

Colaboración estudiantil

## Prospección geológica

Por ARTURO MONTES S.

### (Conclusión)

Entre algunos de los cambios que sufren los minerales en la superficie, menciono: El feldespato se transforma en arcilla. La olivina y hornblenda en serpentina y clorita. La calcita impura puede disolverse y dejar un residuo de arcilla.

No cambian, entre las rocas, el cuarzo, la fluorita, apatita, barita y turmalina.

**c) Minerales y sus cambios secundarios.**—En los afloramientos se obtienen dos clases de minerales: los residuales y los secundarios.

Los minerales residuales son los que quedan libres después de los cambios ocasionados por las aguas subterráneas, las aguas del suelo, los agentes atmosféricos y en general de todos los agentes que cambian la composición primitiva de los minerales. Son ellos los que se encuentran en las quebradas como ya se dijo, y vuelvo a repetir: cuarzo, Au, Pt, casiterita, rutilo, zirconio, monazita, etc. y algunas piedras comerciales.

Los minerales secundarios, que son los más comunes, son los que han sufrido cambios por virtud de esos agentes (oxidación, hidratación, etc.), y son los óxidos, sulfatos, carbonatos, silicatos, fosfatos, cloruros, etc.

Esta parte quedará más ampliada con el estudio de las zonas:

**d) Zonas.**—El estudio de las zonas tiene especial importancia porque su extensión es factor que hace cambiar detalles importantes en la prospección, avalúo y explotación de una mina.

Idealmente se supone en un yacimiento las siguientes zonas: la superficial, formada por minerales resistentes, que han dejado sus metales por la acción del agua; inmediatamente después una zona poco oxidada, y sucesivamente, a mayores profundidades, una zona rica en carbonatos y óxidos y otra de enriquecimiento secundario de sulfuros, la cual descansa sobre los minerales primarios.

Las profundidades de éstas zonas no se pueden determinar con exactitud porque dependen de la estructura de las rocas, de



la inclinación del terreno, cantidad de agua, etc. La serie completa de zonas sólo se forma muy rara vez, por esas mismas irregularidades que se presentan (relativa rapidez de la erosión con respecto a la oxidación y concentración, diferente solubilidad de los minerales presentes, etc.) En regiones planas la zona de enriquecimiento es bastante profunda y la formación de estas zonas es muy lenta o donde el terreno es muy inclinado se forma rápidamente la zona de oxidación, y también se eroda de manera que es muy delgada, pero la de enriquecimiento secundario puede ser muy rica debido a que la erosión deja libre más cantidad de metales, que se reprecipitan y concentran.

En las zonas de oxidación se encuentran metales nativos y minerales que han sufrido oxidación e hidratación. Son los sulfatos, carbonatos, silicatos, óxidos, etc. Se reconoce esta zona por el color rojizo que le dan los óxidos de Fe (sombrero de Fe, gossan)

Los minerales que se forman en las zonas de enriquecimiento son comúnmente más ricos que los minerales primarios del mismo depósito, se distinguen de los primarios en que contienen abundancia de sulfuro aunque esta no es una regla aplicable a todos los casos.

Los minerales que más comúnmente se presentan en la zona secundaria son: cuarzo, calcedonia, ópalo, caolín, oro, plata, pirita, galena, chalcopirita, bornita, cóvelita, chalcocita, argentita, pirargirita, polibacita, surfoarseniuros y sulfoantimoniuros.

En la zona de los sulfuros primarios, los minerales son estables y pesados y las rocas compactas y pesadas. Los minerales de estas zonas son: arsenopirita, bismutita, cobaltita, estibina, pirrotita, telururos, tetraedrita, y las gangas principales con que se encuentran asociados son: albita, biotita, diópsido, fluorita, granate, grafito, hornblenda, ilmenita, moscovita, ortoclasa, rodonita, rutilo, escapolita, espectralita, espinel, topacio, turmalina.

Hay algunos minerales que se presentan indistintamente en la zona de enriquecimiento y en la zona primaria, son: argentita, enargita, galena, oro, pirargirita, prustita, pirita, polibasita, tetraedrita.

En la investigación de un yacimiento es muy interesante tomar muestras de distintos niveles en la profundidad, porque ellas indicarán el aumento o disminución de riqueza, y entonces se tendrá una base para juzgar cómo se presenta el yacimiento en las zonas más profundas.

e) Edad.—La determinación de la edad de un yacimiento tie-



ne importancia sólo para cada país o región, porque la relación entre la edad y el yacimiento no es general. La edad de un yacimiento puede determinarse claramente dentro de cierto límite, cuando se conoce la edad de la roca encajante, cuando es cortado por otro yacimiento de edad conocida, etc.

Unicamente se conoce la edad relativa, pues por lo común sólo que se puede averiguar cuando un yacimiento es más nuevo o más antiguo que la formación geológica de encima.

La discrepancia de edades que tiene la formación de yacimientos se explica porque cada uno necesita condiciones especiales para su formación, condiciones que se presentaron en distintas épocas y en puntos diferentes de la tierra.

El período de formación de yacimientos ha sido muy activo pero indudablemente desigual en los períodos geológicos así como en los distintos países. A veces en una misma región se encuentran yacimientos del mismo metal que se han formado en épocas diversas. La falta de mapas y estudios geológicos entre nosotros, hacen que la determinación de la edad de un yacimiento sea de poca importancia, sin embargo trataré aquí de indicar lo poco que sobre el particular se sabe (Tulio Ospina):

**Arcaico.**—En este período se conocen dos clases de formaciones auríferas, la primera tiene cuarcita por ganga y la segunda cuarzo lechoso. Son de poca importancia.

También hay depósitos túficos de mineral de hierro de mala calidad.

**Paleozóico.**—Es importante por las formaciones auríferas. Tienen de ganga cuarzo traslúcido dividido en bandas paralelas a los respaldos por otras bandas oscuras que contienen Fe, mispíquel, galena y estibina. Estos son los que se presentan en rocas estratificadas. También hay oro en rocas graníticas que tienen de ganga cuarzo acompañado con minerales de cobre y plomo.

**Cretáceo.**—Este es el más rico en Colombia. En el piso de Villeta se encuentran las formaciones de esmeraldas, cobre, sal, hierro y cal (estos dos últimos se encuentran entre el piso de Villeta y el de Guadalupe).

**Creta terciario.**—En el piso de Guaduas de este período se encuentra casi todo el carbón colombiano.

**Terciario.**—La formación de nuestro petróleo ocurrió en esta época. (Terciario marino).

**Cuaternario.**—Formación de los aluviones de oro y platino.



f) **Dislocaciones**—Las dislocaciones tienen relación con los filones porque hacen más fácil la circulación de las soluciones mineralizantes. Además contienen roca quebrada de los muros, lo que constituye un medio propicio para el depósito de minerales. Su observación es necesaria porque ayuda a la búsqueda de los filones perdidos. Entre los signos exteriores que denuncian la presencia de dislocaciones pueden citarse: un cambio repentino en la línea de la cresta de una montaña, una serie de fuentes líquidas colocadas en línea recta, presencia de rocas que siguen una capa más alta o más baja, etc.

#### **Relaciones entre la estructura de los filones y su riqueza.**

Las fisuras porosas y con respaldos compactos, son ideales para que en ellas se efectúe enriquecimiento de los yacimientos, porque siendo porosas no impedirán totalmente el paso de la solución pero sí ayudarán a que deposite los minerales que lleva y los respaldos impermeables impedirán que dichas soluciones se extiendan en un espacio muy amplio. Algunos de los caracteres en la estructura de las hendeduras, que hacen suponer un enriquecimiento son:

1) Estructura brechosa con indicaciones de una buena mineralización primaria o la presencia de dislocaciones después de formado el filón.

2) La caolinización de los respaldos.

3) Erosión rápida, no mucho, cuando los minerales son solubles.

Los caracteres desfavorables son:

1) La presencia en la superficie de pirita o de cualquier sulfuro, excepto galena, porque ello indica que no ha habido descomposición por las aguas y por tanto ausencia de enriquecimiento.

2) Clima frío.

3) Evidencia de que los depósitos son superficiales, lo que se comprueba por la presencia de residuos orgánicos.

4) Hendeduras con rocas muy compactas, porque la solución mineralizante no puede circular.

Ahora vamos a tratar algo sobre el origen de los yacimientos, porque él nos dará indicios sobre el tamaño, riqueza, etc., de éste, factores que entran en el cálculo de la explotabilidad del yacimiento, que es el fin que se propone el prospector. Trataré muy de paso el asunto, atendiendo principalmente a su lado práctico, o sea la diferenciación de sus yacimientos por su origen. Por eso sólo me re-



fiero a los modos de formación más importantes:

**Segregación magmática.**— Los yacimientos de esta clase se presentan generalmente en las rocas eruptivas o excepcionalmente en hendeduras que ha llenado el magma (inyecciones). Cuando se encuentra un yacimiento generalmente hay otros varios en las cercanías, porque las segregaciones se efectúan por grupos.

Los minerales característicos de estos yacimientos son la magnetita, la pirrotita, la cromita, el platino, la casiterita, los diamantes.

En la mayoría de los casos estos yacimientos son pequeños y tienen escasa concentración de mineral, lo que los hace inexplotables. Hay excepciones muy notables sin embargo (diamantes de África, magnetita de Suecia, pirrotita del Canadá, etc.). Ocurre con frecuencia que un yacimiento aparentemente extenso, es sólo una cáscara delgada. Ha de procederse, pues, con mucho cuidado al determinar la potencia de estos yacimientos haciendo repetidos sondeos y ensayos.

**Formaciones de contacto.**— Los minerales que caracterizan esta formación en los terrenos calcáreos son el granate, la epidota, la augita, el anfíbol, etc. El hecho más característico de estos yacimientos es que contienen sulfuros primarios. En estos yacimientos se encuentra la specularita, chalcopirita, bornita, pirita, blenda, galena y algo el oro y la plata. Las gangas predominantes son silicatos aluminocalcáreos, piroxenos, cuarzo y calcita, y también algunas veces fluorita, apatita, barita y turmalina.

Estos yacimientos son lentiformes. Como por lo regular la caliza ha sido desigualmente atacada, el yacimiento es muy irregular y entonces es necesario advertir lo mismo que en el caso anterior (muchos sondeos) para calcular la cantidad de mena metalífera.

Los metales libres rara vez se presentan en estos yacimientos.

**Yacimientos metasomáticos.** (A estos pertenecen los filones).

Se conocen por los fenómenos de silificación, ceritización, caolinización, etc., de los respaldos. Son de forma bastante irregular. Se caracterizan por la falta de límites bien definidos, es decir, líneas o bandas y por la mineralización de las rocas encajantes, lo que hace que no se pueda apreciar con claridad la separación entre el mineral y el respaldo.

Los yacimientos principales de esta clase son los de Fe, Mn, Pb y Zn.

**Aluviones.**— Diré solamente que la investigación de estos yacimientos debe dirigirse a aquellos lugares que por sus condiciones to-



pográficas hagan presumir la acumulación de detritus productivos. Entre estos sitios deben considerarse:

1) Los lugares donde acabe una pendiente fuerte y súbitamente empieza una menos inclinada.

2) En la confluencia de varios valles, por supuesto, partiendo de la base de que los yacimientos primarios de que proceden los aluviones estén en las zonas de recolección que abarcan los valles.

3) En los sitios en los que la corriente atraviesa un yacimiento.

Los aluviones de importancia comercial son los de oro, platino, wolframita, monazita, magnetita, casiterita y cromita.

“Los educadores están en general de acuerdo en la importancia de los fundamentos porque están convencidos que la función de la educación de la ingeniería está en desarrollar las potencias innatas de los estudiantes”. (Dean C. C. Williams).

“La única especie de educación teórica que la nación necesita es la que consiste en enseñar a la gente a ver y pensar. Lo que necesitamos son cerebros entrenados, exploradores en todos los campos, y no un mero conocimiento de hechos y procesos embutidos en intenciones inertes”. (Karl Pearson).

“Considerando que la ingeniería es esencialmente un modo de pensar basado sobre el dominio de las leyes de la Naturaleza, los exámenes deben ser básicos y fundamentales, más bien que especializados”. (National Council's Committee).



Varios

**Boletín de la Sociedad Geográfica de Colombia.** Bajo el cuidado del doctor Jorge Alvarez Lleras y merced a su actividad aparece esta publicación científica, con un selecto contenido: un artículo de don José Miguel Rosales sobre Geografía económica, el informe anual del Director del Observatorio, "La Oceanografía" por Alberto Borda Tanco y "Los páramos de Sumapaz" por Tomás Aparicio V. y Francisco Wiesner R., además de algunas monografías y un estudio de don Santiago Cortés sobre la Paleontología colombiana.

Del informe del doctor Alvarez Lleras se desprende la importancia que nuestro Observatorio puede tener en las investigaciones que actualmente se hacen para determinar los desplazamientos continentales; fundamento de la teoría de Wegener, y las variaciones del eje de rotación terrestre que hacen mover lentamente el polo. Para ello es indispensable fijar las coordenadas geográficas con mucha precisión, durante varios años consecutivos, y así medir los posibles cambios. Pero aunque don Julio Garavito, la Oficina de Longitudes y el doctor Alvarez Lleras han superado las capacidades del instrumental, hace falta todavía más exactitud, y ésta sólo sólo puede alcanzarse mediante algunos instrumentos de registro automático y otros auxiliares que con erogaciones relativamente módicas, "colocarán al Observatorio de Colombia entre las estaciones principales en las operaciones internacionales del futuro", como informa el doctor Alvarez Lleras.

**Apx.** Nos congratulamos con los estudiantes de la Facultad de Matemática e Ingeniería de Bogotá por la aparición de esta interesante revista que exhibe como programa principal la lucha por los intereses de la profesión y del gremio estudiantil. Bien saben los amigos de Bogotá que en DYNA encontrarán siempre aliados para estas campañas, porque ha sido motivo de nuestras mayores preocupaciones el mejoramiento de la Universidad y la elevación del nivel en que está la ingeniería nacional, y a este respecto proponemos a APEX aunarnos en activa labor para fomentar entre los ingenieros un mayor espíritu de asociación y de sometimiento a las normas de la ética profesional.

La entrega que tenemos a la vista trae además selecta información técnica y una sección de crónicas estudiantiles.



Sección de consultas

Mediante la ayuda de los profesores y de la biblioteca de la Escuela, esperamos poder contestar las consultas que a esta revista dirigen nuestros lectores, para lo cual les anticipamos toda nuestra buena voluntad.

¿Cómo proveerse de agua potable en los campamentos?

El ingeniero tiene que vivir con una higiene rigurosa en los campamentos para poder resistir los ataques del trópico y debe concentrar su atención, a este respecto, en el agua. La filtración sólo responde a la necesidad de clarificar el agua y de ninguna manera elimina las bacterias sino que, por el contrario, el mismo filtro puede ofrecer condiciones que favorecen la multiplicación de los gérmenes. Preferible es efectuar en pequeño lo que ocurre en los filtros rápidos de los acueductos: por medio de un coagulante, que puede ser sulfato de alúmina con la cal suficiente para suprimir la acidez del agua, se activa la sedimentación en un recipiente de barro, para conservarla fresca, y en algunas horas se obtiene mejor claridad que la que da el filtro. Para la acción bactericida es aconsejable "clorazene" o "cloramida" dosificados convenientemente.

Empleando dos recipientes pueden alternarse cada día y así tener más tiempo para la sedimentación y purificación.

¿Cómo puede evitar el ingeniero de tránsito o nivel, la molestia producida por los mosquitos?

Una mezcla de aceite de oliva y esencia de citronela suministra una untura para las manos y los brazos, que aleja tan molesta plaga.

---

"Representa una intolerable estrechez de miras el suponer que la Ciencia puede ser juzgada solamente por sus frutos prácticos, y no por su virtud de esclarecimiento de la verdad. (J. A. Thomson).