



Agosto, 1972  
Jaime Arias Farias

ADDENDA A REVISION BIBLIOGRAFICA

"Hg y su uso en Prospección Geoquímica"

(Tomada de Bibliography on Geochemical Exploration Symposium; Toronto, Canadá,) 1970.

RESUMEN :

Se completó la revisión de 30 nuevas publicaciones sobre Hg, las cuales se referían fundamentalmente a Hg en fenómenos hidrotermales, uso de los halos de Hg como guías de prospección en yacimientos, formación de vapores de mercurio.

Migración del Hg en soluciones hidrotermales :

En Barnes, *Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits*, se establece según antecedentes de varias investigaciones, que la solubilidad del metacianabrio (color negro) y del cinabrio (rojo), aumenta rápidamente con aumento del pH. Solubilidades máximas de sobre 30 gr/lit. se producen a concentraciones de Na<sub>2</sub>S de 4.0% en peso en las soluciones. Las condiciones de depositación son ligeramente alcalinas. Los complejos de Cl (cloruros mercuricos) son sumamente estables. La alta volatilidad del Hg pueden permitir el transporte al estado vapor bajo circunstancias especiales. Datos experimentales indican que las soluciones que transportan Hg, tienen valores de pH cercanos al neutro. Las formas del Hg más comunes en las soluciones son Hg



$S_2^{2-}$ ,  $HgS_2H$  y  $Hg(SH)_2$  a bajas temperaturas, que caracterizan los ambientes de depositación de Hg. Se desconoce el efecto de las mayores temperaturas sobre la solubilidad del Hg.

Krauskopf (1951) estableció que "las menas de mercurio, según consenso general, se forman por depositación de los fluidos de vetas a temperaturas entre 80° y 250° y a presiones bajo 30 atmósferas." "El cinabrio y metacínabrio son extremadamente insolubles en agua en el rango de temperatura y en el rango de presión considerados, y son solo ligeramente menos insolubles en agua saturada con  $CO_2$  atmosférico.

De los trabajos de varios autores parece ser que si el sulfuro mercurico en soluciones líquidas formadoras de mena era transportado fundamentalmente en la forma de un complejo de sulfuro alcalino, la precipitación del cinabrio o metacínabrio fué causada probablemente por : temperatura decreciente, reducción de la alcalinidad por reacción con las rocas de caja, disolución de  $SiO_2$ , y/o por mezcla con aguas menos alcalinas o aguas subterráneas ácidas, por dilución por mezcla con aguas subterráneas y por oxidación de el sulfuro alcalino por oxígeno atmosférico.

#### Uso de los halos de Hg como guías de prospección :

Numerosos trabajos de prospección geoquímica en distritos mineros incluyen el muestreo y el estudio del contenido y distribución de varios elementos,



entre los cuales se incluye el Hg.

Estos trabajos son aplicados a yacimientos de Pb, Cu, Eu, Au, Ag, Te, As y Sb.

En el caso de yacimientos de Hg y Au especialmente, se encuentra que las anomalías de los demás metales indican en casi todos los casos claramente la forma y extensión superficial de los yacimientos. En algunos casos se usó el detector de mercurio de Vaughn y McCarthy, pero en los trabajos no se especifica si se usó con muestras de suelo, roca o aire.

#### Formación de Vaporos de Hg :

El radio iónico teórico del Hg es de  $1.10 \text{ \AA}$ , siendo este valor muy similar a los obtenidos del estudio de la estructura del  $\text{HgF}_2$ .

El Hg se encuentra en la naturaleza principalmente en forma de sulfuro rojo (cinabrio) y en menores cantidades como el sulfuro negro (metacinabrio) y el mercurio nativo líquido. El cinabrio en la naturaleza es  $\text{HgS}$  casi puro. El sulfuro negro, se presenta en la naturaleza como una solución sólida de fórmula  $(\text{Hg}, \text{Zn}, \text{Fe}) (\text{S}, \text{Se})$ . El Hg se encuentra asimismo en una cantidad de minerales en los cuales no es un constituyente esencial y en los cuales substituye a otros elementos. Las pequeñas diferencias entre los radios del Hg, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Bi, Pb, Ba y Sr hace posible que el Hg entre en las estructuras de varios minerales que contienen estos elementos.



**Análisis de minerales formadores de rocas en la Península de Kola** mostraron altos contenidos de Hg en faldospatos, hornblenda, Mn-lamprofilita, magnetita y esfero. Probablemente corresponden estos altos valores a halos secundarios relacionados con fenómenos supérgenos.

La abundancia de Hg es, de acuerdo a Turekian y Wedepohl (1961), de 90 ppb en promedio para las rocas basálticas y 90 ppb promedio para las rocas graníticas.

Saukov (1946) y sus colaboradores determinaron el contenido de Hg promedio de rocas intrusivas ácidas, siendo éste de 64 ppb a base de 24 análisis de ese tipo de rocas de varias localidades en Europa, Asia y Norte América.

Ehmann and Lovering (1967), analizaron 6 rocas standard del U.S. G.S., de composición variable, de granito a dunita. De estos resultados parece que el contenido promedio del mercurio en las rocas basálticas es considerablemente menor que el contenido promedio en rocas graníticas.

El Hg entra a la atmósfera por evaporación desde los mares, desde las fuentes termales y del mercurio nativo de yacimientos, como también de exhalaciones volcánicas. De la atmósfera el mercurio regresa a los mares y a la tierra en el agua de lluvia.

La abundancia de Hg en las rocas sedimentarias varía entre 400 ppb (lutitas) a 30 ppb (areniscas) según datos de distintos autores. Las rocas carbonatadas tienen valores entre 30 y 40 ppb.

El contenido promedio de Hg en lutitas, las cuales constituyen



aproximadamente  $4/5$  de las rocas sedimentarias (Clarke y Washington, 1924), es mayor que el contenido promedio de Hg de las rocas igneas expuestas en la superficie de la tierra. De acuerdo con Goldschmidt (1954, pp. 274-276) el enriquecimiento de Hg en los sedimentos marinos hidrolizados es debido al transporte de abundante Hg a la superficie de la tierra por procesos distintos de la meteorización de rocas igneas, tales como el transporte por fluidos magmáticos y meteorización de yacimientos minerales de origen magmáticos. Además, el Hg es prontamente absorbido por las arcillas de estos sedimentos.

El Hg es absorbido por muchas plantas y árboles desde el suelo. En una investigación de los contenidos de Hg de suelos y plantas, distantes de y en la vecindad de yacimientos de Hg, Au, Ag, Pb, Zn, Mo y Ni en Columbia Británica, (Warren Delavault y Barakso, 1966), se halló que donde el suelo tenía menos de 1 ppm de Hg, toda la vegetación que se encontraba allí concentraba Hg. Por otra parte, donde los suelos tenían un contenido de Hg de decenas o cientos de ppm, ellos notaron que la materia vegetativa contenía menos Hg que el suelo sustentador.

Los metales que tienen  $R (M)$  (radio del metal) dentro de los límites de  $R(Hg) \pm 15\%$  disuelven el Hg en cierta cantidad, produciéndose así la formación de amalgamas.

#### Abundancia en minerales metálicos :

El mercurio se presenta en forma no entendida completamente.

El Hg elemental penetra en las rocas de caja y es absorbido en



las superficies de los minerales e integrado en las redes de algunos minerales metálicos. Su dispersión durante los procesos hidrotermales causa la formación de halos de Hg alrededor de los yacimientos.

Las concentraciones de Hg en las rocas reflejan las temperaturas que predominaron durante y después del proceso de mineralización. Para que las rocas retengan Hg a las temperaturas más altas (procesos magmáticos, pegmatíticos y pneumatolíticos) el Hg debe estar unido fuertemente a las superficies de los minerales o más probablemente incorporado como elemento en traza en estructuras minerales. Los yacimientos mesotermales no retendrán mucho Hg en presencia de fluidos migrantes debido a la alta volatilidad del Hg.

Los depósitos epitermales se forman en el rango más bajo de temperaturas, para las cuales el Hg tiene la volatilidad más baja y la mayor tendencia a depositarse. Las rocas de caja alrededor de depósitos epitermales retendrán cantidades relativamente grandes de Hg. Las rocas en depósitos de Hg epitermales mostrarían las mayores anomalías de Hg debido a la alta concentración de este elemento en los fluidos mineralizadores, las bajas temperaturas y presiones.

Los contenidos anómalos altos de rocas que han sido sometidos a procesos de mineralización sugieren que el Hg comúnmente acompaña a los componentes mineralizadores en los fluidos transportadores y es dispersado a través de las rocas de caja alrededor de los yacimientos. El Hg puede penetrar las rocas de caja por grandes distancias, a veces del orden de 1 a 2 km; esta observación ha hecho que la detección de la dispersión de los halos de Hg sea útil para la prospección de ya-



cimientos minerales ocultos. La gran penetración de las rocas de caja parece estar relacionada con la alta volatilidad del Hg elemental. La presión de vapor del Hg líquido es alta, 250 mm de Hg a 300°C y 0,28 mm Hg a 100°C.

Estudios realizados en minerales de granitos y esquistos de zonas mineralizadas indican que biotita y plagioclasa tenían las más altas concentraciones de Hg, en tanto que la ortoclasa tenía relativamente poco Hg.

En cuanto a los minerales metálicos, de acuerdo con la literatura la galena contiene entre 25 y 500 ppb de Hg, esfalerita entre 25 y 10.000 ppb, calcopirita entre 55 y 500, pirita tiene normalmente valores bastante inferiores a calcopirita y bornita presenta abundante Hg, del orden de 2 a 3 ppm.

De acuerdo con datos de H. E. Haekes y S.H. Williston (1962), en distritos de Pb-Zn de Turkestán, la esfalerita se presenta en un rango de 5 a 3.400 ppm, galena 0,5-200 ppm y pirita 0,5-a 10 ppm. Bourmonita, beritina, siderita y calcita presentan contenidos relativamente bajos, comprendidos entre 0,01 y 5 ppm. Los minerales de mena muestran concentraciones entre 4.4 y 200 ppm, con un promedio de 64 ppm, calculado en base a 1.662 muestras. Las rocas normales para la misma zona presentan valores de 0,03 a 0,1 ppm.

#### Prospección de Au usando Hg como elemento guía:

No existen antecedentes sobre el uso de vapor de mercurio como indicador para prospeccionar yacimientos de Au.

Existen eso sí algunos antecedentes de estudios geoquímicos completos en distritos mineros usando varios elementos como indicadores, Te, Ag, As,



y entre los cuales se incluye el Hg. En estos trabajos se analizan mercurio, por métodos de absorción atómica, en suelos, y rocas; en algunos casos se usó detector de mercurio de Vaughn y McCarthy (U.S. Geol. Survey Prof. Paper 501-D).

Los resultados de los estudios son positivos.

Referencias Principales :

1) Silver and Mercury geochemical anomalies in the Comstock, Tonopah and Silver Reef districts, Nevada, Utah.

U.S. Geol. Survey Prof. Paper 575-B

2) Concentration and Minor element association of gold in ore related jasperoid samples.

U.S. Geol. Survey Prof. Paper 600-B

3) The Mercury halo method of exploration.

E&MJ - Volumen 165, N° 5.

4) Evaluation of Mercury vapor anomalies at Colorado Central Mines, Clear Creek County, Colorado Int. Geoch. Expl. Symp., Quaterly of the Colorado School Mines, Vol. 64, N° 1, January 1969.

5) The origin of Mercury halos Int. Geol. Congress XXIII Praga 1968, Proc. Sec. 7 Endogenous ore deposits.

6) Anomalous concentrations of Gold, Silver, and other metals in the Mill Canyon Area Cortez Quadrangle, Eureka and Lander Counties, Nevada U.S. Geol. Survey, Circ. 606.





7) **Geochemical and Geophysical Anomalies in the Western Part of the Sheep Creek Range, Lander County, NEVADA.**

U.S. Geol. Survey Circ. 595.

8) **Distrib. of Gold, Tellurium, Silver, and Mercury in Part of the Cripple Creek District, Colorado.**

U.S. Geol. Survey Circ. 543.

Las anomalías de As, Hg y Sb están asociadas íntimamente con anomalías de Au y Ag. Los metales Cu, Zn, Mo y Te son importantes como indicadores de zonas mineralizadas pero no pueden ser usados como indicadores tan seguros como As, Hg y Sb.

En la literatura rusa se describen halos de Hg en el horizonte de suelo A; alrededor zonas con mineralización de Au y polimetálica, zonas de falla, crestas anticlinales y zonas de vetas de cuarzo. Estos halos en suelos pueden servir como guías a nuevas zonas mineralizadas. En yacimientos tipo placeres se describe (Bibliografía Au - N° 27) una interesante relación entre la ubicación de placeres y la presencia de anomalías magnéticas las cuales ocurren a distancia de hasta 500m. de las mismas. En la región del estudio, más de 72% de placeres conocidos ocurren dentro del contorno de anomalías magnéticas positivas.

### CONCLUSIONES

En base a la información estudiada, se puede concluir que el Hg puede utilizarse con buenas expectativas en la prospección de yacimientos de Au



**tipo vetas. Es altamente recomendable realizar estudios completos en áreas tipo, que permitan establecer principios para este tipo de prospecciones en Chile. Este tipo de estudios completos debería incluir análisis de otros elementos, como As, Sb; asimismo el estudio de contenidos de Hg en suelos, rocas y aire ocluido en suelos.**

### CONCLUSIONES

Del estudio de numerosas prospecciones geoquímicas por diferentes metales, especialmente Pb, Cu, Zn, Au, Ag, Te, As, Sb, Bi; que aparecen en la literatura moderna, (década del 60), se concluye que el uso del Hg como elemento guía en prospecciones es altamente exitoso. Aun más, el muestreo directo de vapores de Hg del suelo, elimina una serie de defectos que se encuentran al usar muestras de suelo y rocas, y requiere menos tiempo que los métodos aludidos. En la mayoría de los trabajos estudiados, se usó muestras de suelos y rocas con resultados excelentes en cuanto a la localización de las vetas o cuerpos mineralizados, y a la obtención de gráficos cuyas anomalías muestran claramente la ubicación de vetas ocultas. En el caso de yacimientos conocidos se ha logrado aumentar las reservas usando el Hg como elemento indicador para ubicar nuevas zonas anómalas favorables.