

## SUMARIO

Reconstrucción de obras subterráneas en la Mina Matahambre.

(2)

Papel de la materia orgánica en la formación del yacimiento de Santa Lucía.

(12)

Procedimiento para la obtención de compuestos de magnesio

19

Investigaciones de mercados

33

Sedimentación de la pulpa cruda del mineral laterítico del yacimiento de Moa.

36

Posibilidades de la producción de níquel metálico por la tecnología de la aluminotermia.

51

Absorción atómica. Elaboración de nuevos procedimientos analíticos.

62

Correlación entre el contenido de cobre y los valores del campo eléctrico natural en Mina Grande del Cobre.

(67)

SE DESEA INTERCAMBIO CON LAS  
PUBLICACIONES CONGÉNERES  
EXCHANGE WITH SIMILAR  
PUBLICATIONS IS DESIRED  
ON ACCEPTE DES ECHANGES AVEC LES  
PUBLICATIONS CONGÉNERES  
Редакция заинтересована с обменом  
подобными изданиями

Año 1, No. 2 Octubre-Diciembre 1975  
"AÑO DEL PRIMER CONGRESO".

Editado por la Dirección de Información  
Técnica. Ministerio de Minería y Geología.

DIRECTOR:

Jorge Emilio González Villa

DIRECCION ARTISTICA:

Luis Vega

FOTOS:

Dpto. de Fotografía del Ministerio  
de Minería y Geología

CONSEJO DE REDACCION:

Francisco Daly

Jorge García

Ing. Enrique Saunders

Ing. Ramón Cortés

Ing. Douglas Parra

Dr. Gustavo Furrázola

Ricardo Guerrero Blanco

Ing. Mayda Grave de Peralta

Ing. Santiago E. Duquesne

Arq. Reinaldo Pérez

REDACCION Y ADMINISTRACION:

Calle 44 No. 4402, esq. a 7ma.

Miramar, Marianao, La Habana.

Telf. 29-5790.

Impresa en la Unidad 01 "Osvaldo Sánchez"  
del Instituto Cubano del Libro



PORTADA: Vista de una excavadora en el proceso de extracción del mineral a cielo abierto del yacimiento de Moa.

# PAPEL DE LA MATERIA ORGANICA EN LA FORMACION DEL YACIMIENTO SANTA LUCIA

A. Y. Zhidkov  
V. M. Ovsinnikov  
J. del Pino

---

## RESUMEN

---

En base a los criterios geológicos, texturo-estructurales, litológicos y analíticos, los autores refieren las menas pirito-polimetálicas de Santa Lucía, al tipo diagenético-sedimentario y llegan a la conclusión de que existe una participación directa de la materia orgánica en la formación de las menas sulfurosas.

En el artículo se dan las características bituminológicas de las rocas encajantes y de las menas. Se incluye un esquema probable sobre la formación de las menas en capas rítmico-estratificadas del yacimiento, durante el proceso de sedimentación y diagénesis de las rocas meníferas del Jurásico Superior.

La génesis de las menas pirito-polimetálicas del yacimiento Santa Lucía está en discusión, ya que sus condiciones de formación son interpretadas de diferentes formas por distintos autores.

A. Lisitsin, N. Laverov, M. Dobrovolskaya y otros defensores del origen hidrotermal metasomático de las menas, consideran que las soluciones mineralizadas penetraron por las zonas de fallas y actuaron sobre las rocas sedimentarias sometidas al metamorfismo regional y a la dislocación; de esta forma la génesis de las menas no tiene relación en el tiempo con la formación de las rocas sedimentarias.

Los defensores de la concepción sedimentario-diagenética o de la estratificación primaria (O. Yurpalov, A. Norman, T. Shadlun y otros), llegaron a la conclusión de que la sustancia mineralizada se acumuló conjuntamente con los sedimentos, el sulfuro de hierro y los polimetales, formándose preferentemente en el período de diagénesis y litificación de los sedimentos limosos mineralizados.

Los autores apoyan y desarrollan la idea del origen diagenético sedimentario de la formación de las

menas estratificadas del yacimiento Santa Lucía, basándose en las siguientes investigaciones geológicas:

- 1) Los depósitos metálicos tienen forma de capas y de lentes concordantes con las rocas encajantes, y se encuentran en determinados sectores del corte litólogo-estratigráfico, en asociación con el complejo carbonoso argilito-carbonatado. Los cuerpos minerales, por una parte, participan en plegamientos tectónicos, y por otra, presentan huellas de arrugamiento en forma de un complejo brechamiento y de micropliegues de carácter de deslizamiento y diagenético.
- 2) Las menas tienen una estructura rítmica estratificada con alternaciones de macro y microcapas, preferentemente de composición sulfurosa, carbonatada y arcillosa. Los minerales metálicos y no metálicos están íntimamente relacionados entre sí y no presentan características de sustitución mutua. En los intersticios de las menas se encuentran los mismos minerales no metálicos que en las capas no metálicas, siendo éstos, por lo general, dolomita, minerales arcilloso-micáceos y sustancias orgánicas. Minerales específicos del tipo hidrotermal no se observan asociados a los sulfuros, ni tampoco dentro o cerca del depósito mineral. Las menas estratiformes no presentan las alteraciones que se observan cerca de la mineralización. La parte predominante del bisulfuro de hierro se encuentra en forma de diferenciaciones globulares. La composición del azufre en los sulfuros es isotópicamente ligera, con un gran intervalo de dispersión ( $SS^{34}$ ); varía de -5,9 % hasta -32,8 %, lo que demuestra la naturaleza biogénica del azufre.
- 3) Se observa una relación especial, y puede decirse paragenética, entre los minerales metálicos con altos contenidos de sustancias orgánicas y

de los carbonatos de composición dolomítico-siderítica.

Los datos obtenidos nos indican que las menas se originaron antes del metamorfismo y de los plegamientos, es decir, que el surgimiento de ellas abarca el período comprendido entre la sedimentación y la litificación de los sedimentos; por eso nos explicamos la constante asociación de los sulfuros con las sustancias carbonatadas y con las sustancias arcillosas organógenas, ya que, al mismo tiempo, tuvo lugar la acumulación y la transformación de los sedimentos carbonatados arcillosos mineralizados en las rocas y en las menas.

Los autores trataron de dar respuesta a las cuestiones genéticas de las menas piritopoliméticas del yacimiento Santa Lucía a través de la investigación de las sustancias orgánicas. Se consideró que el estudio de la composición cuantitativa y cualitativa de la sustancia orgánica y la carbonatación de las rocas y las menas, así como el carácter de su distribución en las capas minerales, y entre ellas, en los intervalos suprametálicos, submetálicos y cercanos a la mineralización, permitiría obtener datos que confirmen uno u otro punto de vista sobre el origen de las menas piritopoliméticas.

Con ese objetivo, en el perfil del pozo 111, perforado hasta la profundidad de 240 m y en el que se atraviesa el cuerpo mineral principal (depósito No. 1) del yacimiento Santa Lucía, en el intervalo de 130-210 m fue estudiada la composición de la sustancia orgánica (SO) y la carbonatación de las rocas y de las menas (ver tabla 1).

En el pozo 111 fueron diferenciados los depósitos aranáceo-aleurítico-pirítico y carbonatado de la formación Azúcar (Jurásico Superior), los que han sufrido un metamorfismo regional débil.

Por la composición litológico-facial, este intervalo del corte puede ser dividido en 3 paquetes: suprametálico aranáceo-aleurítico (0-130 m); carbonato-sulfuro-argilítico-metálico (130-210 m); submetálico argilítico-aleurítico (210-240 m). El paquete submetálico está compuesto principalmente por argilitas, dolomitas y aleurolitas. Las partículas aleurolíticas están compuestas por cuarzo y mezcla de feldespatos, el cemento es pobre, preferentemente hidromicáceo arcilloso y, en menor medida, dolomítico.

En las aleurolitas, cerca de la zona metálica, se ven partes de microcapas de dolomitas y de calizas dolomitizadas con estructura característica pseudolítica y derelictos de fauna. La sustancia orgánica está dispersa por la roca, encontrándose algunas veces en forma de acumulaciones de fragmentos que

tienen forma irregular, los que presentan residuos detríticos de fauna.

En el paquete metálico se encuentran menas piritopoliméticas globulares y microgranulares, con una textura de capas rítmicas.

La parte no metálica está compuesta por sustancia carbonatada-carbonosa-arcillosa. En las dolomitas se observan huellas de redeposición, caracterizadas por los distintos grados de recrystalización y alteración y alternación con los materiales metálicos y calcito-arcillosos. En algunos casos se ven microcapas y lentecillos de calcita. Los minerales hidromicáceos-arcillosos rellenan frecuentemente los poros de las dolomitas metálicas.

Entre los sulfuros se diferencian la pirita, marcasita, esfalerita, galenita, que forman menas que presentan zonación lenticular con transiciones lentas de las microcapas y macrocapas, de metálicas a no metálicas. Gran parte de la pirita se encuentra en forma de glóbulos (romboidales) que tienen diferentes estructuras internas. Los demás sulfuros tienen una constitución microgranular y macrogranular.

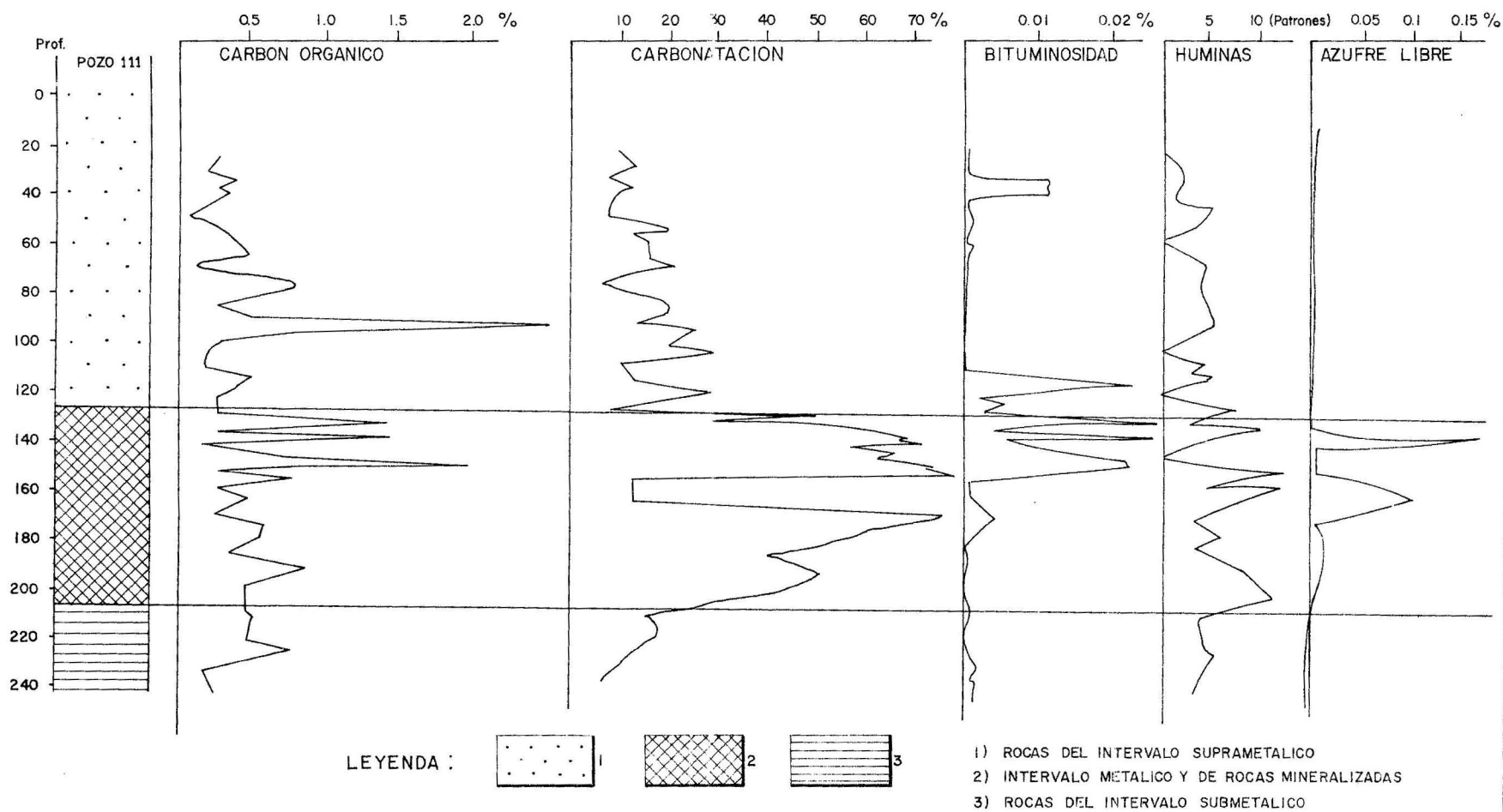
La interrelación de los minerales metálicos y no metálicos es diferente; se observa interestratificación e intercrecimiento de unos minerales sobre otros, pero espacialmente se agrupan en capas rítmicamente estratificadas. El paquete suprametálico de las rocas está compuesto por capas de areniscas y de aleurolitas, con intercalaciones de argilita. La parte inferior está compuesta por un detrito metálico, rico en carbonato de composición dolomito-siderítica, habiendo en esta parte manifestaciones de intercalaciones de argilitas carbonosas y aleurolitas, en las que la sustancia carbonosa forma agrupaciones en forma de microcapas y de nidos. Más arriba, por el perfil, se ven areniscas cuarcíticas de grano medio, las que casi no contienen minerales metálicos. La parte superior del corte (perfil) está compuesta por capas de rocas arenáceas-aleurito-arcillosas, con un contenido grande de minerales de carbonato (siderita y anquerita), que se encuentran en los espacios intergranulares de estas rocas. Prevalecen en la composición del cemento los minerales hidromicáceos arcillosos. Es posible que la manifestación de la dolomita y la siderita en las rocas terrígenas, posiblemente está relacionada con los procesos de diagénesis o metamórficos de dolomitización y sideritización.

En las diferentes capas de los minerales metálicos hay una mezcla insignificante de pirita y algunas veces de esfalerita.

En el intervalo supramineral en las microcapas aleuríticas y argilíticas se observan fragmentos de

TABLA 1

DISTRIBUCION DE LA CARBONATACION, DEL CARBON ORGANICO, BITUMENES, HUMINAS Y AZUFRE LIBRE, EN LAS ROCAS ENCAJANTES Y EN LAS MENAS PIRITO-POLIMETALICAS DEL YACIMIENTO SANTA LUCIA, SEGUN LOS DATOS OBTENIDOS EN EL ESTUDIO DEL POZO III.





detritos. Las investigaciones químico-bituminosas y la determinación de la carbonatación fueron realizadas en 60 muestras seleccionadas de las distintas variedades de rocas. En todas las muestras fue determinado el contenido de carbón orgánico  $C_{org.}$ , la concentración de los bitúmenes móviles (BM) y las sustancias húmicas (SH), por los métodos aprobados en bituminología para la solución de las tareas de la búsqueda geoquímica de petróleo y gas. Relacionada con la presencia de las muestras de hierro soluble en ácidos, la exactitud de la determinación de los carbonatos es igual a un 3-5 % de todo valor absoluto. La determinación semicuantitativa de los bitúmenes móviles se realizó, comparando los resultados que se obtuvieron de extractos de cloroformos, de alcohol-benzílico y de extracciones capilares con los que se tienen en los patrones de las colecciones. La sensibilidad del método es de 0,0001 %. El análisis del ( $C_{org.}$ ) fue realizado por el método pirolítico con los resultados finales pesados.

De los tres paquetes fundamentales del perfil, se tomaron 3 muestras, que fueron sometidas a las extracciones calientes de cloroformo y alcohol-benzol, con el objetivo de hacer la determinación cuantitativa relacionada con el bitumen relacionado (BR) y el bitumen móvil (BM). En el extracto de cloroformo fueron también determinados el contenido de C, H, S, N + O y el contenido por grupos. Al comparar las distintas partes del corte estudiado, se revela una regularidad en la distribución cualitativa y cuantitativa de los carbonatos, del  $C_{org.}$ , del BA y del SH (tabla 1).

*Paquete Metálico.* En el paquete metálico se destaca un contenido alto de carbonato de composición dolomítica. La parte que se disuelve en HCL de la capa metálica ocupa del 15 al 40 %, y en la no metálica, se eleva hasta un 40-80 %. El contenido medio de la sustancia orgánica (SO) en estas formaciones es de un 0,43 % a 0,44 %. La ausencia de grandes diferencias en las capas heterogéneas por su composición mineral está relacionada, seguramente, con la redistribución y el promedio de las concentraciones de las sustancias orgánicas (SO) en la etapa diagenética del desarrollo de los sedimentos.

En las menas, la parte fundamental de la SO está representada por formas de absorción. La cantidad de  $C_{org.}$  en el intervalo metálico y en las rocas contiguas va de 0,25-1,50 hasta 2,40 %, es mayor que en los paquetes suprametálicos (contenido de 0,6-0,66 %) y en los submetálicos de (0,23-0,76 %). En los paquetes metálicos las extracciones capilares tienen un aspecto más complicado que en la subzona metálica.

Por los datos de luminiscencia ha sido descubierta gran cantidad de componentes resinosos, en la com-

posición de los bituminoides. Los resultados del análisis de luminiscencia señalan un aumento en la cantidad (0,02 %) de componente bituminosos en la parte superior de la zona mineral. En la composición del grupo del bitumen clorofórmico, mediante extracciones calientes fue determinado: 22,75 % de hidrocarburos; 20,17 % de alquitran de benzol; 28,33 % de alquitran ácido y 48,75 % de asfaltenos. El contenido del bitumen clorofórmico alcanza hasta 0,024 %.

Para las extracciones capilares de todo el intervalo metálico es característica la presencia de cristales de azufre libre, de color rojo brillante y amarillo verdoso. Su cantidad aumenta en el perfil del depósito mineral de abajo hacia arriba y desaparece en la transición a las rocas encajantes de los paquetes suprametálicos y submetálicos. El azufre libre se encuentra en las muestras que tienen la más pequeña cantidad de bitúmenes (en los niveles de fono).

*Paquetes suprametálicos y submetálicos.* En estos paquetes, a diferencia del paquete de las menas, el papel del carbonato varía de 5 a 30 %. Su composición es polimineral; calcita, dolomita, siderita y raramente anquerita. En contenido del  $C_{org.}$  varía en grandes límites desde 0,6 hasta 0,7 % y el máximo pertenece a la argilita. El  $C_{org.}$  está distribuido irregularmente en las diferentes variedades de rocas. Se observa una correlación que depende de la composición mineral de la roca y la cantidad de carbono que hay en ella. La argilita tiene un contenido medio de 0,40 %  $C_{org.}$ , la aleurolita 0,27 %, la arenisca 0,12 %, la siderita 0,43 % y la dolomita 0,19 %.

La distribución de los BM y de la SH también varía significativamente.

El valor del BM fuera del depósito menífero es preferentemente el del fono\* (0,0004-0,0006 %), aunque en el intervalo a la profundidad de 32,5 a 37,5 m se advierte un valor anómalo (0,01 %) del BM, en las aleurolitas carbonosas, con contenido de piritas globulares. En todas las muestras descarboxatizadas hay sustancias húmicas; en el intervalo metálico la concentración de ella es 1,5 veces mayor que en las otras partes del perfil (corte).

Por los datos del análisis químico-bituminológico se deduce, que la sedimentación y la génesis de las menas ocurrieron conjuntamente en un medio sulfuroso hidrogenado y con una activa penetración en la cuenca de sedimentación de los elementos minerales hierro, cinc, plomo y, en parte, cobre.

Ya en el caso de la penetración hidrotermal de la sustancia metálica, como consecuencia de la interacción metasomática hidrotermal de las soluciones sobre SO, podía esperarse una gran grafitización de ellas y la pérdida de algunos componentes, espe-

cialmente los móviles. Sin embargo, en los intervalos metálicos y mineralizados del pozo 111 se encuentra el contenido máximo de la SO de los componentes móviles (bitúmenes A y C húmicos). Por la interrelación del carbono con el hidrógeno, el grado de la transformación catagenética de la SO corresponde a la última fase carbonífera del metamorfismo. Con esto, la SO se altera igual en las partes del corte menífero, tanto de la mena como en las partes supra-metálica y submetálica.

Estos hechos están más de acuerdo con la idea de que ocurrieron conjuntamente la formación de las SO y de los sulfuros y que ambos sufrieron un metamorfismo más tardío. Esto también confirma la transformación de una parte de la SO en un complejo de minerales en el proceso de su diagénesis. Tiene lugar una interrelación entre los tipos de sedimentación, carbonatación y cantidad de SO.

\* Fono: composición media regional del BM.

Las rocas arcillosas contienen 1,66 % de  $C_{org.}$ , las argilitas 0,40 %, las dolomitas mineralizadas 0,44 % y los carbonatos 0,53 %. Esto comprueba la transformación en parte de la SO en carbonatos del complejo de sedimentos metálico-mineralizados durante el proceso de diagénesis.

La presencia de azufre libre en el intervalo mineralizado está condicionado, probablemente, con el sobrante de azufre biogénico no relacionado con los metales, y no al que se encuentra en las soluciones hidrotermales. Por analogía con los depósitos actuales, el azufre nativo es uno de los productos de la actividad de las bacterias. Por eso, la presencia del azufre libre en el intervalo mineralizado refleja la interrelación de los procesos de reducción biogeoquímica del azufre, con la sedimentación de los componentes metálicos. El descubrimiento de la relación de la SO y sus componentes con los sulfuros y los carbonatos, nos llevan a la conclusión de que las SO fueron reguladoras de la situación geoquímica y de la distribución de los minerales metálicos y no metálicos; y de que la evolución de ellos ocurrió paralelamente y en interrelación. En relación con esto, la SO juega un papel diferente en la litología y génesis de la mineralización, es decir, que la SO creó un medio de reducción en los sedimentos limosos mineralizados. Fue el medio de alimentación de las bacterias sulfato-reductoras; participó en la acumulación y, posiblemente, en la transformación de los elementos metálicos en forma de combinaciones metalo-orgánicas.

Los autores consideran que la formación de los sedimentos carbonatado-arcilloso-carbonoso-mineralizados y su transformación en rocas piritó-polimetálicas, ocurrió según el esquema más abajo descrito, en el que se diferencian tres etapas funda-

mentales: sedimentación, diagénesis y metamorfismo.

**ETAPA DE SEDIMENTACION.** En este período ocurrió la acumulación de los limos carbonatados-carbonosos que contienen restos de organismos vegetales y animales de tipo alóctono y autóctono, así como también la gelificación temprana de la sustancia orgánica.

En el momento en que tuvo lugar la sedimentación en la cuenca, los componentes minerales se encontraban en el grado máximo de oxidación en forma de hidróxidos, óxidos y sales de metales, además, en combinaciones complejas y de cloro. En dependencia del valor del potencial de oxidación y reducción en las aguas y en los sedimentos, se formó una relación determinada de formas oxidadas y reducidas de la materia. El medio reductor y la actividad de los componentes biogeoquímicos ayudaron, no solamente a la transición de las combinaciones ferrosas a férricas, sino también a una intensa descomposición química de la parte de los sedimentos arcilloso-silíceos con diferenciaciones de magnesio, hierro y calcio.

Por lo observado en los sedimentos actuales, las reacciones bioquímicas más activas se producen en la parte inferior, a algunos centímetros de la superficie de los depósitos, en medio de un desarrollo intenso de las bacterias sulfurosas. Según se observa en los sedimentos actuales, las reacciones bioquímicas más activas ocurren en el fondo, a unas cuantas decenas de centímetros debajo de la superficie superior de sedimentación. En una situación de abundante desarrollo de bacterias sulforreductoras y después que la acción de ellas ha extraído del sistema los componentes metálicos que tienen capacidad de reacción (iones), se forman hidrosulfuros. Como resultado de esta reacción, la relación de los componentes en la solución limosa cambia, ocurre la sedimentación del material no metálico, originándose así un ritmo primario de materiales metálicos y no metálicos.

Posteriormente comienza una nueva etapa de acumulación de los componentes metálicos en la solución limosa, hasta un nivel determinado de concentración y el ciclo se repite nuevamente. Tal es el mecanismo principal de la formación elemental de los componentes metálicos y no metálicos de tipo estratificado durante la etapa de sedimentación, que es característico para las menas del yacimiento Santa Lucía.

En la gelificación de la SO en la solución se separó gran cantidad de componentes orgánicos activos, que jugaron el papel de reductores y, por otra parte, la descomposición de los sedimentos de la parte terrígena y la penetración de elementos minerales

de la fuente endógena, dieron lugar a la formación de componentes minerales inestables.

Gran importancia en la distribución de los elementos metálicos tuvieron seguramente los procesos electroquímicos. Como resultado de la adsorción-absorción química de las partículas arcillosas de combinaciones orgánicas se originaron cargas negativas en las partículas. Cargas análogas poseyeron los iones disociados HS<sup>-</sup> y S<sup>-</sup> y, por lo general, la capa de sedimentos en donde intensamente se desarrollaron los procesos bioquímicos tenía carga negativa, bastante estable, debido a la concentración de dichos iones. La parte metálica de los cationes tenía carga positiva. Entre los dos componentes de distintas cargas se crearon diferentes potenciales. La solución limosa jugó en esto el papel de electrólito. Bajo la acción del campo eléctrico tuvo lugar el desplazamiento de difusión de los iones de hierro, cinc, plomo, cobre, calcio y magnesio. La corriente de difusión creó, cerca de la zona de actividad bioquímica, una región de elevada concentración de iones metálicos, los que sedimentaron agentes biogeoquímicos en forma de combinaciones de sulfuros hidrogenados, con sus correspondientes potenciales electroquímicos y las concentraciones de cada componente. Como resultado, constantemente se diferenciaban 2 componentes del sistema: ácido sulfúrico y exceso de iones de metálicos, lo que creó las condiciones ventajosas para el futuro desarrollo del proceso. La extracción del H<sub>2</sub>S ayudó a la continuación del proceso de reducción del sulfato y a la extracción de los iones metálicos de la solución, lo que produjo una nueva afluencia de los iones metálicos.

En este proceso el componente más importante, el agente inicial, lo era la SO, fundamental para la producción de H<sub>2</sub>S y CO<sub>2</sub>, y fue la que sirvió como reductor de los componentes minerales y como medio de alimentación de las microfloras sulfato-reductoras.

Los cálculos estequiométricos simples permitieron establecer la relación entre las formas reductoras del hierro y las cantidades primarias de SO en los sedimentos. Por la suma de las combinaciones reducidas del hierro y del azufre puede ser determinada la cantidad de sustancia orgánica perdida durante la reducción. Según V. A. Uspiensky (1970), para la reducción del Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en la *siderita*, es necesario - para el primer gramo de hierro - 0,022 g de carbono; y para la reducción del Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en la *pirita* (FeS<sub>2</sub>) - para 1 g de hierro - se exige 0,801 g de carbono.

Basados en dicho equivalente, podemos decir que en la formación del yacimiento pirítico-polimetálico Santa Lucía, según los cálculos hechos, en los sedimentos iniciales o primarios debió encontrarse más de 10 % de sustancia orgánica (SO). Para poder convertir tal cantidad de SO en medio activo, fue-

ron necesarias condiciones de su completa gelificación. La situación de agente reductor de la cuenca, con una carga intensa de H<sub>2</sub>S y la actividad de los organismos sulfato-reductores, garantizaron estas condiciones.

En los paquetes suprametálicos y submetálicos, la escala de estos procesos fue insignificante, por las bajas concentraciones y poca actividad de la SO y por los pocos contenidos de los elementos metálicos en la parte mineralizada de la sedimentación.

En las rocas terrígenas (areniscas, aleurolitas), la baja concentración de SO no pudo ayudar al desarrollo de los modelos descritos de la formación de menas y minerales. Aquí ocurrieron, fundamentalmente, procesos de dolomitización y sideritización superpuestos.

La formación diagenética y de sedimentación de las menas tuvo lugar con la presencia de grandes cantidades de elementos metálicos y de formas activas de SO. La transformación de la SO ocurrió conjuntamente con la multiplicación de las microfloras anaerobias, creando la zona cargada de H<sub>2</sub>S como resultado de la reducción del sulfato de las aguas marinas. Durante la gelificación la SO del tipo húmico, los ácidos húmicos y sus sales pasaron al estado molecular disperso. La presencia de ellos en la parte absorbida fue confirmada por los resultados de los extractos de las sustancias húmicas en los restos decarbonatados de las menas del yacimiento Santa Lucía. En la zona metalífera el contenido de la sustancia húmica en una solución al 0,5 % de KOH es 2 ó 3 veces mayor que en las zonas contiguas. Solamente en las menas fue descubierto azufre libre.

Es necesario decir, que en los depósitos actuales en las zonas de mayor carga de H<sub>2</sub>S, el azufre libre se manifiesta en los sedimentos como producto de la actividad de las microfloras anaerobias o como producto de la descomposición de las biomásas.

**II ETAPA DE DIAGÉNESIS.** En este período es característica la continuación de las reacciones electroquímicas, oxidaciones biogeoquímicas de las SO, la sulfatorreducción, deshidratación de los sedimentos y un intenso intercambio entre las microcapas de diferente composición.

En la masa de materia orgánica se produce una completa gelificación (descomposición) con desprendimiento de CO<sub>2</sub>, formación de S<sup>=</sup> así como iones libres de Ca<sup>++</sup>, Fe<sup>++</sup> y Mg<sup>++</sup>; ocurre también la liberación de los metales hierro, cinc, plomo y cobre, que se acumularon en la etapa de sedimentación y diagénesis, en forma de compuestos de cloruros y organometálicos. En esta etapa, tiene lugar la mayor actividad en la interrelación de los iones



de azufre con los metales y la formación de sulfuros de hierro, cinc, plomo, cobre y también de magnesio y calcio con  $\text{CO}_2$ , se obtiene dolomita, dando lugar a la deshidratación de los sulfuros hidrogenados anteriormente diferenciados y de los coloides. Como resultado de estos procesos se formaron las capas de menas estratificadas, en las que se conservan 0,2-1 % y raramente hasta 3 % de  $\text{SO}$  no utilizada, así como sobrante de azufre libre inactivo.

**III ETAPA DE CATAGÉNESIS Y METAMORFISMO.** Para las menas del tipo de Santa Lucía, esta etapa consiste en la recristalización de los minerales metálicos y no metálicos, así como en la reubicación parcial de la materia mineral mediante las soluciones hidrotermales.

U.D.C. 553.1

## ABSTRACT

According with geological, texture-structural, lithological and analytical criteria, the authors relate the Santa Lucia polymetallic-pyrite ore body to the diagenetic-sedimentary type, and conclude that there is a direct participation of the organic matter in the formation of the sulfide ore.

In this paper, the bituminological characteristics of the enclosing rocks and ores are given. The authors includes a probable scheme of the formation of ores in a rhythmic-stratified layers in the Santa Lucia ore body, during sedimentation processes and diagenesis of the ore-clay sediments of Upper Jurassic age.

УДК 553.1

## Резюме

На основании геологических, структурно-текстурных, литологических и аналитических критериев авторы относят колчеданно-полиметаллические руды месторождения Санта-Лусия к осадочно-диагенетическому типу и приходят к выводу о непосредственном участии органического вещества в образовании сульфидных руд. В статье приводится битуминологическая характеристика вмещающих пород и руд и описывается возможная модель образования ритмично-слоистых стратиформных руд месторождения Санта Лусия при седиментации и диагенезе рудно-илистых осадков верхнеюрского возраста.



A. Y. ZHIDKOV

Es geólogo-petrógrafo, candidato a Doctor en Ciencias, colaborador científico del Instituto Geológico Nacional de la URSS (Leningrado)

En 1955 terminó sus estudios en la cátedra de Petrografía de la Universidad estatal de Leningrado y en 1965 el postgrado, defendiendo su disertación. Zhidkov, A. Y. se ocupó de la petrología y la metalogénia de la región geosinclinal de Baikal. A él pertenece el descubrimiento de la provincia alcalina y de metales raros al norte del Baikal y de las siemitas calsilito-feldespáticas únicas, conocidas en la literatura bajo el nombre de "sineritas". El es autor y coautor de veinticinco artículos de geología y de minerales útiles de la Unión Soviética y Cuba.



V. M. OVSIANNIKOV

Geoquímico, terminó la Universidad Estatal Moscú "Lomonosov" en 1963.

Trabaja en la rama de geoquímica de las sustancias orgánicas y métodos geoquímicos de búsqueda de yacimientos de hidrocarburos.

En 1970 defendió la candidatura a Doctor en Ciencias. Tiene alrededor de 30 trabajos científicos.

En la República de Cuba dirige la investigación geoquímica de bitúmenes en los laboratorios de la DGGG.