

Prospección geológica

Por ARTURO MONTES

Sólo me propongo bosquejar las partes más importantes que se deben tener en cuenta al iniciar el estudio de una región, haciendo notar que me baso en conocimientos geológicos generales indispensables para la exploración y avalúo de un yacimiento cualquiera. El tema es amplísimo por lo que sólo trataré ahora de la exploración superficial, dejando para otro artículo algunas observaciones sobre la subterránea.

Es cierto que muchos yacimientos valiosos han sido descubiertos accidentalmente; pero una gran cantidad y de importancia extraordinaria, se han localizado merced a la aplicación inteligente de la geología en combinación con métodos mecánicos (geofísicos) muy ingeniosos. Los apuntes que a continuación doy han sido sacados de diferentes obras de prospectores conocidos mundialmente y para un estudio más amplio del tema aconsejaría las obras de Gunther y Rickard especialmente.

La carencia de estudios de esta clase entre nosotros, y más aún la duda que a su efectividad se le dispensa, han hecho que en el país la minería se reduzca a un "juego de azar". Prueba de que no lo es y de que su aplicación se traduce en seguridad y economía, son los éxitos obtenidos por compañías o individuos que entendieron que es mejor gastar algún dinero en exploraciones iniciales que proceder a un montaje costoso basados en aspectos superficiales halagüeños.

Caracteres exteriores.—Generalmente los terrenos volcánicos son los más favorables para la formación de yacimientos, porque en ellos ocurren más frecuentemente cambios físicos (fracturas, dislocaciones, etc.) necesarios para la formación de depósitos de minerales.

Cuando se explora un terreno desconocido, es necesario observar detenidamente cada detalle de su superficie, como:

a) Coloración del piso. Es de todos conocido que los óxidos de muchos metales tienen colores bastante vivos tales como el Fe, el Mn, el Cu, el Co, el Ni, etc. La generalidad de los yacimientos

metalíferos contienen compuestos de F (óxidos) y entonces la formación se destaca por su color amarillo-rojizo; es la zona del "sombrero de hierro" (gossan) que tiene un aspecto característico debido a la limonita, hematita, etc.

Cuando el yacimiento contiene cobre se forman en la superficie silicatos, sulfatos, carbonatos (estos especialmente) que tienen color propio: la malaquita de color verde, la azurita azul, etc.

El color verde puede provenir también de la clorita y del cromo.

Los compuestos de Co y Ni al oxidarse en la superficie dan las "flores" de Co y Ni de colores rosado y verde, respectivamente.

Muchos otros silicatos, sulfatos y carbonatos tienen colores vivos característicos y un estudio mediano de mineralogía bastará para especificarlos.

b) **Vegetación.**—Hay plantas que necesitan para su desarrollo que el suelo contenga determinadas sustancias metálicas, o pueden experimentar cambios notables cuando absorben esos compuestos, y entonces su presencia y sus cambios nos darían idea de la clase de yacimiento del subsuelo. Como tenemos un conocimiento rudimentario de botánica, no conocemos esas plantas ni somos capaces de apreciar esos cambios, y por lo tanto nos debemos limitar a la observación general: cuando en una región cubierta del mismo tipo de vegetación se adviertan cambios muy marcados, es necesario excavar para cerciorarse si tales fenómenos obedecen a la existencia de formaciones metalíferas.

c) **Crestas.**—La diferencia de dureza entre el relleno que constituye el yacimiento y la roca encajante, da lugar a crestas o zanjas, que ayudan para deducir la presencia y clase de yacimientos que representa. Un poco más adelante, al tratar de afloramientos, quedará mejor explicado esto.

d) **Gases y fuentes.**—Algunos yacimientos anuncian su presencia por medio de fuentes de gases inflamables y son el petróleo, la sal gema y el carbón. El petróleo también se anuncia por las impregnaciones de aceite, asfalto, ozoquerita, etc., en esquistos y areniscas que dan irizaciones en el terreno o en las fuentes de agua.

Los yacimientos de sal se demuestran por las fuentes saladas, aunque estas fuentes pueden también originarse por las descomposiciones de rocas ígneas recientes. La única manera de conocer su origen es el estudio petrográfico de la región (la sal se presenta generalmente encajada en rocas sedimentarias, areniscas y pizarras).

porque a menudo la composición química y la concentración se presentan iguales en fuentes saladas de distinto origen.

e) **Estudio de las quebradas.**—Es una observación imprescindible porque en las quebradas o ríos es donde más fácilmente se encuentran indicios de que la región porque atraviesan esta mineralizada. Casi se puede afirmar que desde que los cauces de agua no den indicios de yacimientos, es inútil tratar de hallarlos en la región; explicando por supuesto, que los minerales que se encuentran entre los productos erodados son los insolubles.

Los materiales que arrastra el agua se ensayan para ver si aparecen minerales y en caso de encontrarlos se va subiendo por el cauce cateando hasta donde se pierda el mineral, y entonces se empieza a localizar el afloramiento ensayando en las quebradas de los alrededores y limitando así poco a poco el espacio donde deba encontrarse el yacimiento.

Al observar un cauce no se deben buscar solo minerales, sino que también deben tenerse en cuenta las piedras, porque entre estas y los metales existen estrechas relaciones, que luego veremos.

Los minerales (insolubles) que se buscan en los ríos son: Oro, platino, casiterita, cromita, shelita, monazita, rutilo, zirconio, etc., y algunas piedras comerciales.

El tamaño, la forma, si el mineral está libre o incrustado en la ganga, son hechos que sirven para suponer la distancia a que se encontrará el afloramiento que se busca.

Los indicios superficiales son tan variados como los minerales que encierran los yacimiento. Por ejemplo: Si el prospector busca oro, tratará de localizar primero afloramientos de cuarzo porque éste es en muchos casos la ganga del oro. Si ese cuarzo está manchado con óxidos de hierro, mejor porque éstos indican descomposición de pirita o chalcopirita que se encuentran asociados generalmente con el oro y la plata. En terrenos que tengan rocas básicas por ejemplo se puede buscar cromo.

Afloramiento.—El estudio de los afloramientos da la clave de la composición de un yacimiento, y por lo tanto merece una cuidadosa observación. Se deben tener en cuenta las rocas, su descomposición, los minerales visibles, la edad de formación, las dislocaciones.

Antes de tratar de esos puntos quiero hacer notar la influencia de los minerales que componen el afloramiento en la manera de presentarse éste:

1) Depósitos silíceos en calcita o rocas solubles dan un afloramiento que resalta, es decir, se forma una cresta. Si los depósitos silíceos están en rocas ígneas también se forma cresta pero su forma es bastante irregular.

2) Cuando el afloramiento es rico en pirita, ésta bajo la acción de las aguas, se descompone y a menudo no se nota resalto o también se forma muchas veces una depresión cuando la descomposición es más fuerte.

a) **Textura de las rocas.**—Ya dije anteriormente que hay una afinidad entre los minerales y las rocas encajantes y es necesario conocer cómo y en qué clase de rocas se presentan los metales. Por ejemplo: el estaño, el tungsteno y el molibdeno se encuentran siempre en o cerca de las rocas cristalinas; el platino, el cromo, el níquel en rocas básicas. Voy a explicar lo que significa que un metal se encuentra en o cerca de determinada roca o clase de rocas. Generalmente los minerales no se forman al mismo tiempo que la roca matriz (la que generalmente acompaña a un metal) sino que fueron introducidos en ella por el magma que se cristalizó de diferente manera para formar los diversos tipos de rocas. El metal que en sí llevaba el magma se introdujo en los poros de las rocas vecinas por la acción de vapor o fluídos, de manera que cuando no mediaron estas causas (vapor, fluídos) los metales no se depositaron. Así: el estaño, el molibdeno se forman en granito o pegmatita y cuando se encuentran estos metales se encuentra también la roca, de lo que no se sigue que cuando se halle la roca deba hallarse el metal.

Considerando por lo tanto, que los metales se asocian con ciertas rocas, es fácil entender por qué algunos metales se encuentran juntos. A más del estaño y el molibdeno se presentan en granito o tienen afinidad por él, la turmalina y el berilo, y por eso muchas veces se encuentran turmalina y estaño, berilo y molibdeno, etc., o también los cuatro juntos.

A continuación pongo una lista de las rocas y los minerales con que generalmente se asocian, donde se ven también los minerales que pueden encontrarse juntos:

ROCAS
Conglomerado de caliza y sílice
Dorita

MINERALES
Fe, Mn.
Au

Eruptivas (Andesita, traquita, dacita, riolita, etc.)

Granito (incluyendo pegmatita y porfirita)

Calcita

Areniscas y pizarras

Esquistos y gneis

Rocas básicas

Cu, Ni, Au, Ag

Sb, Bi, Cu, diamante granates, Au, Pb, mica, Mo, Sn, topacio, turmalina zircon

Sb, As, barita, Cu, Co, esmeralda, granate, Au, Mn, Ag, Sn, Zn

Sb, C, Cu, Mn, Hg, esquistos bituminosos, petróleo, sal, turquesa, vanadio

Co, Cu, corindón, criolita, Au, monazita, grafito, Hg, Ag, Sn, talco, asbesto, cromita, diamante, magnetita

Ni, Pt

b) **Descomposición de las rocas.**—Las alteraciones de las rocas se producen por metamorfismo de contacto, por metamorfismo hidrotermal y por cambios ocasionados por agentes superficiales.

Las alteraciones producidas por las intrusiones ígneas (metamorfismo de contacto) en las rocas no tienen mayor influencia en el enriquecimiento o formación de los yacimientos, pudiéndose decir que su importancia solo se limita a las asociaciones de óxidos y sulfuros.

El cambio ocasionado por el agua tiene importancia porque ayuda a la depositación de los yacimientos y a su enriquecimiento. La alteración es generalmente más intensa a lo largo del filón pero disminuye rápidamente con la distancia a él. Esta descomposición o cambio varía con las diferentes rocas: en las moderadamente ácidas ocurren los fenómenos de seritización y piritización que se efectúan en las rocas encajantes de la veta y el de propilitización un poco más lejos. En las rocas básicas se presentan los mismos fenómenos pero en menor escala. Entre los cambios ocasionados por el agua ascendente cito:

Propilitización.—Es la formación de clorita, piritita y epidota de las rocas eruptivas (traquita, andesita, etc.), y la formación de cuarzo, calcita y epidota de los feldespatos. Las rocas que han sufrido esta alteración tienen un color verde sucio y se notan granos de epi-

dota y cristales de pirita que cuando se oxida da a la superficie un color amarillo rojizo. Este fenómeno de propilitización ocurre frecuentemente en los yacimientos metalíferos, pero no es característico de ninguno de ellos.

Seritización.—Consiste en la pérdida casi completa de la soda y su reemplazo por potasa, sílice y algo de pirita. El resultado de esto es un conglomerado de sericita, cuarzo, pirita y calcita, de color blanco o amarillo claro, distinguiéndose bien en ella las minas de sericita, lo que ayuda a distinguirla del fenómeno llamado kaolinización, que veremos.

Silificación.—Es otro de los cambios producidos por el agua ascendente. Consiste en una formación de cuarzo principalmente en las calcitas, aunque también ocurre en las rocas ácidas y menos en las básicas. El cuarzo formado de esta manera es generalmente de grano muy fino y cubre la roca original, de las que se distingue por la distinta dureza.

Entre los cambios por los agentes que obran en la superficie del suelo, merece citarse la kaolinización. Consiste en la descomposición de los feldespatos y otros minerales con la formación de kaolín como producto final. Destruye a tal punto el carácter de las rocas o minerales primitivos que algunas veces es muy difícil distinguirlos. Dicen que este fenómeno depende de la acción de ácidos puestos en libertad por oxidación de piritas, y por lo tanto la presencia de una cantidad grande de kaolín indica que existieron piritas que en su posformación a óxidos, soltaron metal que enriquece a los sulfuros de la profundidad; de ahí la gran importancia de la kaolinización como guía en la búsqueda de yacimientos. El producto resultante de este proceso es blanco, terroso en el cual sólo se distinguen, y eso difícilmente, cuarzo y limonitas (fuera del kaolín por supuesto).

Cuando se distinguen cristales de feldespato, la kaolinización no ha sido completa y rara vez, en estas condiciones se encuentran depósitos de sulfuros enriquecidos.

(Continuará)

“El mayor mal de los exámenes, como criterio de los resultados de la enseñanza, es la falsa opinión que crean sobre el fin de la escuela: la idea de que la educación consiste en el conocimiento de unos cuantos hechos y en la aptitud de ejecutar unas cuantas operaciones mecánicas; no en el pensar y en el amor al conocimiento”.
(G. Grasby).