

## **FACIES, AMBIENTES DE DEPOSITACIÓN Y PALEOGEOGRAFIA DEL MIEMBRO PITIPEUMO (FORMACION LAS CHILCAS). V REGION**

**Carlos Arévalo Vera**

El presente trabajo tuvo como objetivo primordial elaborar una interpretación paleogeográfica de las rocas del Miembro Pitipeumo de la Formación Las Chilcas que se exponen en el Distrito Cerro Negro (32°34' lat. sur, 70°52' long. oeste). Para tal efecto se definieron 20 facies (epiclásticas y volcánicas) y 6 asociaciones de facies e interpretaron sus procesos y ambientes de sedimentación.

Las facies epiclásticas, que dominan hacia el sector más oriental del distrito, comprenden conglomerados y brechas que se depositaron como flujos de detritos, flujos hiperconcentrados, flujos gravitacionales canalizados y canales trenzados someros; facies de areniscas que se depositaron como flujos masivos, flujos turbidíticos, dunas subacuáticas y relleno de canales; facies de fangolitas depositadas como flujos masivos y turbidíticos; y además una facies calcárea que se depositó en una llanura algácea de aguas someras.

Las facies epiclásticas se agrupan en 6 asociaciones diferentes, las que se pueden atribuir a asociaciones de Abanico Aluvial Proximal, Abanico Aluvial Distal o de Lla-

nura Aluvial, Playa, Laguna, Lahar Subacuático y Lahar Subaéreo.

Las facies volcánicas, que dominan hacia el sector más occidental del distrito, comprenden capas de andesitas basálticas y brechas interpretadas como coladas de lavas de bloque y facies de tobas depositadas como flujos piroclásticos y como lluvia de piroclastos.

Estos subambientes y las paleocorrientes obtenidas han permitido caracterizar paleogeográficamente el Miembro Pitipeumo por una Llanura Aluvial limitada al oeste, nor-noroeste y noreste por altos topográficos y al sur por una Laguna. Un sistema volcánico levantado hacia el oeste y probablemente hacia el este, habría permanecido activo durante toda la depositación de las facies epiclásticas.

Finalmente, la sedimentación en el Miembro Pitipeumo se desarrolla según ciclos progradantes alternados por períodos de hundimiento tectónico de la cuenca. Estos ciclos definen a su vez una tendencia regresiva general.

Prof. Guía: Sr. Manuel Suárez 22.01.92

# GEOLOGIA DEL AREA DE LA QUEBRADA DE CHAÑARAL ALTO Y SUS ALREDEDORES, REGION DE ATACAMA

Andrés Brzovic Pérez

El área de la Quebrada de Chañaral Alto está delimitada por las coordenadas geográficas: 26°30' - 26°45' de latitud sur y 69°23' - 69°45' de longitud oeste. En ella afloran rocas estratificadas cuyas edades de formación abarcan desde el Jurásico al Reciente, junto con cuerpos intrusivos de granitoides y pórfidos. Estas unidades, en detalle, corresponden a:

- *Las rocas del Jurásico-Neocomiano*, las cuales presentan facies sedimentarias marinas, volcánicas y clásticas continentales. Se reconocen en él hasta 1.000 m de calizas y areniscas calcáreas fosilíferas, las que son asignadas a las formaciones Montandón, Asientos, Pedernales y miembro calcáreo de la Formación Sierra de Fraga. Las rocas carbonatadas están intercaladas por medio centenar de metros de lavas andesíticas porfíricas asignadas a los Estratos de Quebrada Vicuña y a la parte baja del miembro volcánico-sedimentario de la Formación Sierra de Fraga.

Los depósitos marinos están cubiertos en forma transicional por areniscas rojas y moradas pertenecientes a la Formación Agua Helada y a la parte alta del miembro volcánico-sedimentario de la Formación Sierra de Fraga. Parte de estas unidades sedimentarias engranarían con más de 1.000 m de lavas andesíticas porfíricas asignadas al sector más occidental de la Formación Sierra de Fraga. El conjunto de unidades se interpretan como los depósitos de una cuenca marina de trasarco desarrollada durante el Jurásico-Neocomiano.

- *Las rocas cretácicas* reconocidas alcanzan más de 4.000 m de potencia. Más de 1.000 m de brechas volcánicas de la base de esta columna son asignadas a la Formación Llanta (miembro inferior Pingo) y a la Formación Quebrada Seca. Los restantes 3.000 m corresponden a rocas sedimentarias continentales y volcánicas, las que son asignadas como miembro La Enriqueta de la Formación Llanta.
- *Las rocas terciarias*, generadas entre el Paleoceno y el Eoceno, se agrupan sobre la base de dataciones radiométricas K-Ar en dos unidades principales: la Caldera San Pedro de Cachiyuyo y la Secuencia Volcánica del Cerro Valiente. Mientras la primera está representada principalmente por ignimbritas riolitas, en la segunda predomina una secuencia volcánica bimodal. En este volcanismo del terciario inferior se reconocieron varias estructuras de colapso.
- *Las rocas intrusivas* de la zona, resultantes de ciclos intrusivos desarrollados durante el Eoceno, constituyen pequeños «stocks» de pórfidos y granitoides.

La evolución tectónica comprende una deformación comprensiva pre-paleocena caracterizada por pliegues anticlinales y sinclinales de vergencia al este. Estructuras comprensivas posteriores del Eoceno a post-Eoceno se caracterizan por fallas inversas y de rumbo. Con la excepción de las últimas, de orientación noreste y noroeste, todas las estructuras son de rumbo NS.

Prof. Guía: Sr. Constantino Mpodozis

31.12.92

# CONTRIBUCION A LA PETROLOGIA E INTERPRETACION TECTONICA DE LAS ROCAS VOLCANICAS TRIASICAS Y JURASICAS DE LA REGION CENTRAL DE CHILE (32° - 34° LS.)

Alejandro Osvaldo Cancino Ordenes

En este trabajo se presentan los resultados del estudio mineralógico petrográfico y geoquímico de las formaciones volcánicas del Triásico-Jurásico de Chile Central (32° - 34° LS.), a saber: Formaciones Pichidangui, Ajjal, Horqueta, Río Damas y el miembro titoniano de la Fm. Lo Valdés.

La Fm. Pichidangui (Triásico Sup.) está formada por más de 3500m de rocas basálticas y daci-riolíticas. Geoquímicamente corresponden a una asociación que va desde toleitas de bajo K, en la base, a calcoalcalino rico en K, en el techo.

La Fm. Ajjal (Jurásico Inf.), está formada por alrededor de 1000m de rocas principalmente riolitas y basálticas, con intercalaciones de sedimentos marinos. Geoquímicamente corresponden a una asociación que va desde shoshonita a calcoalcalina rica en K.

La Fm. Horqueta (Jurásico Sup.), se encuentra formada por más de 2000m de rocas volcanoclásticas de naturaleza continental, donde alrededor de 1000m corresponden a una asociación preferentemente calcoalcalina en parte rica en K.

La Fm. Río Damas y el miembro titoniano de la Fm. Lo Valdés (Jurásico Sup.), están caracterizados por más de 2000m de rocas que van desde sedimentos continentales a efusiones andesíticas y dacíticas submarinas. Geoquímicamente corresponde a una asociación que va desde términos calcoalcalina rica en K a shoshonita.

Todas las rocas volcánicas presentan una mineralogía de alteración atribuible a

las facies de metamorfismo de muy bajo grado de prehnita- pumpellita a esquistos verdes, a excepción de la Fm. Río Damas y el miembro volcánico titoniano de la Fm. Lo Valdés, las que presentan una mayor intensidad de alteración producto de la sobreimposición del volcanismo cuaternario.

Los diagramas geoquímicos de interpretación tectónica más la presencia de un volcanismo principalmente de alto contenido de K y bimodal, permiten inferir condiciones de depositación asociadas a cuencas marginales ensiálicas separadas por un volcanismo calcoalcalino en el Jurásico Superior. Este último se habría producido en estrecha relación con una regresión marina y solevantamiento cortical continental.

Se discute, además, la posible aloctonía de la Fm. Pichidangui, basado en los antecedentes stratigráficos, tectónicos y petrográficos, concluyéndose que faltan nuevos estudios paleomagnéticos y estructurales para una clara definición de la situación.

La modelación petrológica permite inferir que las rocas volcánicas triásicas de la Fm. Pichidangui sería el resultado de la fusión parcial de un manto de Lherzolita de plagioclasa; en cambio, las rocas volcánicas jurásicas podrían tener un origen múltiple, donde las rocas más primitivas podrían derivarse de un manto peridotítico.

Prof. Guía: Sr. Mario Vergara M. 28.12.92

# **GEOLOGIA Y MINERALIZACION DEL DISTRITO MINERO SAN PEDRO DE CACHIYUYO, III REGION, CHILE**

**Pedro Delgado S.**

El área de estudio está ubicada 106 Km al norte de la ciudad de Copiapó, III Región de Chile. Afloran rocas volcánicas y sedimentarias de edad cretácica (Formación Bandurrias) y terciaria inferior (Formación Hornitos), intruidas por cuerpos plutónicos de composición monzonítica y diorítica y diques félsicos y andesíticos de edad eocena. Fallas de direcciones nor-este, norte-sur y nor-oeste, afectan a todo el conjunto de rocas, y se asemejan a un esquema transpresional sinistral. Yacimientos de cobre-oro asociado a chimeneas de brechas, que son interpretadas como brechas de explosión, se emplazan en el distrito, generalmente en la intersección de estos sistemas de fallas. Cuerpos hipabisales de pórfido microdiorítico se emplazan en profundidad en estos depósitos. Mineralización de pirita y calcopirita asociada a alteración filica se presenta en la matriz y clastos de la chime-

neas de brechas. Ocurre también una disseminación fina de bornita, molibdenita y calcopirita restringida al pórfido microdiorítico, el que presenta alteración potásica. Una alteración propilítica débil afecta a la roca de caja de la mayoría de los cuerpos mineralizados. Además es posible observar una alteración argílica débil de carácter supérgeno que se superpone en superficie a las anteriores alteraciones hipogénas. Estudios de inclusiones fluidas, indican que las chimeneas de brechas se habrían emplazado por lo menos a 600 m bajo la paleosuperficie. Finalmente los datos sugieren que la mineralización presente en el distrito corresponde a la parte alta de un sistema de pórfido cuprífero desarrollado durante el Eoceno.

Prof. Guía: Sr. Carlos Palacios M. 16.04.92

## **EL COMPLEJO VOLCAN-PLUTONICO PALEOCENO-EOCENO DEL CERRO DURAZNO ALTO: LAS CALDERAS EL DURAZNO Y LOMAS BAYAS, REGION DE ATACAMA, CHILE.**

**Orlando Rivera Herrera**

El objetivo de este estudio fue caracterizar el volcanismo y ambiente tectónico durante el Terciario Inferior de un sector de la Precordillera de Copiapó comprendido entre el Cerro Carrizalillo y Cerro Calquis (27°34' y 27°53' Latitud Sur).

El esquema geológico clásico de dicha área consideraba la presencia de una secuencia de rocas volcánicas y volcanoclásticas compuesta por las Formaciones Cerrillos, Hornitos y Cerro La Peineta. Sin embargo, la adversidad de procesos volcá-

nicos y plutónicos identificados durante la realización de este estudio permitieron determinar que dichas formaciones, así como sus intrusivos asociados, representan un complejo que incluye desde stocks y pórfidos dioríticos, monzodioríticos y tonalíticos, domos riolíticos, enjambres de diques ácidos, ignimbritas, mega y mesobrechas de colapso, lavas andesíticas y dacíticas, hasta niveles sedimentarios con calizas estromatolíticas y evaporitas, cuya organización espacial, controlada por fallas normales y fracturas anulares, indica que son los productos de un evento volcano-plutónico asociado al emplazamiento de un sistema de calderas de colapso denominado *Complejo Volcano-Plutónico Paleoceno-Eoceno del Cerro Durazno Alto*.

Dicho Complejo está formado por las calderas El Durazno y Lomas Bayas y por los intrusivos resurgentes de ambas estructuras volcánicas. Las etapas de la evolución de un ciclo de calderas reconocidas en la caldera El Durazno son volcanismo pre-colapso (Tobas de Quebrada de Hornos), colapso y formación de depósitos intracaldera (Brechas Basales de Quebrada El Durazno y Tobas de Don Eliseo), y volcanismo post-colapso (Lavas de Doña Coto). En la caldera Lomas Bayas se reconocen las etapas de colapso y formación de depósitos intracaldera (Brechas de Quebrada El Peñón y Tobas de Sierra Titirero), volcanismo post-colapso (Lavas de Quebrada La Loba), sedimentación intracaldera (Calizas de Lomas Bayas) y actividad tardía (Tobas y Lavas de Cerro Volcán).

Ambas estructuras volcánicas registran etapas de resurgencia que en el caso de la caldera Lomas Bayas está representada por la intrusión del Stock La Presidenta y en la caldera El Durazno por la intrusión del Stock de Quebrada La Represa. El Domo La Paloma corresponde a una intrusión resurgente en el sector donde se anidan ambas calderas. Dichas intrusiones representan la última etapa en la evolución de un sistema magmático iniciado con la evacuación de los extensos flujos de piroclastos y lavas que constituyen las calderas El Durazno y Lomas Bayas.

La principal característica geoquímica de las unidades que componen el Complejo Volcano-Plutónico de Cerro Durazno Alto es su evolución composicional continua desde gabro basalto a granito-riolita dentro de series alcoalcalinas de alto-K. Este hecho, sumado a la recopilación de antecedentes que hablan de convergencia oblicua entre las placas Farallon y Sudamericana durante el Terciario Inferior, lo cual induce una zona de falla transcurrente de tipo dextral y zonas de extensión aproximadamente normales a la dirección de convergencia en la Placa Sudamericana, indican que la formación de las unidades que constituyen el complejo volcano-plutónico fue controlada por un evento de magmatismo synextensional verificado en la Precordillera de Copiapó entre el Paleoceno Superior y el Eoceno Medio.

Prof. Guía: Sr. Constantino Mpodozis M.

31.12.92

# PROPIEDADES GEOMECAICAS BASICAS DE LAS UNIDADES LITOLÓGICAS DEL YACIMIENTO RIO BLANCO

Carolina Saldes Baldini

El yacimiento Río Blanco, con características de pórfido cuprífero se subdivide en dos partes. La parte superior relacionada a estructuras elongadas de chimeneas de brechas, constituido por tres complejos de brechas hidrotermales, y una parte inferior constituido por un típico desarrollo de stockwork y diseminación en rocas intrusivas.

En este yacimiento, se realizó un estudio tendiente a determinar las propiedades geomecánicas básicas de la roca intacta, para los distintos tipos litológicos asociados a la mineralización. Se analizó la información geomecánica de más de 3000 datos de los siguientes ensayos: cizalle a 35°, 45° y 55°, carga puntual, resistencia en compresión no confinada, determinación del módulo Young, determinación de la razón de Poisson, resistencia a la tracción, corte directo, comprensión triaxial y determinación de la velocidad de propagación de ondas.

Los tipos litológicos que presentaron el mejor comportamiento ante los distintos ensayos realizados, se reconocen en la parte

inferior del yacimiento y corresponden, en orden de mejor a peor, a:

- i) Andesitas de la Formación Farellones afectadas por alteración potásica.
- ii) Granodioritas del plutón Río San Francisco, afectadas por alteración potásica, y alteración filica.
- iii) Pórfido cuarzo monzonítico afectados por alteración potásica y filica.

Los tipos litológicos con menor resistencia corresponden a las brechas hidrotermales que se desarrollan en la parte superior del yacimiento, afectadas por alteración filica, potásica y argílica.

Sin perjuicio de lo anterior, debe señalarse que el comportamiento in situ del macizo rocoso puede variar considerablemente por efecto del fracturamiento.

La información recopilada permitirá a División Andina de CODELCO - CHILE disponer de los antecedentes geomecánicos básicos para la toma de decisiones en la operación minera.

Prof. Guía: Sr. Antonio Karzulovic 15.06.92

## GEOLOGIA DEL GRUPO VOLCANICO SAN PEDRO-PELLADO ANDES DEL SUR (36°S)

Gabriel I. Sánchez Caballero

### RESUMEN

Los volcanes cuaternarios San Pedro y Pellado, más joven y más antiguo respectivamente, se ubican en el Frente Volcánico de Los Andes del Sur, Zona Norte, a los 36°

de latitud Sur. Ambos volcanes y sus productos cubren a las formaciones, volcanoclásticas Cura Mallín (Eoceno-Mioceno Medio), Trapa Trapa (Mioceno Medio-Superior) y Campanario (Mioceno

Superior-Plioceno Inferior), y a pequeños intrusivos graníticos y dioríticos (Mioceno).

El volcán Pellado está constituido por tres unidades de lavas de composición, principalmente andesítica y una unidad de ignimbritas y brechas de 300 mts de potencia. Estas unidades alcanzan un espesor de 1.500 mts, ocupan una extensión de 88 km<sup>2</sup> y evidencian el paso de tres glaciaciones. Sin embargo, el volcán San Pedro está constituido por cuatro unidades de lavas de composición andesítico-basálticas y andesitas, que alcanzan un espesor de 1.500 mts, cubren un área de 114 km<sup>2</sup> y evidencian el paso de una glaciación.

Las lavas asociadas a estos volcanes presentan afinidades calcoalcalinas y toleíticas, y su composición es, principalmente de andesitas basálticas y andesitas, y en menor proporción, dacitas, riolitas y basaltos. Los minerales que se presentan como fenocristales son, en orden decreciente de abundancia, plagioclasa (An<sub>25-60</sub>), clinopiroxeno, olivino, ortopiroxeno, opacos y hornblenda.

Para contenidos similares de SiO<sub>2</sub>, las lavas de afinidad toleítica presentan, con respecto a las calcoalcalinas, contenidos superiores en Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O y Tierras Raras; contenidos inferiores en K<sub>2</sub>O, MgO, K, Rb, Cs, Th, U, Ni y Cr; razones de elementos incompatibles más bajas; y correlación positiva, con respecto a SiO<sub>2</sub>, de TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y Na<sub>2</sub>O.

De acuerdo a las comparaciones realizadas entre estas volcanitas y otras del mismo frente volcánico y de los arcos de islas, se desprende que las lavas calcoalcalinas del grupo San Pedro-Pellado han evolucionado desde un mismo magma parental que las toleíticas a través de cámaras magmáticas individuales donde, la cristalización fraccionada a altas presiones (Granate y/o Anfíbola), y el fraccionamiento de magnetita y asimilación cortical, serían los mecanismos más favorables para generar las lavas calcoalcalinas con las características ya descritas.

Prof. Guía: Sres. Leopoldo López,

Hugo Moreno 14.09.92

## ALTERACION Y MINERALIZACION DEL DISTRITO Y YACIMIENTO DE PLATA Y ORO LA COIPA, III REGION, CHILE

Tomas Swaneck Gutiérrez

El distrito minero de plata y oro La Coipa se ubica a unos 120 kilómetros al NE de la ciudad de Copiapó, en la Región de Atacama, Chile, y corresponde a un sistema mineralizado epitermal del tipo sulfato-ácido.

Las rocas de La Coipa consisten en lutitas y areniscas triásicas, y en tobas dacíticas del Mioceno Inferior. Estas últi-

mas están representadas de base a techo por tobas brechosas, tobas de lapilli y tobas líticas silíceas. Domos porfídicos de composición dacítica afloran en los márgenes del distrito, sugiriendo representar los alimentadores de las tobas dacíticas.

Dentro del distrito se distinguen cinco zonas con intensa alteración hidrotermal, que están representando los distintos nive-

les dentro de un sistema epitermal. Estos son: Ladera-Farellón, Don Eduardo, Can-Can, Coipa Norte y Brecha Norte, y se encuentran alineados en un rumbo aproximado NNW-SSE.

La alteración más fuerte corresponde a una intensa silicificación y sílice residual (Sílice Oquerosa), y a alteración cuarzo-alunitica (Argílica Avanzada). Como una envolvente a estas zonas se encuentra la zona de alteración argílica. Dichas alteraciones se encuentran fuertemente controladas por fallas y fracturas de rumbo NNE-SSW.

La mineralización de mena corresponde a oro y plata, con presencia en menor grado de cobre. El oro se presenta nativo, en forma libre y/o encapsulado en sílice, en pequeñas partículas (hasta 50 micrones), principalmente en la zona de lutitas. La plata se halla en forma nativa y más comúnmente en forma de cerargirita, principalmente en la zona de tobas dacíticas. El cobre se presenta en forma local limitado a pequeños bolsones de sulfuros en profundidad, dentro de las lutitas. La razón Au/Ag es mayor en los niveles inferiores de lutitas y decrece rápidamente hacia la superficie.

Los controles de la mineralización son tanto de tipo estructural como litológico: Fallas y fracturas, principalmente dentro del basamento de lutitas, constituyen los

conductos apropiados para la circulación de los fluidos mineralizantes y para la precipitación de la mena en forma de cuerpos tabulares; mientras que la alta porosidad de las tobas dacíticas superiores permite la mayor disseminación de dichos cuerpos, abriéndose hacia arriba a una forma de embudo.

Los estudios geoquímicos realizados en las rocas del distrito, indican una fuerte pérdida general de elementos mayores, como resultado de los procesos de alteración (lixiviación). Por otro lado, los contenidos de oro y plata en muestras del yacimiento muestran una correlación positiva con elementos trazas como arsénico, bismuto, antimonio, talio y niobio, y una clara asociación con los distintos tipos de alteración, cuyas concentraciones se ven enriquecidas a medida que aumenta el grado de alteración.

Las fallas y fracturas de la mina La Coipa y del distrito sugieren un arreglo tipo «Riedel Shear», asociado al fallamiento regional transcurrente de rumbo NW-SE. Dentro del juego de fallas de cizalle conjugadas, las de tipo antitéticas corresponderían a las zonas de extensión favorables para el emplazamiento de los cuerpos mineralizados, tanto en el basamento de lutitas como en las tobas dacíticas.

Prof. Guía: Sr. Waldo Vivallo S. 25.09.92

## **GEOLOGIA DEL DISTRITO MINERO EL TOQUI, REGION DE AYSÉN, CHILE**

**Héctor Alegría O.**

El Distrito Minero El Toqui, ubicado en la precordillera oriental de los Andes Patagónicos, a aproximadamente 45° de latitud Sur y 71°56' de longitud Oeste, está

formado por vetas emplazadas en planos de fallas y mantos polimetálicos con mineralización de esfalerita, pirrotina, calcopirita, arsenopirita galena y magnetita.

Los mantos se encuentran hospedados en una secuencia volcánica-sedimentaria de edad neocomiana. La ubicación de los cuerpos mineralizados presenta un fuerte control estratigráfico. El objetivo principal del presente trabajo es definir la estratigrafía del distrito.

En el distrito El Toqui se reconoce una sucesión mesozoica en la que se distinguen tres formaciones: la Formación Ibáñez (Jurásico Medio a Superior) compuesta por rocas volcanoclásticas; la Formación Coyhaique (Neocomiano), compuesta por rocas sedimentarias marinas y volcánicas; y la Formación Divisadero (Cretácico Medio), constituida por rocas volcanoclásticas ácidas a intermedias. La Formación Coyhaique ha sido subdividida en cuatro unidades que presentan bruscos cambios de espesores, y que de base a techo son: - unidad volcanoclástica marina, constituida por niveles de coquinas con abundantes restos fósiles de *Exogyra* cf. *Exogyra culoni* (DEFRANCE) con intercalaciones de tobas y brechas volcánicas, esta unidad es la que incluye los depósitos minerales de mayor volumen en el distrito minero; - unidad

arenosa, formada por areniscas finas y gruesas, con intercalaciones de tobas; - unidad lutítica que incluye lutitas negras fisibles con restos fósiles de Favrella Americana y con delgadas intercalaciones de areniscas grises; - unidad volcánica compuesta por lavas andesíticas.

La sucesión mesozoica se presenta afectada por un suave plegamiento con ejes orientados en dirección NS, este plegamiento estaría directamente relacionado con un sistema de fallas del mismo rumbo. Existen otros dos sistemas de fallas, normales, de rumbos NW y EW, que cortan a los sistemas anteriores.

Cuerpos intrusivos que corresponden a pórfidos de composición cuarzo feldespática a tonalítica, se encuentran restringidos al sector central del área. Estos cuerpos se observan cortando sólo a las formaciones Ibáñez y Coyhaique, y en algunos casos han aprovechado para su emplazamiento planos de debilidad generados por los sistemas de fallas antes mencionados.

Prof. Guía: Sres. Francisco Franquesa  
Luis Olcay 24.05.93

## **ESTUDIO HIDROGEOLOGICO REGIONAL DEL AREA SAN CARLOS - CONCEPCION, ENTRE LAS LATITUDES 36° Y 37° SUR.**

**Andrea de Buen Nieto**

El presente informe entrega los estudios y evaluaciones a nivel primario y a escala regional, del potencial hidrogeológico del área San Carlos - Concepción.

El estudio incluye un área de aproximadamente 14.500 km<sup>2</sup> y permite identificar 16 unidades hidrogeológicas, que se definieron a partir de geología de superficie,

catastro de pozos, estudios geofísicos, parámetros hidráulicos, datos climáticos y calidades químicas.

Las unidades de mayor potencial hidrogeológico se encuentran rellenando el Valle Central y corresponden a gruesos espesores de sedimentos cuaternarios no consolidados, que albergan acuíferos de gran-

des volúmenes y atractivas permeabilidades. Las rocas precuaternarias no presentan en principio condiciones de reservorio, por lo que no han sido objeto de este estudio.

Los sedimentos cuaternarios no consolidados están formados principalmente por depósitos fluviales y fluvio aluvionales con origen en los principales sistemas hidrográficos. Estos depósitos albergan acuíferos libres a confinados, que en la mayoría de los casos corresponden al tipo multicapa. Sus permeabilidades varían en el rango media - baja a alta, estas últimas en los depósitos asociados a los principales ríos.

Los niveles estáticos fluctúan entre surgentes y 15 m, con aguas cuyas calidades químicas son aptas para diferentes usos. Las

recargas se encuentran asociadas a las precipitaciones, retornos de riego y a infiltración de escurrimientos superficiales. Las descargas corresponden a evaporación, evapotranspiración y extracciones vía norias y/o pozos.

Los resultados de este estudio considerado el balance estimativo establecen que las recargas superan por mucho las descargas, lo que permite satisfacer demandas crecientes y muy superiores a las actuales, con lo que se podrían desarrollar nuevos proyectos sin problemas en el abastecimiento de agua, tanto por calidad como por cantidad.

Prof. Guía: Sr. Juan Varela 16.04.93

## RELACIONES ENTRE FALLAS, MAGMATISMO Y MINERALIZACION DE CU, AU, AG, Y MO EN LA REGION DE ATACAMA (26°15' - 27°25' S)

Juan Antonio Egaña Muñoz

En el área de estudio se distinguen, desde el Cretácico al Reciente, seis períodos de mineralización asociados espacial y temporalmente a sistemas mayores de fallas y genéticamente a la actividad magmática (intrusiva y volcánica):

1. En el Cretácico inferior (130-126 Ma) asociado a fallas de rumbo de carácter sinistral (Sistema de Fallas de Atacama) y a plutonismo, se desarrolló una mineralización consistente en chimeneas de brecha con mineralización de Cu con trazas de Au, vetas de Cu-Au y stockwork y diseminación de Au.
2. En el Cretácico superior (80-77 Ma), asociado a fallas de rumbo de carácter

sinistral (Sistema de Fallas Inca de Oro) y a magmatismo hipabisal, se originó una mineralización de tipo epitermal (Au-Cu o Ag).

3. En el Eoceno medio (48-46) Ma, asociado a estructuras de rumbo de carácter sinistral (Sistema de Fallas Inca de Oro) y a plutonismo hipabisal se formaron chimeneas de brecha (Cu-Mo-Au) que posiblemente representan la parte alta de pórfidos cupríferos.
4. En el Eoceno medio-Oligoceno inferior (43-37 Ma), relacionado con fallas de rumbo de carácter dextral (Sistema de Falla Oeste) y con magmatismo efusivo e intrusivo hipabisal se formaron pórfidos

cupríferos (Cu-Mo-Au) y una mineralización epitermal (Au-Ag).

5. En el Oligoceno superior-Mioceno inferior (24-22 Ma), asociado al Sistema de Fallas Maricunga y a volcanismo y magmatismo intrusivo hipabisal, se desarrolló una mineralización de tipo epitermal (Ag-Au) y pórfidos ricos en Au (Au-Cu).

6. En el Mioceno medio (14-12 Ma) también asociado al Sistema de Fallas de Maricunga y a magmatismo hipabisal, se desarrolló una mineralización consistente en pórfidos ricos en Au (Au-Cu).

Prof. Guía: Sr. Carlos Palacios M. 22.01.93

## **CONTROL ESTRUCTURAL DE LA MINERALIZACION VETIFORME EN MINA FARIDE Y SU RELACION CON EL DISTRITO DE SIERRA GORDA, REGION DE ANTOFAGASTA, CHILE.**

**Sergio Iriarte D.**

El presente trabajo tiene por objeto determinar y cuantificar el control que las estructuras locales y distritales tuvieron en la ocurrencia de la mineralización de la veta Faride y su relación con el resto de los yacimientos del distrito de Sierra Gorda. Además se establece un modelo genético que permite definir guías de exploración distrital.

La metodología de trabajo se basó en el reconocimiento geológico-estructural del distrito de Sierra Gorda y en la descripción detallada de las estructuras, mineralogías y texturas presentes en veta Faride.

Se constata que la mineralización distrital se emplaza en rocas intrusivas y volcánicas de edades cretácicas y que ésta se relaciona espacial y genéticamente con un magmatismo intrusivo y extrusivo de edad paleocena y con estructuras distritales de orientaciones NW y NE.

La veta Faride presenta texturas y mineralogías típicamente epitermales asociadas a la ocurrencia de dos fases de

mineralización. La primera que es principalmente aurífera se denomina Fase I y se caracteriza por la ocurrencia de múltiples pulsos de mineralización. La segunda que se denomina Fase II es principalmente argentífera, de menor temperatura y está relacionada a escasos y rápidos pulsos de mineralización.

En veta Faride se definen cuatro dominios estructurales o sectores con similares características mineralógicas y estructurales. Un rasgo importante para esta separación de dominios es la orientación de la veta. En los dominios donde la veta presenta orientaciones cercanas al NW la Fase I ocurre como delgadas vetas bandeadas y potentes brechas hidrotermales estableciendo morfologías lenticulares. Estas texturas están asociadas en su génesis al movimiento transcurrente y de fallas híbridas de cizalle por las cuales se emplaza la mineralización. La Fase II ocurre posteriormente como vetas de grueso bandeamiento y brechas tectónicas con relleno hidrotermal aprove-

chando dichas estructuras y zonas de debilidad en la Fase I. En los dominios donde la veta presenta orientaciones cercanas al EW la Fase II está ausente y la Fase I ocurre como vetas con texturas bandeadas desarrolladas en fracturas extensionales generadas por fracturamiento hidráulico.

Del análisis distrital y local se concluye que el fracturamiento del macizo rocoso y el emplazamiento de los fluidos hidrotermales mineralizados se asocia a la acción conjunta de estructuras distritales y al magmatismo contemporáneo. La orientación de los esfuerzos distritales genera un esquema de fracturamiento que se asocia con un tipo Riedel de cizalle simple relacionado a fallas sinestrales NW. La primera actividad hidrotermal que se denomina Fase I, gatilla un fracturamiento hidráulico con estructuras orientadas a 45° respecto de la zona de falla principal y de fracturas híbridas y de

cizalle a 10° respecto de ésta. El desarrollo de brechas hidrotermales y vetas bandeadas se asocia al movimiento de las estructuras y a la presión de fluidos. La Fase II consiste en una actividad de fluidos de menor temperatura, en que la actividad tectónica es la responsable de su emplazamiento y distribución.

La veta Faride se emplaza en un medio ambiente geológico-estructural similar al del resto del distrito. Se asocia a un mismo evento mineralizador y responde a un modelo de mineralización relacionado al emplazamiento de cuerpos subvolcánicos del tipo pórfidos. Las diferencias entre los depósitos del distrito se debe a la exposición de diferentes niveles estructurales por fallas normales posteriores a la mineralización.

Prof. Guía: Jorge Skarmeta M. 26.03.03

## **METODOLOGIAS DE EXPLORACION DE YACIMIENTOS METALIFEROS EN LA CORDILLERA DE LA COSTA, ENTRE LAS LATITUDES 34°45' Y 36°00' SUR, VII REGION, CHILE.**

**Claudio Marcelo Muñoz Darlic**

Un programa de exploración de yacimientos metalíferos desarrollado en la Cordillera de la Costa, en el segmento ubicado al sur de Santiago entre las latitudes de Curicó y Linares, permitió definir dos nuevos prospectos en el área, conocer los principales controles geológicos regionales de la mineralización que allí existe y proponer guías básicas de exploración para la zona.

El estudio de los antecedentes, el análisis de imágenes de satélite de la zona y el trabajo de terreno, permitieron confeccio-

nar un mapa estructural. Sobre él, se ubicaron las zonas de alteración y mineralización conocidas y se proyectaron otros sectores interesantes.

La mineralización alojada en las rocas de la «cobertura» Mesozoica en esta zona, está controlada por la conjugación de varios elementos geológicos: i) La instalación de un arco volcánico a partir del Jurásico medio; ii) un régimen tectónico de extensión donde se registran movimientos normales y de rumbo; iii) presencia de tipos litológicos

favorables y iv) un magmatismo activo durante el Jurásico y Cretácico.

Se propone un modelo genético y exploratorio que concluye que dentro del régimen tectónico mencionado, se desarrolla un sistema de deformación principal de dirección NNE, que orienta según esta dirección, el arco volcánico durante su evolución, entre el Jurásico medio y Cretácico superior.

Producto de la actividad hidrotermal desarrollada en este arco, se generan en el área una serie de yacimientos metalíferos, principalmente de oro y un menor número con mineralización de cobre. En general, ellos responden al modelo epitermal de sulfidación baja y son de los tipos vetiforme y/o con desarrollo de brechización hidrotermal. Existen además, zonas donde la mineralización se relaciona a sectores periféricos o distales en el modelo de pórfido cuprífero.

La distribución de la mineralización en el área, está ligada a la migración del arco hacia el Este y la ubicación de los yacimientos está controlada por un sistema de fallamiento de dirección NW, que registra movimientos de tipo dextral, conjugado al sistema principal NNE.

Las condiciones estructurales expuestas, la presencia de tipos litológicos favorables y la distribución preferente de la mineralización en ciertas áreas, permiten concluir la existencia de cuatro franjas prospectivas regionales de dirección NNE, ellas han sido denominadas de Oeste a Este como sigue: «Franja Triásico-Jurásico inferior»; «Franja Limávida-Cerro Carachento»; «Franja Litú-La Huerta» y «Franja El Culenar-El Chivato».

Prof. Guía: Sr. Carlos Palacios Monasterio  
02.06.93

## **EL CAMPO GEOTERMICO DE EL TATIO: POSIBLE SISTEMA EPITERMAL ACTIVO, REGION DE ANTOFAGASTA**

**Irene E. Navarro C.**

El presente estudio tuvo como objetivo buscar evidencias que permitieran establecer si el Campo Geotérmico de El Tatio, ubicado en la alta cordillera de la II Región de Antofagasta, puede ser considerado un sistema epitermal activo.

El trabajo se centró en el estudio de la alteración hidrotermal en subsuperficie y en la reinterpretación de la información geológica, geoquímica y geofísica proveniente de los estudios realizados para el proyecto geotérmico entre los años 1968 y 1976. Lo anterior permitió establecer para-

ellos entre los sistemas geotermales activos y sistemas epitermales, determinando las características que este campo presenta.

Se establece que el Campo Geotérmico de El Tatio se localiza en un graben de orientación aproximada NS, en donde los fluidos provenientes de las lluvias caídas en el sector Este, entran en la cuenca con un régimen de flujo lateral en dirección al NW dentro de capas permeables de ignimbritas (Salado y Puripicar). Una red de fracturas favorecen el movimiento vertical de los fluidos, que es evidenciado por la aline-

ción de manifestaciones termales superficiales.

La mineralogía de alteración presente corresponde a montmorillonita, illita-montmorillonita, illita, clorita, cuarzo, adularia, sericita, calcita y trazas de epidota y zeolitas. Todos estos minerales fueron observados como reemplazo de minerales primarios y en vetillas finas.

Los minerales opacos corresponden principalmente a magnetita y hematita, que ocurren como reemplazo de minerales primarios. También se observan escasos cristales de pirita, calcopirita y bornita, que aparecen principalmente en vetillas y diseminados en la masa fundamental.

La química de los fluidos actuales sugiere una evolución de éstos hacia fluidos más ricos en Na, K y Ca, pH ligeramente más

alto y temperatura levemente inferior a los que generaron la alteración encontrada en los pozos. Los análisis geoquímicos mostraron altas anomalías de As, Mo, Sb y Hg, especialmente en los precipitados superficiales.

Los cambios experimentados por los fluidos, la diversidad de sus características y la presencia de ciertos minerales diagnósticos, sugieren presencia de ebullición y dilución de los fluidos profundos.

Finalmente se establece que el Campo Geotérmico de El Tatio presenta similitud con los ambientes generadores de yacimientos epitermales, aunque no se detectó anomalías importantes de metales preciosos ni metales de base.

Prof. Guía: Sr. Alfredo Lahsen A. 13.04.93

## **MINERALIZACION EPITERMAL DE ORO DISTRITO MINERO EL MEMBRILLO DE ALHUE**

**Sandra X. Piñana Montes**

El distrito minero El Membrillo de Alhue se encuentra emplazado en una secuencia volcánica de edad cretácica superior. Estructuralmente el distrito se encuentra en posición proximal a un margen de caldera. Las rocas volcánicas corresponden a flujos piroclásticos y lavas de composición andesítica a dacítica, las que se encuentran suavemente plegadas e intruidas por un batolito de composición monzogranítica, diques andesíticos y domos dacíticos. El distrito minero está constituido por numerosas vetas de cuarzo, de las cuales la veta El Membrillo es la mejor conocida y la única que ha sido explotada.

La secuencia volcánica del distrito se ha visto afectada por sucesivos eventos de metamorfismo y alteración, comenzado con

un metamorfismo regional de bajo grado correspondiente a la facie de ceolitas. Este metamorfismo se habría desarrollado desde el comienzo de la depositación de la secuencia y hasta la intrusión del cuerpo monzogranítico. Con el emplazamiento de este cuerpo se produce un metamorfismo de contacto en la roca adyacente, reconociéndose principalmente en las andesitas y caracterizándose por la presencia de anfíbolos (tremolita - actinolita) y la albitización de las plagioclasas. Sobreimpuesto a este evento o en forma levemente contemporánea se produce la activación de un sistema hidrotermal relacionado a toda la actividad magmática del área, esta actividad produce la alteración y mineralización presente en la zona. Finalmente, se suma la alteración

supérgena de la mena produciendo la oxidación de los minerales pre-existentes.

La veta El Membrillo es un cuerpo de dirección E-W y subvertical, reconocido en una corrida de 500 m y una profundidad de 200 m, compuesto por cuarzo aurífero, emplazada en andesitas, las que en las proximidades de la veta se encuentran afectadas por una fuerte silicificación y alteración potásica. Mineralógicamente este halo está caracterizado por la presencia de abundante biotita y cuarzo, geoquímicamente por altos contenidos de  $K_2O$  y  $Fe_2O_3$  (Fe total). Esta zona de alteración potásica grada hacia afuera, a una dominada por clorita, epidota y cuarzo.

El oro se presenta como oro nativo, y su contenido muestra una tendencia a disminuir en profundidad. La veta también presenta pirita, calcopirita, magnetita, limonitas, esfalerita y además calcosina y covelina, las que se encuentran en una estrecha zona de enriquecimiento supérgeno, reemplazando a calcopirita.

Estudios de inclusiones fluidas, indican que la depositación del cuarzo de la veta se produjo en un rango de temperatura comprendido entre los  $120^\circ C$  y  $340^\circ C$ , con salinidades promedio entre 2% y 4% de

NaCl equivalente, pudiendo llegar hasta un 16% de NaCl equivalente. El principal evento de mineralización se produjo a una temperatura de  $160^\circ C$  a  $180^\circ C$  con una salinidad equivalente entre 2% y 4%. El carácter de la alteración hidrotermal y la mineralogía de mena sugieren que la solución fue rica en potasio y probablemente saturada en sílice, con un pH próximo al neutro y una baja fugacidad de oxígeno, lo que a su vez sugiere un posible transporte del oro como complejo sulfurado.

A pesar de la ausencia de adularia entre los minerales de alteración, las otras características de este yacimiento, como la mineralogía de mena y asociación de alteración presente, llevan a clasificar este yacimiento como epitermal de baja sulfidación. La mineralización se habría formado con posterioridad a la depositación de las rocas volcánicas que encajan la mineralización (Cretácico superior) y con anterioridad al cese de la actividad hidrotermal, lo que debió haber sucedido levemente después de los domos dacíticos emplazados en el margen de la caldera, en el Paleógeno.

Prof. Guía: Sr. Waldo Vivallo 27.05.93

## **GEOLOGIA DEL SECTOR COMPRENDIDO ENTRE SENO UTIMA ESPERANZA Y SENO OBSTRUCCION, REGION DE MAGALLANES, CHILE**

**Ximena Prieto Véliz**

Un reconocimiento geológico del área de estudio, realizado en 1985, permitió precisar la estratigrafía, definir ambientes de sedimentación, deducir una evolución paleogeográfica y caracterizar geoquímicamente el evento volcánico ácido de edad Jurásico, conocido en Precordillera y

subsuperficie de la Pampa (Serie Tobífera).

En esta área se exponen esquistos micáceos polideformados del Basamento Metamórfico, genéticamente ligados a la acreción de depósitos clásticos de antearco al margen suroccidental del Gondwana, en el Paleozoico Superior a Triásico. En dis-

cordancia sobre el Basamento, se disponen brechas sedimentarias de la Formación Poca Esperanza (Triásico a Pre-Jurásico Superior) depositadas en abanicos aluviales subacuáticos, activos durante la etapa de extensión cortical de un evento de rift Jurásico.

Concordantemente sobre la unidad anterior, se disponen rocas extrusivas ácidas del Complejo Volcánico Sedimentario (Jurásico Superior) generadas durante el evento de rift mencionado y depositadas en conjunto con rocas sedimentarias en una cuenca marina. En contemporaneidad tardía esta unidad fue intruida por cuerpos hipabisales básicos, probablemente asociados al magmatismo toleítico de la Cuenca de Rocas Verdes.

Las rocas ácidas del Complejo Volcánico Sedimentario y de la Serie Tobífera, corresponden a riolitas y riodacitas calcoalcalinas y subordinadamente a comenditas-pantelleritas medianamente alcalinas. Las características geoquímicas indican un origen común para ambas unidades, sin embargo, no permiten discriminar si fueron originadas en ambiente de arco o de corteza continental atenuada. No obstante lo anterior, se sugiere que el volcanismo fue generado por fusión parcial de corteza continental, mecanismo que explicaría la gran extensión del volcanismo predomi-

nantemente ácido y su contemporaneidad con la etapa extensiva del evento de rift.

La Formación Erezcano (Titoniano-Berriasiano a Aptiano-Albiano) infrayace en transición a la Formación Punta Barrosa y suprayace en igual relación al Complejo Volcánico Sedimentario. El miembro inferior de esta unidad está compuesto por pelitas y areniscas depositadas en una plataforma a la que accedían flujos turbidíticos distales, durante una etapa de alzada del nivel base. El miembro superior está constituido por limolitas bioturbadas depositadas en una plataforma somerizada por la caída del nivel base.

Las areniscas y pelitas de la Formación Punta Barrosa (Albiano Superior a Cenomaniano) representan la parte media de abanicos submarinos, depositados por turbiditas progradantes desde el norte y transportadas longitudinalmente al eje de una cuenca elongada, cerrada hacia la zona sur del área de estudio. En este borde de cuenca, se desarrolló un volcanismo básico (Formación Barros Arana, edad máxima Albiano), cuyos productos se depositaron en ambiente subaéreo a marino somero, engranando con parte del miembro superior de la Formación Erezcano y con parte de la Formación Punta Barrosa.

Prof. Guía: Sr. Reynaldo Charrier G.

15.06.93

## **GEOLOGIA Y EVALUACION DEL YACIMIENTO VETIFORME POLIMETALICO CONDOR. REGION DE AYSEN**

**Demetrio Rojas Peña**

El presente estudio, tiene como objetivo la evaluación geológica del yacimiento vetiforme polimetálico Cóndor, ubicado en la XI Región del país.

Este trabajo se desarrolló mediante levantamientos geológicos a diversas escalas, tanto de superficie como interior mina. Además, se efectuó un intenso muestreo de

canal en los distintos sectores, que junto con los levantamientos geológicos, permitieron la obtención de planos y perfiles necesarios, en los cuales se basó la ejecución de una campaña de 12 sondajes diamantinos.

A efectos de conocer el potencial del distrito se realizó un muestreo de sedimentos, algunos perfiles geofísicos y muestreo de canales en sectores de interés a lo largo de la corrida de la veta.

El estudio indicó que el interés económico principal lo constituye la mineralización aurífera de una veta polimetálica de oro, plata, zinc, plomo y cobre, estrechamente asociada a la falla regional Torcaza. Esta falla que ha sido reconocida a lo largo de 6 Km, con rumbo general N60W, cortando a rocas volcansedimentarias de la Formación Ibáñez (Jurásico medio-superior) y a un apófisis granodiorítico del Batolito Patagónico (Cretácico-Terciario).

Dentro de esta estructura se ha determinado la existencia de dos clavos mineralizados separados por 500 m entre sí (Santa Teresa I y III), cuya mineralización está constituida por: galena, blenda, electrum, calcopirita y oro nativo en vetas de cuarzo.

La estimación de reservas del cuerpo mineralizado mejor conocido, Santa Teresa III, indica reservas probables de 19.880 TM, con 11,8 g/t Au, 95 g/t Ag, 3,75% Zn y 0,87% Pb.

Se entrega una proposición de un nuevo programa de 8 sondajes con un total de 825 m, que posibilita un incremento de reservas de un 50%. Además, se recomienda un mayor estudio en otros 2 probables cuerpos mineralizados reconocidos en la corrida de la falla Torcaza.

Prof. Guía: Sr. Carlos Palacios M. 09.08.93

## **CONTENIDO Y DISTRIBUCION DE LAS TIERRAS RARAS EN APATITAS DEL YACIMIENTO DE HIERRO «EL ALGARROBO», III REGION, CHILE.**

**Manuel Rojas Sandoval**

El presente trabajo de título tuvo como objetivo estudiar el contenido y la distribución de las Tierras Raras en las apatitas del yacimiento de hierro El Algarrobo, con vista a su posible aprovechamiento como subproducto de la minería del hierro y a la obtención de información acerca de la petrogénesis del yacimiento.

Para llevar a cabo este propósito, se muestrearon, estudiaron petrográficamente y analizaron por elementos mayores, menores y trazas, apatitas y rocas del yacimiento El Algarrobo, apatitas del distrito El Arra-

yán y, concentrados de apatita de los rechazos de la Planta de Beneficio y de las colas del proceso de peletización. Se estableció, además, la geología de los sectores muestreados en Minas El Algarrobo.

De los resultados obtenidos se desprende que el potencial económico de las Tierras Raras en las apatitas es interesante, sólo considerándolas en su forma metálica. Los elementos que se encuentran en mayor proporción, constituyendo sobre el 80% en peso, del total del grupo de las Tierras Raras y el itrio, son: La, Ce, Nd e Y.

Las apatitas que podrían aprovecharse económicamente provienen de tres fuentes: colas del proceso de peletización, rechazos de la Planta de Beneficio y minas de apatita del distrito El Arrayán. Los rechazos de la Planta de Beneficio se descartan por poseer bajos contenidos de apatita, reflejados en bajas leyes de fósforo (menores que 1%), que dificultan su recuperación por flotación. Además, poseen bajo contenido promedio total de Tierras Raras (675 ppm). Las apatitas del distrito El Arrayán son las más interesantes en lo que respecta al contenido promedio total de Tierras Raras (3922 ppm), pero tienen la desventaja de lo incierto de los recursos y, del costo mina y transporte del mineral. Las colas del proceso de peletización, si bien poseen apatitas con bajo contenido promedio total de Tierras Raras (826 ppm), tienen la ventaja de poseer alta ley de fósforo (entre 1,5 y 2,0 %), un tonelaje importante, que contiene unas 70.000 ton. de apatita anuales y una granulometría adecuada para la flotación de apatita. Sin embargo, para decidir acerca de un eventual aprovechamiento de las Tierras Raras, como subproducto, es necesario realizar un estudio de prefactibilidad.

Desde el punto de vista petrográfico se definieron cinco tipos de apatita, los cuales se relacionaron a las etapas del emplazamiento del yacimiento. Estas variedades de apatitas poseen, además, patrones de Tierras Raras característicos: los tipos A, B y C son anteriores a la cristalización de la magnetita y poseen razones, normalizadas a condrito,  $(La/Sm)_{nc} \geq 1$ ; los tipos D y E son posteriores a la cristalización de la magnetita, poseen razones  $(La/Sm)_{nc} < 1$  y evidencian, petrográfica y geoquímicamente, removilización de apatita.

En base al análisis factorial de los resultados analíticos y a la petrografía, se determinó la coexistencia de tres fases presentes durante el emplazamiento del yacimiento: una fase gaseosa, una fase fluida silicatada y otra fase fluida rica en hierro.

Las evidencias estructurales, petrográficas y geoquímicas, sugieren un origen magmático para el yacimiento de hierro El Algarrobo.

Prof. Guía: Sres. Fernando Henríquez  
Leopoldo López 16.08.93

# PROYECTO TOQUI, RESULTADOS DE LA CAMPAÑA DE EXPLORACIONES 1987-1988 REGION DE AYSÉN, CHILE

Leonardo Ruz Cid

La mineralización en el distrito minero El Toqui, ubicado en la precordillera oriental de los Andes Patagónicos (45° Lat. Sur y 71°56' Long. W) consiste fundamentalmente en mantos polimetálicos emplazados en niveles coquinoideos de la base de la Formación Coyhaique (Neocomiano).

La mineralización metálica está formada, principalmente por esfalerita, pirrotina,

calcopirita, arsenopirita, magnetita y cantidades menores de oro.

Los resultados de la campaña de exploraciones efectuada entre los años 1987 y 1988 en el Proyecto Toqui, son los siguientes:

MINA	RES. PROBADAS		RES. INDICADAS		RES. INFERIDAS		TOTAL	
	(Ton.)	Zn%	(Ton.)	Zn%	(Ton.)	Zn%	(Ton.)	Zn%
<b>31.12.1987</b>								
SAN ANTONIO	285,000	7.2					285,000	7.2
DOÑA ROSA	232,000	7.5	615,000	7.7	253,000	7.6	1,100,000	7.6
MALLIN MONICA								
<b>TOTAL</b>	<b>517,000</b>	<b>7.3</b>	<b>615,000</b>	<b>7.7</b>	<b>253,000</b>	<b>7.6</b>	<b>1,385,000</b>	<b>7.5</b>

MINA	RES. PROBADAS		RES. INDICADAS		RES. INFERIDAS		TOTAL	
	(Ton.)	Zn%	(Ton.)	Zn%	(Ton.)	Zn%	(Ton.)	Zn%
<b>31.08.1988</b>								
SAN ANTONIO	84,000	7.3					84,000	7.3
DOÑA ROSA, MALLIN ALTO, MONICA	1,110,000	6.7	1,723,000	6.5	1,753,000	6.5	4,586,000	6.6
<b>TOTAL</b>	<b>1,194,000</b>	<b>6.7</b>	<b>1,723,000</b>	<b>6.5</b>	<b>1,753,000</b>	<b>6.5</b>	<b>4,670,000</b>	<b>6.6</b>

Prof. Guía: Sr. Carlos Palacios M. 16.08.93

**PROYECTO TOQUI, RESULTADOS DE LA CAMPAÑA DE EXPLORACIONES 1987-1988 REGION DE AYSÉN, CHILE**

La Planta de Beneficio y mina de apatita del distrito El Arrayán. Los rechazos de la Planta de Beneficio se desartan por poseer calcio, silicio, manganeso y otros elementos de menor valor. Los resultados de la campaña de exploración efectuadas entre los años 1987 y 1988 en el Proyecto Toqui, son los siguientes: (ver Tabla 1) Las reservas de apatita del distrito El Arrayán son las más interesantes en lo que respecta al contenido promedio total de Tierras Raras (3922 ppm), pero tienen la desventaja de la incierta de los recursos y, del costo mina y transporte de la misma. Las reservas de apatita del distrito El Arrayán son las más interesantes en lo que respecta al contenido promedio total de Tierras Raras (826 ppm), tienen la ventaja de poseer alta ley de fósforo (entre 1,5 y 2,0 % un 70.000 ton. de apatita anuales y una granulometría adecuada para la flotación de apatita).

Estas reservas de apatita del distrito El Arrayán son las más interesantes en lo que respecta al contenido promedio total de Tierras Raras (3922 ppm), pero tienen la desventaja de la incierta de los recursos y, del costo mina y transporte de la misma. Las reservas de apatita del distrito El Arrayán son las más interesantes en lo que respecta al contenido promedio total de Tierras Raras (826 ppm), tienen la ventaja de poseer alta ley de fósforo (entre 1,5 y 2,0 % un 70.000 ton. de apatita anuales y una granulometría adecuada para la flotación de apatita).

MINA	RES INDICADAS		RES PROBADAS	
	Ton	%	Ton	%
TOTAL	1.194.000	0,7	1.733.000	0,3
MALLÍN MONICA	1.194.000	0,7	1.733.000	0,3
MONICA	1.194.000	0,7	1.733.000	0,3
MALLÍN ALTO	1.194.000	0,7	1.733.000	0,3
MONA ROSA	1.194.000	0,7	1.733.000	0,3
SAN ANTONIO	84.000	0,3	84.000	0,3
TOTAL	1.194.000	0,7	1.733.000	0,3

Prof. Guis. St. Carlos Paisajes M. 10.08.93