



# Investigaciones de geólogos de la FCFM ayudarían a descubrir nuevos yacimientos mineros

La atacamita es un mineral del que fácilmente se puede extraer cobre y es muy abundante en el norte de Chile.

Según investigaciones anteriores, la atacamita dejó de formarse hace millones de años, pero los geólogos de la FCFM no creen lo mismo. Gracias a sus exploraciones han logrado darle nueva vida a este mineral que, aparentemente, seguirá surgiendo en el Desierto de Atacama.



*El material verdoso adherido al cuero de una bota de minero es una evidencia innegable de que la atacamita se sigue formando en la actualidad.*

**Un zapato del Museo del Departamento de Geociencias de la U. Católica del Norte lo confirma:** el material verdoso adherido al cuero de una bota de minero recuperada de un pique cercano a Sierra Gorda es una evidencia innegable de que la atacamita se sigue formando en la actualidad.

Hasta ahora, todos los estudios indicaban lo contrario. Señalaban que el proceso de

formación de este mineral se había detenido hacía 14 millones de años y otros más optimistas apuntaban a 9 millones de años. Pero para el equipo de investigadores del Departamento de Geología de la FCFM - U. de Chile, encabezado por Carlos Palacios y Martin Reich, estas conclusiones no los dejaban conformes y a través de un proyecto Fondecyt (2007) están investigando cómo y desde hace cuánto tiempo se forma la atacamita.

## EXPLOTACIÓN DE LA ATACAMITA

La atacamita es una mena importante de cobre, pues contiene suficiente cantidad de este valioso mineral para ser aprovechado. Un gran número de yacimientos en el norte del país poseen zonas de oxidación con presencia de atacamita, que contiene hasta un 60% de Cu. Para aprovecharlo, se disuelve la atacamita con ácido sulfúrico y se recupera el cobre a través de electro-obtención para producir cátodos de alta pureza.



Si bien este mineral puede formarse en cualquier lugar del mundo a partir de agua muy salina que circula a través de depósitos ricos en cobre, es necesario un clima hiperárido para preservarla, pues cualquier lluvia o circulación de agua dulce la disuelve. Es decir, puede formarse en muchos climas, pero sobrevivir sólo en uno.

De ahí que el Desierto de Atacama, que cumple con las condiciones climáticas apropiadas, sea el lugar con mayor concentración de atacamita en el planeta. Lo curioso es que nuestro desierto es hiperárido desde hace más de dos millones de años, entonces, es legítimo preguntarse ¿si se hubiese formado atacamita hace 14

millones de años, cómo se preservó si en ese entonces el desierto era árido y aún llovía ocasionalmente en ese sector?

"Nosotros usamos una serie de técnicas nuevas que nos permitieron datar la atacamita. Antes sólo se habían obtenido edades para otros minerales asociados a ella, que eran los que arrojaban 14 y 9 millones de años. Gracias a los métodos que utilizamos (ver recuadro) llegamos a edades extremadamente jóvenes para la atacamita: 250 mil años en Chuquicamata, 120 mil años para yacimientos de la Depresión Intermedia y 80 mil años para yacimientos en la Cordillera de la Costa, y eso es una contribución completamente nueva", explica el académico Martín Reich, quien integra el equipo de investigación junto con los geólogos Carlos Palacios y Miguel Ángel Parada, Director del Departamento.

"Estos métodos de investigación no se habían usado antes simplemente porque a nadie se le había ocurrido. Nadie había puesto la necesaria atención en la atacamita", dice Carlos Palacios, y agrega: "Estudiar este mineral tiene múltiples implicancias, nos permitiría incluso datar los mega sismos del último millón de años en Chile, que es un tema totalmente abierto. Actualmente

El Desierto de Atacama es el territorio con mayor concentración de atacamita en el mundo, de ahí el nombre de este mineral, que también está presente en los fondos oceánicos (dorsales mesoocéánicas), y en cantidades muy menores en el desierto de Arizona, entre otros.

estamos trabajando con mucha gente en el mundo interesada en profundidad en esta área en Canadá, Estados Unidos y Nueva Zelanda".

## LA CLAVE CLIMÁTICA

La formación de atacamita en el Desierto de Atacama juega un rol de marcador climático en ese sector. El desarrollo de zonas de oxidación (donde se forma este mineral) marca la transición de condiciones de aridez a hiperaridez en el área. Y es esa transición climática la que permitió conservar cantidades masivas de oxidado de cobre en ese lugar.

*Desierto de Atacama.*





Profesores Carlos Palacios, Miguel Angel Parada y Martin Reich.

Una vez desechada la tradicional hipótesis de que la atacamita era un mineral muy antiguo, una nueva pregunta surgía: "Si el desierto es hiper árido desde los últimos dos millones de años, ¿cómo se pueden haber formado las atacamitas en estas condiciones, sin presencia de agua? La teoría que estamos validando es que cada vez que hay un evento sísmico en la zona, el fluido profundo y salino asciende a través de fallas. Entonces, la formación de la atacamita en realidad no

es por fluidos que vienen desde arriba, sino por aguas que vienen desde abajo. Esa es la conclusión geológica: se pueden formar zonas de oxidación aún en condiciones de hiper aridez", apunta Reich.

Los aportes que el equipo ha logrado en el primer año de ejecución del proyecto serán publicados próximamente en la revista *ISI Mineralium Deposita*. Además, el trabajo que los geólogos están desarrollando podría

tener gran impacto en la exploración de yacimientos en profundidad.

Apoiados en la idea de que durante los eventos sísmicos los fluidos profundos pasan por los yacimientos y pueden llegar hasta la superficie acarreado cobre, los investigadores están testeando un método que consiste en tomar muestras de las sales que hay en la cubierta terrestre para medir su contenido de Cu y con ello descubrir nuevas áreas para la explotación de este recurso.

"Este año queremos profundizar en este concepto, que puede ayudar a determinar la importancia de yacimientos cubiertos. Si funciona, la idea es patentarlo a nombre de la Universidad de Chile. Actualmente estamos en una etapa de discusión para presentarlo en el concurso Fondecyt 2008, para continuar con nuestra línea de trabajo", apunta Palacios. 

Texto: Sofía Otero C.

## MÉTODOS

Para determinar la edad de la atacamita, el equipo de investigadores trabajó con dos métodos. El primero de ellos les permitió reconocer que el mineral era más joven que 1.5 millón de años, pero no les permitió entregar una edad más exacta. La técnica consistió en la desintegración del isótopo 36 del cloro, que está contenido en la atacamita y que se incorpora a ella durante su proceso de formación.

El segundo método utilizado, denominado "desequilibrio de la serie del uranio", permite datar eventos de cientos de miles

de años a escala geológica y fue el que los llevó a entregar edades certeras para la formación de atacamita en los yacimientos de Chuquicamata, Spence y Mantos Blancos, entre otros. Esta técnica opera desintegrando los isótopos de uranio 234 y torio 230 contenidos en sales de yeso asociadas a las atacamitas. La observación de dicha asociación se realizó en el laboratorio de microscopía de la FCFM (LabTEM) y las mediciones de cloro 36 y uranio se desarrollaron en las universidades estadounidenses de Purdue y Southern California, respectivamente.