

Departamento de Geología, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
 U.S.G.S., Branch of Resource Analysis, Manila Park, EE.UU.
 Guitero Alfaro, María Eugenia Fierman, Leonilda Ulate, Sonia Rialto,
 Norman J. Page.

SECCION A 2

GEOLOGIA ECONOMICA Y METALOGENESIS

La presencia de horstungias tectónicas con relieve igual o superior a 1000 m en la Cordillera de la Costa y hacen pensar en posibles concentraciones tipo placetas. Se propone usar las siguientes pautas para detectar cuerpos ultramáficos félsicos:

- sulfuros en cromitas, en la posible faultas.
- contenidos de cromita altas (superior a 10%).
- presencia de horstungias tectónicas con relieve igual o superior a 1000 m.

Los valores obtenidos, que reflejan anomalías geoquímicas, permitieron encontrar la prospectiva de PGE en la Cordillera de la Costa y hacen pensar en posibles concentraciones tipo placetas. Se propone usar las siguientes pautas para detectar cuerpos ultramáficos félsicos:

V CONGRESO GEOLOGICO CHILENO
 Santiago, 8 al 12 de Agosto de 1988

ESTUDIO DE LA MIGRACION DE GASES SULFURADOS DESDE VETAS DE ORO
Y PLATA : RESULTADOS INICIALES.

Jaime Arias Farías* - Sergio Espinoza Reyes*

* Depto. Geociencias - Universidad del Norte

Muestras de suelos, colectadas en perfiles perpendiculares al rumbo de las proyecciones, no aflorantes, de vetas de Au y Ag de los distritos de Caracoles, Sierra Gorda y San Cristóbal (2a. Región), fueron analizadas por su contenido de gases sulfurados por cromatografía de gases en columna hueca, en un equipo Tracor-560.

En la mayoría de los casos se encontró anomalías de gases sulfurados correlacionables con vetas conocidas y/o con la prolongación de vetas conocidas. Además, se detectó otras anomalías, cuyos contenidos de S superan ampliamente el de las anteriores, pero cuyo origen no es atribuible a vetas conocidas o sus proyecciones. Se discute el origen de estas anomalías, contemplándose la posibilidad que correspondan a nuevas vetas.

Se concluye que los resultados indican que hay migración de gases sulfurados a través de la cubierta residual o transportada. El suelo actúa como un colector pasivo y secular de los gases sulfurados migrantes, lo que hace posible su uso en la detección de fuentes de gases sulfurados, como es el caso de vetas de sulfuros.

Se orientará futuros trabajos a determinar el significado de las nuevas anomalías encontradas y a la comparación de este método con otros tradicionales.

GEOLOGIA, GEOQUIMICA Y POTENCIAL DE MINERALIZACION DE MOLIBDENO EN EL AREA DE COPAQUIRE, PRIMERA REGION DE TARAPACA.

Jaime Arias Farfás* - Luis Baeza Assis* - Carlos Cáceres Sanhueza**

* Depto. Geociencias-Universidad del Norte

**Chevron Minera de Chile.

En el área de Copaquire existen evidencias geológicas y geoquímicas que indican un potencial de mineralización de molibdeno de importancia, las que pueden resumirse como:

- Dos sistemas principales de fallas regionales de dirección NS y NW, con jugadas, favorables para la circulación de soluciones mineralizadoras.
- Rocas huéspedes sedimentarias marinas jurásicas, principalmente lutitas, y rocas intrusivas terciarias granodioríticas y pórfidos diferenciados; estos últimos podrían ser causantes de la mineralización.
- Zonas de alteración hidrotermal de los tipos cuarzo-sericítica y silicificación, acompañadas de una fase de metasomatismo potásico, que favorecieron el desarrollo de brechas hidrotermales.
- Evidencias de mineralización de molibdeno:
 - 1) en numerosas vetas de cuarzo-molibdenita-pirita tales como Mina Malta
 - 2) anomalías geoquímicas de molibdeno en sedimentos fluviales, que en el área de Copaquire drenan las zonas de Quebrada Sulfato y el Stock Malta.

Se plantea una hipótesis sobre la génesis de la mineralización de molibdeno en el área. Asimismo, se discute el potencial metalogénico en términos de la petrología de las rocas intrusivas.

CUERPOS SUBVOLCANICOS DACITICOS ASOCIADOS AL YACIMIENTO RIO BLANCO

José Blondel C.*; Vid Stambuk C.*; Michel Galeb*.

* CODELCO-CHILE División Andina

Eventos comagmáticos dacíticos y riodacíticos de edades radiométricas K/Ar que varían entre $4,9 \pm 0,2$ m.a. y $3,9 \pm 0,1$ m.a., según Vergara Drake (1978) y Quirt y Otros (1971) intruyen a rocas huésped de la mineralización hidrotermal principal del yacimiento Río Blanco y a su vez controlan la localización de la mineralización hidrotermal tardía y póstuma.

Los cuerpos subvolcánicos dacíticos y riodacíticos fueron agrupados en la denominación de complejo subvolcánico Río Blanco y constituyen estructuras geológicas de características similares al esquema de diatremas y maar descrito por Sillitoe y Bonham (1984). Diatrema, cuello volcánico y maar se encuentran en la localidad La Copa y el modelo geológico se completa con el domo ubicado en el sector Don Luis. La chimeneas subvolcánicas Río Blanco y Central son cuerpos de brechas ígneas e hidrotermales tardías relacionadas con la intrusión del domo.

Estudios de inclusiones fluidas en vetas de cuarzo de estos depósitos indican que las temperaturas de homogenización en Cachinal de la Sierra varían entre 180° y 320° C/ y en Guanaco entre 150° y 180° C. Los valores de salinidad de los fluidos, en ambos casos, son menores a 5% (en peso equivalente NaCl) (33 en Guanaco y 14 en Cachinal). Según cálculos, las vetas de Guanaco se habrían formado aproximadamente, a 50 m bajo el nivel paleofrénico y a 100 m las de Cachinal. Estos antecedentes corroboran los resultados obtenidos para el fraccionamiento isotópico del oxígeno del cuarzo de 2 vetas de Cachinal de la Sierra, los que indicarían, a las temperaturas determinadas, la presencia de aguas meteóricas.

La mineralología, paleotemperaturas y profundidades de formación de minerales en estos yacimientos, además de su posición en un margen de caldera, permiten clasificar a Guanaco como un depósito epitermal tipo ácido-sulfato y a Cachinal de la Sierra como epitermal tipo ácido-sulfato.

INCLUSIONES FLUIDAS EN CUERPOS MINERALIZADOS Y ROCAS CIRCUNDANTES DEL BASAMENTO METAMORFICO DE CHILE CENTRAL SUR.

Santiago Collao I.

Departamento de Geociencias, Universidad de Concepción, Chile.

Las cordilleras de Nahuelbuta y Queule forman parte del Cordón Costero de Chile Central-Sur, constituido principalmente por un complejo de rocas metamórficas paleozoicas, diferenciadas en tres unidades informales que de base a techo son Tirúa, Nahuelbuta y Oriental.

Inclusiones fluidas en cristales de cuarzo generadas durante y posterior al proceso de metamorfismo han sido estudiadas en cuerpos mineralizados y rocas circundantes de sulfuros masivos-esquistos verdes, metacherts manganíferos-metacherts estériles de la unidad Tirúa y en metacherts ferruginosos (formación bandeada de hierro) -esquistos micáceos de la Unidad Nahuelbuta. El estudio microtermométrico en las inclusiones fluidas del tipo líquido+vapor indica que el rango de variación de la temperatura de homogenización en los conjuntos: sulfuros masivos-esquistos verdes es de 200° a 450°C, en metacherts manganíferos-metacherts estériles de 144° a 410°C, y en metacherts ferruginosos-esquistos micáceos de 188° a 478°C. Estos rangos, relativamente similares, regionalmente reflejarían condiciones de máxima y decreciente temperatura, ocurridas respectivamente, durante y después del metamorfismo. La composición de la fase fluida de las inclusiones varía en un rango entre 2% a 15% en peso de NaCl equivalente, correspondiendo los valores más altos al conjunto sulfuros masivos-esquistos verdes.

ASPECTOS DE LA MINERALOGIA, GEOQUIMICA Y GEOTERMOMETRIA DE LOS YACIMIENTOS EPITERMALES GUANACO Y CACHINAL DE LA SIERRA. ANTOFAGASTA, CHILE.

Lucía Cuitiño*, Sergio Díaz*, Alavo Puig*.

* Servicio Nacional de Geología y Minería, Avenida Santa María 0104, Santiago, Chile.

Los yacimientos epitermales Guanaco (Au y Cu) y Cachinal de la Sierra (Ag), ubicados al sur de Antofagasta, se encuentran emplazados en una secuencia volcánica constituida principalmente por ignimbritas, asociados al margen de una de las calderas volcánicas de un sistema anidado, desarrollado durante el Paleoceno-Eoceno inferior.

Estos yacimientos vetiformes presentan una asociación mineralógica caracterizada, en Guanaco por: alunita, cuarzo calcedónico, baritina, hematita, caolinita, dickita, pirita, enargita, luzonita y oro nativo; y en Cachinal de la Sierra por: cuarzo (amatista), sericita, adularia, fluorita, hematita, galena argentífera, esfalerita y sulfosales de plata (polibasita-pearcita, stromeyerita, freibergita, proustita).

Los análisis litogeoquímicos (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Ba, Sb, Hg) indican para Guanaco una estrecha relación entre las anomalías de arsénico y oro y los cuerpos mineralizados conocidos. En Cachinal, la mineralización se asocia sólo a anomalías de plata.

Estudios de inclusiones fluidas en vetas de cuarzo de estos depósitos indican que las temperaturas de homogenización en Cachinal de la Sierra variaron entre 180° y 320° C, y en Guanaco entre los 150° y los 180° C. Los valores de salinidad de los fluidos, en ambos casos, son menores a 5% en peso equivalente NaCl (3% en Guanaco y 1% en Cachinal). Según cálculos, las vetas de Guanaco se habrían formado, aproximadamente, a 50 m bajo el nivel paleofreático y a 100 m las de Cachinal. Estos antecedentes corroboran los resultados obtenidos para el fraccionamiento isotópico del oxígeno del cuarzo de 2 vetas de Cachinal de la Sierra, los que indicarían, a las temperaturas determinadas, la presencia de aguas meteóricas.

La mineralogía, paleotemperaturas y profundidades de formación determinadas en estos yacimientos, además de su posición en un margen de caldera, permiten clasificar a Guanaco como un depósito epitermal tipo ácido-sulfato y a Cachinal de la Sierra como epitermal tipo sericita-adularia.

PLACERES AURIFEROS DEL ESTERO MARGA-MARGA, REGION VALPARAISO.

Andrés Dávila Díaz*; Gloria Valenzuela Bermúdez* y Manuel Ossa Errrázuriz**

* Departamento de Minas, Area de Geología, Universidad de Santiago de Chile. Avenida Sur 3469, Santiago.

** Carlos Alvarado N°4557, Santiago.

Los placeres auríferos del estero Marga-Marga de la Región de Valparaíso, siempre se han desarrollado en un tramo de 8 a 10 km aguas arriba del citado estero, medidos desde la confluencia de éste con el estero Quilpué, a partir del cual y hacia el oeste, conforman el estero Viña. Hechos como la explotación prácticamente ininterrumpida de los lavaderos desde el tiempo de los españoles en 1542, o sea, alrededor de 450 años, la disminución de la producción de oro hacia fines del período Octubre-Abril, que corresponde al de mayor actividad, y, la noticia de restos de flora fósil hallado en el área de Quilpué, motivaron a los autores a obtener información geológica en relación con el origen del oro presente en los placeres del estero Marga - Marga.

Este trabajo aporta antecedentes geológicos regionales y locales que permiten concluir que el oro se ha extraído y se extrae desde el estero, proviene de la destrucción de un paleoplacer ubicado en las terrazas adyacentes a las localidades de Quilpué y Villa Alemana. Además, se intenta reconstruir el ambiente de depositación de las terrazas, en las que se desarrollan actualmente los lavaderos denominados Los Perales, Pompeya y Villa Olímpica.

FUNDENTES SILICEOS DIVISION CHUQUICAMATA. EVALUACION Y GENESIS DEL YACIMIENTO TULIPANES, II REGION. Un caso de pegmatita zonal.

Anibal Alejandro Faunes Gutiérrez

Superintendencia de Geología, División Chuquicamata, Codelco.

Algunas etapas del proceso extractivo del Cu demandan productos no-metálicos, tales como: azufre (hidrometalurgia), carbonatos y sílice (pirometalurgia). La sílice constituye una necesidad permanente de la Fundición de Concentrados de la División Chuquicamata. El consumo actual de 10-15 mil ton/mes representa entre 5-10% de los costos del proceso de fundición. Este insumo, clasificado en sílice de alta ley ($\geq 90\% \text{SiO}_2$) y sílice de baja ley ($\geq 75\% \text{SiO}_2$) es utilizado tanto para precipitar impurezas de los concentrados y ejes de cobre que alimentan los hornos de fundición como para bajar los puntos de fusión (fundentes) de dicha alimentación, consiguiendo así la correspondiente optimización energética. La calidad de los fundentes silíceos, en particular su contenido de impurezas tales como el Fe y Al_2O_3 , presenta alta incidencia en la eficiencia del proceso metalúrgico. En casos extremos, un exceso de 3% Fe y 5% de Al_2O_3 en la sílice utilizada provoca significativos aumentos del contenido de Cu residual en las escorias y por consiguiente, pérdidas por varios cientos de miles de dólares/mes en cobre catódico al considerar los niveles actuales de producción en Chuquicamata.

Codelco División Chuquicamata es propietario de varios yacimientos que le abastecen de fundentes silíceos. Uno de ellos, el yacimiento Tulipanes, ubicado a 40 km al SE de Chuquicamata, ha sido objeto de una evaluación desarrollada a través de levantamientos geológicos, muestreos y perforación de sondajes con un costo cercano a 20.000 U\$.

Tulipanes corresponde a uno de diversos cuerpos de sílice de formas ovoidales y dimensiones cercanas a la centena de metros, emplazados erráticamente, en granitoides paleozoicos del Complejo Intrusivo Limón Verde. Presenta un definido carácter pegmatítico zonal: cuarzo α en su núcleo y una envolvente segregada de feldespatos de K y Na. En su periferia, ocurren micas de K y Fe-Mg depositados tempranamente y la roca de caja está afectada por metasomatismo de K y SiO_2 a modo de halo. Su origen se plantea a través de mecanismos de segregación y cristalización fraccionada de un fluido residual propio del granitoide encajador que relleno cavidades primarias en un estadio tardío. Análisis termométricos preliminares de inclusiones fluidas presentes en cristales de cuarzo señalan temperaturas de homogenización entre fases líquido-vapor del orden de 420° C.

Por la escasa sobrecarga y disposición subhorizontal del eje mayor del cuerpo pegmatítico, el cuarzo presenta alta factibilidad de extracción habiéndose beneficiado ya algunas decenas de miles de toneladas por medio de un pequeño rajo. Las reservas remanentes cubicadas alcanzan a varias decenas de miles de toneladas de sílice con ley media de 94% y varios miles de toneladas de feldespato de alta pureza, susceptible de ser utilizado en la industria del vidrio y la cerámica.

MINOR HYDROCARBON AND BASE METAL ACCUMULATIONS RELATED TO LATE TERTIARY IGNI-MBRITE EMPLACEMENT IN NORTHERN CHILE.

S. Filint*; A.J. Hartley** and P. Turner**

* Koninklijke/Shell Exploratie en Productie, Laboratorium, 2280AB Rijswijk Z-H, Holanda.

** Department of Geological Sciences, Aston University, Birmingham B4 7ET, Inglaterra.

A minor, uneconomic manganese/copper occurrence associated with hydrocarbons, is located in the gorge of the Rio Salado, some 20 km north of San Pedro de Atacama, Antofagasta Province. The accumulation is hosted by a 2m thick sequence of conglomerates and micritic carbonate sediments within the dominantly ignimbritic, Late Miocene San Bartolo Group. Although the deposit is stratiform on outcrop scale, the ores occur both as a diagenetic cement and discordant veinlets, with higher concentrations at the base of an immediately overlying ignimbrite. Ore minerals include Mn oxides, atacamite and malachite.

Cathodoluminescence studies show different generations of carbonate minerals to have widely ranging luminescence behaviour. Micritic bedded calcite shows uniform, moderate orange luminescence colours. Crystals of paragenetically later sparry carbonate which infill dissolution voids and have a close spatial association with hydrocarbons, show concentric zoning. Individual alminae exhibit different degrees of fluorescence.

The carbonate sediments were deposited in an alkaline playa lake which existed between eruption of the ignimbrite flows. The metallic ore minerals were precipitated under early diagenetic intrastratal reducing conditions related to local concentrations of organic material. The complex paragenetic sequence is related to host rock diagenesis, local maturation of organic debris during ignimbrite emplacement and remobilisation during subsequent deformation.

DEPOSITOS ALUVIALES ANTIGUOS Y SU POTENCIAL AURIFERO, CORDILLERA DE LA COSTA DE CHILE CENTRAL.

Gajardo, A.*; Faúndez, P.*; Ferraz, G.* y Molina, A.*

* Departamento de Geología y Geofísica, Universidad de Chile.

En la vertiente occidental de la Cordillera de la Costa Chile Central, entre los 33°00'S y los 34°00'S, afloran depósitos sedimentarios aluviales formados por arenas, gravas y rípios de composición principalmente volcánica que constituyen la fuente más próxima del material que integra los placeres auríferos fluviales de composición volcánica de la Cordillera de la Costa a esta latitud, activamente explotados en la actualidad.

El origen más cercano del sedimento aluvial está en las secuencias volcansedimentarias mesozoicas de la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa, las que presentan mineralización aurífera epitermal, y su transporte y depositación habría sido efectuado por agentes fluviales que conectaron dichas secuencias con los actuales lugares de afloramiento de los depósitos.

Antecedentes cronológicos indirectos permiten señalar que este proceso habría ocurrido en el Mioceno Superior y no en el Cuaternario Inferior, como ha sido propuesto por autores previos.

EUCLASA, RAREZA MINERALOGICA EN LA VIII REGION DE CHILE.

Irma González Muñoz.

Departamento de Geología y Geofísica, Universidad de Chile
Plaza Ercilla 803, Santiago.

Informe preliminar sobre el hallazgo de euclasa, en un placer de la Octava Región, en sedimentos de tamaño grava y los componentes principales son de origen metamórfico.

La especie mineralógica euclasa es una piedra ornamental considerada muy rara a nivel internacional en el ambiente gemológico.

Los dos ejemplares encontrados poseen las características y propiedades físicas para ser trabajados como gema; destaca el color rojo púrpura pálido (5 P 6/2) a gris pardo claro (5 YR 6/1), brillo vitreo, transparentes a translúcidos, su dureza de mohs de 7,5 y su fórmula química corresponde a $Be Al (OH) SiO_4$.

The carbonate sediments were deposited in an alkaline...
...between eruption of the ignimbrite flow...
...were precipitated under early diagenetic...
...related to local concentrations of organic material...
...tic sequence is related to host rock diagenetic...
...debris during ignimbrite emplacement and mobilization during...
...deformation.

MINERALOGIA Y SEDIMENTOLOGIA DE PLACERES AURIFEROS DEL LITORAL CENTRAL DE CHILE.

Irma González M., Aníbal Gajardo C. y Federico Peebles L.

Departamento de Geología y Geofísica, Universidad de Chile
Plaza Ercilla 803, Santiago.

Se da a conocer la composición mineralógica de los sedimentos asociados al oro, con énfasis en los minerales pesados de los diferentes placeres estudiados, como de los sedimentos costeros conducentes a estos placeres, entre los paralelos 33° y 34° latitud sur y entre el meridiano 70°50' longitud oeste y el Océano Pacífico.

Se definen los parámetros texturales de estos sedimentos y se expone el estudio detallado de la morfología de los granos de oro obtenido al MEB (Microscopio Electrónico de Barrido).

Los sedimentos de los placeres tratados en este trabajo son: Marga-Marga, Palmilla - Patagua, Tiltil (Sector California), El Turco, Quebrada Motero, Quincanque, Quilamuta, El Yali, Villa Alegre y San Pedro.

Se ha logrado establecer que aquellos placeres que han sido originados por erosión del Batolito de la Costa, predomina una concentración de minerales pesados consistentes en epidota, magnetita, ilmenita y zircón, aumentando la concentración de ilmenita en los lavaderos localizados al sur de este estudio. Los placeres de origen en las Formaciones Lo Prado, Veta Negra y Batolito Central predominan los minerales ligeros: cuarzo, ágatas y en forma subordinada magnetita, ilmenita, zircón y epidota.

EL ESTUDIO MORFOSCOPICO DE PARTICULAS DE ORO DE PLACER: UN UTIL PARA LA PROSPECCION MINERA.

Gérad Herail*

* ORSTROM, CP 8714, La Paz, Bolivia, y CIMA-UA 366 CNRS, Université de Toulouse-Le Mirail F. 31058.

Partiendo de ejemplos regionales se muestra que tanto durante su permanencia en el perfil de alteración supergenético como en el transcurso de su transporte por ríos, glaciares, derrumbes... la morfología y composición de las partículas de oro se transforman progresivamente adquiriendo características peculiares. Con el transporte en un río aumentan la redondez y aplastamiento mientras se regulariza la topografía; a las formas cristalinas primarias se substituyen redoblamientos, estrias, etc... Las características de estas nuevas formas varían con la naturaleza de los aluviones transportados con el oro (arena o cantos) y con la distancia recorrida. Transformaciones morfológicas importantes ocurren también en transcurso del transporte por glaciares; en las morrenas el aplastamiento como la redondez son menos perfectos que en sedimentos fluviátiles y formas específicas aparecen (enrollamiento de los bordes, estrias muy anchas, diminutos granos de cuarzo clavados en el metal).

Durante la alteración de un sedimento aurífero las partículas de oro sufren una transformación de su composición (disminución de la proporción de plata) y ciertas modificaciones morfológicas (recristalizaciones, marcas de corrosión) se superponen a las que han sido adquiridas durante el transporte. Estas modificaciones quedan de poca influencia sobre la forma general de las partículas de oro, mientras que tienen una gran importancia en las alteritas desarrolladas sobre mineralizaciones primarias.

El análisis morfooscópico de las partículas de oro recogidas en muestreos de superficie permite de discriminar partículas que han evolucionado en ambientes diferentes y de evaluar las distancias recorridas desde las fuentes primarias. Así se puede ajustar las estrategias de prospección.

ANÁLISIS DE GEOQUÍMICA ORGÁNICA EN MUESTRAS DE SONDAJES DEL SUR DE TIERRA DEL FUEGO.

Carlos Herrero Pisani*.

* Empresa Nacional del Petróleo, Nogueira 1101, Casilla 247, Punta Arenas.

Se discute e interpreta los resultados de análisis de geoquímica orgánica tendientes a determinar la cantidad de materia orgánica, tipo de kerógeno y madurez térmica experimentada por la materia orgánica en rocas sedimentarias reconocidas con sondeos efectuados por ENAP, en el sector sur de Tierra del Fuego.

A su vez, los resultados analíticos son comparados con valores de TTI (índice crono-termal) basados en el método de Lopatin, que entregan estimación teórica de madurez.

La sección sedimentaria analizada corresponde principalmente, a las formaciones Springhill, Estratos con Favrella Steinmanni, Lutitas con Ftanita, margas y lutitas gris verdosas; con edades desde el Jurásico Superior al Cretácico Superior.

Los análisis efectuados indican que las rocas sedimentarias del Jurásico Superior y Cretácico Inferior, tienen un regular a muy buen potencial generador, kerógeno predominantemente algáceo, amorfo y celulósico, pudiendo generar en consecuencia, petróleo o petróleo-gas y con madurez variable desde inmaduro moderado a maduro.

ANÁLISIS ISOPOTICOS Y DE INCLUSIONES FLUIDAS EN EL YACIMIENTO LOS BRONCES, CHILE CENTRAL.

C. Holmgren*; M. Martl*; A.S. Skewes**; A. Schneider*** y R. Harmon****

* Cía. Minera Disputada de Las Condes S.A., Casilla 16178, Correo 9, Santiago, Chile.

** Casilla 970 Correo Central, Santiago, Chile.

*** Depto. de Geología, U. de Chile, Casilla 13518, Correo 21, Santiago, Chile.

**** Dept. of Geological Sciences, Southern Methodist University, Dallas, TX 75175, U.S.A.

Se ha estudiado la mineralización asociada a las etapas hidrotermal temprana e hidrotermal franca del yacimiento Los Bronces, que forma parte del megayacimiento tipo cobre porfídico Los Bronces-Río Blanco, con importante desarrollo de brechas hidrotermales de turmalina y minerales de cobre y molibdeno, ubicado en la Alta Cordillera de Chile Central.

La información termométrica derivada del estudio de inclusiones fluidas en cuarzo sugiere que la matriz de las brechas se formó a partir de dos fluidos distintos:

- 1) De salinidad alta (34 a 56% en peso NaCl), saturado, en ebullición y a temperaturas superiores a los 245°C y, en casos, excediendo los 600°C, de probable origen magmático, y,
- 2) Fluidos no saturados, de salinidad variable (3.8 a 17% en peso equivalente de NaCl) y que no homogenizan entre 235 a 467°C, y que no se encontraban en ebullición. Este último probablemente representa la mezcla de fluidos meteóricos con fluidos de origen magmático.

El intrusivo monzonítico cuarzófero tiene inclusiones fluidas saturadas (42 a 49%, en peso de NaCl) con evidencias de ebullición a temperaturas entre 308° y 358°C y de origen magmático. Vetillas de cuarzo-molibdenita que se le superponen muestran salinidades menores y temperaturas de homogenización entre 290 y 380°C.

El azufre de pirita y calcopirita de distintas etapas muestra δ^{34} entre - 0.5 y - 4.8 o/oo y sus variaciones entre pares en equilibrio sugiere temperaturas de formación del orden de 650°C. Los isótopos de oxígeno y deuterio discriminan bien aguas magmáticas y metamórficas y confirman la influencia importante de estas últimas en la mineralización. Las presiones determinadas a partir de la información termométrica sugieren una profundidad de formación de la mena entre 600 y 1.300 metros.

TECNICAS DE EXPLORACION APLICADAS EN EL CINTURON PLEGADO Y ESCRURRIDO DE VICUÑA, TIERRA DEL FUEGO, XIIA. REGION.

Carlos Johnson N.* y Guillermo Aguirre S.**

* División de Geología de Yacimientos ENAP-Magallanes.

** División Interpretación Geofísica ENAP-Magallanes.

Se describen las distintas fases de la exploración de hidrocarburos en el Cinturón Plegado de Vicuña, enfatizando en los métodos geológicos y geofísicos que han llevado a tener una primera aproximación del estilo estructural y sus potenciales trampas.

MARCO METALOGENICO REGIONAL DE LOS MEGADEPOSITOS DE TIPO PORFIDO CUPRIFERO DEL NORTE GRANDE DE CHILE.

Victor Maksaev*, Marcos Zentilli**

*SERNAGEOMIN, Casilla 10465 Santiago, Chile.

**Department of Geology, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada B3H 3J5.

Los depósitos de tipo pórfido cuprífero del Eoceno Superior-Oligoceno presentes en el Norte Grande de Chile están entre los de mayor tamaño y mejor ley de la Cadena Andina, ellos presentan una conspicua distribución lineal la cual es controlada por un sistema de fallas regional, el cual constituye parcialmente el borde occidental de la Cordillera de Domeyko. Estos enormes depósitos se emplazaron en un período de aproximadamente 10 Ma, inmediatamente después de la ocurrencia de la deformación-alzamiento Incaico y el virtual cese del volcanismo y plutonismo que tuviera amplia distribución en este segmento andino durante el Cretácico Superior-Terciario Inferior. Por otra parte, estos depósitos (incluyendo intrusiones post-minerales presentes en algunos de ellos) representan la última actividad ígnea registrada en la Cordillera de Domeyko antes de la migración del frente magmático hacia el oriente donde constituiría la Zona Volcánica Central de Los Andes en el Cenozoico tardío.

La ocurrencia de esta importante mineralización cuprífera en el contexto señalado y en un período relativamente restringido de tiempo apunta hacia un evento tectónico mayor como el reponsable de desencadenar la serie de procesos geológicos que aportaron las condiciones óptimas para la ocurrencia de mineralización cuprífera asociada a cuerpos intrusivos y culminaron con el emplazamiento de estos megadepósitos. Este evento tectónico muy probablemente correspondió al acortamiento-engrosamiento cortical efecto de la fase Incaica, con el consecuente alzamiento tectónico y profundización de la zona con condiciones de generación de magmas. Determinaciones termocronométricas por el método trazas de fisión comprueban el emplazamiento epizonal de los depósitos y sugieren una edad eocena tardía para el alzamiento del bloque de la Cordillera de Domeyko. Es posible que un proceso similar, pero resultante de la fase Quechua, haya culminado en el emplazamiento de los megadepósitos de tipo pórfido cuprífero en Chile Central.

Si bien el control estructural ha sido importante en el emplazamiento de los depósitos de tipo pórfido cuprífero en el Norte Grande de Chile, ello puede que no sea un parámetro esencial para la ocurrencia de este tipo de yacimientos en otros sectores de Los Andes.

SIGNIFICADO METALOGENICO DE DATACIONES K-Ar, $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ Y TRAZAS DE FISION DE ZONAS MINERALIZADAS EN EL NORTE GRANDE DE CHILE.

Victor Maksaev*, Ricardo Boric*, Marcos Zentilli**, Peter H. Reynolds**

*SERNAGEOMIN, Casilla 10465 Santiago, Chile.

**Department of Geology, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada B3H 3J5.

La datación de la ocurrencia de la mineralización metálica en Los Andes Centrales es una etapa previa esencial para la comprensión de la evolución metalogénica de esta porción de este orógeno volcano-plutónico. Los resultados de 28 dataciones K-Ar, $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ y algunas por trazas de fisión de rocas relacionadas a mineralización en el Norte Grande de Chile obtenidas en los laboratorios geocronológicos del SERNAGEOMIN y de la Universidad Dalhousie en Canadá aportan nuevos datos para al conocimiento metalogénico de este sector de Los Andes. Ellas permiten comprobar la edad jurásica de la mineralización presente en el flanco occidental de la Cordillera de La Costa (Tocopilla, Buena Esperanza, Guanillos, Gatico, Naguayán y Santo Domingo), una edad cretácica superior a terciaria inferior en el sector de la Depresión Intermedia flanco occidental de la Cordillera de Domeyko (Caracoles, El Inca, Copucha, Sierra Gorda, Lomas Bayas) y una edad eocena superior-oligocena en la Cordillera de Domeyko (depósitos tipo pórfido cuprífero). Esto implica que los principales depósitos minerales metálicos del Norte Grande de Chile se formaron en tres épocas metalogénicas de las edades señaladas, las cuales deben representar los períodos de la evolución geológica de este segmento andino en los cuales se dieron las condiciones óptimas para la concentración de elementos metálicos.

Destaca el avance hacia el este de los centros mineralizados desde el Jurásico en adelante, el cual coincide con la migración del frente magmático. Asimismo, la fuerte dominancia de la mineralización cuprífera y su recurrencia en las diferentes épocas metalogénicas. Si bien la formación de depósitos minerales metálicos parece ser parte integral de la evolución magmática de Los Andes, la formación de yacimientos de real importancia económica parecen requerir de circunstancias geológicas especiales. La identificación de estas circunstancias puede tener importancia predictiva en exploración minera.

GECRONOLOGIA ^{40}Ar - ^{39}Ar DE DEPOSITOS DE TIPO PORFIDO CUPRIFERO DEL NORTE GRANDE DE CHILE.

Victor Maksaev*, Marcos Zentilli** y Peter Reynolds**.

*SERNAGEOMIN, Casilla 10465 Santiago, Chile.

**Department of Geology, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada B3H 3J5.

La determinación de la edad de los depósitos de tipo pórfido cuprífero del Norte Grande de Chile ha progresado desde la década de los setenta, existiendo a la fecha un número de dataciones K-Ar publicadas por diversos autores. Sin embargo, tales edades no proporcionan ningún antecedente respecto a posibles pérdidas o ganancias de Ar radiogénico y son difícilmente comparables por haberse utilizado diferentes constantes de decaimiento para su cálculo y distintos laboratorios cuya calibración no es necesariamente la misma. Con el objeto de obtener un conjunto de datos internamente homogéneo en la Universidad Dalhousie, Canadá, se ha utilizado el más preciso método ^{40}Ar - ^{39}Ar con degasificación en 11 pasos para la datación de biotitas de rocas de algunos depósitos de tipo pórfido cuprífero del Norte Grande de Chile (Quebrada Blanca, Copaquire, Quebrada Puno, El Abra, Chuquicamata).

Las edades radiométricas obtenidas confirman que el emplazamiento de los depósitos mayores de tipo pórfido cuprífero del Norte Grande de Chile ocurrió en un lapso relativamente restringido de tiempo de aproximadamente 10 Ma en el Eoceno Superior-Oligoceno; por su parte, los espectros de edades muestran sistemáticamente una baja de las edades en los pasos comprendidos entre 750° y 900°C (saddle shaped spectrum), característicos de biotitas cuyo sistema isotópico K-Ar ha sido perturbado y que implica una cierta pérdida de Ar radiogénico en ellas. A consecuencia de lo anterior las edades plateau son 0,7 a 2,1 Ma más altas que las edades gas total de las muestras datadas. Esta sistemática, pero variable, pérdida de Ar radiogénico puede atribuirse a efectos de la persistencia de la alteración hidrotermal debajo de la temperatura de cierre de la biotita para el sistema isotópico K-Ar (280±40°C), aunque en algunos casos los efectos termales de los sucesivos pulsos de intrusión que caracterizan algunos de estos depósitos probablemente también han influido en producir pérdidas de Ar o incluso el rejuvenecimiento de las muestras. Esto implica que las dataciones obtenidas previamente por el método K-Ar tradicional en estos depósitos pueden tener un grado de imprecisión mayor que el normal para este método geocronológico y su variación puede deberse más a diferentes porcentajes de pérdidas de Ar radiogénico en las muestras que a la persistencia por largos períodos de actividad térmal por encima de la temperatura de cierre de la biotita.

APLICACION DEL METODO TRAZAS DE FISION (FISSION-TRACK) A LA DATACION DE CUERPOS DE MAGNETITA DE EL LACO E INCAHUASI EN EL ALTIPLANO DE LA REGION DE ANTOFAGASTA.

Victor Maksaev*, Moyra Gardeweg*, Carlos Ramírez*, Marcos Zentilli**.

*SERNAGEOMIN, Casilla 10465 Santiago, Chile.

**Department of Geology, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada B3H 3J5.

La técnica de datación por trazas de fisión es el método geocronológico más nuevo, con bases teóricas establecidas en la década de los sesenta y la cual, debido a avances recientes que incluyen el uso de standards de edad conocida, ha sido colocada al mismo nivel de otros métodos geocronológicos. La datación de apatita por este método, dada la baja temperatura a la cual las trazas de fisión natural del ^{238}U son retenidas en este mineral ($t_c=95\pm 25^\circ\text{C}$), se utiliza principalmente como herramienta termocronométrica en la datación de eventos de alzamiento-erosión y determinación de evolución termal de cuencas petrolíferas. Sin embargo, no existe ninguna razón desde el punto de vista teórico que limite su aplicación a la determinación de una edad mínima de rocas ígneas emplazadas en la superficie o cerca de ella y que subsecuentemente no hayan sido enterradas profundamente ni afectadas por eventos termales posteriores.

Los depósitos de magnetita maciza de El Laco e Incahuasi representan ejemplos únicos de mineralización de hierro ligada a actividad volcánica. La determinación de la edad exacta de estos cuerpos es dificultada por la intensa alteración hidrotermal de las rocas volcánicas huéspedes y de la ausencia en los cuerpos de magnetita de minerales aptos para su datación por métodos geocronológicos comunes. Consecuentemente, en el Departamento de Geología de la Universidad Dalhousie, Canadá, se han datado por el método trazas de fisión cristales de apatita que constituyen mineral de ganga en los cuerpos de magnetita obteniéndose una edad de $2,1 \pm 0,1$ M.a. para El Laco y de $10,3 \pm 0,8$ M.a. para Incahuasi, edades que son concordantes con determinaciones K-Ar de las rocas volcánicas de los complejos volcánicos que hospedan esta mineralización de hierro y que pueden considerarse mínimas para la ocurrencia de la misma.

La aparente edad pliocena superior de El Laco contrasta con la edad miocena superior del depósito de Incahuasi y señala que El Laco representa la recurrencia de mineralización de hierro en la Zona Volcánica Central de Los Andes, constituyendo esta zona por lo tanto un metalotecto para este tipo de mineralización.

MINERALIZACION POLIMETALICA ASOCIADA AL MAGMATISMO MIOCENO EN LA CORDILLERA PATAGONICA AUSTRAL. PROVINCIA DE SANTA CRUZ. ARGENTINA.

Marcelo José Márquez*.

* Secretaría de Estudios de Minería. Dirección Nacional de Geología y Minería. Centro de Exploración Patagonia Sur.

Se establece la existencia de un proceso mineralogénico endógeno de edad Miocena, que integraría la época metalogénica Andina en la Cordillera Patagónica Austral (45°-52° de latitud sur). Está representado por la asociación de cuerpos hipabisales de composición mayoritaria granítica-granodiorítica y mineralización polimetálica de W - Mo - Sb - Fe - Pb - Zn - Cu - Au - y Ag.

La distribución espacial de los depósitos-principalmente vetiformes- sugiere una zonación hidrotermal, con W - Mo - Sb - Fe sobre los intrusivos o muy próximos y Pb - Zn - Cu - Fe - Au y Ag en la periferia.

El origen de los cuerpos se vincularía con la subducción de distintos segmentos de la dorsal de Chile, y muestran una edad decreciente de sur a norte.

Se postula la utilización de este metalotecto como gufa para la prospección minera, tanto en la Argentina como en Chile.

El desplazamiento de los depósitos de tipo pórfido... la determinación de la edad exacta de estos cuerpos... la mineralización de los cuerpos de magmatismo... el origen de los cuerpos se vincularía con la subducción... Se postula la utilización de este metalotecto como gufa para la prospección minera...

COMPORTAMIENTO DE LAS TIERRAS RARAS EN ALTERACIONES FILICA, ARGILICA Y SILICICA: EVIDENCIA EN EL YACIMIENTO MURGUL, NE DE TURQUIA.

C.M. Palacios*; H.J. Schneider** y N. Ozgur**

* Depto. de Minas, Universidad de Atacama, Avda. Copayapu 485, Casilla 240, Copiapó, Chile.

** Institut für Angewandte Geologie, Freie Univ. Berlin, Wichernstr. 16, D-1000 Berlin 33, República Federal de Alemania.

El comportamiento de las Tierras Raras en zonas filicas, argílicas y silícicas del yacimiento subvolcánico de cobre Murgul, ubicado en el Nor-este de Turquía, revela que estos elementos fueron lixiviados de las rocas durante el proceso de alteración hidrotermal. La lixiviación fue más intensa durante la etapa tardía de la actividad hidrotermal (silicificación). Los datos disponibles permiten que los fluidos hidrotermales, causantes de la alteración, presentaban originalmente bajas cantidades de Tierras Raras. La abundancia de estos elementos en las rocas alteradas se correlaciona positivamente con la abundancia modal de filosilicatos.

GEOLOGIA Y DISTRIBUCION DE LA MINERALIZACION EN LA XI REGION DEL PAIS

Federico Peebles y Carlos Ruiz

Departamento de Geología y Geofísica, Universidad de Chile, Casilla 13518, Correo 21 Santiago.

La XI Región está constituida por tres unidades geológicas: Basamento Metamórfico, de edad principalmente Paleozoica; Batolito Patagónico de edad Mesocenozoica, y un conjunto de unidades volcánicas y sedimentarias cuyas edades varían entre el Jurásico medio y el Cenozoico. La última está intruida parcialmente por pequeños plutones graníticos cretácicos.

El Basamento ocupa la región de los archipiélagos, y al sur de la latitud $46^{\circ}30'S$, la región subandina oriental, y más al sur prácticamente todo el macizo andino. El Batolito abarca parte de los archipiélagos y del macizo andino. El conjunto de unidades estratificadas meso-cenozoicas, constituye casi exclusivamente la región subandina oriental, en la parte norte del área.

Prácticamente la totalidad de la mineralización se presenta en la región andina y extra-andina oriental, constituyendo una franja portadora de yacimientos de cobre, plomo, zinc, plata y molibdeno, originando una provincia metalogénica definida. Los yacimientos pueden clasificarse en tres grupos: yacimientos de sulfuros macizos en la parte del Basamento constituida por esquistos verdes y mármoles calcáreos; yacimientos estratiformes y vetiformes de plomo, zinc y plata, presentes en rocas volcánicas jurásicas y en sedimentos marinos suprayacentes; mineralización vetiforme y en stockwork, de molibdenita con pirita, que se localiza en una franja de plutones graníticos distantes entre 10 y 40 km al oriente del Batolito.

Se postula para los yacimientos del Basamento un origen singenético relacionado con fenómenos volcánicos y bioquímicos. A los yacimientos que ocurren en rocas volcánicas jurásicas y sedimentos suprayacentes, se les atribuye un origen volcánico exhalativo.

PORPHYRY COPPER-GOLD DEPOSITS: AN UPDATED REVIEW

José Perelló*; José Cabello**

*Minera Utah de Chile Inc., Isidora Goyenechea 2925, Santiago, Chile

**BHP-Utah Minerals International, 550 California St., San Fco., CA 94104

A literature survey on 38 gold-bearing porphyry copper deposits from Argentina, Australia, Brazil, Canada, Finland, Indonesia, Malaysia, Pakistan, Papua New Guinea, Philippines, and Puerto Rico, has shown that their average head grades are 0.3 ppm Au. Of these, 21 possess in excess of 0.4 ppm Au and classify as porphyry copper-gold deposits according to various authors.

Gold-bearing porphyry coppers range in age from the Archean (~2,700 Ma) McIntyre in the Canadian Shield, through the Plio-Pleistocene (1.1 - 1.2 Ma) Ok Tedi, Papua New Guinea. Total reserves vary from 900 million tons @ 0.48% Cu - 0.55 ppm Au at Panguna, Papua New Guinea, to 10 million tons @ 0.67% Cu - 0.59 ppm Au at McIntyre. The richest is Santo Tomás II, Philippines, with 161 million tons @ 0.45% Cu - 0.88 ppm Au.

Thirty-one deposits show calc-alkaline affinities (including the shoshonitic Bajo La Alumbra, Argentina) and chiefly associate dioritic, quartz dioritic, monzonitic, rhyolitic and dacitic porphyries. Ok Tedi is aplitic and Mamut, Malaysia, is adamellitic. The remaining deposits belong to the alkaline suite and mainly associate syenitic intrusive bodies, the majority from the Canadian Cordillera and Shield. Wallrocks to the orebodies may include i) volcanic sequences coeval with the porphyry emplacement as at the Miocene Frieda River, Papua New Guinea and Bajo La Alumbra; the Jurassic deposits in the Canadian Cordillera; and the Paleozoic Goonumbla, Australia; ii) schists and amphibolites such as at the Paleozoic Chapada, Brazil; and metamorphosed turbidites at the Proterozoic Kopsa, Finland; or iii) Fe-Mg tholeiites as at McIntyre. Most of the deposits have been generated in an island arc setting, but at least 8 are of continental margin-type.

In 31 deposits gold values show a sympathetical variation with copper grades. Gold occurs in the native form, as free micron-sized particles, or as inclusions in chalcopyrite and/or bornite. Very locally it occurs as electrum. With only rare exceptions, gold mineralization typically associates K-silicate alteration zones, made up of biotite, quartz, magnetite, and minor K-feldspar. Quartz-magnetite veining and strong silicification are common to high grade deposits (Philippines). However, magnetite is scarce at Goonumbla and Kopsa. In addition, gold mineralization may accompany phyllic alteration (Bell Copper, Canada) and even advanced argillic alteration assemblages such as at Cabang Kiri, Indonesia. Molybdenum occurs in 21 deposits reaching an average content of 0.05% as at McIntyre.

It is shown that the presence of a gold-rich (+0.4 ppm Au) porphyry copper deposit is not strictly dependent of the geotectonic setting; petrologic suite; composition and age of the host intrusions and associated wallrocks. Certain hydrothermal alteration assemblages appear to be critical to the generation of a gold-rich deposit but important exceptions to the rule are visualized.

EVALUACION ECONOMICA DE UN PROSPECTO PETROLIFERO.

Alejandro Pérez Rojas*

* Departamento de Planificación. ENAP-Magallanes, José Nogueira 1101. Punta Arenas.

Se analiza un hipotético prospecto petrolífero en cuanto a sus reservas potenciales, estudiando cada uno de los principales parámetros que las determinan (Porosidad, Saturación, Espesor saturado, etc.) y se estudia el valor económico de éstas considerando el precio de los productos (mercado) y los costos que implica producirlos (Ubicación geográfica, infraestructura, Profundidad del Objetivo, etc.).

Se expone la forma en que se considera el riesgo que implica este tipo de proyectos (Riesgo geológico y de Mercado).

Dado que los valores que toman cada uno de los factores involucrados son intervalos continuos y el universo de combinaciones posibles es infinito, la evaluación se realiza por medio de un modelo de simulación matemática, el cual plantea un cierto número finito de escenarios (al azar), acorde con las distribuciones de probabilidad de cada parámetro.

Como resultado se entregan reservas esperadas y dado el éxito e indicado res económicos (VAN, TIR, IVAN, etc.). Además se indican los flujos productivos, inversiones y costos, etc.

LOS AGENTES GEOLÓGICOS EN LA FORMACION DE PLACERES AURÍFEROS EN EL SUR DE CHILE.

Carlos Portigliati N.*; Carlos Emparan C.*; Sonia Vogel B.*

* Servicio Nacional de Geología y Minería, Casilla 10465, Santiago, Chile.

Los procesos geológicos que originaron placeres auríferos en el sur de Chile, han involucrado los siguientes factores:

- a) Presencia de minerales pesados y/o de elementos metálicos susceptibles de ser concentrados.
- b) Erosión de depósitos preexistentes de esos materiales, con procesos de meteorización subordinados, provocando su liberación total o parcial.
- c) Transporte mecánico y/o químico de los minerales pesados y/o elementos metálicos liberados.

En los procesos de erosión y de transporte mecánico el agente principal que actuó ha sido el hielo. Los flujos de agua superficial son importantes en las etapas subsecuentes al primer transporte y en su eventual acción de solvente en el transporte químico.

- d) Selección, concentración y depositación. En este caso, el agua de escurrimiento superficial y el mar actúan en forma destacada. Accidentalmente, el viento ha actuado como agente seleccionador y concentrador en el litoral marino.

La depositación mecánica de los productos seleccionados y concentrados, está condicionada por factores físicos tales como peso específico, variaciones en el escurrimiento de los flujos superficiales de agua, marejadas, tormentas, etc.

La formación de los placeres auríferos ha sido el resultado de una variada interacción de procesos geológicos modeladores de la topografía y de los factores físicos señalados.

En el caso particular de los depósitos actuales, tanto litorales marinos como fluviales, cabe destacar una situación de riesgo geológico derivada de la acción de marejadas y de flujos densos o avenidas, respectivamente.

EXPLORACION DEL DEPOSITO DE PLATA-ORO "LA COIPA" REGION DE ATACAMA

Sergio Rivera Cabello*.

* Minera Orion Chile. Ltda., Casilla 126 Correo 35, Santiago.

La Coipa, depósito de Ag-Au, ubicado en la Alta Cordillera de la III Región, ha sido uno de los descubrimientos más notables logrados por los intensivos trabajos de exploración minera desarrollados en Chile, en lo que va corrido de la década. Su descubrimiento es materia controvertida y de mérito disputado por varias personas. Sin embargo, existió acción compartida por parte de cateadores y profesionales visionarios.

El presente trabajo muestra una síntesis de la labor exploratoria que permitió convertir La Coipa en una reserva mineral, partiendo desde anomalías geoquímicas. Entre los años 1982 y 1985, y luego de perforar unos 70.000m. de sondajes, construir alrededor de 30 kms. de caminos, muestrear más de 2.500 m. de canaletas, construir 600m. de socavones de exploración y realizar numerosas pruebas metalúrgicas y estudios petrográficos-mineralógicos, se logró estimar una reserva que, conforme a las cifras publicadas, alcanza alrededor de 2 millones de onzas de oro equivalentes a uno de los cuatro principales sectores mineralizados existentes.

La formación de los placeres auríferos ha sido el resultado de una vasta interacción de procesos geológicos modeladores de la topografía y de los factores físicos señalados.

En el caso particular de los depósitos actuales, tanto litorales marinos como fluviales, cabe destacar una situación de riesgo geológico derivada de la acción de marejadas y de lujas densas o avenidas, respectivamente.

CAMPOS GEOTERMALES FOSILES DE EDAD TERCIARIO INFERIOR Y MINERALIZACION ASOCIADA EN LA REGION DE ANTOFAGASTA.

Sergio Rivera Cabello* y Alan. J. Stephens*

* Minera Orion Chile Ltda., Casilla 126, Correo 35, Santiago.

Se han estudiado algunas ocurrencias de actividad geotermal relacionada al volcanismo del Terciario Inferior en la II Región de Antofagasta. El fallamiento de bloques tipo "Basin and Range", que caracteriza esta porción del territorio, parece haber contribuido a preservar estos sistemas que se formaron en la paleo-superficie del Paleoceno-Eoceno.

El desarrollo de extensos depósitos de sinter silíceo, brechas de talud opalinizadas, brechas tipo "hot-spring" e "hydrothermal-eruption", zonas con alteración zeolíticas y volúmenes de roca con lixiviación ácida bajo los niveles de opalita son indicadores de la paleo-actividad geotermal. En la mayoría de los casos el o los niveles de opalita aparecen dislocados por movimiento de bloques debidos a solevantamiento y/o colapso. Estas ocurrencias se relacionan directamente con rocas piroclásticas y/o domos ácidos de edad Terciario Inferior interpretados como aparatos volcánicos centrales.

Estudios geoquímicos revelan que la mayoría de las terrazas de opalita estudiadas tienen valores anómalos de metales preciosos (Ag-Au) y además de Hg, As, Sb, Ba, I, Se y Te. En algunos casos, cuerpos de brechas y/o vetas localizadas bajo los productos geotermales superficiales, e interpretados como conductos, señalan valores económicos de metales preciosos. Se concluye revisando y comparando las ocurrencias estudiadas con campos geotermales actuales y sistemas mineralizados de tipo epitermal; se hacen también algunos alcances respecto de la relación que tendría esta actividad geotérmica con el origen de los depósitos de nitrato.

Los principales yacimientos de esta provincia metalogénica, fueron estudiados durante varios años obteniéndose muchos datos geológicos y mineralógicos, los mismos que se suscintan en el trabajo. Estos depósitos comprenden las principales minas de estaño: San José, Japo, Santa Fe, Norococala, San Francisco, Trinacria, Aylcaya, Bellívar, Ruanqui, Papiu y María Clara.

DESARROLLO DE UN MODELO DE MINERALIZACION Y SU APLICACION A UN YACIMIENTO DE COBRE PORFIRICO.

Nélida G.S. de Salmuni*; Tadeo A. Berenguer*.

* Instituto de Investigaciones Mineras. Univ. Nacional de San Juan. República Argentina.

A medida que progresa el estudio de un yacimiento surge la necesidad de manejar con agilidad la creciente información obtenida. A tal fin, se ha desarrollado un modelo de mineralización que provee la mejor representación numérica posible de la distribución de los minerales de un depósito.

Sobre un modelo de bloques se ha codificado litología, tipos de alteraciones y zonas de mena de cada bloque asignándoles caracteres alfanuméricos que permiten, con ayuda de la computadora, sistematizarlas y procesarlas junto a las leyes de cobre y oro provenientes de un cálculo de reservas obtenido mediante técnicas geoestadísticas.

Puesto que el modelo correlaciona leyes y rasgos geológicos, su uso permite:

- Seleccionar y delimitar zonas con mineral que presentan características distintas para su posterior tratamiento mineralúrgico.
- Calcular reservas clasificando tipos de mena con diferentes costos operativos.

Ejemplos y resultados de su aplicación se muestran en este trabajo.

YACIMIENTOS DE Sn-Ag DEL SECTOR CENTRAL DE LA CORDILLERA DE LOS ANDES-BOLIVIA.

Orlando Sanjinés V.*

* Instituto de Geología Económica, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

En Bolivia existen dos tipos de mineralización de estaño, uno relacionado con el plutonismo granítico de edad triásico superior a jurásico, localizado regionalmente en la parte norte de los Andes Bolivianos y otro relacionado con actividad ígnea plutónica, de carácter ácido, como también con rocas hypoabisales y volcánicas de edad miocénica, representada por yacimientos emplazados en la parte central y sur de la Cordillera de los Andes, división que coincide con el denominado Arco de Arica o la flexura de la Cordillera.

La mineralización de la parte norte esta caracterizada principalmente por casiterita y wolframita de tipo hypotermal (Chojilla) mientras que los yacimientos de la parte central y sur, con cuarzo-casiterita (Huanuni-Avicaya) y casiterita-pirita (San José-Morococala), estos yacimientos presentan vetas polimetálicas desarrolladas en formaciones silúricas, algunos relacionados con rocas ígneas, lo que define una zonación en la mineralización.

Se anotan muchas evidencias que caracterizan a la zona central y sus depósitos como típicamente xenotermales, por ser polimetálicos y presentar una mineralización del tipo telescópico debido a la coexistencia de minerales de alta y baja temperatura.

En la zona estudiada se presenta claramente una zonación mineralizada de tipo regional y una íntima relación entre los depósitos y el magmatismo volcánico.

Los principales yacimientos de esta provincia metalogenética, fueron estudiados durante varios años obteniéndose muchos datos geológicos y mineralógicos, los mismos que se suscintan en el trabajo. Estos depósitos comprenden las principales minas de estaño: San José, Japo, Santa Fe, Morococala, San Francisco, Trinacria, Avicaya Bolivar, Huanuni, Pepito y María Francisca.

PETROLOGIA Y METALOGENESIS DEL DISTRITO DE MAZAN, PROVINCIA DE LA RIOJA, ARGENTINA.

Isidoro Schalamuk*; Alejandro Toselli**; Julio Saavedra***; Raúl Fernández*; Horacio Etcheveste*.

* Universidad Nacional de La Plata.

** Universidad Nacional de Tucumán.

*** C.S.I.C, España.

Se presenta un estudio petrológico-geoquímico y metalogénico de los granitos de la Sa. de Mazán, departamento Arauco, provincia de La Rioja.

El área incluye dos granitos, uno antiguo y otro más joven, ambos atribuidos al Paleozoico. El primero leucocrático de grano grueso, rico en feldespato potásico, con abundancia de enclaves con texturas ígneas y xenolitos de rasgos metamórficos. El más tardío, de grano mediano a fino, virtualmente más evolucionado. La zona estudiada registra apilitas, pegmatitas y filones - mantos de cuarzo acompañado de mica con casiterita, wolframita, scheelita, pirita, arsenopirita, calcopirita, con ganga de cuarzo fluorita y muscovita con formación de greisen. En los granitos inmediatos a la caja se observa una modificación brusca con desarrollo de verdaderos greisen.

De acuerdo a los análisis petrológicos y químicos de los productos greisenizados y rocas originales, además de los resultados de exámenes mineralógicos y de la utilización de diagramas experimentales de Pearson (1978) y otros, se define la mecánica y caracteres físico-químicos que condujeron a los procesos de alteración y mineralización.

YACIMIENTO DEL CERRO KHORI KHOLLU (LA JOYA) DE ORO Y PLATA.

Fernando Urquidí Barrau*; Orlando Sanjines Vargas**

* Academia Nacional de Ciencias de Bolivia, La Paz.

** Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.

El yacimiento de Cerro Khori Khollu (la Joya) de oro y plata, localizado en la parte central del Altiplano Boliviano, es un stock dacítico-porfírico alterado y mineralizado con cierta similitud a los stocks porfíricos de estaño, emplazados en la parte central del denominado Cinturón Estañofero de Bolivia. Sin embargo, el depósitos del Cerro Khori Khollu no contiene minerales de estaño.

El stock del Cerro Khori Khollu se encuentra ubicado en la parte externa pero muy cerca del borde sud-occidental de la reciente descubierta Caldera Soledad (Redwood, 1987). La mineralización y el stock (15 m.a.) son de una edad anterior a la caldera (5.4 m.a.).

La mineralización primaria consiste de un stockwork de vetillas diseminadas de piritita y en menor grado calcopirita, que contienen 24 gramos de plata por tonelada y 1.4 gramos de oro.

Una capa de 60 metros de ancho, producto de alteración intensa del tipo hidrotermal y epitermal ha transformado la mineralización primaria en óxidos acompañada a su vez de una silicificación, con tenores iguales a los minerales primarios, permitiendo su explotación rentable con métodos de heap-leaching con cianuro de sodio.

MAGMATISMO MIOCENO Y MINERALIZACIÓN ECONOMICA ASOCIADA EN EL AREA INFIERNILLO DEL YACIMIENTO CUPRIFERO LOS BRONCES-RIO BLANCO ALTA CORDILLERA ANDINA DE CHILE CENTRAL.

Iván Vela*; Carmen Holmgren*.

* Mina Los Bronces, Compañía Minera Disputada de Las Condes S.A. Pedro de Valdivia 291, Santiago, Chile.

El cuerpo mineralizado Infiernillo Norte es una zona de rocas intrusivas y efusivas intermedias y ácidas de tipo calcoalcalino-peraluminoso que presenta mineralización económica compuesta por asociaciones de minerales de Cu y Mo ligadas espacial y genéticamente al depósito tipo pórfido cuprífero y a los complejos de brechas asociados del yacimiento Los Bronces-Río Blanco en la Alta Cordillera Andina de Chile Central.

En el marco de una intensa y continua actividad magmática miocena, distintos pulsos de rocas plutónicas hipabisales y volcánicas de composiciones monzoníticas, latíticas y riolíticas intruyen, alteran y mineralizan a rocas volcánicas andesíticas.

La sucesión de los eventos ígneos manifiesta una migración del tren composicional y químico del magmatismo en un lapso de tiempo comprendido entre los 20.1 m.a (Mioceno Inferior) y los 3.9 m.a. (Plioceno Inferior) reflejado en el enriquecimiento paulatino de sílice y alúmina. Simultáneamente con la generación de sucesivas etapas de alteración y mineralización cuyo ambiente físico-químico evoluciona desde lo hidrotermal temprano hacia lo hidrotermal-subvolcánico, se producen las condiciones tempranas de fracturamiento que permitieron el desarrollo de una compleja mineralización de Cu y Mo alojada con stockwork de vetillas polidireccionales y fino diseminado en cuarzomonzonitas pertenecientes al Plutón Río Blanco-San Francisco, en diques latíticos tardíos y en andesitas correlacionables con la Fm. Farellones. Estos sistemas de vetillas presentan características similares a los existentes en el pórfido cuprífero El Salvador y denominados A, B y D. Procesos supérgenos recientes superimpusieron un importante enriquecimiento de calcosina.

El presente trabajo describe las relaciones geoquímicas de elementos mayores y menores involucradas en los primeros eventos intrusivos, ligados con los procesos de mineralización-alteración, en función del entorno geológico del área Infiernillo.

MODELO GEOLOGICO PARA LA EVALUACION DE LOS PARAMETROS METALURGICOS EN LA PLANIFICACION MINERA YACIMIENTO LOS BRONCES.

C. Walker*; S. Godoy*.

* Mina Los Bronces, Compañía Minera Disputada de Las Condes S.A. Pedro de Valdivia 291, Santiago, Chile.

La planificación minera para la explotación del yacimiento Los Bronces incluye además de la evaluación de tonelajes y leyes, la estimación de la capacidad de tratamiento horario en la molienda semiautógena y los resultados metalúrgicos en la planta de flotación.

El tratamiento horario en la planta de molienda queda definido por la dureza del mineral in situ y la granulometría de alimentación al molino.

Los resultados metalúrgicos en la planta concentradora depende de la ocurrencia y asociación de los minerales metálicos y no metálicos presentes en la mena.

Se presenta y discute la metodología desarrollada para conseguir los objetivos planteados, el aporte de la geología de operaciones y los resultados obtenidos en los últimos cinco años.

EFFECTOS DE LA ALTERACION HIDROTHERMAL EN EL CONTENIDO DE ORO EN ROCAS MIOCENAS DEL COMPLEJO VOLCANICO COPIAPO, CHILE: ANALISIS PRELIMINAR.

Marcos Zentilli*, Thomas Mulja* , James A. Walker*** y Victor Maksaev****

* Dept. of Geology, Dalhousie University, Halifax, NS, Canada, B3H 3J5.

** Dept. of Geology, Northern Illinois Univ., De Kalb, IL, 60115, U.S.A.

*** SERNAGEOMIN, Casilla 10465, Santiago, Chile.

Hemos comparado en 25 muestras seleccionadas la petrografía, mineralogía y geoquímica de rocas ígneas aparentemente "frescas" con las de 3 diferentes zonas alteradas en los flancos del Complejo Volcánico Copiapó (CVC): A) Pequeña zona sub-horizontal e irregular blanqueada y oxidada (montmorillonita ± kaolinita ± jarosita) a varios kilómetros de prospectos conocidos; B) Rocas alteradas (sericita + cuarzo ± kaolinita ± clorita) en la periferia de una zona activamente explorada por oro en el flanco occidental del CVC; y C) Rocas alteradas y mineralizadas (alunita + cuarzo ± dickita ± (pre)mita) dentro de un yacimiento ya en desarrollo en la zona oriental del CVC. El contenido de oro es errático, principalmente debido al "efecto de pepita", y análisis individuales tienen poco significado, pero considerados en grupos, todos los tipos de alteración muestran enriquecimiento en Au ((A) XO ppb Au, (B) XOO ppb Au; (C) XOOO ppb Au), As, Pb, Sb, Se, Mo, S, H₂O y SiO₂ con respecto al grupo de rocas "frescas" (X ppb Au). El contenido de Ag es en general menor que el límite de detección (~2 ppm). El Ti y Zr se han comportado como elementos relativamente inmóviles durante el proceso de alteración, mientras que CaO, MgO, MnO, y Na₂O han decrecido en todas las rocas alteradas, y FeO, Al₂O₃ y Ba han decrecido en las mas afectadas (B,C). Con excepción del comportamiento variable del K₂O, la alteración en el CVC es similar a la descrita en campos geotérmicos de Nueva Zelanda, y en yacimientos epitermales conocidos. Dataciones K/Ar y ⁴⁰Ar/³⁹Ar evidencian actividad volcánica entre 14 y 8 Ma, pero una zona mineralizada con oro (C) en la zona oriental del CVC tiene una edad de 12 Ma, y en la zona occidental (B), el proceso de mineralización importante ya había cesado a los 10 Ma. Este estudio preliminar sugiere que cualquier zona alterada puede indicar cierto enriquecimiento en oro, pero que la importancia económica de las zonas mineralizadas depende de los siguientes factores: 1) Existencia de acuíferos que permitieron la concentración y convergencia (focussing) del flujo hidrotermal (fallas, zonas de cizalle, brechas); 2) Existencia de abundante agua subterránea cerca de la superficie y/o lagunas (en depresiones tectónicas, calderas) durante el periodo crítico; y 3) Cuerpos magnéticos a profundidad (fuentes de calor, metales y volátiles) suficientemente importantes como para mantener la circulación hidrotermal por un tiempo relativamente largo, pero suficientemente inactivos como para no interrumpir totalmente la circulación hidrotermal con actividad ígnea. La precipitación del oro en zonas discretas dependió de variaciones de la permeabilidad y de condiciones físicas y químicas locales. Estas observaciones preliminares deberían ser confirmadas con un estudio riguroso.

ISOTOPOS DE PLOMO EN YACIMIENTOS DE TIPO PORFIDO CUPRIFERO COMPARADOS CON OTROS DEPOSITOS METALIFEROS EN LOS ANDES DEL NORTE DE CHILE Y ARGENTINA

Marcos Zentilli*, Bruce R. Doe**, Carl E. Hedge***, Orlando Alvarez C.*, Enrique Tidy F.** y Jorge A. Daroca***.

* Dept. of Geology, Dalhousie University, Halifax, NS, Canada, B3H 3J5.

** U.S. Geological Survey, WGS-MS 104, Reston, VA, 22092, U.S.A.

*** U.S. Geological Survey, MS 963, F. Center, Denver, CO, 80225, U.S.A.

• CODELCO, Superintendencia de Geología, Chuquicamata, Chile.

** CODELCO, Casilla 150-D, Santiago, Chile.

*** Mendoza 306, 4400 Salta, Rep. Argentina.

Las razones isotópicas de sulfuros y rocas de las zonas profundas de Chuquicamata y El Salvador, depósitos de tipo pórfido cuprífero de edad eocena-oligocena, tienen un rango composicional mucho más restringido que otros tipos de yacimientos en los Andes Centrales. Sus razones isotópicas características son: 18.54, 15.60, y 38.49 para los valores $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, y $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ respectivamente. Los valores $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(t)}$, son también restringidos, entre 0.7038 y 0.7045. Estas razones isotópicas coinciden con las de yacimientos de tipo pórfido cuprífero de edad miocena ubicados 1000 km más al sur (El Teniente), donde el basamento es geológicamente diferente, el espesor cortical menor y la litósfera subductada más joven que en la zona norte. Estas razones isotópicas se asemejan a las de lavas neógenas a recientes de la Zona Volcánica Sur (Southern Volcanic Zone: López-Escobar 1984). Datos isotópicos y geoquímicos son compatibles con una hipótesis según la cual la materia prima homogénea para los magmas que formaron los megadepósitos de tipo pórfido cuprífero se encontraría en el manto subcontinental sobre la zona de Benioff. Esta parte del manto se habría enriquecido con elementos litófilos de gran radio (LILE) y volátiles, con una contribución de plomo proveniente de sedimentos (¿cretácicos?) subductados. La fusión parcial de esta fuente longitudinal y profunda durante circunstancias tectónicas especiales en el Eoceno-Oligoceno y en el Mioceno habría permitido el ascenso y emplazamiento de cuerpos magmáticos excepcionalmente capaces de concentrar cobre y azufre.

Vetas polimetálicas de la mina Capitana (Arica), han extraído su plomo (¿y estaño?), del basamento. Manto Gloria (Copiapó), un cuerpo de bornita en lavas cretácicas, sugiere un aporte de la litósfera oceánica. En el noroeste argentino, yacimientos estratoligados (Aguilar, La Helvecia, La Ciénaga) podrían haber extraído plomo de la litósfera continental en el Paleozoico temprano, mientras otros (San Juan, Gigante, Cari Casini) sugieren movilizaciones más tardías. El plomo en depósitos asociados con el magmatismo Mioceno (Pan de Azúcar, La Armonía, Esperanza) tiene las características isotópicas de las rocas ígneas de esta región de los Andes Centrales, que sugieren una influencia cortical significativa.

V CONGRESO GEOLOGICO CHILENO

Santiago 8 al 12 de Agosto de 1988