

# FAJAS METALOGENÉTICAS DE PÓRFIDOS DE COBRE DE LA REPÚBLICA ARGENTINA

Pablo JOHANIS, David SCHÖMWANDT, Martín GOZALVEZ,  
Dolores ALVAREZ, Javier BENITEZ, Julio BRUNA NOVILLO



Operaciones a cielo abierto en el pórfido Bajo de la Alumbraera

ISSN 2618-5032

BUENOS AIRES | 2026

---

## SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO

---

*Presidente:* Dr. Julio Matteo Bruna Novillo

---

## DIRECCIÓN NACIONAL DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES

---

*Director:* Dr. Martín Ricardo Gozalvez

---

## DIRECCIÓN DE RECURSOS MINERALES

---

*Director:* Lic. Pablo Esteban Johanis

### REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

*Esta publicación debe citarse como:*

Johanis, P. E., Schömwandt, D., Gozalvez, M. R., Álvarez, M. D., Benítez, J. J., Bruna Novillo, J. 2026. Fajas metalogenéticas de pórfidos de cobre de la República Argentina. 37 pp. (Serie Contribuciones Técnicas. Recursos Minerales N° 57). Buenos Aires, Servicio Geológico Minero Argentino. Dirección Nacional de Recursos Geológicos Mineros. ISSN 2618.5032

*Descargo de responsabilidad: Esta información es de carácter preliminar o provisional y puede estar sujeta a cambios tras una revisión posterior. Se comparte con el propósito de ofrecer la mejor información científica disponible en el momento. El Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) no ha validado esta información de manera definitiva y la proporciona bajo la condición de que ni el SEGEMAR ni el Gobierno de la República Argentina serán responsables por cualquier daño que pueda derivarse del uso autorizado o no autorizado de la misma.*

ISSN 2618-5032

ES PROPIEDAD DEL 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](http://www.segemar.gov.ar)

SERIE CONTRIBUCIONES TÉCNICAS - RECURSOS MINERALES N° 57

# **FAJAS METALOGENÉTICAS DE PÓRFIDOS DE COBRE DE LA REPÚBLICA ARGENTINA**

Pablo JOHANIS<sup>1</sup>, David SCHÖMWANDT<sup>1</sup>, Martín GOZALVEZ<sup>1</sup>  
Dolores ALVAREZ<sup>1</sup>, Javier BENITEZ<sup>1</sup>, Julio BRUNA NOVILLO<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Servicio Geológico Minero Argentino

*Edición:* Daniel Rastelli

ISSN 2618-5032

BUENOS AIRES 2026

## CONTENIDO

<b>RESUMEN</b>	.....	1
<b>ABSTRACT</b>	.....	1
<b>1. INTRODUCCIÓN Y MARCO CONCEPTUAL</b>	.....	2
1.1. Contexto global del cobre y depósitos tipo pórfido de cobre	.....	2
1.2. Modelo de depósitos tipo pórfido de cobre	.....	2
1.3. Patrones de alteración y mineralización	.....	2
1.4. Clasificación de vetas	.....	4
<b>2. ANTECEDENTES</b>	.....	5
<b>3. METODOLOGÍA Y DEFINICIONES</b>	.....	6
<b>4. POTENCIAL DE COBRE EN LA ARGENTINA</b>	.....	10
<b>5. FAJAS DE PÓRFIDOS DE COBRE DE LA ARGENTINA</b>	.....	10
<b>6. CONTROLES ESTRUCTURALES Y GEODINÁMICOS</b>	.....	27
6.1. Configuración tectónica regional y metalogénesis	.....	27
6.2. Lineamientos transversales (ESE-ONO)	.....	27
6.3. Estructuras de arco (N-S)	.....	27
<b>7. INDICADORES PETROLÓGICOS Y GEOQUÍMICOS</b>	.....	27
7.1. Magmas fértiles y petrogénesis	.....	27
7.2. Geocronología, geoquímica isotópica y microtermometría de inclusiones fluidas	.....	27
<b>8. ORDENAMIENTO TERRITORIAL</b>	.....	29
<b>9. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS</b>	.....	29
<b>10. SÍNTESIS Y DIRECTRICES</b>	.....	29
10.1. Síntesis de recursos de cobre	.....	29
10.2. Direcciones estratégicas de exploración	.....	30
10.3. Finalidad del mapa	.....	30
<b>11. AGRADECIMIENTOS</b>	.....	30
<b>12. TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO</b>	.....	31

## RESUMEN

Los depósitos de cobre porfídico constituyen la principal fuente mundial de cobre, un metal crítico para la transición energética y la electrificación global. En este contexto, la delimitación de fajas metalogenéticas es esencial para evaluar y jerarquizar el potencial minero nacional. Esta contribución técnica presenta el Mapa de fajas metalogenéticas de pórfidos de cobre de la República Argentina, concebido como una plataforma cartográfica interactiva que integra dominios metalogenéticos, vectores de exploración (controles estructurales, anomalías geoquímicas y zonación de alteración) y capas críticas de ordenamiento territorial.

Se definieron once fajas metalogenéticas asociadas a la evolución de arcos magmáticos y ambientes de trasarco desde el Pérmico hasta el Plioceno. Los recursos identificados en el país alcanzan los 55 Mt de Cu, mientras que las estimaciones de recursos no descubiertos más que triplican dicha base, proyectando una dotación total cercana a los 240 Mt de Cu. El magmatismo del Cenozoico tardío se ratifica como el evento de mayor fertilidad. El análisis incorpora, además, la intersección geoespacial con áreas restringidas y el inventario nacional de glaciares para determinar la factibilidad real de los objetivos de exploración. Este trabajo constituye una herramienta estratégica para orientar la inversión, mitigar riesgos geológico-económicos y proporcionar una base científica sólida para el desarrollo de los recursos minerales de la Argentina.

**Palabras clave:** Pórfidos de cobre, fajas metalogenéticas, Argentina, recursos, potencial, exploración.

## ABSTRACT

Porphyry copper deposits constitute the world's primary source of copper, a metal increasingly critical for the global energy transition and electrification. The delimitation of metallogenic belts is fundamental for assessing and prioritizing national mineral potential. This technical contribution introduces the Porphyry copper metallogenic belts map of the Argentine Republic, an interactive geospatial platform that integrates metallogenic domains, key exploration vectors—such as structural controls, geochemical anomalies, and hydrothermal alteration—and essential land-use planning layers.

Eleven metallogenic belts were defined, corresponding to the evolution of magmatic arcs and backarc environments from the Permian to the Pliocene. Identified copper resources in Argentina currently reach 55 Mt, while estimates of undiscovered resources more than triple this base, projecting a total metal endowment of nearly 240 Mt of Cu. Late Cenozoic magmatism is identified as the most fertile event, characterized by specific geodynamic conditions favorable for Tier-1 deposits. Furthermore, the analysis incorporates geospatial intersections with protected areas and the national glacier inventory to evaluate the actual feasibility of exploration targets. This work serves as a strategic tool to guide future exploration, mitigate geological-economic risk, and provide a robust scientific foundation for the sustainable development of Argentina's mineral resources.

**Keywords:** Porphyry copper, metallogenic belts, Argentina, resources, exploration.

## 1. INTRODUCCIÓN Y MARCO CONCEPTUAL

Los depósitos de tipo pórfido de cobre (PCu) representan la principal fuente mundial de cobre (Cu), molibdeno (Mo) y renio (Re), además de ser subproductos críticos y significativos de oro (Au) y plata (Ag). Su génesis está vinculada a sistemas hidrotermales-magmáticos asociados a intrusiones de composición félsica a intermedia, emplazadas en niveles corticales someros (epizonales) dentro de arcos magmáticos de márgenes convergentes. La República Argentina, en su segmento andino, forma parte de Zona Volcánica Central de los Andes (CAVZ), que se extiende desde Ecuador hasta Chile y Argentina, y que alberga el 39% de los recursos mundiales de cobre (Hammarstrom 2022). La caracterización sistemática y la delimitación de fajas metalogenéticas de pórfidos de cobre resultan imperativas para la evaluación del potencial minero nacional, permitiendo optimizar los vectores de exploración y consolidar una base técnica para el desarrollo estratégico de los recursos minerales.

### 1.1. CONTEXTO GLOBAL DEL COBRE Y DEPÓSITOS TIPO PÓRFIDO DE COBRE

El cobre es un metal esencial para la transición energética y la electrificación global, debido a su alta conductividad térmica y eléctrica. Aproximadamente el 60% de la producción mundial de cobre primario proviene de los sistemas de tipo pórfido (Sinclair 2007). La Cordillera de los Andes constituye la provincia metalogenética cuprífera más importante del mundo, que contiene cinco de los diez mayores distritos de cobre mundiales en explotación (Escondida, Collahuasi y El Teniente en Chile; Cerro Verde y Antamina en Perú), y los de mayores recursos (Chuquicamata, El Teniente, Los Bronces, Escondida, en Chile). En este contexto, la República Argentina, con su extenso territorio andino, posee un potencial excepcional, actualmente subexplorado en comparación sus vecinos Chile y Perú. La identificación de fajas metalogenéticas, fundamentada en la evolución tectono-magmática regional, resulta crítica para orientar los esfuerzos de exploración hacia dominios geológicamente favorables con alta probabilidad de descubrimiento.

### 1.2. MODELO DE DEPÓSITOS TIPO PÓRFIDO DE COBRE

Un sistema de tipo pórfido de cobre se define como una concentración económica de metales, principalmente Cu, con Mo y  $\pm$ Au como subproductos críticos, frecuentemente con Ag, con Re como traza, ocasionalmente con Pb, Zn y elementos del grupo del platino, y otros. Se vincula genéticamente a stocks y diques porfiricos de composición félsica a intermedia que intruyen plutonitas, volcanitas o rocas sedimentarias (Kirkham 1971, Sinclair 2007). Se caracterizan por ser sistemas de gran volumen (decenas a miles de millones de toneladas) con leyes relativamente bajas de 0,3 a 1,5 % Cu (Seedorf *et al.* 2005; Sillitoe 2010). La mineralización se presenta predominantemente como disseminaciones y en una densa red de vetillas (stockwork) que afecta a la roca intrusiva y a la roca de caja circundante, producto de procesos de fracturamiento hidráulico. Su formación es el resultado de la evolución de sistemas magmático-hidrotermales complejos, donde la exsolución y el particionamiento de una fase fluida acuosa salina —en condiciones de transición frágil-dúctil— facilitan la precipitación de sulfuros en entornos de baja presión cortical.

Dentro del modelo generalizado de un sistema magmático-hidrotermal centrado en pórfidos de cobre (Fig. 1), es posible identificar diversos modelos de depósitos asociados y genéticamente vinculados, los cuales se disponen espacialmente según su posición relativa al centro del sistema. Esta configuración permite hallar tipologías en sectores proximales, como skarns cupríferos y chimeneas de brecha, o bien manifestaciones en entornos distales y niveles corticales más someros, tales como depósitos epitermales (de alta, media o baja sulfuración) y vetas polimetálicas.

### 1.3. PATRONES DE ALTERACIÓN Y MINERALIZACIÓN

Los sistemas de pórfido de cobre presentan una zonación hidrotermal y geoquímica simétrica, producto del gradiente térmico y la evolución química de los fluidos magmáticos, que es fundamental para su reconocimiento y exploración. De acuerdo con los modelos clásicos y revisiones recientes (Seedorff *et al.*, 2005; Sillitoe, 2010; Kouzmanov y Pokrovski, 2012), se definen los siguientes dominios desde el núcleo hacia la periferia:

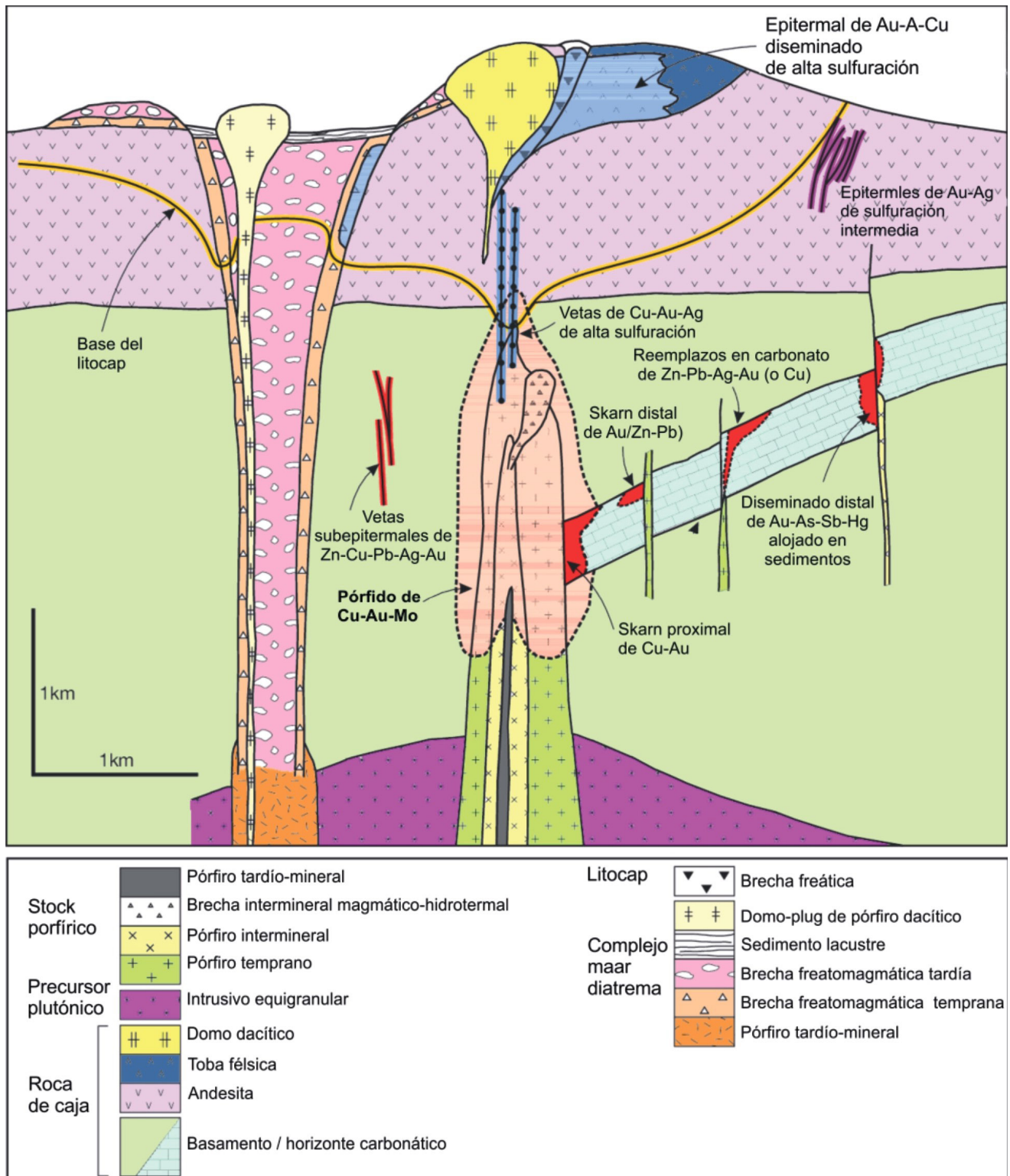


Figura 1. Modelo generalizado de un sistema tipo PCu y depósitos asociados (modificado de Sillitoe 2010)

- Alteración Potásica: núcleo de alta temperatura (>400-600°C) caracterizado por el ensamble feldespato potásico-biotita secundaria ( $\pm$  magnetita). Aloja la mineralización de mayor ley de hipógeno, con una asociación característica de calcopirita-bornita y bajos contenidos de pirita.
- Alteración Fílica (Cuarzo-Sericítica): dominio de hidrólisis moderada a fuerte, en un rango de temperatura de 200°-400°C, definido por el ensamble cuarzo-sericita-pirita. Representa el colapso del sistema y suele ocurrir como una sobreimpresión telescópica sobre el núcleo potásico, controlada por el descenso en el pH y la temperatura del fluido.
- Alteración Argílica Avanzada: zona de lixiviación extrema de bases en condiciones de pH muy

bajo (<2), con presencia de pirofilita, alunita, diásporo y caolinita. Este dominio puede formar la parte superior del sistema o estar vinculado a litocap de alta sulfuración.

- Alteración Epidoto-Clorita (Propilitización): presenta dos halos; el interno con epidoto-clorita y el externo con epidoto+clorita±actinolita±carbonato ±pirita±magnetita, representa una zona más distal. Estas zonas envuelven el núcleo mineralizado de Cu-Au. El aumento en la proporción de epidoto frente a clorita, y la aparición de actinolita-magnetita, son vectores que indican proximidad al núcleo potásico (biotita-feldespato K).

La distribución de metales responde a un fraccionamiento geoquímico donde el Cu-Au se concentra en el núcleo potásico, presentando una correlación positiva, mientras que el molibdeno tiende a formar halos concéntricos de alta temperatura, asociado a vetillas tipo B y halo filico.

Otras revisiones basadas en casos prácticos de pórfidos locales (Proffett 2003, Bruna Novillo 2018) desarrollan un modelo aplicado y práctico, que reconoce la ubicuidad de la sericita, la frecuente superposición de la alteraciones argílica intermedia y filica (cuarzo-sericítica) que dificulta su distinción, la presencia de alteración de cuarzo + magnetita. De tal manera, la mineralogía y zonación de las facies de alteración queda definida según la siguiente secuencia:

- (1) formación de zonas de alteración cuarzo-magnetita en vetillas, y por sectores en forma masiva, seguida por alteración potásica (biotita ± feldespato potásico ± magnetita), y epidoto-clorita (epidoto-clorita ± carbonatos);
- (2) desarrollo de la alteración ADF (Alteración Destructiva de Feldespatos), formada por las alteraciones filica (cuarzo-sericita ± pirita) y argílica intermedia (hacia fuera y arriba en la parte superior), por sectores en forma escasa a moderada, sobreimpuesta a la alteración potásica; y
- (3) formación de facies de alteración argílica avanzada en la parte superior del sistema.

La mineralización está controlada por la red de vetillas, stockwork y diseminada asociado a un sistema tipo pórfido, así como a brechas centrada en el complejo volcánico-intrusivo. Muestran anomalías geoquímicas de Cu, Au y Ag en el centro, y Mo en la periferia. Puede haber contenidos anómalos de Pb, Zn y Mn.

El modelo conceptual aquí descripto presenta manifestaciones mucho más complejas, debidas al

tipo de emplazamiento y estructuras presentes. En la porción central de los Andes argentino-chilenos, los cuerpos hipabisales o pórfidos se emplazan en fase compresiva (producto del empuje de la Placa de Nazca sobre la Placa Sudamericana), generando fuertes fallamientos en sentido N-S de tipo inverso de alto ángulo. Por ello el o los cuerpos intrusivos (pórfidos) se disponen en forma inclinada, a veces volcada, truncados por fallas en otras, lo que genera una sucesión de alteraciones en general sobreimpuestas y/o repetidas e incluso faltantes.

A este proceso o estilo intrusivo se le suma un proceso estructural y magmático definido como “*telescoping*” (Sillitoe, 1994), quién lo define como un proceso dinámico de superposición vertical de ambientes hidrotermales y metalogénicos, causado por una rápida exhumación (*uplift* + erosión) que ocurre simultáneamente con la intrusión repetida de cuerpos hipabisales o pórfidos en un arco magmático activo, como el de la Cordillera de los Andes; esto genera una superposición de alteraciones y mineralizaciones que en condiciones normales esta convenientemente separadas como ya fueron descritas.

#### 1.4. CLASIFICACIÓN DE VETAS

En su clásico trabajo de 1975 sobre el pórfido de cobre El Salvador (Chile), Gustafson y Hunt desarrollaron una clasificación de sistemas de vetas de cuarzo A, B y D que es de aplicación práctica generalizada en pórfidos y sistemas epitermales. Las vetas de cuarzo suelen clasificarse según su morfología, mineralogía, relaciones de corte y asociación con alteración hidrotermal. La clasificación de vetas A, B, D (y a veces otras, como C o M) es común en la literatura geológica:

Las **vetas tipo A** (*A veins*) se forman en etapas tempranas del sistema hidrotermal, asociadas a la alteración potásica (feldespato potásico, biotita, magnetita). Son vetas gruesas (varios centímetros a metros), irregulares, con bordes difusos. Su mineralogía está dominada por cuarzo + feldespato potásico ± biotita ± magnetita. Pueden contener calcopirita y bornita como sulfuros principales. Están asociadas a los halos de alteración potásica (feldespato potásico secundario, biotita verde). Se forman a altas temperaturas (>400°C), vinculadas a fluidos magmáticos profundos. Contienen cobre (Cu) y oro (Au), pero su distribución suele ser irregular.

Las **vetas tipo B** (*B veins*) se forman después de las A, asociadas a la alteración filica (cuarzo + sericita ± pirita). Son vetas delgadas (mm a cm), en “*sheeted veins*” (paralelas y densamente agrupadas).

La mineralogía es de cuarzo + sericita + pirita ± calcopirita ± molibdenita. A veces presentan texturas bandeadas. Se asocian a halos oscuros de sericita + pirita (alteración filica), y corresponden a temperaturas de formación medias a altas (300–400°C). Son las principales portadoras de cobre en pórfiros. La pirita es abundante, la calcopirita suele estar en los bordes de las vetas.

Las **vetas tipo D** (*D veins*) son vetas tardías, asociadas a la alteración epidoto-clorita o propilítica (clorita + epidoto + calcita). Son vetas irregulares, a veces en forma de "stockwork" formadas por cuarzo + clorita ± calcita ± epidoto ± pirita. Contienen menos sulfuros metálicos que las A y B. Se asocian con halos verdes (clorita) o blanquecinos (calcita). Son de temperatura baja a media (<300°C), vinculadas a fluidos más diluidos y meteóricos. Generalmente son pobres en mineralización, pero pueden contener oro en algunos sistemas.

Otras clasificaciones incorporan tipos adicionales de vetas (C, M, etcétera.)

Las **vetas tipo C**, en algunos sistemas, se definen como vetas tardías con alteración argílica avanzada (caolinita, alunita), vinculadas a fluidos ácidos. Son comunes en sistemas epitermales de alta sulfuración.

Las **vetas tipo M** (*Molybdenite veins*) son vetas especializadas en molibdenita, asociadas a alteración potásica o filica, típicas en algunos pórfidos ricos en Mo por ejemplo en el pórfido de Portezuelo de Illanes en la faja metalogénica Miocena Superior-Pliocena de retroarco en Famatina, provincia de La Rioja (Marcos, 1978).

El **stockwork** es una red densa de vetas y microfracturas que forman una malla interconectada. En

pórfiros, suele estar compuesto por vetas A + B, que forman el núcleo del stockwork, con alta densidad de vetas y mineralización de Cu-Mo-Au, y vetas D, que rellenan fracturas periféricas o zonas más externas del sistema.

La secuencia paragenética de vetas y sus relaciones de corte indica que las vetas A son formadas primero, y cortadas por las vetas B. Las vetas B cortan a las A y son cortadas por las vetas D. Las vetas D son las más tardías, y se superponen a las alteraciones epidoto-clorita.

En general las vetas tipo B son la principal fuente de Cu en pórfidos de cobre, mientras que las vetas A tienen importancia económica en los pórfiros auríferos. El stockwork (la combinación de vetas A, B y D) define el núcleo ("*shell zone*") donde se concentra la mineralización.

## 2. ANTECEDENTES

El informe Open-File Report 2008-1253 titulado "Evaluación cuantitativa de recursos minerales de Cobre, Molibdeno, Oro y Plata en yacimientos de pórfido cuprífero no descubiertos en la Cordillera de los Andes de América del Sur" (Cunningham *et al.*, 2008) fue preparado y publicado conjuntamente por los servicios geológicos de Argentina (SEGEMAR), Chile (SERNAGEOMIN), Colombia (INGEOMINAS), Perú (INGEMMET) y Estados Unidos (U.S. Geological Survey - USGS). El objetivo principal de la investigación fue la evaluación de recursos minerales, delimitando la ubicación de áreas propicias (*permissive tracts*) y estimando probabilísticamente



Figura 2. Portadas de publicaciones antecedentes que refieren a fajas de pórfidos de cobre en Argentina

las cantidades de cobre (Cu), molibdeno (Mo), oro (Au) y plata (Ag) en depósitos de pórfido cuprífero no descubiertos en la Cordillera de los Andes de América del Sur.

En 2015 el SEGEMAR publicó el estudio sobre “Las fajas metalogenéticas cupríferas de la República Argentina” (Cardó *et al.* 2015), basado en el análisis de todos los depósitos en los que el cobre participa, incluso aquellos donde es minoritario o aparece como vestigio, cualquiera fuese el tipo de depósito. En aquel trabajo se identificaron cuarenta y dos fajas metalogenéticas que se agruparon en cinco episodios metalogenéticos (Pampeanos, Famatinianos, Gondwánicos, Ándicos del Jurásico-Cretácico y Ándicos Cenozoicos).

Tomando como base estos antecedentes (Fig. 2), en 2021 el SEGEMAR publicó sobre el potencial en recursos minerales del territorio continental de la República Argentina (Zappettini y Gozalvez 2021). Este trabajo proporciona la metodología de evaluación cuantitativa y las cifras actualizadas de recursos y potencial no descubiertos, específicamente para los sistemas tipo PCu, sobre las mismas áreas propicias que fueran definidas por Cunningham *et al.* en 2008.

### 3. METODOLOGÍA Y DEFINICIONES

El Mapa de Fajas de Pórfidos de Cobre de la República Argentina que acompaña al presente informe se diseñó como una plataforma cartográfica interactiva que combina características de un sistema de información geográfico con herramientas de análisis de información.

El mapa abarca la porción del territorio argentino localizada en el continente americano, bajo el sistema de referencia geodésico WGS84 (World Geodetic System, 1984). La escala no es fija, pero se recomienda el rango 1:25.000.000 a 1:250.000 para la visualización. La escala menor permite la visualización del mapa completo en pantallas de computadora estándar. Aunque el mapa no limita la posibilidad de hacer zoom, la escala mayor guarda relación con la resolución de la información suministrada, los cuales provienen de relevamientos geológicos y minero-metalogenéticos sistemáticos realizados por el SEGEMAR a escala 1:250.000.

La **información topográfica de base** emplea capas provistas por el Instituto Geográfico Nacional (IGN). También se confeccionó una capa geocronológica a partir del Mapa Geológico de la República

Argentina a escala 1:2.500.000 (Lizuin Fuentes y Panza, 2018) en que las unidades geológicas fueron representadas en escala de grises de acuerdo con su edad, reservando los tonos más oscuros para las unidades más antiguas. Esta representación facilita la correlación espacial de las fajas de pórfidos con los sectores en los cuales aflora basamento cristalino y las estructuras que las delimitan.

La información restante desplegada se organiza en tres temáticas: dominios metalogenéticos (fajas de pórfidos de cobre, metalotectos litológicos, pórfidos de cobre, otros depósitos, proyectos mineros); factores de exploración indicativos (indicios estructurales, geoquímica de cobre, alteración hidrotermal); ordenamiento territorial (inventario de glaciares, áreas protegidas)

La temática de **Dominios Metalogenéticos** comprende once fajas como elemento fundamental, las cuales son áreas poligonales cerradas. Desde el punto de vista metalogenético, las fajas tienen continuidad en los países limítrofes, sin embargo, en el mapa solo se representa la porción de las fajas desarrollada en territorio argentino. La mayoría de las fajas quedan definidas por un único polígono, en tanto que otras se componen por varios sectores, debido a su intersección con el límite internacional. Fundamentalmente corresponden al emplazamiento de arcos magmáticos durante distintas épocas geológicas, donde las condiciones de flujo térmico y aporte de fluidos fueron propicias para la génesis de depósitos tipo pórfido de Cu (PCu).

La capa del mapa denominada “Pórfidos de Cobre”, se basa en la información geoespacial Depósitos minerales metalíferos 250k (SIGAM, 2025). Es una capa de datos puntuales que incluye estos tipos de depósitos. Corresponden a registros de la Base de datos de Yacimientos de la República Argentina pertenecientes a los modelos metalogenéticos tipo pórfido y sus subtipos (4a, 4b, 4c y 4d). Johannis *et al.* (2023) reseñan el complejo modelo de datos de la Base de Datos de Yacimientos, lo que permite que para cada depósito desplegado en el mapa se pueda contar con un identificador único del depósito en la base de datos (DEPNO), distrito minero, nombre, modelo, tamaño, edades superior e inferior de la mineralización, estilo de la mineralización, asociación mineralógica, alteración hidrotermal, unidad estratigráfica de la roca de caja, litología de la roca de caja, edades superior e inferior de la roca de caja, recursos minerales, ley, *commodity*, referencias bibliográficas y ficha. Cada registro cuenta con un hipervínculo operativo a la Ficha-Mina en formato HTML, alojada

da en los servidores del SEGEMAR. Este repositorio asegura la trazabilidad y actualización semestral de la información técnica y bibliográfica.

Con relación a la terminología, en esta publicación se emplea el término pórfido conforme al uso consolidado en la geología económica en idioma español, como denominación metalogenética equivalente a *porphyry copper deposit*, sin implicar una definición petrográfica estricta, ni tampoco asociación con la roca de aplicación de textura porfídica.

El mapa incluye una capa de datos denominada "Depósitos Asociados" que agrupa tipologías genéticamente vinculadas a los sistemas de pórfido, tales como: epitermales de alta sulfuración, skarns cupríferos, depósitos de chimeneas de brecha, depósitos epitermales de media y baja sulfuración, depósitos distales y de tipo hot spring, vetas polimetálicas conteniendo cobre, tanto como mineral principal como accesorio, vetas de minerales de cobre asociadas a granitoides.

El objetivo de integrar una capa de depósitos genéticamente relacionados a los sistemas de pórfido es fortalecer los vectores de exploración mediante indicadores indirectos de mineralización. Los depósitos de cobre sedimentario y cobre en areniscas fueron excluidos; aunque estos reflejan la presencia del metal a escala regional, tienen escasa vinculación directa con los procesos magmático-hidrotermales de arco y la evolución de fluidos magmáticos propios de los pórfidos. En las tablas de depósitos asociados del presente informe se proporcionan hipervínculos para acceder a la ficha-mina de cada depósito mencionado con su información completa.

Tanto para los pórfidos como para otros depósitos asociados, su inclusión en una faja es resultado de un riguroso escrutinio en la edad de la roca de caja y la mineralización, la cual debe coincidir o ser compatible con la edad de la faja. En las áreas de superposición de fajas metalogenéticas o telescopismo, existen algunos depósitos de edad no determinada, o con un amplio rango potencial de edades, o con mineralizaciones recurrentes (Sillitoe y Perelló 2024), que justifican su inclusión en más de una faja.

Una capa de información adicional para cada faja representada es la de "Proyectos Mineros". Este nivel de datos detalla, a la fecha de publicación, el nombre, estatus operativo (exploración, PEA, PFS, FS), empresa controlante y enlaces a reportes técnicos (estándares NI 43-101 o similares). Esta capa engloba tanto blancos identificados como sistemas con potencial de subproductos de cobre, optimizando la visión prospectiva del territorio.

De la capa de unidades geológicas del Mapa Geológico de la República Argentina a escala 1:2.500.000, se retuvieron aquellas que caracterizan la actividad plutónica y volcánica de cada faja metalogenética representada, con correspondencia tanto de edad como de ambiente tectónico. El despliegue de las unidades litoestratigráficas representativas de cada faja contribuye a delimitar su extensión y precisar sus límites. Cada polígono del mapa cuenta con información asociada tal como sigla, nombre, litología, edad superior e inferior, ambiente tectónico y unidades de las hojas geológicas 1:250.000 que la integran.

La temática de **Factores de Exploración Indicativos** se sustenta en tres capas de favorabilidad metalogenética: controles estructurales, anomalías geoquímicas de cobre y zonación de alteración hidrotermal.

La capa de indicios estructurales consta de un único polígono, elaborado a partir de la superposición de límites de terrenos, lineamientos estructurales y fallas, a los cuales se les atribuyó un área de influencia proporcional a su extensión y actitud. La fuente principal de la información fue la capa de estructuras del Mapa Geológico de la República Argentina a escala 1:2.500.000. También se consultó información regional acerca de estructuras de Chernicoff *et al.* (2002), Piquer *et al.* (2019), Rubinstein *et al.* (2021), Farrar *et al.* (2023) y Wiemer *et al.* (2023). La alineación de pórfidos y otros depósitos asociados, zonas de alteración hidrotermal y anomalías geoquímicas, que se observa a lo largo de estructuras destacadas, en zonas de intersección de estructuras paralelas y transversales al arco magmático, o siguiendo ejes preferenciales vinculados a lineamientos en los que el arco magmático progresa, confirma que estas estructuras actuaron como conductos de alta permeabilidad. Esto subraya su rol crítico en el ascenso de magmas diferenciados y el emplazamiento de sistemas hidrotermales de gran escala, constituyendo indicios favorables de primer orden para la exploración de pórfidos de cobre.

La capa de anomalías geoquímicas se elaboró identificando los valores que exceden el umbral de fondo (*background*) de 200 ppm de Cu, a partir de los datos de sedimentos de corriente del SEGEMAR. El valor de corte se estableció de manera empírica, tras comprobar que discrimina una cantidad razonable de muestras, las cuales presentan una estrecha coherencia espacial con la ubicación de depósitos de tipo pórfido de cobre (Cu-Mo-Au) y sus sistemas hidrotermales asociados. Dado que la cobertura del

muestreo regional de sedimentos de corriente no es continua, se complementó la capa de valores de cobre anómalos con una capa que muestra el área de cobertura del muestreo, mediante áreas de influencia (*buffers*), permitiendo diferenciar con precisión las zonas con ausencia de respuesta geoquímica de aquellas áreas carentes de muestreo.

Para proporcionar indicios de alteraciones hidrotermales e incorporarlos al mapa, se digitalizó como capa de puntos con atributos la base de datos de alteraciones hidrotermales (Koukharsky *et al.*, 1999) publicada en Recursos Minerales de la República Argentina (Zappettini *et al.*, 1999). De las áreas de alteración hidrotermal consignadas en la base de datos se conservaron aquellas situadas en las fajas o próximas a sus límites, y que correspondieran a depósitos tipo PCu o asociados. Para cada área de alteración hidrotermal se proporciona información de un nombre, tipo de alteración, intensidad de alteración, minerales opacos asociados, tipo de depósito al que se vincula la alteración, edad, roca de caja, superficie, número, referencias y observaciones.

Como parte de la información relacionada con el **Ordenamiento Territorial**, se incorporaron al mapa sendas capas de polígonos, de áreas protegidas y de elementos que integran el inventario de glaciares. Esta información es esencial para evaluar la factibilidad de los proyectos y las restricciones legales que podrían afectar la prospección y eventual explotación minera.

El Mapa de Fajas de Pórfidos de Cobre de la República Argentina despliega elementos que requieren definiciones técnicas precisas para una correcta interpretación metalogénica y prospectiva.

- **Faja metalogénica:** Unidades geológicas favorables para contener un grupo de modelos de depósitos coetáneos y genéticamente relacionados.
- **Permissive tract:** áreas en las que la geología es propicia para la formación de pórfidos de cobre.
- **Metalotecto:** todo objeto geológico que contribuye a la constitución y emplazamiento de una concentración mineral. Las principales categorías son:
  - Litológicos: facies, sedimentos específicos, aureolas metamórficas, facies magmáticas, tipos petrográficos.
  - Estructurales: lineamientos, discordancias, fallas, cabalgamientos, fajas de cizalla, zonas de milonitización, ejes anticlinales, ejes sinclinales.
  - Paleogeográficos: borde de cuenca, karst, paleotalud.

- Geoquímicos: anomalías geoquímicas cuantificables.

- Mineralógicos: alteración hidrotermal, aureolas de piritización, inclusiones trifásicas, minerales indicadores específicos.

-. Geofísicos: anomalías catalogadas.

• **Depósito mineral:** Ocurrencia de mineral de tamaño y ley suficiente para que, en circunstancias favorables, se considere que tiene potencial económico.

• **Modelo de depósito:** Conjunto de atributos esenciales de una clase de depósitos minerales. Un modelo incluye información descriptiva acerca de las características geológicas, y aspectos cuantitativos como ley y tonelaje que caracterizan al conjunto de depósitos que se considera pertenecen a la clase.

• **Pórfido de cobre:** Modelo de depósito caracterizado por stockwork, vetillas y diseminación de piritita, calcopirita, bornita, magnetita,  $\pm$  oro nativo en o en adyacencias de intrusiones porfídicas. La mineralización está espacial y genéticamente relacionada a la alteración hidrotermal que afecta al intrusivo y a la roca hospedante. Se producen en ambiente tectónico de magmatismo de arco o retroarco de tipo shoshonítico o calcoalcalino rico en K, asociado a riftogénesis o cuencas transtensionales en áreas cratónicas, generalmente ricos en elementos LILE y LREE y deprimidos en HFSE. La asociación mineralógica típica en la mena es calcopirita + calcosina  $\pm$  oro nativo + electrum + bornita. Los minerales de ganga son cuarzo, feldespato potásico, biotita, magnetita, clorita, piritita. La mineralogía y zonación de las facies de alteración corresponden a: 1) formación de las zonas de alteración cuarzo-magnetita en vetillas, y por sectores en forma masiva, seguida por alteración potásica (Bt $\pm$ Fk $\pm$ Mag), y epidoto-clorita (Ep-Chl $\pm$ Cb); 2) desarrollo de la alteración ADF (Alteración Destructiva de Feldespatos), formada por las alteraciones filica (Qz-Ser $\pm$ Py) y argílica intermedia (hacia fuera y arriba en la parte superior), por sectores en forma escasa a moderada, superpuesta a la alteración potásica; y 3) formación de facies de alteración argílica avanzada en la parte superior del sistema. La mineralización está controlada por la red de vetillas, stockwork y diseminada asociado a un sistema tipo pórfido y otro a brechas centrada en el complejo volcánico-intrusivo. Muestran anomalías geoquímicas de Cu, Au y Ag en el centro, y Mo en la periferia.

Puede haber contenidos anómalos de Pb, Zn y Mn. La magnetometría suele mostrar anomalías positivas hacia el núcleo central vinculadas con la presencia de brechas con magnetita, como así también anomalías magnéticas negativas relacionados con la destrucción de magnetita en halos piríticos externos.

- **Rol de la tectónica andina:** La migración del arco magmático continental, ligada a la subducción de la Placa de Nazca y fenómenos como el aplanamiento de la placa (slab shallowing), controla la distribución temporal y espacial de las fajas.
- **Metodología de evaluación de potencial:** La evaluación del potencial referida como antecedente y empleada como modelo general por USGS y SEGEMAR se basa en el método "*Three-Part Form*" desarrollado por el USGS (Schulz y Briskey 2003). Primero, se delimitan *permissive tracts*, áreas donde la geología es propicia para la formación de PCu. Luego, se establecen modelos de ley-tonelaje (como el modelo general de pórfidos de cobre del USGS) que contienen las distribuciones estadísticas de tonelaje y ley de depósitos conocidos globalmente. Finalmente, expertos estiman el número de depósitos por descubrir en cada tramo mediante análisis de favorabilidad geológica. La estimación de recursos potenciales se realiza combinando probabilísticamente estos componentes.
- **MASH:** Acrónimo en inglés de *Melting, Assimilation, Storage, Homogenization* (Fusión, Asimilación, Almacenamiento, Homogeneización). Se refiere al proceso profundo en la base de la corteza (usualmente a ~25-40 km de profundidad) donde los magmas primarios derivados del manto funden y asimilan rocas de la corteza inferior, se almacenan en cámaras y se homogenizan. Este proceso es crítico para enriquecer a los magmas en volátiles (H<sub>2</sub>O, S, Cl) y metales (Cu, Au), generando las "firmas" geoquímicas (alto Sr/Y, adakíticas) características de los magmas fértiles que forman los grandes pórfidos.
- **LILE (*Large-Ion Lithophile Elements*):** Los elementos litófilos de ión grande (LILE, por sus siglas en inglés) son un grupo de elementos geoquímicos caracterizados por tener un radio iónico grande y una carga eléctrica baja (generalmente +1 o +2). Debido a estas propiedades, son químicamente incompatibles y se concentran preferentemente en las fases fundidas (magma) durante los procesos de fusión parcial del manto o la corteza terrestre, en lugar de incorporarse a los minerales de la red cristalina. Durante la evolución de los sistemas magmáticos, como los que generan los pórfidos de cobre, los LILE son extremadamente móviles y se enriquecen en las fases fluidas hidrotermales. Por esta razón, son decisivos como trazadores geoquímicos para entender los procesos de fusión, contaminación cortical y, especialmente, la alteración hidrotermal asociada a la mineralización. Incluyen K, Rb, Cs, Ba, Sr, Eu<sup>++</sup>, Pb<sup>++</sup>, Th entre otros. En el contexto específico de los pórfidos de cobre, las razones entre elementos LILE (K/Rb, Ba/Sr) y sus patrones de enriquecimiento o empobrecimiento son herramientas vitales para identificar y caracterizar los diferentes tipos de alteración hidrotermal (como la filica, potásica o argílica), lo que ayuda a orientar hacia el núcleo mineralizado.
- **REE (*Elementos de Tierras Raras*):** Grupo de elementos químicos con propiedades similares, que incluyen del Lantano (La), Cerio (Ce), Praseodimio (Pr), Neodimio (Nd), Prometio (Pm), Samario (Sm), Europio (Eu), Gadolinio (Gd), Terbio (Tb) Disproscio (Dy), Holmio (Ho), Erblio (Er), Tulio (Tm), Iterbio (Yb) y Lutecio (Lu), más el Escandio (Sc) e Itrio (Y). En geoquímica, son excelentes trazadores de procesos petrogenéticos debido a su comportamiento coherente pero ligeramente diferente según su radio iónico.
- **LREE: (*Elementos de Tierras Raras Livianas*):** Subgrupo de las Tierras Raras (REE) que incluye a los elementos con números atómicos del 57 (Lantano) al 64 (Gadolinio): La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd. Al igual que los LILE, son elementos litófilos e incompatibles que se enriquecen en los magmas durante la fusión parcial. En los sistemas de pórfidos de cobre, su comportamiento es determinante para discriminar fuentes magmáticas y procesos de contaminación cortical. El fraccionamiento entre LREE y HREE (Elementos de Tierras Raras Pesadas), así como las anomalías de Europio (Eu), son herramientas para entender el grado de fusión y la presencia de minerales como el feldespato en la fuente.
- **HFSE (*High Field Strength Elements*):** Los elementos de alta fuerza de campo (HFSE, por sus siglas en inglés) son un grupo de elementos geoquímicos caracterizados por tener un radio iónico pequeño y una carga eléctrica elevada (generalmente +4 o +5). Esta combinación resulta en una alta relación carga/radio, lo que se denomina "alta fuerza de campo". Debido

a esta propiedad, son elementos geoquímicamente inmóviles e incompatibles, que muestran una fuerte resistencia a ser incorporados en las estructuras cristalinas de minerales principales del manto durante los procesos de fusión parcial. A diferencia de los LILE, los HFSE son relativamente insolubles en fluidos acuosos y fase de vapor. Por lo tanto, su distribución no se ve significativamente afectada por los procesos hidrotermales tardíos, lo que los convierte en excelentes trazadores para identificar la fuente del magma, el grado de fusión parcial y los procesos de contaminación cortical profunda, ya que su proporción relativa se mantiene prácticamente inalterada. Incluyen Zr, Hf, Nb, Ta, Ti, Y, Th, U. En los sistemas de pórfidos de cobre, la relativa inmovilidad de los HFSE durante la alteración hidrotermal los hace críticos para caracterizar la composición original del magma progenitor. Las razones entre HFSE (Nb/Ta, Zr/Hf) son particularmente útiles para discriminar entre diferentes fuentes magmáticas mantélicas y corticales y entender la evolución temprana del sistema, antes de la mineralización.

#### 4. POTENCIAL DE COBRE EN LA ARGENTINA

Los depósitos de tipo pórfido de cobre representan aproximadamente el 98 % del total de los recursos nacionales informados de cobre, de 55 Mt de Cu medidas e indicadas en septiembre de 2025 (Secretaría de Minería de la Nación 2025), y una proporción igualmente considerable de las 74 Mt Cu totales (Zappettini y Gozalvez 2021) que incluyen también los recursos de depósitos agotados y contenidos de Cu por debajo de las leyes de corte de los estudios de factibilidad.

El desarrollo de magmatismo fértil para la formación de pórfidos se distribuye en cinco grandes épocas metalogenéticas, desde el Pérmico hasta el Plioceno. Entre ellas, los episodios Mioceno y Plioceno concentran los sistemas más voluminosos y económicamente relevantes que contienen la mayor proporción de las reservas de cobre, molibdeno y oro asociadas.

De acuerdo con las estimaciones probabilísticas realizadas por el SEGEMAR y el USGS (Cunningham *et al.*, 2008; Zappettini y Gozalvez, 2021), el potencial de recursos no descubiertos de cobre en la Argentina triplica la base de los recursos

identificados. Esto representa una dotación metalífera total proyectada (*endowment*) cercana a las 240 Mt de Cu, consolidando al territorio como una de las provincias metalogénicas más prospectivas del arco andino.

El magmatismo del Cenozoico tardío (Mioceno-Plioceno) representa el evento metalogenético de mayor fertilidad, caracterizado por una evolución geodinámica de subducción de bajo ángulo (*flat-slab*) y regímenes de deformación transpresiva. Estos procesos favorecieron el engrosamiento cortical, la consecuente fusión por descompresión o deshidratación en la cuña mantélica metasomatizada y el ascenso de magmas calcoalcalinos altamente oxidados, hidratados y enriquecidos en volátiles. Estas condiciones petrogenéticas son los factores de control críticos (*key drivers*) para la formación de sistemas porfíricos gigantes (*Tier-1*), permitiendo una partición eficiente de metales desde el fundido hacia la fase fluida hidrotermal.

#### 5. FAJAS DE PÓRFIDOS DE COBRE DE LA ARGENTINA

La información de las fajas metalogenéticas de pórfidos de cobre de Argentina se presenta sintetizada mediante fichas técnicas descriptivas. Las encabeza el nombre de la faja tal como es empleado en el mapa interactivo. En la sección izquierda se incorpora un mapa de la faja con los metalotectos litológicos que la caracterizan y los pórfidos de cobre que incluye, con su denominación.

La sección superior incluye la definición de la faja, dada por el ambiente tectónico, edad y provincias geológicas que abarca; las denominaciones y/o equivalencias de la faja en las publicaciones antecedentes de Cunningham *et al.* (2008) y de Zappettini y Gozalvez (2021); y la superficie que abarca la faja. Se complementa, en el sector superior derecho, con un detalle del territorio continental argentino en el que se despliega la faja, brindando una representación de su posición, tamaño, y provincias en las que se extiende.

La sección media presenta la información de los metalotectos litológicos, proporcionando sigla y nombre, litología y unidades geológicas que conforman las unidades litoestratigráficas representadas en el Mapa Geológico de la República Argentina a escala 1:2.500.000 (Lizuain Fuentes y Panza, 2018).

Posteriormente se listan los sistemas de pórfido que integran la faja, proporcionando un enlace a la

ficha-mina del depósito en la Base de datos de Yacimientos de la República Argentina, para acceder a la información más completa de los depósitos.

La sección inferior contiene, para la faja, una sumatoria de los recursos minerales cuantificados en informes publicados, el detalle correspondiente a cada proyecto minero; y los recursos potenciales. La información de potencial es tomada de Zappettini y Gozalvez (2021). Se reporta el área de la faja sobre la cual éstos autores efectuaron la estimación, la cual sólo contempla los sectores de la faja subaflorante a menos de 1 km de profundidad, considerando las limitaciones de explotabilidad de PCu a mayor profundidad. A su vez, el valor consignado puede diferir

de la superficie de la faja de la presente contribución debido a modificaciones y ajustes introducidas en su perímetro. La sección consigna también recursos de cobre y elementos asociados; y una estimación con probabilidad del 50% del número de pórfidos de cobre que restan por descubrir en la faja según el modelo. En lo referente a los recursos cuantificados, la fuente es la información publicada por los operadores de los proyectos mineros desarrollados en la faja. Se presenta una sumatoria de recursos para toda la faja con mención de la categoría reportada, y el detalle por proyecto, con su nombre y estatus, junto con un enlace a la información del proyecto proporcionada por cada operador.

## 5.1. Faja Permotriásica (≈299 – 201 Ma)



	Arco magmático pérmico-triásico en Puna, Cordillera Frontal, Cordillera Principal y Cuenca Neuquina		
	Otras denominaciones PamCf ; SA16aPC + SA16bPC		
	Superficie 250.000 km <sup>2</sup>		
Metalotectos litológicos			
Nombre	Litología	Unidades	
PTv Volcanitas de arco extensional gondwánicas	Lavas, brechas, ignimbritas y tobas de composición riolítica, dacítica y andesítica	Formaciones Laguna de Aracar, Pantanoso, La Cuesta y equivalentes	
PTv Volcanitas ácidas y mesosilíceas. Sedimentitas epiclásticas continentales	Riolitas, dacitas, andesitas, ignimbritas, tobas, brechas, conglomerados	Grupo Choiyoi, Formaciones Choique Mahuida, Centinela, Lihuel Calel y equivalentes	
PTy Granitoides de arco gondwánicos	Gabros, granitos, granodioritas, dioritas, sienitas, monzonitas, monzodioritas, monzogranitos, tonalitas	Plutonones Chuculaqui, Lullailaco y equivalentes	
PTy Granitos, granodioritas, tonalitas y diques riolíticos	Granitos, granodioritas, tonalitas y diques riolíticos	Batolito de Colangüil, Granitoides indiferenciados de la Cordillera Frontal y sur de La Pampa, Formación Zúñiga, Complejo Plutónico del Chachil, Formación Huechulafquen y equivalentes	
Py Plutonitas ácidas a mesosilíceas	Granitos, aplitas, pegmatitas	Granito Yuncón y equivalentes	
Pórfidos en la faja			
Carrizal			<a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp3317.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp3317.html</a>
Don Julio			<a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp328.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp328.html</a>
Guanaqueros			<a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp3190.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp3190.html</a>
El Retamal			<a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp3194.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp3194.html</a>
Alcaparrosa			<a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp3205.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp3205.html</a>
Yalguaraz			<a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp3213.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp3213.html</a>
San Jorge			<a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp3215.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp3215.html</a>
Quebrada del Cobre			<a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp24611.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp24611.html</a>
Arroyo Cuevas			<a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp5215.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp5215.html</a>
Cerro Durazno			<a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp11012.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp11012.html</a>

<b>5.1. Faja Permotriásica (≈299 – 201 Ma)</b>	
	Infiernillo <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3216.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3216.html</a>
	Grupo San Pedro <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3231.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3231.html</a>
	La Chilca <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3307.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3307.html</a>
	Proyecto Anchoris <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3233.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3233.html</a>
	Zanjón El Buitre <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3308.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3308.html</a>
	La Voluntad <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3337.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3337.html</a>
<b>Recursos minerales cuantificados en la faja</b>	
Recurso	1,3 Mt Cu ; 1,2 Moz Au medidos e indicados
Fuente	San Jorge, proyecto PSJ Cobre Mendocino ; La Voluntad
Recursos potenciales en la faja (Zappettini y Gozalvez 2021)	
Área 91.000 km <sup>2</sup>	
Recursos 20,1 Mt Cu ; 460 kt Mo ; 510 t Au ; 5,8 kt Ag	
P <sub>50</sub> pórfidos por descubrir 5	
<b>Proyectos mineros en la faja</b>	
PSJ Cobre Mendocino (prefactibilidad)	
Recursos 0,9 Mt Cu 1,2 Moz Au (M+)	
<a href="https://www.psicobremendocino.com">https://www.psicobremendocino.com</a>	
Don Julio (exploración inicial)	
<a href="https://sableresources.com/projects/argentina/don-julio/">https://sableresources.com/projects/argentina/don-julio/</a>	

5.2. Faja Triásica-Jurásica (≈252-145 Ma)		
	Arco magmático triásico-jurásico en Patagonia extraandina	
	Otras denominaciones TrJamPea ; SA19PC	
	Superficie 117.000 km <sup>2</sup>	
	Metalotectos litológicos	
Nombre	Litología	Unidades
Tly Granitoides	Granitos y granodioritas, pórfiros	Granitos Lipetrén, Calvo, Flores, Gastre, Curacó, La Leona y equivalentes
Jv Volcanitas y piroclástitas ácidas con sedimentitas continentales intercaladas	Ignimbritas y tobas ácidas, riolitas, pelitas y tufitas	Grupo Bahía Laura, Formación Marifil y equivalentes
Jδ Gabros y diques basálticos	Gabros y diques basálticos	Formaciones Tecka y eq., Ofiolitas de las Islas Georgias, diques de las Islas Malvinas
Jy Granitoides	Granitos, granodioritas, tonalitas	Formación Leleque, Granitoides del Batolino Subcordillerano, diques diabásicos de Malvinas y equivalentes
Pórfidos en la faja		
Bajo de La Leona <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3397.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3397.html</a>		
Recursos minerales cuantificados en la faja		
sin recursos cuantificados		
Recursos potenciales en la faja (Zappettini y Gozalvez 2021)		
Área 45.600 km <sup>2</sup>		
Recursos 5,7 Mt Cu ; 150 kt Mo ; 130 t Au ; 2,0 kt Ag		
P <sub>50</sub> pórfidos por descubrir 2		
Proyectos mineros en la faja		
sin proyectos mineros		

5.3. Faja Cretácica (≈145-66 Ma)		
	Arco magmático cretácico en Cordillera Patagónica	
	Otras denominaciones KamCp ; SA20PC	
	Superficie 73.000 km <sup>2</sup>	
Metalotectos litológicos		
Nombre	Litología	Unidades
Ky Granitoides de batolito Andino	Granitos, granodioritas, tonalitas	Granitos La Plata Chico, Aleusco, Sobral, Penitentes, Chacabuco y equivalentes
K1v Volcanitas ácidas a intermedias	Riolitas y andesitas, tobas, ignimbritas y tufitas	Grupo Divisadero, Formaciones Carrenleufú, Payaniyeu y equivalentes
Ky Granitoides	Granitos, granodioritas	Batolito Andino, Dioritas y gabros Plaza Francia, Fm. Los Machis, Granodiorita Paso de Icalma
Pórfidos en la faja		
Cerro Cucho <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3364.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3364.html</a>		
Recursos minerales cuantificados en la faja		
sin recursos cuantificados		
Recursos potenciales en la faja (Zappettini y Gozalvez 2021)		
Área 28.000 km <sup>2</sup> Recursos 4,3 Mt Cu ; 110 kt Mo ; 110 t Au ; 1,4 kt Ag P <sub>50</sub> pórfidos por descubrir 1		
Proyectos mineros en la faja		
sin proyectos mineros en la faja		

5.4. Faja Cretácica-Eocena (≈101-34 Ma)		
	Arco magmático cretácico superior-eoceno en Cuenca Neuquina y porción septentrional de Cordillera Patagónica	
	Otras denominaciones KPamNCp ; SA15PC	
	Superficie 100.000 km <sup>2</sup>	
Metalotectos litológicos		
Nombre	Litología	Unidades
Ky Granitoides de batolito Andino	Granitos, granodioritas, tonalitas	Granitos La Plata Chico, Aleusco, Sobral, Penitentes, Chacabuco y equivalentes
Ky Granitoides	Granitos, granodioritas	Batolito Andino, Dioritas y gabros Plaza Francia, Fm. Los Machis, Granodiorita Paso de Icalma
K1v Volcanitas ácidas a intermedias	Riolitas y andesitas, tobas, ignimbritas y tufitas	Grupo Divisadero, Formaciones Carrenleufú, Payaniyeu y equivalentes
Ev Volcanitas, Intrusivos, piroclásticas con intercalaciones de sedimentitas.	Andesitas, dacitas, ignimbritas, tobas, pórfiros andesíticos y dacíticos	Formaciones Doña Ana, Pachón, Vizcachas, Grupo Naunaco, Granodiorita Vervaco, Fm. Huitrera y equivalentes
Pórfidos en la faja		
Pino Andino <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp24829.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp24829.html</a>		
Campana Mahuida <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp11194.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp11194.html</a>		
Cerro Coihue <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3359.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3359.html</a>		
Arroyo Luque <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3363.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3363.html</a>		
Nido de Águilas <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3361.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3361.html</a>		
Arroyo El Rápido <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3362.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3362.html</a>		
Recursos minerales cuantificados en la faja		
Recurso	0,2 Mt Cu medidos indicados e inferidos	
Fuente	Campana Mahuida	
Recursos potenciales en la faja (Zappettini y Gozalvez 2021)		
Área 83.200 km <sup>2</sup>		
Recursos 15,2 Mt Cu ; 360 kt Mo ; 360 t Au ; 4,9 kt Ag		
P <sub>50</sub> pórfidos por descubrir 4		
Proyectos mineros en la faja		
sin proyectos mineros		

5.5. Faja Oligocena (≈34-23 Ma)		
	Arco magmático oligoceno en Puna y Cordillera Frontal	
	Otras denominaciones OamPCf ; SA11PC + SA12PC	
	Superficie 50.000 km <sup>2</sup>	
<b>Metalotectos litológicos</b>		
<b>Nombre</b>	<b>Litología</b>	<b>Unidades</b>
Ev Volcanitas, Intrusivos, piroclastitas con intercalaciones de sedimentitas	Andesitas, dacitas, ignimbritas, tobas, pórfiros andesíticos y dacíticos	Formaciones Doña Ana, Pachón, Vizcachas, Grupo Naunaco, Granodiorita Vervaco, Fm. Huitrera y equivalentes
Eα Volcanitas de arco	Cuerpos porfíricos hipabisales de composición diorítica a andesítica y dacítica	Complejo volcánico Quebrada del Agua y equivalentes
<b>Pórfidos en la faja</b>		
Taca Taca Alto <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3061.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3061.html</a>		
Taca Taca <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3060.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3060.html</a>		
Cerro Samenta   Santa Inés <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3081.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3081.html</a>		
Lindero <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3084.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3084.html</a>		
Peñas Negras <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp11205.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp11205.html</a>		
Josemaría <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3158.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3158.html</a>		
<b>Recursos minerales cuantificados en la faja</b>		
Recurso	13,3 Mt Cu ; 15,4 Moz Au medidos e indicados	
Fuente	Vicuña y Taca Taca	
Recursos potenciales en la faja (Zappettini y Gozálvez 2021) Área 13.000 km <sup>2</sup> Recursos 36,7 Mt Cu ; 860 kt Mo ; 1020 t Au ; 7,0 kt Ag P <sub>50</sub> pórfidos por descubrir 6		
<b>Proyectos mineros en la faja</b>		
Vicuña (preconstrucción) Recursos 4,6 Mt Cu ; 9,7 Moz Au (medidos e indicados) <a href="https://es.lundinmining.com/news/lundin-mining-announces-vicua-integrated-technical-study-results-highlighting-a-world-class-mining-district/?url=lundin-mining-announces-vicuna-integrated-technica-123230">https://es.lundinmining.com/news/lundin-mining-announces-vicua-integrated-technical-study-results-highlighting-a-world-class-mining-district/?url=lundin-mining-announces-vicuna-integrated-technica-123230</a>		
Taca Taca (prefactibilidad) Recursos 8,7 Mt Cu ; 5,7 Moz Au (medidos e indicados) <a href="https://www.first-quantum.com/es/operations/taca-taca/">https://www.first-quantum.com/es/operations/taca-taca/</a>		
Santa Inés (exploración avanzada) <a href="https://www.powerminerals.com.au/site/pdf/f58b7a9f-8b4d-4926-92b2-b1009e275fbb/Santa-Ines-CopperGold-Project-Update.pdf">https://www.powerminerals.com.au/site/pdf/f58b7a9f-8b4d-4926-92b2-b1009e275fbb/Santa-Ines-CopperGold-Project-Update.pdf</a>		
Río Salinas (exploración avanzada) Fortescue Ltd.		
Nivaldo -ex Sillimanita- (exploración inicial) <a href="https://riodeorocorp.com/projects/nivaldo-project/">https://riodeorocorp.com/projects/nivaldo-project/</a>		
Peñas Negras (exploración inicial) <a href="https://senderoresources.com/projects/penas-negras/Overview">https://senderoresources.com/projects/penas-negras/Overview</a>		
La Coipita (exploración inicial) <a href="https://www.abrasilver.com/projects/la-coipita/">https://www.abrasilver.com/projects/la-coipita/</a>		

**5.5. Faja Oligocena (≈34-23 Ma)**

TMT Toro Malambo Tambo (exploración inicial)  
<https://www.belarox.com.au/site/projects/tmt-argentina>

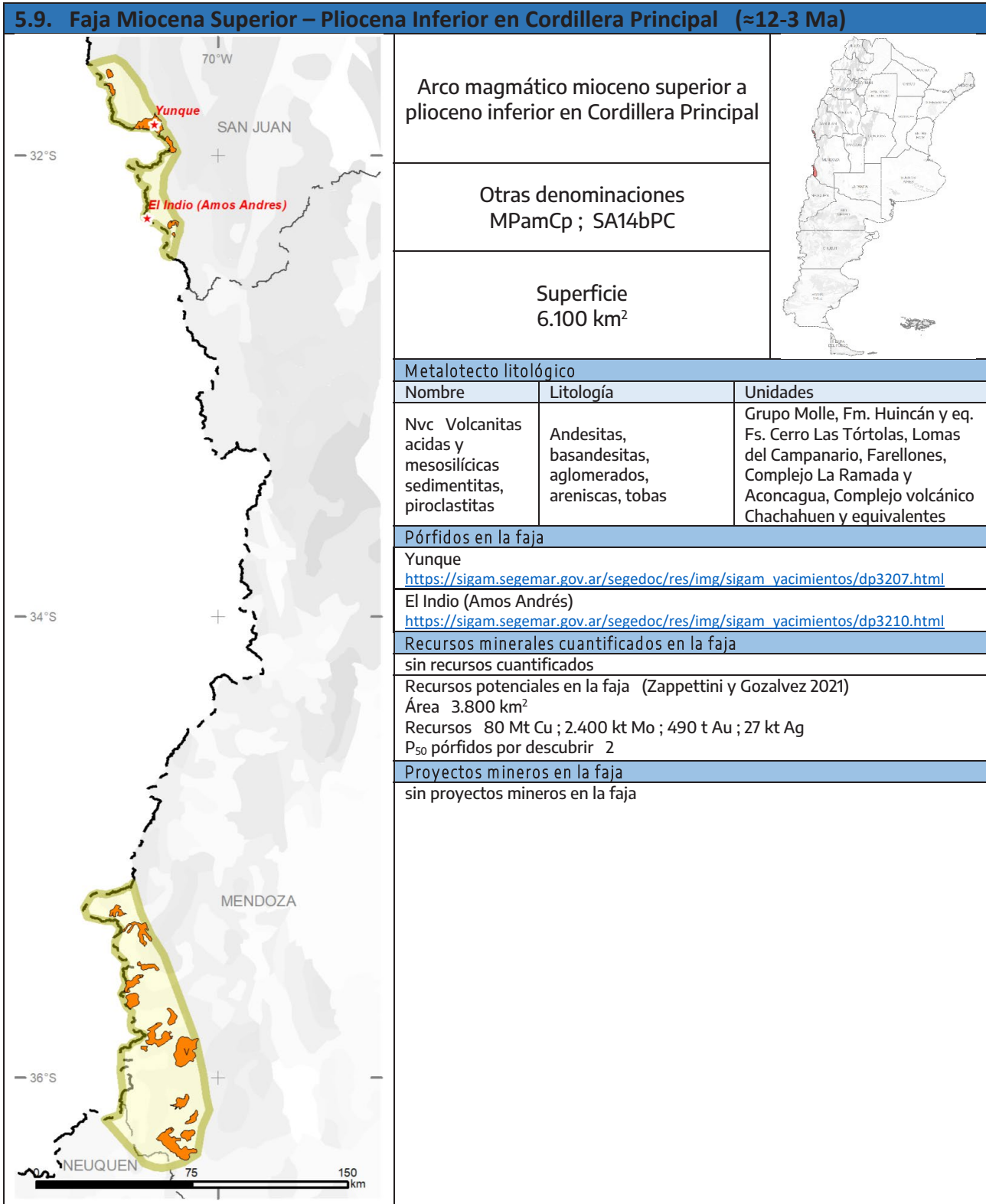
5.6. Faja Miocena Media en Puna y Cordillera Frontal (≈16-11 Ma)			
	Arco magmático mioceno medio en Puna y Cordillera Frontal		
	Otras denominaciones MamPCf ; SA13aPC		
	Superficie 98.000 km <sup>2</sup>		
<b>Metalotectos litológicos</b>			
	<b>Nombre</b>	<b>Litología</b>	<b>Unidades</b>
	N1α Volcanitas de arco	Lavas dacíticas, andesíticas y basálticas, brechas autoclásticas de composición andesítica y depósitos de bloques y ceniza (block and ash) asociados a estrato volcanes	Complejos volcánicos Abra Grande, Pairique Torona, Coranzuli, Panizo y equivalentes
	N2α Volcanitas de arco	Dacitas, andesitas, basaltos; conos piroclásticos y depósitos de avalancha volcánica	Volcanes Cerro Tinte, Granada, Zapalero, Campanario, Poquis, Llullaillaco, Ojos del Salado y equivalentes
<b>Pórfidos en la faja</b>			
El Oculito <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp15.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp15.html</a>			
Negra Muerta <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3059.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3059.html</a>			
Prospecto Socompa <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3082.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3082.html</a>			
Cerro Juncal <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3094.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3094.html</a>			
Río Grande <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp11297.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp11297.html</a>			
Lindero <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3084.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3084.html</a>			
Arizaro <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3083.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3083.html</a>			
Filo del Sol <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp24538.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp24538.html</a>			
Mogotes <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3173.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3173.html</a>			
<b>Recursos minerales cuantificados en la faja</b>			
Recurso	10 Mt Cu ; 28,1 Moz Au (total)		
Fuente	Lindero, Arizaro, Río Grande y Vicuña		
Recursos potenciales en la faja (Zappettini y Gozalvez 2021) Área 59.500 km <sup>2</sup> Recursos 36,4 Mt Cu ; 860 kt Mo ; 1140 t Au ; 17,0 kt Ag P <sub>50</sub> pórfidos por descubrir 10			
<b>Proyectos mineros en la faja</b>			
Lindero (producción) Recursos 98 kt Cu ; 421 koz Au (medidos e indicados) <a href="https://fortunamining.com/mine/lindero-mine-argentina/">https://fortunamining.com/mine/lindero-mine-argentina/</a>			
Vicuña (preconstrucción) Recursos 9,7 Mt Cu ; 26,5 Moz Au (medidas e indicadas) <a href="https://es.lundinmining.com/news/lundin-mining-announces-vicua-integrated-technical-study-results-highlighting-a-world-class-mining-district/?url=lundin-mining-announces-vicuna-integrated-technica-123230">https://es.lundinmining.com/news/lundin-mining-announces-vicua-integrated-technical-study-results-highlighting-a-world-class-mining-district/?url=lundin-mining-announces-vicuna-integrated-technica-123230</a>			

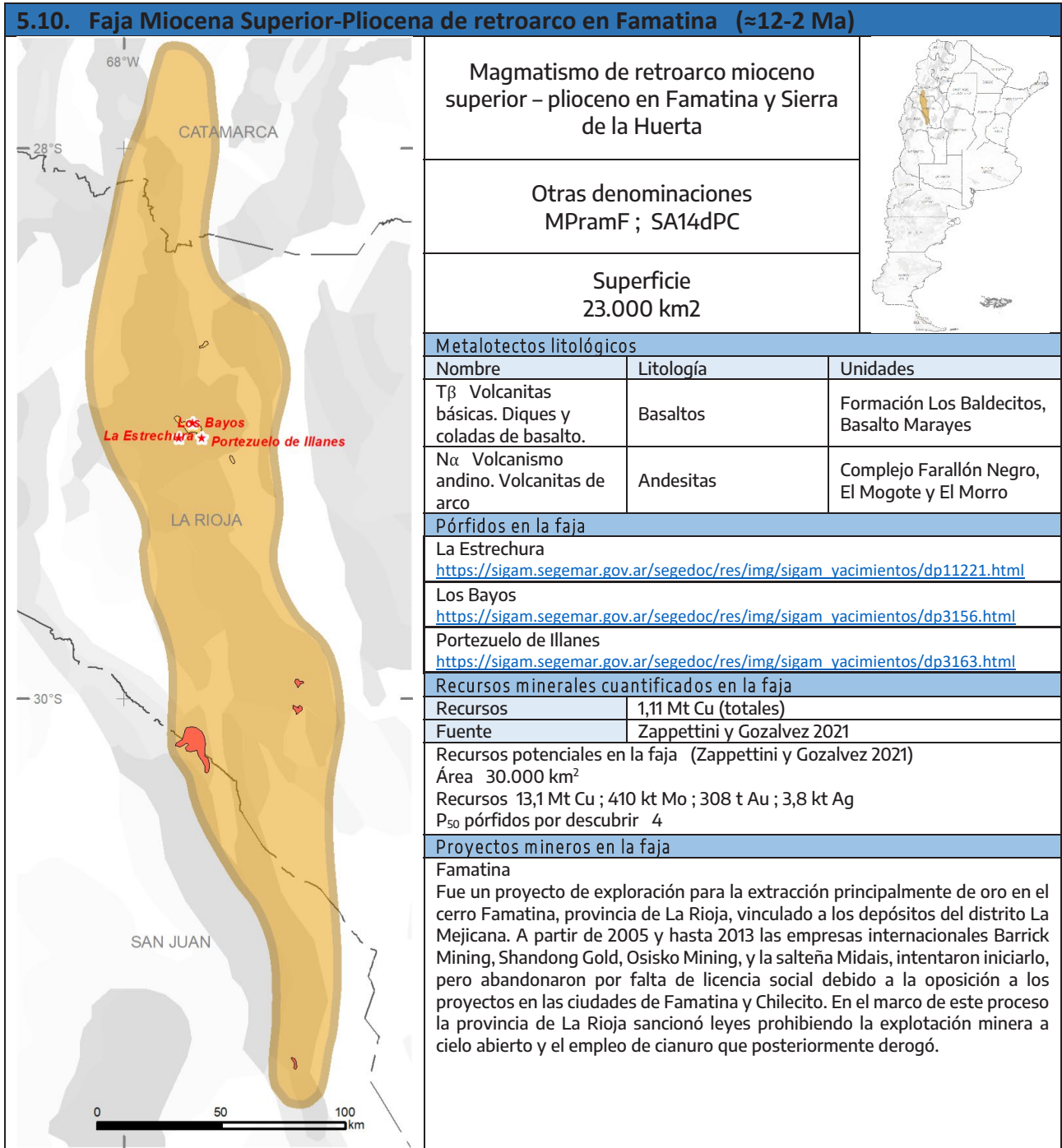
<b>5.6. Faja Miocena Media en Puna y Cordillera Frontal (≈16-11 Ma)</b>	
	Río Grande (exploración avanzada) Recursos 213 kt Cu ; 822 koz Au (indicados) <a href="https://aldebaranresources.com/projects/other-projects/rio-grande/overview/">https://aldebaranresources.com/projects/other-projects/rio-grande/overview/</a>
	Arizaro (exploración avanzada) Recursos 385 koz Au (inferido) <a href="https://fortunamining.com/mine/lindero-mine-argentina/">https://fortunamining.com/mine/lindero-mine-argentina/</a>
	Filo Sur (exploración avanzada) <a href="https://www.mogotesmetals.com/projects/argentina/filo-sur">https://www.mogotesmetals.com/projects/argentina/filo-sur</a>
	La Ortiga (exploración avanzada) <a href="https://web.sanjuan.gob.ar/ipeem/?page_id=187">https://web.sanjuan.gob.ar/ipeem/?page_id=187</a>
	Las Flechas (exploración inicial) Link Pan American Silver
	Interceptor (exploración inicial) <a href="https://ngexminerals.com/projects/valle-ancho/valle-ancho-overview/">https://ngexminerals.com/projects/valle-ancho/valle-ancho-overview/</a>
	Valle Ancho (exploración inicial) <a href="https://ngexminerals.com/projects/valle-ancho/valle-ancho-overview/">https://ngexminerals.com/projects/valle-ancho/valle-ancho-overview/</a>
	Lunahuasi (exploración inicial) <a href="https://ngexminerals.com/projects/vicuna-district/lunahuasi/lunahuasi-overview/">https://ngexminerals.com/projects/vicuna-district/lunahuasi/lunahuasi-overview/</a>

5.7. Faja Miocena de retroarco en Precordillera (≈23-5 Ma)		
	Magmatismo de retroarco mioceno en Precordillera	
	Otras denominaciones MramP ; SA14aPC	
	Superficie 39.000 km <sup>2</sup>	
Metalotecto litológico		
Nombre	Litología	Unidades
Nvc Volcanitas acidas y mesosilíceas sedimentitas, piroclastitas	Andesitas, basandesitas, aglomerados, areniscas, tobas	Grupo Molle, Fm. Huincán y eq. Fs. Cerro Las Tórtolas, Lomas del Campanario, Farellones, Complejo La Ramada y Aconcagua, Complejo volcánico Chachahuen y equivalentes
Pórfidos en la faja		
Quebrada Las Varitas – Las Vacas   Troya <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp26264.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp26264.html</a>		
Los Caballos   La Sanjuanina <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp24545.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp24545.html</a>		
Guachi Oeste <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3176.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3176.html</a>		
Alcaparrosa <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3205.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3205.html</a>		
San Benicio <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3218.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3218.html</a>		
Paramillos Norte <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3211.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3211.html</a>		
Paramillos Centro <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp24612.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp24612.html</a>		
Paramillos Sur <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp11224.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp11224.html</a>		
Cerro Canario <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp25794.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp25794.html</a>		
Recursos minerales cuantificados en la faja		
Recurso	2,1 Mt Cu indicados e inferidos	
Fuente	Paramillos Norte y Paramillos Sur	
Recursos potenciales en la faja (Zappettini y Gozálvez 2021)		
Área 21.720 km <sup>2</sup>		
Recursos 22,1 Mt Cu ; 520 kt Mo ; 490 t Au ; 6,7 kt Ag		
P <sub>50</sub> pórfidos por descubrir 6		
Proyectos mineros en la faja		
sin proyectos mineros en la faja		

5.8. Faja Miocena Superior en Cordillera Frontal y Cordillera Principal (≈12-5 Ma)		
	Arco magmático mioceno superior en Cordillera Frontal y Cordillera Principal	
	Otras denominaciones MamCfCp ; SA13bPC + SA13cPC	
	Superficie 46.000 km <sup>2</sup>	
Metalotecto litológico		
Nombre	Litología	Unidades
Nvc Volcanitas ácidas y mesosilíceas sedimentitas, piroclastitas	Andesitas, basandesitas, aglomerados, areniscas, tobas	Grupo Molle, Fm. Huincán y eq. Fs. Cerro Las Tórtolas, Lomas del Campanario, Farellones, Complejo La Ramada y Aconcagua, Complejo volcánico Chachahuen y equivalentes
Pórfidos en la faja		
Los Nacimientos   Mondaca <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp331.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp331.html</a>		
Don Julio   La Poposa <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp328.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp328.html</a>		
Los Azules <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3196.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3196.html</a>		
Rincones de Araya <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3200.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3200.html</a>		
Altar <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp24341.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp24341.html</a>		
El Pachón <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3206.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3206.html</a>		
Cerro Mercedario <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3208.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3208.html</a>		
Río de las Vacas <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3298.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3298.html</a>		
Santa Clara <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3219.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3219.html</a>		
Bayo Norte <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3257.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3257.html</a>		
Prospector Picos Bayos <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3312.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3312.html</a>		
Prospector Cerros Bayos <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3313.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3313.html</a>		
Prospector Papagallos <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3311.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3311.html</a>		
Nacientes del Atuel <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3315.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3315.html</a>		
Piuquenes <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp25906.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp25906.html</a>		
Prospector Cerro Blanco <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3316.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3316.html</a>		
Prospector Las Lágrimas <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3314.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_yacimientos/dp3314.html</a>		
Recursos minerales cuantificados en la faja		
Recurso	26 Mt Cu ; 6,2 Moz Au (medidas e indicadas)	
Fuente	El Pachón, Los Azules, Altar y Valle de Chita	
Recursos potenciales en la faja (Zappettini y Gozalvez 2021)		
Área 30.000 km <sup>2</sup>		
Recursos 60,2 Mt Cu ; 1130 kt Mo ; 894 t Au ; 21,2 kt Ag		
P <sub>50</sub> pórfidos por descubrir 6		
Proyectos mineros en la faja		

<b>5.8. Faja Miocena Superior en Cordillera Frontal y Cordillera Principal (≈12-5 Ma)</b>	
	El Pachón (factibilidad) Recursos 10,4 Mt Cu (medidos e indicados) <a href="https://www.elpachon.com.ar">https://www.elpachon.com.ar</a>
	Los Azules (evaluación económica preliminar) Recursos 4,9 Mt Cu ; 459 koz Au (medidos e indicados) <a href="https://www.mcewenmining.com/operations/los-azules/default.aspx">https://www.mcewenmining.com/operations/los-azules/default.aspx</a>
	Valle de Chita (exploración avanzada) Recursos 470 kt Cu ; 665 koz Au (medidos e indicados) <a href="https://www.minsud.com/our-project/">https://www.minsud.com/our-project/</a>
	Altar (exploración avanzada) Recursos 10 Mt Cu ; 5,1 Moz Au (medidos e indicados) <a href="https://aldebaranresources.com/projects/altar-copper-gold/overview/">https://aldebaranresources.com/projects/altar-copper-gold/overview/</a>
	Río Salinas (exploración avanzada) Link Fortescue Ltd.
	Río Cenicero (exploración avanzada) <a href="https://aldebaranresources.com/projects/altar-copper-gold/location/">https://aldebaranresources.com/projects/altar-copper-gold/location/</a>
	Rincones de Araya (exploración inicial) <a href="https://web.sanjuan.gob.ar/ipeem/?page_id=196">https://web.sanjuan.gob.ar/ipeem/?page_id=196</a>
	Piuquenes (exploración inicial) <a href="https://www.pampametals.com/projects/piuquenes.html">https://www.pampametals.com/projects/piuquenes.html</a>
	La Coipita (exploración inicial) <a href="https://www.abrasilver.com/projects/la-coipita/">https://www.abrasilver.com/projects/la-coipita/</a>
	Cerro Amarillo (exploración inicial) <a href="https://impulsamendoza.com.ar/distrito-minero/">https://impulsamendoza.com.ar/distrito-minero/</a>
	San Francisco de los Andes (exploración inicial) Link Turmalina Metals Corp.
	Don Julio (exploración inicial) <a href="https://sableresources.com/projects/argentina/don-julio/">https://sableresources.com/projects/argentina/don-julio/</a>





5.11 Faja Miocena Superior – Pliocena de retroarco en Sierras Pampeanas (≈12-2 Ma)		
	Magmatismo de retroarco mioceno superior – plioceno en Sierras Pampeanas	
	Otras denominaciones MPramSP ; SA14cPC	
	Superficie 29.000 km <sup>2</sup>	
<b>Metalotectos litológicos</b>		
<b>Nombre</b>	<b>Litología</b>	<b>Unidades</b>
N1γ Granitoides andinos	Granitos	Granito Acay
N1α Volcanitas de arco	Lavas dacíticas, andesíticas y basálticas, brechas autoclásticas de composición andesítica y depósitos de bloques y ceniza (block and ash) asociados a estrato volcanes	Complejos volcánicos Abra Grande, Pairique Torona, Coranzuli, Panizo y equivalentes
<b>Pórfidos en la faja</b>		
Vaca Vizcana <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp3133.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp3133.html</a>		
Bajo de Agua Tapada <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp11218.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp11218.html</a>		
Bajo El Durazno <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp11216.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp11216.html</a>		
Bajo de las Pampitas <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp3120.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp3120.html</a>		
Bajo de La Alumbra <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp3115.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp3115.html</a>		
Filo Colorado <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp3122.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp3122.html</a>		
Agua Rica <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp3114.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp3114.html</a>		
Bajo de San Lucas <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp11217.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp11217.html</a>		
Bajo Las Juntas <a href="https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp3124.html">https://sigam.segemar.gov.ar/segedoc/res/img/sigam_vacimientos/dp3124.html</a>		
<b>Recursos minerales cuantificados en la faja</b>		
Recurso	11,6 Mt Cu (totales)	
Fuente	Zappettini y Gozalvez 2021	
Recursos potenciales en la faja (Zappettini y Gozalvez 2021)		
Área 24.050 km <sup>2</sup>		
Recursos 28,6 Mt Cu ; 1010 kt Mo ; 1302 t Au ; 11,2 kt Ag		
P <sub>50</sub> pórfidos por descubrir 6		
<b>Proyectos mineros en la faja</b>		
MARA (prefactibilidad)		
Recursos 6,1 Mt Cu ; 7,8 Moz Au (medidos e indicados)		
<a href="https://proyectomara.com.ar">https://proyectomara.com.ar</a>		
Cerro Atajo (exploración inicial)		
<a href="https://camyen.catamarca.gob.ar/mineria-2/">https://camyen.catamarca.gob.ar/mineria-2/</a>		

## 6. CONTROLES ESTRUCTURALES Y GEODINÁMICOS

La localización de los pórfidos de cobre en la región andina no es aleatoria, sino que responde a controles estructurales a diversas escalas. La interacción entre estructuras de primer orden, relacionadas con la subducción, y estructuras corticales preexistentes, ejerce un control fundamental en el emplazamiento, ascenso y agrupamiento de los depósitos.

### 6.1. CONFIGURACIÓN TECTÓNICA REGIONAL Y METALOGÉNESIS

Las épocas de mayor productividad metalogénica, como el Mioceno medio y superior, coinciden con eventos tectónicos específicos como el aplanamiento de la placa subducida (*slab shallowing*) y el consiguiente engrosamiento cortical (Rubinstein *et al.*, 2021). Estos eventos favorecen:

- La generación de magmas de afinidad adakítica (altas relaciones Sr/Y) mediante el proceso MASH (*Melting, Assimilation, Storage, and Homogenization*) en la interfase corteza-manto.
- La compresión que genera estructuras favorables para el emplazamiento de stocks.
- La posibilidad de reactivación de debilidades corticales antiguas.

### 6.2. LINEAMIENTOS TRANSVERSALES (ESE-ONO)

Las estructuras transversales al arco andino (rumbo ~ESE-ONO) son de capital importancia y actúan como guías estructurales de escala cortical. Muchas de estas son fallas profundas de origen pre-andino (lineamientos López, Calama-Olacapato-Toro, Socompa, Archibarca, Culampajá, Ojos del Salado, Calingasta-Uspallata, Falla Bermejo, Zona de transferencia Tucumán) que han sido reactivadas durante el Cenozoico. Estas discontinuidades corticales actúan como conductos de alta permeabilidad que facilitan el ascenso rápido de magmas saturados en agua desde la zona de MASH hasta niveles de emplazamiento subvolcánico, evitando su estancamiento y fraccionamiento intermedio (Yanez *et al.*, 2024). Distritos de clase mundial como Taca-Taca y Bajo de La Alumbrera presentan un control estructural por intersección con estas megaestructuras (Chernicoff *et al.*, 2002; Piquer *et al.*, 2016; Farrar *et al.*, 2023; Wiemer *et al.*, 2023).

### 6.3. ESTRUCTURAS DE ARCO (N-S)

Dentro del arco magmático, las fallas de rumbo N-S o NNE-SSO, asociadas a la compresión andina, controlan la ubicación a escala de distrito (Contreras-Reyes *et al.*, 2021). Estas estructuras intra-arco, que incluyen fallas inversas y zonas de cizalla, facilitan la creación de espacio para el emplazamiento de stocks porfiricos multifásicos y la génesis de complejos de stockworks y brechas hidrotermales. La intersección entre estas estructuras de arco y las transversales define los nodos de máxima permeabilidad, donde se localizan los depósitos de mayor tonelaje y ley.

## 7. INDICADORES PETROLÓGICOS Y GEOQUÍMICOS

La identificación de firmas geoquímicas diagnósticas y ensambles mineralógicos de alteración, es una herramienta poderosa para la exploración de pórfidos. En muestreos de adecuada densidad permite identificar zonaciones y orientar la localización del centro del sistema mineralizado.

### 7.1. MAGMAS FÉRTILES Y PETROGÉNESIS

No todos los magmas son capaces de generar un depósito de pórfido de cobre. Los magmas fértiles se caracterizan por ser ricos en volátiles (H<sub>2</sub>O) y estar oxidados (alta fO<sub>2</sub>). Geoquímicamente, suelen presentar firmas de afinidad adakítica, con elevadas razones Sr/Y y La/Yb, lo que indica estabilidad de granate en la fuente (Chiaradia 2021). Razones como V/Sc > 10 son también indicadores confiables de un estado redox elevado del magma, favorable para la concentración de cobre en los fluidos hidrotermales exueltos.

### 7.2. GEOCRONOLOGÍA, GEOQUÍMICA ISOTÓPICA Y MICROTERMOMETRÍA DE INCLUSIONES FLUIDAS

La comprensión de los procesos metalogénicos de los pórfidos de cobre en Argentina ha avanzado significativamente gracias a la aplicación de estudios geocronológicos, isotópicos y de inclusiones fluidas. Estos análisis permiten acotar la edad de los eventos

magmáticos e hidrotermales, identificar las fuentes de los metales y fluidos, y caracterizar las condiciones fisicoquímicas durante la mineralización.

La geocronología de alta resolución de los pórfidos en la República Argentina revela una distribución temporal que coincide con los principales pulsos magmáticos andinos (Rubinstein *et al.*, 2021). En el distrito de Bajo de la Alumbrera (Sierras Pampeanas), las edades U-Pb en circones de los intrusivos fértiles arrojan valores de ~8,2-7,0 millones de años (Mioceno Tardío), mientras que la edad de la mineralización, determinada por el método Re-Os en molibdenita, se sitúa alrededor de los ~7,0 millones de años (Proffett 2003, Buret *et al.* 2016 y 2017). Esta estrecha relación temporal entre el enfriamiento del intrusivo y el episodio mineralizador principal es característica de los sistemas de pórfido. En el proyecto Taca Taca (Puna), los intrusivos asociados presentan edades U-Pb entre ~39 y 36 millones de años (Eoceno), y edades Re-Os en molibdenita de ~36 millones de años, indicando un sistema estrictamente coetáneo (Ince *et al.*, 2025). Por su parte, el pórfido San Jorge (Cordillera Frontal) representa un episodio más antiguo, con edades U-Pb en circones de ~290-283 millones de años (Pérmico Temprano) y edades Ar-Ar en biotita hidrotermal de ~286-280 millones de años (Sillitoe 1977), confirmando su afinidad genética con el Ciclo Magmático Choiyoi. Estos datos refuerzan el modelo en el que la mineralización en los pórfidos ocurre poco después del emplazamiento de los stocks porfiricos, en un marco temporal geológicamente breve.

Los estudios isotópicos proporcionan información clave sobre el reparto de fuentes de los magmas y los metales. En Bajo de la Alumbrera y Agua Rica, las composiciones isotópicas de Sr y Nd en las rocas intrusivas indican una importante contribución de la corteza inferior. Los valores de  $\epsilon_{Nd}$  inicial negativos y las relaciones iniciales de  $^{87}Sr/^{86}Sr$  relativamente altas sugieren una asimilación significativa de corteza madura por parte de magmas originados en un manto enriquecido en un contexto de subducción. Esto respalda el modelo MASH (Fusión, Asimilación, Almacenamiento y Homogeneización) en la base de la corteza como proceso generador de magmas adakíticos o de alta relación Sr/Y fértiles en los Andes Centrales (Hildreth y Moorbath 1988).

Los isótopos de azufre ( $\delta^{34}S$ ) en sulfuros de depósitos como Bajo de la Alumbrera presentan valores cercanos a 0‰ (en un rango de -3 a +3‰), lo que es consistente con una fuente magmática mantélica para el azufre, sin una evidencia significativa de

contribución de azufre sedimentario. Por otro lado, los estudios de isótopos de oxígeno e hidrógeno en inclusiones fluidas y minerales de alteración en San Jorge han determinado que los fluidos mineralizantes tempranos son de origen predominantemente magmático, con valores de  $\delta^{18}O$  del agua entre +6.5 y +9.5‰ (Garrido *et al.*, 2010). En etapas tardías de algunos sistemas, se puede detectar una mezcla minoritaria con agua meteórica, lo que modifica estas firmas.

La microtermometría de inclusiones fluidas atrapadas en cuarzo hidrotermal permite reconstruir la naturaleza y evolución de los fluidos que transportaron y depositaron los metales. En los pórfidos argentinos (Rubinstein *et al.*, 2021), como los de la faja Miocena de la Cordillera Frontal (ej. El Pachón, Los Azules), se identifican comúnmente varios tipos de inclusiones fluidas que registran la evolución del sistema:

- Inclusiones de fusión de silicatos: Representan gotas de magma atrapadas y son evidencia directa de la saturación de fluidos y la partición de elementos entre el fundido silicatado y la fase acuosa.
- Inclusiones fluidas de alta salinidad con halita: Son características de la etapa de alteración potásica y mineralización principal. Estas inclusiones, que a menudo contienen uno o más cristales de halita (NaCl) como hija, registran salinidades muy elevadas (>40% eq. NaCl en peso) y temperaturas de homogeneización que suelen superar los 400-500°C. La presencia de minerales accidentales o cautivos (calcopirita, hematita) evidencia su alta capacidad de transporte de metales en complejos clorurados.
- Inclusiones fluidas de baja a media salinidad (vapor y líquido): Asociadas a la sobreimpresión fílica (sericítica). Las inclusiones de tipo vapor (baja densidad) y las acuosas de baja salinidad (<10% eq. NaCl en peso) sugieren separación de fases (ebullición o *boiling*) del fluido, un mecanismo crucial para la desestabilización de los complejos de cloro que transportan el cobre y la posterior precipitación de calcopirita debido al incremento del pH y la pérdida de H<sub>2</sub>S.
- Inclusiones de CO<sub>2</sub>: Presentes en varios distritos, indican una fase volátil temprana que afecta la profundidad de saturación del magma.

En el pórfido San Jorge, los estudios de inclusiones fluidas han identificado la presencia de fluidos de alta salinidad y alta temperatura, así como evidencias

de ebullición (Garrido *et al.*, 2010), lo que refuerza el modelo de un sistema magmático-hidrotermal típico de pórfido cuprífero. Los datos de inclusiones fluidas en Agua Rica muestra una evolución compleja, donde la telescopía permitió que eventos de menor temperatura y salinidad, asociados a la sobreimpresión de un sistema de alta sulfuración, enriquecieran el núcleo del pórfido.

En conjunto, estas herramientas definen que los pórfidos argentinos derivan de reservorios magmáticos profundos con fuerte interacción cortical, donde la exsolución de fluidos hipersalinos y su posterior desestabilización termodinámica (por ebullición o mezcla) fueron los controles fundamentales para la génesis de estas anomalías metálicas.

## 8. ORDENAMIENTO TERRITORIAL

La evaluación del potencial metalogenético debe realizarse en el marco de un desarrollo sostenible, considerando las restricciones legales y ambientales. La intersección geoespacial de las fajas de pórfidos de cobre con las capas de Áreas Protegidas y el Inventario Nacional de Glaciares (ING) es un insumo crítico para la planificación territorial y el análisis de riesgo de inversión. Esta integración de información permite a los tomadores de decisiones, las empresas y la sociedad civil identificar tempranamente las restricciones que impone el ordenamiento territorial sobre el uso del territorio, equilibrando el desarrollo económico con la preservación del patrimonio natural y el cumplimiento de la legislación vigente.

Con relación a las áreas protegidas, en Parque Nacionales, Reservas Nacionales, y Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción nacional, la Ley Nacional N° 22.351 (artículo 10) prohíbe taxativamente la prospección, exploración y explotación minera, con excepción de áridos debidamente autorizados para infraestructura interna.

En las áreas protegidas de jurisdicción provincial no rige una prohibición directa, aunque cada provincia determina estándares ambientales y de protección a cumplir, y por ende se exige que las empresas mineras incluyan dicho ítem dentro del Informe de Impacto Ambiental (IIA). La autoridad provincial realiza un dictamen denominada Declaración de Impacto Ambiental (DIA) en la cual aprueba o rechaza el IIA.

La capa de información del Inventario Nacional de Glaciares incluida en el mapa corresponde a la

Ley Nacional N° 26.639 (Régimen de Presupuestos Mínimos), que en su artículo 6 inciso c prohíbe la actividad minera en geoformas glaciarias. Es imperativo destacar que esta restricción se extiende al ambiente periglacial, definido técnicamente como el área con suelos congelados (permafrost) que actúa como regulador hídrico, lo cual representa un desafío técnico-legal de alta complejidad para los proyectos de pórfidos de alta montaña.

El análisis del potencial de las fajas de pórfidos de cobre, mediante la identificación de metalotectos (controles estructurales, magmáticos y litoestratigráficos), asociación de depósitos y firmas de alteración hidrotermal, debe ser complementado obligatoriamente con el mapeo de restricciones de ordenamiento territorial para determinar la viabilidad real de los objetivos de exploración.

## 9. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

El presente análisis de las fajas metalogenéticas de pórfidos de cobre de la República Argentina, mediante la integración de información geológica, estructural, geoquímica y de ordenamiento territorial, permite presentar una síntesis del recurso de cobre en el país y sus perspectivas. Las conclusiones confirman un potencial significativo y establecen directrices para la exploración *greenfield* y *brownfield*, destacando la utilidad de la cartografía resultante como una plataforma de inteligencia geoespacial para la toma de decisiones y la gestión del territorio.

## 10. SÍNTESIS Y DIRECTRICES

### 10.1. SÍNTESIS DE RECURSOS DE COBRE

Los recursos de cobre de Argentina están concentrados predominantemente en los pórfidos cupríferos, que concentran más del 98% de los recursos totales del metal. La distribución de estos recursos no es homogénea en el tiempo, sino que está concentrada en episodios metalogenéticos específicos. Si bien se analizan once fajas, los eventos magmático-hidrotermales del Mioceno-Plioceno han generado las mayores acumulaciones de metal por kilómetro de arco, destacando el distrito Bajo de la Alumbrera y los clústeres de clase mundial de la Cordillera Frontal (El Pachón, Los Azules). El Eoceno-Oligoceno también representa un episodio

destacado, con depósitos de gran tonelaje como Taca Taca y Josemaría.

### 10.2. DIRECCIONES ESTRATÉGICAS DE EXPLORACIÓN

El potencial de recursos no descubiertos en Argentina supera en una proporción de 3:1 a los recursos conocidos. Las estrategias de exploración deben priorizar:

- Exploración profunda y bajo cobertura: La búsqueda de pórfidos "ciegos" o bajo cobertura en las fajas de mayor potencial, como MamCfCp (Mioceno superior en Cordillera Frontal y Principal), OamPCf (Oligoceno en Puna y Cordillera Frontal) y MPramSP (Mioceno-Plioceno en Sierras Pampeanas).
- Evaluación de fajas subexploradas: Fajas como MPamCp (Mioceno-Plioceno en Cordillera Principal) y TrjamPea (Triásica-Jurásica en Patagonia) presentan un menor número de descubrimientos, pero un marco geológico permisivo, requiriendo nuevos modelos conceptuales y esfuerzos exploratorios para identificar ventanas de erosión favorables. .
- Análisis integral de distritos: El uso de herramientas como los mapas de alteración espectral, la geofísica y la modelización de sistemas minerales para orientar la ubicación de pórfidos fértiles en los grandes distritos conocidos.

### 10.3. FINALIDAD DEL MAPA

Se espera que este mapa de fajas metalogénicas, junto con sus capas de información crítica (metalotectos, zonación de alteración y firmas geoquímicas), trascienda la representación cartográfica para convertirse en una herramienta de análisis que proporcione una base científica sólida para:

**Orientación de la exploración futura:** Al delimitar áreas prospectivas mediante la superposición de criterios de favorabilidad.

**Planificación territorial de largo plazo:** Integrando la prospectividad minera con el catastro de restricciones ambientales y criosféricas.

**Mitigación del riesgo geológico-económico:** Al proveer una base científica que reduzca la incertidumbre en las etapas tempranas del ciclo de vida minero.

**Investigación geocientífica aplicada:** Sintetizando la evolución tecto-magmática de los Andes para guiar la próxima generación de descubrimientos.

## 11. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Eduardo Zappettini y Julio Ríos Gómez sus valiosos comentarios y sugerencias para mejorar el texto y validar el contenido.

## 12. TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Buret, Y., von Quadt, A., Heinrich, C., Selby, D., Wälle, M., & Peytcheva, I. (2016). From a long-lived upper-crustal magma chamber to rapid porphyry copper emplacement: Reading the geochemistry of zircon crystals at Bajo de la Alumbrera (NW Argentina). *Earth and Planetary Science Letters*, 450, 120-131.
- Buret, Y., Wotzlaw, J. F., Roozen, S., Guillong, M., von Quadt, A., & Heinrich, C. A. (2017). Zircon petrochronological evidence for a plutonic-volcanic connection in porphyry copper deposits. *Geology*, 45(7), 623-626.
- Bruna Novillo, Julio M. (2018). *Geología y Génesis del Pórfido de Au-Cu de Bajo El Durazno*, Provincia de Catamarca, República Argentina. Tesis Doctoral. Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, Dpto. Geología, UNCA. Co-directores: Márquez Zavalía, María Florencia; Heinrich, Christoph A. pp 1-257. <https://riaa-tecnologia.unca.edu.ar/handle/123456789/673>.
- Camus, F. (2002). The Andean porphyry systems. Giant Ore Deposits: Characteristics, genesis and exploration; in Porter T.M. (Ed.), *Super Porphyry Copper & Gold Deposits: A Global Perspective*, PGC Publishing, Adelaide, v. 1, pp 45-63.
- Cardó, R., Godeas, M. C., Márquez, M. J., Ramallo, E. E., & Zanettini, J. C. M. (2015). Las Fajas Metalogénicas Cupríferas de la República Argentina. <https://repositorio.segemar.gov.ar/handle/308849217/2841>
- Chernicoff, C. J., Richards, J. P., & Zappettini, E. O. (2002). Crustal lineament control on magmatism and mineralization in northwestern Argentina: geological, geophysical, and remote sensing evidence. *Ore Geology Reviews*, 21(3-4), 127-155.
- Chiaradia, M., (2021). Magmatic Controls on Metal Endowments of Porphyry Cu-Au Deposits. In: *Tectonomagmatic Influences on Metallogeny and Hydrothermal Ore Deposits: A Tribute to Jeremy P. Richards (Volume I)*. Sholeh, A. & Wang, R. (Ed.). Society of Economic Geologists, 1-16. doi: 10.5382/SP.24.01
- Contreras-Reyes E., Díaz D., Bello-González J.P., Slezak K., Potin B., Comte D., Maksymowicz A., Ruiz J.A., Osses A. and Ruiz S., (2021). Subduction zone fluids and arc magmas conducted by lithospheric deformed regions beneath the central Andes. *Scientific Reports* 11:23078. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-02430-9>
- Cunningham, C.G., Zappettini, E.O., Vivallo S., Waldo, Celada, C.M., Quispe, Jorge, Singer, D.A., Briskey, J.A., Sutphin, D.M., Gajardo M., Mariano, Diaz, Alejandro, Portigliati, Carlos, Berger, V.I., Carrasco, Rodrigo, and Schulz, K.J., (2008), Quantitative mineral resource assessment of copper, molybdenum, gold, and silver in undiscovered porphyry copper deposits in the Andes Mountains of South America: U.S. Geological Survey Open-File Report 2008-1253, 282 p. Available on CD-ROM and online at <https://pubs.usgs.gov/of/2008/1253/>.
- Farrar, A. D., Cooke, D. R., Hronsky, J. M. A., Wood, D. G., Benavides, S., Cracknell, M. J., Banyard, J. F., Gigola, S., Ireland, T., Jones, S. M., and Piquer, J. (2023). A Model for the lithospheric architecture of the Central Andes and the localization of giant porphyry copper deposit clusters, *Economic Geology*, 118, 1235-1259. <https://doi.org/10.5382/econgeo.5010>, 2023.
- Garrido M.M., Gómez M.C., Fernández M.L., Lambrecht S. (2010). Brecha de Turmalina del pórfido de Cu-Au San Jorge, Mendoza: alteración, mineralización y origen de los fluidos. *Rev. Asoc. Geol. Argentina* 67 (1), 47-57.
- Gustafson, L. B., & Hunt, J. P. (1975). The porphyry copper deposit at El Salvador, Chile. *Economic geology*, 70(5), 857-912.
- Hammarstrom, J. M. (2022). Porphyry copper: Revisiting mineral resource assessment predictions for the Andes. *Minerals*, 12(7), 856.
- Hildreth, W., & Moorbath, S. (1988). Crustal contributions to arc magmatism in the Andes of central Chile. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 98(4), 455-489. <https://doi.org/10.1007/bf00372365>
- Ince, M. A., Hagemann, S. G., Rubinstein, N. A., Fiorentini, M. L., Kemp, A. I., Fisher, C. M., ... & Gigola, S. (2025). Insights Into the Magma Source and Evolution of the Taca Taca Bajo Porphyry Deposit: Implications for the Metallogeny and Cu Fertility of the Central Andean Retro Arc. *Economic Geology*, 120(4), 819-845.
- Johanis, P. E., Larcher, N., Varas, R., Rodríguez, D., Carrizo, N., Cecenarro, F. J., Hernando, I., Ferpozzi, F., García, C., Turra, J.M. (2023). Base de datos de yacimientos de la República Argentina. Informe anual 2023. 80 pp. Buenos Aires, Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. <https://repositorio.segemar.gov.ar/handle/308849217/4373>
- Kirkham, R.V. (1971). Intermineral Intrusions and Their Bearing on the Origin of Porphyry Copper and Molybdenum Deposits. *Economic Geology and the Bulletin of the Society of Economic Geologists* (December 1971) 66 (8): 1244-1249.

- Koukharsky, M., M.C. Godeas y N. Pezutti (1999). Las áreas de alteración hidrotermal en Argentina. En: Recursos Minerales de la República Argentina (Ed. E.O. Zappettini), Instituto de Geología y Recursos Minerales SEGEMAR, Anales 35: 107-147, Buenos Aires.
- Kouzmanov, K., & Pokrovski, G.S. (2012). Hydrothermal Controls on Metal Distribution in Porphyry Cu (-Mo-Au) Systems.
- Lizuaín Fuentes, Antonio y Panza, José Luis Alberto (2018). Mapa Geológico del Sector Continental e Insular Americano de la República Argentina - Mapa Geológico del Sector Antártico Argentino. Buenos Aires, Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. <https://repositorio.segemar.gov.ar/handle/308849217/3184>
- Marcos, Oscar Rodolfo, 1978. Area de Reserva N°1. Perforación N°19 Zona La Mejicana. Plan La Rioja. 22p. Buenos Aires, Ministerio de Industria y Minería. <https://repositorio.segemar.gov.ar/handle/308849217/3214>
- Márquez, M., Ramallo, E. y Zanettini, J. C. (2015). Las Fajas Metalogenéticas Cupríferas de la República Argentina. Anales N° LIII. 158pp. Buenos Aires
- McCuaig, T. C., & Hronsky, J. M. (2014). The mineral system concept: the key to exploration targeting.
- Muñoz, M., Charrier, R., Fanning, C. M., Makshev, V., & Deckart, K. (2012). Zircon trace element and O-Hf isotope analyses of mineralized intrusions from El Teniente ore deposit, Chilean Andes: constraints on the source and magmatic evolution of porphyry Cu-Mo related magmas. *Journal of Petrology*, 53(6), 1091-1122.
- Piquer, J., Yáñez, G., Rivera, O., and Cooke, D. R. (2019). Longlived damage zones associated with fault intersections in the Andes of Central Chile, *Andean Geol.*, 46, 223-239. <https://doi.org/10.5027/andgeoV46n2-3106>.
- Proffett, J. M. (2003). Geology of the Bajo de la Alumbrera porphyry copper-gold deposit, Argentina. *Economic Geology*, 98(8), 1535-1574.
- Rubinstein, N.A., Zappettini, E.O., Gómez, A.L.R. (2021). Porphyry CU deposits in the Central Andes of Argentina: An overview. *Journal of South American Earth Sciences*, Volume 112, Part 1. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103543>.
- Schulz, K. J., & Briskey, J. A. (2003). The global mineral resource assessment project. US Geological Survey, Fact Sheet FS-053-03, <http://pubs.usgs.gov/fs/fs053-03>
- Secretaría de Minería de la Nación (2025). Recursos y Reservas minerales en Argentina. Análisis septiem-  
bre 2025. [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/recursos\\_y\\_reservas\\_minerales\\_en\\_argentina\\_sep\\_2025\\_0.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/recursos_y_reservas_minerales_en_argentina_sep_2025_0.pdf)
- Seedorf, E., Dilles, J., Proffett, J., Einaudi, M., Zurcher, L., Stavast, W., Johnson, D., & Barton, M. (2005). Porphyry Deposits: Characteristics and Origin of Hypogene Features. In: Hedenquist, J., Thompson, J., Goldfarb, R., & Richards, J. P. (Eds.) *Economic Geology 100th Anniversary Volume*. Society of Economic Geologists, 251-299.
- SIGAM. Depósitos metalíferos 250k (2025). Catálogo de datos abiertos geoespaciales. SEGEMAR. <https://sigam.segemar.gov.ar/geoserver217/wfs?request=GetFeature&request=GetFeature&service=WFS&typename=sigam:e250K.DepositMetalif&outputFormat=CSV&version=1.0.0>
- Sillitoe, R.H. (1977). Permo-Carboniferous, Upper Cretaceous, and Miocene porphyry-copper-type mineralization in the Argentinian Andes. *Economic Geology* v.72 pp 99-103.
- Sillitoe, R.H. (1994). Erosion and collapse of volcanoes: Causes of telescoping in intrusion-centered ore deposits. *Geology*, 22(10), 945-948.
- Sillitoe, R. H. (2010). Porphyry copper systems. *Economic Geology*, 105(1): 3-41.
- Sillitoe, R. H., & Perelló, J. (2024). Porphyry copper recurrence in the Andes of Chile and Argentina. *Economic Geology*, 119(5), 995-1003.
- Sinclair, W.D. (2007) Porphyry Deposits. In: Goodfellow, W.D., Ed., *Mineral Deposits of Canada: A Synthesis of Major Deposit-Types, District Metallogeny, The Evolution of Geological Provinces, and Exploration Methods*, Geological Association of Canada, 223-243.
- Villela, D., & Cantalóps, J. (2016). Franjas metalogénicas de los Andes Centrales: blancos clave para la exploración minera. Informe Comisión Chilena Cobre (Chile). Dirección de Estudios y políticas públicas.
- Wiemer D, Hagemann SG, Hayward N, Begg GC, Hronsky J, Thébaud N, Kemp AIS and Villanes C (2023), Cryptic trans-lithospheric fault systems at the western margin of South America: implications for the formation and localization of gold-rich deposit superclusters. *Frontier Earth Science* 11:1159430. doi: 10.3389/feart.2023.1159430
- Yáñez G.C., Piquer J.R. and Rivera O.H. (2024). On the role of trans-lithospheric faults in the long-term seismotectonic segmentation of active margins: a case study in the Andes. *Solid Earth*, 15, 1319-1342. <https://doi.org/10.5194/se-15-1319-2024>
- Zappettini, Eduardo O.; Segal, Susana J.; Godeas, Marta Carmen; Brodtkorb, Milka K. de y Scha-

lamuk, Isidoro A. (1999). Recursos Minerales de la República Argentina. Anales;XXXV. Buenos Aires, Subsecretaría de Minería de la Nación. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. <https://repositorio.segemar.gov.ar/handle/308849217/2746>

Zappettini, E. O.; Gozálvez, M. R. (2021). Potencial en recursos minerales del territorio continental de la República Argentina. (Cu, Mo, Pb, Zn, Au, Ag, Li, K, B). Serie Contribuciones Técnicas. Recursos Minerales N°47, 101 p. Buenos Aires, Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales.