

METALOGÉNESIS Y POTENCIAL DE RECURSOS MINERALES METALÍFEROS DE LA PROVINCIA DE RÍO NEGRO

**Fernando Ganem, Dolores Álvarez, Samuel Gregorat, Marcelo Dalponte,
Gabriel Asato, Raúl Giacosa, Diego Azcurra, Andrea Turel, Javier Peroni,
Luis Ferpozzi, Martín Gozálvez, Pablo Juárez, Leda Moser**



Caolinización en la región de Mamuel Choique

METALOGÉNESIS Y POTENCIAL DE RECURSOS MINERALES METALÍFEROS DE LA PROVINCIA DE RÍO NEGRO

Responsable técnico: Marcelo Dalponte¹, Fernando Ganem²

Geología: Raul Giacosa³

Metalogenia: Fernando Ganem², Martín Gozalvez²

Base de datos: Pablo Juárez¹, Marcelo Dalponte¹, Fernando Ganem²

Sensores Remotos: Diego Azcurra²

Geoquímica: Luis Ferpozzi², Andrea Turel²

Geofísica: Dolores Álvarez², Javier Peroni²

Integración y análisis de potencial: Samuel Gregorat² y Dolores Álvarez²

Modelos numéricos y GIS: Gabriel Asato²

Cartografía y Edición: Leda Moser², Dolores Álvarez²

1 Servicio Geológico Minero Argentino – Centro Viedma

2 Servicio Geológico Minero Argentino – Instituto de Geología y Recursos Minerales

3 Servicio Geológico Minero Argentino – Centro General Roca

Supervisión: Fernando Ganem, Dolores Álvarez, Pablo Johanis

Validación: Pablo Johanis, Noelia Iannizzotto

Edición: Marcos Vila

SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO

Presidente: Dr. Eduardo O. Zappettini

Secretaria Ejecutiva: Lic. Silvia Chavez

INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES

Director: Dr. Martín Gozalvez

DIRECCIÓN DE RECURSOS GEOLÓGICO-MINEROS

Director: Lic. Pablo E. Johanis

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Esta publicación debe citarse como:

Ganem Fernando, Álvarez Dolores, Gregorat Samuel, Dalponte Marcelo, Asato Gabriel, Giacosa Raúl, Azcurra Diego, Turel Andrea, Peroni Javier, Ferpozzi Luis, Gozalvez Martín, Juárez Pablo y Moser Leda, 2023. Metalogénesis y potencial de recursos minerales metalíferos de la provincia de Río Negro. Servicio Geológico Minero Argentino. Serie Contribuciones Técnicas – Recursos Minerales N° 50, 87 pp. Buenos Aires.

ISSN 2618-5032

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



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

Edificios 14 y 25 | (11) 5670-0100

www.segemar.gov.ar

CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. ESTRATIGRAFÍA	4
2.1. Geología y estructuras	4
2.2. Base de datos de proyectos en desarrollo	4
2.3. Padrón minero catastral	4
3. MARCO GEOLÓGICO Y TECTÓNICO	5
3.1. Cordillera Patagónica Septentrional	6
3.2. Precordillera Patagónica	6
3.3. Macizo Nordpatagónico o de Somuncurá	7
3.4. Cuenca Neuquina	9
3.5. Cuenca del Colorado	9
4. UNIDADES TECTONOESTRATIGRÁFICAS	10
Introducción	10
4.1. Basamento Igneo Metamórfico del Paleozoico Inferior (€D bim)	10
4.2. Magmatismo Ordovícico (O m)	10
4.3. Depósitos Marinos de Plataforma del Paleozoico Inferior (OS mpPF)	10
4.4. Basamento Igneo Metamórfico del Paleozoico Superior (Cp bim)	10
4.5. Plutones Postcolisionales Pérmicos (P pyPC)	12
4.6. Volcanismo Postcolisional Permo-Triásico (PTr vPC)	12
4.7. Granitoides Mesozoicos (TrJ py)	12
4.8. Volcanismo de Intraplaca Jurásico (J vpIP)	12
4.9. Volcanismo de Retroarco Jurásico (J vβαRA)	12
4.10. Depósitos de Cuenca de Rift Mesozoico (TrK cR)	12
4.11. Arco Magmático Mesozoico (JK am)	12
4.12. Depósitos de Cuenca de Retroarco (JNT cra)	12
4.13. Depósitos de plataforma (KTP dpf)	12
4.14. Arco Magmático Paleógeno-Neógeno (TPTN am)	13
4.15. Volcanismo Basáltico Intracratónico (T vβic)	13
4.16. Depósitos de Cuenca de Antepaís Terciarios (TNQ ca)	13
4.17. Depósitos Marinos Terciarios (T mp)	13
4.18. Depósitos Modernos (Qd)	13
5. MODELOS DE DEPÓSITOS	13
5.1. Depósitos Sedimentarios Ferríferos (9e)	15
5.1.1. Sierra Grande	15
5.2. Depósitos asociados a granitoides con W-Mo (6a)	15
5.2.1. Mina General San Martín	16
5.3. Depósitos epitermales de oro de alta sulfuración (HS) (7e)	17
5.3.1. Proyecto Caltrauna	18
5.3.2. El Puesto	20
5.3.3. Cerro La Mina	20
5.3.4. Proyecto Iván	21
5.3.5. Laguna Amarilla	21
5.4. Depósitos epitermales de baja sulfuración (LS) – sulfuración intermedia (IS) (7b y 7m)	22
5.4.1. Cerro Abanico	23
5.4.2. Trancura	23
5.4.3. Proyecto La Luz	23
5.4.4. Proyecto Cerro Choique	24
5.4.5. Dos Lagunas	25

5.4.6. Proyecto Cañadón del Moro.....	26
5.4.7. Proyecto Calcatreu LS.....	26
5.4.8. Proyecto Arroyo Verde LS	28
5.4.9. San Roque LS	29
5.5. Polimetálicos simples y complejos (14c y 7c).....	29
5.5.1. Distrito Gonzalito POL	29
5.5.2. Toruel - POL	31
5.5.3. San Patricio - POL	32
5.6. Depósitos sedimentarios con U+ Cu+ V en areniscas (9b).....	33
5.6.1. Ivana U	35
5.6.2. Anit U	35
5.6.3. Santa Bárbara U	36
6. METALOGÉNESIS	38
6.1. Episodios Famatinianos	38
6.1.1. Faja Metalogenética Silúrico-Devónica: PRE-PAT.....	38
6.2. Episodios Gondwánicos	39
6.2.1. Faja Metalogenética Pérmica: POS-PCP	39
6.3. Episodios Mesozoicos	39
6.3.1. Faja Metalogenética Triásica-Jurásica Inferior: POS-AmtrJ	39
6.3.2. Faja Metalogenética Jurásica: POS-RJ	39
6.3.3. Faja Metalogenética Cretácico-Terciaria: POS-KT	40
6.3.4. Faja Metalogenética Cretácica: POS-AMK	40
6.4. Episodios Ándicos	40
6.4.1. Faja Metalogenética Terciaria: POS-AMT.....	40
7. TÉCNICAS DE ANÁLISIS GEOLÓGICO-MINERO.....	40
7.1. Sensores remotos	41
7.1.1. Procesamiento de Imágenes LandSat 8	41
7.1.2. Procesamiento de imágenes SRTM.....	41
7.1.3. Procesamiento de Imágenes ASTER.....	41
7.2. Geofísica	42
7.2.1. Magnetometría aérea	42
7.2.2. Espectrometría de rayos gamma	42
7.3. Geoquímica	44
7.3.1. Geoquímica del bloque Bariloche – Ingeniero Jacobacci	45
7.3.2. Geoquímica del bloque Los Menucos.....	48
7.3.3. Geoquímica del bloque Valcheta.....	49
8. INTEGRACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN PARA LA DEFINICIÓN DE POTENCIAL.....	51
8.1. Modelo Calcatreu. Epitermales de Baja Sulfuración (Au-Ag)	52
8.2. Modelo Mina Gonzalito-Polimetálico Simple	54
8.3. Manifestaciones minerales del área Los Menucos.....	55
8.4. Blancos con potencial geológico-minero	55
8.5. Proyectos en desarrollo	58
9. CÁLCULOS Y ESTIMACIONES PROBABILÍSTICAS.....	58
9.1. Estimación del número de depósitos en el <i>Track</i> Calcatreu y su Probabilidad.....	58
9.2. Estimaciones y estudios basados en el modelo numérico de depósito	62
9.3. Magnitud de las operaciones mineras	62
9.4. Cálculo de vida económica de los depósitos.....	62
9.5. Estudio de la Calidad de los Yacimientos Presentes en el Area	65
10. CONCLUSIONES	65
11. TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO	67
ANEXO 1	
Base de datos de proyectos metalíferos en desarrollo en la provincia de Río Negro	71

ANEXO 2		
Imágenes de sensores remotos		77
ANEXO 3		
Imágenes e interpretación de magnetometría aérea		79
ANEXO 4		
Interpretación de gammaespectrometría aérea.....		83
ANEXO 5		
Interpretación geoquímica en el bloque Bariloche – Ingeniero Jacobacci		85

RESUMEN

El proyecto de “Actualización del conocimiento geológico y metalogenético de la provincia de Río Negro”, se inscribe en el Acuerdo Marco de Cooperación y Asistencia Técnica firmado entre el Servicio Geológico Minero Argentino y la Secretaría de Minería de la provincia de Río Negro, cuyo objetivo primario es contribuir con el continuo desarrollo minero de la provincia.

Para ello se implementan metodologías de estudios para incrementar el conocimiento geológico-minero de los sectores con presencia de depósitos minerales metalíferos, con especial énfasis en los elementos oro, plata, cobre, plomo, zinc, wolframio, hierro, uranio y vanadio.

El trabajo se basa en el estudio experto de datos cartográficos que incluyen: geología y estructuras, estudio a través de sensores remotos con imágenes LandSat 8, SRTM y multi-espectrales ASTER; muestreo geoquímico de datos multi-elementos y datos Cu-Pb-Zn y estudios geofísicos aeromagnetométricos y de espectrometría de rayos gamma.

Se elaboró una base de datos geológico-minera y una base de datos de nuevas áreas de favorabilidad minera. Adicionalmente se provee información del marco geológico y metalogenético de la región, la estratigrafía, las unidades tectonoestratigráficas expuestas y los modelos de depósitos, así como de estado actual del padrón y catastro minero, y las áreas naturales protegidas que ocupan territorio provincial.

El área de trabajo comprende la provincia de Río Negro en su totalidad, siendo la cuarta provincia más extensa del país, y cubre una superficie de 203.013 km², representando el 7,3 % de la superficie total de la República Argentina.

Esta vasta región presenta 6 fajas metalogenéticas caracterizadas por la existencia de 8 modelos de depósito metalíferos que incluyen a 66 proyectos mineros, de los cuales se ha podido adquirir información. Asimismo, los proyectos se encuentran en diferente fase o grado de desarrollo, siendo función directa a las inversiones desarrolladas en exploración, a través de los años.

Entre ellos existen: un proyecto en etapa de factibilidad, el epitermal con oro y plata de baja sulfuración Calcatreu, dos proyectos en etapa de Evaluación Económica Preliminar (PEA), el proyecto epitermal de baja sulfuración San Roque, con mineralización de oro, plata, indio, plomo y zinc, y el proyecto de uranio y vanadio asociado a sedimentos de Amarillo Grande; también se presentan 4 proyectos en estado de *stand by*, el depósito ferrífero de Sierra Grande, los depósitos de wolframio Mina General San Martín y Pachamama y el depósito Polimetálico Mina Gonzalito, con mineralización de plomo-plata-zinc. Por su parte se presentan 8 proyectos en etapa de exploración avanzada, 9 proyectos en etapa de exploración temprana y 42 proyectos en etapa de prospección.

Calcatreu, San Roque y Amarillo Grande cuentan a la fecha con estudios avanzados y certificados bajo estándares internacionales de estimación de recursos y reservas, en sus diferentes categorías (reservas de mena, probadas y probables, y recursos minerales medidos, indicados e inferidos) las que totalizan un tonelaje mineralizado del orden de los 73,2 millones de toneladas, conteniendo 1,52 millones de onzas de oro, 22,949 millones de onzas de plata, 19,1 millones de libras de uranio (U₃O₈) y 10,2 millones de libras de vanadio (V₂O₅), hasta octubre de 2019.

Con el presente trabajo se provee a la Dirección de Minería de la Provincia de Río Negro de información actualizada, sólida e integrada de los proyectos mineros en desarrollo y bases de datos de áreas con potencial minero a desarrollar en la totalidad de la provincia.

Palabras clave: Río Negro, metales, plata, oro, uranio, vanadio, indio, plomo, zinc, wolframio, favorabilidad

ABSTRACT

The project "Update of the geological and metallogenetic knowledge of the province of Río Negro" is part of the Framework Agreement for Cooperation and Technical Assistance signed between the Argentine Geological Mining Service and the Ministry of Mining of the province of Río Negro. Its primary goal is to contribute to the sustained mining development of the province.

Diverse methodologies are implemented to increase the geological-mining knowledge of areas where metalliferous mineral deposits are present, with special emphasis on the elements gold, silver, copper, lead, zinc, tungsten, iron, uranium and vanadium.

The work is based on the expert study of cartographic data that include: geology and structures, study through remote sensors with LandSat 8, SRTM and multi-spectral ASTER images; geochemical sampling of multi-element data and Cu-Pb-Zn data and aeromagnetic geophysical studies and gamma ray spectrometry.

A geological-mining database and a database of new areas of mining favorability were prepared. In addition, information is provided on the geological and metallogenetic framework of the region, the stratigraphy, the outcropping tectonostratigraphic units and the deposit models, as well as the current status of the mining registry and cadastre, and the protected natural areas that exist in the provincial territory.

The area of interest includes the entire province. Río Negro is the fourth largest province in the country, and covers an area of 203.013 km², representing 7,3% of the total area of the Argentine Republic. This vast region includes 6 metallogenetic belts characterized by the existence of 8 metalliferous deposit models. Information about 66 mining projects at different development stages is included, which amplex is a direct function of the investments made in exploration over the years.

Among them there are: a project in the feasibility stage, the Calcatreu low-sulphidation epithermal with gold and silver; two projects in the Preliminary Economic Assessment (PEA) stage, the San Roque low-sulphidation epithermal project, with gold, silver mineralization, indium, lead and zinc, and the Amarillo Grande sediment-associated uranium and vanadium project. There are also four projects in stand-by status, the Sierra Grande iron deposit, the General San Martín and Pachamama tungsten deposits and the Mina Gonzalito polymetallic deposit, with lead-silver-zinc mineralization. In addition, there are 8 projects in the advanced exploration stage, 9 projects in the early exploration stage and 42 projects in the prospecting stage.

Calcatreu, San Roque and Amarillo Grande have to date certified resource and reserves estimations under international standards. Together they bear -as of October 2019- a mineralized tonnage in the order of 73,2 million tons, containing 1,52 million ounces of gold, 22,95 million ounces of silver, 19,1 million pounds of uranium (U₃O₈) and 10,2 million pounds vanadium (V₂O₅).

Hereby, the Mining Directorate of the Province of Río Negro is provided with updated and integrated information on mining projects under development and databases of areas with mining potential to be developed throughout the province.

Keywords: *Río Negro, metals, silver, gold, uranium, vanadium, indium, lead, zinc, wolfram, favorability*

1. INTRODUCCIÓN

Este proyecto se inscribe en el Acuerdo Marco de Cooperación y Asistencia Técnica firmado entre el Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) y la Secretaría de Minería de la Provincia de Río Negro (SMRN), cuyo objetivo primario es contribuir con el continuo desarrollo minero de la provincia de Río Negro y en particular, generar nuevas bases de estudios para incrementar el conocimiento geológico-minero sobre áreas con alta probabilidad de hallazgo, vinculadas con mineralización de oro, plata, cobre, plomo, zinc, wolframio, hierro, uranio y vanadio, que sirvan como información básica de futuras investigaciones e inversiones en el campo de la exploración y explotación de los recursos minerales en la provincia.

En una primera etapa el trabajo tiene como objetivo generar nuevas bases de datos geológicos,

mineros y metalogenéticos, que contengan toda la información pública disponible de los proyectos mineros en sus diferentes etapas de desarrollo, así como implementar el uso de técnicas básicas de exploración que permitan una adecuada caracterización de los depósitos conocidos al presente, generando además patrones comunes, que puedan ser aplicados en sectores aún no explorados en detalle.

El área de trabajo comprende la provincia de Río Negro en su totalidad. Se sitúa en el norte de la Patagonia Argentina, abarcando desde la Cordillera de los Andes en el Oeste hasta el océano Atlántico en el Este, y desde el Río Colorado y Río Limay al Norte, hasta el paralelo 42° Latitud Sur, hacia el Sur (Fig. 1). La provincia de Río Negro es la cuarta provincia más extensa del país y cubre una superficie de 203.013 km², representando el 7,3 % de la superficie total de la República Argentina.

MAPA DE UBICACIÓN - PROVINCIA DE RÍO NEGRO

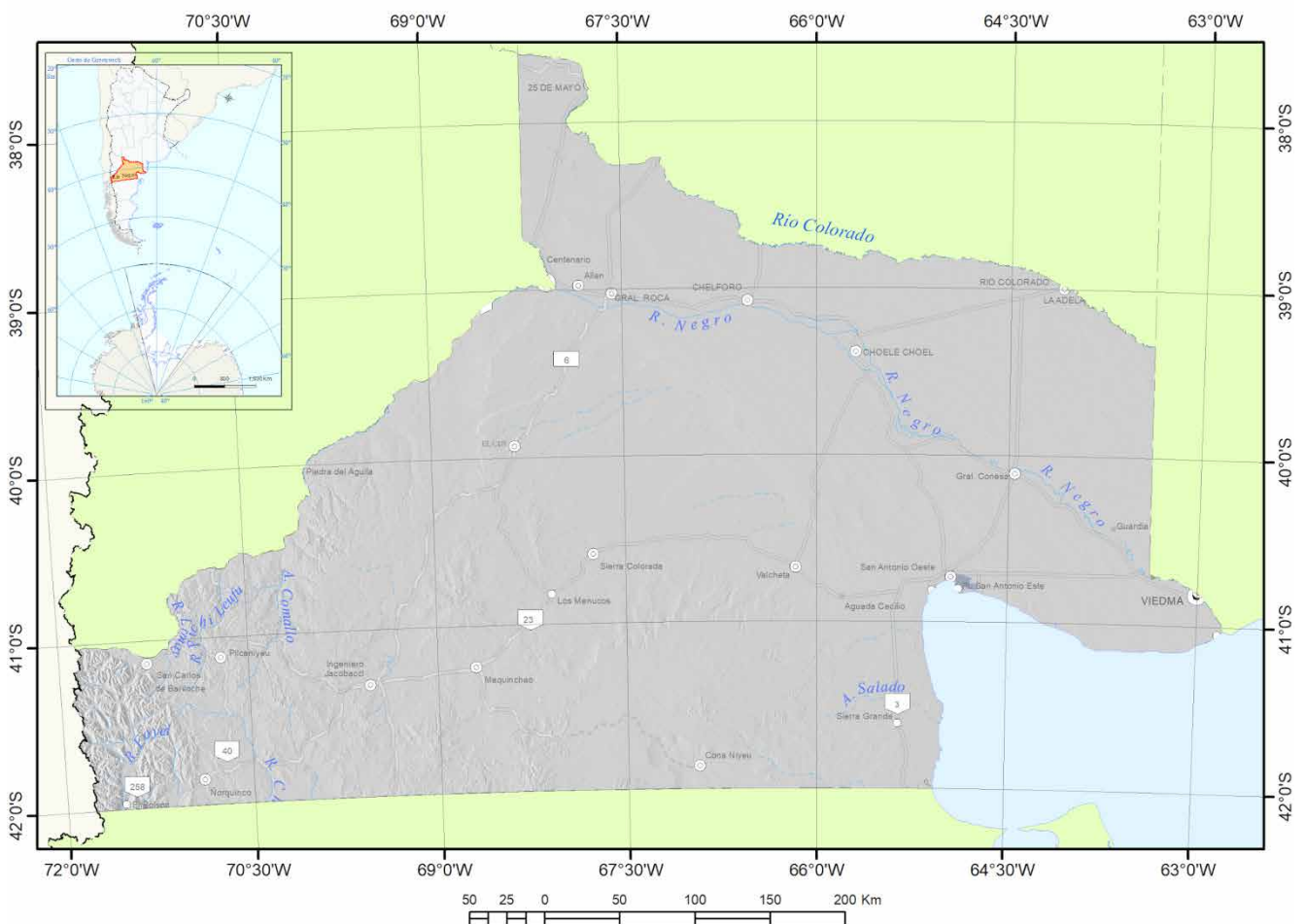


Figura 1. Mapa de ubicación de la provincia de Río Negro.

2. FUENTES DE INFORMACIÓN

La información compilada en el presente informe deriva de diversas fuentes de carácter público, fuentes de información ofrecidas por compañías mineras que operan u operaron los proyectos mineros (páginas web, *news releases*, presentaciones, reportes técnicos y contenidos en el sitio web SEDAR https://www.sedar.com/homepage_en.htm) así como fuentes de información básica, publicaciones científicas editadas por diversos organismos nacionales, publicaciones científico-técnicas generadas por el Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) y datos obtenidos en los registros de la Secretaría de Minería de la provincia de Río Negro. Asimismo, este informe presenta nuevas fuentes de información de carácter inéditas al presente trabajo.

Para la integración y análisis de información se utilizan como soportes informáticos Microsoft Excel™, plataforma ArcGIS™ de ESRI, ENVI™ y software OASIS MONTAJ™ de Geosoft.

2.1. GEOLOGÍA Y ESTRUCTURAS

Para la geología de base se utilizó principalmente la Carta Geológica de la República Argentina a escala 1:2.500.000, la Carta Geológica Provincial escala 1:750.000, las Cartas Geológicas y Metalogénicas a escala 1:250.000 de SEGEMAR, ajustada en aquellos sectores donde se dispuso de información geológica de mayor detalle.

Para el arreglo estructural se recurrió a las mismas fuentes, definiendo los lineamientos estructurales mayores que se registran en el sector de estudio, ajustando en aquellos sectores donde se obtuvo información estructural de mayor detalle.

2.2. BASE DE DATOS DE PROYECTOS EN DESARROLLO

La base de datos exhibe datos de tipo geográfico, información geológica-metalogenética general, información de detalle sobre ensayos realizados, evaluación económica existente, referencias bibliográficas e información sobre el estado legal de cada proyecto.

Por información geográfica se entiende la ubicación de cada proyecto o mina con su respectivo nombre, carta geológica correspondiente y coordenadas geográficas en sistema de proyección geográfica WGS 84. La información geológica-metalogenética consiste de datos estratigráficos, litología o roca

hospedante, edad litológica, tipos de alteraciones hidrotermales, estructuras asociadas, morfología del depósito, edad de la mineralización y clasificación de depósito mineral siguiendo el criterio normativo del SEGEMAR.

Los datos de ensayos se refieren a análisis químicos, datos geofísicos locales (magnetometría, gravimetría, radimetría, etc.), perforaciones de diamantina o aire reverso. A su vez se clasifica el grado de desarrollo del proyecto minero. Las reseñas económicas mencionan datos referidos a leyes minerales por cada sustancia (*commodity*), ley de corte, tonelaje estimado y producción. Las referencias bibliográficas indican la fuente donde fue tomada la información.

En el Anexo 1 (Cuadro 1) se presenta un resumen de la base de datos generada.

2.3. PADRÓN MINERO CATASTRAL

Los datos de aspecto jurídico fueron aportados por la Secretaría de Minería de la provincia, los cuales se rigen por el Código Minero de Río Negro. También se incluye información de las Áreas Naturales Protegidas (APN), Parques Nacionales y Bosques Nativos. Los mismos están actualizados con fecha de Noviembre de 2018 (Fig. 2).

A continuación se muestran algunas definiciones del Código de Minería, útiles para la lectura del presente texto:

Padrón Minero: listado de las distintas propiedades mineras (Cateos, Manifestaciones, Minas) registradas en la Dirección de Minería de la provincia, según su estado formal actual, que contiene información de carácter técnico y legal de cada propiedad.

Catastro Minero: información concerniente a los distintos tipos de propiedades mineras en todos sus aspectos, Distritos Mineros, Áreas Naturales Protegidas, etc., en forma gráfica. Posee una correlación directa con el Padrón Minero.

Autoridad Competente: la recopilación de la información y posterior confección de estos documentos se encuentran bajo la esfera de la Secretaría de Minería Provincial, ente que aplica las leyes, decretos y regulaciones bajo las cuales debe desarrollarse la actividad minera. Ambos documentos son de carácter dinámico, ya que se actualizan periódicamente.

Las distintas categorías en las que se agrupan los minerales, se detallan en el Artículo 2° del Código de Minería de la Nación, Ley N° 1919, y sus posteriores modificaciones, pudiendo presentarse Minerales de 1° Categoría, Minerales de 2° Categoría y Minerales de 3° Categoría.

La propiedad minera puede pasar por distintos estadios a través del tiempo y avance del conocimiento, desde un Cateo, Manifestación de Descubrimiento y Mina y que a partir de su Estado Legal pueden ser clasificadas como vigentes, vacantes o caducas.

Adicionalmente, el catastro minero exhibe aquellas áreas restringidas para desarrollar la actividad minera, Áreas Naturales Protegidas, Parques Nacionales y Áreas de Bosque Nativo. Estas áreas en conjunto con sus recursos, constituyen un patrimonio natural de fundamental valor cultural e importancia socioeconómica, por lo que su conservación es declarada de interés público.

En la provincia de Río Negro existen 12 áreas de reservas naturales y parte de un Parque Nacional (Fig. 2), que se listan a continuación:

Áreas Naturales Protegidas Cipresal de las Guaitecas, Río Azul – Lago Escondido, Meseta de Somuncurá, Puerto Lobos, Valle Cretácico, Complejo Islotes Lobos, Bahía San Antonio, Puerto Lobos, Embalse Casa de Piedra, Monumento Natural Bosque Petrificado de Valcheta, Paisaje Protegido Río Limay, Reserva de uso múltiple Caleta de Los Loros, Reserva Faunística Provincial Punta Bermeja, Parque Nacional Nahuel Huapi.

3. MARCO GEOLÓGICO Y TECTÓNICO

Desde los primeros trabajos de reconocimiento y exploración minera realizados a partir de finales del siglo XIX y principios del siglo XX, la geología de la provincia de Río Negro (Fig. 3) ha sido dividida en diversas Provincias o Regiones Geológicas. Una serie de propuestas, en su mayoría parciales, ha conducido a un relativo consenso actual de las grandes unidades morfoestructurales y cuencas que constituyen la provincia. En función de ello, se describe a continuación una breve síntesis de las provincias geológicas que cubren el territorio provincial de Río Negro. Para ello se utiliza el concepto clásico de Provincia Geológica definido por Rolleri en 1976: Una provincia geológica es una región caracterizada por una determinada sucesión estratigráfica, un estilo estructural propio y rasgos geomorfológicos particulares, siendo el conjunto expresión de una particular histórica geológica. De este modo, en la provincia de Río Negro se pueden identificar cinco regiones o provincias geológicas, las que pueden tener límites transicionales con sus vecinas. De éstas, tres son regiones morfoestructurales y dos cuencas sedimentarias mesozoicas.

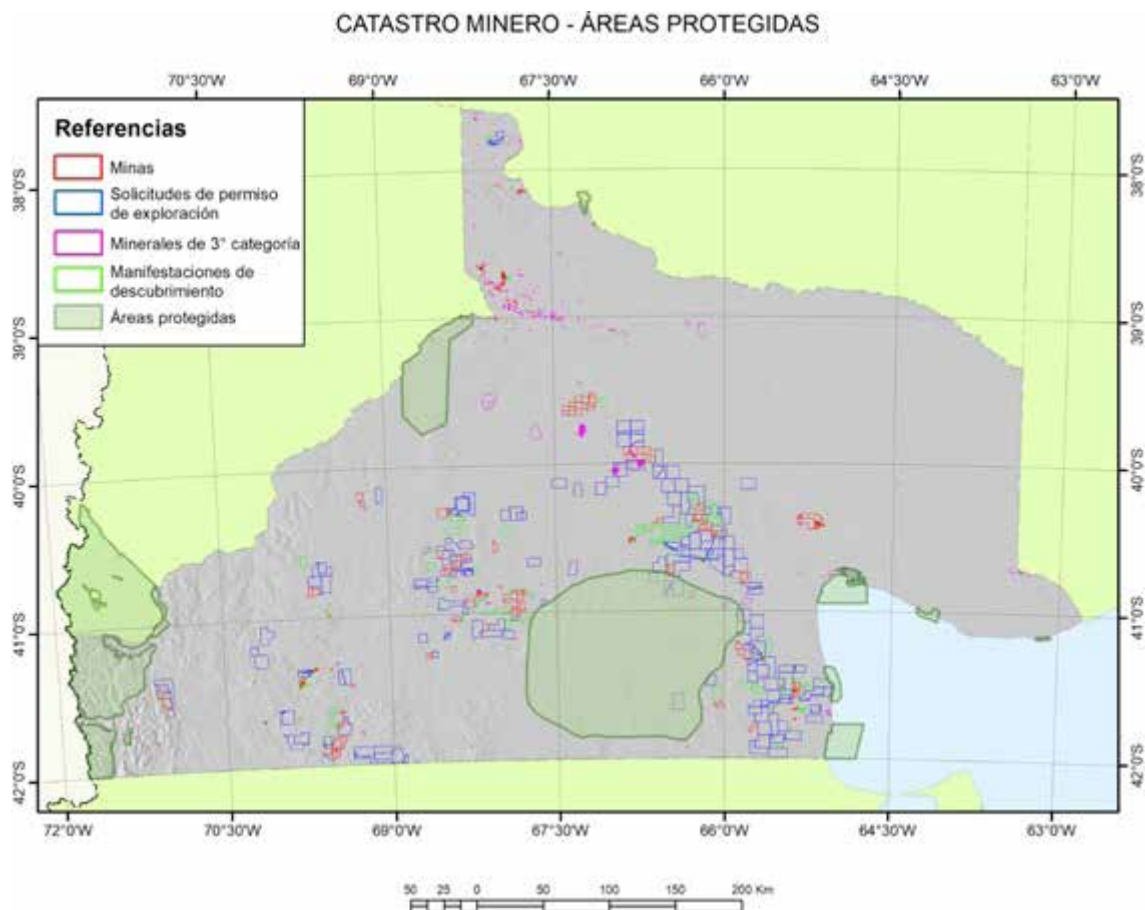


Figura 2. Catastro Minero y Areas Naturales Protegidas de la provincia de Río Negro

3.1. CORDILLERA PATAGÓNICA SEPTENTRIONAL

El sector andino de Río Negro es parte de la Cordillera Patagónica Septentrional, que junto a la Cordillera Patagónica Austral integran la Cordillera Patagónica. La Cordillera Patagónica Septentrional o Cordillera Nordpatagónica, ocupa el sector andino entre el lago Aluminé en Neuquén y el lago Vintter en Chubut. Tiene unos 570 km de longitud y un ancho aproximado de 100 km e incluye varios cordones notables de entre 2000 a 2500 m s.n.m., que circundan las cuencas de numerosos lagos. Las mayores alturas son los edificios volcánicos pliocenos de los cerros Lanín y Tronador, que se hallan por encima de los 3700 y 3400 m s.n.m., respectivamente. Desde el punto de vista cartográfico, el sector andino de la provincia de Río Negro se encuentra incluido en su totalidad en la Hoja 4172-IV, San Carlos de Bariloche (Giacosa y Heredia 2002).

La geología de este tramo andino se caracteriza por varios afloramientos de un basamento de rocas ígneo-metamórficas del Paleozoico inferior y superior, un extenso magmatismo mesozoico y uno más joven del Terciario, y hacia el este, afloramientos de sedimentitas continentales terciarias y extensos depósitos glacifluviales. Las rocas más antiguas del basamento afloran en Neuquén en los alrededores del lago Lacar y corresponden a metamorfitas del Cámbrico-Ordovícico y granitoides del Devónico (Serra Varela et al. 2019). En territorio de Río Negro, donde aún no han sido reconocidas rocas del ciclo Paleozoico inferior, las rocas ígneo-metamórficas datadas corresponden al Ciclo Gondwánico del Paleozoico superior (Oriolo et al. 2019).

El magmatismo del Mesozoico está integrado por dos grandes asociaciones litológicas. Por un lado, rocas volcánicas y volcánicas andesíticas del Jurásico, que en algunos sectores apoyan sobre sedimentitas marinas del Líasico y que en conjunto habrían sido depositadas en el marco de un régimen extensional. Por otro lado, afloramientos de granitoides de dimensiones batolíticas. El Batolito Andino Patagónico con edades en el Jurásico y el Cretácico aflora en el sector cordillerano limítrofe con Chile y hacia el este, en el sector denominado subcordillerano.

El Cenozoico se caracteriza por la presencia de unidades volcánicas y sedimentarias asociadas a la evolución del margen continental andino. Se reconocen rocas volcánicas silíceas del Paleoceno–Eoceno en el sector extraandino, las que se asignan a la For-

mación Huitrera. En el sector interno cordillerano, en la actual depresión estructural de El Bolsón, se encuentran las sedimentitas marinas y continentales de la Formación Mallín Ahogado del Eoceno – Oligoceno. Geográfica y temporalmente entre estas dos unidades aflora una extensa faja volcánica de andesitas y basaltos con intercalaciones sedimentarias del Oligoceno, pertenecientes a la Formación Ventana. Con posterioridad durante el Mioceno, se habilita en el sector preandino y extraandino, la cuenca de Ñirihuau, cuyo registro clástico más importante se reúne en las formaciones Ñirihuau y Collón Curá.

Otras rocas ígneas que afloran en el tramo rioplatense de la cordillera, son pequeños intrusivos miocenos como los del cerro Catedral. El sector que separa la cordillera de la Precordillera Patagónica está ocupado por amplios relieves mesetiformes, conformados por escoriales de basaltos olivínicos del Plioceno y por niveles aterrizados de sedimentos clásticos del Plio-Pleistoceno. Finalmente, afloran varios tipos de sedimentos relacionados con la acción glacial, tales como depósitos glaciales, fluvio-glaciales y glacialacustres.

La estructura característica de la Cordillera Patagónica Septentrional, corresponde a una faja plegada y corrida que se habría comenzado a estructurar en el Cretácico tardío y luego en el Neógeno. Sobre los relieves estructurales actuales del Mioceno se edificaron a partir del Plioceno, los volcanes Lanín y Tronador, entre otros.

La estructura andina de este sector corresponde a una faja plegada y corrida, que está integrada por dos sectores (Giacosa y Heredia 2004). Al oeste, el sector interno con estructuras de piel gruesa de vergencia oriental, donde muchas de las fallas inversas son producto de la inversión tectónica de fallas normales del Mesozoico. Como resultado la mayor parte de los afloramientos son bloques y láminas tectónicas integradas por rocas paleozoicas y mesozoicas. Al este, la estructura del sector externo está asociada al desarrollo de la cuenca de Ñirihuau, una cuenca sinorogénica del Neógeno que posee un sector de afloramientos plegados, la faja plegada de Ñirihuau y otro menos deformado en subsuelo, denominado depocentro Ñorquinco.

3.2. PRECORDILLERA PATAGÓNICA

La Precordillera Patagónica, ubicada al este de la Cordillera Patagónica, es una región morfoestructural con orientación N-S a NNO que aflora de manera bastante continua a lo largo de casi 1.000 km,

desde Neuquén hasta el borde sur del Chubut en el sur. La integran numerosos cordones y sierras con alturas por encima de los 1.000 y hasta casi los 2.000 m s.n.m. A diferencia del Macizo Nordpatagónico, manifiesta un importante control estructural asociado a la fase andina del Neógeno. Su estratigrafía posee elementos característicos de la Cordillera Septentrional Patagónica y del Macizo Nordpatagónico.

En la provincia de Río Negro la Precordillera Patagónica ocupa una faja de orientación NO y unos 70 km de ancho, entre el escorial de Lipetrén y el río Chico, donde se destacan algunas elevaciones como las sierras de Mamuel Choique, Lipetrén y su continuación en un largo cordón que culmina en el cerro Anecón Grande de unos 2.000 m s.n.m. Hacia el norte continúa como serranías más bajas de rumbo ONO en Comallo hasta NO más al norte, donde conforma las regiones aledañas al río Limay.

Su geología puede observarse en las Hojas 4169-III Ingeniero Jacobacci (González et al. 2000) y 4169-I Piedra del Águila (Cucchi et al. 1998) y se caracteriza por un basamento de rocas metamórficas de mediano a alto grado de protolitos del Carbonífero, asignadas a las Formación Cushamen. A su vez, están intruidos por granitoides calcoalcalinos relacionados a un arco magmático del Carbonífero al Pérmico inferior, entre los que se destacan numerosos cuerpos como los granitos Mamuel Choique, Tunel (en Río Chico), Neneo Ruca, Fita Ruin, Loma Miranda, Cayupil, Yukón y Palenqueneyeu, entre otros.

Este basamento está cubierto discordantemente por una sucesión de rocas volcánicas y sedimentarias del Mesozoico. Comienza con piroclastitas y sedimentitas clásticas continentales depositadas en los rifts precuyanos del Triásico tardío-Jurásico temprano asignadas a distintas unidades, como los estratos de Comallo y las formaciones Paso Flores, Sañicó, Piedra del Águila, entre otras. Continúan rocas volcánicas de composición andesítica de la Formación Taquetrén y algunos afloramientos sedimentarios correlacionables con la Formación Cañadón Asfalto en el sector sur de la precordillera, en tanto que hacia el norte aumenta la proporción de sedimentitas vinculadas al relleno de la cuenca Neuquina.

El Cenozoico en la Precordillera está representado por rocas del vulcanismo paleógeno a todo lo largo del cordón Anecón Grande y una gran parte de su sector oriental está flanqueado por espesos flujos lávicos basálticos cenozoicos que conforman mesetas como Cari Laufquen, Ojo de Agua y escorial de Lipetrén, entre otras.

Tectónicamente la Precordillera Patagónica está ubicada inmediatamente al este del frente de deformación de la Faja Plegada y Corrida de los Andes Nordpatagónicos, en el sector denominado antepaís fragmentado (*broken foreland*). A diferencia de los sectores central y oriental del Macizo Nordpatagónico, tiene marcadas influencias de la deformación Cenozoica, las que se reconocen como relieves estructurales de rumbo NO y ONO con alturas que superan los 1.700 m s.n.m. Estos relieves están bien desarrollados entre la sierra de Lipetrén y Comallo (41°- 42°S) y están controlados por fallas inversas de rumbo NO (dominio Lipetrén) a ONO (dominio Comallo). Al norte de los 41°S, comienzan a prevalecer fallas O-E con mayor componente de rumbo características del dominio Los Menucos (Giacosa et al. 2017).

3.3. MACIZO NORDPATAGÓNICO O DE SOMUNCURÁ

Es una extensa región geológica ubicada en el norte de la Patagonia Argentina que ocupa las provincias de Chubut, Río Negro y Neuquén, y que a través del tiempo ha sido referida como “antiguo macizo patagónico” (Windhausen 1931), nesocratón Nordpatagónico (Harrington 1962), Macizo de Somún Curá o Somuncurá (Stipanovic y Methol 1972) y Comarca Nordpatagónica (Stipanovic y Methol 1980), entre otras denominaciones.

Su rasgo distintivo es la presencia de rocas paleozoicas, en particular los extendidos eventos ígneos y metamórficos del Eopaleozoico y el Neopaleozoico, así como una sedimentación marina del Eopaleozoico en su sector oriental. A ellos se suman un importante volcanismo mesozoico y toda su parte central cubierta por extensos derrames basálticos del Cenozoico, los que forman la altiplanicie de Somún Cura o Nordpatagónica.

La incorporación formal de la Precordillera Patagónica como una región con identidad propia en la Patagonia (Ramos 1999), ha reducido sustancialmente la extensión del Macizo hacia al oeste, respecto de trabajos anteriores. Es así, que todo el sector con relieves estructurales entre la meseta de Somún Cura y los 70° 30' O, ha sido adjudicado a la Precordillera. El criterio que permite su diferenciación de la Precordillera Patagónica, vale decir la ausencia de deformaciones neógenas en la estructura del Macizo, determina una escasa expresión morfológica de los afloramientos ubicados en la provincia de Río Negro.

El basamento ígneo-metamórfico paleozoico del norte de la Patagonia está formado por dos asociaciones tectoestratigráficas que anteceden y posdatan respectivamente a la sedimentación marina del Ordovícico-Silúrico de Sierra Grande. La formalización de la Precordillera Patagónica como una región independiente ha permitido incorporar en su área de influencia a la mayor parte de las rocas metamórficas del Paleozoico superior que anteriormente se incluían en el Macizo.

La faja ígneo-metamórfica eopaleozoica tiene una edad Cámbrico-Ordovícico y subyace en discordancia angular a las rocas marinas de la Formación Sierra Grande (González et al. 2018). Está muy bien expuesta entre Sierra Grande y Valcheta y la integran metamorfitas de bajo grado de las formaciones El Jagüelito y Nahuel Niyeu y de medio alto grado del Complejo Mina Gonzalito y granitoides post-metamórficos del Complejo Punta Sierra.

En el sector oriental del Macizo afloran las sedimentitas de edad Ordovícico-Silúrico de la Formación Sierra Grande, unidad que está constituida por sedimentitas marinas clásticas de ambiente costero con fósiles Eopaleozoicos, portadoras de mantos de hierro.

El ciclo Gondwánico representado por complejos plutónicos y plutónico-volcánicos, con edades en el Pérmico y hasta el Triásico, está presente en tres regiones ubicadas en el centro, norte y este del Macizo.

- 1) Región de La Esperanza – Los Menucos. Complejo Plutónico La Esperanza (Granodiorita Prieto, Granito Donosa, diques básicos); Complejo Plutónico – Volcánico Dos Lomas (ignimbritas dacíticas y riolíticas, domos y diques de riolitas, Granito Calvo), Complejo Los Menucos.
- 2) Región de Valcheta. Complejo Plutónico Navarrete (Facies de tonalitas, granodioritas y pórfidos tonalíticos, lamprófiro, etc.), Complejo Yaminue (plutonitas deformadas y metamorfizadas en Facies de Anfibolitas) y Complejo Plutónico – Volcánico Treneta (andesitas, dacitas, tobas, riolitas y Granito Flores).
- 3) Región de sierra Pailemán-Sierra Grande: aquí afloran varios stocks de granodioritas y granitos del Complejo Plutónico Pailemán de edad general Pérmica, aunque el granito de Sierra Grande tiene edad carbonífera.

La evolución del Mesozoico está asociada a la instalación de un importante magmatismo silícico

del Triásico superior reunido en el Batolito de la Patagonia Central, al desarrollo siguiente de las cuencas volcano-sedimentarias extensionales mesozoicas de Marifil, Lonco Trapial y Cañadón Asfalto, así como su posterior inversión durante el Cretácico superior y durante las fases andinas del Cenozoico.

En la región de Pilcaniyeu, Lipetrén y Gastre afloran numerosos intrusivos graníticos emplazados en niveles corticales someros, de edad Triásico superior. Son reunidos en los Granitoides Gastre y Granitoides Lipetrén y más al norte en la zona de El Cuy como Complejo Plutónico Curacó.

Las agrupaciones de rocas volcánicas y sedimentarias mesozoicas están muy extendidas. Las más antiguas son andesitas y diques alcalinos del Triásico Superior (González et al. 2017) y las riolitas de Sierra Colorada. Las más extensas en el sector oriental son ignimbritas y piroclastitas riolíticas y dacíticas, lavas andesíticas e intrusivos de pórfidos riolíticos del Complejo Volcánico Marifil. Al oeste, volcanitas mesosilícicas del Jurásico asignadas a la Formación Lonco Trapial o Taquetrén y una asociación de sedimentos continentales y basaltos asignados a la Formación Cañadón Asfalto.

En el sector central y oriental del Macizo las rocas mencionadas son cubiertas por sedimentitas del Cretácico y del Terciario. Estas corresponden a sedimentitas clásticas continentales de los grupos Chubut, Los Adobes y Neuquén, y las sedimentitas marinas y continentales de las formaciones Coli Toro, Allen y Jagüel. Para el límite Cretácico-Terciario se depositan sedimentitas clásticas y carbonáticas incluidas en las formaciones La Colonia, Arroyo Salado, Roca y Salamanca. Durante la ingresión eocena, la Formación Arroyo Verde, y con posterioridad, la ingresión oligoceno-miocena del mar Patagoniano y Entrerriense. También afloran sedimentitas continentales de la Formación Río Chico y del Grupo Sarmiento.

Otro rasgo característico del Macizo Nordpatagónico es la altiplanicie de la meseta de Somuncurá conformada por extensos flujos de rocas basálticas y complejos de rocas ácidas y alcalinas del Oligoceno-Neógeno (Kay et al. 1993; Aragón et al. 2010). Con una altura de 1.200 m s.n.m. y sin mayores desniveles en su interior, tiene diferencias de alturas de entre 500 a 700 m con las cuencas circundantes. Este levantamiento habría ocurrido en menos de 25 Ma entre el Paleoceno y el Oligoceno, en el marco de un régimen extensional sin deformaciones internas significativas (Gómez Dacal 2017).

3.4. CUENCA NEUQUINA

La Cuenca Neuquina es un depocentro subandino localizado en el suroeste de la Placa Sudamericana, que está limitado al noreste por el bloque de San Rafael y al sudeste por el Macizo Nordpatagónico y constituye una de las cuencas productoras de hidrocarburos más importantes del país. Geográficamente ocupa gran parte de la provincia del Neuquén y también las de Mendoza, La Pampa y Río Negro. Ha sido dividida en varios sectores como la faja plegada y el dorso de los Chihuidos donde están los relieves más importantes, la dorsal de Huinul, el engolfamiento Neuquino, el bajo de Añelo y el flanco Oriental.

Desde el punto de vista geotectónico, la evolución de la cuenca Neuquina ha sido sintetizada en tres grandes etapas. Una etapa de sin-rift (Triásico superior - Jurásico inferior), otra de post-rift (Jurásico inferior-Cretácico inferior) y la etapa de cuenca de antepaís (Cretácico superior-Cenozoico) (Howell et al. 2005).

Como resultado de los complejos procesos de sedimentación y deformación, su historia deposicional es una sucesión cíclica de eventos marinos alternantes con etapas de continentalización, que acumularon unos 7.000 m de sedimentos mesozoicos. La sedimentación, que ocupa el intervalo desde el Jurásico inferior hasta el Cretácico tardío a Paleoceno, ha sido asignada a numerosas unidades formacionales y agrupada en unidades de mayor jerarquía como los grupos Cuyo, Lotena, Mendoza, Bajada del Agrio, Neuquén y Malargüe (Arregui et al. 2011).

En la provincia de Río Negro la cuenca Neuquina tiene un sector con afloramientos y una gran parte en el subsuelo. Los afloramientos se encuentran sobre toda la margen SE del río Limay y sus depósitos forman parte del depocentro Picún Leufú (Cucchi et al. 1998) y sobre una parte importante de la margen sur del río Negro, donde afloran los depósitos continentales del Cretácico superior del Grupo Neuquén (Hugo y Leanza 2001) que alcanzan hasta los 66° 30' O en inmediaciones de Nahuel Niyeu (Caminos et al. 2001).

Al norte del río la mayoría de las unidades forman parte del sector oriental de la cuenca y están en el subsuelo. En el yacimiento Estación Fernández Oro ubicado inmediatamente al norte de la falla Río Negro, los espesores de la cuenca son sustancialmente mayores que al sur del valle y con la presencia de unidades del relleno inicial de

la cuenca. Allí fue reconocida una columna que en algunos sectores alcanza los 2000 m de espesor, en particular en cercanías de grandes fallas que limitan depocentros, y que está integrada por rocas de las formaciones Los Molles y Lajas, Punta Rosada, Loma Montosa-Quintuco, Centenario y sedimentitas continentales del Grupo Neuquén (Roberts 2018, Cáceres 2019).

3.5 CUENCA DEL COLORADO

La cuenca del Colorado es una de varias cuencas sedimentarias mesozoicas de rift ubicadas sobre el margen continental Atlántico. Con una orientación general ONO-ESE a O-E, tiene una superficie de unos 160.000 km², de los cuales sus tres cuartas partes están sobre la plataforma continental y el resto en el subsuelo de las provincias de Río Negro y Buenos Aires coincidiendo con la amplia zona de depósitos aluviales de la desembocadura de los ríos Negro y Colorado (Zambrano 1980).

La cuenca está situada entre el Macizo Nordpatagónico y la sierra de la Ventana y está caracterizada por un espeso relleno de sedimentos clásticos continentales y marinos con edades desde el Jurásico al Terciario con espesores máximos que exceden los 7000 m (Fryklund et al. 1996; Gebhard 2005). La cuenca tiene un perfil asimétrico con su flanco sur más abrupto que el norte y está conformada por dos depocentros principales. Se originó durante el Jurásico superior y el Cretácico inferior, asociada a un régimen extensional durante la apertura del Océano Atlántico y en su desarrollo pueden distinguirse cuatro secuencias tectoestratigráficas mayores, cuyas características generales se mencionan a continuación (Fryklund et al. 1996).

La secuencia de pre-rift está integrada por las rocas del basamento ígneo-metamórfico y las sedimentitas gondwánicas que afloran en el Macizo Nordpatagónico y la sierra de la Ventana, respectivamente. Los depósitos del syn-rift son sedimentos continentales aluviales que están asociados al relleno de los hemigrábenes durante el Jurásico superior hasta el Cretácico inferior, que alcanzarían un espesor de hasta 4000 m (Gebhard 2005). La etapa de post-rift está asociada a subsidencia térmica durante el Cretácico y alcanza los 7000 m de espesor. Por último, durante el Terciario sobreviene un estadio de margen pasivo con una sedimentación controlada por fluctuaciones eustáticas. Las unidades de esta etapa son las formaciones Elvira, Barranca Final y Belén.

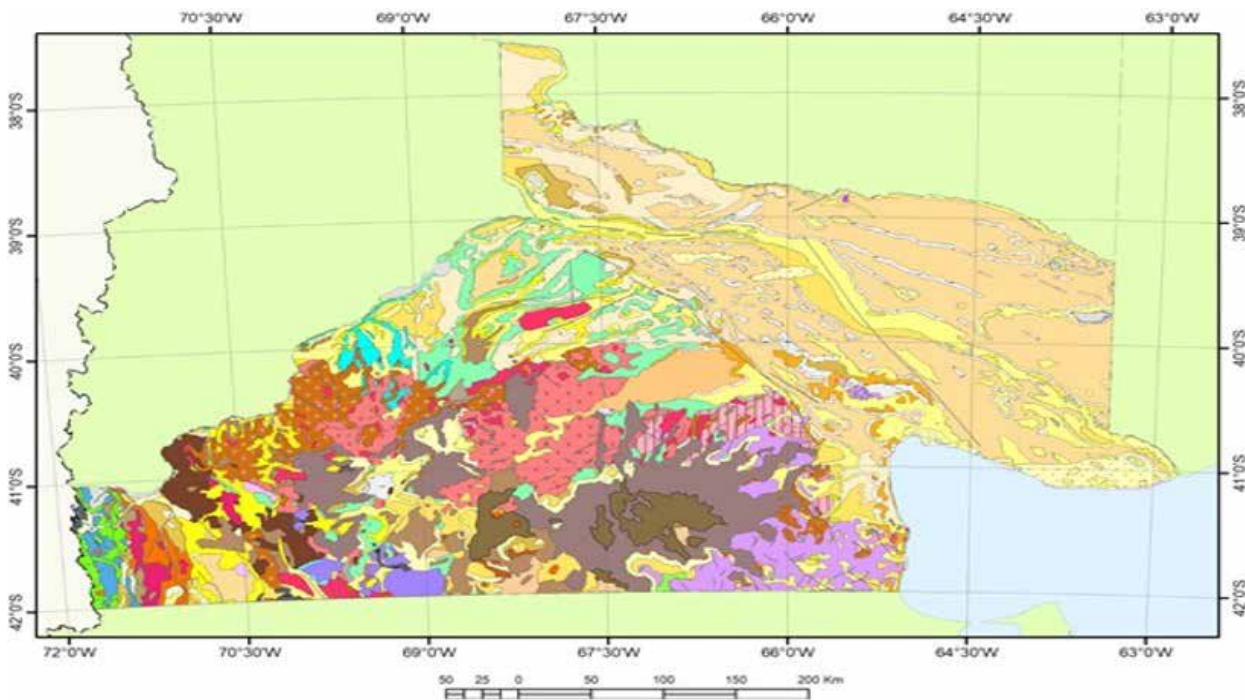


Figura 3. Estratigrafía de la provincia de Río Negro escala 1:1.000.000 (Referencias en página siguiente).

4. UNIDADES TECTONOESTRATIGRÁFICAS

Para facilitar el análisis integrado de la geología y su vinculación con los depósitos minerales, las unidades estratigráficas fueron agrupadas siguiendo un criterio de clasificación tectonoestratigráfico (Fig. 4). De este modo el extenso listado de formaciones que afloran en la provincia de Río Negro queda reducido a dieciocho unidades. A continuación se enumeran consignando su nombre, edad, litología y unidades estratigráficas agrupadas. Se identifican específicamente las unidades de interés metalogénico, la unidad estratigráfica involucrada, los modelos de depósitos minerales para cuya ocurrencia favorecen, y los yacimientos destacados.

4.1. BASAMENTO IGNEO-METAMÓRFICO DEL PALEOZOICO INFERIOR (€D BIM)

Historia/Edad: Cámbrico-Devónico

Litología: Metamorfitas de bajo a alto grado y granitoides

Unidades: Formación Jagüelito, Formación Nahuel Niyeu, Formación Colo Niyeu, Complejo Mina Gonzalito, Complejo Colohuincul

4.2. MAGMATISMO ORDOVÍCICO (O M)

Historia/Edad: Ordovícico

Litología: Granitoides

Unidades: Plutón Peñas Blancas, Complejo Plutónico Punta Sierra y equivalentes

4.3. DEPÓSITOS MARINOS DE PLATAFORMA DEL PALEOZOICO INFERIOR (OS MPPF)

Historia/Edad: Ordovícico Superior - Silúrico

Litología: Ortocuarzitas, cuarcitas y conglomerados

Unidades: Formación Sierra Grande

* Unidad de Interés Metalogénico: Formación Sierra Grande. Depósitos sedimentarios ferríferos - Mina Sierra Grande

4.4. BASAMENTO IGNEO-METAMÓRFICO DEL PALEOZOICO SUPERIOR (CP BIM)

Historia/Edad: Carbonífero-Pérmico

Litología: Metamorfitas de bajo a alto grado y granitoides

Unidades: Formación Cushamen, Formación Calcatapul, Complejo Yaminué

Referencias

 Hielo	 Ea - Volcanitas ácidas intermedias y básicas
 Ql - Depósitos lacustres	 Eβ - Volcanitas básicas con facies filonianas. Essexitas, teschenitas
 Qev - Depósitos lacustres y evaporíticos	 Em2 - Sedimentitas continentales y marinas epiclásticas
 Qe - Depósitos eólicos	 Ev - Volcanitas de arco ácidas, intermedias y básicas, con sedimentitas continentales intercaladas
 Qm - Depósitos marinos de playa y cordones litorales	 E2m - Sedimentitas epiclásticas y químicas marinas litorales
 Qf - Depósitos fluviales, aluviales y coluviales	 KE - Sedimentitas epiclásticas y químicas marinas litorales y continentales
 Qp - Depósitos de cobertura de pedimentos	 KSm - Sedimentitas epiclásticas y químicas marinas y continentales
 Q2β - Volcanitas basálticas	 K2c - Sedimentitas continentales epiclásticas y piroclásticas
 Qr - Depósitos de remoción en masa	 Ky - Granitoides de Batolito Patagónico Cordillerano
 Q1f - Depósitos fluviales aterrazados	 K1c - Sedimentitas continentales epiclásticas y piroclásticas
 Q1β - Volcanitas basálticas	 JKm - Sedimentitas continentales y marinas epiclásticas y químicas
 NQβ - Volcanitas basálticas	 Jc - Sedimentitas fluviales y lacustres, piroclásticas y volcanitas básicas
 NQg - Depósitos glaciarios, morénicos y fluvio-glaciarios	 Jv - Volcanitas y piroclásticas ácidas con sedimentitas continentales intercaladas
 Nc - Sedimentitas clásticas, loés y arenas	 Jβ - Volcanitas y piroclásticas intermedias y básicas, con sedimentitas continentales intercaladas
 N2β - Volcanitas basálticas	 Jγ - Granitoides
 N2S - Sedimentitas epiclásticas continentales y marinas, con aporte piroclástico	 J1m - Piroclásticas, sedimentitas continentales y marinas y volcanitas ácidas a intermedias
 N2c - Depósitos de agradación pedemontanas	 TJγ - Granitoides
 NS - Sedimentitas epiclásticas continentales	 Tc - Sedimentitas epiclásticas continentales y piroclásticas
 N1c - Gravas continentales de agradación pedemontana, niveles I y II	 Tv - Volcanitas y piroclásticas ácidas a intermedias
 N1S - Sedimentitas continentales epiclásticas y piroclásticas	 PTv - Volcanitas ácidas y mesosilícicas
 Nm - Sedimentitas marinas epiclásticas	 Py - Granitoides
 N1β - Volcanitas basálticas y piroclásticas	 Oγ - Granitoides
 Tα - Secuencias volcánicas y volcánoclasticas ácidas, intermedias y básicas, intrusivos	 DCγ - Granitoides achalianos
 E3m - Sedimentitas epiclásticas marinas litorales con aporte piroclástico	 DCM - Basamento Ígneo - metamórfico de la Cordillera Norpatagónica
 Ts1β - Volcanitas básicas alcalinas	 Sm - Formaciones Sierra Grande y Port Stephens
 Tsβ - Volcanitas basálticas	 EM - Basamento metamórfico con metamorfismo famatiniano de bajo grado
 Ec - Piroclásticas y sedimentitas epiclásticas continentales	 CP1 - Basamento metamórfico-Ígneo
 Falla	 Lineamiento

Referencias de la figura 3.

4.5. *PLUTONES POSTCOLISIONALES PÉRMICOS (P PFPC)*

Historia/Edad: Pérmico

Litología: Granitos y granodioritas, tonalitas

Unidades: Formaciones Mamil Choique, Comallo, Pailemán, Neneo Ruca, La Verde, Yancamil, Complejos Navarrete, La Esperanza y equivalentes
* Unidad de Interés Metalogénico: Complejo Plutónico Navarrete. Depósitos asociados a granitoides con W-Mo – Mina San Martín

4.6. *VOLCANISMO POSTCOLISIONAL PERMO-TRIÁSICO (PTR VPC)*

Historia/Edad: Pérmico Superior - Triásico Inferior

Litología: Riolitas, dacitas, pórfidos, ignimbritas y tobas

Unidades: Formación Choique Mahuida, Complejo Volcánico Los Menucos, Formaciones Garamilla, Sañicó y equivalentes, Complejo la Esperanza

* Unidad de Interés Metalogénico: Complejo Los Menucos

- Epitermales de Baja Sulfuración – Proyectos Cerro Choique, La Luz y Cerro Abanico

- Epitermales de Alta Sulfuración - Proyectos El Puesto y Caltrauna

- Polimetálicos - Proyecto Toruel

* Unidad de Interés Metalogénico: Formación Garamilla. Epitermales de Oro de Baja Sulfuración – Proyecto Cañadón del Moro

4.7. *GRANITOIDES MESOZOICOS (TRJ PT)*

Historia/Edad: Triásico Superior-Jurásico

Litología: Granitos, granodioritas y pórfidos

Unidades: Granitos Lipetrén, Calvo, Flores, Complejo Plutónico de Curaco y equivalentes

4.8. *VOLCANISMO DE INTRAPLACA JURÁSICO (J VPIP)*

Historia/Edad: Jurásico

Litología: Ignimbritas y tobas ácidas, riolitas, pelitas y tufitas

Unidades: Complejo Marifil

* Unidad de Interés Metalogénico: Formación Marifil. Polimetálicos Complejos - Mina Gonzalito, San Roque y Arroyo Verde

4.9. *VOLCANISMO DE RETROARCO JURÁSICO (J VBARA)*

Historia/Edad: Jurásico

Litología: Basaltos, andesitas, tobas, ignimbritas y aglomerados volcánicos

Unidades: Formación Lonco Trapial y equivalentes

* Unidad de Interés Metalogénico: Formación Lonco Trapial:

- Epitermales de Oro de Baja Sulfuración - Proyecto Calcatreu

- Polimetálico - Proyecto Timón y Mina Angela (en Chubut)

4.10. *DEPÓSITOS DE CUENCA DE RIFT MESOZOICO (TRK CR)*

Historia/Edad: Triásico-Cretácico

Litología: Sedimentitas fluviales y lacustres, piroclastitas y volcanitas básicas

Unidades: Formación Cañadón Asfalto, Coyueque, Puesto Piris, Paso Flores y equivalentes

* Unidad de Interés Metalogénico: Cañadón Asfalto. Polimetálico -Proyecto Navidad (en Chubut)

4.11. *ARCO MAGMÁTICO MESOZOICO (JK AM)*

Historia/Edad: Jurásico-Cretácico

Litología: Granitos, granodioritas, tonalitas, lavas e ignimbritas riolíticas y andesíticas, tobas, areniscas, pelitas, tufitas y calizas

Unidades: Granitoides del Batolito Patagónico Cordillerano, Granitoides del Batolino Subcordillerano, Complejo Volcánico Sedimentario Cordillerano y Formación Nestares

4.12. *DEPÓSITOS DE CUENCA DE RETROARCO (JNT CRA)*

Historia/Edad: Jurásico-Neógeno

Litología: Sedimentitas continentales y marinas, epiclásticas químicas y piroclastitas

Unidades: Grupo Fortín Nogueira, Formación Bajada Colorada, Grupo Neuquén, Formación Angostura Colorada, Formación Ñirihuau y Grupo Chubut

4.13. *DEPÓSITOS DE PLATAFORMA (KTP DPF)*

Historia/Edad: Cretácico-Paleógeno

Litología: Sedimentitas continentales y marinas, epiclásticas, químicas y piroclastitas

Unidades: Grupo Malargüe, Formaciones Roca, Arroyo Barbudo, Arroyo Verde, Arroyo de las Pinturas y Arroyo Salado

4.14. ARCO MAGMÁTICO PALEÓGENO-NEÓGENO (TPTN AM)

Historia/Edad: Paleógeno-Mioceno

Litología: Volcanitas ácidas, intermedias y básicas, piroclásticas y sedimentitas continentales intercaladas y granitoides

Unidades: Formaciones Huitrera, Ventana, Bajada de los Ingleses, Coluco y Grupo Sarmiento
* Unidad de Interés Metalogénico: Formación Ventana, Formación Huitrera, Formación Mallín Ahogado, Lago Mascardi - Los Machis. Polimetálicos – Mina Petre, Mina María, Cerro San Lorenzo y Cerro Piltriquitrón

4.15. VOLCANISMO BASÁLTICO INTRACRATÓNICO (T VBIC)

Historia/Edad: Paleógeno - Neógeno

Litología: Volcanitas Básicas Alcalinas

Unidades: Formaciones Cerro Cortado, Basaltos Somún Curá, Basaltos Coli Toro, Queupunyeu, Cari Laufquen, Corona Chico, Tronador, Basaltos Cráter, Quetrequile, Anecón Chico, Basalto Rumay, Basalto Pillahuincó Chico, Complejo Apas, Talagapa, Barril Niyeu, Pire Mahuida y equivalentes

4.16. DEPÓSITOS DE CUENCA DE ANTEPAÍS TERCIARIOS (TNQ CA)

Historia/Edad: Cretácico - Terciario

Litología: Sedimentitas epiclásticas continentales, depósitos glaciares, depósitos de agradación pedemontana, depósitos mixtos continental fluvial y plataforma silicoclástica, depósitos continentales con aportes piroclásticos

Unidades: Formaciones Bayo Mesa, Rentería, Ñirihuau, Cerro Azul, Pampa Sastre, Río Negro, Chichinales, El Palo, Collón Curá, La Pava, Roca, Arroyo Barbudo, Bajada de los Ingleses, y equivalentes, y los grupos Malargüe y Sarmiento

* Unidad de Interés Metalogénico: Formación Chichinales. U+Cu+V sedimentario, alojado en areniscas – Proyecto Amarillo Grande

4.17. DEPÓSITOS MARINOS TERCIARIOS (T MP)

Historia/Edad: Paleógeno – Mioceno

Litologías: Sedimentitas marinas epiclásticas, sedimentitas marinas litorales, con aporte piroclástico, sedimentitas químicas marinas

Unidades: Formaciones Barranca Final, Vaca Mahuida, Gaiman, Gran Bajo del Gualicho, Arroyo Verde, Arroyo de las Pinturas y equivalentes

4.18. DEPÓSITOS MODERNOS (QD)

Historia/Edad: Pleistoceno al presente

Litologías: Depósitos fluviales, aluviales, coluviales, lacustres, evaporíticos, eólicos, de playa, de cordones litorales, de cobertura de pedimentos, de remoción en masa

Unidades: Formación San Antonio y equivalentes

* Unidad de Interés Metalogénico: Depósitos Modernos. U+V sedimentario, depósitos superficiales – Proyecto Amarillo Grande

5. MODELOS DE DEPÓSITOS

Acorde a la clasificación de depósitos empleada en la cartografía metalogenética del SEGEMAR (1998), los principales depósitos metalíferos de la provincia de Río Negro corresponden a ocho modelos (Fig. 5), en orden de abundancia:

- (7e) Depósitos Polimetálicos Complejos. 16 proyectos
- (7b) Depósitos Epitermales de Baja Sulfuración (LS). 16 proyectos
- (7a) Depósitos Epitermales con Manganeso. 7 proyectos
- (14 c) Depósitos Polimetálicos Simples. 7 proyectos
- (7c) Depósitos Epitermales de Alta Sulfuración (HS). 6 proyectos
- (6a) Depósitos asociados a Granitoides con W+Mo. 6 proyectos
- (9b) Depósitos Sedimentarios con U+V+Cu. 4 proyectos
- (9e) Depósitos Sedimentarios en Arenas Ferríferas. 4 proyectos

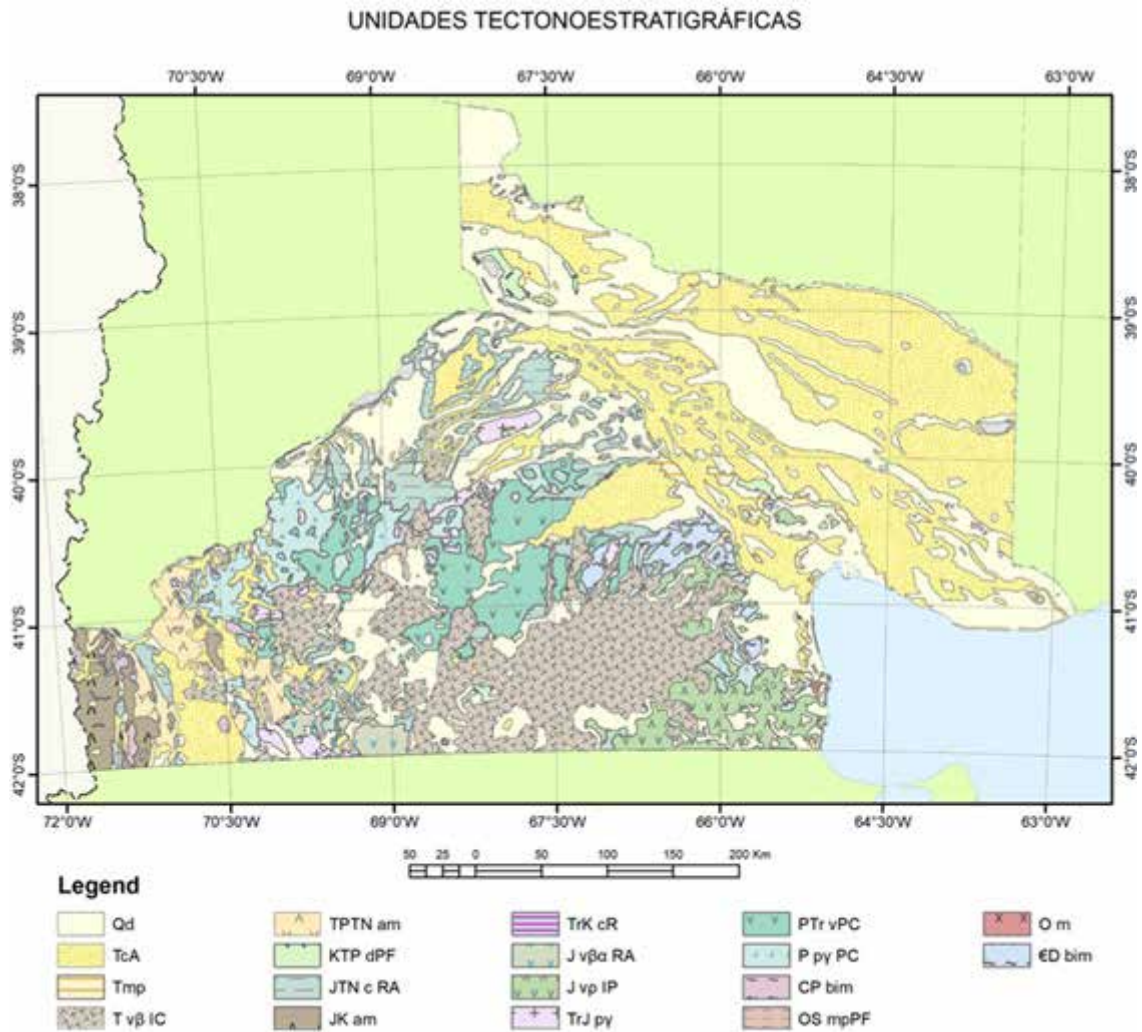


Figura 4. Unidades Tectonoestratigráficas de la provincia de Río Negro escala 1:1.000.000.

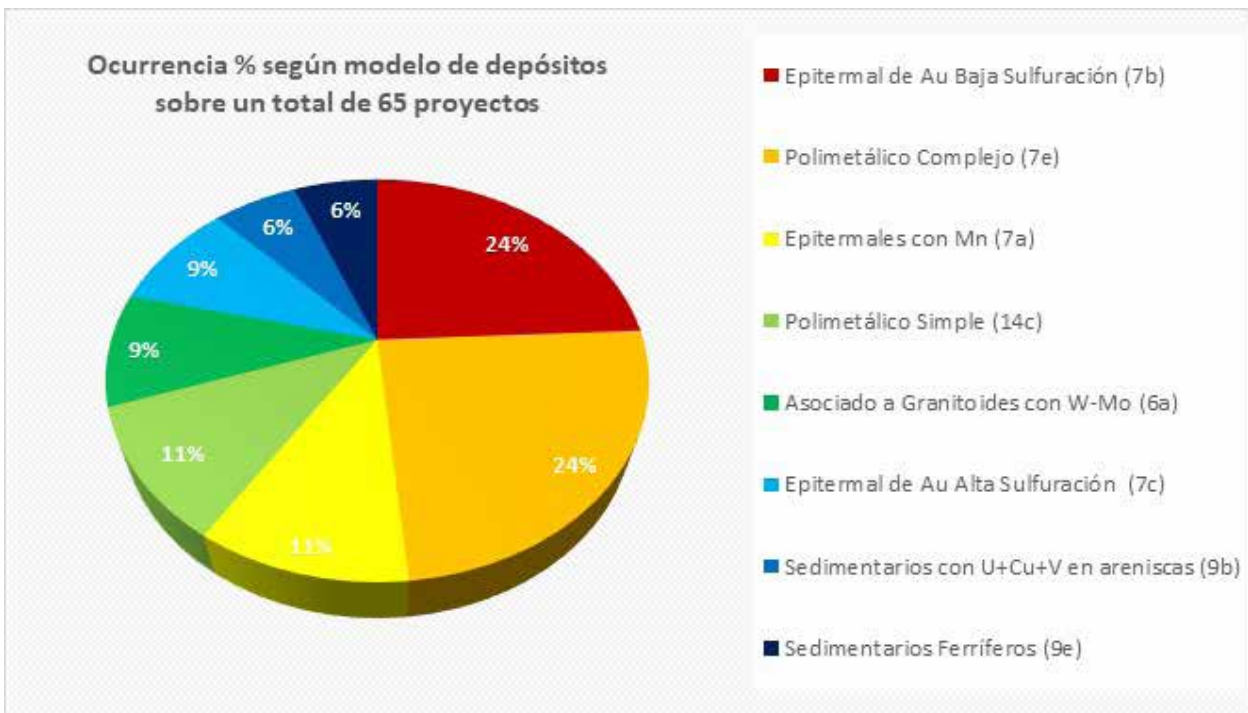


Figura 5. Ocurrencia porcentual de proyectos mineros en función de los modelos de depósitos.

5.1. DEPÓSITOS SEDIMENTARIOS FERRÍFEROS (9E)

Estos depósitos se desarrollan en el distrito de Sierra Grande y están asociados a una sucesión sedimentaria con mantos ferríferos intercalados que se depositaron en una plataforma marina poco profunda desarrollada en faja de clima cálido, durante el Silúrico-Devónico. El mayor exponente de estos depósitos es la mina Sierra Grande que incluye a los yacimientos: Sur, Este, Norte y Rosales.

La mina Sierra Grande está operada por la empresa estatal china MCC y actualmente se encuentran en estado de *stand by*.

5.1.1. SIERRA GRANDE

Los depósitos ferríferos de Sierra Grande se ubican en el departamento San Antonio de la provincia de Río Negro, a una altura media de 280 m s. n. m. Están contenidos en la Formación Sierra Grande, constituyendo parte de una sucesión sedimentaria en la que se individualizan cuatro sitios de interés económico conocidos como los yacimientos Rosales, Norte, Este y Sur, de los cuales solo se ha explotado el yacimiento Sur.

Las relaciones de contacto de la formación con unidades más antiguas y más modernas son de discordancia angular. Sobreyace a las unidades Ectinitas El Jagüelito y Granodiorita Punta Sierra y es sobrepuesta por las Formaciones Marifil, Puesto Piris, Patagonia y Tehuelche en los afloramientos septentrional y oriental.

En general se halla cubierta también por sedimentos holocenos y por su propio derrubio. En las manifestaciones al norte y al sur de Sierra Grande la secuencia sedimentaria es intruida por un stock y diques granodioríticos incluidos en el granito Laguna Medina así como por diques riolíticos de la Formación Marifil. Las rocas que componen esta secuencia son esencialmente silicoclásticas, con mantos ferríferos intercalados y con restos fósiles asignados al Silúrico-Devónico temprano (Fig. 6).

El espesor máximo de la secuencia es de 1.100 m según Klammer (1964) y de hasta 2.130 m de acuerdo a Zanettini (1981). La deformación que afecta a la Formación Sierra Grande es compatible con compresión en niveles corticales altos, destacándose amplios pliegues con longitud de onda variable entre 2 y 4 km, ejes tendidos al NNE hasta NE y buzantes al S y SE. Las fallas, predominantemente inversas, tienen rumbos subparalelos a la estratificación. El

diaclasamiento es muy denso y corresponde a dos juegos de extensión, uno paralelo y otro perpendicular a los ejes de pliegues, y dos juegos de cizalla, de rumbos nordeste y este-sudeste.

Las facies ferríferas constituyen típicas ferrilitas, *ironstones*, en el sentido de Maynard (1983). Se presentan en dos horizontes principales (Zanettini 1981), cada uno con un complejo desarrollo que comprende varios estratos ferríferos alternantes con arenitas cuarzosas y pelitas. Las psamitas ferríferas están formadas por ooides finos (hasta medianos) cuyas variedades más frecuentes muestran núcleo clorítico y bordes hematíticos o magnetíticos y oolitas en las que los silicatos y óxidos se disponen alternantes. Los ooides se asocian con granos de cuarzo, fosfatos y carbonatos nodulares y diversos minerales pesados. Además, los minerales ferríferos pueden estar modificados por meteorización a limonita y por metamorfismo de contacto a magnetita (Demag 1963) o martita (Valvano 1954, Zanettini *op.cit.*)

Respecto a la génesis de las facies ferríferas, se las considera secuencias clásticas cercanas a la línea de costa. En este contexto, existen diversas interpretaciones sobre los paleoambientes en los que pudieron generarse las concentraciones de hierro, tales como complejos de barreras - planicie de mareas (Maynard 1983), regiones intermareales a submareales poco profundas en asociación lateral hacia carbonatos de plataforma (Hunter 1970) y también altofondos en regiones de offshore (Hallam 1975).

Desde el punto de vista económico, los datos históricos en Zanettini (1993) indican reservas del orden de 140 millones de toneladas con leyes de 54,8 % $Fe_2O_3 + Fe_3O_4$. El yacimiento Sur fue el único explotado, obteniéndose un concentrado con tenor de 64% a 68% de hierro. En planta piloto, a partir de los residuos de concentración de hierro, se logró un concentrado con 16% de fósforo. Entre 1972 y 1991 el depósito produjo alrededor de 13 millones de toneladas de mineral y desde 1978 hasta 1991 se obtuvieron 6,4 millones de toneladas de pellets.

5.2. DEPÓSITOS ASOCIADOS A GRANITOIDES CON W-MO (6A)

Estos depósitos se desarrollan en el área de Valcheta y están relacionados a la intrusión de granitos de edad Pérmica sobre rocas metamórficas basamentales donde se hospedan los Proyectos Green Peak, La Perlita, Navarro, Pachamama, General San Martín y Milla 6.

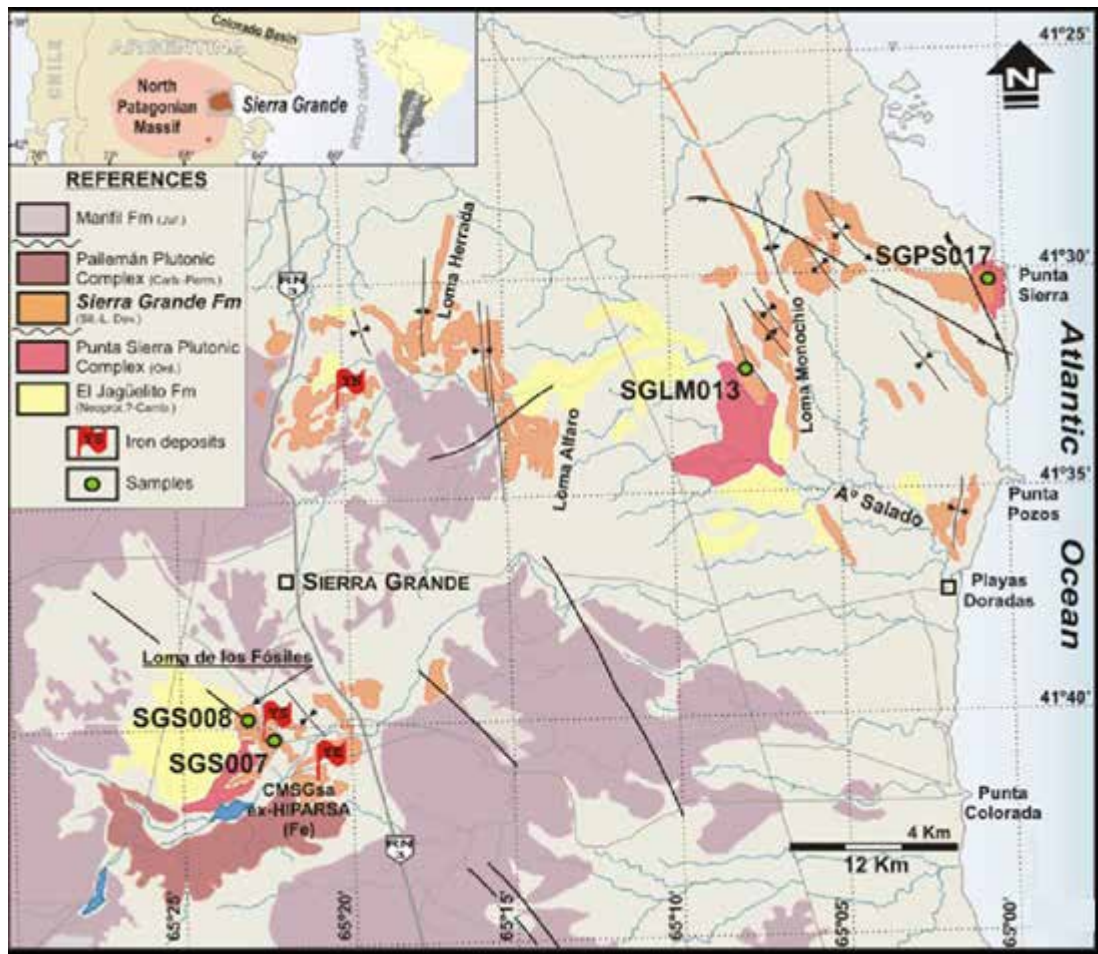


Figura 6. Mapa geológico del distrito ferrífero de Sierra Grande. Tomado de Uriz et al. (2011).

La mineralización de wolframio se encuentra en vetas de orientación general NE, rellenas principalmente por cuarzo + feldespato potásico + schellita + hübnerita, produciendo una alteración argílica sobre la roca hospedante. El principal exponente de este conjunto de depósitos se trata de la mina General San Martín que fuera profusamente explotada en el pasado y que actualmente se encuentra en *stand by*.

5.2.1. MINA GENERAL SAN MARTÍN

El plutón San Martín está formado por una facies de borde biotítica, una facies central leucogranítica y diques graníticos y aplitas cogenéticas (Fig. 7). Corresponde a un granito de tipo I metaluminoso, emplazado en niveles altos de la corteza en el Pérmico medio alto ($262 \pm 5,2$ Ma). Las rocas del plutón muestran una evolución textural desde granitos biotíticos hipidiomórficos de grano medio a leucogranitos alotriomórficos de grano fino, diques porfíricos y aplitas miarolíticas que dan cuenta de procesos de sobreenfriamiento del magma, saturación de agua y exsolución de volátiles favorables para la remoción

y transporte de wolframio. Se reconocieron dos tipos de vetas alojadas en este plutón, vetas pre-mineralización y vetas mineralizadas.

La secuencia paragenética comenzó con una primera etapa hidrotermal estéril (etapa I) que formó las vetas pre-mineralización y generó feldespaticación en la caja. La segunda etapa hidrotermal (etapa II) formó las vetas mineralizadas y depositó primero cuarzo, feldespato potásico y wolframita, luego cuarzo, wolframita y finalmente cuarzo, sulfuros, sulfosales de metales base, preciosos y fluorita.

Se propone un modelo de sistema magmático-hidrotermal donde el plutón San Martín es la roca de caja de las vetas hidrotermales cuya fuente es un intrusivo altamente diferenciado ubicado por debajo. Dicho intrusivo sería una facies tardía del sistema granítico del plutón San Martín (Gozalvez M. 2009).

Las vetas de mayor desarrollo se localizan en el extremo occidental del plutón y se explotaron en las minas San Martín, Pachamama y Horizonte. En el extremo oriental se ubican las vetas Navarro y La Perlita las cuales no fueron explotadas.

San Martín: se explotó de manera discontinua desde 1954 hasta 1985 y produjo un total de 50.000 t de mineral de mena (Gómez y Aliotta 1999). El desarrollo de la mina llegó hasta el nivel - 60 m y aproximadamente dos kilómetros de galerías. Cuenta con reservas históricas medidas de 45.415 t de mineral con ley de 1,23% WO₃ y reservas totales de 250.000 toneladas (Secretaría de Minería de la Nación 1994).

5.3. DEPÓSITOS EPITERMALES DE ORO DE ALTA SULFURACIÓN (HS) (7E)

Los depósitos de oro de alta sulfuración (HS) se desarrollan exclusivamente en el distrito mine-

ro Los Menucos y están asociados al volcanismo mesosilíceo a ácido post-colisional gondwánico de edad Pérmico-Triásico inferior. La roca hospedante comprende domos riolíticos y riolíticos, ignimbritas y tobas, en algunos casos conformando complejos de calderas-diatremas. La mineralización se asocia a estructuras E-O y NO, formando vetas, stockworks, cuerpos de brechas y brechas freatomagmáticas, hospedados en los Complejos Los Menucos y Plutónico Volcánico Navarrete, y equivalentes, donde se alojan los proyectos El Puesto, Caltrauna, Cerro La Mina (Fig. 8), Iván, Laguna Amarilla y Trancura. Asimismo, ocupando las mismas estructuras, se desarrollan sistemas de baja sulfuración posiblemente sobreimpuestos (Franco et. al. 1999).

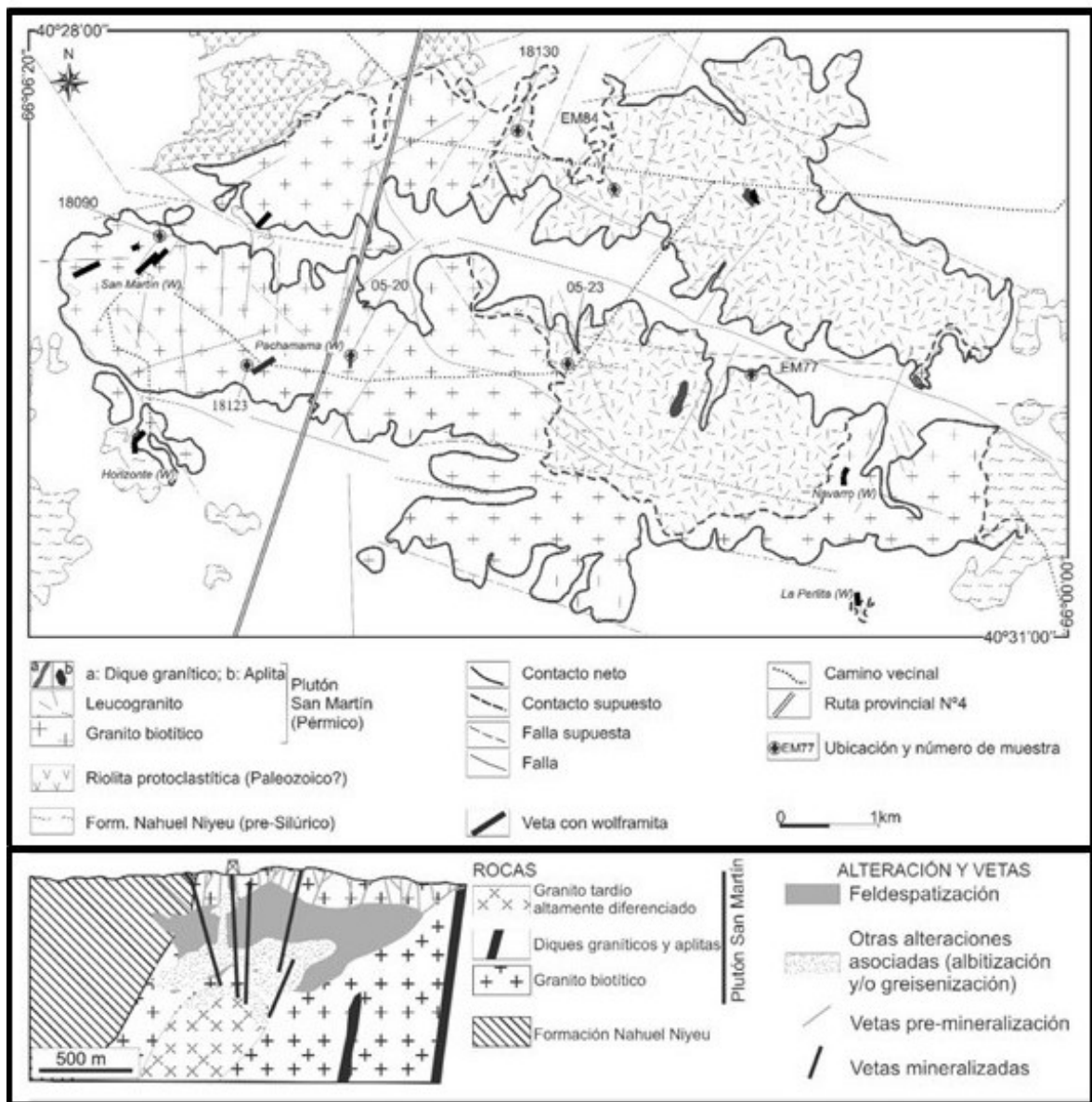


Figura 7. Mapa geológico de la mina de wolframio General San Martín y sección conceptual del modelo de depósito. Tomado de Gosalvez (2009).

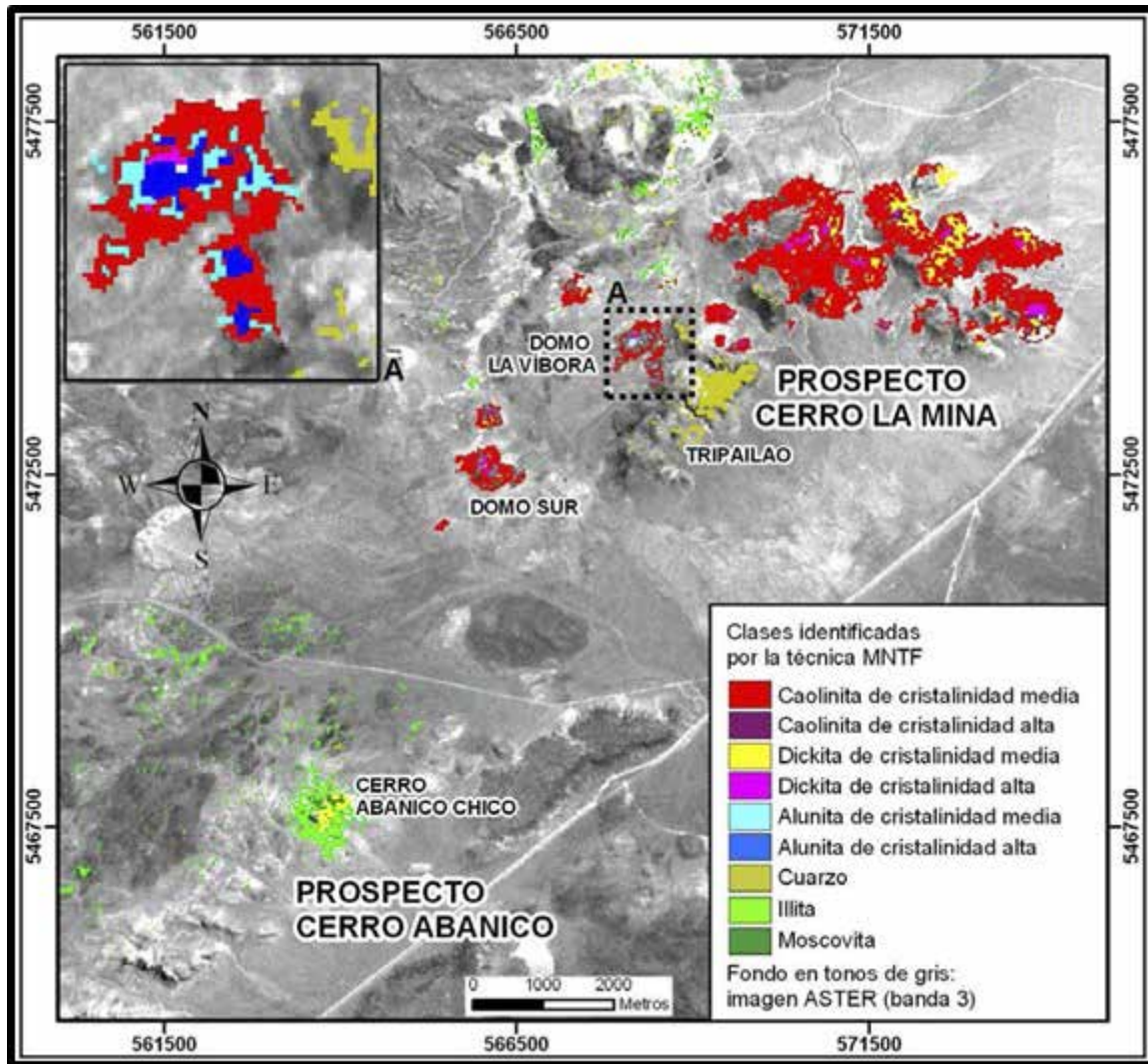


Figura 8. Proyecto Cerro La Mina (Epitermal de oro de alta sulfuración) y Cerro Abanico (Epitermal de oro de baja sulfuración), en el distrito Los Menucos. Tomado de Ducart (2006).

A continuación se describen los máximos exponentes de este distrito:

5.3.1. PROYECTO CALTRAUNA

Arminex identificó por primera vez este prospecto en 1998 y cedió en opción a Apac Minerales Inc. junto con un grupo de propiedades en el distrito de Los Menucos (Caltrauna, El Puesto y Cuya). Apac llevó a cabo 1532 m de perforación RC en 17 pozos, cuya mejor intersección fue en la perforación RCt09 con 46 m@1,5 g/t Au desde la superficie. En 1999 Apac firmó un acuerdo con Río Tinto Ltd. para la exploración de las propiedades del área de Los Menucos, completado 1375 m en 12 pozos y logrando intersecciones de mineralización de oro a poca profundidad (RCt19 32m@1,97g/t Au desde 82 m, incluyendo 4 m@11,7 g/t Au; Página web, <http://www.riodeoro.com.ar>).

La geología y la estratigrafía volcánica en superficie, consiste en niveles de tobas líticas y tobas cristalinas afectadas por alteración propilítica, que se superponen a una secuencia fuertemente alterada. Caltrauna es parte de un sistema epitermal de alta sulfuración y dada la extensa cobertura es difícil determinar una zonificación. Sin embargo, los afloramientos silicificados se extienden sobre un área de 2 x 2 km² (Fig. 9).

En la superficie hay vestigios de sílice *vuggy* y rocas alteradas con asociaciones de minerales que corresponden a una alteración argílica a avanzada, rodeados por una extensa zona de alteración propilítica con carbonatos. Los afloramientos de sílice *vuggy* muestran una etapa tardía de superimpresión de sílice calcedónica a baja temperatura, con barita, crisocola local, óxidos de Fe, pirita y caolinita. Lo más común es que la sílice sea masiva y se localice como un reemplazo en la roca volcánica hospedante.

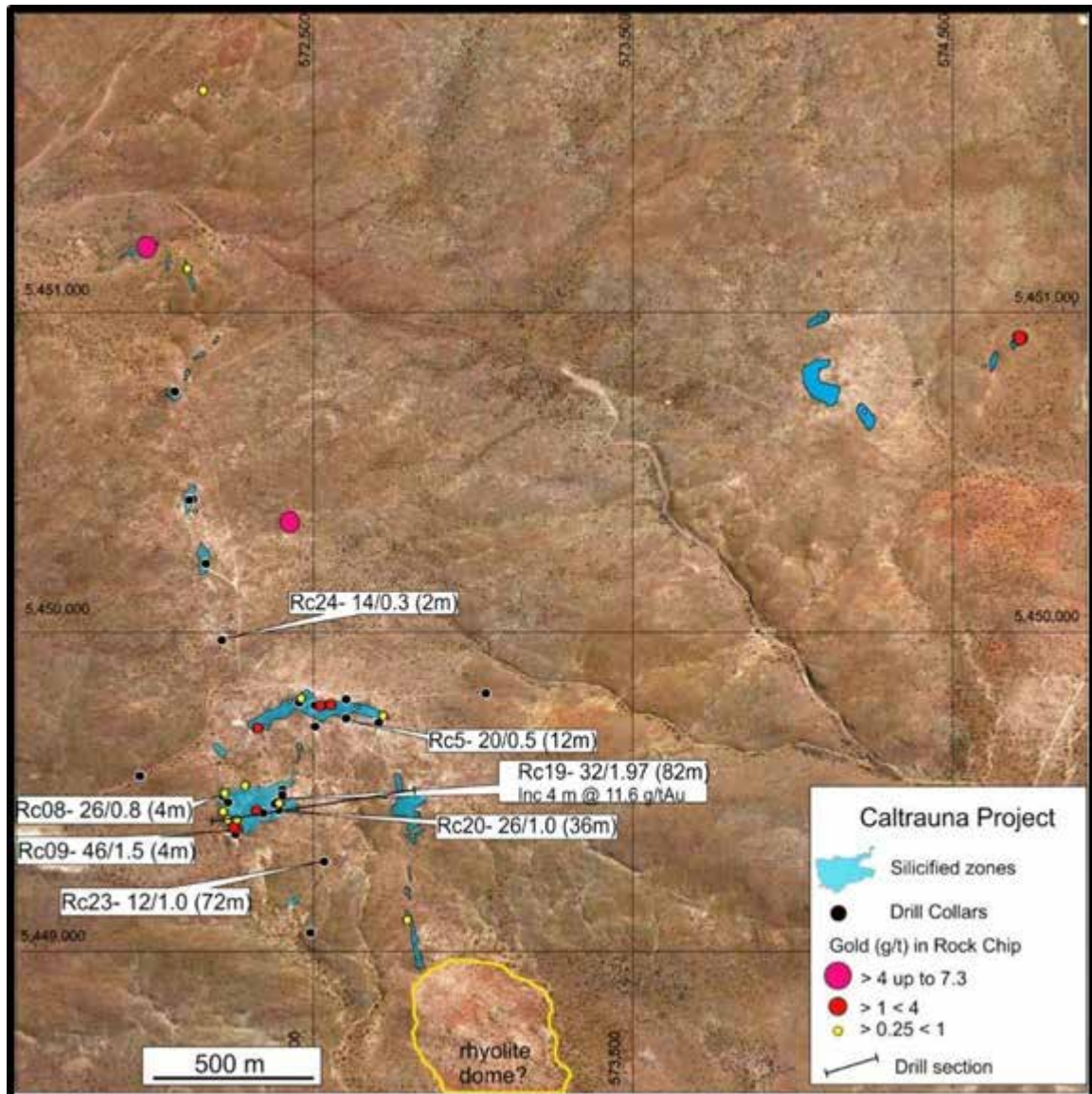


Figura 9. Imagen de Caltrauna que muestra los afloramientos mapeados de rocas silicificadas con cuarzo *vuggy* y de reemplazo, la ubicación del collar de perforación y las muestras de chip de roca. La muestra de oro más alta (7,30 g/t Au) se sitúa en la parte más septentrional del área. Tomado de la página web: <http://www.riodeoro.com.ar>.

La silicificación está controlada por fracturas de rumbo NNO y NE, las cuales comunmente presentan halos distales con alteración de illita-caolinita. Es probable que las secciones más mineralizadas en Caltrauna sean reemplazos de tobas líticas de grano fino.

En la parte más meridional del proyecto, las rocas silicificadas culminan en contacto con un pórfido de composición riolítica. Aunque el núcleo del pórfido está relativamente inalterado, al menos su periferia se vio afectada por la formación de cuarzo residual *vuggy*. El sistema hacia el norte queda abierto, con presencia de vetas y rocas silicificadas con ensayos geoquímicos en *chip rock* de hasta 7,30 g/t Au.

El cuerpo de sílice de 2.000 m en sentido N-S y de 400 m de E-O fue producido por fluidos mine-

ralizados que ascendieron a lo largo de conductos estructurales que alcanzaron horizontes litológicos permeables, lo que hace que los fluidos ascendentes fluyan lateralmente a lo largo de estos horizontes produciendo un *lithocap* de sílice subhorizontal.

La mineralización está alojada principalmente en los contactos litológicos entre las ignimbritas y los niveles de tobas. Los contactos laterales entre el *vuggy*, la sílice calcedónica masiva y las rocas alteradas se relacionan mediante fallas. La alteración argílica avanzada consiste en caolinita (dickita y pirofilita) rodeada por un halo de alteración argílica intermedia representada por arcillas, illita-esmectita.

Una sección transversal al eje del depósito (Fig. 10), demuestra que las intercepciones potencialmente económicas (>1 g/t Au) se producen progresiva-

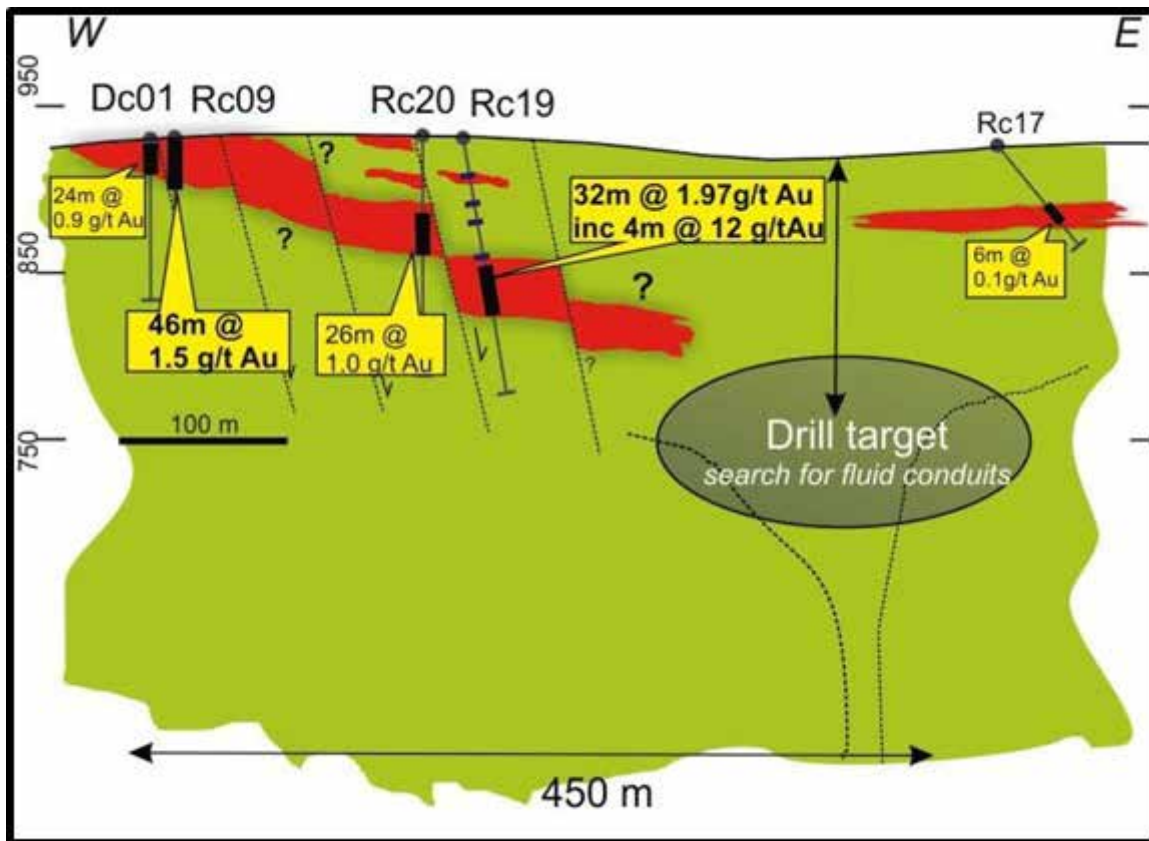


Figura 10. Sección esquemática en el proyecto Caltrauna. Tomado de la página web: <http://www.riodeoro.com.ar>

mente a mayor profundidad de oeste a este, desde la superficie hasta unos 60 m por debajo. Esta situación puede explicarse por un hundimiento progresivo de los *oreshoot* o por un manto que ha sido desplazado progresivamente por fallas.

5.3.2. EL PUESTO

La mineralización está integrada por Au + enargita y en menor medida galena, calcopirita, pirita, argentita y especies oxidadas de Cu, Ag y Pb en cuarzo-sericita, cuarzo-pirofilita y/o cuarzo-dickita formando en partes *vuggy* sílica y alteración argílica avanzada.

Las concentraciones elevadas de metales preciosos se encuentran dentro de la fase de *vuggy* sílica. Los afloramientos ricos en sílice aparecen como diques y capas subhorizontales que alternan dentro de una secuencia de alteración compuesta por cuarzo-sericita-pirofilita-dickita, donde las soluciones de sílice reemplazaron selectivamente a las unidades volcánicas más permeables. Las venas y *stockwork* de limonita-hematita pueden indicar procesos de oxidación hipogénica. Además de cuarzo, las vetas presentan rellenos de baritina, fluorita, alunita, azufre nativo y parches de jarosita. Localmente se observan disseminaciones de malaquita y calcosina provenientes de enargita. La relación Au/Ag es 1:8.

El oro es de tamaño microscópico y se encuentra en estado libre, está disseminado en cuarzo-sericita-dickita o relleno de delgadas fracturas vinculado a óxidos de hierro. En el contacto entre las zonas sericitica y propilitica se desarrolla una asociación de limonita-hematita-cuarzo (gossan) con oro visible (Franco et. al. 1999).

En la primera campaña de perforación RC fueron ejecutados 21 sondajes someros (hasta 100 m de profundidad). Los mejores interceptos cortaron 36 m @ 1,30 g/t Au. Valores en superficie sobre muestras de chip de roca han arrojado valores hasta 58 g/t Au.

5.3.3. CERRO LA MINA

El prospecto Cerro La Mina (Fig. 8) está ubicado a 10 km al suroeste de la ciudad de Los Menucos, en el macizo de Somuncurá. La alteración epitermal relacionada con la mineralización de oro se ha mapeado en un área de 8 km de largo por 2 a 3 km de ancho. El proyecto fue perforado por Iamgold en el 2002, ejecutando una campaña inicial de perforación exploratoria de 10 pozos con un total de 2051 metros. Los mejores resultados se obtuvieron en el *target* Catrin.

La mineralización de oro está alojada en brechas y depósitos volcánicas, en los márgenes de un

domo y su intersección con las estructuras de tendencia NE a E, que se han mapeado en la superficie y también se han identificado con magnetometría terrestre. Estas estructuras afloran como unidades fuertemente silicificadas. Se considera que esta gran área alterada es favorable para conformar depósitos tanto en vetas de alta ley en oro (Cuadro 1) así como también diseminados de baja ley.

(IAMGOLD, 2002).

5.3.4. PROYECTO IVÁN

El proyecto Iván forma parte de un extenso corredor mineralizado de rumbo NE-SO (La Luz Iván *Trend*) de unos 30 km de extensión, donde se han identificado numerosos *targets* exploratorios siendo los más importantes las zonas de La Luz, Iván y Marillán. La zona mineralizada de Iván se encuentra ubicada en el extremo NE de este corredor, donde se ha detectado la presencia de un extenso *lithocap* de aproximadamente 11 km², asociado a un sistema epitermal de alta sulfuración. La alteración hidrotermal está caracterizada por una asociación de minerales típicos de estos sistemas, identificando zonas de alteración argílica (caolinita-illita), argílica avanzada (dickita, pirofilita, alunita) y numerosas estructuras de sílice residual (sílice masiva y *vuggy silica*). Estructuras silicificadas similares fueron encontradas en el proyecto La Luz, así como también en el proyecto Marillán (www.trendixmining.com.ar).

Asociado al *lithocap* se reconocieron aproximadamente unos 70 *ledges* de sílice residual, con

corridos individuales de hasta 800 m y potencia de hasta 5 metros. En ellos se reconoce pirita y algunos sectores con pátinas de carbonatos de cobre.

El proyecto actualmente cuenta con 121 muestras geoquímicas, 118 muestras analizadas mediante el uso de Terra Spec y estudios geofísicos, realizando 22 perfiles electromagnéticos espaciados cada 320 m, sumando un total de 59 km y 18 sondeos eléctricos verticales (SEV).

5.3.5. LAGUNA AMARILLA

Laguna Amarilla corresponde a un sistema epitermal de oro de alta sulfuración situado inmediatamente al norte del proyecto Dos Lagunas, el cual es epitermal de baja sulfuración.

Este sector fue estudiado por Barrick mediante estudios de geofísica terrestre del tipo IP/resistividad y magnetometría, trincheras mecanizadas y posteriormente perforado por la misma empresa. El mejor intervalo de zanjas fue de 48,5 m @ 3,90 g/t Au pero estos valores no se repitieron en las perforaciones (Fig. 11).

El proyecto Laguna Amarilla está formado por una ignimbrita riolítica alterada por cuarzo-caolinita, ubicada en forma periférica al norte de una veta de cuarzo con tendencia general NE (Dos Lagunas) y que ha sido explorada históricamente por Pegassus e Iamgold entre 1998 y 2003.

El cuarzo residual *vuggy* no está muy extendido pero se lo ha detectado cerca del sondaje IMG DLRC-54, que arrojó 38 m @ 0,80 g/t Au desde una profundidad de 20 metros. La zona de cuarzo-

Perforación N°	Profundidad vertical aproximada (m)	Espesor	Ley Au (g/tn)
CMDD03 Incl.	58	2.4 1	31.7 56.8
CMDD04	30	2	1.3
CMDD05	252	1	2.6
CMRC09	74	2	4.1
	77	1	60.5
CMRC10	desde la superficie	38	0.5

Cuadro 1. Resultados de los mejores interceptos de sondajes. Cerro La Mina. Tomado del sitio Sedar. Iamgold Corporation. New Release 30-Sept-2002.

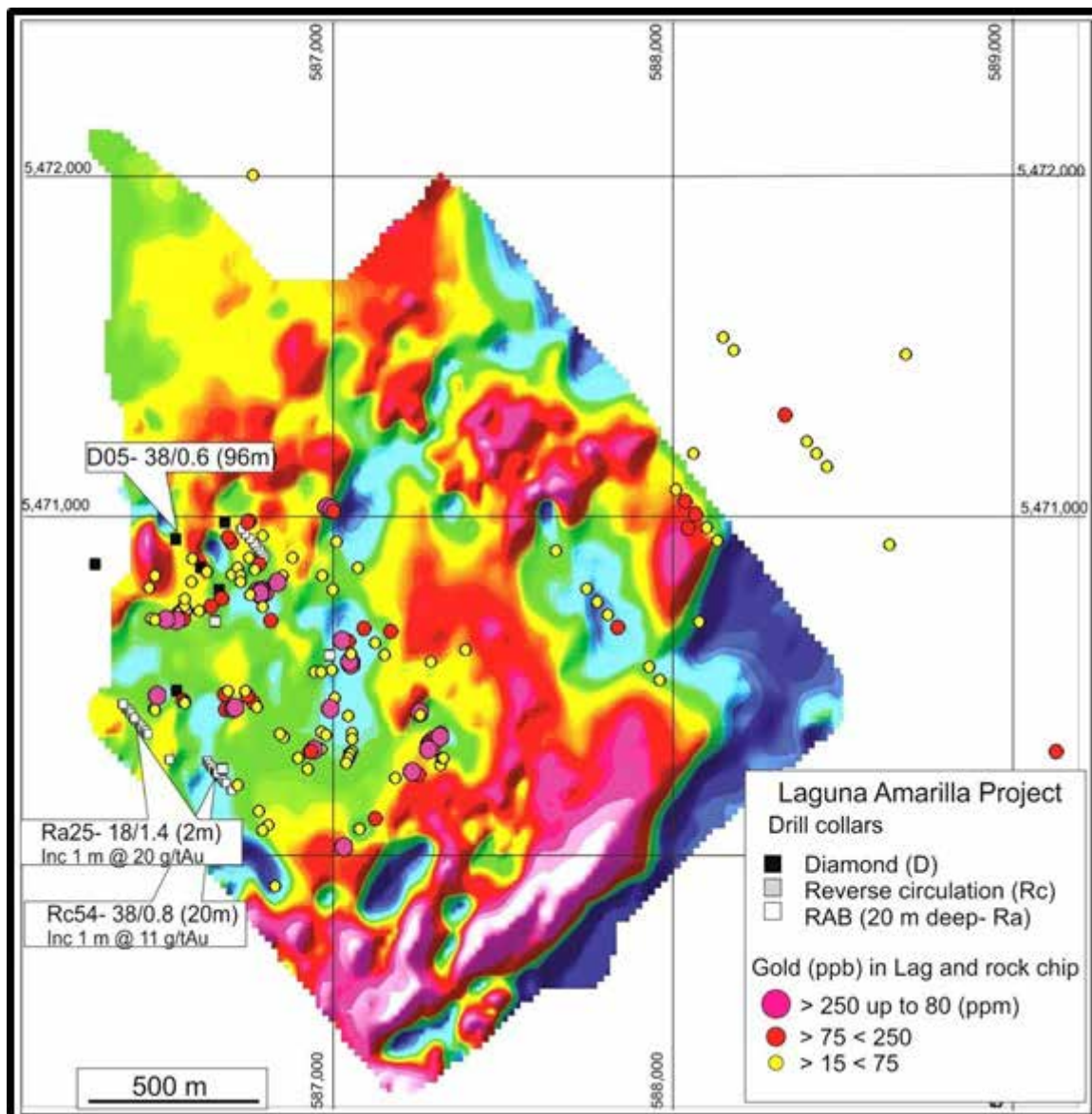


Figura 11. Imagen magnética reducida al polo, geoquímica de Au y perforaciones del proyecto Laguna Amarilla. Tomado de la página web: <http://www.riodeoro.com.ar>

caolinita está cortada por varias vetas de cuarzo con texturas bandeadas y en escarpela, similares a la veta Dos Lagunas (<http://www.riodeoro.com.ar/>).

El valor de oro más alto corresponde con 67,4 g/t Au y se obtuvo de una zona silicificada con abundante jarosita. Se registran valores aislados de hasta 12 g/t Au de otras vetas de cuarzo y también en interceptos de sondajes IMG RAB-25.

En Laguna Amarilla los mejores resultados provienen de la perforación de bajos magnéticos y áreas con afloramientos de sílice *vuggy*, reemplazo calcedónico y jarosita, por lo tanto, aún pueden existir *targets* no probados a la fecha. Las secciones geológicas muestran una estratigrafía que se sumerge unos 35° al NO, indicando que la mineralización está controlada por estratos permeables.

5.4. DEPÓSITOS EPITERMALES DE BAJA SULFURACIÓN (LS) - SULFURACIÓN INTERMEDIA (IS) (7B Y 7M)

Los depósitos de oro y plata de baja sulfuración (LS) se relacionan al volcanismo post-colisional gondwánico Pérmico-Triásico inferior, representado en el distrito minero de Los Menucos, que ocupa el mismo ámbito donde se desarrollan los sistemas de alta sulfuración descriptos precedentemente. Estos depósitos se encuentran alojados en el Complejo Los Menucos, Formación Garamilla, La Esperanza y equivalentes, donde se presentan los proyectos Cerro Choique, Dos Lagunas, La Negrita, Cerro Abanico, La Luz, Cuya, La Cabaña I, La Cabaña II y Cañadón del Moro.

Por otro lado, los sistemas epitermales de oro de baja sulfuración también se relacionan al vulcanismo extensional del Jurásico, profusamente desarrollado en la provincia de Río Negro. En el sector oriental de la provincia, se hallan relacionados a las volcanitas ácidas del Complejo Marifil, como los proyectos San Roque, Arroyo Verde y Lalo-Doña Ana. En el sector centro-occidental de la provincia, están relacionados a las volcanitas de composición intermedia-básica de las Formaciones Lonco Trapial, Taquetrén y equivalentes, como el distrito minero de Calcatreu.

También se deben destacar, para el mismo ciclo metalogenético, los sistemas epitermales de baja sulfuración-sulfuración intermedia como el Proyecto Navidad, en territorio de la provincia de Chubut. Este proyecto está relacionado a sedimentitas de relleno de cuenca de rift mesozoica, sobre la cuenca de Cañadón Asfalto.

5.4.1. CERRO ABANICO

Cerro Abanico se halla ubicado a 8 km al SO de Cerro La Mina. Contiene mineralización de oro y plata alojada en vetas. Los mejores interceptos obtenidos de las perforaciones efectuadas por Iamgold durante el 2001 fueron 4,4 m @ 6,80 g/t Au y 287 g/t Ag (Cuadro 2).

Las estructuras están conformadas por vetas y *stockworks* de cuarzo con texturas coliformes custriformes, brechosa, en peine y reemplazos pseudomórficos. El único sulfuro visible es pirita. La roca hospedante está representada por ignimbritas riolíticas, presentando una alteración argílica poco desarrollada en el contacto con las vetas.

5.4.2. TRANCURA

Trancura representa una mineralización de oro alojada en la cúpula de un domo riolítico, en la intersección de una falla regional NO y un sistema de fallas E-O (Fig. 12).

La mineralización se presenta en vetas de cuarzo que alcanzan hasta 7 g/t de oro. Una veta de cuarzo de 1,4 km de largo y localmente varios metros de espesor, se encuentra contenida dentro de un cuerpo de riolita hacia el norte del domo, con valores de unos pocos cientos de partes por billón. Hacia el oeste, alojadas en ignimbritas, se presentan zonas delgadas de vetas de cuarzo con hasta 2 g/t de oro.

Adicionalmente, se presenta una brecha freática/freatomagmática en las inmediaciones a las márgenes del domo, que podría generar zonas permeables capaces de albergar mineralización de oro de gran tonelaje (<https://www.riodeoro.com.ar/>).

5.4.3. PROYECTO LA LUZ

Este proyecto se ubica en la parte central de la provincia de Río Negro, a unos 35 km al norte de la localidad de Los Menucos. Comprende tres sectores principales: Iván (7,5 km²), Marillán (18 km²) y La Luz (28 km²), todos incluidos en una faja o *trend* de mineralización de unos 28 km en sentido SO-NE por 6 km en sentido NO-SE (www.trendixmining.com.ar).

La primera fase de exploración se desarrolló a partir de 2008, exclusivamente en el sector La Luz, en un área de aproximadamente 9 km². Los trabajos incluyeron tareas tales como:

Perforación	Desde (m)	Hasta (m)	Longitud (m)	Au (g/tn)	Ag (g/tn)
ABDD01	55.4	59.8	4.4	6.8	287
ABDD02	39.3	41.0	1.7	2.6	211
ABDD04	34.4 153.1	39.9 154.1	5.5 1.0	2.3 6.0	9.0 55.0
ABDD06	24.0	28.8	4.8	1.0	69
ABDD11	33.2	33.7	0.5	6.4	436
ABDD12	87.1	89	1.9	3.3	174

Cuadro 2. Resultados de los mejores interceptos de sondajes en Cerro Abanico. Tomado del sitio Sedar Iamgold Corporation. New release 2-May-2001.

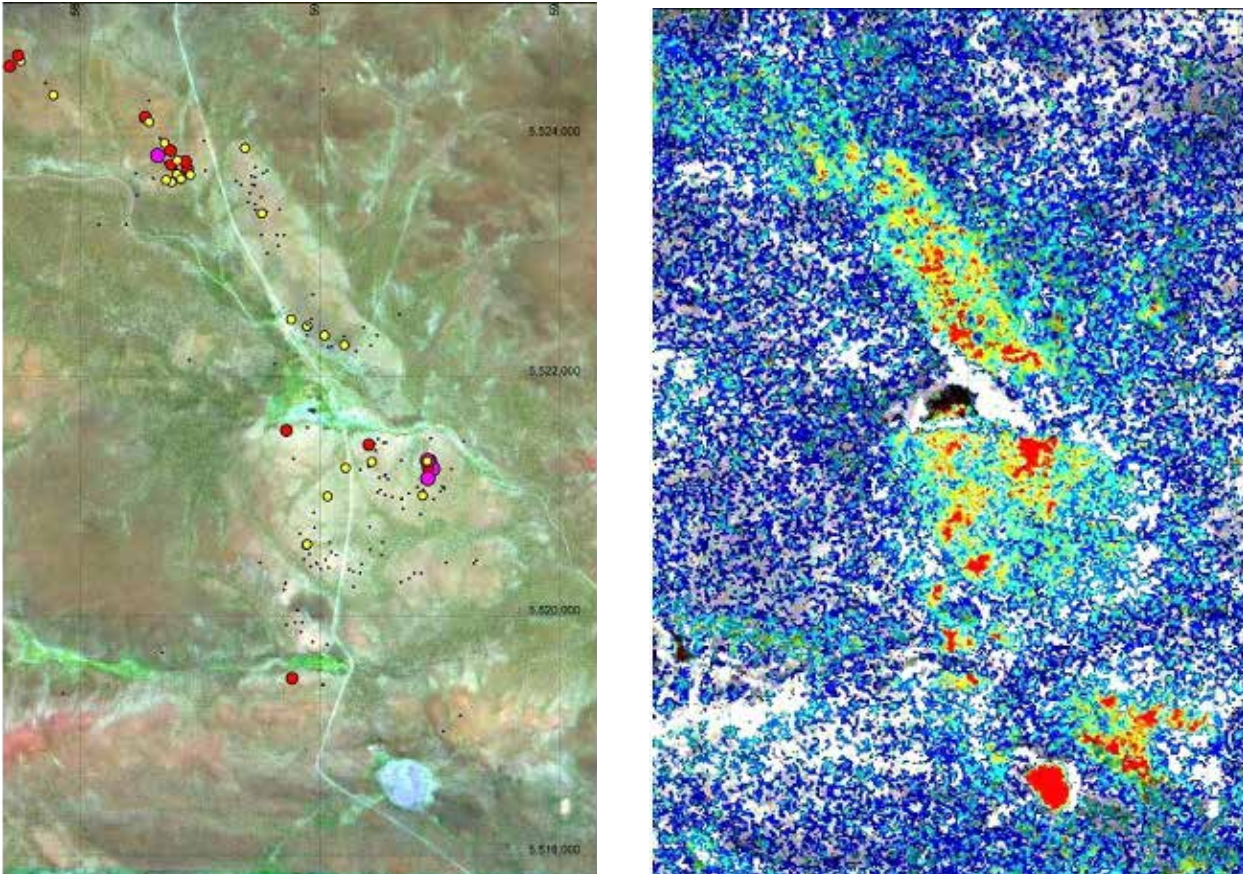


Figura 12. Proyecto Trancura. En las imágenes se observa la cúpula del domo de riolita con desarrollo de alteración illítica y los puntos de muestreo geoquímico. Tomado de la página web <http://www.riodeoro.com.ar>

- Geología: sobre un área de 9 km²
- Geoquímica: 2.000 muestras de superficie y de perforaciones
- Trincheras de exploración: más de 440 (longitudes entre 5 y 400 m cada una)
- Geofísica: IP/*Resistivity* (70 km) y magnetometría (37 km)
- Estudios Especiales: calcografía, inclusiones fluidas, petrografía y PIMA
- Programa de perforaciones: 2.000 m de sondajes DDH

La investigación geoquímica ha demostrado fuertes anomalías en Au (hasta 22 ppm), Ag (hasta 2.100 ppm) y numerosos sectores con valores económicos en plomo, cobre y zinc. Se han detectado asimismo contenidos anómalos en indio y vanadio.

La prospección geofísica ha demostrado la presencia de estructuras, en parte aflorantes, con corridas superiores a 2 km, mientras que los sondeos verificaron continuidad de las estructuras mineralizadas hasta una profundidad de algo más de 50 metros.

La mineralización es de origen epitermal de sulfuración intermedia (*Intermediate sulfidation*), asociada a posibles cuerpos subvolcánicos o domos

de composición ácida aflorantes dentro del Complejo Los Menucos o ligeramente más jóvenes que él, emplazados en corredores tectónicos y constituyendo verdaderas fajas de cizalla. Está representada por una serie de cuerpos filonianos, algunos con más de 800 m de longitud visible, estructuras Milla y Gael, y con potencias variables entre 0,80 m y hasta 2,25 metros.

5.4.4. PROYECTO CERRO CHOIQUE

Dentro del área explorada se ha detectado un extenso sistema epitermal de baja sulfuración, representado por un corredor mineralizado de rumbo NO-SE, 4.500 m de extensión y ancho variable entre 300 m y 600 metros. Se identificaron dos bloques mineralizados: Bloque Principal Choique NO y Bloque Choique SE, diferenciados por la potencia de las vetas de cuarzo expuestas en superficie, su mineralogía, temperatura de formación y la intensidad de la alteración hidrotermal de la roca huésped (www.trendixmining.com.ar).

En total se tomaron aproximadamente 900 muestras geoquímicas de superficie, de roca y de suelo, 1.010 muestras de sondeos, se realizaron 4.650 m de trincheras exploratorias y 1.076 m de perfora-

ción por aire reversa. Tanto las trincheras como las perforaciones se realizaron en la primera campaña del año 1996.

Los trabajos exploratorios se han concentrado principalmente en el bloque Principal Choique NO donde se ha reconocido un sistema epitermal de unos 2.000 m de extensión en sentido NO-SE y 600 m de ancho. El depósito está formado por un extenso *stockwork* de cuarzo-calcedonia con al menos 12 pulsos de inyección silíceas.

La potencia de las venas y vetas que forman este *stockwork* varía entre pocos cm hasta 1,20 m y presentan texturas típicas de ambientes epitermales someros, texturas crustiforme-coloforme y pseudo-morfos según calcita y calcedonia masiva. Además, se han identificado varios episodios de brechamiento hidrotermal, destacándose una chimenea de explosión hidrotermal, cuyo afloramiento abarca una superficie de 4 hectáreas. La mineralización además de hallarse en vetas y venas también se encuentra diseminada en la roca de caja, en los niveles sedimentarios y tobas.

En el Bloque Choique SE, se ha detectado un sistema de vetas de cuarzo blanco alternando en bandas con cuarzo granular gris cristalino de mayor temperatura, asociado con niveles de brechas, vetas de brechas, y se interpreta como un sistema epitermal expuesto en los niveles intermedios. En este bloque además se aloja un sistema de vetas de cuarzo-fluorita donde se desarrollan las antiguas labores de fluorita de rumbo NE-SO y un nivel de tobas intensamente silicificadas y brechadas interpretadas como un *silica cap*. El muestreo geoquí-

mico realizado detectó anomalías interesantes de oro y elementos traza como el mercurio, arsénico y molibdeno, en muestras de roca tomadas sobre las vetas de cuarzo epitermal.

5.4.5. DOS LAGUNAS

Dos Lagunas se encuentra a 15 km al sudeste de la ciudad de Los Menucos. La excavación de zanjas y el muestreo de rocas a lo largo de una veta de 1,7 km de largo fueron muy alentadores, con leyes de hasta 120 g/t Au en una muestra de canal de 1 metro. El grosor de la veta en la superficie varía de 1 a 10 m, con un promedio de 3 metros. Iamgold realizó una campaña de sondajes donde los mejores resultados de perforación fueron mejores cerca del extremo sur de la veta, donde los agujeros DLDD-2 y DLDD 5 cortaron 2 m @ 6,70 g/t Au y 21 g/t Ag y 1,50 m @ 8,30 g/t Au y 42 g/t Ag (*Press reléase Iamgold. 30-sept-2022, Cuadro 3*).

La mineralización en Dos Lagunas está hospedada en una secuencia piroclástica de riolitas y dacitas triásicas, denominada Complejo Los Menucos. Se trata de una estructura principal conformada por vetas y vetillas de cuarzo-adularia, con textura bandedada. La mineralización aurífera de baja sulfuración está restringida a las vetas y vetillas que conforman la estructura principal (www.trendixmining.com.ar).

Los trabajos de exploración se desarrollaron en diferentes épocas por Pegasus Gold y Iamgold y consistieron en mapeos geológicos de superficie, trincheras y perforaciones tanto DDH (989 m) como RC (1.020 m).

Perforación N°	Profundidad vertical aproximada (m)	Espesor verdadero aproximado (m)	Ley Au (g/tn)
DLDD1	40	3.0	2.8
DLDD2	40	2.0	6.7
DLDD3	17	1.3	3.2
DLDD5	85	1.5	8.3
DLRD6	125	0.2	6.1
DLRD7	132	3.8	2.8
DLRC8	25	2.9	2.1

Cuadro 3. Resultados de los mejores interceptos de sondajes. Tomado del sitio Sedar. Iamgold Corporation. New release 30-Sept-2002.

5.4.6. PROYECTO CAÑADÓN DEL MORO

El primer programa de perforación llevado a cabo en Cañadón del Moro fue realizado por la empresa Iamgold en el 2004 y consistió en perforaciones de aire reversa y diamantina para probar dos vetas, y aunque los valores de oro generalmente no fueron altos (mejor intercepto de 6 m @ 2,90 g/t Au), la perforación encontró valores muy altos de plata. Hubo 11 intersecciones con un promedio de más de 100 g/t Ag, siendo la mejor 2 m @ 726 g/t Ag, 3 m @ 611 g/t y 3 m @ 452,3 g/t Ag (*Press release Iamgold 10-Ago-2004*).

Actualmente la empresa Southern Copper está conduciendo tareas de exploración en este proyecto, sin embargo, no se conocen avances ni resultados.

5.4.7. PROYECTO CALCATREU LS

El depósito Calcatreu es un sistema de oro de baja sulfuración de alta ley en oro, en estado de PEA, *Preliminary Economic Assessment*, donde la empresa CUBE *Consulting Ltd* de Australia, preparó una estimación de recursos actualizada que cumple con los estándares JORC/NI 43-101, con fecha de vigencia de 31 de diciembre de 2018. Utilizando precios de metales de US \$ 1300 por onza (Au) y US \$ 16 por onza (Ag), los valores equivalentes de oro (AuEq) se calcularon con una relación de 81,25: 1 Ag/Au. El recurso actual contiene 9,84 millones de toneladas con 2,36 g/t AuEq totalizando 746 oz en la categoría indicada y 8,1 millones de toneladas a 1,5 g/t AuEq por 390 oz en la categoría inferida (www.patagoniagold.com).

Geológicamente, Calcatreu se desarrolla dentro de las rocas volcánicas calcoalcalinas bimodales de la Formación Lonco Trapial del Jurásico (Fig. 13). Las vetas epitermales de cuarzo-calcita de baja sulfuración con metales preciosos fueron descubiertas por *LaSource Développement Argentina* a fines de 1997, al encontrar un fragmento de cuarzo al costado de la ruta. Posteriormente, *Normandy Mining of Australia* completó la mayor parte de la exploración del proyecto.

El trabajo de seguimiento del fragmento de cuarzo condujo rápidamente al descubrimiento de sistemas de vetas en los *targets* Nabel y Nabelón. Prosiguieron estudios de imágenes SPOT y Landsat con seguimiento en campo, conduciendo al descubrimiento de nuevos *targets* mineralizados como Veta 49, Nelson, Castro Sur, Trinidad, Viuda del Castro y otros.

El sistema Veta 49-Nelson ha sido el más investigado, con una longitud de más de 2 km y anchos de hasta 20 metros. Todos estos *targets* fueron testeados mediante sondajes, además de ser reconocidos mediante estudios de IP/gradiente, muestreo de suelo y muestreo geoquímico de roca. También se realizó un programa regional de muestreo de sedimentos BLEG, *Bulk Leach Extractable Gold*, que consistió en 429 muestras recolectadas en un espacio promedio de 5 km² por muestra y un programa regional de mapeo geológico.

Veta 49, y su probable extensión Nelson, es el descubrimiento más significativo hasta la fecha del proyecto Calcatreu. De acuerdo a Hodgkin y Rivera (2001) la estratigrafía se resume en:

- Ciclo Volcánico - subvolcánico riolítico inicial
- flujos piroclásticos riolíticos soldados
- domos de composición riodacítica (edad en 193.5 Ma por K/Ar en biotita)
- *Targets* asociados: Viuda, Trinidad

Ciclo Volcánico traquítico de transición (Centro Volcánico Aguada de Ambrosio)

- andesita porfídica y flujos lahar
- un pequeño evento estratovolcánico aislado geográficamente
- sin *targets* asociados

Ciclo Volcánico - sedimentario bimodal inicial

- Lavas de andesita y flujos piroclásticos riolíticos intercalados
- Parte superior marcada por areniscas rojas y lutitas
- *Targets* asociados: Coyu

Ciclo Volcano- sedimentario bimodal final

- concentrado a lo largo del eje de CVTB y productos generalizados
- lavas de andesita y flujos piroclásticos riolíticos intercalados delgados
- *Targets* asociados: Veta 49-Nelson, Amistad, Castro Sur

Ciclo Volcánico - subvolcánico riolítico tardío

- Domos pequeños de riolita
- Perspectivas minerales asociadas: Nabel/Nabelón

Los autores mencionados creen que la alteración y mineralización encontradas en el área del proyecto están asociadas con un complejo de intrusiones y brechas emplazadas al final del ciclo volcánico - sedimentario bimodal final. Pequeñas reservas de microdiorita porfírica, diorita, pórfidos andesíticos

y andesita porfírica se encuentran en las inmediaciones a Veta 49, Nelson y Castro Sur (Aquiline Resources 2007).

En Veta 49-Nelson el oro ocurre como *electrum* y como oro libre con un tamaño de 0,2 a 6 micras. Las leyes son generalmente moderadas, en promedio alrededor de 3 a 4 g/t de oro. Sin embargo, localmente, los ensayos individuales pueden ser de hasta 60 g/t Au en anchos de 1 a 5 metros. La mineralización se restringe en gran medida a las vetas

de cuarzo. Alrededor de las vetas de cuarzo hay una zona de andesita argílicamente alterada. Estas rocas generalmente muestran un bajo contenido de oro, típicamente menos de 0,5 g/t, pero localmente pueden ser mayores a 1 g/t, principalmente cuando son acompañadas por silicificación. La plata acompaña al oro en una proporción de aproximadamente 10 a 1.

El sistema mineralizado es muy pobre en sulfuros como piritita y menor aún en galena y esfalerita. No se reportan concentraciones significativas de

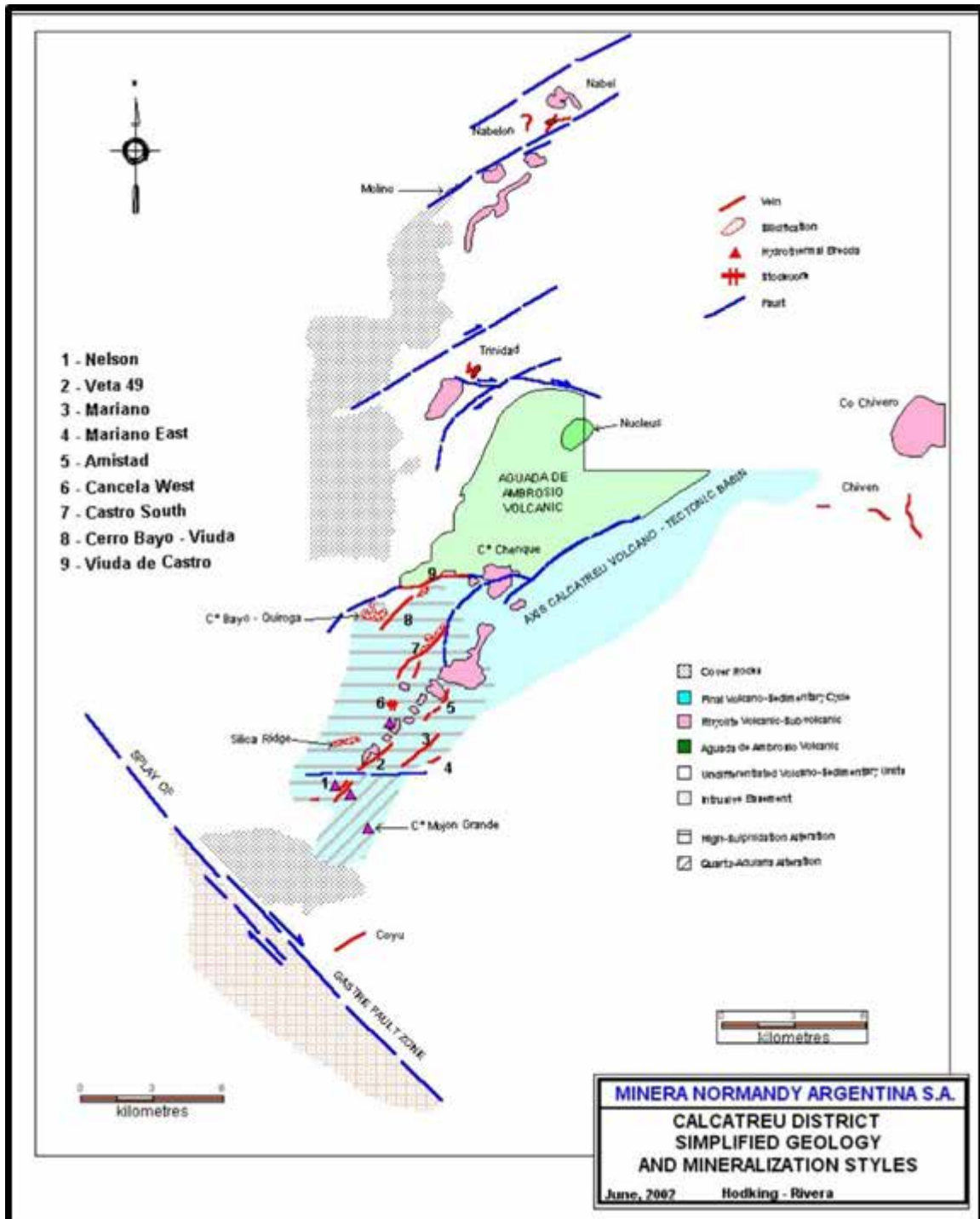


Figura 13. Mapa geológico de semi-detalle del Proyecto Calcatreu. Tomado de Aquiline Resources (2007).

minerales que contengan cobre, arsénico o bismuto en el sistema. La mineralización se ha oxidado a una profundidad promedio de aproximadamente 75 m, mucho más profunda que en las rocas huésped circundantes. La profundidad de oxidación desde la superficie varía de 29 a 120 m, aparentemente en función de la superficie erosiva.

Otras especies metálicas detectadas incluyen pirita y muy rara argentita, calallita, esfalerita y galena. Las arcillas principales asociadas con la mineralización son illita y esmectita. La caolinita está muy bien desarrollada en el techo colgante de la estructura principal de Veta 49, lo cual se interpreta principalmente como resultado de la meteorización supergénica. Texturas coliformes y de reemplazo pseudomórfico después de calcita, son habituales.

La mineralización está alojada sobre una roca brechada y alterada, mediante silicificación y argilización, y se interpreta como una lava de andesita porfídica.

5.4.8. PROYECTO ARROYO VERDE LS

Este proyecto se ubica en la zona centro-oriental del Macizo Nordpatagónico, en el límite entre las provincias de Río Negro y Chubut. Consiste en un depósito de tipo epitermal de baja sulfuración comprendido por un enjambre de vetas y venillas de diversos espesores. Estas vetas se emplazan dentro de un domo riolítico perteneciente al Complejo

Volcánico Marifil del Jurásico temprano (Fig. 14). En la provincia del Chubut, la veta *Principal Vein*, se destaca por sus texturas y contenido de metales preciosos. Esta estructura se ubica dentro de facies dómica, con una orientación NO-SE, con un buzamiento de 80° al SO y espesores que varían desde 1 hasta 8 metros (Pavón Pivetta y Garrido 2016).

En superficie la veta presenta texturas de relleno de espacios abiertos del tipo costriformes, coliformes de bandas de calcedonia blanca, intercaladas con bandas de cuarzo transparente y de sílice negra, texturas en peine y masivas, brechas de clastos de veta, angulares a subangulares, con texturas bandeadas de 2 a 5 cm de espesor, cementadas por sílice negra, con sulfuros finos diseminados y brechas hidrotermales de clastos de veta de cuarzo masivo en un cemento tipo jaseroide.

En los sondeos se separan macroscópicamente dos zonas. La primera zona está formada por una veta de color blanquecino con textura de brecha. Los clastos son de riolita fluidal con venillas de cuarzo transparente. El cemento de la brecha está conformado por un pulso de cuarzo tipo lechoso, blanquecino, con escasos sulfuros, principalmente pirita y sulfuros negros de tamaño muy pequeño. Las texturas de este pulso son bandeadas, costriforme, masiva y *lattice bladed* reemplazada por sílice. El segundo pulso del cemento es de cuarzo transparente con una pequeña proporción de amatista. Sobre muestras de sondeos se observa una diferencia

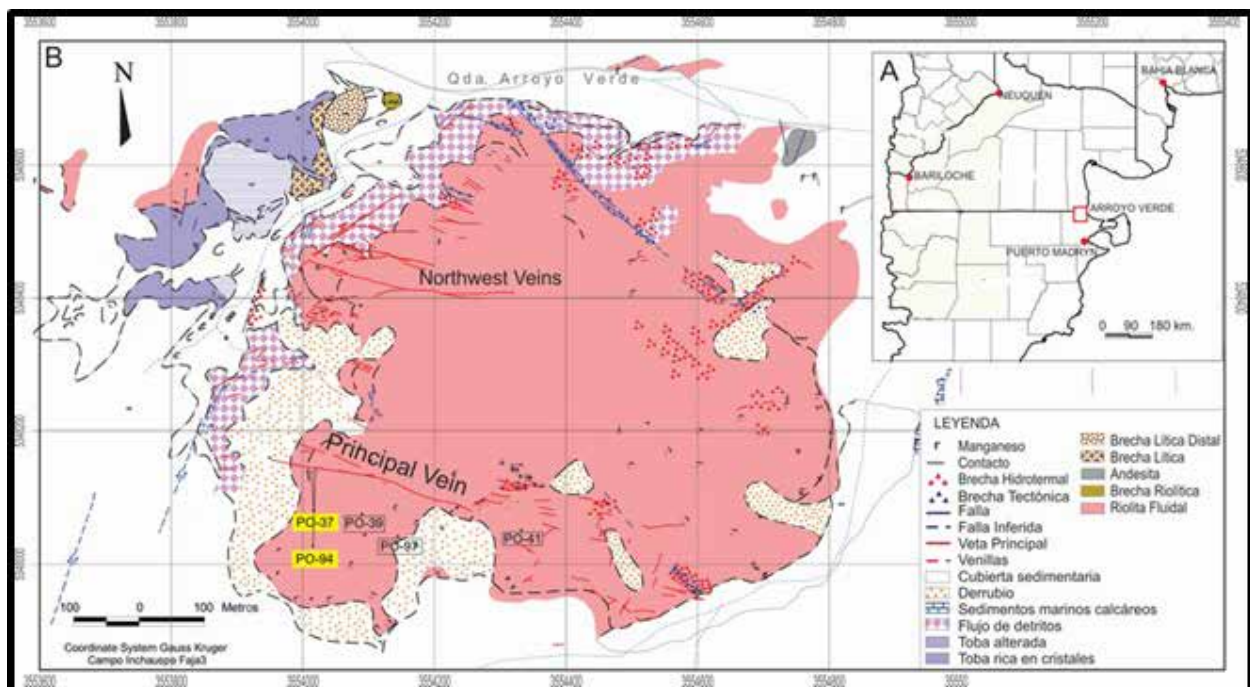


Figura 14. Geología del proyecto Arroyo Verde en el límite de las provincias del Chubut y de Río Negro. Tomado de Pavón Pivetta y Garrido (2016).

importante entre las texturas y concentraciones de elementos de interés económico.

En el sondaje PO-37 los valores elevados de Au (9,83 y 6,05 ppm) se correlacionan con las anomalías de arsénico y antimonio. Las texturas asociadas a estas anomalías están representadas por clastos de veta con textura de relleno, cementados principalmente por sílice negra masiva y con abundantes sulfuros finos. Los valores de Ag se relacionan estrechamente con el Pb, mientras que el Cu y el Zn se relacionan linealmente entre sí. Se asocian a estos las texturas bandeadas de cuarzo lechoso en el cemento de la brecha junto a sulfuros negros diseminados.

En el caso del sondaje PO-94, el Au es anómalo en las dos zonas de veta reconocidas macroscópicamente, con valores ente 29,47 y 12,04 ppm. En este sondaje el Au correlaciona con la Ag y el Sb pero no correlaciona linealmente con el arsénico. Las texturas asociadas corresponden a bandeadas, en escarapela y colorforme.

La mineralización de la veta *Principal Vein* presenta una variación textural y mineralógica en sentido vertical marcada, principalmente por la presencia de brechas con abundante cemento de sílice negra masiva en la zona superior que decrece en profundidad a medida que aparece mayor cantidad de amatista cristalina con texturas en peine y cuarzo masivo transparente. Puede establecerse que el cemento masivo de sílice y sulfuros, sería el portador de las anomalías de Au y Ag en el caso del sondaje PO-37. En cambio, para el sondaje PO-94, las anomalías de Au y Ag son mayores y se hallarían asociadas tanto al cemento de la brecha como a las texturas de relleno de la veta. Esto permite inferir que hay dos pulsos portadores de mineralización de Au-Ag para esta veta.

5.4.9 SAN ROQUE LS

Este proyecto se encuentra en una etapa de PEA (*Preliminary Economic Assessment*), donde se aloja un depósito epitermal polimetálico con Au y Zn, como los principales productos económicos, acompañados de valores importantes de Ag, In y plomo.

El proyecto cuenta con un recurso mineral en la categoría de Inferido, auditado bajo instrumento técnico NI 43-101, del orden de 1,5 millones de onzas de mineralización equivalente de oro. Este es un recurso mineral inferido, limitado a una explotación del tipo cielo abierto, con 32,891 millones de t con 1,42 gramos por tonelada de Au equivalente (g/t AuEq) de las cuales el constituyente Au es 486.600

onzas troy y Ag de 12.771 millones de onzas troy. El Recurso Mineral Inferido se calculó utilizando una ley de corte ponderada entre la zona de óxido y la zona de sulfuro, de 0,58 g/t de Au equivalente. Adicionalmente, el recurso incluye un fuerte componente de Zn, Pb e In (Cuadro 4, Fig. 15).

El recurso está contenido en cuatro zonas separadas de mineralización previstas para ser explotadas a cielo abierto.

El depósito polimetálico epitermal de San Roque está genéticamente relacionado con el magnetismo félsico. La mineralización se presenta en múltiples zonas de vetas, así como por diseminaciones de sulfuro dentro de rocas volcánicas brechadas. La deposición mineral y la alteración hidrotermal de la roca huésped están controladas por la estratigrafía y las estructuras. Estos tipos de mineralización epitermal se describen mejor como depósitos de complejo de domo de flujo félsicos.

5.5. POLIMETÁLICOS SIMPLES Y COMPLEJOS (14C Y 7C)

Los depósitos Polimetálicos Simples y Complejos se distribuyen en el sector centro y norte de la provincia, los proyectos Paula Cecilia, Cruz del Sur, Toruel, Los Ñandúes, La Posible, Nathaniel y Luna; en el sector costero-oriental, los proyectos Tres Marías, La Querencia, Mina Gonzalito, Ana María-El Morro 3, Gonzalito de Trendix, Mónica, La Primera, La Bonita, Cerro San Lorenzo y San Patricio, en el sector centro-occidental, los proyectos Timón y Mina Angela, en Chubut y en el sector cordillerano los proyectos María, La Esmeralda, Petre, Cerro Áspero y Cerro Piltriquitrón.

5.5.1. DISTRITO GONZALITO POL

El distrito Gonzalito, previamente conocido como distrito Laguna Grande (Angelelli 1984), comprende dos fajas mineralizadas, con Pb, Ag, Zn, V, (Au), localizadas en el Complejo Igneo Metamórfico Gonzalito. La faja Oriental incluye las minas Gonzalito, Vicentito, La Querencia y Polito. La faja Occidental incluye las minas Tres Marías y María Teresa. Los trabajos mineros previos reconocieron la disposición escalonada de vetas de cuarzo, calcita y rodocrosita con sulfuros polimetálicos en estas minas.

Las leyes históricas de los lensoides de sulfuros polimetálicos explotados, según Valvano (1956), fueron: 38 % Pb; 1,2% Zn y 437 g/t Ag, con incre-

Clasificación del recurso	Zona	Ley de corte (g/t)	Tonelaje (tn)	Leyes					
				Au eq	Au	Ag	Pb	Zn	In
				g/t	g/t	g/t	%	%	g/t
Óxido									
Inferido	Del Indio/Griseida	0.5 Au eq	4461900	1.03	0.34	5.09	0.38	0.53	11.2
	Zona 25	0.5 Au eq	308200	1.45	0.77	33.62	0.13	0.22	2.23
	Zona 34	0.5 Au eq	1701500	1.95	1.75	11.83	0.005	0.04	0.01
	Zona 51	0.5 Au eq	649900	1.24	0.66	14.37	0.3	0.28	6.45
Total inferido en óxido				1.29	0.72	8.87	0.28	0.37	7.7
Sulfuro									
Inferido	Del Indio/Griseida	0.6 Au eq	19114500	1.47	0.33	8.95	0.46	1.03	14.92
	Zona 25	0.6 Au eq	1884500	1.48	0.48	33.03	0.22	0.55	11.09
	Zona 34	0.6 Au eq	603000	1.53	1.09	25.07	0.06	0.1	0.1
	Zona 51	0.6 Au eq	4167900	1.35	0.49	20.7	0.33	0.55	7.31
Total inferido en sulfuro				1.45	0.39	12.99	0.41	0.89	13.06
Combinado									
Inferido (óxido + sulfuro)	Del Indio/Griseida	0.58 Au eq	23576400	1.39	0.33	8.22	0.45	0.93	14.21
	Zona 25		2192700	1.47	0.52	33.11	0.21	0.5	9.84
	Zona 34		2304500	1.84	1.58	15.29	0.05	0.05	0.03
	Zona 51		4817800	1.34	0.51	19.85	0.33	0.51	7.2
Total óxido y sulfuro combinado			32891400	1.42	0.46	12.08	0.39	0.78	11.9

Cuadro 4. Proyecto San Roque. Recursos inferidos por zonas. Tonelaje y Ley. Tomado de Press Release Marifilmines (2019).

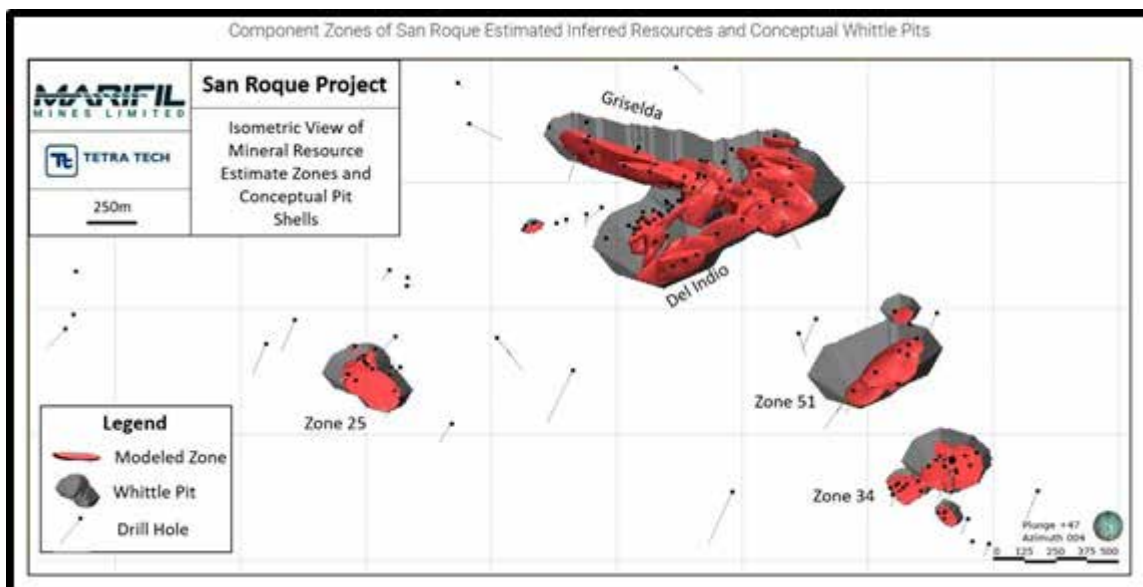


Figura 15. Proyecto San Roque. Estudio basado en 112 sondeos a diamantina, totalizando 16.586 metros.

mento del contenido de Zn en profundidad, en tanto que el contenido metálico de los esquistos negros en la zona de oxidación oscila entre 0,1 y 3 % de Pb, 0,2 y 3 % de Zn, 0,5 y 4 g/t de Ag y de 150 a 1.500 g/t de V, todos ellos en la forma de óxidos complejos y silicatos. Con respecto a la producción, durante el período comprendido entre 1953 y 1979 se extrajeron alrededor de 800.000 t de rocas mineralizadas de las que se obtuvieron 70.542 t de concentrados de Pb, Zn y Ag (Aragón et al. 1999).

La morfología de los lensoides de sulfuros masivos se resuelve en curvas y lazos cimoides, en cuerpos individuales dispuestos en *echelón* de 50 a 100 m de largo con espesores promedio de 60 a 70 cm y *plunge* al sur. Los esquistos negros acompañan lateralmente a los lensoides de sulfuros.

Se registran efectos de alteración hidrotermal vinculados a la actividad magmática jurásica. Una isocrona Rb/Sr realizada sobre roca de caja y esquistos negros con los feldespatos alterados a sericita dió una edad de 161 millones de años.

Los minerales primarios están constituidos por galena, esfalerita, pirita, calcopirita, arsenopirita, pirrotina y marcasita mientras que los minerales secundarios están integrados por cerusita, anglesita, wulfenita, vanadinita, piromorfita, limonitas, óxidos de manganeso, hidrofranklinita (calcofanita), manganomelano, piromorfita y limonitas ricas en zinc.

5.5.2. TORUEL - POL

El Proyecto Toruel se encuentra ubicado a 20 km de la localidad de Los Menucos. La geología del área está integrada por el Grupo Los Menucos,

formado por rocas volcánicas y sedimentarias riolíticas del Triásico, el cual consta de dos formaciones, la Formación Vera y la Formación Sierra Colorada.

La Formación Vera está compuesta por una alternancia de tobas, ignimbritas y algunos niveles de brechas volcánicas de composición dacítica y es la unidad portadora de alteraciones hidrotermales.

La Formación Sierra Colorada se sobrepone a la Formación Vera mediante una disconformidad y está compuesta por lavas, tobas y brechas volcánicas de composición riolítica poco estratificadas, rocas sedimentarias cretácico-terciarias, así como, volcanitas terciarias que cubren a la Formación Sierra Colorada.

La geometría y la distribución de la mineralización epitermal se encuentran fuertemente controladas por tres sistemas estructurales bien marcados, que en orden de importancia corresponden con las tendencias ONO y E-O, NE y NNO (Fig. 16).

La mineralización encontrada se ha clasificado como mineralización de vetas de tipo epitermal, convirtiéndose localmente en una amplia zona de brecha. Las vetas y brechas se encuentran dentro de rocas volcánicas riolíticas que están relativamente inalteradas, excepto las que están inmediatamente adyacentes a la zona de relleno de estructuras.

Aunque la plata y el cobre son los principales elementos de interés, las vetas polimetálicas también contienen una cantidad significativa de oro, plomo, zinc e indio. Los minerales de interés económico son tetraedrita, galena, esfalerita, calcopirita, calcocina, covellina, oro nativo y plata nativa. Se encuentran principalmente dentro de las venas silíceas y las matrices de brechas. Abundante fluorita se encuentra localmente. En general, no está espacialmente

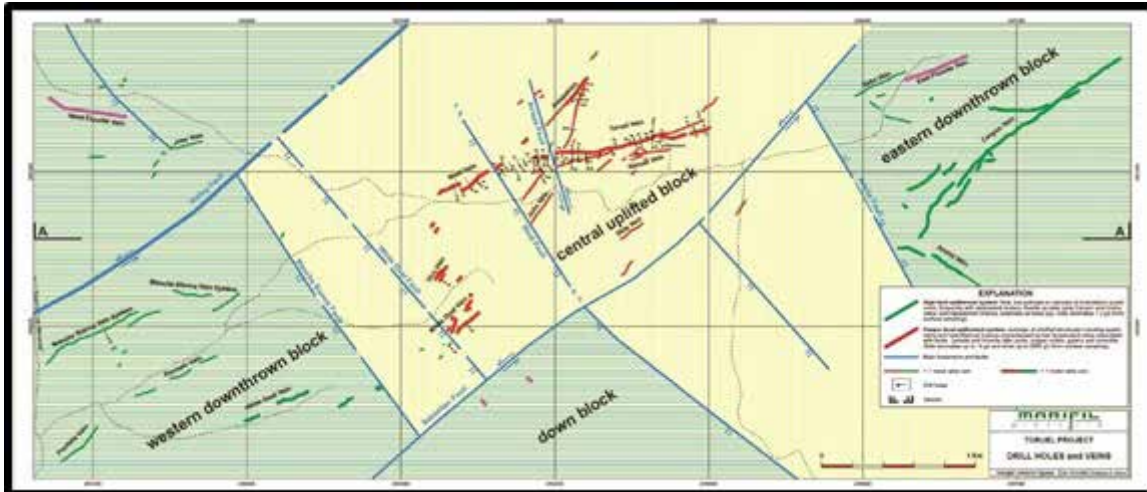


Figura 16. Proyecto Toruel. Tomado de Marifil Mines Inc NI 43-101 Technical Report, December 2010.

relacionado con la mineralización de cobre/plata de alto grado que se está investigando NI 43-101 (Technical Report 2010).

Se reconocen 4 etapas de mineralización dentro de la veta Toruel. El primer pulso de mineralización consiste en una sílice criptocristalina de color beige que ha alterado localmente la roca de la pared y también está presente como fragmentos dentro del producto de brecha final. Los sulfuros de este evento inicial generalmente comprenden menos del 2% de las venas de sílice. Un segundo pulso de venas de sílice criptocristalinas blancas con sulfuros dispersos que cortan a la sílice beige. Un tercer pulso de sílice rica en sulfuros diseminados de color gris oscuro. Esta sílice contiene cantidades abundantes de tetraedrita, galena, esfalerita, calcopirita, calamina, oro nativo, pirita y plata nativa. Por último, el cuarto pulso de mineralización es una sílice incolora que se presenta como vetillas que cortan a las venas mineralizadas y la brecha.

La exploración del proyecto incluye muestreo de roca superficial (más de 200 muestras), excavación de trincheras (29 trincheras en total), estudios geofísicos eléctricos (Fig. 17) y tres programas de perforaciones que incluyen 4.300 m de perforación a diamantina y 1.590 m de perforaciones a circulación inversa, completando 60 sondajes en total.

Los trabajos de exploración han logrado definir un sector de la veta Toruel con mineralización en 650 m de longitud probado hasta una profundidad vertical máxima de aproximadamente 125 m, donde la mineralización sigue siendo fuerte. El recurso definido por la perforación aún no se ha cuantificado.

La veta Toruel, que presenta la mineralización más fuerte encontrada hasta la fecha, se caracteriza geofísicamente por una resistividad anormalmente

baja y una cargabilidad anormalmente alta, probablemente relacionadas con el contenido de sulfuro. Otras vetas probadas por la perforación con menos éxito, mostraron una capacidad de carga y resistividad menos anómalas, lo que sugiere que la mineralización de interés económico en el proyecto Toruel generalmente se relaciona positivamente con el contenido de sulfuro.

5.5.3. SAN PATRICIO - POL

En el área del depósito polimetálico San Patricio aflora el basamento precámbrico, compuesto por esquistos, surcados por abundantes venas de cuarzo de arrumbamiento preponderante NE - SO. Este basamento está intruído por rocas plutónicas gondwánicas, integradas por granitos, granodioritas, tonalitas, aplitas y pegmatitas, del Carbonífero - Pérmico. En forma discordante apoyan las volcanitas ácidas jurásicas de la Formación Marifil. Estas volcanitas representan las últimas manifestaciones de un extenso ciclo eruptivo. Las mineralizaciones asociadas a la mina San Patricio están genéticamente relacionadas a las rocas plutónicas gondwánicas, siendo el primer caso conocido como depósito del tipo *Intrusion Related Gold Deposit* (IRGD) en Patagonia (página web: www.trendixmining.com.ar).

En la zona de la vieja mina San Patricio la mineralización está representada por la presencia de delgadas venas de cuarzo, carbonatos de cobre, óxidos de hierro, molibdenita y minerales de bismuto, que rellenan diaclasas y microfracturas, de rumbo general NE - SO y con buzamientos subverticales. La mineralización está emplazada en un cuerpo ígneo de composición granodiorítica. Fuera del área del cuerpo granodiorítico se han detectado numerosas

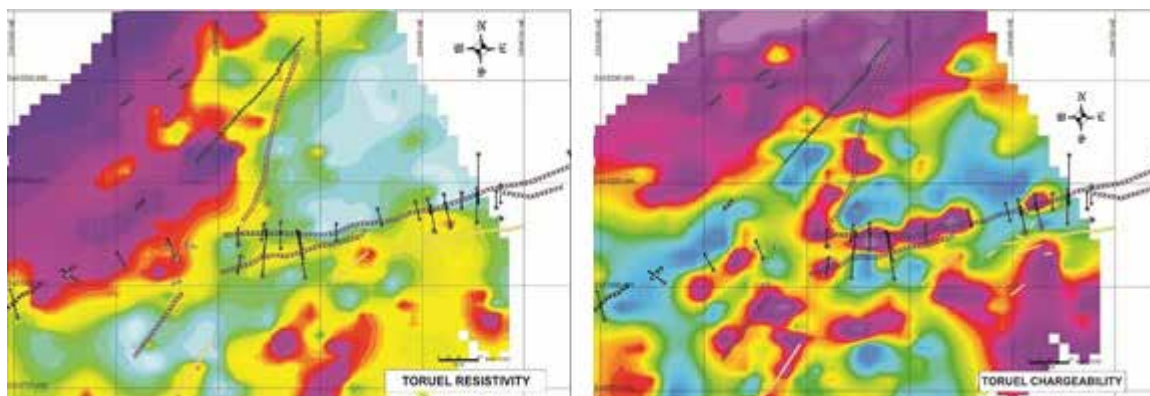


Figura 17. Estudio geofísico electro en el Proyecto Toruel. Tomado de Marifil Mines Inc NI 43-101 Technical Report, December 2010.

estructuras vetiformes, ricas en metales base y metales nobles. En total se han reconocido en la zona unas 16 estructuras vetiformes mineralizadas.

Los minerales reconocidos en el campo son azurita, malaquita, calcosina, brocantita, molibdenita, hematita, como los más conspicuos. Delgadas venas de sulfuros de plomo (galena argentífera), bismuto y molibdeno han sido reconocidas hacia el sudeste de las manifestaciones. Tal como ocurre en la mayoría de este tipo de depósitos, los tenores más altos en oro están relacionados a los tenores altos en bismuto.

El muestreo realizado sobre estructuras de cuarzo, mostró importantes anomalías en metales base y metales nobles. Los máximos valores hallados en el área son: Au: 21,29 ppm, Ag: 1233 ppm, Cu: 5,6 %, Pb: 5%, Zn: 902 ppm, Mo: 2078 ppm, Bi: 2024 ppm y V: 2226 ppm.

5.6. DEPÓSITOS SEDIMENTARIOS CON U + CU + V EN ARENISCAS (9B)

Los depósitos sedimentarios de uranio ocupan un importante sector de la provincia, entre las localidades de Villa Regina y Valcheta, donde la geología está integrada por un basamento de filitas y esquistos del Paleozoico, sedimentitas y volcanitas del Mesozoico temprano, intruidos por plutones y *stocks* graníticos del Paleozoico tardío - Mesozoico temprano. Sobre el basamento, se depositan las sedimentitas continentales de la Cuenca Neuquina de edad cretácica, que son cubiertas por las trasgresiones marinas del Cretácico Tardío al Mioceno, que a su vez están cubiertos por sedimentos continentales cuaternarios (Fig. 18).

La mineralización de uranio descubierta hasta la fecha está alojada principalmente en rocas del Oligoceno a Mioceno, también en los sedimentos cuaternarios no consolidados y ocurre como depósitos superficiales y depósitos sedimentarios en areniscas.

Los depósitos de uranio están controlados estructuralmente por una discontinuidad regional de más de 150 km de largo en sentido NO, que afecta a la base de las formaciones cretácicas.

La mineralización de uranio se presenta en forma de carnotita, un mineral de potasio-uranio-vanadio, alojado en arenas y gravas no consolidadas, de tonalidad rojiza y amarillenta, acompañadas por calcretes y también en arcillas verdes, donde la carnotita se aloja a lo largo de los planos de estratificación.

Los depósitos se producen en paleocanales distales (10 a 15 km) de las posibles rocas fuente del basamento, como en los proyectos Santa Bárbara y Anit (Fig. 19). Sin embargo, hay algunos indicios de que la mineralización de uranio puede derivarse de los sedimentos cretáceos subyacentes, como las evidencias encontradas en el proyecto Santa Bárbara. En el proyecto Ivana, la mineralización se encuentra típicamente a menos de 500 m de las rocas del basamento.

Estos depósitos han sido explorados a partir del año 2006 por la empresa *Blue Sky Uranium*, mediante levantamientos aéreo-radiométricos y magnéticos, estudios de gas radón y gammagrafía, muestreo de pozos, barrenos y perforación con recuperación de testigos, así como zanjas y trincheras manuales y mecánicas.

Los depósitos de uranio-vanadio de la provincia de Río Negro tienen algunas de las características de los dos tipos de depósitos ampliamente reconocidos en todo el mundo, depósitos de uranio alojados en areniscas y depósitos de uranio superficiales.

El Servicio Geológico de los Estados Unidos y la Agencia Internacional de Energía Atómica han clasificado los depósitos de uranio en numerosos tipos diferentes, en función de su geología y rocas hospedantes (OIEA 2009, Cox y Singer 1992). El tipo alojado en arenisca, con sus muchas variantes, ha sido reconocido durante muchos años, sin embar-

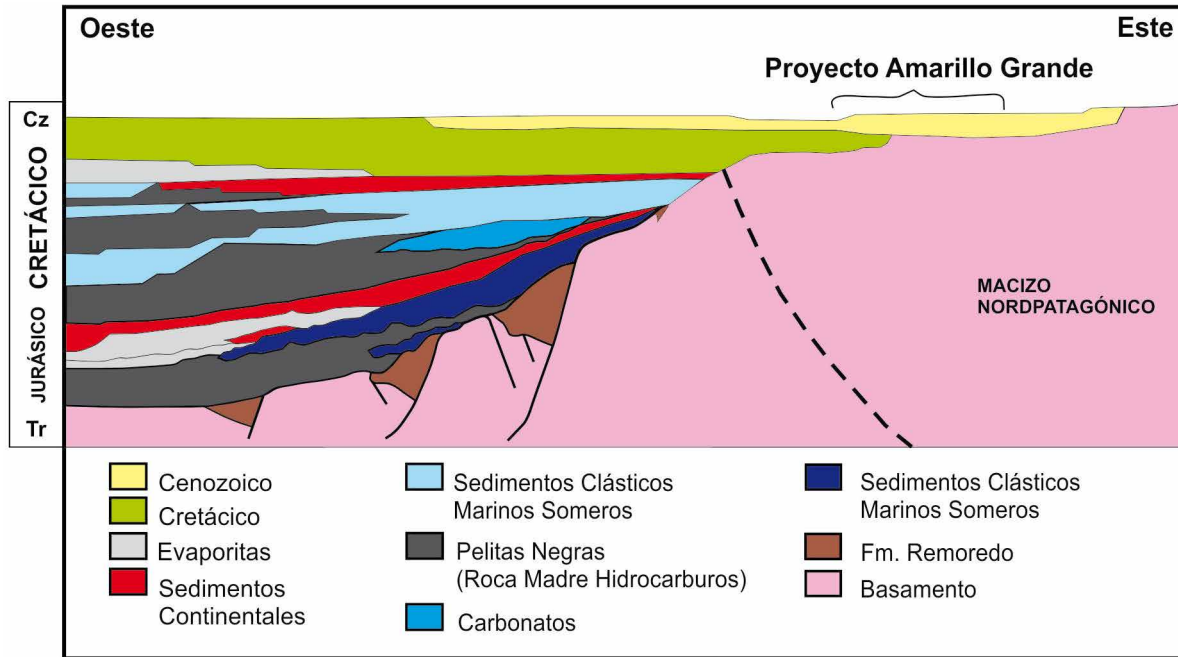


Figura 18. Sección idealizada mostrando la relación de contacto entre las rocas del Macizo Nordpatagónico y la secuencia sedimentaria de la Cuenca Neuquina. Tomado de Verley (2012).

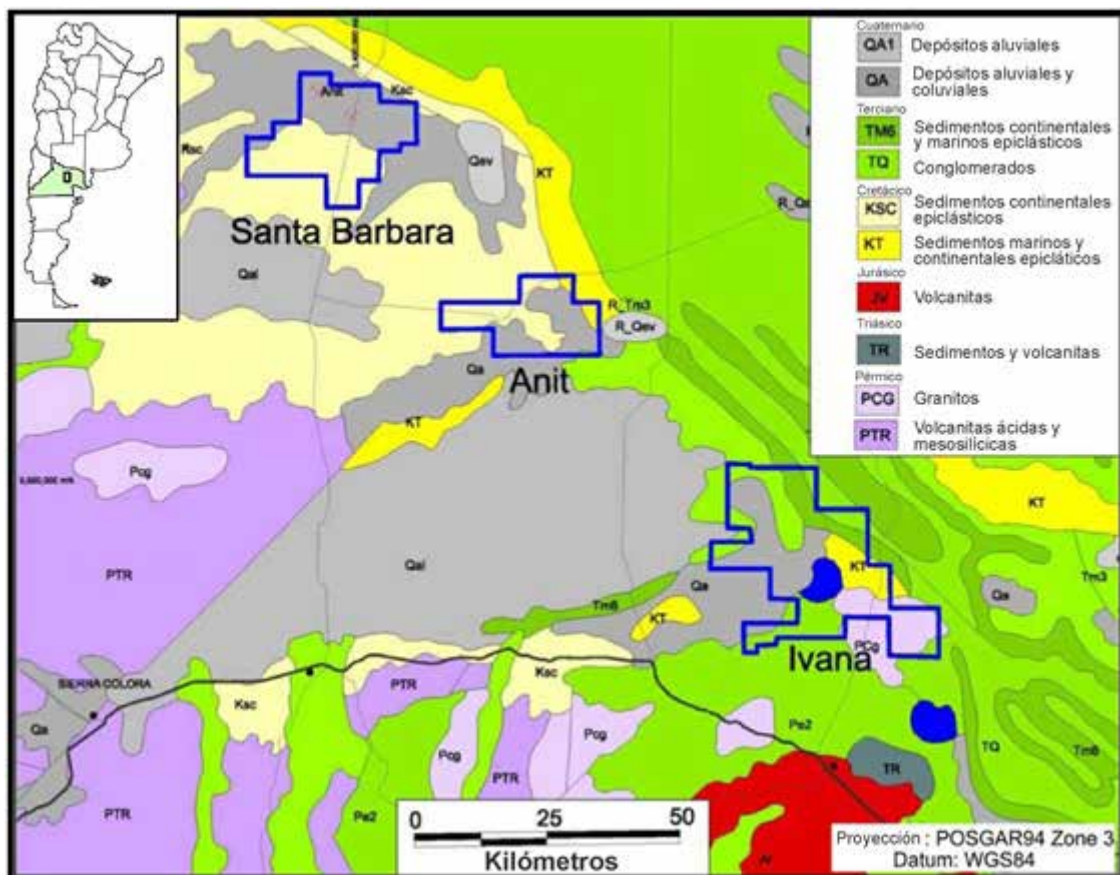


Figura 19. Mapa geológico con la ubicación de los principales depósitos de uranio. Tomado de Verley, 2012.

go, los depósitos superficiales de uranio son un tipo de depósito relativamente nuevo.

Los depósitos de uranio alojados en areniscas generalmente se encuentran en rocas sedimentarias marinas continentales, a menudo donde las capas

de areniscas o conglomerados permeables están confinados entre estratos de limos o arcillas menos permeables. El uranio se precipita en condiciones reductoras creadas por diversos agentes en la roca hospedante, como material carbonoso, hidrocarburo-

ros, sulfuros (pirita) o minerales ferromagnésicos como la clorita. Tres de los tipos de depósitos de uranio alojados en arenisca descritos por el OIEA (2009) son aplicables para la comparación con los depósitos de uranio encontrados en la provincia: tipo *roll-front*, tabular y *basal channel*.

Los depósitos de *roll-front* se producen como zonas minerales en forma de C o curvadas, complejas, que son convexas aguas abajo del gradiente hidrológico; los depósitos tabulares consisten en impregnaciones de uranio alojadas en arenisca, que forman masas de forma irregular dentro de sedimentos reducidos, generalmente sub-paralelas al lecho; mientras que los depósitos de *basal channel*, se producen en gravas y arenas fluviales a lacustres con alta participación de carbonatos, poco permeables y poco consolidadas, depositadas en paleocanales.

Los depósitos superficiales de uranio se definen en términos generales como concentraciones de uranio cerca de la superficie actual (depósitos terciarios a recientes) en sedimentos o suelos (OIEA 2009). Estos depósitos suelen tener minerales cementantes secundarios, como calcita, yeso, dolomita, óxido férrico y halita. El escenario más favorable para este tipo de depósitos se produce en desiertos de climas secos y cálidos, donde la mineralización de uranio se asocia con arena y grava con calcretes (carbonatos de calcio y magnesio). Los cuerpos calcáreos están entremezclados con arena y arcilla, que generalmente también están cementadas por carbonatos de calcio y magnesio.

5.6.1. IVANA U

En Ivana las rocas de basamento y las sedimentitas cretácicas de la cuenca Neuquina están cubiertas por arenas y arcillas del Oligoceno a Mioceno de la Formación Gran Bajo del Gualicho (equivalente lateral a la Formación Chinchinales). El Gran Bajo del Gualicho es un blanco potencial para los depósitos de uranio alojados en areniscas. Esta unidad está cubierta por arenas y gravas del Plioceno y Cuaternario.

Las condiciones áridas que prevalecieron durante gran parte del Plioceno y más tarde condujeron al desarrollo de extensos horizontes pedogenéticos en superficie, generó trampas para la mineralización de uranio bajo la forma de carnotita.

Ivana consiste en una anomalía radiométrica de 20 km de largo con rumbo NO, la cual fue explorada mediante calicatas, descubriendo mineralización de uranio en forma de carnotita alojada en arenas rojizas

y amarillentas, no consolidadas, y relacionada a la formación de un horizonte de calcrete. Afloramientos de lutitas y esquistos de la Formación Nahuel Niyeu y granitos del Complejo Plutónico de Navarrete se observan en las inmediaciones a esta anomalía. Las arenas mineralizadas parecen ser parte de paleocanales fluviales erosionados en las rocas metamórficas y graníticas del basamento. El muestreo geoquímico sobre la anomalía radiométrica arrojó valores que oscilan entre 0,02 y 1,81 % de U_3O_8 sobre 0,75 m, incluyendo 6,67% de U_3O_8 sobre 0,15 metros.

Ivana cuenta a la fecha con una estimación de recursos inicial (Cuadro 5) sujeta a estándares internacionales y está basada en 427 perforaciones que totalizan 6577 m de perforación (Fig. 20, Thorson 2018).

5.6.2. ANIT U

El Proyecto Anit está delimitado en la porción sudeste por sedimentitas del Grupo Neuquén, del Cretácico temprano hasta el tardío, las que están cubiertas por sedimentos marinos transgresivos y sedimentos continentales. Las unidades más antiguas del Grupo Neuquén expuestas en Anit son, la Formación Bajo de la Carpa (conglomerados continentales, areniscas y lutitas) y la Formación Anacleto (lutitas continentales). El inicio de la transgresión marina del Cretácico tardío está marcado por la deposición de formaciones del Grupo Malargüe, en particular la Formación Allen (areniscas, arcillas, yeso y calizas estromatolíticas), la Formación Jagüel (lutitas marinas) y la Formación Roca (calizas marinas). La sucesión del Cretácico tardío-Plioceno está cubierta por la Formación Chinchinales del Terciario (tobas continentales y arcillas) y la Formación El Palo (tobas y areniscas gruesas continentales). Los depósitos de gujarros y arena no consolidados del Cuaternario se encuentran sobre la estratigrafía descrita anteriormente. Las unidades del Cretácico, Terciario y Cuaternario tienen actitudes sub-horizontales en este proyecto.

Anit consiste en una anomalía radiométrica aérea de orientación ONO de 14 km de largo, que muestra una ocurrencia de uranio del tipo superficial (Fig. 21). Los trabajos de exploración con excavación de zanjas, taladros y perforaciones testearon intervalos significativos de mineralización de uranio bajo la forma de carnotita, desde sectores muy próximos a la superficie hasta profundidades probadas de 29 metros. Valores en trincheras muestran intervalos de 30 m de longitud con una ley promedio de 0,397 %

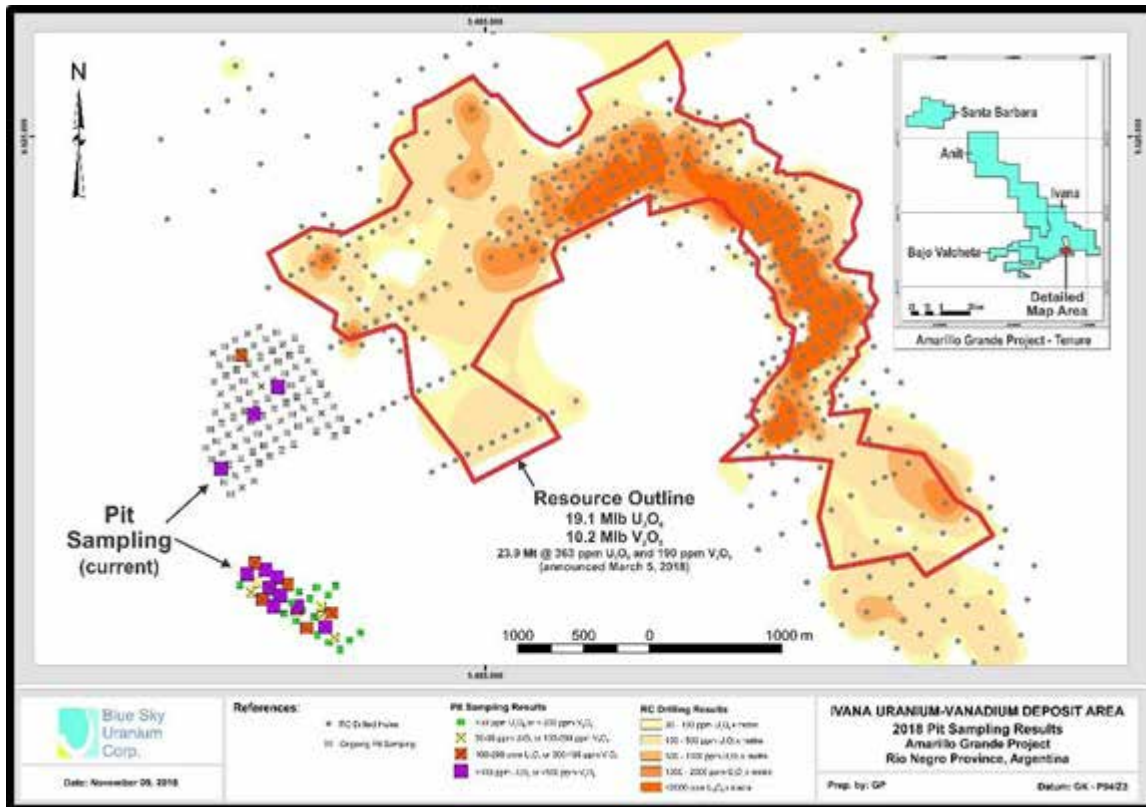


Figura 20. Proyecto Ivana. Plano del sector donde se efectuó la estimación de recursos. Tomado de Thorson (2018).

Zona	Toneladas	Ley promedio				Contenido de metal	
		U (ppm)	U3O8 (%)	V (ppm)	V2O5 (%)	U3O8 (lb)	V2O5 (lb)
Superior	3.200.000	132	0.016	131	0.023	1.100.100	1.600.000
Inferior	20.700.000	335	0.040	105	0.019	18.000.000	8.600.000
Total	23.900.000	308	0.036	109	0.019	19.100.000	10.200.000

Cuadro 5. Estimación de recursos inferidos en el proyecto Ivana. Tomado de Thorson (2018).

U₃O₈. También se alcanzaron valores significativos en perforaciones tales como 0,078% U₃O₈ en 4 m (AN-174) y 0,071% U₃O₈ en 3 m (AN-186).

5.6.3. SANTA BÁRBARA U

Santa Bárbara está integrada por sedimentos cretácicos de la Formación Bajo de la Carpa, que están cubiertos mediante discordancia por sedimentos de la Formación Allen. Las estructuras de rumbo general E-O, se infiere, se extienden hasta Santa Bárbara desde el macizo volcánico-plutónico de Curaco, ubicado a 20 km al SO de Santa Bárbara. Las anomalías radiométricas ocurren a lo largo de las estructuras que flanquean el macizo de Curaco y se

extienden hacia Santa Bárbara (Fig. 22). Se cree que la radioactividad puede ser el resultado del uranio que se ha lixiviado de depósitos alojados en areniscas más profundas, en la Formación Bajo de la Carpa.

La mineralización de uranio en Santa Bárbara está directamente relacionada con tres anomalías radiométricas aéreas paralelas, que miden 11 km, 6,5 km y 5 km de longitud y hasta 1,5 km de ancho. Las calicatas en las zonas anómalas ubicaron mineralización de uranio a profundidades de 50 cm y con un espesor máximo de 2 metros. El color amarillo brillante de la mineralización y su elevado contenido de vanadio (hasta 500 ppm) sugieren que la mineralización es principalmente de carnotita. El mineral de color amarillo recubre los granos de sedimento,

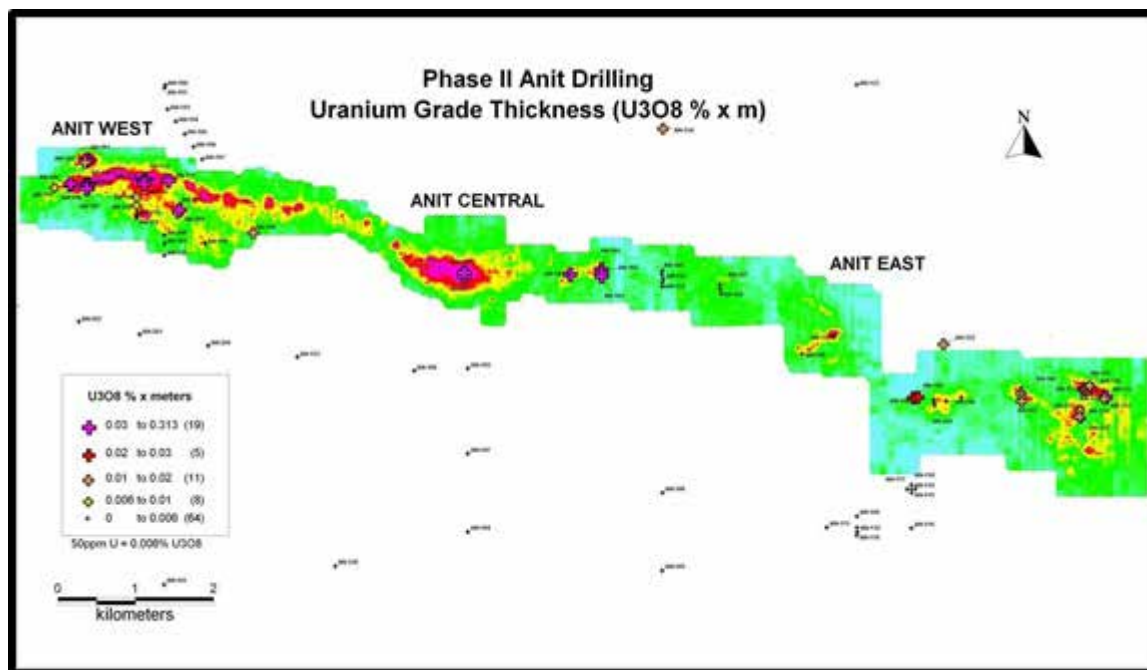


Figura 21. Plano de anomalías aéreas de uranio en el proyecto Anit. Tomado de Verley (2012).

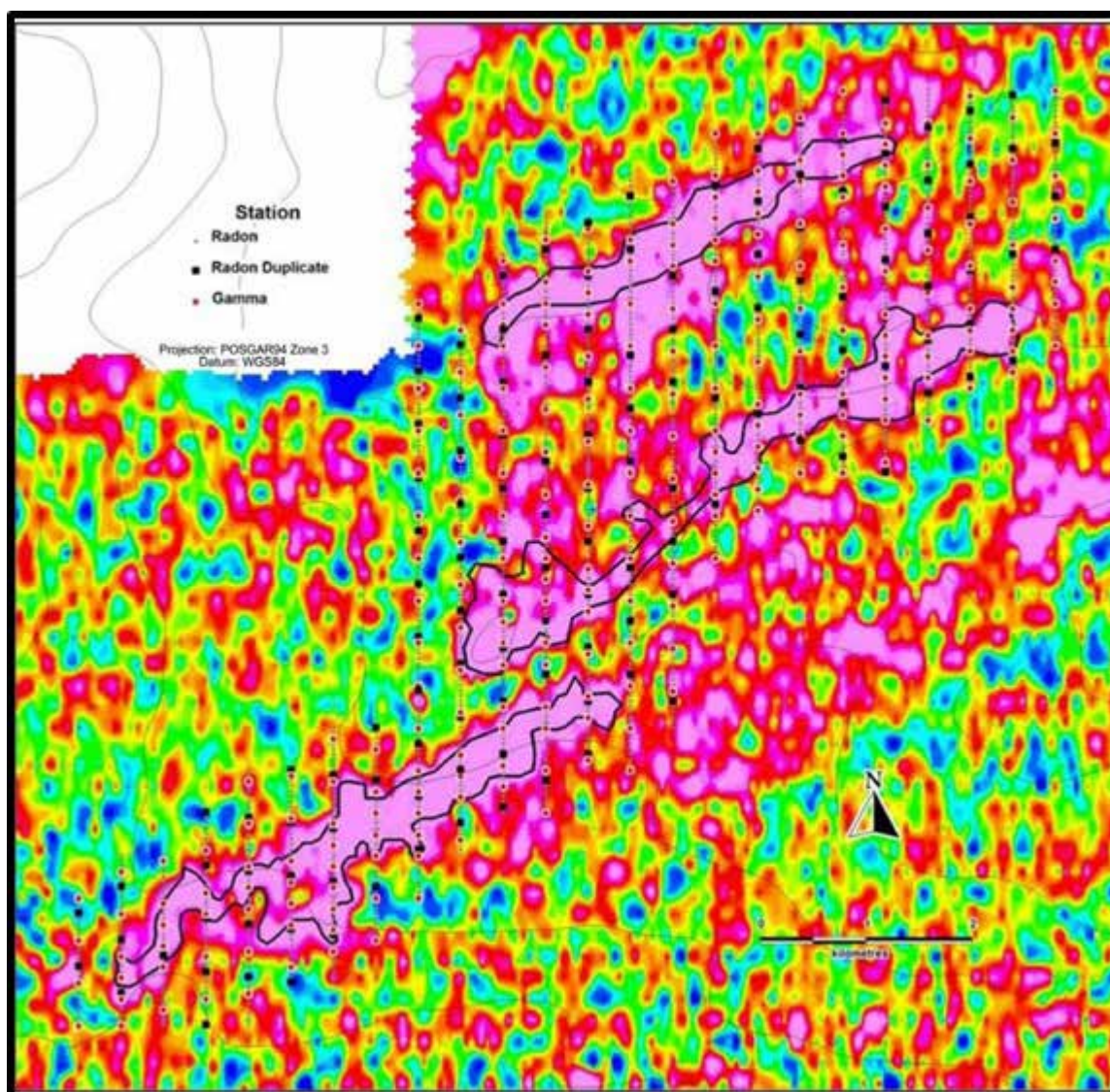


Figura 22. Proyecto Santa Bárbara. Plano de anomalías aéreas de uranio, gamma y gas de radón. Tomado de Verley (2012).

clasificándolo como un depósito del tipo superficial, a menudo asociado con madera petrificada. Los análisis de muestras de los pozos varían de 0,10 a 0,24 % de U_3O_8 . El mapeo geológico detallado sugiere que las secuencias apiladas de paleocanales están presentes y albergan dos tipos de mineralización de uranio cerca de la superficie, incluidas una mineralización más joven y una más gruesa, que contiene importantes detritos de manganeso y orgánicos en los sedimentos arcósicos, y la mineralización subyacente concentrada en depósitos fluviales de mayor energía. La evidencia de un modelo geológico de tipo redox es clara y respalda la hipótesis de que el uranio se lixivió de las rocas volcánicas riolíticas jurásicas que rodean la cuenca deposicional de Santa Bárbara.

6. METALOGÉNESIS

Se entiende por fajas metalogenéticas a aquellas unidades geológicas que contienen o son favorables para contener un grupo de modelos de depósitos coetáneos y genéticamente relacionados. Las unidades así definidas incluyen áreas mineralizadas con uno o

más metales asociados y relacionados en el tiempo y en su petro-tectónica, y se extienden a posibles áreas de acumulación, con o sin mineralizaciones conocidas.

A partir de la información recolectada en el presente trabajo, se definen 7 fajas metalogenéticas en la provincia de Río Negro (Fig. 23), las cuales se describen junto con los episodios asociados, a continuación:

6.1 EPISODIOS FAMATINIANOS

6.1.1 FAJA METALOGÉNICA SILÚRICO-DEVÓNICA: PRE-PAT

En el norte de la Patagonia se encuentra un cinturón orogénico Cambro-Ordovícico, formado por una tectónica compresiva producto del ensamble de Patagonia al borde del Gondwana en el Paleozoico temprano (Gonzalez et al. 2020). Con posterioridad, se inicia un período de tranquilidad tectónica con el desarrollo, en la porción oriental de Patagonia, de un margen pasivo donde se depositan secuencias de plataforma marina, poco profundas, en un clima

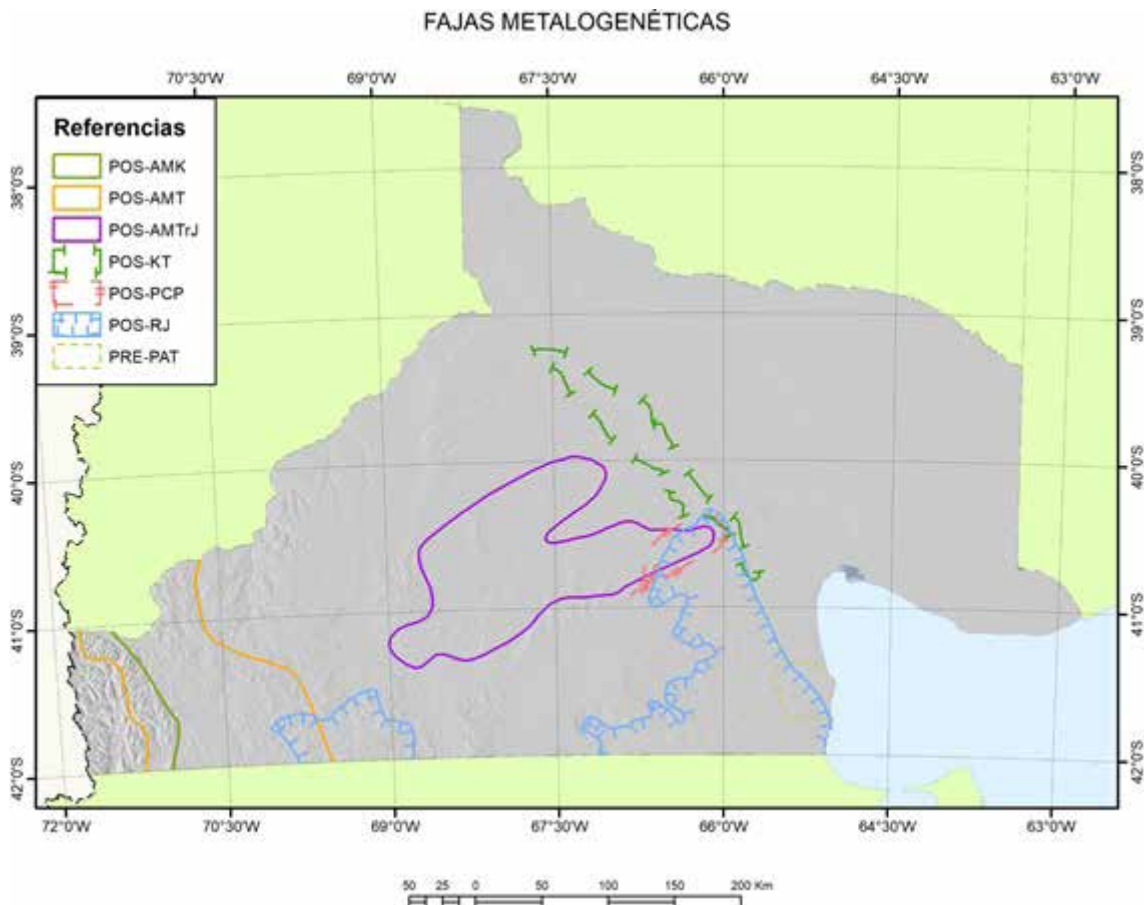


Figura 23. Fajas metalogenéticas de la Provincia de Río Negro.

cálido, durante el Silúrico-Devónico. La secuencia sedimentaria presenta intercalaciones de mantos ferríferos que definen una faja metalogenética que incluye depósitos de hierro tipo *Clinton* como los yacimientos Norte, Sur, Este y Rosales, en las inmediaciones de la localidad de Sierra Grande.

6.2 EPISODIOS GONDWÁNICOS

6.2.1 FAJA METALOGENÉTICA PÉRMICA: POS-PCP

Esta faja metalogenética del Pérmico se extiende en los alrededores de Valcheta y se caracteriza por contener depósitos vetiformes de wolframio (Herrmann y Gozalvez 2007). Su geometría es elipsoidal con un eje mayor de 80 km, orientado NE-SO, y un eje menor de 15,5 km. Está dispuesta de manera paralela a la estructura del basamento metamórfico de grado bajo y se extiende a lo largo de todo el bloque donde se emplazan los plutones graníticos del magmatismo post-colisional gondwánico.

Los elementos geológicos más significativos de esta faja metalogenética son la facies leucogranítica, altamente diferenciada del plutonismo gondwánico y las estructuras primarias del basamento metamórfico de orientación NE-SO, reactivadas durante los regímenes extensionales del ambiente postcolisional. Ambos metalotectos están claramente expuestos en el Plutón San Martín, extremo nordeste de la faja y el Plutón Cabeza de Vaca, en el extremo sudoeste de la misma.

Presenta mineralizaciones de wolframio en vetas de cuarzo y feldespato potásico. Su potencial para contener mineralizaciones wolframíferas asociadas a granitoides es mediano a bajo debido a la escasa proporción relativa de granitoides altamente diferenciados. Se destacan como ejemplo los yacimientos San Martín, Horizonte y Pachamama, todos ellos en el área del Plutón San Martín.

6.3 EPISODIOS MESOZOICOS

6.3.1 FAJA METALOGENÉTICA TRIÁSICO-JURÁSICA INFERIOR: POS-AMTRJ

Esta faja se extiende en la región central de la provincia, entre Los Menucos - Sierra Colorada - Queupuniyeu y el sur de La Esperanza e incluso desde el sur del río Cuyún Leufú hasta las zonas

de Aguada de Guerra y Comicó. Está definida por los afloramientos de depósitos piroclásticos, lavas y diques leucoriolíticos a basandesíticos y cuerpos epizonales a subvolcánicos de composición diorítica a monzonítica, todos ellos incluidos en el Complejo Volcánico Los Menucos (Lema et al. 2008). Estas rocas representan la actividad volcánica coetánea del batolito de la Patagonia Central, acontecida en el intervalo Triásico - Jurásico (Rapela 2001). A través de mapeos de detalle y estudios geofísicos se evidenciaron fallas y lineamientos de escala regional, de dimensiones kilométricas, que estuvieron activos durante el magmatismo. En orden de importancia se destacan las fallas de rumbo E-O y cinemática dextral, seguidas por las de dominio NO y NE (Lema et al. 2008; Herrman y Gozalvez 2007).

La importante actividad hidrotermal asociada al magmatismo dio lugar a la formación de numerosas áreas de alteración con depósitos de caolines y de mineralizaciones vetiformes con fluorita, baritina, Pb-Zn-Ag, Cu, Mn y Au-Ag. Están incluidos en esta faja los depósitos epitermales auríferos de alta sulfuración (Proyecto El Puesto y Caltrauna), depósitos auríferos de baja sulfuración (Proyecto Cerro Choique, La Luz, Cerro Abanico, Cañadón del Moro) y depósitos polimetálicos (Proyecto Toruel) hospedados en domos riolíticos y riolacíticos, ignimbritas y tobas, en algunos casos conformando complejos de calderas-diatremas y controlados por estructuras de cizalla.

6.3.2 FAJA METALOGENÉTICA JURÁSICA: POS-RJ

Durante el Jurásico tuvo lugar la fragmentación de Gondwana lo que generó, en el sector patagónico extraandino, sistemas de rift con desarrollo de hemigrábenes, acumulación de sedimentos y un importante magmatismo extensional.

Este proceso se manifiesta en el sector oriental de la provincia de Río Negro, en los extensos afloramientos de mantos de flujos piroclásticos y cuerpos subvolcánicos del Complejo Marifil (González et al. 2017) mientras que, en sectores más hacia el oeste, se desarrollaron diversos depocentros (Cuenca de Cañadón Asfalto) rellenados por secuencias sedimentarias con intercalaciones piroclásticas y lávicas (Figari et al. 2015).

La geometría de la faja está definida por el afloramiento de las rocas mencionadas y las estructuras de extensión regional que definen los depocentros y los centros de emisión volcánica.

Vinculado genéticamente a este magmatismo extensional jurásico se encuentran en la región de la cuenca de Cañadón Asfalto depósitos epitermales auríferos de baja sulfuración, como en el distrito Calcatreu, y depósitos polimetálicos como en los distritos de Mina Ángela (Provincia del Chubut) y su continuidad al norte, en territorio rionegrino, en el proyecto Timón. Adicionalmente, las secuencias que suceden al vulcanismo contienen, en la provincia del Chubut, al depósito Navidad, de Ag-Pb, por lo que no se descarta la existencia de depósitos similares en la provincia de Río Negro.

En la región oriental de la provincia se incluyen los depósitos polimetálicos complejos San Roque y Gonzalito, además del depósito aurífero Arroyo Verde.

6.3.3. FAJA METALOGENÉTICA CRETÁCICO-TERCIARIA: POS-KT

Esta faja está definida por las rocas formadas en cuencas del ámbito extraandino a partir del cese de la tectónica extensional mesozoica y la instalación en la región andina de un arco volcánico.

A partir del límite Cretácico-Terciario y hasta el Mioceno Inferior en la región extraandina se sucedieron procesos de ingresión marina atlántica (Formaciones Roca, Arroyo Verde, entre otras) separadas por períodos de depositación continental (Formación Río Chico y equivalentes). A partir del Mioceno Inferior-Medio se registra un aumento considerable de material piroclástico en las secuencias de la región extraandina, producto de la intensa actividad volcánica de los Andes Nordpatagónicos.

Los depósitos sedimentarios que abarcan el lapso Cretácico-Terciario alojan mineralizaciones de $U \pm Cu \pm V$, se desarrollan desde el sur de Mendoza, Neuquén hasta Río Negro y están vinculados a fenómenos tipo redox. En la provincia de Río Negro (Proyecto Amarillo Grande) estos depósitos están alojados principalmente en rocas de edad Oligoceno-Mioceno. Posteriores procesos de removilización de la mineralización generaron la concentración anómala de U-V en sedimentos cuaternarios no consolidados, probablemente a través de fallas regionales.

6.3.4 FAJA METALOGENÉTICA CRETÁCICA: POS-AMK

Esta faja atraviesa de norte a sur el extremo occidental de la provincia, siendo la prolongación de la extensa faja del magmatismo de arco cretácico que

se extiende desde Neuquén hasta Chubut e ingresa a Chile. El magmatismo cretácico está relacionado a la subducción pacífica y dio lugar a la generación de depósitos tipo pórfidos de cobre, polimetálicos y skarn en la provincia de Neuquén (Depósito Campana Mahuida), depósitos polimetálicos en la provincia del Chubut (Distritos de Cerro Coihue y Lago La Plata) y a pórfidos de cobre y oro, polimetálicos y skarn auríferos en la región de Aysén, Chile (Proyectos Aserradero y El Toqui). Si bien en la provincia de Río Negro no se registran mineralizaciones de relevancia, no se descarta la existencia de alguno de estos tipos de depósitos en el ámbito de la Cordillera Patagónica Septentrional. Manifestaciones incipientes como las de Puerto Blest y Cerro Catedral, o el oro aluvional en el curso inferior del río Azul y en arroyo de los Mineros, en proximidades a la localidad de El Bolsón, podrían estar relacionados a mineralizaciones metalíferas de esta faja.

6.4 EPISODIOS ÁNDICOS

6.4.1 FAJA METALOGENÉTICA TERCIARIA: POS-AMT

Esta faja atraviesa el extremo occidental de la provincia de Río Negro y es parte de la extensa faja del magmatismo Paleógeno-Neógeno desarrollada a lo largo de gran parte de la Cordillera de los Andes. En las provincias de Neuquén y Chubut se asocian a esta faja depósitos tipo pórfiro de cobre (Caycayén, Neuquén), pórfiro aurífero (Los Maitenes - El Salvaje, Neuquén), skarns cupro-ferríferos (Caycayén, Neuquén), polimetálicos ricos en Au (Huemules, Chubut; Distrito Andacollo, Neuquén), Cu tipo manto (Condorcanqui, Chubut), azufre fumarólico (Hilda Mary, Neuquén) y vetas de hierro magmático tipo Laco (Huantraico, Neuquén).

En la provincia de Río Negro esta faja incluye los depósitos polimetálicos del sector occidental (Mina María, La Esmeralda, Petre, Cerro Áspero y Cerro Piltriquitrón). Corresponden a depósitos vetiformes que se alojan en las volcanitas de las formaciones Huitreras, Ventana y equivalentes.

7. TÉCNICAS DE ANÁLISIS GEOLOGICO-MINERO

En el presente trabajo se recopila y procesa información de dominio público, y se emplea para el análisis y evaluación del potencial minero metalogenéti-

co del área de estudio. El insumo analítico procede de técnicas básicas de exploración minera que incluyen sensores remotos, geofísica, geoquímica. Estas técnicas, combinadas con la tectonoestratigrafía regional y los antecedentes geológicos-mineros permiten una adecuada caracterización de los depósitos minerales conocidos al presente y la generación de patrones y modelos en sectores donde no existen registros o antecedentes mineros a la fecha, posibilitando la generación de información inédita.

7.1. SENSORES REMOTOS

El procesamiento y análisis de imágenes obtenidas mediante sensores remotos se efectuó sobre distintos productos, a saber imágenes LandSat 8, modelos de elevación digital SRTM e imágenes ASTER. A continuación se proporcionan detalles metodológicos y las imágenes se incluyen en el Anexo 2.

7.1.1. PROCESAMIENTO DE IMÁGENES LANDSAT 8

Se realizó un mosaico de imágenes LandSat 8 cubriendo la provincia de Río Negro, en combinación de bandas 7, 5, 3 (R, G, B) de 30 m de resolución espacial (Anexo 2, Figura 1), que proporciona una clásica representación de falso color compuesto. Proporciona información para la base cartográfica y fundamentalmente, validación del diseño de la red fluvial y cursos de agua y para la definición de áreas de afloramiento de las unidades litoestratigráficas.

7.1.2. PROCESAMIENTO DE IMÁGENES SRTM

Se realizó un mosaico que cubre toda la provincia de Río Negro a partir de modelos de elevación digital SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*). Posteriormente, y a partir del mosaico, se realizó un sombreado de relieve de azimut 90° y elevación 30° que fue utilizado para la interpretación de lineamientos topográficos (Anexo 2, Figura 2).

7.1.3. PROCESAMIENTO DE IMÁGENES ASTER

Se procesaron 61 imágenes ASTER L1T obtenidas del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). Los datos ASTER con este nivel de procesamiento se

encuentran ortorrectificados y con corrección del efecto *crossstalk*, presente en las bandas del SWIR de ASTER (Iwasaki y Tonooka 2004).

Las imágenes obtenidas fueron calibradas a radiancia. Posteriormente, las bandas 1 a 9 de la región del espectro visible, infrarrojo cercano y de onda corta, fueron convertidas a reflectancia a partir del módulo FLAASH del programa ENVI. Este módulo utiliza el modelo MODTRAN (Matthew et al. 2002) para realizar las correcciones atmosféricas a las imágenes y necesita una serie de parámetros que deben ser ingresados por un operador. Estos últimos en su mayoría son obtenidos a partir de los metadatos presentes en las imágenes ASTER L1T con excepción de la altura promedio del área que abarca la imagen y del modelo atmosférico adecuado para el área obtenida. El cálculo de la altura promedio se realizó a partir del modelo de elevación digital SRTM (Farr et al. 2007), mientras que la selección del modelo atmosférico se realizó en base a datos de vapor de agua obtenidos a partir de imágenes MODIS para cada una de las fechas de las imágenes ASTER.

Las bandas 10 a 14 correspondientes a la región del infrarrojo térmico del espectro electromagnético, fueron convertidas a emisividad por el método de normalización (Gillespie 1985) que consiste en el cálculo de la temperatura de superficie para cada banda usando el mismo valor de emisividad de referencia. El valor máximo de temperatura de superficie calculado es considerado entonces como la temperatura con la que se calculará la emisividad en cada banda (Sobrino 2002).

A partir de estos datos corregidos se realizó la interpretación de zonas afectadas por alteración hidrotermal (Cuadro 6).

El cálculo de las alteraciones anteriormente citadas se realizó mediante álgebra de bandas, relaciones lógicas entre bandas y determinación de umbrales (Mars y Rowan 2006, Mars y Rowan 2010) con la herramienta *Band Math* del software ENVI teniendo en cuenta las siguientes características espectrales: Alteración argílica avanzada donde la alunita presenta absorción a los 2,167 micrones (Banda 5 de ASTER); Alteración argílica, en la cual los minerales presentes como alunita y caolinita presentan absorción a los 2,20 micrones (Banda 6 de ASTER); Alteración filica, tipo de alteración dominada por illita/muscovita, con una fuerte absorción a los 2,20 micrones (Banda 6 de ASTER) y una menor absorción a los 2,38 micrones (Banda 8 de ASTER); Alteración silíceica en la cual las rocas dominadas por sílice presentan un pico de absorción a

Procesamiento de Imágenes Aster	Alteración Hidrotermal	Minerales detectados	Resolución espacial
61	Argílica avanzada	Alunita	30 m
61	Argílica	Alunita - Caolinita	30 m
61	Fílica	Illita - Muscovita	30 m
61	Silíceas	Sílice	90 m
61	Propilítica	Calcita – Clorita - Epidoto	90 m

Cuadro 6. Síntesis con el procesamiento de imágenes ASTER.

los 9,09 micrones (Banda 12 de ASTER); Alteración propilítica con calcita, clorita y epidoto producto de alteración y presentan picos de absorción situados en los 2,31 a 2,33 micrones (Banda 8 de ASTER). Posteriormente, se generó un mosaico por cada tipo de alteración, obteniéndose 5 imágenes como producto final para luego ser convertidas a formato vectorial y exportadas a formato *shapefile* de ArcGis (Anexo 2, Figura 3 y Anexo 2, Figura 4).

7.2. GEOFÍSICA

Las metodologías geofísicas aplicadas en el análisis y la interpretación para la evaluación de la metalogénesis metalífera de la provincia de Río Negro fueron la magnetometría aérea y la espectrometría de rayos gamma, sobre cuyos detalles se avanza en las siguientes secciones.

7.2.1. MAGNETOMETRÍA AÉREA

La provincia de Río Negro posee una cobertura parcial de datos geofísicos que alcanza un 21,5 % del total de su superficie. Estos datos corresponden a los bloques: Esquel (6, Sector Norte), Los Menucos (7), Pilcaniyeu (10), Jacobacci (11), Valcheta (12) y Sierra Grande (23), siendo el bloque Sierra Grande el único que no posee relevamiento de rayos gamma. Los datos más importantes de los relevamientos aeromagnéticos y de espectrometría de rayos gamma usados para este trabajo se resumen a continuación (Cuadro 7, Fig. 24):

A estos datos se les aplicaron los siguientes filtros para facilitar la interpretación geológica:

Reducción al Polo (RTP): se recalcula el campo magnético de inclinación y declinación observadas a las correspondientes a los polos norte o sur. Este procesamiento convierte las anomalías originalmente dipolares a anomalías monopolares centradas exac-

tamente sobre los cuerpos que las generan. Se asume que no hay magnetización remanente significativa.

Primera derivada vertical del RTP (1DV): este procesamiento tiende a realzar las componentes residuales de longitud de onda media a corta y a delinear áreas de gradiente vertical elevado, asociado con anomalías de origen relativamente somero. A partir de este filtro se determinaron los lineamientos magnéticos.

Señal Analítica o Gradiente Total: es la suma vectorial de los gradientes horizontales y el gradiente vertical del campo magnético. La Señal Analítica es siempre positiva sobre el cuerpo que causa la anomalía y el valor máximo se centra sobre contacto entre bloques de susceptibilidades magnéticas contrastantes.

Debido a que se trabajó con seis grillas de distintos orígenes, se decidió procesar cada una por separado. Es por esto que, para delimitar las anomalías magnéticas en la grilla de Señal Analítica, se utilizó la curva de isovalores correspondiente al valor de la media geométrica de cada grilla a la cual se le sumó una desviación estándar. Asimismo, se digitalizaron lineamientos magnéticos, los cuales corresponden a rasgos lineales que pueden deberse a distintas causas (estructuras, contactos litológicos, variaciones en el basamento magnético, entre otras). A modo de ejemplo, en el Anexo 3 se incluyen los mapas aeromagnéticos correspondientes al bloque Esquel (Anexo 3, Figuras 1 a 3). Con esta información se generó un *shapefile* de lineamientos y anomalías magnéticas, que se utilizaron posteriormente para la determinación y evaluación de las áreas de interés (Anexo 3, Figuras 4 a 9).

7.2.2. ESPECTROMETRÍA DE RAYOS GAMMA

La espectrometría de rayos gamma es una herramienta que puede utilizarse para mapeo geológico,

Nombre del Bloque	Empresa contratista	Altura de vuelo	Separación líneas de vuelo	Separación líneas de control
6 Esquel	World Geoscience Corporation	137 m	1.000 m	10.000 m
7 Los Menucos	World Geoscience Corporation	140 m	1.000 m	10.000 m
10 Pilcaniyeu	Sial Geosciences	120 m	1.000 m	7.500 m
11 Jacobacci	Sial Geosciences	120 m	1.000 m	7.500 m
12 Valcheta	Sial Geosciences	120 m	1.000 m	7.500 m
23 Sierra Grande	Servicio de Hidrografía Naval	120 m	1.000 m	5.000 a 12.000 m

Cuadro 7. Síntesis de los principales datos correspondiente a los bloques geofísicos.

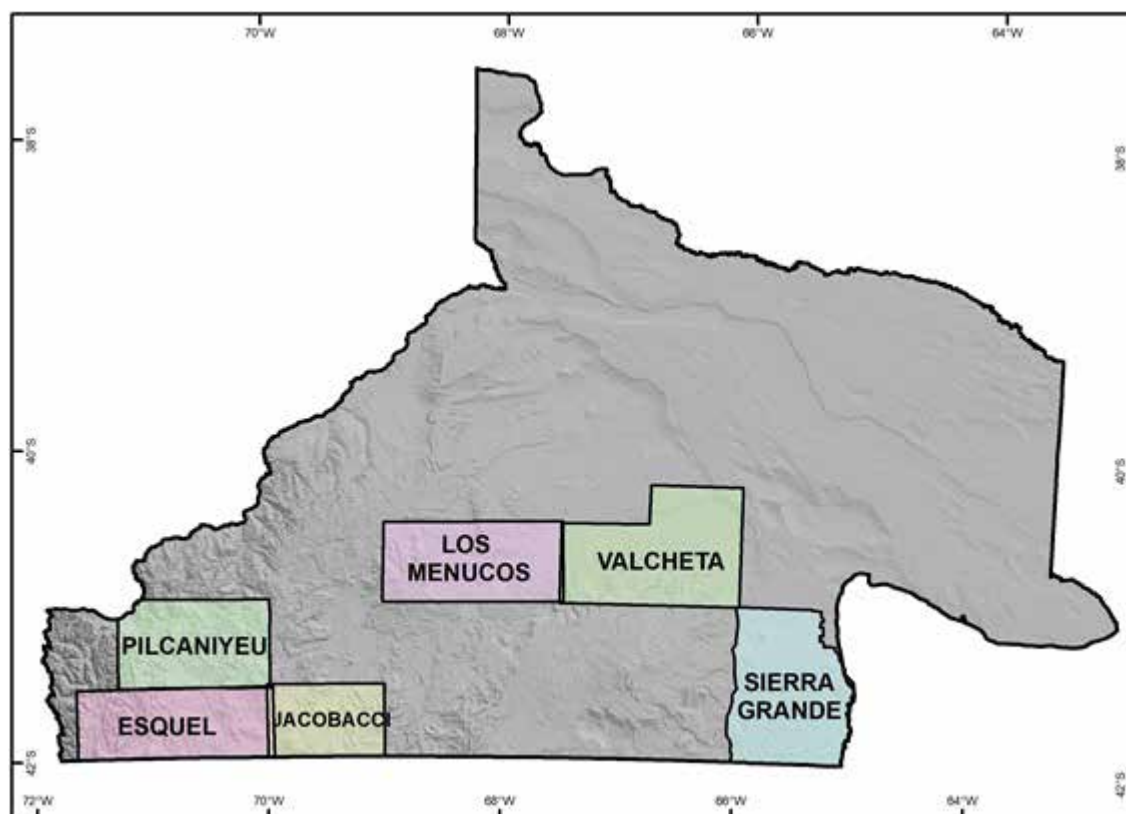


Figura 24. Ubicación de las áreas abarcadas por los vuelos de magnetometría y espectrometría de rayos gamma realizados en la provincia de Río Negro por el SEGEMAR.

mapeo ambiental y exploración de recursos minerales, entre otros. Esta técnica, la cual puede realizarse mediante relevamientos aerotransportados, terrestres (en forma puntual o con sensores transportados en vehículos) o en pozos (sondeos verticales), permite medir la radiación natural emitida tras el decaimiento radiactivo de ciertos isótopos y calcular las concentraciones de potasio (K), uranio equivalente (eU)

y torio equivalente (eTh). Con estos datos pueden realizarse mapas de concentraciones, calcular las relaciones entre los radioelementos (eTh/K, eU/K, eU/eTh) y composiciones ternarias RGB de los tres elementos.

La provincia de Río Negro cuenta con 6 áreas que fueron relevadas con geofísica aérea, 5 de las cuales tienen relevamientos de espectrometría de

rayos gamma junto con la magnetometría, como se indica al inicio de este capítulo.

Los contenidos de K, U y Th varían según los tipos de litologías y también se producen variaciones entre relevamientos linderos debido a que fueron realizados en diferentes épocas, con equipos diferentes, por lo que la respuesta obtenida es ligeramente diferente. Por este motivo, no pueden obtenerse valores absolutos para determinar anomalía en todos los bloques, sino que deben analizarse individualmente.

Para distinguir los valores anómalos del *background* propio de cada litología se analizaron, para cada región, las litologías que refieren la mayor importancia para este estudio, por ejemplo, aquellas que pueden estar relacionadas con el origen de los depósitos o alojar mineralizaciones. Se las agrupó de acuerdo a las unidades tectonoestratigráficas definidas previamente y se recortaron las grillas de forma tal de poder analizar los valores correspondientes a estas asociaciones litológicas individualmente.

Para establecer a partir de qué valor se considera una anomalía se realizó la estadística de cada una de las grillas recortadas y se consideraron anómalos los valores que superan a la media aritmética en tres desviaciones estándar.

De forma tal que: $X_x \geq X_{anom}$

Donde $X_{anom} = X + 3 * \sigma$

Una vez determinado este valor se realizaron las curvas de isovalor que encierran los valores mayores o iguales al mismo, quedando determinadas las zonas anómalas de cada grupo litológico, de las cuales se eligieron aquellas que por su extensión y ubicación pueden ser utilizadas para la evaluación del potencial minero de Río Negro, generándose las capas vectoriales correspondientes. En el Anexo 4, Figuras 1 a 5 despliegan los mapas con la interpretación gammaespectrométrica.

7.3. GEOQUÍMICA

En el marco de los programas sistemáticos para el muestreo geoquímico del territorio nacional, la provincia de Río Negro ha sido escenario de relevamientos geoquímicos de distinto tipo: más recientemente, geoquímica de sedimentos de corriente y suelo multielemento, y previamente, durante la ejecución del Plan de Prospección Patagonia-Comahue, de datos de Cu, Pb y Zn. El análisis y la interpretación de los datos se basó en la estadística univariada para establecer umbrales y anomalías para los elementos más significativos, y en el análisis multivariado mediante el procedimiento de Análisis

Factorial (AF) y en el empleo de índices publicados de uso extendido para la identificación de litologías y mineralización.

Para el procesamiento e interpretación del paquete de datos Cu, Pb, Zn y de geoquímica multielementos se utiliza como base la información de las hojas de acceso público, Serie Contribuciones Técnicas - Geoquímica de Cu-Pb-Zn del SEGEMAR (Cuadro 8), con datos generados a partir de muestras de sedimento de corriente y suelo, denominado en su conjunto Regolito Aluvional, recolectadas originalmente durante el plan Patagonia Comahue.

Las hojas de Cu-Pb-Zn son aquellas que presentan muestras analizadas sobre la fracción <20 y >80, con equipo Perkin Elmer de absorción atómica, en los laboratorios de San Antonio Oeste y Comodoro Rivadavia de la ex Dirección Nacional de Geología y Minería. El análisis sobre este conjunto de datos es univariado y se limita al establecimiento de valores de umbral y anómalos para los tres elementos analizados.

Las hojas multielemento son aquellas que presentan muestras analizadas por paquete de 48 elementos, aplicando técnicas de análisis por activación neutrónica instrumental (AANI) y de espectroscopía de emisión en plasma inductivamente acoplado (ES - ICP) ó de espectrometría de masas con fuente de plasma de acoplamiento inductivo (MS- ICP). Las muestras fueron tomadas durante el plan Patagonia Comahue, complementadas por el proyecto Minero Río Negro celebrado entre esta provincia y el SEGEMAR.

A partir del total de datos geoquímicos presentes en la provincia de Río Negro se agruparon poblaciones de datos en función de su distribución geográfica, discriminadas en 5 regiones. Del total de elementos con los que se dispone se realizó un análisis exploratorio de datos para los elementos oro, plata, cobre, plomo y zinc, para definir sectores anómalos en cada una de las regiones. Para definir los valores anómalos de cada uno de ellos se consideró al valor obtenido del percentil 90 como valor umbral de las anomalías, ajustando bajo una distribución logarítmica en base 10 (Cuadro 9). Posteriormente, las anomalías fueron volcadas en mapas temáticos, representando estrellas para los metales preciosos (Au y Ag) y esferas para los metales base (Cu, Pb y Zn), de tamaño creciente en función de la concentración metálica.

Se describe la geoquímica de datos multielementos correspondiente a los bloques: Bariloche-Ingeniero Jacobacci, Los Menucos y Valcheta.

Carta Geoquímica	Densidad de muestreo	Total de Muestras
Los Menucos	10 muestras/ km ²	674
Ingeniero Jacobacci	8 muestras/ km ²	733
Sierra Grande	5 muestras/ km ²	194
Picun Leufú	5 muestras/ km ²	631
Valcheta	8 muestras/ km ²	825
San Carlos de Bariloche	9 muestras/ km ²	734
San Martín de Los Andes	5 muestras/ km ²	957
TOTAL		4748

Cuadro 8. Densidad de muestreo por carta geoquímica. Serie Contribuciones Técnicas - Geoquímica Cu-Pb-Zn y Multielementos.

Elemento	Mínimo	1er Cuartil	Media	3er Cuartil	Máximo	Valor Umbral (log ₁₀)
Au (ppb)	0.269	0.599	0.969	1.349	149.999	2.180
Ag (ppm)	0.020	0.059	0.076	0.088	22.692	0.110
Cu (ppm)	2.099	8.199	14.461	26.157	91.727	31.821
Pb (ppm)	7.450	20.407	23.812	27.201	1073.742	31.504
Zn (ppm)	15.031	61.094	82.794	109.900	993.116	131.310

Cuadro 9. Datos estadísticos y definición de umbrales geoquímicos.

La ausencia de una cobertura geoquímica de carácter regional y la existencia en cambio de tres bloques de datos separados por hiatos de información impide la generación de una grilla geoquímica provincial unificada. La interpretación geoquímica queda entonces circunscripta a tres bloques separados, entre los cuales resulta aventurado extrapolar interpretaciones. Las siguientes secciones desarrollan los resultados e interpretación de los datos geoquímicos en cada uno de ellos.

7.3.1. GEOQUÍMICA DEL BLOQUE BARILOCHE - INGENIERO JACOBACCI

A partir de los datos de regolito aluvional de las Cartas Geoquímicas 4169-III Ingeniero Jacobacci (Turel et al. 1999) y 4172-IV San Carlos de Bariloche (Ferpozzi et al. 1999) se definieron a escala regional

las anomalías geoquímicas que integran el bloque Bariloche - Ing. Jacobacci.

Fueron integradas 1409 muestras de sedimentos de corriente y suelos bajo la denominación de Regolito Aluvional; la fracción 80 fue analizada por un paquete multielemento, tanto de las muestras de archivo, tomadas durante el desarrollo del plan Patagonia Comahue, como las obtenidas por el SEGEMAR en el marco del proyecto Minero Río Negro (Argentina 2000).

A través del análisis multivariado de los datos (Análisis Factorial, AF) y de la suma de variables de relevancia metalogenética se han obtenido anomalías geoquímicas a escala regional. En todos los casos se destacan las áreas del 98 percentil, valor máximo del Índice ó Factor de Mineralización. El Anexo 5 incluye los mapas de factores e índices mineralógicos y litológicos destacados del bloque de datos Bariloche – Ingeniero Jacobacci.

La base de datos geoquímica se integra por 1.409 muestras de regolito aluvional. El procesamiento multivariado ha permitido identificar 11 factores, algunos de los cuales se ha interpretado que están vinculados a procesos de mineralización. Se han eliminado Ag y Sn dado el alto porcentaje de valores reportados bajo el límite de detección y W, Bi, Sb, Lu y Cd como parte del propio procesamiento del análisis factorial. La varianza total explicada (VTE) es del 61,4 %.

Factor 1 / V, Mg, Ti, Mn, Sc, Zn, Fe, Ni, Co, Cr (-K) / VTE: 13,9 %. Corresponde a un arco volcánico paleógeno y a un magmatismo de retroarco neógeno. El arco volcánico es continental, calcoalcalino, compuesto por volcanitas ácidas intermedias y básicas: andesitas, basaltos, tobas; dacitas, riolitas, andesitas, basaltos, tobas e ignimbritas con sedimentitas continentales intercaladas del Paleógeno (Formaciones Ventana y Huitrera). El magmatismo de retroarco está representado por basaltos olivínicos, pórfiros basálticos y tobas del Neógeno.

Factor 2 / La, Hf, Ce, Th, K, -Ca / VTE: 7,5 %. Factor litológico correspondiente a granitoides del batolito Patagónico Cordillerano del Cretácico, granitos, granodioritas y pórfiros del Triásico-Jurásico y al magmatismo de intraplaca continental conformado por volcanitas y piroclastitas ácidas a intermedias del Triásico.

Factor 3 / Eu, Ta, Nd, Tb, Se / VTE: 6,7 %. Factor litológico correspondiente al magmatismo de intraplaca continental. Está representado por volcanitas y piroclastitas ácidas a intermedias, riolitas e ignimbritas, dacitas y tobas del Triásico y por depósitos de las cuencas de antepaís terciarias.

Factor 4 / P, Cu, Y (Al) / VTE: 5,2 %. Factor litológico correspondiente a volcanitas basálticas holocenas, granitoides pérmicos y sectores del basamento metamórfico de la Cordillera Nordpatagónica.

Factor 5 / Pb, Mo (Zn) / VTE: 4,8 %. Factor de mineralización. Está representado por: depósitos del tipo 7c, Au de Alta Sulfuración (Alunita, Au-Ag-Cu) en Los Manantiales - Grupo Angela, depósitos del tipo 7b, Au Baja Sulfuración (Adularia, Au-Ag) como Cerro Bandera y depósitos epitermales del tipo 7e, Polimetálico Complejo (Pb-Ag-Zn-Cu (\pm Au \pm Sb \pm Bi \pm W)), en todos los casos relacionados con las volcanitas félsicas - intermedias de la Formación Lonco Trapial. También incluye a los depósitos del tipo 7e, Polimetálico Complejo (Pb-Ag-Zn-Cu \pm Au \pm Sb \pm Bi \pm W) en Cerro Aspero, asociado a la suite granítica del batolito Patagónico Cordillerano y Mina Ángela, relacionada con rocas

volcánicas intermedias de la Formación Ventana. Es la asociación dominante en el sector oriental del bloque (Anexo 5, Figura 1).

Factor 6 / Cs, Rb, Be (K, Zn) / VTE: 4,6 %. Factor de alteración hidrotermal y litológico. Está representado por los depósitos 14 c, Polimetálicos Simples (Pb-Zn-Ag $^+$ -Au-Ba) de Petre, 7e Polimetálicos Complejos (Pb-Ag-Zn-Cu \pm Au \pm Sb \pm Bi \pm W) de Cullín Mahuida y de Cerro Aspero del distrito Cordillera. Se destaca también en las cercanías del depósito tipo 7b, Au Baja Sulfuración (Adularia, Au-Ag), como en Calcatreu, relacionado con las volcanitas y piroclastitas ácidas a intermedias de la Formación Lipetrén; el complejo Volcánico Sedimentario Cordillerano y la Formación Nestares. Tobas, areniscas, pelitas, tufitas, calizas, lavas e ignimbritas riolíticas y andesíticas de la cuenca de retroarco extensional jurásica. En áreas relacionadas con la Formación Ventana y granitoides cretácicos y al magmatismo de intraplaca continental del Triásico representado por riolitas, ignimbritas, dacitas y tobas. Domina en el sector occidental del bloque (Anexo 5 Figura 2).

El otro grupo de factores identificados está representado por:

Factor 7 / Na, Sr, Al (Ca) / VTE: 4,1%, litológico;
Factor 8 / Yb, Y (-Cr, -Ni) / VTE: 4,1%, litológico;
Factor 9 / Br, As, Sm / VTE: 3,8%; Factor 10 / Hg, Ir, Ba / VTE: 3,5%; Factor 11 / U, Au / VTE: 3,1%.

Indices de mineralización

a) Índices extraídos de Amor et al. (1998) donde las variables deben ser estandarizadas:

*PCI: *Porphyry Copper Index*: Cu + Mo + Au + Te

Entre las áreas estudiadas se destacan los depósitos Calcatreu (7b, Au Baja Sulfuración; Adularia, Au-Ag). Las anomalías dominan arealmente el sector oriental del bloque, en las cercanías de los depósitos del tipo 7e, Polimetálico Complejo (Pb-Ag-Zn-Cu \pm Au \pm Sb \pm Bi \pm W) del distrito de Cordillera como en Cerro Aspero (Anexo 5, Figura 3).

*BMI2: *Base Metal Index 2*: Pb + Zn + Ba + Cu + Cd + Ag

Se destacan los depósitos Polimetálicos Simples y Complejos de Petre, María, Cerro Aspero y Cerro San Martín, en el distrito Cordillera. Hacia el este se destaca el distrito Los Manantiales (Anexo 5, Figura 4).

*EPMI: *Epithermal Precious Metal Index*: Au + As + Sb + Hg + Ag

Se destacan Calcatreu (7b, Au Baja Sulfuración; Adularia, Au-Ag) y las cercanías de Mina Angela

(7c, Au Alta Sulfuración; Alunita, Au-Ag-Cu; Anexo 5, Figura 5).

b) Índices extraídos de Smith y Perdrix (1983)

CHI: $Cu + 3 Pb + 5 Zn + 3 As + 5 Sb + 10 (Bi + Cd + In) + 30 Mo + 100 Ag + 30 Sn$

Las áreas destacadas usando estos índices coinciden con depósitos Polimetálicos del distrito Cordillera, en las cercanías del Cerro Piltriquitrón, Petre y María (Anexo 5, Figura 6).

c) Índices extraídos de Smith et al. (1987)

Índice original PEG-4: $0,09As + 1,33Sb + Sn + 0,14Ga + 0,4W + 0,6Nb + Ta$

Destaca sectores relacionados con los granitoides del batolito cretácico y granitoides y depósitos de la cuenca de retrarco jurásicos, así como áreas del basamento ígneo- metamórfico (Anexo 5, Figura 7).

Conclusiones: las asociaciones de elementos que arroja el análisis factorial representan mayoritariamente los distintos tipos litológicos presentes en la región. El arco volcánico paleógeno junto con las sedimentitas intercaladas y el magmatismo de retroarco neógeno son destacados por el factor 1; el arco magmático continental, calcoalcalino, conformado por granitos, granodioritas y tonalitas jurási-

cas, así como los granitoides del batolito Patagónico Cordillerano del Cretácico y los intrusivos ácidos a mesosilícicos y pórfiros, del Triásico-Jurásico, son destacados por el factor 2. La asociación del factor 3 aglutina el magmatismo de intraplaca continental, representado por volcanitas y piroclastitas ácidas a intermedias, riolitas e ignimbritas, dacitas y tobas del Triásico, así como las sedimentitas de las cuencas de antepaís terciarias. Los basaltos holocenos y granitoides pérmicos, en sus términos más básicos, son destacados por el factor 4. Respecto de los factores 6 a 11, los mismos son más difíciles de interpretar dado que representan un bajo porcentaje de la varianza total.

Entre los factores de mineralización se destaca el factor 5, de Pb, Mo (Zn), relacionado esencialmente con los depósitos polimetálicos complejos, así como con los epitermales de alta y baja sulfuración del bloque. Las anomalías de F5 coinciden con áreas destacadas del índice de metales base (BMI2), de pórfiros de cobre (PCI) y de metales calcófilos (ChI4). El índice de metales preciosos (EPMI) no se pudo vincular a ningún factor determinado (Fig. 25).

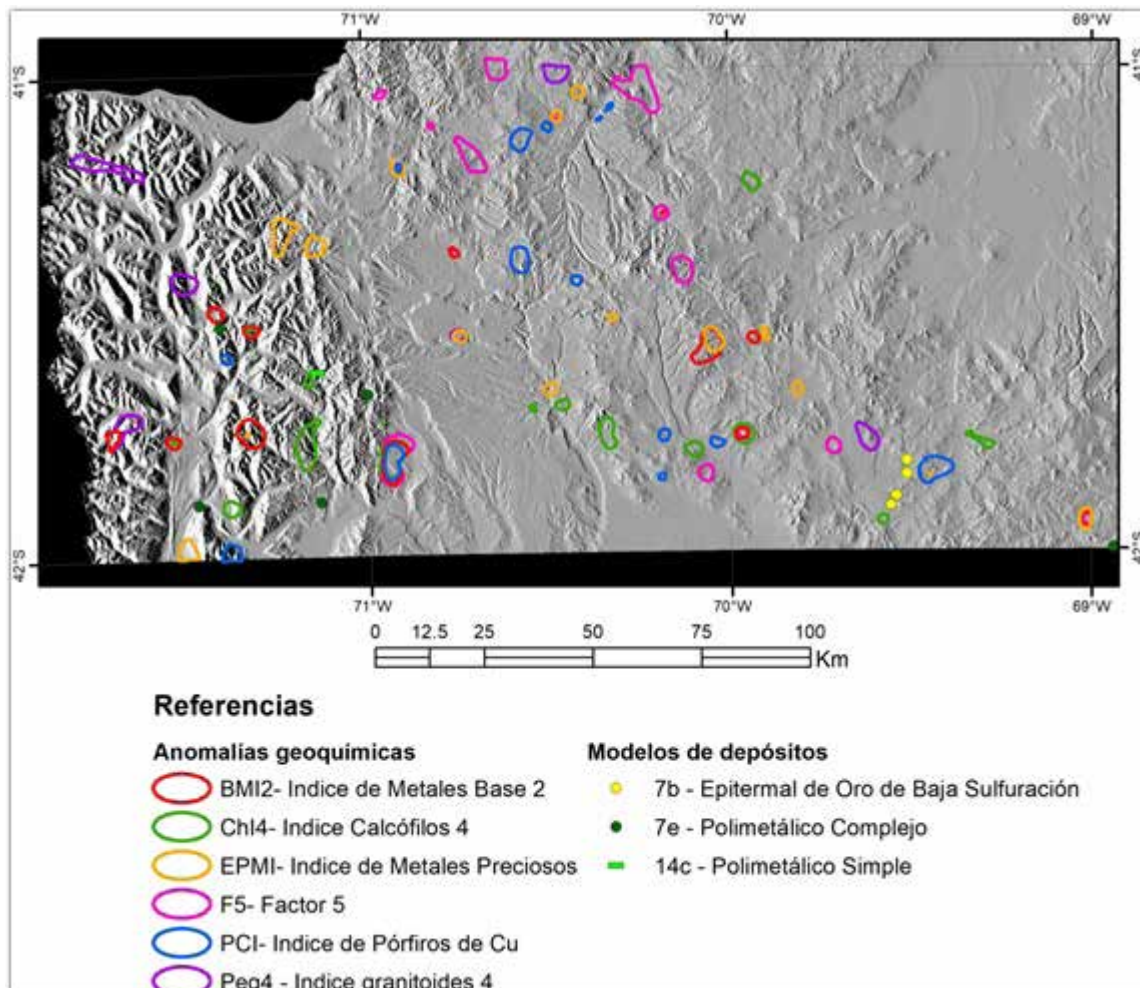


Figura 25. Distribución de las anomalías geoquímicas de acuerdo al índice o factor utilizado y ubicación de los depósitos en el bloque Bariloche - Ingeniero Jacobacci.

7.3.2. GEOQUÍMICA DEL BLOQUE LOS MENCUCOS

A partir de los datos de regolito aluvional de la carta Geoquímica 4169-II Los Mencucos (Turel et al. 1999) se definieron a escala regional las anomalías geoquímicas que integran el bloque Los Mencucos.

Fueron integradas 674 muestras de sedimentos de corriente y suelos bajo la denominación de regolito aluvional, molidas y analizadas por un paquete multielemento, en la fracción -20+80, tanto las muestras de archivo tomadas durante el desarrollo del plan Patagonia Comahue como las obtenidas por el SEGEMAR en el marco del proyecto Minero Río Negro (Argentina, 2000).

A través del análisis multivariado de los datos (Análisis Factorial) y de la suma de variables de relevancia metalogenética se han obtenido anomalías geoquímicas a escala regional. En todos los casos se destacan las áreas del 95 percentil - valor máximo del Índice ó Factor de Mineralización.

La base de datos geoquímica se integra por las 674 muestras de regolito aluvional mencionadas previamente. El procesamiento multivariado ha permitido identificar 10 factores, algunos de ellos se ha interpretado que están vinculados a procesos de mineralización.

Factor 1 / Ti, Mg, P, V, Ni, Mn, -K, Sc, Fe, Cu, Ca (Zn, Sr) / VTE: 15,5 %. Factor litológico representado por volcanitas basálticas del Oligoceno-Mioceno, basaltos olivínicos, pórfiros basálticos y tobas del Neógeno asociadas a un magmatismo de retroarco.

Factor 2 / Tb, Ir, -Mo, Ta, Se, Eu, -Pb, Hf / VTE: 9,1 %. Factor litológico representado por granitos y granodioritas pérmicos de un arco magmático continental, calcoalcalino; granitos, granodioritas y pórfiros triásico - jurásicos y por volcanitas y piroclastitas ácidas a intermedias asociadas a un magmatismo de intraplaca continental del Triásico.

Factor 3 / Al, Y, Yb, Zn, Be (Mn, Br, Cu) / VTE: 8,8 %. Factor litológico asociado a sectores dentro de los granitos, granodioritas y pórfiros pérmicos de arco magmático continental, calcoalcalino. Representa también a las volcanitas y piroclastitas ácidas a intermedias, de intraplaca continental, triásicas.

Factor 4 / La, Sm, Ce (U, Th) / VTE: 5,7 %. Factor litológico asociado al complejo Volcánico Los Mencucos y al basamento del Precámbrico superior- Cámbrico con metamorfismo famatiniano de bajo grado.

Factor 5 / Cd, As, U (Zn, Pb, V) / VTE: 4,9 %. Factor de mineralización asociado a los depósitos

de tipo 7e, Polimetálico Complejo (Pb-Ag-Zn-Cu; \pm Au \pm Sb \pm Bi \pm W) y 7b, Au Baja Sulfuración (Adularia, Au-Ag). Se destaca la importante coincidencia areal con la distribución de los índices Chi-3, EPMI y BMI2.

Factor 6 / Rb, -Br (K, -Ca) / VTE: 4,8 %. Factor de alteración hidrotermal en el cual se destacan distintos depósitos del Complejo Volcánico-Plutónico Los Mencucos: Polimetálico Complejo, La Madrecita, 7e (Pb-Ag-Zn-Cu, \pm Au \pm Sb \pm Bi \pm W); 7b, Au Baja Sulfuración, Cerro Choique (Adularia, Au-Ag); 7c, Au Alta Sulfuración, Caltrauna (Alunita, Au-Ag-Cu). Se destacan las cercanías de los depósitos del tipo 7e, Cruz del Sur, Los Ñandúes, La Posible, Fuca, Luna, Carm-Car y 7b, Cuya y La Luz.

Los otros factores analizados son: el factor 7: Ba, Th (Ce, Fe). VTE: 4,4 %, litológico, asociado a distintos sectores dentro del complejo Volcánico Los Mencucos; el factor 8: Lu, Sb, Nd (As, -Bi). VTE: 3,9 %, el factor 9: Na, Sr. VTE: 3,5 % y el factor 10: Au, Bi. VTE: 3,1 %.

Indices de mineralización (Fig. 26)

a) Índices extraídos de Amor et al. (1998) donde las variables deben ser estandarizadas:

*PCI: *Porphyry Copper Index*: Cu + Mo + Au + Te

Se destacan los depósitos del extremo SE del bloque, del tipo 7e, Polimetálico Complejo (Pb - Ag - Zn - Cu, \pm Au \pm Sb \pm Bi \pm W), así como también cercanías del cerro Choique, del tipo 7b, Au Baja Sulfuración (Adularia, Au - Ag).

*BMI2: *Base Metal Index 2*: Pb + Zn + Ba + Cu + Cd + Ag

Se destacan los depósitos La Luz del tipo 7b, Au Baja Sulfuración (Adularia, Au - Ag), Fuca, Luna, Cruz del Sur y Los Ñandúes del tipo 7e, Polimetálico Complejo (Pb - Ag - Zn - Cu, \pm Au \pm Sb \pm Bi \pm W).

*EPMI: *Epithermal Precious Metal Index*: Au + As + Sb + Hg + Ag

Se destacan los depósitos La Madrecita, Fuca, Luna, Cruz del Sur, Los Ñandúes, tipo 7e, Polimetálico Complejo, Pb - Ag - Zn - Cu, \pm Au \pm Sb \pm Bi \pm W, Cerro Choique y La Luz, tipo 7b, Au Baja Sulfuración (Adularia, Au - Ag).

3b) Índices extraídos de Smith et al. (1983)

*CHI-3: *Chalcophile Index 3*: As + 3 Sb + 10 Bi + 10 Cd + 10 In + 3 Mo + 30 Ag + 30 Sn

Se destacan Cruz del Sur y La Madrecita, depósitos del tipo 7e, Polimetálico Complejo (Pb - Ag - Zn - Cu, \pm Au \pm Sb \pm Bi \pm W), así como también los depósitos Cuya y La Luz, del tipo 7b, Au Baja Sulfuración (Adularia, Au-Ag).

7.3.3. GEOQUÍMICA DEL BLOQUE VALCHETA

Los datos utilizados corresponden a la Carta Geoquímica 4166-I Valcheta (Turel et al. 1999) para la cual se analizaron 825 muestras de sedimento de corriente y suelo. Del total de las muestras, 592 fueron obtenidas de los archivos del SEGEMAR, extraídas durante el desarrollo del plan Patagonia Comahue Geológico Minero y 233 pertenecen al proyecto Minero Río Negro.

Se reproduce aquí el análisis realizado para la carta Minero Metalogenética Valcheta (Herrmann y Gozalvez 2007). Consistió en el empleo de índices litológicos, índices de mineralización y análisis de factores.

Índices Litológicos

Mg ± Ni ± Ti: los valores altos de este índice se concentran en las nacientes de los principales ríos de la región, en el borde de la meseta basáltica terciaria y en muchos casos bordean las extensas apófisis que se desprenden de la meseta y se extienden aguas abajo. Las concentraciones altas de los elementos Mg, Ni y Ti en los basaltos olivínicos de la región, sumado a la distribución de las anomalías del índice

mencionado son evidencias del control litológico que existe sobre la composición química de este conjunto de muestras de regolitos aluvionales (Fig.27).

U: este elemento marcó una notable selección de muestras con valores anómalos en cauces de primer y segundo orden que surcan el *plateau* riolítico. Se agrupan en el extremo sudeste de la región, donde afloran ignimbritas riolíticas y dacíticas producto del volcanismo extensional jurásico.

Sr ± Th ± V: en el extremo occidental, donde afloran los representantes silíceos a mesosilíceos del volcanismo post-colisional triásico, se concentran las muestras con altos valores de este índice.

Be ± Ba ± Sb: estos elementos presentan valores altos en el sector central del basamento de grado bajo donde afloran gran parte de los cuerpos de granitoides postcolisionales gondwánicos o en sectores puntuales vinculados a mineralizaciones.

Índices de mineralización

Cu ± Cd ± Ag: este índice resultó útil para diferenciar el depósito de cobre San Patricio y sus alrededores del resto de las áreas anómalas y de otros depósitos. Las muestras de regolitos en este sector

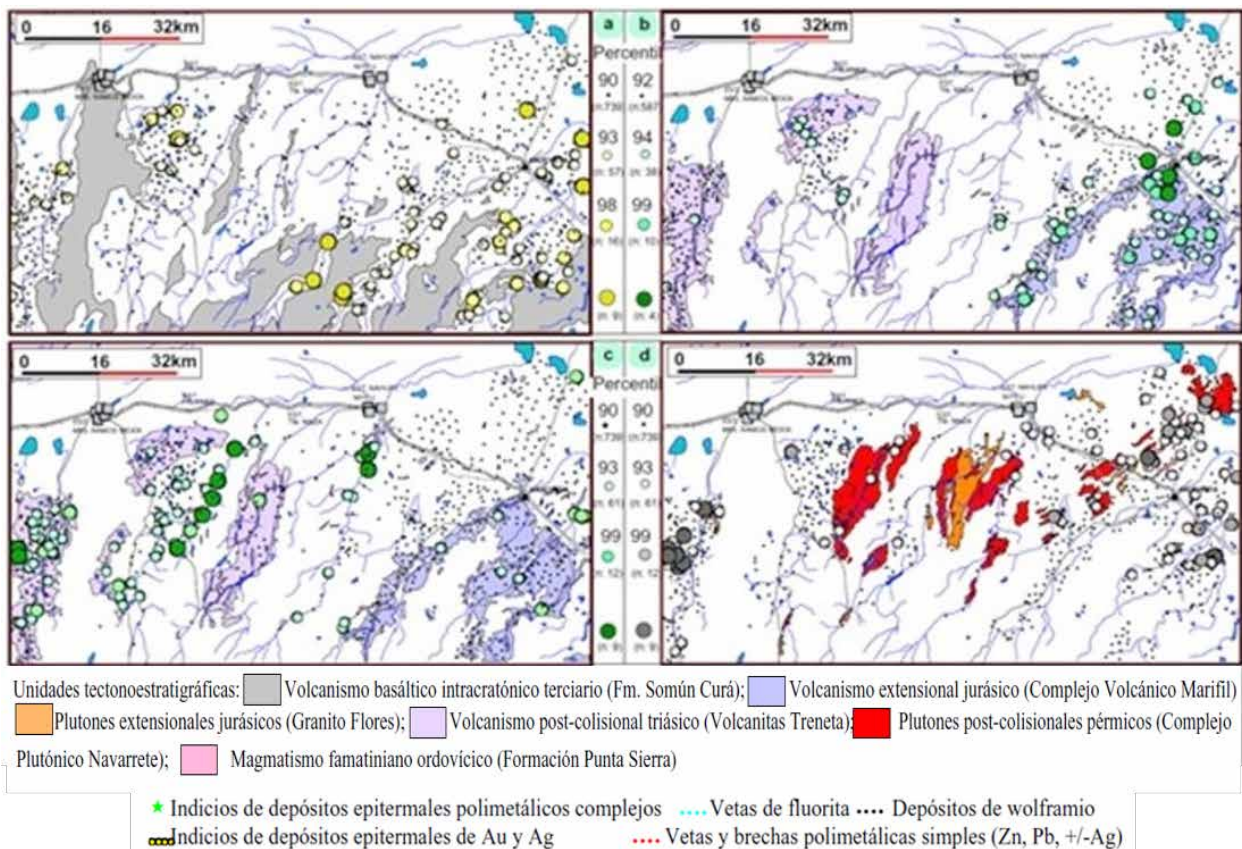


Figura 27. Influencia de la litología en la distribución de las anomalías geoquímicas. a) Anomalías del índice Mg+Ti+Ni; b) Anomalías del índice U; c) Anomalías del índice Sr+Th+V; d) Anomalías del índice Be+Ba+Sb.

poseen valores anómalos de Cu, Ba, Cd, Ag, Bi, Sb, As, W, Mo, Au y Cs (Fig. 28).

$Pb \pm Zn \pm Cu \pm Cd \pm Ag$: resultó el que mejor caracterizó la zona del depósito de metales base San Lorenzo, no obstante la baja densidad de muestras de regolitos aluviales, se destacaron en el área valores anómalos de Pb, Zn, Cd, Ag, Cu, Bi, As, Sb, W.

$Au \pm As \pm Sb \pm Hg \pm Ag$: los valores anómalos de este índice se presentan en dos sectores vinculados espacialmente con volcanitas triásicas del sector occidental. Las muestras provenientes de zonas aledañas a los yacimientos con reconocida alteración hidrotermal se caracterizaron por valores elevados del índice $Sb \pm As \pm Cs$.

$W \pm Mo$: es el que mejor representación demostró en el área mineralizada del yacimiento San Martín. Los regolitos aluviales en el área del depósito y sus alrededores se caracterizaron por mostrar anomalías de Ba, Ag, W, Mo, Sb, Cu, Bi y B.

Análisis de factores

Siguiendo el método de análisis factorial "Q" se estudiaron las 592 muestras del plan Patagonia - Comahue Geológico Minero reanalizadas por 48 elementos durante el proyecto Minero Río Negro. El 45,4 % de la varianza resultó explicada por cuatro factores (Cuadro 10).

Factor I: agrupa Ti, Mn, Mg, Zn, Sc, V, Cu, P, Al, Co, Fe, Y, Bi. Sus valores más altos aparecen en muestras ubicadas en las nacientes de los ríos principales y en los bordes de los apófisis de basaltos. La comparación con el mapa de anomalías del índice $Mg \pm Ti \pm Ni$ indica coincidencia de los sitios con anomalías, permitiendo relacionar el factor con la presencia de basaltos olivínicos terciarios (Fig. 29).

Factor II: agrupa a los elementos Pb, Th, K, Be, La, Ce. Presenta valores elevados en muestras ubicadas sobre y en los alrededores de volcanitas ácidas, tanto post-colisionales como extensionales, mostrando por ello gran distribución de valores anómalos. Se vincula este factor con procesos extrusivos de rocas ácidas con mayor afinidad a las unidades triásicas.

Factor III: agrupa a los elementos Y, Yb, Lu, Sm. Muestra valores anómalos distribuidos de manera semejante a los del factor II, aunque con predominancia de anomalías en las volcanitas jurásicas donde también existen valores anómalos de U.

Factor IV: agrupa a los elementos Sb, As, Cs. Presenta valores más elevados en muestras de áreas mineralizadas reconocidas, así como también en otros sectores puntuales de la región, evidenciando posible existencia de rocas alteradas por procesos hidrotermales.

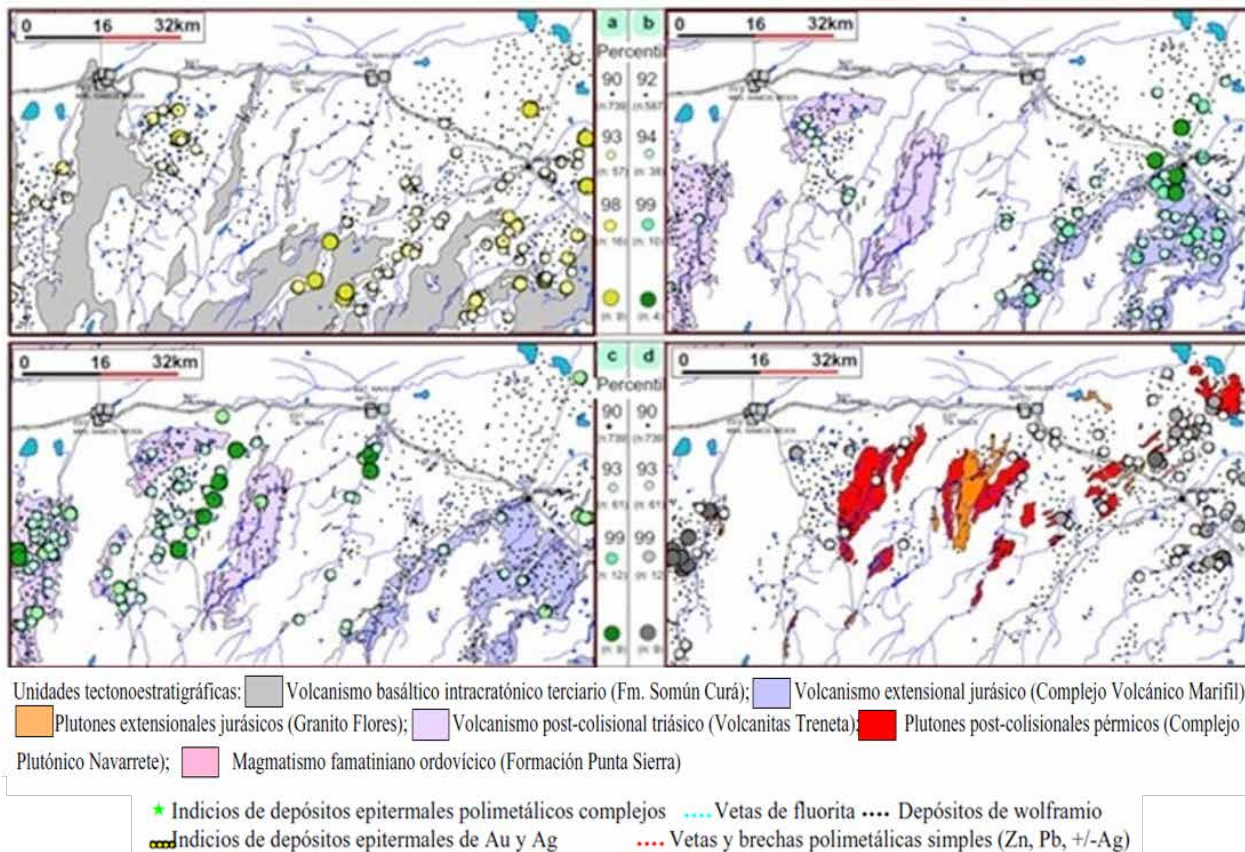


Figura 28. Influencia de las mineralizaciones en la distribución de las anomalías geoquímicas. a) Anomalías del índice $Cu+Cd+Ag$; b) Anomalías del índice $Pb+Zn+Cu+Cd+Ag$; c) Anomalías del índice $Au+As+Sb+Hg+Ag$; d) Anomalías del índice $W+Mo$.

Factor	Ti	Mn	Mg	Zn	Sc	V	Cu	P	Al	Co	Fe	Y	Bi	Pb
I	0,869	0,858	0,817	0,807	0,802	0,780	0,700	0,7	0,689	0,662	0,631	0,568	0,439	0,271
II	-0,13	0,102	-0,18	0,292					0,354		-0,16	0,214		0,694
III	0,187	0,155			0,298							0,539		-0,11
IV	-0,10			0,151		0,165	0,120					-0,17		0,196

Factor	Th	K	Be	La	Ce	Yb	Lu	Sm	Sb	As	Cs	Autovalores	
												%V	%A
I		-0,35	-0,16			0,159	0,153		-0,12	0,136	0,110	22,6	22,6
II	0,685	0,623	0,575	0,560	0,506			0,217	0,113	-0,11	0,208	11,8	34,4
III	0,208	-0,19	0,165	0,348	0,306	0,715	0,633	0,586	0,141	0,250		5,9	40,4
IV		0,134		0,144	0,102	0,159		0,236	0,718	0,649	0,624	5,0	45,4

Cuadro 10. Resultados de los principales factores analizados en muestras de regolitos aluviales (suelo) del plan Patagonia Comahue Geológico Minero y re-analizadas por el proyecto Minero Río Negro. Abreviaturas: % V, porcentaje total de la varianza; % A, porcentaje de la varianza acumulada.

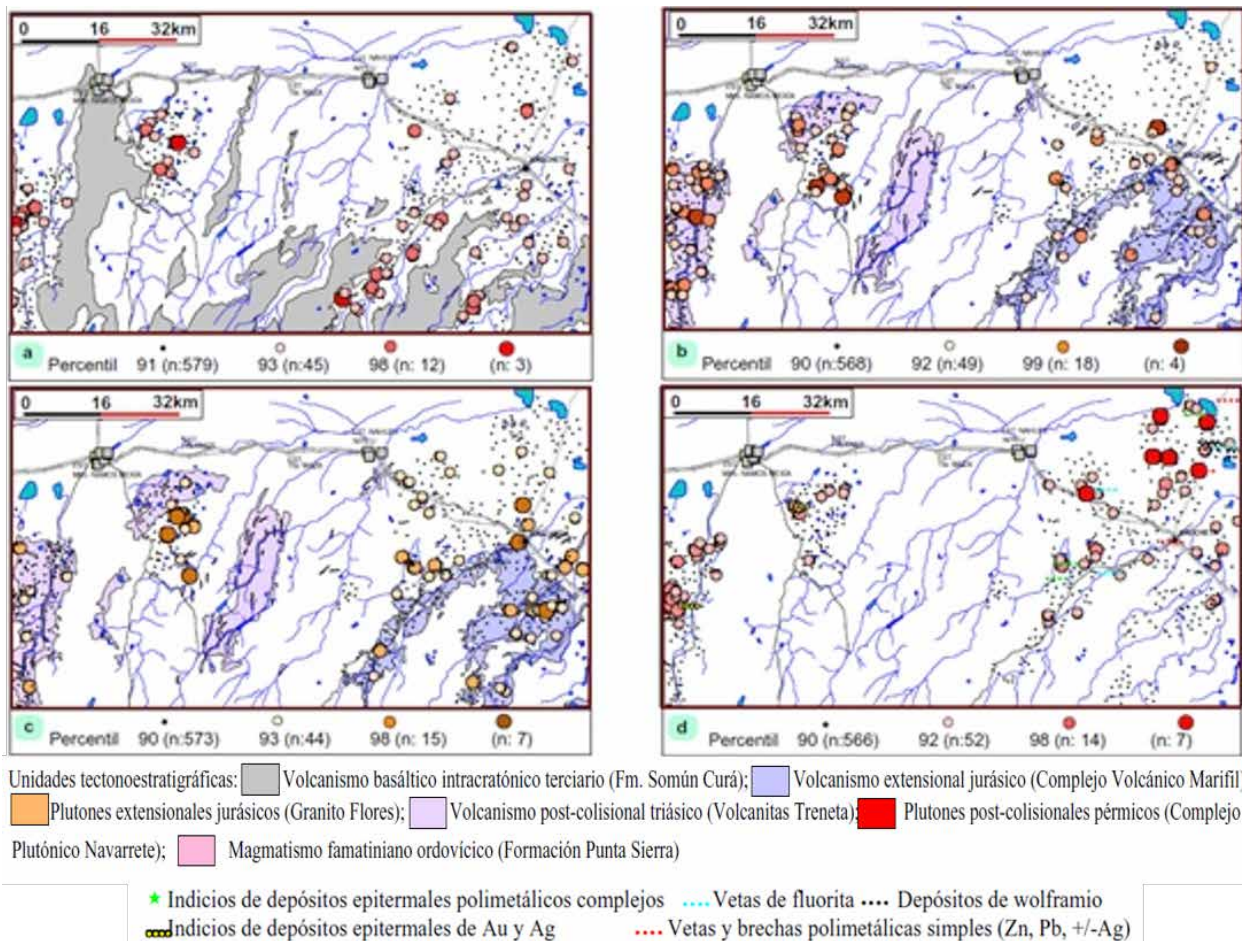


Figura 29. Análisis de factores, su distribución y unidades geológicas asociadas. a) Factor 1 (Ti-Mn-Mg-Zn-Sc-V-Cu-P-Al-Co-Fe-Y-Bi), b) Factor 2 (Pb-Th-K-Be-La-Ce), c) Factor 3 (Yb-Lu-Sm-Y), d) Factor 4 (Sb-As-Cs).

8. INTEGRACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN PARA LA DEFINICIÓN DE POTENCIAL

En el presente estudio se aplica un procedimiento analítico para definir el potencial geológico minero de

metales preciosos y base contenidos en tres tipos de depósitos: Epitermal de Baja Sulfuración (Au - Ag), Polimetálico Simple y Complejo (Pb - Zn - Ag - In) y Epitermal de Alta Sulfuración (Au - Ag, Pb - Zn).

A partir del análisis e interpretación de datos geológicos y geocientíficos disponibles (Fig. 30)

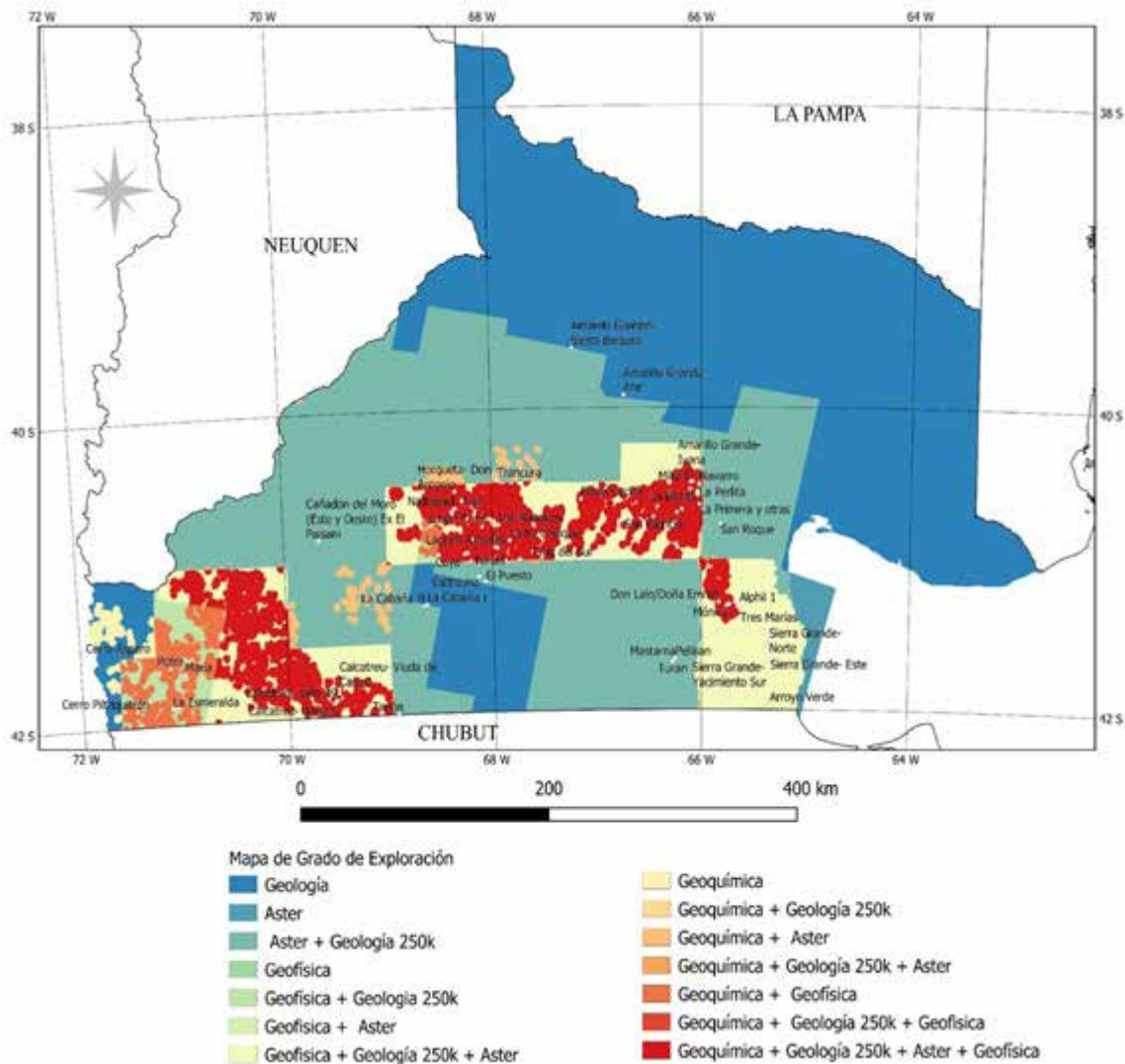


Figura 30: Mapa de grado de exploración en la provincia de Río Negro basado en las técnicas geológicas y geocientíficas utilizadas.

y sus relaciones con los depósitos contenidos en la base de datos de la provincia de Río Negro, se definieron patrones de correlación de aspectos relevantes de la información con los eventos relacionados a las mineralizaciones conocidas. Dichos patrones se ajustan con la definición de metalotecto (Laffitte et al. 1965): todo objeto geológico que contribuye a la constitución y emplazamiento de una concentración mineral, y permiten desarrollar una extrapolación a sectores carentes de información.

8.1 MODELO CALCATREU. EPITERMALES DE BAJA SULFURACIÓN (AU - AG)

El yacimiento Calcatreu es de tipo Epitermal de Baja Sulfuración (7b) y se encuentra geográficamente dentro de la faja Metalogenética del Jurásico POS-RJ. Los metalotectos controlantes de este yacimiento

mineral son de diversa índole y la combinación de sus contribuciones, que favorecen la mineralización, se combinan en tiempo y espacio. Tienen influencia la litología de la roca hospedante, controles estructurales, procesos de alteración hidrotermal y anomalías geofísicas y/o geoquímicas que las evidencian. Sus características distintivas son las siguientes:

- Metalotectos relacionados a la roca hospedante: la misma está compuesta por volcanitas bimodales calcoalcalinas, brechas y sedimentitas correspondientes a la Formación Taquetrén (Hodgkin y Rivera 2001). Esta unidad fue dividida en distintas facies, lávica, brechosa, sedimentaria e hipabisal, por Nullo y Proserpio (1975). La facies lávica está compuesta por andesitas e ignimbritas andesíticas, basandesitas y andesitas de color morado, con textura porfírica conformadas por fenocristales de plagioclasa, hornblenda, clinopiroxeno y, en menor cantidad, feldespato

alcalino. La facies brechosa la integran aglomerados y brechas volcánicas andesíticas, en parte vesiculares, con amígdalas, compuestas por material zeolítico. Depósitos piroclásticos muy bien estratificados conforman la facies piroclástica. En la base se advierte mayor granulometría y una alternancia de bancos de 40 a 50 cm de espesor constituidos por lapillitas con clastos de pómez y fragmentos líticos dispersos en una matriz tobácea y tobas de color castaño claro a blanco, bien estratificadas. La facies hipabisal la componen diques andesíticos, cuerpos filonianos, diques de pórfidos de composición andesítica de color gris claro a oscuro, con disposición vertical a subvertical que cortan las rocas volcánicas y volcanoclásticas recién descriptas. En el sector aledaño a Calcatreu afloran intrusivos de composición riolítica que intruyen a la secuencia anteriormente descripta y que son los responsables de la mineralización. La roca huésped del yacimiento está compuesta por lavas andesíticas porfíricas, posiblemente correspondientes a la facies de andesitas e ignimbritas andesíticas descripta previamente.

- Metalotecto relacionado a control estructural: a nivel distrital se observan dos direcciones de lineamientos que controlan la roca hospedante. El lineamiento principal Raz 60° que controla el emplazamiento de los intrusivos riolíticos que generan la mineralización. A escala regional este lineamiento corresponde con el lineamiento Valcheta que controla el sector noroeste del *track* de Mina Gonzalito. El otro a Raz 315°, también a escala regional, en el sector sudoeste del área, corresponde al lineamiento Gaste y trunca la exposición de la Formación Taquetrén. A nivel de yacimiento la mineralización aflora con dirección Raz 45°. Paralelo al lineamiento principal de rumbo Raz 60° se observan dos más al norte, con el mismo patrón de truncamiento hacia el sector sudoeste por el lineamiento Gaste. Estos lineamientos son corroborados por patrones de cartas geológicas, por el procesamiento de sensores remotos, por lineamientos y anomalías magnéticas individuales y espectrometría de rayos gamma.
- Metalotecto relacionado a alteración hidrotermal: el yacimiento presenta una fuerte meteorización en las adyacencias y una alteración tipo illita - smectita, como también silicificación, restringida a pocos metros de la caja. A nivel distrito y regional a partir de índices espectrales

realizados con imágenes Aster se observa una alteración argílica con muy poca extensión. Este metalotecto no es un patrón importante en la generación de blancos de potencial minero en esta área.

- Metalotecto relacionado a anomalías geofísicas magnetométricas: la interpretación de lineamientos y anomalías magnéticas en el bloque aerogeofísico Jacobacci muestra una fuerte correlación con los controles de mineralización litológicos y estructurales identificados en el distrito Calcatreu. No se observan en el área de trabajo anomalías anulares. Se disponen paralelos, desarrollados al norte del eje principal Raz 60°.
- Metalotecto relacionado a anomalías de espectrometría de rayos gamma: a nivel distrital hay una fuerte correlación entre este tipo de anomalías y los cuerpos intrusivos de composición riolítica, responsables de la mineralización.
- Metalotecto relacionado a anomalías geoquímicas: a través de muestras de sedimentos de corriente y suelos, que fueron integradas bajo la denominación de Regolito Aluvional, se realizó un análisis multivariado de los datos, donde se observan anomalías en los índices PCI (*Porphyry Copper Index*) y EPMI (*Epithermal Precious Metal*) que coinciden con la localización de los principales distritos de la región de Jacobacci. Asimismo, se pudo observar la presencia de anomalías de estos índices en áreas sin mineralizaciones descriptas previamente y con estrecha relación espacial con algunos de los metalotectos arriba descriptos. Ejemplo de ello son las anomalías del sector Cerro Chivero, en el extremo sudeste (correspondientes al distrito de Mina Ángela) y también en el sector noroeste.

A partir del análisis de cada uno de los metalotectos se identificaron sectores de coincidencia espacial entre dos o más de ellos, donde además se manifiestan con distinto grado de intensidad y desarrollo. Dichas áreas se definen como áreas de alto potencial geológico minero.

Dado que se le ha dado una mayor importancia a algunos metalotectos, se trabajó en forma independiente con los lineamientos magnéticos, las anomalías magnéticas individuales y las anomalías de rayos gamma.

Los blancos de exploración fueron categorizados en función de la calidad y cantidad de metalotectos involucrados, definidos en este informe como Méto-

do de Superposición de Metalotectos. De este modo, se definieron blancos de exploración con Alta, Media y Baja Potencialidad de hallazgo de mineralización. Los parámetros que definen esta valoración se describe a continuación:

- Alto Potencial: sectores con patrones bien desarrollados en cinco o más de los metalotectos aplicados.
- Medio Potencial: sectores con patrones bien desarrollados en cuatro de los metalotectos aplicados.
- Bajo Potencial: sectores que presentan patrones desarrollados en tres o menos de los metalotectos.

Como resultado del análisis, se definieron 13 áreas de interés minero con potencialidad para albergar mineralización de metales preciosos, similar al modelo Calcatreu, de las cuales cuatro corresponden a áreas de Alto Potencial, tres de Medio Potencial y seis de bajo Potencial.

8.2 MODELO MINA GONZALITO. POLIMETÁLICO SIMPLE

Mina Gonzalito es un yacimiento Polimetálico Simple (14c) ubicado geográficamente dentro de la Faja Metalogenética del Jurásico POS-RJ. La mineralización es de tipo vetiforme compuesta principalmente por galena argentífera, blenda y en forma subordinada pirita, calcopirita, arsenopirita, pirrotina y marcasita, con actitud predominante de las vetas mineralizadas subverticales y de dirección norte-sur y noroeste.

Los metalotectos controlantes de este yacimiento mineral son los siguientes:

- Metalotecto relacionado a roca huésped: la Formación Mina Gonzalito es la roca huésped de este yacimiento y está compuesta por gneises, esquistos, anfíbolitas y micacitas (Ramos 1975) del Precámbrico - Cámbrico, intruidas por filones de composición traquiandesítica, pertenecientes probablemente a la Formación Marifil de edad jurásica generadora de la mineralización.
- Metalotecto relacionado a control estructural: a nivel distrital y regional el lineamiento más importante es una cizalla con dirección N 330°, que controla la mineralización y pone en contacto a las formaciones Mina Gonzalito con Marifil y que posiblemente se trate de una cizalla en cupla en sentido dextrógiro. Otro lineamiento a escala regional se observa al norte, con dirección N 60°,

que limita el área de análisis y corresponde con el lineamiento Valcheta. Estos lineamientos son corroborados por patrones de cartas geológicas, por el procesamiento de sensores remotos, lineamientos y anomalías magnéticas individuales y espectrometría de rayos gamma.

- Metalotecto relacionado a alteración hidrotermal: Mina Gonzalito presenta una escasa alteración silíceo y propilítica acotada a la roca de caja y a escasos filones. A nivel regional el área de trabajo presenta una escasa alteración silíceo y argílica en sentido N 330°, coincidente con el control estructural descripto anteriormente.
- Metalotecto relacionado a anomalías geofísicas: los datos de magnetismo y espectrometría de rayos gamma corresponden a los bloques Sierra Grande y Valcheta y cubren el área de análisis en forma parcial. En los mismos, a nivel distrital y regional, se observan lineamientos magnéticos en sentido N 330° coincidentes con la estructura regional. Otro lineamiento importante se halla en el sector norte, con dirección N 60°, limitando el área de análisis, es de carácter regional y corresponde al lineamiento Calcatreu - Valcheta. Las anomalías magnéticas individuales, al igual que la espectrometría de rayos gamma, son relevantes en el sector norte del área de estudio, no así en el sector de la mina. No se observan anomalías magnéticas circulares.
- Metalotecto relacionado a anomalías geoquímicas: los datos disponibles corresponden a análisis de Cu, Pb, Zn y a datos de muestras de suelo y sedimento, que si bien tienen una extensión regional, el grado de cobertura es parcial. En el tratamiento estadístico de las muestras se trabajó con el percentil 90. En sectores aledaños a la mina, al oeste de la misma, se observaron fuertes anomalías en todos los elementos analizados. En el marco regional se trabajó en forma conjunta de anomalías, ya que individualmente pueden presentarse errores por la fuerte movilidad de zinc y del cobre, el cual puede provenir de los basaltos ampliamente distribuidos en el área de análisis.

Como resultado del análisis se definieron 9 áreas de interés minero, con potencialidad para albergar mineralización polimetálica, similares al modelo Mina Gonzalito, de las cuales una corresponde al área de Alto Potencial, tres de Medio Potencial y cinco de Bajo potencial.

8.3 MANIFESTACIONES MINERALES DEL AREA LOS MENUCCOS

El área de análisis no cuenta al momento con yacimientos o minas desarrolladas a tener en cuenta como modelos de trabajo. Se caracteriza por la ocurrencia de numerosas manifestaciones minerales de tipo Epitermal de Baja Sulfuración (7b), Epitermal de Alta Sulfuración (7c) y Polimetálicos Complejos (7e) como el caso de Dos Lagunas, Caltrauna y Toruel, respectivamente, todos ubicados en la provincia, correspondientes a la faja Metalogenética POS-PCPT del Paleozoico Superior.

A continuación se detallan los metalotectos controlantes, siendo los más importantes el litológico, el estructural y el de alteración.

- Metalotecto relacionado a roca huésped: está conformado por rocas volcánicas ácidas y sedimentarias del Complejo Menucco de edad Triásica - Jurásica inferior. Las mismas comprenden: ignimbritas riolíticas y dacíticas, tobas y sedimentitas, facies lávicas (riolitas, dacitas, lacitas, andesitas), granitos y pórfidos riolíticos.
- Metalotecto relacionado a control estructural: el lineamiento principal que se observa es con dirección N 60°, en el sector central paralelo a la traza de la ruta 23. Este lineamiento está respaldado por patrones en las cartas geológicas, intensa alteración, manifestaciones minerales (Cerro Abanico, Cerro la Mina) y truncamientos de lineamientos magnéticos. Al norte se observa otro lineamiento de similares características e igual dirección que conecta los proyectos La Luz e Ivan y al este un patrón similar N 60°. Esta dirección es de carácter regional ya que un comportamiento similar se observa en las áreas de Calcatreu y Mina Gonzalito con el lineamiento Calcatreu - Valcheta. Este mismo lineamiento podría ser el límite sur del área de trabajo Los Menuccos.
- Metalotecto relacionado a alteración hidrotermal: en esta área es muy intensa y con amplia distribución. Las alteraciones argílica y silíceas son las predominantes, por sobre la filica y argílica avanzada. Las mismas se desarrollan fundamentalmente a lo largo del lineamiento central principal N 60°, Lineamiento Cerro Abanico - Cerro La Mina, y en el lineamiento paralelo al norte, Eje Iván - La Luz, especialmente en su extensión oeste. También se observa

un desarrollo importante al oeste del proyecto Toruel.

- Metalotecto relacionado a anomalías geofísicas: los lineamientos magnéticos en el sector este tienen una dirección N 60° coincidentemente con la estructura regional del área. En el sector central y oeste la principal dirección de lineamiento magnético es norte - sur; esta dirección no es coincidente con el control estructural de la zona que es este - oeste y noreste - sudoeste, principalmente. Se observan también cuatro lineamientos magnéticos circulares, uno de ellos coincidiendo con el proyecto Dos Lagunas. Los resultados de espectrometría de rayos gamma no presentan una gran extensión areal y están restringidos al este y al noreste de Los Menuccos.
- Metalotecto relacionado a anomalías geoquímicas: a partir de los datos de regolito aluvional, se definieron a escala regional las anomalías geoquímicas, a través del análisis multivariado de los datos. En general, estas anomalías se ubican en las inmediaciones de los depósitos conocidos como Cerro Choique, Cruz del Sur, Toruel e Iván - La Luz y se distribuyen al este y al sudeste de Los Menuccos y al norte sobre el lineamiento Iván - La Luz y especialmente en su extensión oeste. En base a este análisis, se definen 23 áreas de interés minero, con potencialidad para albergar mineralización polimetálica o de metales preciosos, de las cuales 6 corresponden a áreas de Alto Potencial, 8 de Medio Potencial y 9 de Bajo Potencial (Fig. 31).

8.4. BLANCOS CON POTENCIAL GEOLÓGICO - MINERO

Se empleó un método de superposición de metalotectos para determinar blancos con potencial geológico - minero. Los metalotectos empleados componen tres modelos que combinan características litológicas, estructurales, de alteración hidrotermal, sus expresiones geoquímicas y geofísicas. Se consideraron las expresiones favorables a la presencia de depósitos del tipo Calcatreu, Mina Gonzalito y Los Menuccos, desarrolladas en la sección anterior. El análisis geoespacial de su superposición se efectuó en los respectivos sectores de manifestación, con mayor cobertura de información.

Una vez definidos los metalotectos se realizó el análisis de coincidencia espacial entre dos o más de ellos, estableciendo categorías de grado de la superposición. Así se definieron blancos con alta, media

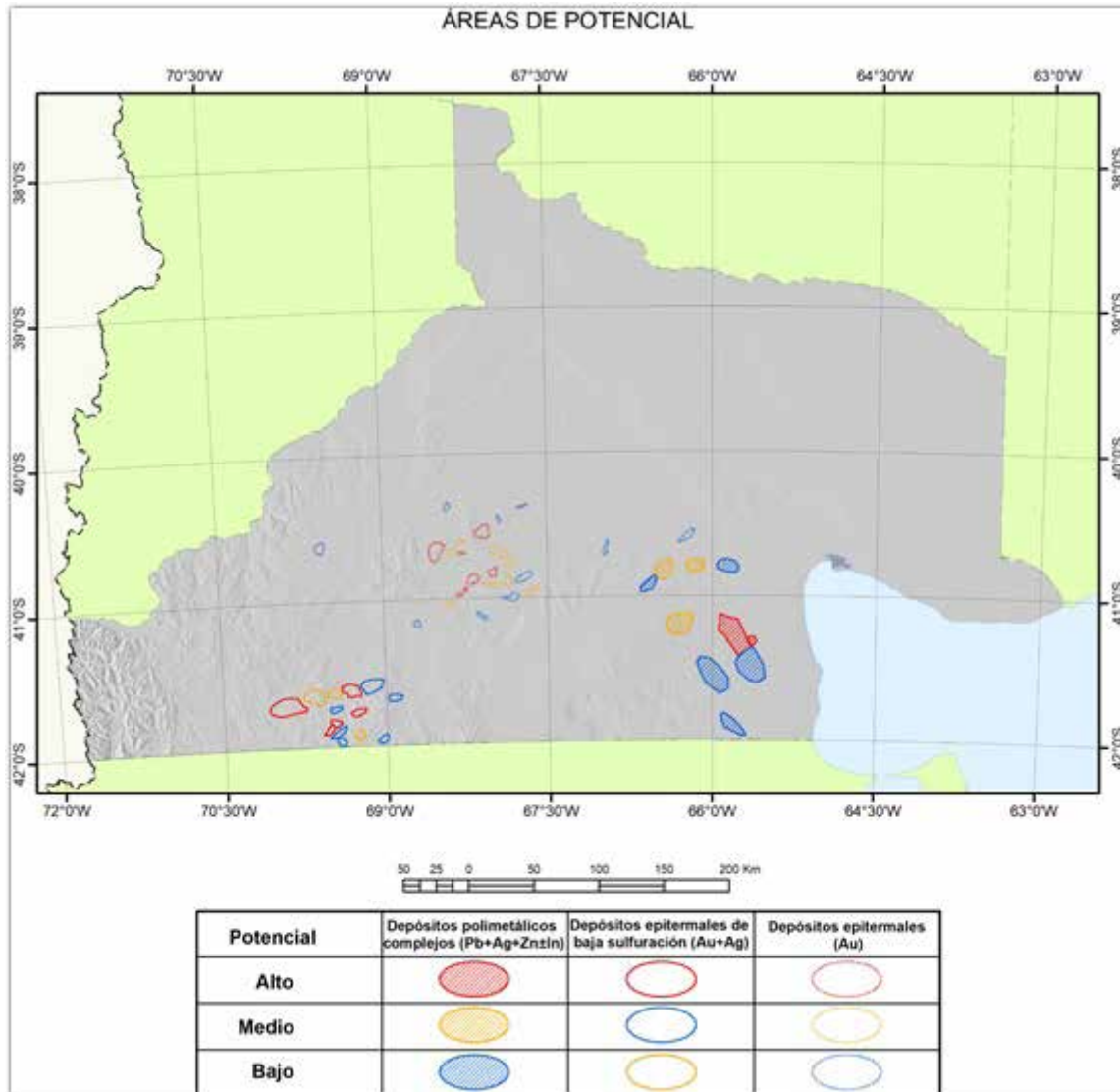


Figura 31. Áreas de interés minero con potencialidad para albergar mineralización polimetálica o de metales preciosos.

y baja potencialidad de hallazgo de mineralización (Cuadros 11 y 12). Los parámetros que definen esta valoración se describen a continuación:

- Alto Potencial: sectores que presentan patrones bien desarrollados en cinco o más de los metalotectos aplicados.
- Medio Potencial: sectores que presentan patrones bien desarrollados en cuatro de los metalotectos aplicados.
- Bajo Potencial: sectores que presentan patrones desarrollados en tres o menos de los metalotectos.

Para el modelo de Epitermales de Baja Sulfuración (Modelo Calcatreu) los metalotectos litológicos, estructurales y relacionados a anomalías geofísicas son los que se observan con mayor intensidad. Como resultado del análisis, se definieron 13 áreas de interés minero, con potencialidad para albergar mineralización de metales preciosos, similar a este

modelo, con una superficie de 1068 km², de las cuales, 4 corresponden a áreas de Alto Potencial, 3 de Medio Potencial y 6 de Bajo Potencial.

En el sector de Mina Gonzalito, a partir del análisis de los metalotectos, donde los más importantes son el litológico y el estructural, se definieron 9 áreas de interés minero, con potencialidad para albergar mineralización polimetálica, similar al modelo Mina Gonzalito con una superficie de 2140,90 km², de las cuales, una corresponde a área de Alto Potencial, 3 de Medio Potencial y 5 de bajo Potencial.

En el área de Los Menucos, se definieron 23 áreas de interés minero, con potencialidad para albergar mineralización polimetálica o de metales preciosos, de las cuales, 6 corresponden a áreas de Alto Potencial, 8 de Medio Potencial y 9 de Bajo Potencial y totalizan una superficie de 920,80 km².

Area	Nombre	Superficie (Km2)	Prioridad
Calcatreu	CCT P0	34,12	Alta
Calcatreu	CCT P1-1	280,14	Alta
Calcatreu	CCT P1-2	108,68	Alta
Calcatreu	CCT P1-3	44,06	Alta
Calcatreu	CCT P1-4	36,98	Alta
Calcatreu	CCT P2-1	138,92	Media
Calcatreu	CCT P2-2	45,81	Media
Calcatreu	CCT P2-3	53,06	Media
Calcatreu	CCT P3-1	33,09	Baja
Calcatreu	CCT P3-2	45,36	Baja
Calcatreu	CCT P3-3	137,16	Baja
Calcatreu	CCT P3-4	30,94	Baja
Calcatreu	CCT P3-5	46,79	Baja
Calcatreu	CCT P3-6	32,90	Baja
Gonzalito	GZL P0	33,34	Alta
Gonzalito	GZL P1-1	420,41	Alta
Gonzalito	GZL P2-1	105,20	Media
Gonzalito	GZL P2-2	264,64	Media
Gonzalito	GZL P2-3	160,78	Media
Gonzalito	GZL P3-1	134,51	Baja
Gonzalito	GZL P3-2	392,26	Baja
Gonzalito	GZL P3-3	398,15	Baja
Gonzalito	GZL P3-4	149,73	Baja
Gonzalito	GZL P3-5	81,87	Baja
Los Menucos	LM P1-1	52,99	Alta
Los Menucos	LM P1-2	31,44	Alta
Los Menucos	LM P1-3	120,63	Alta
Los Menucos	LM P1-4	83,78	Alta
Los Menucos	LM P1-5	19,60	Alta
Los Menucos	LM P1-6	4,16	Alta
Los Menucos	LM P2-1	17,95	Media
Los Menucos	LM P2-2	33,33	Media
Los Menucos	LM P2-3	41,08	Media
Los Menucos	LM P2-4	28,44	Media
Los Menucos	LM P2-5	39,70	Media
Los Menucos	LM P2-6	78,42	Media
Los Menucos	LM P2-7	47,39	Media
Los Menucos	LM P2-8	21,97	Media
Los Menucos	LM P3-1	9,78	Baja
Los Menucos	LM P3-2	43,64	Baja
Los Menucos	LM P3-3	20,32	Baja
Los Menucos	LM P3-4	18,35	Baja
Los Menucos	LM P3-5	17,32	Baja
Los Menucos	LM P3-6	49,23	Baja
Los Menucos	LM P3-7	54,07	Baja
Los Menucos	LM P3-8	26,79	Baja
Los Menucos	LM P3-9	47,75	Baja
Los Menucos	LM P3-10	12,68	Baja

Cuadro 11. Areas prioritarias de acuerdo a su potencial de mineralización.

Potencialidad	Ocurrencia	Superficie afectada (km ²)	Representación Porcentual
Alta	13	1270,3	31%
Media	14	1076,7	26%
Baja	21	1782,7	43%
TOTAL	48	4129,7	100%

Cuadro 12. Categorización de blancos de exploración detectados.

Como resultado de las tres áreas que fueron analizadas, que cuentan con mayor grado de información de base, y bajo los parámetros de los modelos Epitermales de Baja y Alta Sulfuración y Polimetálicos Simples, se definieron 48 áreas de interés minero, con potencialidad para albergar mineralización de metales preciosos y metales base.

Siguiendo los criterios de trabajo adoptados y en función del grado de integración de los metalotectos presentes en cada sector identificado como anómalo, se han diferenciado 13 áreas con alto potencial de hallazgo, 14 áreas con potencial medio o moderado y 21 áreas con bajo potencial de ocurrencia mineral, totalizando una superficie de 4.129,7 km² (Cuadro 12, Fig. 32).

8.5 PROYECTOS EN DESARROLLO

En la provincia de Río Negro se desarrollan 7 fajas metalogenéticas caracterizadas por la existencia de uno o varios tipos de modelo de depósito mineral. Los límites geográficos entre éstos no son estrictos y el propósito de su identificación es mostrar las áreas de influencia de cada uno de ellos. Por su parte, se presentan 8 proyectos en etapa de exploración avanzada, 9 en etapa de exploración temprana y 42 en etapa de prospección (Fig. 33). En el cuadro 13 se describen 4 proyectos que se encuentran en estado de *stand by*.

Calcatreu, San Roque y Amarillo Grande cuentan a la fecha con estudios avanzados y certificados bajo estándares internacionales de estimación de recursos y reservas, en sus diferentes categorías (Reservas de mena probadas y probables y recursos minerales medidos, indicados e inferidos) las que totalizan un tonelaje mineralizado del orden de los 73,178 millones de toneladas, conteniendo 1,52 millones de onzas de oro; 22,949 millones de onzas de plata; 19,1 millones de libras de uranio (U₃O₈) y 10,2 millones de libras de Vanadio (V₂O₅) hasta

octubre de 2019. Las reservas y recursos certificados en todas sus categorías en la provincia de Río Negro se presentan en el cuadro 14.

9. CÁLCULOS Y ESTIMACIONES PROBABILÍSTICAS

9.1 ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE DEPÓSITOS EN EL TRACK CALCATREU Y SU PROBABILIDAD

La estimación del número de depósitos por descubrir para un área dada puede ser calculada mediante un método de analogía estadística (Cox 1993). Para ello es necesario contar con una serie de datos tales como los modelos numéricos de depósitos (Cox y Singer 1986), datos mundiales de densidad según tipos de depósito (Singer et al. 2001, Singer 2008) o bien con datos locales de densidad. Debe hacerse la prueba estadística *t de Student* entre los datos de tonelaje locales y los mundiales, de modo de verificar que la comparación sea válida, y debe definirse para la zona de estudio (*track*) para el tipo de yacimiento evaluado y obtener su correspondiente área.

Debe aclararse que en este caso en particular no se ha realizado la prueba de *Student* dado que la muestra disponible es muy pequeña. Por esta razón, se presume la comparación válida sólo en función de la clasificación genética de los depósitos (SEGEMAR 7e).

Entonces, el valor esperado de número de depósitos en el *track* está dado por:

$$E(\text{track}) = \delta_{\text{tipoDep}} A_{\text{track}}$$

Donde δ_{tipoDep} es la densidad por área del tipo de depósito y A_{track} es el área del *track*.

El número de depósitos esperado en un *track* sería representativo de la distribución geográfica

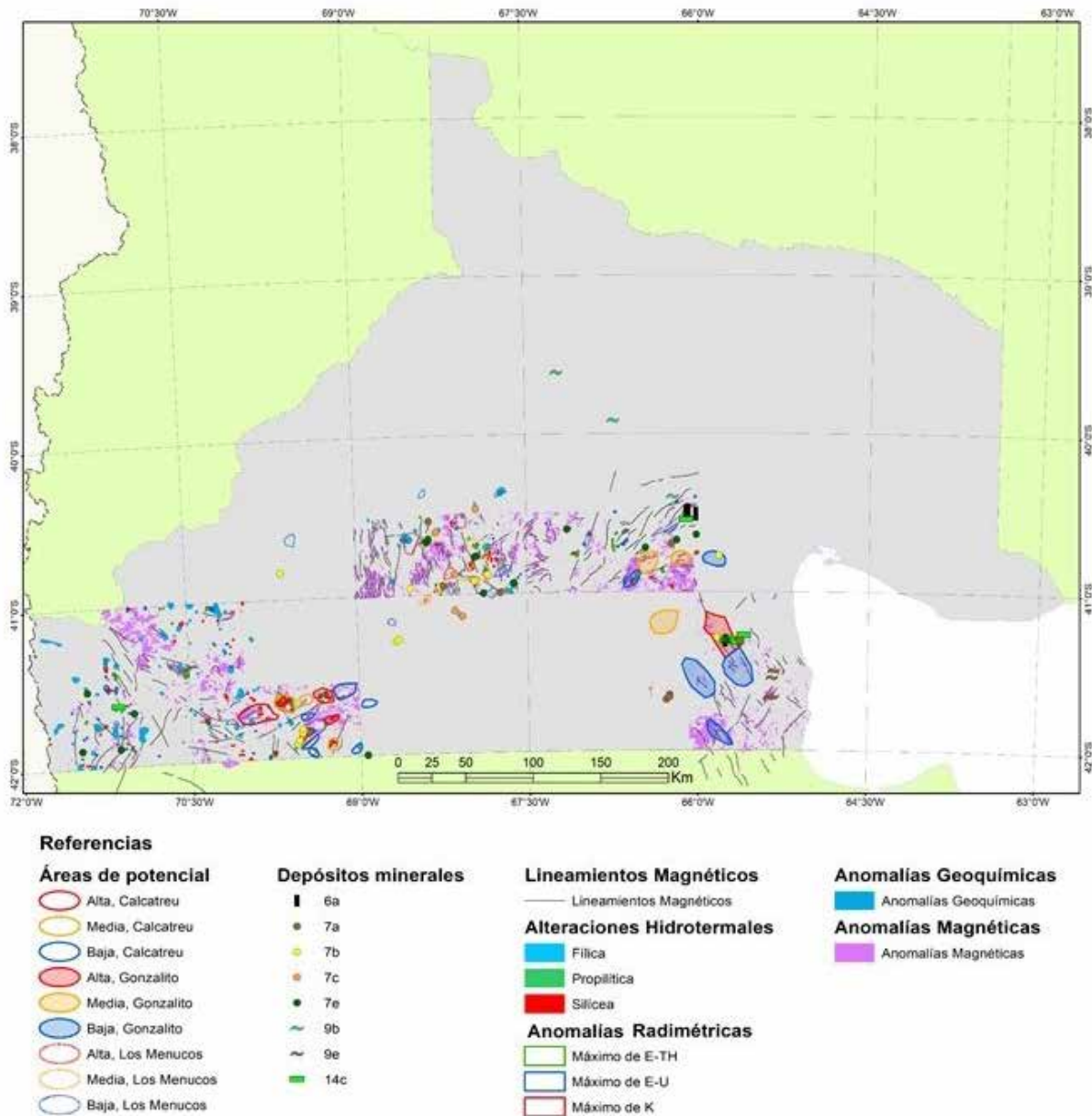


Figura 32. Blancos de exploración detectados a partir del método de superposición de metalotectos

uniforme de depósitos en el área estudiada, situación que no es posible de encontrar en la naturaleza. Por esa razón, el cálculo de la esperanza de ocurrencia del número de depósitos se realiza considerando que la misma tiene una distribución de *Poisson*.

Bajo esta premisa se considera que los depósitos tienen una distribución aleatoria en el track considerado, que son independientes unos de otros (no forman conjuntos agrupados de depósitos) y la densidad de los mismos en el área es constante.

Según la función de probabilidad de masa de *Poisson* se considera que para cada posibilidad su probabilidad será:

$$P(X = x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!}$$

Siendo λ el número de depósitos considerado, y la constante de Euler (2,71828) y λ el valor esperado.

Una vez obtenidos los valores de probabilidad para distintos casos, se realiza el cálculo de la distribución probabilística de masa acumulada inversa (FPMAI) tal que:

$$P(X \leq x) = \sum_{i=0}^x p(x)$$

De modo tal que, a partir de su cálculo es posible obtener las probabilidades de ocurrencia de un número de depósitos menor o igual al considerado.

Cálculo de probabilidad de número de depósitos
El área del track Calcatreu comprende una superficie de 1.832 km². El valor surge de aplicar



Figura 33. Ocurrencia de proyectos en función de su estado de avance.

Departamento	Proyecto	Mena	Tonelaje (M)	Ley	Laboreos Mineros	Profundidad bajo superficie	Período de Producción
San Antonio	Mina Sierra Grande	Fe	140	54,8 % Fe	> 64 Km	- 432 m	1970 a 1991
Valcheta	Mina General San Martín	W	0,60	0,70 % WO ₃	> 2 Km	- 90 m	1954 a 1985
Valcheta	Mina Pachamama						
San Antonio	Mina Gonzalito	Pb, Ag, Zn	s/d	38 % Pb, 1,2 % Zn, 437 g/tn Ag	> 7 Km	- 205 m	1953 a 1979

Cuadro 13. Proyectos en estado de *stand by* en la provincia de Río Negro.

Departamento	Proyecto	Mena	Tonelaje	Ley	Contenido Metálico 1	Contenido Metálico 2
Ñorquinco	Calcatreu - Veta 49	Au, Ag	16,39 Mt	1,96 g/t Au - 19,32 g/t Ag	1,033 M Oz Au	10,178 M Oz Ag
Valcheta	San Roque	Au, Ag, In, Pb, Zn	32,89 Mt	0,46 g/t Au; 12,08 g/t Ag	0,487 M Oz Au	12,771 M Oz Ag
Valcheta	Amarillo Grande - Ivana	U, V	23,90 Mt	0,016 % U ₃ O ₈ - 0,019 % V ₂ O ₅	19,1 M Lbs U ₃ O ₈	10,2 M Lbs V ₂ O ₅
	TOTAL		73,18 Mt		1,52 M Oz Au	22,949 M Oz Ag
					19,1 M Lbs U ₃ O ₈	10,2 M Lbs V ₂ O ₅

Cuadro 14. Reservas y recursos certificados en todas sus categorías en la provincia de Río Negro.

el procedimiento analítico para la definición de potencial desarrollado en el capítulo precedente, correspondiente al modelo de depósitos 7b. La superposición de metalotectos relacionados a roca hospedante, control estructural, alteración hidrotermal, anomalías geofísicas y geoquímicas, permitió la definición de 13 áreas de interés cuya superficie integrada es la que se emplea para el cálculo de probabilidad del número de depósitos. La densidad tabulada de yacimientos (Singer et al. 2001) de baja sulfuración de Au en vetas se ubica entre 0,0043 y 0,0054 depósitos/km². Para el cálculo del número esperado de depósitos (E) se tomó como valor de densidad el valor medio de ambos datos siendo

$\delta tip o Dep = 0,00485$ depósitos/km². La estimación de (E) arroja un resultado esperado que debe ponderarse en función de su probabilidad de ocurrencia.

El número de depósitos esperado fue utilizado para realizar el cálculo de la distribución de probabilidad de masa, según una distribución de *Poisson*. De la distribución calculada se filtraron los datos con probabilidades entre 1 y 99 % (Fig. 34).

A partir de la distribución de probabilidad de masa se calculó la distribución de probabilidad de masa inversa acumulada, la cual nos permite obtener las probabilidades de ocurrencia de un número de depósitos menor o igual al considerado (Fig. 35, Cuadro 15).

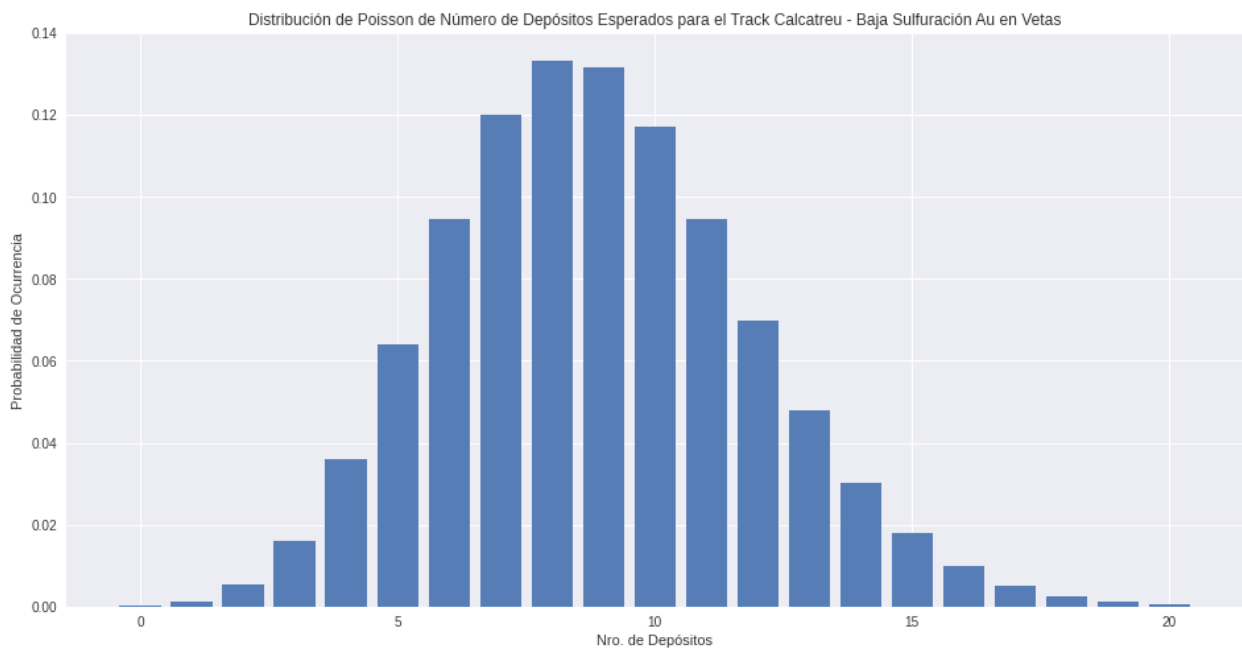


Figura 34. Distribución de *Poisson* de Número de Depósitos Esperados para el Area Calcatreu – Baja Sulfuración Au en Vetas.

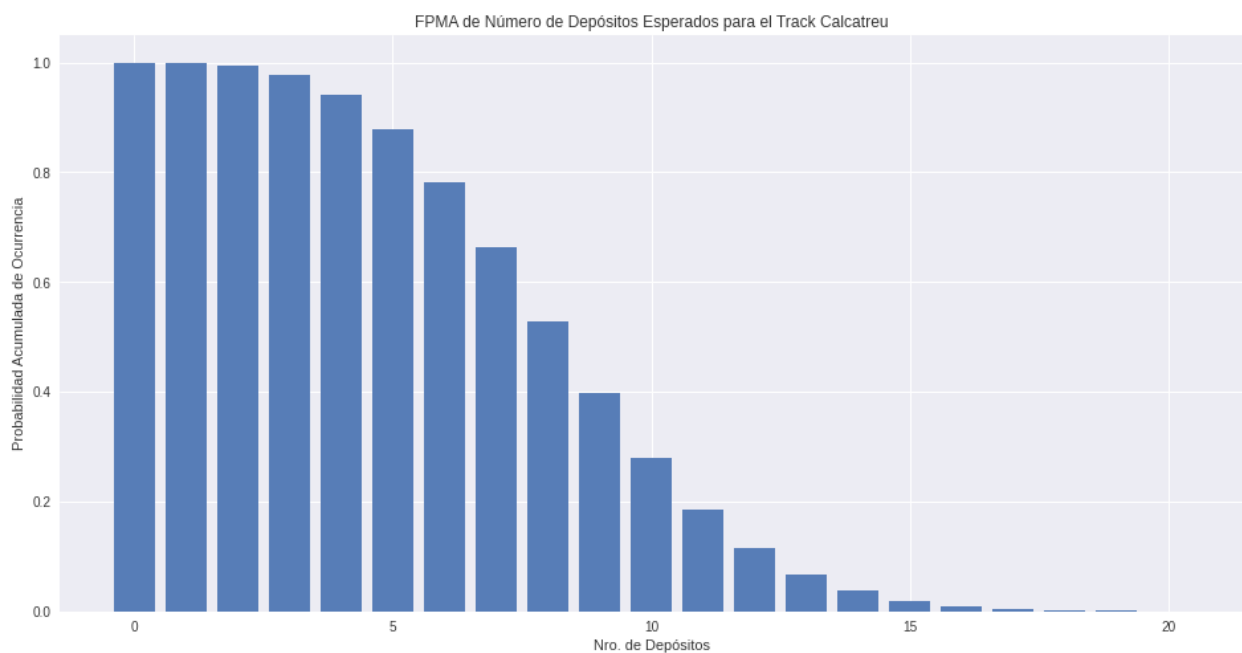


Figura 35. Número de depósitos esperados para el área Calcatreu.

Tonelajes	Probabilidad de Masa de Yacimientos en Base a Estadísticas Mundiales	Ley de Au promedio (g/t)
< 100.000 t (explotables)	11,1 %	14
100.000 Tn-1 Mt	25,9 %	2,73
1 MTn-10 Mt	40,7 %	3,2
10 MTn-100 Mt	14,8 %	2,1
>100 Mt	3,7 %	2,2

Cuadro 15. Probabilidad de masa de yacimientos en función de su tonelaje.

De la distribución obtenida se clasificaron los datos para probabilidades entre 10 y 90 % en intervalos de 10 %. Se obtuvo como resultado que hay una probabilidad del 10 % de encontrar hasta 12 depósitos, 20 % de hasta 10 depósitos, 30 % de hasta 9 depósitos, 50 % de hasta 8 depósitos, 60 % de hasta 7 depósitos, 70 % de hasta 6 depósitos, 80 % de hasta 5 depósitos y 90 % de hasta 4 depósitos (Cuadro 16).

En conclusión, sobre la base de datos de densidad de yacimientos mundiales y el cálculo de la distribución de *Poisson* para el área estudiada se tiene que el número más probable de depósitos de vetas de cuarzo con oro (modelo SEGEMAR 7e) en el track de Calcatreu es de 8, siendo el mejor de los casos hasta 12 (probabilidad acumulada 10%) y en el peor hasta 4 (probabilidad acumulada 90%).

9.2 ESTIMACIONES Y ESTUDIOS BASADOS EN EL MODELO NUMÉRICO DE DEPÓSITO

El modelo de depósito SEGEMAR 7e abarca los depósitos polimetálicos complejos pertenecientes al grupo de los modelos epitermales y de transición. Su asociación de minerales típica contiene (Pb - Ag - Zn - Cu (\pm Au \pm Sb \pm Bi \pm W)). Está basado en el modelo USGS 25b (Cox y Singer, 1986) del cual se obtienen los modelos numéricos de ley - tonelaje. Estos modelos están realizados en función de las relaciones de frecuencia estadística existentes entre el modelo genético y datos mundiales de ley - tonelaje (Cuadro 17), y de ellas surge un cálculo de leyes promedio de Au y Ag para distintos rangos de magnitud de los yacimientos (Cuadros 18 y

19). La representación gráfica en la forma de una función inversa de supervivencia (ISF), facilita la comprensión de los datos y su comparación con otros modelos numéricos de depósito. En el eje de las abscisas se muestran los datos de tonelaje para cada uno de los depósitos tratados y en el eje de las ordenadas la proporción acumulada inversa. A partir de esta información se puede calcular y graficar la distribución teórica que conforma la función de densidad de probabilidad - usualmente denominada PDF, *Probability Distribution Function* (Fig. 36).

9.3 MAGNITUD DE LAS OPERACIONES MINERAS

Se considera explotación minera de gran escala a todas las explotaciones que tengan volúmenes mayores de un millón de toneladas. Para los casos estudiados tanto Calcatreu V49-Nelson y Castro Sur corresponden a explotaciones de gran escala con 7,83 y 2,01 millones de toneladas, respectivamente (Fig. 37).

9.4 CÁLCULO DE VIDA ECONÓMICA DE LOS DEPÓSITOS

La estimación de la vida económica de un depósito puede ser calculada utilizando la Ley de Taylor (1986):

$$Vida\ estimada = 0,2 \sqrt[4]{tonelaje}$$

Entonces tenemos que para Calcatreu V49-Nelson la vida estimada del depósito podría estimarse en 10,58 años y para Castro Sur en 7,53 años (Fig. 38).

La producción diaria según la fórmula empírica de Taylor sería:

Nro. Máximo de Depósitos Esperados	12	10	9	9-8	8	7	6	5	4
Probabilidad (%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90

Cuadro 16. Probabilidad de máximo número de depósitos esperados.

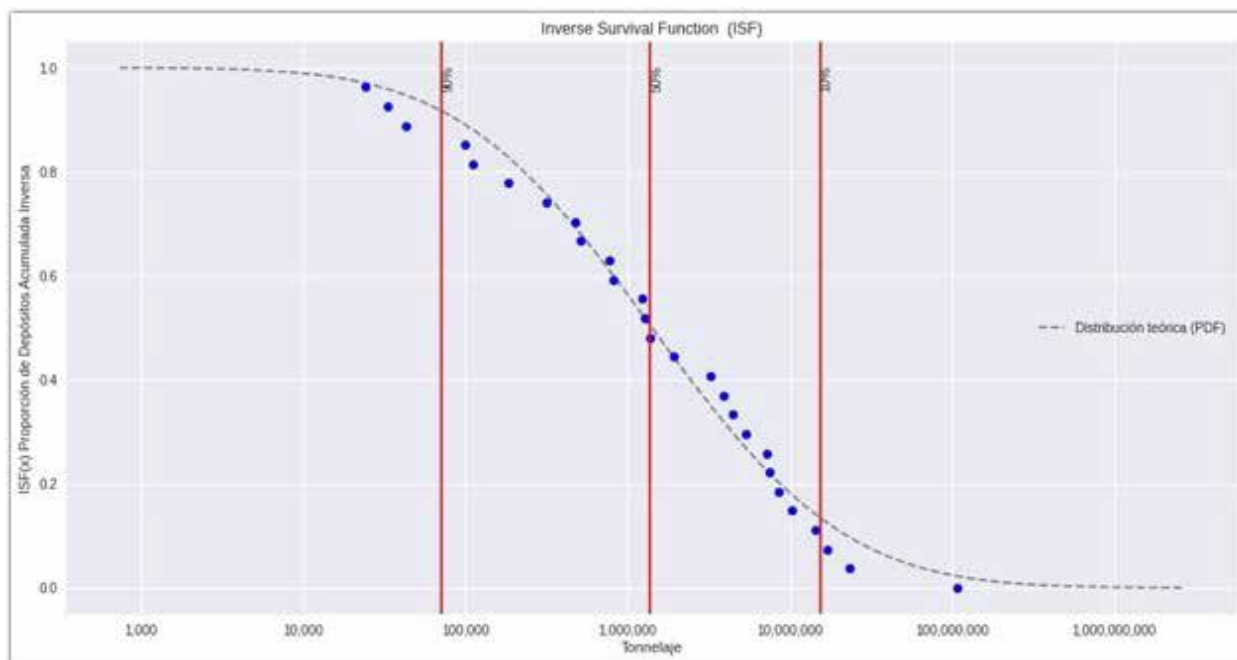


Figura 36. Función de densidad de probabilidad (PDF).

Tonelajes	Probabilidad de Masa de Yacimientos en Base a Estadísticas Mundiales
<100 Kt (explotables)	11,1 %
100 Ktn - 1 Mt	25,9 %
1 Mt - 10 Mt	40,7 %
10 Mt - 100 Mt	14,8 %
>100 Mt	3,7 %

Cuadro 17. Probabilidad de masa de yacimientos en función de su tonelaje.

Tonelaje	Número de Yacimientos	Au min ppm	Au max ppm	Au promedio g/t
<100.000 t (explotables)	3	0	32	14.3
100.000 t – 1 Mt	7	0	5.8	2.7
1 Mt – 10 Mt	11	0	14.4	3.2
10 Mt – 100 Mt	4	0.2	5.5	2.1
100 Mt	1	2.2	2.2	2.2

Cuadro 18. Cálculo de leyes promedio de Au.

Tonelaje	Número de Yacimientos	Ag min%	Ag max %	Ag promedio %	Ag promedio g/t
<100.000 t (explotables)	3	0.0011	0.1360	0.047167	471.7
100.000 t – 1 Mt	7	0.0091	0.0237	0.015800	158.0
1 Mt – 10 Mt	11	0.0050	0.1340	0.027873	278.7
10 Mt – 100 Mt	4	0.0026	0.0161	0.007925	79.2
>100 Mt	1	0.0461	0.0461	0.046100	461.0

Cuadro 19. Cálculo de leyes promedio de Ag.

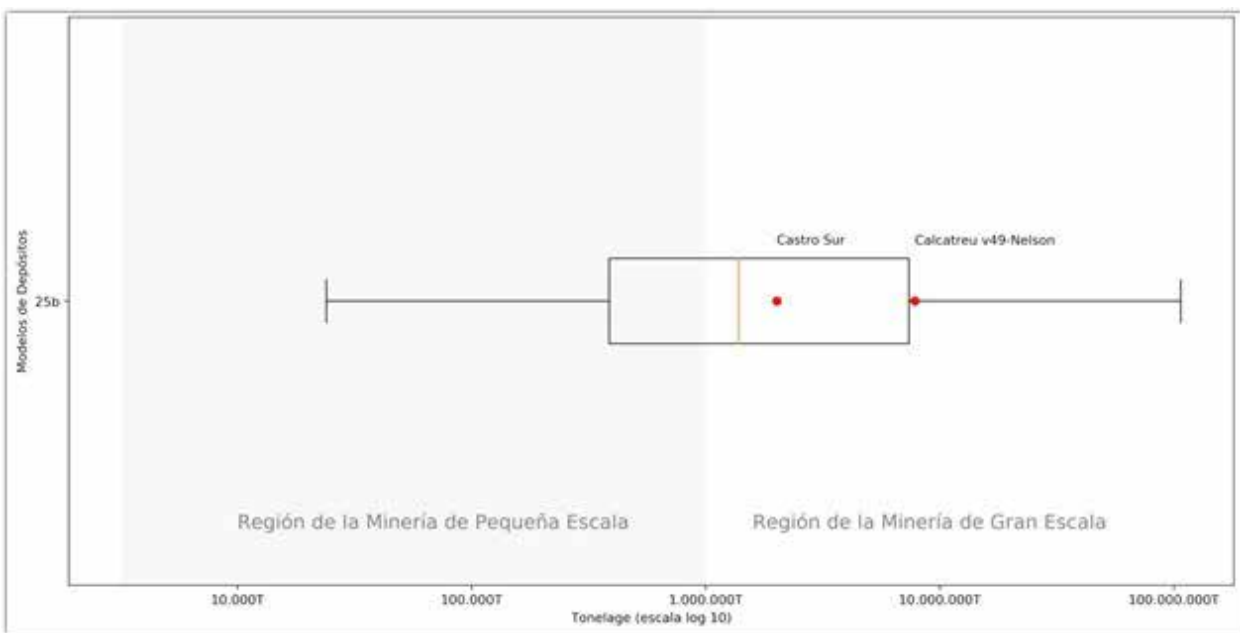


Figura 37. Diagrama de cajas para los modelos de tonelaje.

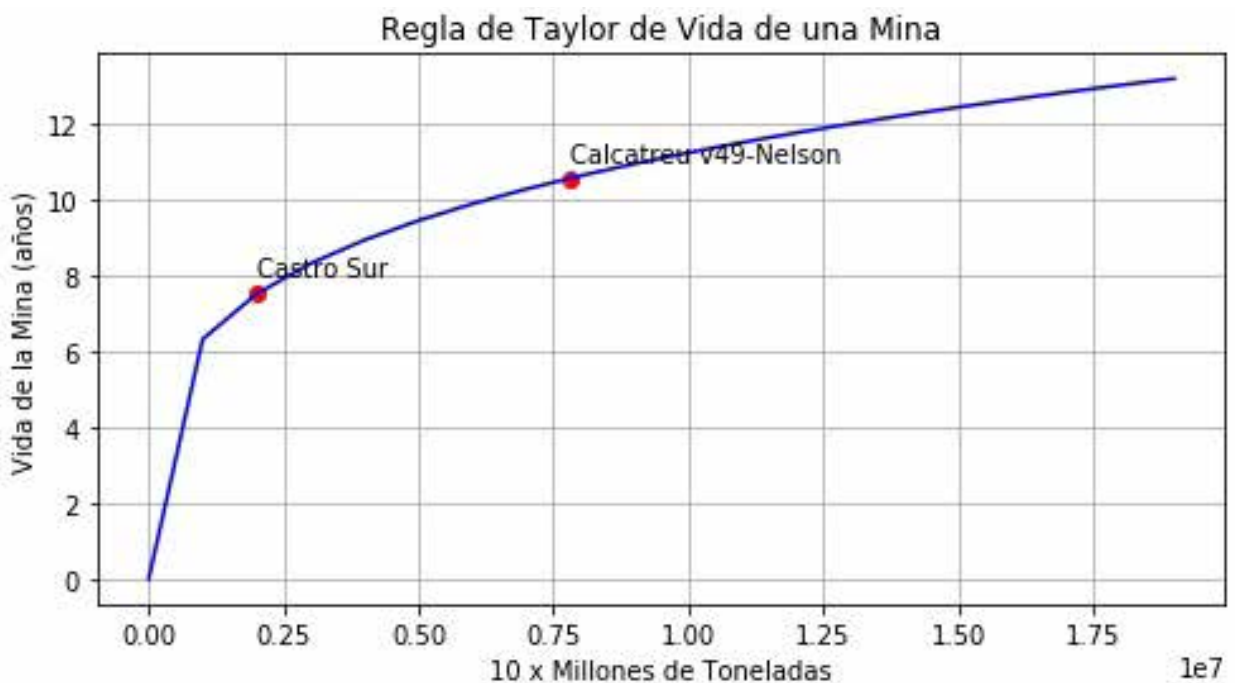


Figura 38. Función de vida de Taylor

Producción (t/día) = Toneladas (Vida * días operativos x año)

Entonces tendríamos para Calcatreu V49-Nelson una producción teórica diaria estimada de material de 2115 toneladas diarias y para Castro Sur de 763 toneladas diarias (Fig. 38).

9.5 ESTUDIO DE LA CALIDAD DE LOS YACIMIENTOS PRESENTES EN EL AREA

Los estudios de calidad de yacimientos se realizan utilizando un diagrama bivariado de grado y tonelaje, lo cual permite comparar, diferentes tipos de depósitos en relación a la concentración y calidad de reservas que contienen, comparar depósitos del mismo tipo e inclusive puede ser utilizado como una herramienta para detectar información falsa. Las líneas diagonales del diagrama corresponden a valores de igual contenido de oro (Fig. 39).

En el diagrama de la figura 39 la región delimitada por la elipse tiene su centro definido por el promedio de tonelaje y el promedio de leyes en porcentaje correspondientes a las estadísticas mundiales de yacimientos tipo SEGEMAR 7e. El eje mayor corresponde a la desviación estándar del tonelaje y el menor a la desviación estándar de la ley de oro. El área definida corresponde aproximadamente al 45 % teórico de los depósitos. Ahí mismo puede observarse que el depósito Calcatreu V49-Nelson es de mejor calidad que el Castro Sur. El depósito Pachuca - Real del Monte (México), yacimiento de clase mundial, se graficó sólo con fines comparativos.

En función de las estadísticas mundiales es de esperar que los depósitos que caen dentro de la elipse tengan tonelajes entre 272.620 Mt y 15.045.378 Mt y unas leyes de oro entre Au 0.57 g/t - 7.96 g/t.

Para la plata este mismo estudio no ha podido ser realizado dado que no se ha comprobado una correlación entre tonelaje y leyes de este *commodity*.

10. CONCLUSIONES

Con el presente trabajo se provee a la Secretaría de Minería e Hidrocarburos de la provincia de Río Negro de información actualizada e integrada de los proyectos mineros en desarrollo y bases de datos de áreas con potencial minero a desarrollar en la provincia.

La misma se destaca por la abundante cantidad de ocurrencias y depósitos minerales y diversidad de mineralización de los mismos.

Los principales depósitos minerales son: Yacimiento Mina Sierra Grande (hierro sedimentario), Calcatreu, (Au-Ag epitermal), Yacimiento Amarillo Grande - Ivana, Sedimentario de U en Areniscas y Mina Gonzalito, Polimetálico Simple de Pb - Ag - Zn.

También se observan manifestaciones minerales con menor grado de conocimiento geológico - minero pero de alto interés prospectivo como: Toruel y San Patricio, Polimetálicos Complejos con Ag - Cu - Pb e Iván - La Luz, Epitermales con distintos grados de sulfuración.

En el área de estudio se pudieron relevar 66 proyectos mineros, agrupados en nueve modelos de depósitos y alojados en cuatro fajas mineralizadas.

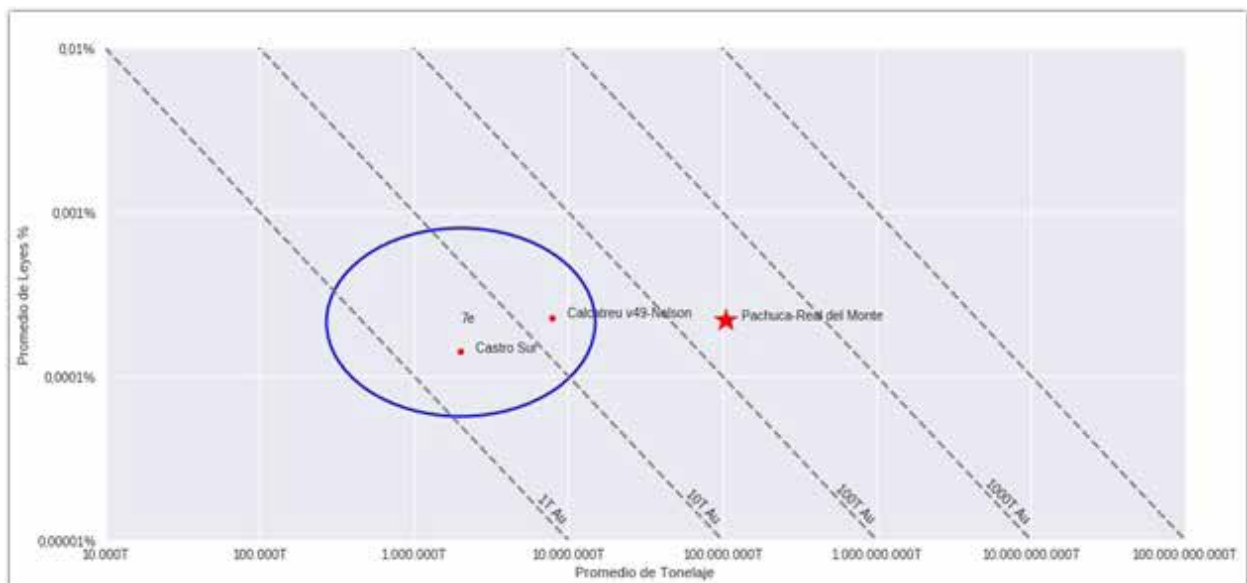


Figura 39. Diagrama de calidad de yacimiento.

Entre ellos existen 4 proyectos en *stand by* (Sierra Grande, Mina Gonzalito, General San Martín y Pachamama), uno en exploración avanzada (Calcatreu - Veta 49), dos con PEA (Amarillo Grande e Ivana), 8 en etapa de Exploración Avanzada (Nelson y Castro Sur, Arroyo Verde, Cañadón del Moro, Caltrauna, Toruel, Santa Bárbara y Anit), 9 en exploración temprana (Viuda de Castro, Cerro Choique, Sierra Grande Este, Bajo del Cerro Piche, La Luz, Cerro Abanico, Cerro La Mina, El Puesto y Laguna Amarilla) y 42 en etapa de prospección.

Con alto interés exploratorio sobresalen los proyectos con mineralización de metales preciosos, relacionados al complejo de domos volcánicos riolíticos asociados a la Formación Lonco Trapial y Cañadón Asfalto, como también a diques y filones de composición traquiandesítica de la Formación Marifil, ambas de edad jurásica.

Otra área con alto interés exploratorio corresponde a las zonas aledañas a Los Menucos, las cuales presentan una importante cantidad de prospectos en distintas etapas de reconocimiento, como también numerosas áreas de interés minero detectadas.

Otro *commodity* con alto valor exploratorio es el uranio en depósitos sedimentarios asociados a areniscas semejantes a depósito Amarillo Grande.

Las reservas y recursos conocidos y certificados bajo estándares internacionales para los proyectos Calcatreu, San Roque, Amarillo Grande - Ivana- y Chichillas totalizan un tonelaje mineralizado del orden de los 73,18 Mt, conteniendo 1,52 MOz de Au, 22,95 MOz de Ag, 19,1 MLbs de U_3O_8 y 10,2 MLbs de V_2O_5 .

Como resultado del trabajo se definieron 48 áreas de Interés Minero, con potencialidad para albergar mineralización de metales preciosos y metales base. Entre estas áreas se han diferenciado 13 áreas con alto potencial de hallazgo, 14 áreas con potencial medio o

moderado y 21 áreas con bajo potencial de ocurrencia de mineralización. Las áreas identificadas con interés minero mediante la técnica de superposición de criterios de favorabilidad totalizan 4.129,7 km².

Del estudio de probabilidad realizado en el *track* de áreas favorables modelo Calcatreu con una extensión de 1.832 km², surge la estimación de un 50 % de probabilidad de 8 yacimientos asociados y similares a este modelo. Para las demás áreas de trabajo no fue posible realizar tal análisis por insuficiente o falta de información de base.

La provincia de Río Negro alberga un gran potencial para el descubrimiento de depósitos minerales económicos como oro, plata, uranio, vanadio, hierro y metales base principalmente.

En base a datos mundiales de densidad y al cálculo de la distribución de *Poisson* para el área estudiada, el número más probable de depósitos de vetas de cuarzo con oro (Modelo SEGEMAR 7e) en el *track* de Calcatreu es de 28, siendo en el mejor de los casos hasta 35 (probabilidad acumulada 10 %) y en el peor de los casos hasta 21 (probabilidad acumulada 90 %).

Los proyectos Calcatreu V49-Nelson y Castro Sur, por su volumen en tonelaje (Cuadro 20), corresponden a explotación perteneciente a la minería de gran escala. En función de estos valores de tonelaje el cálculo de vida de las explotaciones arrojó unos valores de 10,58 años para Calcatreu V49-Nelson y 7,53 años para Castro Sur. El informe de *Aquiline Resources Inc.* (2007) muestra una vida de 4,7 años del proyecto a la fecha indicada, con una tasa de explotación de 750.000 toneladas por año (aprox. 2.142 t/d)

Para el modelo de depósito 7e es de esperar que el 45 % de los mismos tengan tonelajes entre 272.620 Mt y 15.045.378 Mt y unas leyes de oro entre 0,57 g/t - 7,96 g/t.

Depósito	Reservas Indicadas (Millones de toneladas)	Vida Estimada de la Explotación (Años)	Tasa Estimada de procesamiento diario de mineral (t/d)	Ley Au (g/t)	Ley Ag (g/t)
Calcatreu V49 - Nelson	7,83	10,58	2.114,58	2,28	20,29
Castro Sur	2,01	7,53	762,60	1,40	14,77

Cuadro 20. Tonelaje, leyes y vida estimada de los depósitos.

11. TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Amor, S., Bloom L., Ward P. 1998. Data Analysis in Practical Application of Exploration Geochemistry, Prospectors and Developers Association of Canada, Cap. 5.
- Angelelli, V. 1984. Yacimientos Metalíferos de la República Argentina. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Plata. Instituto de Geología Aplicada. Vol. 2, 705 pp.
- Aragón, E., Dalla Salda L.H., Lopez de Luchi, M., Benialgo, A., Pezzotti, C.D. 1999. El distrito polimetálico Gonzalito, Río Negro. En: Recursos Minerales de la República Argentina, Zappettini E.O. (Ed.) SEGEMAR, Buenos Aires, Anales 35: 373-383.
- Aragón, E., Aguilera, E.Y., Cavarozzi, C., Ribot, A. 2010. The north patagonian altiplano and the Somón Curá basaltic plateau. *Geociências (São Paulo)*, Vol. 29 (4): 527-532.
- Argentina. Subsecretaría de Minería de la Nación. Servicio Geológico Minero Argentino y Gobierno de la Provincia de Río Negro. Dirección de Minería de Río Negro, 2000. Informe Económico y Caracterización de Caolín de la Provincia de Río Negro. Información Geológica Minera de la Provincia de Río Negro. Convenio Dirección de Minería de Río Negro. SEGEMAR. Proyecto Minero Río Negro. Serie Contribuciones Técnicas; Recursos Minerales Viedma, N° 8. 126 pp.
- Arregui, C., Carbone, O., Martínez, R. 2011. El Grupo Cuyo (Jurásico Temprano-Medio) en la Cuenca Neuquina. En: Leanza, H.A., Arregui, C., Carbone, O., Danieli, J.C., Vallés, J.M. (Eds.). *Geología y Recursos Naturales de la provincia del Neuquén*. XVIII Congreso Geológico Argentino (Neuquén), Relatorio: 77-89.
- Aquiline Resources Inc. 2007. Calcatreu Gold Project. Initial Feasibility Study. Executive Summary. Vol. 1, 8 pp. Recuperado a partir de: <https://www.sedar.com/>
- Cáceres, J. G. 2019. Caracterización estratigráfica del Grupo Neuquén en el Sector Oeste del Yacimiento Estación Fernández Oro (EFO): definición de los principales niveles sellos a través de datos de subsuelo. Tesis de grado Universidad Nacional de Río Negro.
- Caminos, R., Chernicoff C.J., Fauqué L., Franchi, M. 2001. Hoja Geológica 4166-I, Valcheta. Provincia de Río Negro. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín N° 310, 73 pp.
- Cortés, J.M. 1981. El sustrato pre-cretácico del extremo nordeste de la provincia del Chubut. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 36: 217-235.
- Cox, D.P. 1993. Estimation of undiscovered deposits in quantitative mineral resource assessment - examples from Venezuela and Puerto Rico: *Nonrenewable Resources*, Vol. 2: 82-91. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/BF02272805>
- Cox, D.P., Singer, D.A. 1986. *Mineral Deposit Models: U.S. Geological Survey Bulletin 1693*. Tercera Edición, 379 pp.
- Cox, D.P., Singer, D.A., 1992. Grade and tonnage model of distal disseminated Ag-Au. In: Bliss, J.D. (Ed.), *Developments in deposit modeling*, U.S. Geological Survey Bulletin 2004: 20-22.
- Cucchi, R., Espejo, P., González, R. 1998. Piedra del Águila. Hoja Geológica 4169-I. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina 1:250.000. Provincias de Río Negro y Neuquén. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Buenos Aires. Boletín N° 242, 80 pp.
- Demag A.G. 1963. Estudio geológico de los yacimientos Sur, Este y Norte de Sierra Grande, Río Negro, Argentina. MISIPA S.G.S.A. (Traducción al español), Sierra Grande, 342 pp.
- Ducart D.F, Crósta A.P, Souza Filho C.R, Coniglio J. 2006. Alteration Mineralogy at the Cerro La Mina Epithermal Prospect, Patagonia, Argentina: Field Mapping, Short-Wave Infrared Spectroscopy, and ASTER Images. *Economic Geology*, Vol. 101: 981-996.
- Farr T.G., Rosen P.A., Caro E., Crippen R., Duren R., Hensley S., Kobrick M., Paller M., Rodriguez E., Roth L., Seal D., Shapper S., Shimada J., Umland J., Werner M., Oskin M., Burbank D., Alsdorf D., 2007. The Shuttle Radar Topography Mission, *Review Geophysics* 45, RG2004, doi:10.1029/2005RG000183
- Ferpozzi, L., Turel, A., Caba, R., Getino, P., Anielli, C., Butrón, F., Litvak V. 1999. Datos geoquímicos multielemento y ubicación de sitios de muestreo de sedimentos de corriente y suelo del Plan Patagonia-Comahue Geológico Minero - PMRN. Hoja 4172-IV San Carlos de Bariloche, Río Negro. Convenio IGRM SEGEMAR – DMPRN. Contribución Técnica Geoquímica N° 14.
- Figari E.G., Scasso R.A., Cúneo R.N., Escapa I. 2015. Estratigrafía y evolución geológica de la Cuenca de Cañadón Asfalto, Provincia del Chubut, Argentina. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis* 22(2): 135-169.

- Franco, S., Puente, N., Varela, C., Gemuts, I. 1999. Mineralización aurífera en el Distrito Los Menucos, Río Negro. En: Recursos Minerales de la República Argentina, Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Anales 35: 893-894.
- Fryklund, B., Marshall, A., Stevens, J. 1996. Cuenca del Colorado. En: Ramos, V.A., Turic, M.A. (Eds.). Geología y Recursos Naturales de la Plataforma Continental Argentina. 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos (Buenos Aires). Relatorio 8: 135-158.
- Gebhard I. 2005. Geología y aspectos exploratorios de la Cuenca del Colorado. En: Geología de recursos minerales de la provincia de Buenos Aires, De Barrio, R.E., Etcheberry, R.O., Caballé, M.F., Llambías, E. (Eds.). Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino (La Plata), 30: 447-458.
- Giacosa, R.E., Heredia, N. 2002. Hoja Geológica 4172-IV, San Carlos de Bariloche. Provincias de Río Negro y Neuquén. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Buenos Aires. Boletín 279, 77 pp.
- Giacosa, R.E., Heredia, N. 2004. Estructura de los Andes Nordpatagónicos en los cordones Piltriquitrón y Serucho y en el valle de El Bolsón (41°30'-42°00'S) Río Negro. Revista de la Asociación Geológica Argentina 59 (1): 91-102. Recuperado de: <https://revista.geologica.org.ar/raga/article/view/1350>
- Giacosa, R., Silva Nieto, D., Busteros, A., Lagorio, S., Hernando I. 2017. Estructuras preandinas y andinas en la región occidental del Macizo Nordpatagónico (41°-43°S). XX Congreso Geológico Argentino (San Miguel de Tucumán), Actas ST13: 60-65.
- Gillespie, A.R. 1985. Lithologic mapping of silicate rocks using TIMS, in The TIMS Data Users' Workshop, JPL Publications, 86-38: 29-44.
- Gómez, M.C., Aliotta, G. 1999. El yacimiento de Wolframio San Martín, Río Negro. En: Recursos Minerales de la República Argentina, Zappettini E.O. (Ed.). Instituto de Geología y Recursos Minerales SEGEMAR, Anales 35: 851-856, Buenos Aires.
- Gómez Dacal, M.L. 2017. Caracterización del Macizo Nordpatagónico por Medio del Análisis Integrado de Información Geofísica y Geológica. Tesis Doctoral UNLP.
- González, P., Dalponte, M., Coluccia, A., Franchi, M., Caba, R. 2000. Ingeniero Jacobacci. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina 1:250.000. Hoja Geológica 4169-III. Provincia de Río Negro. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Boletín N° 311.
- González, S.N., Greco, G.A., Sato, A.M., González, P.D., Llambías, E.J., Díaz, Martínez I., De Valais, S., Serra Varela, S. 2017. Revisión estratigráfica del Complejo Volcánico Marifil. XX Congreso Geológico Argentino (San Miguel de Tucumán), Actas ST1: 72-77.
- Gonzalez, S.N., Greco, G.A., Sato, A.M., Llambías, E.J., Basei, M.A.S., Gonzalez, P.D., Díaz, P.E. 2017. Middle Triassic trachytic lava flows associated with coeval dyke swarm in the North Patagonian Massif: A postorogenic magmatism related to extensional collapse of the Gondwanide orogen. Journal of South American Earth Sciences 74: 134-143. Recuperado de: <https://rid.unrn.edu.ar/bitstream/20.500.12049/4068/1/Gonzalez%20et%20al%202017%20-%20JSAES.pdf>
- González, P.D., Sato, A.M., Naipauer, M., Varela, R., Basei, M., Sato, K., Llambías, E.J., Chemale, F., Castro Dorado, A. 2018. Patagonia-Antarctica Early Paleozoic conjugate margins: Cambrian synsedimentary silicic magmatism, U-Pb dating of K-bentonites, and related volcanogenic rocks. Gondwana Research 63: 186-225.
- González, P.D., Naipauer, M., Sato, A.M., Varela, R., Basei, M.A.S., Cábana, M.C., Vlach, S.R.F., Arce, M., Parada, M. 2020. Early Paleozoic structural and metamorphic evolution of the Transpatagonian Orogen related to Gondwana assembly. International Journal of Earth Sciences: 1437-3262. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s00531-020-01939-0>.
- Gozalvez, M.R. 2009. Caracterización del Plutón San Martín y las Mineralizaciones de Wolframio Asociadas, Departamento Valcheta, Provincia de Río Negro. Revista de la Asociación Geológica Argentina 64 (3): 409-425.
- Hallam, A. 1975. Jurassic Environments. Cambridge University Press, London: 269 pp.
- Harrington, H.J. 1962. Paleogeographic development of South America. American Association of Petroleum Geologists. Bulletin 46 (10): 1773-1818.
- Heredia, N., García-Sansegundo, J., Gallastegui, G., Farias, P., Giacosa, R.E., Giambiagi, L., Busquets, P., Colombo F., Charrier, R., Cuesta, A., Rubio-Ordóñez, A., Ramos, V.A. 2018. Review of the geodynamic evolution of the SW margin of Gondwana preserved in the Central Andes of Argentina and Chile (28°-38° S latitude). Journal of South American Earth Sciences, Vol. 87: 87-94. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2017.11.019>.
- Herrmann, C.J., Gozalvez, M.R. 2007. Carta Minero Metalogenética 4166-I. Valcheta. Provincia de Río Negro. Instituto de Geología y Recursos Minerales,

- Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín N° 370, 66 pp.
- Howell, J.A., Schwarz, E., Spalletti, L.A., Veiga, G.D. 2005. The Neuquén Basin: an overview. Geological Society, London, Special Publications, 252: 1-14. Recuperado de: <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2005.252.01.01>.
- Hodgkin and Rivera, 2001. Minera Normandy, informe interno.
- Hugo, C.A., Leanza, H.A. 2001. Hoja Geológica 3069-IV, General Roca, Provincias de Río Negro y Neuquén, escala 1:250.000. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR. Boletín N° 308: 1-65.
- Iwasaki A., Tonooka H. 2004. Validation of a crosstalk correction algorithm for ASTER/SWIR. In: IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. Vol. 43 (12): 2747-2751. Recuperado de: doi: 10.1109/TGRS.2005.855066.
- Kay, S.M., Ardolino, A.A., Franchi, M., Ramos, V.A. 1993. Origen de la meseta de Somún Curá: distribución y geoquímica de sus rocas volcánicas máficas. 12° Congreso Geológico Argentino (Mendoza), Actas 4: 236-248.
- Klammer, G. 1964. Die paliozoischen Eisenerze von Sierra Grande, Argentinien. Zeitsch. Erzberg. u Metall., 17: 534-541.
- Lema, H., Busteros, A., Giacosa, R., Cucchi R. 2008. Geología del Complejo Volcánico Los Menucos en el área tipo - Río Negro. Revista de la Asociación Geológica Argentina 63 (1): 3-13.
- Mars, J.C., Rowan, L.C. 2006. Regional mapping of phyllic - and argillic-altered rocks in the Zagros magmatic arc, Iran, using Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) data and logical operator algorithms. *Geosphere*, 2: 161-186.
- Mars, J.C., Rowan, L.C. 2010. Spectral assessment of new ASTER SWIR surface reflectance data products for spectroscopic mapping of rocks and minerals. *Remote Sensing of Environment* 114: 2011-2025.
- Matthew, M.W., Adler-Golden S.M., Berk A., Felde G., Anderson G.P., Gorodetsky D., Paswaters S., Shipert M., 2002. Atmospheric correction of spectral imagery: evaluation of the FLAASH algorithm with AVIRIS data. Applied Imagery Pattern Recognition Workshop. Proceedings: 157-163. Recuperado de: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1182270>.
- Maynard, J.B. 1983. *Geochemistry of Sedimentary Ore Deposits*. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo: Springer, 305 pp.
- Oriolo, S., Schulz, B., Gonzalez, P.D., Bechis, F., Olaiola, E., Krause, J., Renda, E.M., Vizán, H. 2019. The late Paleozoic tectonometamorphic evolution of Patagonia revisited: insights from the pressure-temperature-deformation-time (P-T-D-t) path of the Gondwanide basement of the north Patagonian Cordillera (Argentina). *Tectonics* 38: 2378-2400.
- Patagonia Gold PLC. 2018. NI 43-101 Technical Report Mineral Resource Estimate Calcatreu Gold-Silver Project, Río Negro Province, Argentina. Recuperado de: <https://patagoniagold.com/>
- Pavón Pivetta, C., Garrido, M. 2016. Relaciones de texturas macroscópicas con el contenido de Au-Ag en sondajes del Proyecto Arroyo Verde, Macizo Nordpatagónico. Recuperado a partir de: https://www.researchgate.net/publication/304494926_Relaciones_de_texturas_macroscopicas_con_el_contenido_de_Au-Ag_en_sondajes_del_Proyecto_Arroyo_Verde_Macizo_Nordpatagonico
- Ramos, V.A. 1999. Evolución tectónica de la Argentina. En: *Geología Argentina*. Caminos, R. (Ed.), Anales 29, SEGEMAR: 715-759.
- Rapela, C.W. 2001. El magmatismo triásico-jurásico de la Patagonia y su ambiente geodinámico. En: Artabe, A., Morel, E., Zamuner, A. (Eds.). *El Sistema Triásico en la Argentina*, Fundación Museo de La Plata Francisco P. Moreno (La Plata): 69-80.
- Roberts González, J.A. 2018. Análisis Sismoestratigráfico y Estructural del Bloque Estación Fernández Oro, Cuenca Neuquina, Provincia de Río Negro. Tesis de grado UNRN.
- Rolleri, E.O., 1976. Sistema de Santa Bárbara. Una nueva provincia geológica argentina. 6° Congreso Geológico Argentino (Buenos Aires), Actas 1: 239-255.
- Serra-Varela, S., Gonzalez, P., Giacosa R., Heredia N., Pedreira D., Martín González F., Sato A. 2019. Evolution of the Palaeozoic basement of the North Patagonian Andes in the San Martín de los Andes area (Neuquén, Argentina): Petrology, age and correlations. *Andean Geology*, 1: 102-130.
- Singer, D.A. 2008. Mineral Deposit Densities for Estimating Mineral Resources. *Mathematical Geosciences*, 40: 33-46.
- Singer, D.A., Menzie W.D., Sutphin, D.M., Mosier, D.L., Bliss, J.D. 2001. Mineral Deposit Density - An Update. USGS Professional Paper 1640-A, 20 pp.
- Smith, R.E., Perdrix, J.L. 1983. Pisolitic laterite geochemistry in the golden grove massive sulphide district, Western Australia. *Journal of Geochemical Exploration*, Vol. 18 (2): 131-164.
- Smith, R.E., Perdrix J.L., Davis, J.M. 1987. Dispersion into pisolitic laterite from the greenbushes mineralized Sn - Ta pegmatite system, Western Australia. *Journal of Geochemical Exploration*, Vol. 28 (1-3): 251 - 265.

- Sobrino, J.A. 2002. Recent Advances in Quantitative Remote Sensing. Publications de la Universitat de València, Valencia, Spain. ISBN: 84-370-5515-6.
- Stipanovic, P.N., Methol, E.J. 1972. Macizo de Somuncurá. En: Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias. Córdoba: 581-599.
- Stipanovic, P.N., Methol, E.J. 1980. Comarca Norpatagónica. En: Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias, 2 (Córdoba): 1071-1097.
- Taylor, H.K. 1986. Rates of working mines; a simple rule of thumb. Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy, Vol. 95 (A): 203-204.
- Thorson J.P., Davis B., Lomas S., 2018. NI 43-101 Technical Report Initial Mineral Resource Estimate for the Ivana Uranium-Vanadium Deposit, Amarillo Grande Project. Río Negro Province, Argentina. Prepared for: Blue Sky Uranium Corp, 120 pp.
- Turel, A., Ferpozzi, L., Anielli, C., Butrón, F. 1999. Datos geoquímicos multielemento y ubicación de sitios de muestreo de sedimentos de corriente y suelo del plan Patagonia Comahue Geológico Minero - PMRN. Hoja 4166-I Valcheta, Río Negro. República Argentina. Contribución Técnica Geoquímica N° 10.
- Turel, A., Ferpozzi, L., Getino, P., Caba, R., Anielli, C., Butrón, F. 1999. Datos geoquímicos multielemento y ubicación de sitios de muestreo de sedimentos de corriente y suelo del Plan Patagonia- Comahue Geológico Minero - PMRN. Hoja 4166-III Ingeniero Jacobacci, Río Negro. Convenio IGRM SEGEMAR – DMPRN. Contribución Técnica Geoquímica N° 16.
- Valvano, J.A. 1954. Génesis de los yacimientos de Hierro de Sierra Grande. Revista de la Asociación Geológica Argentina Vol. 9 (4): 193-209.
- Valvano, J.A. 1956. La Mina de Plomo "Gonzalito", Departamento San Antonio, Río Negro: 50 pp. Recuperado a partir de: <http://repositorio.segemar.gov.ar/308849217/443>.
- Windhausen, A. 1931. Geología Argentina: Un libro para la enseñanza y para aficionados. Recuperado a partir de: <https://www.bfa.fcnym.unlp.edu.ar/id/1024>.
- Zambrano, J.J. 1980. Comarca de la cuenca cretácica de Colorado. En: 2° Simposio Argentino de Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias, 2: 1033-1070.
- Zanettini, J.C. 1981. La Formación Sierra Grande (Provincia de Río Negro). Revista de la Asociación Geológica Argentina: 36 (2): 160-179.
- Zanettini, J.C.M. 1993. Lantánidos y otros oligoelementos en los horizontes ferríferos de la Formación Sierra Grande, provincia de Río Negro, República Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina 48 (1): 59-70.

Referencias web

- <https://www.riodeoro.com.ar/projects/>
- <https://www.iamgold.com/English/home/default.aspx>
- <http://www.trendixmining.com.ar/>
- <http://marifilmines.ca/>
- https://blueskyuranium.com/site/assets/files/5668/ag-project-ivana-pea-amended-draft-_refile_sedar.pdf
- <https://blueskyuranium.com/site/assets/files/5667/amarillo-grande-technical-report.pdf>
- <https://www.sedar.com>
- <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- OIEA, 2009. Recuperado de: <https://www.iaea.org/es>

ANEXO 1. BASE DE DATOS DE PROYECTOS METALÍFEROS EN DESARROLLO EN LA PROVINCIA DE RÍO NEGRO

ID	Depósito	Departamento	Materia (Commodities)	Modelo de Depósito	Código	Estado	Latitud	Longitud	Estratigrafía	Edad Mineralización
1	Amarillo Grande - Santa Bárbara	Avellaneda	U, V, Ba, Li	Depósitos Sedimentarios con U+Cu+V en areniscas	9b	Exploración Avanzada	39°36'47"	67°13'19"	Fm Chichinales y Depósitos Cuaternarios	Oligoceno-Mioceno-reciente
2	Amarillo Grande - Anit	Valcheta	U	Depósitos Sedimentarios con U+Cu+V en areniscas	9b	Exploración Avanzada	39°55'01"	66°44'06"	Fm Chichinales y Depósitos Cuaternarios	Oligoceno-Mioceno-reciente
3	Amarillo Grande - Ivana	Valcheta	U	Depósitos Sedimentarios con U+Cu+V en areniscas	9b	PEA	40°23'56"	66°13'13"	Fm Chichinales y Depósitos Cuaternarios	Oligoceno-Mioceno-reciente
4	Trancura	9 de Julio	Au	Epitermal de Oro de Alta Sulfuración	7c	Prospección	40°28'04"	67°56'26"	Complejo Los Menucos	Triásico
5	General San Martín	Valcheta	W	Asociado a Granitoides con W-Mo	6 a	Stand by	40°29'05"	66°05'30"	Complejo Plutónico Navarrete	Pérmico
6	Pachamama	Valcheta	W	Asociado a Granitoides con W-Mo	6 a	Stand by	40°29'28"	66°05'03"	Complejo Plutónico Navarrete	Pérmico
7	Milla 6	Valcheta	W	Asociado a Granitoides con W-Mo	6 a	Prospección	40°29'30"	66°06'14"	Complejo Plutónico Navarrete	Pérmico
8	Navarro	Valcheta	W	Asociado a Granitoides con W-Mo	6 a	Prospección	40°30'12"	66°01'08"	Complejo Plutónico Navarrete	Pérmico
9	La Perлита	Valcheta	W	Asociado a Granitoides con W-Mo	6 a	Prospección	40°30'51"	66°01'02"	Complejo Plutónico Navarrete	Pérmico
10	Horqueta - Don Antonio	25 de Mayo	Mn	Epitermales con Manganese	7 a	Prospección	40°32'16"	68°21'12"	Complejo Los Menucos	Triásico
11	La Bonita	Valcheta	Pb, Zn	Polimetálico Simple	14c	Prospección	40°32'29"	66°06'18"	Fm. Nahuel Niyeu	Jurásico

Anexo 1 Cuadro 1. Base de datos de proyectos metalíferos en desarrollo, en la provincia de Río Negro.

ID	Depósito	Departamento	Materia (Commodities)	Modelo de Depósito	Código	Estado	Latitud	Longitud	Estratigrafía	Edad Mineralización
12	Paula Cecilia	9 de Julio	Cu	Polimetálico Complejo	7e	Prospección	40°36'09"	67°08'47"	Complejo Los Menucos	Triásico
13	Iván	25 de Mayo	Au, Ag, Cu	Epitermal de Oro de Alta Sulfuración	7c	Prospección	40°36'19"	68°17'24"	Complejo Los Menucos	Triásico
14	La Primera y otras	Valcheta	Pb, Cu	Polimetálico Complejo	7e	Prospección	40°38'28"	66°00'53"	Formación Nahuel Niyeu	Triásico
15	Nathaniel	25 de Mayo	Pb, Ag, Zn, Cu	Polimetálico Complejo	7e	Prospección	40°39'00"	68°21'36"	Complejo Los Menucos	Triásico
16	La Luz	25 de Mayo	Au, Pb, Ag, Cu	Epitermal de Oro de Baja Sulfuración / Sulfuración Intermedia	7b 7l	Exploración Temprana	40°39'20"	68°21'58"	Complejo Los Menucos	Triásico
17	Bajo del Cerro Piche	25 de Mayo	U	Depósitos Sedimentarios con U en Areniscas	9b	Exploración Temprana	40°40'14"	68°23'10"	s/d	Pleistoceno superior-Holoceno
18	Cerro San Lorenzo	Valcheta	Pb, Ag, Zn, Cu	Polimetálico Complejo	7e	Prospección	40°40'27"	66°11'10"	Complejo Volcánico Marifil	Jurásico
19	Luna	25 de Mayo	Pb, Cu	Polimetálico Complejo	7e	Prospección	40°40'54"	68°22'49"	Complejo Los Menucos	Triásico
20	Green Peak	Valcheta	Mn	Epitermales con Manganeso	7 a	Prospección	40°41'48"	66°14'00"	Complejo Volcánico Marifil	Jurásico
21	San Patricio	Valcheta	Cu, Au, Ag, Mo	Polimetálico Complejo	7e	Prospección	40°43'22"	66°27'30"	Complejo Plutónico Navarrete	Jurásico
22	Los Ñandúes	9 de Julio	Pb, Cu	Polimetálico Complejo	7e	Prospección	40°45'49"	67°56'14"	Complejo Los Menucos	Triásico

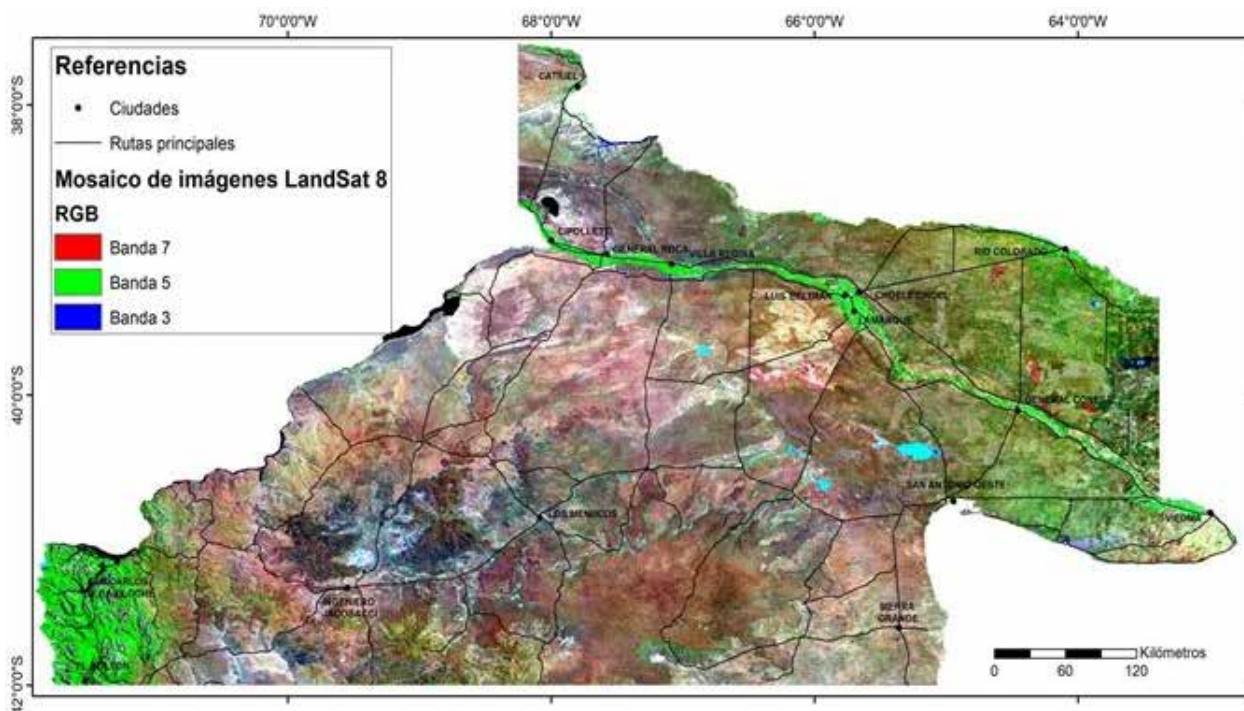
ID	Depósito	Departamento	Materia (Commodities)	Modelo de Depósito	Código	Estado	Latitud	Longitud	Estratigrafía	Edad Mineralización
23	La Posible	9 de Julio	Pb, Cu	Polimetálico Complejo	7e	Prospección	40°45'59"	67°57'21"	Complejo Los Menucos	Triásico
24	San Roque	Valcheta	Au, Ag, In, Pb, Zn	Epitermal de Oro de Baja Sulfuración	7b	PEA	40°46'19"	65°48'54"	Complejo Volcanico Marifil	Jurásico
25	Cañadón del Moro (Este y Oeste) Ex El Paisanita	25 de Mayo	Au, Ag	Epitermal de Oro de Baja Sulfuración	7b	Exploración Avanzada	40°49'57"	69°39'45"	Fm. Garamilla	Triásico
26	Cerro La Mina	25 de Mayo	Au + Ag	Epitermal de Oro de Alta Sulfuración	7c	Exploración Temprana	40°52'34"	68°08'09"	Complejo Los Menucos	Triásico
27	Cerro Choique	9 de Julio	Au	Epitermal de Oro de Baja Sulfuración	7b	Exploración Temprana	40°52'51"	67°50'44"	Complejo Los Menucos	Triásico
28	Laguna Amarilla	9 de Julio	Au	Epitermal de Oro de Alta Sulfuración	7c	Exploración Temprana	40°54'43"	67°58'17"	Complejo Los Menucos	Triásico
29	Dos Lagunas	9 de Julio	Au, Ag	Epitermal de Oro de Baja Sulfuración	7b	Prospección	40°55'06"	67°57'40"	Complejo Los Menucos	Triásico
30	Cruz del Sur	9 de Julio	Pb, Ag, Zn, Cu	Polimetálico Complejo	7e	Prospección	40°56'12"	67°36'49"	Complejo Los Menucos	Triásico
31	La Negrita	25 de Mayo	Mn	Epitermales con Manganeso	7 a	Prospección	40°56'44"	68°14'14"	Complejo Los Menucos	Triásico
32	Cerro Abanico	25 de Mayo	Au, Ag	Epitermal de Oro de Baja Sulfuración	7b	Exploración Temprana	40°57'08"	68°16'00"	Complejo Los Menucos	Triásico
33	Cuya	25 de Mayo	Au, Ag	Epitermal de Oro de Baja Sulfuración	7b	Prospección	40°57'24"	68°31'27"	Complejo Los Menucos	Triásico

ID	Depósito	Departamento	Materia (Commodities)	Modelo de Depósito	Código	Estado	Latitud	Longitud	Estratigrafía	Edad Mineralización
34	Virgen de la Valvanera	9 de Julio	Mn, Ba	Epitermales con Manganeso	7 a	Prospección	40°59'42"	67°44'12"	Complejo Los Menucos	Triásico
35	Toruel	9 de Julio	Ag, Cu, Pb, Zn, Au	Polimetálico Complejo	7e	Exploración Avanzada	40°59'53"	67°52'58"	Complejo Los Menucos	Triásico
36	Caltrauna	25 de Mayo	Au	Epitermal de Oro de Alta Sulfuración	7c	Exploración Avanzada	41°06'10"	68°08'11"	Complejo Los Menucos	232 +/- 8 Ma (Sericita)
37	El Puesto	25 de Mayo	Au	Epitermal de Oro de Alta Sulfuración	7c	Exploración Temprana	41°08'25"	68°04'18"	Complejo Los Menucos	Triásico
38	La Querencia	San Antonio	Pb	Polimetálico Simple	14c	Prospección	41°16'26"	65°35'53"	Complejo Mina Gonzalito	Jurásico
39	La Cabaña I	25 de Mayo	Au	Epitermal de Oro de Baja Sulfuración	7b	Prospección	41°16'43"	68°38'11"	Complejo Los Menucos	Triásico
40	La Cabaña II	25 de Mayo	Au	Epitermal de Oro de Baja Sulfuración	7b	Prospección	41°17'14"	68°39'34"	Complejo Los Menucos	Triásico
41	Don Lalo/ Doña Emma	Valcheta	Au, Ag, Cu	Epitermal de Oro de Baja Sulfuración	7b	Prospección	41°17'20"	65°50'00"	Complejo Plutónico Paillemán	Pérmico
42	Gonzalito de Trendix	San Antonio	Pb, Ag, Zn	Polimetálico Simple	14c	Prospección	41°18'02"	65°43'55"	Complejo Mina Gonzalito	Jurásico
43	Ana María - El Morro 3	San Antonio	Pb, Ag, Zn	Polimetálico Simple	14c	Prospección	41°18'12"	65°43'48"	Complejo Mina Gonzalito	Jurásico
44	Tres Marías	San Antonio	Pb, Cu, Zn, V, Ag	Polimetálico Complejo	7e	Prospección	41°18'19"	65°44'56"	Complejo Mina Gonzalito	Jurásico

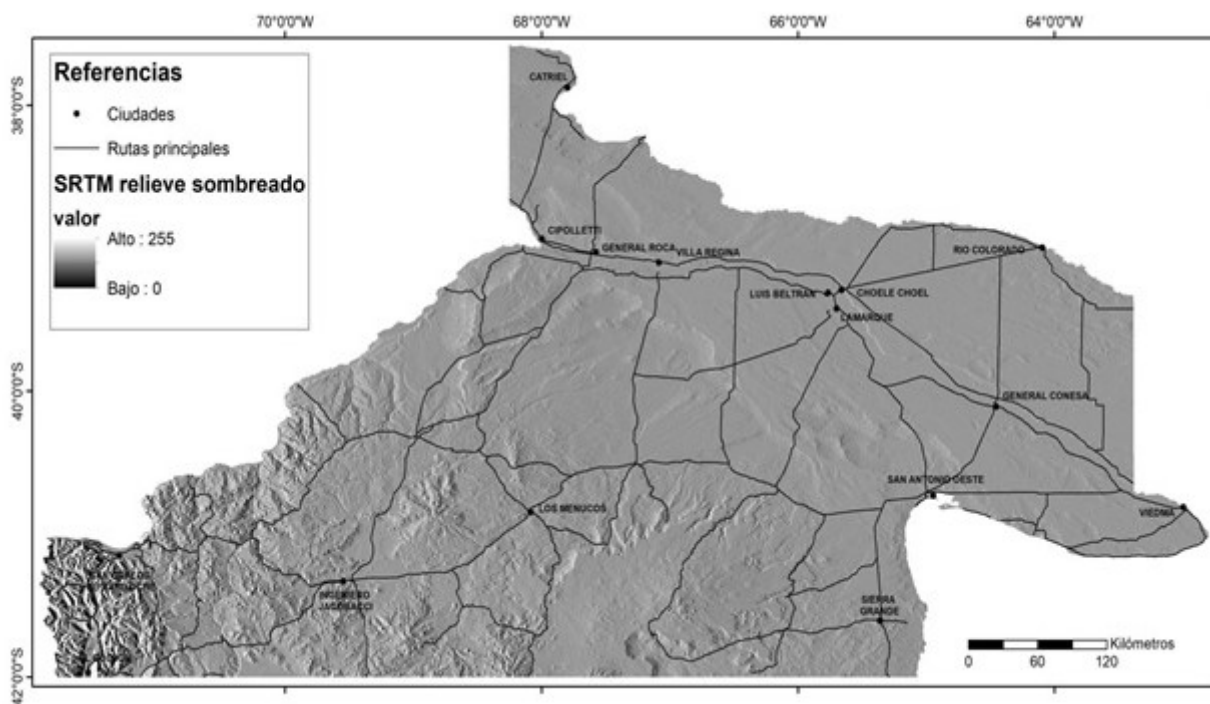
ID	Depósito	Departamento	Materia (Commodities)	Modelo de Depósito	Código	Estado	Latitud	Longitud	Estratigrafía	Edad Mineralización
45	Mónica	San Antonio	Pb	Polimetálico Simple	14c	Prospección	41°18'24"	65°44'42"	Complejo Mina Gonzalito, intruido por Granito Sierra Pailemán	Jurásico
46	Alfil 1	San Antonio	Mn	Epitermales con Manganeso	7 a	Prospección	41°18'25"	65°37'48"	Complejo Mina Gonzalito, intruido por Granito Sierra Pailemán; Complejo Marifil	Jurásico
47	Green Peak	Valcheta	Pb, W	Asociado a Granitoides con W-Mo	6 a	Prospección	41°18'36"	65°45'24"	Fm. Nahuel Niyeu	Pérmico
48	Mina Gonzalito	San Antonio	Pb, Ag, Zn	Polimetálico Simple	14c	Stand by	41°19'05"	65°39'00"	Complejo Mina Gonzalito y Ectinita El Jagüelito	Jurásico
49	Sierra Grande – Rosales	San Antonio	Fe	Depósitos Sedimentarios Ferríferos	9e	Prospección	41°30'04"	65°19'41"	Fm. Sierra Grande	Silúrico-Devónico
50	Cerro Aspero	Bariloche	Pb, Ag, Zn, Au, Cu	Polimetálico Complejo	7e	Prospección	41°31'20"	71°24'15"	Granitoides del Batolito Patagónico	Terciario
51	Sierra Grande – Norte	San Antonio	Fe	Depósitos Sedimentarios Ferríferos	9e	Prospección	41°32'40"	65°20'33"	Fm. Sierra Grande	Silúrico-Devónico
52	Petre	Ñorquinco	Pb, Ag, Zn, Au	Polimetálico Simple	14c	Prospección	41°37'10"	71°08'20"	Formación Ventana	Terciario
53	Mastarna	Valcheta	Mn	Epitermales con Mn (Sedimentarios Epigenéticos)	7 a	Prospección	41°39'06"	66°15'00"	Grupo Chubut	Terciario

ID	Depósito	Departamento	Materia (Commodities)	Modelo de Depósito	Código	Estado	Latitud	Longitud	Estratigrafía	Edad Mineralización
54	Peilkan	Valcheta	Mn	Epitermales con Mn (Sedimentarios Epigenéticos)	7 a	Prospección	41°39'45"	66°14'58"	Grupo Chubut	Terciario
55	Sierra Grande – Este	San Antonio	Fe	Depósitos Sedimentarios Ferríferos	9e	Exploración Temprana	41°39'54"	65°19'52"	Fm. Sierra Grande	Silúrico-Devónico
56	María	Ñorquinco	Pb, Zn, Ag, Au, Cu	Polimetálico Complejo	7e	Prospección	41°40'00"	71°00'00"	Formación Ventana	Terciario
57	Sierra Grande - Yacimiento Sur	San Antonio	Fe	Depósitos Sedimentarios Ferríferos	9e	Stand By	41°40'12"	65°22'06"	Fm. Sierra Grande	Silúrico-Devónico
58	Turan	Valcheta	Mn	Epitermales con Mn (Sedimentarios Epigenéticos)	7 a	Prospección	41°40'49"	66°16'46"	Grupo Chubut	Terciario
59	Calcatreu - Viuda de Castro	25 de Mayo	Au	Epitermal de Oro de Baja Sulfuración	7b	Exploración Temprana	41°48'57"	69°30'42"	Formación Taquetrén	Jurásico
60	Calcatreu - Castro Sur	Ñorquinco	Au	Epitermal de Oro de Baja Sulfuración	7b	Exploración Avanzada	41°50'39"	69°30'45"	Formación Taquetrén	Jurásico
61	La Esmeralda	Ñorquinco	Pb, Ag, Zn, Au, Cu	Polimetálico Complejo	7e	Prospección	41°53'16"	71°08'07"	Fm. Huitrera	Terciario
62	Cerro Piltriquitrón	Bariloche	Pb, Ag, Zn, Cu	Polimetálico Complejo	7e	Prospección	41°53'22"	71°28'29"	Formación Mallín Ahogado	Terciario
63	Calcatreu - Veta 49	Ñorquinco	Au	Epitermal de Oro de Baja Sulfuración	7b	Factibilidad	41°53'22"	69°32'28"	Formación Taquetrén	Jurásico
64	Timón	25 de Mayo	Pb, Ag, Zn, Cu, Au	Polimetálico Complejo	7e	Prospección	41°59'52"	68°56'23"	Formación Taquetrén	Jurásico
65	Calcatreu - Nelson	Ñorquinco	Au	Epitermal de Oro de Baja Sulfuración	7b	Exploración Avanzada	41°54'33"	69°33'25"	Formación Taquetrén	Jurásico

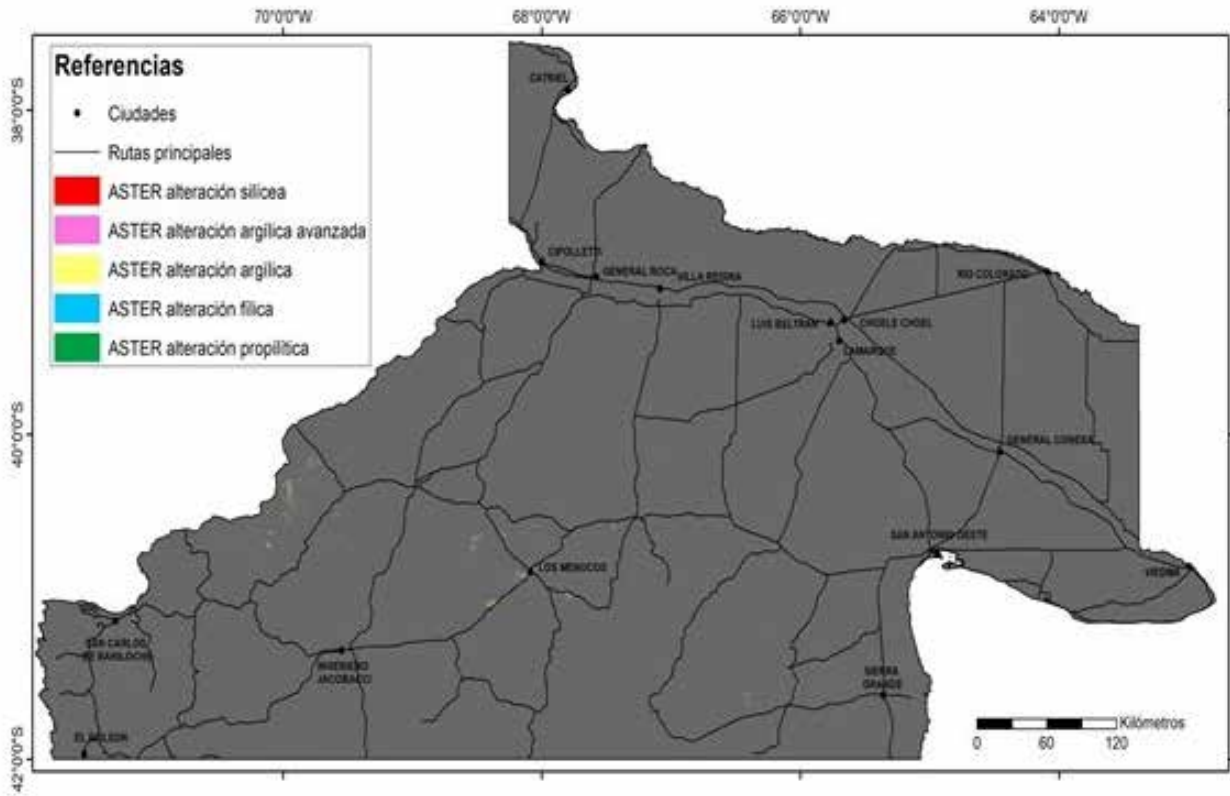
ANEXO 2. IMÁGENES DE SENSORES REMOTOS



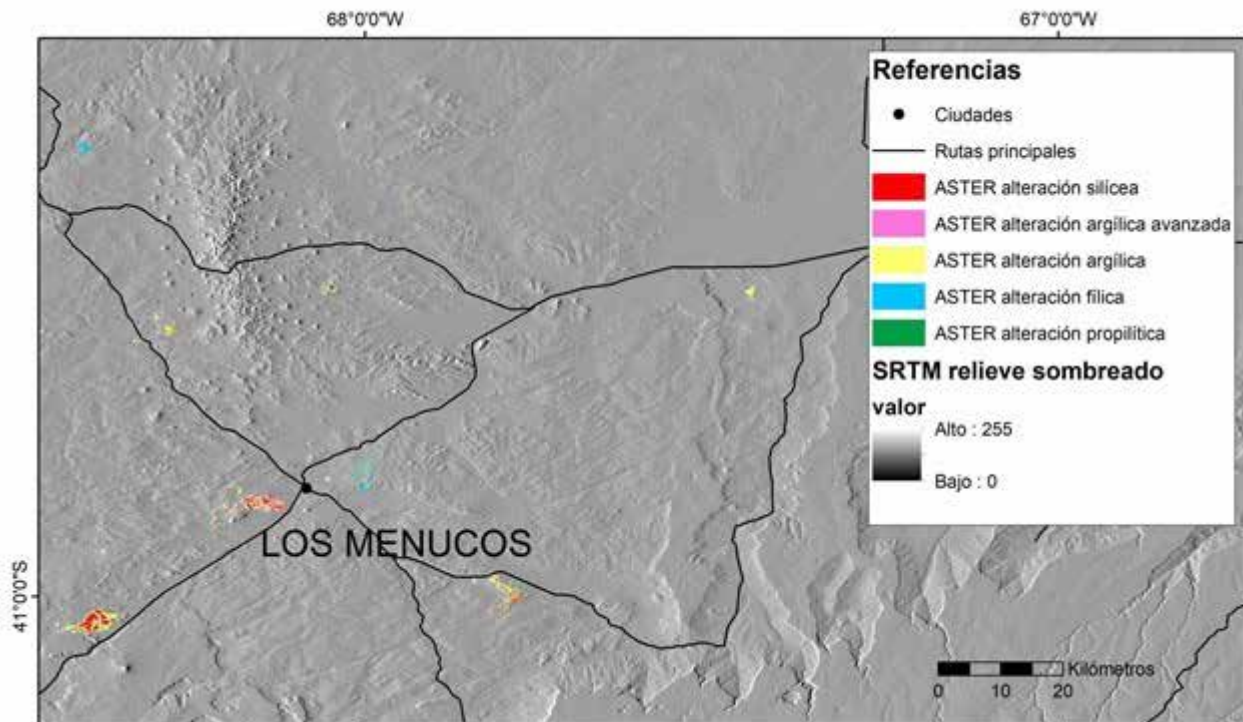
Anexo 2 Figura 1. Mosaico LandSat 8 con combinación de bandas 7-5-3 (R-G-B).



Anexo 2 Figura 2. Relieve sombreado a partir del modelo de elevación digital SRTM.

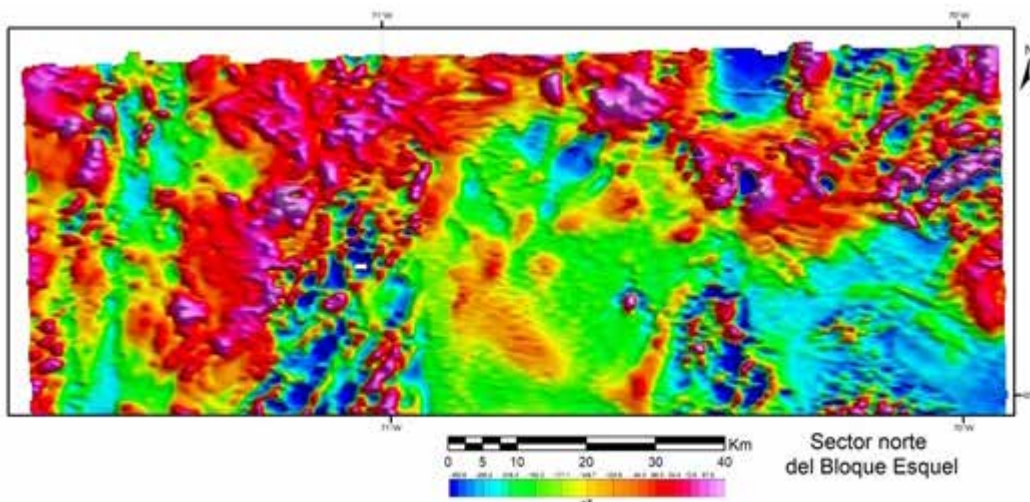


Anexo 2 Figura 3. Áreas de alteración hidrotermal a partir del procesamiento de imágenes ASTER.

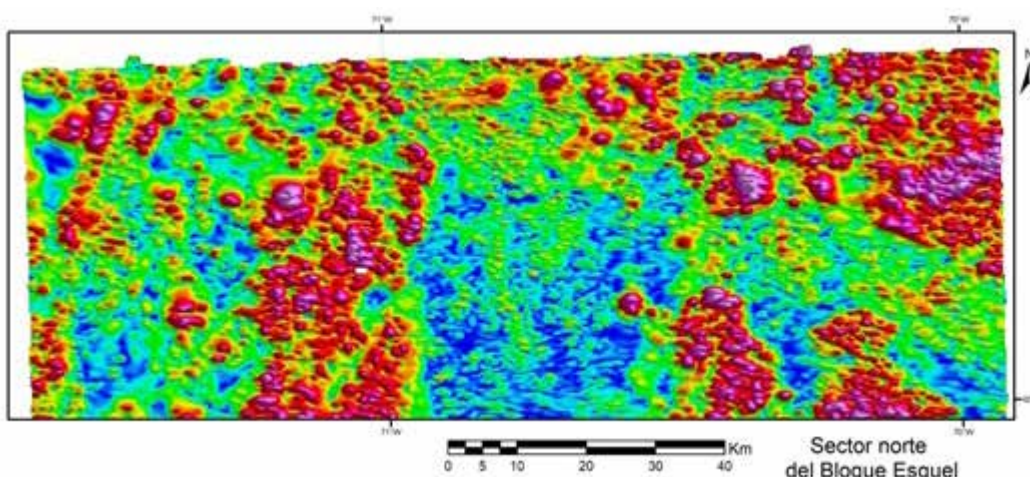


Anexo 2 Figura 4. Áreas de alteración hidrotermal a partir del procesamiento de datos ASTER en el área de Los Menucos.

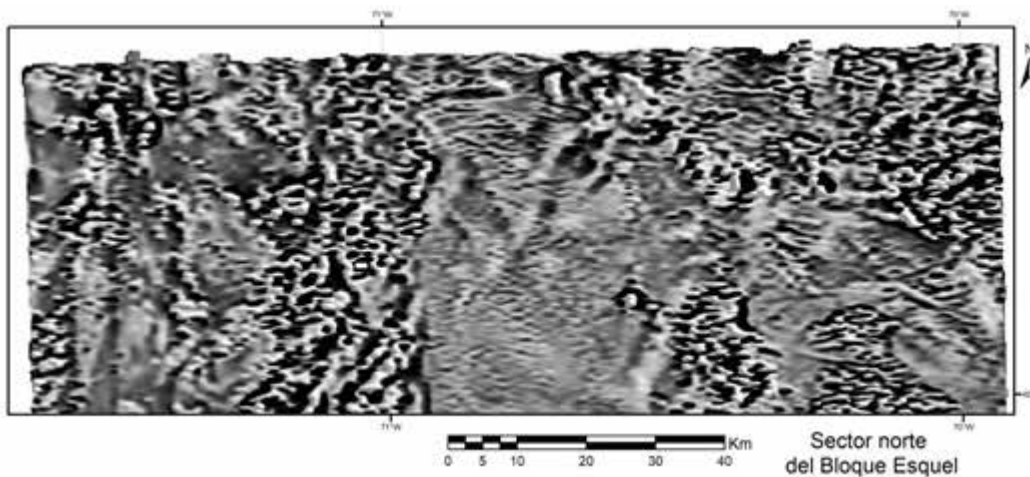
ANEXO 3. IMÁGENES E INTERPRETACIÓN DE MAGNETOMETRÍA AÉREA



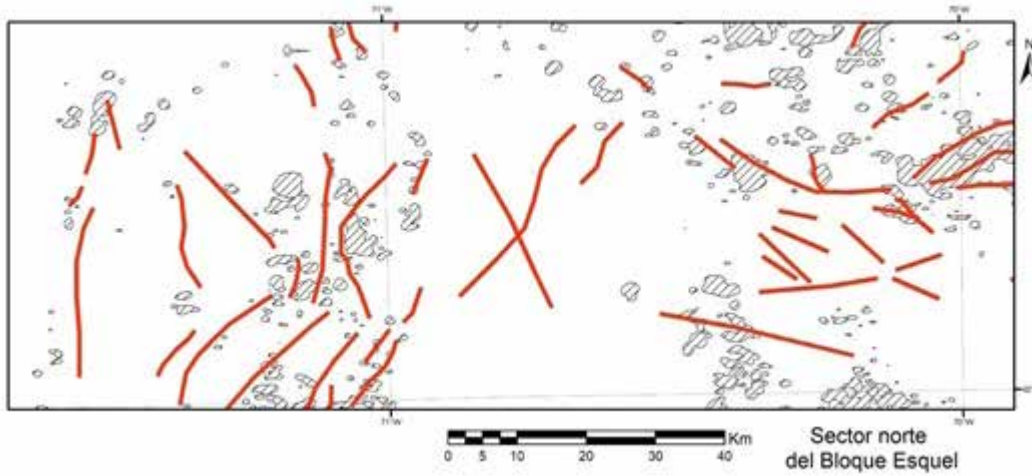
Anexo 3 Figura 1. Mapa de anomalías del campo magnético reducido al polo. Sector norte del Bloque Esquel. Escala 1:550.000.



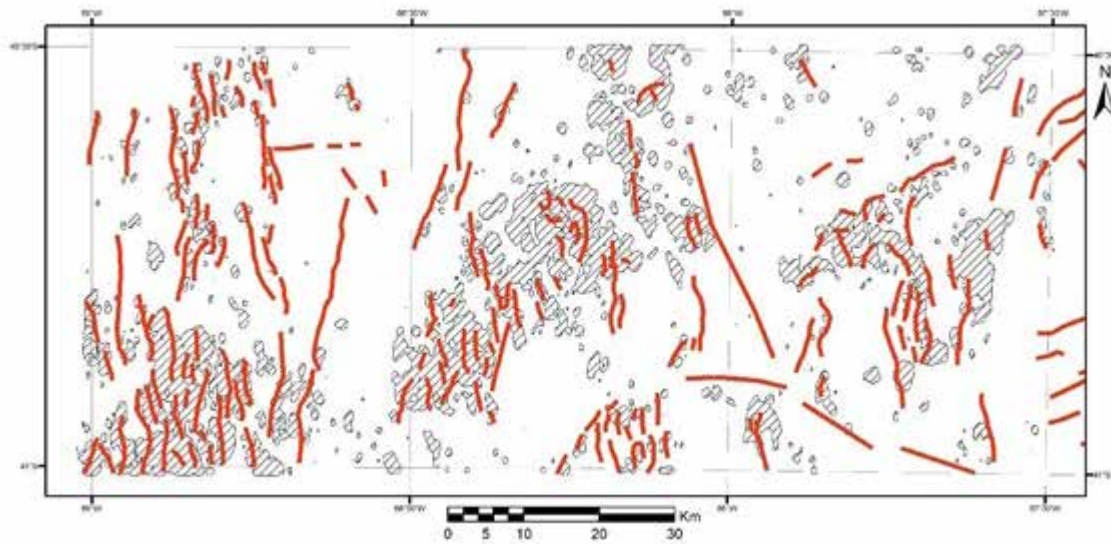
Anexo 3 Figura 2. Mapa de señal analítica del sector norte del Bloque Esquel. Escala 1:550.000.



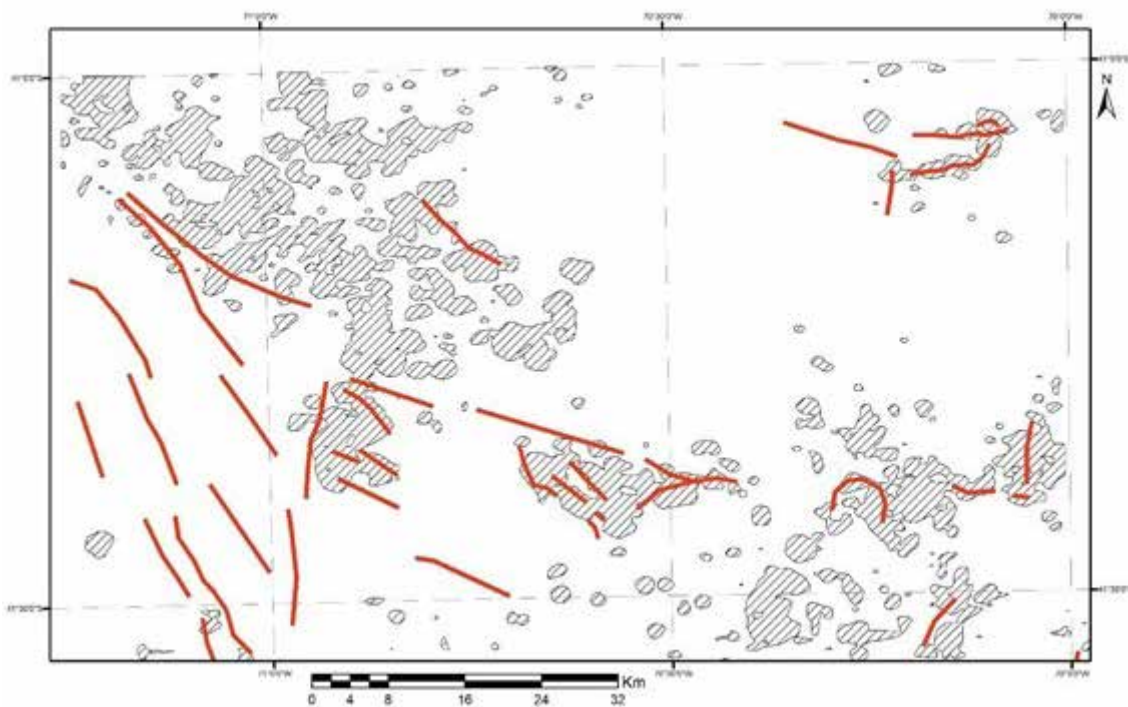
Anexo 3 Figura 3. Mapa de la primera derivada del campo magnético reducido al polo del sector norte del Bloque Esquel. Escala 1:550.000.



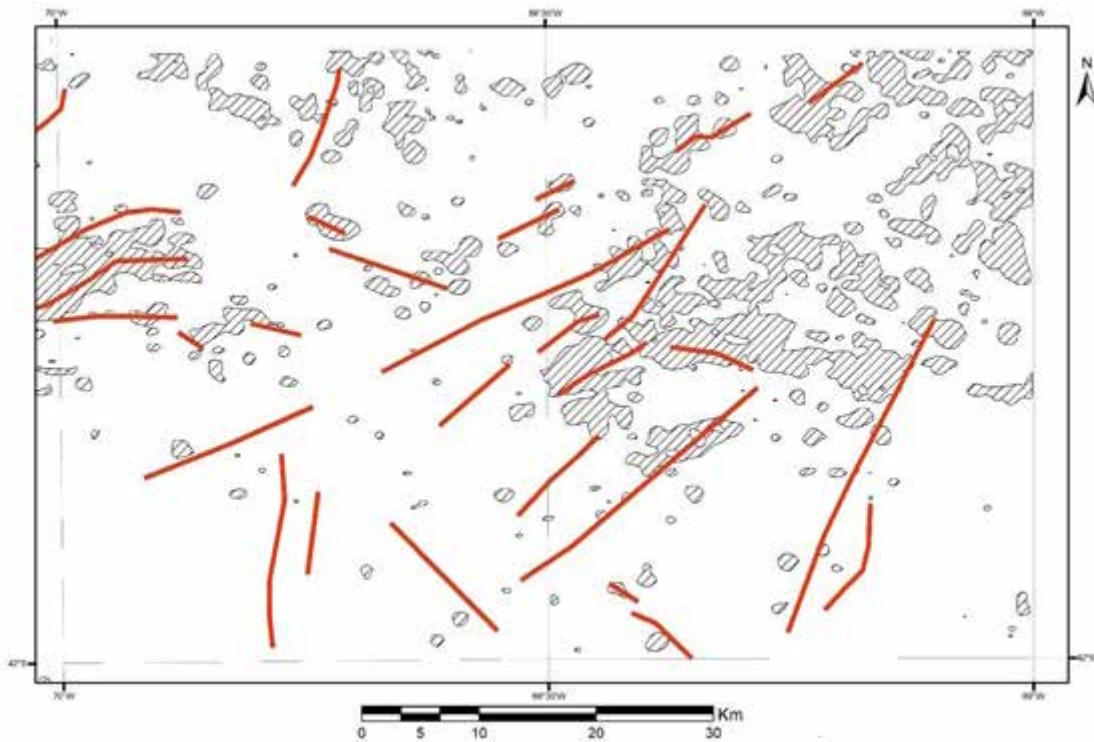
Anexo 3 Figura 4. Mapa del sector norte del Bloque Esquel con los principales lineamientos magnéticos y anomalías. Escala 1:550.000.



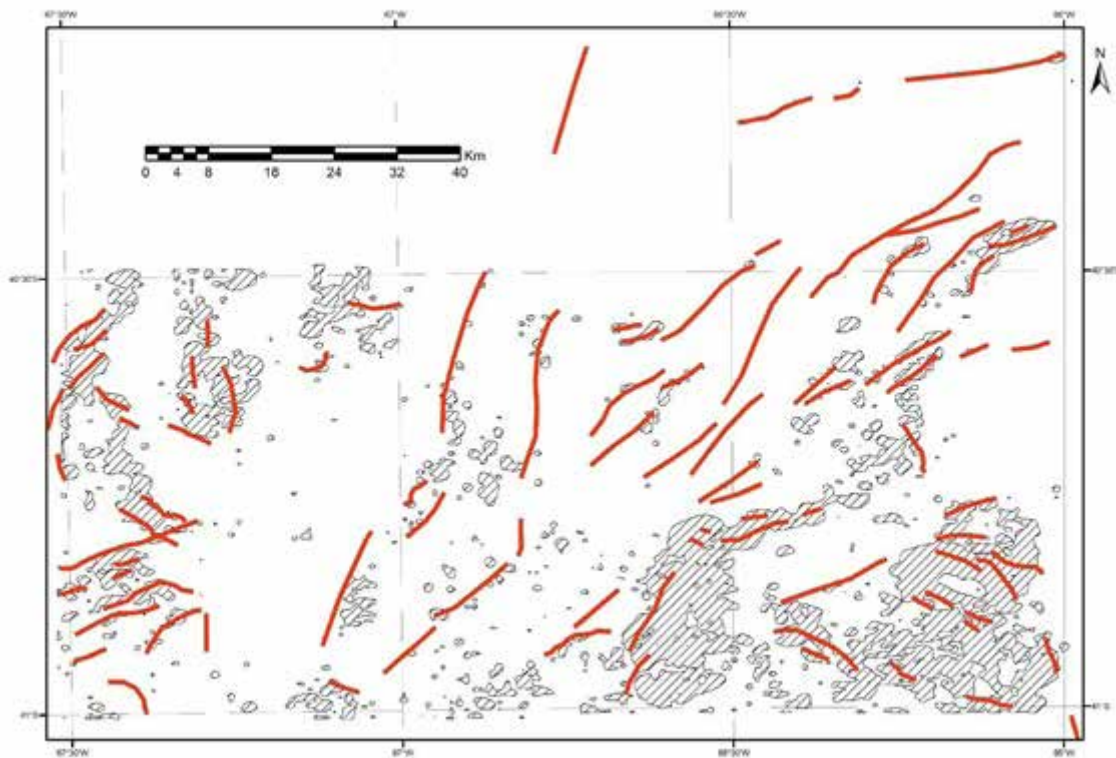
Anexo 3 Figura 5. Mapa del bloque Los Menucos con los principales lineamientos magnéticos y anomalías. Escala 1: 500.000.



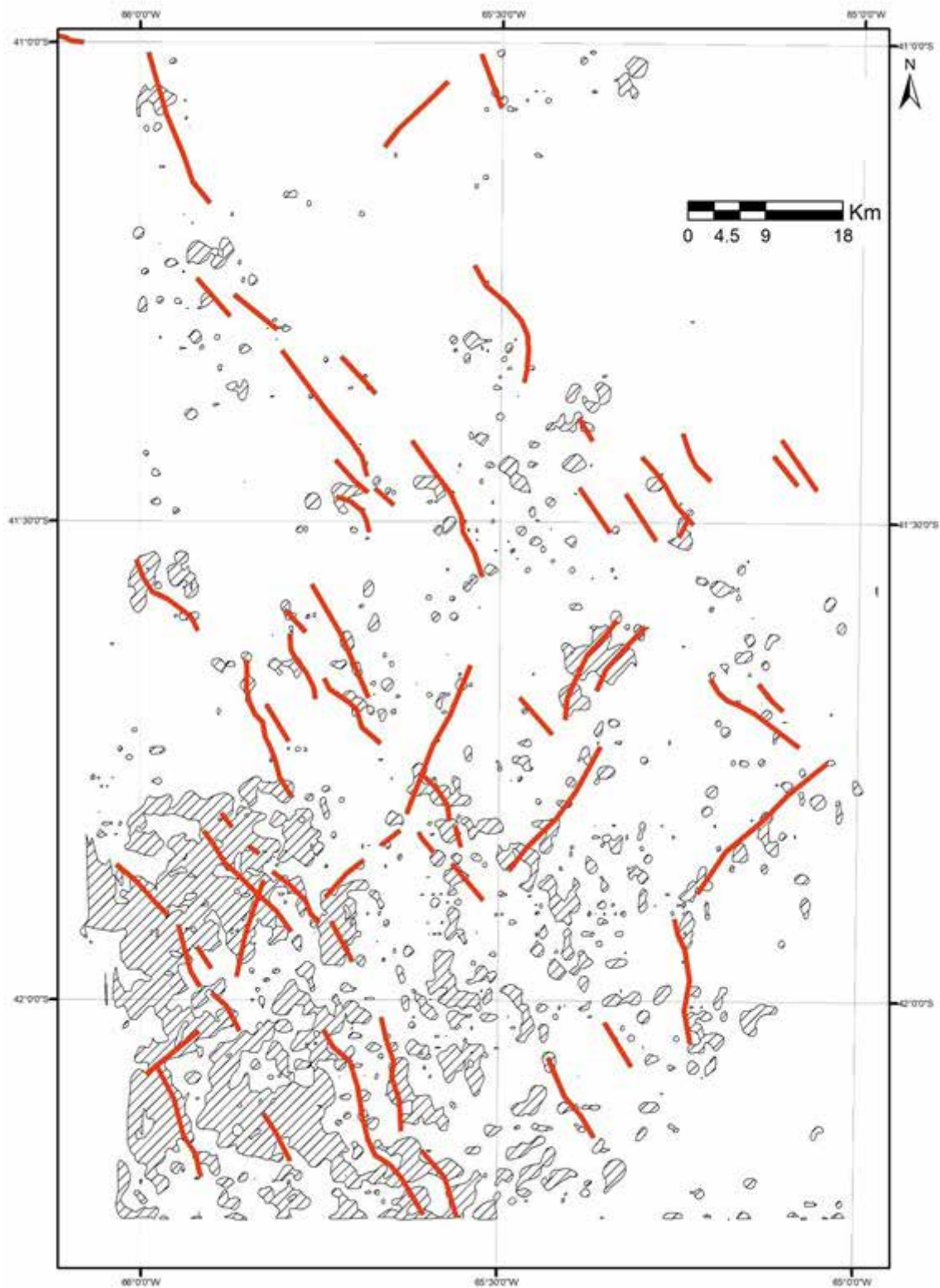
Anexo 3 Figura 6. Mapa del bloque Pilcaniyeu con los principales lineamientos magnéticos y anomalías. Escala 1: 400.000.



Anexo 3 Figura 7. Mapa del bloque Ingeniero Jacobacci con los principales lineamientos magnéticos y anomalías. Escala: 1:350.000.

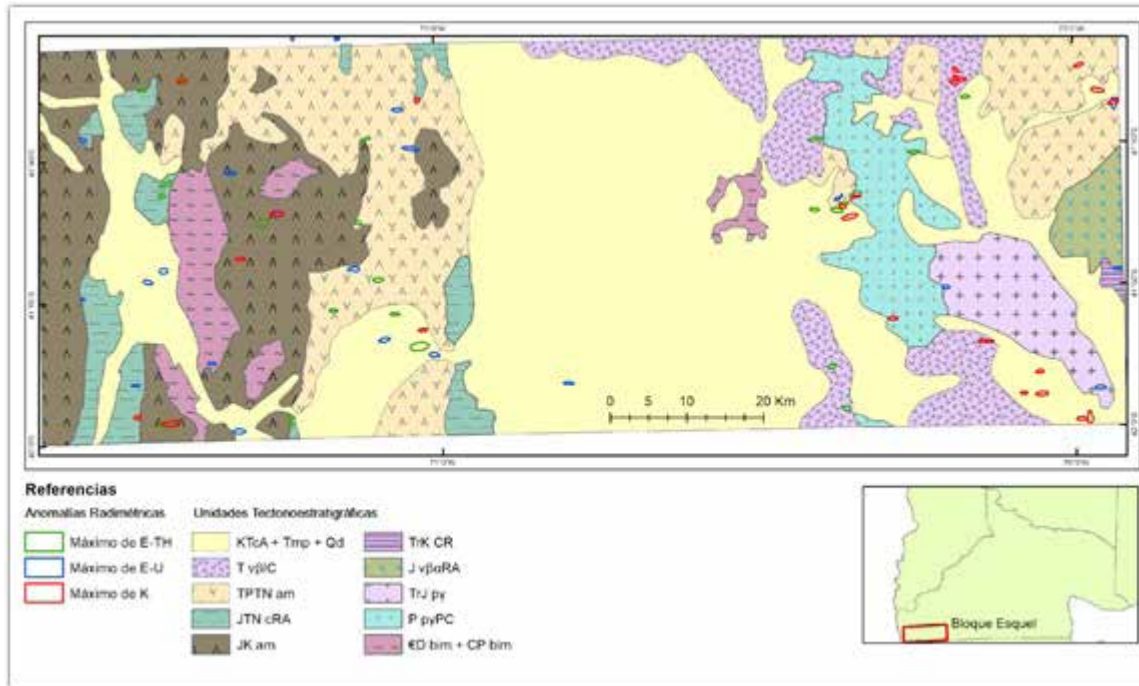


Anexo 3 Figura 8. Mapa del bloque Valcheta con los principales lineamientos magnéticos y anomalías. Escala 1:500.000.

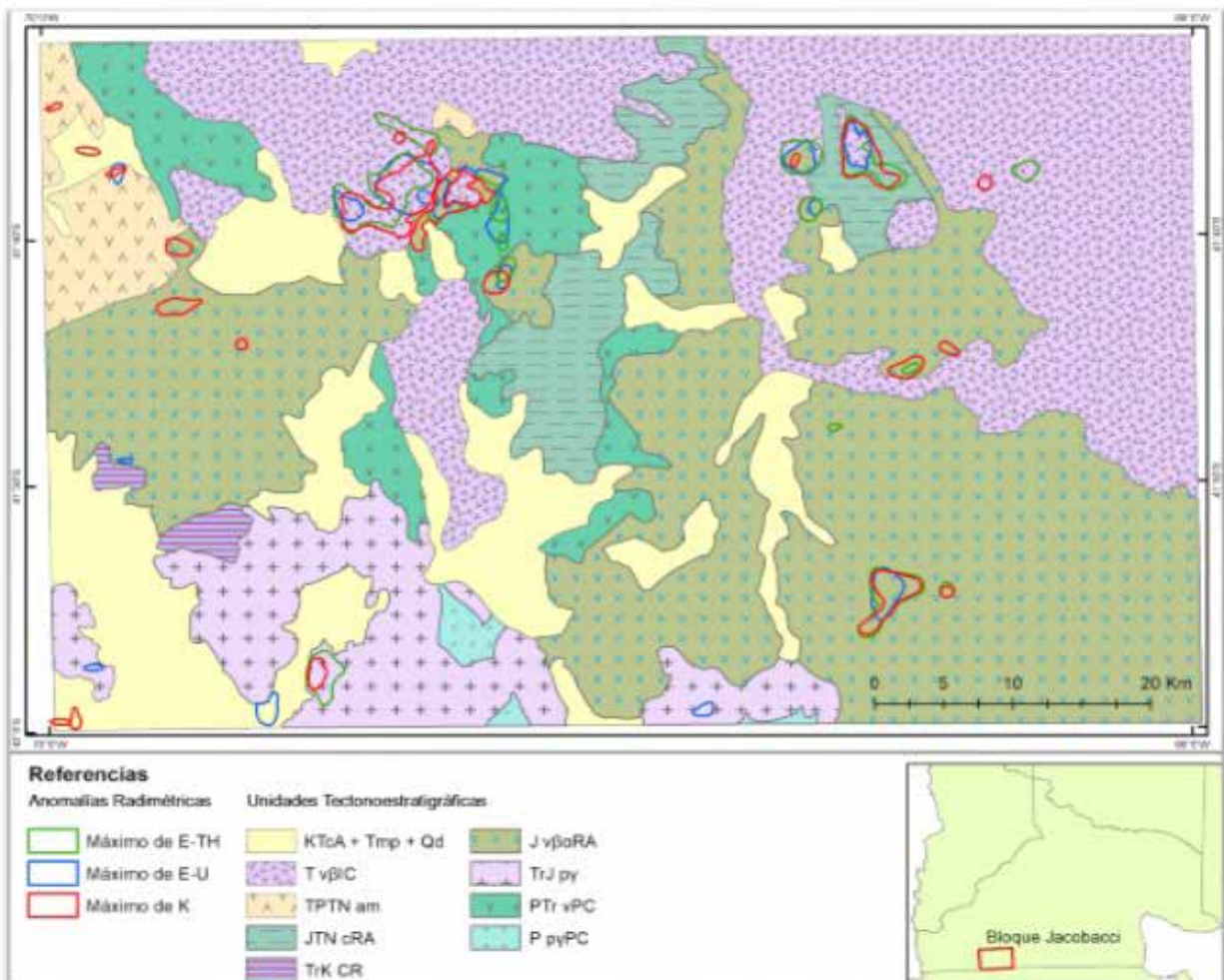


Anexo 3 Figura 9. Mapa del bloque Sierra Grande con los principales lineamientos magnéticos y anomalías. Escala: 1:500.000.

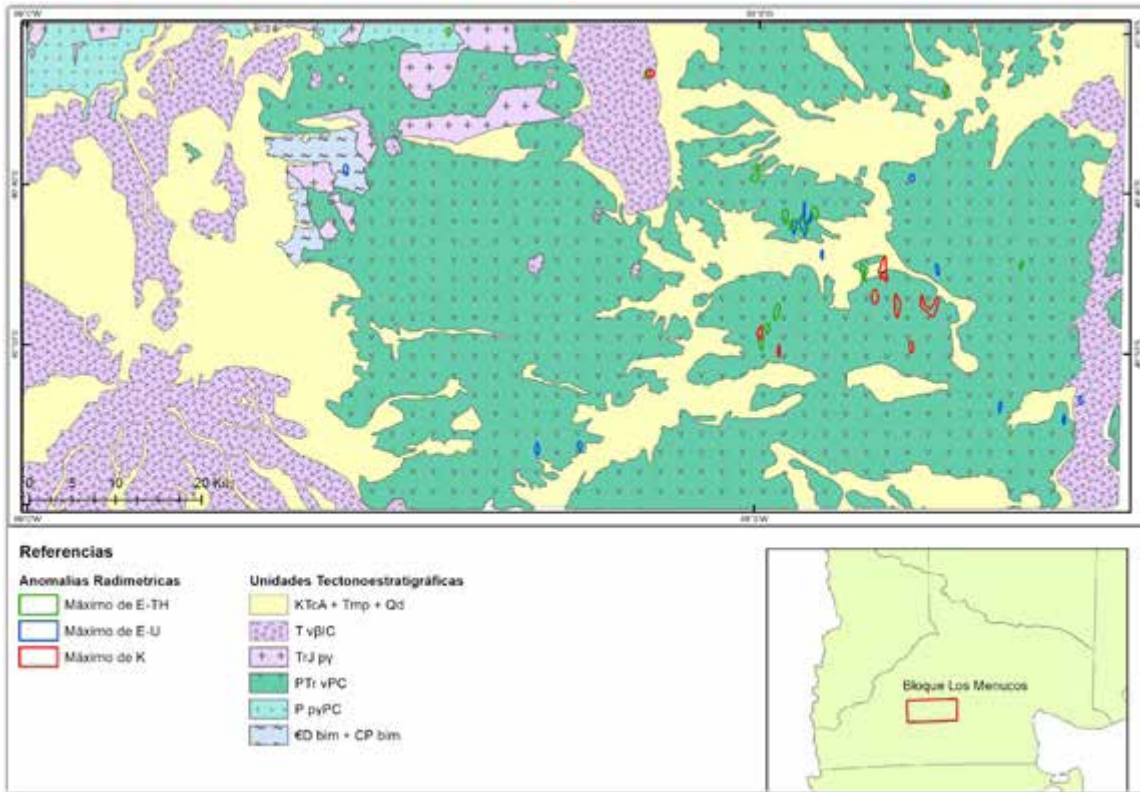
ANEXO 4. INTERPRETACIÓN DE GAMMAESPECTROMETRÍA AÉREA



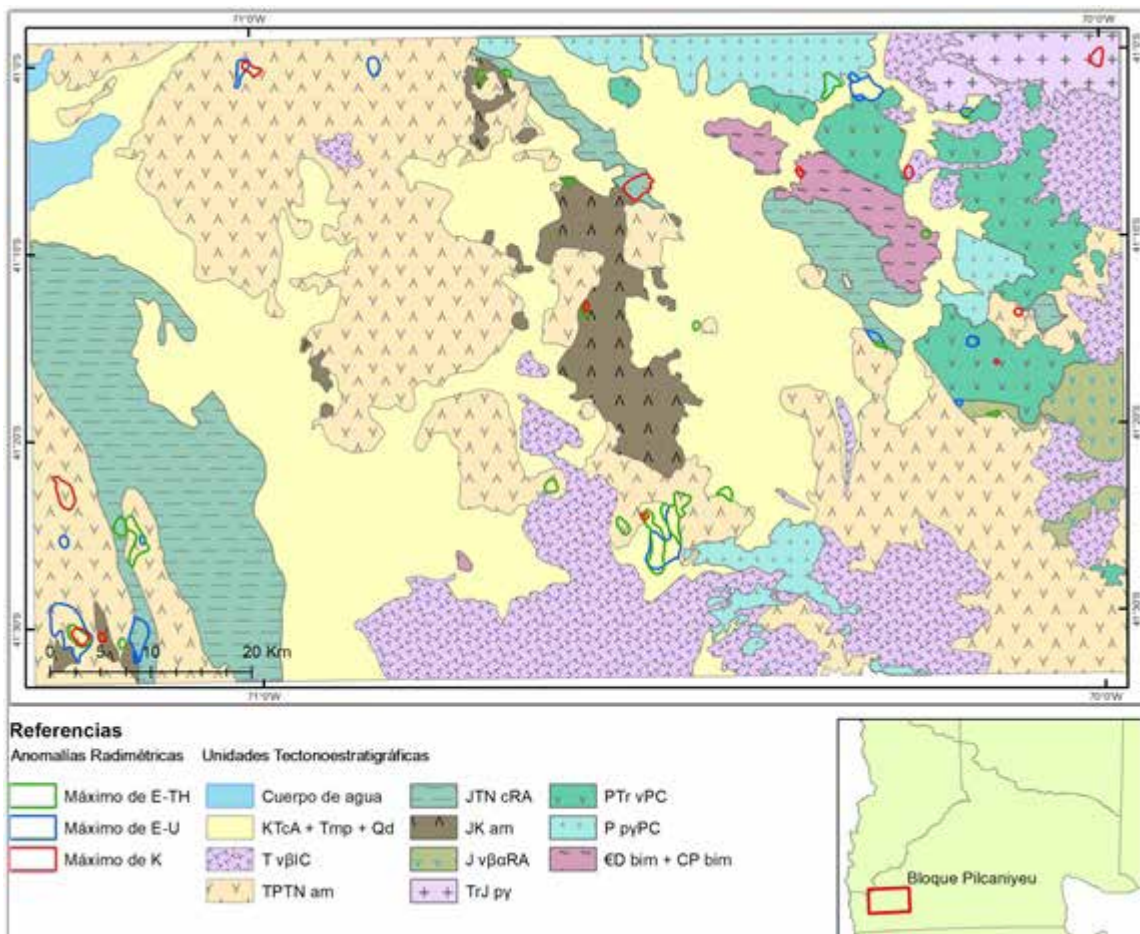
Anexo 4 Figura 1. Mapa de resultados con la definición de las anomalías de U, Th y K en el Bloque Esquel.



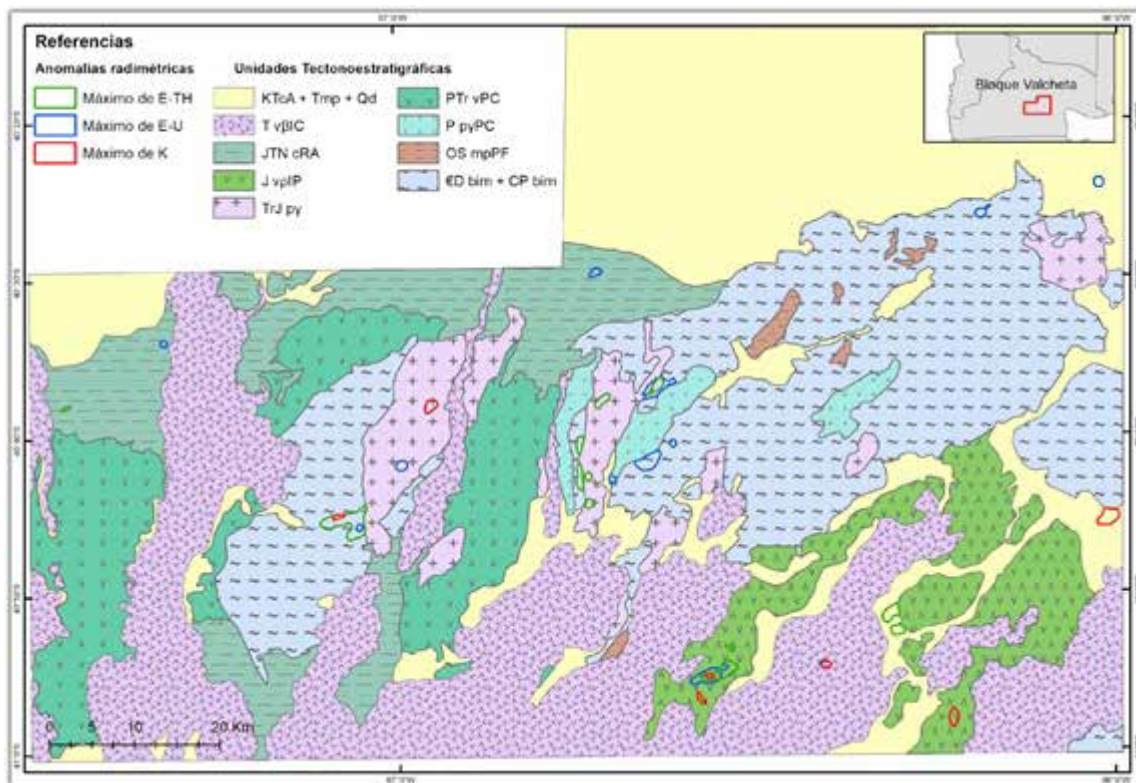
Anexo 4 Figura 2. Mapa de resultados con la definición de las anomalías de las U, Th y K en el Bloque Jacobacci.



Anexo 4 Figura 3. Mapa de resultados con la definición de anomalías de las U, Th y K en el Bloque Los Menucos.

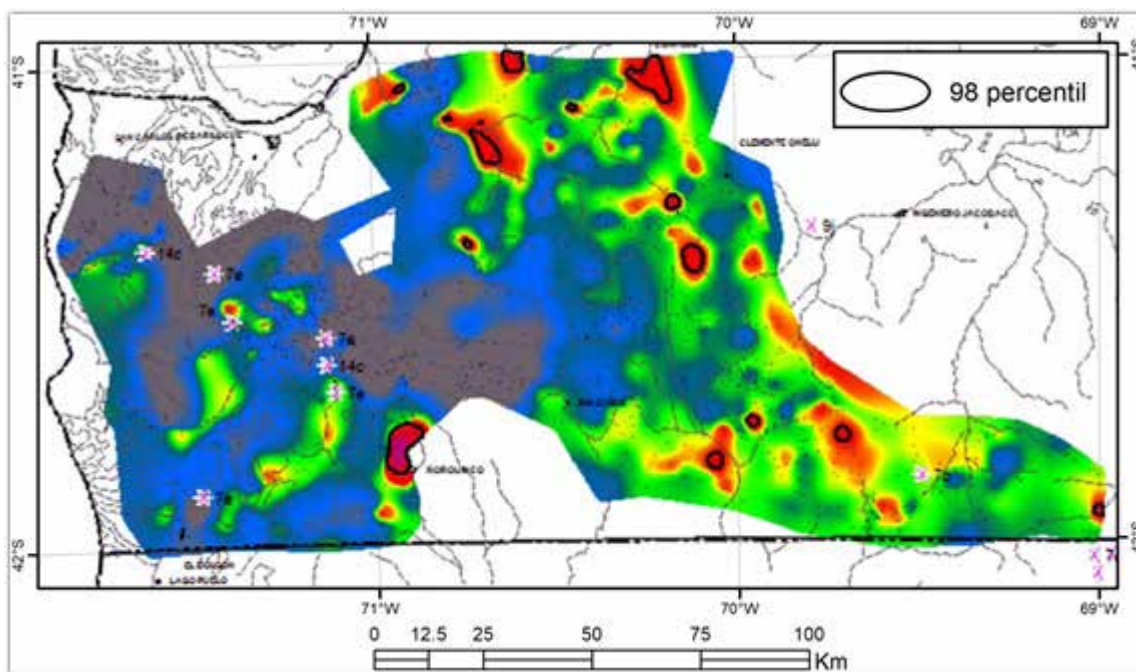


Anexo 4 Figura 4. Mapa de resultados con la definición de las anomalías de U, Th y K en el Bloque Pilcaniyeu.

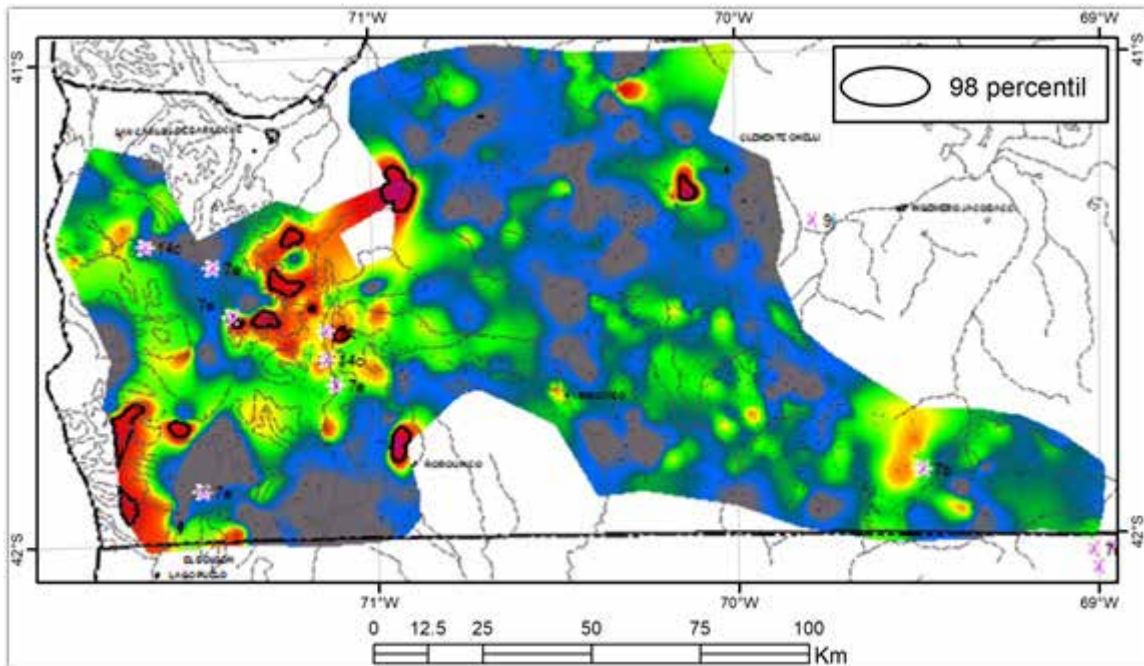


Anexo 4 Figura 5. Mapa de resultados con la definición de las anomalías de U, Th y K en el Bloque Valcheta.

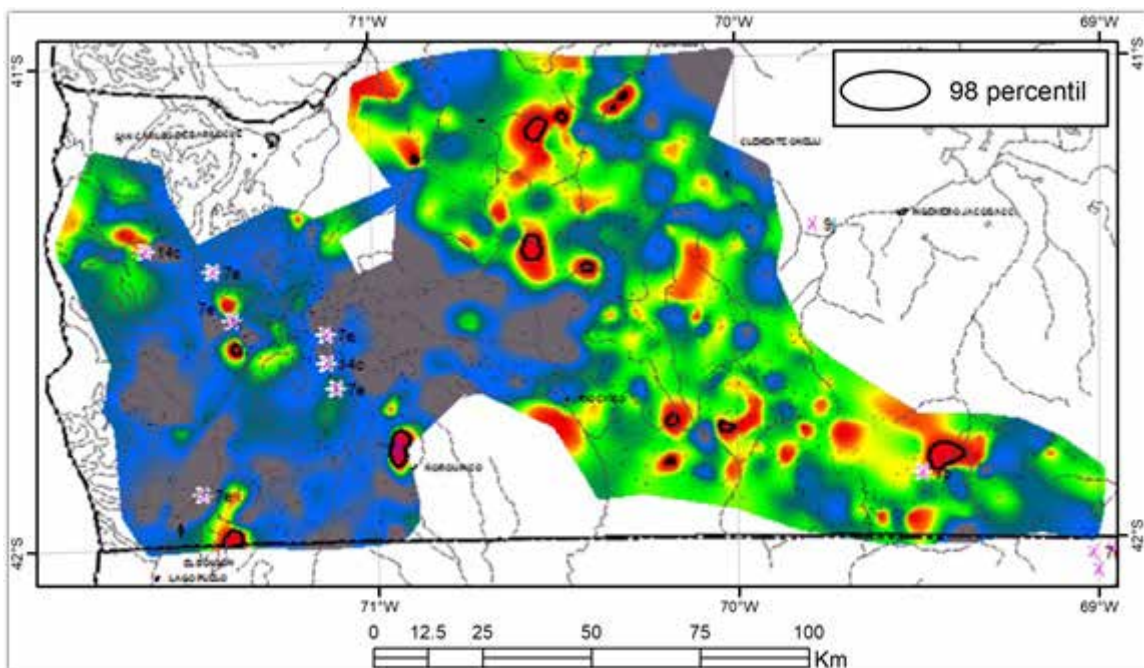
ANEXO 5. INTERPRETACIÓN GEOQUÍMICA EN EL BLOQUE BARILOCHE – INGENIERO JACOBACCI



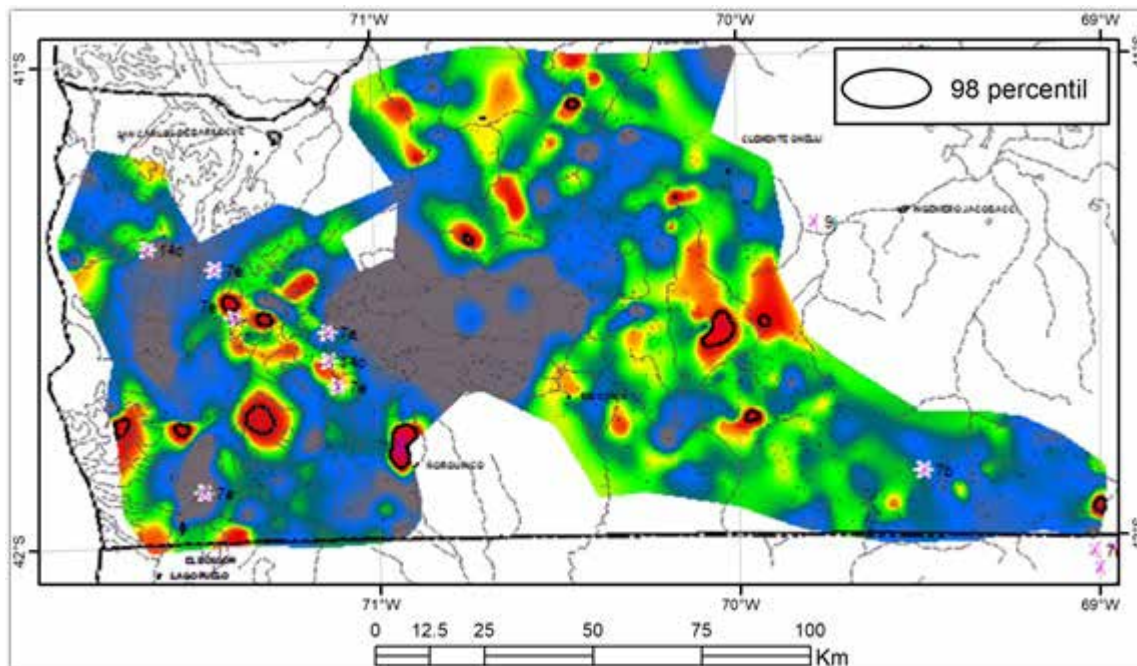
Anexo 5 Figura 1. Factor de mineralización Pb, Mo (Zn).



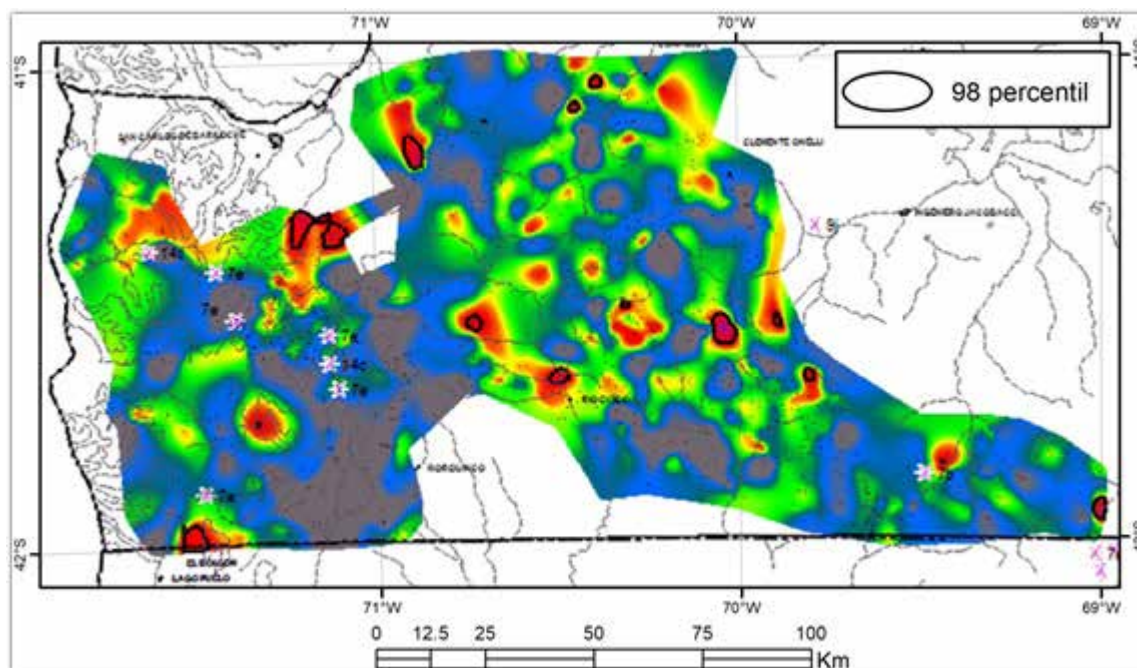
Anexo 5 Figura 2. Factor de alteración hidrotermal y litológico Cs, Rb, Be (K, Zn).



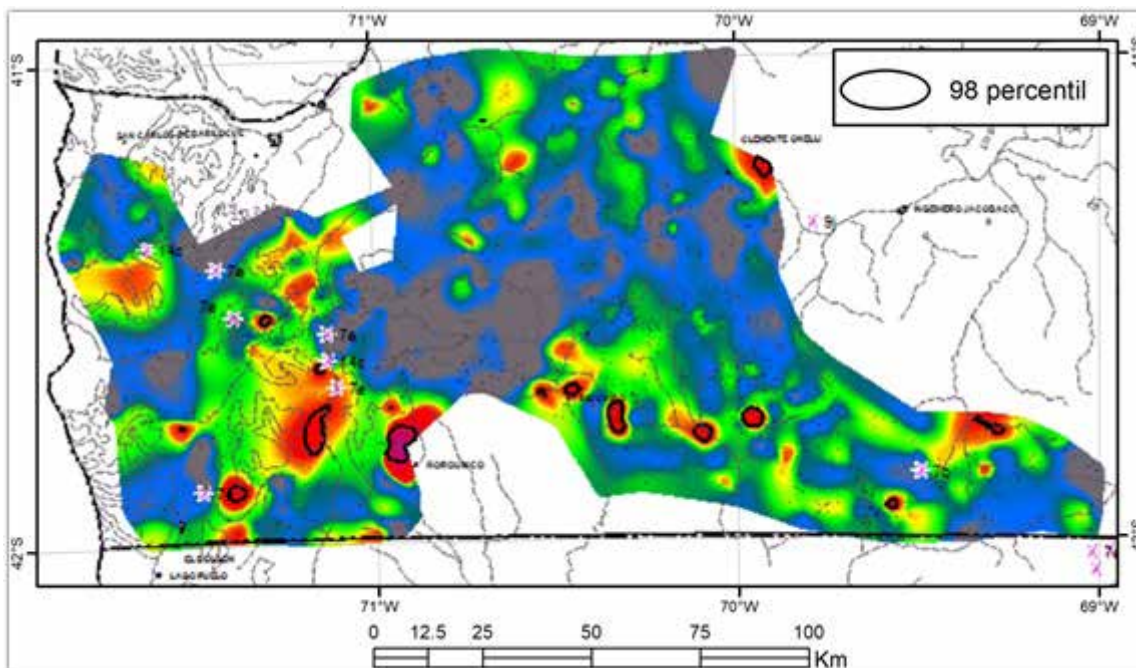
Anexo 5 Figura 3. Anomalías destacadas con el índice de mineralización *Porphyry Copper Index*.



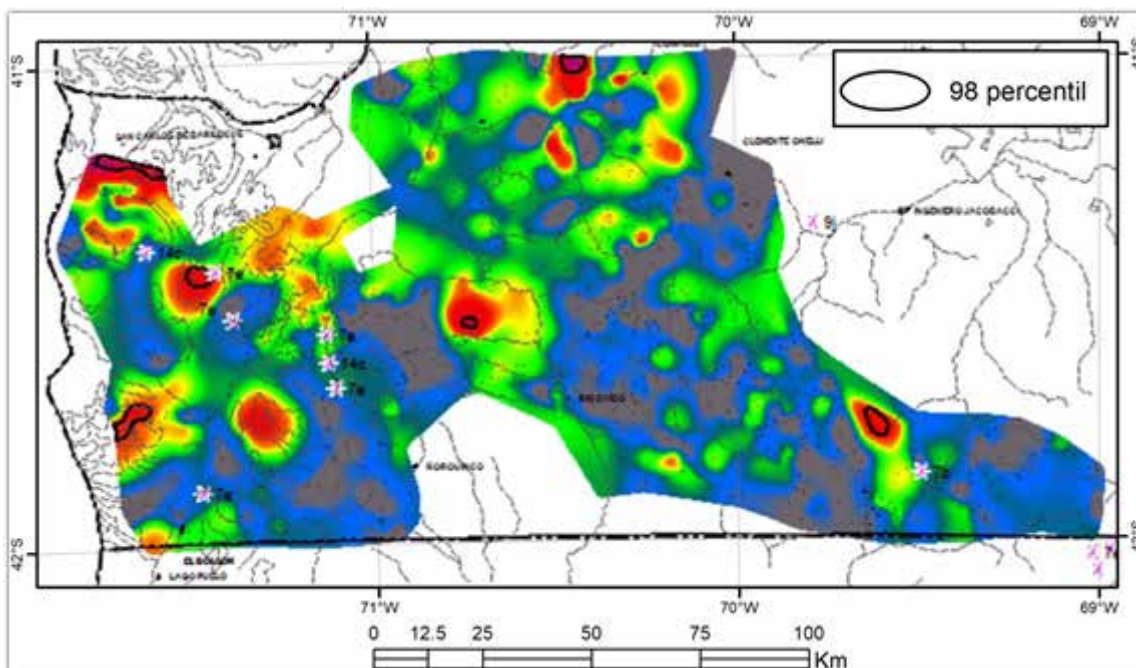
Anexo 5 Figura 4. Anomalías observadas con el índice de mineralización *Base Metal Index*.



Anexo 5 Figura 5. Anomalías observadas con el índice de mineralización *Epithermal Precious Metal Index*.



Anexo 5 Figura 6. Anomalías observadas usando los índices de Smith y Perdrix (1983).



Anexo 5 Figura 7. Anomalías observadas usando los índices de Smith *et al.* (1987).