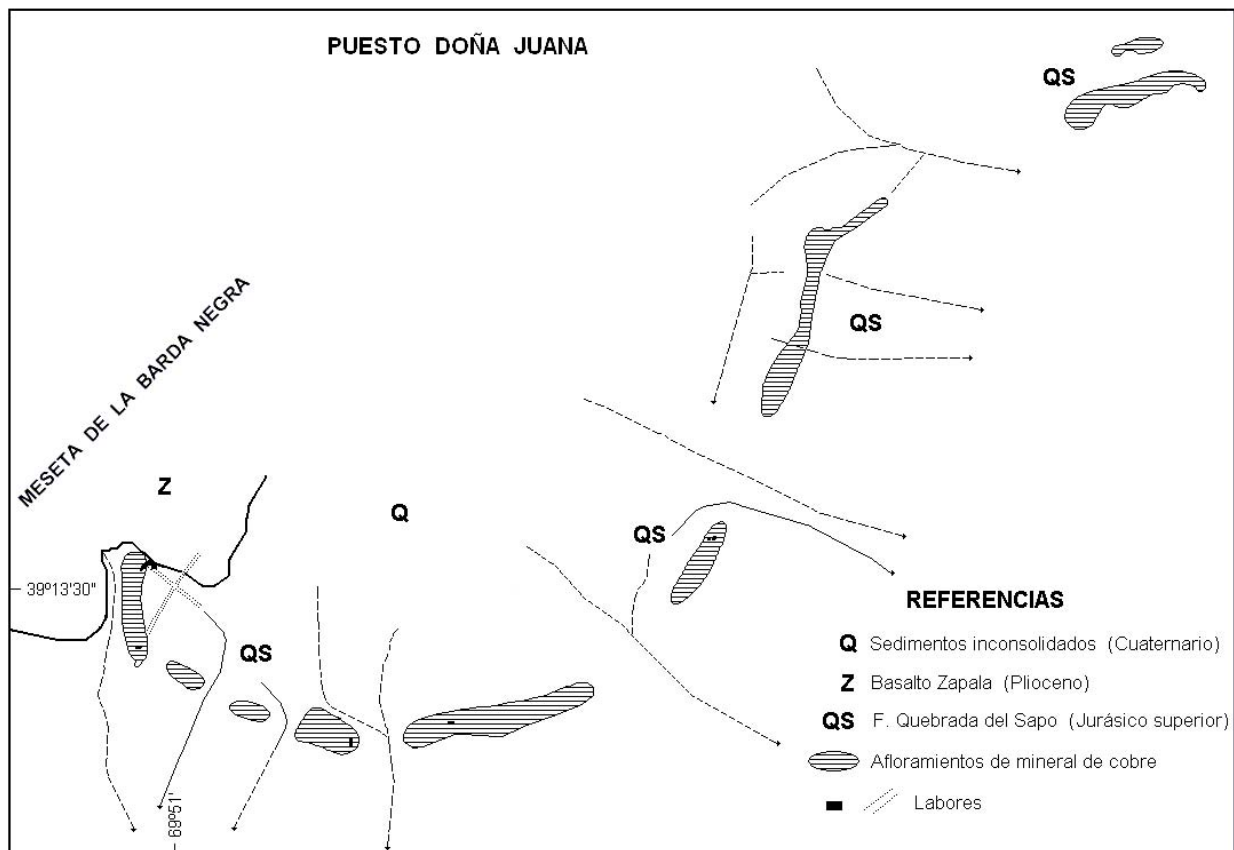
La mineralización es muy escasa, aunque se presentan concentraciones muy localizadas. Consisten en impregnaciones irregulares de malaquita, azurita,



1



2



3

Figura 44. Yacimiento Juan Carlos: (1) Destape y galería de exploración y (2) destape y acopio (Foto. Adolfo Giusiano). Yacimiento Puesto Doña Juana: (3) esquema geológico (tomado de Nuñez, 1968b).

covellina, minerales de uranio y vanadio, limonita y bitumen; se han reconocido también calcopirita bordeada por calcosina, bornita y cuprita.

Manifestación Este. Probablemente corresponde al estudio realizado por Nuñez (1968b), en el que reconoció bancos mineralizados a lo largo de unos 2.800 m, relevando dos perfiles: uno en una barda con mineral y otro en la denominada Labor 1.

Se localiza a unos dos kilómetros al este del puesto, donde afloran conglomerados con malaquita en un ancho de 50 m a 60 metros. Los perfiles ejecutados por Nuñez (1968b) revelan:

Perfil 1. De abajo hacia arriba:

- 2 m. Conglomerado grueso, con rodados de hasta 30-40 cm bien redondeados y cemento calcáreo.
- 3 m. Conglomerado arenoso fino, con rodados aplanados y cemento calcáreo; contiene restos de troncos fosilizados.
- 1 m. Areniscas calcáreas con nódulos arenosos y escasos rodados hacia el techo, color amarillo crema. Pátinas de malaquita se presentan en la parte superior del banco, como también así nódulos de asphaltita y mineral de cobre.

Perfil 2. De abajo hacia arriba:

- 3,50 m. Conglomerado grueso, polimíctico, pobremente estratificado, con clastos redondeados de hasta 0,30 m de diámetro, algunos aplanados, en matriz arenosa. Mineralización irregular de malaquita en guías semiconcordantes con la estratificación, que alcanzan a 3-4 cm de ancho dentro de la matriz arenosa, y en pátinas sobre los clastos. Localmente se observa galena y azurita, como también así manganeso y minerales de uranio (?).
- 2 m. Areniscas finas calcáreas, ferruginosas, con algunos clastos aplanados; se intercalan areniscas conglomeráticas lenticulares. Mineralización principalmente vinculada a la estratificación gruesa.

Hacia el oeste el banco mineralizado es cubierto por los derrumbes basálticos de la meseta de la Barda Negra

El análisis de muestras dieron leyes de 6,49 % Cu para un común (Fernández Aguilar, 1945), de 2,57 % a 8,55 % Cu para los sitios mejor mineralizados del *afloramiento 1* (Granero Hernández y Schmid, 1956) y 0,06 % a 0,09 % U_3O_8 (Toubes *et al.*, 1978).

Méndez *et al.* (1995) estiman un recurso mineral de 500.000 toneladas para el depósito, en el que se han realizado labores de exploración.

Puerta de Calle

La manifestación se encuentra localizada al suroeste de Zapala, a unos 20,25 km en línea recta al nordeste de Paso Aguerre. Desde Zapala se accede recorriendo 52 km hacia el sur por la ruta nacional 40 hasta el cruce con la ruta provincial 20, por la cual se siguen 32 km hasta Paso Aguerre y luego unos 14,6 kilómetros hacia el norte por la ruta provincial 34; por camino secundario se continúan unos ocho kilómetros hacia el suroeste y por último unos 5,6 km hacia el noreste.

Allí afloran areniscas y conglomerados de la Formación Candeleros (Cretácico superior) (Leanza y Hugo, 1997).

Nos dice Fernández Aguilar (1945) que en la base de unos conglomerados se encuentran troncos silicificados con impregnaciones de malaquita y azurita.

La Cuprita

Se sitúa al nor-noroeste de Limay Centro. Desde Zapala se accede recorriendo 50 km por la ruta nacional 40 hacia el sur y 50 km por la ruta provincial 20 hasta la localidad nombrada, de donde se continúan unos ocho kilómetros hacia el nor-noroeste en animales de silla.

De acuerdo con Ramos (1975) el depósito se localiza en paleocauces de los niveles inferiores conglomeráticos de la Formación Candeleros (Cretácico superior), en los que son frecuentes los restos de troncos, pobremente silicificados y en ocasiones reemplazados por malaquita que preserva la estructura orgánica original. Los paleocauces son paralelos a la estratificación y sinuosos.

La mineralización se presenta como cemento de los conglomerados o concentrada en los troncos fósiles, siendo continua por varias decenas de metros, aunque pobre en general.

El mineral es principalmente malaquita y azurita, concentradas sobre restos de troncos y fragmentos carbonosos.

La ley no sobrepasa el 5 % Cu y en muestras seleccionadas se tiene una ley media de 2 % a 2,5 % Cu.

Este depósito ha sido escasamente explotado a través de trincheras.

Charahuilla

La manifestación se encuentra ubicada a unos 3,8 km en línea recta al sur-suroeste de la estancia Charahuilla, a la cual se arriba desde Zapala recorriendo 90 km hacia el sur por la ruta nacional 40 hasta La Negra, de donde se siguen 17 km por la

ruta provincia 56 y desde ese punto 32 km hacia el norte por camino secundario hasta la estancia nombrada, desde la cual se debe continuar en animales de silla.

En el sitio afloran conglomerados gruesos y areniscas arcósicas de la Formación Quebrada del Sapo (Jurásico superior) (Leanza y Hugo, 1997) (fig. 45).

Lannefors (1931a), Salaberry y Crespo Kennedy (1969), Toubes *et al.* (1978) y Rojas, (1999 a), expresan que la mineralización rellena y cementa los espacios entre clastos del sector basal de un horizonte de conglomerado de dos metros de espesor, ocurriendo como impregnaciones y guías irregulares y ramificadas que alcanzan de 0,10 m a 0,50 m de potencia en la base del conglomerado, habiéndose reconocido niveles radiactivos a lo largo de dos kilómetros.

Con una potencia de hasta 30 m a 40 m, el conglomerado presenta rumbo de 280° e inclinación de 50° a 60° al sud-sudoeste.

Salaberry y Crespo Kennedy (1969) describen el siguiente perfil, de abajo hacia arriba:

- 3,00 m: arenisca arcillosa, color rojizo
- 2,00 m: conglomerado grueso con mineralización cuprífera en la base
- 0,80 m: areniscas conglomerádicas
- 10,00 m: conglomerado
- 100,00 m: areniscas de grano fino, color blanquecino

La mineralización consiste en calcosina, calcantita, escasa bornita, impregnaciones de malaquita y azurita, minerales de uranio y bitumen asfáltico. La calcosina forma vetillas y vetas de hasta 0,10 m de espesor. Muestras seleccionadas de calcosina han dado leyes entre 17 % y 46 % Cu y hasta 760 g/t Ag en una de ellas, en tanto que otra con malaquita y azurita arrojó 8,47 % Cu (Lannefors, 1931a).

Las labores de exploración, socavones y piques, se distribuyen en las que fueron cuatro pertenencias (*Cristina, Anita, Hortensia y Germania*) en una distancia menor a un kilómetro.

Cerro Horqueta

Se encuentra situado al nor-noreste del paraje Ojo de Agua. Se accede desde Zapala recorriendo 74 km por la ruta nacional 40 hacia el sur y 35 km por la ruta provincial 47 hasta el paraje mencionado, de donde se continúan unos 12 km hacia el nor-noreste en animales de silla.

Según Ramos (1975), es un depósito en paleocauce localizado en los niveles basales conglomerádicos, lentiformes, de la Formación Candeleros (Cretácico superior).

En los conglomerados son frecuentes los restos alóctonos de troncos, pobremente silicificados, en ocasiones reemplazados por malaquita que preserva la estructura orgánica original.

La mineralización se presenta como cemento de los conglomerados o concentrada en los troncos fósiles. Tiene poca continuidad, disponiéndose en lentes de 0,40 a 0,50 m de espesor y pocos metros de ancho.

El mineral dominante es cuprita, con malaquita subordinada y localmente volbortita (vanadato de cobre) relleno de grietas y espacios abiertos dentro del conglomerado.

Sobre mineral seleccionado se han logrado leyes entre cuatro y 14 % de cobre. Una escasa explotación se ha realizado mediante trincheras.

4.2. HIERRO

Algunos de los numerosos yacimientos de hierro, de pequeño tamaño y hoy inactivos, registrados desde antiguo en la provincia, tuvieron escasas pro-



1



2

Figura 45. Yacimiento Charahuilla. (1) Una bocamina del yacimiento de cobre Clara Huilla (sic); (fotografía tomada por N. A. Lannefors en noviembre de 1930, suministrada por el Archivo Histórico Visual, SEGEMAR, IGRM). (2) Bocaminas. (Foto. Adolfo Giusiano).

ducciones que se destinaron a la industria del cemento y a la obtención de pigmentos y productos químicos.

Ellos responden a distintos orígenes, pero sus reducidas dimensiones y la variabilidad de las leyes no permiten su explotación como fuente de materia prima.

Se localizan en los departamentos Minas, Chos Malal, Pehuenches, Ñorquín, Loncopué, Aluminé, Catán Lil y Collón Curá enmarcados dentro de los tipos volcanogénico, metasomático, filoniano y sedimentario, ubicándose en las comarcas de sierra de Huantraico, Rahueco, Campana Mahuida, Pino Hachado, Varvarco y en el sudeste de la provincia.

4..2.1. DEPÓSITOS VOLCANOGÉNICOS

Cerro Tres Hermanas

La yacencia se ubica en el flanco oriental del cerro Tres Hermanas, unos cinco kilómetros al sudeste de Pino Hachado. Desde aquí se accede recorriendo unos cinco kilómetros hacia el sur por la ruta provincial 23 y luego unos seis kilómetros hacia el nordeste por huella de veranada que sigue el curso del arroyo Sanquilocó.

Según La Rocque (1964) consiste en vetas irregulares, de hasta 0,30 m de potencia, alojadas en volcánicas andesíticas de la Formación Ñirecó (Triásico superior), estando la mineralización compuesta por magnetita, hematita y limonita.

Esta manifestación se vincularía con el cercano centro efusivo del Basalto Hueyeltué (Grupo Chapúa) (Pleistoceno inferior) manifiesto en el cerro Tres Hermanas, lo cual sugiere un origen volcanogénico?

Mallín Chileno

Son pequeños depósitos ubicados a unos 11,5 km en línea recta al sud-sudeste del paraje Pino Hachado, desde donde se llega al sitio recorriendo 18 km hacia el sur por la ruta provincial 23, hasta la confluencia de los arroyos que desaguan el flanco sudoccidental del cerro Litrán y conforman el arroyo de este mismo nombre, y luego siete kilómetros hacia el este en animales de silla.

De acuerdo con Zanettini *et al.* (2010), en el lugar se manifiestan esquistos y filitas de la Ectinita Piedra Santa (Devónico-Carbonífero), muy silicificadas y de rumbo 355° e inclinación subvertical, intruídos por granitoides del Complejo Plutónico del Chachil (Pérmico inferior), sobre las que se disponen volcánicas del Basalto Tipilihuque (Grupo Coycho) (Plioceno).

Las yacencias, descritas brevemente por Elizalde (1961), consisten en vetas y cuerpos concordantes alojados en las metamorfitas.

Las vetas tienen rumbo 320°, inclinación subvertical y un espesor de 0,30 m a 0,40 m, mineralizadas con hematita y escasa pirita.

Los análisis de muestras arrojaron los siguientes valores medios aritméticos:

Hierro (Fe):	39, 39 %	Azufre (S):	0, 10 %
Hierro (Fe ₂ O ₃):	38, 70 %	Fósforo (P):	Vestigios
Titanio (TiO ₂):	0, 23 %	Res. Insoluble:	34, 46 %

Esta manifestación podría ligarse con un cercano centro efusivo del Basalto Hueyeltué (Grupo Chapúa) (Pleistoceno inferior) manifiesto inmediatamente al sur, lo cual sugiere un origen volcanogénico?

Huantraico

Descubiertas en 1942, las manifestaciones feríferas de esta sierra se localizan en el área sudeste de la misma, a 15 km al nordeste del puesto Ranqueles (ex Cortadera). Desde la ciudad de Chos Malal se llega a la comarca recorriendo 40 km por la ruta nacional 40 y 50 km por la ruta provincial 7 hasta el puesto mencionado, desde donde se continúa por huella secundaria hasta el puesto Tillerías (ex González), próximo al cual, a unos 250 m hacia el nor-noreste, se halla el depósito.

En el área se manifiestan areniscas y arcilitas de la Formación Portezuelo (Cretácico superior) cubiertas en discordancia por tobos de la Formación Carrere (Mioceno inferior), en las que se interdigitan volcánicas del Basalto Huantraico (Mioceno inferior temprano); las anteriores unidades están cubiertas por basaltos del Basalto Cerro Cabras (Mioceno inferior temprano) y parcialmente intruídas por andesitas subvolcánicas de la Andesita Pichi Tril (Mioceno medio a superior) y diques de la Formación Desfiladero Negro (Mioceno superior temprano) (Ramos y Barbieri, 1989; Rubinstein y Zappettini, 1990) (fig. 46).

De acuerdo con Varese (1945), Ramos (1981) y Zappettini (1999c), la mineralización es mantiforme alojada de manera concordante y horizontal a subhorizontal entre basaltos alcalinos de grano fino de la base del Basalto Cerro Cabras, presentándose en capas de siete a 10 cm de espesor. Se encuentra también conformando un dique de rumbo 313° e inclinación de 35° a 50° NE, venillas irregulares de cinco a 10 cm y hasta 20 cm de potencia, que en algunos casos toman posición subhorizontal, y pe-



Figura 46. Huantraico. Geología del sector sudoriental (tomado de Zappettini, 1999c)

queños nódulos diseminados en el Basalto Cerro Cabras.

Consiste en masas compactas de magnetita pura, escasamente martirizada e incipientemente limonitizada, en ganga compuesta por cuarzo, apatita y calcita en los costados de las capas de magnetita (fig. 47).

Entre los basaltos y tobas, próximo a la mineralización magnetítica, se localiza un manto de especularita de 0,20 m de espesor.

En los niveles piroclásticos intersectados por la mineralización se observa silicificación, como también así cloritización en los niveles basálticos.

Los análisis de muestras señalan de 57 % a 92 % Fe_2O_3 , en tanto que un común de mineral seleccionado de cancha mina indicó: 90,62 % Fe_2O_3 ; 2,02 % CaO ; 0,06 % TiO_2 ; 3,71% P_2O_5 ; vestigios de S y 3,36 % de insolubles (Varese, 1945).

En el área se realizaron estudios magneto-métricos (Garavilla, 1986) que identificaron anomalías puntuales dispersas y una principal que coincide con la mineralización en superficie, la que corresponde a una cuerpo de 100 m de longitud inclinado hacia el oeste, de menos de un metro de potencia y desarrollo vertical de 20 metros.

El magmatismo alcalino del Basalto Cerro Cabras se vincula con el inicio de un período distensivo hacia el final del Mioceno inferior. La relación de la mena ferrífera de esta yacencia con las coladas del basalto mencionado, sugiere que ella sería el producto de diferenciación magmática. La presencia de drusas de magnetita-apatita indican la posibilidad de un transporte neumatólitico a hidrotermal y el elevado tenor en cloro de la apatita y la ausencia de tremolita señala una elevada temperatura de formación (Rubinstein y Zappettini, 1990; Zappettini, 1999c).



1



2

Figura 47. Yacimiento Huantraico. (1) En primer plano, destapes sobre manifestaciones de mineral de hierro en basaltos del Basalto Cerro Cabras y detrás subvolcanita andesítica de la Andesita Pichi Trill, en el puesto Tillería. (2) Bloque de mineral formado por magnetita laminar y hematita (Fot. Juan Carlos Danieli).

Se interpreta que el yacimiento es tipo Laco, asociado a magmatismo de retroarco. Su estrecha vinculación con el Basalto Cerro Cabras (21 ± 2 Ma; Ramos y Barbieri, 1989) indica para él edad miocena inferior temprana.

De este depósito solamente se han extraído entre tres y cuatro toneladas de mineral.

4.2.2. DEPÓSITOS METASOMÁTICOS E HIDROTERMALES FILONIANOS

Don Oscar y Virginia

Los depósitos se encuentran localizados en el faldeo sudoriental del cerro Caycayén, inmediatamente al sur del área de alteración hidrotermal y cobre diseminado Quebrada del Bronce en el paraje Rahueco, al cual se arriba, desde Chos Malal, recorriendo 10 km hacia el sur por la ruta nacional 40, luego 13 km por la ruta provincial 6 y cinco kilómetros por camino secundario. A las yacencias, hoy abandonadas, se debe acceder a pie o en animales de silla.

Franchini y Meinert (1991) y Franchini y Malvicini (1999a) expresan que en la comarca afloran sedimentitas jurásicas, integradas por pelitas negras y calizas de la Formación Los Molles, calizas con yeso de la Formación Tábanos, areniscas de la Formación Lotena, yeso de la Formación Auquilco y areniscas de la Formación Tordillo, y del cretácico inferior correspondientes a calcáreos de la Formación Vaca Muerta, intruídas por filones capa calcoalinos de composición andesítica y microdiorítica, hidrotermalmente alterados, de la Formación Colipilli (Paleoceno medio a Eoceno medio), con los cuales se relaciona la formación de cuatro *skarns* mineralizados denominados *El Rebelde*, *El Morado*, *El Moradito* y *El Manantial* que, en conjunto, constituyen los yacimientos *Don Oscar* y *Virginia* (fig 48 y 49).

Esos *skarns*, que se ubican en los contactos entre andesitas cuarzosas y, preferentemente, calizas, se hallan en el extremo sur de la zona de alteración propilitica correspondiente al pórfiro cuprífero Quebrada del Bronce, habiendo además bolsones controlados por fallas y fracturas y cuerpos de sílice-pirita.

Los *skarns* tienen forma lenticular, con dimensiones que varían de siete a 24 m de largo, de siete a 15 m de ancho y de 10 a 19 m de espesor, en tanto que los cuerpos de sílice-pirita alcanzan hasta 40 m de longitud y 20 m de ancho.

El metamorfismo de contacto ocurrido en calizas de la Formación Tábanos, en pelitas de la For-

mación Los Molles y en areniscas de la Formación Lotena, ha originado *hornfels* biotíticos, piroxénicos y anfibólicos.

Los *skarns* son de naturaleza cálcica y presentan zonación desde los intrusivos hacia las sedimentitas. En los cuerpos subvolcánicos se han desarrollado *endoskarns* de epidoto, de diópsido y de granate. En los *exoskarns* se observan una zona interna de granate y una externa de sílice-pirita en las calizas, mientras que en las areniscas es masivo, formado por epidoto con cuarzo y venillas de sulfuros. En ambas zonas se observa alteración retrógrada.

En los bolsones situados en el sudeste del pórfiro cuprífero mencionado, dentro de la zona de alteración fílica, el *exoskarn* presenta una zona interna con magnetita dominante y una zona externa con piroxeno y sulfuros.

Los cuerpos de sílice-pirita ocurren en los contactos entre *exoskarns* y calizas o areniscas y, localmente, reemplazan a la caliza en contacto con andesita.

La mineralización primaria esta compuesta por pirita, magnetita, pirrotina, esfalerita, escasa calcopirita, greigita-marcasita y vestigios de oro acompañados por venillas de cuarzo, siderita y calcita, en tanto que la secundaria es malaquita, azurita y limonitas.

En los *skarns* y cuerpos de sílice-pirita ubicados en la zona central del pórfiro cuprífero Quebrada del Bronce, se obtuvieron valores máximos de 0,05 % Cu, 0,2 g/t Au, 10 g/t Ag, 41 ppm Zn y 17 ppm de molibdeno.

Los *skarns* y concentraciones metálicas son consecuencia del metasomatismo generado por los fluidos magmáticos-hidrotermales liberados durante la cristalización y el enfriamiento de las andesitas cuarzosas introducidas en las sedimentitas afectadas.

Los procesos involucrados en la evolución de los *skarns* fueron:

- Metamorfismo de contacto de las pelitas que acompañó al emplazamiento de los filones capa.
- Metasomatismo y formación de los *skarns*, sobre todo en las calizas, coetáneos con la cristalización de las andesitas y con la evolución de un sistema hidrotermal.
- Alteración retrógrada de los *skarns*, simultánea depositación de los sulfuros con cuarzo y calcita y enfriamiento final del sistema.

De acuerdo con la sustancia dominante se los clasifica como *skarns* cálcicos, subclase hierro, aun-



Figura 48. Don Oscar (1) y Virginia (2). *Skarns* de hierro en calizas de la Formación Tábanos En la segunda, al fondo, el cerro Caicayén. (Fot. Juan Carlos Danieli).

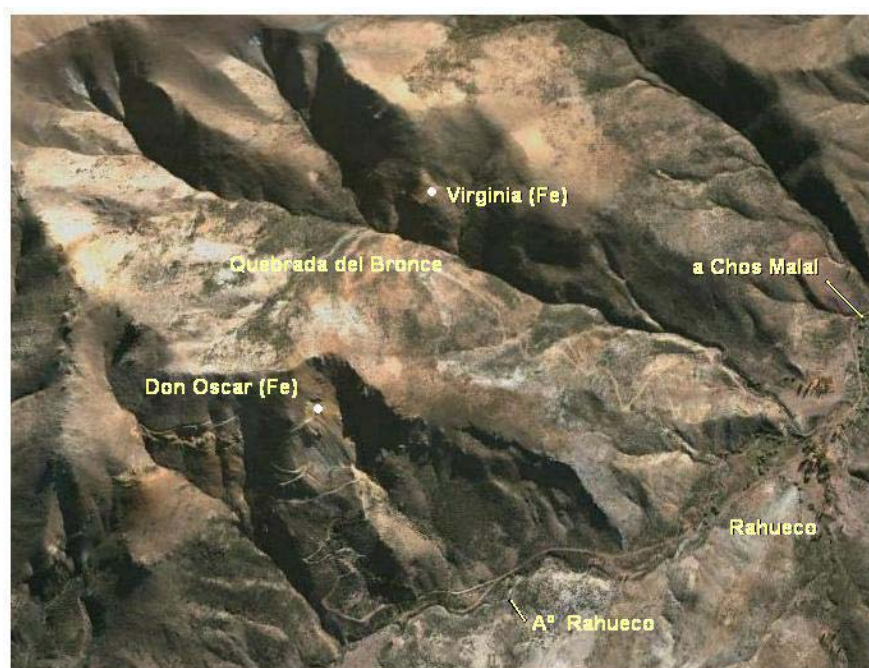


Figura 49. Don Oscar – Virginia. Imagen satelital que muestra el conjunto.

que son similares a los *skarns* de cobre asociados a los pórfiros cupríferos.

Según Angelelli (1984), el depósito *Don Oscar*, está compuesto por un material de color pardo amarillento, en algunas partes muy poroso y en otras brechoso, integrado por magnetita, limonita y goethita.

La zona con alteración supergénica contenía hasta 95 % de óxidos hidratados de hierro. Elizalde (1961) comunicó los siguientes tenores:

Hierro (Fe)	42,80 %
Hierro (FeO)	3,62 %
Hierro (Fe ₂ O ₃)	57,17 %
Titanio (TiO ₂)	0,10 %
Azufre (S)	1,68 %
Res. Insoluble	16,92 %

Por su parte, Franchini y Malvicini (1999a) nos señalan que las muestras extraídas en este *skarn* con sulfuros indicaron:

Cobre	0,02 % a 0,16 %
Cinc	0,1 % a 0,8 %
Arsénico	8,4 ppm a 100 ppm
Antimonio	0,3 ppm a 0,8 ppm

En los cuerpos de sílice-pirita las mismas autoras determinaron tenores máximos de:

Cobre	0,23 %
Cinc	1,13 %
Oro	0,28 g/t

Fue explotado a cielo abierto y el producido, 24.664 t de mineral de hierro, destinado a la in-

dustria del cemento. Se estima que aún contiene una reserva mineral de 45.000 t (Méndez *et al.*, 1995).

Para Virginia, Elizalde (1961) informó los siguientes valores:

Hierro (Fe)	52,40 %
Hierro (FeO)	0,47 %
Hierro (Fe ₂ O ₃)	74,93 % / 77,99 %
Titanio (TiO ₂)	0,08 % / 0,20%
Manganeso (MnO)	vestigios
Aluminio (Al ₂ O ₃)	0,90 %
Calcio (CaO)	0,45 %
Magnesio (MgO)	0,18 %
Cobre (CuO)	vestigios
Vanadio (V ₂ O ₅)	vestigios
Fósforo (P ₂ O ₅)	0,28 %
Arsénico (As ₂ O ₅)	0,25 %
Azufre (S)	vestigios / 0,01 %
Res. Insoluble	5,05 % / 6,62 %

Méndez *et al.* (1995) le estiman un recurso mineral de 6.000 toneladas.

General Belgrano

Se encuentra localizado en el faldeo oriental del cerro Naunauco, unos 20 km al sud-sudeste de Chos Malal. Desde esta localidad se accede recorriendo ocho kilómetros hacia el sur por la ruta nacional 40 y 12 km por la ruta provincial 29 hasta Taquimilán Centro, de donde se continúan unos 1,5 km hacia el este en animales de silla.

En el sitio aflora la Formación Agrio (Miembro Agua de la Mula), compuesta por fangolitas y areniscas, intruida por un cuerpo andesítico-diorítico del Grupo Naunauco.

Sudamconsult (1973) señala que la mineralización de magnetita es hidrotermal, alojándose en una fractura con una longitud de 200 m y de dos a tres metros de potencia.

Salvioli *et al.* (2014) señalan que, en un sitio próximo al sur, el cuerpo subvolcánico andesítico ocasionó procesos metasomáticos e hidrotermales en las sedimentitas encajantes, dando lugar a una faja de alteración en la que se reconocen, desde el contacto hacia fuera, las siguientes zonas:

- calizas bandeadas, recristalizadas, en las que de manera dispersa ocurren magnetita y pirita.
- manto de hierro laminado, de 1,00 m de espesor, compuesto por magnetita algo limonitizada.
- niveles carbonáticos finamente laminados, que totalizan 0,70 m de potencia, con rasgos de reemplazo y neoformación de granates reemplazados pseudomórficamente por limonitas.

Estos niveles tienen alteración muscovítico-sericítica, reemplazo parcial por yeso y diseminación de calcopirita y magnetita, asociada con limonitas y malaquita.

- nivel carbonático de escasos centímetros de espesor, con granates limonitizados.
- nivel muy delgado de pelitas recristalizadas.

Las alteraciones hidrotermales, calco-sódica y potásica, están acompañadas por diseminación de calcopirita.

Los autores citados postulan dos posibles orígenes para esta mineralización: procesos de reemplazo metasomático, que formaron un depósito tipo *skarn* con diseminación de granates ferríferos, seguidos de una metalización hidrotermal de magnetita y menor cantidad de pirita y calcopirita y, como salvo la fase granatífera no se observa una paragénesis calcosilicática típica, también consideran que podría ser un depósito tipo IOCG (Iron oxide, copper, gold deposits), es decir de óxidos de hierro, cobre y oro, debido a la acción de fluidos hidrotermales que ocasionaron la alteración y la mineralización ferrocuprífera. Análisis químicos efectuados sobre muestras extraídas del manto de hierro indican anomalías en oro.

La datación radimétrica de un filón capa andesítico del cerro Naunauco arrojó 65.5±0,46 Ma (Zamora Valcarce, 2005), por lo que el proceso de contacto indicado sería de edad maastrichtiana a daniana.

Comarca de Colipilli

Los yacimientos ferríferos de esta comarca comprenden los tipos *skarn* e hidrotermales filonianos, localizándose en Pichi Huenul, Mallín Largo, cerro Negro y cerro Colipilli, distribuidos en una faja de dirección nor-noroeste de unos 25 km de longitud por 20 km de ancho, entre Tralalhue y Pichaihue.

Desde Chos Malal se arriba a la comarca recorriendo 33 km hacia el sur por la ruta nacional 40 hasta Naunauco, desde donde se continúan nueve kilómetros por la ruta provincial 4 y 12 km por la ruta provincial 29 para arribar a Tralalhue y de 30 a 48 km por la ruta provincial 4, pasando por Colipilli, para recorrer el resto de la comarca; el acceso a los depósitos debe realizarse en animales de silla.

Los depósitos del tipo *skarn* corresponden a los yacimientos *Adriana I y II*, *Santa Laura*, *Santa Olga*, *Santa Lucía*, *Africana I, II y III*, en tanto que son filonianas las yacencias *Pichi Huemul*, *Ebe I y II*, *Augusta*, *Mallín Largo*, *Bajada de la Gre-*

da, Agua del Toro, La Rosa y Santa Laura I, existiendo además numerosas manifestaciones innominadas de ambos tipos, como por ejemplo en el cerro Tralalhue.

En la comarca se encuentran lutitas y lutitas calcáreas de la Formación Vaca Muerta, areniscas de la Formación Mulichinco, calizas, lutitas y arcilitas de la Formación Agrio, yeso y limonitas yesíferas de la Formación Huitrín (Cretácico inferior), conglomerados, limonitas y areniscas de la Formación Rayoso y conglomerados, areniscas y limonitas de la Formación Tralalhue, acompañadas por *stocks*, filones capa y brechas de composición andesítica y diorítica del Grupo Naunauco y *stocks* y filones capa andesíticos de la Formación Colipilli (Paleoceno superior a Eoceno medio), que intruyen a las Forma-

ciones Agrio y Huitrín; localmente se manifiestan los términos lávicos y epiclásticos correspondientes a la Andesita Cayanta (Eoceno inferior a medio) y diques de la Andesita Pichaihue (Mioceno medio) (fig. 50).

En esta figura se observa que los filones capa andesíticos se alinean a lo largo de una faja estructural de rumbo nornoroeste a nornordeste. Elementos estructurales transversales son ocupados por diques andesíticos y mineralizaciones.

Los depósitos son de reducidas dimensiones y con leyes variables, por lo que por el momento no es posible su explotación como fuente de materia prima.

Según Reybet (1960), Elizalde (1961), Jutorán y Malvicini (1961) y Llambías y Malvicini (1978) los cuerpos mineralizados encajan en andesitas, en cali-

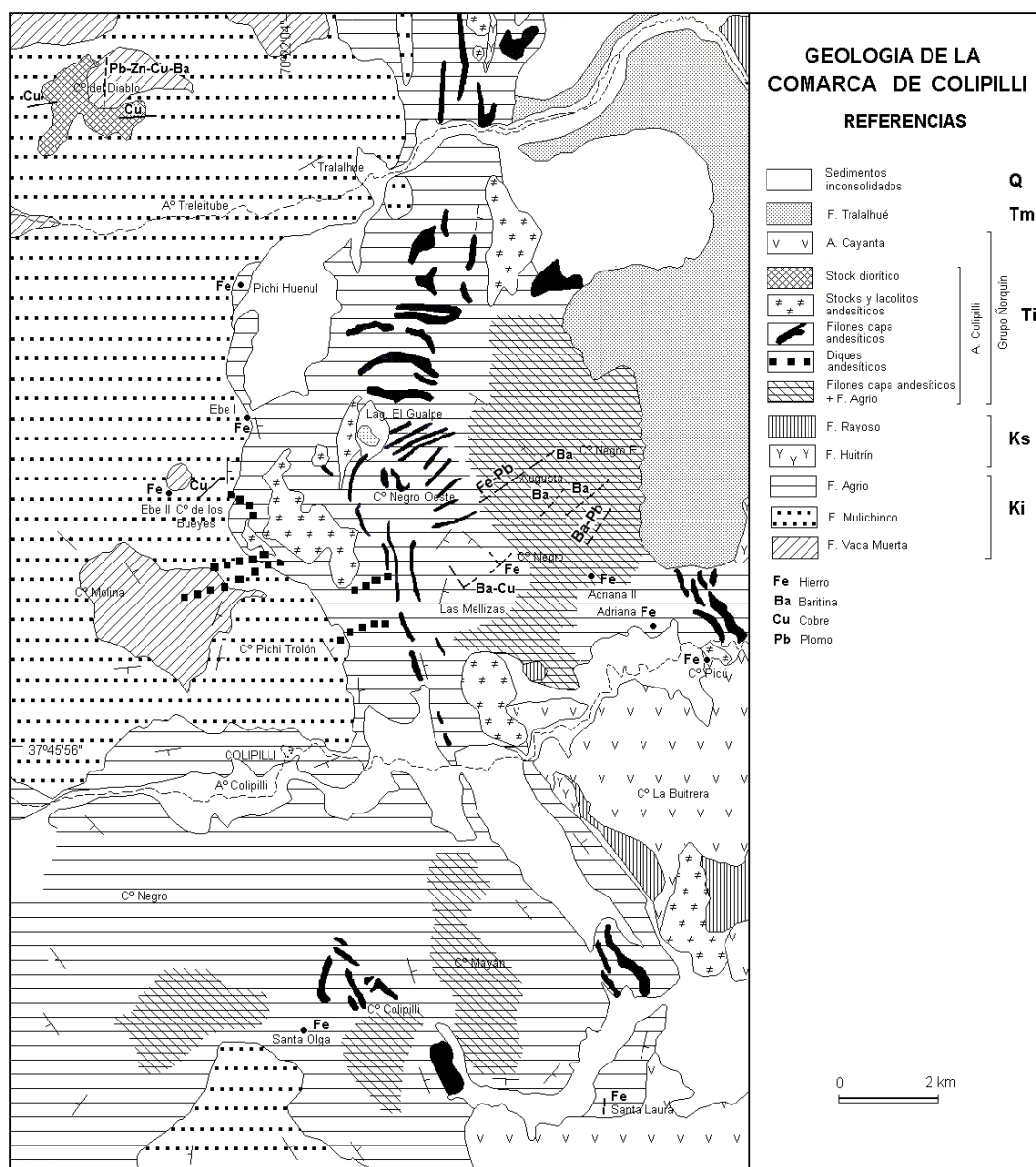


Figura 50. Colipilli. Geología de la comarca (modificado de Llambías y Malvicini, 1978).

zas, en el contacto entre ambas rocas y, subordinadamente, en areniscas. Dentro de ellos, en ocasiones sobresalen como crestones de hasta 3,50 m de altura, se observan relictos de la roca encajante. Localmente los clastos de calizas han sido metasomatizados a siderita y asimismo, por metasomatismo, se formaron titanita y anfíbol en los contactos andesita-caliza. Las últimas manifestaciones del hidrotermalismo provocaron silicificación parcial de las vetas y la roca de caja, con la formación de cuarzo, ópalo y calcedonia. Por último, además de la oxidación de los minerales primarios, la ocurrencia de venillas de limonitas en diaclasas y texturas de precipitación coloidal evidencian fenómenos de disolución y redepositación secundaria.

En general los cuerpos se alojan en zonas de fractura, con textura brechosa con escarapelas y bandeamiento, discordantes y, en menor escala, concordantes con la estratificación cuando están en calcáreos a los que reemplazan; cuando están emplazados en el contacto andesita-caliza la textura es maciza en el centro y bandeada hacia los bordes. Los contactos son netos.

Alcanzan de cuatro a 120 m de longitud y de 0,30 a 3,50 m, excepcionalmente 6,00 m, de ancho, con rumbos dominantes entre 30° y 70° y de 275° a 295°, los menos, e inclinaciones de 25° a 50°, al sudeste o sudoeste, y subvertical.

Llambías y Malvicini (1978) distinguen:

- Depósitos de óxidos de hierro
- Depósitos de carbonatos de hierro y manganeso
- Depósitos de óxidos de hierro y baritina, con algunos sulfuros
- Depósitos de baritina con algunos sulfuros
- Depósitos de sulfuros, a veces con baritina

En general, la mineralización es de color castaño a castaño oscuro; la hipogénica consiste en magnetita, maghemita, pirita, y, muy localmente, baja proporción de galena y calcopirita. La secundaria está compuesta por hematita, goethita, limonita y óxidos de manganeso, mientras que la ganga es baritina, calcita, cuarzo, ópalo, calcedonia, jaspe, siderita y minerales de *skarn*. La magnetita ocurre en agregados masivos, en individuos y en forma laminar.

La roca de caja se presenta, por lo general, afectada por alteraciones hidrotermales silícea, sericitica, caolínica y propilitica.

La ley mineral varía entre 43,9 % Fe en Cerro Negro Este y 67,5 % Fe en Santa Olga (Angelelli, 1984). Muestras obtenidas por Elizalde (1961) consignan 58,10 % Fe y 0,17 % TiO₂ para la manifestación de cerro Tralalhue.

En 1963 la Dirección Nacional de Geología y Minería realizó estudios magnetométricos en Pichi Huemul, Cerro Negro, Adriana y Santa Laura, que indicarían discontinuidad de los depósitos en profundidad (Munck, 1963).

La formación de los filones y *skarns* se vincula con el emplazamiento de los cuerpos subvolcánicos de la Andesita Colipilli, por lo que se considera que su edad es paleocena superior a eocena media (Zanettini, 2006).

Los filones principales fueron precariamente explorados mediante labores superficiales y subterráneas.

Pichi Huemul

Se encuentra a unos 10 km en línea recta al noroeste de la escuela del paraje Colipilli, en el cerro de los Bueyes. Desde Chos Malal se llega al sitio recorriendo 33 km hacia el sur por la ruta nacional 40 hasta Naunauco, y 21 km por la ruta provincial 4 hasta la escuela mencionada, desde donde se debe continuar hacia el noroeste en animales de silla.

En el lugar afloran pelitas y calizas de la Formación Agrio (Cretácico inferior), intruidas por cuerpos subvolcánicos dacíticos de la Andesita Colipilli (Paleoceno superior a Eoceno medio).

Según Llambías y Malvicini (1978), el depósito consiste en dos vetas de rumbo 65°, inclinadas 45° SE, de hasta 2,80 m de potencia, con textura de brecha bandeada con escarapelas que encierran clastos calcáreos reemplazados por estilbita, calcita y cuarzo.

La mena está compuesta por magnetita, goethita, hematita, hausmanita, braunita, siderita, pirolusita, limonita y óxidos de manganeso, observándose además *boxwork* de galena y de calcopirita. La roca encajante se presenta silicificada, caolinizada y propilitizada.

Ebe I, Ebe II

Estos depósitos se hallan a unos 10 km en línea recta al noroeste de la escuela del paraje Colipilli, en el cerro de los Bueyes. Desde Chos Malal se llega al sitio recorriendo 33 km hacia el sur por la ruta nacional 40 hasta Naunauco, y 21 km por la ruta provincial 4 hasta la escuela mencionada, desde donde se debe continuar unos cinco kilómetros hacia el noroeste en animales de silla.

En el lugar afloran pelitas y calizas de la Formación Agrio (Cretácico inferior), intruidas por cuerpos subvolcánicos dacíticos de la Andesita Colipilli (Paleoceno superior a Eoceno medio).

De acuerdo con Elizalde (1961), son cuerpos irregulares alojados en fracturas tensionales de rumbo norte, perpendiculares a la estratificación, que alcanzan hasta 30 m de largo y 12 m de espesor, inclinados 50° E, que tienen como caja a la roca calcárea.

La mineralización está integrada por magnetita, hematita y limonitas, con leyes de 43,15 % Fe y de 1,57 % Mn en Ebe II.

Estimamos un recurso mineral de 25.000 t para la yacencia Ebe II.

Cerro Negro Este

El depósito se ubica a 7,5 kilómetros en línea recta al norte de la escuela del paraje Colipilli. Desde Chos Malal se llega al sitio recorriendo 33 km hacia el sur por la ruta nacional 40 hasta Naunauco, y 21 km por la ruta provincial 4 hasta la escuela mencionada, desde donde se debe continuar hacia el norte en animales de silla.

En el sitio se manifiestan pelitas y calizas de la Formación Agrio (Cretácico inferior), intruidas por cuerpos subvolcánicos andesíticos y dioríticos de la Andesita Colipilli (Paleoceno superior a Eoceno medio).

Según Elizalde (1961) y Llambías y Malvicini (1978), son cuerpos irregulares y vetas de cuatro a cinco metros de longitud, de 0,90 m a 30 m de potencia, hospedados en fallas de tensión perpendiculares a la estratificación, de rumbo 40° e inclinación de 50° SE, que alcanzan 700 m de largo. La textura es brechosa con escarapelas y bandeado coloiforme, siendo neto el contacto con la roca encajante.

La mineralización está compuesta por magnetita, maghemita, pirita, calcopirita y pirolusita, con hematita, goethita y limonita como minerales secundarios, en ganga de calcita, siderita, ópalo y calcedonia.

Los tenores son de 54 % Fe y 2 % Mn (Elizalde, 1961). Méndez *et al.* (1995) estiman un recurso mineral de 350.000 toneladas.

Augusta

El depósito se ubica a seis kilómetros en línea recta al nordeste de la escuela del paraje Colipilli. Desde Chos Malal se llega al sitio recorriendo 33 km hacia el sur por la ruta nacional 40 hasta Naunauco, y 21 km por la ruta provincial 4 hasta la escuela mencionada, desde donde se debe continuar hacia el norte en animales de silla.

En el lugar afloran pelitas y calizas de la Formación Agrio (Cretácico inferior), intruidas por filones

capa andesíticos y dioríticos de la Andesita Colipilli (Paleoceno superior a Eoceno medio)

De acuerdo con Llambías y Malvicini (1978), son vetas de textura bandeada y masiva en el centro. La mena está compuesta por magnetita, pirita, hematita y goethita en ganga de calcita y apatita.

Cerro Negro

La yacencia se localiza a unos cuatro kilómetros en línea recta al norte de la escuela del paraje Colipilli. Desde Chos Malal se arriba recorriendo 33 km hacia el sur por la ruta nacional 40 hasta Naunauco, y 21 km por la ruta provincial 4 hasta la escuela mencionada, desde donde se debe continuar hacia el norte en animales de silla.

En el lugar afloran pelitas y calizas de la Formación Agrio (Cretácico inferior), intruidas por cuerpos subvolcánicos andesíticos y dioríticos de la Andesita Colipilli (Paleoceno superior a Eoceno medio)

Jutorán y Malvicini (1961) informan que es un cuerpo irregular alojado en falla de tensión perpendicular a la estratificación, de rumbo nordeste e inclinación de 50° E, que alcanza unos 500 m de largo con una potencia de dos a cuatro metros.

La veta y la roca encajante están parcialmente silicificadas, observándose también la formación de cuarzo microcristalino y ópalo. La mineralización está compuesta por magnetita, con hematita y limonitas como minerales secundarios.

Elizalde (1961) comunica las siguientes leyes: 67,3 % Fe y 3,70 % de manganeso.

Mallín Largo

El depósito se ubica a unos 15 km en línea recta al noroeste de la escuela del paraje Colipilli. Desde Chos Malal se llega al sitio recorriendo 33 km hacia el sur por la ruta nacional 40 hasta Naunauco y 44 km por la ruta provincial 4 hasta Bajada del Durazno, desde donde se debe continuar hacia el este-sudeste en animales de silla.

En el lugar afloran areniscas de la Formación Mulichinco (Cretácico inferior). Según Elizalde (1961), la yacencia consta de vetas emplazadas en fracturas de rumbo 20° e inclinación de 50° SE, de uno a tres metros de potencia, con longitudes de hasta 200 metros.

La mineralización se compone con magnetita, hematita y goethita, en ganga de ópalo, calcedonia, jasperoides y calcita, con leyes de 58 % Fe y 3,48 % de manganeso.

Bajada de la Greda

El yacimiento se localiza a unos 15 km en línea recta al noroeste de la escuela del paraje Colipilli. Desde Chos Malal se llega al sitio recorriendo 33 km hacia el sur por la ruta nacional 40 hasta Naunauco y 44 km por la ruta provincial 4 hasta Bajada del Durazno, desde donde se debe continuar hacia el este-sudeste en animales de silla.

En el sitio afloran areniscas de la Formación Mulichinco y pelitas y calizas de la Formación Agrio (ambas del Cretácico inferior), intruidas por cuerpos subvolcánicos andesíticos de la Andesita Colipilli (Paleoceno superior a Eoceno medio)

Nos dice Elizalde (1961) que el depósito está constituido por una veta de rumbo 130°, que se extiende en una longitud de 150 m con una potencia de hasta dos metros, alojándose en andesitas y areniscas.

A unos 100 m al norte se encuentra otra veta de rumbo este, de 80 m de longitud y un ancho variable entre dos metros y 2,50 m, inclinada 75° al sur.

La mineralización está compuesta por hematita y limonita, estimándose 28.125 toneladas de recursos minerales.

Adriana I y II

Los depósitos se encuentran a 10 km en línea recta al este-sudeste de la escuela del paraje Colipilli, al este del cerro León. Desde Chos Malal se llega al sitio recorriendo 33 km hacia el sur por la ruta nacional 40 hasta Naunauco, y 21 km por la ruta provincial 4 hasta la escuela mencionada, desde donde se debe continuar hacia el este-sudeste en animales de silla.

En el lugar afloran pelitas y calizas de la Formación Agrio (Cretácico inferior), intruidas por cuerpos subvolcánicos andesíticos de la Andesita Colipilli (Paleoceno superior a Eoceno medio).

Están constituidos por *skarns* de 20 m de longitud, con potencias de tres a cuatro metros, alojados en calcáreos

La mineralización está compuesta por magnetita, pirolusita, hematita y limonita, con tenores de 65,4 % Fe y 3,05 % Mn en Adriana I y de 58,8 % Fe y 3,25 % Mn en Adriana II (Elizalde, 1961), estimándose un recurso de 5.000 toneladas de mineral.

Santa Olga

La yacencia se encuentra a unos 10 km en línea recta al sud-sudoeste de la escuela del paraje Colipilli, al oeste del cerro Colipilli. Desde Chos Malal se llega al sitio recorriendo 33 km hacia el sur por la ruta

nacional 40 hasta Naunauco, y 21 km por la ruta provincial 4 hasta la escuela mencionada, desde donde se debe continuar hacia el sur en animales de silla.

En el lugar afloran calizas de la Formación Agrio (Cretácico inferior), intruidas por cuerpos subvolcánicos andesíticos y dacíticos de la Andesita Colipilli (Paleoceno superior a Eoceno medio)

Según Llambías y Malvicini (1978), se localiza en el contacto entre calcáreos de la Formación Agrio y un filón capa de pórfiro microdiorítico, es un *skarn* de escaso desarrollo, mineralizado con magnetita, maghemita, hematita y limonita, en ganga de cuarzo, calcita y granate. La roca de caja se halla sericitizada y cloritizada y la ley mineral es de 67,5 % Fe (Méndez *et al.*, 1995).

Solamente se han realizado labores a cielo abierto para exploración.

Santa Lucía, Africana I, II y III

Los depósitos se encuentran a unos 10 km en línea recta al sur de la escuela del paraje Colipilli, en el faldeo este del cerro de los Bueyes. Desde Chos Malal se llega al sitio recorriendo 33 km hacia el sur por la ruta nacional 40 hasta Naunauco, y 21 km por la ruta provincial 4 hasta la escuela mencionada, desde donde se debe continuar hacia el sur en animales de silla.

En el lugar afloran calizas de la Formación Agrio (Cretácico inferior), intruidas por cuerpos subvolcánicos andesíticos de la Andesita Colipilli (Paleoceno medio a Eoceno medio)

Están constituidos por *skarns* de 40 m de longitud con potencia de hasta ocho metros, arrumbados al este.

La mineralización se compone de magnetita, hematita, limonita, siderita y óxidos de manganeso, encontrándose la roca de caja sericitizada y cloritizada.

Las leyes son de 62 % Fe y 3,25 % Mn para Africana I, estimándose una reserva mineral de 200.000 t (Elizalde, 1961).

Cuenta con labores a cielo abierto para exploración.

Santa Laura

El yacimiento está ubicado a 11 km en línea recta al sur de la escuela del paraje Colipilli, en el faldeo sudeste del cerro homónimo. Desde Chos Malal se llega al sitio recorriendo 33 km hacia el sur por la ruta nacional 40 hasta Naunauco, y 21 km por la ruta provincial 4 hasta la escuela mencionada, des-

de donde se debe continuar hacia el sur en animales de silla.

En el lugar afloran pelitas y calizas del Miembro Pilmatué de la Formación Agrio (Cretácico inferior), intruidas por cuerpos subvolcánicos andesíticos de la Andesita Colipilli (Paleoceno superior a Eoceno medio).

De acuerdo con Maldonado (1974), el depósito esta formado por vetas, de color pardo a castaño oscuro, de rumbo 55°. En superficie alcanza una longitud de 25 a 30 m con un ancho de hasta 3,5 metros.

Su relación con la roca de caja no es clara, pero hacia el norte se hallan dos cuerpos de menores dimensiones concordantes con los calcáreos de caja, los cuales presentan metamorfismo de contacto.

Predominan las texturas de relleno de brechas con clastos de rocas de caja cementados por los minerales de mena; estos presentan bandeo coloiforme y textura de peine. La mineralización que se observa es magnetita, psilomelano, braunita, hausmanita, pirolusita, siderita, óxidos de manganeso, goethita y hematita, habiendo piritas y drusas de calcedonia, en ganga de calcita, cuarzo y analcima (Llambías y Malvicini, 1978).

Las leyes promedio son de 40,28 % Fe y 11,28 % Mn, según lo informado por Elizalde (1961) y Maldonado (1974).

Se estiman 17.000 t de recursos minerales (Méndez *et al.*, 1995).

Comarca de Campana Mahuida

Los depósitos ferríferos en la comarca se manifiestan al este del río Agrio, inmediatamente al sur y sudeste del pórfiro cuprífero Campana Mahuida, del cual constituyen una expresión lateral asociada, distribuidos en una faja de dirección noroeste a noroeste de unos 6,5 km de longitud por 600 a 800 m de ancho, localizada cinco kilómetros al sudeste del paraje Campana Mahuida, en el faldeo occidental del cerro Pedregoso.

Desde la localidad de Loncopué se accede recorriendo 15 km por la ruta provincial 33 y camino secundario que, por la margen izquierda del río Agrio, que conduce hasta la escuela de Campana Mahuida, desde donde se continúa de 8 a 10 km hacia el este-sudeste por camino para vehículos de doble tracción. Una variante es, desde la escuela de Campana Mahuida, continuar hacia el sur hasta el poblado, o reservación indígena, de Huarenchenque y de allí unos ocho kilómetros hacia el nordeste por camino para vehículos de doble tracción.

De acuerdo con Zanettini (1979a, 1979b y 2010), en el sitio afloran sedimentitas jurásicas conformadas por areniscas de la Formación Lotena a las que sobreyacen en discordancia calizas y brechas calcáreas de la Formación La Manga, siguiendo en concordancia areniscas, arcilitas y lutitas con intercalaciones de areniscas tobáceas y tobas de la Formación Tordillo; las intruyen diques y filones capa de composición andesítica de la Andesita El Sillero (Paleoceno inferior).

A la diferenciación final de las subvolcanitas se vincula la formación de *skarns* y varios cuerpos de sílice-pirita, con relictos de *exoskarn* de granate-epidoto, de colores pardo claro a oscuro, rojizo claro a oscuro, ocre, blanco, amarillo y gris claro, como también así la mineralización, en los calcáreos de la Formación La Manga y, subordinadamente, en las areniscas de la Formación Lotena, que se localizan sobre la parte sur de la zona de alteración propilítica del pórfiro cuprífero Campana Mahuida.

Los mencionados cuerpos síliceos, de forma irregular, subverticales, de dos a tres metros de ancho, aunque a veces alcanzan 50 m de largo y 30 m de ancho, con estructura brechosa dominante, sobresalen en el terreno formando crestones debido a su dureza. En algunos sitios muestran una estratificación probablemente correspondiente al calcáreo original.

Están compuestos por sílice criptocristalina con piritas, jaspe, ópalo, calcedonia, cuarzo cristalino, calcita y algunos clastos de pórfiro andesítico silicificados y caolinizados.

Angelelli (1941a) expresa que los colores de los cuerpos síliceos son indicativos de su contenido de hierro. El mayor tenor de este elemento se encuentra en el ópalo pardo oscuro, que es más abundante en la parte sur de la faja.

Así se tiene: ópalo pardo 50,29 % Fe (promedio); ópalo amarillo 15,16% Fe. Teniendo en cuenta que los afloramientos están conformados por ópalos de distintos colores, la ley media aritmética se estima en 36,82 % Fe.

Los *skarns* son consecuencia del metasomatismo generado por los fluidos magmáticos-hidrotermales liberados durante la cristalización y el enfriamiento de las andesitas introducidas en las sedimentitas afectadas. Se enmarcan dentro del tipo *skarn* de cobre asociados a depósitos de cobre porfirico (Franchini y Malvicini, 1998).

Considerados como depósitos satelitarios del pórfiro cuprífero (Zanettini, 1979a y b), se reconocen los yacimientos *J.R.*, *La Angosta*, *La Espinosa II* y *La Miseria*, habiendo sido explotado este último.

La Miseria (La Candelaria)

Conocida años atrás como *La Candelaria*, la yacencia alcanza unos 650 m de longitud por 150 m de ancho promedio, conformando el extremo sur de la faja ferrífera (fig. 51).

Según Franchini (1999a) y Zanettini (2010), está compuesta por *skarn* granatífero, de hasta un me-

tro de espesor, acompañado por epidoto, cuarzo, calcita, pirita y concentraciones de minerales de hierro, que se hospeda en las calizas de la Formación La Manga y, en menor escala, en las areniscas de la Formación Lotena, ambas del Jurásico (fig. 52).

Tanto los *skarns* como los cuerpos silíceos (fig.53) se asocian a intrusiones diqueformes de andesitas, las



Figura 51. Yacimiento La Miseria. Imagen satelital del depósito.



Figura 52. Yacimiento La Miseria. *Skarn* de hierro en calizas de la Formación La Manga. (Fot. Juan Carlos Danieli).

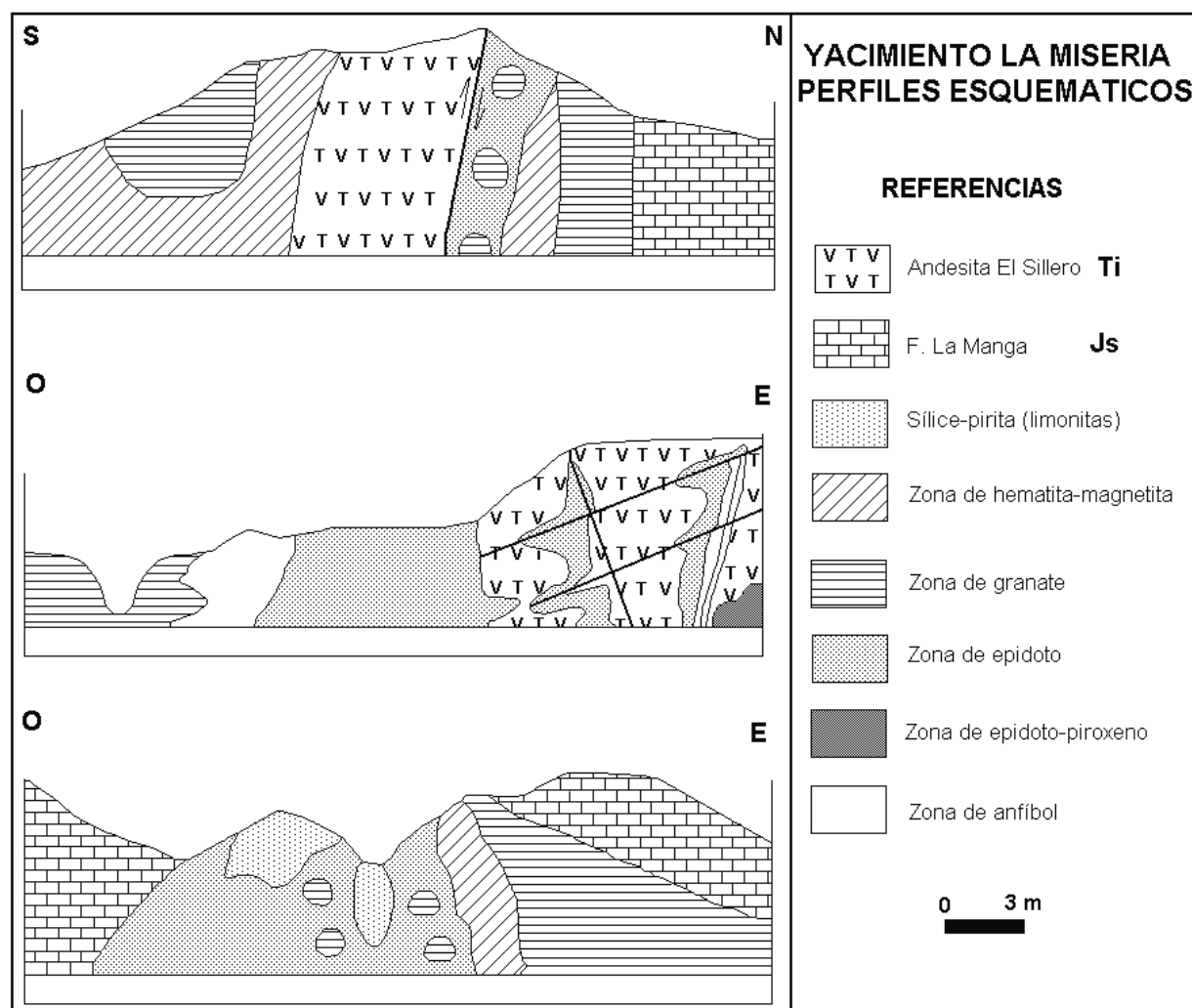


Figura 53. Yacimiento La Miseria. Perfiles esquemáticos del skarn (tomado de Franchini, 1999a).

que se hallan localmente reemplazadas por lentes de epidoto-piroxeno-calcopirita. Dichas intrusiones, si bien similares a la andesita del pórfiro cuprífero Campana Mahuida, carecen de alteración hidrotermal y mineralización de cobre, por lo que podrían corresponder a otro cuerpo subvolcánico de distinta edad.

La mineralización hipogénica se integra con hematita en agregados hojosos, magnetita tabular, pirita y calcopirita, que se encuentran en la masa de

granates (andradita) con potencias de hasta un metro. La mineralización secundaria está compuesta por limonitas silíceas (goethita dominante), malaquita y azurita.

En los afloramientos del extremo sudoriental del yacimiento la mineralización se dispone semejando una veta. En el resto constituye impregnaciones.

Análisis químicos realizados por Angelelli (1950) indicaron los siguientes tenores promedio:

	<i>Hematita</i>	<i>Sílice ferruginosa</i>	<i>Ópalo</i>	<i>Limonita silícea</i>
Hierro (Fe)	54, 48%	47, 50%	27, 90%	55%
Titanio (TiO ₂)	vestigios			
Pérdida al rojo		10, 70%	9, 15%	
Res. Insoluble	11, 80%	19, 50%	58, 65%	

Otros análisis, debidos a Vilela (1966), en promedio indican:

Hierro (Fe):	59, 83 %	Fósforo (P):	4, 67 %
Titanio (TiO ₂):	Vestigios	Res. Insoluble:	15, 2 %
Azufre (S):	0, 53 %		

La geoquímica de muestras de los cuerpos de sílice-pirita señala entre 0,1 y 0,28 g/t Au y de 70 a 500 ppm Cu (Franchini, 1999a).

En cuanto a la génesis del depósito, Angelelli (1941a) y Vilela (1966) consideran dos etapas de formación: la primera consistió en la intrusión de pórfiro andesítico posiblemente rico en hierro, ya que dio lugar a la formación de granate (andradita) en la aureola metamórfica que estima de catazona; acompaña escapolita que se encuentra incluida en las calizas de la Formación La Manga.

La segunda etapa responde a la invasión de soluciones hidrotermales de menor temperatura, ricas en hierro y sílice, que dieron origen, por una parte, a agregados cristalinos de hematita que engloban amígdalas de cuarzo y, por otra, a masas hematíticas con abundante diseminación de individuos de cuarzo y calcedonia. Estas últimas son hematitas silicificadas, muy duras y con fractura concoidal.

Finalmente, la meteorización provocó caolinización en las subvolcanitas y la formación de limonita a partir de la hematita.

En 1991 la Dirección Provincial de Minería del Neuquén llevó a cabo estudios magnetométricos que indicarían continuidad del depósito en profundidad hacia el este (Danieli, 1991).

Las labores de exploración del yacimiento consistieron en trincheras, escarpes y pozos de poca profundidad. Su explotación se efectuó a cielo abierto, utilizándose el mineral en la industria del cemento.

4.2.3. DEPÓSITOS SEDIMENTARIO-EXHALATIVOS Y VOLCANOGÉNICO SUBMARINOS

Colomichicó

En el flanco occidental de la cordillera del Viento, inmediatamente al este y sudeste del poblado de Varvarco, entre los arroyos Guaraco Norte y Butalón Norte, se encuentran depósitos de hierro bandeado conocidos en la literatura geológica por sus siglas en inglés BIF (Banded Iron Formation), que fueron reconocidos por Zappettini y Dalponte (2009 a y b, 2010) teniendo en consideración, como antecedente primario, el hallazgo de rodados de exhalitas (jaspilitas) en terrazas y cursos fluviales actuales, que drenan hacia el oeste ese sector de la cordillera del Viento, por parte de Zappettini y Zanettini en 1985 y observados por otros profesionales en la década de 1990.

El recorrido de la comarca debe hacerse en animales de silla, desde Varvarco para el sector norte, desde Manchana C6 para el sector medio y des-

de Colomichic6 para el sector sur. A estos 6ltimos parajes se arriba desde Varvarco por la ruta provincial 39, hacia el sur.

De acuerdo con Zappettini y Dalponte (2010a, b), en el 6rea se manifiestan esquistos y lutitas de la Ectinita Guaraco Norte (Dev6nico superior-Carbonifero inferior), grauvacas con escasas intercalaciones de areniscas de la Formaci6n Huaraco (Carbonifero superior), volcanitas andesíticas y riolíticas e intrusivos subvolc6nicos de la Formaci6n Cordillera del Viento (Tri6sico inferior a superior temprano) y volcanitas con intercalaciones de grauvacas y areniscas volc6nicas de las Formaciones Milla Michic6 y La Primavera, conteniendo hacia el techo de la primera horizontes de exhalitas que denominamos *Colomichic6* (Jur6sico inferior, Sinemuriano-Toarciano inferior)

Seg6n Zappettini *et al.* (2011), en el perfil del conjunto formacional se distinguen dos secciones (fig. 54): la secci6n inferior, que se corresponde con la Formaci6n Milla Michic6 (Zappettini, *com. epist.*), est6 integrada por basandesitas, andesitas, brechas andesíticas, ignimbritas y lavas fenolacíticas y fenodacíticas, con restringidas intercalaciones sedimentarias que comprenden grauvacas de color gris verdoso, con gradaci6n local a areniscas, areniscas volc6nicas, en parte conglomer6dicas, de color verde, y bancos lenticulares de brechas con pasaje gradacional a areniscas, que son interpretadas como dep6sitos de flujos gravitacionales. Esta secci6n comprende un nivel de exhalitas integrado por una sucesi6n de hasta tres bancos con los que, localmente, se asocian niveles de jaspes manganesíferos. Capas de brechas que sobreyacen a las exhalitas contienen fragmentos angulosos de estas 6ltimas.

La secci6n superior, que se corresponde con la Formaci6n La Primavera (Zappettini, *com. epist.*), est6 conformada por ignimbritas, p6rfiros dacíticos a riolíticos, tobas y aglomerados volc6nicos. En esta secci6n se halla, localmente, un nivel de chert de unos 50 m de potencia.

A lo largo de unos 10 km, con escasas interrupciones, se han reconocido de uno a tres niveles estratigr6ficos subhorizontales de jaspilita y jaspe, de posici6n subhorizontal a menor de 30°, que de norte a sur afloran en los valles de los arroyos Chacay, Guaraco Norte, Colomichic6 y Butal6n Norte, limitados al este por una falla de rumbo norte y desapareciendo al oeste por erosi6n (Zappettini *et al.*, 2013), hall6ndose tambi6n bancos de *chert* en las cabeceras del arroyo Colomichic6 (fig. 55/2,3,4).

Estas rocas sedimentarias químicas se presentan como intercalaciones concordantes en las grauv-

vacas y areniscas volcánicas, constituyendo tres bancos con espesores de 13 m, el inferior, y de nueve metros el intermedio y el superior. Entre los dos bancos primeros hay un nivel de grauvaca con intercalaciones de arenisca volcánica conglomerádica hacia el techo de 25 m de potencia y entre el segundo y tercer banco existe un nivel de arenisca volcánica de 26 m de espesor.

Presentan estructuras de deslizamiento sinsedimentario, corte y relleno, pseudo-boudinage, meso y microplegamiento y meso y micro corrimientos.

En cuanto a composición, consisten en láminas alternantes de jaspe y hematita-magnetita, de un milímetro a un centímetro de espesor, hallándose también láminas menores de chert blanco y niveles de jaspe masivo (Fig. 55/1).

Al microscopio se observa microbandedado con láminas de 50 a 10 μ , diferenciándose bandas de magnetita y bandas de hematita, alternantes con otras de jaspe y chert. Las bandas de magnetita y hematita están bien diferenciadas, aunque en algunos niveles se observa mezcla de ambos minerales. Los espesores de las bandas de jaspe son, por lo general, superiores a los de hematita-magnetita alcanzando, localmente, hasta 0,10 m; contienen cristales aislados de magnetita y, ocasionalmente, de calcopirita. Venas tardías de cuarzo-hematita ocurren también.

Asociados a las jaspilitas se presentan potentes niveles de chert con estratificación paralela milimétrica a centimétrica, que excepcionalmente

alcanzan 50 m de espesor. En algunos sectores se presentan brechados y recrystalizados, con cemento de adularia, lo que indica la circulación de fluidos hidrotermales.

La mineralogía de las exhalitas incluye ópalo, jaspe, hematita y magnetita, con estilpnomelano, calcita y baritina subordinados y vestigios de pirita, calcopirita, arsenopirita, casiterita, galena y minerales de tierras raras, contando con goethita, digenita, delafosita, arrojadita y vanadatos como minerales secundarios.

El tenor medio en las bandas de jaspe y de óxidos de hierro varía entre 20 % y 30 % Fe. Por efecto de metamorfismo de contacto, en los niveles de exhalitas ha ocurrido localmente un enriquecimiento en magnetita alcanzando, por ello, leyes de hasta 60 % de hierro.

Por ser el conjunto formacional Milla Michicó-La Primavera una secuencia volcano-sedimentaria depositada en un ambiente marino asociado a un volcanismo bimodal de retroarco, en una etapa transicional de una cuenca extensional (*rift*) que evoluciona a otra *postrift* o *sag*, se infiere un origen volcanogénico exhalativo submarino para el depósito ferrífero. La laminación fina de óxido de hierro y sílice puede deberse a una precipitación química cíclica relacionada con variaciones estacionales (verano-invierno) que influyeron en las condiciones físico-químicas del medio marino.

En las jaspilitas se han detectado anomalías variables de cerio lo cual, unido a las variaciones mine-

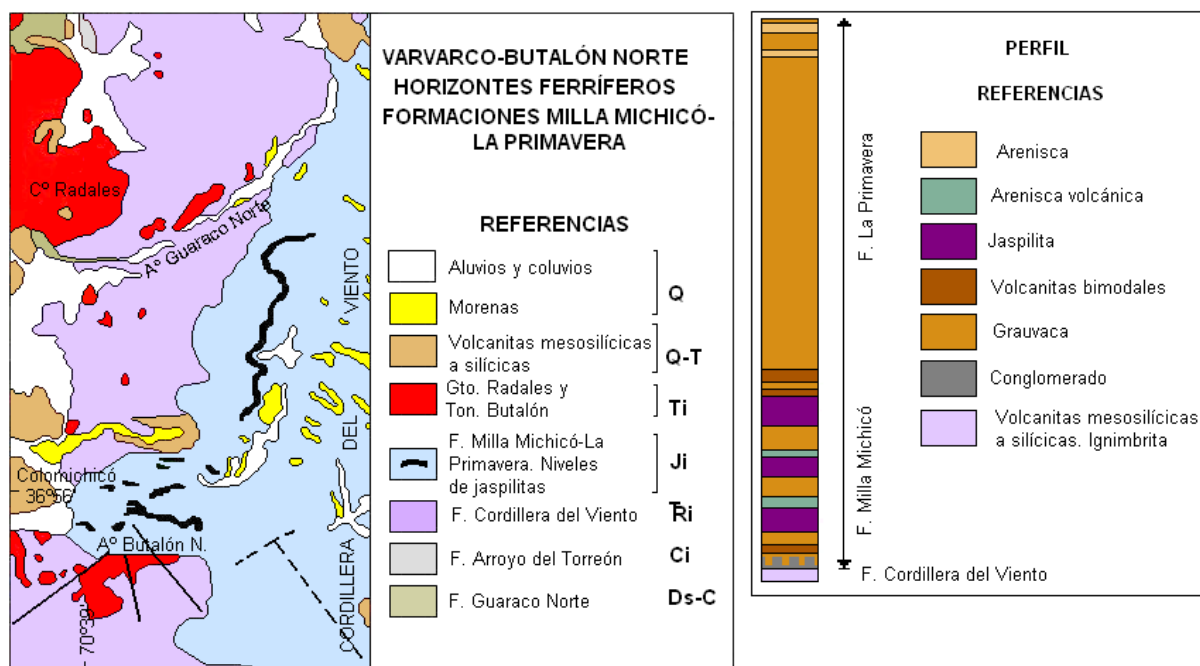


Figura 54. Colomichicó. Localización de los bancos ferríferos en el conjunto Milla Michicó-La Primavera y perfil (tomado de Zappettini y Dalponte, 2012).

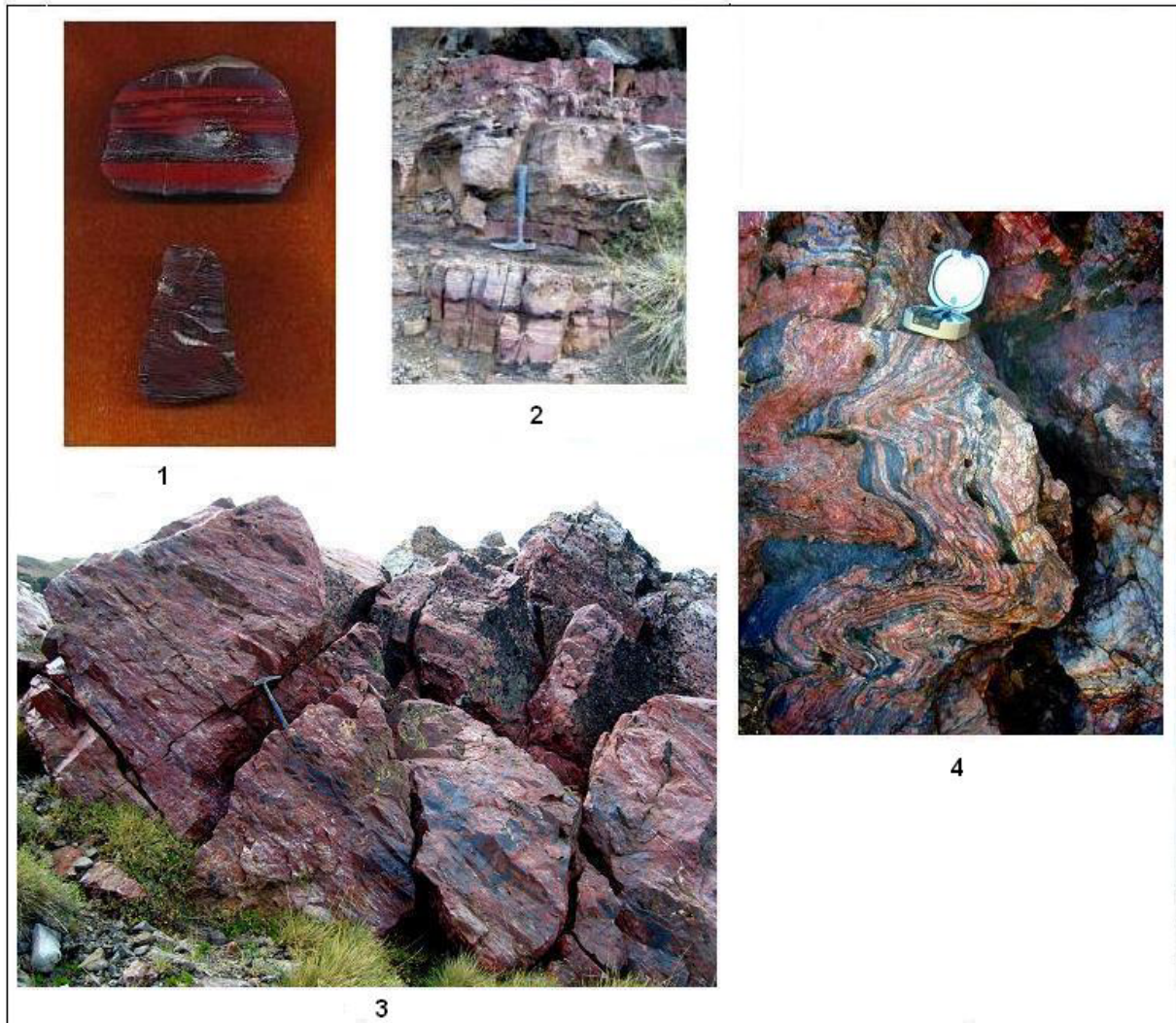


Figura 55. Colomichicó. (1) Muestras pulidas de jaspilita; (2, 3, 4). Bancos de jaspilita (Fot. Eduardo O. Zappettini).

ralógicas, sugiere fluctuación entre condiciones reductoras y oxidantes de una cuenca restringida, con predominio de las primeras. Por otra parte, las anomalías de europio señalan fuentes hidrotermales atenuadas en grado variable por la interacción con agua de mar (Zappettini y Dalponte, 2010b).

Estos autores informan que el contenido total de elementos de tierras raras (ETR) en la jaspilitas se encuentra entre 9,27 y 282 partes por millón. El patrón de distribución de estos elementos y elementos traza verifica el origen hidrotermal de los fluidos mineralizantes, tal como fuera postulado por Zappettini y Dalponte (2009b,) y son indicativos de la deposición de la mineralización de hierro bandeado (BIF) en un ambiente marino restringido, considerándose la cogenética con el volcanismo asociado.

Calculando que el nivel mineralizado cubre una superficie de 17 km², otorgándole una potencia media de tres metros y una densidad media de 3,5, Zappettini *et al.* (2013) han inferido un recurso de

180 Mt, con una ley media de 21 % Fe (30 % Fe₂O₃), susceptible de ser eventualmente beneficiado teniendo en cuenta su bajo contenido de fósforo (< 0,04 % P₂O₅).

Los depósitos tipo BIF son rocas sedimentarias químicas originadas en ambiente marino, distinguiéndose yacimientos tipo Lago Superior, asociados con sedimentos en ambiente de plataforma, y tipo Algoma, relacionados con rocas volcano-sedimentarias. Zappettini y Dalponte (2009a y b) consideran que el depósito es de tipo Algoma, modelo para el cual el principal aporte de hierro y sílice coloidal corresponde a actividad exhalativa hidrotermal submarina, que estaría asociada al volcanismo identificado. Los mecanismos de depositación de estos geles estarían relacionados con actividad química y biogénica.

Asimismo, estos autores nos informan que con este tipo de depósito se abre una posibilidad de prospección en la comarca, en atención a que suelen presentar enriquecimiento supergénico o hidrotermal

originando menas de hierro y, además, por lo común están asociados a mineralizaciones de manganeso, constituyendo también facies distales laterales de depósitos tipo sulfuros macizos (VMS) y, si bien no se ha demostrado una relación genética, es común la vinculación espacial de mineralizaciones auríferas y/o de otros metales tipo lode.

De hecho, por la presencia en la unidad de niveles manganosíferos ligados a las exhalitas responde al modelo de manganeso volcanogénico submarino. El conjunto suele ser denominado Banded Iron Manganese Formation (BIMF).

Sobre una colada dacítica de la sección inferior, se obtuvo una edad U-Pb SHRIMP en circones magmáticos de $185,7 \pm 2,3$ Ma y una toba de la misma sección contiene cristales de circón detríticos de origen magmático con una edad de $185,2 \pm 1,9$ Ma. Estos datos permiten asignar el horizonte ferrífero *Colomichicó* al Pliensbachiano (Zappettini *et al.*, 2011).

Depósitos sedimentarios

En el sudeste de la provincia se encuentran cuatro manifestaciones de hierro sedimentario marino, dos, en la proximidad de Agua del Overo y las dos restantes a dos kilómetros al este de Piedra del Aguila.

Marcel y Los Tambores

Son dos manifestaciones de hierro de placer marino localizadas a unos dos kilómetros al sudoeste de Agua del Overo. Desde Zapala se llega recorriendo 59 km por la ruta nacional 40 hacia el sur hasta el paraje nombrado y se continúa a pie o en animales de silla.

Según Lannefors (1931c) y Leanza *et al.* (1985), intercaladas en areniscas verdosas de la Formación Picún Leufú (Jurásico superior tardío a Cretácico inferior temprano) se encuentran tres niveles de magnetita de pocos a 15 cm de espesor. El conjunto tiene rumbo norte e inclina de 5° a 10° al este.

La magnetita es una roca con gránulos de contornos redondeados a subovalados y hasta sub-angulosos. Se hallan también gránulos de ilmenita.

Estas manifestaciones pueden ser consideradas como depósitos de paleoplacer de playa marina o «arena negra» de mar somero, aunque también podrían estar vinculadas con el centro efusivo basáltico del cercano cerro Agua del Overo (Basalto Lohan Mahuida, Mioceno medio a superior), cuyos restos de coladas contienen gránulos de magnetita poco alterada.

Las leyes de la mena son: 28,37% Ofe, 10% TiO_2 , 0,07% S y 0,04% P en las de mayor potencia. Considerando el conjunto de los bancos mineralizados, cuyo espesor es de 0,50 m a 0,70 m, el tenor medio es de 29 a 37% de hierro.

Se realizaron pequeñas labores de exploración.

Piedra del Águila

Son dos manifestaciones innominadas de origen sedimentario situadas, la primera a dos kilómetros al este de Piedra del Aguila, sobre el lado derecho del arroyo Sañicó, y la segunda a unos cinco kilómetros al sud-sudoeste de la anterior o cuatro kilómetros al sur de la localidad citada, debiéndose acceder en animales de silla.

En ambos sitios se manifiestan areniscas de la Formación Piedra del Aguila, subyacentes a rocas andesíticas de la Formación Sañicó, ambas del Jurásico inferior temprano.

Según las observaciones que Groeber realizara en 1924 y ampliara Lannefors (1931b), en la primera manifestación los afloramientos están compuestos por bancos de areniscas arcillosas intensamente impregnadas por limonita, que acusan un tenor de 5% a 6% de hierro.

En la segunda manifestación se encuentran areniscas arcillosas, alternantes con areniscas arcillosas ferruginosas de hasta seis metros de potencia con intercalaciones de bancos de areniscas igualmente ferruginosas, de 0,05 m a 0,35 m de espesor. En el paquete se intercalan areniscas duras, que se destacan como crestones en el terreno, y en la sección superior se encuentra un banco de arenisca arcillosa ferruginosa conteniendo glóbulos (oolitos?) de hematita, de pocos a siete milímetros de diámetro (fig. 56).

El hierro, posiblemente aportado por aguas fluviales, provendría de terrenos lateríticos ubicados al este, en el Nacizo Nordpatagónico.

El conjunto tiene rumbo nordeste e inclinaciones desde vertical a 60° - 80° al noroeste.

Prescindiendo de los glóbulos de hematita, cuya cantidad es insignificante, el mineral se presenta como limonita.

El contenido de hierro es levemente variable en sentido vertical como también así en el horizontal. En las areniscas arcillosas ferruginosas se ha determinado un tenor medio de 6% a 7% Fe y en los pequeños bancos de arenisca ferruginosa leyes de 3-11% Fe, 0,5-1% CaO, 0,1-0,3% MgO, 60-80% SiO_2 y 9-19% Al_2O_3 . El tenor de hierro en los glóbulos hematíticos es de 72,23% de óxido férrico.

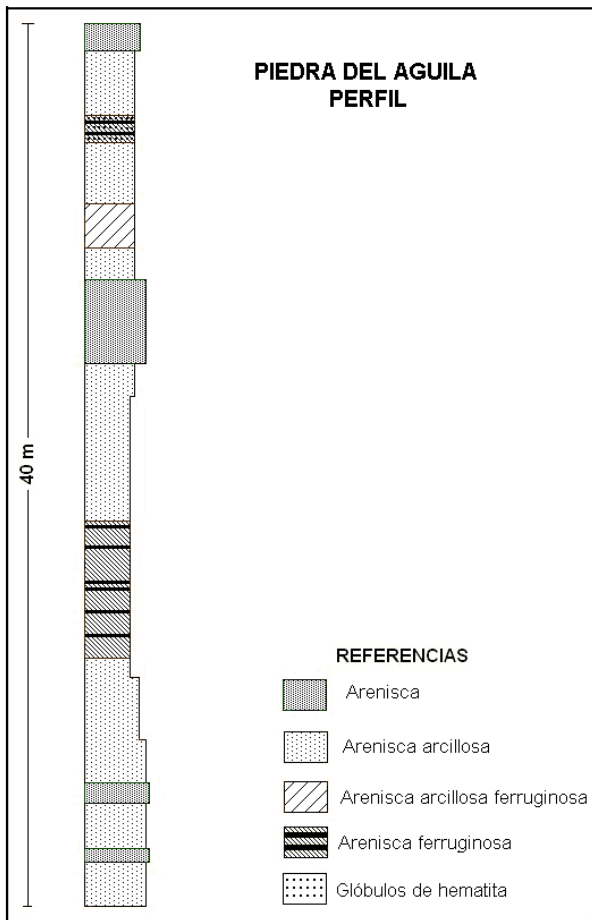


Figura 56. Manifestación Piedra del Aguila. Perfil columnar de los estratos ferruginosos (según Lannefors, 1931b).

La edad de esta manifestación sedimentaria se corresponde con la de la unidad formal que lo contiene, es decir Sinemuriano inferior (Jurásico inferior).

Las labores realizadas corresponden solamente a trincheras de exploración.

4.3. MANGANESO

Solamente son pequeñas manifestaciones que se ubican en los departamentos Añelo, Picunches y

Picún Leufú enmarcados dentro de los tipos termal, sedimentario exhalativo y sedimentario. Se localizan en las comarcas de Añelo, cerro Chihuido Sur, sierra de Vaca Muerta, Laguna Blanca, La Atravesada y Ojo de Agua.

Según Sudamconsult (1973), en general son yacencias en manto o bolsones de pocas dimensiones, alcanzando el mayor una superficie de 0.015 km², que no superan el metro de potencia. Se alojan en areniscas, arcilitas y travertino, relleno además fisuras de las rocas de caja.

La mineralización comprende psilomelano, pirolusita, hematita y limonita en ganga de calcita, yeso y cuarzo, presentándose como nódulos o concreciones manganesíferas, en ocasiones con estructura columnar o fibrosa (Fernández Lima, 1978).

Se conocen las yacencias termales *Doña Cristina*, *Taqui Malal*, *Vaca Muerta*, *El Triunfo*, y *Piedra del Aguila*, la volcanogénica exhalativa *La Casualidad* y las sedimentarias *Poeta*, *Mallín de los Caballos* y *Picún Leufú*.

La génesis de ellos se debería a procesos sedimentarios, volcanismo exhalativo en cuenca de rift y aguas termales.

4.3.1. DEPÓSITOS TERMALES

Doña Cristina

La manifestación se localiza a unos 30 km al noroeste de Añelo, pudiéndose llegar desde esta localidad por las rutas provinciales 17 y 8, hacia el norte.

En la comarca afloran depósitos aluviales, eólicos y travertínicos cuaternarios.

De acuerdo con Rossi (1964), la manifestación manganesífera ocupa una superficie de 5,00 m² por 0,50 m de ancho contenida en travertino, integrada por concreciones de pirolusita, psilomelano, limonita y calcita. (Tabla 1).

MINERALIZACIÓN EN DEPÓSITOS DE MANGANESO

	Psilomelano	Pirolusita	Rodocrosita	Wad	Limonita	Calcita
Poeta	X	X			X	
Doña Cristina	X	X			X	X
Taqui Malal	X	X			X	X
Vaca Muerta	X	X			X	X
Mallín de los Caballos	X	X			X	
La Casualidad		X	X		X	
El Triunfo	X	X		X		
Picún Leufú	X	X			X	
Piedra del Águila	X					

Tabla 1.

Se realizó un pequeño pozo de exploración, siendo el depósito carente de interés económico.

Se considera que esta yacencia se originó en fuentes termales, asignándosele edad cuaternaria (Fernández Lima, 1978).

Taqui Malal

De ubicación incierta, el depósito se localizaría sobre la margen izquierda del río Agrio, a unos 65 km al nor-nordeste de Zapala, pudiéndose llegar desde esta localidad recorriendo 74 km por la ruta provincial 18 y 23 km por la ruta provincial 10 hasta el paraje Quili Malal, de donde se debe continuar unos seis kilómetros en animales de silla hacia el este-nordeste.

En la comarca afloran areniscas, arcilitas y conglomerados de la Formación Huincul (Cretácico superior), sobreyacidas por depósitos de pedemonte.

Según Rossi (1964), la manifestación se expresa en pequeños afloramientos de concreciones manganesíferas de hasta 0,05 m de diámetro, contenidas en areniscas, constituida por psilomelano, pirolusita, limonita y calcita.

Se ejecutaron dos pequeños pozos de exploración, siendo el depósito carente de interés económico.

Esta yacencia se habría originado a partir de fuentes termales, asignándosele al Cuaternario (Fernández Lima, 1978).

Vaca Muerta

La yacencia se sitúa sobre la margen derecha del río Agrio, a unos 19 km al este de Las Lajas, accediéndose desde esta localidad por la ruta provincial 10.

En la comarca afloran pelitas, margas y calizas de la Formación Vaca Muerta (Cretácico inferior), sobreyacidas por depósitos pedemontanos cuaternarios.

Rossi (1964) expresa que la manifestación son acumulaciones de 3,00 m² por 0,30 m a 0,50 m de ancho, en un banco de calcáreo travertínico cuaternario, de mineral de manganeso. Este consiste en psilomelano, pirolusita, limonita y calcita formando bolsones en el calcáreo mencionado.

El análisis químico de una muestra indicó los siguientes resultados:

Mn:	33,40 %	Ba:	0,66 %
Fe ₂ O ₃ :	0,43 %	SiO ₂ :	4,60 %
CaO:	2,91 %	S:	0,41 %

Se efectuaron dos pozos de exploración de 0,80 m de profundidad, siendo el depósito carente de interés económico.

Se estima que esta yacencia se originó en fuentes termales, asignándosele edad cuaternaria (Fernández Lima, 1978).

El Triunfo

Se ubica en el paraje Llano Blanco, sobre la margen derecha del arroyo del mismo nombre a 250 m de su curso, a unos 8,5 km al noroeste de la laguna Blanca y unos 14 km al sudeste del cerro Atravesada, aunque su localización exacta es incierta.

Desde Zapala se accede recorriendo 11 km por la ruta nacional 40, hacia el sur, y 25 km hasta el puesto de guardafauna de Laguna Blanca, desde donde se debe continuar en animales de silla.

En el sitio afloran areniscas y arcilitas sobreyacidas por calizas travertínicas de la Formación Los Molles (Jurásico inferior), sobrepuestas por lavas del Basalto Macho Viejo (Pleistoceno inferior).

De acuerdo con Rossi (1964), las manifestaciones manganesíferas se localizan en tres lomas de dirección norte cubriendo en cada una de ellas una superficie de 100 m de largo, en la dirección señalada, por 150 m de ancho.

La mineralización es irregular, conteniendo clastos angulosos de volcanitas, principalmente. Se aloja en el horizonte calcáreo, de unos 10 m de potencia promedio, ocupando fisuras con espesores de hasta 0,90 m y desarrollo vertical de 2,5 a 3,00 metros, y en diaclasas de areniscas silicificadas fosilíferas.

Está compuesta por psilomelano, pirolusita en masas arriñonadas, wad, limonita y ocre de hierro. El primer mineral predomina en los niveles superiores, en tanto que el segundo lo hace en los inferiores.

Las labores efectuadas en las lomas mencionadas consistieron en siete pozos de dos metros de lado por dos metros de profundidad, dos pozos de cuatro metros de lado por dos metros de profundidad y una trinchera de 30 m de largo por ocho metros de ancho y 18 m de profundidad.

El análisis químico de una muestra común de tres niveles mineralizados arrojó los siguientes resultados:

Fe ₂ O ₃ :	5,79 %	BaO:	9,87 %
MnO ₂ :	63,68 %	P ₂ O ₅ :	0,36 %
MnO:	5,46 %	As:	0,23 %
Mn total:	44,41 %	Insolubles:	3,80 %
CaO:	0,84 %	P. x calc.:	12,78 %
MgO:	0,18 %	Humedad:	1,87 %

Las reservas no serían mayores a 1.000 toneladas. Entre 1978 y 1981 habría producido 372 t de mineral.

Se considera que este yacimiento se originó en fuentes termales (Fernández Lima, 1978) del Basalto Macho Viejo asignándosele edad cuaternaria.

Piedra del Águila

De acuerdo con Galli (1969) y Espejo y González (1998), se localiza a unos cinco kilómetros al sudoeste de Piedra del Águila, accediéndose por la ruta nacional 237.

En las barrancas constituidas por areniscas y tobas de la Formación Collón Curá (Mioceno medio a superior), se encuentran vetas de psilomelano con fuerte inclinación y potencias entre 0,05 m y 0,10 m, intercalándose en su rumbo bolsones de hasta 0,50 m de diámetro formados por un mineral impuro, liviano y brechoso. Hacia arriba se entremezcla con arena y conglomerados.

Galli (1969) sugiere para ellas un origen en soluciones hidrotermales pliocenas vinculadas a volcanismo de retroarco.

4.3.2. DEPÓSITO SEDIMENTARIO EXHALATIVO (VMF)

La Casualidad

Esta manifestación sedimentaria se sitúa 3,5 km al nor-noroeste del cerro Atravesada, 50 km al oeste de la ciudad de Zapala desde donde, para arribar al sitio, se deben recorrer 62,5 km por la ruta provincial 13, pasando por el paraje Primeros Pinos, y luego cinco kilómetros por camino secundario hacia el sur, punto desde el cual se continúa a pie hacia el este hasta transponer el filo de la ladera allí existente (fig. 57 y 58).

En el sitio aflora la Formación Chachil (Jurásico inferior), compuesta por una alternancia de calizas micríticas gris oscuro, tobas dacíticas y areniscas de ambiente marino de plataforma, fosilíferas e intensamente silicificadas, que alcanza unos 50 m de espesor (fig. 58).

De acuerdo con Leanza *et al.* (1988), el yacimiento consiste en capas lentiformes de chert manganesífero y ferrífero, alojadas en una caja de tobas dacíticas, calizas micríticas gris oscuro y pelitas, silicificadas, de la entidad nombrada, de 0,10 m

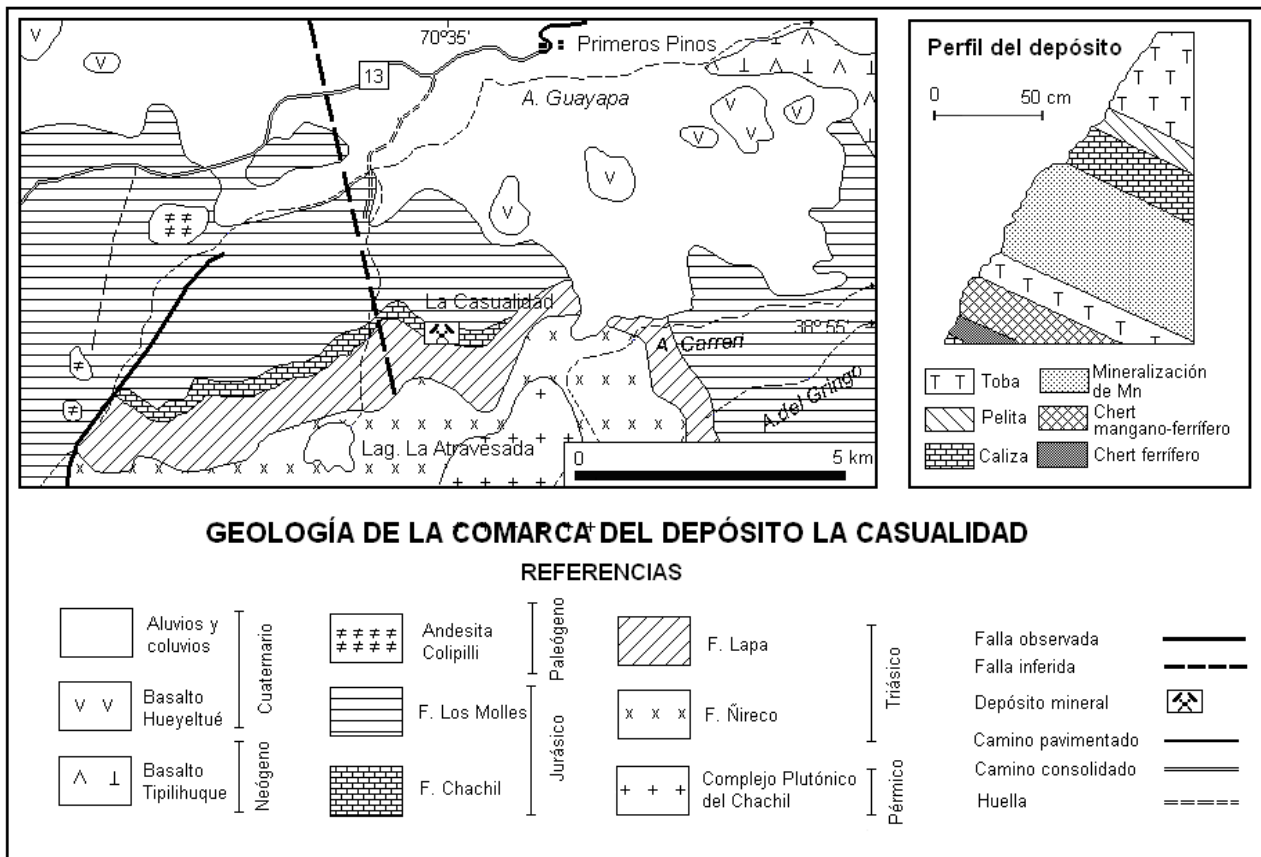


Figura 57. La Casualidad. Fotografía izquierda, vista hacia el sur del faldeo nororiental del cerro Atravesada; la flecha indica la ubicación de la manifestación de mineral de manganeso. Fotografía derecha, el banco mineralizado



Figura 58. La Casualidad. Geología de la comarca y perfil del depósito (tomado de Zanettini *et al.*, 2010 y Zappettini *et al.*, 2012).

a 0,50 m, localmente 0,80 m, de potencia, distribuidas en una corrida visible de 150 m de longitud.

El chert manganesífero es de color negro, muy duro, con brillo vítreo y algo estratificado, formado por calcedonia y cuarzo con delgadas venillas paralelas de magnetita, goethita, hematita y minerales de manganeso (fig 59).

El chert ferrífero es de color rojo, con estratificación fina, observándose una alternancia de jaspe

ferruginoso con delgadas capas de hematita-magnetita y finas capas de chert manganesífero.

En la labor N° 1 (fig. 59), se abajo hacia arriba, se inicia con toba dacítica, sobre la que continúan 0,06 m de chert ferrífero, 0,40 m de chert manganesífero con intercalaciones de sílice y rodocrosita, que incluye una intercalación de toba dacítica de 0,05 m de espesor, 0,17 m de calizas y pelitas y culmina con tobas dacíticas.

Los minerales identificados comprenden carbonatos (rodocrosita, calcita), sulfatos (baritina, jarosita), silicatos (tefroita, granate, pennantita, caryopilita, nontronita, bementita), óxidos (pirolusita, espinelos de la serie jacobsita-franklinita, pirofanita, hetaerolita, akhtenskita, nsutita, criptomelano, coronadita, goethita, hematita, magnetita, jaspe), sulfuros (gersdorffita, esfalerita, galena, piritita, calcopirita, greigita y alabandita?) y sulfosales (de la serie tennantita-tetraedrita). Los minerales de manganeso más abundantes son rodocrosita (25%), tefroita (25%), pirolusita y criptomelano ($\pm 15\%$, junto con otros óxidos accesorios), en ganga de sílice y carbonatos (35%); los restantes solamente son accesorios y trazas (Zappettini *et al.*, 2012).

Superficialmente la rodocrosita se encuentra alterada a óxidos e hidróxidos de manganeso (Zappettini *et al.*, 2011).

Otras labores de exploración cercanas, han puesto a la vista óxidos de manganeso y de hierro con la misma disposición estratigráfica, situada entre tobas dacíticas y calizas, ambas silicificadas.

El estudio químico de una muestra de mineral indica: 26,43 % Mn; 9,33 % Fe; 27,21% SiO₂; 0,15 % Al₂O₃; 3,13 % CaO; 0,26 % MgO; 0,20 % S; 0,32 % Zn; 75 ppm Cu; 1.250 ppm Pb; 20 ppm Ni y vestigios de bario; otros análisis señalan hasta 35% de manganeso (Leanza *et al.*, 1988).

Se interpreta que la yacencia es de origen volcanogénico submarino, es decir que su génesis se debe a una combinación de procesos volcánicos

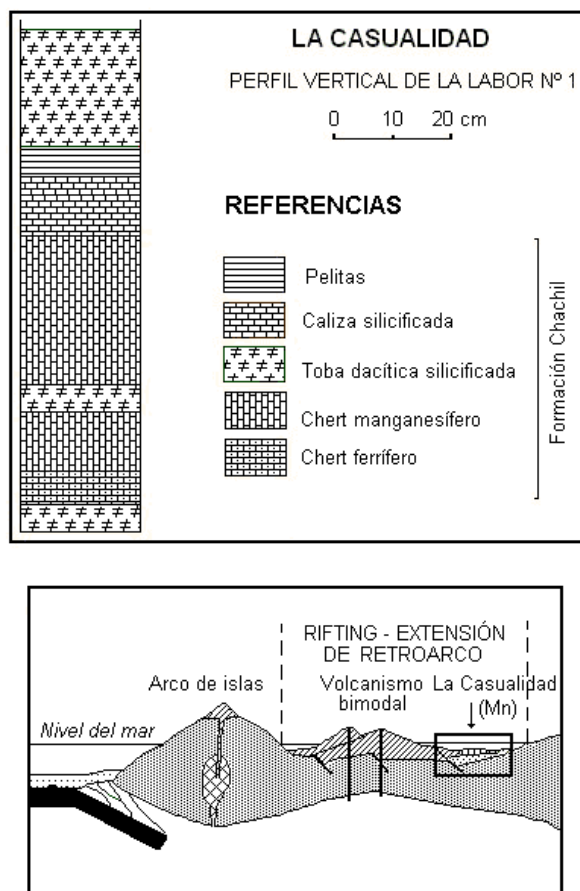


Figura 59. La Casualidad. Perfil columnar de la labor N° 1 (según Leanza *et al.*, 1988) y modelo genético (tomado de Zappettini *et al.*, 2012).

e hidrotermales relacionados a una actividad fumarólica (*hot spring*) en ambiente oceánico, habiéndose formado en la etapa de *rift* tardío del depocentro Chachil, definido como un pequeño hemigraben extensional activo durante el *rifting* inicial de la cuenca Neuquina (Franzese *et al.*, 2006, en Zappettini *et al.*, 2012) (fig. 59).

La asociación de la mineralización con sedimentos turbidíticos y rocas piroclásticas sugiere que los minerales de manganeso pudieron originarse en la mezcla de fluidos hidrotermales con el agua de mar, no lejos de las bocas de emisión, o en la descomposición de materiales piroclásticos del fondo marino. Sea cual fuere el origen del manganeso, éste se disolverá en el ambiente reductor de cuenca anóxica y precipitará en condiciones oxidantes costeras, particularmente durante una ingresión. La asociación mineralización-silicificación-radiolarios correspondería a un ambiente de arco de islas en un margen Pacífico oriental tectónicamente activo (Leanza *et al.*, 1988; Zappettini *et al.*, 2012).

El depósito fue comparado con los yacimientos de manganeso del *Franciscan Assemblage* (Leanza *et al.*, 1988). Si bien no se ajusta exactamente al modelo (véase Clasificación de los depósitos minerales, manganeso sedimentario exhalativo (VMF), la mineralización puede ser asignada al modelo tipo *Franciscano*, el cual ocurre en cuencas marginales de retroarco o en cordilleras oceánicas, consistiendo su mineralogía en óxidos, carbonatos y silicatos (Zappettini *et al.*, 2011, 2012) (Ver también figura 148).

Los ammonites vinculados con los niveles manganesíferos de la unidad en que está contenido el yacimiento, permiten asignarles edad jurásica inferior, pudiéndoselo correlacionar temporal y genéticamente con los mantos ferríferos (BIF) de la comarca de Colomichicó (ver capítulo V).

En el yacimiento sólo se han realizado tres labores de exploración.

Es de tener en cuenta, al efecto de una prospección regional, que al sur de la comarca, en el paraje del Mirador del Chachil, se han observado calizas silicificadas con delgadas intercalaciones de chert ferromanganesífero (Leanza *et al.*, 1988) y en afloramientos de la Formación Sierra de Chacaicó (= Fn. Chachil) próximos y al norte de la unión de los arroyos Los Tábanos y Casamayor, al oeste del depósito *La Casualidad*, se localizaron tres niveles de unos 0,10 m de espesor cada uno de toba manganesífera, con intercalaciones de chert y pelitas silicificadas y pequeños nódulos de manganeso (INGEOMA, 1993).

Por otra parte, la presencia de sulfuros, sobre todo de plomo y de cinc, y de niveles de granates manganesíferos, así como la asociación de los niveles de Mn con calizas, fija la posibilidad de hallar cuerpos de sulfuros macizos en las proximidades (Zappettini *et al.*, 2012).

4.3.3. DEPÓSITOS SEDIMENTARIOS

Poeta

Se sitúa a unos 35 km al nordeste de Añelo, pudiéndose llegar desde esta localidad por las rutas provinciales 17 y 8, hacia el norte.

En la comarca afloran areniscas, arcilitas y conglomerados de la Formación Bajo de la Carpa (Cretácico superior), sobreyacidas por depósitos aluviales y eólicos cuaternarios.

De Rossi (1964) extraemos que la manifestación manganesífera es un manto de 3,00 m de largo por 0,90 m de ancho y 0,25 m de espesor, localizado entre dos capas de arcilitas.

La mineralización está compuesta por psilomelano, pirolusita, limonita y ocre de hierro. Por su yacencia se le asigna edad cretácica superior.

La labor efectuada consistió en un pequeño pozo de exploración, siendo el depósito carente de interés económico.

Mallín de los Caballos

La manifestación se ubica a unos 28 km al noroeste de Zapala. Se accede desde Las Lajas recorriendo 19 km por la ruta provincial 10 y cinco kilómetros por huella hasta el paraje Mallín Quemado y de allí unos 12 km hacia el sur en animales de silla.

En la comarca afloran pelitas, margas y calizas de la Formación Vaca Muerta (Cretácico inferior).

De acuerdo con Rossi (1964), la manifestación consiste en dos acumulaciones de mineral de 4,50 m² por 0,40 m de ancho.

El mineral ocurrente es psilomelano y pirolusita formando concreciones en una capa de material arcilloso de la unidad formal mencionada.

El depósito carece de interés económico. Se considera que la yacencia es de origen sedimentario, asignándosele edad jurásica superior-cretácica inferior.

Picún Leufú

Se ubica a unos 58 km al sur de Zapala, desde donde se accede recorriendo 74 km hacia el sur por la ruta nacional 40, 16 km hacia el sudeste por la pro-

vincial 47 y 10 km hacia el norte por camino secundario.

En la comarca afloran areniscas, limolitas y arcilitas de la Formación La Amarga (Cretácico inferior) cubiertas por aluvio cuaternarios.

La manifestación manganesífera consiste en abundantes concreciones de 0,05 m de diámetro, alcanzando en ocasiones 0,15 m, diseminadas irregularmente en un banco de arcilitas. El mineral presente es psilomelano y pirolusita (Rossi, 1964).

Las labores consistieron en escarpes de pequeñas dimensiones, siendo el depósito carente de interés económico.

Se considera que la yacencia es de origen sedimentario, asignándosele edad cretácica inferior.

4.4. ORO

Estudiados y explotados desde fines del siglo XIX hasta la actualidad, los recursos de oro de la provincia ocupan un lugar preponderante, localizándose en los departamentos Minas, Chos Malal, Aluminé y Catán Lil. Los yacimientos y manifestaciones auríferas de mayor importancia se ubican en la comarca de Andacollo, en tanto que depósitos de escasa magnitud se encuentran en las comarcas de Varvarco, Chos Malal y Moquehue.

Es de notar que al nordeste de Loncopué, entre la intrusión andesítica subvolcánica del cerro Pedregoso Norte (Andesita El Sillero) y las yacencias de baritina al este del mismo se encuentran vetillas de cuarzo patinado por limonitas con contenido aurífero insertas en pelitas de la Formación Los Molles.

4.4.1. DEPÓSITOS VETIFORMES

Las mineralizaciones vetiformes, epitermales a mesotermiales, se disponen en dos sistemas estructurales de rumbos nordeste y este, con inclinaciones entre 70° y 75°, hacia el norte o el sudeste, y vertical, que controlan su emplazamiento. Alcanzan entre 50 m y 2.000 m de longitud, con potencias de pocos centímetros a más de 2,00 m, excepcionalmente cuatro metros. Son vetas bien constituidas, en casos lenticulares, formando cuerpos con disposición en rosario o sistemas de venillas paralelas.

Se distinguen tres tipos de vetas:

- Cuarzo aurífero, constituida por oro nativo, pirita, galena y esfalerita en ganga de cuarzo, calcita, clorita y caolín.

- Pirita aurífera, en ganga de cuarzo y roca de caja alterada.
- Oro libre o asociado a pirita, ricas en galena y esfalerita y con escasa calcopirita, en ganga de cuarzo.

La zona de oxidación de las vetas alcanza uno 70 m de profundidad, con la presencia de limonita, hematina, azufre, yeso y escaso carbonato de cobre.

La alteración hidrotermal ha provocado zonas blanquecinas o verdosas, según contengan sericita o clorita respectivamente.

Comarca de Varvarco

Santos

Se ubica al este-sudeste de la población de Varvarco, desde donde se recorren 6,5 km en animales de silla hasta el depósito.

Según Zanettini y López (1989 b), Zanettini y Deza (1990) y Zanettini (2001) en el sitio aflora el Granito Radales (Paleoceno inferior) intruyendo a volcanitas andesíticas de la Formación Cordillera del Viento (Triásico superior).

El granito esta afectado por una estructura de falla, de rumbo 50°, que ha canalizado las soluciones mineralizantes constituyendo una veta polimetálica, y se encuentra epidotizado y cloritizado, con diseminación de pirita y venulación de hematita supergénica, en la proximidad de la veta.

Esta tiene, en superficie, una longitud visible de 95 m, adopta forma ahusada con un ancho máximo de dos metros e inclina 18° NO; consiste en vénulas de cuarzo hialino piritoso, de uno a 10 cm de espesor, que se presenta macizo y en menor proporción con crecimiento «diente de perro», rellenando total o parcialmente las fisuras. En una precaria labor cortaveta, se observa que a unos cuatro metros de profundidad el espesor se reduce a 0,30 m y la inclinación aumenta a 32° al noroeste.

La mineralización hipogénica, contenida en el cuarzo, consiste en oro libre, plata, galena, esfalerita, calcopirita, bornita, pirita y pirita aurífera; los supergénicos son malaquita, turquesa, crisocola, azurita, calcosina, covellina, digenita, hematita y limonita.

La ley del mineral aumentaría hacia el subsuelo, ya que de 5 g/t Au y 2,10 g/t Ag en superficie se pasa a 30 g/t Au y 78 g/t Ag en profundidad. Las sustancias Pb, Zn y Cu ostentan igual tendencia, aunque solamente se tienen valores anómalos de 1000 ppm, 500 ppm y 90 ppm, respectivamente, en la su-

perficie, que aumentan hasta 4000 ppm, 290 ppm y 1800 ppm en subsuelo. La caja granítica sólo es levemente anómala en plomo y cinc (Zanettini y Deza, 1990).

Una muestra de escombrera, citada por Zubia (1984), arrojó 660 gr/t Au y 198 gr/t Ag y JICA-MMAJ (2001) indica 14 g/t Au, 524 g/t Ag, 2,8 % Cu y 2,7 % Pb en un compuesto de venulas de cuarzo masivo con calcopirita y malaquita.

Se estiman recursos de 1.187,5 t de mineral.

El trabajo en la veta ha sido realizado a través de un rajo a lo largo del afloramiento, de 1,50 m a dos metros de profundidad y una galería cortaveta de 10 m de longitud, de la cual se extrae el mineral.

Agrupamiento Varvarco

Los escasos depósitos de este Agrupamiento, que en realidad son filones epitermales polimetálicos con contenido de oro, se localizan al sudeste de la localidad de Varvarco, dentro del área de interés Guaraco Norte (fig. 60).

De acuerdo con Zanettini y López (1989b) y Zappettini *et al.* (1987), en el área se manifiestan las metamorfitas de la Ectinita Guaraco Norte (Devónico-Carbonífero) cubiertas en discordancia por volcanitas riolíticas de la Formación Cordillera del

Viento (Triásico superior), siendo las dos entidades intruídas por el Granito Radales (Paleoceno inferior) y el conjunto, a su vez, por la Andesita Colipilli (Paleoceno superior a Eoceno medio), con la cual se vincula parte de un área de alteración hidrotermal mientras que las yacencias polimetálicas lo hacen con el Granito Radales (fig. 60).

Los depósitos auro-cupríferos son *Radales, Gregorio, Lomas del Trapiche, La Pirita, y Arroyo Guaraco Norte*. Hacia el norte de ellos se encuentra *El Indio*, al este la mina *Santos* y al sudeste *Silverio 1* (Cu-Ag).

Los depósitos se localizan en fallas que afectan al Granito Radales y a las volcanitas de la Formación Cordillera del Viento, que se observa propilitizada. Al este, una alteración regional de tipo adularia se dispone distal a las mineralizaciones (Zappettini, *com. epist.*, 2014; Zappettini *et al.*, 2014).

Según el estudio efectuado en la comarca por Domínguez y Garrido (1995), las vetas que conforman las yacencias mencionadas son epitermales de baja sulfuración, formadas a temperaturas mayores de 300°C.

Las dataciones radimétricas disponibles, entre 69,09±0,13 Ma y 64,7±3,2 Ma, y las relaciones mutuas entre los granitoides, señalan edad maastrichtia-

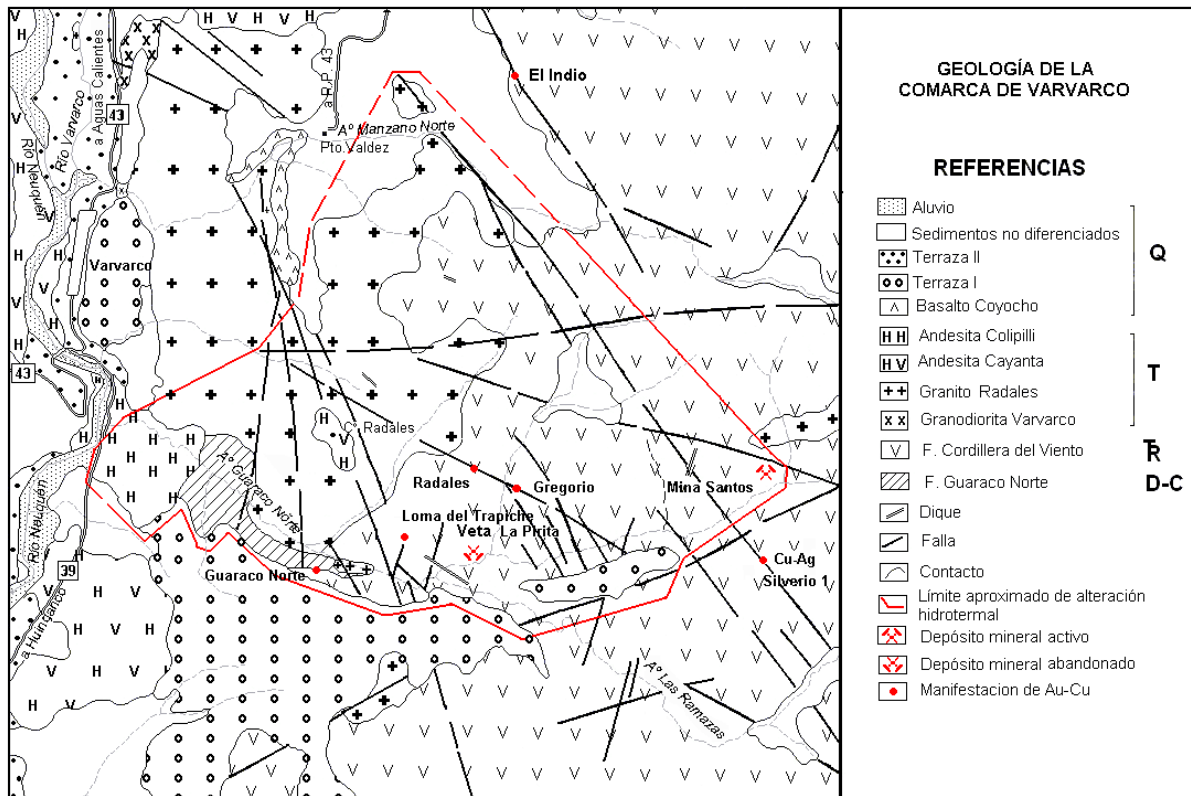


Figura 60. Varvarco. Mapa Geológico-minero de la comarca (tomado de Zanettini y Deza, 1990, y Zappettini y Dalponte, 2009).

na superior a daniana para ellos y, por ende, para las mineralizaciones.

Radales y Gregorio

Estas manifestaciones se hallan situadas al sudeste de la localidad de Varvarco, desde donde se recorren 4,5 km en animales de silla hasta ellas.

De acuerdo con Zanettini y López (1989b), Zanettini y Deza (1990) y Zanettini (2001), se localizan sobre una estructura de falla de rumbo noroeste, encajando en volcanitas de la Formación Cordillera del Viento (Triásico superior).

En los afloramientos se observan venas de cuarzo de 10 a 15 cm de ancho, con oro libre, calcopirita, bornita, galena, esfalerita y pirita, siendo los minerales supergénicos malaquita, azurita, calcosina, covelina, digenita, hematita y limonita.

Las leyes del mineral varían de 1,80 a 22 g/t Au y 0,3 a 98 g/t Ag, con tenores de cobre de hasta 0,72 %, 500 ppm de plomo y 37 ppm de cinc. Zubia (1984) cita valores de 50 g/t a 125 g/t Au para muestras orientativas de *Gregorio*.

En ellas se efectuaron labores de exploración superficial y piques de hasta cinco metros de profundidad, extendidos a lo largo de unos 40 m de corrida en *Radales* y de unos 50 m en *Gregorio*. Estimamos un recurso de 730 t de mineral para las dos manifestaciones.

La Pirita

Se halla situada al sudeste de la localidad de Varvarco, desde donde se recorren cinco kilómetros en animales de silla hasta ella.

De acuerdo con Zubia (1984) está constituida por dos vetas alojadas en estructuras, teniendo por

caja volcanitas de la Formación Cordillera del Viento (Triásico superior) (fig. 61).

Una veta principal de rumbo 290° e inclinación de 42° a 52° N tiene 150 m de longitud visible, pudiendo alcanzar los 300 m según otros afloramientos discontinuos a lo largo del rumbo. Se dispone a manera de rosario, con «bolsillos» de espesor variable entre 0,15 m y 0,40 m y próximos entre sí, entre los cuales se observan vetillas de 0,03 m a 0,10 m de potencia.

Otra veta secundaria, de similar rumbo e inclinada 34° al norte, tiene unos 70 m de longitud.

La mineralización hipogénica observada consiste en pirita y calcopirita y la supergénica es covelina, malaquita, calcantita y limonitas, todo en ganga de cuarzo.

Si bien la calcografía de dos muestras no indicó la presencia de metales preciosos, los análisis químicos acusan la existencia de 2 g/t a 13 g/t Au y de 8 g/t a 52 g/t de plata en un sector de la veta considerado como promisorio (entre los puntos A y B, fig. 61) estimándose para el mismo, hasta 30 m de profundidad, la cantidad de 3.375 t de recursos minerales.

Las labores en esta yacencia, hoy aterradas, consisten en rajos sobre veta de hasta 12 m de profundidad.

Guaraco Norte

Esta ocurrencia se localiza al sur del cerro Radales, sobre la margen izquierda del arroyo Guaraco Norte, al sudeste de la localidad de Varvarco, desde donde se recorren 3,1 km en animales de silla hasta la manifestación.

Según Zanettini y López (1989b), Zanettini y Deza (1990) y Zanettini (2001), se aloja en volcáni-

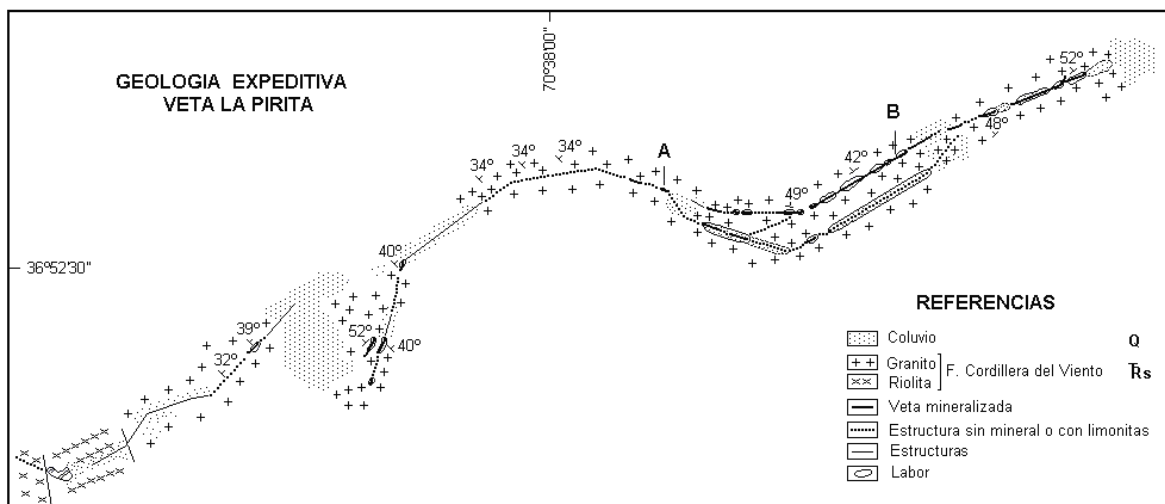


Figura 61. Varvarco. Esquema Geológico de la veta La Pirita (tomado de Zubia, 1984).

tas de la Formación Cordillera del Viento (Triásico superior).

Consiste en una brecha de falla de 1,50 m de ancho y rumbo nor-noroeste, dentro de la cual se halla una veta de cuarzo y sericita de 15 a 20 cm de espesor cubierta por una pátina limonítica. Lateralmente a ella la roca de caja presenta alteración potásica, silíceo y arcillosa, con venulación de cuarzo-sericita y piritita diseminada.

La mineralización visible está compuesta por piritita, galena y calcopiritita. El estudio geoquímico de la veta arrojó 4,20 g/t Au, 15 g/t Ag, 220 ppm Cu, 230 ppm Pb y 75 ppm de cinc.

Comarca de Andacollo

Es el distrito aurífero más importante de la provincia, localizado en el departamento Minas. Desde la ciudad de Chos Malal, se accede al mismo recorriendo 60 km por la ruta provincial 43 hasta la localidad de Andacollo, pasando por el paraje La Primavera, y cinco kilómetros más por la ruta provincial 39 hasta Huilinganco. De las rutas provinciales mencionadas se desprenden caminos secundarios y huellas que permiten recorrer el distrito y los depósitos minerales existentes.

Considerando en conjunto las comarcas de Andacollo y de La Primavera, afloran tobas e ignimbritas de la Formación Arroyo del Torreón (Carbonífero inferior) intruidas por subvolcanitas dacíticas y tonalíticas de la Dacita Sofía (Carbonífero inferior tardío, $327,9 \pm 2$ Ma (Suárez *et al.*, 2008; Strazzere *et al.*, 2017), sobrepuestas en discordancia por sedimentitas marinas de la Formación Huaraco (Carbonífero superior). Continúan en discordancia ignimbritas silíceas de la Formación La Premio (Pérmico), siendo el conjunto intruido por monzogranitos y granodioritas del Granito Huilinganco (Pérmico). Estas dos últimas unidades son un complejo ígneo que conforma el Grupo Choiyoi (*sensu* Roller y Criado Roque, 1970) en el comarca. En discordancia se sobreponen andesitas e ignimbritas riolíticas de la Formación Cordillera del Viento (= Grupo Choiyoi, *sensu* Groeber, 1946) (Triásico medio a superior).

Según Stoll (1957), Aguilar-Kantek (1991) y González *et al.* (2004) el área mineralizada, siempre considerando ambas comarcas, tiene aproximadamente siete kilómetros de ancho por 21,5 km de largo, extendiéndose desde el arroyo El Manzano, por el norte, hasta el arroyo Milla Michicó, en el sur, entre la cordillera del Viento y el río Neuquén.

Las rocas encajantes de las estructuras mineralizadas son areniscas argilíticas, tobas y pelitas negras de las Formaciones Arroyo del Torreón y Huaraco, volcanitas y *hornfels* de la Formación La Premio y, en menor escala, granito y granodiorita del Granito Huilinganco, andesitas de la Formación Cordillera del Viento y basaltos del conjunto formacional Milla Michicó-La Primavera.

Se reconocen tres sistemas de vetas epitermales de rumbos generales nordeste, noroeste y este y escasos mantos, como también así placeres auríferos. Las vetas inclinan de 70° a 75° hacia el norte y sudeste.

Con excepción de los mantos mineralizados y algunas vetillas extensionales y de cizalla asociadas la gran mayoría de las vetas se emplazaron en estructuras preexistentes (Giacosa, 2011; Giacosa *et al.*, 2011).

De acuerdo con Stoll (1957), Aguilar-Kantek (1991), Cormine S.E.P. (1997), Minera Andacollo Gold S.A. (2001), D'Annunzio *et al.*, (2016) y Strazzere *et al.*, (2016) las principales mineralizaciones están controladas por fallas con las siguientes orientaciones y características:

- Fallas gravitacionales de rumbo general este, que contienen gran parte de la mineralización conocida y las yacencias más importantes. Las vetas se manifiestan como afloramientos irregulares, con sombreros de hierro y lixiviados de cuarzo, limonitas y arcillas rojas en superficie. Tienen de uno a cinco metros de espesor y alcanzan hasta 2.000 m de longitud. Contienen piritita, calcopiritita, galena, esfalerita y oro en ganga de cuarzo y, además, muy escasa cantidad de electrum. El sistema es rico en oro, siendo la relación Au:Ag variable entre 1:5 y 1:20.
- Fallas extensionales de rumbos entre 30° y 80°, inclinadas de 60° a 85° al norte, sur, noroeste y sudeste, en menor escala subverticales. Son éstas las menas más importantes de oro y plata, con una relación Au-Ag de 1:200. Soportan filones de cuarzo masivo que sobresalen en la superficie con un espesor promedio de dos a cinco metros Su longitud varía entre 300 m y 1.700 m. La textura del cuarzo es masiva y, en menor proporción, bandeada y crustiforme. Se observan cuarzo blanco, blanco grisáceo y blanco lechoso. El segundo las más altas leyes de oro-plata, en tanto que las menores se hallan en el cuarzo blanco lechoso. Los minerales de mena en el

cuarzo corresponden a oro y plata, asociados con pirita y galena diseminada y en cúmulos. En el sistema están presentes pirita, calcopirita, esfalerita, galena, oro, electrum, argentita y carbonato muy subordinado, en ganga de cuarzo.

- Fallas compresivas, de rumbos 70° y 350°, con escasa mineralización, cortadas y desplazadas por fallas gravitacionales más modernas.

En varios filones se observan numerosas ramificaciones y uniones, además de bruscos cambios de rumbo e inclinación donde cortan capas macizas de areniscas.

De acuerdo con sus características mineralógicas y texturales las vetas son mesotermales (Casé y Danieli, 1975). Por su parte, Strazzere *et al.* (2017) las consideran epitermales.

Tienen entre 20 m y 1.200 m de extensión y anchos variables entre 0,30 m y 4,00 m, con promedio de 1,00 m, alcanzando profundidades de hasta 250 m, mientras que en los escasos cuerpos mantiformes se observan longitudes de hasta 100 m y potencias de hasta seis metros.

La alteración meteórica de las vetas originó la formación de una zona de oxidación, de hasta 30 m de profundidad, que por su contenido de oro libre fue intensamente explotada y hoy se halla agotada.

Movimientos sucedidos a lo largo del rumbo de las fallas le han dado a las vetas estructura en rosario, formándose clavos de varias formas y tamaños distribuidos a lo largo de las vetas y también en la vertical, localizados en sectores afectados por intensa fracturación, siendo más pobres en mineralización los tramos intermedios.

La textura de las vetas es de relleno y reemplazo, con contactos netos e irregulares, ocupando espacios abiertos de las fracturas o zonas de brecha, observándose texturas bandeadas, crustiformes y coliformes.

La mineralización primaria consiste en venas y venillas de cuarzo poroso, color gris o blanco, con diseminación de oro nativo, pirita aurífera, calcopirita, galena, esfalerita, argentita, pirrotina y arsenopirita, presentándose tanto en los rellenos de fracturas gravitacionales de fuerte inclinación como en los correspondientes a fallas de corrimiento de bajo ángulo. La mineralización secundaria, en tanto, se conforma con malaquita, azurita, raramente cobre nativo, limonitas y hematita.

Otros minerales que integran las vetas son ankerita, sericita, clorita, calcita y caolín supergénico.

En la zona de mineralización primaria el oro se asocia a pirita y, menos frecuentemente, a calcopirita, siendo identificable sólo al microscopio o por medio de determinaciones químicas. En la zona de oxidación se encuentra asociado al cuarzo, siendo posible reconocerlo macroscópicamente.

Comúnmente en las texturas «diente de perro» se encuentra pirita diseminada y otros sulfuros. En los bordes difusos, de aspecto brechoso, se observan lutitas trituradas interpuestas y pirita diseminada.

Donde las vetas cortan a rocas magmáticas, en algunos centímetros de espesor éstas se observan decoloradas por alteración silícica, sericitica y cloritica, estando también presente una diseminación de pirita.

En Loma del Fenómeno, a 2,6 km al este-sudeste de Andacollo y al sur del arroyo Huaraco, afloran cuerpos subvolcánicos de pórfiros dacíticos y riolíticos de la Dacita Sofia, ocasionantes de alteración hidrotemal que afecta a sedimentitas de la Formación Huaraco, ocurriendo venas y venillas silíceas formando, localmente, *stockwork*. Muestras orientativas indicaron 0,125 g/t Au, 235 ppm Pb y 0,293 ppm Hg.

En intrusiones similares, localizadas inmediatamente al sur del curso inferior del arroyo del Torreón, se obtuvieron valores entre 0,3 y 0,5 g/t Au, con un máximo de 3,2 g/t de oro.

En la margen occidental del río Neuquén, en el área que enfrenta a Huínganco denominada Camalón, aflora la Formación Arroyo del Torreón compuesta por volcanitas riolíticas intruídas por pequeños cuerpos riolíticos y andesíticos. En una superficie de 16 km² en la que se observan alteraciones hidrotermales: potásica, fílica y, localmente, silicificación intensa, muestras de rocas dieron valores de 180 ppb Au y 1,9 g/t de plata. Es común la ocurrencia de pirita diseminada y en venillas, acompañada por magnetita e ilmenita y, ocasionalmente, oro.

Hay divergencias sobre la edad de la mineralización aurífera en Andacollo, unas opiniones apoyadas en dataciones radimétricas, otras en relaciones estratigráficas y otras en una combinación de ambas.

Stoll (1957) y Aguilar-Kantek (1991), de acuerdo con la asociación espacial de vetas y rocas intrusivas, estiman para la mineralización una edad cretácica superior tardía (Maastrichtiano) a eocena.

Datos isotópicos de alteraciones y mineralizaciones y de cuerpos ígneos asociados brindados por Kay *et al.* (2006) y Suárez y Etchart (2008), ponen de manifiesto que las mineralizaciones se vinculan

con el magmatismo del Cretácico superior-Paleógeno. Además de ello, edades de enfriamiento de minerales de rocas de la Cordillera del Viento sugieren que fueron exhumadas en el Cretácico superior (Kay *et al.*, 2006).

De esta manera, es posible relacionar el desarrollo del régimen compresivo-transpresivo dominante durante la mineralización en Andacollo, con el levantamiento principal de la Cordillera del Viento y el emplazamiento del magmatismo granítico originante, en parte, del hidrotermalismo en la comarca hacia fines del Cretácico superior-Paleoceno inferior (Giacosa, 2011; Giacosa *et al.*, 2011).

De hecho, el estudio paleomagnético y radimétrico de rocas hidrotermalmente alteradas del Grupo Andacollo, señalan para ellas edad cretácica superior para la alteración hidrotermal, corroborada por el dato K-Ar de 69 ± 4 Ma (Vilas y Valencio, 1978), y para mineral de veta de Andacollo se tiene una datación K-Ar de 67 ± 3 Ma (Linares y González, 1990).

Por otra parte, D'Annunzio *et al.*, (2016), Strazzere *et al.*, (2016) y Strazzere *et al.*, (2017) interpretan la existencia de tres eventos magmáticos independientes, separados en el tiempo, que aportaron los fluidos hidrotermales mineralizantes:

- 1) Las vetas de cuarzo NE y NO serían las más antiguas; se emplazan en la Formación Arroyo del Torreón y no afectan a la Formación Huaraco, por lo que su emplazamiento debió ser un evento previo a la depositación de las sedimentitas de la última unidad vinculado con la Dacita Sofía ($327,9 \pm 2$ Ma), por lo que la edad de estos filones sería Carbonífera inferior tardía. Cabe acotar que el pórfiro dacítico Sofía, presenta anomalías de oro de hasta 1 g/t (Danieli *et al.*, 1999).
- 2) Gran parte de las vetas de rumbo Este se vinculan con la Formación Huaraco que es intruída por el Granito Huinganco, el cual habría aportado los fluidos hidrotermales mineralizantes. Por lo tanto sería éste el segundo evento de mineralización y su edad pérmica.
- 3) Las volcanitas de la Formación La Premia solamente contienen vetillas de cuarzo piritoso con alteración argílica que las rodea.
- 4) Parte de las vetas de rumbo este, al sur del cerro Las Minas (Juanita y otras); se alojan en la Formación Cordillera del Viento, la cual es intruída por la Tonalita Los Maitenes. Sería éste el tercer evento y su edad cretácica superior.

En en el área de Huinganco-cerro Las Minas las leyes del mineral varían desde >1 g/t a 11 g/t Au;

100 a 300 g/t Ag; 3,3 a 47,7 % Pb; 5,5 a 30,5 % Zn y 0,7 a 1,80 % Cu.

La información proporcionada por las labores de exploración realizadas en la misma ha permitido determinar las siguientes reservas para ella:

Mineral probado: 275.400 t, con ley promedio de 11,25 g/t Au (minas *Erika+Sofía+Julia+* desmontes)

Mineral probable: 196.300 t, con ley promedio de 11,20 g/t Au (minas *Erika+Sofía+Julia+ Buena Vista*)

Recursos inferidos: 417.900 t, con ley promedio de 11,04 g/t Au (minas *Erika+Sofía+Julia+Buena Vista+Rosario+ La Colorada+Carlita+El Pelado+Juanita*)

Dentro de la comarca Andacollo-La Primavera las yacencias pueden reunirse en seis Agrupamientos: *La Premia, Huinganco, Loma del Fenómeno* y *Las Minas* en el norte y *La Primavera* y *Milla Michicó* en el sur.

Agrupamiento La Premia

Bajo esta denominación reunimos a las vetas del extremo norte del distrito, situadas entre los arroyos El Manzano y Huemules, que son: *La Premia, La California, La Helvetia* y *La Nueva*.

La Premia, La California, La Helvetia

González *et al.* (2004) manifiestan que los depósitos *La Premia* y *La California* se ubican en el faldeo sur del cerro La Premia, en fracturas de rumbo 35° que cortan areniscas argilíticas de la Formación Huaraco (Carbonífero superior).

Las labores se encuentran totalmente aterradas, resultando imposible reconocer el emplazamiento de las vetas.

La yacencia *La Helvetia*, localizada a unos 2.000 m al este-sudeste de las anteriores, se encuentra habilitada por trabajos de pirquineros.

La Nueva

La veta se ubica a unos 2.000 m al norte de la mina *Aurora*, alojada en una fractura de rumbo 220° que afecta a granito del Granito Huinganco, con una potencia de hasta 0,20 metros (González *et al.*, 2004).

Las muestras logradas dieron los siguientes resultados: 11 g/t Au en las salbandas arcillosas y vestigios (> 1 g/t Au) en veta de cuarzo.

Se encuentran tres labores habilitadas y una cuarta, aterrada, en un nivel inferior.

Sorpresa

La yacencia se sitúa en línea recta a 2.000 m al norte de la localidad de Huinganco y a unos 665 m al este del río Neuquén, sobre la margen sur del arroyo situado al norte del arroyo Rahuecó.

De acuerdo con Stoll (1957), es un yacimiento de seis vetas cortas y angostas que yacen en un área de 1,5 km² encajadas en la Formación Arroyo del Torreón (Carbonífero inferior).

Tienen de 20 a 50 m de longitud y desde pocos centímetros hasta un metro de ancho, con rumbo 75°.

Las labores consistieron en una galería y algunos piques cortos en los afloramientos.

Agrupamiento Huinganco

Situado entre los arroyos Huemules y Rosales, comprende los depósitos *Erika*, *Aurora*, *Huinganco*, *Huemules*, *Lucía*, *La Negra*, *Minerva* y *María*, sobresaliendo el primero por su mineralización de cuarzo aurífero con cantidades menores de pirita, esfalerita, galena, galena argentífera, argentita y calcopirita.

Erika

Este yacimiento epitermal, que ha sido el más explotado del Agrupamiento, se halla ubicado a unos 1.350 m al este-sudeste de la localidad de Huinganco, entre los arroyos Rosario y Huemules.

Aguilar-Kantek (1991) y Danieli *et al.* (1999), expresan que la roca de caja está constituida por pelitas negras de la Formación Huaraco (Carbonífero superior), volcanitas y *hornfels* caolinizados y limonitizados de la Formación La Premio (Pérmico inferior) y, en el extremo oriental, por diorita-tonalita integrante del Granito Huinganco (Pérmico inferior), encontrándose también cuerpos de pórfiro dacítico de la Dacita Sofía (Cretácico superior tardío-Paleoceno inferior) (fig. 62).

Es una estructura de falla mineralizada (fig. 63/1) de rumbo 75° e inclinación de 75° N a subvertical, que se presenta en forma continua por más de 1.200 m de longitud con una potencia promedio de dos metros, pudiéndose seguir hasta unos 250 m de profundidad.

Se observa que la falla que contiene a la veta ha tenido varias reactivaciones con posterior relleno, sugerido esto por venillas de cuarzo y calcita que interceptan el plano de la falla principal.

Se diferencian tres estadios de alteración hidrotermal que son: sericitización, cloritización y carbonatización. La sericitización está conformada

por sericita, cuarzo y pirita, que afectan a la roca de caja cambiando su coloración a pardo blanquecino. La cloritización es la alteración más abundante, presentándose sobre las paredes de las fisuras y formando venillas en la roca de caja. La carbonatización constituye venillas de calcita en la roca encajante; las venillas son paralelas, con ramificaciones y anastomosamientos, parcialmente continentes de cristales de cuarzo, pirita y calcopirita. A estas alteraciones se agrega la piritización de las cajas (Domínguez y Gómez, 1988).

La mineralización se depositó a partir de soluciones alcalinas con temperaturas entre 270° y 290°C, emplazándose la veta a una profundidad de 720 metros. El origen de las soluciones se vincula con episodios magmáticos póstumos, bajo influencia de aguas meteóricas de circulación profunda en las últimas etapas (Domínguez y Gómez, 1988; Domínguez y Garrido, 1995).

Se distingue una zona de oxidación de 20 m a 40 m de profundidad, caracterizada por la presencia de limonitas y goethita rojizas y pardo-amarillentas, producto de la oxidación de pirita, y carbonatos de cobre, acompañados por oro liberado de los sulfuros y del cuarzo; la ganga es cuarzo blanco y grisáceo, compacto y/o bandeado, caolinita, calcita, grafito, pirita y, en menor proporción, calcopirita, con salbanda de arcillas y brechas de falla.

En profundidad se ubica la zona primaria, con oro asociado a pirrotina, arsenopirita, galena argentífera, esfalerita, argentita, pirita, calcopirita, covelina, bornita y digenita, sin desarrollo de limonitas, y a cuarzo blanco y grisáceo compacto o bandeado, con abundante pirita y calcita, con una salbanda arcillosa con grafito y brecha de falla.

La mineralización económicamente explotable se encuentra formando clavos de diversas formas y tamaños, distribuidos a lo largo y en la vertical de las vetas, lo cual obedece a la estructura de las mismas. Los clavos se presentan en sectores afectados por intensa fracturación y por ello se considera que solamente el 60 % de la corrida contiene sitios explotables separados por otros de baja ley. En algunos sectores muy fallados la roca está intensamente alterada y mineralizada, además de contener clavos. Localmente la roca fresca es portadora de importantes cantidades de pirita aurífera.

La roca encajante contiene de uno a dos gramos por tonelada de oro. La mineralización aurífera, con una ley mayor a 10 g/t Au, se presenta en cuatro cuerpos explotados desde la superficie hasta el nivel inferior, para los cuales MAGSA (2001) señala

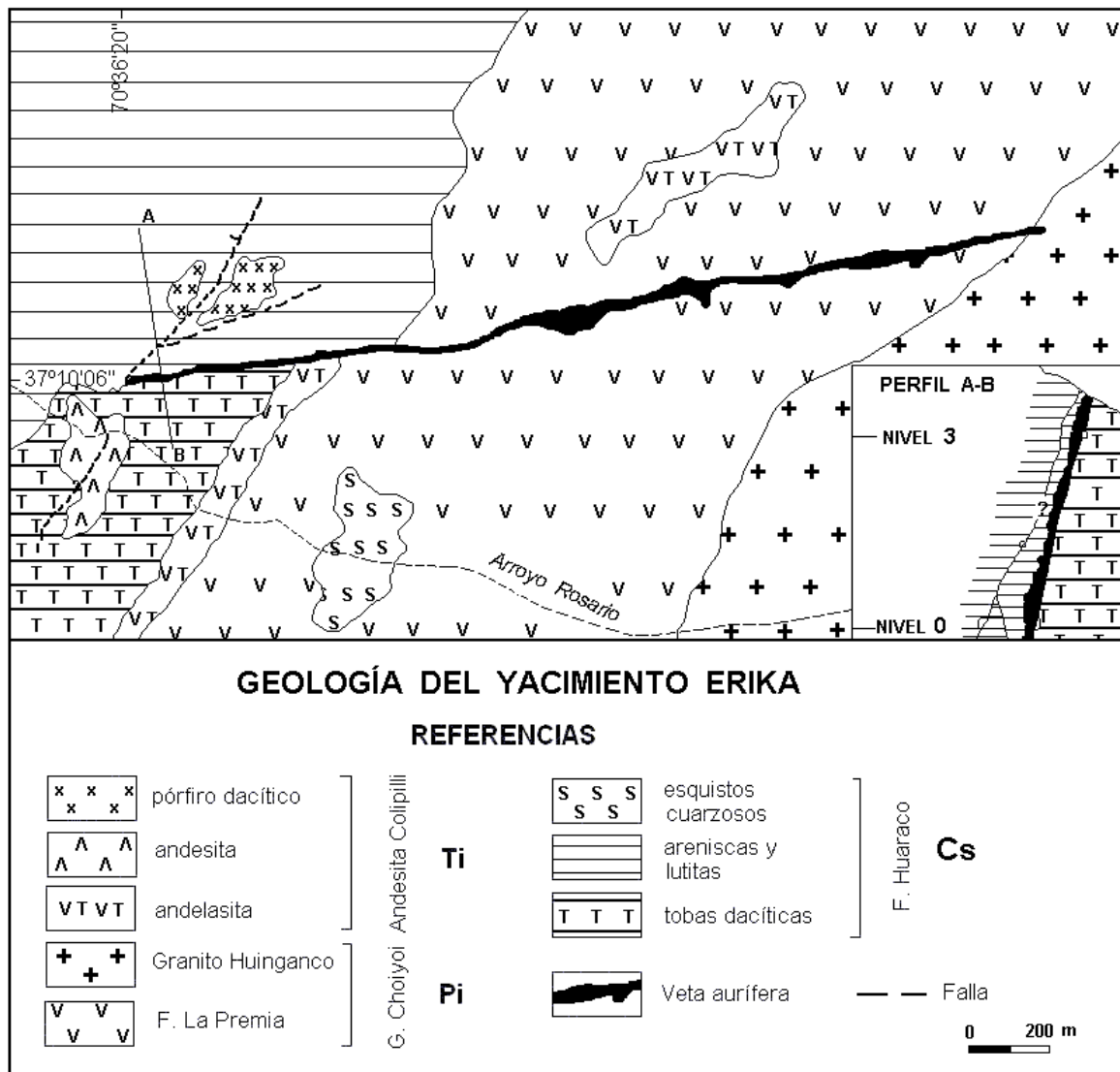


Figura 62. Yacimiento Erika. Geología (tomado de Domínguez y Gómez, 1988; original de Danieli, Gil y Gingins).



1



2

Figura 63. Yacimiento Erika. (1) Traza de la veta vista hacia el este. (2) Bocamina y escombreras.

la, para una la ley de corte de 3 g/t Au, una reserva total de 43.393 t de mineral con ley media de 23,66 g/t Au, equivalentes a 33.008 Oz Au contenido, discriminadas como se muestra en la Tabla 2.

Anteriormente, CORMINE S.E.P. (1997) señaló 199.916 t con una ley media aritmética de 6,78 g/t de oro.

La Comisión de Minería de la Honorable Cámara de Diputados de la Nación (2015) aporta la siguiente información: las reservas de *mina Erika* suman, entre positivas y probables, 129.248 tn, con una ley media de 9,73 g/t Au, a las que se pueden agregar 9.000 tn, provenientes de los desmontes de labores de preparación, con una ley media de 7,18 g/t de oro.

Considerando que la veta *Erika* estaría vinculada a la Dacita Sofía, se estima para ella edad cretácica superior tardía a paleocena inferior.

Las labores mineras efectuadas consisten en galerías sobre veta en 5 niveles (fig. 64). Las explotaciones realizadas en el siglo pasado se limitaron casi exclusivamente a la zona de oxidación, hasta profundidades entre 10 m y 30 m, recuperando principalmente el oro libre por amalgamación.

Aurora

El depósito se localiza sobre la margen sur del arroyo Huemules, a unos 4.000 m al este de la localidad de Huinganco.

Según Leidhold (1942), Angelelli (1950) y González *et al.* (2004), la veta se aloja en una fractura

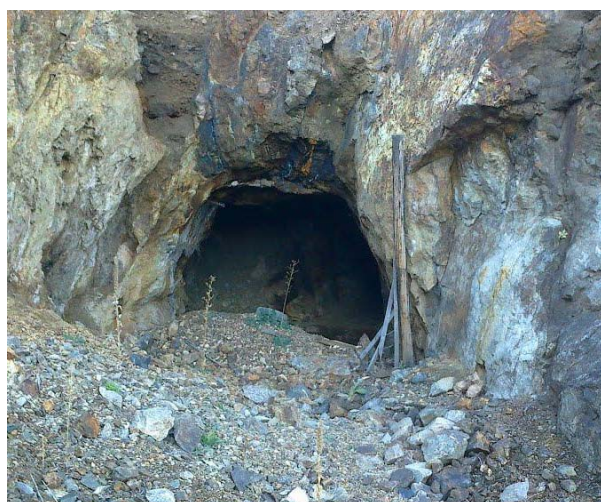


Figura 64. Yacimiento Erika. Boca-mina y galería sobre veta.

de rumbo 35° e inclinación de 60° NO, con una longitud de 200 m y potencia de 0,02 m a 0,30 m y hasta 0,80 m en la parte superior, en caja de areniscas argilíticas y tobas propilitizadas de la Formación Huaraco (Carbonífero superior). Su prolongación hacia el sudoeste intersecta la veta *Erika*.

La mineralización primaria consiste en cuarzo aurífero con pirita, estando oxidada a limonita aurífera en superficie. Es rara la presencia de calcopirita y galena, oxidadas a malaquita y anglesita.

Las leyes son erráticas, variando desde vestigios a 40-50 g/t de oro. Existen concentraciones ocasionales de oro con contenido de 216 gramos por tonelada.

La producción de oro, entre 1937 y 1940, ha sido de unos 10 kilogramos (Zöllner y Amos, 1973). Las reservas comprobadas y probables arrojan un total de 762 toneladas de mineral con una ley de oro estimada de 40 g/t (Leidhold, 1942).

Las labores consistieron en socavones y varias galerías que se encuentran en su mayoría aterradas, aunque en los niveles inferiores se ubica una galería de unos 35 m de longitud con evidencias de mineralización de oro en el primer tercio y en los últimos tramos, que han dado los siguientes resultados: vestigios (<4 g/t Au) al comienzo de la galería y 4 g/t Au al final de la misma.

Huinganco

Esta yacencia se halla localizada a unos 1.300 m al este-sudeste de la localidad de Huinganco, inmediatamente al oeste de la mina *Erika*, estructura ésta de la cual podría constituir una prolongación.

Danieli *et al.* (1999), expresan que tiene un rumbo general de 75°, con inclinación al norte desde 75° a subvertical, siendo la roca de caja pelitas negras de la Formación Huaraco (Carbonífero superior).

La veta tiene entre 0,10 m y 0,20 m de espesor, con leyes de oro muy erráticas. De las antiguas labores solamente persisten un pique sobre veta y un cortaveta.

Agrupamiento San Pedro

Lucía, La Negra, Minerva, María son un grupo de vetas localizadas en el faldeo oriental del cerro San Pedro, inmediatamente al sudoeste del poblado de Huinganco, hospedadas en fallas verticales

Cuerpo 1:	Indicadas:	14.000 t	ley 16, 95 g/t Au =	7.717 Oz Au
Cuerpo 2:	Medidas:	7.363 t	ley 18, 19 g/t Au =	4.308 Oz Au
Cuerpo 3:	Indicadas:	3.298 t	ley 30, 19 g/t Au =	3.201 Oz Au
Cuerpo 4:	Inferidas:	18.732 t	ley 29, 31 g/t Au =	17.651 Oz Au

Tabla 2. Reservas del yacimiento Erika.

que cortan a las Formaciones Arroyo del Torreón y Huaraco (Carbonífero) con rumbo general nordeste (fig. 65). Son sus coordenadas geográficas 37°12'00" LS y 70°38'00" LO.

La veta *Lucía* tiene 1,10 m de espesor, alojándose en una fractura vertical de rumbo este que pone en contacto a la Dacita Sofía (Carbonífero inferior) con pizarras de la Formación Arroyo del Torreón. Consiste en un filón de cuarzo piritoso, con galena y esfalerita, con un contenido medio de 6,38 g/t de oro (Angelelli, 1950).

En la roca encajante se observa silicificación y propilitización.

Agrupamientos Loma del Fenómeno y Las Minas

Contienen las vetas más importantes y numerosas de la comarca caracterizándose, al igual que los anteriores, por su mineralización de cuarzo aurífero con cantidades menores de pirita, esfalerita, galena, galena argentífera, argentita y calcopirita.

De norte a sur, las yacencias filonianas que integran el Agrupamiento *Loma del Fenómeno* son: *Carlos Lamarca*, *Carlota*, *Constancia*, *Eulogia*, *Pepa*, *Evaristo*, *Don Víctor* y *Laura III*, en tanto que el Agrupamiento *Las Minas* reúne las vetas *Esterlina*, *Eduardo*, *Santa Elena*, *Buena Vista*, *Solitaria*, *Sofía-Julia*, *Valencia*, *Manto Fortuna*, *Fortuna*, *El Cayetano*, *El Manto*, *La Sudamericana*, *Obdulia*, *Juanita*, *Rosario*, *El Pelado*, *La Monita*, *Don Víctor III*, *Clorinda*, *Hortensia* y *Esperanza*, destacándose *Buena Vista* y *Sofía-Julia* por su historia y los trabajos realizados en ellas (fig. 66).



Figura 65. Cerro San Pedro. Vetas de cuarzo lechoso con plata y oro. (Fot. Juan Carlos Danieli).

Carlos Lamarca

Se encuentra ubicada en el faldeo norte del cerro Las Minas, a unos 2,5 km al este de Andacollo.

Consiste en delgadas venillas de cuarzo con pirita en la salbanda arcillosa de una falla de rumbo 70° que corta a la Formación Huaraco, siendo escasas las evidencias de mineralización (González *et al.*, 2004).

Esterlina, Eduardo

Se sitúan en el faldeo norte del cerro Las Minas, a 3.000 m al sudeste de Andacollo y a unos 450 m al noroeste de la cumbre del cerro Minas.

La primera es la que presenta mayor cantidad de labores a lo largo de una fractura de rumbo este que corta areniscas y limolitas de la Formación Arroyo del Torreón e ignimbritas de la Formación La Premio, con escaso relleno mineralizado. Para Eduardo se señalan 7 a 12 g/t Au y 12 a 27 g/t de plata.

Sólo se han realizado socavones y destapes superficiales de reconocimiento siguiendo venillas de cuarzo con hematita y limonitas.

Santa Elena

Conocida como *Manto Santa Elena*, se localiza a 3,25 km al sudeste de Andacollo y a unos 350 m al nor-noroeste de la cumbre del cerro Las Minas.

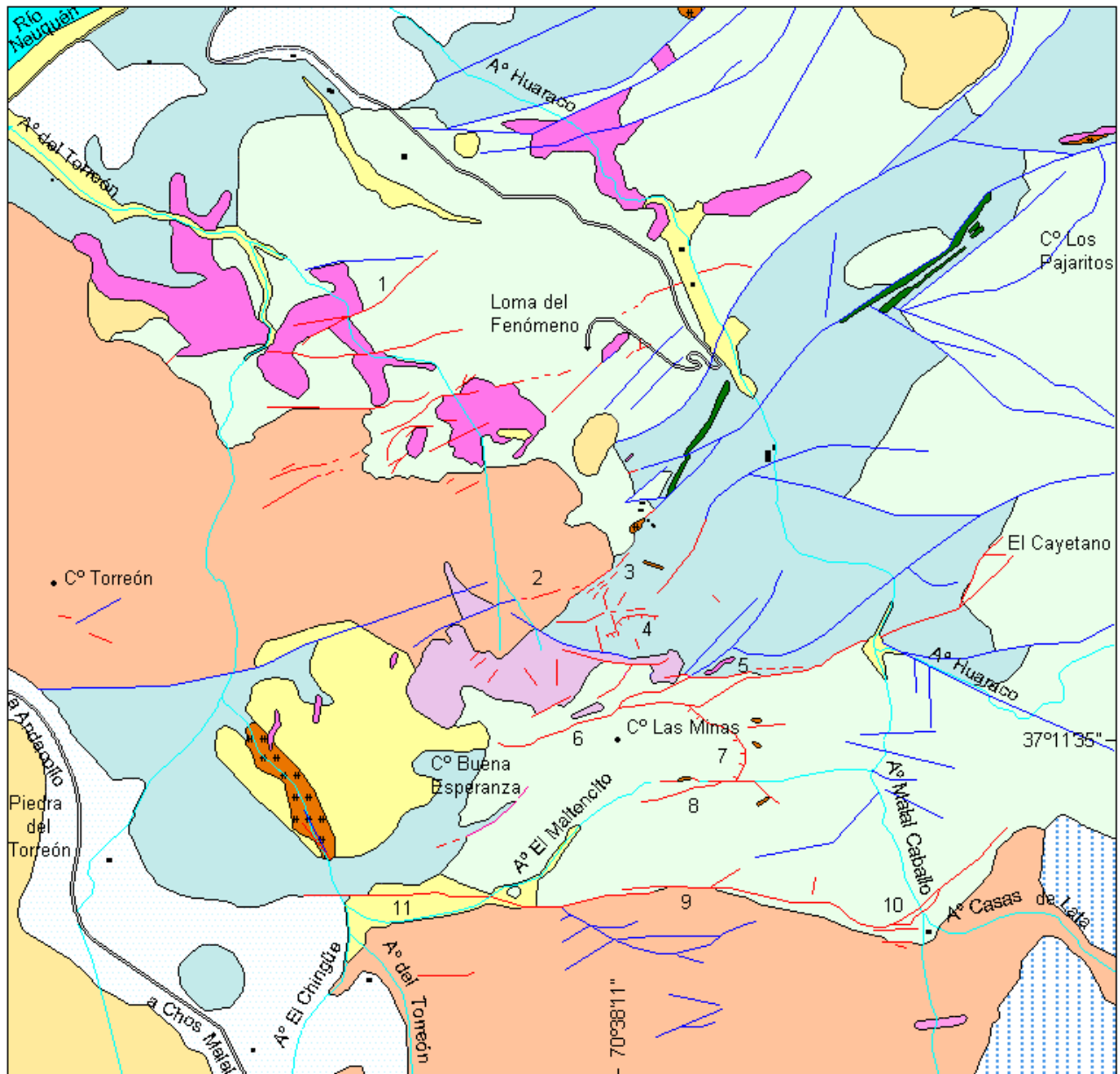
De acuerdo con CORMINE S.E.P. (1997), la mineralización se aloja en una estructura de sobrescurrimiento de 175 m de longitud, con rumbo 60° e inclinación de 15° a 20° SE, que afecta a la Formación Arroyo del Torreón, intersectada y desplazada por una falla de rumbo 340° cerca de su extremo occidental. La roca encajante se encuentra intensamente silicificada, con alteración argílica-sericítica acompañada por pirita diseminada y en venillas.

Fue explotada en los primeros años del siglo XX, produciendo mineral de alta ley, mediante labores subterráneas irregulares de 15 a 20 m de largo según la inclinación del manto.

Buena Vista

Está ubicada a 3,35 km al este-sudeste de Andacollo y a unos 450 m al norte de la cumbre del cerro Las Minas.

Consistente en un sistema de cuatro vetas, siendo la mayor de 175 m de longitud compuesta por una brecha silíceica con venas de cuarzo portando oro, argentita y pirita, contenida en una falla subvertical de rumbo 50° que corta a la Formación Arroyo del Torreón (fig. 67).



AGRUPAMIENTOS LOMA DEL FENÓMENO Y CERRO LAS MINAS

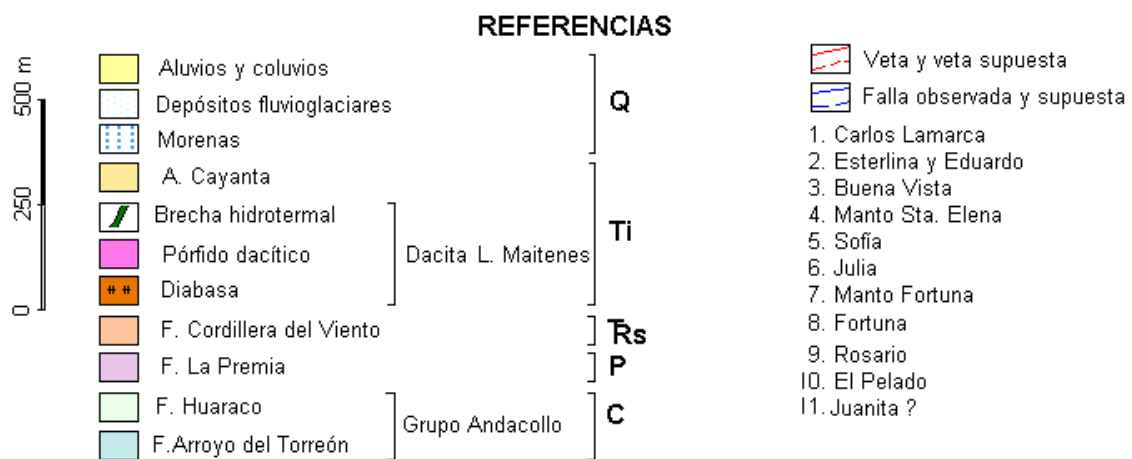


Figura 66. Mapa geológico-minero de los Agrupamientos Loma del Fenómeno y Cerro Las Minas. (Tomado de Stoll, 1957).

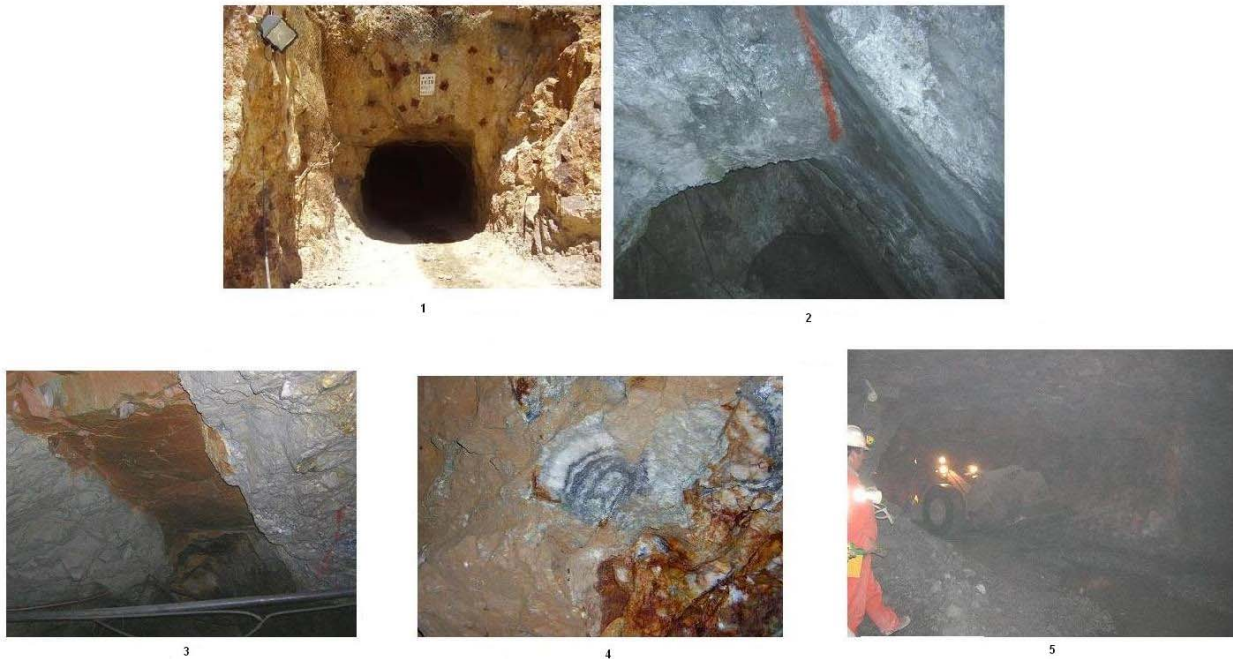


Figura 67. Yacimiento Buena Vista. (1) Boca de acceso a la mina. (2) Nivel 2: veta de cuarzo y brecha en contacto con toba silicificada del techo. (3) Nivel 3 1/2, veta de cuarzo intersectada por dique de andesita. (4) Nivel 3, veta y brechas de cuarzo (cuarzo + argentita + pirita) con textura en escarapela. (5) Nivel 2, extracción de mineral en el frente de explotación. (Fot. Juan Carlos Danieli).

La roca de caja se halla intensamente argilizada, con desarrollo de venillas y microvenillas de sílice y limonita (CORMINE S.E.P., 1997; González *et al.*, 2004).

Se ha explotado mediante labores subterráneas.

Sofía-Julia

Este conjunto de vetas, ubicado a unos 4.000 m al sudeste de la localidad de Andacollo y 150 m al norte de la cumbre del cerro Las Minas, ha sido el más explotado de la comarca (fig. 68). Está integrado por las vetas *Sofía*, *Julia*, *25 de Mayo* y *Valencia* que, de acuerdo con Aguilar-Kantek (1991) y



Figura 68. Cerro Las Minas. Vista hacia el oeste; se observan las labores de las vetas Fortuna (al centro) y Sofía-Julia (a la derecha).

Danieli *et al.* (1999), encajan en limolitas, tobas y areniscas de la Formación Huaraco (Carbonífero).

Sofía-Julia se localiza en una ancha zona de falla gravitacional de rumbo 75° e inclinación variable entre 68° y 85° al sudeste, aflorando a lo largo de 2.950 m. entre el cerro Buena Esperanza y el paraje El Cayetano (fig. 69/1,2,3,4).

La estructura principal mineralizada tiene 1.400 m de longitud, habiendo sido reconocida hasta 400 m de profundidad con una potencia promedio de 1,20 metros.

Consiste en una veta de cuarzo brechado, con oro, pirita, galena, calcopirita y esfalerita aurífera. Un 60 % del oro se presenta asociado a los sulfuros y 40 % libre en el cuarzo, en tanto que en la caja de roca alterada se encuentra escaso oro diseminado.

Se reconoce además una zona de oxidación que alcanza 30 m de profundidad, caracterizada por limonitas, goethita y oro libre.

En sectores con intensa fracturación la mena forma clavos de distintas formas y tamaños, distribuidos en sentido horizontal y vertical, por lo que ocurren zonas de alta y baja ley alternantes.

Los estudios realizados por JICA-MMAJ (2000) sobre muestras de esta veta señalan temperaturas de formación de 214° a 309°C, con la participación de aguas magmáticas y meteóricas.

El cálculo de reservas efectuado por MAGSA (2001), con una ley de corte de 10 g/t Au, indica un

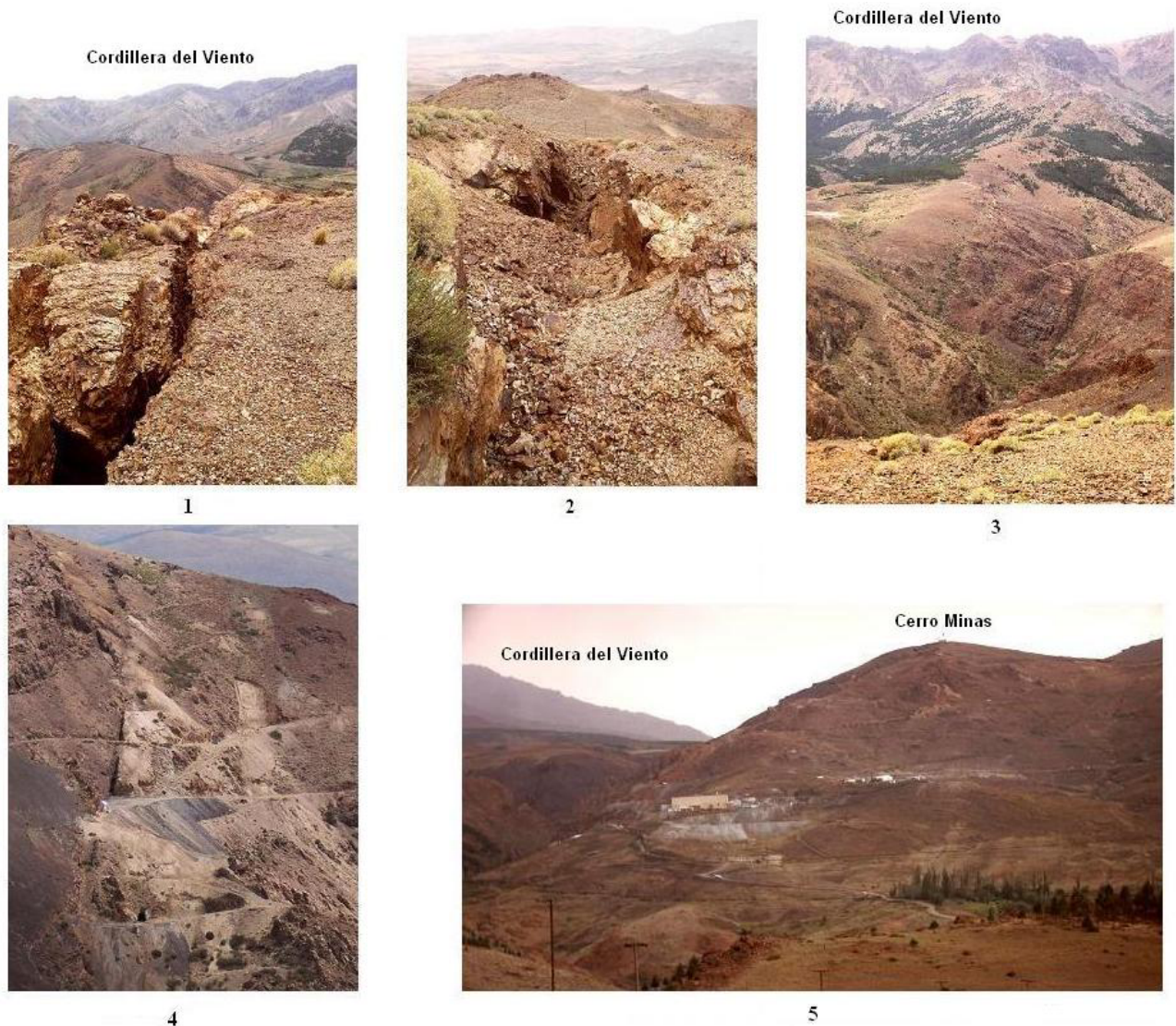


Figura 69. Cerro Las Minas. (1) Vista hacia el este de antiguas labores. (2) Idem, hacia el oeste. (3) Traza de la veta hacia el nordeste. (4) Labores en la veta Sofía. (5) Planta de tratamiento del mineral.

total es de 24.905 t de mineral con una ley media de 31,92 gr/t Au, equivalentes a 25.560 onzas de oro contenido, distribuidos de la manera como se ve en la Tabla 3.

Los cuerpos evaluados de alta ley tienen en sus bordes zonas con leyes inferiores a la ley de corte, que suman 9.657 toneladas de mineral con ley de 5,78 gr/t Au, equivalentes a 1.983 onzas de oro contenido.

Las labores mineras consisten en cuatro niveles de acceso con sus respectivas labores de explotación, como chimeneas, cámaras y drift de transporte.

Manto Fortuna

Se localiza a 200 m al este de la cumbre del cerro Las Minas emplazado en el sobrecorrimiento de una superficie de contacto entre argilitas con lentes de tobas interestratificadas en el techo y lutitas en el piso, correspondientes a la Formación Huaraco.

De acuerdo con Danieli y Gingins (1978), es una falla de corrimiento de unos 550 m de longitud y rumbo 305° que torna a 20° en su extremo sur, que es rechazada hacia el norte por una falla mineralizada de rumbo 75°-80°, que corresponde a la veta Valencia

Nivel 1	Mineral indicado:	8.000 t	ley 23, 05 gr/t Au	(5.970 Oz)
Nivel 2	Mineral medido:	4.100 t	ley 34, 65 gr/t Au	(4.599 Oz)
Nivel 3	Mineral indicado:	2.098 t	ley 37, 25 gr/t Au	(2.515 Oz)
Nivel 4	Mineral inferido:	10.655 t	ley 36, 48 gr/t Au	(12.499 Oz)

Tabla 3. Reservas del yacimiento Sofía-Julia.

(fig. 70), y hacia el sur por otra falla de igual rumbo que la anterior, en la que se aloja la veta Fortuna.

La mineralización se encuentra a lo largo y ancho del plano de corrimiento, con potencias variables entre centímetros y el metro. En sectores se observa una estructura definida, consistente en una guía de cuarzo cristalino con textura en diente de perro, con pirita y otros sulfuros diseminados y espesores de 0,20 m a 0,40 metros. En otros sitios, en cambio, solamente se delimita una faja de hasta un metro de potencia, de bordes difusos y textura brechosa, con venillas de cuarzo entre lutitas trituradas y diseminación de pirita.

El manto mineralizado tiene rumbos variables entre 320° y 340° e inclinaciones entre 15° y 20° al sudoeste.

En la zona de oxidación el oro se asocia al cuarzo, mientras que en la zona primaria se liga a la pirita y, menos frecuentemente, a la calcopirita.

Las labores en el sentido de la inclinación del manto no sobrepasan los 20 m, lo cual sugiere que el manto se acuña paulatinamente y la mineralización se empobrece, o bien aumenta la diseminación de pirita o, según las observaciones de los autores citados, ocurren los dos fenómenos.

Dos análisis indicativos dieron valores de 4 g/t para un espesor de 0,50 m y de 8 g/t para una potencia de 0,40 m, infiriéndose 15.625 t de mineral.

Este depósito fue explotado mediante cámaras y pilares, con una galería principal de extracción. En algunos sectores los pilares fueron retirados y reemplazados por estéril. A lo largo del frente aflorante se hallan bocaminas inaccesibles.



Figura 70. Veta Valencia. Vista hacia el este de la labor.

Fortuna

Este yacimiento se sitúa a 3,7 km al sudeste de Andacollo, a unos 250 m sur de la cumbre del cerro Las Minas.

Según Stoll (1957), la veta está contenida en una falla de unos 750 de longitud, de rumbo 75° e inclinación de 70° a 80° NNO que corta a pizarras y areniscas de la Formación Huaraco, teniendo ella 400 m visibles en superficie. La ley mineral oscila entre 4 y 8 g/t Au (Méndez *et al.*, 1995).

Varios diques intrusivos hidrotermales, compuestos por rodados de la roca de caja (*pebble dike*), se encuentran contenidos en la falla.

Las labores realizadas consistieron en cortes, reales y galerías cortas.

Rosario

Se localiza a 3,75 km al sudeste de Andacollo, a unos 350 m sur de la cumbre del cerro Las Minas.

Según Angelelli (1950) y Stoll (1957), la veta principal está contenida en una falla de más de 2.000 de largo, de rumbo 80° e inclinación de 70° a 80° SE, que se ramifica en su extremo oriental y que corta a pizarras y areniscas de la Formación Huaraco, excepto en la ladera sudoccidental del cerro, donde el labio superior de la falla está compuesto por ignimbritas silíceas de la Formación La Premia.

En su parte superior la veta, de hasta un metro de potencia, está compuesta por cuarzo con minerales oxidados de cobre, raramente cobre nativo y limonita, en tanto que en profundidad es cuarzo y pirita (fig. 71).

Las numerosas fisuras que se ramifican desde la falla son estériles y solamente se destacan por angos-



Figura 71. Veta Rosario. Vista hacia el oeste de la labor.

tas fajas de volcanitas sericitizadas, sin indicios de mineral metalífero. Varios diques intrusivos hidrotermales, compuestos por rodados de la roca de caja (*pebble dike*), están también contenidos en la falla.

Se han indicado leyes de 94 g/t Au y de 43 g/t de plata. Las labores realizadas consistieron en destapes, realces y galerías cortas.

El Pelado

La yacencia se ubica a 750 m al sudeste de la cumbre del cerro Las Minas y a 4,4 km al sudeste de Andacollo, inmediatamente al oeste del arroyo Malal Caballo. Se accede a ella por el camino que, a la altura del cerro Guanaco, une la ruta provincial 43 con la localidad de Huinganco.

Esta integrada por tres vetas ubicadas en el extremo oriental de la estructura que contiene a la veta Rosario.

Según el mapa de Stoll (1957), la mayor de estas vetas, de dirección norte, tiene 470 m de longitud con rumbo 50° e inclinación de 70° SE, bifurcándose en dos ramas que se unen nuevamente hacia el extremo nordeste de la estructura. La intermedia, de 145 m de extensión, presenta rumbo 88° e inclinación de 50° S y la de posición sur tiene 90 m de largo y rumbo 90°.

El autor citado nos dice que la mineralización visible en superficie es limonita, azufre nativo y yeso.

Las labores efectuadas en este depósito han sido destapes, realces bajos y galerías cortas.

El Cayetano

El depósito se localiza a 1.000 m al nordeste de la cumbre del cerro Las Minas y a 4,5 km al sudeste de Andacollo, pudiéndose acceder a él por el camino que, a la altura del cerro Guanaco, une la ruta provincial 43 con la localidad de Huinganco.

Según Stoll (1957), esta integrado por tres vetas de 0,20 a 0,50 m de espesor, ubicadas en una probable continuación de la estructura que contiene al agrupamiento Sofía, alojadas en areniscas y arcilitas de la Formación Huaraco (Carbonífero superior).

A mediados del siglo XX se produjeron 200 t de mineral, extraído de la zona de oxidación, de baja ley, excepto unas pocas toneladas con 80 g/t Au. El rendimiento fue de 1.560 g de oro con fineza 720/1000.

Méndez *et al.* (1995) estiman un recurso de 15.000 t con ley de 7 g/t de oro.

Juanita

De acuerdo con González *et al.* (2004), el yacimiento se localiza en una fractura de rumbo este e

inclinada al norte, a unos 1.100 m al sudoeste de la mina Sofía, cortando a sedimentitas de la Formación Huaraco (Carbonífero superior) en los faldeos sudoriental y sudoccidental del cerro Las Minas.

En el faldeo sudoccidental se ubican dos galerías. En la del nivel inferior se reconoce una veta de cuarzo de 12 m de largo y 0,20 m de ancho máximo, cuyas muestras arrojaron leyes menores de 4 gr/t de oro.

La mineralización consiste en piritita, arsenopiritita y limonita, estando la roca encajante silicificada y propilitizada.

Fue trabajada a comienzos del siglo XX produciendo 15 kg de oro bruto (Zöllner y Amos, 1973).

Hortensia, Clorinda, Esperanza

González *et al.* (2004) expresan que sus vetas se alojan en fracturas de rumbo este que cortan areniscas argilíticas con intercalaciones de tobas y volcanitas correspondientes a las Formaciones Huaraco (Carbonífero superior) y La Premia (Pérmico inferior).

En algunas de las fallas se reconoce piritización en el plano y venillas de cuarzo con oro y limonitas. La roca encajante se halla silicificada y propilitizada.

Las vetas han sido reconocidas a través de labores superficiales y subterráneas de escaso desarrollo.

Agrupamiento La Primavera

El área mineralizada se localiza entre el cerro Yeguas y la confluencia de los arroyos Atrauquito y Milla Michicó, al noroeste de La Primavera. Desde Chos Malal se arriba al sitio recorriendo 45 km por la ruta provincial 43 hasta el paraje nombrado y de allí se continúa en animales de silla o a pie.

En el sitio afloran ignimbritas silíceas de la Formación La Premia (Pérmico), volcanitas de la Formación Cordillera del Viento (Triásico superior) e intrusivos tonalíticos, dacíticos y andesíticos del Subgrupo Cerro Tres Puntas y del Grupo Norquín (Paleoceno-Eoceno medio), cubiertos por material detrítico.

De norte a sur comprende las vetas *Quebrada I*, *Quebrada*, *Reina* y otras sin nombre, en la falda sudoriental del cerro Yeguas, a unos 2,2 km al noroeste de La Primavera. *Desconfianza* (*El Porvenir*), *Helena*, *Colorada* (actuales *La Victoria + 17 de Octubre*), *Salas*, y menores como *Arroyo Yeguas*, *Pertenencia Helena* y *Arroyo Atrauquito*, se ubican al sur de aquellas, y las vetas *Piedra Blanca* y *Martha Esther*, que se localizan en el extremo

sur de la pampa de Malal Caballo, a 3,2 km al noreste y a 1,2 km al nordeste, respectivamente, de La Primavera (fig. 72 y 75).

Se considera que se relacionan con las intrusiones silíceas paleocenas de la comarca (Subgrupo Cerro Tres Puntas). Son vetas epitermales polimetálicas de sulfuración baja e intermedia (Cardó *et al.*, 2008).

Las vetas de sulfuros auríferos están formadas por pirita, pirrotina, esfalerita, galena, calcopirita, magnetita, especularita, rutilo, anatasa, oro y electrum, bornita, enargita, covellina, digenita y sulfosales de bismuto, en ganga de cuarzo y calcita. Las texturas que predominan son de relleno de espacios abiertos y tienen zonación areal. Ellas se formaron a temperaturas entre 190° y 355°C, a profundidades entre 300 y 1.000 m (Domínguez y Garrido, 1995).

Consisten en relleno de fallas en rocas de la Formación Cordillera del Viento, con rumbos generales este e inclinaciones variables entre 65° y 75°.

La alteración hidrotermal presente es cuarzo-sericitica, argílica intermedia y propilitica y caolinitización en la veta *Colorada*.

Las vetas tienen entre 50 m y 350 m de extensión y anchos variables entre algunos centímetros y cuatro metros.

Están compuestas por rocas porfíricas alteradas por hidrotermalismo. Dentro o adyacente a la

veta, la roca se observa blanqueada por sericitización o verdosa por cloritización, conteniendo venillas y ocasionales lentes de pirita que alcanzan hasta 0,30 m de ancho. La pirita forma agregados macizos de cristales, de uno a tres milímetros, mezclados con escaso cuarzo y también se presenta diseminada en la roca alterada, donde su oxidación provoca la formación de una pátina limonítica de color pardo amarillento.

En la zona de oxidación, de uno a cinco metros de potencia, la pirita ha sido alterada en limonita pardo oscuro, presentándose el oro en el sulfuro y en la limonita residual.

Con referencia a los depósitos del cerro Yeguas, Stoll (1957) expresa que en todos los casos la mineralización se distribuye como venillas de pirita aurífera y de limonita, estando ésta, además, como pátina sobre la roca encajante. Estas vetas fueron explotadas en la década de 1940.

De acuerdo con Angelelli (1950), Stoll (1957) y Domínguez y Garrido (1982), las vetas más próximas a La Primavera son visibles por sus crestones silicificados. Se localizan en brechas de fallas de paredes irregulares y discontinuas, con clastos angulosos, de rumbos este y nordeste e inclinaciones variables entre 65° S y 75° NO y con corridas superficiales entre 70 m y 340 m y potencias entre 0,30 m y 1,50 metros. Las fracturas tienen escaso desplazamiento en sentido vertical.



Figura 72. La Primavera. Vista satelital hacia el norte. (1) Depósitos auríferos del cerro Yeguas; (2) depósitos auroplumbíferos del arroyo Atrauquito; (3) lavaderos de oro eluvial; (4) lavaderos de oro aluvial; (5) zona de alteración hidrotermal del cerro El Salvaje.

La textura de las vetas es de relleno de cavidades, en las que se implantan los minerales primarios.

La alteración hidrotermal provoca anomalías de color, de tonos blanquecinos y rojizos. Se limita a zonas paralelas a las fracturas mineralizadas y es de escaso desarrollo horizontal, observándose desde dentro hacia fuera: filica (cuarzo-sericita), argílica intermedia (caolinita, en menor escala montmorillonita) y propilítica (albita, clorita, sericita, calcita, epidoto y talco). Arealmente se reconocen sectores con alteraciones dispersas: potásica (biotita) y filica (cuarzo-sericita).

La mineralización constituye clavos mineralizados lenticulares, de escaso desarrollo tanto vertical como horizontal. Consiste en galena, en masas casi puras, magnetita, hematita y escasas esfalerita, calcopirita, tetraedrita, tenantita y piritita aurífera, en ganga de cuarzo y calcita en venillas de relleno y cementando brechas. También se encuentra piritita rellenando fisuras y diseminada en la roca de caja. La mineralización supergénica está compuesta por covellina, malaquita, azurita, calcantita, cerusita, anglesita y limonitas, que impregnan a la roca encajante.

Los depósitos están genéticamente vinculados a procesos volcánicos con aportes de aguas magmáticas, habiéndose formado a una profundidad estimada de 200 m y a una temperatura media de 210°C (Domínguez y Garrido, 1982).

Si bien son auríferas, solamente fueron explotadas por su mineralización en plomo las yacencias *Desconfianza (El Porvenir)* y *Helena*. Las labores, realizadas a mediados del siglo XX y hoy at-

rradas, consistieron en destapes, socavones, galerías cortas y piques.

A continuación se dan algunas características de cada uno de los yacimientos. Los tenores de sustancias señalados para ellas son los brindados por Palacio (1950) y Stoll (1957), habiéndose calculado las leyes medias ponderadas en donde fue posible, es decir para aquellas vetas que cuentan con el dato de potencia muestreada.

Quebrada I: se observa con una longitud de 265 m, un ancho promedio de 0,82 m, rumbo 277° e inclinación de 85° NNE. Contiene 4,33 g/t de oro. Las labores consistieron en destapes de algunos metros de profundidad (fig. 73).

Quebrada: alcanza, con interrupciones, los 630 m de largo, un promedio de 1,86 m de potencia, rumbos cambiantes entre 58° y 84° e inclinación de 75° a 80° NNO. Su ley mineral es de 4,50 g/t de oro. Sus labores son destapes en la zona de oxidación y una galería corta (fig. 73).

Reina: de rumbo entre 76° y 89° e inclinación de 75° a 80° N, llega a 250 m de largo con un ancho promedio de 0,15 metros. Arroja un tenor de 4 g/t de oro. Las labores han sido destapes poco profundos y un pique de cinco metros (fig. 73).

Desconfianza (El Porvenir) (fig. 74): Esta veta tiene 120 m de largo, rumbo 275° e inclinación de 65° al sur, con potencias entre 0,35 m y 0,70 metros. Sus leyes medias ponderadas son las mostradas en la Tabla 4.

En tanto sus recursos minerales estimados alcanzan a 71.000 t (Méndez *et al.*, 1995).

Veta:	4, 73 g/t Au	166, 40 g/t Ag	9, 57 % Pb	9, 14 % Zn	1 % Cu
Cancha:	3, 97 g/t Au	290, 75 g/t Ag	22, 83 % Pb	16, 40 % Zn	

Tabla 4. Leyes medias de la veta Desconfianza.

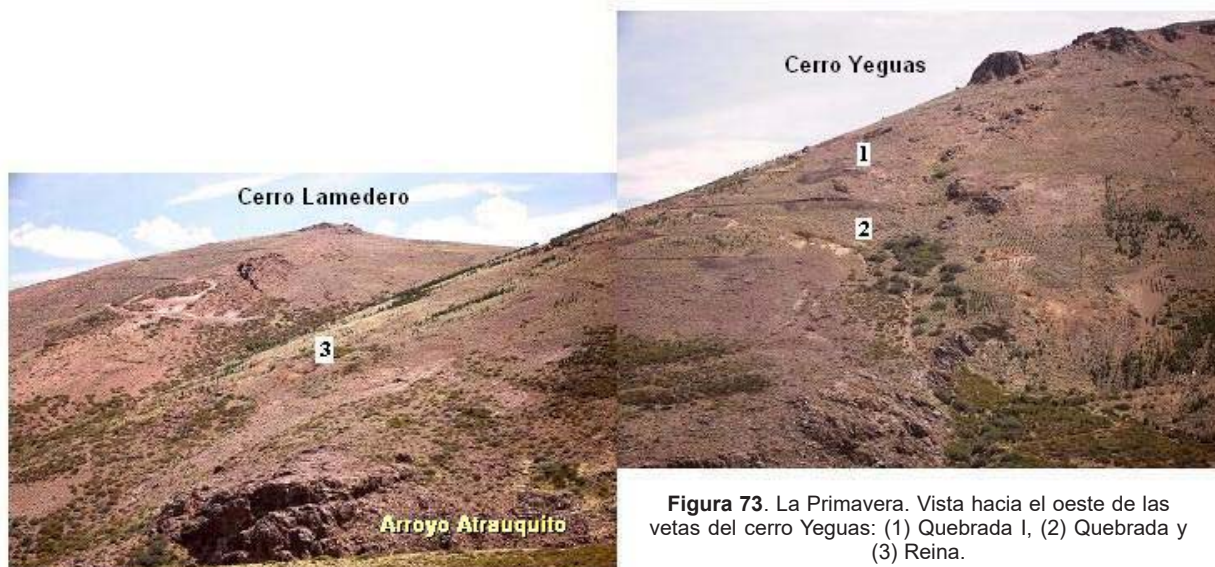


Figura 73. La Primavera. Vista hacia el oeste de las vetas del cerro Yeguas: (1) Quebrada I, (2) Quebrada y (3) Reina.

Próximas hacia el noreste se localizan estructuras menores de rumbo noreste que muestran vetillas de cuarzo con pirita, poco desarrolladas y de escaso espesor.

Las labores consisten en una galería de uno 25 a 30 m de longitud y un pique de 12 m de profundidad en la veta principal, y labores a cielo abierto en las secundarias.

Helena (fig. 74): Es una angosta fractura de 300 m de longitud, rumbo variable entre 66° y 80°, inclinaciones de 70° a 75° S y potencia entre 0,30 m y 0,70 m, en la que el mineral ocurre como delgadas lentes. Donde ésta concluye la veta continúa como una estrecha zona de roca alterada con venillas de sulfuros, a los que acompaña oro. Las leyes medias ponderadas se detallan en la Tabla 5.

Según Ulrich (en Angelelli, 1950) las leyes medias aritméticas de comunes para la veta **Helena** son: 18,92 % Pb, 11,58 % Zn, 1,02 % Cu, 190 g/t Ag, 2,83 g/t Au, 13,30 % S y 0,08 % As.

Mientras que González *et al.* (2004) expresan que en la veta **Helena** las leyes se encuentran en el orden de: 3,3 a 47,7 % Pb, 5,5 a 30,5 % Zn, 0,7 a 1,80 % Cu, 100 a 300 gr/t Ag y 2 a 26 gr/t Au. Su producción alcanzó a 1,5 t de plomo (Méndez *et al.*, 1995).

Las labores en ella realizadas consistieron en un realce superficial, un socavón de 75 m, una galería cortaveta y un pique de ocho metros de profundidad.

La Victoria: Es una veta de galena argentífera, en la que se han realizado labores de reconocimiento (Zöllner y Amos, 1973).

17 de Octubre (Colorada) (fig. 74): Esta yacencia, presenta 240 m de extensión y rumbo 72°. La mineralización primaria consiste en galena, magnetita, hematita y escasas tetraedrita y tenantita; como secundaria se encuentra covellina, malaquita, cerusita, anglesita, hematita y limonitas. Sólo se ha analizado por oro en veta, arrojando 2 g/tonelada. Fue abierta mediante un destape y una galería de 25 metros. Al final de ésta, la veta llega a sólo 0,30 m de ancho con un tenor de 10 g/t de oro.

Salas (fig. 74): Esta veta alcanza los 270 m de largo por 1,00 m de ancho promedio, con rumbo de 45° a 63° e inclinación de 70° SE. Para ella se indican solamente plata y oro, que no van más allá que

vestigios. Se explotó mediante destapes en la zona de oxidación a lo largo de la veta.

Arroyo Yeguas: Tiene 65 m de longitud, con rumbo 68° e inclinación de 45° SE. Los tenores para ella son: 2 g/t Au, vest. Ag, 1,30 % Pb y 5,34 % Zn. Su labor consiste en un pique.

Pertenencia Helena (fig. 74): Son dos estructuras mineralizadas, una de 100 m de extensión y rumbo 90° y otra de 50 m de largo y rumbo 68°. Los análisis practicados en ella solamente señalan vesti-

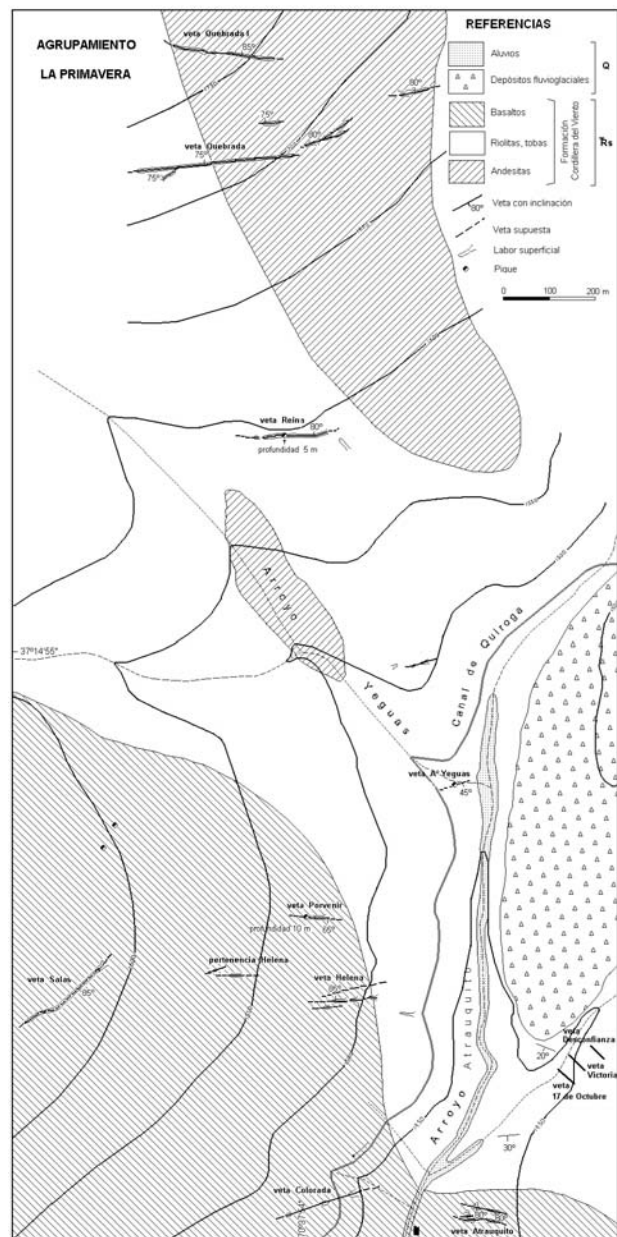


Figura 74. La Primavera. Vista hacia el oeste de las vetas del arroyo Atrauquito: (1) Salas, (2) Perrenit, (3) Helena y (4) Colorada.

Veta:	21, 41 g/t Au	126, 50 g/t Ag	0, 46 % Pb	6, 33 % Zn
Cancha:	5, 63 g/t Au	348, 10 g/t Ag	43, 10 % Pb	0, 71 % Zn

Tabla 5. Leyes medias de veta Helena.

gios de oro. Fue reconocida por destapes a lo largo de la veta.

Arroyo Atrauquito: Consta de tres estructuras mineralizadas, dos paralelas de 100 m y 120 m de largo, separadas unos 20 m, de rumbo 282° e inclinación de 80° SO, y otra ubicada entre las anteriores con 30 m de extensión, 1,40 m de potencia y rumbo 85°. Los análisis realizados otorgan 4 g/t Au y vestigios de plata. Cuenta con socavones y destapes según el rumbo de las vetas.

Inominada: ubicada sobre el arroyo Atrauquito a unos 200 m al sudeste de la veta Colorada, concedió tenores de 2 g/t Au, 27 g/t Ag, 0,45 % Pb, vestigios de Zn, 1,41 % Cu, y <0,01 % Hg.

En la Cordillera del Viento, a oriente del sector tratado, la Dirección General de Minería provincial realizó un estudio geoquímico regional de las tobas riolíticas y riodacíticas que integran la Formación Cordillera del Viento, que señaló para esas volcanitas umbrales geoquímicos de 0,047 ppm Au y de 0,34 ppm Ag. Esos tenores se incrementan en la proximidad de las vetas y venillas portadoras de oro, llegando a 0,50 ppm Au y 7 ppm Ag (Giusiano, 1988).

Agrupamiento Milla Michicó

Se ubica en la falda oeste-noroeste del cerro La Primavera, a unos 1.700 m al sur-sudeste del paraje homónimo. Desde Chos Malal se arriba al sitio recorriendo 45 km por la ruta provincial 43 hasta La Primavera y, desde allí, 2,4 km por huella hacia el sudoeste sobre la margen derecha del arroyo Milla Michicó.

En el lugar afloran basaltos y andesitas de la sección inferior de la Formación Colomichicó (Jurásico inferior).



Figura 75. La Primavera. Mapa geológico del Agrupamiento La Primavera (tomado de Stoll, 1957).

Son seis depósitos epitermales que se localizan al norte, *Recompensa* y *Milla Michicó*, y al sur, *Salamanca*, *Don Pedro* y *Schmidt*, del arroyo Milla Michicó, habiendo sido explotadas a mediados del siglo XX. Su génesis estaría ligada a las intrusiones paleocenas del Subgrupo Cerro Tres Puntas en la comarca.

Según Stoll (1957), la mineralización en ellas consiste en cuarzo aurífero, pirita, calcopirita y, subordinadas, galena y esfalerita.

Recompensa: se elonga unos 150 m con una potencia de 0,03 m a 0,10 m, rumbo de 40° e inclinación de 70° NO, encajada en la Formación Milla Michicó. Habría tenido, localmente, un tenor de hasta 100 g/t Au. Fue trabajada mediante destapes y galerías hasta 18 m de profundidad, produciendo 18 kg de oro.

Milla Michicó: tiene 65 m de longitud, 0,20 m a 0,85 m de potencia, rumbo de 70° e inclinación de 75° NO, estando inserta en la Formación Milla Michicó. La mineralización consiste en galena, esfalerita, pirita, limonita y cuarzo. Los análisis realizados sobre mineral primario de cancha arrojaron una ley media aritmética de 15 g/t Au y 1,13 % Pb, con vestigios de plata, mientras que el mineral oxidado dio 4,25 g/t Au y 8,41 % Pb. Sus labores son cinco piques de uno a cinco metros de profundidad.

Salamanca: tiene rumbo 65°, inclinación de 70° al noroeste y 0,40 m a 0,60 m de potencia. En la zona de oxidación el oro se asocia con cuarzo, mientras que en la zona primaria lo hace con pirita y calcopirita. El tenor de oro varía entre 4 g/t y 8 g/t (Danderfer, 2006).

Don Pedro: presenta 200 m de largo, 0,50 m de potencia promedio, rumbo de 68° e inclinación de 70° NO. La mineralización es galena, esfalerita, pirita, limonita y cuarzo. Una muestra de mineral oxidado arrojó un valor de 4,5 g/t Au y otra sólo vestigios. Fue trabajada mediante destapes en la zona de oxidación.

Schmidt: está encajada en la Formación Milla Michicó, conteniendo galena, esfalerita, pirita, limonita y cuarzo. El mineral de su parte superior otorgó entre 10 y 15 g/t Au, disminuyendo su tenor aurífero en profundidad. Fue laborada por destapes en su zona de oxidación.

Estimamos un recurso de 18.000 t de mineral para el conjunto de vetas que conforman el agrupamiento.

Agrupamiento Cerro Mayal

Los escasos depósitos de este Agrupamiento se manifiestan al oeste de Chos Malal. Comprende las vetas *Cerro Mayal*, *La Parva*, *La Parva I*, *Tío Melchor*, *Las Rocallosas*, *Cerro La Virgen* y *Sonia*, de las cuales sólo reviste interés la primera mencionada.

Cerro Mayal

El depósito se localiza a 12 km al noroeste de Chos Malal, desde donde se accede recorriendo unos 18 km por la ruta provincial 43 y desde allí por huella hasta la cumbre (fig. 76).

De acuerdo con Zanettini y López (1989c) y Leanza *et al.* (2011), en el área afloran pelitas y calizas del Miembro Pilmatué de la Formación Agrio (Cretácico inferior) intruídas por andesitas, dioritas y microdioritas integrantes de la Andesita Colipilli (Paleoceno superior a Eoceno medio) (fig. 77).

La mineralización es epitermal, distribuyéndose en nueve vetas situadas entre 750 m y 1.750 m al noroeste, oeste, este-sudeste y sur de la cumbre del cerro Mayal.

Zanettini y López (1989c) y Franchini y Malvicini (1999b), comentan que las rocas encajantes de las estructuras mineralizadas son principalmente pelitas bituminosas con intercalaciones de calizas y, en menor escala, filones capa andesíticos, en las que se observa caolinización, calcitización, menor silicificación, sericitización y piritización en venillas y diseminada.

Las mineralizaciones están controladas por fallas de rumbos 15° , 55° - 85° , 285° y 330° , habiéndose reconocido nueve vetas de relleno, en varios casos lenticulares, que tienen entre cuatro metros y 100 m de extensión y anchos variables entre 0,20 m y 2,00 m, promediando 0,79 m, con inclinación vertical a subvertical. Sus contactos son netos e irregulares, ocupando espacios abiertos o zonas de brecha rellenada por calcita, cuarzo y/u ópalo ferruginoso.



Figura 76. Sierra del Mayal. Vista hacia el norte; las X señalan la situación de las vetas auríferas.

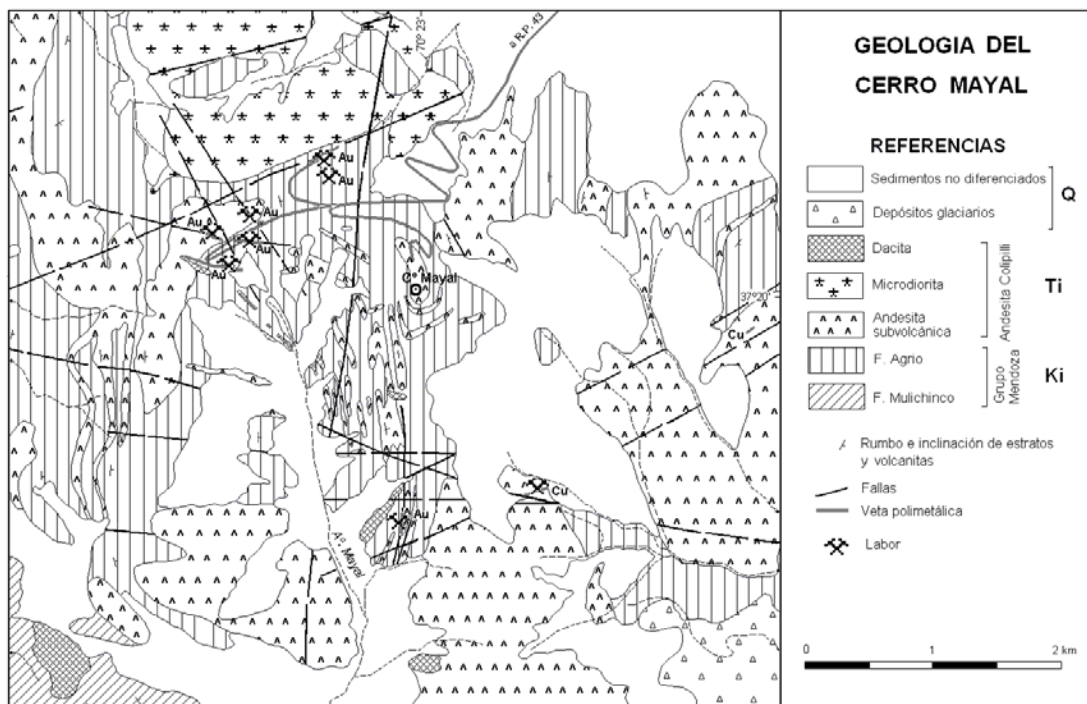


Figura 77. Sierra del Mayal. Mapa geológico (tomado de Zanettini y López, 1989c).

En los hastiales de los filones se observa el desarrollo de un halo de alteración hidrotermal de hasta dos metros de potencia. En las vetas principales, que son las de rumbo general este-oeste, se presenta una faja interna sericítica moderada, en tanto que en las norte-sur es arcillosa pervasiva. Hacia la periferia se pasa a alteración propilítica en la que se distinguen tres subzonas: clorítica, calcítica y tremolítica (fig. 78).

En cuanto a la mineralización primaria, en las vetas este-oeste se tiene: pirita, arsenopirita, calcopirita con pirrotina, esfalerita y oro y en las norte-sur: pirita, arsenopirita y oro. El oro asociado a los sulfuros es muy escaso (partículas de 0,005 a 0,025 mm de diámetro). Los minerales de ganga son: calcita y cuarzo en las vetas este-oeste y en las vetas norte-sur, cuarzo y escasa calcita.

La mineralización secundaria que se observa son limonitas, óxidos de manganeso y muy escasa malaquita, correspondientes a la zona de oxidación de las vetas. En muy contados casos se han conservado calcopirita, bornita y pirita, aunque ésta última, parcialmente oxidada.

El bandeamiento asimétrico de las vetas y diferentes generaciones de cuarzo y calcita señalan la ocurrencia de más de un pulso mineralizador debidos a la reapertura de las fisuras (Franchini, 1990).

Zanettini y López (1989c) indican que la zona de oxidación es la que contiene las leyes más elevadas, variando desde < 1 gr/t a 3,90 gr/t Au, alcanzando puntualmente a 6,34 g/t y 31 g/t Au, y de 1,30 a 25 gr/t Ag. Las sustancias cobre, plomo y cinc se encuentran en el orden de partes por millón, llegando el cobre a 2% en solamente dos vetas. Franchini y Malvicini (1999b) señalan leyes medias de 1,60 g/t, 3,28 g/t y 90 g/t de oro.

Se considera que estas yacencias se relacionan con el subvolcanismo calcoalcalino de la Andesita Colipilli, por lo que su edad está comprendida en el lapso Paleoceno superior-Eoceno medio.

Las labores consisten en rajos angostos sobre vetas, de escasa profundidad, de las cuales se extrajo material de la zona de oxidación, una galería corta, un pique y un cortaveta abandonados. Se infieren recursos de 21.600 t de mineral.

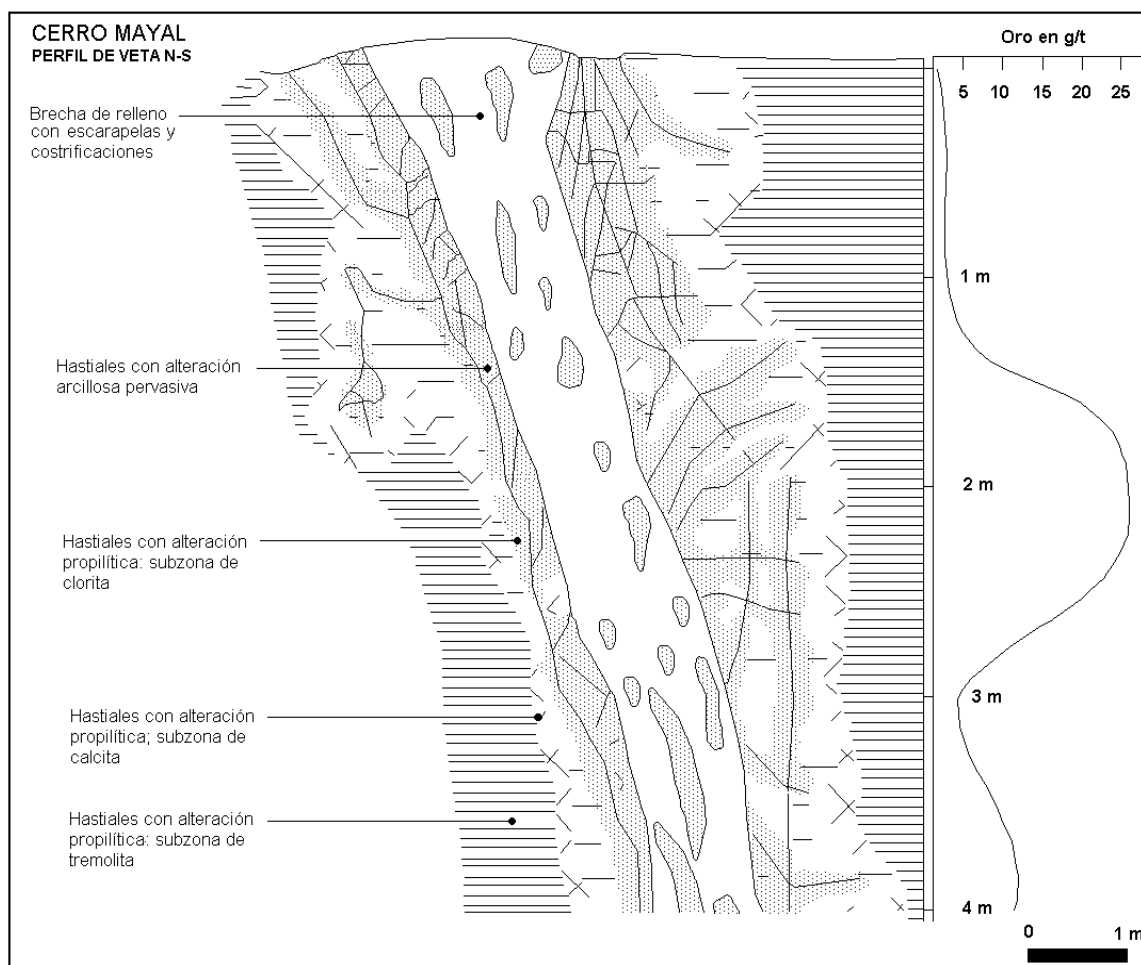


Figura 78. Cerro Mayal. Sección transversal de una veta norte-sur (tomado de Franchini y Malvicini, 1999).

Doña Evangelina

Esta yacencia se sitúa en las nacientes del arroyo Ralihuén, cinco kilómetros en línea recta al sudeste de Villa Moquehue. El acceso al lugar es dificultado por la vegetación boscosa y solamente se puede realizar en animales de silla desde la villa nombrada (fig. 79).

Es un depósito filoniano epitermal inserto en rocas graníticas de la Granodiorita Paso de Icalma (Cretácico superior).

En el sitio se presentan pequeñas, aunque abundantes, venillas de cuarzo limonitizadas portadoras de oro, de rumbo oeste-noroeste, estando la roca de caja intensamente propilitizada. (Danderfer, 2002, comunicación epistolar, en Zanettini, 2010).

El depósito podría tener edad cretácica superior tardía a paleocena inferior de acuerdo con dataciones radimétricas en la comarca (Suárez y Emparan, 1997; Cucchi y Leanza, 2006; Zanettini *et al.*, 2010).



Figura 79. Yacimiento Doña Evangelina. Vista satelital hacia el norte de la ubicación del yacimiento.



4.4.2. DEPÓSITOS DE PLACER

La localización de los placeres de oro son coincidentes con las comarcas en donde se encuentran yacimientos filonianos de dicho metal, a saber: Andacollo, Chos Malal y Aluminé, aunque al referirnos a ellos debemos hacerlo en pasado ya que han sido removidos en varias oportunidades por los mineros y, por lo tanto, sus reservas son exiguas.

La acumulación de oro libre en los aluviones de los arroyos de las comarcas mencionadas seguramente proveniente de la erosión de los filones auríferos allí existentes, aunque en el caso de Andacollo no se debe descartar el aporte a partir de la removilización de los depósitos glaciares y fluvioglaciares del flanco occidental de la cordillera del Viento (García y Soto, 1988).

En la comarca de Andacollo los aluviones se observan en los arroyos y sus afluentes, de sentido general este-oeste, que nacen en la cordillera del Viento y desembocan en el río Neuquén. Ellos han sido: *Rahueco, Huemules, Rosario, Huinganco, Malal Caballo, Huaraco, Vega Larga, El Maitencito, El Torreón, Durazno, Las Cabras, Los Maitenes, Cajón de los Caballos, Colo, El Salvaje, Mallín Blanco, Piedra Blanca, El Manzano, El Manzanito, Atrauquito, Cañada de Arias, Cañada del Chacay, Milla Michicó, Quiriquina, La Trasquila, Chingüe, Cura Mallín y Nuevo* (fig.80).

Nos dicen Bravo (1934), Angelelli (1950) y Stoll (1957) que estos depósitos aluviales, estrechos, de poca profundidad, irregulares y con gravas poco clasificadas, fueron trabajados durante varios años por lavadores de oro que recuperaban de uno a tres gramos por día de trabajo individual.

La capa productiva o llampo tenía un espesor variable entre 0,20 m y 3,00 m, en tanto que el material estéril que lo cubría oscilaba entre 0,10 m y 5,00 m de potencia.



Figura 80. Andacollo. Eluvios auríferos al oeste del cerro Minas

El oro grueso se presentaba en pepas de uno a siete gramos, con una fineza de 700 a 900 milésimas, y el oro fino no fue siempre recuperable debido a la imperfección de los métodos de concentración. La ley del llampo era variable entre 0,30 g/m³ y 5,70 g/m³ Au, estimándose su producción en 30 a 40 kg anuales.

En el arroyo Milla Michicó también fueron trabajados los aluviones aterrazados en los que, debido a la cementación de las gravas, se realizaron galerías cortas para extraer el llampo.

Los sedimentos glaciarios de la pampa de Malal Caballo, ubicada entre 5,7 km y 8,4 km al sudeste de Andacollo e inmediatamente al norte de La Primavera, como también así otros depósitos de carácter fluvio-glaciario, contienen oro libre, pero su distribución es errática y en variable cantidad (Stoll, 1957; García y Soto, 1988).

Se acepta que la existencia de oro en los aluviones de la comarca se debe a la meteorización de las vetas auríferas aflorantes. Sin embargo se han explotado lavaderos, conocidos como depósitos eluviales, en las nacientes o cabeceras y en las laderas de varios arroyos que no son vinculables a yacencias vetiformes conocidas. Es de pensar, entonces, que ellos son el producto de la removilización de paleoplaceres y redistribución del oro clástico por parte de la acción glaciaria (García y Soto, 1988).

En los arroyos El Manzano y Milla Michicó, como también así en algunos de sus afluentes, se detectó además una pequeña proporción de cinabrio, en granos redondeados de uno a cuatro milímetros de diámetro, acompañando al oro, hematita, pirita y otros minerales pesados (Picchetti, 1943, en Stoll, 1957; Losada y Gelós, 1974).

El estudio geoquímico por mercurio en las nacientes de los arroyos que drenan la cordillera del Viento entre el cerro Torreón y el arroyo Milla Michicó, efectuado por Gelós y Domínguez (1981), señaló medias aritméticas de 0,278 ppm Hg en sedimentos de corriente, 0,277 ppm Hg en sedimentos aluviales y coluviales y 0,254 ppm Hg en sedimentos fluvio-glaciares, las cuales se consideran como valores de fondo. Valores anómalos de 0,70 y 0,73 ppm Hg se hallaron en las nacientes del arroyo Colo relacionados a una fractura con alteración hidrotermal cuarzo-sericitica y abundante pirita.

Se desconoce el origen del cinabrio, pero procedería de vetas metalíferas ya que, además de los resultados obtenidos por Gelós y Domínguez (1981), se determinó entre vestigios y 0,01 % Hg en análisis rea-

lizados en dos vetas próximas a La Primavera, o bien contenido en fisuras o diseminado en las volcanitas de la comarca, tobas y/o lavas, substituyendo parcialmente a la matriz de las mismas, vinculado a los procesos de alteración hidrotermal presentes en el área (Hernández Sobrino, 1992; Higuera Higuera, 1995), o bien procedentes de la recuperación del oro mediante amalgamamiento con mercurio. El estudio realizado por Castro y Gamba (1994), citado por Castro (1999), ha reconocido la presencia de mercurio en algunos sitios del aluvio del río Neuquén.

Investigaciones realizadas en el aluvión del lecho del río Neuquén (fig. 81 y 82), comprendido entre Andacollo y Chos Malal, determinaron que contiene entre 0,01 g/m³ y 0,33 g/m³ Au (Bravo, 1934).

Este río y sus principales afluentes de ambas márgenes, entre Huinganco y Paso Huitrín, ha sido objeto de varias investigaciones posteriores, consideradas por Castro (1999 y bibliografía allí citada).

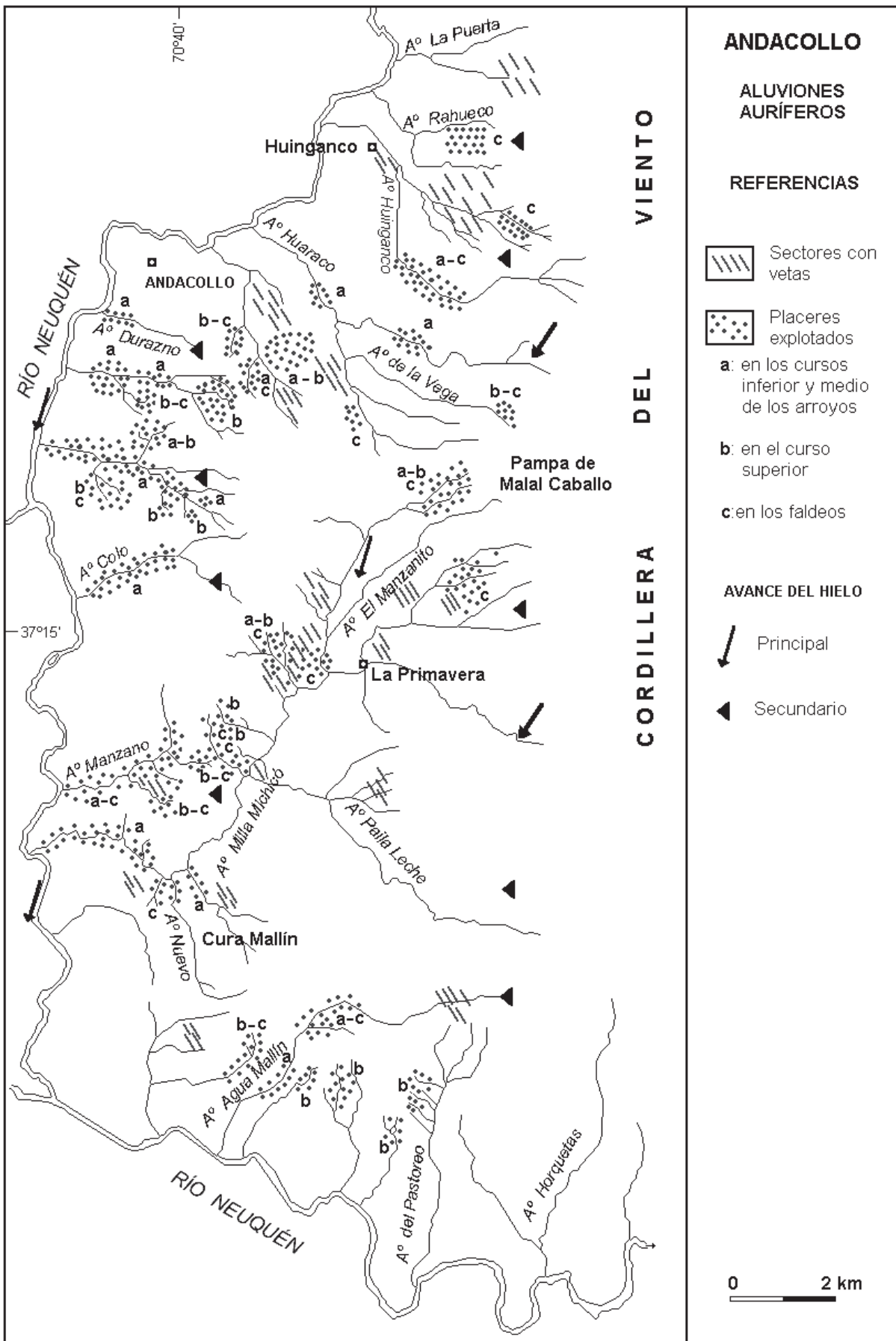
Este autor nos dice que el aluvión del río Neuquén tiene un ancho promedio de un kilómetro, con 10 m de profundidad media. Está compuesto por un 30 % a 75 % de bloques y gravas, entre 8 % y 50 % de arena y < 5% de limo-arcilla. La granulometría disminuye en la dirección de la corriente de agua, observándose un gradual aumento de arena y una consecuente disminución de los tamaños mayores, en tanto que los finos se mantienen constantes.

El *bed rock* de gran parte del río es favorable para entrapar minerales pesados, principalmente en el tramo oeste-este entre la confluencia con el río Trocomán y el cerro Mayal, donde los estratos de las unidades sedimentarias, con bancos friables intercalados, se disponen transversales a la dirección del río.

Las partículas de oro aparecen con una longitud variable entre 0,062 mm y 1,5 mm, siendo su peso de 0,1 mg a 2,5 miligramos. La granulometría, dentro de los aluvios, disminuye desde los depósitos de arroyos a los de río y el tenor varía desde vestigios (<0,0005 g/m³) a 0,35 g/m³, con una fineza de 940 en oro y 60 en plata.

Se han determinado dos orígenes para el oro: uno químico y otro detrítico subordinado, lo cual indicaría dos o más poblaciones con diferentes fuentes de origen y transporte.

El oro detrítico ocurre como clastos laminares, alargados a equidimensionales, con vértices redondeados a subredondeados; la redondez y el aplastamiento aumenta con la mayor distancia a la fuente de procedencia y el tamaño disminuye a delgadas láminas o pajuelas aguas abajo.



ANDACOLLO

ALUVIONES
AURIFEROS

REFERENCIAS

Sectores con
vetas

Placiers
explotados

a: en los cursos
inferior y medio
de los arroyos

b: en el curso
superior

c: en los faldeos

AVANCE DEL HIELO

Principal

Secundario

0 2 km

Figura 81. Andacollo. Mapa de los aluviones auríferos (tomado de García y Soto, 1988).

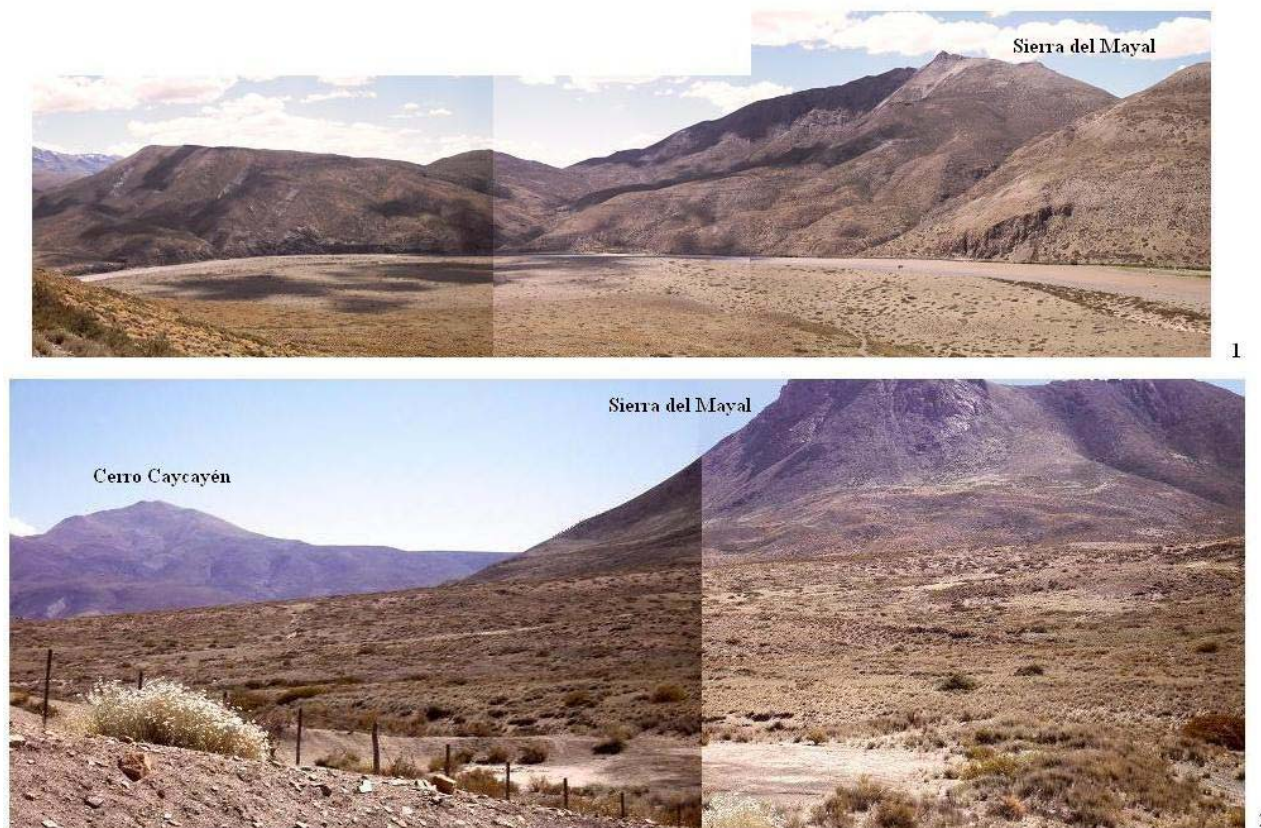


Figura 82. Chos Malal. (1) Aluvio de La Herradura en el río Neuquén y (2) aluvio del pedemonte de la sierra del Mayal.

El oro químico consiste en pepitas de oro con textura botroidal, ocurriendo además como crecimientos de oro cristalino sobre granos de oro detrítico, notándose su formación a partir de soluciones coloidales.

Se diferencian dos tipos de oro químico de origen autigénico: el tipo 1 es prácticamente puro (>98 at. % Au) y su formación se debería a la adición de oro desde una fuente externa, más que a la remoción de plata y otros metales. El tipo 2 es una amalgama de oro, plata y mercurio (4 – 9 at. % Hg) que, localmente, bordea al tipo 1 y su formación se debería a la contaminación con mercurio desde las antiguas explotaciones aluvionales (McCready *et al.*, 2003).

En la desembocadura de distintos arroyos de la margen izquierda en el río Neuquén, de norte a sur, se han obtenido las siguientes leyes en gramos por metro cúbico:

Las Manzanas	0,120
Milla Michicó	0,126
Rahueco	0,065
Manzano	0,117
Huaraco	0,175
Mayal	0,33 a 1,640 (Bravo, 1934)
Malal Caballo	0,062

Curi Leuvú	0,234
El Torreón	0,012
Chacaicó	0,089
Durazno	0,023
Quebrada Honda	0,300
Las Cabras	0,008
Lileo	0,004
Los Maitenes	0,237
Guaraco	0,005
C. de los Caballos	0,130
Trocomán	vestigios
Colo	0,124
Mayal	0,349

Los tenores medios de oro en las muestras logradas entre el arroyo Las Manzanas y Paso Huitrín, varían entre 0,010 g/m³ y 0,266 g/m³. Los más elevados corresponden a los sectores arroyo Colo-arroyo Reñileuvú y La Herradura.

En cuanto a las características del oro químico de los aluviones del río Neuquén y de los arroyos Mayal y Curi Leuvú, los análisis con EDAX de partículas del metal señalan un promedio aritmético de 79,82 % Au, 11,36 % Ag, 0,07 % Cu y 4,84 % Hg, mostrando un bajo porcentaje de plata distribuida homogéneamente y escaso cobre formando parches en los granos.

Con respecto al contenido de mercurio en los arroyos en que se explotó oro en el cerro Mayal, Gamba y Fasoli (1998) realizaron un estudio microgeoquímico del oro aluvial que les permite sostener que el mercurio es una consecuencia de la contaminación antrópica provocada por la actividad minera, hallándose amalgamado con los cristales de oro en una proporción de 0,39 a 34,54 por ciento.

Los aluviones del río Neuquén de los sectores denominados La Herradura y Cerro Mayal (fig. 82), fueron evaluados entre 1985 y 1995 por varias empresas mineras bajo convenio con la Corporación Minera del Neuquén S.E.P. (CORMINE S.E.P.), mediante pozos y muestras de superficie, determinándose la existencia de oro con tenores variables entre $0,0017 \text{ g/m}^3$ y $0,150 \text{ g/m}^3 \text{ Au}$ (Danieli, 2007).

Sobre el mismo río, entre cuatro y 10 km al este de Paso Huitrín, se encuentran planicies aluviales con características favorables para ser exploradas por oro: numerosos canales anastomosados y meandros abandonados (Holmberg, 1971) (fig. 83).

Otros depósitos de oro aluvial son citados para el sudoeste de la provincia, en las comarcas de Aluminé y Junín de los Andes, en los arroyos China Muerta, Quillén (Estancia Quillén), Rahue y Nahuel Mapi y en el río Aluminé (Puesto Quemado, Estancia Rancahué, Rincón La Media Luna) (Angelelli, 1950; Turner, 1973, 1976) (fig. 84).

A unos 500 m al norte de la estancia Pulmarí, 25 km al norte de Aluminé, se han trabajado depósitos morénicos que fueron escasamente productivos en oro (Turner, 1976).

4.5. PLOMO-CINC-PLATA

En las primeras décadas del siglo XX comenzaron a operar las minas de plomo, la mayoría de ellas

de pequeño tamaño, cuyas actividades se prolongaron, en algunas, hasta las décadas de 1960 y 1970.

Se encuentran yacimientos epitermales plumbíferos en la parte sur de la cordillera del Viento, en Colipilli, al norte y sur de Loncopué, al nordeste del cerro Atravesada y en Fortín 1° de Mayo.

En cordillera del Viento se tienen depósitos menores tales como *Paulo Nicolás*, *Basilio*, *General Paz* y *Atahualpa*. De igual carácter son las yacencias ubicadas en Colipilli y en las inmediaciones de Chorriaca, en ambos casos hospedadas en la Formación Agrio (Cretácico inferior) (*La Esperanza* y otras manifestaciones innominadas) y al norte de Loncopué (*La Y*, *La Silvita* y *La Dorita*). Sí fueron relevantes las mineralizaciones localizadas al sur de Loncopué (*Agrupamientos Campana Mahuida* y *Cerro Huayelón*), en cerro Atravesada (*Carrerí*) en Fortín 1° de Mayo (*1° de Mayo* y *Rosa Argentina*). Otros, sin interés económico, se sitúan al sur del arroyo Codihue (*Ceferino Namuncurá*) y en Quillén (*Quillén TG*).

En general, según Méndez *et al.* (1995), los cuerpos mineralizados encajan en andesitas, pórfiros andesíticos, areniscas, conglomerados, calizas, pelitas y granitoides.

Los cuerpos vetiformes se alojan, principalmente, en zonas de fracturas de tensión, con contactos netos. Tienen hábito lenticular o conforman una zona mineralizada integrada por venillas y venas de hasta 0,20 m de espesor. Alcanzan de 50 m a 480 m de longitud, localmente hasta 2.000 m, y de 0,10 a 0,40 m, excepcionalmente hasta 1,20 m, de ancho, con rumbos dominantes entre 280° a 300° y, en menor escala, de 25° a 90° e inclinaciones de 70° a 85° , al nordeste, noroeste, sudeste y sudoeste.

La mineralización hipogénica consiste en galena, galena argentífera, esfalerita, calcopirita, mag-



Figura 83. Chos Malal. Aluvios del río Neuquén hacia el oeste y hacia el este del puente sobre la ruta nacional 40.

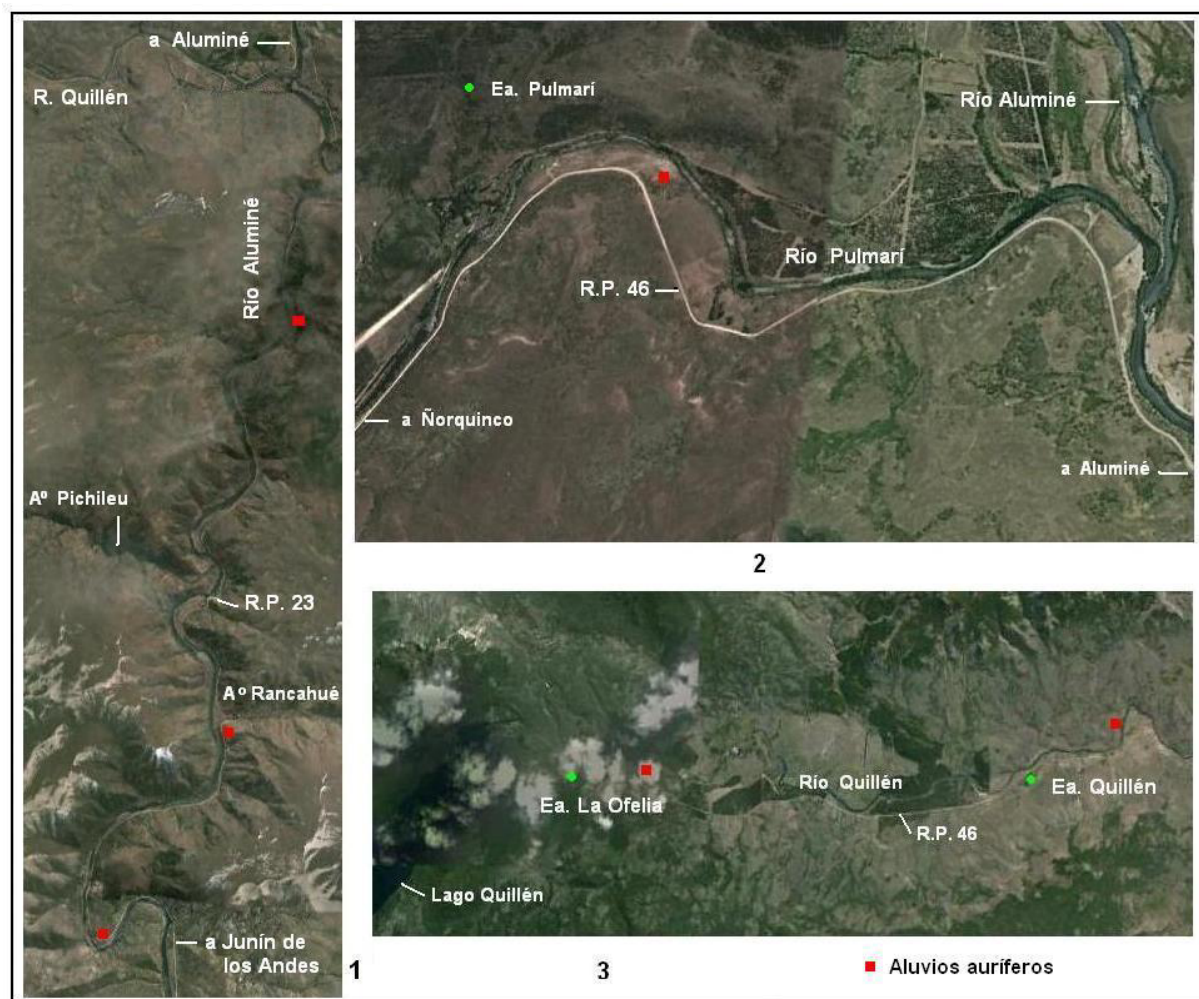


Figura 84. Aluminé. Imágenes satelitales con indicación de los sitios de aluvios auríferos en los ríos (1) Aluminé, (2) Pulmarí y (3) Quillén.

netita y pirita. La secundaria está compuesta por anglesita, cerusita, smithsonita, malaquita, azurita, covellina, calcosina, hematita, limonita y óxidos de manganeso, mientras que la ganga es cuarzo, calcita y baritina.

Las últimas manifestaciones del hidrotermalismo provocaron silicificación, sericitización, caolinización y propilitización de las vetas y la roca de caja. Además de la oxidación de los minerales primarios, la ocurrencia de venillas de limonitas en diaclasas y texturas de precipitación coloidal evidencian fenómenos de disolución y redepositación secundaria.

Las leyes de las sustancias presentes son de 4 % a 61 % Pb; 0,2 % a 30 % Zn; 1 % a 1,8 % Cu; 3 g/t a 960 g/t Ag y, localmente, 3 g/t a 8,2 g/t Au.

La formación de la mayoría de los filones se vincula con los cuerpos subvolcánicos de la Andesita Colipilli (Paleoceno superior a Eoceno medio), en tanto que el *Agrupamiento Campana Mahuida* se relaciona con la Andesita El Sillero (Paleoceno, Darniano) (Zanettini, 2006, 2010).

4.5.1. DEPÓSITOS VETIFORMES

Paulo Nicolás

El depósito se encuentra ubicado a seis kilómetros en línea recta al oeste de La Primavera, sobre la margen izquierda del río Neuquén. Desde el paraje mencionado, el acceso se efectúa en animales de silla.

En el lugar afloran ignimbritas riolíticas de la Formación Cordillera del Viento, ubicándose la veta en la zona de brecha de una estructura de rumbo 73°, con textura bandeada bien desarrollada.

Domínguez y Garrido (1982), nos dicen que la mineralización es bolsonar, localizándose en la zona de cruce de pequeñas fracturas paralelas a la fractura principal, consistiendo en pirita predominante, esfalerita, tetraedrita, tenantita y escasas galena y calcopirita; la ganga es cuarzo y calcita y los secundarios covellina, malaquita, cerusita, anglesita y limonitas.

La alteración hidrotermal presente es cuarzo-sericitica, argílica intermedia, propilitica y carbonatización tardía.

El depósito está genéticamente asociado a procesos volcánicos con aportes de aguas magmáticas, habiéndose formado a una profundidad estimada de 100 m y a una temperatura media de 310°C.

Un concentrado de sericita arrojó una edad radiométrica K/Ar de 34 ± 3 Ma, ubicándola cronológicamente en el Eoceno superior (Domínguez *et al.*, 1984).

Basilio

Este yacimiento se localiza en el flanco oriental de la cordillera del Viento en la proximidad de la confluencia de los arroyos Chacay Melehue y Dos Puentes, a unos cinco kilómetros al oeste del paraje El Alamito. Desde Chos Malal se arriba al paraje mencionado recorriendo 25 km por la ruta provincial 43 y de allí se debe continuar en animales de silla.

La litología local consiste en arcilitas margosas de la Formación Lotena (Jurásico medio) intruidas por diques de pórfiro andesítico de la Andesita Colipilli (Paleoceno superior a Eoceno medio), con los cuales se relacionaría la mineralización.

Angelelli (1950) nos dice que las vetas se alojan en estos diques o en su contacto con las sedimentitas. En cantidad de cinco, son casi paralelas, de rumbo nordeste e inclinación subvertical al noroeste. Los afloramientos ocuren con interrupciones en más de 200 m, con una potencia variable entre 0,20 m y un metro estimándose la media en 0,35 metros.

Las masas mineralizadas son lenticulares. La mineralización epitermal consiste en galena y, más abundante, esfalerita en ganga de cuarzo, baritina, calcita y roca de caja. La galena se dispone en guías de tres a ocho centímetros de espesor y también distribuida en el cuarzo, en tanto que la esfalerita se halla diseminada en forma de granos pequeños.

Las leyes de comunes dadas por Palacio (1950) y la ley media ponderada calculada son:

	Pb	Zn	Ag
Veta 1	1, 38 %	14, 60 %	197, 7 g/t
Cancha veta 1	10, 23 %	25, 60 %	2.289, 7 g/t
Veta 2	1, 84 %	0, 90 %	28, 7 g/t
Veta 3	8, 39 %	7, 03 %	184, 0 g/t
Veta 4	3, 82 %	6, 87 %	51, 3 g/t
Ley media ponderada (en este trabajo)	4, 18 %	7, 61 %	102, 36 g/t

Se estiman 21.875 t de recurso mineral. El laboreo minero consistió solamente en trincheras y dos piques poco profundos realizados en dos vetas.

Atahualpa

El depósito se encuentra situado sobre la margen derecha del río Neuquén a unos 2,5 km al nordeste de la desembocadura del arroyo El Cholar en dicho río y a unos 32 km en línea recta al oeste de Chos Malal. Desde El Cholar el acceso es posible desde un sitio de la ruta provincial 6 y luego en animales de silla hacia el norte.

En el lugar se encuentran areniscas y conglomerados de la Formación Tordillo (Jurásico superior), intruidos por diques de la Andesita Colipilli (Paleoceno superior a Eoceno medio). Las sedimentitas están silicificadas y piritizadas a ambos lados de la veta.

De acuerdo con Rayces (1947), el yacimiento está compuesto por una veta de rumbo 25° e inclinación de 80° NO, de 0,30 m de potencia, que aflora en tramos cortos. Carece de límites bien definidos, dividiéndose en venillas que se separan y anastomosan.

La mineralización epitermal está compuesta por galena, dispuesta en guías paralelas o entrecruzadas, esfalerita y piritita, en ganga de cuarzo y calcita. La caja de areniscas y conglomerados se encuentra silicificada y piritizada.

La distribución de la mena es irregular, presentándose en bolsones. La ley de plomo es muy baja, variando desde vestigios hasta 10 % Pb, el cinc se encuentra en el orden de 2,60 % y carece de plata.

Alrededor de un kilómetro al sur de la labor principal se hallan siete vetas de baritina, cuyos rumbos varían de 5° a 35° y las potencias medias de 0,05 m a un metro. Contienen escasa galena en pintas y venillas de 0,02 m a 0,03 m de espesor.

Las labores realizadas consisten en tres galerías de 10 m de longitud, además de trincheras y escarpes en las vetas de baritina.

General Paz

La yacencia se sitúa sobre la margen izquierda del río Neuquén a unos 27 km en línea recta al oeste de Chos Malal. El acceso es posible en animales de silla desde el paraje Cura Mallín, al cual se arriba recorriendo 42 km por la ruta provincial 43, desde la ciudad de Chos Malal, y luego ocho kilómetros por camino secundario hacia el oeste. Otra posibilidad es en animales de silla desde la mina Atahualpa (ver anterior), localizada a cinco kilómetros al sudoeste, y vadear el río Neuquén, aunque esto sólo es posible en su época de estiaje.

En el sitio afloran areniscas y conglomerados de la Formación Tordillo (Jurásico superior), intruidos por diques de la Andesita Colipilli (Paleoceno superior a Eoceno medio), que ofician de roca de caja

silicificada y piritizada hasta unos 10 m a ambos lados de las vetas.

Rayces (1947), nos dice que el depósito está compuesto por cuatro vetas:

Dos de ellas, separadas 10 m una de otra, tienen rumbo 5°, inclinación subvertical y de 0,80 m a un metro de potencia. La oriental se destaca en el terreno como un crestón de cuarzo manchado por limonitas pardo oscuro.

La tercera de rumbo 22° e inclinada 85° NO, está conformada por dos ramas paralelas con 0,80 m de separación entre ellas; tienen de 0,12 m a 0,15 m de espesor una y 0,05 m la otra. La veta menor es discontinua y la roca encajante entre estas vetillas se halla brechada e impregnada por limonita.

La cuarta veta tiene rumbo 45° y 1,20 m de espesor; no aparece en superficie y solamente es posible observarla en un pique.

La mineralización epitermal está constituida por escasa galena de grano fino en ganga de cuarzo, calcita, siderita y limonita; localmente el cuarzo es oqueroso y presenta *parting*. En la tercera de las vetas el mineral es galena pura y la cuarta también se encuentra bien mineralizada por galena y con abundante limonita en la zona de oxidación.

Las leyes promedio obtenidas son 8,26 % Pb, 1,80 % Zn y 8,6 % de plata. Las labores realizadas consisten en un rajo, dos piques y algunas galerías cortas.

La esperanza

Esta yacencia se halla localizada en el cerro Negro, cinco kilómetros al norte de la población de Colipilli desde donde se accede, con vehículo doble tracción, por las huellas que llevan a los depósitos baríticos del lugar o bien en animales de silla.

Según Zanettini (2006), es un filón hidrotermal alojado en rocas calcáreas de la Formación Agrio (Cretácico inferior), que aflora en una corrida de 1.800 m con rumbo 80°.

La mineralización primaria está integrada por galena, pirita y baritina en ganga de calcita, mientras que la secundaria es cerusita, hematita y limonita. La roca de caja se presenta caolinizada y propilitizada.

La Y

El yacimiento se halla situado en el paraje El Morado, sobre la margen izquierda del río Agrio, a

unos 33 km en línea recta al norte de Loncopué. Desde esta localidad se llega recorriendo 40 km hacia el norte por la ruta provincial 21 hasta la unión con la ruta provincial 28, donde se accede al puesto Oñate y desde éste unos dos kilómetros hacia el suroeste en animales de silla o a pie.

En el sitio afloran lutitas, margas y calizas de la Formación Vaca Muerta (Cretácico inferior) intruidas por diques andesíticos de la Andesita Colipilli (Paleoceno superior a Eoceno medio) y cubiertas por basaltos del Basalto Pino Andino (Pleistoceno medio a superior) (Rovere *et al.*, 2004) (fig. 85).

De acuerdo con las contribuciones de Salaberry *et al.* (1969) y Danieli y Ronconi (1981), es un depósito mesotermal? conformado por tres vetas principales alojadas en brechas de fallas de rumbos 40° y 55°, de 0,850 km a 1, 200 km de longitud, que inclinan de 75° a 85° al noroeste. La potencia mineralizada no sobrepasa los 0,50 m y la longitud superficial no excede los 100 metros.

La mineralización primaria consiste en galena, esfalerita, pirita, calcopirita, magnetita, marcasita, pirrotina, oro, electrum y plata nativa, en ganga de baritina, cuarzo, calcita, siderita y ópalo. La secundaria está compuesta por covellina, hematita, goethita y óxidos de manganeso localmente abundantes.

También se observa mineralización de galena o esfalerita acompañada por pirita, dispuesta en venillas en diaclasas con espesores de 0,04 m a 0,10 metros. Además, pirita en los planos de estratificación de las sedimentitas próximas a las estructuras mineralizadas y en los diques andesíticos.

Los tenores obtenidos sobre cinco muestras indicativas son los que se muestran en la Tabla 6.

Se estima un recurso de 21.400 t (Méndez *et al.*, 1995), con leyes medias aritméticas de 5,82% Pb, 3,08% Zn y 1.810,3 g/t de plata.

Las labores de reconocimiento consisten en destapes y tres galerías sobre veta de 10 m a 35 m de longitud, inaccesibles a la fecha.

La Silvita

Este depósito se sitúa a unos 10 km al nordeste de Loncopué, desde donde se accede por la ruta provincial 32 y huella para vehículos de tracción simple.

De acuerdo con Sánchez (1953) y JICA (1982), consiste en un filón de rumbo este, de 200 m de longitud, 0,80 m de potencia media e inclinación subver-

Vetas:	1, 31% a 14, 36% Pb	2, 82% a 4, 11% Zn	1.223, 4 g/t a 4.944, 2 g/t Ag
Diaclasas:	3, 81% a 9, 15% Pb	2, 31% Zn	346, 2 g/t a 727, 4 g/t Ag
Dique:			6, 2 g/t Ag

Tabla 6. Leyes ponderadas de 5 muestras de yacimiento La Y.

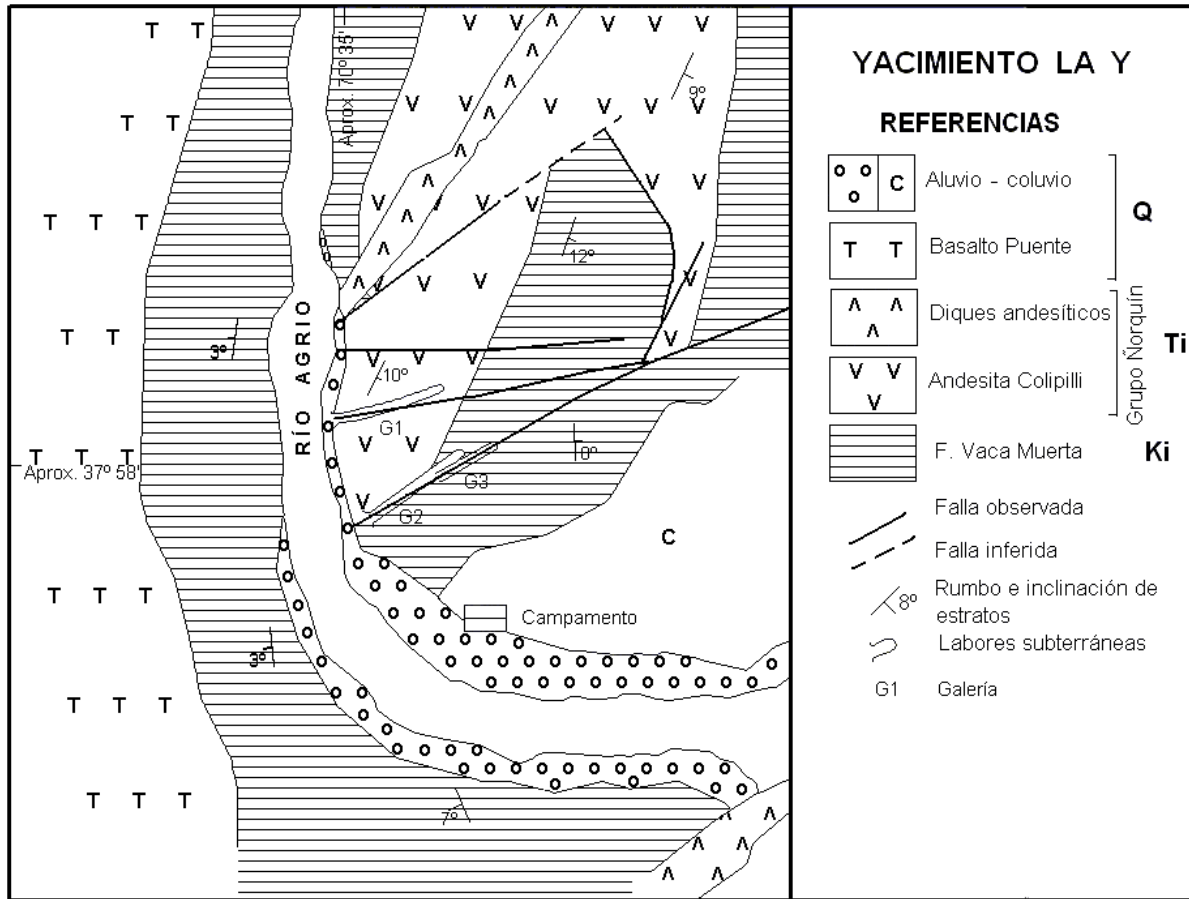


Figura 85. La Y. Esquema geológico de la comarca del yacimiento (tomado de Danieli y Ronconi, 1981).

tical, que se aloja en el contacto entre areniscas de la Formación Los Molles (Jurásico inferior) y cuerpos andesíticos subvolcánicos de la Andesita El Sillero (Paleoceno, Daniano).

La mineralización epitermal constituye una veta compuesta por galena, esfalerita, calcopirita, pirita y antimonita, en ganga de cuarzo.

La roca encajante muestra una zona de alteración arcillosa de 0,05 m a 0,10 m de ancho que, localmente, alcanza a un metro.

Las leyes de mineral indican: 6,10 % Pb, 16,05 % Zn, 0,18 % Cu, 30 % Fe, 0,20 % Mn, 8,2 g/t Au y 4,70 g/t Ag, infiriéndose un recurso de 2.700 t de mineral.

Se realizaron piques y labores superficiales de exploración.

Agrupamiento Campana Mahuida

El *Agrupamiento Campana Mahuida* se ubica 15 km al sur de Loncopué, accediéndose por la ruta provincial 33 hacia el sur y camino secundario hasta el paraje Campana Mahuida, donde se halla.

Descubierto en 1882 por un minero chileno, de norte a sur comprende las vetas *Lastenia*, *Carmen*, *Teresa*, *Temis*, *La Chilena*, *María*, *Belén*,

Carmela, *Amelia*, *Carola* y *Cacique*, depósitos epitermales estos ligados al magmatismo paleoceno de la Andesita El Sillero (fig. 86,87,88,89 y 90).

De acuerdo con Zanettini (1979a y 2010), en el área afloran lutitas, arcilitas calcáreas y areniscas finas de la Formación Los Molles (Jurásico inferior a medio), sobre la que yacen en concordancia e interdigitados conglomerados polymícticos, areniscas conglomerádicas y areniscas gruesas de la Formación Lajas (Jurásico medio). La Formación Los Molles contacta tectónicamente con conglomerados polymícticos y areniscas gruesas de la Formación Lotena (Jurásico medio), a la que siguen calizas y margas de la Formación La Manga (Jurásico superior). El conjunto está intruido por filones capa y diques andesíticos de la Andesita El Sillero (Paleoceno, Daniano). Finalmente, basaltos pleistocenos cubren en parte a las entidades mencionadas.

Según Serrano (1948), Palacio (1950), Angelelli (1950) y Fernández Lima y Monchablón (1970), son filones epitermales que encajan en las Formaciones Los Molles y Lajas y en la Andesita El Sillero de manera casi paralela, ocupando fracturas de rumbo 280° a 305° e inclinación dominante al noreste de 65° a vertical emplazadas en una zona de cizalla.

Las vetas *Carmen, Teresa, Temis y Belén* se alojan en andesita, manifestándose como crestones de cuarzo ferruginoso, *Carmela* lo hace en el contacto sedimentos-andesita y las restantes en las sedimentitas observándose las como crestones de baritina teñidos por limonitas.

En la parte superior los contactos de las vetas con la roca de caja son netos; tienen longitudes de 150 a 600 m, constituyendo en algunos casos corridas discontinuas de hasta 2.000 m (vetas *Lastenia, Amelia y Cacique*), con espesores entre decímetros y 1,60 metros.

Dentro de esta potencia se presentan venas, de estructura bandeada o brechosa cuando están bien constituidas, y/o venillas paralelas mineralizadas, de ancho variable entre pocos milímetros y 0,15 metros.

En profundidad las vetas tienen contactos mal definidos, alcanzan hasta dos metros de espesor y están compuestas por venillas paralelas dentro de la roca encajante.

Oblicuamente a este sistema se presenta otro constituido por venillas que se unen o ramifican, cuyas potencias varían desde pocos milímetros hasta 0,10 metros. Ambos sistemas se entrecruzan y dan lugar a un entramado, en ocasiones sigmoidal.

El mineral primario consiste en galena argentífera, de grano grueso a fino, en delgadas guías de hasta 0,10-0,15 m, lentes o pecas, argentita, pirolusita, psilomelano, escasa esfalerita, calcopirita, willemita y pirita.

La mineralización es variable: el tenor de galena aumenta en el cruce de dos vetas y donde ellas son ricas en galena, son pobres en minerales de manganeso y viceversa.

La mineralización secundaria se distribuye en una zona de oxidación cuya profundidad alcanza en las labores entre 37 y 60 m, por lo que posiblemente tenga mayor extensión vertical. Está compuesta por cerusita, con elevado contenido en plata, anglesita, smithsonita, óxidos de manganeso,

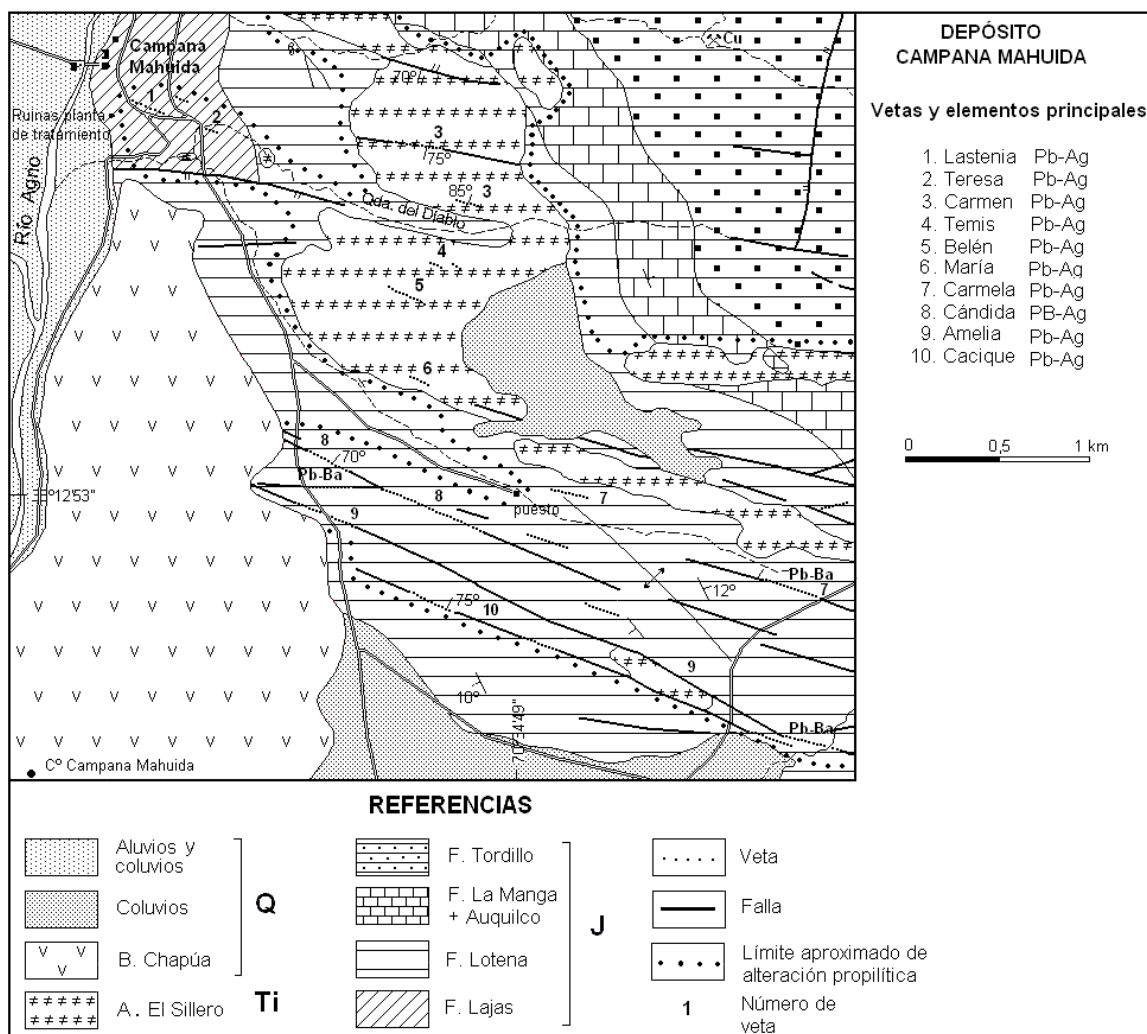


Figura 86. Campana Mahuida. Mapa geológico de las vetas del Agrupamiento Campana Mahuida (modificado de Angelelli, 1938).

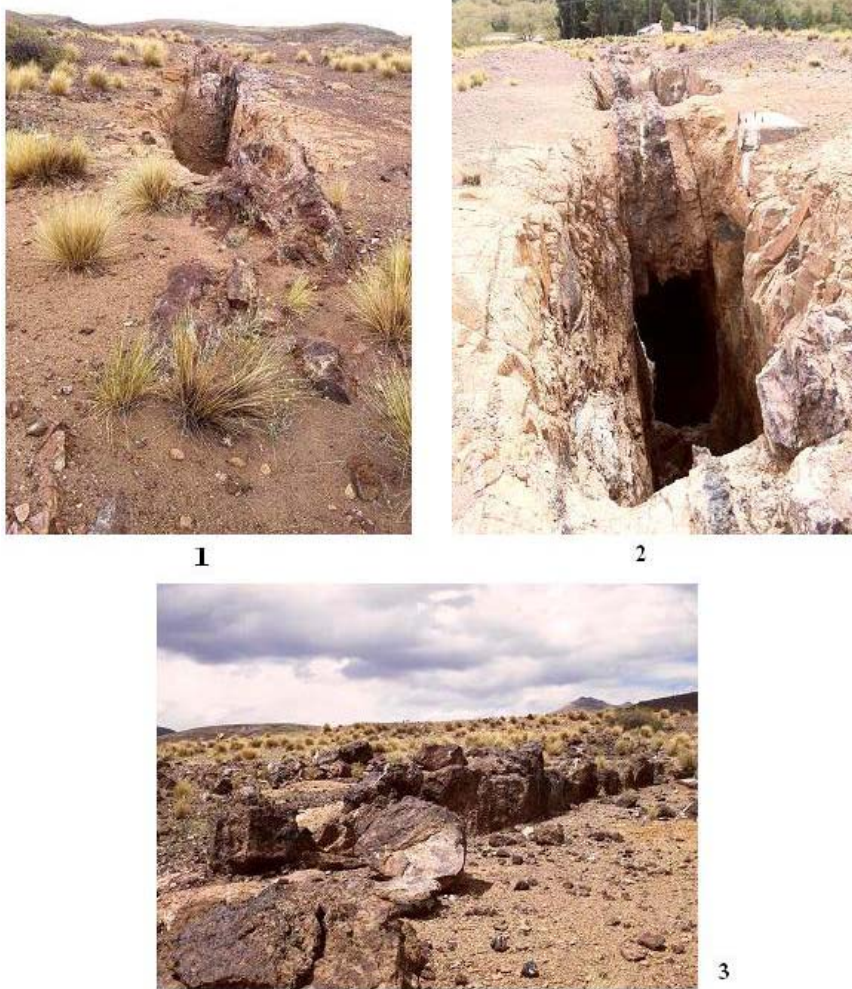


Figura 87. Veta Lastenia. Labores vistas hacia el este (1), hacia el oeste (2) y oxidación superficial (3).



Figura 88. Veta Carmela. Labores vistas hacia el nordeste.

hematita y limonita; muy escasa y local es la presencia de malaquita, azurita y cuprita.

Gallegos *et al.* (2004), Gallegos *et al.* (2005) y Berbeglia *et al.* (2005) citan también, como supergénicos, la presencia de zincsilita, hemimorfita y gunningita, que se encuentran en agregados

microcristalinos intercrecidos con cuarzo y silicatos de cinc en venillas de hasta un centímetro de espesor en la masa limonítica.

La ganga está compuesta por cuarzo, baritina, calcita, ópalo y roca de caja; la baritina y la calcita se presentan como guías, venas o relleno de cava-

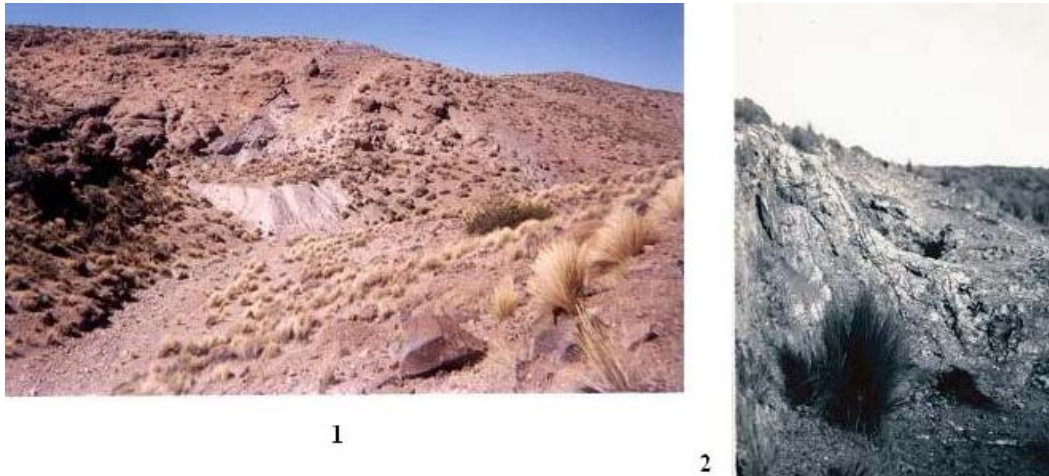


Figura 89. Veta Amelia. (1) escombrera y traza hacia el nordeste. (2) bocamina. (Fot. Ing. V. Angelelli, noviembre de 1937, suministrada por el Archivo Histórico Visual, SEGEMAR, IGRM).



Figura 90. Veta Cacique: (1) labor hacia el oeste sobre falla que contiene la veta; (2) bocamina; (3) labor a cielo abierto sobre veta; (4) continuación de la veta hacia el este.

des. Por otra parte, la baritina es la ganga dominante en las vetas alojadas en areniscas, presentándose en masas blancas con galena diseminada, en tanto que el cuarzo es dominante en los filones alojados en andesita.

Según las leyes de mineral (Palacio, 1950) sobre muestras tomadas en canaleta en las vetas principales, fueron calculados los siguientes tenores medios ponderados:

Veta Lastenia: 22, 78 % Pb	646 g/t Ag
Veta Carmen: 23, 30 % Pb 2, 95 % Zn	575, 30 g/t Ag
Veta Cacique: 22, 47 % Pb 18, 14 % Zn	554, 47 g/t Ag

Los estudios realizados por Fernández Lima y Monchablón (1979) indicaron que existe una variación negativa de las leyes de plomo hacia profundidad.

A la fecha *Lastenia* se encuentra agotada, mientras que en *Carmen* restan 1.550 t con leyes de 11 % Pb y 350 g/t Ag y en *Cacique* 25.829 t de mineral con leyes de 5,2 % Pb y 115 g/t Ag (Sudamconsult y Asociados S.R.L., 1973).

Teniendo en cuenta que se consider a este Agrupamiento como satelitario del pórfiro cuprífero *Campana Mahuida*, localizado al este, y que dataciones radimétricas sobre granitoides del mismo indican edades entre $65 \pm 3,3$ Ma y $60,7 \pm 1,9$ Ma (JICA-MMAJ, 2001; Franchini *et al.*, 2002, 2003; Franchini, com. epist. 2003 y 2004, en Zanettini, 2010), se establece para el Agrupamiento edad Paleocena inferior (Daniana).

Los filones principales fueron trabajados mediante rajos, trincheras y 2.876 m de labores subterráneas en varios niveles que alcanzaron entre 10 y 65 m de profundidad, mayormente sobre veta, durante el lapso 1882-1962. El yacimiento contó con campamento, talleres y planta de concentración para 50 t/día de minerales complejos que solamente operó intermitentemente entre 1958 y 1962 (fig. 91).

Hacia el sudeste de este agrupamiento filoniano, emplazadas dentro de la misma faja de cizalla de rumbo oeste-noroeste, se encuentran afloramientos vetiformes de baritina-galena y hematita-limonita que han sido puestos al descubierto por pequeños destapes. Estos y aquél constituyen un sistema filoniano



Figura 91. Ruinas de la planta de tratamiento del mineral del Agrupamiento Campana Mahuida.

satélite del pórfiro cuprífero *Campana Mahuida* (Zanettini, 1979b, 2010).

Agrupamiento Huayelón

El *Agrupamiento Huayelón* se localiza en las inmediaciones del cerro homónimo, distante unos 27 km en línea recta al sudeste de Loncopué. El acceso al yacimiento se realiza desde Loncopué por la ruta provincial 33 y el camino secundario que hacia el sur, pasando por Campana Mahuida, lleva al paraje Huarenchenque, desde donde siguiendo unos 25 km por huella hacia el este se llega a los depósitos. También se llega a estos desde Loncopué, recorriendo 41 km por la ruta provincial 33 hasta el paraje Quintuco y desde allí en animales de silla hacia el sur.

Dicen Leanza y Hugo (2005) que en el sector de los yacimientos se reconocen calizas, margas y lutitas de la Formación Vaca Muerta (Cretácico inferior) intruídas por cuerpos subvolcánicos andesíti-

cos y dacíticos de la Andesita Colipilli (Paleoceno medio a Eoceno medio), con los cuales se relaciona la mineralización.

De acuerdo con Angelelli (1938, 1950, 1984) y Alessi y Kejner (1959), la zona mineralizada ocupa una superficie aproximada de dos kilómetros cuadrados y comprende las vetas *Agustina*, *La Juanita*, *Victoria*, *Mercedes*, *San Martín*, *1° de Mayo*, *Siberia*, y otras menores que no pasan de simples guías de corta longitud, como *Tendida*, *Sorpresa*, *Santa Rosa* y *Labor 51*, siendo la mayoría de ellas relleno de fallas (fig. 92,93 y 94).

Agustina se aloja en lutitas hornfelizadas de la Formación Vaca Muerta, *La Juanita* y *Mercedes* en lutitas de la misma unidad, *Victoria* y *1° de Mayo* lo hacen en el contacto sedimentitas-intrusivo y *San Martín* en roca andesítica.

De rumbo general noroeste e inclinación subvertical hacia el norte a vertical, tienen longitudes de 110 m (veta *Siberia*) a 1.440 m (veta *Agusti-*

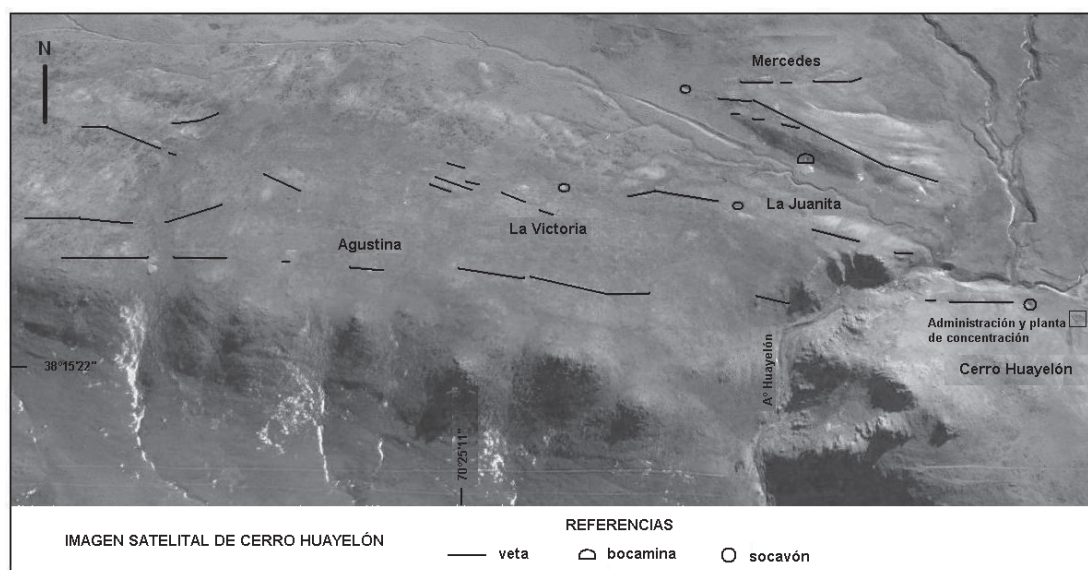


Figura 92. Huayelón. Imagen satelital Google (2015) de la situación de las vetas del Agrupamiento Huayelón.

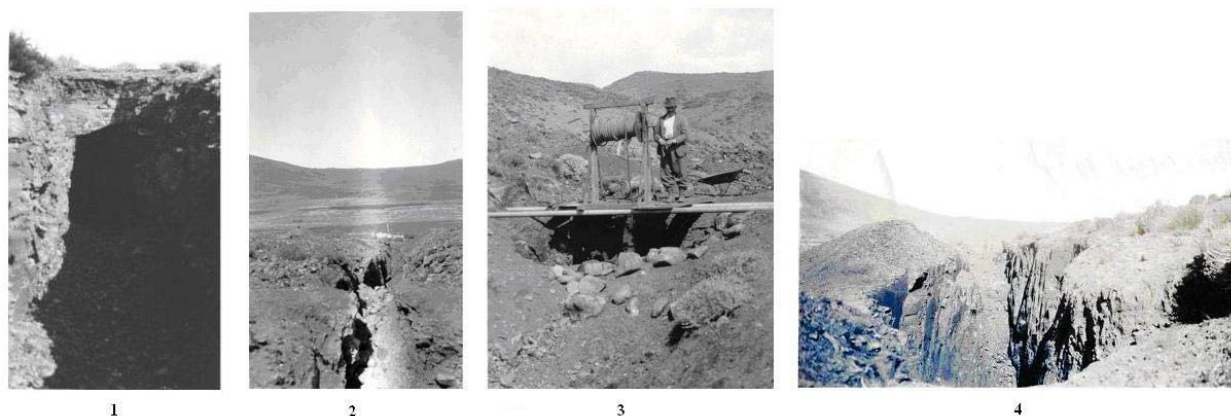


Figura 93. Huayelón. (1) Veta Mercedes: cortaveta (Fot. Ing. P. Sgrosso, fines de 1932); (2) Veta Juanita: labores (Fot. Ing. P. Sgrosso, fines de 1932); (3) Veta Victoria: pique en construcción (Fot. Ing. P. Sgrosso, fines de 1932); (4) Veta Victoria: rajo de la veta (Fot. Dr. Sobral, año 1929). (Fotografías suministradas por el Archivo Histórico Visual, SEGEMAR, IGRM).

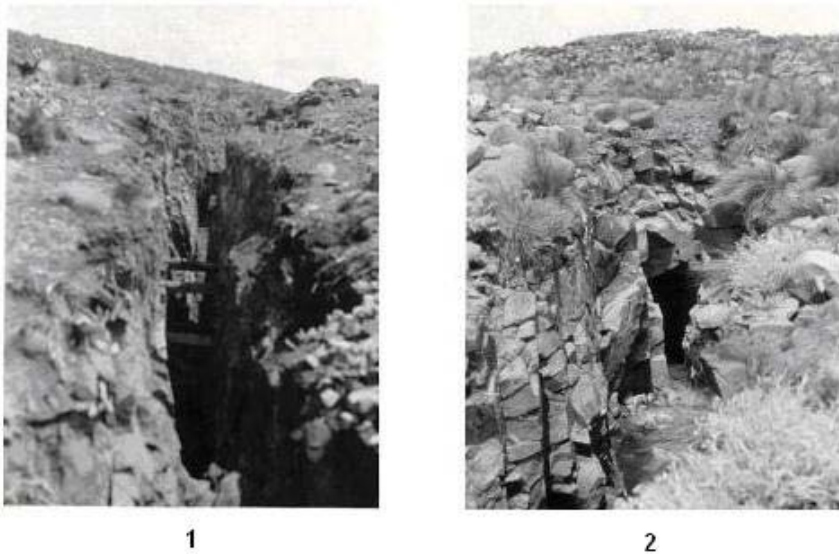


Figura 94. Veta Agustina: (1) filón Siberia.; (2) cortaveta del filón Siberia
(Fot. Ing. P. Sgrosso, fines de 1932, suministradas por el Archivo Histórico Visual, SEGEMAR, IGRM).

na). Los espesores son muy variables entre 0,03 m y 1,50 m, con un promedio de 0,44 m, reduciéndose a guías de un centímetro de potencia en algunos sectores. En los piques efectuados, a unos 17 m de profundidad, se puede observar que las vetas se adelgazan resolviéndose en finas guías de calcita estéril.

La estructura es bandeada, con guías formadas por alternancias de mineral de mena y ganga; también se la observa brechosa en algunos sitios.

La mineralización epitermal (Angelelli *et al.*, 1973), es variable y en partes las vetas son estériles. Consiste en galena argentífera de grano grueso a mediano, formando venas, nidos u ojos irregularmente distribuidos en una ganga de abundante calcita, escasa siderita y pequeñas cantidades de cuarzo, acompañada por pirita, calcopirita y esfalerita que, en la veta *La Juanita*, predomina sobre la galena. En las guías laterales a la veta principal se presenta esfalerita casi pura. En la zona de oxidación se encuentran hematita y limonita con escasos restos de mineral primario.

La alteración hidrotermal es caolínica en casi todo el recorrido de las vetas, alcanzando potencias de hasta 0,15 m y dando a la roca encajante colores blanco y/o amarillento.

Las leyes medias aritméticas logradas en comunes son:

Veta Agustina	44, 7 % Pb	5.760 g/t Ag
Veta Juanita	42, 5 % Pb	110 g/t Ag
Veta Victoria	26, 0 % Pb	950 g/t Ag

Los promedios ponderados de los tenores brindados por Sgrosso (1933b) señalan:

Veta Agustina	50, 23 % Pb	11 g/t Ag
Veta Victoria	64, 48 % Pb	675 g/t Ag

Lannefors (1931) nos indica:

Veta Victoria	(a -20 m)	24, 82 % Pb	930 g/t Ag
	(a -25 m)	33, 02 % Pb	973 g/t Ag
Veta Juanita		42, 70 % Pb	125 g/t Ag

La esfalerita de la veta *Agustina* es muy argentífera por la presencia de plata nativa (11,3 kg/t Ag).

Méndez *et al.* (1995) estiman los siguientes recursos minerales: veta *Victoria* 70.000 t, veta *Agustina* 190.000 t y veta *Juanita* 45.000 toneladas.

El autor vincula a este agrupamiento con la Andesita Colipilli por lo que su edad sería paleocena superior a eocena media.

Como la explotación de estas yacencias se inició a fines del siglo XIX, las labores existentes son numerosas. Se contaba con una pequeña planta de tratamiento que beneficiaba el mineral de todas las minas nombradas, haciéndose el transporte del mineral y metal por medio de carros y carretas hasta Las Lajas, cruzando el río Agrío en el paraje Huarenchenque, y de allí en camión hasta Zapala donde se embarcaba en ferrocarril (Sgrosso, 1933b) (fig. 95 y 96).

Hoy inaccesibles, las labores son piques, galerías y pequeños rajos superficiales que se continúan con limitado desarrollo subterráneo debido a la escasa mineralización, totalizando unos 1.125 metros.



Figura 95. Planta de la fundición de mineral plumbífero del Agrupamiento Huayelón. Producción máxima: 2 toneladas en lingotes, en 24 horas (Fot. Ing. P. Sgrosso, fines de 1932, suministrada por el Archivo Histórico Visual, SEGEMAR, IGRM).



Figura 96. Transporte de los lingotes de plomo desde la fundición de Huayelón hasta Las Lajas (Fot. Ing. P. Sgrosso, fines de 1932, suministrada por el Archivo Histórico Visual, SEGEMAR, IGRM).

En los trabajos se alcanzaron profundidades de 10 m en la veta *Agustina*, de 20 m en *La Juanita* y de 40 m en *Victoria*.

Agrupamiento Carreri

Los filones del *Agrupamiento Carreri* se sitúan inmediatamente al nordeste y sudeste del cerro Atravesada, sobre ambos flancos del curso superior del arroyo Carreri. Desde la ciudad de Zapala, se accede recorriendo 35 km por la ruta provincial 13 hasta el puente sobre el arroyo nombrado, desde donde se arriba a la estancia Carreri y de allí se continúa en animales de silla.

El agrupamiento comprende yacencias, con posible origen mesotermal, que constituyen las vetas *Carreri*, *CarrerIII*, *Carreri T.G.*, *CarrerIII*, *Carrerri IV*, *La Celosa* y *La Perla*. *Carrerri II* y *Carre-ri T.G.* han sido las de mayor explotación y esta última la descubridora del distrito (fig. 97).

En el área aflora granito del Complejo Plutónico del Chachil (Pérmico inferior), sobre el cual se hallan conglomerados con intercalaciones de areniscas micáceas del Conglomerado Carreri, que Lambert (1956) asigna con dudas al Dogger por la presencia de una impronta de *Trigonia Costata*, en tanto que Zanettini *et al.* (2010) lo incluyen en la Formación Lapa (Triásico superior).

Según Aparicio (1960), las vetas son aproximadamente paralelas; encajan en el granito y, en menor escala, en el conglomerado, ocupando fracturas de rumbo general oeste-noroeste e inclinación de 45° NE a subvertical; existen también vetas de rumbo nordeste, verticales. Tienen una longitud de 150 m hasta 260 m, con potencias entre 0,05 m y 0,45 m, excepcionalmente 1,00 m a 1,20 m, y hasta 2,00 m en las intersecciones entre ellas.

La estructura es brechosa, formada por mineral de mena, cuarzo, baritina y roca de caja, y/o de vetillas de hasta 0,25 m de espesor. El mineral de mena se presenta formando «bolsones» o «nidos».

En *Carrerri III* solamente se han hecho destapes superficiales sobre un sombrero de hierro de rumbo 40° y posición vertical, de 1,00 a 1,20 m de potencia, observándose también vetillas delgadas entrelazadas, a manera de un *stockwork*, que en conjunto alcanzan de 10 m a 12 m de ancho.

Carrerri IV es también un sombrero de hierro de 0,30 m a 0,50 m de espesor, en el que un socavón de seis metros puso al descubierto una veta de 0,10 m de potencia que inclina 43° al norte.

Danieli *et al.* (1979) señalan que el mineral hipogénico consiste en galena argentífera, de grano grueso, esfalerita, calcopirita, pirita, arsenopirita, escasos oro, tennantita, tetraedrita y pirrotina, en ganga de abundante cuarzo, calcita, baritina y roca de caja; en profundidad aumenta el contenido de pirita. La mineralización secundaria está compuesta por malaquita, azurita, calcosina, covellina, digenita, arseniatos de hierro y cobre, siderita, hematita, limonitas y óxidos de manganeso; los tres últimos forman en superficie sombreros de hierro de color ocre a pardo oscuro. Las leyes de mineral, sobre muestras tomadas por Aparicio (1960) en las vetas principales, proporcionaron los siguientes tenores medios:

Carrerri II	veta	34, 12 % Pb	10, 60 % Zn	556 g/t Ag
	cola	14, 35 % Pb	24, 90 % Zn	165 g/t Ag
Carrerri T.G.	veta	34, 80 % Pb	21, 60 % Zn	380 g/t Ag
Carrerri IV	veta	61, 50 % Pb	0, 20 % Zn	960 g/t Ag

El estudio realizado por el autor citado en la mina *Carrerri II* sugiere que los valores de plomo se man-

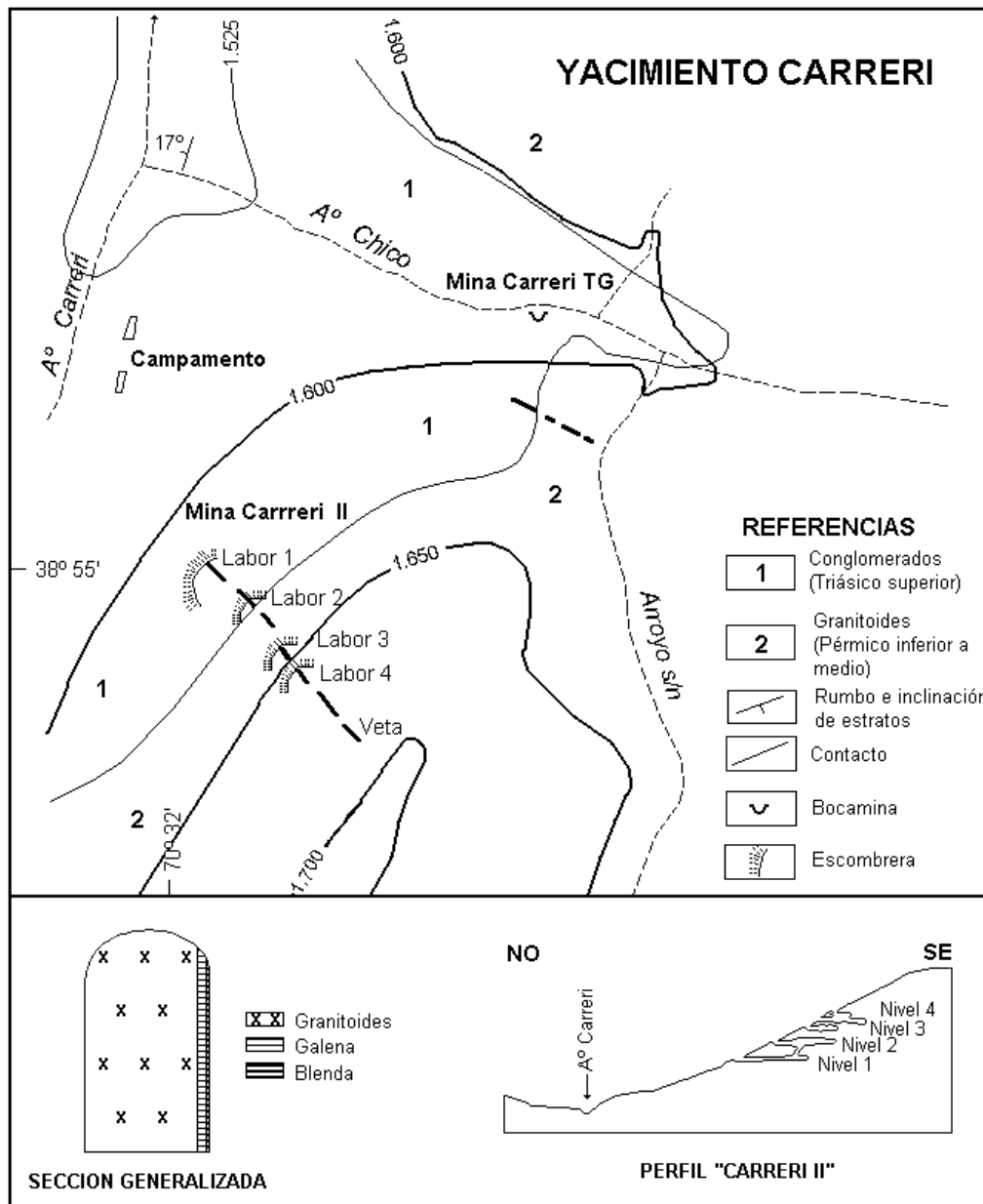


Figura 97. Yacimiento Carreri. Mapa y perfiles de las vetas (tomado de Aparicio, 1960).

tienen uniformes hacia profundidad, mientras que disminuyen las leyes de cinc y plata. JICA-MMAJ (2001) indican 321 g/t Au en una muestra de mineral, mientras que INGEOMA (1993) notifica 6,6 g/t Au en veta y 0,22 g/t Au en material de cancha mina.

Méndez *et al.* (1995) consignan 70.000 t de recursos minerales estimados para *Carreri II* + *Carreri TG*.

En las inmediaciones del cerro Atravesada afloran cuerpos intrusivos subvolcánicos y efusivos andesítico-riodacíticos que fueron atribuidos al Oligoceno por Lambert (1956) y datados en 71 ± 3 Ma y 75 ± 3 Ma (Cretácico superior tardío) por García Morabito (2010).

Asimismo, diques andesíticos alojados en estructuras, portadores de calcopirita, bornita y pirita, in-

truyen a granitoides silicificados y, localmente, sericitizados en los alrededores del cañadón de las Rocas Bayas (cuatro kilómetros al sud-sudoeste del cerro Atravesada), y sobre la margen derecha del cajón del arroyo Carreri (desde las minas y por unos 3,5 km hacia el sudoeste), se encuentra una amplia zona en la cual afloran subvolcanitas diqueiformes con óxidos de hierro y manganeso, vetas de cuarzo y venillas de óxidos (INGEOMA, 1993).

De acuerdo con las relaciones de las vetas con las rocas encajantes, con ese magmatismo se vincularía la mineralización que, por ello, tendría esa edad.

Los filones principales fueron trabajados mediante rajos y labores subterráneas mayormente sobre veta; en *Carreri T.G* se realizó una galería de 260 m, un pique de cinco metros y un rajo; en *Carreri II*,

cuatro galerías en otros tantos niveles que totalizan 187 m, un chiflón, un rajo y piques. El yacimiento contó con campamento y una precaria instalación para concentración del mineral plumbífero de *Carreri II* y *Carreri T.G.* (Angelelli, 1984).

Rosa Argentina

Se ubica a unos 100 km al sudoeste de Zapala en las cabeceras del arroyo Catatún, cinco kilómetros al oeste de la estancia Belisle. Al depósito, conocido también como Catatún, se llega desde Zapala recorriendo 11 km por la ruta nacional 40 hacia el sur y 75 km por la ruta provincial 46 para ingresar a la estancia mencionada, desde donde se continúan cinco kilómetros en animales de silla.

Según Leanza *et al.* (1985), en el área se observan sedimentitas de la Formación Los Molles (Jurásico inferior a medio), intruidas por pórfiros monzodioríticos y andesíticos de la Andesita Auca Pan (Paleoceno inferior), y algunas coladas andesíticas con una muy débil alteración hidrotermal y alvéolos rellenos de pirita como único mineral presente.

La veta se localiza en una falla que corta a las sedimentitas jurásicas, con 0,10 m a 0,40 m de potencia. La mineralización epitermal consiste en galena, esfalerita y pirita en ganga de calcita, cuarzo y yeso subordinado.

A unos 1.500 m al sur de la mina aflora una brecha volcánica cementada con calcita que contiene escasos cristales de galena (Plan Cordillerano, 1970b).

El laboreo realizado ha sido escaso, como también así el mineral extraído.

1° de Mayo

El depósito *1° de Mayo* (fig. 98) se localiza en el paraje Fortín 1° de Mayo, en el faldeo occidental

del cordón de la Piedra Santa, 70 km en línea recta al sud-sudoeste de Zapala. Desde esta ciudad se arriba al sitio recorriendo 11 km por la ruta nacional 40 hacia el sur, 80 km por la ruta provincial 46 y dos kilómetros por la ruta provincial 24 hasta el paraje Fortín 1° de Mayo, desde donde parte la huella hacia el yacimiento con un recorrido de 1,6 kilómetros.

En el sitio afloran esquistos filíticos de la Ectinita Piedra Santa (Devónico-Carbonífero) cubiertos en discordancia por areniscas y pelitas de la Formación Los Molles (Jurásico inferior a medio) y areniscas de la Formación Lajas (Jurásico medio) (Cucchi y Leanza, 2006).

No se observan intrusiones magmáticas, aunque en las quebradas se encuentran rodados dioríticos y un afloramiento de igual índole, a pocos kilómetros del yacimiento, se aprecia en un corte de camino de la ruta provincial 46 (Rossi, 1956).

Según Padula (1954), Rossetto y Uratez (1956), Rossi (1956) y González y Danieli (2005a), la yacencia se aloja en los esquistos compuesta por cinco vetas que de nordeste a sudoeste son: *Héctor*, *Oscar*, *Silvia*, *Mario* y *Nelsa*, de rumbo 320° e inclinación de 70°-75° hacia el este. Sus longitudes varían entre 300 y 600 m y el ancho entre 0,10 y 1,40 m, predominando los espesores menores que el metro.

De ellas la principal habría sido la veta *Héctor*, seguida en importancia por *Oscar*. Las demás vetas carecen de interés por sus escasas dimensiones y mineralización.

Oscar se aloja en fallas, con estructura bandeada y, en partes, brechosa, de grano mediano a fino, debido a movimientos postmineralización. Sólo en un caso, veta *Silvia*, se aprecia un sombrero de hierro con abundante hematita y limonita de colores pardos y amarillentos.



Figura 98. Yacimiento 1° de Mayo. Vista hacia el este del depósito, desde la ruta provincial 24.

La mineralización hipogénica se compone de galena de grano fino a mediano, esfalerita de similar característica y pirita, en ganga de calcita, de grano mediano a grueso, y escaso cuarzo. Hacia profundidad disminuye el contenido de galena y aumenta el de esfalerita.

La galena ocurre en pequeñas lentes, venillas y como «bochas» de hasta varios centímetros de diámetro; pirita ocurre también en la roca de caja. Fuera de las vetas conocidas se han hecho destapes en sitios donde se observó la presencia de galena.

La mineralización secundaria está compuesta por malaquita, escasa cerusita, hematita y limonita, observándose además caolinización del material de veta y piritización de la roca de caja.

A esta yacencia, Rossi (1956) le asigna un origen epitermal y sugiere su vinculación con un intrusivo diorítico (Andesita Auca Pan) subyacente de edad paleocena inferior, cuya roca se halló como rodados en las quebradas aledañas, aflora en un cercano corte de camino de la ruta provincial 46 y se manifiesta en el próximo depósito *Rosa Argentina*, que tiene similar mineralización. Si bien no se han realizado estudios calcográficos, esta aparente carencia de intrusiones en el sitio lleva a especular acerca de la posible existencia de sulfuros macizos (Leanza *et al.*, 1985), que indicarían un yacimiento tipo Sedex.

Del estudio de Alessi (1958) se desprende, para la veta *Héctor*, reservas medidas de 2.733 toneladas de mineral con leyes medias ponderadas de 6,55 % Pb y 8,34 % Zn y reservas probables de 2.361 t de mineral con tenores medios ponderados de 7,15 % Pb y 8,36 % Zn. La ley media de plata para el depósito es de 10,07 g/t Ag. El porcentaje de galena disminuye en profundidad y aumenta el de esfalerita.

De este yacimiento se han extraído entre 60 t y 70 t de mineral hasta fines de 1953 y se tienen unas 100 tn de mineral en desmonte con leyes de 6,16 % Pb y 6,98 % de cinc (Menoyo, 1959).

Las labores realizadas consisten en 50 m de rajos y trincheras, 200 m de galerías y ocho metros de piques.

Quillén TG

Se ubica en las nacientes del arroyo de las Caballadas, en el cauce del arroyo que drena la falda oeste del cerro y a unos 180 m de su unión con el arroyo nombrado. Desde Zapala se arriba al sitio recorriendo 11 km por la ruta nacional 40 hacia el sur y 134 km por la ruta provincial 46 hasta la estancia Quillén, desde donde parte la huella hacia la

manifestación con un recorrido de unos 10 kilómetros.

En el sitio afloran granitos y granodioritas del Complejo Plutónico Huechulafquen (Carbónico-Pérmico inferior) cubiertos por la andesitas, tobas y aglomerados de la Andesita Auca Pan (Paleoceno inferior, Daniano superior). Sedimentos inconsolidados aluviales y eluviales holocenos completan el cuadro (Cucchi y Leanza, 2006).

De acuerdo con Mallimacci (1974), la yacencia vetiforme encaja en andesitas de la Andesita Auca Pan. Consiste en cuarzo que rellena una falla de rumbo 290° e inclinación de 80° al norte, conteniendo galena, esfalerita, calcopirita y pirita. Debido a la cubierta de suelo y bosque solamente es visible en una longitud de tres metros, con un ancho de 0,30 metros (fig. 99).

Al efecto de conocer la continuidad de la veta, se realizaron tres perfiles geofísicos transversales a la estructura combinando los métodos polarización inducida, magnetometría y electromagnetometría. Los resultados obtenidos señalan abundante diseminación de sulfuros, pero no mineralización vetiforme de significación (Sabalúa, 1976).

Se estima una edad paleocena inferior para esta yacencia, acorde con la de la roca encajante.

Carece de importancia económica.

Metrencó

Es una manifestación localizada en el arroyo Metrencó, que desemboca en la margen sur del lago Huechulafquen, a unos 45 km de Junín de los Andes, descripta por Turner (1973).

En la comarca se manifiestan granitos y granodioritas del Complejo Plutónico Huechulafquen (Carbónico-Pérmico inferior) cubiertos por volcanitas de la Andesita Auca Pan (Paleoceno inferior, Daniano superior). Depósitos aluviales y eluviales holocenos completan el cuadro (Cucchi y Leanza, 2006).

De acuerdo con Turner (1973) el depósito es de tipo vetiforme emplazado en el Complejo Plutónico Huechulafquen y está compuesta por galena de grano mediano, sin mayores impurezas.

La mineralización podría tener una edad paleocena inferior, por similitud con el cercano depósito *Quillén TG*.

Aguada del León

Según Espejo y González (1998), en el paraje Aguada del León, a unos nueve kilómetros al noroeste del puesto Hernández, contenida en granito biotítico-hornblendífero del Granito Cayupil (Pérmico-

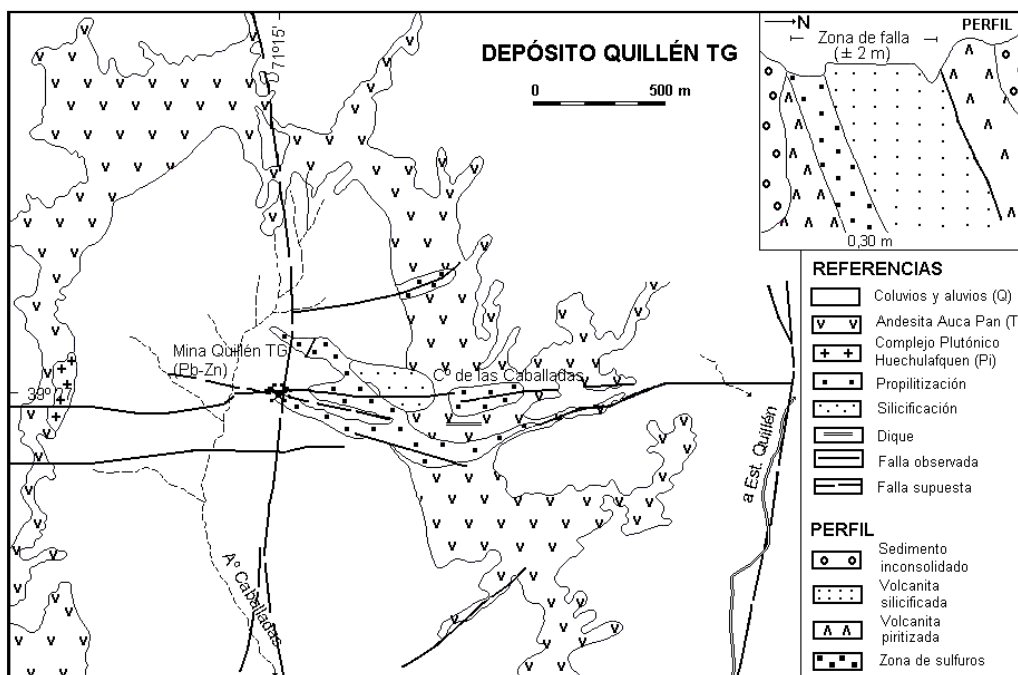


Figura 99. Cerro de las Caballadas. Ubicación y perfil de la veta plomo-cincífera Quillén TG (tomado de Mallimacci, 1974).

co medio tardío-Pérmico superior medio), se halla una veta plumbífera de 0,25 m de potencia promedio que con rumbo este inclina 73° al norte.

4.5.2. DEPÓSITOS ASOCIADOS A SEDIMENTOS

Puesto Gregor

Es una manifestación de plomo-cinc localizada próxima al abandonado puesto Gregor, cercano al río Picún Leufú, en el extremo sudoeste de la meseta de la Barda Negra. Desde Zapala se accede recorriendo 45 km hacia el sur por la ruta nacional 40 hasta el puente sobre el arroyo Picún Leufú y de allí 1,125 km hacia el nor-nordeste en animales de silla o a pie.

En el sitio aflora la Formación Lajas (Jurásico medio) compuesta por areniscas, pelitas y calizas, interpretadas las primeras como barras de desembocadura y las últimas como depósitos de tipo packstone (Zavala, 1993, en Cesaretti *et al.*, 2002) (fig. 100 y 101).

Garrido *et al.* (2000) en el perfil esquemático de la unidad sedimentaria, de arriba hacia abajo, señalan:

- techo: areniscas gruesas con estratificación cruzada y fósiles vegetales.
- nivel de pelitas.
- 0,90 m de caliza dolomitizada, de grano muy fino, brechada, mineralizada.

- 2,20 m de pelitas caolínicas, color gris.
- caliza dolomitizada?
- areniscas grano decreciente con pelitas en el techo.
- base: areniscas y una capa de caliza biostromal.

El estrato en el que se hospeda la mineralización está compuesto por dolomía y dolomía impura, con pasaje lateral a areniscas de grano fino con matriz carbonática, estando el conjunto brechado. Puede ser observado a lo largo de unos 300 m según el rumbo y de 60 m según la inclinación.

La mineralización se aloja en las fisuras de la brecha y en cavidades de disolución, consistiendo en cristales de esfalerita, y menor cantidad de galeña, acompañadas por marcasita y pirita diseminada en la dolomía, que tienen yeso, smithsonita, cerusita y goethita como supergénicos.

El tenor de minerales es de 2,3 a 5,32 % Zn y de 0,04 a 0,075 % Pb en un tramo de 200 m de longitud, pudiéndose estimar un recurso de 40.500 toneladas de mineral.

Se distinguen dos episodios de formación de dolomita, siendo el primero premineral. El segundo es dolomita translúcida implantada en cavidades de disolución y cementando las fracturas y brechas, acompañada por la formación de los sulfuros.

De acuerdo con sus características texturales, mineralógicas, de inclusiones fluidas y de isótopos, la mineralización en la dolomita es epigenética, habiéndose depositado a partir de la circulación de un



Figura 100. Puesto Gregor. La Formación Lajas con mineralización de plomo-cinc (MVT) (Fot. Gómez *et al.*, 2008).

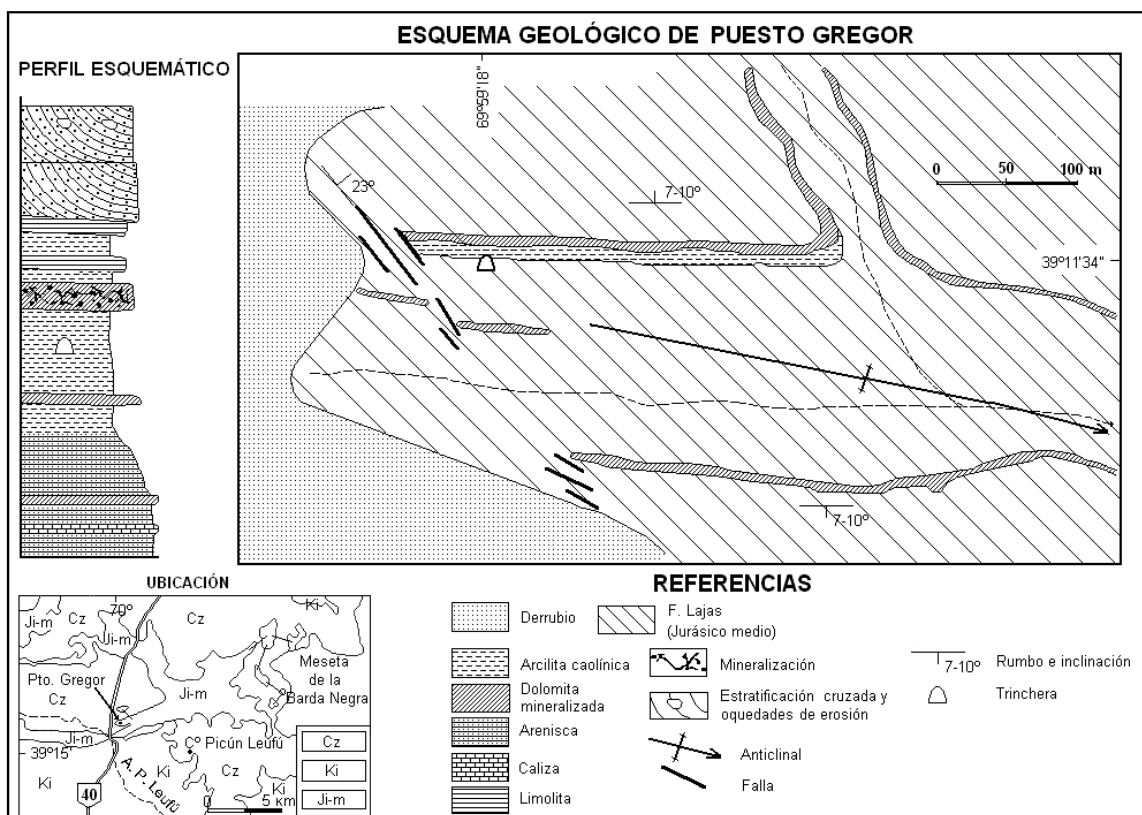


Figura 101. Puesto Gregor. Esquema geológico del sector mineralizado (tomado de Gómez *et al.*, 2008).

fluido ácido, con componentes orgánicos (hidrocarburo), a una temperatura de 150° centígrados, el cual habría lixiviado rocas detríticas. La neutralización de ese fluido ácido por parte de los carbonatos y el consecuente cambio de pH del medio, habría producido la precipitación de los sulfuros. (Garrido *et al.*, 2000; Cesaretti *et al.*, 2002).

Por otra parte, Pons *et al.* (2017) citan el hallazgo de mineralización de Pb-Zn, en un sondeo por petróleo, debajo de los depósitos cupríferos de Barda González y La Cuprosa, a unos 1.000 m de profundidad en el campo petrolífero Aguada Baguales, sitios a unos 22 km en línea recta al nordeste de Cutral C6.

La mineralización se aloja en poros de conglomerados y areniscas costeras y fluvio-deltaicas de la Formación Lajas (Jurásico medio) cubiertas por arcilitas, habiéndose identificado seis estados de cementación de los espacios porosos: 1) cuarzo, 2) yeso, 3) marcasita±illita, 4) siderita, 5) esfalerita+ galena± calcopirita, 6) caolinita supergénica. Evidencias texturales de los minerales indican que precipitaron ante la presencia de fluidos hidrocarburo.

Este tipo de yacencias, asimilables al Mississippi Valley (MVT), abre nuevas posibilidades de prospección en la Cuenca Neuquina.

5. ÁREAS FAVORABLES

Un área favorable para la exploración es aquella que, de acuerdo con observaciones geológicas expeditivas, se determina que reúne características estructurales, de mineralización, de alteración y geoquímicas propicias para su exploración profunda y puede llegar a contener, bajo parámetros económicos adecuados, un yacimiento mineral.

Siguiendo este criterio, se reconocieron 12 áreas principales en las que se realizaron estudios geológico-mineros preliminares, referidos a las características antes señaladas, que han puesto de manifiesto una potencial favorabilidad para ellas, y también comarcas con depósitos de baritina hidrotermal con posibilidades de asociarse a mineralización metalífera.

De norte a sur, las mismas son:

Cajón de Los Chenques

El área de alteración del cajón de los Chenques se halla ubicada en el curso medio del arroyo homónimo, que es uno de los que dan origen al río Neuquén, al sudoeste de la laguna Varvarco Campos (fig. 102). Desde Andacollo se accede recorriendo 115 km hacia el norte por las rutas provinciales 43 y 54.

El área se vincula con el arco magmático paleoceno. De acuerdo con Leanza *et al.* (2011), en ella aflora la Andesita Cayanta (Eoceno inferior a medio) intruída por la Monzodiorita Lambedero (Mioceno medio temprano) y cubierta en discordancia por la Formación Cajón Negro (Plioceno inferior) (fig. 103).

Las tareas geológico-geoquímicas iniciales fueron realizadas por Nuñez (1968a), bajo la denominación de Área de Reserva 37 Zona Varvarco.

Según Zanettini (1974, 1987 y 2001) la Andesita Cayanta está integrada por coladas y aglomerados de composición andesítica, de colores grises, violados y verdes, con intercalaciones de tobas y tobas aglomerádicas andesíticas gris claras, dispuestas en bancos gruesos de rumbo 340° e inclinación variable, aunque no mayor de 20°, al sudoeste.

La Monzodiorita Lambedero es un *stock* de monzodiorita y pórfiro diorítico, de color blanco grisáceo, con pirita y magnetita singenéticas diseminadas. Contiene xenolitos de la roca encajante en sus bordes y se le asocian diques de pórfiro diorítico, dacita, granodiorita y tonalita que intruyen a las volcanitas. Provoca una aureola de metamorfismo de contacto de baja temperatura, o halo de alteración, en las volcanitas de la Andesita Cayanta, cuyo espesor varía entre 30 y 50 metros.

La Formación Cajón Negro está compuesta por aglomerados y brechas andesíticas con intercalaciones de basandesitas y tobas dacíticas.

Al norte del arroyo Los Chenques, alojados en la Monzodiorita Lambedero, afloran brechas hidrotermales con fragmentos del intrusivo, no mayores de 5 cm, y matriz limonitizada; son cuerpos elongados a circulares, subverticales, de unos dos metros de potencia media, orientados al norte y noroeste (Figuroa y Torres, 1995) (fig. 104).



Figura 102. Cajón de Los Chenques. Imagen satelital Google de la zona de alteración hidrotermal.

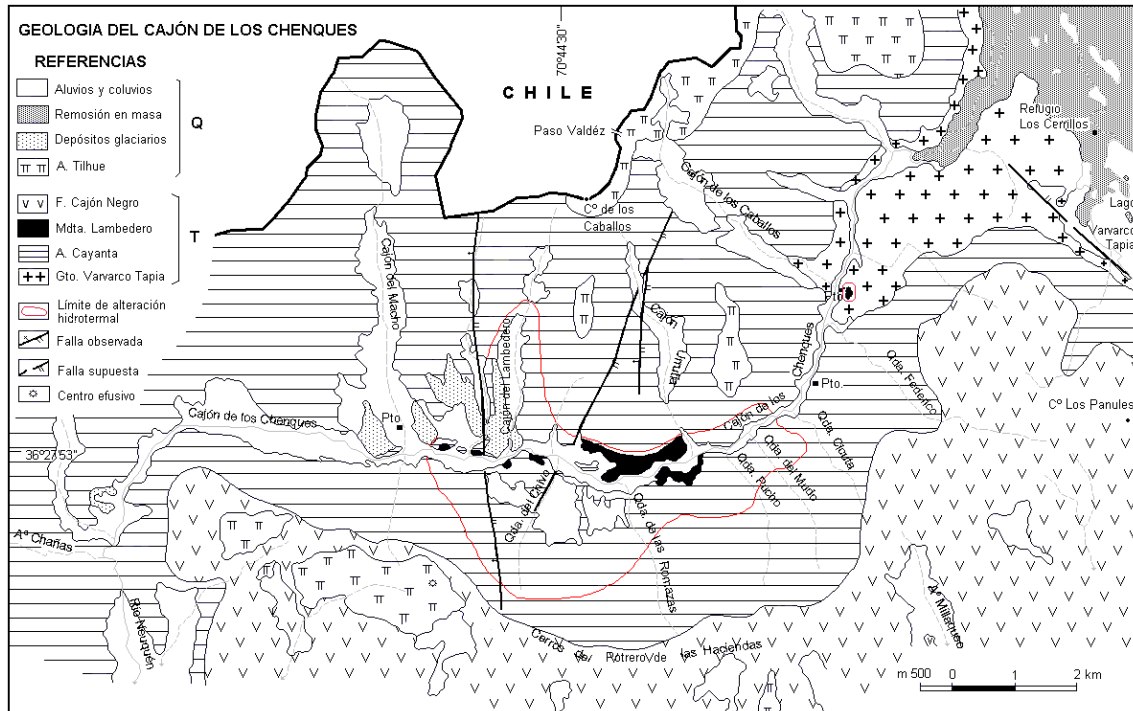


Figura 103. Cajón de Los Chenques. Mapa geológico (tomado de Zanettini, 1974, 1987, 2001).



Figura 104. Cajón de los Chenques. Vista hacia el oeste desde el cajón de Urrutia; a la derecha vista parcial de la intrusión de la Monzodiorita Lamedero.

Las fracturas principales observadas afectan esencialmente a la Andesita Cayanta, aunque no alcanzan carácter regional. Son fallas inversas, de rumbos norte a nordeste e inclinadas 65° a 70° al oeste. Sobre el flanco sudoeste de la laguna Varvarco Tapia se fotointerpreta una falla de rumbo 310°, que se ve reflejada en algunos diques al sur del área alterada y en el curso del arroyo del cajón de los Caballos, como también así en otros situados al norte de éste.

La alteración hidrotermal forma una aureola irregular alrededor del stock Lamedero, de 4,8 km de

largo en sentido este-oeste por 4 km de ancho en sentido norte-sur, afectando al stock mismo y a la Andesita Cayanta, configurando la zonación propia de un sistema tipo cobre porfírico.

Desde los afloramientos de la Monzodiorita Lamedero hacia la periferia del área alterada el grado de alteración es mediano a leve, alcanzando sólo localmente una intensidad tal que oblitera la textura y composición de las rocas.

La alteración biotítica afecta de manera generalizada a la Andesita Cayanta en el sector de con-

fluencia de los arroyos Lamedero y Los Chenques y se reconoce en los bordes del intrusivo monzodiorítico; ocurre además como nidos diseminados y en venillas sola o asociada a cuarzo y piritita.

La alteración cuarzo-sericítica se distingue en toda el área, observándose en forma generalizada en las volcanitas, a las que afecta de manera fuerte a leve hacia el exterior del halo de alteración, y selectivamente a plagioclasa y biotita primaria.

La alteración silíceea se presenta como cuarzo que rellena cavidades de las volcanitas, en venillas delgadas sola o acompañada por otros minerales de alteración y piritita y, en menor proporción, como macroagregados diseminados.

La alteración propilítica, de intensidad variable, es bien manifiesta en la zona externa del halo de alteración, mientras que hacia el centro del mismo se expresa como cloritización selectiva de biotita, plagioclasa y hornesfalerita. Epidoto ocurre como venillas asociado a otros minerales de alteración y calcita reemplaza parcialmente a plagioclasa.

De manera subordinada y sobrepuesta a las alteraciones mencionadas se observa diseminación y venulación de turmalina negra, ligada a epidoto, cuarzo y piritita.

La mineralización hipogénica consiste en piritita diseminada; en la parte interna de la zona de alteración ocurre en venillas sola o vinculada a cuarzo, biotita y turmalina. Se observan también venillas de magnetita. Figueroa y Torres (1995) mencionan una vetilla de cuarzo, piritita, galena y calcopirita, dentro de una zona de cizalla, en el faldeo este del cajón de Urrutia.

La mineralización supergénica consiste en limonitas transportadas y, subordinadamente, hematita en venillas con sulfuros.

El análisis estadístico de los valores geoquímicos en roca de Cu, Pb, Zn y Mo arrojó tenores de fondo, escasos de umbral y muy escasos anómalos, estando estos últimos distribuidos erráticamente en las volcanitas se la Andesita Cayanta próximas al contacto con la monzodiorita y sobre fracturas, es decir dentro del halo metamórfico. En la Monzodiorita Lamedero solamente se registraron valores de fondo para los elementos considerados. Los umbrales de cobre (entre 60 y 116 ppm) y molibdeno (entre 6 y 8,5 ppm) se relacionan con la alteración biotítica y sericítica, mientras que los de plomo (entre 25 y 76 ppm) y cinc (entre 77 y 148 ppm) se localizan en la zona propilítica; los vinculados a fracturas sugieren, además, un control estructural de las anomalías. Con respecto a tenores anó-

malos, el cobre registra 117 ppm y el molibdeno entre 15 y 148 ppm, en tanto que no los hay para plomo y cinc (Zanettini, 1974).

CORMINE S.E.P. (1996a) señala de 0,04 a 0,20 ppm para oro y de 0,10 a 2,90 ppm para plata, en tanto que Placer Internacional Exploration (1995) indica de 4 a 226 ppm para cobre y <0,02 a 0,08 ppm para oro.

Domuyo

Se localiza a oriente del cerro Domuyo (fig. 105), 42 km en línea recta al noroeste de Barrancas. Debido a la ausencia de caminos para vehículo motorizado y considerando la escabrosidad del terreno, el acceso se debe realizar en animales de silla desde la localidad nombrada o bien desde el paraje Aguas Calientes, situado al oeste del cerro Domuyo, del cual dista 24 km en línea recta. A Aguas Calientes se arriba desde Andacollo recorriendo 96 km hacia el norte por la ruta provincial 43. La estratigrafía comprende lavas y brechas riolíticas del Triásico medio a superior (Formación Cordillera del Viento), areniscas, pelitas, margas y evaporitas jurásicas (Formaciones Los Molles y Auquileo) y areniscas, pelitas, pelitas calcáreas jurásico-cretácicas (Grupo Mendoza), pórfiros andesíticos, dioríticos y microdioríticos y andesitas del Campaniano tardío (Andesita Pelán, $71,5 \pm 5$ Ma), basaltos pliocenos (Basalto Coyocho), granitoides del Plioceno superior tardío-Pleistoceno inferior temprano (Granito Cerro

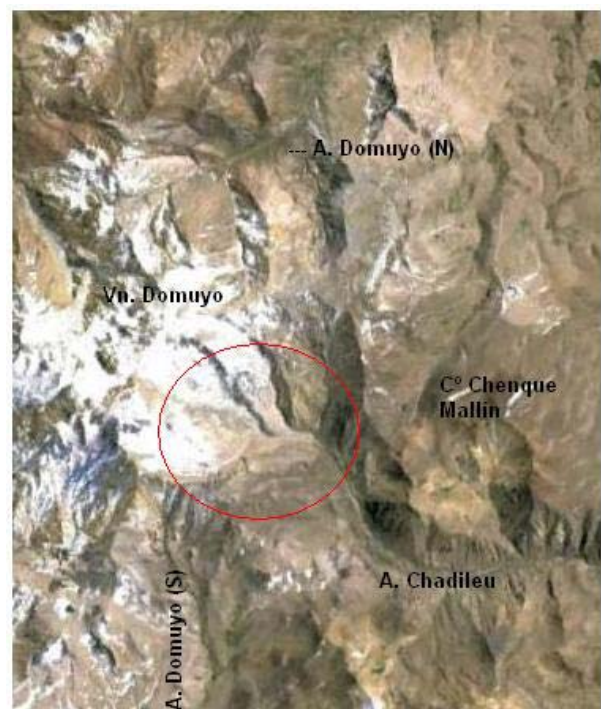


Figura 105. Cerro Domuyo. Imagen satelital Google con indicación del área de procedencia de anomalías geoquímicas.

Domuyo, $2,05 \pm 0,5$ Ma), y coladas andesíticas y basálticas del Pleistoceno inferior (Basalto Chapúa) (fig. 106).

Bajo la denominación de Zona Domuyo, los primeros trabajos en el área fueron realizados por Salaberry (1968a), quien nos dice que en el flanco sudoriental del cerro Domuyo tiene sus nacientes el arroyo Chadileu en el que varias muestras de sedimentos fluviales determinaron un tren anómalo de 140 a 390 ppm Pb y de 120 a 330 ppm de cinc. Este tren se presenta desde las nacientes y a lo largo de unos ocho km, donde el arroyo cambia su dirección sud-sudeste a este.

Una muestra de rodado de playa del mismo arroyo arrojó 200 ppm Cu, 2.900 ppm Pb, 4.200 ppm Zn y de 14 a 36 ppm de molibdeno.

El análisis multielemental de las muestras colectadas por Salaberry arrojó tenores elevados de plata (0,5-16,5 ppm) y arsénico (36,4-262 ppm) en el curso superior del arroyo Chadileu.

Asimismo, en el arroyo Domuyo Norte, que nace en el flanco nordeste del cerro homónimo, se hallaron numerosos rodados de una roca alterada y piritizada que, analizada geoquímicamente, indicó 300 ppm Cu, 1.300 ppm Pb y 3.600 ppm Zn. El estudio

petrográfico indicó ser una roca maciza, de tonalidad oscura, constituida por granos de cuarzo de distintos tamaños y diseminación de opacos. La calcografía de la misma señaló la presencia de pirita, magnetita, calcopirita y esfalerita.

Crosta (2013) comunica que también se detectaron anomalías en los arroyos Los Filos y Colimamil. Ambos cursos forman parte de los que desaguan la sierra de la Cruzada, y el primero nombrado desemboca en el tramo del arroyo Chadileu que contiene los tenores anómalos indicados.

En las cumbres de la sierra mencionada, en la que afloran rocas del Basalto Chapúa cubriendo a sedimentitas del Grupo Mendoza, se observan anomalías de color en la imagen satelital (colores amarillentos y ocres en el terreno) que podrían señalar alteración hidrotermal. Sin embargo estudios detallados determinaron que dichas anomalías de color son ocasionadas por arcillas de origen meteórico, sin vinculación con alteración hidrotermal y/o mineralización de interés (Crosta, 2013).

Se concluye que existen valores anómalos de plomo y cinc, principalmente, en sedimentos fluviales y rodados a lo largo de un recorrido considerable del arroyo Chadileu, acompañados por tenores sig-

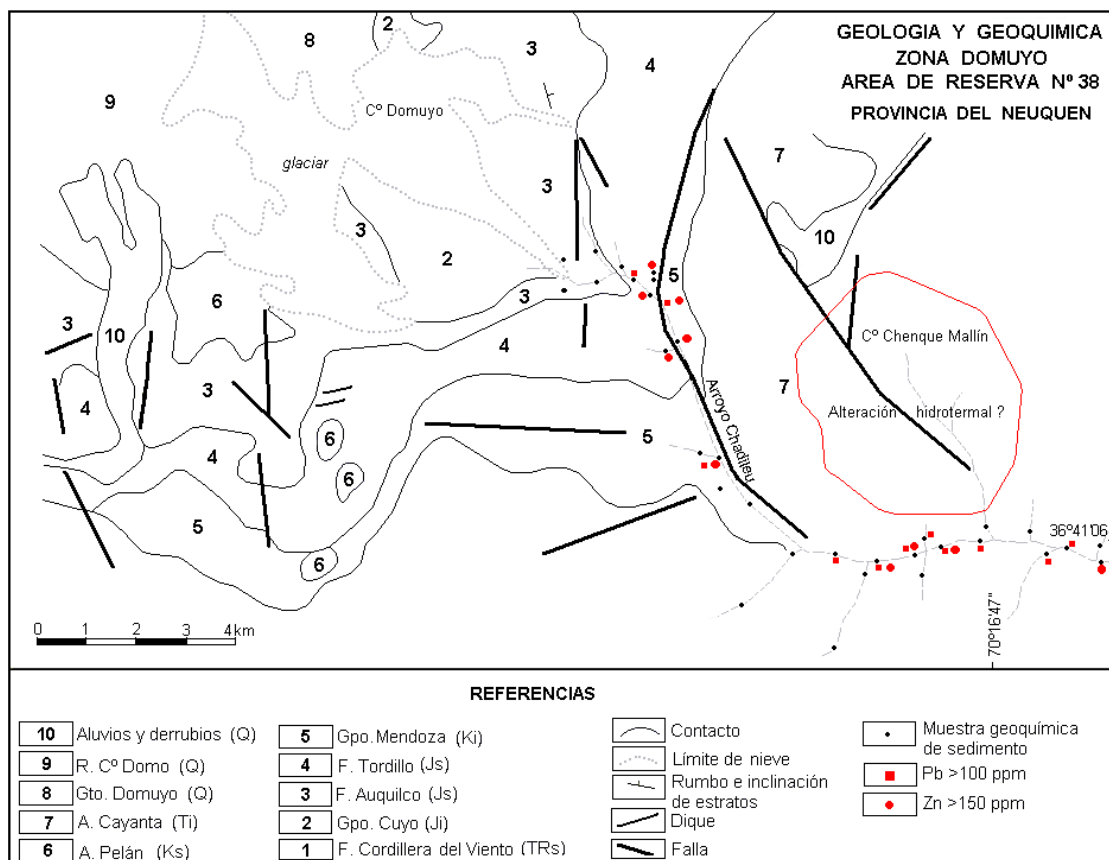


Figura 106. Cerro Domuyo. Mapa geológico (tomado de Plan Cordillerano, 1970a).

nificativos de plata y arsénico. De igual manera, rodados del arroyo Domuyo Norte indican anomalías de las mismas substancias.

Hacia arriba de las nacientes de los arroyos Chadileu y Domuyo Norte, donde se encuentran los granitoides intrusivos del cerro Domuyo, el terreno se halla muy cubierto por depósitos glaciarios y, en parte, nieves eternas que dificultan la exploración. A pesar de ello, Salaberry (1968a) especula con que las anomalías señalarían depósitos metasomáticos (*skarn*), considerando las características petrográficas de los rodados y la existencia de sedimentitas calcáreas mesozoicas invadidas por esas intrusiones terciarias, o bien las anomalías de plomo y cinc podrían vincularse con las pelitas jurásicas y cretácicas, rocas que suelen estar enriquecidas en estos elementos.

Debemos considerar también la posible presencia de vetas de plomo-cinc con escaso cobre, a similitud con lo que ocurre en las vetas de Campana Mahuida y Huayelón.

Para Crosta (2013), el hecho de que las anomalías de plomo y cinc no están acompañadas por tenores sobresalientes de cobre y tampoco señalarían áreas con cuerpos intrusivos terciarios, conduciría a descartar una vinculación con depósitos epitermales.

Cerro Nevazón

El área, cuyo interés se debe la ocurrencia de *skarns* mineralizados, se encuentra situada al noroeste de la localidad de Curi Leuvú. Se arriba a ella, desde la ciudad de Chos Malal, recorriendo seis kilómetros hacia el norte por la ruta nacional 40 hasta La Salada, continuando 52 km por las rutas provinciales 2 y 42, pasando por Tricao Malal, hasta Curi Leuvú y luego en animales de silla.

Siguiendo a Franchini e Innes (1997), Franchini (1999b) y Franchini *et al.* (2003), en el sitio se expresan rocas sedimentarias del Jurásico medio y superior (areniscas de la Formación Lotena, calizas de la Formación La Manga, yeso de la Formación Auquilco, areniscas y pelitas aluviales de la Formación Tordillo) y del Cretácico inferior (limolitas, areniscas y calizas de la Formación Vaca Muerta), intruídas por *stocks* dioríticos y granodioríticos y numerosos diques y filones capa de pórfiro andesítico y microgabros porfíricos componentes de la Formación Pelán (Campaniano superior), los cuales han dado origen a aureolas metamórficas compuestas por *hornfels* piroxénicos, anfibólicos y biotíticos. Próximo a algunas intrusiones, el metasomatismo de

los *hornfels* y la recrystalización de calizas han ocasionado la formación de *skarns* mineralizados (fig. 107).

Estos se localizan en el contacto entre las sedimentitas y los cuerpos porfíricos, estando la mineralización controlada por los pliegues y fallas locales.

El estudio geoquímico de las rocas ígneas revela que son subalcalinas a calcoalcalinas. Los cuerpos subvolcánicos han sido afectados por alteraciones y mineralizaciones, estando cruzados por venillas de minerales secundarios y formando algunas brechas intrusivas. Han sido metasomatizados, desarrollándose endoskarns de clinopiroxeno, de escapolita y de granate en los que se encuentran pirrotina, pirita y arsenopirita.

En las rocas sedimentarias, el primer efecto de la alteración ha sido la transformación de las limolitas calcáreas en *hornfels* con pirrotina.

Los *exoskarns* son de grano muy fino a fino, observándose zonas internas de granate con pirita y de vesubianita que han reemplazado a rocas calcáreas, zonas intermedias de clinopiroxeno con pirrotina y sulfuros y de escapolita con pirrotina, calcopirita, oro y plata que afectaron rocas clásticas, y una zona externa de wollastonita.

La mineralización primaria está conformada por pirrotina, pirita, arsenopirita, magnetita, calcopirita, oro, plata y bismutinita, siendo la secundaria greigita y marcasita. Cuerpos macizos de magnetita se localizan también dentro de los *exoskarns*.

El estudio geoquímico de muestras de rocas arrojaron los siguientes valores máximos: 5 % FeO total, 405 ppm Cu, 409 ppm Pb y 48 ppb de oro.

De acuerdo con datos microtermométricos, los *skarns* se formaron en un rango de temperaturas mínimas de 350° a 500° C (Curci y Franchini, 2001). La composición química de las magmatitas presentes es similar a la de plutones típicamente asociados con *skarns* auríferos y, además, los *skarns* mineralizados en contacto con dichas magmatitas son similares a los depósitos de *skarns* ricos en oro (Franchini y Meinert, 2000). Por tal motivo, de acuerdo con sus caracteres distintivos, Franchini e Innes (1997) estiman que es posible de hallar mineralización aurífera en ellos.

Dataciones K/Ar en hornblenda y Ar/Ar en plagioclasa de muestras asociadas a las mineralizaciones de los *skarns* arrojaron edades comprendidas entre 60,1±1,6 y 56,0±1,7 Ma, dando un promedio de edad Ar/Ar de 60,2±1,2 Ma (Franchini *et al.*, 2003), vinculando el área con el arco magmático del Paleoceno inferior.

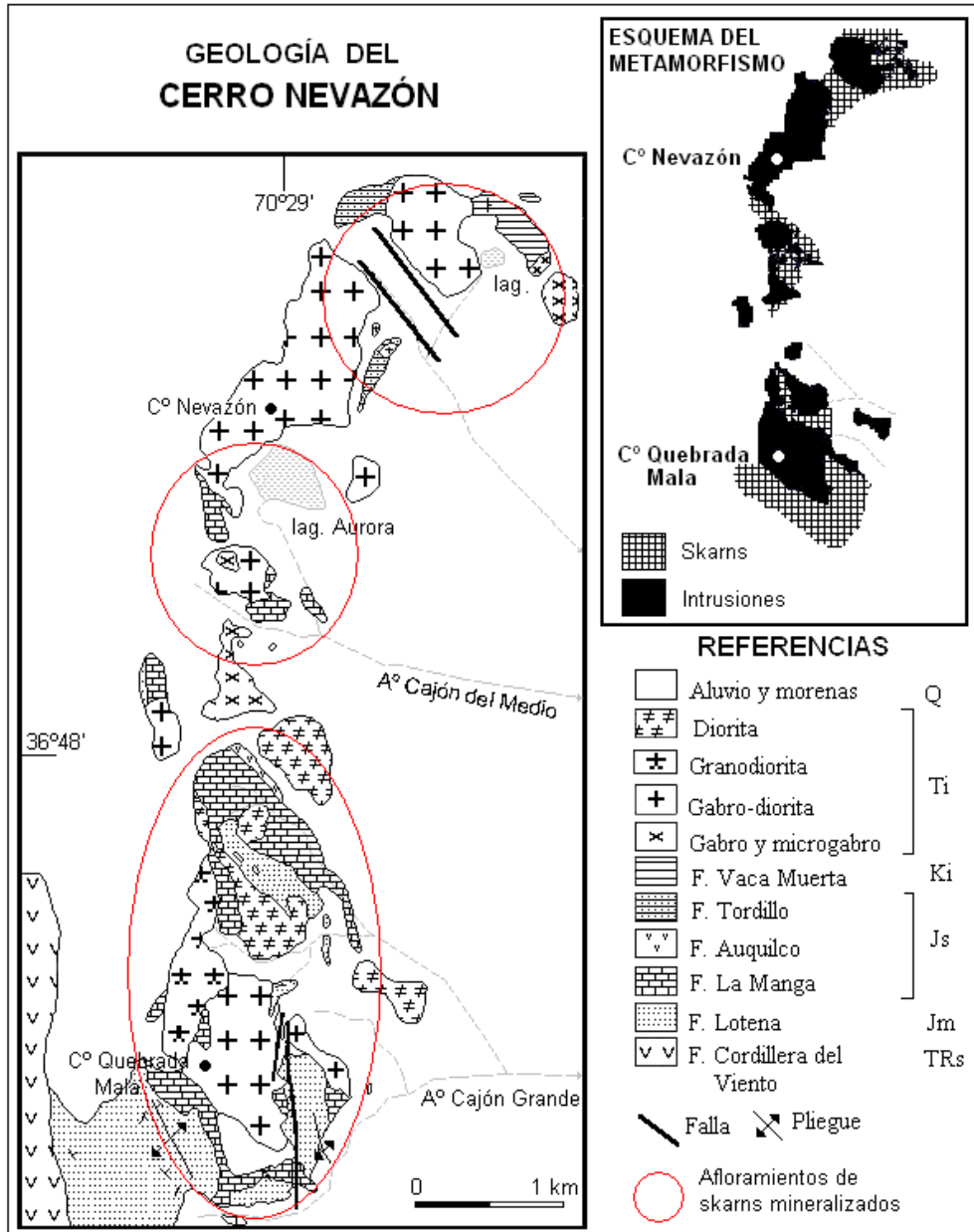


Figura 107. Cerro Nevazón. Mapa geológico (modificado de Franchini e Innes (1997) y Franchini *et al.* (2003).

El área fue descubierta y explorada básicamente por la empresa minera Bilinton S.A. mediante mapeo geológico y muestreo de rocas para estudios petrográficos y geoquímicos.

Guaraco Norte

Esta área se localiza inmediatamente al sur y sudeste de Varvarco, desde donde se accede en animales de silla, a lo largo y hacia el norte del arroyo Guaraco Norte.

En la zona afloran las metamorfitas de la Ectinita Guaraco Norte (Devónico-Carbonífero) sobreyacidas en discordancia por volcanitas riolíticas y dácíticas de la Formación Cordillera del Viento (Triásico superior); a ésta la cubren volcanitas bimodales,

ignimbritas, grauvacas y areniscas de la Formación Colomichicó (Jurásico inferior). Las tres entidades están intruidas por rocas graníticas del Granito Radales (Paleoceno inferior) y las dos primeras por un cuerpo subvolcánico de pórfiro andesítico y diques de microdiorita de la Andesita Colipilli (Paleoceno superior a Eoceno medio) (Zappettini *et al.*, 1987; Zanettini y López, 1989b; Leanza *et al.*, . 2011) (fig. 108 y 109).

A grandes rasgos se tiene una zona potásica en la parte céntrica del área de alteración hidrotermal. En el sector norte de la misma, se distingue alteración filica, silicificación, argilización y propilitización, acompañadas por diseminación, nódulos y venas de epidoto, venas de cuarzo y escasa piritita diseminada.

Sobre el límite sur del área, la roca aflorante está afectada por alteraciones potásica, silícica masiva y en venillas, argílica, sericítica y clorítica en vénulas y epidótica en nidos y venillas, hallándose diseminación y venillas de pirita, magnetita y titanita, además de venulación de cuarzo-sericita.

Más allá del arroyo Las Ramazas, en el curso superior del arroyo Guaraco Norte, las volcanitas próximas al contacto con el granito se encuentran enrojecidas por limonitización y una notable diseminación de pirita, pero los elementos cobre, plata, cinc, molibdeno, oro y plata no mostraron valores anómalos (Zubia, 1984). En este sector se ubica el depósi-

to de oro denominado *Santos*, cuya roca encajante se halla epidotizada, cloritizada y con pirita diseminada.

Puntualmente se tienen anomalías de oro (0,08 g/t a 4,20 g/t) con las que, en algunos casos, se asocian anomalías de plata (0,9 g/t – 15,1 g/t), cobre (120 ppm – 220 ppm), plomo (160 ppm – 230 ppm) y cinc (360 ppm) (Zubia, 1984; Zanettini y López, 1989b).

Zanettini y López (1989b) manifiestan que en el curso inferior del arroyo Guaraco Norte se encuentra un cuerpo subvolcánico de la Andesita Colipilli, que intruye a metamorfitas de la Ectinita Guaraco



Figura 108. Vista hacia el este del área de alteración hidrotermal de Guaraco Norte.

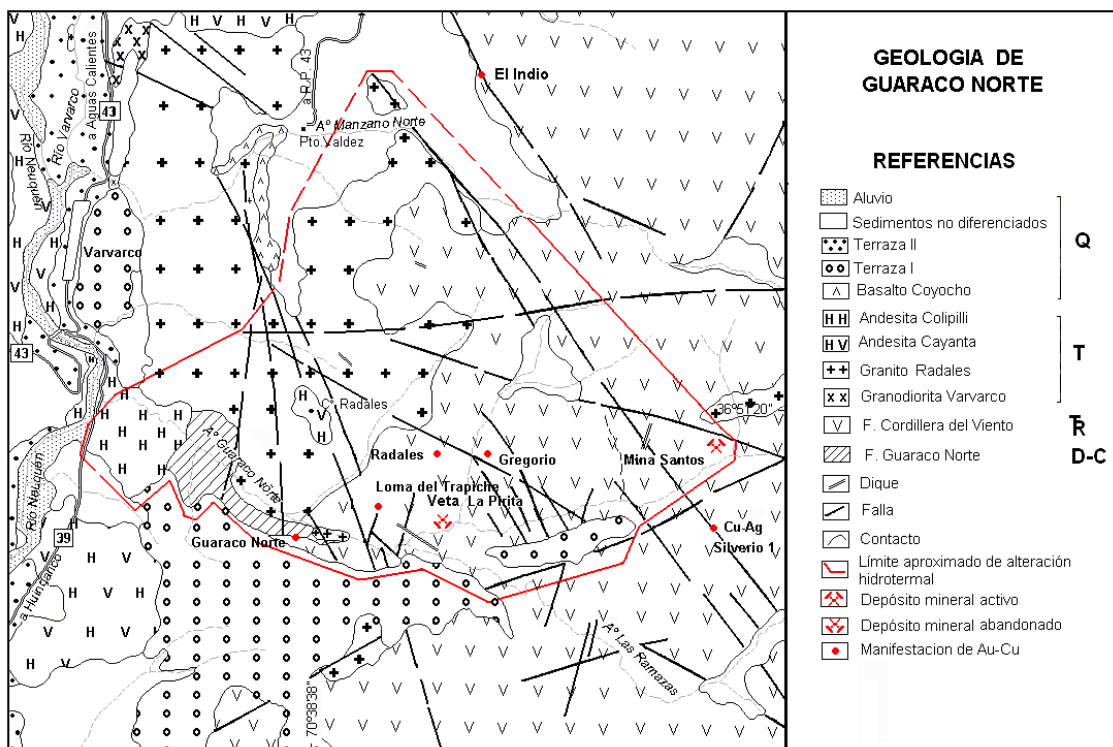


Figura 109. Guaraco Norte. Geología del área favorable (modificado de Zanettini y López, 1989).

Norte y a volcánicas de la Formación Cordillera del Viento. La intrusión está compuesta por pórfiro andesítico, el cual muestra sus fenocristales de plagioclasa y feldespato potásico argilizados, sericitizados y parcialmente reemplazados por nidos de biotita secundaria; ésta afecta también a los anfíboles y a la matriz, en la que forma agregados y delgadas venillas; ocurren además venillas de cuarzo y pirita diseminada. Correspondientes a la misma entidad se distinguen diques de microdiorita que presentan alteración biotítica, silíceo y propilítica incipiente.

La alteración hidrotermal se extiende a las rocas encajantes, las cuales se muestran silicificadas, argilizadas y sericitizadas, con venulación de cuarzo y pirita diseminada y en venillas, existiendo además biotita secundaria.

Se interpreta que los procesos de alteración hidrotermal y mineralización de metales base y noble, como también así los diques que lo penetran, corresponden a una fase terminal de la intrusión del Granito Radales, de probable edad daniana ya que intrusión a la Granodiorita Varvarco, datada radiométricamente en $69,0 \pm 0,13$ Ma (Kay *et al.*, 2006) (Maastrichtiano superior).

Por otra parte, la intrusión subvolcánica de la Andesita Colipilli también ha provocado alteración hidrotermal en sí misma y en la roca de caja circundante.

Las características generales de la comarca sugieren la presencia de un sistema tipo pórfiro.

Colomichicó

Se ubica en la cordillera del Viento, entre el arroyo de la Totorá y La Primavera. Desde Chos Malal se arriba a la comarca por la ruta provincial 43, hasta la localidad de Varvarco, y por la ruta provincial 39 para un mayor acercamiento, aunque el recorrido de la comarca debe hacerse en animales de silla desde Varvarco, desde Manchana C6, desde Andacollo y desde La Primavera.

En ella se encuentran depósitos de hierro bandedado (*Banded Iron Formation*), que fueron reconocidos por Zappettini y Dalponte (2009a y b, 2010) teniendo en consideración, como antecedente primario, el hallazgo de rodados de exhalitas (jaspilitas) en terrazas y cursos fluviales actuales, que drenan hacia el oeste ese sector de la cordillera del Viento, por parte de Zappettini y Zanettini en 1985 y observados por otros profesionales en la década de 1990.

De acuerdo con Zappettini y Dalponte (2010a, b), en la comarca afloran esquistos y lutitas de la Ectinita Guaraco Norte (Devónico superior-Carboní-

fero inferior), grauvacas con intercalaciones de areniscas de la Formación Huaraco (Carbonífero superior), volcánicas andesíticas y riolíticas e intrusivos subvolcánicos de la Formación Cordillera del Viento (Triásico inferior a superior temprano) y volcánicas con intercalaciones de grauvacas y areniscas volcánicas de las Formaciones Milla Michicó y La Primavera, conteniendo hacia el techo de la primera horizontes de exhalitas que denominamos *Colomichicó* (Jurásico inferior, Sinemuriano-Toarciano inferior).

Según Zappettini *et al.* (2011), en el perfil del conjunto formacional se distinguen la sección inferior, que se corresponde con la Formación Milla Michicó (Zappettini, *com. epist.*), integrada por basandesitas, andesitas, brechas andesíticas, ignimbritas y lavas fenolacíticas y fenodacíticas, con intercalaciones de grauvacas que localmente gradan a areniscas, areniscas volcánicas, en parte conglomerádicas y bancos lenticulares de brechas. Esta sección contiene un nivel de exhalitas con las que se asocian niveles de jaspes manganesíferos.

La sección superior, que se corresponde con la Formación La Primavera (Zappettini, *com. epist.*), está formada por ignimbritas, pórfiros dacíticos a riolíticos, tobas y aglomerados volcánicos. En esta sección se halla, localmente, un nivel de chert de unos 50 m de potencia.

En cuanto a composición, consisten en láminas alternantes de jaspe y hematita-magnetita, de un milímetro a un centímetro de espesor, hallándose también láminas menores de chert blanco y niveles de jaspe masivo.

Asociados a las jaspilitas se presentan potentes niveles de *chert* con estratificación paralela. En algunos sectores se presentan brechados y recrystalizados, con cemento de adularia, lo que indica la circulación de fluidos hidrotermales.

La mineralogía de las exhalitas incluye ópalo, jaspe, hematita y magnetita, con estilpnomelano, calcita y baritina subordinados y vestigios de pirita, calcopirita, arsenopirita, casiterita, galena y minerales de tierras raras, contando con goethita, digenita, delafosita, arrojadita y vanadatos como minerales secundarios.

El tenor medio en las bandas de jaspe y de óxidos de hierro varía entre 20 % y 30 % Fe. Por efecto de metamorfismo de contacto, en los niveles de exhalitas ha ocurrido localmente un enriquecimiento en magnetita alcanzando, por ello, leyes de hasta 60 % de hierro.

Por ser el conjunto formacional Milla Michicó-La Primavera una secuencia volcánico-sedimentaria

depositada en un ambiente marino asociado a un volcanismo bimodal de retroarco, en una etapa transicional de una cuenca extensional (*rift*) que evoluciona a otra *postrift* o *sag*, se infiere un origen volcanogénico exhalativo submarino para el depósito ferrífero.

En las jaspilitas se han detectado anomalías variables de cerio lo cual, unido a las variaciones mineralógicas, sugiere fluctuación entre condiciones reductoras y oxidantes de una cuenca restringida, con predominio de las primeras. Por otra parte, las anomalías de europio señalan fuentes hidrotermales atenuadas en grado variable por la interacción con agua de mar (Zappettini y Dalponte, 2010b).

Estos autores informan que el contenido total de elementos de tierras raras (ETR) en la jaspilitas se encuentra entre 9,27 y 282 partes por millón. El patrón de distribución de estos elementos y elementos traza verifica el origen hidrotermal de los fluidos mineralizantes, tal como fuera postulado por Zappettini y Dalponte (2009b,) y son indicativos de la deposición de la mineralización de hierro bandeado (BIF) en un ambiente marino restringido, considerándose la cogenética con el volcanismo asociado.

Asimismo, los autores nombrados nos informan que con este tipo de depósito se abre una posibilidad de prospección en la comarca, en atención a que suelen presentar enriquecimiento supergénico o hidrotermal originando menas de hierro y, además, por lo común están asociados a mineralizaciones de manganeso, constituyendo también facies distales laterales de depósitos tipo sulfuros macizos (VMS) y, si bien no se ha demostrado una relación genética, es común la vinculación espacial de mineralizaciones auríferas y/o de otros metales tipo *lode*.

De hecho, por la presencia en la unidad de niveles manganesíferos ligados a las exhalitas responde al modelo de manganeso volcanogénico submarino. El conjunto suele ser denominado *Banded Iron Manganese Formation* (BIMF).

Sobre una colada dacítica de la sección inferior, se obtuvo una edad U-Pb SHRIMP en circones magmáticos de $185,7 \pm 2,3$ Ma y una toba de la misma sección contiene cristales de circón detríticos de origen magmático con una edad de $185,2 \pm 1,9$ Ma. Estos datos permiten asignar el horizonte ferrífero Colomichicó al Pliensbachiano (Zappettini *et al.*, 2011).

Butalón Norte

Esta zona de alteración se sitúa en el flanco occidental de la cordillera del Viento, ocho kilómetros

al este de Las Ovejas, desde donde se accede recorriendo siete kilómetros por camino secundario que llega hasta la pasarela de Butalón Norte, o bien 25 km por la ruta provincial 39, partiendo de Andacollo, hasta la escuela del lugar.

De acuerdo con Danieli *et al.* (1988), Zanettini y López (1989a) y Leanza *et al.* (2011), en el área afloran ignimbritas, brechas y tobas andesíticas grises de la Formación Cordillera del Viento (Triásico medio a superior) sobreyacidas por riolitas y pórfiros y tobas riolíticas rosadas de la Formación Primavera, que inclinan 5° a 10° O. Son intruídas por la Granodiorita Varvarco (Paleoceno inferior) y la primera entidad es penetrada por la Tonalita Butalón (Paleoceno). Las rocas intrusivas son subalcalinas-calcoalcalinas, metaluminosas a peraluminosas (Casé *et al.*, 1999, 2008). Sobre las volcanitas de la Formación Cordillera del Viento se superponen pequeños afloramientos de basaltos cuaternarios (fig. 112).

Estructuralmente la comarca está comprendida en la Precordillera Neuquina Norte (Ramos *et al.*, 2011b), reconociéndose tres sistemas de fracturación (Casé *et al.*, 2001):

- Un sistema de rumbo norte a 25° que controla los cursos del río Neuquén y el superior del arroyo Butalón.
- Un sistema noroeste, con predominio del rumbo 320° , que se refleja en el diaclasamiento de las rocas de la Formación Cordillera del Viento y en los cuerpos intrusivos.
- Un sistema nordeste, con dominio de los rumbos 35° a 50° , con el que se asocian diques andesíticos y el desarrollo de brechas hidrotermales. A través de planos de fallamiento de desplazamiento diagonal, estas últimas registran los efectos de una tectónica compresiva posterior.

Según Danieli *et al.* (1988) y Zanettini y López (1989a), al sur del arroyo Butalón las volcanitas han sido decoloradas e hidrotermalmente alteradas en una superficie de $3,5 \text{ km}^2$. Las alteraciones presentes, potásica y filica, son de carácter incipiente en la granodiorita y en la tonalita, variando hasta intensa en las efusivas; localmente se superponen las alteraciones propilítica y argílica (fig. 110 y 111).

La alteración potásica consiste en biotita que invade totalmente la roca cuando es intensa y se concentra alrededor de los máficos en los granitoides y de los litoclastos en las tobas cuando es incipiente; de manera subordinada se encuentra feldespato potásico como reemplazo de plagioclasa y en

venillas solo o acompañando a cuarzo. Como accesorios se hallan rutilo, anhidrita y alunita.

La alteración filica está integrada por sericita y cuarzo; la primera ocurre como nidos, parches y venillas, mientras que el segundo forma venillas con piritita e invade las rocas con variable intensidad.

La alteración propilitica está compuesta por epidoto, clorita, sericita, piritita y magnetita, entre otros minerales en subordinada cantidad. Reemplaza selectivamente a los máficos de los granitoides y forma cúmulos y parches en las volcanitas.

La alteración argílica es subordinada a las anteriores. Se compone de caolinita y montmorillonita que reemplazan a los feldespatos, tanto en fenocristales como en la pasta.

La mineralización hipogénica está compuesta por magnetita y piritita diseminadas y en venillas; la segun-

da se asocia con esfalerita en venas de cuarzo, como también así con calcopiritita. Oro y plata se presentan diseminados; el oro ocurre como partículas de 2 a 10 m, existiendo además electrum diseminado en cuarzo. La mineralización supergénica consiste en limonitas y hematita.

El análisis estadístico de los valores geoquímicos en roca de Cu, Pb, Zn, Mo, Au y Ag arrojó tenores de fondo y escasos de umbral y anomalía.

Sus parámetros en partes por millón (ppm) son:

	FONDO	UMBRAL	ANOMALÍA
Cobre	26	109	440
Plomo	17	42	245
Cinc	40	98	370
Molibdeno	2,5	5	18
Oro	0,03	0,07	0,35
Plata	0,25	0,70	4

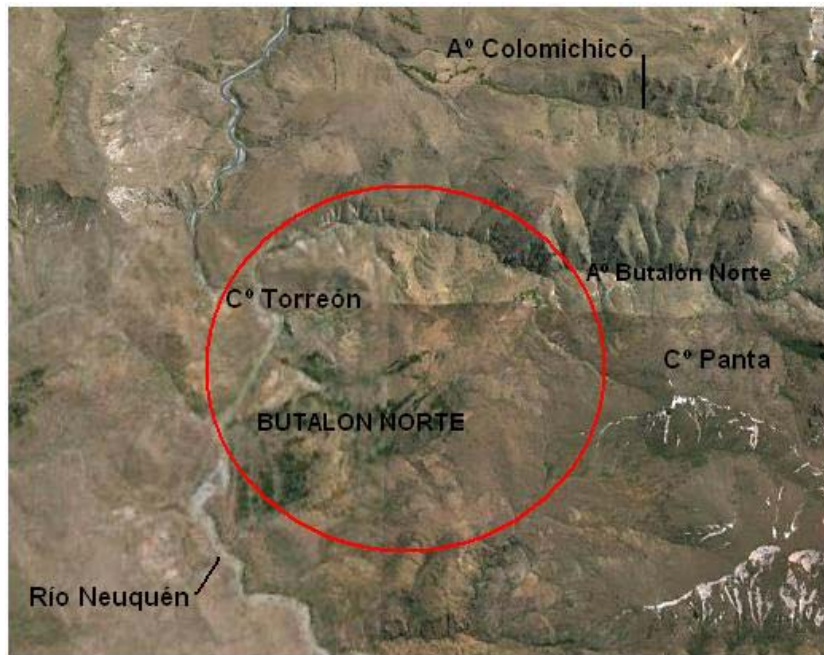


Figura 110. Butalón Norte. Imagen satelital de la zona de alteración hidrotermal.

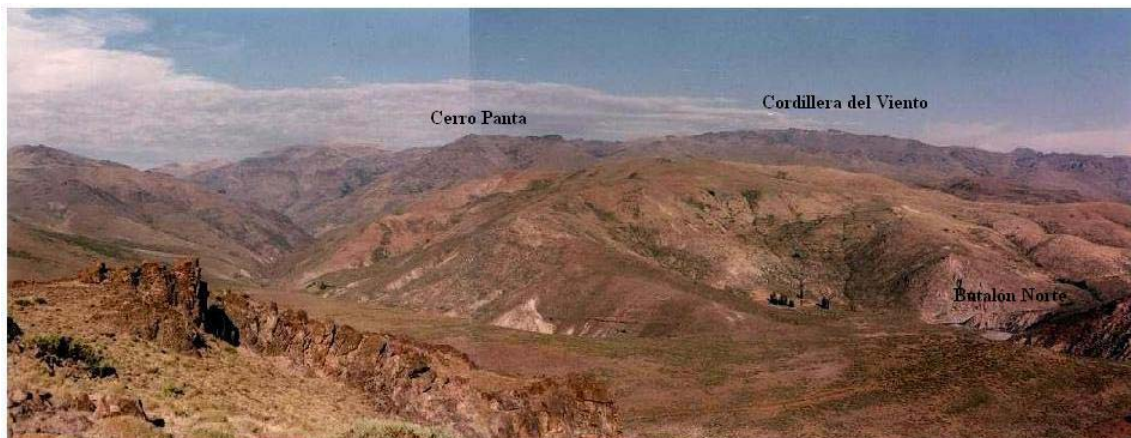


Figura 111. Butalón Norte. Vista hacia el este, desde la ruta provincial 43, del área de alteración hidrotermal.

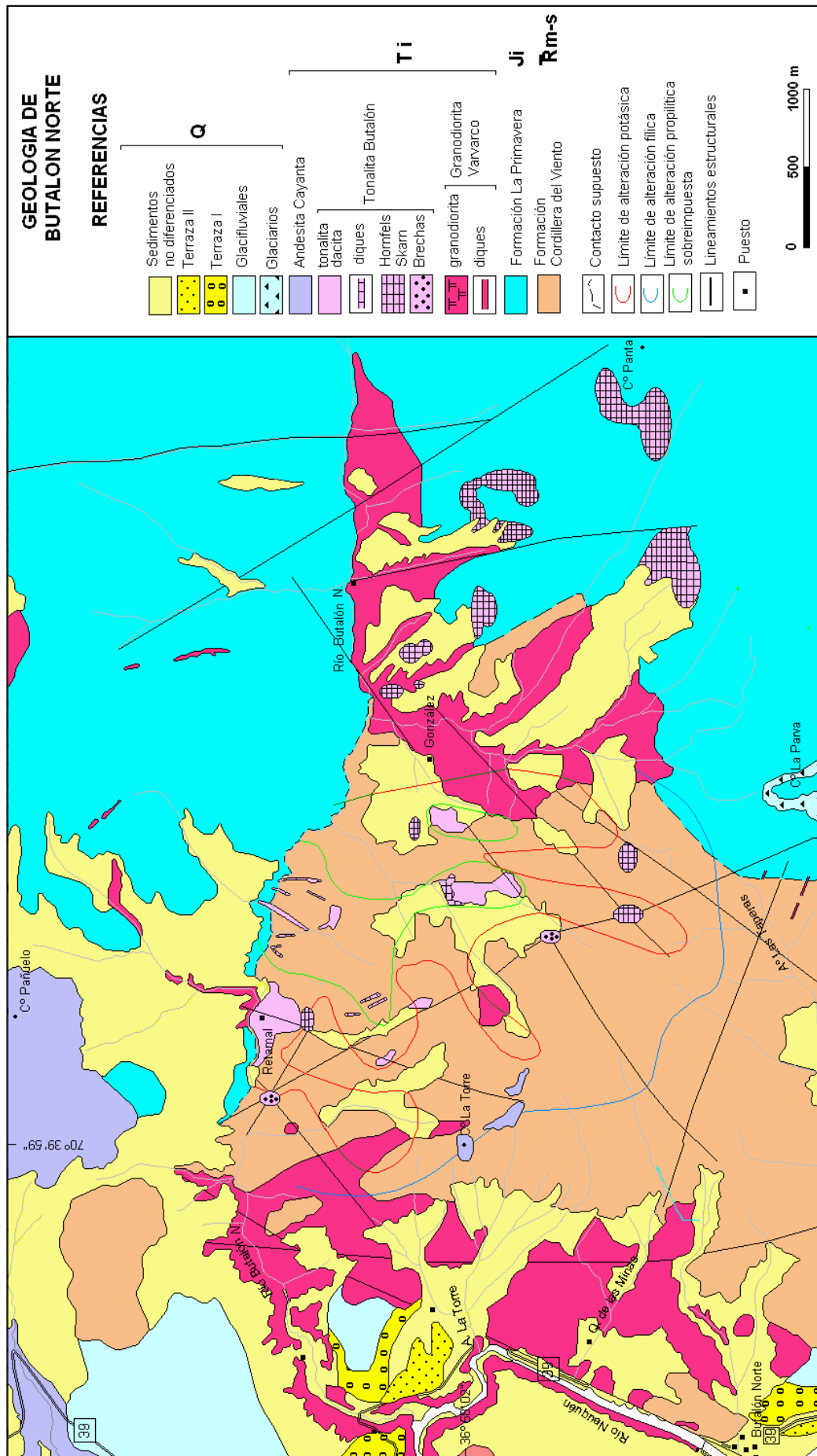


Figura 112: Mapa geológico (parcialmente simplificado de Zanettini y López (1989a) y Casé et al., 2008 y 2010).

Ninguno de los elementos considerados guarda una clara relación con las alteraciones hidrotermales, en cambio se tiene que los umbrales de cobre, plata y cinc se relacionan con el *stock* y diques de tonalita, como también así con el contacto tonalita-volcanitas, y los anomalos de todos los elementos analizados se sitúan sobre zonas de fracturación coincidiendo entre ellos (Zanettini y López, 1989a).

Hacia el sudeste del afloramiento principal de la Tonalita Butalón, relacionadas con éste y otras manifestaciones menores de la misma unidad, Casé *et al.* (2001) distinguieron la ocurrencia de siete brechas hidrotermales desarrolladas en las intersecciones de fallas principales y secundarias. De forma ovoidal, de 100 a 200 m de largo por 25 a 50 m de ancho, están compuestas por clastos angulosos de riolitas y tobas varicolores de la Formación Cordillera del Viento cementados por cuatro tipos de matrices: de cuarzo, de harina de roca + óxido de hierro + limonitas + sericita + pirita, de turmalina + clorita + cuarzo + feldespato potásico y bandeada de cuarzo hialino + turmalina + calcopirita + pirita.

En estas brechas hidrotermales la alteración principal es la fílica, que se expresa en forma de cumulos o formando finas venillas. Biotita invade algunos clastos y parcialmente a la matriz. La argilización

sólo es incipiente. La mineralización es escasa y está compuesta por pirita, calcopirita, calcosina, magnetita, bornita, tenantita-tetraedrita, oro, electrum y oxidados de cobre.

Formando parte del sistema, hacia el este-sudeste del área de alteración, Casé *et al.* (2010) han reconocido manifestaciones de *skarns* cálcicos con magnetita que se encuentran entre el flanco oriental del cerro Panta y el faldeo occidental del cerro que lo enfrenta hacia el este.

Se desarrollan en las volcanitas de las Formaciones Cordillera del Viento y La Primavera, en contacto con diques andesíticos de la Tonalita Butalón, sobreponiéndose a una aureola metamórfica previa constituida por *hornfels* biotítico. *Skarns* y *hornfels* reemplazan a rocas piroclásticas de la unidad nombrada.

Los *skarns* tienen un diseño irregular controlado por fracturas, reconociéndose un *endoskarn* granatífero y un *exoskarn* de piroxeno, sobre los que se advierte una escasa alteración retrógrada.

En el *endoskarn* el granate cementa a fragmentos de volcanitas y de *hornfels*, observándose una segunda generación de granates de grano fino que reemplaza a la primera de manera centrífuga y en venillas. Se encuentra también abundante titanita formando cumulos y venillas.

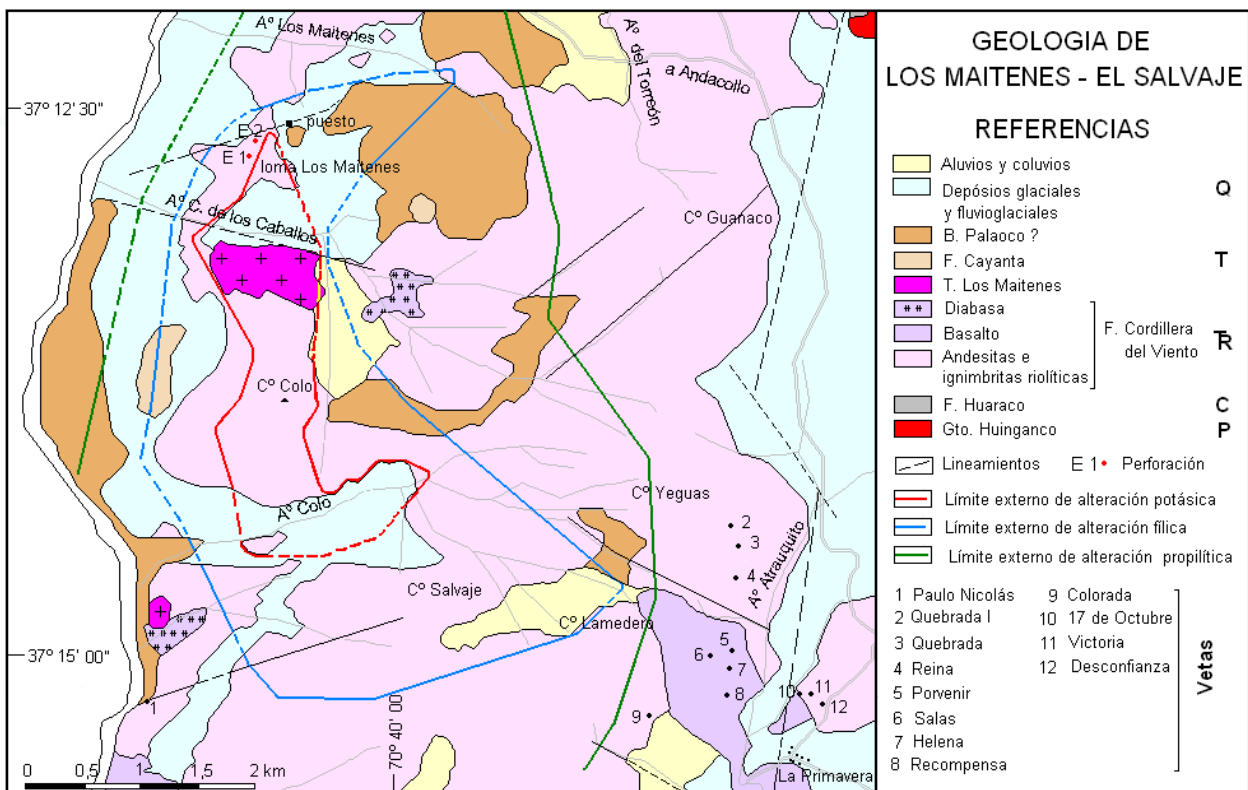


Figura 113. Los Maitenes. Vista hacia el Este del área de alteración hidrotermal en el cajón de los Caballos. Éste contiene aluviones auríferos.

En el *exoskarn*, cristales de clinopiroxeno forman cumulatos, están diseminados en los clastos de la volcanita, reemplazan a la matriz y, junto con titanita, rellenan venillas que atraviesan a los *hornfels*. Se halla biotita asociada al piroxeno.

Contienen magnetita, parcialmente hematitizada, y subordinadas pirita, calcopirita y oro. Venillas de magnetita + clinopiroxeno + plagioclasa + oro ponen de manifiesto la extensión del *skarn* en la roca de caja inalterada.

Los cuerpos intrusivos de la comarca responden a un evento magmático subcalino-calcoalcalino desarrollado en un arco magmático (Casé *et al.*, 1999).

A grandes rasgos queda definida una zonación geoquímica que respondería a un sistema tipo pórfiro cuprífero, con epicentro en los cuerpos tonalíticos (Zanettini y López, 1989a), aunque en opinión de Zubia (1984), las características del área la acercan al modelo de las cúpulas graníticas mineralizadas.

Se considera que los procesos de alteración hidrotermal y mineralización de metales base y noble se vinculan con los cuerpos tonalíticos de edad paleocena inferior, ya que estos intruyen a la Granodiorita Varvarco datada radimétricamente en $64,7 \pm 3,2$ Ma (JICA/MMAJ, 2001) y 62 Ma (Vega *et al.*, 2004).

Los Maitenes – El Salvaje

Esta zona de alteración hidrotermal (fig. 113), indicada por Soto *et al.* (1969), se encuentra a unos cuatro kilómetros al sur de Andacollo, entre los arroyos Los Maitenes y Milla Michicó. Desde la población citada se accede al sector Los Maitenes recorriendo dos kilómetros hacia el sur por la ruta pro-

vincial 43 y luego dos kilómetros por camino secundario, que pasa por el depósito de residuos de la localidad. Al sector del cerro El Salvaje se arriba desde Andacollo recorriendo 14 km hasta La Primavera y luego por camino secundario hacia el oeste y huellas utilizadas para exploración.

Siguiendo a Llambías *et al.* (2007), la estratigrafía del área comprende tobas, coladas riolíticas y sedimentitas marinas de la Formación Arroyo del Torreón (Carbonífero superior), ignimbritas silíceas de la Formación La Premia (Pérmico inferior), mantos andesíticos y riolíticos, con intercalaciones de areniscas, de la Formación Cordillera del Viento (Triásico inferior a superior), basaltos y andesitas basálticas de la sección inferior de la Formación Colomichicó (Jurásico inferior), tonalitas, dacitas y dioritas del Grupo Campana Mahuida (Paleoceno inferior), mantos andesíticos de la Andesita Cayanta (Eoceno superior) y sedimentos cuaternarios de diverso origen (fig. 114).

A través de las contribuciones de Soto *et al.* (1969), Domínguez y Garrido (1982) y Fuentes (1998), sabemos que las características geológicas del área se corresponden con aquellas que son comunes a los depósitos de cobres porfíricos. Dichas similitudes son: alteración hidrotermal areal, oxidación, presencia de intrusiones silíceas y mesosilíceas y edad.

Desde el punto de vista estructural, Fuentes (1998) destaca tres conjuntos de fallamiento:

- Sistema Norte, de orientación variable entre 5° y 8° y con el cual se vincularía la formación del valle del río Neuquén.
- Sistema conjugado 71° - 339° , donde es dominan-



Figura 114. Los Maitenes-El Salvaje. Mapa geológico del área (modificado de Stoll, 1957; Soto *et al.*, 1969; Domínguez y Garrido, 1982; Danieli *et al.*, 1983; Domínguez *et al.*, 1984).

te el sistema 71° conformado por fallas cuyas orientaciones varían entre 67° y 75°; su conjugado 339° está menos desarrollado y comprende fracturas de rumbo variable entre 335° y 342°.

- Sistema conjugado 23°-287°, es el más joven respecto de los anteriores y en él el sistema 287° es el más desarrollado con estructuras de orientación variable entre 282° y 292°, en tanto que en el primero se encuentran variaciones entre 17° y 30°.

Como sistemas compresivos no guardan relación con los procesos de alteración y mineralización en el área, pero si se vincularían con el origen del anticlinal de la Cordillera del Viento.

Domínguez y Garrido (1982) expresan que la zona de alteración hidrotermal se elonga en sentido submeridiano con una longitud de unos siete kilómetros por cuatro kilómetros de ancho en sentido esteoeste. Las rocas alteradas corresponden a las volcanitas de la Formación Cordillera del Viento, observándose las con anomalías de color de tonos blanquecinos y rojizos, de distribución amplia y límites difusos.

Por su parte, Fuentes (1998) nos informa que el sistema de fallamiento más importante es el de 71°, ya que el mismo controla las alteraciones y contiene mineralización (por ej. Yacimiento plumbífero *Paulo Nicolás*). Se destacan tres sectores principales de alteración hidrotermal: faldeo norte del cerro Colo y sur de loma Los Maitenes, cerro El Salvaje, faldeo nordeste del cerro Lamedero y cerro Yeguas que, por su situación en el terreno, determinan una faja de unos 6,500 km de longitud y de 1,300 km a 2,750 km de ancho, orientada al noroeste con límites difusos.

En el sector de loma Los Maitenes, el sistema de fallamiento 71° provoca un intenso fracturamiento que controla los conductos de distribución de sílice. De igual manera, en el resto de la zona de alteración hidrotermal ocurre un intenso a moderado fracturamiento en rocas de la Formación Cordillera del Viento, con introducción de sílice dominante, sericita hematita en las fracturas y desarrollo de anomalías de cobre, molibdeno y oro, destacándose en el relieve por formar crestones en donde la roca afectada es areniscosa, debido a su mayor receptividad de la sílice con respecto a las volcanitas silíceas que las acompañan.

Según Fuentes (1998) es posible distinguir tres estadios de alteración y mineralización: temprano, transicional y tardío.

El estadio temprano se caracteriza por alteración potásica: venillas de feldespato alcalino, biotita secundaria, cuarzo y sericita, con magnetita diseminada, localizada en el faldeo norte del cerro Colo, a la altura del tramo medio del cajón de los Caballos, y en subsuelo de los sectores cerro Lamedero y La Primavera. También ocurre silicificación masiva de las rocas, que representa la primera fase de alteración de un evento magmático a nivel mesotermal. Los estudios calcográficos realizados en rocas con alteración potásica indican la presencia de mineralización cupro-molibdenífera.

El estadio transicional se particulariza por alteración silíceo: vetillas de cuarzo microcristalino, oqueroso, con bordes bien definidos, con un halo de alteración arcillosa y pirita, en las que se encuentran los mejores valores de oro.

El estadio tardío está representado por la alteración filica: vetas de agregados de cuarzo y sericita, vetillas de sericita en agregados fibro-radiales y de pirita con halos sericíticos y zonación vertical con pobre argilización (illita) en los niveles superiores o más altos y cuarzo – sericita en los medios-altos. Localmente, en el cerro Salvaje, con la alteración argílica se asocia el desarrollo de microcristales de turmalina.

La alteración propilitica se vincula con un metamorfismo regional de bajo grado y/o termal de contacto, como consecuencia del emplazamiento de cuerpos dómicos de la Formación Cordillera del Viento. Se caracteriza por clorita, epidoto, albita y venillas de calcita, más intensa en los extremos noroeste (curso inferior del arroyo Los Maitenes) y sudeste (flanco sudoriental del cerro Yeguas) de la faja de alteración, es decir, en sectores periféricos.

En toda la faja de alteración las venillas de cuarzo alcanzan espesores entre 0,005 m y 0,03 m, alcanzando a 0,10 m en los faldeos norte del cerro Colo y sur de la loma Los Maitenes, con rumbos principales de 50°, 80° y 350°. De los cuerpos intrusivos, dacitas y dioritas son los más afectados por la venulación silíceo.

En coincidencia con los sectores alterados se observa una moderada a intensa limonitización, sobre todo donde la silicificación es de mayor grado, tomando las rocas un color pardo oscuro a violado y hasta rojo. La limonita, originada en la ocurrencia de pirita, ocupa venillas, *box-work* y diaclasas.

La mineralización hipogénica está compuesta por: pirita, en venillas y diseminada en las rocas del área; calcopirita, es escasa y se presenta diseminada en volcanitas triásicas y diques dacíticos, en el tramo

medio del cajón de los Caballos, y en subsuelo también en venillas; bornita y tetraedrita, diseminadas en diques dacíticos. En los dos sondeos realizados en el flanco sur de la loma Los Maitenes, durante el Plan Cordillerano Centro, además de pirita y calcopirita se observó bornita, tetraedrita, pirrotina y molibdenita.

La secundaria consiste en: covellina y calcosina, en diques dacíticos y en subsuelo; malaquita y azurita, localmente como impregnaciones en las rocas aflorantes en el cajón de los Caballos y en el arroyo Colo. En el área se reconocen además digenita, goethita, jarosita y hematita.

El sondeo N° 1 (PCC) en loma Los Maitenes ha puesto en evidencia una zona de oxidación de unos 32 m de espesor, una zona de leve enriquecimiento de unos cuatro metros de potencia, una zona primaria de amplitud no determinada y presencia de oro probablemente ligado a la pirita.

La geoquímica de rocas señaló una zona anómala en cobre, coincidente con la faja de alteración hidrotermal, con un tenor máximo de 1.400 ppm Cu, mientras que en el mencionado sondeo N° 1 se obtuvo un máximo de 2.300 ppm Cu y 260 ppm Mo. Los análisis por oro en las perforaciones indicaron de 0,3 g/t a 0,6 g/t Au, con un promedio de 0,4 g/t de oro.

Nuevos estudios geoquímicos en el área correspondiente a la cuenca del arroyo Colo, delimitable a grandes rasgos por los cerros Colo, Yeguas, Lamedero y Salvaje, determinaron en roca valores anómalos máximos de 320 ppm Cu, 2.830 ppm Pb, 6.350 ppm Zn y 135 ppm Mo dentro de dos sectores favorables en los que coinciden las anomalías de cobre, plomo y cinc y un tercero con anomalías de molibdeno (Roberts y Zanettini, 1973). El oro presenta en superficie una anomalía promedio de 0,28 ppm y la plata 2,13 ppm, mientras que los sondeos realizados en el sector señalan tenores de 0,10 ppm a 1,94 ppm Au (Fuentes, 1998).

Domínguez *et al.* (1984) expresan que las inclusiones fluidas estudiadas, con cristales hijos de halita y temperaturas de homogenización de 300-400° C, señalan un sistema hidrotermal tipo pórfiro de cobre posiblemente rico en oro, indicado esto último por la existencia del metal en las rocas con alteración potásica.

Se considera que el área, acompañada por las vetas manifiestas en la comarca de La Primavera situada inmediatamente al sudeste, constituye un sistema de cobre porfirico, en el que los procesos de alteración hidrotermal y mineralización se vinculan con cuerpos intrusivos poco profundos del Grupo

Campana Mahuida de edad paleocena inferior, corroborado esto último por la datación radimétrica de Domínguez *et al.* (1984) sobre la Tonalita Los Maitenes que arrojó 67.0±3 millones de años.

Cura Mallín

El paraje Cura Mallín es conocido por hallarse en él el depósito de baritina Arroyo Nuevo, que fue uno de los de mayor relevancia en la provincia.

Al mencionado sitio se accede, desde Chos Malal, recorriendo unos 38 km por la ruta provincial 43 hasta la naciente del arroyo Chacay Melehue, desde donde se continúan unos siete kilómetros hacia el sudoeste por camino secundario, hasta el yacimiento.

En el área, las evidencias señalan la posible existencia de dos tipos de depósitos: un sedimentario exhalativo de sulfuros macizos, tipo sedex, en relación con el manto de baritina explotado en la mina *Arroyo Nuevo*, por un lado, y un diseminado de cobre-oro por otro.

Considerando a Rovere *et al.* (2004), Casé (2007) y Llambías *et al.*, (2007), la estratigrafía de la comarca se integra con areniscas, calizas, piroclastitas y basaltos de la sección superior de la Formación Colomichicó (Jurásico inferior), lutitas negras, areniscas de grano fino, areniscas tobáceas, y tobas dacíticas de la Formación Los Molles (Jurásico inferior a medio), conglomerados, areniscas y pelitas de la Formación Lotena (Jurásico medio), pelitas y yeso de la Formación Auquileo (Jurásico superior), granitoides del Subgrupo Cerro Tres Puntas (Cretácico superior tardío-Paleoceno inferior), diques y filones capa andesíticos de la Andesita Colipilli (Paleoceno superior-Eoceno medio), volcanitas andesíticas de la Andesita Cayanta (Eoceno inferior a medio), basaltos del Basalto Coyocho (Plioceno) y sedimentos cuaternarios de diverso origen.

De acuerdo con González *et al.* (2004) y de Barrio y Ramis (2013), en el yacimiento *Arroyo Nuevo* la baritina se presenta como un manto de dos a ocho metros de potencia, con rumbo 70° e inclinación de 20° al este-sudeste, contenido en la Formación Los Molles y conformado por baritina de color blanco a blanco grisáceo, de grano fino a grueso, con delgadas intercalaciones de niveles cloríticos verde grisáceos (fig. 115).

Un sistema enrejado de diques, con rumbos predominantes norte y este, inclinación vertical a subvertical y espesor de 0,10 m a 3,00 m, atraviesan la secuencia sedimentaria y el manto de baritina.

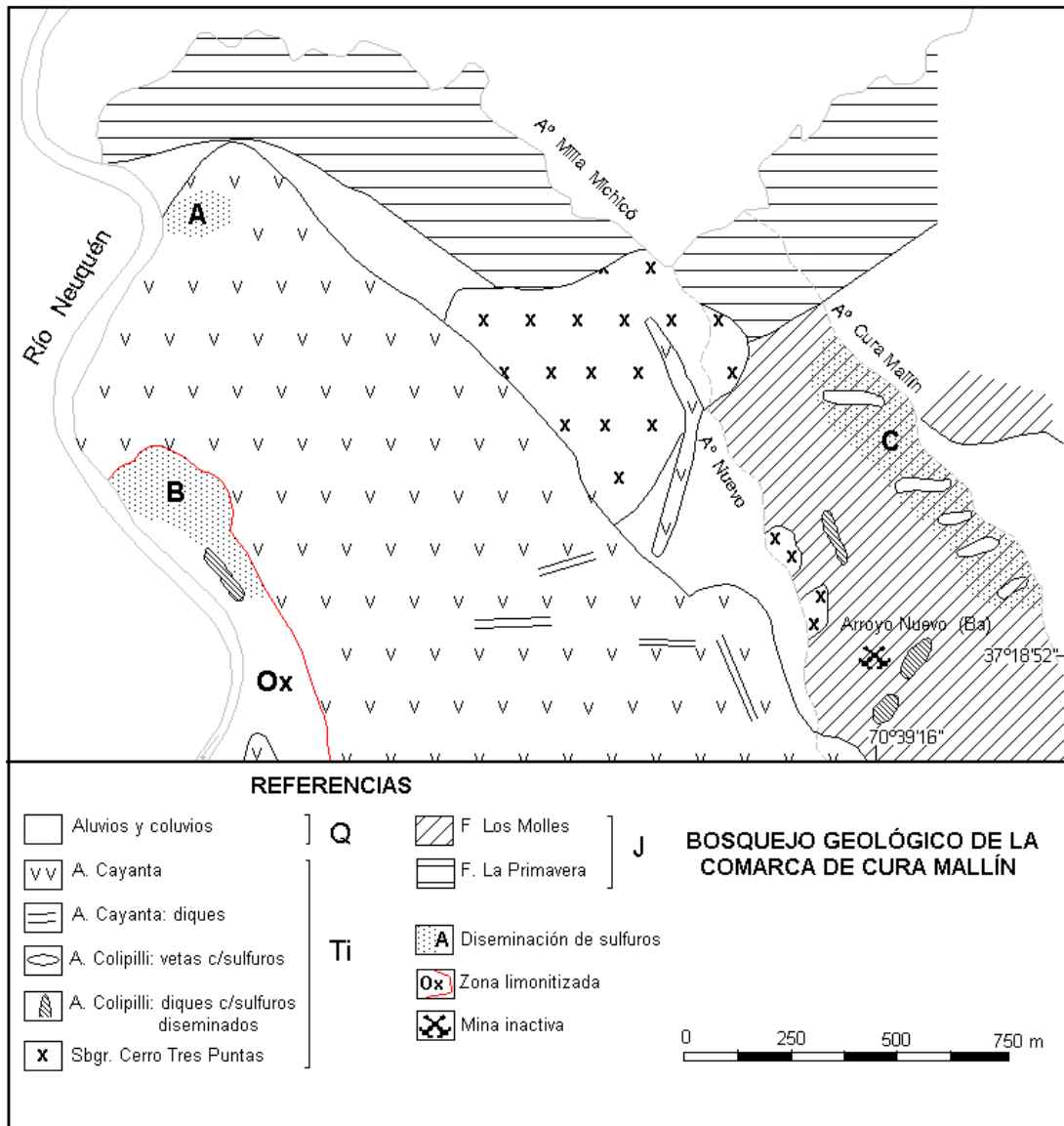


Figura 115. Cura Mallín. Arroyo Nuevo; perfil del manto barítico.

En el tercio inferior de éste ocurren, sectorialmente, finas láminas y diseminación de pirrotina, pirita, calcopirita, galena, esfalerita, arsenopirita, greigita, melnikovita, limonitas y cuarzo. El sulfuro más abundante es el primero mencionado, siguiendo los demás en orden decreciente.

Por encima del horizonte barítico se hallan dos pequeñas vetas, de 0,60 m de espesor, mayormente compuestas por baritina, a la que acompañan sulfuros de plomo, cinc y hierro, vinculadas con cuerpos andesíticos de la Andesita Colipilli.

Se observa alteración hidrotermal consistente en sericitización, silicificación, cloritización y argilización moderada a intensa.

Con referencia a la génesis del depósito, Hayase y Bengochea (1975) consideraron que responde a un origen magmático hidrotermal, de acuerdo con

características de alteración y estudios geotermométricos.

Brodtkorb y Danieli (1999), sobre la base de estudios de isótopos de azufre y estroncio de la baritina, postularon que el bario pudo derivar de una fuente volcanogénica submarina coetánea con la deposición de las tobas, asociándose con el agua de mar en un ambiente de plataforma distal.

Por su parte Zappettini (1999) asignó el depósito de *Arroyo Nuevo* al tipo SEDEX Ba, resaltando su asociación con sedimentitas pelíticas de ambiente euxínico. Siguiendo a este autor, se considera que la secuencia sedimentaria, desarrollada en un contexto geodinámico extensional, y las características de la mineralización y alteración hidrotermal y su asociación con lutitas negras, con intercalaciones de niveles de tobas dacíticas indicativas de una activi-

dad volcánica próxima, sugieren la posible existencia de un depósito sedimentario exhalativo de sulfuros macizos tipo SEDEX al cual, según de Barrio y Ramis (2013), se sobreimponen procesos magmáticos atribuibles a la actividad ígnea del Terciario inferior, que removilizaron la baritina rellenando fracturas en niveles superiores de la columna sedimentaria.

La fuente de los metales podría estar ligada a la expulsión de salmueras por compactación de sedimentos o por la circulación hidrotermal de fluidos en celdas convectivas a través de la cuenca (de Barrio y Ramis, 2013).

Según estudios microtermométricos, se reconoce la acción de soluciones hidrotermales derivadas de cuerpos intrusivos y procesos hidrotermales exhalativos de baja temperatura (Collao, 1997 y Collao *et al.*, 1997, en de Barrio *et al.*, 2014).

Durante el Plan Cordillerano (1968) se reconoció, principalmente, un área que rodea hacia el norte, este y oeste al yacimiento *Arroyo Nuevo*, realizándose un mapeo geológico y muestreo de rocas para estudios geoquímicos por cobre, plomo, cinc y molibdeno (Pérez *et al.*, 1969) (fig. 116).

Estos autores, para dicha área, señalan la existencia de dos vetas cupro-plumbíferas situadas, una, próxima a la margen izquierda del río Neuquén, a unos 2,7 km al oeste-noroeste de la mina y otra al este del arroyo Nuevo, unos 50 m al norte del yaci-

miento barítico. Ambas tienen rumbo noroeste y un espesor de 0,50 m, encajando en tobas y brechas andesíticas de la Andesita Cayanta la primera y cortando a pelitas de la Formación Lotena la segunda.

En estas vetas, que fueron escasamente trabajadas mediante labores subterráneas, la mineralización primaria consiste en pirita, calcopirita, galena y esfalerita en ganga de cuarzo. El mineral secundario se conforma con calcosina, covellina, malaquita, azurita y limonitas.

Los datos geoquímicos indican 1 % Cu, 0,9 % Pb, 1 % Zn y 2 ppm de molibdeno para la veta cercana al río Neuquén. Otra veta, localizada unos 750 m al nor-nordeste de la mina Arroyo Nuevo, contiene 1 % Cu, 0,023 % Pb, 0,032 % Zn y 4 ppm de molibdeno.

Se diferencian además, tres sectores con mineral disseminado: A: a 3,3 km al noroeste de la mina Arroyo Nuevo; B: a 2,85 km al oeste-noroeste de la misma y C: a 0,8 km (el punto medio) de la nombrada.

El sector A cubre una superficie de 0,06 km², encontrándose en él diques y filones capa andesíticos que intersectan a la roca encajante de tobas y brechas andesíticas en variadas direcciones. La mineralización visible, pirita y pirrotina, es muy variable, existiendo filones estériles y xenolitos de roca encajante mineralizados.

El sector B cubre una superficie de 0,09 km², presentando similares características que el anterior. Contiene a la primera de las vetas señaladas.

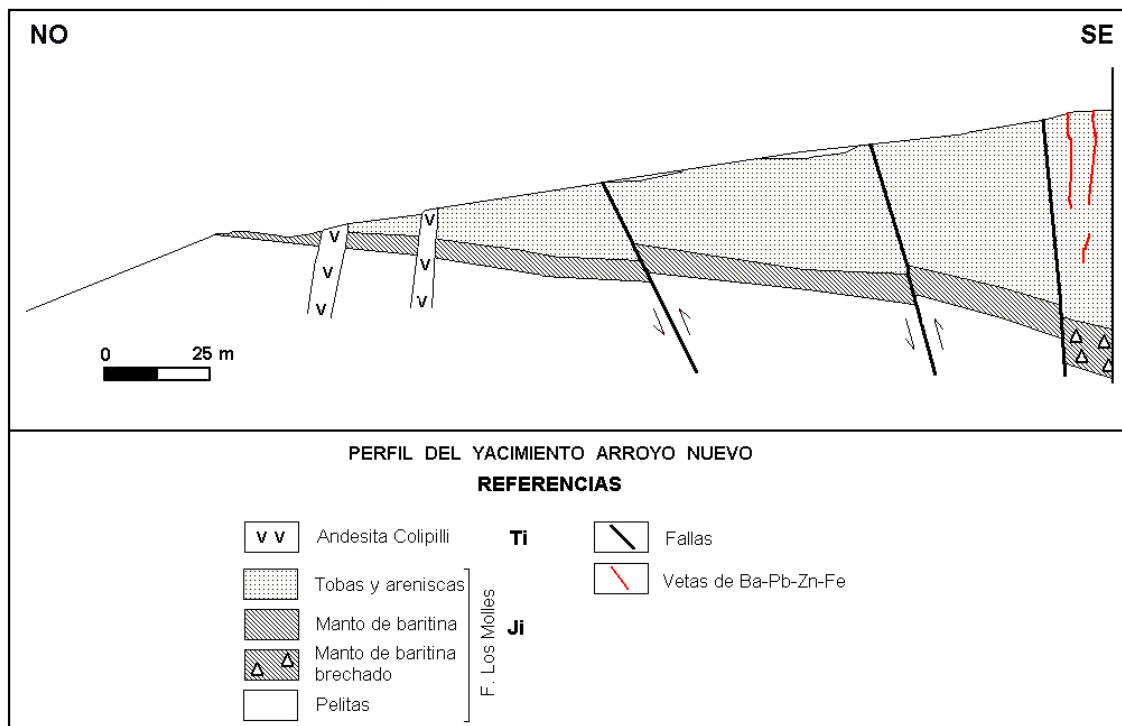


Figura 116. Cura Mallín. Esquema geológico (modificado de Pérez *et al.*, 1969)

En estos dos sectores no se observan alteraciones hidrotermales y los tenores geoquímicos son bajos: 60 a 380 ppm Cu y 4 a 16 ppm de Molibdeno.

El sector C cubre una superficie de 0,42 km² compuesto por pelitas y calcáreos de la Formación Los Molles. Contiene diques andesíticos con mineral diseminado, al igual que la roca encajante en la que se hallan fisuras rellenas con limonitas y puntos aislados con oxidados de cobre.

La geoquímica de rocas señala valores muy contrastantes: cobre de 30 ppm a 3.400 ppm Cu, plomo de 40 ppm a 960 ppm Pb y cinc de 80 ppm a 620 ppm Zn, en tanto que el molibdeno se mantiene más constante con valores altos de 12 ppm a 16 ppm Mo sobre los bajos de 2 ppm a 4 ppm de molibdeno.

Según Minera Cordillera del Viento (2010), la comarca también fue explorada por Place Dome,

entre 1993 y 1995, efectuándose muestreos geoquímicos de sedimentos fluviales y de rocas en canaleta (fig. 117).

En 1994, la continuadora Minera Andes S.A. ubicó sus exploraciones alrededor del yacimiento barítico, realizando mapeo geológico, muestreo de rocas y suelos en sitios con jasperioides en rocas carbonáticas y geofísica (polarización inducida y magnetometría), seleccionándose un área anómala en oro y mercurio e intensa silicificación en las rocas aflorantes. Además, en el área de las yacencias *Raza Fuerte* y *Don Carlos*, al sur del depósito *Arroyo Nuevo*, ejecutó 27 sondeos de aire reversa que totalizaron 1.220 m, cortando niveles mineralizados de hasta 1,50 m de espesor dentro de las sedimentitas con contenidos superiores a 3,5 g/t Au, 8 % Pb y 1 % de Zn (Danderfer, 2006).

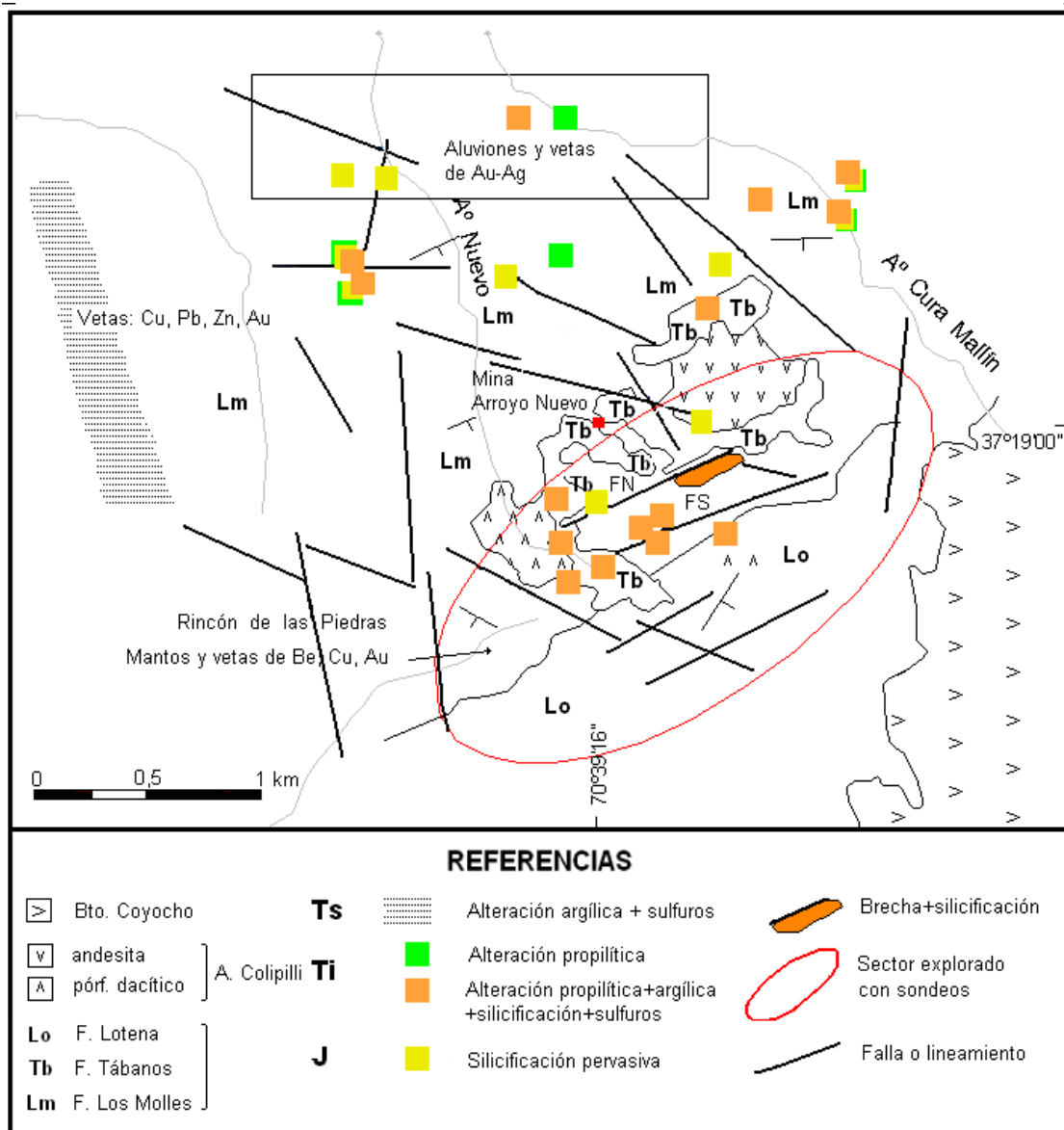


Figura 117. Cura Mallín. Esquema geológico y estructural (modificado de Casé, 2007)

El trabajo efectuado por Danderfer (2006), señaló que los sectores con alteración hidrotermal silicea y presencia de sulfuros se extienden hacia el norte de la latitud del yacimiento *Arroyo Nuevo*, tal como fue señalado por Pérez *et al.* (1969).

Minera Cordillera del Viento S.A. propuso tareas exploratorias para el sector de las minas *Raza Fuerte* y *Don Carlos* basadas en el plan de trabajos de Casé (2007). Este autor expresa que «*el área ocupada por las pertenencias de ambas minas corresponde al sector sur del depósito estratoligado de baritina Arroyo Nuevo. Es una zona de falla en la que confluyen por lo menos dos importantes fracturas que limitan la mineralización de baritina, al tiempo que se asocian a la intrusión de stocks y filones dacíticos.*»

En épocas de explotación de la mina Arroyo Nuevo, el sector ha sido objeto de incesante exploración para detectar la continuidad del manto de baritina, tanto desde exterior como desde interior mina, casi siempre con resultados poco alentadores. Quizás los de mayor interés han sido los obtenidos por Minera Andes, intersectando al parecer horizontes con cierta mineralización diseminada de oro en sedimentos. Las aisladas ocurrencias de baritina, tanto en *Raza Fuerte* como en *Don Carlos*, no descartan por su parte la posibilidad de localizar otras mineralizaciones de baritina en el sector.

De acuerdo a los resultados del informe petrocalcográfico y a las condiciones geológicas y estructurales, el sector de las minas *Raza Fuerte* y *Don Carlos* se correspondería con una importante zona de fracturación que favoreció la circulación de fluidos hidrotermales. A ella se asociarían los depósitos de baritina y metales básicos así como la presencia de oro y otros elementos metálicos.

El área de mayor interés prospectivo se localiza entre dos fracturas regionales al sur de la mina Arroyo Nuevo, indicadas en el mapa como FS1 y FS2. Esta última se correspondería con la principal zona de aporte y circulación de fluidos hidrotermales responsable de la formación de brechas y cuerpos porosos de sílice (sílica vuggy).

El área de ambos yacimientos reviste interés prospectivo ya que las rocas analizadas corresponderían en primera aproximación a un ambiente favorable para la formación de depósitos subvolcánicos de oro y metales básicos asociados a baritina.»

Lagunas de Epulauquen

El área, conocida también como Lagunas de Epulafquen, se halla situada al noroeste de la locali-

dad de Las Ovejas, desde donde se arriba recorriendo 35 km por la ruta provincial 45 hasta el puesto de Gendarmería Nacional. Tres caminos secundarios permiten el acercamiento a distintos sectores.

Según Zanettini (2001) en la comarca afloran tobos y aglomerados volcánicos andesíticos de la Andesita Cayanta (Eoceno inferior a medio) intruidos por la Tonalita Lumabia [Oligoceno superior, $26,3 \pm 1,5$ Ma (Folguera *et al.*, 2007)] y el Granito Las Lagunas [Mioceno medio, 15 ± 2 Ma (Pesce, 1981)], integrados por tonalita, diorita, granito y granodiorita; las tres unidades son cubiertas por depósitos glaciafluviales y aluviales cuaternarios (fig. 118).

Los trabajos geológico-geoquímicos en el área fueron ejecutados por Deza (1988), quien comunica que en la cordillera Blanca las intrusiones de tonalitas y dioritas han fracturado a las volcanitas andesíticas encajantes y provocando alteración hidrotermal argílica, sericitica, propilitica y, en menor escala, potásica, compuesta ésta por biotita secundaria y alunita. Son comunes, además, las venillas de cuarzo, epidoto, sericita y de piritita oxidada.

Los cuerpos andesíticos (Andesita Colipilli?) también se encuentran penetrados por venas y venillas de cuarzo, lo que sugiere que ellos son más antiguos que los granitoides. Si bien el contacto entre ambas rocas no es claro, las últimas contienen xenolitos de la andesítica.

En la cordillera Blanca las muestras de rocas, analizadas por oro, plata y cobre, señalan promedios aritméticos de 0,036 g/t Au, 0,78 g/t Ag en granitoides y 0,057 g/t Au y 1,00 g/t Ag en andesitas, siendo de 32,5 ppm Cu el promedio general del sitio.

En laguna de las Chaquiras se tienen 0,022 g/t Au, 0,582 g/t Ag y 18,4 ppm Cu para los granitoides, en tanto que en laguna Vaca Lauquén se obtuvieron 0,029 g/t Au, 0,848 g/t Ag y 39,7 ppm Cu para la misma litología.

Las volcanitas muestran en general 0,078 g/t Au y 0,819 g/t de plata.

Por sus características de alteración hidrotermal, los sectores más promisorios se localizan hacia el norte del cerro Blanco de Lumabia y en el cerro Blanco de Vaca Lauquén.

Quebrada del Bronce

Se ubica a unos 15 km al sudoeste de la ciudad de Chos Malal, en el paraje Rahueco, sobre el flanco nororiental del cerro Caicayén. Se accede, desde la ciudad citada, recorriendo 10 km hacia el sur por la ruta nacional 40, luego 13 km por la ruta provincial 6 y cinco kilómetros por camino secundario. Al área se debe acceder a pie o en animales de silla.

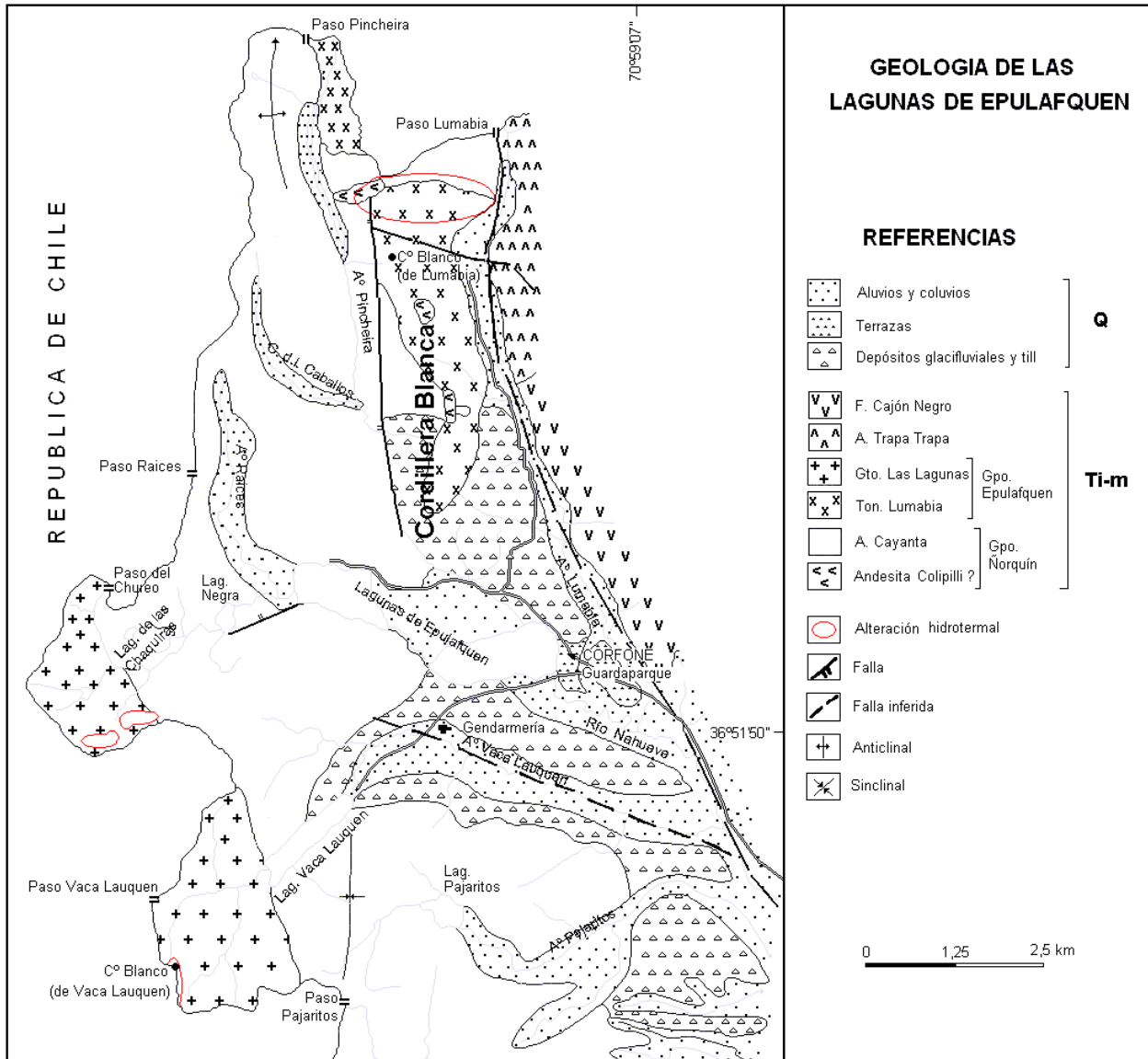


Figura 118. Lagunas de Epulafquen. Mapa geológico del área [modificado de Deza (1988) y Zanettini (2001)].

Esta yacencia fue señalada por Llambías y Malvicini en 1978 y caracterizada por Casé en 1996 y 1997b (fig. 119 y 120).

Según CORMINE S.E.P. (1996b), Casé (1997b) y Casé y Malvicini (1999), en la comarca se expresan secuencias sedimentarias del Jurásico

y Cretácico inferior, conformadas por pelitas negras y calizas de la Formación Los Molles, calizas con yeso de la Formación Tábanos, areniscas de la Formación Lotena, yeso de la Formación Auquilco, areniscas de la Formación Tordillo y calcáreos de la Formación Vaca Muerta, intruídas por cuerpos



Figura 119. Quebrada del Bronce. Imagen satelital de la zona de alteración hidrotermal.



Figura 120. Quebrada del Bronce. Vista al noroeste del área de alteración hidrotermal.

subvolcánicos subalcalinos a calcoalcalinos de composición andesítica y microdiorítica de la Formación Colipilli (Paleoceno medio a Eoceno medio), con los cuales se vinculan los procesos de alteración hidrotermal, mineralización y formación de *skarns* (fig. 121).

Las alteraciones hidrotermales que se desarrollan en este depósito responden a un esquema de halos concéntricos compuesto por:

- Alteración potásica (biotita-feldespato potásico-cuarzo-sericita, asociados a albita, apatita y yeso) incipiente a moderada, afecta a los pórfiros andesíticos.
- Alteración filica (sericita-cuarzo-pirita, con clorita, rutilo y caolinita subordinados) incipiente a intensa, masiva y en venillas, afecta a todas las litologías y se superpone a las alteraciones potásica y propilítica.
- Alteración argílica (caolinita, montmorillonita, sericita y clorita) incipiente a moderada, afecta a microdioritas y pórfiros andesíticos y se superpone a las anteriores alteraciones.
- Alteración propilítica (clorita-calcita-epidoto y ceolita, con tremolita-actinolita, sericita, apatita, titanita, leucoxeno y prenhita como accesorios) incipiente a moderada, afecta a microdioritas y pórfiros andesíticos.

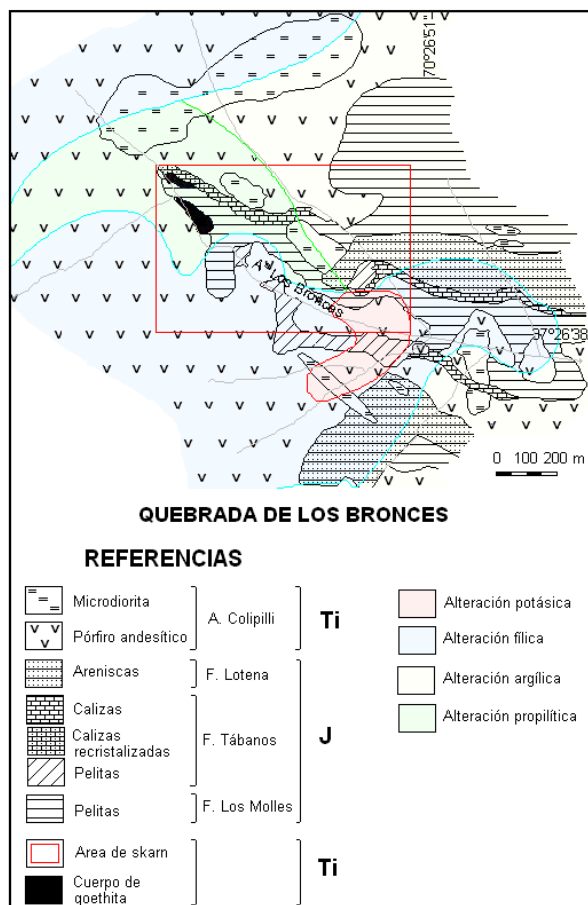


Figura 121. Quebrada del Bronce. Geología y alteración hidrotermal (tomado de CORMINE S.E.P., según Casé 1997a y 1999).

La mineralización cuproaurífera está diseminada en las rocas ígneas, mientras que el oro se asocia a pirita, calcopirita y cuarzo que rellenan fracturas. Está ligada a las zonas de alteración potásica y filica, constituida por calcopirita, pirita, pirrotina, magnetita, esfalerita, oro y electrum. Los minerales supergénicos consisten en malaquita, azurita, crisocola, hematina, limonitas y, raramente, enargita y covellina.

El yacimiento carece de una zona de enriquecimiento debido al bajo contenido de pirita y a la capacidad neutralizante de la roca de caja calcárea.

Las leyes promedio del mineral son 0,64 % Cu, 41 ppm Zn, 17 ppm Mo, 0,06 g/t Au y 0,78 g/t de plata.

Franchini (1990) comenta que cuatro manifestaciones de *skarns* se encuentran sobre el flanco sudoriental del cerro Caicayén, formados por un 70 % de limonitas y un 30 % de sulfuros de hie-

rro, cinc, cobre y magnetita asociados a silicatos. De forma lenticular y con un promedio de 40 m de longitud, se desarrollan en la aureola externa del pórfiro de cobre, habiéndose formado por reemplazo metasomático-hidrotermal de las sedimentitas jurásicas. Estas yacencias son cálcicas y se enmarcan en la subclase hierro (fig. 122). En ellas se reconocen las zonas de *endoskarn* y *exoskarn* conformadas por silicatos característicos, sobre los que se advierte una alteración re-

trógrada con la que fue concomitante la deposición de sulfuros, siendo pirita el más abundante; la acompañan melnicovita, pirrotina, esfalerita, calcopirita, magnetita, oro, covellina, goethita y hematita. Estos minerales se presentan diseminados y en venillas, como también reemplazando masivamente a caliza y a parte de los *exoskarn* (Casé, 1997; Franchini, 1990).

Quebrada del Bronce es un pórfiro de cobre con oro con el que se asocian *skarns* cálcicos de hierro

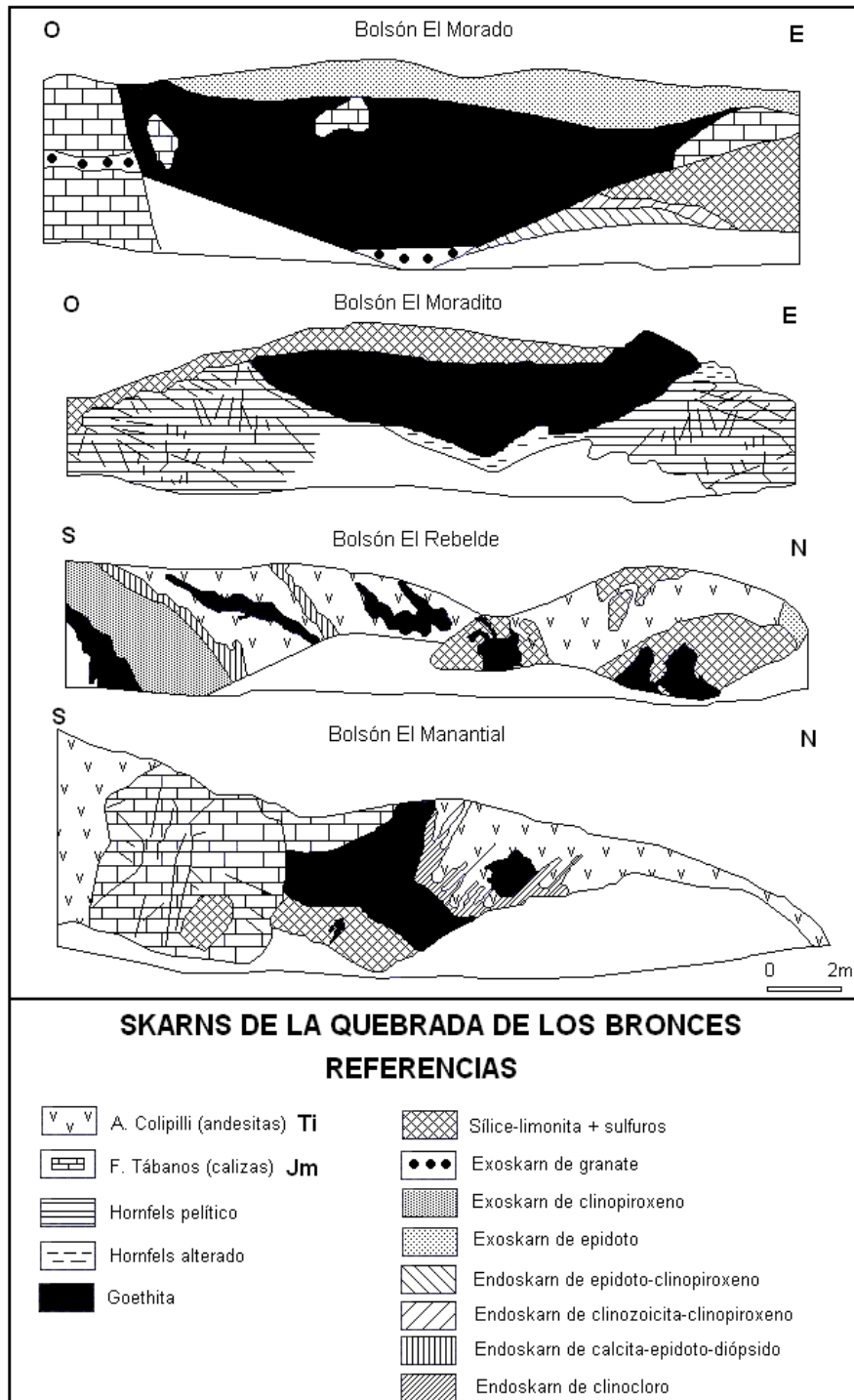


Figura 122. Quebrada del Bronce. Perfiles transversales esquemáticos de los *skarns* (tomado de Franchini y Meinert, 1991).

y cobre, localizado en un *stock* de epizona relacionado con un arco magmático externo desarrollado sobre un margen continental cercano a la fosa oceánica. Las relaciones isotópicas $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ halladas en las rocas ígneas indican que el sistema magmático pudo originarse en el manto subyacente, contaminado por bajas proporciones de material cortical (Casé, 1997b; Casé y Malvicini, 1999).

El sistema hidrotermal estuvo compuesto por fluidos de origen magmático que evolucionaron de manera continua hacia menores temperaturas y salinidades, lo que sugiere la participación de aguas meteóricas en ebullición desde el inicio de la formación de las yacencias y en continuo aumento en los últimos estadios de la mineralización (Franchini, 1990; Casé, 1997b).

De acuerdo con las temperaturas de entrapamiento y presiones, el sistema hidrotermal se habría instalado a una profundidad mínima de 1.400 m (Casé, 1997b).

La composición química de las rocas intrusivas es intermedia con respecto a plutones asociados con *skarns* de hierro y plutones asociados con *skarns* de cobre. Los *skarns* mineralizados y la zona de alteración-mineralización en contacto con esos intrusivos, es similar a los *skarns* de cobre asociados con depósitos de cobre porfirico (Franchini *et al.*, 2000).

La edad K/Ar sobre roca total de $44,7 \pm 2,2$ Ma determinada para una microdiorita del cerro Caycayén (Llambías y Rapela, 1989) se puede considerar válida para el depósito mineral.

El Sillero

La importancia del área se basa en las observaciones geológico-geoquímicas realizadas por Zanettini (1976), durante la exploración del pórfiro cuprífero Campana Mahuida, y las conclusiones vertidas en su informe sobre éste.

Es una faja de fracturación de rumbo oeste-noroeste que se ubica en el paraje de Campana Mahuida, extendiéndose en dirección este-sudeste entre el río Agrio y el extremo sur del intrusivo granodiorítico del cerro Pedregoso (ver fig. 20). Desde la localidad de Loncopué se accede recorriendo 15 km por la ruta provincial 33 y camino secundario que, por la margen izquierda del río Agrio, conduce hasta la escuela de Campana Mahuida. Desde allí se puede recorrer la faja por unos 10 km hacia el este-sudeste por huella para vehículos de doble tracción y/o en animales de silla.

En el sitio afloran areniscas de la Formación Lotena (Jurásico medio a superior) sobreyacidas en discordancia por calizas y brechas calcáreas de la Formación La Manga (Jurásico superior), a las que siguen en concordancia areniscas, arcilitas y lutitas, con intercalaciones de areniscas tobáceas y tobas de la Formación Tordillo (Jurásico superior). El conjunto es intruido por las magmatitas del Grupo Campana Mahuida (Paleoceno inferior), integrado por granitoides de la Granodiorita Tres Puntas y cuerpos hipabisales de pórfiro andesítico y dacita de la Andesita El Sillero, la cual también intruye a la Granodiorita.

Con la Granodiorita Tres Puntas se relaciona el metamorfismo de contacto que decoloró y transformó en calizas cristalinas a las rocas de la Formación La Manga y en *hornfels* y pizarras a las sedimentitas de las Formaciones Lotena y Tordillo, mientras que los procesos de alteración hidrotermal y mineralización que afectan al conjunto se vinculan con la Andesita El Sillero. Esta última, localmente, ha ocasionado un reemplazo total de las calizas de la Formación La Manga por cuarzo, ópalo y calcedonia, formándose también pequeños cuerpos de *skarn* de hierro (Zanettini, 1979a y b; Chabert y Zanettini, 1999; Zanettini, 2010).

En el distrito minero de Campana Mahuida se conocen el pórfiro cuprífero homónimo, las vetas de plomo-cinc del *Agrupamiento Campana Mahuida*, los *skarns* de hierro *La Miseria*, *La Angosta*, *J.R.* y *La Espinosa* y las vetas de baritina hidrotermal *Josefa* y *Sarita*.

Se halla, además, una faja de fracturación de rumbo oeste-noroeste que llama la atención por presentar, local y principalmente al sur del pórfiro cuprífero, valores geoquímicos de umbral y anomalía para Cu, Pb y Zn, que sugieren una canalización de soluciones mineralizantes a través de ella (fig. 123 y 124).

Este sistema de fractura corta al arroyo El Sillero en el extremo sur del depósito de cobre porfirico, determinándose un sector al norte y otro al sur del mismo. Contiene las vetas plumbíferas del *Agrupamiento Campana Mahuida* en su extremo occidental, las vetas de baritina hidrotermal, calizas metasomatizadas de la Formación La Manga y una manifestación vetiforme de galena en su parte media, no habiendo sido reconocida en su continuación hacia oriente (fig. 125).

En el área que constituye el distrito se realizan, entre otros, estudios geoquímicos de sedimentos fluviales y de rocas, con énfasis en el sector del

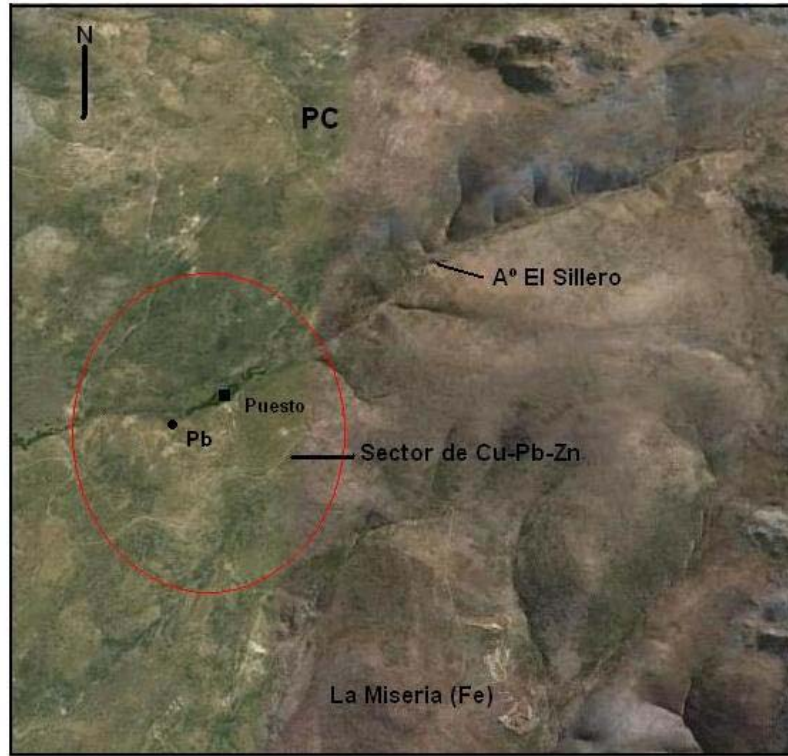


Figura 123. El Sillero. Imagen satelital del sector de mayor interés.

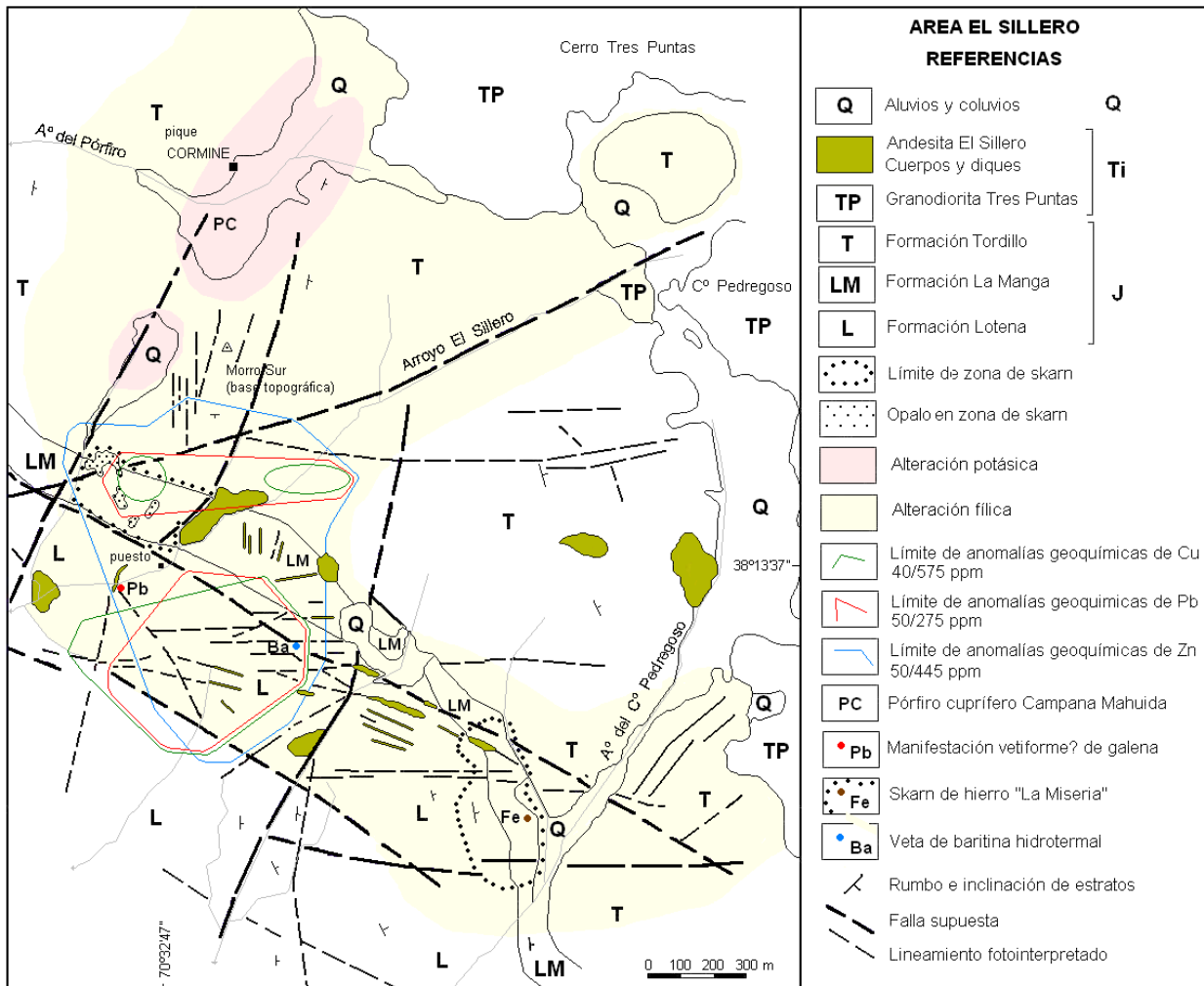


Figura 124. El Sillero. Mapa geológico del sector de mayor interés (modificado de Zanettini, 1976).



Figura 125. El Sillero: vetas de baritina con galena, al este del cerro Campana Mahuida.

pórfiro cuprífero del mismo nombre (Zanettini, 1976). El análisis estadístico de los valores logrados arrojó los siguientes tenores en partes por millón:

SEDIMENTOS FLUVIALES				
	Cobre	Plomo	Cinc	Molibdeno
Fondo	<36	< 45	< 120	< 4, 5
Umbral	36-50	45-379	120-459	4, 5-15
Anomalía	>50	> 379	> 459	> 15

ROCAS				
	Cobre	Plomo	Cinc	Molibdeno
Fondo	< 71	< 30	< 39	< 15
Umbral	71-248	30-371	39-599	15-69
Anomalía	> 248	> 371	> 599	> 69

En sedimentos fluviales del área, el plomo y el cinc muestran valores umbral y anómalos y el cobre tenores umbral en los arroyos que drenan el sector de las vetas del Agrupamiento Campana Mahuida

y la faja estructural oeste-noroeste que continúa hacia el sudeste y que contiene dichas vetas y otras de baritina hidrotermal.

En rocas del área, plomo, cinc y cobre presentan tenores umbral y anómalos al norte y al sur del curso superior del arroyo El Sillero, que se relacionan con el sistema de fracturación oeste-noroeste y en calizas metasomatizadas de la Formación La Manga. Dichos valores son de 100 a 575 ppm Cu, de 115 a 275 ppm Pb y de 40 a 1.150 ppm de cinc.

A diferencia de la zonación de tenores de los elementos considerados propia del depósito de cobre porfirico Campana Mahuida, la geoquímica de rocas inmediatamente al sur del mismo muestra una concentración de valores umbral y anómalos de plomo-cinc-cobre, como también así alteraciones hidrotermales filica y propilítica, que reflejan al sistema de fracturación oeste-noroeste y a las calizas metasomatizadas.

La coincidencia de valores indicativos de los tres elementos sugieren dos posibilidades: vetas de Pb-Zn-Cu no aflorantes relacionadas con el sistema de fractura oeste-noroeste y/o depósitos de reemplazo en las calizas metasomatizadas de la Formación La Manga.

En atención a estas posibilidades, se deberían realizar, en principio, estudios geoquímicos y geofísicos de detalle orientados a investigar la existencia de vetas de Pb-Zn-Cu no aflorantes en el sistema de fracturación oeste-noroeste y la posibilidad de depósitos de reemplazo en las calizas de la Formación La Manga, al norte y sur del arroyo El Sillero. De hecho, sobre el cauce de fue reconocida una pequeña manifestación vetiforme de galena, de unos 0,15 m de espesor, puntualmente aflorante.

Sierra de la Vaca Muerta-Cordón de Curymil

La comarca se ubica entre 42,5 km y 22,5 km en línea recta al noroeste de la ciudad de Zapala, desde Mallín Quemado hasta Portada Covunco. Se accede por la ruta nacional 22, y huellas hacia el este desde ella, hasta la cuesta de Cuchillo Curá (45 km) y desde ésta unos 24 km por huella minera hasta el paraje Mallín Quemado.

Las unidades aflorantes responden a los Grupos Cuyo, Curymil y Mendoza. Al primero corresponden areniscas, limonitas y calizas de la Formación Lajas (Bajociano inferior-Calloviano inferior) y calizas y yeso de la Formación Tábanos (Calloviano inferior), al segundo conglomerados y areniscas de la Formación Lotena (Calloviano medio-Oxfordiano inferior), calizas y pelitas de la Formación La Manga (Oxfordiano) y yeso y calizas de la Formación Auquilco (Oxfordiano), al tercero conglomerados y areniscas de la Formación Tordillo (Kimmeridgiano-Tithoniano inferior) y calizas, areniscas y pelitas de la Formación Vaca Muerta (Tithoniano-Valanginiense inferior) (Leanza y Hugo, 2005) (fig. 126).

El interés de la comarca se refiere a la Formación La Manga. De acuerdo con Zanettini (1989), en Mallín de la Cueva está compuesta, de abajo hacia arriba, por calizas negras a las que siguen otras pardas, fosilíferas; continúan calcáreos sacaroides y culmina con calizas negras, fértidas que contienen escasa cantidad de pirita diagenética diseminada en planos de estratificación laminar. A partir de Mallín del Rubio hacia el sur están ausentes las calizas fértidas del techo y en el cerro Manzano Grande se inicia con calizas arenosas gris azuladas, seguidas

por areniscas micáceas y areniscas calcáreas gris verdoso; la parte superior está formada por calizas gris oscuro con sílex, fósiles y, localmente, pirita diseminada, culminando con calizas sacaroides. En Los Alazanes se integra con calizas coralígenas grises y calizas arenosas pardo rojizo.

Según este autor, durante el desarrollo del Plan Cordillerano se constató la presencia de valores geoquímicos umbral (90 ppm) y anómalos (170 ppm) para cinc, en sedimentos de corrientes que drenan los afloramientos de la Formación La Manga en el cordón de Curymil y sierra de la Vaca Muerta. Este aspecto, como también así las características de sedimentación carbonática de deposición somera, en transición a facies evaporíticas, de la entidad mencionada, llevó a evaluar la posible existencia de depósitos de plomo-cinc estratoligados con los cuales suelen asociarse elementos de Tierras Raras (ETR), tales como galio y germanio entre otros, formándose los sulfuros durante los primeros estadios de la diagénesis (Soler, 1982; Amstutz y Fontboté, 1987).

A tal efecto se tomaron muestra de sedimentos de corriente en los cauces que drenan a la Formación de interés, descartándose los sectores con deposición de arenas eólicas por la posible contaminación. Los tenores geoquímicos para plomo y cinc no corroboraron los obtenidos por el Plan Cordillerano, manteniéndose dentro de los parámetros de fondo: de 6 ppm a 34 ppm para plomo y de 22 ppm a 88 ppm para cinc.

Las muestras representativas de las distintas rocas calcáreas de la unidad indican, además de los normales, valores de umbral y de anomalía baja (30 ppm a 460 ppm) para plomo y de umbral (40 ppm a 320 ppm) para cinc, correspondiéndose los mayores (>100 ppm Pb y >215 ppm Zn) con fallas menores y niveles donde ocurre pirita diagenética (puntos 17, 19 y 20 para plomo y 9,13 y 14 para cinc, en fig. 126).

Los tenores más elevados, anómalos por cierto, para plomo (3.300 ppm a 7.300 ppm) y cinc (710 ppm a 7.100 ppm) se dan en fracturas en las que se han observado características que señalan actividad hidrotermal en ellas (puntos 21,23 y 24 para plomo y 21,22,23 y 24 para cinc).

Atentos a que la concentración normal de plomo y de cinc en las rocas carbonáticas, 20 ppm Pb y 5 ppm Zn es marcadamente baja (Maynard, 1983), los tenores geoquímicos de umbral y anomalía obtenidos en los calcáreos de la Formación La Manga sugieren que esos elementos son epigenéticos, posiblemente precipitados de soluciones hidrotermales de baja temperatura.

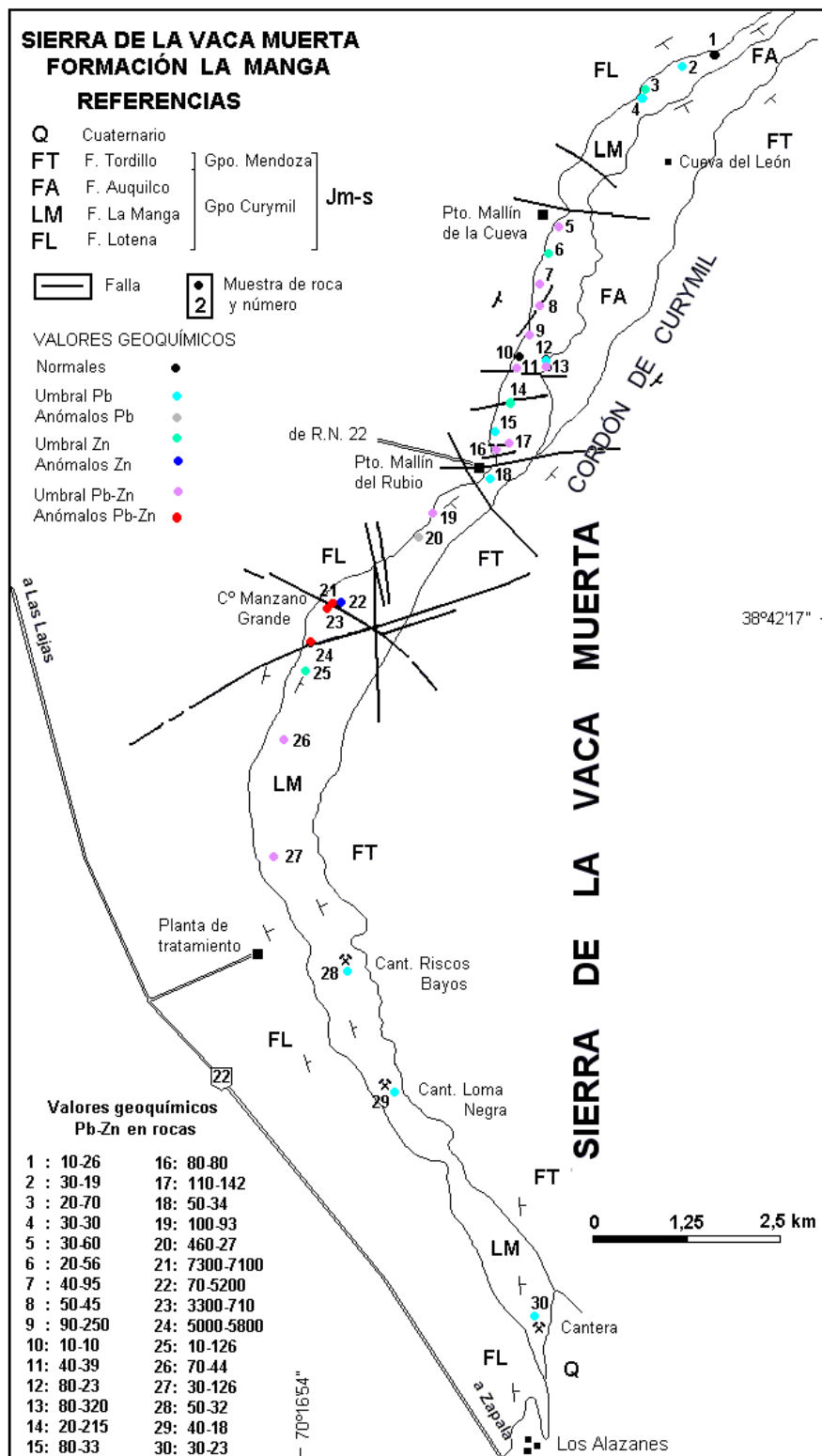


Figura 126. Sierra de la Vaca Muerta y cordón de Curymil. Muestras geoquímicas de roca (modificado de Zanettini, 1989).

Los estudios físicos, geoquímicos y de inclusiones fluidas de De Barrio *et al.* (2014) sobre los depósitos barítico-celestínicos de la sierra de la Vaca Muerta, señalan el carácter epigenético de ellos, pudiendo los fluidos hidrotermales de baja temperatura responsables de las mineralizaciones haberse originado en la activi-

dad magmática (no aflorante) de la Andesita Colipilli o bien ser una génesis vinculada a la mezcla de fluidos hidrotermales provenientes de salmueras de cuencas o aguas formacionales, con aguas originadas en una fuente con abundante contenido de H₂S, posiblemente derivada de hidrocarburos (Maynard, 1983).

Esta situación puede extenderse al área considerada, ya que los indicios están presentes, y por lo tanto prospectar la existencia de uno o más depósitos de tipo MVT.

Las fallas se localizan entre Mallín de la Cueva y el cerro Manzano Grande. Hacia el norte del puesto Mallín del Rubio las zonas de falla son transversales a la estratificación, no sobrepasan los 0,20 m del ancho e incluyen en ellas clastos angulosos de calizas cementados por calcita y, localmente, óxidos de hierro.

En el cerro Manzano Grande, se observan tres zonas de fallas verticales, de cuatro a seis kilómetros de longitud y rumbos de 295° y 70°, transversales a la inclinación de los calcáreos, cuyo ancho no supera los 0,35 m en promedio, rellenas por clastos de calizas cementados por sílice amorfa íntimamente mezclada con óxidos de hierro, calcita supergénica en los espacios abiertos y pátinas limoníticas.

Este relleno es discontinuo en superficie y en la vertical, según se observa en la escarpa del cerro hacia el oeste, disminuye de espesor y desaparece a unos cuatro metros de profundidad. Localmente, el material opalino se dispone a manera de filón capa de hasta un metro de potencia, contactando netamente con las calizas y penetrando en las diaclasas.

En cuanto a la mineralización en estas fracturas, macroscópicamente sólo se distingue pirita, he-

matita y limonitas y, además, al microscopio se observó oro. El estudio geoquímico de muestras de roca reveló hasta 0,08 g/t Au, aunque mayoritariamente varía entre 0,02 y 0,06 g/t. Además se tienen 0,33 % a 0,73 % Pb y 0,07 % a 0,71 % Zn, en tanto que cobre señaló tenores normales.

La composición del relleno de las fallas y la mineralización sugieren circulación de soluciones hidrotermales de baja temperatura, a pesar de que no se han observado en la comarca algún cuerpo magmático con el cual vincularla, aunque se lo interpreta ocurrente en el subsuelo. De hecho, Brodtkorb y Danieli (2011) mencionan que relevamientos sísmicos de Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF) detectaron anomalías que podrían corresponder a un cuerpo intrusivo en profundidad.

Cerro Las Lajas

El área se encuentra situada entre 48 km y 60 km en línea recta al oeste-noroeste de la ciudad de Zapala, desde donde para acceder se recorren 54 km por la ruta provincial 13 hasta el paraje Primeros Pinos, debiéndose continuar de seis a 17 km hacia el noroeste en animales de silla para reconocer el área (fig. 127 y 128).

Las rocas más antiguas aflorantes corresponden a la Ectinita Piedra Santa (Devónico-Carboní-



Figura 127. Cerro Las Lajas. Imagen satelital de los sectores de interés.



Figura 128. Cerro Las Lajas. Vista hacia el noreste, desde la falda norte del cerro Las Lajas, del área de alteración hidrotermal en el arroyo Blanco.

fero), constituida por filitas, esquistos pelíticos y micáceos, a intrusiones de granitoides del Complejo Plutónico del Chachil (Pérmico inferior) y a volcánicas correspondientes a la Formación Ñireco (Triásico superior). Son intruidas por cuerpos subvolcánicos y diques, mayormente de composición andesítica, y cubiertas por coladas, tobas y brechas volcánicas de naturaleza mesosilíceas a silíceas de la Andesita Palau Mahuida (Plioceno superior) (Zanettini *et al.*, 2010) (fig. 129).

Las primeras observaciones en el área, denominada entonces Área de Reserva N° 47 Arroyo Blanco, fueron efectuadas por Salaberry (1968c), reconociendo cuerpos y diques de pórfiro andesítico y monzodiorítico mineralizados en las cabeceras de los arroyos Blanco y Manzano, como también así anomalías geoquímicas. Posteriormente JICA-MMAJ (2001) determinó la presencia de alteraciones hidrotermales alrededor de la cumbre del cerro Las Lajas.

De acuerdo con JICA-MMAJ (2001) el cerro Las Lajas es una estructura volcánica colapsada, en cuyos faldeos norte y sur se observa que las volcánicas presentan alteración hidrotermal silíceas y argílicas de baja temperatura, además de limonitización y lixiviación, acompañadas por piritización y venillas de cuarzo de < 5 milímetros. Localmente, en el faldeo norte, se ubica una brecha hidrotermal.

Inmediatamente al norte del cerro antes nombrado, Salaberry (1968c) y Zanettini (2010) diferencian dos sectores: arroyo Blanco y arroyo Manzano.

En el sector arroyo Blanco predomina el material volcánico del Plioceno superior, encontrándose tobas, brechas volcánicas y cuerpos de composición andesítica.

Los extensos mantos de tobas cristalino-líticas y vitro-líticas (ignimbritas?) son de color gris claro a

blanquecinas, compactas, con rasgos de fluidalidad, intensamente argilizadas y sericitizadas, atravesadas por venillas de cuarzo y calcedonia. Se hallan notablemente piritizados (con contenido aurífero?) y con hematización secundaria.

Las andesitas y pórfiros andesíticos, son de colores gris claro, gris verdoso y violáceo; se encuentran argilizados, sericitizados, calcitizados, cloritizados y cruzados por venillas de cuarzo y cuarzo-calcita. Contienen piritita, diseminada y en venillas, con inclusiones de calcopirita, pirrotina, rutilo, magnetita y, localmente, molibdenita. Están limonitizadas y hematitizadas por meteorización.

Además se encuentran dioritas color gris verdoso oscuro, con serpentinitización, cloritización y calcitización.

Como indicativo de actividad hidrotermal póstuma, en el arroyo que nace entre las cumbres gemelas del cerro Las Lajas y desagua en el Blanco, hay emanaciones sulfurosas que determinan un escaso depósito de azufre pulverulento sobre el lecho (yacimientos *El Bayo*).

Se localizan, además, vertientes de aguas termales sulfurosas y pequeños depósitos de azufre sobre andesitas y tobas andesíticas, en un área de 15.000 m², en los que se han realizado labores de exploración a cielo abierto, en las nacientes del arroyo Blanco (yacimientos *La Emperatriz*).

En este sector, en las cabeceras del arroyo que desciende desde las cumbres gemelas del cerro Las Lajas, muestras de sedimentos de corriente evaluadas por colorimetría indican 10 a 80 ppm Cu, 10 a 900 ppm Pb, 20 a 420 ppm Zn y 2 a 12 ppm Mo. Se diferencia un área con tenores más elevados de plomo (40 a 90 ppm) y cinc (50 a 120 ppm), dentro de la cual están los valores anómalos que son puntuales, y otra con valores más notables de molibdeno (6 a 12 ppm).

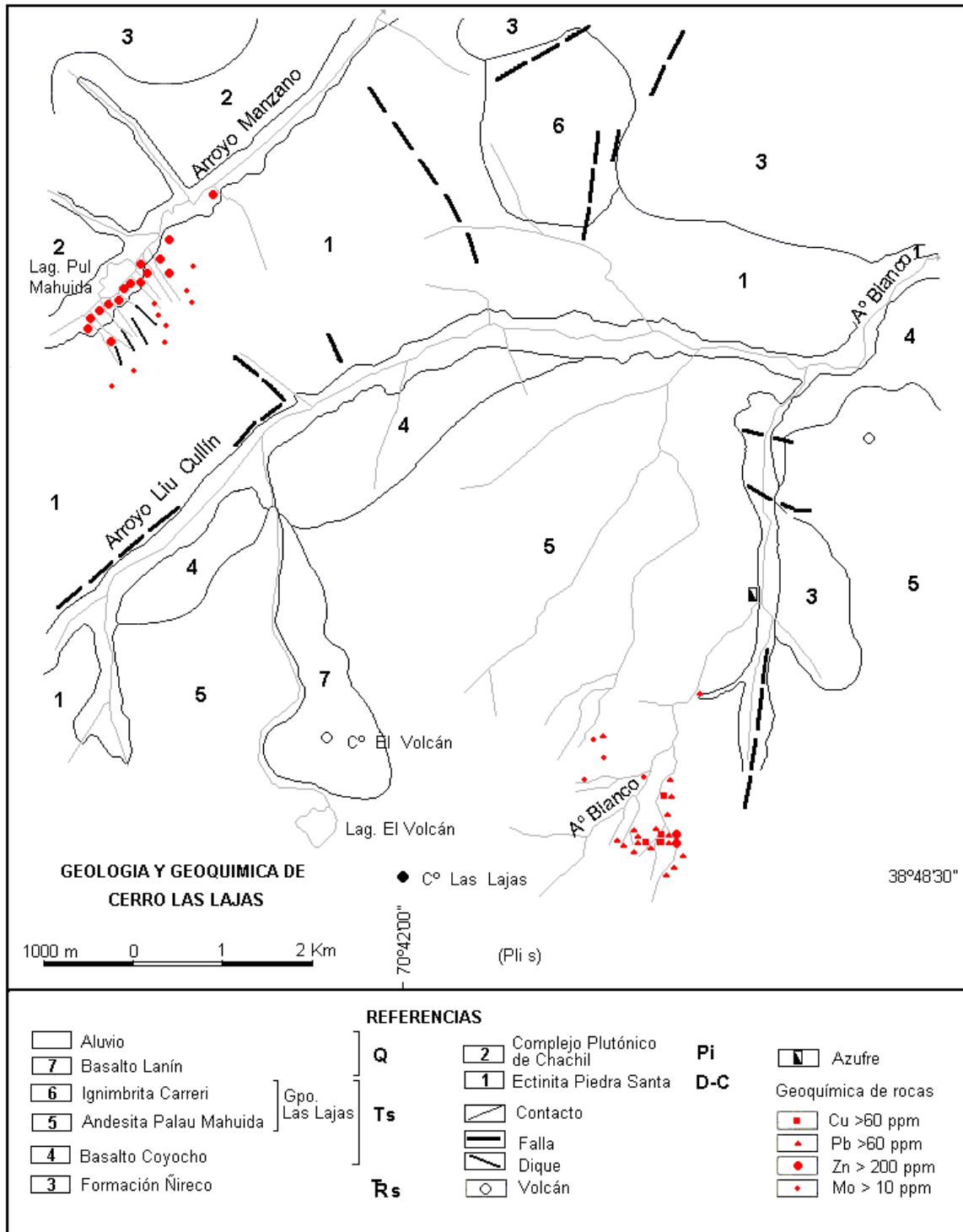


Figura 129. Cerro Las Lajas. Geología y geoquímica (tomado de Plan Cordillerano, 1970a)

En el sector arroyo Manzano afloran metamorfitas devono-carboníferas, granitos pérmicos y volcánicas triásicas, intruídas por diques de composición diorítica y andesítica de edad pliocena superior.

Las metamorfitas, que corresponden a *hornfels* de color verde grisáceo oscuro, se encuentran sericitizadas, cloritizadas, muscovitizadas y atravesadas por venillas de epidoto. Se observa diseminación de pirita y marcasita asociadas, masivamente o

formando esqueletos, como también así diseminación de esfalerita, calcopirita, pirrotina y magnetita. La hematización es secundaria.

Las dioritas y pórfiros andesíticos son de color gris verdoso y negro, están argilizados, sericitizados, cloritizados, epidotizados y escasamente turmalinizados. Contienen pirita aglomerada y diseminada, con inclusiones de calcopirita y pirrotina, y magnetita martitizada. Secundariamente se hallan hematitizados.

En el curso superior del arroyo Manzano la geoquímica de sedimentos de corriente manifiesta 10 a 150 ppm Cu, 10 a 90 ppm Pb, 20 a 460 ppm Zn y 2 a 30 ppm Mo. En este sitio la zona de interés es una faja de unos 1.500 m de longitud por 500 m de ancho en el faldeo sobre la margen derecha del citado arroyo, a la altura de la laguna Pul Mahuida en la cual nace; allí se registran valores anómalos de 100 a 150 ppm Cu, 240 a 460 ppm Zn y 12 a 30 ppm Mo.

Los dos sectores de interés, reconocidos en el área por Salaberry (1968c), presentan anomalías geoquímicas en sedimentos de corriente que, se vincularían con los cuerpos y diques de pórfiro andesítico mineralizados, los cuales probablemente se conectan con cuerpos mayores a una profundidad no determinada.

Se considera al este sistema como un epitermal vinculado a manifestaciones volcánicas de retroarco del Plioceno superior.

Cerro Atravesada

Esta área rodea al cerro Atravesada, 50 km al oeste de la ciudad de Zapala desde donde, para arribar al sitio, se deben recorrer 62,5 km por la ruta provincial 13 hasta el paraje Primeros Pinos, punto desde el cual se continúa en animales de silla (fig. 130).

La estratigrafía comprende metamorfitas mesopaleozoicas (Ectinita Piedra Santa), granitoides del Paleozoico superior (Complejo Plutónico del Chachil),

brechas y aglomerados volcánicos del Triásico superior (Formación Ñireco), areniscas, tobas, ignimbritas y basaltos del Triásico superior (Formación Lapa), areniscas, calizas, pelitas y *chert* del Jurásico inferior (Formación Chachil-Sierra de Chacaicó), y pelitas y areniscas del Jurásico inferior (Formación Los Molles) y extrusivas riodacíticas del Cretácico superior (Riodacita Chachil Chico – Subgrupo Arroyo El Sillero).

La comarca fue prospectada por las empresas INGEOMA (1993) y RTZ Minig and Exploration Limited (Campbell, 1996), bajo contrato con la Corporación Minera del Neuquén (CORMINE S.E.P.).

Con el objeto de identificar áreas anómalas en minerales metalíferos, especialmente de cobre, se recolectaron muestras de sedimentos fluviales y rocas, que fueron analizadas por oro, plata, cobre, plomo, cinc, molibdeno, arsénico, antimonio y mercurio.

Se detectó un sector situado a 3.000 m al sur de Primeros Pinos y a 3.400 m al nor-nordeste de la laguna del cerro Atravesada en el que se registraron leves anomalías de cobre, de 50 ppm a 200 ppm, en sedimentos fluviales de arroyos que drenan un centro volcánico del Basalto Chapúa (= Hueyeltué) (Pleistoceno inferior).

En el cañadón de las Rocas Bayas, cuatro kilómetros al sud-sudoeste del cerro Atravesada, afloran granitoides silicificados y, localmente, sericitiza-

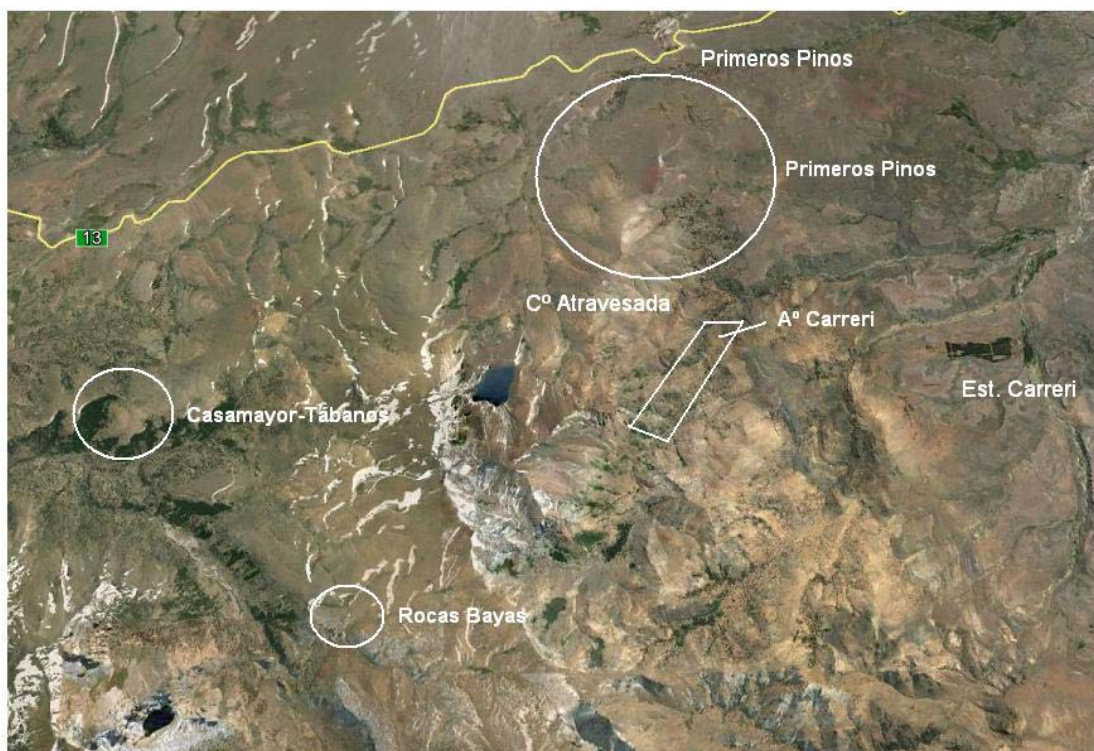


Figura 130. Cerro Atravesada. Imagen satelital del área, con delimitación de sectores con anomalías geoquímicas.

dos conteniendo diques andesíticos? Alojados en estructuras, portadores de calcopirita, bornita y piritita. En sedimentos fluviales se registraron anomalías de hasta 1,42% de cobre.

Solamente dos valores de oro en rocas se anotaron en las labores de la mina *Carreri*: 6,6 g/t en veta y 0,22 g/t en material de cancha mina.

Cabe hacer notar que sobre la margen derecha del cajón del arroyo *Carreri*, desde las minas de igual nombre y por unos 3,5 km hacia el sudoeste, se encuentra una amplia zona de aproximadamente 1,5 km de ancho máximo en la cual afloran subvolcanitas diqueformes, intruyendo a granito, con óxidos de hierro y manganeso, vetas de cuarzo y venillas de óxidos.

Otras observaciones realizadas han permitido comprobar, en afloramientos de la Formación Sierra de Chacaicó (= F. Chachil) próximos y al norte de la unión de los arroyos Los Tábanos y Casamayor, al oeste del depósito de manganeso *La Casualidad*, tres niveles de unos 0,10 m de espesor de toba manganesífera con intercalaciones de chert y pelitas silicificadas y pequeños nódulos de manganeso de posible origen volcánico exhalativo submarino (VMF).

Las empresas antes nombradas concluyeron que no existen blancos de interés en la comarca investigada.

Pulmari

Se encuentra localizada en las nacientes del arroyo Ralihuén, cinco kilómetros en línea recta al sudeste de Villa Moquehue. A esta localidad se arriba recorriendo 128 km por la ruta provincial 13 y 15 km por la ruta provincial 11 a partir de Zapala, debiéndose realizar la aproximación en animales de silla (fig. 131).

En la comarca se manifiestan granodioritas gris blanquecinas de la Granodiorita Paso de Icalma (Cretácico inferior a superior), en parte catacladas y levemente alterados, con intrusiones de diques gábricos de color gris oscuro que se incluyen en la unidad (Zanettini *et al.*, 2010).

El área fue reconocida por J.C. Danderfer (2002; com. epist.), quien distingue tres sectores: La Piedra Ploma, *Stockwork* de Cuarzo y Mina Doña Evangelina.

El el sector La Piedra Ploma, dentro de un circo glaciario, la granodiorita de color rojizo amarillento, es intruída por una «chimenea de brecha» de color gris azulado, de forma cónica y de unos 500 m de diámetro, intensamente argilizada, compuesta por



Figura 131. Pulmari. Imagen satelital de la comarca y situación del sector de interés.

fragmentos granodioríticos subredondeados y rotados, estando la roca de caja sólo levemente alterada.

El sector *Stockwork* de Cuarzo se encuentra al noroeste de la «chimenea», compuesto por un cuerpo de cuarzo de más de 50 m de diámetro cuya roca encajante es la granodiorita intensamente propilitizada. En el flanco sur del cuerpo se observan malaquita y azurita.

El estudio petrográfico indica fuerte alteración fílica, consistente en una masa de sericita, de grano fino a grueso, intercrecida con cristales de cuarzo subhedral a anhedral. Presenta venillas de piritita, oxidada a goethita y hematita, y escasos microcristales de oro. Accesorios son magnetita, rutilo y escasos circones.

El sector Mina Doña Evangelina corresponde al denuncio de este depósito de oro. Ya citadas por Galli (1969), al noroeste del «*stockwork*» se evidencian pequeñas y abundantes venillas de cuarzo, con oro y limonitas, de rumbo oeste-noroeste. La roca de caja es granodiorita intensamente propilitizada que, al noroeste, contacta con una monzonita cataclada y muy disgregable.

DEPÓSITOS DE BARITINA

En el territorio provincial se encuentran otras áreas favorables (fig. 132) para la prospección de sustancias metalíferas constituidas por yacimientos de baritina que, según Hayase y Bengochea (1975), son claramente filonianos (en menor escala mantiformes), ya que en las rocas de caja de ellas se reconocen procesos de sericitización, cloritización, carbonatización, piritización, silicificación y altera-

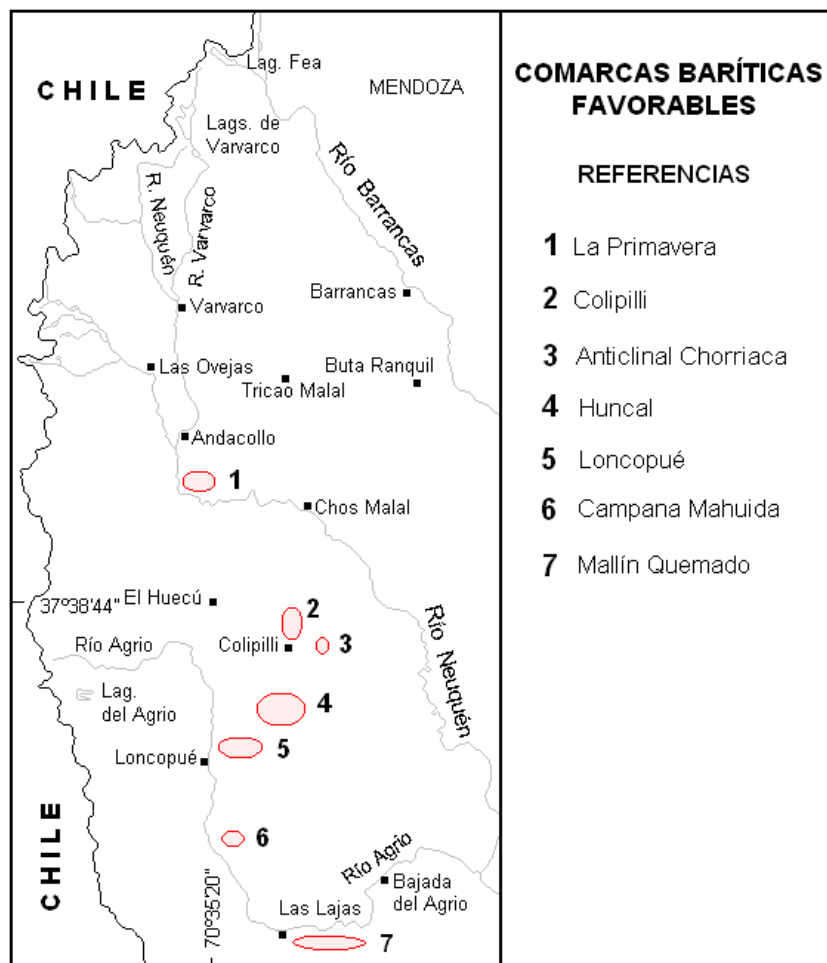


Figura 132. Comarcas baríticas favorables

ción arcillosa, casi sin excepción, que sin duda son producidos por la circulación de soluciones hidrotermales.

A este parámetro, Lyons (1975) agrega la posición subvertical a vertical de las vetas y la composición polimineral de ellas, las que contienen galena, esfalerita, pirita, plata, oro y calcopirita. Estos minerales, englobados en baritina, señalan un primer pulso rico en plomo y cinc que, luego de brechado, es seguido por un segundo pulso barítico cementante de los fragmentos del primer pulso.

La actividad ígnea identificada en la provincia solamente en parte permite establecer una relación entre subvolcanitas andesíticas y yacimientos vetiformes de baritina-metalíferos.

Las rocas de caja son de ambiente transicional continente-mar somero, la mineralización barítica, con una potencia promedio de dos metros, es generalmente pura y, en muchos casos, las alteraciones que aquéllas presentan son propias de procesos hidrotermales, reconociéndose con frecuencia el reemplazo de los minerales originales por baritina y celestina.

Todos estos fenómenos pueden asociarse más propiamente con la génesis hidrotermal, que con procesos singenéticos y, por ello, Hayase y Bengochea (1975) concluyen que los yacimientos vetiformes de baritina-celestina en la provincia son producto de la actividad de soluciones hidrotermales, con temperaturas de formación variables entre 131°C y 176° centígrados. Solamente en el yacimiento *Arroyo Nuevo*, sito en el paraje Cura Mallín, se registra una concordancia de baritina con pelitas debido a deposición exhalativa en un ambiente submarino.

De norte a sur, los yacimientos en cuestión se encuentran en las comarcas de La Primavera, Colipilli-Huncal, Loncopué, Campana Mahuida y Mallín Quemado, es decir dentro de la faja norte-sur que contiene las principales mineralizaciones de metalíferos y áreas de interés minero antes descriptas.

Comarca de la Primavera

En esta comarca se ubican los yacimientos *Arroyo Nuevo*, *Don Elías Alberto*, *Don Santiago*, *La Vieja I*, *Don Carlos*, *Don Jorge* y *Don Rodolfo*, que en la veta barítica contienen galena, esfalerita y

calcopirita (González *et al.*, 2004). En el ítem Cura Mallín del presente capítulo se describe el depósito *Arroyo Nuevo*.

Comarca de Colipilli-Anticlinal Sierra de Chorriaca-Huncal

En la comarca del epígrafe son numerosos los depósitos y manifestaciones de baritina, conocidos desde mediados de la década del '40, diferenciándose yacencias filonianas y mantos estratoligados.

Los yacimientos filonianos se vincularían con la directa acción hidrotermal de intrusiones subvolcánicas de la Andesita Colipilli (Paleoceno superior a Eoceno medio) (Oliveri *et al.*, 1964; Lyons *et al.*, 1978) o bien esas intrusiones actuaron como agente removilizador de elementos no metálicos y metálicos presentes en la cuenca sedimentaria mesozoica, que ocuparon las zonas de fallas preexistentes y otras fisuras (Llambías y Malvicini, 1978).

La mayor parte de los depósitos vetiformes se sitúan al norte del poblado de Colipilli, mientras que los menos se encuentran al noroeste de Huncal.

A los primeros se accede, desde la ciudad de Chos Malal, recorriendo 33 km por la ruta nacional 40 hacia el sur, hasta Naunauco, y 31 km por la ruta provincial 4 hasta Colipilli, desde donde se llega a las labores por huellas mineras para vehículo doble tracción o en animales de silla.

A los segundos se llega recorriendo 76 km por la ruta nacional 40 hasta Chorriaca, luego 38 km hasta Huncal por la ruta provincial 31; desde este paraje se siguen unos 15 km hasta Pichaihue, por camino secundario, debiéndose efectuar en animales de silla el trayecto final de 3,5 km hacia el sur de este caserío. Al cerro Agua Fría se arriba desde Huncal recorriendo 11 km por la ruta provincial 32 hasta el arroyo Cajón del Norte, desde donde se deben continuar unos cinco kilómetros al oeste en animales de silla.

La extracción de mineral se encuentra paralizada pero, de las numerosas yacencias, las minas históricamente más trabajadas fueron *San Eduardo*, *Bienvenida*, *La Bruja*, *El Cacique* y *El Vasquito*.

En Colipilli y Huncal las características de los depósitos son similares, en mayor o menor grado, en todos los casos. De acuerdo con Oliveri *et al.* (1964), Lyons *et al.* (1978) y Llambías y Malvicini (1978) las vetas son irregulares, con estrangulamientos y ramificadas en los extremos, alojadas en fracturas transversales y/o paralelas a la estatificación de las sedimentitas y en el contacto andesitas-calizas. En

ellas se observan movimientos pre-minerales y fracturación post-mineral.

Alcanzan de 50 m a 2.400 m de corrida y espesores de 0,30 m a 1,60 m, con máximos de 2,40 m y hasta 4,50 m en bolsones; sus rumbos son variables entre 25° y 75°, subordinados 285° a 330°, y las inclinaciones son de 60° a 85° NO, 50° a 70° NE, 20° a 50° SE y 55° al sudoeste.

Encajan en calizas, margas y lutitas, color gris oscuro, de la Formación Agrio y en pórfiros andesíticos subvolcánicos de la Formación Colipilli, caolinizadas, propilitizadas, en menor escala silicificadas y sericitizadas, y con diseminación de pirita en anchos variables de 0,05 m a 2,00 m a lo largo de los filones, aunque la propilitización puede alcanzar hasta unos 6,00 m de la veta. Las alteraciones hidrotermales varían en intensidad, siendo más notables en las subvolcanitas.

La mena se presenta con textura brechosa bandeada. La mineralización hipogénica consiste en baritina y, muy subordinados, se encuentra esfalerita, galena, pirita, magnetita, calcopirita, tetraedrita y oro en ganga de cuarzo, manganocalcita y jaspe.

Esta paragénesis, conteniendo óxidos de hierro, sulfuros de cobre y oro vinculados al magmatismo calcoalcalino de la Andesita Colopilli, podría corresponder a depósitos de tipo IOCG (*iron oxide-cooper-gold deposits*) (de Barrio *et al.*, 2014).

En la zona de oxidación, que alcanza de 3,50 m a 6,00 m de profundidad, la mineralización secundaria está integrada por hematita, limonitas, óxidos de manganeso, malaquita, azurita, covellina, tenorita, cerusita y siderita.

Los estudios químicos indicados por Oliveri *et al.* (1964) y Lyons *et al.* (1978), permiten acotar los siguientes tenores en elementos metálicos: 0,25 % a 0,53 % Pb y < 0,15 % a 0,47 % de cinc.

Leal y Mateo (2015) expresan que en el anticlinal de la sierra de Chorriaca las yacencias están controladas por bancos carbonáticos y pelíticos del Miembro Agua de la Mula, Formación Agrio, ubicándose sobre ambos flancos de la estructura, definiendo así dos corridas orientadas NNO-SSE que contienen las manifestaciones *El Rata*, *La Rezononga*, *Estaca Minera*, *Daphne*, y *José Alejandro*, la oriental, y *Cerro Picú*, *El viejo Segundo* y *Cerro León* la occidental. La mineralización está compuesta por baritina, calcita y limonita.

Atendiendo a las estructuras de relleno, tamaño de los agregados de minerales, predominio de venillas discordantes temperatura de homogeneización supe-

rior a 300°C y presencia de actividad magmática en la comarca (Andesita Colipilli), los autores citados consideran que los depósitos del anticlinal de Chorriaca fueron formados por actividad hidrotermal.

En la comarca los depósitos fueron explotados mediante destapes, galerías según el rumbo y piques. En el presente la mayoría de esas labores son inaccesibles.

Comarca de Loncopué

Las yacencias baríticas de esta comarca, conocidas desde mediados de la década de 1940, se sitúan entre 3 y 10 km al nordeste de la localidad de Loncopué, desde la cual se accede por la ruta provincial 32 y huellas de tercer orden.

Zanettini (2010) diferencia dos tipos de depósitos: mantos concordantes estratoligados y vetas. Estas últimas responden a las denominaciones *La Rosita*, *La Florcita*, *Los Pocitos*, *Don Ricardo*, *E.M. Gabriela*, *Carolina*, *Manzano Silvestre*, *San Marcos*, *Los Alamos*, *Los Alerces*, *El Rosario*, *31 de Marzo*, *Loncopué II* y *Loncopué V*.

Los depósitos vetiformes se alojan en fracturas de rumbos oeste, oeste-noroeste, nordeste y este-nordeste, inclinadas hacia el sur o al norte con valores de 45° a subverticales, ocupadas en varios casos por brechas de falla cementadas por mineral. Alcanzan entre 30 y 550 m de longitud y espesores que varían entre 0,10 y 1,80 metros.

El yacimiento más desarrollado ha sido *La Rosita*, al cual se llega desde Loncopué recorriendo dos kilómetros por la ruta provincial 32 y luego 6,5 km por huella hasta las labores.

La propiedad minera consta de mantos y lentes localizados concordantemente en la parte media de la Formación Tábanos (Jurásico medio) y filones alojados en las Formaciones Lajas (Jurásico medio) y Lotena (Jurásico medio a superior).

De acuerdo con Lyons *et al.* (1978), existen dos mantos estratoligados y 11 vetas; éstas tienen estructura brechosa y ocupan fracturas de 80 a 300 m de longitud por 0,10 a 0,60 m y hasta 1,50 m de potencia, de rumbos oeste a oeste-noroeste, nordeste y este-nordeste, con inclinaciones de 50 a 88° S y de 78 a 87° al norte.

La mineralización consiste en baritina, encontrándose subordinadamente pirita y escasa esfalerita, en ganga de roca de caja, cuarzo, calcita, escasa celestina, siderita y dolomita. Limonitas y óxidos de manganeso conforman una zona de oxidación de cinco a siete metros de espesor, en la que también se suelen observar carbonatos de cobre.

El análisis de elementos metálicos en los mantos señaló tenores máximos 0,35 % Pb y 0,25 % de cinc.

Los depósitos filonianos de esta comarca pueden vincularse con la intrusión subvolcánica andesítica del cerro Pedregoso Norte, asimilado a la Andesita El Sillero por Zanettini *et al.* (2010) por sus características y relaciones estratigráficas. Se lo considera, por lo tanto, de edad paleocena inferior. Al respecto, el estudio de isótopos estables de los depósitos *La Rosita* y *La Florcita* indican un origen hidrotermal magmático (de Barrio *et al.*, 2014).

Las yacencias fueron explotadas mediante destapes, rajos, galerías y piques, tanto sobre las vetas como sobre los mantos.

Comarca de Campana Mahuida

Depósitos vetiformes menores de baritina de origen hidrotermal, vinculados con la Andesita El Sillero (Paleoceno inferior), se localizan al sudeste del paraje Campana Mahuida, siendo ellos *El Puente*, *Josefa*, *María Eugenia*, *Sarita* y otras sin denominación (fig.133 y 134).

De acuerdo con Zanettini (1979b y 2010) estos depósitos se sitúan hacia el sudeste del agrupamiento filoniano plumbífero *Campana Mahuida*, emplazados en fracturas dentro de la faja de fallamiento de rumbo oeste-noroeste que contiene a aquéllos, descrita en el capítulo V (El Sillero). El conjunto constituye un sistema filoniano satélite del pórfiro cuprífero *Campana Mahuida*.

La roca encajante son areniscas de la Formación Lotena (Jurásico medio a superior). La mineralización consiste en baritina y, localmente, escasa galena dispersa en ella, con ganga de cuarzo y calcita; hematita y limonitas dan lugar a un sombrero de hierro de poco desarrollo, de color ocre a pardo rojizo. El espesor de las vetas no supera los 0,40 m y han sido puestas al descubierto por pequeños destapes que no permiten mayores observaciones.

De acuerdo con lo dicho en el capítulo V (El Sillero), estas manifestaciones estarían señalando la posibilidad de mineralización plumbo-cincífera en profundidad.

Comarca de Mallín Quemado

Los yacimientos de baritina de esta comarca se localizan en el cerro Mallín Quemado, extremo nordeste de la sierra de la Vaca Muerta. A ellos se llega, desde Las Lajas, recorriendo 19 km por la ruta provincial 10 hasta la entrada a los depósitos y cinco kilómetros por la huella que lleva a ellos.



Figura 133. Campana Mahuida. Veta Sarita (Ba-Pb): labores localizadas en zona de cizalla de rumbo noroeste.



Figura 134. Campana Mahuida. Labor de destape en veta de baritina en zona de cizalla.

González y Danieli (2005b) nos dicen que se conocen siete yacencias vetiformes que componen el *Agrupamiento Mallín Quemado*: *Achalay*, *Río Agrio*, *Río Agrio II*, *Río Agrio III*, *Río Agrio IV*, *Porfía* y *Llao Llao* encajadas en areniscas y areniscas conglomerádicas de la Formación Tordillo (Jurásico superior) (fig. 135 y 136).

Los filones se alojan en fracturas de tensión de rumbos noroeste y nor-nordeste, con inclinación entre 60°-80° SE y subvertical, cuya reactivación ha provocado el brechamiento de la mineralización primaria y facilitando la introducción de un nuevo pulso mineralizante; clastos de la roca de caja suelen encontrarse incluidos. Han sido reconocidas longitudes de 200 m a 1.000 m, con una potencia variable entre pocos decímetros hasta más de 2,00 m, alcan-



Figura 135. Mallín Quemado. Labores en vetas de baritina con sulfuros (Fot. Raúl Giacosa).



Figura 136. Yacimiento Llao Llao. Manto de baritina con pirita, calcopirita, pirrotina, oro y limonita en el nivel -50 (Fot. Juan Carlos Danieli).

zando localmente más de 3,00 m en *Achalay* y 10 m en *La Porfía*. Están afectados por fallas transversales postminerales de escaso rechazo.

El mineral es baritina y celestina, parcialmente teñidas por óxidos de hierro y manganeso, encon-

trándose también galena, esfalerita, tetraedrita, calcopirita, pirita y marcasita, con ganga de calcita, manganocalcita, cuarzo y yeso. Como minerales de oxidación son frecuentes cerusita, hemimorfita y óxidos de cobre y hierro.

La galena, argentífera, se halla principalmente en la veta *Achalay* y, en menor escala, en *Río Agrío II* y *Llao Llao*, formando guías delgadas con ramificaciones, pequeñas masas aisladas y/o guías muy delgadas dentro de la baritina; se le asocian esfalerita y calcopirita (Angelelli, 1941b; del Blanco *et al.*, 2016).

Por ser un mineral indicativo de la posible existencia de oro, es de señalar la ocurrencia de manganocalcita en la veta *Porfía*, donde rellena pequeñas grietas de la roca encajante y forma inclusiones brechosas en cuarzo y baritina (Cannelle, 1950; Cannelle y Terrero, 1950). De hecho se ha detectado oro en la veta *Llao Llao*.

Localmente se observa silicificación, sericitización, argilización y cloritización de las sedimentitas encajantes en la proximidad de las vetas y en ellas

mismas, que han sido determinadas como productos de alteración hidrotermal de baja temperatura (Cannelle, 1950); Hayase *et al.*, 1979; Del Blanco, 2016).

Análisis químicos sobre muestras de *Achalay* indican de 1,26 % Pb a 9,27 % Pb y 200 g/t de plata (Angelelli, 1941b).

El interés de estos depósitos radica en la posibilidad de hallar mineralización de plomo-cinc de valor económico en profundidad, sobre todo en *Achalay*, ya que por sus características son considerados de tipo epitermal (Angelelli, 1941b; Cannelle y Terrero, 1950; Navarro, 1983). De hecho, en esta veta y en la *Río Agrío* se identificó adularia asociada a cuarzo, indicativos de epitermalismo (de Barrio *et al.*, 2014).

Las yacencias del *agrupamiento Mallín Quemado* podrían estar ligadas a fluidos hidrotermales asociados a intrusiones de la Andesita Colipilli, que para el área han sido citadas en la mina *Llao Llao* (Casé *et al.*, 1990; Del Blanco, 2016).

6. ANOMALÍAS

Las concentraciones naturales de elementos metálicos y no metálicos pueden ser potencialmente extraídas y procesadas de manera económicamente rentable. El concepto incluye a recursos tan diversos como oro, plata, cobre, hierro, sílice, flúor, bario, caolín, bentonita, entre otros.

El interés por su extracción y procesamiento es una condición estrictamente socio-económica, la cual está ligada al requerimiento de la industria y al desarrollo de la sociedad. Por ello, uno de los aspectos más importantes es la búsqueda de concentraciones minerales de extracción rentable, para lo cual se utilizan métodos basados en conceptos geológicos, que explican su formación y distribución dentro del espacio-tiempo geológico, y geoquímicos y geofísicos, que se fundan en las propiedades físico-químicas de los componentes de esas concentraciones (www.segemar.gov.ar)

6.1. GEOQUÍMICA REGIONAL

La geoquímica estudia la composición y dinámica de los elementos químicos en la corteza terrestre, como también así su distribución y movilidad.

Los muestreos geoquímicos superficiales de suelos, aguas, sedimentos de corriente, etc, nos permiten identificar los principales procesos geológico-geoquímicos actuantes en la porción de la corteza terrestre que estemos estudiando, a través de la determinación de la abundancia absoluta y relativa de los elementos químicos.

En áreas de relieve, a través del muestreo geoquímico de sedimentos de corriente (arenas, limos y arcillas) de la red de drenaje, se puede conocer la composición química de las rocas que afloran en la cuenca aguas arriba del sitio muestreado; los datos reflejan la composición promedio de las rocas como parte de los procesos geológico-geoquímicos actuantes.

Actualmente, las aplicaciones ambientales de la geoquímica han ampliado el uso de los relevamientos geoquímicos regionales con fines multipropósito, tanto de línea de base ambiental como de impacto directo sobre la salud humana. Ejemplo de ello son estudios ambientales que correlacionan y caracterizan niveles de determinados elementos-traza en sedimentos, agua o suelos, con áreas urbanizadas, agrícolas, mineras o centros industriales; en otros casos,

los relevamientos geoquímicos han permitido la zonificación de áreas con distintos niveles de riesgo de toxicidad para la población.

Los Servicios Geológicos de numerosos países realizaron históricamente relevamientos geoquímicos regionales de tipo sistemático con el objeto prioritario de identificar nuevos depósitos minerales metalíferos; utilizándose también para definir abundancias naturales de elementos, valores de fondo y anomalías, aportar información complementaria para el mapeo geológico y estudios de la evolución de la corteza terrestre en general (www.segemar.gov.ar).

En nuestro país, entre setiembre de 1963 y diciembre de 1966 el Gobierno Nacional, con la asistencia técnica de las Naciones Unidas, llevó a cabo una investigación sobre mineral de cobre, denominada Plan Cordillerano, en las provincias de San Juan, Mendoza y Neuquén, con el fin de apoyar el desarrollo de la exploración minera en ellas. Los organismos locales ejecutores fueron la Dirección General de Fabricaciones Militares y la Dirección Nacional de Geología y Minería (Plan Cordillerano, 1970a).

Durante esa investigación se realizó el relevamiento geológico y geoquímico de sedimentos fluviales de la región cordillerana seleccionada en cada provincia.

En el caso particular de Neuquén lo fue sobre una superficie de 50.666 km², comprendida entre los paralelos de 36°00' y 40°00' de latitud sur, el meridiano de 69°45' de longitud oeste y el límite con la República de Chile.

Dentro de esa área y para el estudio geoquímico, fueron muestreados los lechos activos de los ríos principales y sus tributarios, entre las cabeceras y sus respectivas desembocaduras, con un espaciado entre muestras de 100 m a 500 m lineales, lográndose un total de 10.890 muestras que, mediante colorimetría, se analizaron por los elementos Cu, Pb, Zn y, en algunos casos, Mo en el laboratorio central del Proyecto, sito en la ciudad de Mendoza.

La ubicación de las muestras y sus valores analíticos se indicaron en mapas de drenaje obtenidos a partir de mosaicos aerofotográficos a escala 1:50.000.

Con base en la investigación geoquímica, como también así de otros elementos geológicos considerados, se seleccionaron 15 áreas de interés minero en Neuquén, siendo el resultado más importante el

hallazgo de mineralizaciones del tipo «cobre porfirico» desconocidas hasta entonces en el país, entre ellas *Campana Mahuida*.

Posteriormente, en el año 2000, el Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) llevó a cabo el análisis multielemento sobre las muestras obtenidas en la oportunidad antes mencionada, proceso que se realizó en laboratorios comerciales de Canadá. Se analizó un paquete de 48 elementos con Espectroscopía de Emisión en Plasma Inductivamente Acoplado (ES-ICP), empleando una disgregación multiácida, y con Activación Neutrónica Instrumental (INAA).

Los datos analíticos se volcaron en mapas digitalizados a partir de imágenes satelitales Landsat TM, que muestran la ubicación de los sitios de muestreo y la distribución geográfica de los percentiles 50,75,90,95,98 y >98 para cada elemento.

La información geoquímica multielemento de la provincia se encuentra publicada a escala 1:1.000.000 en Ferpozzi *et al.* (2005) y debidas a Ferpozzi *et al.* (2001a-d; 2002a-d) las correspondientes a cada una de las Hojas Geológicas, a escala 1:500.000, que cubren la región cordillerana y que invitamos a consultar para un análisis e interpretación regional.

6.1.1. ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS

De acuerdo con los parámetros señalados por el Plan Cordillerano (1970a) y la información geoquímica multielemento, se considera como límite inferior de anomalía para cada elemento, en sedimentos fluviales, los siguientes valores:

Cu 50 ppm	Pb 50 ppm	Zn 200 ppm
Mo 5 ppm	Ag 3 ppm	Au 200 ppb (0,2 ppm)

Estos tenores mínimos anómalos para la provincia, localmente se ven superados según el grado de mineralización presente. Así, por ejemplo, en los cursos de agua que drenan el pórfiro cuprífero *Campana Mahuida* los mínimos anómalos son: Cu 51 ppm, Pb 380 ppm, Zn 460 ppm y Mo 16 ppm. Contenidos menores a los expresados corresponden a valores de fondo, es decir normales para los sedimentos considerados (Zanettini, 1976).

A pesar de que los valores geoquímicos anómalos, salvo excepciones, son en general de bajo tenor, según los límites enunciados y considerando las Hojas Geoquímicas Multielementos, a escala 1:500.000,

publicadas por el Servicio Geológico Minero Argentino, en las que se observa la distribución de muestras de sedimentos fluviales y sus tenores geoquímicos, de norte a sur se reconocen las siguientes áreas sobresalientes (fig. 137):

1. *Alto río Barrancas*. Valores umbral y anómalos de cobre (40-80 ppm). Cuerpos subvolcánicos andesíticos.
2. *Laguna Chacaico*. Valores umbral y anómalos de cobre (40-80 ppm). Subvolcánicos andesíticos.
3. *Cajón de los Chenques*. Valores anómalos de cobre (52-190 ppm) y umbral y anómalos de plomo (37-260 ppm), cinc (192-387 ppm) y molibdeno (5-15 ppm). Tenores anómalos de oro (39-323 ppb). Área de alteración hidrotermal del *cajón de los Chenques* y cuerpos subvolcánicos andesíticos.
4. *Arroyo Coyuco*. Valores umbral de cobre (40-46 ppm). Cuerpos subvolcánicos andesíticos.
5. *Alto arroyo Chadileu*. Valores umbral y anómalos de cobre (40-80 ppm), plomo (46-390 ppm), cinc (158-530 ppm) y molibdeno (5-83 ppm). Anomalías de plata (0,8-16,5 ppm). Área de interés minero *Domuyo*, intrusiones silíceas y mesosilíceas; posibles depósitos vetiformes o metasomáticos.
6. *Alto arroyo Curi Leuvú y afluentes*. Valores umbral y anómalos de molibdeno (5-83) que, en el sector noroeste, se asocian con tenores umbral y anómalos de cobre (35-80 ppm), plomo (39-366 ppm) y cinc (158-530 ppm), mientras que en el sector sudoeste lo hace con solamente cinc (158-530 ppm)
7. *Aguas Calientes – Varvarco* (flanco noroccidental de la cordillera del Viento). Valores umbral y anómalos de cinc (191-387 ppm) y molibdeno (5-15 ppm). Anomalías de oro (39-323 ppb) Áreas de alteración hidrotermal *Guaraco Norte* y *Butalón Norte*, depósitos de hierro volcanogénico submarino (BIF) y auríferos, intrusiones subvolcánicas andesíticas.
- 8 y 9. *Arroyos Quebrada Honda y Curamileo*. Valores anómalos de cobre (52-69 ppm). Intrusiones subvolcánicas andesíticas.
10. *Lagunas de Epulafquen*. Valores anómalos de cobre (52-69 ppm). Granitoides y subvolcanitas andesíticas.
11. *Andacollo*. Tenores umbral y anómalos de cobre (43-2.230 ppm), plomo (39-8.350 ppm), cinc (169-3.670 ppm) y molibdeno (6-32 ppm). Ano-

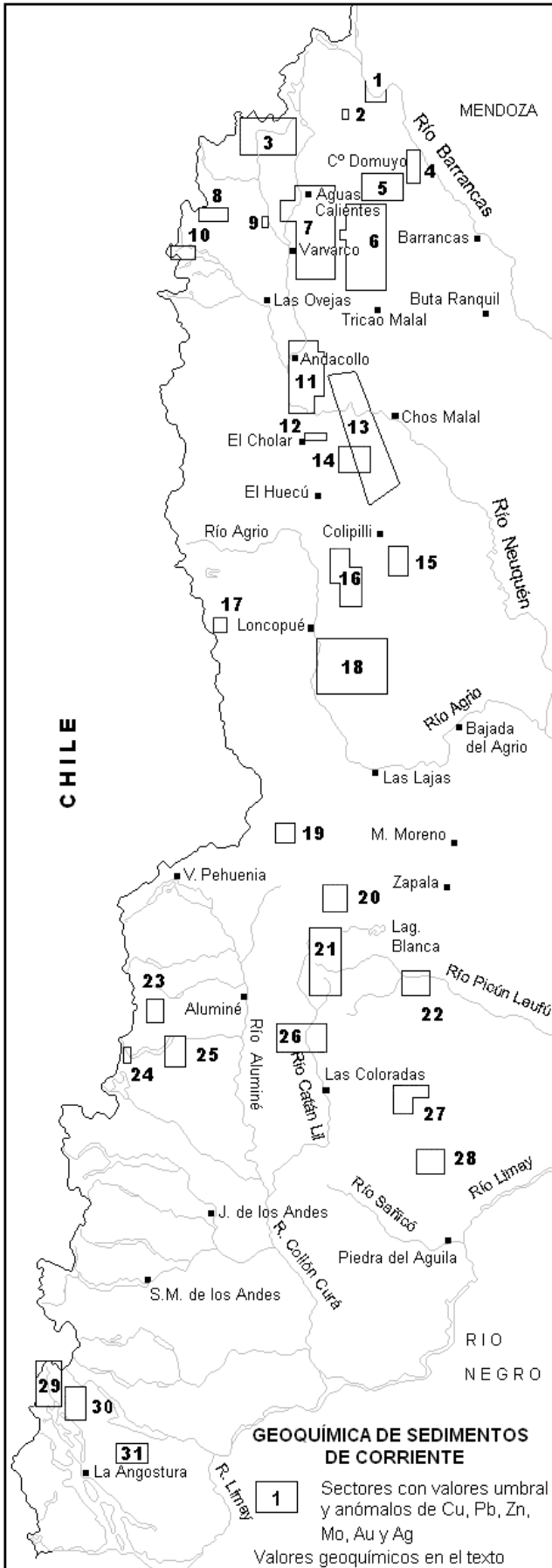


Figura 137. Sectores con valores umbral y anómalos de cobre, plomo, cinc, molibdeno, oro y plata.

- malías de oro (211-8.960 ppb) y plata (1,4-8,8 ppm). Area de interés minero *Los Maitenes-El Salvaje*, depósitos de plomo-cinc y oro-plata, depósito SEDEX de baritina + Cu-Pb-Zn), intrusiones subvolcánicas andesíticas,
12. *El Cholar*. Valores anómalos de molibdeno (12-32 ppm). Intrusiones subvolcánicas andesíticas.
 13. *Chos Malal*. Valores umbral y anómalos cinc (120-420 ppm), anómalos de cobre (50-300 ppm) y escasos anómalos de plomo (50-170 ppm). Intrusiones subvolcánicas andesíticas; depósitos vetiformes auríferos y de Cu-Pb-Zn; área de interés minero *Quebrada del Bronce*.
 14. *Tres Chorros*. Valores umbral y anómalos de molibdeno (8-54 ppm). Intrusiones subvolcánicas andesíticas.
 15. *Colipilli*. Valores anómalos de cobre (50-60 ppm), plomo (58-929), umbral y anómalos de cinc (154-1.740 ppm). Depósitos de *skarn* ferríferos, intrusiones subvolcánicas andesíticas.
 16. *Nonial*. Valores anómalos de cobre (50-60 ppm), umbral y anómalos de cinc (154-210 ppm) y molibdeno (8-54 ppm). Intrusiones subvolcánicas andesíticas.
 17. *Alto arroyo Buta Mallín del Toro*. Tenores anómalos de cobre (50-360 ppm). Intrusiones subvolcánicas andesíticas, manifestaciones de oxidados de cobre.
 18. *Loncopué*. Valores anómalos de cobre (50-360 ppm) y plomo (50-10.650 ppm), umbral y anómalos de cinc (170-3.200 ppm) y molibdeno (8-60 ppm). Tenores anómalos de oro (25,44-2.610 ppb) y plata (1,4-5,9 ppm). Pórfiro cuprífero *Campana Mahuida*, Agrupamientos plumbo-cincíferos *Campana Mahuida* y *Huayelón*. Intrusiones de granitoides y subvolcánicas andesíticas.
 19. *Pino Hachado*. Anomalías de cobre (50-70 ppm) y cinc (500-3.180 ppm). Intrusiones subvolcánicas andesíticas.
 20. *La Atravesada*. Valores anómalos de cobre (50-360 ppm), plomo (78-10.650 ppm) y molibdeno (8-53 ppm) y umbral y anómalos de cinc (130-3.200 ppm). Agrupamiento plumbo-cincífero *Carreri*. Intrusiones graníticas y subvolcánicas andesíticas.
 21. *Chachil*. Valores umbral y anómalos de cobre (45-2.620 ppm) y cinc (150-2.300 ppm). Pórfiro cuprífero *La Voluntad*, granitoides, subvolcanitas andesíticas.
 22. *Santo Domingo*. Valores anómalos de molibdeno (7-15 ppm).

23. *Hui Hui*. Valores umbral y anómalos de plomo (35-3.060 ppm) y cinc (150-2.300 ppm). Granitoides.
24. *Lago Quillén oeste*. Valores anómalos de cobre (50-61ppm), plomo (50-3.060 ppm), cinc (195-2.300 ppm) y molibdeno (8-167 ppm). Mineralización de plomo-cinc, granitoides.
25. *Lago Quillén*. Valores anómalos de cobre (50-61ppm), plomo (50-3.060 ppm) y cinc (195-2.300 ppm). Mineralización de plomo-cinc, granitoides.
26. *Rahue*. Valores anómalos de plomo (50-3.060 ppm) y umbral y anómalos de cinc (150-2.300 ppm). Depósitos de plomo-cinc.
27. *Las Coloradas*. Valores umbral y anómalos de cinc (130-593 ppm). Volcanitas.
28. *Santo Tomás*. Valores umbral y anómalos de cinc (130-593 ppm)
29. *Lago Espejo*. Valores umbral y anómalos de cobre (46-74 ppm) y cinc (130-593 ppm). Anomalías de oro (19-337 ppb). Granitoides y complejo volcano-sedimentario.
30. *Lago Correntoso*. Valores umbral y anómalos de cobre (46-74 ppm) y cinc (180-622 ppm). Anomalías de oro (19-337 ppb). Granitoides y complejo volcano-sedimentario.
31. *Alto río Minero*. Valores umbral y anómalos de cobre (46-74 ppm) y anómalos de molibdeno (5-44 ppm). Tenores anómalos de oro (19-337 ppb) y plata (1,2-3,4 ppm). Granitoides y complejo volcano-sedimentario.

6.2. GEOFÍSICA

6.2.1. GEOFÍSICA TERRESTRE

La prospección geofísica se ocupa de la exploración del subsuelo, por medio de observaciones realizadas en la superficie de la Tierra, para la búsqueda y estudio de yacimientos de sustancias de importancia económica (minerales, aguas subterráneas, petróleo, etc.), mediante la utilización de técnicas físicas y matemáticas que permitan el estudio de las estructuras del interior de la tierra y/o la localización de cuerpos delimitados por el contraste de alguna de sus propiedades físicas con las del medio circundante.

Los métodos empleados son: estudios gravimétricos, magnetométricos, electrométricos (resistividad, polarización inducida), radiométricos y sísmicos.

Durante el Plan Cordillerano la geofísica de superficie tuvo mayor aplicación en los estudios de

detalle, no así en las etapas de reconocimiento, utilizándose las técnicas de polarización inducida (P.I.) apoyada por magnetometría y resistividad.

Los trabajos fueron ejecutados mediante contrato por la empresa McPhar Geophysics Ltd., con el apoyo de personal del Plan, realizándose estudios geofísicos detallados, de polarización inducida y magnetometría, en el pórfiro cuprífero *Campana Mahuida*, que demostraron el control estructural de la mineralización y alteraciones hidrotermales. Polarización inducida de semidetalle se empleó en *Barda Molina* (cobre asociado a sedimentos) con resultado negativo. Magnetometría de reconocimiento se realizó en *cerro Naunauco* para localizar depósitos ferríferos, con resultados insatisfactorios.

Con posterioridad al Plan Cordillerano, por convenio entre la Dirección General de Fabricaciones Militares y el Gobierno de la Provincia del Neuquén, además de estudios geológicos avanzados, en 1975 se efectuaron tareas geofísicas de polarización inducida y resistividad en el pórfiro cuprífero *La Voluntad* y en *Cerro de las Caballadas* para investigar la mineralización en subsuelo, con pobres resultados.

La misma Dirección General, en 1980 llevó adelante estudios magnetométricos por hierro en Huantraico.

6.2.2. GEOFÍSICA AÉREA

Las técnicas utilizadas también comprenden las mediciones aéreas de la superficie terrestre. La exploración geofísica aérea ha permitido el hallazgo de numerosos depósitos minerales, mediante la obtención de datos magnéticos y espectrométricos que permiten realizar estudios estructurales, identificación de áreas con alteración hidrotermal e identificación de emplazamientos de mineralizaciones. Las dos técnicas comúnmente empleadas son:

- **Magnetometría aérea:** Utilizada para detectar anomalías del campo magnético gracias a la identificación de zonas desmagnetizadas y vetas mineras. El estudio de las variaciones locales de la intensidad del campo magnético terrestre total da información acerca de los cambios laterales de las propiedades magnéticas de las rocas, lo cual puede ser usado para identificar diferentes unidades litológicas, y de estructuras, como también así para localizar de cuerpos rocosos en subsuelo. La alteración hidrotermal de una unidad rocosa también puede causar variaciones

laterales en la intensidad del campo magnético, lo que se debe a la variación en el contenido de magnetita que ese fenómeno encierra. Dentro del ámbito de la minería, esta última consideración reviste un especial interés.

- **Espectrometría aérea de rayos gamma:** En la espectrometría de rayos gamma la fuente de las anomalías proviene solamente de los primeros centímetros de la superficie, ya sea que se trate de roca aflorante o de cobertura de sedimentos no consolidados. Considerando las variaciones en el contenido de potasio, uranio y torio que presentan los diferentes tipos de rocas, este método permite su utilización como una herramienta para el mapeo geológico. La espectrometría de rayos gamma también se puede usar para identificar de zonas de alteración hidrotermal.

En la década de 1960, la empresa estatal Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF) realizó levantamientos geofísicos aéreos regionales cubriendo la Cuenca Neuquina, es decir la región extrandina de la provincia, con fines de prospección petrolera.

La región cordillerana cuenta con un relevamiento parcial (magnetometría y radiometría) realizado en el marco del programa C.1.b Mapeo Geofísico y Recursos Minerales del Proyecto PASMA, entre marzo y diciembre de 1999.

En 1998, la empresa contratista (SIAL Geosciences Inc.) efectuó las operaciones de campo, siguiendo las especificaciones técnicas fijadas por el Servicio Geológico Minero Argentino, en una región comprendida entre los paralelos de 37°45' y 39°30' de latitud sur, el meridiano de 70°25' de longitud oeste y el límite con la República de Chile, cubriendo una superficie aproximada de 10.000 kilómetros cuadrados.

Se volaron en total 11.000 km lineales con un espaciado de 1.000 m entre las líneas de vuelo principales, de dirección norte-sur, y de 7.500 m entre las líneas de control, de dirección este-oeste, a una altitud nominal de vuelo de 120 metros.

Los datos magnéticos se tomaron con un magnetómetro de vapor de cesio y los datos radiométricos con un espectrómetro de rayos gamma.

JICA-MMAJ (2001) realizó la interpretación de este relevamiento, dividiendo la zona en tres sectores, con los siguientes resultados (fig. 138):

SECTOR 1

Corresponde a la parte central y occidental de la mitad norte de la zona relevada. La parte norte está dominada por lineamientos magnéticos de di-

recciones oeste-noroeste a este realizados por el contraste entre altos y bajos magnéticos, con predominio de la dirección este, que representan la dirección del flujo de lavas volcánicas neógenas y cuaternarias, normal y reversamente magnetizadas, respectivamente. También se observan lineamientos noroeste-sudeste que intersectan a los este-oeste.

De las estructuras circulares reconocidas en imágenes LANDSAT TM, los datos magnéticos solamente identifican la que corresponde a la caldera del Copahue, en el extremo noroeste de la zona.

La respuesta radiométrica de alto potasio es dominante en el sur del sector y ocasionada por volcanitas silíceas; la de bajo potasio señala la ocurrencia de volcanitas mesosilíceas a básicas.

SECTOR 2

Corresponde a la parte oriental de la mitad norte de la zona relevada. Se caracteriza por un magnetismo moderado que representa a rocas sedimentarias jurásicas y cretácicas. Altos magnéticos representan intrusiones graníticas y rasgos circulares, relativamente pequeños, de altos y bajos magnéticos señalan focos intrusivos en las rocas sedimentarias.

Pequeñas estructuras circulares magnéticas se observan inmediatamente al este del límite entre los sectores 1 y 2. En la parte norte un contorno magnético lineal de dirección norte-sur marca el límite entre un sector de magnetismo intenso y otro de magnetismo discreto, es decir entre rocas volcánicas y sedimentarias, ocurriendo lo mismo en el sur con un lineamiento noroeste-sudeste que se extiende dentro del sector 1.

Otros alineamientos de altos y bajos magnéticos entre ambos sectores son indicativos de focos intrusivos.

Áreas extendidas con valores magnéticos intermedios representan rocas sedimentarias. Grandes altos magnéticos observados en el norte y en el centro se interpretan como intrusiones, como también así pequeños focos magnéticos alineados a lo largo del límite con la zona 1.

SECTOR 3

Corresponde a la parte sur de la zona relevada, que se observa dominada por bajos y planos magnéticos, con aislados altos magnéticos.

Se observan varios cuerpos magnéticos circulares, algunos de los cuales y sus contornos tienen alineación noroeste-sudeste o nordeste-sudoeste.

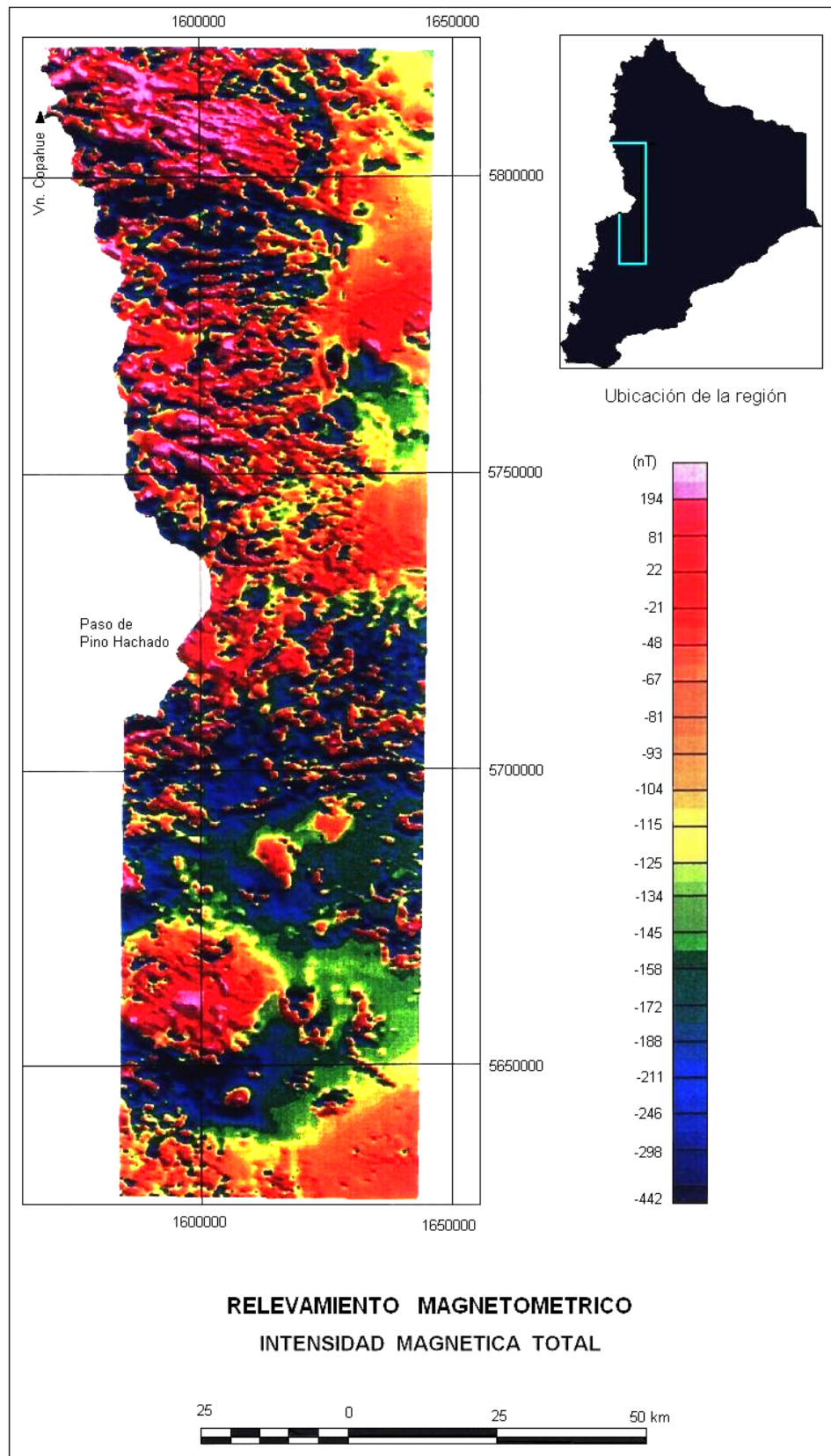


Figura 138. Interpretación del relevamiento magnetométrico (tomado de JICA-MMAJ, 2001).

Áreas extendidas de magnetismo moderado revelan el dominio de rocas sedimentarias. Altos magnéticos de larga longitud de onda sugieren intrusiones plutónicas y estructuras circulares de focos

magnéticos alto/bajo indican múltiples intrusiones subvolcánicas próximas a la superficie.

Los lineamientos magnéticos señalados se corresponden con los interpretados en imágenes

LANDSAT TM, aunque algunos de ellos no conciden exactamente posiblemente debido a diferencias en las propiedades físicas entre datos aeromagnéticos e imagen satelital, como también así por diferencia en la profundidad de penetración entre ambos métodos.

En toda la zona, áreas de alteración hidrotermal no tuvieron respuesta magnética debido, probablemente, al espaciamiento entre líneas de vuelo (1.000 metros).

Las firmas magnéticas que, por ejemplo, deberían caracterizar a las zonas de alteración hidrotermal y/o a la mineralización metalífera correspondiente a *Campana Mahuida*, *cerro Las Lajas*, *Carre-ri* y *La Voluntad*, no son bien reconocidas a partir de los datos obtenidos.

El espaciamiento de las líneas de vuelo también influye sobre los datos radiométricos por potasio, ya que no detectan anomalías de alteración potásica hidrotermal.

7. METALOGÉNESIS

En el territorio de la provincia se reconocen 393 depósitos de minerales metalíferos (180 de cobre, 50 de hierro, 9 de manganeso, 99 de oro y 55 de plomo-cinc), a los que se agregan 17 áreas favorables (5 por cobre, 3 por cobre-plomo-cinc, 2 por cobre-oro, 3 por plomo-cinc, 2 por hierro y 1 por oro), 31 áreas con anomalías geoquímicas (cobre, plomo, cinc, molibdeno, oro y plata) y 47 yacimientos de baritina indicativos de actividad hidrotermal localizados en cinco comarcas.

7.1. CLASIFICACIÓN DE LOS DEPÓSITOS MINERALES

Los depósitos minerales son el producto de procesos geológicos concentradores, endógenos y exógenos, en ambientes geológicos específicos (fig. 139). Esos procesos varían para los distintos tipos de depósitos, por lo que la comprensión de ellos es importante para determinar criterios de exploración.

La clasificación de los aspectos metalogenéticos de los depósitos minerales ha tenido la disparidad consecuente de los variados conceptos utilizados por diversos autores, habiéndose definido unidades metalogenéticas por lo general no coincidentes. Los modelos metalogénicos que relacionaban la mineralización metalífera a las etapas de ciclos

orogénicos de un geosinclinal, han evolucionado hasta los modelos dinámicos que consideran que el origen de las mineralizaciones está íntimamente vinculado con el magmatismo asociado a la convergencia activa de placas litosféricas en la cordillera de los Andes (Maksaev, 2001; Rodríguez Alvarez, *on line*).

En nuestro caso, la clasificación de los depósitos descritos en el capítulo IV se realiza siguiendo la Normativa para la Cartografía Minero-Metalogenética del Servicio Geológico Minero Argentino (1998), teniendo en cuenta además las pautas aplicadas en el Mapa Metalogenético de la República Argentina (Zappettini *et al.*, 1999).

Un modelo de depósito mineral es la descripción y explicación de un proceso natural en términos de parámetros dimensionables en su estado final, tales como temperatura, presión, litología, fuente de agua, permeabilidad, ambiente tectónico, etc. La diversidad de parámetros involucrados y su compleja medición, hacen que el desarrollo de un modelo geológico de depósito mineral esté sujeto a una gama de incertidumbres, sin contar la variabilidad de los sistemas naturales que hacen de cada caso investigado un caso particular (Townley, *on line*).

Sobre la base de las normas mencionadas, surgen para la provincia 8 grupos y 15 modelos de de-

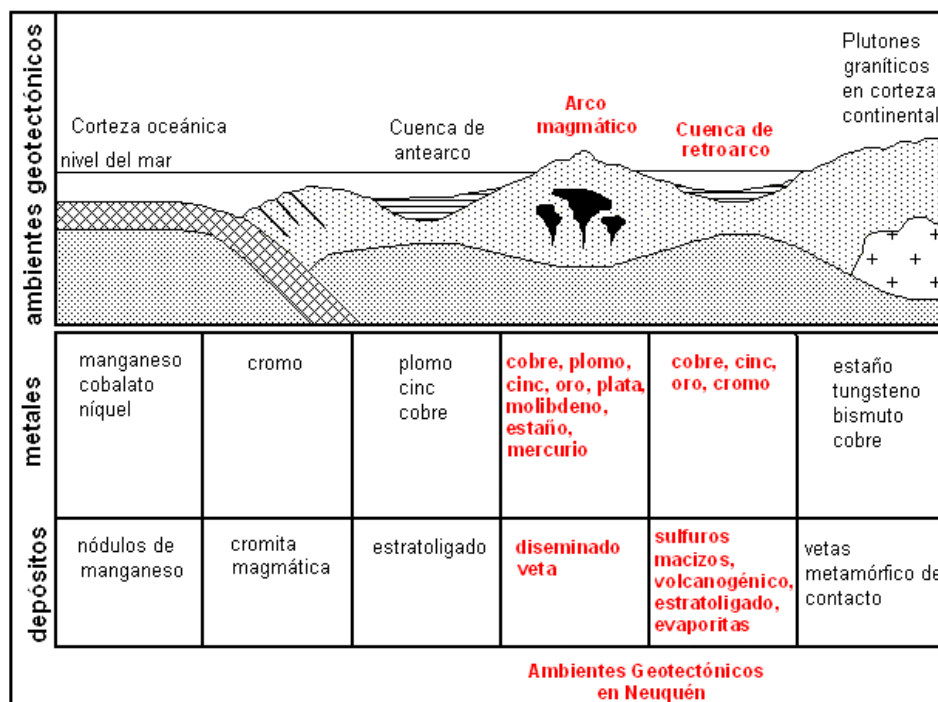


Figura 139. Esquema de distribución de metales según el ambiente tectónico en torno al arco magmático (tomado y modificado de Rodríguez Alvarez, *on line*).

pósitos de minerales metalíferos asociados a cinco procesos geotectónicos ocurridos en el Paleozoico superior-Mesozoico inferior, en el Mesozoico inferior y en el Cenozoico, que asignamos a yacimientos conocidos, áreas de interés y yacencias indicativas de no metalíferos hidrotermales y que deberían ser tenidos en cuenta a los efectos de prospecciones regionales.

Se da una breve descripción de los modelos siguiendo lo expuesto por Zappettini (1999b).

7.1.1. DEPÓSITOS TIPO PÓRFIRO (GRUPO 4)

Magmatismo de arco

Modelo 4b. Cobre (\pm Mo \pm Au)

Pórfiro de Cobre (\pm Mo \pm Au)

Los pórfiros cupríferos son depósitos minerales de baja ley y gran tonelaje que principalmente contienen cobre, molibdeno y/u oro. Su denominación proviene de su asociación con rocas ígneas intrusivas con fenocristales de feldespato en una masa fundamental cristalina de grano fino. Esa textura porfirica indica que los magmas intruyeron y cristalizaron relativamente cerca de la superficie, por lo que son epizonales.

Los pórfiros ricos en cobre u oro se asocian a intrusivos calcoalcalinos, derivados por cristalización fraccionada de magmas máficos originados en fusión parcial del manto en márgenes convergentes de placas (márgenes continentales activos y arcos de islas).

La roca huésped puede ser granodiorita, cuarzo-monzonita y pórfiro andesítico, comunmente relacionado con etapas tardías de la evolución magmática.

Los cuerpos tienden a tener mayor dimensión horizontal que vertical, con forma concéntrica a elongada en planta y con contornos regulares a irregulares. En la vertical tienen forma tubular o de embudo, con ejes casi verticales.

La mineralización se presenta diseminada, en vetillas y enjambres de vetillas (*stockwork*), en co-

lumnas de brecha y también como rellenos, en intrusivos y en las rocas de caja.

La mineralización hipogénica o primaria se integra con pirita y calcopirita, menor proporción de bornita, enargita y tetraedrita y trazas de molibdenita y esfalerita. La mineralización supergénica o secundaria está compuesta por malaquita, azurita, crisocola, atacamita, *copper wad* y *copper pitch*, entre otros, en la zona de oxidación, y calcosina y covellina en la zona de cementación o de enriquecimiento secundario. La ganga acompañante es cuarzo, biotita, sericita, feldespato potásico, turmalina, magnetita.

En un perfil se observa la siguiente zonación vertical (fig. 140):

- **Zona de lixiviación**, desde superficie hasta unos 25 m, con abundantes óxidos e hidróxidos de hierro, arcillas y cuarzo y valores por debajo de 0,1 % a 0,2 % de cobre.
- **Zona de oxidación**, entre 25 m y 50 m, con óxidos e hidróxidos de hierro, crisocola, malaquita, azurita, atacamita, antlerita, brochantita, etc., con leyes que pueden superar el 1 % de cobre. Por encima del nivel freático.
- **Zona de cementación o de enriquecimiento supergénico o secundario**, generalmente por debajo de los 50 m y con espesores variables de hasta 200 m, con calcosina y covellina y tenores entre 1 y 2 % de cobre.
- **Zona hipogénica o primaria**, hay muy escasa oxidación y los sulfuros están inalterados, con pirita, calcopirita, bornita, enargita, tetraedrita, molibdenita y esfalerita.

Espacial y genéticamente la mineralización se asocia con la alteración hidrotermal que afecta a la intrusión y a la roca de caja

La alteración hidrotermal, por lo general, muestra zonación, aunque los tipos de alteración también dependen del carácter de la roca huésped, por lo que la zonación perfecta muchas veces no se encuentra. Idealmente se tiene un núcleo de alteración

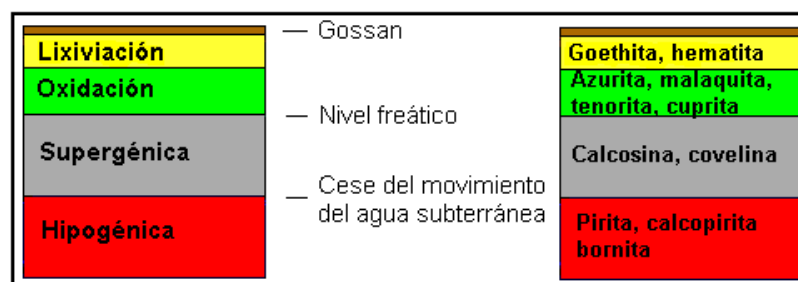


Figura 140. Zonación vertical de la mineralización en un pórfiro cuprífero.

potásica (feldespato potásico y/o biotita, con minerales accesorios como cuarzo, magnetita, pirita, sericita y clorita), que grada hacia fuera a un halo de alteración filica (cuarzo y sericita con accesorios como clorita, illita y pirita), pasa a bordes laterales de alteración argílica (caolinita y cuarzo, con o sin alunita, jarosita, pirofilita y pirita), que muchas veces está ausente, y finalmente a un halo externo de alteración propilitica (clorita-epidoto, con o sin albita, calcita, pirita, cuarzo, magnetita, e illita) (fig. 141).

Las alteraciones tienen distintos rangos de temperaturas de formación, teniéndose: potásica, de 300° C a 800° C; filica, > 250° C; argílica, < 150° C a > 300° C; propilitica, 200° C a 250° C.

Los pórfiros cupríferos se presentan en marcos geológicos similares a los depósitos epitermales polimetálicos, con los que se asocian compartiendo muchas de las características y procesos de formación (ver figura 139).

7.1.2. DEPÓSITOS METASOMÁTICOS (GRUPO 5)

Magmatismo de arco

Modelo 5d. Skarn ferrífero

Skarn ferrífero

Los depósitos de skarn ocurren, por lo general, en aureolas de metamorfismo de contacto en torno a plutones que intruyen secuencias calcáreas, caracterizados por su contenido de minerales calcosilicatados faneríticos de calcio, hierro, magnesio y manganeso, que reemplazan selectivamente a rocas carbonatadas y pueden asociarse con mineralización metálica de wolframio, cobre, plomo, cinc, estaño, hierro y menor proporción de oro-plata (fig. 142).

La roca huesped es típicamente calcárea (caliza o dolomita), o rocas sedimentarias clásticas calcáreas (areniscas y pelitas calcáreas).

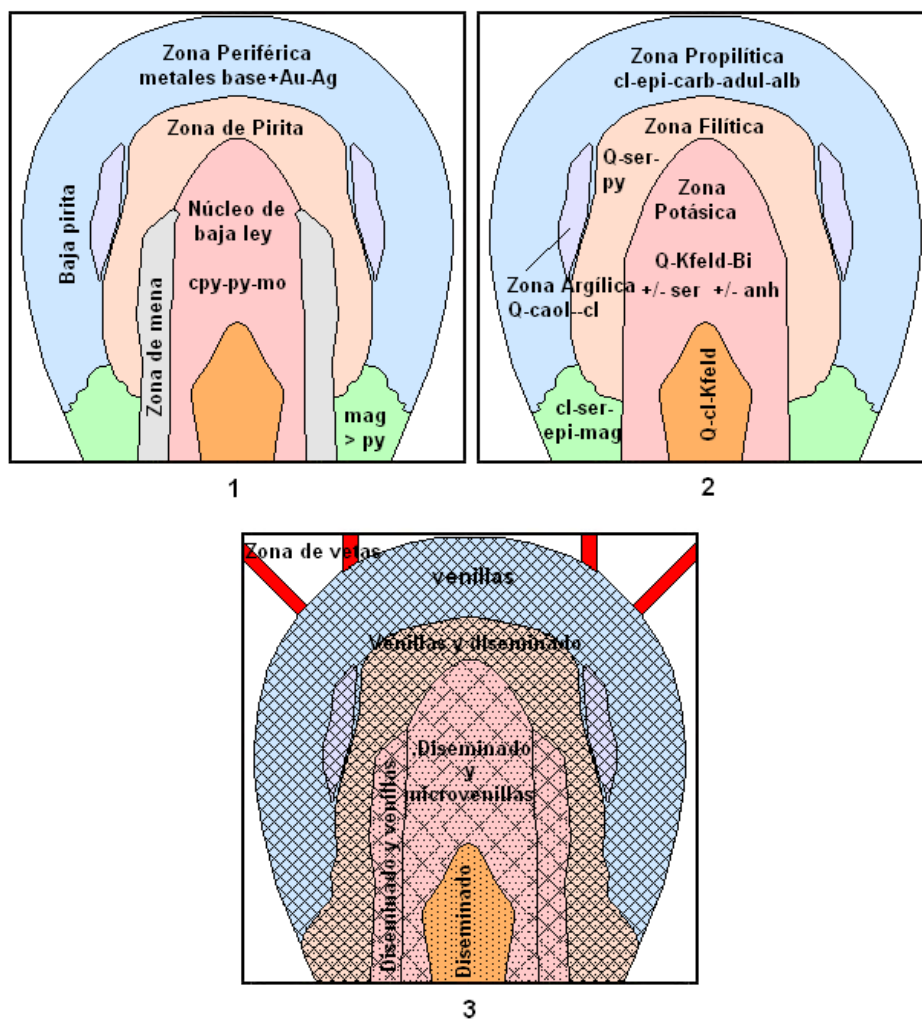


Figura 141. Zonación de un pórfiro cuprífero, de acuerdo con el modelo de Lowell y Gilbert (1970), en el que se observa: (1) la distribución de la mineralización metalífera, (2) de las alteraciones hidrotermales y (3) la morfología de las disposiciones de la mineralización.



Figura 142. Esquema de un skarn.

La particularidad general es la alteración del tipo reemplazo selectivo por minerales calcosilicados (piroxenos: diopsido, espinelo, hedenbergita, johansenita, fosterita, wollastonita; granates: andradita, grosularia, almandino-espesartita; anfíboles: hornesfalerita, tremolita-actinolita; scheelita, smectita, clorita, epidoto, talco, siderita, calcita, opalina).

La alteración aparece zonada, existiendo casi siempre una alteración progradante a la que se superponen minerales de alteración retrógrada.

Con este tipo de rocas metamórficas se asocian depósitos minerales de formas muy irregulares, pudiendo formar lenguas de mena que se prolongan a lo largo de estructuras planares (estratificación, diaclasas, fallas, etc.), y su distribución, dentro de la aureola de contacto de un cuerpo magmático, es a menudo caprichosa. Los cuerpos de mena pueden terminar abruptamente con cambios en la estructura.

Para clasificar estos depósitos se tiene en cuenta el tipo de mena, distinguiéndose *skarn* aurífero, *skarn* de estaño, *skarn* de wolframio, *skarn* de hierro, *skarn* de cobre y *skarn* plumbo-cincífero.

Los minerales calcosilicados: diópsido (clino-piroxeno), andradita (granate cálcico) y wollastonita (piroxenoide), predominan en los *skarns* mineralizados y, junto con otras evidencias, señalan que la profundidad de formación es de uno a varios kilómetros, bajo condiciones de temperatura de 400° C a 600° C y presión variable.

Si bien el metamorfismo de contacto afecta a las rocas encajantes, es frecuente que la intrusión también sufra las consecuencias del metasomatismo. Esto resulta en una zonación de *endoskarn* (minerales calcosilicados en la periferia del intrusivo) y *exoskarn* (*skarn* en las rocas calcáreas intruidas).

En la provincia solamente se encuentran *skarns* de hierro relacionados a magmas calcoalcalinos, específicamente *stocks* y pórfiros granodioríticos y andesíticos, correspondientes a ambiente de arco volcánico. En algunos casos se asocian con pórfiros cupríferos.

Se hallan próximos o en contacto con cuerpos intrusivos subvolcánicos de composición andesítica, controlados por la estratigrafía y las estructuras. Tienen elevado tenor de granates y de magnetita-hematita, señalando un ambiente oxidante, acompañados por pirita, calcopirita, pirrotina y menor cantidad de bornita y esfalerita, lo cual manifiesta un grado de sulfuración moderado.

7.1.3. DEPÓSITOS EPITERMALES Y DE TRANSICIÓN (GRUPO 7)

Magmatismo de arco

Modelo 7b. Oro, baja sulfuración

Depósitos auríferos de baja sulfuración

Los depósitos epitermales se localizan preferentemente en áreas de volcanismo activo alrededor de los márgenes activos de continentes o arcos de islas, habiéndose formado a partir de fluidos hidrotermales calientes, con rango de temperatura estimado de < 100° C a 320° C, a una profundidad entre uno y dos kilómetros. Durante el proceso, esos fluidos hidrotermales pueden alcanzar la superficie como fuentes termales o como fumarolas o solfataras.

Según cuáles fluidos se involucren en el proceso, se reconocen dos tipos de mineralización epitermal de metales preciosos: los de *baja sulfuración* y los de *alta sulfuración*, términos estos que se refieren al estado de oxidación del azufre. En los de baja sulfuración al azufre se presenta en forma de H₂S

(reducido), mientras que en los de alta sulfuración lo hace en forma de SO₂ (oxidado).

Los yacimientos auríferos de *baja sulfuración* se encuentran en sistemas hidrotermales de nivel alto, desde profundidades de alrededor de un kilómetro hasta fuentes termales superficiales. Se los ubica también en sistemas de fallas regionales relacionadas a grabens, calderas resurgentes, complejos de domos de flujo, estructuras de extensión en campos volcánicos y, localmente, en rellenos clásticos de graben o de calderas (fig. 143).

Se asocian con rocas volcánicas de distintos tipos, predominando las calcoalcalinas, presentándose algunos en comarcas de volcanismo bimodal y de extensos depósitos de flujos ignimbríticos.

Los fluidos de baja sulfuración forman vetas de relleno, enrejados de vetas y vetillas más finas (*stockwork*) y brechas. Los sistemas de vetas pueden ser extensos lateralmente, pero las bolsanadas de mena tienen extensión vertical relativamente restringida. La mena normalmente exhibe texturas de relleno de espacios abiertos, bandeamiento simétrico y de otros tipos, crustificación, estructura en peine, bandeamiento coliforme y brechización múltiple.

La mineralización está compuesta por pirita, electrum, oro, plata, argentita y, subordinadas, calcopirita, esfalerita, galena, tetraedrita, sulfosales

de plata y/o seleniuros. Los depósitos alcanzan de 250 m a 350 m en la vertical y, comunmente, presentan zonación metalífera: son ricos en oro-plata y pobres en metales base en el techo, gradan hacia abajo a un sector rico en plata y metales base, luego a otro rico en metales base y, por último, a una zona piritosa pobre en metales base.

La ganga se integra con cuarzo, amatista, calcedonia, calcita y menor cantidad de adularia, sericita, baritina, fluorita, rodocrosita, hematita y clorita.

Desde el punto de vista de las alteraciones hidrotermales, se encuentra: silicificación en menas con múltiples generaciones de cuarzo y calcedonia, comúnmente acompañadas de calcita. Silicificación pervasiva en las rocas de caja de las vetas, con asociaciones de sericita-illita-caolinita en los flancos. Alteración argílica intermedia se forma en los bordes de vetas, mientras que la argílica avanzada puede formarse en el techo de las zonas mineralizadas. La alteración propilitica es dominante en profundidad y en la periferia de las vetas, pudiendo estar extendida. Los afloramientos meteorizados se caracterizan por prominencias resistentes de cuarzo-alunita rodeadas por zonas blanqueadas con alunita supergénica, jarosita y limonitas.

Las zonas de mineralización son sistemas hidrotermales someros, que varían desde fuentes termales en superficie hasta zonas de flujo más profundas

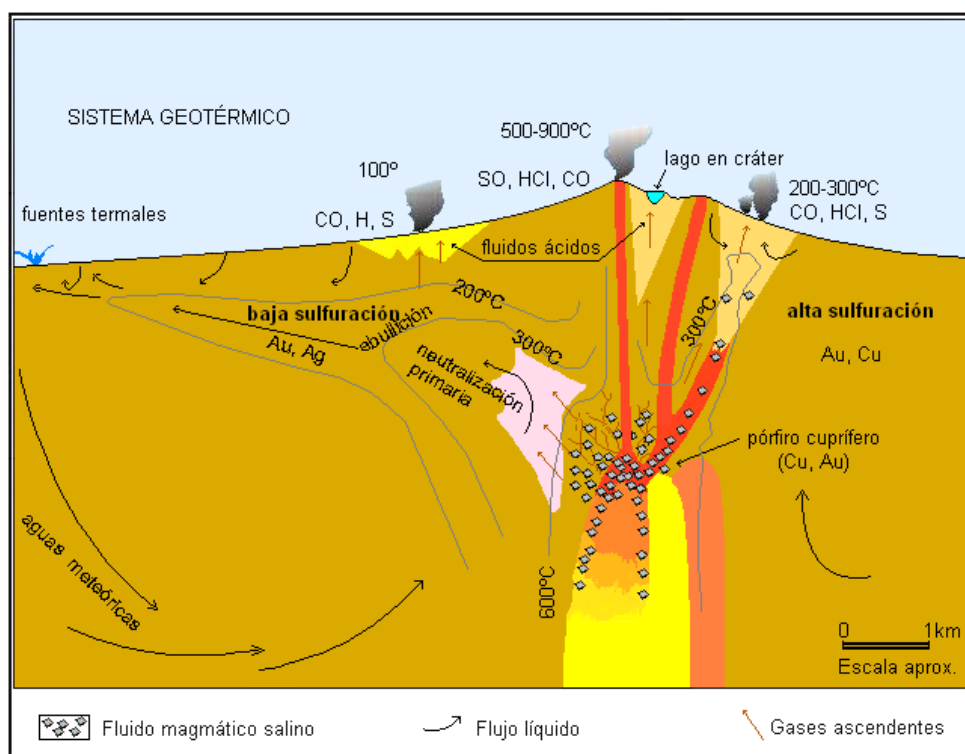


Figura 143. Perfil esquemático de un sistema volcánico hidrotermal. Una intrusión subvolcánica poco profunda, su estratovolcán asociado y los ambientes deducidos para la formación de depósitos epitermales de alta y baja sulfuración (modificado de Aoki, 1996).

enfocadas por estructuras y zonas permeables. Los fluidos son una combinación de aguas meteóricas, que han penetrado al subsuelo, y fluidos magmáticos, que han ascendido hacia la superficie. Los metales son llevados en solución, como iones complejos, y precipitan cuando las soluciones se enfrían y se degasifican por mezcla de fluidos, ebullición y descompresión al acercarse a la superficie.

Los metales preciosos en solución derivan del magma o pueden ser lixiviados de las rocas encajantes a medida que los fluidos circulan a través de ellas. Los fluidos se mueven hacia la superficie a través de fracturas y la mineralización, muchas veces, se presenta en esos conductos, aunque también pueden circular por niveles de rocas permeables y, eventualmente, mineralizar ciertos estratos.

Los epitermales auríferos de baja sulfuración pueden contener cantidades económicas de plata y menores de plomo, cinc y cobre. Suelen asociarse con epitermales de alta sulfuración, con depósitos de oro-plata de fuentes termales, con pórfiros de cobre-molibdeno-oro y vetas polimetálicas relacionadas y placeres auríferos (fig. 144).

7.1.4. DEPÓSITOS SEDIMENTARIO-EXHALATIVOS Y VOLCANOGENÉTICOS SUBMARINOS (GRUPO 8)

Modelo 8d. Baritina (Pb-Zn-Cu) tipo SEDEX

Modelo 8g. Hierro bandeado (BIF)

Modelo 8h. Manganeso (VMF)

Baritina (Pb-Zn-Cu) SEDEX

Son depósitos de baritina estratiformes, alojados en sedimentitas pelíticas de ambiente euxínico en cuencas de retroarco que, por lo general, se localizan

en la periferia de mineralizaciones de plomo-plata-cinc-cobre tipo SEDEX.

La mineralización está compuesta por baritina, con cantidades menores de pirita, galena, esfalerita, calcopirita, reconociéndose una débil alteración sericitica.

La génesis responde a un proceso sedimentario-exhalativo, caracterizado por la presencia de una fuente hidrotermal submarina a partir de la cual emanan soluciones cargadas con los iones de plomo, cinc y plata, principalmente, que rellenan las fisuras y brechas en la parte superior de la chimenea en ascenso, y precipitan también como sulfuros en depresiones del fondo marino de segundo orden, dando como resultado un depósito estratificado.

En dorsales oceánicas y arcos de islas volcánicas, se forman fumarolas submarinas que descargan fluidos hidrotermales en zonas deprimidas de la topografía oceánica, en las cuales el flujo caliente se mezcla con el agua fría del mar causando que los metales y el azufre, disueltos en el fluido hidrotermal, precipiten de la solución como sulfuros metálicos sólidos, que se depositan como capas sedimentarias.

La mineralización es de grano fino, finamente laminada y puede ser reconocida como un depósito químico a partir de la solución.

Además de las de plomo-cinc, se conocen mineralizaciones SEDEX de cobre, de wolframio, algunas de oro y la gran mayoría de los depósitos de baritina del mundo; en estos últimos suelen hallarse elementos metálicos accesorios (Kelley *et al.*, 1986).

La fuente de los elementos son capas sedimentarias que contienen iones entrampados en minerales de arcillas y filosilicatos y adsorbidos en su su-

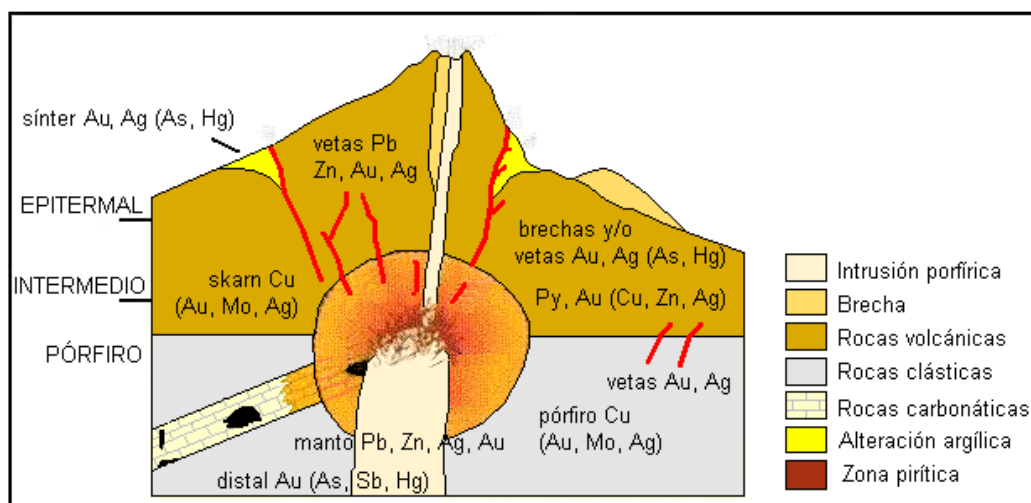


Figura 144. Esquema de un ambiente subvolcánico y su relación con la génesis de diversos depósitos hidrotermales de minerales metalíferos (tomado y modificado de Rodríguez Alvarez, on line)

perficie. Durante la diagénesis la pila sedimentaria se deshidrata en respuesta a la temperatura y la presión, liberando una salmuera que transporta los iones en la solución.

Alternativamente, un depósito SEDEX puede lograrse de los fluidos hidrotermales del subsuelo marino generados en una cámara magmática e introducidos en los sedimentos saturados.

Hierro bandeado (BIF)

Los de hierro bandeado (BIF: Banded Iron Formation) (fig. 145) son depósitos singenéticos de hematita-magnetita-chert, encontrándose en unidades estratigráficas con cientos de metros de espesor y cientos a miles de kilómetros cuadrados de extensión areal, pudiendo contener grandes concentraciones y volúmenes de mineral de hierro. Localmente pueden tener oro, fósforo y sulfuros de metales base.

Se caracterizan por un fino bandeamiento, consistente en capas de espesor milimétrico a centimétrico de óxidos de hierro, de color variable entre gris y negro, alternantes con otras formadas por chert, pobre en hierro, de color rojo, debido a la precipitación periódica de las sustancias a partir de un cuerpo alimentador volcánico que dan como resultado una facies de mineralización de sulfuros, normalmente cercana a dicho cuerpo, otra de óxidos, distal al mismo, y la típica textura bandeada.

Se reconocen así:

Facies oxidada: integrada por hematita o magnetita, con carbonatos subordinados. El *chert* varía de criptocristalino a mosaicos entrecrecidos con cuarzo.

Facies carbonatada: formada por *chert* laminado con siderita.

Facies silicatada: compuesta por silicatos de hierro asociados con magnetita, siderita y chert.

Facies sulfurada: constituida por arcillolitas carbonatadas y piríticas finamente bandeadas, con material orgánico y carbón.

Se identifican dos tipos de depósitos:

Tipo Algoma: asociación con sucesiones de grauvacas y rocas volcánicas. Presente en la provincia, formado en cuenca de rift en ambiente de retroarco.

El aporte principal de hierro y sílice coloidal corresponde a actividad exhalativa hidrotermal submarina asociada a volcanismo. Los mecanismos de depositación de los geles de hierro y sílice estarían relacionados con actividad química y biogénica.

Tipo Lago Superior: finamente bandeados, principalmente de las facies oxidada, carbonatada y silicatada, generalmente libre de material clástico. Formados por precipitación química en aguas someras de plataforma continental.

Manganeso sedimentario-exhalativo (VMF)

Son yacimientos singenéticos asignados a una combinación de procesos volcánicos e hidrotermales exhalativos, vinculados con actividad fumarólica (*hot spring*) en ambiente oceánico.

Se trata de mineralizaciones estratoligadas de manganeso-hierro-*chert*, pudiendo hallarse además y de manera subordinada, baritina y minerales de plomo y cinc. Estas mineralizaciones, similares a las BIF por sus características generales, tienen origen en hidrotermalismo submarino y sedimentación simultánea, dentro un episodio extensional generalizado.

La secuencia consiste en lentes macizas de *chert* manganesífero, conteniendo de 30 a 50% Mn, sepa-

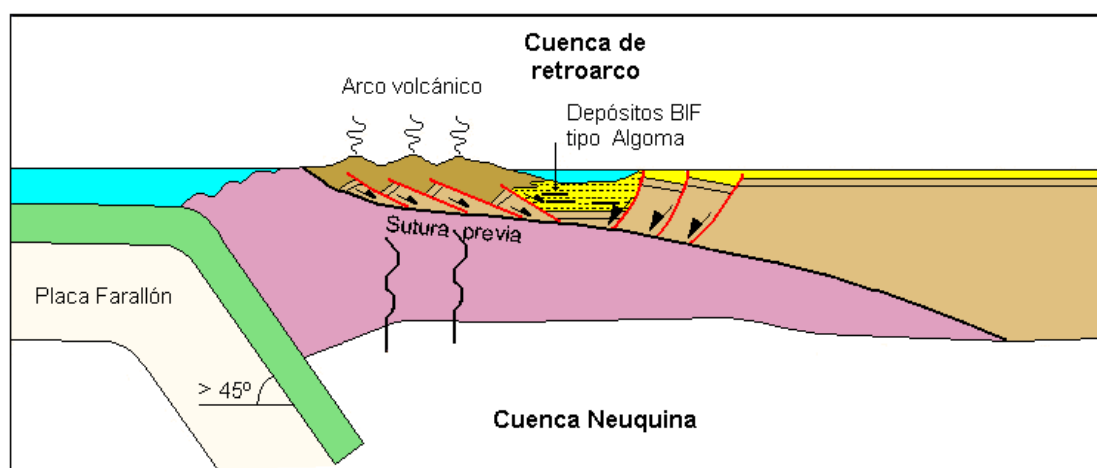


Figura 145. Depósitos de hierro bandeado (BIF), ubicación en la cuenca. En los estadios iniciales de la cuenca se forman depósitos de hierro bandeado tipo Algoma, intercalados con volcanitas ácidas, en el retroarco (tomado de Ramos *et al.*, 2011a).

radas por delgados estratos de chert con radiolarios y cubiertas por rocas ígneas básicas. Su geología y química señalan que las lentes de *chert* mineralizadas son hidrotermales y pudieron formarse sobre los flancos de una cordillera oceánica o dentro de una cuenca de retroarco (Crerar *et al.*, 2008).

Se postulan las siguientes condiciones de formación:

- Los yacimientos se forman en condiciones volcano-sedimentarias cerca de surgencias fumarólicas en cuencas de tipo extensional.
- Soluciones hidrotermales de baja temperatura transportan las sustancias y su reacción con aguas marinas frías da lugar a la precipitación de *chert* y minerales de manganeso, hierro y otros en delgadas bandas. Parte de las sustancias procedentes de las surgencias hidrotermales precipitan *in situ*: son los depósitos denominados *spring-aprons*, que se disponen alrededor o en las inmediaciones de dichas surgencias (fumarolas).
- Otra parte de los metales migra hacia las cuencas sedimentarias próximas originando depósitos de tipo *stratabound*.

Se han identificado cuatro modelos principales de depósitos de manganeso volcánogénico submarino: Franciscano, Cubano, Olympic Peninsula y Chipre (Mosier y Page, 1988) (fig. 146 y 147).

Tipo Franciscano ocurre en los flancos de una cordillera oceánica o en cuencas marginales de retroarco;

Tipo Cubano se presenta en ambiente de arco de islas;

Tipo Olympic Peninsula se encuentra en ambiente de placas oceánicas obducidas;

Tipo Chipre en un ambiente similar al Franciscano, aunque con una asociación litológica y mine-

ralógica diferente, donde predominan óxidos e hidróxidos de hierro manganesíferos.

En los modelos restantes la mineralogía comprende óxidos, carbonatos y silicatos.

7.1.5. DEPÓSITOS ALOJADOS EN SEDIMENTOS (GRUPO 9)

Sedimentación marina de cuenca de retroarco y continental de antepaís

Modelo 9a. Cobre sedimentario

Modelo 9b. Cobre-uranio en areniscas

Modelo 9c. Plomo-cinc en calizas (MVT)

Modelo 9e. Hierro sedimentario

Cobre y cobre-uranio sedimentarios

Son depósitos de ambiente de arco continental o de retroarco, ricos en minerales de cobre y/o de uranio y vanadio o de ambos tipos, diseminados en niveles de sedimentitas clásticas permeables, de origen continental, y desarrollados durante la diagénesis en condiciones reductoras.

Los cuerpos son concordantes, de varios centímetros a metros de potencia, con extensión lateral de varios kilómetros, controlados horizontal y verticalmente por cambios faciales y de permeabilidad de las sedimentitas.

La mineralización ocurre como reemplazo de partículas, de la matriz, del cemento y de restos orgánicos. Se integra con calcosina, bornita, calcopirita, pirita, plata nativa, tennantita, uraninita, coffinita, malaquita, azurita, autunita, torbernita, uranofano, carnotita, vanadinita, llevando como ganga a carbonatos, cuarzo, limonitas, arcillas y ceolitas.

La deposición del mineral se produce en ambiente reductor de pH bajo, dado por materia orgánica, azufre biogénico, sedimentos piritosos, hidrocarburos o asfaltitas.

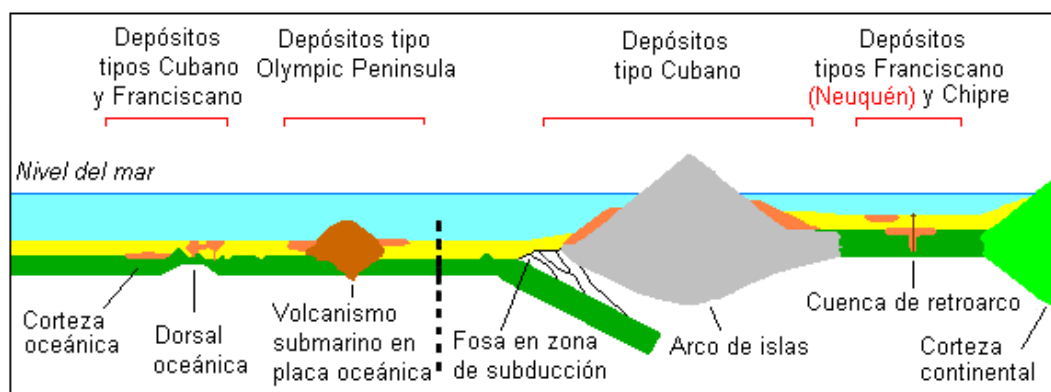


Figura 146. Depósitos de manganeso sedimentario-exhalativo (VMF). Modelos y ambiente tectónico de formación (tomado de Zappettini *et al.*, 2012).

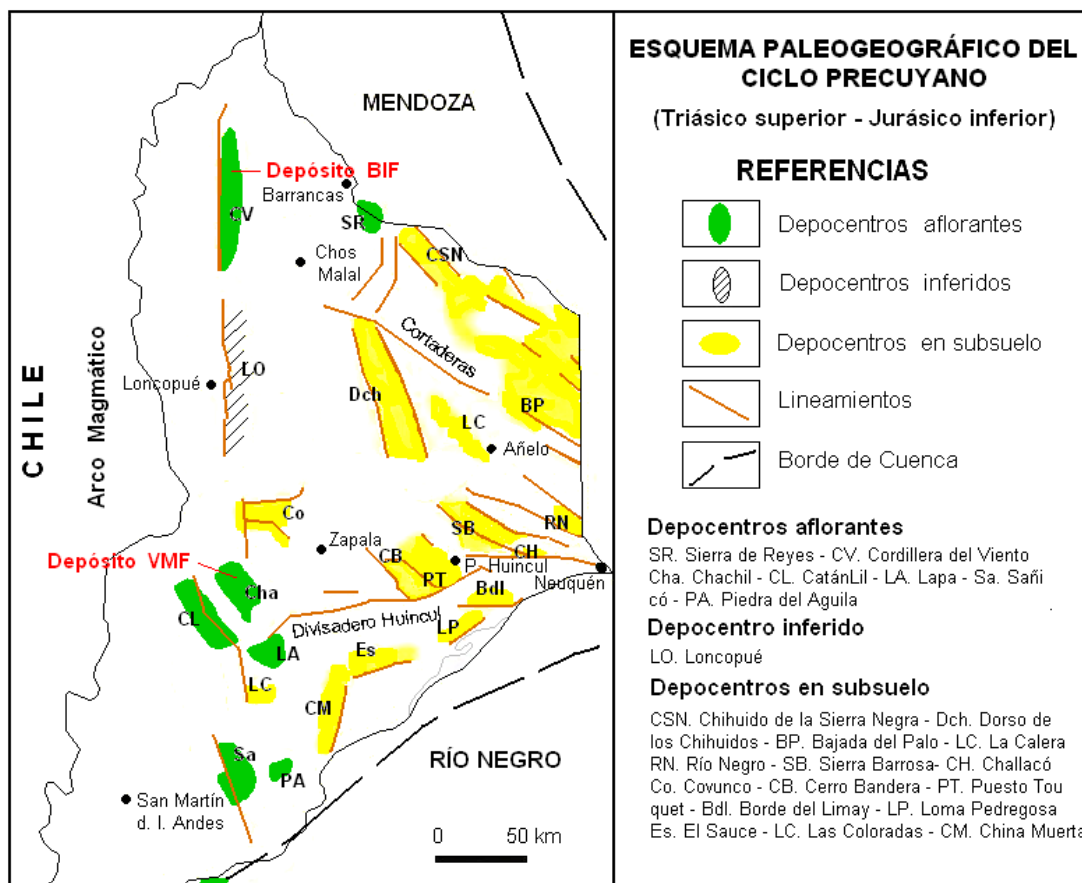


Figura 147. Marco tectónico del comienzo de la subducción, en el Jurásico inferior, asociada a un régimen extensional y vinculación de depósitos volcánicos en cuencas de rift (modificado de Carbone et. al., 2011).

La alteración consiste en decoloración de las rocas laterales o subyacentes a la mineralización, cloritización y lixiviación de hierro.

Plomo-cinc en calizas (MVT)

Los MVT (*Mississippi Valley Tipe*) son yacimientos productores de plomo y cinc, de carácter estratoligado y hospedados en rocas carbonatadas.

Los depósitos suelen ser lentes de forma, tamaño y distribución muy variable, dando por resultado un conjunto de situaciones posibles, y venas discordantes localmente brechadas.

La mineralización consiste en galena, esfalerita, fluorita, baritina, pirita, pirrotina, marcasita y menor cantidad de calcopirita y sulfosales de plomo, acompañada por smithsonita, cerusita, anglesita, hemimorfita, en ganga de calcita, dolomita, otros carbonatos y sílice en variadas formas. Las texturas coliformes son comunes.

La mineralización se presenta en gruesos paquetes de calizas y dolomitas de paleolatitudes tropicales, casi siempre asociadas a paleoambientes de litoral de cratón: arrecifes y bancos de lodo carbonatado.

No hay acuerdo acerca del origen de estos depósitos. Algunos modelos sugieren que fracturas y/o fallas son los canales de flujo para que la mineralización llegue al agua de mar, donde eventualmente precipitará en forma química (sinsedimentario). Otros apuntan a que la mineralización ocurre por metasomatismo de baja temperatura en roca ya litificada, que es el caso de *Mississippi Valley* (MVT).

Hierro sedimentario

Los depósitos de hierro sedimentario, conocidos como *Ironstones*, se conforman con capas delgadas a gruesas de rocas ferríferas (>15% Fe) y/o ferruginosas (<15% Fe), de óxidos e hidróxidos de hierro, con texturas oolíticas o granulares, que se intercalan en secuencias marinas someras de areniscas, limos y calizas.

Su origen es la consecuencia de la meteorización de unidades lateríticas, el transporte del hierro contenido en ellas por aguas fluviales y su redépósito en el ambiente marino adecuado para la precipitación de compuestos de hierro.

7.1.6. DEPÓSITOS ASOCIADOS A VOLCANISMO SUBAÉREO (GRUPO 11)

Volcanismo de arco y de retroarco

Modelo 11c. Hierro volcanogénico y tipo Laco

Hierro tipo Laco y volcanogénico

Son depósitos de magnetita y/o hematita que constituyen cuerpos tabulares, rellenos de brechas, vetas, diseminados y extrusiones lávicas, ligadas a volcanismo alcalino continental de arco y de retroarco.

La mineralogía consiste en magnetita, hematita y limonitas en ganga de apatita, ceolitas, calcita y actinolita. Las alteraciones corresponden a clorita, epidoto y albita.

La mineralización es contenida en coladas lávicas y en fracturas tensionales. Ella sería el producto de diferenciación magmática, habiendo tenido un transporte neumatolítico a hidrotermal bajo una elevada temperatura de formación.

2.1.7. DEPÓSITOS DE PLACER (GRUPO 12)

Sedimentación fluvial, fluvio-glaciario y coluvial

Modelo 12a. Oro

Sedimentación de playa

Modelo 12c. Hierro

Depósitos de placer

Los depósitos de placer resultan de una concentración gravitacional de minerales pesados por fluidos en movimiento, generalmente agua.

Normalmente estos procesos ocurren por remoción y transporte fluvial, pero los minerales pe-

sados deben ser primero removidos de su fuente por meteorización y erosión. Ellos deben ser resistentes a las alteraciones físicas y químicas y tener una alta densidad.

Minerales que cumplen estas condiciones son: oro, ilmenita, magnetita, platino, cromita, cobre nativo, casiterita, granates, rubies, rutilo, zafiro, diamantes, entre otros.

La mayoría de estas yacencias son de baja ley, pero su explotación es posible debido a que se encuentran en materiales sueltos, no requieren de molienda y pueden explotarse con plantas relativamente económicas.

Considerando los tipos de placeres ocurientes en la provincia, una clasificación genética simple distingue: placeres fluviales, fluvio-glaciares, eluviales y de playa.

Placeres fluviales o aluviales: se presentan en ambientes relacionados con sistemas fluviales y a distancias de pocos kilómetros del área de procedencia (fig. 148). Se forman placeres de oro, platino, estaño, tantalio, niobio, diamantes y corindón.

Placeres fluvio-glaciares: se encuentran en terrenos donde material detrítico se ha acumulado por corrientes fluvio-glaciares. La distribución de los minerales pasados suele ser errática.

Placeres eluviales: se forman en pendientes de montañas debido a movimientos gravitacionales de material alterado y selección en función del tamaño y densidad en medio viscoso. Se encuentran oro, platino, estaño, wolframio, tantalio, niobio y gemas.

Placeres de playa: ocurren en las playas marinas por el efecto del oleaje y de corrientes costeras, que puede producir la concentración de minerales pesados. Las olas arrojan material a la playa y la

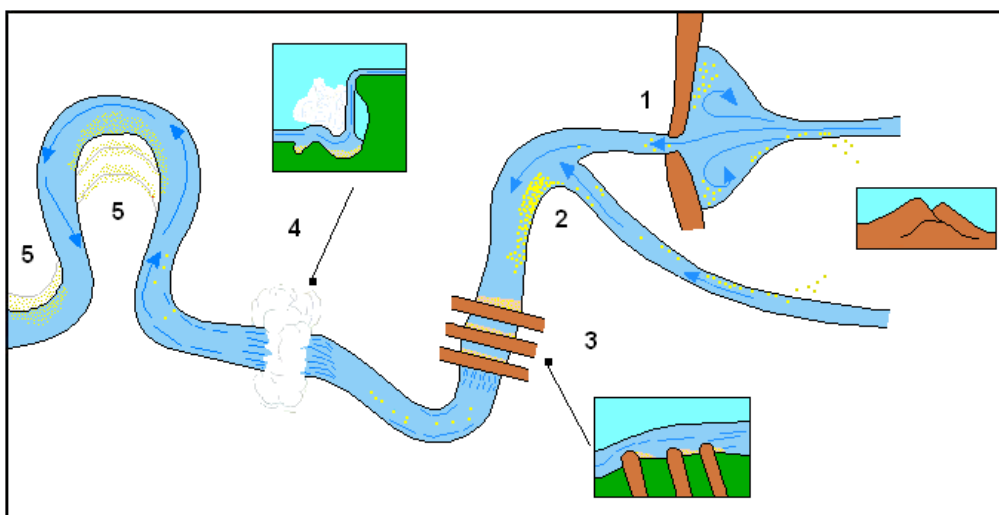


Figura 148. Placeres en ambiente fluvial (tomado de Rodríguez Alvarez, on line)

resaca arrastra los materiales más livianos, los cuales son transportados por la deriva a lo largo de la costa, produciéndose concentraciones de minerales pesados en las playas, principalmente por la acción del oleaje durante las tormentas. Los minerales más importantes de placeres de playa son: casiterita, diamante, oro, ilmenita, magnetita, monacita, rutilo, xenotima y circón.

Mecanismos de concentración

En una comarca de montaña, si existe una fuerte corriente de agua todos los granos de un sedimento fluvial estarán en movimiento, pero cuando la velocidad disminuye se depositarán, primero, los minerales pesados gruesos, luego los minerales pesados finos y por último los minerales livianos.

En los depósitos fluviales, la precipitación de minerales pesados en un curso de agua depende de la razón hidráulica de las partículas (densidad/tamaño) y de la velocidad del caudal; cada vez que éste pierde velocidad en forma abrupta, ocurre la deposición sobre una superficie que se denomina circa, la cual puede ser sobre la roca de base o sobre depósitos previos.

El paisaje general de un corriente fluvial (fig. 149), nos muestra los siguientes sitios de concentración de minerales pesados:

1. La emergencia de una quebrada a una cuenca o zona de sedimentación; en la quebrada encajonada con fuerte pendiente la depositación de sedimentos es prácticamente nula, pero al salir del sector montañoso, abrirse el cauce y disminuir la pendiente, hace que cualquier mineral pesado tienda a depositarse mientras los livianos serán arrastrados aguas abajo.
2. La confluencia de un afluente menor con un río mayor con flujo más lento.
3. Las salientes de rocas más resistentes a la erosión en el lecho de un cauce.
4. Los pozos de caídas o saltos de agua y los generados por remolinos de agua.

5. Los cauces con meandros es uno de los lugares que provee condiciones muy favorables para la concentración de minerales pesados; mientras más rápido sea el flujo de agua en la parte externa de un meandro, mas lento será el flujo en su parte interna y a medida que el meandro migra puede originar una concentración de minerales pesados.

En ambiente de montaña es donde se encuentran también los placeres fluvio-glaciares y eluviales (fig. 149).

En el mar (fig.150), las olas arrojan material a la playa y la resaca arrastra los materiales más livianos, los cuales son transportados por la deriva a lo largo de la costa, produciéndose concentraciones de minerales pesados en las playas, principalmente por la acción del oleaje durante las tormentas. Las variaciones de nivel por las mareas también son relevantes, porque grandes mareas exponen una faja mayor de playa para la acción de las olas.

En la actualidad, los placeres de playa se forman en sectores donde los vientos dominantes son oblicuos a la costa y existen corrientes marinas paralelas a ésta, ya que ambos factores provocan la deriva a lo largo de la costa. Para que se produzcan estas concentraciones debe existir una fuente, que pueden ser afloramientos rocosos o

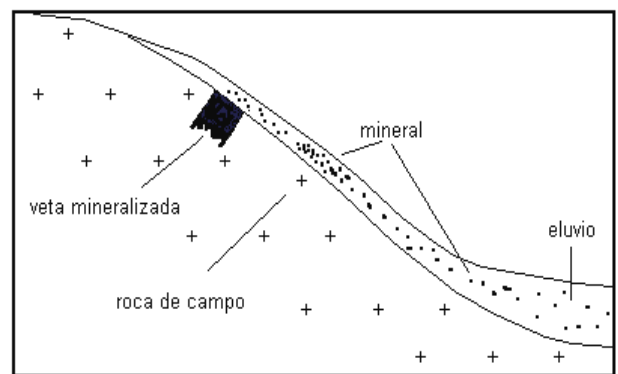


Figura 149. Perfil esquemático de placer eluvial (tomado de Rodríguez Alvarez, on line)

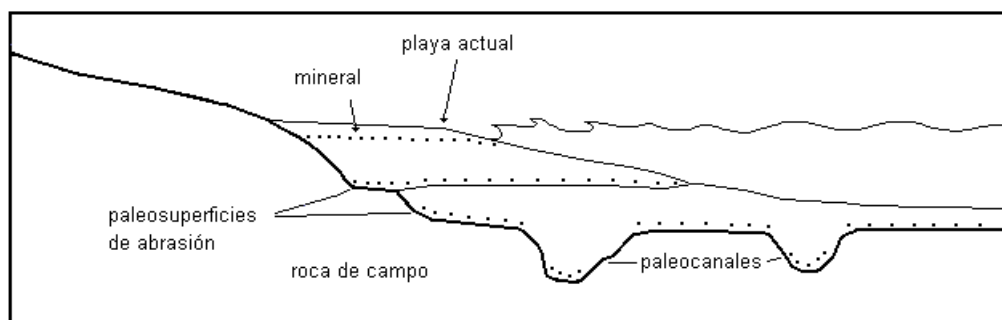


Figura 150. Perfil esquemático de placer de playa (tomado de Rodríguez Alvarez, on line)

de vetas a lo largo de la costa o fondo marino, o aporte de ríos o depósitos más antiguos re TRABAJADOS por el mar.

7.2. EPISODIOS METALOGENÉTICOS Y MODELOS DE MINERALIZACIÓN ASOCIADOS

El terreno Patagonia fue el último en acrecionarse a los previamente existentes (Cratón del Río de la Plata, Pampia, Cuyania y Chilenia) en el Paleozoico superior (Ramos, 1988). A partir de allí la evolución del conjunto consistió en el desarrollo de cuencas intracratónicas con depósitos marinos y continentales, la generación de *rifts* intracontinentales, el desarrollo de magmatismo postcolisional y extensional en diversas etapas de la evolución geológica y el establecimiento y persistencia de un arco magmático vinculado a la subducción pacífica, con relación al cual se generaron cuencas de antepaís y un magmatismo de retroarco (Zappettini, 1999a).

En lo que se refiere a Neuquén, principalmente en el terreno Chilenia, se manifiestan episodios de mineralización metalífera que, siguiendo los conceptos de Méndez *et al.* (1987, 1995) para los ciclos diastróficos, se enmarcan en los ciclos Gondwánico, Patagonídico y Ándico, adoptándose para los episodios similar denominación.

Así los episodios metalogenéticos y sus metales asociados son:

Gondwánico: Cu-Mo, Pb-Zn, Fe (BIF), Mn (VMF), Fe sedimentario

Patagonídico: Fe sedimentario

Ándico:

Cretácico superior-Paleógeno: Cu-Mo-Au, Cu-Pb-Zn, Pb-Zn-Ag, Pb-Zn (MVT), Pb-Zn-Au-Ag, Au-Ag, Fe, Cu-U-V

Neógeno: Fe

Cuaternario: Au, Fe

El Cuadro Cronometalogenético (Cuadro 4) señala los intervalos temporales con los que se vinculan procesos metalogenéticos.

7.2.1. EPISODIOS GONDWÁNICOS

Los episodios de mineralización metalífera gondwánicos tuvieron lugar en un orógeno desarrollado a lo largo del borde pacífico de la cordillera de los Andes, enmarcado entre el Carbonífero medio y el Jurásico inferior temprano.

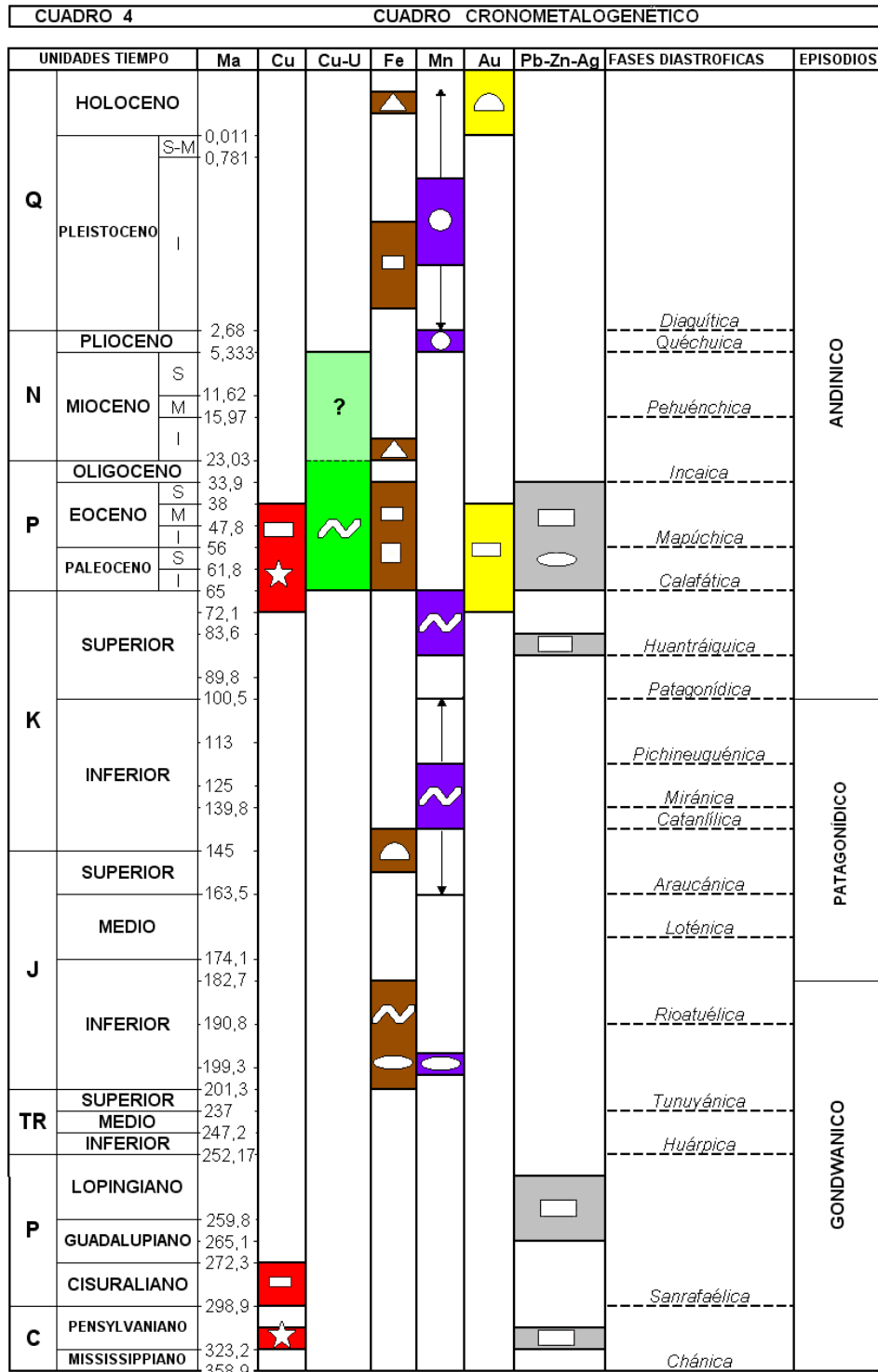
Luego de la colisión transcurrente del terreno Patagonia con los de Chilenia y Cuyania en el Carbonífero superior-Pérmico inferior (318-270 Ma), representada por la Dorsal de Huincul, (Rapalini *et al.*, 2010), se desarrolló un magmatismo de arco de características calcoalcalinas representado por granitoides post-colisionales aflorantes en la Cordillera del Viento, en la Sierra del Chachil y en la Patagonia Septentrional, con el cual se vincula una mineralización de cobre-molibdeno diseminado, modelo 4b (La Voluntad), en la Sierra del Chachil, de edad carbonífera superior temprana (313 Ma; Garrido *et al.*, 2008), como también así de plomocinc vetiforme, modelo 7e (Quillén TG, Metrencó y Aguada del León), en la Patagonia Septentrional, de similar edad.

El colapso de este orógeno en el Pérmico superior originó una actividad magmática mesosilícica a silícica generalizada, que se extendió hasta el Triásico inferior sobre el margen continental activo de Gondwana (Llambías y Sato, 2011).

Posiblemente una disminución de la velocidad de convergencia condujo a un régimen extensional, con cuya evolución de finales del Pérmico tardío a Jurásico temprano se liga la formación de un nuevo arco magmático cuyos principales representantes se localizan en el territorio chileno inmediato. En Neuquén ocurren en la cordillera del Viento, en afloramientos aislados y en el subsuelo (Ramos, 1999).

La distensión triásica-jurásica inicial dio lugar a la formación de cuencas de *rift* de orientación noroeste a norte en la región septentrional de la provincia y de dirección nordeste y nornoroeste en el sur de la misma, en el retroarco neuquino, cuya subsidencia ocasionó la ingresión marina desde el Pacífico y la depositación de los sedimentos primigenios de la Cuenca Neuquina, continuando al mismo tiempo el volcanismo bimodal, que señala una mixtura manto-corteza de la fuente magmática, creándose a fines del proceso de rifting las condiciones favorables para la formación de plumas hidrotermales submarinas que aportaron manganeso, hierro y sílice coloidal produciendo, por actividad química y biogénica, depósitos de *cherts* de manganeso (VMF) y de hierro, modelo 8h (La Casualidad), en la Sierra del Chachil y de hierro bandeado (BIF), (Colomichicó), en la Cordillera del Viento (Zappettini y Dalponte, 2010a, b), en el Jurásico inferior medio.

Con un proceso de meteorización y transporte fluvial se vincula la formación de hierro sedimentario en ambiente de delta a plataforma proximal, modelo 9e (Piedra del Águila).



REFERENCIAS

- | | | | |
|---|------------------|---|--|
|  | Cobre |  | Depósitos tipo pórfiro |
|  | Cobre-uranio |  | Depósitos metamórficos |
|  | Hierro |  | Depósitos sedimentario exhalativos y volcanogénicos submarinos |
|  | Manganeso |  | Depósitos alojados en sedimentos |
|  | Oro |  | Depósitos volcanogénicos subaéreos |
|  | Plomo-cinc-plata |  | Depósitos de placer |
| | |  | Vetas y brechas |
| | |  | Depósitos termales |

7.2.2. EPISODIOS PATAGONÍDICOS

La continuación del régimen extensional durante el resto del Jurásico y el Cretácico inferior, amplió el desarrollo de una cuenca de retroarco con sedimentación esencialmente marina, alternante con sedimentación continental (Cuenca Neuquina-Sudmencocina), con la que se asocian, principalmente, depósitos estratoligados de yeso, halita, calizas, fosforita, baritina-celestina, azufre biogénico y arcillas.

Desde el punto de vista de los metales, los escasos yacimientos reconocidos también se relacionan con las sedimentitas. En el Cretácico inferior tuvo lugar la formación de depósitos de hierro sedimentario, modelo 9e (Marcel y Los Tambores), al sudoeste de la meseta de la Barda Negra, en un ambiente de plataforma proximal, similar al expuesto para Piedra del Águila. Por otra parte, se formaron también depósitos de manganeso asociados a sedimentos.

7.2.3. EPISODIOS ÁNDICOS

Los episodios ándicos de formación de yacimientos, que tuvieron lugar en el ciclo de igual nombre, se produjeron en el lapso que abarca desde el Cretácico superior tardío al Cuaternario. Dentro de ellos se considera los subepisodios paleógeno, neógeno y cuaternario.

Subepisodio Paleógeno

La colmatación y cierre de la Cuenca Neuquina representa una etapa de transición entre el régimen extensional patagonídico y la tectónica predominantemente compresiva instaurada a partir de la fase diastrófica Patagonídica, que marca el inicio del Ciclo Ándico. El alzamiento de una Proto-Cordillera de los Andes y la instauración de un nuevo arco magmático, causó la definitiva desconexión con el océano Pacífico (Méndez *et al.*, 1995; Garrido, 2011).

De allí en más, la Cuenca Neuquina pasó a ser una cuenca de antepaís en la que se depositaron sedimentos continentales (Grupo Neuquén) provenientes de la Proto-Cordillera, de la reactivada Dorsal de Huinul, del Macizo Nordpatagónico y, posiblemente, de los bloques de San Rafael y de Chadileuvú (Garrido, 2011).

Las características de la última etapa de sedimentación del Grupo Neuquén, hacia fines del Cretácico superior, señalan un nuevo ciclo de actividad

tectónica con la consecuente reactivación del arco magmático occidental (Garrido, 2011).

Las rocas ígneas involucradas en éste, tanto intrusivas como extrusivas, son de carácter calcoalcalino y afloran como cuerpos pequeños emplazados en los niveles superiores (de 0,8 a 1,8 km de profundidad; Franchini y Meinert, 1991) en una corteza continental relativamente delgada (<40 km; Franchini y Casé, 2011). Sobre la base de sus edades radimétricas, pueden ser agrupadas en una etapa magmática que se extiende desde el Cretácico superior alto al Eoceno medio.

En el oeste de la provincia, se generaron yacimientos tipo pórfiro cuprífero, modelo 4b (Campana Mahuida y áreas de alteración tipo pórfiro anómalas en cobre), vetiformes epitermales a mesotermiales, polimetálicos de cobre-plomo-cinc y plomo-cinc, localmente vinculados con los anteriores, modelo 7e (comarcas de Cerro del Diablo, La Primavera, Campana Mahuida, Huayelón, Carreri y Fortín 1° de Mayo), vetiformes epitermales polimetálicos de baja sulfuración ricos en oro, modelo 7b (comarcas de Varvarco, Andacollo, Chos Malal y Moquehue), metasomáticos de contacto (*skarns* ferríferos), modelo 5d (comarcas de Chos Malal, Colipilli, Campana Mahuida y cerro La Nevazón) y depósitos de baritina hidrotermal, modelo 7n (comarcas de Cura Mallín, Colipilli, Loncopué, Campana Mahuida y Sierra de la Vaca Muerta).

En tanto, en la región oriental del territorio, numerosas mineralizaciones epidiagenéticas de cobre y cobre-uranio-vanadio se generaron en los sedimentos continentales de antepaís del Cretácico inferior tardío y superior (región extraandina) y, en menor escala, en las sedimentitas continentales de retroarco del Jurásico medio (comarca de Barda Negra) y superior (comarca de Chos Malal y sur de la provincia), modelos 9a y 9b.

De igual manera, en la subcuenca de Picún Leufú, se conoce mineralización epidiagenética de plomo-cinc tipo *Mississippi Valley* (MVT) en calizas dolomitizadas del Jurásico medio, modelo 9c (Puesto Gregor).

Subepisodio Neógeno

A partir del Mioceno, en el ámbito extraandino, se emplazó un volcanismo alcalino de intraplaca formado durante una etapa distensiva del retroarco, escasamente conectado al arco magmático localizado a occidente (Ramos y Barbieri, 1989), con el que se asocian vetas ferríferas tipo Laco, modelo 11c (Huantraico).

La relación del mineral de hierro con coladas de basalto sugiere que sería el producto de diferenciación magmática a elevada temperatura, con un posible transporte neumatólico a hidrotermal (Rubinshtein y Zappettini, 1990; Zappettini, 1999c).

En este subepisodio quedan comprendidas también yacencias de azufre fumarólico del Plioceno superior, indicativas de actividad hidrotermal terminal (área favorable Cerro Las Lajas).

Subepisodio Cuaternario

En este subepisodio, la actividad volcánica de arco y póstuma de retroarco dio lugar a depósitos de hierro volcanogénico, modelo 11c (Cerro Tres Hermanas y Mallín Chileno), termales aún activos (cerro Domuyo y volcán Copahue) y de azufre fumarólico (sierra de la Cruzada, volcán Tromen, cerro Waile), en tanto que la erosión de depósitos auríferos durante el Pleistoceno y Holoceno originó depósitos de placer fluviales, eluviales y fluvio-glaciares de oro, modelo 12a (comarcas de Andacollo, La Primavera, río Neuquén, Chos Malal y Aluminé).

Aguas Termales

En la provincia el volcanismo plio-cuaternario se localiza en el arco volcánico actual y en el retroarco.

La mayoría de los centros volcánicos del arco se ubican en el territorio chileno de la Cordillera Principal, mientras que solamente dos se sitúan en Argentina: los volcanes Copahue y Lanín.

Copahue (fig. 151) es un centro volcánico activo, integrado por basaltos y andesitas, cuyas manifestaciones geotermales actuales son aprovechadas localmente como fuente de energía geotérmica y con fines sanitarios.

En tanto, el volcán Lanín (fig. 152), de composición basáltico-andesítica, es considerado como activo por la edad reciente de sus emisiones lávicas, pero no presenta actividad hidrotermal remanente, aunque al sudoeste de él se encuentran los baños termales de Epulafquen.

En el retroarco se ubican los centros volcánicos de Domuyo y Tromen, el primero en la Precordillera Neuquina Norte y el segundo en el Macizo del Tromen.

A pesar de que en el cerro *Domuyo* (fig. 153) no se observan expresiones lávicas de actividad magmática, excepto la correspondiente al cerro Domo, se lo considera como un volcán debido a la existencia del campo geotermal Aguas Calientes, dentro del cual se encuentran varias emisiones de aguas termales, pero las rocas que componen el ce-



Figura 151. Volcán Copahue y fumarola Las Maquinitas



Figura 152. Volcán Lanín y vertientes termales de Epulafquen

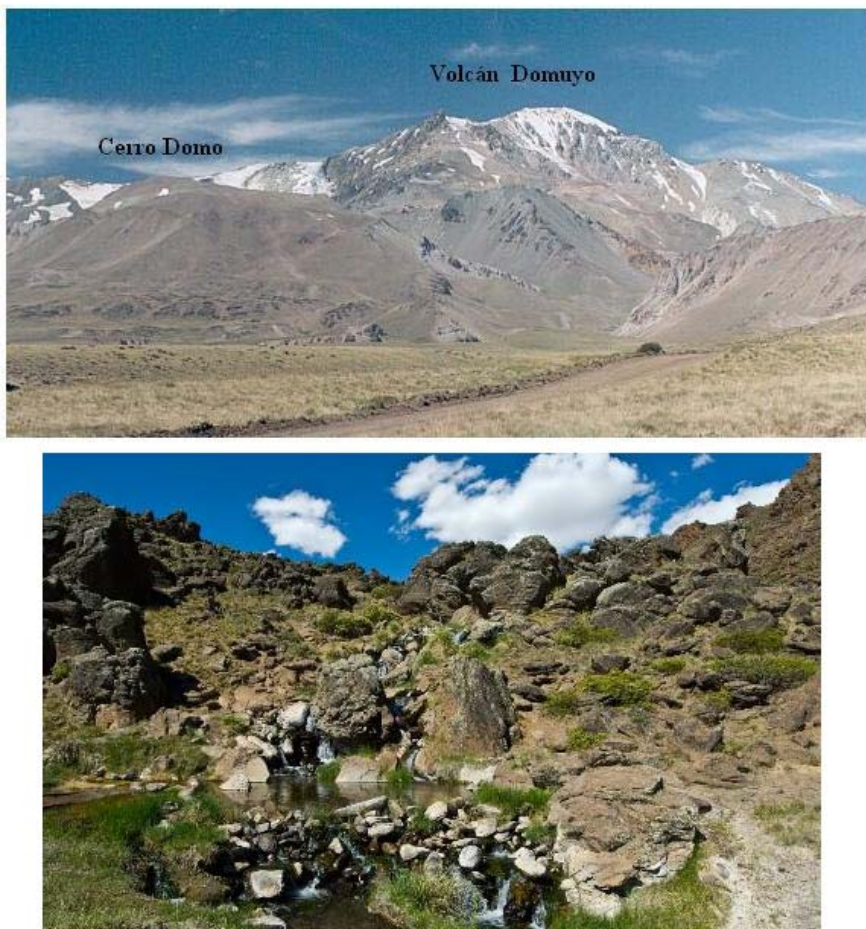


Figura 153. Cerro Domuyo y vertiente Aguas Calientes

rro y la génesis de su formación indican que no es un volcán. Sin embargo, probablemente es un futuro volcán, señalado por actividad hidrotermal, fumarolas y exhalaciones de gases

Mas *et al.* (2011) expresan que en el área del Domuyo hay un volcanismo moderno evidenciado por el centro efusivo del cerro Domo (Pleistoceno superior) y por las manifestaciones termales (fig. 154) (fumarolas y surgentes de agua caliente) de Rincón de las Papas, El Humazo, Las Olletas, La Bramadora, Aguas Calientes y Los Tachos que confoman el campo geotermal antes mencionado. Esto significa que en las cercanías de la base del «volcán» podría estar alojada una cámara magmática y que evidentemente ha ocurrido (y/o está ocurriendo) ascenso de magma que aún no llega a la superficie.

La mayor actividad geotermal se produce en *El Humazo*. Se observa un área de alteración hidrotermal que se extiende en dirección nordeste, en la cual ocurre emisión de vapor y gas, como también así fumarolas y surgentes de barro que se localizan en

la intersección de fracturas. Se distinguen alteración arcillosa y un material silíceo formado por sílice, arcillas, zeolitas y albita y se diferencian tres zonas de alteración; una travertínica, otra arcillosa antigua y una tercera filica-arcillosa (Mas *et al.*, 2009).

El termalismo del Domuyo constituye una potencial fuente de energía geotérmica, que oportunamente fue considerado por Brousse y Pesce (1982), JICA (1983) y Pesce (1987).

El centro volcánico *Tromen* (fig. 155) se caracteriza por un volcanismo expresado en sucesivas efusiones de basaltos, andesitas y sus piroclastitas, además de riolitas. Comprende depósitos de azufre fumarólico, sitios en los cerros Tromen y Waile, como también así fuentes de aguas termales en el primero.

Entre el cerro Domuyo y el volcán Tromen se extiende un cordón montañoso (sierra de la Cruzada) constituido por volcanitas pleistocenas, en el que se conocen depósitos de azufre fumarólico (*Hilda Mary*).



Figura 154. Surgente termal Los Tachos y fumarola El Humazo



Figura 155. Volcán Tromen

Por último, también en ambiente de retroarco, debemos hacer mención del cerro *Las Lajas*, situado al oeste de Zapala y constituido por andesitas pleistocenas, en cuya base nordeste, en las nacientes del arroyo Liu Cullín, se halla un depósito de azufre fumarólico diseminado (*El Bayo*).

7.3. FAJAS METALOGÉNÉTICAS Y METALOTECTOS

Las fajas metalogenéticas son unidades geológicas que contienen, o son favorables para contener, un grupo de modelos de depósitos coetáneos genéticamente relacionados (Nokleberg *et al.*, 1998).

Siguiendo esta definición, en la provincia del Neuquén se reconocen seis fajas metalogenéticas: faja *Colomichicó* (Gondwánica), *Neuquén Occidental* (Gondwánica), *Neuquina* (ándica, paleógena), *Epulafquen* (ándica, neógena), *Huantraico* (ándica, neógena) y *Pino Hachado* (ándica, cuaternaria). Por otra parte, se identificó un metalotecto litológico que comprende aquellas unidades favorables para contener depósitos de cobre-uranio-vanadio y de plomo-cinc asociados a sedimentos.

Se encuentran además yacimientos dispersos no vinculados a fajas y se hace mención de los centros volcánicos de mayor interés por su actividad hidrotérmal aún vigente.

En el mapa, las fajas y el metalotecto litológico están representados por líneas de distinto color y traza que rodean las regiones que contienen los yacimientos que les competen.

7.3.1. FAJA COLOMICHICÓ

De naturaleza discontinua y vinculada con depocentros de *rift* triásicos, su parte principal se

halla en la cordillera del Viento, entre las comarcas de Aguas Calientes y La Primavera, con un desarrollo longitudinal de 85 km por unos 160 km de ancho mayor, en tanto que otras diferenciaciones se localizan en la sierra del Chachil y en Charahuilla.

En ella se encuadran diferentes tipos de yacimientos formados durante el episodio Ándico inicial.

El volcanismo del Triásico superior-Jurásico inferior temprano está ligado, en el centro-oeste del país, a una extensión continental vinculada con el colapso del orógeno permo-triásico en el proto-margen Pacífico de Gondwana, que representa los primeros estadios de la formación de la cuenca de retroarco Neuquina-Sudmencina. Este hecho motivó la formación de la cuenca, iniciada con la constitución de depocentros de *sin-rift* aislados (ver fig. 148) El volcanismo bimodal de la secuencia de *rift* produjo depósitos de hierro bandeado (BIF), tipo Algoma (Colomichicó), en la Formación Milla Michicó (Jurásico inferior) (Zapettini y Dalponte, 2010a, b).

Ligados al mismo acontecer volcanogénico submarino se localizan, en el extremo norte de la sierra del Chachil, óxidos de manganeso exhalativo (VMF) (La Casualidad) asociados a una secuencia marina de edad pliensbachiana (Formación Chachil), compuesta por calizas silicificadas con radiolarios fósiles, *chert* ferrífero y tobas dacíticas (Leanza *et al.*, 1988), debidos a la acción de plumas hidrotermales a partir de volcanismo submarino (Zapettini y Dalponte, 2010a, b).

A este episodio metalogenético se vincula la mineralización de baritina Arroyo Nuevo, y otros, en la comarca de La Primavera.

La existencia de depósitos de hierro bandeado (BIF) en la comarca de Colomichicó, así como de baritina volcanogénica (SEDEX) en La Primavera y manganeso volcanogénico (VMF) en cerro Atravesada, no tienen solamente un interés económico por ellos mismos sino que, potencialmente, pueden estar asociados con depósitos volcanogénicos de sulfuros masivos (Zapettini y Dalponte, 2010a).

7.3.2. FAJA NEUQUINA

Esta faja queda definida por las magmatitas mesosilícicas del Grupo Naunauco (Cretácico superior tardío) y las silícicas a mesosilícicas del Grupo Campana Mahuida (Cretácico superior tardío-Paleoceno superior) y por cuerpos subvolcánicos y efusivos mesosilícicos del Grupo Ñorquín (Paleoceno

superior a Eoceno medio) correspondientes a un arco magmático de margen continental activo.

Se encuentra en el centro-oeste de la provincia, desarrollándose a lo largo de 170 km por unos 350 km de ancho mayor, entre el paso del Macho, en el límite con Chile, y la ciudad de Las Lajas.

Su denominación se debe a Cardó *et al.* (2004), quienes la refirieron solamente a mineralizaciones de oro, y designada Faja Neuquén por Cardó *et al.* (2011, 2015), con respecto a yacencias cupríferas.

En ella se enmarcan depósitos formados durante el episodio Ándico Cretácico superior-Paleógeno, que responden a diferentes tipos de yacimientos.

Sobre la base de sus edades radimétricas, pueden ser agrupadas en dos subepisodios magmáticos: Cretácico superior tardío-Paleoceno superior (sector occidental de la faja) y Paleoceno superior a Eoceno medio (sector oriental de la faja).

Vinculados a las intrusiones del Grupo Campana Mahuida, en el sector occidental de la faja, en su parte norte, se reconocen yacencias epitermales filonianas auríferas en Varvarco, Andacollo y La Primavera, áreas de alteración hidrotermal tipo pórfiro (*Cajón de los Chenques, Guaraco Norte, Butalón Norte y Los Maitenes-El Salvaje*), en la parte media depósitos vetiformes de cobre y en la parte sur se hallan dos depósitos tipo pórfiro cuprífero (*Campana Mahuida y Pino Andino*), vetiformes epitermales de plomo-plata y plomo-cinc (Agrupamientos *Campana Mahuida y Huayelón*) y *skarns* ferríferos en Campana Mahuida. De acuerdo con dataciones K/Ar y Ar/Ar en roca total y sobre anfíbol, biotita y plagioclasa de cuerpos plutónicos y subvolcánicos de este Grupo, los eventos mineralizantes se produjeron entre 67 ± 3 Ma y $59,1 \pm 2,9$ Ma (Llambías y Aragón, 2011).

En el sector oriental de la faja, respondiendo al hidrotermalismo de las intrusiones subvolcánicas mayormente eocenas del Grupo Ñorquín, se hallan yacimientos vetiformes epitermales auríferos (*Cerro Mayal*), polimetálicos de variada localización, *skarns* ferríferos (*La Nevazón, Colipilli*) y un área de alteración hidrotermal tipo pórfiro (*Quebrada del Bronce*). Como en el caso anterior, dataciones radimétricas entre $56,0 \pm 1,7$ Ma y $39,7 \pm 0,2$ Ma (Llambías y Aragón, 2011), señalan el tiempo de las mineralizaciones.

Aunque situadas en el sector occidental, son también de edad paleocena a eocena las manifestaciones filonianas *Cura Mallín* y el Agrupamiento *Milla Michicó*.

Sobrepuestos a las yacencias gondwánicas, en el sector norte de la sierra del Chachil, se hallan

depósitos vetiformes epitermales de plomo-cinc (Agrupamiento *Carreri*), como también así en el extremo sur (*Rosa Argentina, Fortín 1° de Mayo*), de probable edad cretácica superior alta-paleocena y por lo tanto asignables a la faja Neuquina.

El área de mayor interés dentro de esta faja lo representan Varvarco-Andacollo-La Primavera y de Loncopué, por la coexistencia de vetas auríferas, plumbo-cincíferas y áreas de alteración hidrotermal anómalas en cobre y, en algún caso, oro, que requieren mayor actividad exploratoria para ajustar su conocimiento y posibilidades económicas. Con respecto a los modelos filonianos de plomo-cinc-plata y metasomáticos de hierro, son de escasa envergadura por lo que no es de esperar un hallazgo de primer nivel con referencia a ellos.

7.3.3. FAJA EPULAFQUEN

La faja se define por la presencia de cuerpos intrusivos oligoceno-miocenos, representantes de un magmatismo de arco con el que se relacionan alteraciones hidrotermales (*Cordillera Blanca*), sugerentes de posible mineralización diseminada referida al episodio Ándico Neógeno.

Se localiza en el noroeste de la provincia, desarrollándose a lo largo de 50 km por unos 18 km de ancho a oriente del límite con Chile, entre el paso Pincheira y el cerro Donaire, al oeste de Las Ovejas.

Aflorando se encuentran tobas y aglomerados volcánicos andesíticos de la Andesita Cayanta (Eoceno inferior a medio) intruidos por la Tonalita Lumabía (Oligoceno superior) y los granitoides Las Lagunas y Columpios (Mioceno medio a superior), integrados por tonalita, diorita, granito y granodiorita; las tres unidades son cubiertas por andesitas y tobas atribuibles al Grupo Huincán (Mioceno superior a Plioceno inferior) y depósitos glaciafluviales y aluviales cuaternarios.

7.3.4. FAJA PINO HACHADO

Queda definida por los basaltos, andesitas y piroclastitas que forman parte de las expresiones finales del volcanismo cenozoico y afloran de manera discontinua.

A esta faja se vinculan las mineralizaciones de hierro volcanogénico (*Tres Hermanas y Mallín Quemado*) formadas durante el episodio Ándico Cuaternario, en relación con el volcanismo básico del Grupo Chapúa (Basalto Hueyeltué) (Pleistoceno inferior).

Se sitúa en el oeste de la provincia desarrollándose al este del límite con Chile, entre el cerro Hualcupén y el paso del Arco, con una longitud de 97 km por 22 km de ancho máximo.

7.3.5. FAJA HUANTRAICO

La faja se vincula con el volcanismo alcalino de intraplaca, que ha dado lugar a manifestaciones de hierro magmático (*Huantraico*), tipo Laco, en el área sudoriental de la sierra de Huantraico.

Se ubica en la comarca extraandina del norte de la provincia con 50 km de largo por 20 km de ancho. En ella se manifiestan areniscas y arcilitas de la Formación Portezuelo (Cretácico superior) cubiertas en discordancia por tobos de la Formación Carrere (Mioceno inferior), en las que se interdigitan volcanitas del Basalto Huantraico (Mioceno inferior temprano). Estas entidades están cubiertas por basaltos del Basalto Cerro Cabras (Mioceno inferior temprano) y parcialmente intruidas por andesitas subvolcánicas de la Andesita Pichi Tril (Mioceno medio a superior) y diques de la Formación Desfiladero Negro (Mioceno superior temprano).

7.3.6. FAJA NEUQUÉN OCCIDENTAL

Esta faja queda definida por los granitoides de arco magmático post-colisional correspondientes al Complejo Plutónico del Chachil y al Complejo Plutónico Huechulafquen (Carbonífero superior-Pérmico inferior). Con sus actividades hidrotermales, encuadradas en el episodio Gondwánico, se relacionan un yacimiento tipo pórfiro cuprífero (*La Voluntad*) y manifestaciones de oro y plomo y áreas con alteración hidrotermal en la sierra del Chachil, mientras que escasa mineralización metalífera vetiforme de plomo-cinc (*Quillén TG* y *Metrencó*) se localiza en las comarcas de Quillén y Huechulafquen. Escasos depósitos de oro de placer se hallan también en los ríos Aluminé, Pulmarí y Quillén.

Tourn y Vattuone (2002) cita mineralización de cobre nativo en volcanitas de la Cordillera Patagónica Septentrional y, asimismo, Urraza *et al.*, (2013) señalan el contenido de sulfuros de cobre-hierro y níquel diseminados en metagabros de la Formación Colohuincul.

Situado en el sudoeste de la provincia, su parte principal se localiza desde Pino Hachado hasta Pampa del Trujillo, al este de Junín de los Andes, entre los cursos de los ríos Litrán-Aluminé y el meridiano 70°32'00", con una longitud de 170 km y un ancho mayor de 75 kilómetros.

Haciendo caso a las características de los modelos involucrados, mineral primario en superficie en el diseminado *La Voluntad* y en gran desarrollo de filonianos, se estima que es de baja potencialidad económica. Sin embargo, no se descarta la conveniencia de una prospección minera en él.

7.3.7. METALOTECTO NEUQUÉN ORIENTAL

En ambiente del Neuquén extraandino se identificó el metalotecto Neuquén Oriental, comprendiendo la Cuenca Neuquina y la Subcuenca de Picún Leufú al norte y sur, respectivamente, de la Dorsal de Huincul.

En la zona de la Cuenca Neuquina se presentan depósitos de cobre y de cobre-uranio asociados a sedimentos continentales en ambientes de retroarco (Formaciones Quebrada del Sapo, Tordillo y Rayoso) y de antepaís (Formaciones Candeleros, Huincul y Portezuelo). El metalotecto es reconocido hacia el norte, en el sudeste de la provincia de Mendoza.

Los principales elementos estratigráficos componentes son las sedimentitas lacustres y fluviales de la Formación Rayoso (Cretácico inferior tardío) y las sedimentitas pedemontanas y de llanura aluvial, variables entre conglomerados y arcilitas, de las secciones inferior y media del Grupo Neuquén (Cretácico superior temprano a medio), sobre las que se disponen materiales sedimentarios continentales y volcánicos de retroarco magmático que representan el tiempo Cenozoico.

Los yacimientos cupríferos asociados son del tipo epidiagenético. La mineralización se distribuye controlada por las estructuras sedimentarias, las condiciones de permeabilidad de las rocas y la presencia de vegetales fosilizados y/o de bitumen asfáltico que, por efectos de reducción química, facilitaron la precipitación del cobre y otros elementos desde las aguas circulantes.

Los numerosos depósitos se localizan en una amplia región hacia el norte y sur de la ciudad de Cutral-Có, siendo *Tordillos*, *Barda González* y *El Porvenir* los más destacados.

Asociados con los de cobre en numerosos casos se presentan minerales de uranio que, aunque de escaso desarrollo, permiten establecer un subdominio de cobre-uranio de ubicación proximal con respecto a la posible área de aporte occidental, sobresaliendo las yacencias de Rahueco y del Dorso de los Chihuidos.

En el Grupo Neuquén se concentran los principales yacimientos conocidos y las últimas activida-

des exploratorias han permitido descubrir nuevos depósitos, además de que áreas con buena respuesta geoquímica de superficie podrían constituir yacencias de tamaño mediano. Los yacimientos más conocidos, como *El Porvenir*, *Barda González* y *Tordillo*, son señalados para sumar reservas en profundidad.

De acuerdo con Giusiano (sin fecha), se considera que mineralizaciones de cobre contenidas en la Formación Tordillo se encuentran escasamente exploradas y son altamente favorables para hallar depósitos de alta ley.

Si bien las reservas conocidas son modestas en comparación con otros depósitos a nivel mundial, la existencia de yacimientos de hidrocarburos y la asociación cobre-bitumen visible en superficie, indican al dominio tratado como adecuado para la exploración de este tipo de yacencia.

En la Subcuenca de Picún Leufú, localizada al sur de la Dorsal de Huincul, además de depósitos de cobre estratoligado se reconocen yacencias de plomo-cinc (*Puesto Gregor*) (MVT) en calizas dolomitizadas de la Formación Lajas (Jurásico medio) y de hierro de placer (*Marcel* y *Los Tambores*) en arenas de playa de la Formación Picún Leufú (Jurásico superior tardío-cretácico inferior temprano), conocidos como *arenas negras*.

En este ambiente la Formación Lajas está predominantemente compuesta por areniscas gruesas deltaicas, escasos conglomerados y delgadas intercalaciones de pelitas y limolitas, con localizadas interposiciones de bancos delgados a medianos de calizas de plataforma somera (*packstone*).

Se considera que aquí, donde se hallan yacimientos petrolíferos, que la Formación Lajas constituye el metalotecto litológico favorable por el que circularon fluidos ácidos hidrocarbureados, que, al ser neutralizados por las calizas, permitieron la precipitación de plomo, cinc y azufre.

Al norte de la Dorsal de Huincul la Formación Lajas aflora en la sierra de la Vaca Muerta y en las comarcas de Loncopué y Chacay Melehue. De acuerdo con las descripciones de distintos autores, en estas áreas la Formación carece de rocas calcáreas y, por otra parte, no se conoce presencia de hidrocarburos que puedan originar fluidos hidrocarbureados transportadores de metales. Sin embargo, se considera a la sierra de la Vaca Muerta como un área favorable. Los estudios geoquímicos de sedimentos fluviales y rocas calcáreas aflorantes

a lo largo del flanco occidental de la sierra y en Campana Mahuida, orientados a la prospección de plomo y cinc sedimentarios y elementos traza asociados, mostraron valores normales, de umbral y escasas anomalías en los elementos citados (véase Área favorable Sierra de la Vaca Muerta-Cordón de Curymil) (Zanettini, 1989).

De acuerdo con lo expuesto, la Formación Lajas es de interés para prospeccionar depósitos MVT de plomo-cinc principalmente en la Subcuenca de Picún Leufú.

Por su parte, la Formación Picún Leufú se integra con areniscas calcáreas, margas, coquinas, calcarenitas y, en menor escala, calizas y limolitas depositadas en un ambiente marino de aguas poco profundas. En areniscas de playa la unidad contiene depósitos de hierro de placer.

7.3.8. DEPÓSITOS AISLADOS

Fueron identificados yacimientos y áreas de interés, que se enumeran a continuación, desconectados de las particularidades de las fajas establecidas:

Cobre

Veta innominada de Aluminé

Kokito II – La Anita

American

Hierro

Manifestaciones de Piedra del Águila

Manganeso

Manifestaciones al norte de Zapala

El Triunfo

Veta innominada de Piedra del Águila

Oro

Doña Evangelina

Áreas de interés exploratorio

Plumarí

Dentro del contexto minero metalífero de la provincia, considerando su génesis, algunos tipos de depósitos constituyen anomalías por ser únicos, hasta hoy, para el territorio:

Colomichicó	hierro bandeado (BIF)
Huantraico	hierro tipo Laco
Cerro Tres Hermanas	hierro volcanogénico
Mallín Chileno	hierro volcanogénico
La Casualidad	manganeso exhalativo (VMF)
Puesto Gregor	plomo-cinc tipo MVT
Arroyo Nuevo	baritina (plomo-cinc-cobre) tipo SEDEX

8. HISTORIA METALOGÉNICA

De acuerdo con lo expresado en capítulos anteriores, la mineralización metalífera en la provincia se relaciona con la evolución tectónica del proto-margen pacífico de Gondwana y de la cordillera de los Andes, pudiéndosele asignar a los episodios metalogénicos Gondwánico, Patagonídico y Ándico, dividiéndose el último en los subepisodios Cretácico superior tardío-Paleógeno, Neógeno y Cuaternario.

Así vemos que en el Episodio Gondwánico, que se extiende desde el Carbonífero hasta el Jurásico inferior temprano, con posterioridad a la colisión del terreno Patagonia con los de Chile y Cuyania, se desarrolló un arco magmático de características calcoalcalinas manifiesto en la cordillera del Viento, en la sierra del Chachil y en la Cordillera Patagónica Septentrional, con el cual se asocia una mineralización de cobre-molibdeno diseminado (*La Voluntad*) en la sierra del Chachil, de edad carbonífera superior temprana (313 Ma; Garrido *et al.*, 2008), y de plomo-cinc filoniano en la Cordillera Patagónica.

Al colapsar este orógeno en el Pérmico superior, se originó una actividad magmática mesosilícica a silícica generalizada, que se extendió hasta el Triásico inferior, sobre el margen continental activo de Gondwana (Llambías y Sato, 2011).

Un nuevo arco volcánico, cuyos principales representantes se localizan en el inmediato territorio chileno, surge con la evolución de un régimen extensional a fines del Triásico y principios del Jurásico.

Este régimen distensivo dio lugar a la formación de cuencas de *rift* en el retroarco, cuya subsidencia ocasionó la ingresión marina desde el Pacífico y la depositación de sedimentos iniciales de la Cuenca Neuquina, continuando al mismo tiempo el volcanismo bimodal que creó las condiciones favorables para un aporte exhalativo-hidrotermal submarino de manganeso, hierro y sílice coloidal produciendo depósitos de *cherts* de manganeso y de hierro (VMF) (*La Casualidad*), en la sierra del Chachil, y de hierro bandeado (BIF) (*Colomichicó*), en la cordillera del Viento (Zapettini y Dalponte, 2010a, b).

Con procesos sedimentarios se relaciona la formación de hierro estratoligado en la comarca de Piedra del Águila.

Desde el Jurásico inferior tardío al Cretácico inferior se manifiesta el Episodio Ándico inicial. La etapa de sedimentación ocurrida durante ese lapso en una cuenca de retroarco esencialmente marina, con alternancia de sedimentación continental (Cuen-

ca Neuquina), tiene asociados depósitos de no metalíferos estratoligados, principalmente, aunque los escasos yacimientos de metalíferos reconocidos presentan similar ocurrencia.

En tanto que en el Cretácico inferior, en el mismo sitio, tuvo lugar la formación de placeres de hierro de playa marina (*Marcel y Los Tambores*) (Lannefors, 1931c).

En el lapso que va del Cretácico superior al Cuaternario aconteció el Episodio Ándico, dentro del cual es posible considerar los subepisodios Paleógeno, Neógeno y Cuaternario.

Una etapa de transición entre el régimen extensional patagonídico y la tectónica predominantemente compresiva instaurada a partir de la fase diastrófica Patagonídica, que marca el inicio del Ciclo Ándico, el alzamiento de una proto-Cordillera de los Andes y la instauración de un nuevo arco magmático, sucesos que causaron la definitiva desconexión de la Cuenca Neuquina con el océano Pacífico (Méndez *et al.*, 1995; Garrido, 2011), queda señalada por la colmatación y cierre de dicha cuenca.

De allí en más, la Cuenca Neuquina pasó a ser una cuenca de antepaís en la que se depositaron sedimentos continentales (Grupo Neuquén) provenientes de la proto-Cordillera, de la reactivada Dorsal de Huincul, del Macizo Nordpatagónico y, posiblemente, de los bloques de San Rafael y de Chadileuvú (Garrido, 2011).

Las características de la última etapa de sedimentación del Grupo Neuquén, hacia fines del Cretácico superior, señalan un nuevo ciclo de actividad tectónica con la consecuente reactivación del arco magmático occidental (Garrido, 2011).

Las rocas ígneas involucradas en este arco son epizonales, de carácter calcoalcalino, y se expresan como cuerpos pequeños emplazados en los niveles superiores (de 0,8 a 1,8 km de profundidad) (Franchini y Meinert, 1991) en una corteza continental relativamente delgada (< 40 km) (Franchini y Casé, 2011). Sobre la base de sus edades radiométricas, pueden ser agrupadas en una etapa magmática Cretácico superior tardío-Paleoceno-Eoceno medio (75±3 Ma a 39,7±0,2 Ma).

Ligados al hidrotermalismo de las magmatitas, en el oeste de la provincia, desde el Paleoceno al Eoceno medio, se generaron yacimientos tipo pórfiro cuprífero, (*Pino Andino, Campana Mahuida* y áreas de alteración tipo pórfiro anómalas en cobre),

epitermales polimetálicos de plomo-cinc, localmente vinculados con los anteriores, (comarcas de *La Primavera*, *Campana Mahuida*, *Huayelón*, *Carreri* y *Fortín 1° de Mayo*), epitermales polimetálicos de baja sulfuración ricos en oro, (comarcas de *Varvarco*, *Andacollo*, *Chos Malal* y *Moquehue*), metasomáticos de contacto (*skarns* ferríferos) (comarcas de *Chos Malal*, *Colipilli*, *Campana Mahuida* y *cerro La Nevazón*) y depósitos vetiformes de baritina hidrotermal portadoras de metales base (comarcas de *Colipilli*, *Loncopué*, *Campana Mahuida* y *Sierra de la Vaca Muerta*).

Al mismo tiempo, entre el Paleógeno y el Mioceno?, numerosas mineralizaciones epidiagenéticas de cobre y cobre-uranio-vanadio se formaron en la región oriental del territorio, alojándose en los sedimentos continentales de antepaís del Cretácico inferior tardío y superior (*región extraandina*) y, en menor escala, en los sedimentos continentales de retroarco del Jurásico medio (comarca de *Barda Negra*) y superior (comarca de *Chos Malal* y *sur de la provincia*).

Aquellas sustancias, probablemente, fueron transportadas desde las fuentes por aguas de formación cloruradas unidas a la migración de hidrocarburos, facilitada ésta por la inversión de las estructuras y fallas normales que controlaron la formación de los *rift* del triásico superior de la Dorsal de Huincul y del Dorso de los Chuhuidos (Franchini y Casé, 2011).

De igual manera, en la subcuenca de Picún Leufú, fluidos ácidos hidrocarburoados portadores de

plomo, cinc, azufre, circulantes en calizas fueron neutralizados por éstas con el consecuente cambio del pH del medio, lo cual habría producido la precipitación de los sulfuros y la formación de un depósito tipo *Mississippi Valley* (MVT), (Puesto Gregor), en la parte sur de la Cuenca (Garrido *et al.*, 2000; Cesaretti *et al.*, 2002).

A partir del Mioceno, se reactivó el arco magmático occidental con cuyos granitoides se liga un área de alteración hidrotermal tipo pórfiro cuprífero (*Cordillera Blanca*), mientras que en el ámbito extraandino se emplazó un volcanismo alcalino de intraplaca formado durante una etapa distensiva del retroarco, escasamente conectado al arco magmático occidental (Ramos y Barbieri, 1989), con el que se asocian cuerpos ferríferos tipo Laco (*Huantraico*).

En este período quedan comprendidas también yacencias de azufre fumarólico del Plioceno superior, indicativas de actividad hidrotermal póstuma (*Cerro Las Lajas*).

En el Subepisodio Cuaternario la actividad volcánica del arco magmático occidental y póstuma del retroarco dio lugar a depósitos de hierro volcanogénico (comarca de *Pino Hachado*), termales aún activos (*volcanes Domuyo* y *Copahue*) y de azufre fumarólico (*sierra de la Cruzada*, *volcán Tromen*, *cerro Waile*, *cerro Las Lajas*), en tanto que la erosión de depósitos auríferos durante el Pleistoceno y Holoceno originó concentraciones fluvio-glaciares, fluviales y eluviales de oro (comarcas de *Andacollo*, *La Primavera*, *Chos Malal* y *Aluminé*).

9. ASPECTOS ECONÓMICOS

Sobre la base de los yacimientos conocidos de mineral de cobre, hierro, manganeso, oro y plomo-plata-cinc de la provincia, se obtuvo la distribución porcentual de cada sustancia por episodio, teniéndose que:

La cantidad total de yacencias de *cobre* es de 180, de las cuales dos corresponden al Episodio Gondwánico y las demás al Episodio Ándico Cretácico superior-Paleógeno.

Catorce de ellas son del tipo diseminado, 24 son de tipo vetiforme y 142 del tipo asociado a sedimentos (71 son *cupro-uraníferas*).

El total de recursos geológicos conocidos de Cu es de 308.162.021 toneladas. El modelo que aporta el mayor recurso es el de tipo diseminado con 290.190.000 t, le sigue en importancia el de tipo asociado a sedimentos con 17.784.671 t y luego el de tipo vetiforme con 187.350 toneladas.

Las yacencias de *hierro* son 50 en total, que se distribuyen dos para el Episodio Gondwánico, 42 para el Episodio Ándico Cretácico superior-Paleógeno, tres para el Episodio Ándico Neógeno y tres para el Episodio Ándico Cuaternario.

Veintidos de ellas son del tipo *skarn*, 18 son de tipo filoniano, seis vinculados a volcanismo y dos estratoligados. De tres no se tiene información genética ni morfológica.

El total de recursos geológicos conocidos de Fe es de 180.676.125 toneladas. El modelo que aportaría el mayor volumen es el exhalativo hidrotermal con 180.000.000 t estimadas, siguiéndole en importancia el vetiforme con 420.125 t y el de tipo *skarn* con 256.000 toneladas.

El *manganeso* conocido, sin considerar el que ocasionalmente acompaña a depósitos de hierro, es escaso, alcanzando solamente a 9 yacencias que se distribuyen uno para el Episodio Gondwánico, una para el Episodio Ándico Cretácico superior-Paleógeno, uno para el Episodio Ándico Neógeno y cuatro para el Episodio Ándico Cuaternario.

Siete de ellos son del tipo estratoligado, uno es de tipo vetiforme y uno del tipo VMS. Solamente se conoce un recurso de 1.000 t de Mn para un yacimiento de tipo estratoligado.

La cantidad total de depósitos de *oro* es de 106, que se distribuyen 68 para el Episodio Ándico Cretácico superior-Paleógeno y 38 para el Episodio Ándico Cuaternario.

De ellos, 88 son de tipo vetiforme y 38 son del tipo placer, dos del tipo diseminado y de tres no se conoce la morfología.

El modelo que aporta el recurso geológico conocido es el de tipo vetiforme, con un total de 309.959 toneladas. Para los depósitos de placer entre Huinanco y Paso Huitrín se estiman 1.300.373.241 m³ de reservas.

El *plomo-cinc-plata* se distribuye en 55 yacencias, tres de las cuales se encuadran en el Episodio Gondwánico y las restantes 52 en el Episodio Ándico Cretácico superior-Paleógeno.

Uno es asociado a sedimentos (MVT) y 54 son de tipo filoniano. El total de recursos geológicos conocidos para el tipo filoniano es de 453.448 toneladas, mientras que para el asociado a sedimentos estimamos 40.500 toneladas.

SUBSTANCIA	EPISODIOS				TOTAL RECURSOS	LEY PROMEDIO	
	GONDWANICO	PATAGON.	ANDINICO (Cs-P)	ANDINICO (N)			ANDINICO (Q)
Cobre diseminado	250.000.000 t		40.190.000 t			290.190.000 t	0,33%
Cobre vetiforme			187.350 t			187.350 t	11,58%
Cobre en sedimentos			17.784.671 t			17.784.671 t	4,10%
Hierro <i>skarn</i> y vetas			676.125 t			676.125 t	53,09%
Hierro volcánogénico	180.000.000 t			X	X	< 180.000.000 t	38,00%
Hierro sedimentario		X				X	20,00%
Manganeso termal					< 1.000 t	< 1.000 t	64,00%
Manganeso varios		X	X	X		X	7,00%
Oro vetiforme			309.959 t			309.959 t	18,30 g/t
Oro de placer					1.300.373.241 m ³	1.300.373.241 m ³	0,212g/m ³
Plomo-cinc vetiforme	X		453.448 t			453.448 t	14,64% Pb 7,94% Zn
Plomo-cinc estratoligado			40.500 t			40.500 t	0,06% Pb 3,81% Zn
Uranio en sedimentos			X				0,12%

Cuadro 5. Recursos metalíferos según episodios.

MODELO	COBRE	HIERRO	MANGANESO	ORO	PLOMO-CINC	URANIO
Tipo pórfiro	290.190.000 t					
Metasomáticos		256.000 t				
Epitermales	209.875 t	420.125 t	X	309.959 t		
Volcanogénico		X				
Exhalativo hidrotermal		180.000.000 t				
Alojado en sedimentos	17.784.671 t	X	X		40.500 t	X
Placer				1.300.373.241 m³		
Vetas y brechas					453.448 t	
TOTAL RECURSOS	308.162.021 t	180.676.125 t	X	309.959 t	493.948 t	X
TOTAL METAL	± 18.483.931 t	± 36.785.659 t	X	± 275.760.534 t	± 66.385 t Pb ± 29.019 t Zn	X

X: Sin información de resevas

Cuadro 6. Recursos metalíferos según modelos.

En los cuadros 5 y 6 se señalan los recursos inferidos de mineral, considerando los episodios y los modelos de mineralización, respectivamente.

En otro orden, se han definido 14 áreas favorables para la exploración de minerales metalíferos, de las cuales ocho implican depósitos de tipo diseminado, dos de tipo vetiforme, una combinada de tipos diseminado y vetiforme, dos de tipo *skarn* y una asociada a sedimentos.

Potencialidad Económica de las Fajas

Sobre la base de la cantidad y tamaño de depósitos conocidos localizados en ellas, extensión y características de las zonas de alteración, anomalías geoquímicas, anomalías geofísicas, extensión de los afloramientos de las rocas favorables para contener la mineralización y presencia de metalotectos, la potencialidad de las fajas (Cuadro 7) se ha estimado en:

- *Baja*: comprende áreas con pocas mineralizaciones metalíferas dispersas e insignificantes.
- *Media*: comprende áreas en las que la interpretación de los datos indica una razonable probabilidad de la existencia de depósitos de importancia o en las que la aplicación de modelos de mineralización señala terrenos favorables para tipos de depósitos específicos.
- *Alta*: comprende áreas en las que la interpretación de los datos indica una alta probabilidad de la existencia de depósitos de interés, en las que la aplicación de modelos de mineralización señala la existencia de recursos económicos y donde las evidencias indican la existencia de concentraciones minerales. La asignación de alta potencialidad de recursos a un área, requiere algún conocimiento positivo de que procesos de formación de depósitos minerales han sido activos en, al menos, parte de la misma.

Episodio	Faja/Metalotecto	Potencial	Modelo	
Gondwánico	Neuquén Occidental	Bajo	Pórfiro	
			Polimetálico simple	
	Placer aurífero			
	Colomichicó	Bajo	Exhalativo BIF y VMF	
Estratoligado SEDEX				
Ándico	Paleógeno	Madio a alto	Pórfiro	
			Epitermal polimetálico	
			Polimetálico simple	
			Metasomático	
	Neuquén Oriental	Bajo a medio	Alojado en sedimentos	
			Placer ferrífero	
	Neógeno	Epulauquen	Bajo	Pórfiro
		Huantraico		Volcanogénico
Cuaternario	Neuquina	Bajo	Placer aurífero	
	Pino Hachado		Volcanogénico	
	Neuquén Occidental		Placer aurífero	

Cuadro 7. Potencial de fajas metalogenéticas y metalotecto.

El análisis de las épocas de mineralización para cada período y de las particularidades antes enunciadas, permitió establecer que existe mediana a alta potencialidad para el hallazgo de mineralizaciones metalíferas en el Paleógeno y baja en los demás períodos.

Perspectivas para la Minería Metalífera Neuquina

La producción histórica de minerales metalíferos de la provincia se ilustra en el Cuadro 8, del cual se desprende que, con altibajos debidos a agotamiento de reservas y fluctuaciones del precio del metal, en el término de 119 años se extrajo oro durante 59 (2014) años, cobre durante 26 años, plomo durante 24 años, hierro durante 17 años, plata durante 12 (2014) años, manganeso durante 3 años y uranio durante 1 año.

Luego de un lapso de seis años de improductividad de metalíferos (1996-2001), a partir del año 2002 se reactivó la producción de, solamente, oro y plata en las vetas *Sofía, Julia y Buena Vista (Agrupamiento cerro Las Minas)*, en la comarca de Andacollo (Departamento Minas).

Siguiendo a Danieli y Casé (2004), con alguna diferencia de apreciación, las perspectivas de crecimiento de la minería metalífera neuquina continuarán ligadas, por algún tiempo, a oro, plata y cobre

como principales protagonistas y, en segundo término, a plomo y sus asociados, es decir, la gama de metales base que han presidido los principales episodios de la historia minera del país.

La provincia tiene amplias perspectivas para el desarrollo de sus recursos mineros. Se tiene información dada por las manifestaciones de descubrimientos de mineral, o de supuestas minas, que se hallan inscriptas en el registro de la Dirección Provincial de Minería que constituyen un patrimonio aportado, fundamentalmente, por la pequeña minería, que corresponden a denuncias de trabajos mineros parciales cuya verdadera importancia se desconoce, ya que únicamente señalan los sitios donde el mineral se ha manifestado y son simples indicios de superficie que pueden indicar una existencia importante.

Este es el principal desafío, con respecto a la minería del pasado, que se debe resolver sistematizando, incrementando y valorizando la información existente, lo cual compete al gobierno provincial como propietario de esa información acumulada, principalmente, en la Dirección Provincial de Minería y existente también en varios organismos del Estado Nacional.

Por lo tanto, corresponde a la Provincia determinar el curso de acción a seguir, para convertir esa fuente técnica de conocimientos en una realidad, aprovechando los trabajos desarrollados.

Año	Toneladas					Kilogramos	
	Cu	Fe	Mn	Pb	U	Au	Ag
1893-1903						630	
1908						1,22	
1909						65,225	
1910-1931							
1932						50	
1933							
1934						16	
1935						30	
1936				33		45	
1937				267		85	
1938				84		75	
1939				36		117	
1940				31		132	
1941	140	10				142	
1942	80			86		190	
1943	2000			84		50,825	
1944	300			104		20	
1945						85	
1946-1949						45	
1950-1956							
1957				20		29,507	
1958				4		10,307	

Cuadro 8. Producción de minerales metalíferos.

1959	300			90		38,261	
1960	38			337		48	
1961	1400			0,1	210	20,593	
1962	500			4		14	
1963	800					0,4	
1964	22					12	
1965	781			37		14	
1966	280			32		4,967	
1967	400			11		1,089	
1968	391			1		0,449	
1969	140					0,49	
1970	40						
1971	160						
1972	60						
1973	73					1,05	
1974	135	667		40		3,238	
1975	1709	3952		20		0,669	
1976	10	4000		16		0,119	
1977	60	4648				0,794	
1978	1175	3218	116	11		0,798	
1979	1250	2845	227	11		1,5	
1980	1175	2365		2		3,769	
1981	300	2331	30	1			
1982		3392					
1983		3007		0,5			
1984		10880					
1985		8452		1,5			
1986				1,5			
1987				1,8			
1988	5	18884					
1989	5	13843					
1990	322	9150					
1991		4219					
1992		5958					
1993		3267					
1994		7420					
1995		740					
1996-2001							
2002						50,5	
2003						138,7	1433,7
2004						170,8	19201,7
2005						124,1	17107,7
2006						103,4	13985
2007						124,7	12459
2008						260,7	20223
2009						132,5	11337,6
2010						110,3	8983,6
2011						77	5330
2012						60	5000
2013						35	5940
Total	14,051	104796	373	1456,4	210	3373,03	121001,3

	Angelelli (1950) y Stoll (1957)
	SNM - Estadística Minera de la República Argentina
	D.P. de Estadística y Censos del Neuquén
	Sin producción

Cuadro 8. Producción de minerales metalíferos.

10. CONCLUSIONES

Los procesos de mineralización metalífera en la provincia ocurrieron entre el Carbonífero superior y el Holoceno, involucrando a rocas correspondientes al Complejo Plutónico del Chachil, a las Formaciones Chachil, Milla Michicó-La Primavera, Lajas, Lotena, Tordillo y Rayoso, a unidades de los Grupos Neuquén, Campana Mahuida y Ñorquín, al Basalto Cerro Cabras y a depósitos fluviales.

Los principales yacimientos de minerales metalíferos están genéticamente vinculados con el hidrotermalismo del magmatismo paleógeno y con la epidiagénesis de cobre y cobre-uranio en sedimentitas jurásicas y cretácicas, siendo muy escasas las mineralizaciones relacionadas con el magmatismo gondwánico y las debidas a otros procesos genéticos.

Considerando en conjunto las mineralizaciones, la litología y las anomalías geoquímicas, surge un cúmulo de depósitos favorables para la exploración, los que están referidos como Áreas Favorables (capítulo V).

Sobre la base de 441 yacencias de minerales metalíferos reconocidas, su distribución porcentual en los episodios descritos es como sigue: 1,317 % en el Episodio Gondwánico, 2,195 % en el Episodio Ándico inicial, 75,416 % en el Episodio Ándico Cretácico superior-Paleógeno, 1,317 % en el Episodio Ándico Neógeno y 19,755 % en el Episodio Ándico Cuaternario.

El episodio con mayores recursos es el Gondwánico, secundado por el Ándico inicial y el Ándico Cretácico superior-Paleógeno. El modelo que participa con mayores volúmenes es el tipo pórfiro cuprífero, seguido por el de cobre asociado a sedimentos y el vetiforme aurífero.

Los modelos que aportan la mayor cantidad de reservas son los tipos pórfiro de cobre (cobre-molibdeno y cobre-oro) y cobre asociado a sedimentos.

El modelo filoniano epitermal es rico en plomo-cinc-plata, en menor proporción en oro y le siguen hierro y cobre.

Los demás modelos, si bien pueden llevar a prospección, no ofrecen mayores expectativas.

El Episodio Gondwánico, que responde a un arco magmático, se localiza en el centro-oeste, en el sudoeste y en el sudeste del territorio, en la sierra del Chachil, en la Cordillera Septentrional y en la comarca de Piedra del Aguila.

Mineralizaciones asociadas a sedimentos que corresponden al Episodio Ándico inicial, se encuentran en los sectores centro y sudeste de la Cuenca Neuquina.

El Episodio Ándico Cretácico superior-Paleógeno, relacionado con un arco magmático y con procesos sedimentarios, se identifica en la región noroeste del territorio, entre el límite con la provincia de Mendoza y Las Lajas, y en el Neuquén extrandino.

El Episodio Ándico Neógeno se expresa muy limitadamente en la sierra de Huantraico ligado a volcanismo de retroarco y en Piedra del Aguila, también vinculado con volcanismo.

Se reconocen yacencias referidas al Episodio Ándico Cuaternario, que no constituyen fajas, en la cordillera del Viento y en las comarcas de Pino Hachado y Aluminé.

La faja metalogenética más promisoría es la vinculada al arco magmático cretácico superior-paleógeno (Neuquina). El mayor interés hacia ella debe estar puesto en las comarcas de Varvarco-Andacollo-La Primavera y Loncopué, por la coexistencia de vetas auríferas, plumbo-cincíferas y áreas de alteración hidrotermal anómalas en cobre y, en algún caso, oro, que requieren mayor actividad exploratoria para ajustar su conocimiento y posibilidades económicas.

En el metalotecto Neuquén Oriental se destacan los depósitos de cobre asociados a sedimentos. Mineralizaciones de cobre contenidas en la Formación Tordillo y en entidades del Grupo Neuquén se encuentran escasamente exploradas y son altamente favorables para hallar depósitos de alta ley. Si bien las reservas conocidas son modestas en comparación con otros depósitos a nivel mundial, la existencia de yacimientos de hidrocarburos y la asociación cobre-bitumen visible en superficie, indican al metalotecto como adecuado para la exploración de este tipo de yacencia.

En síntesis, es de destacar que si se compara la distribución de recursos de cobre por modelo a escala mundial, que comprende de manera simplificada un 80% de recursos en depósitos tipo pórfiro y 20% en depósitos sedimentarios, surgen como susceptibles de exploración y prospección por cobre la mayor parte de las áreas de interés y las secuencias sedimentarias portadoras de esta sustancia en el metalotecto Neuquén Oriental.

En otro orden, la asociación de depósitos de hierro BIF y de manganeso VMF con las cuencas triá-

sicas de *rift* superficialmente manifiestas en el territorio, aconseja la prospección de estos tipos de yacimientos en las mismas, a partir de lo conocido.

La existencia de depósitos de hierro bandeado (BIF) en la comarca de Colomichicó, así como de baritina (+Pb-Zn) volcanogénica (SEDEX) en La Primavera y manganeso volcanogénico (VMF) en La Atravesada, no tienen solamente un interés económico por ellos mismos, sino que, potencialmente, pueden estar asociados con depósitos volcanogénicos de sulfuros masivos (Zapettini y Dalponte, 2010a).

En otro orden, de las descripciones de las yacencias surge que ellas han sido consideradas con

finalidad económica, en tanto que los estudios científicos de las menas han sido sumamente escasos y realizados en tiempos recientes. En consecuencia, vemos que los depósitos de minerales metalíferos del Neuquén constituyen, en general, un campo fértil para desarrollar en ellos investigaciones (físicas, químicas, mineralógicas) conducentes a mejorar el conocimiento de sus génesis que, por cierto, son variadas. Sin embargo, la antigüedad de las labores mineras en los depósitos hace que, en su mayoría, solamente en las escombreras de explotación se encuentren minerales primarios y que el acceso a los yacimientos se vea impedido por derrumbes y/o inundación de las labores.

AGRADECIMIENTOS

Con el deseo de que esta contribución fructifique como fuente de consulta informativa y/o práctica para los colegas abocados al quehacer geológico-minero de metalíferos, como también así por las personas interesadas en la minería metalífera de la provincia del Neuquén, agradezco especialmente, al Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) y a la Dirección Provincial de Minería de la Provincia del Neuquén por su permanente apoyo, a través de sus directivos y profesionales,

mediante consultas, bibliografía y estadísticas de la producción de minerales metalíferos de la provincia.

Asimismo, mi reconocimiento a los colegas Mario Chabert, Juan Colombino, Sabrina Crosta, Juan Carlos Danieli, Marta Franchini, Raúl Giacosa, Adolfo Giusiano, Josefina Pons y Laura Schencman, por sus aportes bibliográficos y de numerosas fotografías que permitieron enriquecer el texto y su ilustración, y al Lic. Diego P. Fernández por su contribución con fotografías históricas del Archivo Histórico Visual SEGEMAR-IGRM.

LISTADO ALFABÉTICO DE DEPÓSITOS MINERALES, ÁREAS FAVORABLES Y ÁREAS CON ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS (se indica el número en el mapa y en la ficha mina)

BARITINA

10 de Octubre	(146)
20 de Diciembre	(59)
31 de Marzo	(79)
Achalay	(93)
Achalay II, III	(97)
Alex	(78)
Arroyo Nuevo	(28)
Barda Klein (ex La Esperanza)	(52)
Bienvenida	(59)
Carlita	(59)
Carlita II	(59)
Colipilli I	(59)
Colipilli II	(59)
Curallao	(86)
Dios Alado	(136)
Don Carlos	(32)
Don Elías Alberto	(29)
Don Jorge	(32)
Don Rodolfo	(33)
Don Santiago	(29)
El Cacique	(59)
El Minarete	(136)
El Olvido	(82)
El Puente	(85)
El Salado	(142)
El Vasquito	(72)
Josefa	(85)
Julio Cesar	(59)
Julio Cesar IV	(59)
La Bruja	(59)
La Indígena	(59)
La Intermedia	(59)
La Intermedia I	(59)
La Mabel	(73)
La Porfía	(99)
La Rosita	(78)
La Vieja	(28)
La Vieja I	(31)
Llao Llao	(99)
Los Abuelos	(82)
Los Robertos	(139)
Luis Eduardo	(59)
Mallín Quemado	(98)
Mallín Quemado TG	(96)
María Eugenia	(85)
Palo Quemado	(76)
Río Agrio	(94)
Río Agrio II, IV	(94)
Río Agrio III	(94)
Río Agrio V, VI	(94)
Río Agrio VII	(94)
San Blas	(59)
San Eduardo	(60)
San Vicente	(136)
Sarita	(85)
Saúl Chico	(59)

COBRE

Agua de las Minas	(127)
Agua del Sauce	(129)

Aguada de los Avestruces	(145)
Aguada del Paco	(156)
Aguada Lechugal I, II, III, IV	(133)
Aguada Rica	(132)
Amarilla	(140)
Américan	(165)
Anafase	(40)
Aquihueco	(13)
Astra	(156)
Bajo Las Liebres	(130)
Barda Colorada	(158)
Barda González	(156)
Barda Molina	(130)
Barda Negra	(160)
Barda Sin Nombre	(166)
Borde Blanco	(132)
Bordo Colorado	(157)
Brujas	(135)
Butalón I, II	(39)
Caicayén, Caicayén II	(40)
Cajón de Tierras Azules	(44)
Campana Mahuida	(84)
Campesino Norte	(146)
Carloncho	(161)
Carmelo/Barolo	(133)
Carranza	(135)
Cerro Horqueta	(167)
Cerro Los Bueyes	(56)
Cerro Lotena	(159)
Cerro Mesa Norte	(137)
Cerro Mesa Sur	(154)
Cerro Velazco	(166)
Challacó	(156)
Charahuilla	(118)
Comahue I	(164)
Cohihueco II	(75)
Cristiano	(150)
Cura Mallín	(27)
Cutral Có Norte	(156)
Daniel	(149)
Don Amado I	(45)
Don Julio	(130)
Dr. Romero	(150)
Edgardo	(30)
El Bonete I	(14)
El Mangrullo	(147)
El Movimiento	(103)
El Porvenir	(159)
Ende	(27)
Espina del Zorro	(130)
Estancia La Blanca	(147)
Eugenio	(150)
Galvín	(149)
Garay	(149)
Graciela	(34)
Grillo	(132)
Guardia Vieja	(149)
Huiri Huiri	(110)
Javier	(150)
Jorge	(149)
José	(149)

Juan Carlos	(161)
Juanita	(150)
Kokito II	(163)
La Anita	(163)
La Barrosa	(156)
La Buitrera	(42)
La Calán	(149)
La Casualidad	(155)
La Chupapay	(43)
La Coral	(155)
La Cuprita	(164)
La Cuprosa	(156)
La Fuente II	(125)
La Lacorrita	(34)
La Luz	(153)
La Nuestra	(156)
La Olla	(151)
La Ponderosa	(126)
La Primera	(44)
La S	(141)
La Segunda	(44)
La Vuelta del Cobre	(42)
La Voluntad	(112)
Las Chupayas	(44)
Las Termas	(155)
Lector	(150)
Loma Pelada	(138)
Loro, Loro I	(135)
Los Baguales	(156)
Los Dos Amigos	(150)
Los Dos Cerritos	(156)
Los Mellizos	(36)
Macanudo	(150)
Mallín Quemado	(44)
Maras I, II, III	(135)
María Elvira	(30)
María Teresa	(141)
Mariquina	(141)
Milla Michicó	(25)
Mi Propiedad	(34)
Naunauco	(47)
Nicaragua	(132)
Nogal I, II	(134)
Nogal III, IV, V	(140)
Palo Quemado	(141)
Pampa Salado I, II, III, IV	(133)
Paso Aguerre	(162)
Paso de los Indios	(147)
Pedro	(149)
Pino Andino	(74)
Puerta de Calle	(162)
Puesto González	(156)
Puesto Doña Juana	(161)
Puesto Lago	(148)
Puesto Quemado	(145)
Puesto Solorza	(130)
Puntilla de los Guanacos	(135)
Quilico	(44)
Raco	(145)
Ramblón de la Vidriera	(141)
Rara Fortuna	(155)

Rincón Puntilla I, II (134)	Vaca Muerta (95)	Obdulia (20)
Santa Bárbara (163)		Pepa (19)
Santa Genoveva (151)	ORO	Pertenencia Helena (23)
Santiaguito (27)	Afluentes del río Neuquén (22)	Piedra Blanca (23)
Sapo Norte (132)	Alamo I y II (37)	Puesto Quemado (116)
Sapo Sur (Pampa del Sapo) .. (132)	Arroyo Atraquito (23)	Quebrada (23)
Sarita (133)	Arroyo Guaraco Norte (22)	Quebrada I (23)
Sauzal Bonito Este, Sauzal Bonito	Arroyo Yeguas (141)	Radales 2 (10)
Oeste y Sauzal Bonito Central (152)	Aurora (18)	Recompensa (25)
Silvia (34)	Buena Vista (20)	Reina (23)
Tiki I, II, III, IV (48)	Carlos Lamarca (19)	Rincón de la Media Luna (121)
Tobiano (156)	Carlota (19)	Río Pulmarí (109)
Tordillos (148)	Cerro La Virgen (35)	Río Quillén (4)
Tortuga, Tortuga I (131)	Cerro Mayal (35)	Rosario (20)
Tres Chorros (42)	Chachil 1, 2, 3 (108)	Salamanca (25)
Yarará (155)	Clorinda (20)	Salas (23)
Yaraví Norte (156)	Constancia (19)	Santa Elena (20)
	Desconfianza (El Porvenir) (23)	Santos (9)
HIERRO	17 de Octubre (23)	Schmidt (25)
Adriana I, II (64)	Don Natalio (26)	Silverio 1 (10)
Africana I, II, III (69)	Don Pedro (25)	Silverio 2 (10)
Agua del Toro (63)	Doña Evangelina (2)	Sofía (20)
Augusta (61)	Eduardo (20)	Solitaria (20)
Bajada de la Greda (62)	El Cayetano (20)	Sorpresa (16)
Cerro Negro Oeste (57)	El Indio (10)	Tío Melchor (35)
Cerro Tres Hermanas (101)	El Manto (20)	Valencia (20)
Colomichicó (11)	El Pelado (20)	
Don Oscar (41)	El Porvenir (23)	PLOMO – CINCO
Ebe I, II (57)	Erika (18)	Aguada del León (123)
General Belgrano (46)	Esperanza (20)	Agustina (88)
Héctor Vicente, Héctor Vicente I (65)	Estancia Quillén (3)	Amelia (83)
Huantraico (128)	Estancia Rancahué (120)	Arroyo Metrencó (6)
JR (87)	Esterlina (20)	Atahualpa (38)
Julio César (58)	Eulogia (19)	Basilio (21)
La Angosta (87)	Evaristo (19)	Belén (83)
La Bruja (58)	Guillermo Nicolás (23)	Cacique (83)
La Candelaria (La Miseria) (87)	Helena I, II (23)	Cacique Purrán (51)
La Espinosa II (87)	Hortensia (20)	Carmela (83)
La Indígena (58)	Huemules (18)	Carmen (83)
La Miseria (87)	Huinganco (22)	Carola (83)
La Rosa (67)	Juanita (20)	Carolina (77)
Los Tambores (113)	Julia (20)	Carreri (106)
Mallín Chileno (102)	La California (15)	Carreri TG (106)
Mallín Largo (54)	La Gregoria (Radales 1) (10)	Carreri II, III, IV (106)
Marcel (113)	La Helvetia (15)	Ceferino Namuncurá (92)
Pichi Huemul (53)	La Moneta (20)	El Pibe I, II, III (51)
Piedra del Aguila (122)	La Negra (18)	Felipe (106)
San Sebastián (90)	La Nueva (15)	General Paz (38)
Santa Laura (70)	La Parva, La Parva I (35)	La Celosa (106)
Santa Lucía (69)	La Pirita (10)	La Chilena (83)
Santa Olga (68)	La Premia (15)	La Dorita (80)
Santa Paula I, II (71)	La Sudamericana (20)	La Esperanza (55)
Sarita (49)	La Victoria (23)	La Juanita (88)
Tungara TG I, II (17)	Las Eugénias 1, 2, 3 (1)	La Perla (106)
Virginia (41)	Las Rocallosas (35)	La Silvita (77)
	Laura III (19)	La Y (66)
MANGANESO	Lomas del Trapiche (10)	Lastenia (83)
Doña Cristina (169)	Lucía (18)	Maria Aurelia (52)
El Triunfo (107)	Llano 1, 2 (105)	Mercedes (88)
La Casualidad (104)	Los Filos 2 (8)	Octubre (51)
Mallín de los Caballos (100)	Manto Fortuna (20)	Paulo Nicolás (24)
Picún Leufú (119)	María (83)	Pratio (89)
Piedra del Aguila (124)	Marta Esther (23)	1º de Mayo (115)
Poeta (168)	Milla Michicó (34)	Puesto Gregor (111)
Taqui Malal (144)	Minerva (18)	Quillén TG (5)

Rosa Argentina	(114)
San Martín	(88)
San Sebastián	(89)
Santa Rosa	(88)
Siberia	(88)
Sorpresa	(88)
Temis	(83)
Tendida	(88)
Teresa	(83)
Victoria (Agrup. Huayelón)	(21)
Victoria (El Alamito)	(88)

AREAS FAVORABLES

Butalón Norte	(E)
Cajón de los Chenques	(A)
Cerro Atravesada	(O)
Cerro Las Lajas	(N)
Cerro Nevazón	(K)
Colomichicó	(D)
Cordillera Blanca	(I)
Cura Mallín	(G y H)

Domuyo	(B)
El Sillero	(M)
Guaraco Norte	(C)
Los Maitenes-El Salvaje	(F)
Quebrada del Bronce	(L)
Pulmarí	(P)
Sierra de la Vaca Muerta	(J)

**ÁREAS CON ANOMALÍAS
GEOQUÍMICAS**

1. Alto río Barrancas
2. Laguna Chacaico
3. Cajón de los Chenques
4. Arroyo Covuco
5. Alto arroyo Chadileu
6. Alto arroyo Curi Leuvú y afluentes
7. Aguas Calientes – Varvarco
8 y 9. Arroyos Quebrada Honda y Curamileo
10. Lagunas de Epulafquen
11. Andacollo

12. El Cholar
13. Chos Malal
14. Tres Chorros
15. Colipilli
16. Nonial
17. Alto arroyo Buta Mallín del Toro
18. Loncopué
19. Pino Hachado
20. La Atravesada
21. Chachil
22. Santo Domingo
23. Hui Hui
24. Lago Quillén oeste
25. Lago Quillén
26. Rahue
27. Las Coloradas
28. Santo Tomás
29. Lago Espejo
30. Lago Correntoso
31. Alto río Minero

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Aguilar-Kantek, 1991. Estudio de factibilidad de explotación de las minas Erica y Sofía, distrito Andacollo, provincia del Neuquén. UTE Minera Aguilar – Kantek, 35 pág., inédito, Zapala.
- Aguirre Urreta, M.B., Tunik, M., Naipauer, M., Pazos, P.J., Ottone, E., Fanning, M. y Ramos, V.A., 2011. Malarгүйe Group (Maastrichtian-Danian) deposits in the Neuquén Andes, Argentina: Implications for the onset of the first Atlantic transgression related to Western Gondwana break-up. *Gondwana Research* 19(2):482-494.
- Albert, Ch, 1893. Anécdota: Revelación de un condenado. Sementera de oro. Arenas auríferas. Neuquén. Boletín del Instituto Geográfico Argentino, 14: 154. Cuadernos XII a XVI, Buenos Aires.
- Alessi, V.D.R., 1958. Nota preliminar sobre los trabajos efectuados en la mina 1° de Mayo, departamento Catán Lil, provincia del Neuquén. Dirección Nacional de Geología y Minería, inédito, Buenos Aires.
- Alvarez, G., 1981. Neuquén, su historia, geografía y toponimia. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación y Gobierno de la Provincia de Neuquén, Imprenta del Congreso de la Nación, Tomo I-II, 427 pág., Buenos Aires.
- Amstutz, G.C. y Fontboté, L., 1987. Yacimientos estratoligados en el sector central del borde móvil andino: elementos para una síntesis. Investigaciones Alemanas Recientes en Latinoamérica. Geologia. Instituto de Colaboración Científica, 123-136, Tubingen.
- Angelelli, V., 1938. La región plumbífera de Campana Mahuida, territorio del Neuquén. Dirección Nacional de Minas y Geología, 10 pág., inédito, Buenos Aires.
- Angelelli, V., 1941a. El yacimiento de hierro Candelaria, departamento Loncopué, territorio del Neuquén. Dirección Nacional de Geología y Minería, 7 pág., inédito, Buenos Aires.
- Angelelli, V., 1941b. El yacimiento de baritina del cerro Mallín Quemado, departamento Picunches, territorio del Neuquén. Dirección Nacional de Geología y Minería, 13 pág., inédito, Buenos Aires.
- Angelelli, V., 1950. Recursos Minerales de la República Argentina, I. Yacimientos metalíferos. Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales y Museo Argentino de Ciencias Naturales «Bernardino Rivadavia», Ciencias Geológicas, 2, 543 pág., Buenos Aires.
- Angelelli, V., 1984. Yacimientos Metalíferos de la República Argentina. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, 1, 392 pág., La Plata.
- Angelelli, V., de Brodtkorb, M.K., Nicolli, H.B. y Schalamuck, I.B.A., 1973. Estudio sobre esfaleritas argentinas. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 28(3): 275-291, Buenos Aires.
- Aoki, M., 1996. Epithermal gold deposits, geothermal systems and volcanoes. Mineral Resources Department, Geological Survey of Japan, 2 pág.
- Aparicio, E.P., 1960. Estudio minero-económico del yacimiento de plomo «Carreri», Neuquén. Dirección Nacional de Minería – Universidad Nacional de Cuyo, 8 pág., inédito, Buenos Aires.
- Arregui, C., Carbone, O. y Sattler, F., 2011. El Grupo Lotena (Jurásico medio-tardío) en la Cuenca Neuquina, en Geología y Recursos Naturales de la Provincia del Neuquén. Relatorio del XVIII Congreso Geológico Argentino, 91-98, Neuquén.
- Barrionuevo, L.A., 1953. Informe geológico minero sobre los yacimientos cupríferos de los cerros La Virgen y Mirano, provincia de Mendoza. Dirección General de Fabricaciones Militares, 30 pág., inédito, Buenos Aires.
- Barrionuevo, L.A. y Nieniewski, A., 1955. Informe geológico-minero sobre algunos yacimientos cupríferos de la zona noroeste del Territorio Nacional de Neuquén. Dirección General de Fabricaciones Militares, 47 pág., inédito, Buenos Aires.
- Bassi, H.G.L., Rochefort, G.M. y Alonso, M.S., 1985. Los Mellizos, un distrito terciario ligado al Jurásico costanero neuquino, República Argentina. VI Congreso Latinoamericano de Geología, 18 pág., Bogotá, Colombia.
- Bellotti, A., Deza, M.A. y Negrelli, M., 1997. Prospecto Pino Andino. Contrato Cormine S.E.P. – N.A. Degerstrom Inc. Argentina, Cormine S.E.P., 9 pág., Zapala.
- Belluco, A., Diez, J., Antonietti, C., Achen, H. y Valerdi, C., 1974. Los depósitos uraníferos de las provincias de Mendoza y Neuquén. 5° Congreso Geológico Argentino, Actas II: 35-53, Villa Carlos Paz.
- Berbeglia, Y., Martínez Dopico, C.I., Gallegos, E., Vattuone, M.E. y Latorre, C.O., 2005. Gunningita en asociación con silicatos de zinc en la veta Lastenia del distrito Pb-Zn Campana Mahuida, Neuquén. XVI Congreso Geológico Argentino, Actas (II): 603-606, La Plata.
- Bravo, C.G., 1934. Informe sobre exploraciones auríferas en Neuquén. Dirección de Minas y Geología, inédito, Buenos Aires.
- Brodtkorb, M.K. de y Danieli, J.C., 1999. El depósito de baritina Arroyo Nuevo, Neuquén. En: Zappettini E.O. (Ed.), Recursos Minerales de la República Argenti-

- na. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 35: 1047-1049, Buenos Aires.
- Brodtkorb, M.K. de y Danieli, J.C., 2011. Yacimientos de baritina y celestina, en Geología y Recursos Naturales de la Provincia del Neuquén. XVIII Congreso Geológico Argentino, Relatorio, 745-754, Neuquén.
- Brousse, R. y Pesce, A.H., 1982. Cerro Domo: un volcán cuaternario con posibilidades geotérmicas, provincia del Neuquén. 5º Congreso Latinoamericano de Geología, Actas 4: 197-208, Buenos Aires.
- Campbell, J., 1996. Reporte final Areas de Reserva Cochico – Carreri – Chachil. RTZ Mining and Exploration Limited, 5 pág. Inédito, Mendoza.
- Cannelle, L.E., 1950. Yacimientos de baritina de la zona del Cerro Mallín Quemado, dpto. Picunches, Neuquén. Dirección Nacional de Geología y Minería, inédito, Buenos Aires.
- Cannelle, L.E. y Terrero, J.M., 1950. Informe sobre el yacimiento de baritina «La Porfía», departamento Picunches, territorio del Neuquén. Dirección Nacional de Geología y Minería, 10 pág., inédito, Buenos Aires.
- Cardó, R., Segal, S. y Zubia, M., 2004. Descripción del mapa metalogénico del oro de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 38, 140 pág., Buenos Aires.
- Cardó, R., Segal, S. y Zubia, M., 2008. Metalogénico de los depósitos portadores de Pb, Ag y/o Zn de la República Argentina. XVII Congreso Geológico Argentino, Actas (II): 525-526, San Salvador de Jujuy.
- Cardó, R., Segal, S. y Zubia, M., 2004. Descripción del mapa metalogénico del oro de la República Argentina. SEGEMAR, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 38, Buenos Aires.
- Cardó, R., Godeas, M., Marquez, M., Ramallo, E. y Zanetini, J.C.M., 2011. Geología y metalogénesis de los depósitos de cobre de la República Argentina. XVIII Congreso Geológico Argentino, Simposio 16 Depósitos minerales en Argentina: modelos y técnicas de exploración. Actas (CD): 1066-1067, Neuquén.
- Cardó, R., Godeas, M., Marquez, M., Ramallo, E. y Zanetini, J.C.M., 2015. Las fajas metalogénicas cupríferas de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino, Anales LIII, 157 pág., Buenos Aires.
- Carbone, O., Franzese, J., Limeres, M., Delpino, D. y Martínez, R., 2011. El ciclo Precuyano (Triásico tardío-Jurásico temprano) en la Cuenca Neuquina, en Geología y Recursos Naturales de la Provincia del Neuquén. Relatorio del XVIII Congreso Geológico Argentino, 29-36, Neuquén.
- Caro, J.F., Funes, R.J. y Alvarez, H.A., 1975. Informe sobre el yacimiento de cobre «Los Mellizos», departamento Minas, Neuquén. Dirección General de Minería de la Provincia del Neuquén, 5 pág., Zapala.
- Casé, A.M., 1996. Geología de la Quebrada del Bronce y sus mineralizaciones asociadas. Tesis doctoral. Universidad Nacional del Sur, 105 pág., Bahía Blanca.
- Casé, A.M., 1997a. El *skarn* de la quebrada del Bronce, cerro Caycayen, provincia de Neuquén, Argentina. VIII Congreso Geológico Chileno, Actas II: 886-890, Arica, Chile.
- Casé, A.M., 1997b. La Quebrada del Bronce, un modelo de pórfido de cobre asociado a *skarn*. VIII Congreso Geológico Chileno, Actas II: 891-895, Arica, Chile.
- Casé, A.M., 2007. Programa de exploración minas Raza Fuerte Expte N° 13187/88 y Don Carlos Expte N° 4357/67, departamento Minas. Informe de los trabajos correspondientes a la Primera Etapa. Dirección Provincial de Minería de la Provincia del Neuquén, inédito, Zapala.
- Casé, A.M. y Danieli, J.C., 1975. Importancia económica de los recursos auríferos del distrito de Andacollo, departamento Minas, provincia del Neuquén. II Congreso Ibero-Americano de Geología Económica, Actas (II): 169-182, Buenos Aires.
- Casé A.M. y Malvicini, L., 1999. El pórfido cuprífero con oro de la quebrada del Bronce, Neuquén. En: Zappettini, E.O. (Ed), Recursos Minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 35: 1337-1341, Buenos Aires.
- Casé, A.M., Danieli, J.C. y Schalamuk, I., 1999. Geoquímica de los intrusivos hallados entre los arroyos Butalón y Quebrada Félix. Departamento Minas, Neuquén. XIV Congreso Geológico Argentino, Actas (II): 330-333, Salta.
- Casé, A.M., Danieli, J.C., Mas, G. y Franchini, M.B., 2010. Mineralogía del *skarn* de hierro del cerro Panta (36°58'31" S – 70°37'45" W), cordillera del Viento, provincia del Neuquén. 10º Congreso de Mineralogía y Metalogenia 2010. Universidad Nacional de Río Cuarto y Asociación Mineralógica Argentina, Actas: 45-50, Río Cuarto.
- Casé, A.M., Giusiano, A., Danieli, J.C., Barbieri, M., Brodtkorb, M.K. de y Brodtkorb, A., 1990. El yacimiento de celestina Llao Llao, provincia del Neuquén. 3er. Congreso Nacional de Geología Económica, Actas 3: A. 73-83, Olavaria.
- Casé, A.M., López Escobar, L., Danieli, J.C. y Schalamuk, I., 2008. Butalón igneous rocks, Neuquén, Argenti-

- na: age, stratigraphic relationships and geochemical features. *Journal of South American Earth Sciences*, 26: 188-203.
- Casé, A.M., Mas, G., Bengochea, L., Danieli, J.C., Schalamuk, I. y Impiccini, A., 2001. Brechas hidrotermales en Butalón, Neuquén: mineralogía y geoquímica. VII Congreso Argentino de Geología Económica, Actas 1: 173-180, Salta.
- Castro, L.N., 1999. Aluviones auríferos del río Neuquén, Neuquén. En: Zappettini, E.O. (Ed.), Recursos Minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 35: 1875-1881, Buenos Aires.
- Castro, L.N. y Gamba, M., 1994. Sedimentary gold of the Neuquén river and cerro Mayal stream deposits, Neuquén province, Argentina. 14° Internacional Sedimentological Congress, 1: J7-J10, Recife.
- Catalano, E.F. 1984. Breve historia minera de la Argentina. Ediciones Depalma, Buenos Aires.
- Catalano, E.F., 2004. Antecedentes y estructura histórica de la minería argentina. En: Lavandaio, E. y Catalano, E. (Ed.) Historia de la minería argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Anales 40, 1: 1-175, Buenos Aires.
- Cesaretti, N., Gómez, C., Garrido, M. y Domínguez, E., 2002. Fluidos orgánicos asociados a una mineralización de tipo MVT en la Cuenca Neuquina. Formación Lajas. XV Congreso Geológico Argentino, Actas (II): 427-431, El Calafate.
- Cobbold, P.R. y Rosello, E.A., 2003. Aptian to recent compressional deformation, foothills of the Neuquén Basin, Argentina. *Tectonophysics* 314: 423-442.
- Collao, S., 1997. Inclusiones fluidas en los depósitos de barita y celestita de la provincia de Neuquén, Argentina. Universidad de Concepción, Departamento de Ciencias de la Tierra, 18 pág., inédito, Concepción, Chile.
- Collao, S., Brodtkorb, M.K. de y Etcheverry, R.O., 1997. Inclusiones fluidas en baritas recristalizadas de los yacimientos de la provincia de Neuquén, Argentina. 8° Congreso Geológico Chileno, Actas: 901-905, Santiago, Chile.
- Coluccia, A., Rivara, A., Ardolino, A. y Franchi, M., 2006. Hoja Geológica 3769-IV Catriel, provincias de Mendoza y Neuquén. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Inédito. Buenos Aires.
- Consultora Minera R.B., 2008. Depósitos de cobre sedimentario del Grupo Neuquén. Minas Yaravi Norte, La Cuprosa, La Barrosa y La Nuestra. Barda González – Sierra Barrosa. Departamento Confluencia – Provincia del Neuquén. República Argentina. Inédito, on line.
- Comisión de Minería de la H. Cámara de Diputados de la Nación, 2015. Proyecto Andacollo, mina Erika.
- Comisión de Minería de la H. Cámara de Diputados de la Nación, 2015. Proyecto Andacollo, minas Sofia-Julia.
- Cormine S.E.P., 1996a. Prospecto Cajón de los Chenques. En: Prospectos metalíferos, provincia del Neuquén. Corporación Minera del Neuquén, 8 pág., Zapala.
- Cormine S.E.P., 1996b. Prospecto Cerro Caicayén (Quebrada del Bronce). En: Prospectos metalíferos, provincia del Neuquén. Corporación Minera del Neuquén, 15 pág., Zapala.
- Cormine S.E.P., 1997. Sector norte distrito minero Andacollo. Corporación Minera del Neuquén, 15 pág., Zapala.
- Crerar, D.A., Namson, J., Chyi, M.A., Williams, L. y Feigenson, M.D., 2008. Manganiferous cherts of the Franciscan assemblage; I, General geology, ancient and modern analogues, and implications for hydrothermal convection at oceanic spreading centers. *Abstract, Economic Geology*, 77(3): 519-540.
- Crosta, S., 2013. Carta Minero-Metalogenética 3769-I Barrancas, provincias de Mendoza y Neuquén. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, en prensa, Buenos Aires.
- Cucchi, R., 1998. Hoja Geológica 4169-I Piedra del Aguila, provincias del Neuquén y Río Negro. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín 357, 102 pág., Buenos Aires.
- Cucchi, R. y Leanza, H.A., 2006. Hoja Geológica 3972-IV Junín de los Andes, provincia del Neuquén. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín 242, 74 pág., Buenos Aires.
- Curci, M., Franchini, M., Schalamuk, I., Ríos, F. y Fuzikawa, K., 1999. El pórfiro cuprífero de Campana Mahuida, Neuquén: microtermometría y espectroscopía Raman en inclusiones fluidas de la zona potásica. XIV Congreso Geológico Argentino, Actas (II): 362-365, Salta.
- Chabert, M.R. y Zanettini, J.C.M. 1999. El pórfiro cuprífero Campana Mahuida, Neuquén. En: Zappettini, E.O. (Ed.), Recursos Minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 35: 1279-1288, Buenos Aires.
- Danderfer, J.C., 2002. Prospecto de cobre porfirico Pulmarí. Comunicación epistolar.
- Danderfer, J.C., 2006. Resumen geológico de las propiedades mineras revisadas en fecha diciembre 2005 - mayo de 2006. Minera Cordillera del Viento S.A., inédito, Buenos Aires.

- Danieli, J.C., 1991. Perfilaje magnetométrico en el yacimiento de hierro La Miseria. Dirección Provincial de Minería del Neuquén, 7 pág., inédito, Zapala.
- Danieli, J.C., 2007. Neuquén river gold placers. Dirección Provincial de Minería del Neuquén, 12 pág., inédito, Zapala.
- Danieli, J.C. y Casé, A.M., 2004. Neuquén. En: Lavandaio, E. y Catalano, E. (Ed.) Historia de la minería argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Anales 40, 2: 237-245, Buenos Aires.
- Danieli, J.C. y Gingins, M. O., 1978. Informe geológico del Manto Fortuna. Dirección General de Minería de la Provincia del Neuquén, 6 pág., inédito, Zapala.
- Danieli, J.C. y Ronconi, N., 1981. Estudio preliminar de la mina de plomo «La Y», provincia del Neuquén. Dirección General de Minería de la Provincia del Neuquén, 8 pág., inédito, Zapala.
- Danieli, J.C., Casé, A.M. y Deza, M.A., 1988. Informe final del área de alteración hidrotermal Butalón Norte, departamento Minas, Neuquén. Corporación Minera del Neuquén S.E.P., 17 pág., inédito, Zapala.
- Danieli, J. C., Casé, A.M. y Deza, M.A., 1999. El distrito minero de Andacollo, Neuquén. En: Zappettini, E.O. (Ed.), Recursos Minerales de la República Argentina, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 35: 1349-1364, Buenos Aires.
- Danieli, J.C., Coppolecchia, M. y Elissondo, M., 2011. El Grupo Andacollo (Paleozoico tardío), en Geología y Recursos Naturales de la Provincia del Neuquén. XVIII Congreso Geológico Argentino, Relatorio, 49-52, Neuquén
- Danieli, J.C., Ronconi, N., Casé, A.M. y Gingins, M., 1979. Estudio comparativo de los distritos mineros Andacollo y Cerro Atravesada, provincia del Neuquén, República Argentina. 2º Congreso Geológico Chileno, Actas 2, C505-C521, Arica.
- Danieli, J.C., Ronconi, N., Casé, A.M., Palacios, M., Domínguez, E., Garrido, M. y Aliotta, G., 1983. Estudio de la zona de alteración hidrotermal Los Maitenes-El Salvaje, departamento Minas, provincia del Neuquén. Dirección General de Minería de la Provincia del Neuquén. 24 pág., inédito, Zapala.
- D'Annunzio, M.C., Strazzere, L. y Tamborindéguy, M., 2016. Caracterización geológica y mineralógica del sistema de vetas epitermales este-oeste del distrito minero Andacollo, provincia del Neuquén. Acta Geológica Lilloana 28 (1):112-116, S.M. del Tucumán.
- de Barrio, R.E. y Ramis, A.M., 2013. Melnikovita-pirita del depósito barítico Arroyo Nuevo, Cura Mallín, provincia del Neuquén. 11º Congreso de Mineralogía y Metalogenia, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales – U.N.S.J. Actas, 201-206, San Juan
- de Barrio, R.E., Etcheverry, R.O., Del Blanco, M.A., Domínguez, E.A., Recio Hernández, C., Escobar, R.I y Salvioli, M., 2014. Nuevos datos y esquemas genéticos de los depósitos barítico-celestínicos vinculados a la secuencia jurásico-cretácica de la Cuenca Neuquina en la provincia del Neuquén. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 71 (2): 184-200, Buenos Aires.
- Del Blanco, M.A., de Barrio, R.E., Recio Hernández, C. y Zuazo, J.J., 2016. Geología y metalogenia del depósito celesto-barítico Llaolao (¿Paleógeno?), Neuquén. XI Congreso Argentino de Geología Económica, Asociación Argentina de Geólogos Economistas, Contribuciones, Buenos Aires.
- Devito, H.A., 1955a. Reconocimiento de los yacimientos de cobre de los departamentos Minas y Chos Malal, Territorio Nacional del Neuquén. Dirección Nacional de Minería, Delegación Mendoza, 25 pág., inédito, Buenos Aires.
- Devito, H.A., 1955b. Estudio geológico minero de Cerro del Diablo, mina de cobre «María Aurelia», departamento Ñorquín, Territorio Nacional del Neuquén. Dirección Nacional de Minas, N° 524, 31 pág., inédito, Buenos Aires.
- Deza, M.A., 1988. Reconocimiento geológico y muestreo orientativo en el área de las lagunas de Epulauquen, departamento Minas, Neuquén. Corporación Minera del Neuquén, 9 pág., inédito, Zapala.
- Dirección Provincial de Minería de la provincia del Neuquén, 2016. Primeras denuncias de minerales. Inédito, 7 pág., Zapala.
- Domínguez, E. y Garrido, M., 1990. Densidad de venillas y su relación con la mineralización en el depósito de tipo diseminado de «La Voluntad», provincia del Neuquén, República Argentina, en Contribuciones al conocimiento de la mineralogía y geología económica de la República Argentina. Asociación Argentina de Geólogos Economistas, Publicación Especial, 93-99, Buenos Aires.
- Domínguez, E. y Garrido, M., 1982. La variación vertical de la mineralización plumbo-cincífera subvolcánica en La Primavera, Andacollo, provincia del Neuquén, Argentina. V Congreso Latinoamericano de Geología, Actas (II): 679-697, Buenos Aires.
- Domínguez, E. y Garrido, M., 1995. Los yacimientos auríferos de Varvarco y su relación con la mineralización de Andacollo, Neuquén. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 50 (1-4): 78-86, Buenos Aires.
- Domínguez, E. y Gómez, C., 1988. Régimen hidrotermal de la veta de cuarzo aurífero «Erika», Andacollo, pro-

- vincia del Neuquén. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 43 (1): 24-42, Buenos Aires.
- Domínguez, E.A., Aliotta, G., Garrido, M., Danieli, J.C., Ronconi, N., Casé, A.M. y Palacios, M., 1984. Los Maitenes-El Salvaje, un sistema hidrotermal de tipo porfirico. 9º Congreso Geológico Argentino, Actas 7: 443-458, San Carlos de Bariloche.
- Elizalde, C.O., 1961. Información sobre algunas manifestaciones ferríferas de las provincias de Mendoza y Neuquén. Dirección General de Fabricaciones Militares, 13 pág., inédito, Buenos Aires.
- Elizalde, C.O. y Soto, A., 1954. Ensayos por métodos geoelectricos de algunos yacimientos cupríferos de Neuquén. Dirección General de Fabricaciones Militares, 4 pág., inédito, Buenos Aires.
- Espejo, P. y González, R., 1998. Recursos minerales. En Cucchi, R., Hoja Geológica 4169-I Piedra del Aguila, provincias de Neuquén y Río Negro. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín 242: 58-64, Buenos Aires.
- Farnstrom, H., Figueroa, G. y Rochefort, G., 1993. La Voluntad Porphyry copper-gold deposit geological report. Contrato de Exploración Placer International Exploration Inc. - CORMINE S.E.P., 26 pág., inédito, Neuquén, Argentina.
- Fernández Aguilar, R., 1941. Informe sobre las areniscas cupríferas del Neuquén (Plaza Huincul). Dirección Nacional de Geología y Minería, Carpeta 89, 35 pág., inédito, Buenos Aires.
- Fernández Aguilar, R., 1945. Los yacimientos de areniscas cupríferas del Neuquén. Dirección de Minas, Geología e Hidrología, Boletín 58, 27 pág., Buenos Aires.
- Fernández Lima, J.C., 1978. Yacimientos de minerales metalíferos, en Relatorio Geología y Recursos Naturales del Neuquén. VII Congreso Geológico Argentino, Neuquén.
- Fernández Lima, J.C. y Monchablón, A., 1970. Valuación y puesta en marcha de la explotación plumbo-argentífera en los yacimientos de Campana Mahuida, provincia del Neuquén. Consejo Federal de Inversiones - Geodet, 88 pág., inédito, Buenos Aires.
- Ferpozzi, L., Turel, A., Vargas, D., Butrón Ascona, F., Jara, A., Siehankiewicz, D. y Casa, A., 2001a. Datos geoquímicos multielemento y ubicación de sitios de muestreo de sedimentos de corriente de los Planes Cordillerano y Perforaciones. Hoja 3769-I Barrancas, provincias de Neuquén y Mendoza, República Argentina. Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Serie Contribuciones Técnicas Geoquímica 50/D, Buenos Aires.
- Ferpozzi, L., Turel, A., Vargas, D., Butrón Ascona, F., Jara, A., Siehankiewicz, D. y Casa, A., 2001b. Datos geoquímicos multielemento y ubicación de sitios de muestreo de sedimentos de corriente de los Planes Cordillerano y Perforaciones. Hoja 3769-III Chos Malal, provincia de Neuquén, República Argentina. Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Serie Contribuciones Técnicas Geoquímica 54/D, Buenos Aires.
- Ferpozzi, L., Turel, A., Vargas, D., Butrón Ascona, F., Jara, A., Siehankiewicz, D. y Casa, A., 2001c. Datos geoquímicos multielemento y ubicación de sitios de muestreo de sedimentos de corriente de los Planes Cordillerano y Perforaciones. Hoja 3972-II Paso de Pino Hachado, provincia de Neuquén, República Argentina. Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Serie Contribuciones Técnicas Geoquímica 56/D, Buenos Aires.
- Ferpozzi, L., Turel, A., Vargas, D., González, R., Butrón Ascona, F., Jara, A., Siehankiewicz, D. y Casa, A., 2001d. Datos geoquímicos multielemento y ubicación de sitios de muestreo de sedimentos de corriente de los Planes Cordillerano y Perforaciones. Hoja, 4172-II San Martín de los Andes provincias de Neuquén y Río Negro, República Argentina. Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Serie Contribuciones Técnicas Geoquímica 64/D, Buenos Aires.
- Ferpozzi, L., Turel, A., Vargas, D., Butrón Ascona, F., Jara, A., Siehankiewicz, D. y Casa, A., 2002a. Datos geoquímicos multielemento y ubicación de sitios de muestreo de sedimentos de corriente de los Planes Cordillerano y Perforaciones. Hoja 3772-II Las Ovejas, provincia de Neuquén, República Argentina. Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Serie Contribuciones Técnicas Geoquímica 48/D, Buenos Aires.
- Ferpozzi, L., Turel, A., Vargas, D., Butrón Ascona, F., Jara, A., Siehankiewicz, D. y Casa, A., 2002b. Datos geoquímicos multielemento y ubicación de sitios de muestreo de sedimentos de corriente de los Planes Cordillerano y Perforaciones. Hoja 3772-IV Andacollo, provincia de Neuquén, República Argentina. Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Serie Contribuciones Técnicas Geoquímica 52/D, Buenos Aires.
- Ferpozzi, L., Turel, A., Vargas, D., Butrón Ascona, F., Jara, A., Siehankiewicz, D. y Casa, A., 2002c. Datos geoquímicos multielemento y ubicación de sitios de muestreo de sedimentos de corriente de los Planes Cordillerano y Perforaciones. Hoja 3969-I Zapala, provincia de Neuquén, República Argentina. Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geolo-

- gía y Recursos Minerales, Serie Contribuciones Técnicas Geoquímica 58/D, Buenos Aires.
- Ferpozzi, L., Turel, A., Vargas, D., Butrón Ascona, F., Jara, A., Siahankiewicz, D. y Casa, A., 2002d. Datos geoquímicos multielemento y ubicación de sitios de muestreo de sedimentos de corriente de los Planes Cordillerano y Perforaciones. Hoja 3969-III Picún Leufú, provincias de Neuquén y Río Negro, República Argentina. Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Serie Contribuciones Técnicas Geoquímica 62/D, Buenos Aires.
- Ferpozzi, L., Sancí, R., Casa, A., Jara, A. y Turel, A., 2005. Geoquímica multielemento de sedimentos de corriente, Provincia del Neuquén, República Argentina. Atlas Geoquímico, Servicio Geológico Minero Argentino, Dirección de Recursos Geológico-Mineros, Serie Contribuciones Técnicas 111, Buenos Aires.
- Figuroa, G. y Torres, L., 1995. Reserva Cajón de los Chenques. Placer Exploration Inc., 5 pág., inédito, Zapala, Argentina.
- Folguera, A., Ramos, V., Zapata, T. y Spagnuolo, N.G., 2007. Andean evolution at the Guañacos and Chos Malal fold and thrust belts (36°30'-37° s). *Journal of Geodynamics*, 44: 129-148.
- Folguera, A., Spagnuolo, M., Rojas Vera E., Litvak, V., Orts, D. y Ramos, V.A., 2011. Magmatismo neógeno y cuaternario. XVIII Congreso Geológico Argentino, Geología y Recursos Naturales de la Provincia del Neuquén. Relatorio: 275-286, Neuquén.
- Franchini, M., 1990. Metalogenético y petrografía de algunas manifestaciones del Grupo Molle en la Provincia del Neuquén, provincia del Neuquén. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, resumen de tesis doctoral, 6 pág., inédito, Córdoba.
- Franchini, M., 1999a. Las manifestaciones de hierro en *skarns* de Campana Mahuida, Neuquén. En: Zappettini E.O. (Ed.), Recursos Minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 35: 1291-1294, Buenos Aires.
- Franchini, M., 1999b. Potencial aurífero de los *skarns* ubicados entre los arroyos Cajón Grande y Cajón del Medio, Neuquén. En: Zappettini E.O. (Ed.), Recursos Minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 35: 1295-1297, Buenos Aires.
- Franchini, M. y Casé, A.M., 2011. Metalogenético. XVIII Congreso Geológico Argentino, Geología y Recursos Naturales de la Provincia del Neuquén. Relatorio: 699-707, Neuquén.
- Franchini, M. e Innes, A., 1997. Potencial aurífero de los *skarns* en contacto con las rocas ígneas de Quebrada Mala y áreas adyacentes, Neuquén, Argentina. VIII Congreso Geológico Chileno, Actas II: 972-977, Antofagasta.
- Franchini, M. y Malvicini, L., 1998. Las alteraciones y mineralizaciones de Campana Mahuida y Caycayén, Neuquén: nuevos datos para la exploración de la asociación *skarns* de Cu – pórfiros cupríferos en la Cordillera Principal. Asociación Geológica Argentina, Revista 53: 401-415, Buenos Aires.
- Franchini, M. y Malvicini, L., 1999a. Las manifestaciones de hierro en *skarns* del cerro Caicayén, Neuquén. En: Zappettini E.O. (Ed.), Recursos Minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 35: 1317-1320, Buenos Aires.
- Franchini, M. y Malvicini, L., 1999b. Las vetas auríferas del cerro Mayal, Neuquén. En: Zappettini E.O. (Ed.), Recursos Minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 35: 1365-1367, Buenos Aires.
- Franchini, M. y Meinert, L., 1991. Las manifestaciones de hierro en *skarns* del flanco suroriental del cerro Caycayén (37°27'S; 70°27'30"O), Neuquén, Revista de la Asociación Geológica Argentina, 46(3-4): 309-324, Buenos Aires.
- Franchini, M. y Meinert, L., 2000. Igneous petrochemistry of mineralized *skarn* systems in NW Neuquén, Argentina. XXXI Internacional Geologic Congreso, Río de Janeiro, Brasil.
- Franchini, M., Meinert, L. y Montenegro, T., 2000. *Skarns* related to porphyry-style mineralization at Caycayen Hill, Neuquén, Argentina. Composition and evolution of hidrothermal fluids. *Economic Geology* 35: 1197-1213.
- Franchini, M., López-Escobar, L., Schalamuk, I.B.A. y Meinert, L., 2002. Similitudes y diferencias geoquímicas entre algunos granitoides de la Provincia Volcánica Neuquino-Mendocina, noroeste de Neuquén. XV Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 134-139, El Calafate.
- Franchini, M., López-Escobar, L., Schalamuk, I.B.A. and Meinert, L., 2003. Magmatic characteristics of Paleocene Cerro Nevazón region and other Late Cretaceous to Early Tertiary calc-alkaline subvolcanic to plutonic units in the Neuquén Andes, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 16: 399-421.
- Franstrom, H., Figuroa, G. y Rochefort, G., 1993. La Voluntad porphyry cooper-gold deposit. Placer Interna-

- cional Exploration Inc., Geological report, inédito, Neuquén.
- Franzese, J.R. y Spalletti, L.A., 2001. Late Triassic-Early Jurassic continental extensión in southwestern Gondwana: tectonic segmentation and pre-break-up rifting. *Journal of South American Earth Sciences*, 14:257-270.
- Franzese, J.R., Veiga, G.D., Schwarz, E. y Gómez-Pérez, I., 2006. Tectonostratigraphic evolution of a Mesozoic graben border system: the Chachil depocentre, southern Neuquén Basin, Argentina. *Journal of the Geological Society* 163: 707-721.
- Fuentes, J., 1998. Exploración geológica Proyecto Andacollo, provincia del Neuquén, Argentina. Cameco Argentina S.A., 54 pág., inédito, Buenos Aires.
- Gallegos, E., Berbeglia, Y., Martínez Dopico, C.I., Lagorio, S.L., Vattuone, M.E. y Latorre, C.O., 2004. Hallazgo de zincsilita acompañada de willemita y hemimorfita en la veta Lastenia del distrito Pb-Zn Campana Mahuida, Neuquén. VII Congreso de Mineralogía y Metalogénia, Actas: 55-58, Buenos Aires.
- Gallegos, E., Martínez Dopico, C.I., Berbeglia, Y. y Vattuone, M.E., 2005. Paragénesis supergénica de minerales de zinc en la veta Lastenia del distrito Pb-Zn Campana Mahuida, Neuquén. VIII Congreso Argentino de Geología Económica, Actas: 131-136, Buenos Aires.
- Galli, C.A., 1969. Descripción Geológica de la Hoja 35a, Lago Aluminé, provincia del Neuquén. Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín N° 108, 44 pág., Buenos Aires.
- Gamba, M.T. y Fasoli, H.J., 1998. Contaminación con mercurio: estudio microgeoquímico de muestras de oro aluvional, cerro Mayal, provincia del Neuquén, Argentina. X Congreso Latinoamericano de Geología y VI Congreso Nacional de Geología Económica, Actas (III): 256-261, Buenos Aires.
- Garavilla, R., 1986. Informe magnetométrico del yacimiento Huantraico, provincia del Neuquén. Dirección General de Fabricaciones Militares, inédito, Buenos Aires.
- García, H.H. y Soto, J.L., 1988. Influencia glacial en la distribución del oro aluvional en el distrito de Andacollo, provincia del Neuquén. III Congreso Nacional de Geología Económica, III: A 11-120, Olavaria.
- García Morabito, E., 2010. Tectónica y estructura del retroarco andino entre los 38°15' y los 40°S. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Ciencias Geológicas. Tesis Doctoral, inédito. 284 pág., Buenos Aires.
- Garrido, A.C., 2011. El Grupo Neuquén (Cretácico tardío) en la Cuenca Neuquina. Relatorio del XVIII Congreso Geológico Argentino, 231-244, Neuquén.
- Garrido, M. y E. Domínguez, 1999. El yacimiento de pórfiro cuprífero La Voluntad, Neuquén. En: Zappettini, E.O. (Ed.), Recursos Minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 35: 809-818, Buenos Aires.
- Garrido, M., Domínguez, E., Gómez, C., Cesaretti, N. y Aliotta, G., 2000. Una mineralización de Zn-Pb de tipo MVT en la Cuenca Neuquina. V Congreso de Mineralogía y Metalogénia. Actas (1): 164-170, La Plata.
- Garrido, M., Barra, F., Domínguez, E., Ruiz, J. y Valencia, V.A., 2008. Late Carboniferous porphyry copper mineralization at La Voluntad, Neuquén, Argentina: Constraints from Re-Os molybdenite dating. *Mineralium Deposita*, 43(5): 591-597.
- Gelós, E.M. y Domínguez, E.A., 1981. Prospección de mercurio en la zona La Primavera - Andacollo, provincia del Neuquén. VIII Congreso Geológico Argentino, Actas IV: 383-390, San Luis.
- Giacosa, R., 2011. Geología estructural de los sistemas vetiformes del cerro Las Minas. Distrito minero Andacollo, cordillera del Viento, provincia del Neuquén. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Contribuciones Técnicas N° 33, 23 pág., Buenos Aires.
- Giacosa, R.E., 2017. Geología estructural y aspectos genéticos de los depósitos de baritina de Mallín Quemado, faja plegada y corrida del Agrío, Cuenca Neuquina, en Geología de los recursos minerales, rocas de aplicación y agrominerales. XX Congreso Geológico Argentino, Sección Técnica 9, Actas (44-49), San Miguel de Tucumán.
- Giacosa, R., González, R. y Danieli, J.C., 2011. Tectónica en el sistema vetiforme (Au y Ag con sulfuros) de Andacollo. Cordillera del Viento, Neuquén. XVIII Congreso Geológico Argentino, Simposium 16 - Depósitos minerales en Argentina: modelos y técnicas de exploración. Actas (CD): 1096-1097, Neuquén.
- Giusiano, A., 1988. Prospección geoquímica de la cordillera del Viento, Area La Primavera. Dirección General de Minería de la Provincia del Neuquén, inédito, Zapala.
- Giusiano, A., (2009). Potencial exploratorio de cobre hospedado en rocas sedimentarias, Neuquén, Argentina. Consultora Minera R.B., 12 pág., inédito, Cipolletti (Río Negro).
- Giusiano, A. y Bouhier, E. 2009. Mineralización de Cu en el Grupo Neuquén vinculada a la migración de hidrocarburos. Dorso de los Chihuidos, Neuquén, Argentin

- tina. Boletín de Informaciones Petroleras. Cuarta Epoca, Año 5 N° 11: 6-18, Buenos Aires.
- Giusiano, A., Franchini, M., Impiccini, A. y O'Leary, M.S., 2006. Mineralización de Cu asociada a bitumen en las areniscas cretácicas, prospecto Barda González, Neuquén, Argentina. XI Congreso Geológico Chileno, Actas 2: 255-258, Antofagasta, Chile.
- Giusiano, A., Franchini, M., Pons, J. y Impiccini, A., 2009. Mineralización de Cu en el Grupo Neuquén asociada a la presencia de hidrocarburos, Dorsal de Huincul, Provincia de Neuquén, Argentina. IX Congreso de Geología Económica, CD Trabajos Técnicos, Catamarca.
- Giusiano, A., Cevallos, Franchini, M., Carbone, O. y Rainoldi, A., 2014. Evidencias de la circulación de hidrocarburos a través del Grupo Neuquén (Cretácico superior) en el Dorso de los Chihuidos, Cuenca Neuquina. XIX Congreso Geológico Argentino, Actas (CD), 2 pág., Córdoba.
- Godeas, M., Cardó, R., Márquez, M., Ramallo, E., Zanettini, J. C. M., 2012. Geología y metalogenético de los depósitos de cobre de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, en prensa, Buenos Aires.
- Gómez, M.C., Garrido, M., Cesaretti, N. y Domínguez, E., 2008. Petrografía y geoquímica de la dolomía hospedante de una mineralización de Zn y Pb. Puesto Gregor, Neuquén, Argentina. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis*, 15 (1): 27-36.
- González, R., 1996. Informe final Pino Andino. Cominco Argentina Limited, 18 pág., inédito, Mendoza.
- González, R.A. y Danieli, J.C., 2005a. Recursos Minerales, en Cucchi, R. y Leanza H.A., Hoja Geológica 3972-IV Junín de los Andes, provincia del Neuquén. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín N° 357: 85-90, Buenos Aires.
- González, R.A. y Danieli, J.C., 2005b. Recursos Minerales. En: Leanza, H.A. y Hugo, C. Hoja Geológica 3969-I Zapala, provincia del Neuquén. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín N° 275: 103-119, Buenos Aires.
- González, R.A., Colombino, J. y Danieli, J.C., 2004. Recursos minerales. En: Rovere, E.I, Caselli, A., Tourn, S., Leanza, H.A., Hugo, C., Folguera, A., Escosteguy, L., y Geuna, S., Hoja Geológica 3772-IV Andacollo, provincia del Neuquén. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín 298, 104 pág., Buenos Aires.
- González Díaz, E.F., 1979. La edad de la Formación Ventana en el área al norte y al este del lago Nahuel Huapi. *Asociación Geológica Argentina, Revista* 34(2): 113-124, Buenos Aires.
- Granero Hernández, A. y Nieniewski, A., 1953. Informe de la comisión cobre Neuquén. Dirección General de Fabricaciones Militares, inédito, Buenos Aires.
- Granero Hernández, A. y Schmid, J.A., 1956. Estudio geológico económico de las areniscas cupríferas de la zona de Plaza Huincul, provincia del Neuquén. Dirección General de Fabricaciones Militares, 93 pág., inédito, Buenos Aires.
- Griem, W., 2017. <https://www.geovirtual2.cl>. Apuntes Depósitos Minerales. Universidad de Atacama, Departamento de Geología, Copiapó.
- Groeber, P., 1929. Líneas fundamentales de la geología del Neuquén, sur de Mendoza y regiones adyacentes. Dirección General de Minas, Geología e Hidrología, Publicación 58, 109 pág., Buenos Aires.
- Groeber, P., 1946. Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70°. 1. Hoja Chos Malal. Sociedad Geológica Argentina, Revista 1 (3):177-208, Buenos Aires.
- Gulisano, C.A., Gutiérrez Pleimling, A. y Digregorio, R.E., 1984. Esquema estratigráfico de la secuencia jurásica del oeste de la provincia del Neuquén. IX Congreso Geológico Argentino, Actas (I): 236-259, San Carlos de Bariloche.
- Hayase, K. y Bengochea, A.L., 1975. Consideraciones sobre la génesis de algunos yacimientos de baritina-celestina, provincia del Neuquén, República Argentina. II Congreso Ibero-Americano de Geología Económica, Actas (II): 295-314, Buenos Aires.
- Hayase, K., Bengochea, A.L., Dristas, J. y Labudia, C., 1979. Estudio del yacimiento de baritina-celestina Mina Achalay, Mallín Quemado, provincia del Neuquén. VI Congreso Geológico Argentino, Actas (III): 61-68, Buenos Aires.
- Hermitte, E. y Montes de Oca, J., 1911. Exposición Turín 1911. Ministerio de Agricultura, División de Minas, Geología e Hidrología, Buenos Aires.
- Hernández Sobrino, A.M., 1992. Los yacimientos de mercurio de Almadén. En: García Guinea, J. y Martínez Frías, J., (Coordinadores), Recursos Minerales de España. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 759-774, Madrid.
- Higueras Higueras, P.L., 1995. Procesos petrogenéticos y de alteración de las rocas magmáticas asociadas a las mineralizaciones de mercurio del distrito de Almadén. Universidad de Castilla-La Mancha, Tesis doctoral 33, 368 pág., Almadén.
- Herrero, J.C. y Donnari, E., 1997. Minería. En: Leanza, H.A., Hugo, C.A., Herrero, J.C., Donnari, E. y Pucci, J.C., Hoja Geológica 3969-III Picún Leufú. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico

- Mínero Argentino, Boletín N° 218: 101-106, Buenos Aires.
- Holmberg, E., 1971. Condiciones geomórficas favorables para el depósito de aluviones auríferos en la región de Huitrín, provincia del Neuquén. Primer Simposio Nacional de Geología Económica, Tomo I: 261-265, San Juan.
- INGEOMA S.A., 1993. Area La Atravesada, provincia del Neuquén. 17 pág., inédito, Buenos Aires.
- Impiccini, A., Franchini, M., Schalamuk, I.B.A. y Meinert, L., 2002. Mineralogía y composición química de los filosilicatos del pórfido de Cu Campana Mahuida, Neuquén. VI Congreso de Mineralogía y Metalogénesis, Actas, Buenos Aires.
- JICA, 1982. Informe de estudios básicos sobre la exploración de recursos minerales en la zona Patagonia de la República Argentina (Primera etapa). Agencia de Cooperación Internacional del Japón - Secretaría de Estado de Minería, 198 pág., inédito, Buenos Aires.
- JICA, 1983. Interim report on the northern Neuquén geothermal development project. First-second phase survey. Japan International Cooperation Agency-Ente Provincial de Energía de la Provincia del Neuquén, 85 pág., inédito, Neuquén.
- JICA, 1984. Informe de estudios básicos sobre la exploración de recursos minerales en la zona Patagonia de la República Argentina (Informe final). Agencia de Cooperación Internacional del Japón - Secretaría de Estado de Minería, 140 pág., inédito, Buenos Aires.
- JICA-MMAJ, 2000. Report on regional survey for mineral resources in the Southern Andes Area. The Argentine Republic. Phase I. Japan International Cooperation Agency - Metal Mining Agency of Japan, inédito.
- JICA-MMAJ, 2001. Report on regional survey for mineral resources in the Southern Andes area, the Argentine Republic, final report. Japan International Cooperation Agency - Metal Mining Agency of Japan, 378 pág. Inédito.
- Jutorán A. y Malvicini, L., 1961. Manifestaciones ferríferas del departamento de Ñorquín, provincia del Neuquén. Dirección Nacional de Minería y Geología, 6 pág., inédito, Buenos Aires.
- Kay, S., Burns, M., Copeland, P. y Mancilla, O., 2006. Upper Cretaceous to Holocene magmatism and evidence for transient Miocene shallowing of the Andean subduction zone under the northern Neuquén Basin. En Kay, S., Ramos, V., (Eds.): Evolution of an Andean margin: A tectonic and magmatic view from the Andes to the Neuquén Basin (35°-39°S lat). Geological Society of America, Special Paper 407: 19-60, Boulder, Colorado.
- Kelley, K.D., Seal, R.R., Schmidt, J.M., Hoover, D.B. y Klein, D.P., 1986. Sedimentary Exhalative Zn-Pb-Ag Deposits. U.S. Geological Survey (USGS).
- King, A.J., 1968. Relevamiento preliminar de polarización inducida y resistividad en zona río Neuquén, en: Soto, A., Salaberry, C.A. y Nuñez, E., 1968. Informe final zona «Río Neuquén – Areniscas cupríferas», Area de Reserva N° 43A, provincia del Neuquén, República Argentina. Dirección General de Fabricaciones Militares – Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Plan Cordillerano, 5 pág., Mendoza.
- Lagorio, S., Montenegro, T., Massafiero, G. y Vattuone, M.E., 1998. Edad y geoquímica de las ignimbritas de Aluminé, provincia del Neuquén, Argentina. 10° Congreso Latinoamericano de Geología y 6° Congreso Nacional de Geología Económica, Actas 2: 321-325, Buenos Aires.
- Lambert, L.R., 1956. Descripción geológica de la Hoja 35b, Zapala, Territorio Nacional del Neuquén. Dirección Nacional de Minería, Boletín 83, 93 pág., Buenos Aires.
- Lannefors, N.A., 1931a. El mineral de cobre y el carbón de Chara-Huilla, Territorio Nacional del Neuquén. Dirección General de Minas, Geología e Hidrología, 7 pág., inédito, Buenos Aires.
- Lannefors, N.A., 1931b. El hierro de Piedra del Aguila, Territorio Nacional del Neuquén. Dirección General de Minas, Geología e Hidrología, 12 pág., inédito, Buenos Aires.
- Lannefors, N.A., 1931c. La magnetita de Aguada del Oveo, Territorio Nacional del Neuquén. Dirección General de Minas, Geología e Hidrología, inédito, Buenos Aires.
- La Rocque, J.A., 1964. Areas y prioridades para la prospección. Dirección General de Fabricaciones Militares, inédito, Buenos Aires.
- Latorre, C., 1962. Los yacimientos cupro-uraníferos de Rahue-Có, Neuquén, con referencias a la geología de la zona. Asociación Geológica Argentina, Revista 17 (1-2): 105-124, Buenos Aires.
- Leal, P.R. y Mateo, P., 2015. Paragénesis y microtermometría de las manifestaciones de baritina del anticlinal Chorriaca, provincia del Neuquén. Asociación Geológica Argentina, Revista 72 (2): 195-209, Buenos Aires.
- Leanza, H.A., 1992. Estratigrafía del Paleozoico y Mesozoico anterior a los Movimientos Intermáxicos en la comarca del Cerro Chachil, provincia del Neuquén. Asociación Geológica Argentina, Revista 45 (3-4): 272-299, Buenos Aires.
- Leanza, H.A., 2010. Hoja Geológica 3769-III Chos Malal, provincia del Neuquén. Instituto de Geología y Re-

- cursos Naturales, Servicio Geológico Minero Argentino, Mapa preliminar, Buenos Aires.
- Leanza H. A. y Hugo, C.A., 1997. Hoja Geológica 3969-III Picún Leufú, provincias del Neuquén y Río Negro. Instituto de Geología y Recursos Naturales, Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín N° 218, 135 pag., Buenos Aires.
- Leanza H. A. y Hugo, C.A., 2005. Hoja Geológica 3969-I Zapala, provincia del Neuquén. Instituto de Geología y Recursos Naturales, Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín N° 275, 128 p., Buenos Aires.
- Leanza, H.A., Ronconi, N. y Gingins, M., 1985. Recursos Minerales, en Leanza, H.A., Descripción geológica de la Hoja 36b Cerro Chachil, provincia del Neuquén. Servicio Geológico Nacional, 139 pág., inédito, Buenos Aires.
- Leanza, H.A., Zanettini, J.C.M. y Rodríguez, M.F., 2011. Mapa Geológico de la Provincia del Neuquén, República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Naturales, Servicio Geológico Minero Argentino, Buenos Aires.
- Leanza, H.A., Brodtkorb, M.K. de, Brodtkorb, A. y Danieli, J.C., 1988. La Formación Chachil (Liásico) y sus niveles manganesíferos en el área del cerro Atravesada, provincia del Neuquén, Argentina. 3er. Congreso Nacional de Geología Económica, Actas 3: A 171-186, Olavarría.
- Leanza, H.A., Repol, D., Hugo, C.A. y Sruoga, P., 2006. Hoja Geológica 3769-31 Chorriaca, provincia del Neuquén. Instituto de Geología y Recursos Naturales, Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín N° 354, 95 pag., Buenos Aires.
- Legarreta, L. y Gulisano, C., 1989. Análisis estratigráfico secuencial de la Cuenca Neuquina (Triásico superior-Terciario inferior), Argentina. En Chebli, G.A. y Spalletti, L.A. (Eds.): Cuencas Sedimentarias Argentinas. Serie Correlación Geológica, 6:221-243, San Miguel de Tucumán.
- Leidhold, C., 1942. Informe sobre las minas de oro Erica y Aurora, departamento Minas, provincia del Neuquén. Dirección de Minas y Geología, 28 pág., Buenos Aires.
- Linares, E. y González, R., 1990. Catálogo de edades radiométricas de la República Argentina 1957-1987. Asociación Geológica Argentina, Serie B (Didáctica y Complementaria), 19, 628 pág., Buenos Aires.
- Losada, O.A. y Gelós, E.M., 1974. Prospección geoquímica por mercurio de los arroyos El Manzano y Milla Michicó en la zona de La Primavera, provincia del Neuquén. Consejo de Planificación y Acción para el Desarrollo (COPADE), inédito, Neuquén.
- Lowell, J.D. y Guilbert, J.M., 1970. Lateral and Vertical Alteration Mineralization Zoning in Porphyry Ore Deposits.- *Economic Geology*, 65: 373-408.
- Lyons, W.A., 1975. La región mineralogénica andina. Instituto Superior de Investigaciones sobre Hidrocarburos (En adhesión al VI Congreso Geológico Argentino), 10 pág., Buenos Aires.
- Lyons, W.A., 1999. Las areniscas cupríferas del Neuquén. En: Zappettini, E.O. (Ed.), Recursos Minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 35: 1149-1158, Buenos Aires.
- Lyons, Muñoz y Asociados, 1978. Planta o plantas regionales de tratamiento y beneficio de minerales de barro, provincia del Neuquén. Consejo Federal de Inversiones, 732 pág., inédito, Buenos Aires.
- Llambías, E.J. y Aragón, E., 2011. Volcanismo paleógeno. En: Geología y Recursos Naturales de la Provincia del Neuquén. XVIII Congreso Geológico Argentino, Relatorio, 265-274, Neuquén.
- Llambías, E.J. y Malvicini, L., 1978. Geología, petrología y metalogénico del área de Colipilli, provincia del Neuquén, República Argentina. Asociación Geológica Argentina, Revista 33(4): 257-276, Buenos Aires.
- Llambías, E.J. y Rapela, C.W., 1987. Las vulcanitas de Colipilli y sus relaciones con las provincias volcánicas del Terciario inferior de Neuquén-Mendoza y Patagonia. X Congreso Geológico Argentino, Actas 4: 249-251, S.M. del Tucumán.
- Llambías, E.J. y Rapela, C.W., 1989. Las vulcanitas de Colipilli, Neuquén (37°S) y su relación con otras unidades paleógenas de la cordillera. Asociación Geológica Argentina, Revista 44(1-4): 224-236, Buenos Aires.
- Llambías, E.J. y Sato, A.M., 2011. Ciclo Gondwánico: la Provincia Magmática Choiyoi en Neuquén, en Geología y Recursos Naturales de la Provincia del Neuquén. XVIII Congreso Geológico Argentino, Relatorio, 53-62, Neuquén.
- Llambías, E.J., Leanza, H.A. y Carbone, O., 2007. Evolución tectono-magmática durante el Pérmico al Jurásico temprano en la Cordillera del Viento (37°05'S – 37°15'S): nuevas evidencias geológicas y geoquímicas del inicio de la Cuenca Neuquina. Asociación Geológica Argentina, Revista 62 (2): 217-235, Buenos Aires.
- MAGSA, 2001. Proyecto Andacollo. Minera Andacollo Gold S.A. Inédito, Zapala.
- Maiza, P. y Hayase, K., 1975. Estudio mineralógico del yacimiento de talco cerámico, mina Naunauco, pro-

- vincia del Neuquén, Republica Argentina. Asociación Geológica Argentina, Revista 30 (2): 121-132, Buenos Aires.
- Maksaev, V., 2001. GL 54A Metalogenético. www.cec.uchile.cl/~vmaksaev/Introduccion.pdf.
- Maldonado, F., 1974. Informe geológico-minero preliminar del yacimiento de hierro Santa Laura, departamento Ñorquín, provincia del Neuquén. Dirección Provincial de Minería del Neuquén, 4 pág., inédito, Zapala.
- Mallimacci, H.S., 1974. Informe geológico-minero del sector Cerro de las Caballadas-Laguna Verde, zona de Lago Quillén, Area de Reserva N° 42, provincia del Neuquén. Dirección General de Fabricaciones Militares, 12 pág., Mendoza.
- Malvicini, L., 1962. Algodonita en la paragénesis mineralógica de la mina Kokito II, provincia de Neuquén. Asociación Geológica Argentina, Revista 17 (1-2): 85-95, Buenos Aires.
- Mas, G.R., Bengochea, L., Mas, L.C. y Lopez, N., 2009. Hydrothermal explosion due to seal effect in el Humazo geothermal manifestation, Domuyo volcano, Neuquén, Argentina. Proceeding, Thirty-Fourth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering Stanford University, Stanford, California.
- Mas, L.C., Mas, G.R., Bengochea, L. y López, N., 2011. Actividad eruptiva en la región del volcán Domuyo. XVIII Congreso Geológico Argentino, Relatorio 609-612, Neuquén.
- Massés, E., Frapiccini, A., Rafor, G. y Lvovich, D., 1994. El mundo del trabajo: Neuquén 1884-1930. Universidad Nacional del Comahue, Grupo de Estudios de Historia Social, Neuquén.
- Mateo Fernández Caso, M.P., Montero, D.G., Leal, P.R., y Ramos, V.A., 2011. Petrografía y geoquímica del magmatismo cretácico superior-eoceno en el área de Pichaihue, provincia del Neuquén. Asociación Geológica Argentina, Revista 68(2): 173-184, Buenos Aires.
- McCready, A.J., Parnell, J. y Castro, L., 2003. Crystalline placer gold from the Río Neuquén, Argentina: implications for the gold budget in placer gold formation. *Economic Geology*, 98 (3): 623-633.
- Méndez, V., Zanettini, J.C.M. y Zappettini, E.O., 1987. Aspectos geológicos y tectónicos del Orógeno Andino Central de la República Argentina. X Congreso Geológico Argentino, Actas (1): 181-184, Tucumán.
- Méndez, V., Zanettini, J.C.M. y Zappettini, E.O., 1995. Geología y metalogénesis del orógeno andino central, República Argentina. Dirección Nacional del Servicio Geológico, Anales 23, 190 pág., Buenos Aires.
- Menoyo, E., 1959. Mina 1° de Mayo, provincia del Neuquén. Banco Industrial de la República Argentina, Legajo N° 22.764, 2 pág., inédito. Buenos Aires.
- Minera Cordillera del Viento, 2010. Prospectos de minerales metalíferos, zona Cura Mallín, Potencialidad y posibilidades prospectivas del área Cura Mallín-Arroyo Nuevo. (www.minercordilleradelviento.com), Buenos Aires.
- Mosier, D.L. y Page, N.J., 1988. Descriptive and Grade-Tonnage Models of Volcanogenic Manganese Deposits in Oceanic Environments - a Modification. United States Geological Survey, Bulletin 1811, 28 pág., Denver.
- Munck, F., 1963. Estudio en la zona de Colipilli. Dirección Nacional de Geología y Minería, 11 pág., inédito, Buenos Aires.
- Muñiz, L., 1956. Informe geológico minero de los trabajos de exploración en Tres Chorros, provincia del Neuquén. Dirección Nacional de Minería, Inspección Minera de Zapala, Carpeta 1032, 7 pág., inédito, Zapala.
- Navarro, H., 1983: Geología estructural y económica de mina Achalay Norte, departamento Picunches, provincia del Neuquén. 2° Congreso Nacional de Geología Económica, Actas (1): 285-296, San Juan.
- Nokleberg, W.J., West, T.D., Dawson, K.M., Shpikerman, V.I., Buntzen, T.K., Parfenov, L.M., Monger, J.W.H., Ratkin, V.V., Baranov, B.V., Byalovzhesky, S.G., Diggles, M.F., Eremin, R.A., Fujita, K., Gordey, S.P., Gorodinskiy, M.E., Gordachev, N.A., Feeney, T.D., Frolov, Y.F., Grantz, A., Khanchuck, A.I., Koch, R.D., Natalin, B.A., Natapov, L.M., Norton, I.O., Patton, W.W., Plafker, G., Pozdeev, A.I., Rozenblum, I.S., Scholl, D.W., Sokolov, S.D., Sosuneov, G.M., Stone, D.B., Tabor, R.W., Tsukanov, N.V. y Vallier, T.L., 1998. Summary terrane, mineral deposit and metallogenic belt maps of the Russian Far East, Alaska and the Canadian Cordillera (CD-ROM), United States Geological Survey, Open-File Report, 98-136.
- Nuñez, E., 1968a. Informe final zona Varvarco, Area de Reserva N° 37, provincia de Neuquén, República Argentina. Dirección General de Fabricaciones Militares - Naciones Unidas, 5 pág., inédito, Buenos Aires.
- Nuñez, E., 1968b. Informe final zona Barda Negra, Area de Reserva A, provincia de Neuquén, República Argentina. Dirección General de Fabricaciones Militares - Naciones Unidas, 6 pág., inédito, Buenos Aires.
- Oliveri, J., Zakalik, B. y Juárez, M., 1964. Estudio geológico-económico preliminar de yacimientos de baritina de la provincia del Neuquén. Universidad Nacional de Cuyo - Instituto Nacional de Geología y Minería, 148 pág., inédito, Buenos Aires.

- Padula, V.H., 1954. Mina de plomo «1° de Mayo», Neuquén. Dirección Nacional de Minería, 9 pág., inédito, Buenos Aires.
- Palacio, A.H., 1950. Estudio geológico preliminar de yacimientos de la Patagonia. Primera campaña. Dirección General de Fabricaciones Militares, inédito, Buenos Aires.
- Paz, M., Pons, M.J., Giusiano, A., Cábana, M.C., Franchini, M., González, E., Impiccini, A. y Rainoldi, A.L., 2016. Relación entre mineralización de Cu y bitumen en el prospecto La Cuprosa, Dorsal de Huincul, Neuquén. Asociación Geológica Argentina, Revista 73(4): 563-581, Buenos Aires.
- Pérez, E.E., Velo, R.A. y Zanettini, J.C.M., 1969. Zona Cura Mallín, provincia del Neuquén. Dirección General de Fabricaciones Militares, Plan Cordillerano Centro, 5 pág., inédito, Mendoza.
- Pesce, A.H., 1981. Estratigrafía de las nacientes del río Neuquén y Nahuever, provincia del Neuquén. 8° Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 439-455, San Luis.
- Pesce, A.H., 1987. Evaluación geotérmica del «Area Cerro Domuyo», provincia del Neuquén, República Argentina. Revista Brasileira de Geofísica, 5: 283-299.
- Picchetti, J., 1943. Descubrimiento de mercurio en los aluviones auríferos de los arroyos El Manzano y Milla Michicó, departamento Minas, Territorio de Neuquén. Buenos Aires.
- Placer International Exploration Inc., 1994. Prospecto La Voluntad; informe de la campaña de sondajes. Contrato de Exploración, CORMINE S.E.P., inédito, Zapala.
- Placer Exploration Inc., 1995. Reserva Cajón de los Chenques. Contrato de Exploración, CORMINE S.E.P., 5 pág., inédito, Zapala.
- Plan Cordillerano, 1970a. Investigación sobre mineral de cobre porfirico en las provincias de Mendoza, Neuquén y San Juan, Argentina. Naciones Unidas, 356 pág., Nueva York.
- Plan Cordillerano, 1970b. Area de Reserva N° 44 «Catatún», provincia de Neuquén, en: Investigación sobre mineral de cobre porfirico en las provincias de Mendoza, Neuquén y San Juan, Argentina. Naciones Unidas, 300-301, Nueva York.
- Podestá, C. y Pereda, I., 1979. Excavación del cementerio Las Lajitas, Neuquén. Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología. Volúmen XIII N.S., Buenos Aires.
- Pons, J.M., Franchini, M., Giusiano, A., Impiccini, A. y Godeas, M. 2008. Alteraciones, mineralización de Cu y bitumen en areniscas cretácicas del prospecto Barda González, Neuquén, Argentina. XVII Congreso Geológico Argentino, Actas (II): 671-672, San Salvador de Jujuy.
- Pons, J.M., Franchini, M., Giusiano, A., Impiccini, A. y Godeas, M. 2009. Alteración, mineralización de Cu y bitumen en el prospecto Barda González, Neuquén. Asociación Geológica Argentina, Revista 64(3): 501-513, Buenos Aires.
- Pons, M.J., Giusiano, A., Franchini, M., Impiccini, A., Javier F. Ríos, J.F. y Testi, A., 2011. Diagénesis, alteración y mineralización de Cu en la Formación Huincul, prospecto Tordillos, Cuenca Neuquina. XVIII Congreso Geológico Argentino, Simposio 16 Depósitos minerales en Argentina: modelos y técnicas de exploración, Acta (CD): 1146-1147, Neuquén.
- Pons, J., Impiccini, A., Aparicio, P., Giusiano, A. y Fouga, G., 2013. Anomalías de U en el depósito de Cu Tordillos hospedado en las rocas cretácicas del Grupo Neuquén, dorsal de Huincul, Argentina. 11° Congreso de Mineralogía y Metalogenia, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales – U.N.S.J. Actas, 11-116, San Juan.
- Pons, J., Franchini, M.B., Rainoldi, A.L., Cesaretti, N.N., y Giusiano, A., 2017. The rool of hydrocarbons in the cooper, zinc and lead mineralization of mesozoic rocks from Neuquén basin (Argentina) en Geología de los recursos minerales, rocas de aplicación y agrominerales. XX Congreso Geológico Argentino, Actas, Sección Técnica 9: 108-113, San Miguel de Tucumán.
- Rainoldi, A.L, Franchini, M.B., Impiccini, A. y Pons, M.J., 2013. Los minerales arcillosos de las areniscas de la Formación Huincul: su rol en la delimitación de un frente redox inducido por la migración de hidrocarburos. Dorso de los Chihuidos, Cuenca Neuquina. XI Congreso de Mineralogía y Metalogenia. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales–U.N.S.J., Actas: 117-122, San Juan.
- Rainoldi, A.L, Franchini, M.B., Giusiano, A., Pons, M.J. y Cesaretti, N.N., 2017. Depósitos de cobre estratiforme en el dorso de Los Chihuidos, análisis de inclusiones fluidas y de isótopos estables, en Geología de los recursos minerales, rocas de aplicación y agrominerales. XX Congreso Geológico Argentino, Actas, Sección Técnica 9: 114-119, San Miguel de Tucumán.
- Ramos, V., 1975. Los ciclos sedimentarios y la bio-rhexistasia en el control de las manifestaciones cupríferas del Neuquén extrandino, Argentina. 2° Congreso Iberoamericano de Geología Económica, Actas (5): 373-394, Buenos Aires.
- Ramos, V.A., 1978. Estructura. En: Geología y Recursos Naturales del Neuquén. VII Congreso Geológico Argentino, Relatorio, 99-118, Neuquén.

- Ramos, V., 1981. Descripción geológica de la Hoja 33c, Los Chihuidos Norte, provincia del Neuquén. Servicio Geológico Nacional, Boletín 182, 103 pág., Buenos Aires.
- Ramos, V.A. y Barbieri, M., 1989. El volcanismo cenozoico de Huantraico: edad y relaciones isotópicas iniciales, provincia del Neuquén. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 43(2): 210-223, Buenos Aires.
- Ramos, V.A. y Folguera, A., 2005. Tectonic evolution of the Andes of Neuquén: constraints derived from the magmatic arc and foreland deformation. *Geological Society, Special Publications* 252: 15-35, London.
- Ramos, V.A., Folguera, A. y García Morabito, E., 2011 a. Las provincias geológicas del Neuquén. En: *Geología y Recursos Naturales de la Provincia del Neuquén*. XVIII Congreso Geológico Argentino, Relatorio, 317-326, Neuquén.
- Ramos, V.A., Mosquera, A., Folguera, A. y García Morabito, E., 2011 b. Evolución Tectónica de los Andes y del engolfamiento neuquino adyacente, en *Geología y Recursos Naturales de la Provincia del Neuquén*. XVIII Congreso Geológico Argentino, Relatorio 335-348, Neuquén.
- Rapalini, A.E., López de Luchi, M., Martínez Dopico, C., Lince Klinger, F., Giménez, M. y Martínez, P., 2010. Did Patagonia collide with Gondwana in the Late Paleozoic? Some insights from a multidisciplinary study of magmatic units of the North Patagonian Massif. *Geológica Acta*, 8(4): 349-371.
- Rapela, C.W., Spalletti, L.A. y Merodio, J.C., 1983. Evolución magmática y geotectónica de la «Serie Andésita» Andina (Paleoceno-Eoceno) en la cordillera Norpatagónica. *Asociación Geológica Argentina, Revista* 38(3): 469-484, Buenos Aires.
- Rapela, C.W., Spalletti, L.A. Merodio, J.C. y Aragón, E., 1982. Estudio geoquímico y petrológico del vulcanismo paleógeno en la zona de San Carlos de Bariloche y la sierra de Cuyín Manzano, provincias de Río Negro y Neuquén. V Congreso Latinoamericano de Geología, Actas (3): 567-584, Buenos Aires.
- Rayces, E.C., 1947. Informe sobre las minas «Atahualpa» y «General Paz», departamento de Ñorquín, territorio del Neuquén. Dirección General de Fabricaciones Militares, 10 pág., inédito, Buenos Aires.
- Regairaz, A.C. y Pozzo, A., 1958. Manifestaciones uraníferas en la zona del Chihuido del Medio, provincia de Neuquén, República Argentina. Comisión Nacional de Energía Atómica, Divisional Cuyo, Seccional Centro Sur, 56 pág., Mendoza.
- Reybet, H.R., 1960. Yacimientos de hierro de la Compañía Minera Ñorquín, provincia del Neuquén. Banco Industrial de la República Argentina, 6 pág., inédito, Neuquén.
- Reynoso, M.S., 1975a. Sedimentología y metalogenético cuprífera de los sedimentos del Cretácico medio y superior continental del Neuquén extraandino. Comisión Nacional de Energía Atómica, inédito, 28 pág., Buenos Aires.
- Reynoso, M.S., 1975b. Tipología para las mineralizaciones de cobre asociadas a rocas sedimentarias. VI Congreso Geológico Argentino, Actas 3:145-163, Buenos Aires.
- Riccardi, A.C. y Gulisano, C., 1992. Unidades limitadas por discontinuidades: su aplicación al Jurásico Andino. *Asociación Geológica Argentina, Revista* 45(3-4): 346-364, Buenos Aires.
- Rigal, R., 1934. La mina La Voluntad de cobre y molibdeno en el Catan Lil, Neuquén. Dirección de Minas y Geología, 30 pág., Buenos Aires.
- Roberts, F.S. y Zanettini, J.C.M., 1973. Informe sobre las Areas de Reserva N° 42 Lago Quillén y N° 55 Los Maitenes – El Salvaje. Dirección General de Fabricaciones Militares, Plan Centro Geológico Minero, 12 pág., inédito, San Luis.
- Rodríguez Alvarez, R. www.unalmed.edu.co/rrodriguez/. Depósitos minerales y metalogenia. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.
- Rojas, G.E., 1999a. Distrito uranífero Rahue-Có, Neuquén. En: Zappettini, E.O. (Ed.), *Recursos Minerales de la República Argentina*, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 35: 1071-1072, Buenos Aires.
- Rojas, G.E., 1999b. Distrito uranífero Barda Negra, Neuquén. En: Zappettini, E.O. (Ed.), *Recursos Minerales de la República Argentina*, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 35: 1073-1074, Buenos Aires.
- Rojas, G.E., 1999c. Distrito uranífero Los Chihuidos-Las Cárceles, Neuquén. En: Zappettini, E.O. (Ed.), *Recursos Minerales de la República Argentina*, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 35: 1143-1146, Buenos Aires.
- Rojas, G.E., 2011. Recursos nucleares. En: *Geología y recursos naturales de la Provincia del Neuquén*. XVIII Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 821-824, Neuquén.
- Rojas, G.E., 2013. Depósitos de uranio en areniscas fluviales y marino marginales en la plataforma de la cuenca Neuquina, Argentina. X Congreso Argentino de Geología Económica, Actas: 253-255, San Juan.
- Rolleri, E.O. y Criado Roque, P., 1970. Geología de la provincia de Mendoza. IV Jornadas Geológicas Argentinas, Actas (2):1-60, Mendoza.

- Rossetto, H.L. y Uratez, E.J., 1956. Informe Técnico sobre la mina 1° de Mayo. Banco Industrial de la República Argentina, 12 pág., inédito, Buenos Aires.
- Rossi, N., 1956. Exploración de la mina 1° de Mayo, departamento Catán Lil, provincia del Neuquén. Dirección Nacional de Minería, inédito, Buenos Aires.
- Rossi, N., 1964. Los yacimientos de manganeso de Patagonia. Instituto Nacional de Geología y Minería, 161 pág., inédito, Buenos Aires.
- Rovere, E., 1998. Volcanismo Jurásico, Paleógeno y Neógeno en el Noroeste del Neuquén, Argentina, X Congreso Latinoamericano de Geología y VI Congreso Nacional de Geología Económica, Actas (I): 144-149 págs. Buenos Aires, Argentina.
- Rovere, E.I, Caselli, S., Tourn, S., Leanza, H.A., Hugo, C., Folguera, A., Escoteguy, L., y Geuna, S., 2004. Hoja Geológica 3772-IV Andacollo, provincia del Neuquén. Instituto de Geología y Recursos Naturales, Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín N° 298, 104 pag., Buenos Aires.
- Rubinstein N. y Zappettini, E.O., 1990. El Cenozoico del sector sudoriental de la Sierra de Huantraico, provincia del Neuquén. Asociación Geológica Argentina, Revista 45(1-2): 120-128, Buenos Aires.
- Sabalúa, J.C., (1975). Informe final sobre la zona mina La Voluntad, área de reserva N° 45 La Voluntad (departamento de Catán Lil, Neuquén). Dirección General de Fabricaciones Militares - Dirección General de Minería de la Provincia del Neuquén, 17 pág., inédito, Mendoza.
- Sabalúa, J.C., 1976. Informe final zona de Lago Quillén (sector Cerro de las Caballadas), Area de Reserva N° 42, provincia del Neuquén. Dirección General de Fabricaciones Militares, 7 pág., Mendoza.
- Salaberry, C.A., 1968a. Informe final zona Domuyo, Area de Reserva N° 38, provincia del Neuquén, República Argentina. Dirección General de Fabricaciones Militares-Naciones Unidas, Plan Cordillerano, 6 pág., inédito, Buenos Aires.
- Salaberry, C.A., 1968b. Informe final zona La Voluntad, Area de Reserva N° 45, provincia del Neuquén, República Argentina. Dirección General de Fabricaciones Militares - Naciones Unidas, Plan Cordillerano, 7 pág., inédito, Buenos Aires.
- Salaberry, C.A., 1968c. Informe final zona Arroyo Blanco, Area de Reserva N° 47, provincia del Neuquén, República Argentina. Dirección General de Fabricaciones Militares - Naciones Unidas, 17 pág., inédito, Buenos Aires.
- Salaberry, C. A. y Crespo Kennedy, M.O., 1969. Área de Reserva III Charahuilla, provincia del Neuquén. Dirección General de Fabricaciones Militares - Provincia del Neuquén, Plan Cordillerano Centro, Neuquén, 6 pág., inédito, Buenos Aires.
- Salaberry, C. A. y Nuñez, E., 1968. Informe final zona Campana Mahuida, Area de Reserva N° 54, provincia del Neuquén, República Argentina. Dirección General de Fabricaciones Militares-Naciones Unidas, Plan Cordillerano, 55 pág., inédito, Buenos Aires.
- Salaberry, C. A., Crespo Kennedy, M.O., Velo, R.A. y Zanetini, J.C.M., 1969. Área de Reserva II Loncopué, provincia del Neuquén. Dirección General de Fabricaciones Militares - Provincia del Neuquén, Plan Cordillerano Centro, Neuquén, 5 pág., inédito, Buenos Aires.
- Salvioli, M.A., Lanfranchini, M.E., Recio, C. y De Barrio, R.E., 2018. El magmatismo cretácico-terciario y su relación con sistemas hidrotermales polimetálicos en la región de Colipilli-Naunauco, provincia del Neuquén. Revista de la Asociación Geológica Argentina 75 (1): 46-63.
- Salvioli, M.A., Escobar, R.I., Lanfranchini, M.E., De Barrio, R.E. y Etcheverry, R.O., 2014. Mineralización de hierro en el cerro Naunauco, sector septentrional de la provincia del Neuquén. XIX Congreso Geológico Argentino, Geología de los Recursos Minerales, Rocas de Aplicación y Agrominerales, Actas (CD): t5-7, Córdoba.
- Sánchez, C.M.M., 1953. Mina La Silvita. Banco Industrial de la República Argentina, Legajo N° 19.352, 4 pág., inédito, Buenos Aires.
- Schenckman, L.J., Leal, P.R. y Pérez, D.J., 2013. Caracterización geológica y microtermometría del distrito Los Mellizos (37°20'LS, 70°30'LO), Provincia de Neuquén. Asociación Geológica Argentina, Revista 70 (4): 549-563, Buenos Aires.
- Serrano, A., 1948. Informe sobre mi actuación en la mina «Lastenia». Compañía Minera Campana Mahuida, 24 pág., inédito, Buenos Aires.
- Sgrosso, P., 1933a. Las minas de cobre Picún Leufú, Territorio del Neuquén. Dirección General de Minas y Geología, 4 pág., inédito, Buenos Aires.
- Sgrosso, P., 1933b. Informe sobre las minas de plomo del cerro Huayelón, Neuquén. Dirección General de Minas y Geología, 21 pag., inédito, Buenos Aires.
- Sillitoe, R., 1977. Permo-Carboniferous, Upper Cretaceous and Miocene Porphyry Copper Type Mineralization in the Argentinian Andes. Economic Geology, 72: 99-109.
- Soler, P., 1982. Comentarios sobre distribución de elementos menores y traqzas en los yacimientos de Pb-Zn del Perú central. IV Congreso Latinoamericano de Geología, Actas IV: 159-175, Buenos Aires.
- Soto, A. y Davids, N.C., 1954. Informe geológico-minero del Cerro del Diablo, departamento Ñorquinco, Terri-

- torio Nacional del Neuquén. Dirección General de Fabricaciones Militares, 27 pág., inédito, Buenos Aires.
- Soto, A., Salaberry, C.A. y Nuñez, E., 1968. Informe final zona «Río Neuquén – Areniscas cupríferas», Area de Reserva N° 43a, provincia del Neuquén, República Argentina. Dirección General de Fabricaciones Militares – Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Plan Cordillerano, 8 pág., Mendoza.
- Soto, A., Velo, R.A. y Zanettini, J.C.M., 1969. Informe final zona Los Maitenes – El Salvaje, provincia del Neuquén. Dirección General de Fabricaciones Militares – Provincia del Neuquén, Plan Cordillerano Centro, Neuquén, 19 pág., Mendoza.
- Spalletti, L.A., Arregui, C.D. y Veiga, G.D., 2011. La Formación Tordillo y equivalentes (Jurásico tardío) en la Cuenca Neuquina. *Geología y Recursos Naturales de la Provincia del Neuquén, Relatorio del XVIII Congreso Geológico Argentino*, 99-111, Neuquén.
- Spalletti, L.A., Franzese, J., Morel, E., D'Elia, L., Zúñiga, A. y Fanning, C.M., 2010. Consideraciones acerca de la sedimentología, paleobotánica y geocronología de la Formación Piedra del Aguila (Jurásico inferior, Neuquén). *Asociación Geológica Argentina, Revista* 66 (2):305-313, Buenos Aires.
- Stoll, W.C., 1957. *Geología y depósitos minerales de Andacollo*, provincia de Neuquén. Dirección Nacional de Minería, *Anales* VI, 36 pág., Buenos Aires.
- Strazzere, L., D'Annunzio, M.C. y Tamborindeguy, M. 2016. Caracterización geológica y mineralógica del sistemas de vetas epitermales NE-SO del distrito minero Andacollo, provincia del Neuquén. *Acta Geológica Lilloana* 28 (1): 327-331, S.M. del Tucumán.
- Strazzere, L., D'Annunzio, M.C. y Gregori, D.A., 2017. Eventos de mineralización epitermal del distrito minero Andacollo, Neuquén, Argentina. *XX Congreso Geológico Argentino, Actas, Sección Técnica* 9: 143-148, San Miguel de Tucumán.
- Suárez, M. y De la Cruz, R., 1997. Volcanismo pliniano del Lías durante los inicios de la Cuenca de Neuquén, Cordillera del Viento, Neuquén, Argentina. *7º Congreso Geológico Chileno, Actas* 1: 266-270, Antofagasta.
- Suárez, M. y Etchart, H., 2008. Magmatismo y alteración hidrotermal del Cretácico tardío en Andacollo, provincia del Neuquén: Edades K-Ar. *XVII Congreso Geológico Argentino, Actas (II)*: 908-909, San Salvador de Jujuy.
- Suárez, M., de la Cruz, R., Fanning, M. y Etchart, H., 2008. Carboniferous, Permian and Toarcian magmatism in Cordillera del Viento, Neuquén, Argentina: first U-Pb shrimp dates and tectonics implication. *XVII Congreso Geológico Argentino, Actas*: 906-907, San Salvador de Jujuy.
- Suárez, M. y Emparan, C., 1997. Hoja Curacautín. Regiones de la Araucanía y del Biobío. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile N° 71, 105 pág., Santiago.
- Sudamconsult y Asociados S.R.L., 1973. Desarrollo Minero del Neuquén. Subsecretaría del Consejo de Planificación y Acción para el Desarrollo (COPADE)- Consejo Federal de Inversiones, Neuquén.
- Toubes, R., Rinaldi, C. y Coco, L., 1978. Yacimientos de minerales radiactivos. *VII Congreso Geológico Argentino, Relatorio*, 241-249, Neuquén.
- Townley, B.K., www.educarchile.cl/Portal.herramientas. Yacimientos Minerales y Procesos Geológicos. Universidad de Chile, Departamento de Geología.
- Turner, J. C. M., 1965. Estratigrafía de la comarca de Junín de los Andes, Provincia del Neuquén. *Academia Nacional de Ciencias, Boletín* 44(1-4): 5-51, Córdoba.
- Turner, J. C. M., 1973. Descripción geológica de la Hoja 37 a-b. Junín de los Andes (provincia del Neuquén). Servicio Nacional de Minería y Geología, *Boletín* 138, 86 pág., Buenos Aires.
- Turner, J. C. M., 1976. Descripción geológica de la Hoja 36a, Aluminé (provincia del Neuquén). Servicio Geológico Nacional, *Boletín* 145, 78 pág., Buenos Aires.
- Uliana, M.A. y Biddle, K.T., 1988. Mesozoic-Cenozoic paleogeographic and geodynamic evolution of southern South America. *American Association of Petroleum Geologist, Memoir* 46:599-614.
- Uliana, M.A. y Legarreta, L., 1993. Hydrocarbons habitat in a Triassic to Cretaceous sub-andean setting: Neuquén basin, Argentina. *Journal of Petroleum Geology*, 16(4):397-420.
- Uliana, M.A., Biddle, K.T. y Cerdán, J., 1989. Mesozoic extensión and the formation of Argentina sedimentary basins. En: Tankard, A.J. y Balkwill, H.R. (Eds.): *Extensional Tectonics and Stratigraphy of the North Atlantic Margin. American Association of Petroleum Geologist, Memoir* 46:599-613, Tulsa.
- Urraza, I.A, Grecco, L. E. y Delpino, S. H., 2013. Sulfuros de Cu, Fe y Ni asociados a los metagabros troctolíticos del lago Ñorquinco, Complejo ígneo-metamórfico Aluminé, Neuquén, Argentina. *XI Congreso de Mineralogía y Metalogenia. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales – U.N.S.J. Actas*: 257-262, San Juan.
- Varese, F., 1945. Informe sobre el yacimiento de hierro de Huantraico (Departamento Pehuenche, Gobernación del Neuquén. Dirección General de Fabricaciones Militares. Inédito, Buenos Aires.

- Vatín, J. y Barrié, G., 1911. Estado de la industria minera en el distrito minero de Milla Michicó y Malal Caballo, del Territorio del Neuquén. Anales del Ministerio de Agricultura, Sección de Geología, Mineralogía y Minería, Tomo V (4), Buenos Aires.
- Vega, T., Marzari, C., Bestard, P. y Gelós, M., 2004. Una experiencia de trabajo interinstitucional para la creación del Parque Arqueológico Colomichicó, Nordpatagonia, Argentina. Universidad de Barcelona, Portal Iberoamericano de Cooperación y Gestión Cultural. Boletín GC N° 9, 26 pág., (www.gestioncultural.org).
- Vilas, J. F., y Valencio, D. A., 1978. Paleomagnetism and K-Ar dating of the Carboniferous Andacollo Series (Argentina) and the age of its hydrothermal overprinting. Earth and Planetary Science Letters, 40(1): 101-106.
- Vilela, C.R., 1966. Manifestaciones ferríferas de «Candelaria», departamento Loncopué, provincia del Neuquén. ESSO S.A. Petrolera Argentina, 11 pág., Buenos Aires
- Zamora Valcarce, G., Zapata, T. y Delpino, D., 2005. Edad de la deformación y magmatismo en la faja plegada del Agrio. XVI Congreso Geológico Argentino, Actas (1): 75-78, La Plata.
- Zanettini, J.C.M., 1969. Arroyo Aquihuecú. En: Area de Reserva I distrito minero de Andacollo y cordillera del Viento, provincia del Neuquén. Dirección General de Fabricaciones Militares, Plan Cordillerano Centro, 6 pág., inédito, Mendoza.
- Zanettini, J.C.M., 1974. Informe geológico-minero de la zona de Varvarco, área de reserva 37, provincia del Neuquén. Dirección General de Fabricaciones Militares, 10 pág., inédito, Mendoza.
- Zanettini, J.C.M., 1976. Exploración geológico minera de la zona de Campana Mahuida, Area de Reserva N° 54, provincia del Neuquén. Dirección General de Fabricaciones Militares, 182 pág., inédito, Mendoza.
- Zanettini, J.C.M., 1978. Prospección geológico-minera del área de reserva de Loncopué, provincia del Neuquén. Dirección General de Fabricaciones Militares, 20 pág., inédito, Mendoza.
- Zanettini, J.C.M., 1979a. Geología de la comarca de Campana Mahuida, provincia del Neuquén. Asociación Geológica Argentina, Revista 34(1): 61-68, Buenos Aires.
- Zanettini, J.C.M., 1979b. Geología del pórfiro cuprífero Campana Mahuida, provincia del Neuquén. Asociación Geológica Argentina, Revista 34(3): 224-234, Buenos Aires.
- Zanettini, J.C.M., 1987. Esquema estratigráfico y alteración hidrotermal en el cajón de los Chenques, provincia del Neuquén. Asociación Geológica Argentina, Revista 42(1-2): 24-31, Buenos Aires.
- Zanettini, J.C.M., 1989. Proyecto Comahue-Somuncura, Prospección geoquímica en la Formación La Manga, provincia del Neuquén. Dirección General de Fabricaciones Militares, Centro de Exploración Geológico Minera, 6 pág., inédito, Mendoza.
- Zanettini, J.C.M., 2001. Hoja Geológica 3772-II Las Ovejas, provincia del Neuquén. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín N° 263, 44 pág., Buenos Aires.
- Zanettini, J.C.M., 2006. Recursos Minerales. En: Leanza, H.A., Repol, D., Hugo, C. y Sruoga, P., Hoja Geológica 3769-31 Chorriaca, provincia del Neuquén. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín N° 354: 76-84, Buenos Aires.
- Zanettini, J.C.M., 2010. Recursos Minerales. En: Zanettini, J.C.M., Leanza, H.A. y Giusiano, A. Descripción geológica de la Hoja Geológica 3972-II Loncopué, provincia del Neuquén. Boletín del Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín 381, 93 pág., Buenos Aires.
- Zanettini, J.C.M. y Deza, M.A., 1990. Prospección geológico-minera en el área de reserva Varvarco, provincia del Neuquén. 2ª parte. Corporación Minera del Neuquén SEP-Dirección General de Fabricaciones Militares, 9 pág., inédito, Mendoza.
- Zanettini, J.C.M. y López, H., 1989a. Prospección geoquímica en el área de reserva Las Ovejas, provincia del Neuquén. Corporación Minera del Neuquén SRP-Dirección General de Fabricaciones Militares, 9 pág., inédito, Mendoza.
- Zanettini, J.C.M. y López, H., 1989b. Prospección geológico-minera en el área de reserva Varvarco, provincia del Neuquén. 1ª parte. Corporación Minera del Neuquén SEP-Dirección General de Fabricaciones Militares, 10 pág., inédito, Mendoza.
- Zanettini, J.C.M. y López, H., 1989c. Prospección geológico-minera del cateo Cerro Mayal, provincia del Neuquén. Corporación Minera del Neuquén SEP-Dirección General de Fabricaciones Militares, 9 pág., inédito, Zapala.
- Zanettini, J.C.M., Leanza, H.A. y Giusiano, A., 2010. Descripción geológica de la Hoja Geológica 3972-II Loncopué, provincia del Neuquén. Boletín del Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín 381, 93 pág., Buenos Aires.
- Zappettini, E., 1999a. Evolución geotectónica y metalogenético de Argentina. En: Zappettini, E.O., (Ed.), Recursos Minerales de la República Argenti-

- na, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 35: 51-73, Buenos Aires.
- Zappettini, E., 1999b. Clasificación de depósitos minerales de Argentina. En: Zappettini, E.O., (Ed.), Recursos Minerales de la República Argentina, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 35: 75-103, Buenos Aires.
- Zappettini, E.O., 1999c. El yacimiento de hierro Huantraico, Neuquén. En: Zappettini, E.O. (Ed.): Recursos Minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 35: 1751-1753, Buenos Aires.
- Zappettini, E.O. y Dalponte, M., 2009a. Hallazgo de mineralización de hierro bandeado en el noroeste de la provincia del Neuquén: un nuevo modelo metalogenético para la exploración. IX Congreso Argentino de Geología Económica. Seminario de Minería Siglo XXI, Buenos Aires.
- Zappettini, E.O. y Dalponte, M., 2009b. Hallazgo de hierro bandeado en el basamento del sector noroccidental de la cordillera del Viento, provincia del Neuquén: aspectos estratigráficos y metalogenéticos. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 64 (3): 550-554, Buenos Aires.
- Zappettini, E. O. y Dalponte, M., 2010a. Lower Jurassic Algoma-Type BIF Mineralization at Cordillera del Viento, NW Neuquén, Argentina. XIII Quadrennial IAGOD Symposium, Proceedings: 278-279, Adelaide, Australia.
- Zappettini, E. O. y Dalponte, M., 2010b. Geoquímica y mineralogía de ETR de los depósitos tipo BIF de la cordillera del Viento, provincia del Neuquén. X Congreso de Mineralogía y Metalogenia, Actas: 251-256, Río Cuarto.
- Zappettini, E. O. y Dalponte, M., 2012. Mineralización BIF asociada al Ciclo Precuyano, basamento de la Cuenca Neuquina: un nuevo metalotecto regional y su potencialidad económica. Servicio Geológico Minero Argentino, Jornadas Institucionales, power point, Buenos Aires.
- Zappettini, E.O., Godeas, M. y Segal, S., 1999. Mapa Metalogenético de la República Argentina. Secretaría de Industria, Comercio y Minería, Subsecretaría de Minería de la Nación, Anales 32/D. Buenos Aires.
- Zappettini, E.O., Korzeniewski L.I. y Segal, S., 2014. Nuevos datos de las mineralizaciones polimetálicas del distrito Varvarco, Neuquén. XIX Congreso Geológico Argentino, Depósitos minerales: modelos y técnicas de exploración, Simposio 6-4, Actas (CD), Córdoba.
- Zappettini, E.O., Méndez, V. y Zanettini, J.C.M., 1987. Metasedimentitas mesopaleozoicas en el noroeste de la provincia del Neuquén. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 42(1-2): 206-207, Buenos Aires.
- Zappettini, E.O., Dalponte, M., Segal, S. y Cozzi, G., 2012. Mineralogía y aspectos genéticos del depósito volcanogénico submarino de manganeso La Casualidad, cerro Atravesada, Neuquén. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 69(4): 544 – 555, Buenos Aires.
- Zappettini, E.O., Dalponte, M., Segal, S. y Cozzi, G., 2014. Mineralización de hierro bandeado y de manganeso (BIMF) del sector septentrional de la cordillera del Viento, provincia del Neuquén. En: Zappettini, E.O. (ed), Mineralizaciones metalíferas asociadas al Magmatismo Precuyano en la provincia del Neuquén. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Contribuciones Técnicas Recursos Minerales. En edición.
- Zappettini, E.O., Segal, S., Cozzi, G. y Dalponte, M., 2011. Una paragénesis de Mn inusual en el depósito volcanogénico La Casualidad, cerro Atravesada, sierra de Chachil, Neuquén. XVIII Congreso Geológico Argentino, Simposio 16 Depósitos minerales en Argentina: modelos y técnicas de exploración, Actas (CD): 1166-1167, Neuquén.
- Zavala, C.A., 1993. Estratigrafía y análisis de facies de la Formación Lajas (Jurásico medio) en el sector suroccidental de la Cuenca Neuquina, provincia del Neuquén, República Argentina. Universidad Nacional del Sur, Tesis doctoral, 235 pág., inédito, Bahía Blanca.
- Zöllner, W. y Amos, A.J., 1973. Descripción geológica de la Hoja 32b, Chos Malal, provincia del Neuquén. Servicio Nacional Minero Geológico, Boletín 143, 91 pág., Buenos Aires.
- Zubia, M.A., 1984. Informe sobre las posibilidades mineras del área Volcán Domuyo, provincia del Neuquén. Dirección Nacional de Geología y Minería, Plan Patagonia Comahue Geológico Minero, 19 pág., inédito, Comodoro Rivadavia.

ANEXO I - Datos Mineros - Fichas Mina

N°	NOMBRE DEL DEPÓSITO	COORDENADAS		MORFOLOGÍA	TIPO	EDAD GEOLÓGICA	MINERALOGÍA	ALTERACIÓN HIDROTÉRMAL	RESERVAS	LEYES	ROCA HUÉSPEDE	
		Latitud S	Longitud O								Unidad	Litología
7	Paloma Blanca	36°27'06"	70°40'42"	Epitermal Polimetálico (7e)	Paleoceno						Andesita Cayenta	Andesitas, tobas, aglomerados
13	Aquihueco	37°04'30"	70°31'30"	Epitermal Polimetálico (7e)	Paleoceno superior - Eoceno medio		Mi, Az, Cc	Silz, Cirz	22.525 t (inferido)	1,87 % Cu ponderado	Formación Cordillera del Viento	Andesitas, tobas
14	El Bonete I	37°05'15"	70°22'19"	Epitermal Polimetálico (7e)	Paleoceno superior - Eoceno medio		Cp, Au, Ag				Formación Huiltrin ?	Areniscas, pelitas, calizas
27	Cura Mallin, Santiaguito, Erude, Arroyo 1°, 2°, 3°, 4°, 5°, 6°	37°18'30"	70°41'30"	Epitermal Polimetálico (7e)	Paleógeno		Cp, Py, Ga, Bi, Mi,			1,0% Cu (veta) 0,9% Pb (veta) 1 % Zn (veta)	Andesta Colpilli	Diques andesíticos, tobas, brechas andesíticas
30	Edgardo, María Elvira	37°18'46"	70°40'23"	Mesotermal (4b)	Paleógeno		Cp					
34	Vetas: Mila Michico, Silvia, Graciela, Mi Propiedad, La Lacorrita	37°19'30"	70°41'18"	Epitermal Polimetálico (7e)	Paleógeno		Cp, Ga, Bi		250 t (inferido)		Andesta Colpilli	Andesta
36	Los Mellizos	37°20'27"	70°37'05"	Epitermal Polimetálico (7e)	Paleógeno		Cp, Mi, Mil, Ca		20.000 t (inferido)	11% Cu (mineral seleccionado)	Formación Tordillo	Areniscas
40	Caicayén, Caicayén II, Anafase	37°25'45"	70°27'38"	Skarn (5b)	Paleoceno superior - Eoceno medio		Cp, Py, Ba				Formación Tordillo, Andesta Colpilli	Conglomerados, areniscas, andesta
42	Tres Chorros, La Butirera, La Vueta del Cobre	37°27'30"	70°27'15"	Epitermal Polimetálico (7e)	Paleoceno superior - Eoceno medio		Cp, Py, Cc, Mi, Az, Ten, Ba, Syp, Ca, Lim, Oxmn		87.000 t (inferido)	2,43-16,60% Cu	Formación Tordillo	Areniscas calcáreas, areniscas
45	Don Amado I	37°29'32"	70°24'59"	Epitermal Polimetálico (7e)	Paleoceno superior - Eoceno medio		Cp, Py, Ba				Formación Tordillo	Areniscas, conglomerados
47	Nauanco	37°34'00"	70°16'30"	Epitermal Polimetálico (7e)	Paleoceno superior - Eoceno medio		Cp, Cc, Mi, Az, Lim		100 t (inferido)	6,78% Cu	Formaciones Agrio, Huiltrin, Andesta Colpilli	Areniscas, andesta
48	Tiki I, II, III, IV	37°35'49"	70°22'10"	Epitermal Polimetálico (7e)	Paleoceno superior - Eoceno medio		Cp, Py, Au				Formación Mullichinco, Andesta Colpilli	Areniscas, pórfiro andesítico
52	María Aurelia	37°38'27"	70°25'48"	Epitermal Polimetálico (7e)	Paleoceno superior - Eoceno medio		Cp, Bo, Cup, Ga, Bi, Au, Mi, Az, Hem, Lim, Ca		10.000 t	8,6% Cu hasta 2,5 g/t Au	Formación Mullichinco, Andesta Colpilli	Areniscas, pórfiro andesítico
56	Cerro de los Bueyes	37°43'21"	70°24'10"	Epitermal Polimetálico (7e)	Paleoceno superior - Eoceno medio		Cp, Ga, Bi, Py, Mi, Az, Cris, Cup, Ten, Lim	Chr, Adz			Formación Mullichinco	Areniscas
75	Cohihueco II	37°59'32"	70°21'28"	Epitermal Polimetálico (7e)	Paleoceno superior - Eoceno medio		Cp, Ga, Bi, Py, Lim				Formación Vaca Muerta	Areniscas, pelitas
74	Pino Andino	37°59'32"	70°33'03"	Mesotermal (4b)	Paleoceno inferior		Cp, Py, Mag, Mi, Cris, He, m, Lim	Kz, Qserz, Arcz, Probz, Cinz		0,01 - 0,11% Cu 0,075 - 0,5 g/t Au > 0,008 % Pb > 0,014 % Zn > 0,001 % Mo	Formaciones Los Molles, Lajas, Tábanos y Lotena, Granodiorita Tres Puntas	Sedimentitas, granodiorita y alorita
84	Campana Mahuida (Pórfiro cuprífero)	38°13'06"	70°32'29"	Stockwork y disseminado	Paleoceno inferior		Cp, Bo, Mo, Mag, Po, Au, P, Y, Ten, Delia, Mi, Cris, Tr, B, a, Cup, Cu, Tr, Lim, Cc, Cv	Kz, Qserz, Propz	40.190.000 t (suma de oxidación + cementación)	0,49% Cu (Ox + Cem) 0,085 a 0,18g/t Au	Formaciones Tordillo, El Sillero	Areniscas, andesitas
110	Huiltri Huiri	39°12'30"	70°55'00"	Epitermal Polimetálico (7e)	Pérmico inferior		Cu, Po				Complejo Plutónico del Chachil	Granodiorita, tonalita
112	La Voluntad	39°12'50"	70°36'19"	Diseminado, stockwork, vetas	Carbonífero superior (316 a 312 Ma)		Cp, Bo, Mo, Ga, Bi, W, Arz, Py, Cc, Cv, Mi, Cup, Cris, Mel	Kz, Qserz, Propz	250.000.000 t	0,16% Cu 0,25% Mo hasta 8,1 g/t Au	Complejo Plutónico del Chachil	Granodiorita, tonalita
118	Charahuilla	39°26'43"	70°23'12"	Estratoligado	Paleógeno		Bo, Mi, Az, Cc, Calc, Ag, Ox u, Lim			46,3% Cu (min. select.) 760 g/t Ag (min. select.)	Formación Quebrada del Sapo	Areniscas y conglomerados
125	La Fuente II	37°10'37"	69°40'39"	Estratoligado	Paleógeno		Mi, Az, Cv, Lim				Formación Rayoso	Areniscas arcósicas

COBRE

N°	NOMBRE DEL DEPÓSITO	COORDENADAS		MORFOLOGÍA	TIPO	EDAD GEOLÓGICA	MINERALOGÍA	ALTERACIÓN HIDROTHERMAL	RESERVAS	LEYES	ROCA HUÉSPED	
		Latitud S	Longitud O								Unidad	Litología
126	La Ponderosa	37°11'43"	69°21'34"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9a)	Paleógeno	Mi,Az				Subgrupo Río Neuquén	Conglomerados, areniscas
127	Agua de las Minas	37°27'30"	69°48'00"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9a)	Paleógeno	Cc,Mi,Gyp				Formación Huincul	Arcillas
129	Agua del Sauce	37°35'00"	69°45'30"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9a)	Paleógeno	Cc,Mi,Gyp				Formación Huincul	Arcillas
130	Barda Molina, Puesto Solorza, Don Julio, Bajo las Liebres, Espina del Zorro	37°39'43"	69°56'21"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9a)	Paleógeno	Cc,Mi,Az		775.000 t (inferido)	0,2 a 4,4% Cu	Formación Candeleros, Formación Huincul	Areniscas
131	Tortuga, Tortuga I	37°42'54"	69°27'13"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9a)	Paleógeno	Mi,Az				Formación Huincul	Areniscas
132	Nicaragua, Sapo Norte, Sapo Sur, Aguada Rica, Grillo, Bordo Blanco, Loro	37°48'07"	69°28'15"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9a)	Paleógeno	Mi,Az			0,2% Cu	Formación Huincul	Areniscas
143	Campesino Norte, Las Torrecillas	38°20'24"	69°05'03"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9a)	Paleógeno	Mi,Cc,Asf			0,06 a 0,24% Cu	Formación Huincul	Areniscas gruesas, conglomerados
145	Puesto Quemado, Aguada de los Avestruces, Baco	38°26'25"	69°32'11"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9a)	Paleógeno	Mi,Az,Hem,Lim				Formación Rayoso	Areniscas arcóscas
147	El Mangrullo (Estancia La Blanca), Paso de los Indios, Quimay Cuyin	38°30'09"	69°45'46"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9a)	Paleógeno	Mi,Az,Cv,Lim			2,13% Cu	Formación Rayoso	Areniscas arcóscas
148	Tordillos, Puesto Lago	38°34'36"	69°16'28"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9a)	Paleógeno	Mi,Az,Cris,Cc		9.500.000 t (infer)	0,42% Cu (promedio)	Formación Huincul	Areniscas gruesas
149	Guardia Vieja, Jorge, Galvin, José, Garay, Pedro, Daniel, La Cañón	38°34'38"	69°15'24"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9a)	Paleógeno	Mi,Az,Hem,Lim,Gyp				Formación Huincul	Areniscas, conglomerados
150	Los Dos Amigos, Cristiano, Dr: Romero, Javier, Juanita, Macanudo, Eugenio, Lector, Luisa, Juan	38°35'45"	69°18'13"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9a)	Paleógeno	Mi,Az,Cc,Hem,Lim,Gyp		287.146 t (Los Dos Amigos)	0,50 a 0,62% Cu	Formación Huincul	Areniscas, conglomerados
151	Santa Geneveva, La Olla	38°37'30"	69°26'30"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9a)	Paleógeno	Mi,Cc,Asf				Formación Huincul	Areniscas, conglomerados
152	Sauzal Bonito Este, Sauzal Bonito Oeste, Sauzal Bonito Central	38°39'00"	69°10'00"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9a)	Paleógeno	Mi,Az,Cris,Cc,Asf		3.000.000 t (infer)	0,01 a 7% Cu	Formación Candeleros	Areniscas gruesas
153	La Luz	38°40'05"	69°32'44"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9a)	Paleógeno	Mi,Az,Hem,Lim,Gyp				Formación Huincul	Areniscas, conglomerados
157	Bordo Colorado	39°03'15"	69°03'40"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9a)	Paleógeno	Mi,Cc				Formación Huincul	Areniscas
158	Barda Colorada	39°07'22"	69°33'15"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9a)	Paleógeno	Mi,Az,Cc,Asf				Formación Huincul	areniscas
159	El Porvenir, Cerro Lotena, Rojo Amanecer, Neuquén, Don Marcelo, Señor Guillermo	39°08'45"	69°31'52"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9a)	Paleógeno	Cp,Mi,Az,Cc,Lim,Ca,Asf		2.000.000 t (infer) (El Porvenir)	0,50% Cu (media) (El Porvenir)	Formación Huincul	Areniscas, conglomerados, peilitas
160	Barda Negra, Carillos	39°12'30"	69°45'45"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9a)	Paleógeno	Mi,Az,Cc,Asf, OXu		2.200.000 t (infer)	1 % Cu	Formación Huincul	Conglomerados, areniscas, limolitas
163	Kokito II, La Anita, Santa Bárbara	39°18'37"	69°14'30"	Veta	Epitermal (7e)	Paleoceno superior - Eoceno medio	Cu ,Cp,Cc,Mi,Az,Cup,Ba,Q		70.000 t (inferido)	38,16% Cu (común) 40 g/t Ag	Formación Lohan Curá	Areniscas, conglomerados
164	La Cuprita, Comahue I	39°20'01"	69°37'00"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9a)	Paleógeno	Mi,Az,Lim			2,25% Cu	Formación Candeleros	Areniscas, conglomerados
165	Américan	39°23'28"	69°14'30"	Veta	Epitermal (7e)	Paleoceno superior - Eoceno medio	Cu ,Cp,Cc,Mi,Az,Cup,Ba,Ca Gyp,Qz			17,78% Cu	Formación Candeleros	Areniscas

N°	NOMBRE DEL DEPÓSITO	COORDENADAS		MORFOLOGÍA	TIPO	EDAD GEOLÓGICA	MINERALOGÍA	ALTERACIÓN HIDROTHERMAL	RESERVAS	LEYES	ROCA HUÉSPED	
		Latitud S	Longitud O								Unidad	Litología
166	Cerro Velazco, Barid Sin Nombre	39°28'40"	69°35'55"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9a)	Paleógeno	Mi, Az,				Formación Candeleros	Areniscas, conglomerados Cretácico superior
COBRE - URANIO												
39	Butalón I y II	37°22'00"	70°31'30"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9a)	Paleógeno	Oxu				Formación Tordillo	Areniscas, conglomerados Jurásico superior
43	La Chupapay	37°28'00"	70°32'00"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9a)	Paleógeno					Formación Tordillo	Areniscas, conglomerados Jurásico superior
44	Quilco (La Primera), Las Chupayas (La Segunda), Mallín Quemado (La Tercera), Cajón de Tierras Azules	37°29'30"	70°28'00"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9b)	Paleógeno	Cp,Bo,Cc,Mi,Az,Pch,Car,Zeu		8.500 t (inferido) 0,5% Cu 0,1% U3O8		Formación Tordillo	Areniscas, conglomerados Jurásico superior
103	El Movimiento	38°49'30"	70°09'52"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9b)	Paleógeno	Mi, Az				Formación Rayoso	Fangolitas, areniscas Cretácico inferior
133	Sarita, Carmelo/Barolo, Pampa Salado I, II, III y IV, Aguada Lechugal I, II, III y IV	37°49'30"	69°49'00"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9b)	Paleógeno	Mi, Az, Oxu				Formación Candeleros	Areniscas Cretácico superior
134	Nogal I, II, Rincón Puntila I, II	37°53'30"	69°36'26"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9b)	Paleógeno	Mi, Az, Pch				Formación Candeleros	Areniscas Cretácico superior
137	Cerro Mesa (Norte)	37°57'19"	69°43'35"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9b)	Paleógeno	Mi, Az, Car, Vol, Ty				Formación Rayoso	Areniscas arcillosas Cretácico inferior
135	Puntilla de los Guanacos Carranza, Maras I, II y III, Loro, Loro, Bujas	37°54'30"	69°45'00"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9b)	Paleógeno	Mi, Az, Pch, Car, Ty, Vol				Formación Rayoso, Formación Candeleros	Areniscas Cretácico superior
138	Loma Pelada	37°57'35"	69°54'30"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9b)	Paleógeno	Mi, Az				Formación Huincul	Areniscas Cretácico superior
140	Nogal III, IV, V, Amarilla	37°58'36"	69°37'53"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9b)	Paleógeno	Mi, Az, Pch				Formación Candeleros	Areniscas, limolitas Cretácico superior
141	Marquena, Maria Teresa, Palo Quemado, Rambilón de la Vidriera, La S	38°02'30"	69°52'30"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9b)	Paleógeno	Mi, Az, Car, Vol, Ty		6.800 t (inferido) 0,21% U3O8 0,95 a 1,12% U2O5		Formación Rayoso	Areniscas arcillosas Cretácico inferior
154	Cerro Mesa (Sur)	38°41'50"	69°32'54"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9a)	Paleógeno	Mi, Az, Car, Ty, Vol, Hem, Lim, Gyp		1.000.000 t (infer)	0,1 a 0,5% Cu	Formación Huincul	Areniscas, conglomerados Cretácico superior
155	Las Termas, Rana Fortuna, Yará, La Coral, La Casualidad, San Lorenzo	38°50'24"	69°00'56"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9b)	Paleógeno	Mi, Az, Cc, Cv, Pch, Car, Van, Ca, Hem, Lim, Gyp				Formación Huincul	Areniscas, conglomerados Cretácico superior
156	Barid González, Puesto González, Astra, Tobiano, Dos Cerros, Aguada del Prado, Yará Norte, La Cuprosa, La Barrosa, Los Bagueales, La Nuestra, Faupe, El Trono	38°51'56"	69°01'20"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9b)	Paleógeno	Mi, Az, Cris, Cc, Pch, Car, Van, Ca, Hem, Asf		36.908.012 t (infer)	0,37 a 7,20% Cu 9,43 ppm U 127 a 221 ppm V	Formaciones Huincul y Portezuelo	Areniscas, conglomerados Cretácico superior
161	Juan Carlos, Puesto Dona Juana, Carlóncho	39°13'30"	69°48'59"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9b)	Paleógeno	Mi, Az, Ga, Mar, Cris, Cp, C, Oxu		55.690 t (inferido)	2,5 a 8,55% Cu 0,06 a 0,09% U3O8	Formación Quebrada del Sapo	Areniscas, conglomerados Jurásico superior
162	Puerta de Calle, Paso Aguerre	39°17'34"	69°44'22"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9b)	Paleógeno	Mi, Az, Oxu				Formación Candeleros	Areniscas, conglomerados Cretácico superior
117	Charahuilla	39°26'14"	70°24'17"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9b)	Paleógeno	Cc, Calc, Bo, Mi, Az, Oxu		8,47 a 46% Cu 760 g/t Ag		Formación Quebrada del Sapo	Conglomerados, areniscas Jurásico superior
167	Cerro Horqueta	39°53'37"	69°50'58"	Estratoligado	Alojado en sedimentos (9b)	Paleógeno	Mi, Az, Vol		4 a 14% Cu		Formación Candeleros	Areniscas Cretácico superior

N°	NOMBRE DEL DEPÓSITO	COORDENADAS		MORFOLOGÍA	TIPO	EDAD GEOLÓGICA	MINERALOGÍA	ALTERACIÓN HIDROTHERMAL	RESERVAS	LEYES	ROCA HUÉSPED		
		Latitud S	Longitud O								Unidad	Litología	
HIERRO													
11	Colomichicó	36°54'18"	70°35'06"	Manto	Exhalativo hidrotermal BIF (8h)	Jurásico inferior	Jas,Hem,Mag,Ca,Ba,Pv,Cp,Ars,Ga,Oxou,ETR		180.000.000 t (inferidos)	21% Fe 9,27 - 282 ppm ETR	Formaciones Villa Michicó-La Primavera	Volcanitas, areniscas	Jurásico inferior
17	Tungara TG I, II	37°09'20"	70°01'26"	?	Volcanogénico?	Holoceno	Hem			42,8 - 52,4% Fe 0,02 a 0,23% Cu 0,1 a 1,13% Zn 0,28 g/t Au	Basalto Tromen	Basalto	Holoceno
41	Don Oscar y Virginia	37°27'02"	70°26'53"	Skarn	Mesotermal (5d)	Paleoceno superior - Eoceno medio	Mag,Pv,Hem,Lim		51.000 t (inferido)		Formación La Manga	Calizas y areniscas calcáreas	Jurásico superior
46	General Belgrano	37°32'48"	70°13'53"	Veta	Epitermal (7a)	Paleoceno superior - Eoceno medio	Mag,Hem,Lim				Formación Agrio, Grupo Naunaucó	Pelitas, caliza, andesitas	Cretácico inferior, Cretácico superior
49	Sarita	37°36'44"	70°14'30"	Skarn	Mesotermal (5d)	Paleoceno superior - Eoceno medio	Hem,Lim				Andesita Colpilli	Andesita, diorita	Eoceno
53	Pichi Huemul	37°41'00"	70°23'30"	Veta	Epitermal (7a)	Paleoceno superior - Eoceno medio	Mag,Ga,Cp,Hem,Lim,Sil,Pirol,Brau,Haus,Oxm	Silz,Cinz,Propz			Formación Agrio	Areniscas, calizas	Cretácico inferior
54	Mallín Largo	37°42'43"	70°28'33"	Veta	Epitermal (7a)	Paleoceno superior - Eoceno medio	Mag,Pv,Hem,Lim,Op,Ci,dJas	Silz,Cinz,Propz		49,8% Fe 54% Fe 2% Mn	Formación Mulichinco	Areniscas	Cretácico inferior
61	Augusta	37°43'50"	70°26'37"	Veta	Epitermal (7a)	Paleoceno superior - Eoceno medio	Mag,Hem,Cp,Pv,Pirol,Brau,Oxm,Ca		350.000 t (inferido)		Formación Huitrín	Calizas	Cretácico inferior
57	Ebe I, Ebe II, Cerro Negro Oeste	37°43'23"	70°24'25"	Veta	Epitermal (7a)	Paleoceno superior - Eoceno medio	Mag,Hem,Lim,Cp,Pv,Oxm,Ca	Silz,Cinz,Propz	25.000 t (Ebe II) (inferido)	43,15% Fe (Ebe II) 1,57% Mn (Ebe II)	Formaciones Mulichinco, Agrio, Colpilli	Areniscas, lutitas, calizas, andesitas	Cretácico inferior, Eoceno
58	Julio César, La Indígena, La Bruja	37°43'26"	70°19'32"	Skarn	Mesotermal (5d)	Paleoceno superior - Eoceno medio	Mag,Hem,Lim				Formaciones Agrio, Colpilli	Lutita, caliza, andesitas	Cretácico inferior, Eoceno
62	Bajada de la Grada	37°44'00"	70°28'40"	Veta	Epitermal (7a)	Paleoceno superior - Eoceno medio	Mag,Pv,Hem,Lim,Op,Ci,dJas	Silz,Cinz,Propz	28.125 t (inferido)		Formación Mulichinco	Areniscas	Cretácico inferior
64	Adriana I, II	37°46'21"	70°16'34"	Skarn	Mesotermal (5d)	Paleoceno superior - Eoceno medio	Mag,Pv,Hem,Lim,Oxm,Ca	Serz	5.000 t (inferido)	49% a 65,4% Fe 0,87 a 3,5% Mn	Formaciones Agrio, Colpilli	Lutita, caliza, andesitas	Cretácico inferior, Eoceno
63	Agua del Toro	37°46'03"	70°14'42"	Veta	Epitermal (7a)	Paleoceno superior - Eoceno medio	Mag,Hem,Lim	Silz,Propz			Formación Agrio	Calizas y lutitas	Cretácico inferior
65	Héctor Vicente, Héctor Vicente I	37°47'29"	70°18'23"	Veta	Mesotermal (5d)	Paleoceno superior - Eoceno medio	Mag,Hem,Lim				Formaciones Agrio, Colpilli	Lutita, caliza, andesitas	Cretácico inferior, Eoceno
67	La Rosa	37°49'30"	70°12'30"	Veta	Epitermal (7a)	Paleoceno superior - Eoceno medio	Hem,Lim				Formación Agrio	Calizas y lutitas	Cretácico inferior
68	Santa Olga	37°50'06"	70°22'17"	Skarn	Mesotermal (5d)	Paleoceno superior - Eoceno medio	Mag,Mhm,Hem,Lim,Ca,O,Gn	Serz,Cinz		67,5% Fe	Formaciones Agrio, Colpilli	Lutita, caliza, andesitas	Cretácico inferior, Eoceno
69	Santa Lucía, Africana I, II y III	37°50'27"	70°18'33"	Skarn	Mesotermal (5d)	Paleoceno superior - Eoceno medio	Mag,Hem,Lim,Sil4,Oxm	Serz,Cinz	200.000 t (inferido)	62% Fe 3,25% Mn	Formaciones Agrio, Colpilli	Lutita, caliza, andesitas	Cretácico inferior, Eoceno
70	Santa Laura, Santa Laura I	37°51'30"	70°16'00"	Skarn, veta	Epitermal (7a)	Paleoceno superior - Eoceno medio	Gth,Hem,Psi,Brau,Haus,Sil4,Lim		17.000 t (inferido)	40,28% Fe 11,28% Mn	Formaciones Agrio, Colpilli	Lutita, caliza, andesitas	Cretácico inferior, Eoceno
71	Santa Paula I, II	37°52'54"	70°17'07"	Veta	Epitermal (7a)	Paleoceno superior - Eoceno medio	Mag,Hem,Lim				Formaciones Colpilli, Cayanta	Andesitas, dioritas	Eoceno
81	Candelero II	38°09'48"	70°27'17"	Skarn	Epitermal (7a)	Paleoceno superior - Eoceno medio					Andesita Colpilli	Andesitas	Eoceno
87	La Miseria (La Candelaria), JR, La Angosta, La Espinosa, La Espinosa II, La Espinosa IV	38°14'44"	70°33'30"	Skarn	Mesotermal (5d)	Paleoceno	Hem,Mag,Pv,Cp,Mil4,Lim,Gn	Silz,Propz		54,80 a 59,83% Fe 0,1 - 0,28g/t Au 70-500 ppm Cu	Formaciones Lotena, La Manga, El Sillero	Calizas, areniscas, andesitas	Jurásico medio, Eoceno
90	San Sebastián	38°17'17"	70°23'14"	Skarn	Mesotermal (5d)	Paleoceno superior - Eoceno medio					Andesita Cayanta	Andesitas, aglomerados volcánicos	Eoceno
91	Cordhue	38°26'09"	70°51'14"								Andesita Colpilli	Andesitas	Eoceno

N°	NOMBRE DEL DEPÓSITO	COORDENADAS		MORFOLOGÍA	TIPO	EDAD GEOLOGICA	MINERALOGÍA	ALTERACIÓN HIDROTHERMAL	RESERVAS	LEYES	ROCA HUÉSPED	
		Latitud S	Longitud O								Unidad	Litología
101	Cerro Tres Hermanas	38°41'17"	70°48'44"	Veta	Volcanogénico (11c)	Pleistoceno inferior	Mag,Hem,Lim			27% Fe	Formación Niñeco	Volcanitas
102	Mallín Chileno	38°48'34"	70°48'30"	Veta	Volcanogénico(11c)	Pleistoceno inferior	Pg,Hem,Lim				Eclinita Piedra Santa	Esquistos
103	Marcedi Los Tambores	39°19'39"	70°09'40"	Placer	Sedimentario (12c)	Jurásico superior	Mag			29 a 37% Fe	Formación Pícuin Leufú	Areniscas
122	Piedra del Águila	40°02'54"	70°03'15"	Estratoligado	Sedimentario (9b)	Jurásico inferior	Hem,Lim			3-11% Fe	Formación Piedra del Águila	Areniscas, areniscas arcillosas
128	Huantraico	37°34'28"	69°41'07"	Manto	Volcanogénico (11c)	Mioceno inferior	Mag,Hem,Lim	Silz,Propz	3,5 t (extraído)	40 a 64% Fe	Basalto Cerro Cábrias	Basalto
MANGANESO												
95	Vaca Muerta	38°33'05"	70°12'15"	Estratoligado	Termal (7a)	Cuaternario	Psi,Pir,Lim,Ca			83,4% Mn	Formación Vaca Muerta	Areniscas, limolitas, calizas
100	Mallín de los Caballos	38°40'12"	70°07'08"	Estratoligado	Sedimentario (9i)	Jurásico superior - Cretácico inferior?	Psi,Pir,Lim				Formación Vaca Muerta	Areniscas, limolitas, calizas
104	La Casualidad	38°54'32"	70°38'18"	Estratoligado	Exhalativo hidrotermal (VMF)	Jurásico inferior	Oxmi,Mds,Ga,Bl,Al,M ag,Hem,Lim,Py,Ba	Silz	1.000 t	26,45% Mn	Formación Chachil	Caliza, toba
107	El Turfido	38°57'36"	70°30'15"	Estratoligado	Termal (7a)	Cuaternario	Psi,Pir,Wad,Lim			44,41 % Mn	Formación Los Molles	Caliza
119	Pícuin Leufú	39°28'00"	70°00'00"	Estratoligado	Sedimentario (9b)	Cretácico inferior	Psi,Pir				Formación Lohan Curá	Areniscas, arcillas
124	Piedra del Águila	40°03'43"	70°06'48"	Veta	Termal (7a)	Plioceno	Psi				Formación Colón Curá	Areniscas, tobas
168	Poeta	38°06'30"	68°33'01"	Estratoligado	Sedimentario (9i)	Cretácico superior	Psi,Pir,Lim				Bajo de la Carpa	Areniscas
169	Doña Cristina	38°12'00"	68°33'00"	Estratoligado	Termal (7a)	Cuaternario	Psi,Pir,Ca,Lim				Formación Huincol	Areniscas
144	Taqul Malal	38°24'20"	69°36'45"	Estratoligado	Termal? (7a)	Cuaternario	Psi,Pir,Lim				Formación Huincol	Areniscas
ORO												
8	Los Filos 2	36°48'21"	70°17'15"	Veta	Eternal (7b)	Pleistoceno inferior	Au,Ag,Ga,Bl,Cp,Bo,Pv, Mj,As,Cc,Cv, Dig, Hem, Calc, Lim, Q		1.188 t (inferido)	5 a 30 g/t Au 2 a 524 g/t Ag 2,8 % Cu 2,7 % Pb	Formación Cordillera del Viento, Granito Radales	Andesitas, tobas
9	Santos	36°51'48"	70°36'04"	Veta	Eternal (7b)	Paleoceno inferior	Au, Ag,Cp,Bo, Ga,Bl,Py,As rs,MJ,As,Cc, Cv,Dig,Hem,Calc,Lim,Q	Silz,Propz		1,8 a 22 g/t Au	Formaciones Cordillera del Viento, La Primavera, Granito radales	Volcanitas silíceas y mesosilíceas, sedimentitas y granitos
10	La Gregoria , Radales, La Pirita, Lomas del Trapiche, Guaraco Norte, El Indio, Silverio, Silverio 2	36°52'15"	70°38'03"	Veta	Eternal (7b)	Paleoceno inferior	Au, Ag,Cp,Bo, Ga,Bl,Py,As rs,MJ,As,Cc, Cv,Dig,Hem,Calc,Lim,Q	Serz,Kz,Silz,Ar,cz, Prpz	4.105 t (inferido)	0,3 a 98 g/t Ag hasta 0,72% Cu hasta 0,4% Pb hasta 0,05% Zn	Formación Cordillera del Viento, Formación Huaraco, Granito Huin- ganco	Volcanitas silíceas
12	Quebrada Félix, Gigia	37°01'27"	70°37'13"	Veta	Eternal (7b)	Paleoceno inferior	Au, Lim	Silz,Propz		< 1 a 11 g/t Au	Formación Huaraco, Granito Huin- ganco	Sedimentitas, granito, granodiorita
15	La Premio, La California, La Helvetia, La Nueva	37°08'22"	70°35'14"	Veta	Eternal (7b)	Paleoceno inferior	Au, Lim				Formación Arroyo del Torreón	Sedimentitas, tobas
16	Sorpresa	37°08'37"	70°36'49"	Veta	Eternal (7b)	Paleoceno inferior	Au, Lim		44.155 t		Formaciones Huaraco, La Premio, Granito Huinganco, Dactila Sofía	Areniscas, pelitas, volcánicas, diorita tonalita
18	Huemules, Lucía, La Negra, Minerva, María	37°10'02"	70°37'07"	Veta	Eternal (7b)	Paleoceno inferior	Au, Ag,Pyau,Pv,Cs,Ga,Bl,Ar, B,M,L,Im,Q	Silz,Serz,Propz	(Erika)43.393 t	< 1 a 50 g/t Au	Formación Huaraco, Dactila Sofía	Sedimentitas, tobas, dactila
19	Carlos Lamarca, Carlota, Constanza, Eulogia, Pepa, Evaristo, Don Víctor, Laura III	37°10'36"	70°38'00"	Veta	Eternal (7b)	Paleoceno inferior	Au, Ag,Pyau,Pv,Cs,Ga,Bl,Ar, B,M,L,Im,Q	Silz,Propz			Formación Huaraco, Dactila Sofía	Sedimentitas, tobas, dactila
20	Estefanía, Eduardo, Buena Vista, Santa Elena, Solitaria, Sofía, Julia, Valencia, Manto Fortuna, El Cayetano, El Manto, La Sudamericana, Obdulia, Rosario, El Pelado, Juanita, La Monita, Don Víctor III, Clorinda, Hortencia, Esperanza, Víctor II	37°11'31"	70°37'10"	Veta	Eternal (7b)	Paleoceno inferior	Au, Ag,Pyau,Pv,Cs,Ga,Bl,Ar, B,M,L,Im,Q	Silz,Serz,Propz	65.187 t	6 a 24,61 g/t Au	Formaciones Arroyo del Torreón , Huaraco, La Premio, Dactila Sofía	Sedimentitas, tobas, dactila
22	Afluentes del río Neuquén, 32 arroyos de la Margen izquierda entre Huinganco y Paso Huérfin	37°14'31"	70°38'50"	Placer	Placer Au (12a)	Holoceno	Au, Mag,Bs,Cin		1.300,373,241 m3 (inferido)	0,212 g/m3	Depósitos aluviales	Depósitos aluviales
	Maria Esther, Piedra Blanca,									3 a 10 g/t Au		

N°	NOMBRE DEL DEPÓSITO	COORDENADAS		MORFOLOGÍA	TIPO	EDAD GEOLÓGICA	MINERALOGÍA	ALTERACIÓN HIDROTHERMAL	RESERVAS	LEYES	ROCA HUÉSPED		
		Latitud S	Longitud O								Unidad	Litología	
23	Quebrada, Quebrada I, Reina, Desconfianza (El Porvenir), Helmal y II, Don Natalio, Guillermo Nicolás, La Victoria, 17 de Octubre, Salas, Arroyo Yeguas, Pertencia Helena, Arroyo Atrauquita	37°15'00"	70°37'42"	Veta	Épitermal (7b)	Paleoceno	Au, Ga, Bi, Cp, Py, Pb, Ag, Tl, C, Ti, Mg, Cu, Mn, As, Cer, Ang, Lim, Q, C, Propz	Kz, Qserz, Sliz, Clnz, Propz	155.724 t (inferido)	112 a 300 g/t Ag, 4 a 47% Pb, 7 a 30% Zn, 1 a 1,8% Cu	Formación Cordillera del Viento	Volcanitas	Triásico superior
25	Recompensa, Milia Michicó,	37°16'30"	70°38'43"	Veta	Épitermal (7b)	Paleoceno	Pb, Au, Ag, Ga, Bi, Q, Lim		18.000 t (inferido)	4 a 15 g/t Au, hasta 8 % Pb	Formación Cordillera del Viento	Volcanitas	Triásico superior
35	Cerro Mayal, La Parva, La Parva I, Tito Melchor, Las Rocalosas, Cerro La Virgen, Sonia	37°19'53"	70°24'01"	Veta	Épitermal (7b)	Paleoceno superior - Eoceno medio	Au, Cp, Py, Po, Q, Ca, Lim	kz, Propz	21.600 (inferido) (Cerro Mayal)	vest. a 90 g/t Au, 1.30 a 25 g/t Ag	Formaciones Mulichinco, Agrio, Andesita Colipilli	Areniscas, margas, pelias, pófirio andesítico	Cretácico inferior, Eoceno
37	Alamo I, Alamo II	37°21'43"	70°30'35"	Veta	Épitermal (7b)	Paleoceno superior - Eoceno medio	Au	Sliz, Propz			Formación Tordillo	Areniscas, conglomerados	Jurásico superior
1	Las Eugénias 1, 2, 3	37°41'24"	71°03'06"	?	Épitermal (7b)	Paleoceno superior - Eoceno medio	Au				Grupo Cuyocho	Lavas y brechas andesíticas	Plioceno inferior
2	Doña Evangelina	38°58'42"	71°16'55"	Veta	Épitermal (7b)	Cretácico superior - Eoceno medio?	Au, Q, Lim	Propz			Grandiorita Paso de calma	Granitoides	Cretácico superior
105	Llano 1, 2	38°55'46"	70°34'19"	Veta	Épitermal (7b)	Cretácico superior?	Au				Complejo Plutónico del Chachil, Formación Nireco	Granitoides, volcánicas	Pérmico inferior y Triásico superior
108	Chachil 1, 2, 3	39°04'37"	70°34'25"	Veta	Épitermal (7b)	Cretácico superior?	Au				Complejo Plutónico del Chachil, Formación Nireco	Granitoides, volcánicas	Pérmico inferior y Triásico superior
109	Río Pulmarí	39°05'40"	70°59'07"	Placer	Placer Au (12a)	Holoceno	Au				Depósitos fluvioaluviales	Depósitos aluviales	Plastoceno superior
3	Estancia Quillén	39°21'49"	71°02'56"	Placer	Placer Au (12a)	Holoceno	Au				Depósitos aluviales	Depósitos aluviales	Holoceno
4	Río Quillén	39°22'00"	71°10'38"	Placer	Placer Au (12a)	Holoceno	Au				Depósitos aluviales	Depósitos aluviales	Holoceno
116	Puerto Quemado	39°24'59"	70°55'58"	Placer	Placer Au (12a)	Holoceno	Au				Depósitos aluviales	Depósitos aluviales	Holoceno
120	Estancia Ranchuqué	39°29'23"	70°56'41"	Placer	Placer Au (12a)	Holoceno	Au				Depósitos aluviales	Depósitos aluviales	Holoceno
121	Rincón de la Media Luna	39°31'26"	70°58'18"	Placer	Placer Au (12a)	Holoceno	Au			2 g/m3		Depósitos aluviales	Holoceno

PLOMO - CINC													
21	Basilio, Victoria	37°14'00"	70°29'19"	Veta	Epitermal (7e)	Paleoceno superior - Eoceno medio	Ga, Bi, Ba, Lim		21.875 t (inferido)	4,38% Pb, 7,01% Zn, 102,36 g/t Ag	Formación Lotena, Andesita Colipilli	Areniscas margosas, diques andesíticos	Jurásico medio, Eoceno
24	Paulo Nicolás	37°16'09"	70°41'07"	Veta	Epitermal (7e)	Paleoceno	Ga, Bi, Cp, Py, Cu, Mn, Cer, Ang, Lim	Qserz			Formación Cordillera del Viento	Volcanitas	Triásico superior
26	Don Natalio, Cura Mallín	37°18'27"	70°39'20"	Veta	Epitermal (7e)	Paleoceno	Ga, Bi				Formación Tordillo	Areniscas	Jurásico superior
38	Atahualpa, General Paz	37°21'56"	70°33'53"	Veta	Epitermal (7e)	Paleógeno	Ga, Bi, Py, Q, Sid, Ca, Ba, Li, m			vest. a 10% Pb, 1,90 a 2,60% Zn, 8,60 g/t Ag	Formación Tordillo, Basalto El Catre	Areniscas, conglomerados, basaltos	Jurásico superior, Plástoceno inferior
51	Vetas: María Aurelia, Cacique Purrán, Octubre, El Pibe I, II y III	37°38'38"	70°25'21"	Veta	Epitermal (7e)	Paleógeno	Ga, Bi, Cp, Lim				Formaciones Mulichinco, Colipilli	Areniscas, andesitas	Cretácico inferior, Eoceno
55	La Esperanza	37°42'50"	70°19'38"	Veta	Epitermal (7e)	Paleoceno superior - Eoceno medio	Ga, Ba, Py, Hem, Lim, Cer, Ca	Clnz, Propz			Formación Agrio, Andesita Colipilli	Lutita, caliza, andesitas	Cretácico inferior, Paleoceno superior-Eoceno medio
66	La Y	37°48'23"	70°38'36"	Veta	Epitermal (7e)	Paleoceno superior - Eoceno medio	Ga, Bi, Py, Ca, Lim		21.400 t (inferido)	1.30 a 14,36% Pb, 2,82 a 4,11% Zn, 1,223 a 4,944 g/t Ag, 4,18% Pb, 3,44% Zn, 0,34% Cu, 8,2 g/t Au, 3 g/t Ag	Formación Vaca Muerta, Andesita Colipilli	Areniscas, lutitas, diques de pófirio andesítico	Cretácico inferior, Paleoceno superior-Eoceno medio
77	La Silvita, Carolina	38°01'22"	70°32'10"	Veta	Epitermal (7e)	Paleoceno	Ga, Bi, Cp, Py, Au, Ba, Lim, Q	Arcz	2.700 t (inferido)		Formación Los Molles	Areniscas	Jurásico inferior
80	La Dorita	38°03'09"	70°31'21"	Veta	Epitermal (7e)	Paleoceno	Ga, Bi, Py, Lim, Q				Formación Lotena	Areniscas	Jurásico medio
83	Vetas: Lastenia, Carmen, Teresa, Temis, La Chilena, Meriá, Belén,	38°17'17"	70°35'17"	Veta	Epitermal (7a)	Paleoceno	Ga, Ag, Pb, Fe, Al, Py, Pb, C, Ar, Ana, Csm		177.370 t	5,2 a 22,85% Pb, 2,95 a 16,14% Zn	Formaciones Los Molles y Lotena, Andesita El Sillero	Pedraza areniscas, andesitas	Jurásico inferior y medio, Paleoceno

N°	NOMBRE DEL DEPÓSITO	COORDENADAS		MORFOLOGÍA	TIPO	EDAD GEOLÓGICA	MINERALOGÍA	ALTERACIÓN HIDROTHERMAL	RESERVAS	LEYES	Unidad	ROCA HUÉSPEZ	
		Latitud S	Longitud O									Litología	Edad
87	Garmela, Anelía, Carola, Cacique	38°55'24"	70°24'42"	Veta	Epitermal (7e)	Paleoceno superior - Eoceno medio	Lim, Osm, Q, Ba, Ca	Chz	305.000 t (inferido)	115 a 592 g/t Ag 28,24% Pb (promedio) 2 a 3% Zn 11 a 973 g/t Ag	Formación Vaca Muerta	Lutitas	Cretácico inferior
88	Vetas: Victoria, Agustina, La Juana, Mercedes, San Martín, Siberia, Tendida, Sorpresa, Santa Rosa	38°15'24"	70°24'42"	Veta	Epitermal (7e)	Paleoceno superior - Eoceno medio	Garg, Bl, Cp, Py, Lim, Ca, Si, d, Q				Formación Lajas, Andesita Colpilli	Areniscas, pófirro andesítico	Jurásico medio, Paleoceno superior-Eoceno medio
89	Prato, San Sebastián	38°17'07"	70°27'14"	Veta	Epitermal (7e)	Paleoceno superior - Eoceno medio	Ga, Bl, Py				Basalto Tipilihuque	Andesita	Plioceno
92	Cefeiro Namuncurá	38°26'28"	70°48'11"	Veta	Epitermal (7e)	Paleoceno superior - Eoceno medio	Ga, Py, Q, Lim				Complejo Plúvico del Chahuil, Formación Nirecó, Formación Lapa	Granitoides, volcánicas, conglomerados	Pérmico inferior, Triásico superior
106	Vetas: Carrení, Carrení TG, Carrení II, Carrení III, Carrení IV, La Celosa, La Peña, Felipe	38°56'34"	70°32'33"	Veta	Epitermal (7e)	Cretácico superior?	Garg, Bl, Cp, Py, Ars, Au, T, Ni, Tr, Po, Cv, Dig, Mi, Az, Cc, Lim, Oxfé, Osm, Q, Ca, Ba		70.000 t (inferido) (Carrení II + Carrení TG)	10,1 a 61,50% Pb 0,2 a 21,60% Zn 6,6 a 321 g/t Au 380 - 960 g/t Ag	Formación Lajas	Areniscas, pelitas, calizas	Jurásico medio
111	Puesto Gregor	39°12'36"	70°01'50"	Estratoligado	MYT (9c)	Paleógeno?	Ga, Bl, Py, Mar		40.500 t (inferido)	0,04 a 0,075% Pb 2,3 a 5,32% Zn	Formación Los Molles, Andesita Auca Pan	Pelitas, areniscas, andesitas	Jurásico inferior, Paleoceno inferior
114	Rosa Argentina	39°20'42"	70°45'10"	Veta	Epitermal (7e)	Paleoceno superior - Eoceno medio?	Ga, Bl, Py, Q, Ca				Ectinita Piedra Santa	Esquistos	Devónico-Carbonífero
115	1° de Mayo	39°24'51"	70°38'36"	Veta	Epitermal sedex? (7e)	Paleoceno superior - Eoceno medio?	Ga, Bl, Py, Ca, Q		5.094 t	6,55 a 7,15% Pb 8,35% Zn 10,07 g/t Ag	Andesita Auca Pan	andesitas, diques andesíticos, tobas	Paleoceno inferior
5	Quillén TG	39°27'08"	71°14'59"	Veta	Epitermal (7e)	Pérmico medio a superior?	Ga, Bl, Cp, Py				Andesita Auca Pan	andesitas, diques andesíticos, tobas	Paleoceno inferior
6	Arroyo Metrecó	39°49'03"	71°26'30"	Veta	Epitermal (7e)	Pérmico medio a superior?	Ga				Andesita Auca Pan	andesitas, diques andesíticos, tobas	Paleoceno inferior
123	Aguada del León	40°02'54"	70°21'47"	Veta	Epitermal (7e)	Pérmico medio a superior	Ga				Granito Cayupil	Granitoides	Pérmico medio-superior
BARITINA													
28	Arroyo Nuevo, La Vieja	37°18'32"	70°39'19"	Estratoligado	Sedex (8e)	Jurásico inferior	Ba, Ga, Bl, Cp, Py, Ars, Q, Lim	Oserrz, Arcz, Chz	80.000 t	92,4% BaSO4	Formaciones Los Molles y Colpilli	Areniscas pelitas, tobas, andesitas	Jurásico inferior y Eoceno
29	Don Elias Alberto, Don Santiago	37°18'37"	70°38'42"	Veta	Epitermal (7h)	Paleoceno	Ba, Ga, Bl, Cp, Q, Lim	Sliz, Propz			Formación La Premia	Sedimentitas, tobas	Pérmico inferior
31	La Vieja I	37°18'49"	70°16'09"	Veta	Epitermal (7h)	Paleoceno	Ba, Ga, Bl, Cp, Q, Lim	Sliz, Propz			Formación La Premia	Sedimentitas, tobas	Pérmico inferior
32	Don Carlos, Don Jorge	37°19'07"	70°38'43"	Veta	Epitermal (7h)	Paleoceno	Ba, Ga, Bl, Cp, Q, Lim	Sliz, Propz			Formación La Premia	Sedimentitas, tobas	Pérmico inferior
33	Don Rodolfo	37°19'24"	70°39'23"	Veta	Epitermal (7h)	Paleoceno	Ba, Ga, Bl, Cp, Q, Lim	Sliz, Propz			Formación La Premia	Sedimentitas, tobas	Pérmico inferior
52	Barba Klein (ex la Esperanza)	37°39'	70°01'	Mantos	Estratiforme (9d)	Paleoceno	Ba				Grupo Mendoza	Areniscas, yeso	Jurásico-Cretácico
60	San Eduardo	37°45'	70°17'	Mantos	Estratiforme (9d)		Ba		100.000 t (inferidos)	BaSO4, 84,4%	Grupo Mendoza, Plutonitas Andinas	Calcreto arcilloso, andesitas	Jurásico-Cretácico Terciario
59	Saúl Chico, La Intermedia, Colpilli II, Carlita II, Julio César, Julio César IV, El Cacique, Colpilli I, La Indígena, La Bruja, Luis Eduardo, San Blas, 20 de Diciembre, Bienvenida, Carlita	37°43'36"	70°19'30"	Veta	Epitermal (7h)	Eoceno	Ba, Mag, Py, Bl, Ga, Tr, Cr, Pb, Cv, Hem, Az, Fe, Q	Sliz, Chz, Propz	44.200 t	64,55% BaSO4	Formación Agrio, Andesita Colpilli	Lutita, caliza, andesitas	Cretácico inferior y Eoceno
72	El Vasquito	37°54'57"	70°22'46"	Veta	Epitermal (7h)	Eoceno	Ba, Py, Bl, Q, Manca, Osm, n, Lim	Chz, Propz	2.300 t	70,89% BaSO4	Formación Mulichincho	Lutita, arenisca	Cretácico inferior
73	La Mabel	37°58'30"	69°59'	Mantos	Estratiforme (9d)		Ba				Grupo Mendoza	areniscas, calcreas y calizas oolíticas	
76	Palo Quemado	38°01'	70°09'	Mantos	Estratiforme (9d)		Ba				Formaciones Lajas, Lotena, Vaca Muerta	calizas y margas	Jurásico - Cretácico
78	La Rosita, Alex	38°02'38"	70°29'52"	Veta	Epitermal (7h)	Paleoceno	Ba, Py, Ga, Bl, Q, Ca, Si, d, Lim, Osm		500.000 t (La Rosita)	91,70% BaSO4 (La Rosita)	Areniscas, pelitas, caliza	Jurásico inferior a medio, Cretácico inferior	
79	31 de Marzo	38°02'57"	70°30'11"	Veta	Epitermal (7h)	Paleoceno	Ba, Ga, Bl, Ca, Lim				Formación Tordillo	Areniscas	Jurásico superior
82	Los Abuelos, El Duido	37°43'	70°12'	Manto	Estratiforme (9d)		Ba, Ga, Py, Ca, Lim, Oxfé, n, Lim				Grupo Mendoza	Areniscas	Jurásico-Cretácico
8e	El Puente, María Eugenia,	38°12'46"	70°22'12"	Veta	Epitermal (7e)	Paleoceno	Ba, Ga, Py, Ca, Lim, Oxfé, n, Lim				Formaciones Lotena, La Manga, El	Areniscas, pelitas andesíticas	Jurásico medio a superior

N°	NOMBRE DEL DEPÓSITO	COORDENADAS		MORFOLOGÍA	TIPO	EDAD GEOLÓGICA	MINERALOGÍA	ALTERACIÓN HIDROTHERMAL	RESERVAS	LEYES	Unidad	ROCA HUÉSPED	
		Latitud S	Longitud O									Litología	Edad
93	Joséfa, Sarita Achalay	38°52'30"	70°06'00"	Veta	Epitermal (7n)	Eoceno	Q,smn,Q Ba,Ce,Ga,Bi,Pb,Ca,Cu,Gy P,Cer,Hem,Lim,Oxnm	Sarta	250.000 t	88,2% BaSO4	Sillero Formación Tordillo	Areniscas, limolitas	Jurásico superior y Paleoceno
94	Río Agrio, Río Agrio II, III, IV, V, VI y VII	38°52'37"	70°06'21"	Veta	Epitermal (7n)	Eoceno	Ba,Ga,Cp,Pb,Ca,Manca, Q,Oxcl,Lim		550.000 t	80,6% BaSO4	Formaciones Tordillo y Auquillo	Areniscas, yeso	Jurásico superior
95	Mallín Quemado TG	38°53'54"	70°06'36"	Veta	Epitermal (7n)	Eoceno	Ba,Ga,Cp,Pb				Formación Tordillo	Areniscas, limolitas	Jurásico superior
97	Achalay II, Achalay III	38°54'20"	70°07'41"	Veta	Epitermal (7n)	Eoceno	Ba,Gyp,Ga,Bi,Pb,Cer,He mi,Ca,Q, Lim				Formaciones Tordillo, Auquillo	Areniscas, yeso	Jurásico superior
98	Mallín Quemado	38°54'56"	70°08'29"	Veta	Epitermal (7n)	Eoceno	Ba,Ga,Pb,Ca				Formación Tordillo	Areniscas, limolitas	Jurásico superior
99	La Porfía, Liao Liao	38°55'20"	70°12'25"	Veta	Epitermal (7n)	Eoceno	Ba,Ce,Pb,Cp,Ca,PbAu, Manca,Q		95.000 t	83,40% BaSO4	Formación Tordillo	Areniscas, limolitas	Jurásico superior
ÁREAS FAVORABLES													
En todos los casos, los valores en ppm indicados corresponden a sedimentos de corriente. Las coordenadas geográficas son valores medios.													
A	Cajón de los Chenques	36°27'53"	70°44'30"	diseminado y venillas	Zona de alteración hidrotermal	Paleoceno inferior	Py,Mag,Hem, Lim	Kz,Qserz,Propz, Arcz		60 - 145 ppm Cu 26 - 62 ppm Pb 79 - 290 ppm Zn 6 - 148 ppm Mo <0,02 - 0,20 ppm Au 0,10 - 2,90 ppm Ag	Monzodiorita Lambedero, Andesita Cayanta, Formación Cajón Negro	Monzodiorita, andesitas y aglomerados	Paleoceno inferior, Paleoceno superior-Eoceno medio, Plioceno inferior
B	Dornuyo	36°38'48"	70°21'53"	Vetas?, skarn?	Epitermal?, metasomático?	Terciario	Py,Mag,Cp,Bi,Ga			140 - 390 ppm Pb 120 - 330 ppm Zn 0,5 - 16,5 ppm Ag 36,4 - 262 ppm As 300 - 200 ppm Cu 1.330 - 2.900 ppm Pb 3.600 - 4.200 ppm Zn 14 a 36 ppm Mo	Formaciones Cordillera del Viento, Los Molles, Auquillo, Grupo Mendoza, Andesita Pelán, Basal to, Coycho, Granito Cerro Domu yo, Basalto Chapúa	Volcanitas silíceas y mesosilíceas sedimentitas, basaltos, granitoides	Triásico superior, Jurásico, Cretácico, Plioceno, Pleistoceno
C	Guaraco Norte	36°51'32"	70°38'17"	diseminado y venillas	Zona de alteración hidrotermal	Paleógeno	Py, Lim	Kz,Qserz,Propz,Arcz		8 - 50 ppm Ag Anomalías de Mo	Formaciones Guaraco Norte y Cordillera del Viento, Granito Radales, Andesita Colpilli	Metamorfitas, volcánitas, granito, andesita	Devónico-Carbonífero, Triásico superior, Paleógeno
D	Colomichicó	37°00'04"	70°33'14"	Manto	Exhalativo hidrotermal BIF - BIMEF	Jurásico inferior	As,Hem,Mag,Ca,Ba,Pb, Cu,Ars,Ga,Oxcl,ETR		180.000.000 t (inferidos)	21% Fe 9,27 - 282 ppm ETR	Formaciones Milia Michichó-La Primavera	Volcánitas, areniscas	Jurásico inferior
E	Butalón Norte	36°58'06"	70°39'47"	diseminado y venillas	Zona de alteración hidrotermal	Paleoceno	Cp,Au,Ag,El,Bi,Mag,Lim	Kz,Qserz,Propz		< 1 - 310 ppm Cu < 10 - 570 ppm Pb 5 - 410 ppm Zn < 1 - 26 ppm Mo < 0,02 - 0,56 ppm Au 0,05 - 8,30 ppm Ag	Formación Cordillera del Viento, Grandiorita Valvarco, Tonalita Butalón	Volcánitas, granodiorita, tonalita	Triásico superior, Paleoceno inferior
F	Los Maitenes - El Salvaje	37°14'35"	70°39'49"	diseminado y venillas	Zona de alteración hidrotermal	Paleoceno inferior	Cp,Bi,Ttr,Pb,Ga,Bi,Po, Mo,Au,Cv,Mi,As, Lim,Q	Kz,Qserz,Propz,Arcs		0,4g/t Au	Formación Cordillera del Viento, Dacia Los Maitenes	Volcánitas, tonalita	Triásico superior, Paleoceno inferior
G	Cura Mallín	37°19'04"	70°39'08"	Vetas y diseminado		Paleógeno	Ga,Bi,Cp,Po,Py,As,Q,LI m, Cp,Py,Ga,Bi,Cc,Cv,Mai, As, Lim	Qserz,Arcz,Clnz		60 ppm - 1% Cu 40 ppm - 8% Pb 80 ppm - 1% Zn 2 - 16 ppm Mo 3,5 g/t Au	Formaciones Los Molles, Lotena y Auquillo, Subgrupo Tres Puntas, Andesita Colpilli	Sedimentitas, granitoides, andesitas	Jurásico, Paleoceno inferior, Paleoceno superior-Eoceno medio
H	Cura Mallín	37°19'04"	70°39'08"	SEDEX		Paleógeno					Formaciones Los Molles, Lotena y Auquillo	Sedimentitas	Jurásico
I	Cordillera Blanca	36°44'25"	71°03'45"	diseminado y venillas	Zona de alteración hidrotermal	Mioceno medio	Py, Lim	Kz,Qserz,Propz,Arcs		0,022 - 0,078 g/t Au 0,582 - 1,00 g/t Ag	Andesita Cayanta, Granito Las Lagunas	Volcánitas, granitoides	Paleoceno superior-Eoceno medio, Mioceno medio
J	Sierra de la Vaca Muerta	38°40'00"	70°15'00"	estratoligado	MVT?	Jurásico superior	Py			10 - 460 ppm Pb 10 - 320 ppm Zn 5% Fe	Formación La Manga Formaciones Lotena, La Manga,	Calizas, areniscas calcáreas	Jurásico superior

N°	NOMBRE DEL DEPÓSITO	COORDENADAS		MORFOLOGÍA	TIPO	EDAD GEOLÓGICA	MINERALOGÍA	ALTERACIÓN HIDROTHERMAL	RESERVAS	LEYES	ROCA HUÉSPEDE		
		Latitud S	Longitud O								Unidad	Litología	Edad
K	Cerro Nevazón	36°51'35"	70°27'45"	Skarn	Metasomático	Paleoceno superior - Eoceno medio	Po,Py,Ars,Mag,Cp,Au,A g			405 ppm Cu 409 ppm Pb 48 ppb Au	Auquillo, Tordillo y Vaca Muerta, Andesita Pelán	Sedimentitas, andesitas	Jurásico y Cretácico inferior, Paleoceno superior
L	Quebrada del Bronce	37°26'35"	70°27'02"	diseminado y venillas	Zona de alteración hidrotermal	Paleoceno superior - Eoceno medio	Cp,Au,El,Bi,Py,Po,Lim, Q	Kz, Qserz, Arcz, Propz		0,64% Cu 21 ppm Zn 0,03-0,09 g/t Au 0,78 g/t Ag	Formaciones Los Molles, Tabanos, Lotena, Auquillo, Tordillo y Vaca Muerta, Andesita Colipilli	Sedimentitas, microdiorita y andesita	Jurásico y Cretácico inferior, paleoceno superior, Eoceno medio
M	El Sillero	38°13'48"	70°32'53"	veta	Epitermal	Paleoceno inferior	Ga,Ba	Qserz, Propz		100-575 ppm Cu 115-275 ppm Pb 40-11.150 ppm Zn	Formaciones Lotena, La Manga y Tordillo, Grupo Campana Mahuida	Sedimentitas, granitoides, andesitas	Jurásico y Paleoceno inferior
N	Cerro Las Lajas	38°47'26"	70°41'46"	diseminado y venillas	Epitermal	Plioceno superior	Cp,Bi,Po,Py,Mag,Mo,H em,Lim	Qserz, Arcz, Propz		10-150 ppm Cu 10-900 ppm Pb 20-460 ppm Zn 2-30 ppm Mo	Ectmita Piedra Santa, Complejo Plutónico del Chachil, Formación Ñirec, Andesita Palau Mahuida	Metamorfitas, granitoides, volcánicas y andesitas	Devónico-Carbonífero, Pérmico inferior, Triásico superior y Plioceno
O	Cerro Atravesada	38°58'41"	70°38'13"	veta	Epitermal	Cretácico superior?	Cp,Bo,Py	Qserz		50 ppm a 1,42% Cu	Complejo Plutónico del Chachil, Formaciones Ñirec, Lapa, Chachil y Los Molles, Riadaeta Chachil Chico	Granitoides, volcánicas, sedimentitas y riadaetas	Pérmico inferior a medio, Triásico superior, Jurásico inferior, Cretácico superior
P	Pulmarí	39°00'03"	71°16'43"	diseminado y venillas	Epitermal	Paleoceno?	Au,Py,Mag,Mi,Az,Hem, Lim	Qserz, Propz			Granodiorita Paso de calma	Granitoides, gabbro, quartz-plug, brecha hidrotermal	Cretácico inferior a superior

Abreviaturas: Ag=plata, Al=alabandita, Ang=anglésita, An=anqueueta, Ar=argenita, Ars=arsenopirita, As=asfálita, Au=oro, Az=azurita, Ba=baritina, Bl=blenda, Bo=borrita, Bau=braunita, Ca=calcita, Calc=calcantita, Car=carmita, Ccc=calcosina, Ccc=celestina, Ccc=cerrosita, Crc=cinabrio, Cld=clorita, Cld=calcedonia, Cln=calcolita, Cp=calcopirita, Cris=crisocola, Cu=cobre, Cup=cuprita, Dela=delafosta, Dig=digénita, El=electrum, Ga=galeña, Garg=galeña argentífera, Gra=grafito, Haus=hausmannita, Heaz=heazlewoodita, Hem=hematita, Hemi=hemimorfita, Jar=jarosita, Jas=jaspe, Um=limonita, Manca=manganocalcita, hm=magnetita, Mag=magnetita, Op=ópalos, Oxc=óxidos de hierro, Oxm=óxidos de manganeso, Oxu=óxidos de uranio, Pb=plomo, Pch=pechblenda, Pir=pirargirita, Po=pirotina, Psi=psilomelano, Py=pirita, Pyau=pirita aurífera, Rds=rodocrosita, Tr=tetraedrita, Ty=tyuyvanunita, Van=vanadinita, Vol=volborthita, Wad=swad, Wt=wolframita, Zeu=zeunierita. Alteración hidrotermal: Adz=adularita, Arcz=argilitización, Chz=caolinitización, Clz=cloritización, Cz=caolinitización, Qserz=cuarzo-serpentina, Propz=propilitización, Qserz=quarz-serpentina, Silz=silicificación.