

Una publicación bimestral del
Ministerio de la Industria Básica
de la República de Cuba

Vol. V. Septiembre - Octubre 1967 No. 5

Sumario

ORGANISMOS REPRESENTADOS EN EL CONSEJO DE DIRECCION

Centro de Documentación
e Información Técnico-Eco-
nómica del Ministerio de
la Industria Básica.

Ministerio de Minería y
Metalurgia.

Dirección de Automatiza-
ción Industrial del Minis-
terio de la Industria Básica.

Dirección de Normas y
Metrología del Ministerio
de la Industria Básica.

Centro de Desarrollo de
Maquinaria.

Empresa Consolidada del
Petróleo.

Empresa Consolidada de
la Química.

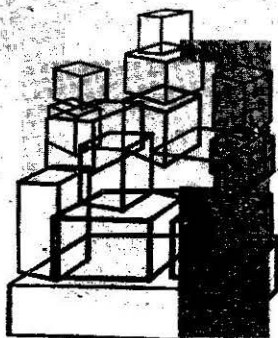
Empresa Consolidada de
la Electricidad.

Empresa Consolidada de
Conformación de Metales.

Empresa Consolidada de
la Minería.

Facultad de Tecnología de
la Universidad de La
Habana.

	Pág.
Importancia de la normalización y su incidencia económica. Por Ing. Guillermo González	3
Papel de los factores tectónicos en la distribución de la mineralización cuprífera en la parte sur de la provin- cia de Oriente. Por Ing. I. Tijomirov	7
Kainoconus ovalis, nuevo microfósil insertae sedis del eoceno y paleoceno cubano. Por Manuel A. Iturralde Vincent	
Sulfuración del cobalto y de las aleaciones Co-Cr, Ni-Cr, Fe-Cr en ácido sulfhídrico y los vapores de azufre. Por A. David, D. Coutsouradis, M. Urbain, L. Habraken	17
Distribución de productos de separación del aire. Por P. M. Schuftan	31
¿Cuál es el futuro de la industria de fundición? Por A. Veinik	39
Pesticidas de tercera generación. Por Carroll M. Williams	42
Avances de la ciencia y la técnica	50



Diseñador: Gerardo de la Torre

Tema de la PORTADA:

La normalización se estructura con
un conjunto heterogéneo de activi-
dades encaminadas a establecer un
ordenamiento de la técnica y la eco-
nomía.

REVISTA

Editada por el Centro de Documentación e Información Técnico-Económica. Ministerio de la Industria Básica. La Habana, Cuba. REDACCION: Carlos III 666. La Habana. Precio del ejemplar: \$0.50. Suscripción anual: \$2.50 Territorio Nacional. Se desea el cambio con las publicaciones congéneres—On accepte des échanges avec les publi-
cations congeneres—. Exchange with similar publication is desired—Si desidera il cambio colle pubblicazioni congene-
ri—Aceitam se permutas con publicacoões congenes—Wir bitten um Austausch hlichen Fachzeitschriften.

PAPEL DE LOS FACTORES TECTONICOS EN LA DISTRIBUCION DE LA MINERALIZACION CUPRIFERA EN LA PARTE SUR DE LA PROVINCIA DE ORIENTE

Ing. I. Tijomirov

RESUMEN

En este artículo se hacen algunos comentarios sobre los problemas geológicos relacionados con la mineralización cuprífera en la parte sur de la provincia de Oriente. Se hace un breve análisis de la geología estructural de dicha región y finalmente se establecen algunos criterios sobre la búsqueda de minerales de cobre en esa provincia.

Al examinar el mapa de yacimientos de Cuba en escala 1:500 000 es fácil notar, que una parte predominante de los yacimientos y manifestaciones de cobre de la provincia de Oriente está ubicada en la parte sur de ésta (4). Estos yacimientos se localizan a lo largo de una banda de dirección sublatitudinal incluyendo la Sierra Maestra, y que se extiende hasta el extremo este de la Isla.

La banda de mineralización cuprífera es de alrededor de 300 km de largo por 20 km de ancho.

En la parte oriental, en la depresión de Guantánamo, las formaciones vulcanógenas en las que encaja el mineral, están cubiertas por rocas sedimentarias del Eoceno Superior y del Oligoceno, en cuyos límites no se conocen las manifestaciones de cobre. Ha-

cía el este, el yacimiento Elección y una serie de manifestaciones se distribuyen aún en las formaciones metamórficas. Las últimas, así como los complejos metamórficos análogos del Escambray y de la Isla de Pinos son probablemente escalones del basamento antiguo (del Paleozoico Inferior y Precámbrico). Hallándose entre los límites del geosinclinal Mesocenoico se notan dos tipos de mineralización hidrotermal: de pirita cuprífera y de cobre y molibdeno, según ha sido señalado en los últimos tiempos. Estos yacimientos están relacionados, al parecer, con las manifestaciones magmáticas y se aíslan notablemente en el espacio. Los yacimientos de pirita cuprífera tienen el mayor desarrollo, localizándose en los sedimentos vulcanógenos de la Formación El Cobre, generalmente en la pendiente sep-

tentrional de la Sierra Maestra, en una zona de unos 7-10 km de ancho.

Solamente algunos de éstos se hallan fuera de los límites de esta zona. Los yacimientos de este tipo en general, se relacionan genéticamente con fuentes magmáticas, con las cuales están relacionadas también las rocas vulcanógenas que los encajan.

La mineralización de molibdeno - cobre se conoce solamente en la pendiente meridional de la Sierra Maestra, desarrollándose en el exo - o endocontacto de las granodioritas. Posiblemente, con ellas están relacionados genéticamente también los yacimientos ferrosos metasomáticos de contacto.

¿Con qué fenómenos está condicionada la ubicación de la mineralización cuprífera, especialmente en la parte sur de la provincia de Oriente y, predominantemente en las pendientes septentrionales de la Sierra Maestra?

La explicación de esto se debe buscar en las particularidades del desarrollo tectónico - magmático del territorio mencionado.

Precisamente por la relación de la mineralización cuprífera con los procesos magmáticos jóvenes del Terciario, está condicionada la existencia de aquélla en las regiones con manifestaciones más intensas del magmatismo de esa edad, es decir, en la parte sur de la provincia de Oriente.

En la mayor parte de su extensión, la franja cuprífera coincide con el flanco septentrional del anticlinal de la Sierra Maestra. La parte sur, que es la mayor porción del anticlinorio, está cortada por una falla y descendió mucho más abajo del nivel del mar. La edad de los sedimentos vulcanógenos de la Formación El Cobre que la forman, se considera en la actualidad que se extiende desde el Paleoceno hasta el Eoceno Medio; el espesor según unos datos es de 4 a 6 km (3) y según otros datos es de 2.5 a 3.0 km (2). Al norte, el anticlinorio se une con un sinclinorio grande; cuyo flanco sur está formado por sedimentos vulcanógenos análogos y el flanco norte, por rocas sedimentarias que sustituyen facialmente a la formación vulcanógena.

En la parte central del sinclinorio se desarrollan ampliamente los sedimentos del Eoceno Superior, del Oligoceno y del Cua-

ternario. Al parecer, a la parte arqueada del anticlinorio están asociadas intrusiones de composición granodiorítica, que metamorfizan las rocas vulcanógenas de la Formación El Cobre.

El techo de los cuerpos intrusivos tiene una estructura complicada, pero se nota claramente su descenso hacia el norte. La identidad en la composición granodiorítica de toda la costa sur de la Sierra Maestra, así como los datos geofísicos, permiten suponer la existencia de un cuerpo único intrusivo grande, cuyos afloramientos contemporáneos están separados por las depresiones del techo. La charnela del anticlinorio de la Sierra Maestra desciende suavemente hacia el este y oeste, debajo de los sedimentos oligocénicos. En la parte sur de la franja mineralífera los sedimentos vulcanógenos están dislocados más intensamente que en los de la pendiente norte, en la que los ángulos de buzamiento sobrepasan pocas veces 15-35° y más al norte, dentro de los límites del sinclinorio, se hacen más suaves, entre 7 a 10°.

Al estudiar los yacimientos de pirita cuprífera en la pendiente meridional de la Sierra Maestra, se establece siempre la relación de éstos con las dislocaciones de los rumbos tanto sublatitudinal o noreste (El Cobre y otros), como meridional (Elección) y noroeste (La Cristina, La Nicolasa). Si marcamos en el mapa las dislocaciones, en cuyos límites se localiza la mineralización cuprífera, se ve claramente la asociación de los yacimientos de pirita cuprífera con una zona tectónica lineal, complicada por su estructura, de dirección sublatitudinal y que coincide con la orientación de las estructuras plegadas de la Sierra Maestra. En los límites de la zona mencionada se localizan pequeñas intrusiones y diques de composición básica media y con menor frecuencia ácida y posiblemente los aparatos volcánicos de paleovolcanes de tipo central. Lo dicho anteriormente nos permite considerar, que la zona tectónica descrita es una de las formas de manifestación de las fracturas profundas, que se forman en el límite del anticlinorio y el sinclinorio, donde debido a la gran diferencia de los movimientos, surgen tensiones tectónicas máximas y se forman sistemas de fallas. La dirección ge-

neral de esta falla coincide con la de otras fallas, en las cuales se ubica la gran Fosa conocida como Fosa de Bartlet y todas éstas se formaron al parecer, simultáneamente. Precisamente, estas fallas sirvieron como canales para el traslado de material volcánico desde las profundidades de la corteza terrestre y posteriormente, de soluciones hidrotermales.

La actividad tectónica del sistema de fallas profundas continúa en el presente en una forma suave, lo que está señalado por terremotos que a veces tienen lugar en esa región de Cuba.

Teniendo en cuenta las profundidades de la Fosa de Bartlet (5-7 km) y las alturas máximas de la Sierra Maestra (alrededor de 2 km), se puede decir seguramente que la amplitud de las dislocaciones verticales alcanza varios kilómetros en algunas fallas.

De tal modo, la situación estructural de la zona de los yacimientos de piritita cuprífera de la pendiente septentrional de la Sierra Maestra, se determina por la existencia de fallas profundas, ubicadas en el límite de las dos estructuras grandes: el anticlinorio de la Sierra Maestra y el sinclinorio unido a éste.

Esta falla se observa en forma de una zona estrecha (7-10 km), sublatitudinal, con numerosas dislocaciones tectónicas relativamente pequeñas, orientadas en distintas direcciones. Algunas de éstas se extienden a varios centenares de metros y otras a varios kilómetros. Las dislocaciones se observan predominantemente en forma de zonas abruptas de rocas intensamente brechadas o rocas fracturadas, con menos frecuencia en forma de zonas de compresión y de esquistosidad. Las dislocaciones tectónicas de este tipo se desarrollan generalmente cerca de la superficie (en profundidades no mayores de 1 km).

En dicho caso, esto se confirma por el desarrollo real en las pendientes septentrionales de la Sierra Maestra, de la parte superior del corte de la Formación El Cobre.

Según la opinión de J. Bogdanov, las particularidades de la mineralización de piritita cuprífera del yacimiento El Cobre (texturas brechosas, existencia de drusas

formadas por cristales de cuarzo en prismas cortos, calcita y clorita), el carácter de las alteraciones hidrotermales de las rocas encajantes (cuarcificación y cloritización), demuestran también la pequeña profundidad de la formación de los yacimientos.

En la profundidad, las rocas son más plásticas y en éstas las grietas finas se forman con mayor dificultad, lo que influye tanto en la localización de la mineralización, como también en la forma de los cuerpos minerales.

Precisamente, por las particularidades mencionadas de las dislocaciones tectónicas se explica el predominio, entre los cuerpos minerales, de los yacimientos de piritita cuprífera de las zonas mineralizadas de trituración, zonas de mineral de vetas impregnadas y zonas mineralizadas de compresión, acompañadas por un metasomatismo intenso, con la cuarcificación y cloritización de las rocas encajantes.

Los yacimientos de piritita cuprífera de tipo filoniano son escasos, siendo producto de los tipos mencionados anteriormente. Las propiedades litológicas influyen mucho en la localización de la mineralización.

Muchos yacimientos de piritita cuprífera por ejemplo "El Cobre", se localizan en las tobas y aglomerados que se someten con mayor facilidad a los procesos de trituración y brechamiento. En las rocas efusivas, el espesor de las zonas tectónicas muchas veces disminuye bruscamente, y los cuerpos minerales toman carácter filoniano.

La mineralización de piritita cuprífera ubicada en las rocas metamórficas en el extremo este de Cuba oriental (Elección y otros), es análoga a las de la pendiente superior de la Sierra Maestra. En los límites de muchos yacimientos (Elección y otros) también se encuentran pequeñas intrusiones de composición media. Sin embargo, si en la Sierra Maestra tenemos la parte superior de los yacimientos que se localizan en las rocas vulcanógenas de la Formación El Cobre, en el extremo este de Cuba oriental, sur de la región de Baracoa, estas formaciones están erosionadas completamente. Es probable que debido a esto en esa región los geólogos solamente observan las partes inferiores de los yacimientos de piritita cuprífera y la

parte superior, que es más rica, está erosionada. Si esto es así, en esta región es difícil esperar el descubrimiento de yacimientos grandes.

El problema del volumen o grado de acción de la erosión en yacimientos aislados y de zonas mineralíferas enteras, es muy importante. Sin tomar en cuenta lo dicho, no se pueden estimar correctamente las posibilidades de uno u otro territorio.

En la parte sur de la faja de mineral cuprífero, que ocupa la porción litoral de la Sierra Maestra, se conoce una manifestación de la mineralización de cobre y molibdeno en el área de Buey Cabón.

Esta última al parecer, está relacionada genéticamente con las granodioritas. Por eso, es natural localizar los trabajos de prospección dentro de los límites de los afloramientos de granodioritas y de su exocontacto.

Los cuerpos minerales con mineralización de este tipo, tienen generalmente el carácter de vetas entrelazadas o de zonas con una mineralización de vetas impregnadas, que están asociadas a las zonas de dislocaciones tectónicas.

En Buey Cabón la mineralización de cobre y molibdeno, del tipo de vetas impregnadas, está asociada con las zonas de trituración de dirección sublatitudinal. Aunque no se excluye la posibilidad de encontrar yacimientos de este tipo con valor industrial, las posibilidades de este tipo de mineralización no está todavía clara.

Hemos demostrado anteriormente el papel de los factores tectónicos regionales para la localización de la mineralización cuprífera en la parte sur de Oriente, y hemos estudiado las regularidades generales de la distribución de esta mineralización. Estos problemas es difícil resolverlos directamente durante la realización de los trabajos de búsqueda geológica en escala grande. Hemos prestado menos atención al análisis de las estructuras tectónicas concretas, pequeñas según el tamaño, en cuyos límites se localizan cuerpos y yacimientos aislados.

Esta es una tarea de la geología aplicada, que según opinión del académico S. S. Smirnov: "es ante todo geología estructural". Precisamente, los geólogos especialistas de

prospección, deben estudiar estas estructuras concretas y del estudio correcto de la posición geológica - estructural de los yacimientos aislados, depende la eficiencia de los trabajos de búsqueda.

En el plano regional, basándose en todos los materiales geológicos, la parte septentrional de la faja cuprífera, de 7-10 km de ancho, es el territorio de mayores posibilidades para el desarrollo de los trabajos de exploración de cobre en los límites de la pendiente norte de la Sierra Maestra, por eso es razonable concentrar aquí a todos los especialistas geólogos que realizan la búsqueda de cobre.

Se supone, que en esta zona se puede esperar el descubrimiento de yacimientos industriales de mineral de piritita cuprífera, del tipo de El Cobre. Es difícil imaginar, que dentro de una zona de casi 200 km de largo se hallaría solamente un yacimiento grande de piritita cuprífera.

CONCLUSIONES

Los criterios principales de búsqueda de los yacimientos de piritita cuprífera en esta zona son:

- 1.—Existencia de las dislocaciones tectónicas (zonas de trituración, zonas de compresión, zonas muy agrietadas). Las rocas alteradas hidrotermalmente (cuarcificadas, cloritizadas y otras), sirven de indicio seguro de la existencia de estas dislocaciones y de una posible mineralización.
- 2.—Franjas de diques, de intrusiones pequeñas y facies de chimenea, que registran las áreas débiles de la corteza terrestre y señalan la formación de fallas a una profundidad considerable, a las cuales estos yacimientos están asociados.

Es natural que con la aparición de los movimientos tectónicos, las nuevas fallas se forman con mayor facilidad en los lugares de las fallas premine-
rales existentes. Por eso, la mineralización se asocia frecuentemente a estas

mismas estructuras y se ubica cerca de los diques, intrusiones pequeñas, cuellos volcánicos, o directamente en los contactos con éstos, o en estos mismos.

Es muy importante que los cuerpos intrusivos, diques y cuellos volcánicos con propiedades magnéticas elevadas, se distingan bien en los mapas magnetométricos en escala 1:50 000. Estos mapas existen para todo el territorio con perspectivas. En los límites de los yacimientos revisados: El Cobre, La Nicolasa, Antimonio, La Cristina, se encuentran cuerpos pequeños y diques de porfiritas idénticas.

- 3.—Teniendo en cuenta que el yacimiento El Cobre está situado predominantemente en las tobas y aglomerados, que se trituran más fácilmente, no se puede ignorar esto también en los límites de toda la zona, pero un interés especial pueden tener las áreas donde las zonas tectónicas cruzan las rocas piroclásticas, cubiertas por rocas efusivas. Las últimas pueden servir como cubierta, debajo de la cual se forman los cuerpos minerales ciegos o poco expresados en la superficie.

Los criterios regionales de búsqueda, mencionados anteriormente, son determinantes para la explotación y para

la selección de las zonas de mineralización de pirita cuprífera. Para la búsqueda de los yacimientos aislados y, sobre todo de los cuerpos minerales, no es suficiente usar solamente los métodos geológicos. En este caso hay que aplicar también los métodos geofísicos y geoquímicos. Solamente con la aplicación de estos métodos conjuntamente, se puede obtener el mayor efecto y nos permitirá resolver el problema del cobre de Oriente en plazos más breves.

BIBLIOGRAFIA

- 1.—Bogdanov, Y. V. Bogdanova, V. N. y Miralles (1964). **Estructura Geológica del área del yacimiento "El Cobre" y sus posibilidades.** "Nuestra Industria Tecnológica", V. II, No. 3.
- 2.—Furrazola-Bermúdez, G. Judoley, C. M., et al. (1964). **Geología de Cuba**, 239 pp., 123 figs. Edit. Univ.
- 3.—Lewis, G. E., Straczek, J. A. (1955). **Geology of South-Central Oriente.** Bull. U.S. Geol. Survey, No. 975-D.
- 4.—Mapa de Yacimientos Minerales de Cuba, Escala 1:50 000 (1963) bajo la redacción de: C. M. Judoley, I. P. Novojatsky, A. N. Simakov, J. B. Solsona.