

Revista TECNOLOGICA

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

Vol. VII.

Enero - Febrero 1969

No. 1

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.

Sumario

	Pág.
Investigaciones físico-químicas de las condiciones de formación y composición de la costra en los reactores de la planta de lixiviación de lateritas del yacimiento de Moa. Por S. I. Sobol.	3
Búsqueda de yacimientos de manganeso en la zona de Guisa-Los Negros, provincia de Oriente. Por A. Adamovich y V. Chejovich	(24)
El curso de "La Carraca", provincia de Matanzas, Cuba. Por Manuel A. Iturralde Vinent	(38)
Problemas tecnológicos concernientes a los nuevos aceros y a la corrosión. Por A. Jullien	45
Producción de acetileno y de ácido cianhídrico en la antorcha de plasma. Por C. Ronneau, J. Vrebosch y A. Van Tiggen	55
Avances de la Ciencia y de la Técnica	61



PORTADA:

Diseñador: Gerardo de la Torre

TEMA DE LA PORTADA:

Idea sobre gráfico de
investigaciones físico-químicas

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 publications congénères—. Exchange with similar publication is desired—Si desidera il cambio colle pubblicazioni congeneri—Aceptam se permutas con publicacoes congenes—Wir bitten um Austausch hlichen Fachzeitschriften.

Búsqueda de yacimientos de manganeso en la zona de Guisa-Los Negros, provincia de Oriente

A. ADAMOVICH
V. CHEJOVICH

Instituto Cubano de Recursos
Minerales

Este artículo está basado principalmente, en los resultados obtenidos durante las búsquedas de manganeso en la provincia de Oriente, por el Instituto Cubano de Recursos Minerales, en la zona de Guisa-Los Negros, de 1963 a 1964.

La zona señalada está limitada al oeste por el río Bayamo, al este por el río Contramaestre, al sur por las pendientes de la Sierra Maestra y al norte por la Carretera Central, ocupando un área de 800 km².

En sus límites se encuentran grandes yacimientos de manganeso (Charco Redondo, Casualidad) y cerca de más de cien yacimientos más pequeños, diferentes por sus dimensiones, génesis y manifestaciones de manganeso.

Aquí, prácticamente no se realizaron investigaciones geológicas hasta 1940. De 1943 a 1945 los geólogos del servicio geológico de E.E.U.U., C. F. Park, N. W. Cox, V. P. Woodring y S. N. Davies estudiaron esta zona y después Simmons y Straczek¹⁰ generalizaron todos los datos obtenidos acerca de los recursos de manganeso de Cuba.

Con estos trabajos finalizó la investigación estratigráfica de las rocas vulcánicas y sedimentarias de la zona, se recolectó todo el material de valor de la mayoría de los yacimientos y manifestaciones de manganeso en la zona, **haciéndose también una evaluación de sus perspectivas futuras lo cual favoreció considerablemente la realización de las investigaciones.**

Un rasgo negativo de estos trabajos en lo que respecta a las búsquedas, es que están limitadas a la descripción de las manifestaciones minerales y de sus alrededores y que no contienen prognosis fundadas en relación con las perspectivas de la zona en general. Se le prestó mayor atención a los minerales ricos o a los minerales que se someten a los tipos simples de enriquecimiento, independientemente de las dimensiones de tales manifestaciones. Las cuestiones acerca de la consolidación facial y tectónica de la mineralización de manganeso, de la división de las zonas perspectivas para las búsquedas de grandes yacimientos industriales (donde también se incluyen los que no tienen afloramiento a la superficie), prácticamente no se investigaron. De esta forma, a pesar de la existencia de una serie de trabajos valiosos dedicados a la geología y a las propiedades de manganeso de la zona, se quedaron sin aclarar las perspectivas de este tipo de materia prima mineral.

No se tuvo la posibilidad de detenernos en cuestiones como la edad de los sedimentos descritos y en su descripción petrográfica, así como tampoco en la descripción de los yacimientos por separado y de la mineralogía de los minerales de manganeso. La finalidad de este artículo es sólo resumir los datos acerca de la consolidación facial y tectónica de las grandes manifestaciones de manganeso y su génesis, y

las deducciones prácticas que se pueden hacer en base a los datos obtenidos.

ESTRUCTURA GEOLOGICA DE LA ZONA

Las rocas que forman el área investigada pertenecen a tres grandes subdivisiones estratigráficas, que litológicamente se distinguen bastante claramente entre sí. Esto es, de abajo hacia arriba:

- 1.—Sedimentos vulcanógenos del Paleoceno (parcialmente del Eoceno Inferior); que corresponden a la formación El Cobre anteriormente distinguida.
- 2.—Sedimentos carbonatados del Eoceno Medio (parcialmente del Eoceno Inferior) que corresponden completamente a la formación Charco Redondo de los anteriores investigadores.
- 3.—Sedimentos terrigenocarbonatados del Eoceno Superior. (Formación San Luis).

Los yacimientos de manganeso coinciden con los dos miembros inferiores de la sección estratigráfica, por lo que su descripción será más detallada.

SEDIMENTOS DEL PALEOCENO (Parcialmente del Eoceno Inferior)

Los sedimentos relacionados aquí, representan la parte superior de una potente secuencia de rocas vulcanógenas, la cual según los últimos datos, forma por completo la cima de la Sierra Maestra. Su formación comenzó aún en el Cretácico Superior (Santoniano-Campaniano) y continuó prácticamente en una forma constante, inclusive hasta el Eoceno Inferior. En la zona investigada se encuentran los horizontes superiores de esta secuencia.

En general, estas formaciones están representadas por productos diferentes de erupción vulcanógena, desde lavas de porfiritas andesíticas hasta diferentes rocas tobáceas, incluyendo areniscas tobáceas y aleurolitas tobáceas. La diferencia de los tipos de rocas vulcanógenas se refiere principalmente sólo al carácter de su formación mecánica: Esto es o lavas expandidas tranquilamente, o efusivas de pulsación, que rompen desde la superficie la corteza y que forman brechas de lavas, o que acumulan productos de fragmentos gruesos arrojados de los volcanes, como son los aglomerados y las brechas tobáceas o fragmentos más pequeños que

forman tobas psammíticas o aquellas mismas tobas que se someten a la elaboración durante el traslado por el medio acuoso y representan ya areniscas tobáceas y aleurolitas tobáceas. En relación con la composición química de estas rocas, es necesario hacer constar su uniformidad singular, que se refleja en que todas estas rocas tienen una composición andesítica.

En la gran mayoría de los casos, el depósito de productos volcánicos ocurrió en condiciones marinas. Esto se confirma por la estructura esferoidal de las lavas andesíticas, que se observa en casi todos los lugares, por las líneas y horizontes de las calizas con una fauna marina entre las tobas, por la estratificación marcada de las tobas, por su selección, etc.

La variación facial de las secuencias volcánicas según el rumbo, es un fenómeno típico y bien conocido. La zona investigada no representa una excepción en esta relación. Aquí se distinguen cuatro zonas, que se diferencian unas de otras por la litología de las rocas que lo forman y por el carácter general de la sección de las formaciones vulcanógenas. Las correlaciones entre las cuatro zonas faciales señaladas no siempre se pueden determinar, ya que su determinación exacta se dificulta, por el poco estudio de la sección de la serie vulcanógena. En algunos casos se puede hablar sobre las transiciones faciales directas en los límites de un paquete estratigráfico.

Pasaremos ahora a la descripción de las formaciones vulcanógenas de las zonas faciales diferenciadas:

Zona Bijagual. Esta zona ocupa el ángulo sureste de la región estudiada entre los ríos Mogote y Contramaestre. Al oeste y al noroeste está limitada por dos fracturas en forma de domo, al sur y al este por el límite de la zona estudiada. En la parte sur de la zona, al oeste de la fractura de la roca, la zona pasa por el rumbo a los depósitos de la zona Guamá. Al noroeste, detrás de las fracturas aún se pueden observar las rocas características de esta zona. En la zona Bijagual se encuentran tobas claramente estratificadas, aglomerados, areniscas tobáceas, tobas calcáreas, entre las cuales se encuentran también horizontes extendidos de calizas que son considerablemente grandes según su espesor, lentes cortos de calizas masivas y de brechas calcáreas. Los lentes de las rocas silíceas son las rocas más características de la zona que le dan particularidad a esta diferencia de las otras. Estos lentes frecuentemente

son isométricos y tanto en el buzamiento como en el rumbo alcanzan cientos de metros. Estas rocas corrientemente, son macizas y compactas sin huellas de estratificación, adornadas con tonos de color rosado, amarillo, a veces de color gris oscuro casi negro. La mineralización de manganeso pobre que desaparece con el acúmulo de las rocas silíceas (yacimientos Santa Ana) está muy relacionada con los lentes de las rocas silíceas. Además de los lentes y a veces de las intercalaciones de rocas silíceas se encuentran también, cuerpos veníferos que cruzan las tobas. Por lo visto, en este u otro caso la formación de estas rocas está relacionada con las emanaciones volcánicas que se distinguen y se diferencian sólo durante su formación en que las soluciones silíceas, que se separaron de los aparatos volcánicos durante la acumulación de sedimentos formaron lentes singenéticos con sedimentos y estratos, y las soluciones que penetraron en las grietas a través de una secuencia de sedimentos ya consolidados formaron depósitos en forma de veta. Es posible, que éstos y los otros estén relacionados entre sí como canales subacuáticos con flujos superficiales.

El espesor visible de la sección de la zona Bijagual es de cerca de 600-700 m.

En total, la asociación paragenética de las rocas de esta zona responde a la formación vulcanógena de manganeso y sílice, distinguida por N. S. Schatsky⁹, Sokolova¹¹ y se encuentra en diferentes partes de la corteza terrestre (Japón, California, Nueva Zelanda, Kazajstán). Su diferencia consiste en la composición andesítica de las rocas volcánicas mientras que son típicas de la formación señalada los efusivos más básicos y sus tobas (porfiritas basálticas, espilitas) predominando también las rocas tobáceas.

Zona Guamá. Se encuentra al Sur de la zona en la cuenca de los ríos Guisa y Guamá. Se puede llamar tobácea por su composición y por el carácter de las rocas contenidas en ella. En esta zona se encuentran principalmente, brechas tobáceas, diferentes tobas y areniscas tobáceas con aleurolitas tobáceas. A continuación se encuentra la sección característica, descrita en el río Guamá (de abajo hacia arriba):

- 1.—Paquete de interestratificación de brecha de lava y de brecha tobácea de composición andesítica.

El espesor visible es de 50-60 m.

- 2.—Interestratificación de las brechas tobáceas con paquetes de estratos delgados de siltstone psammítico y tobas. Corrientes separadas de porfiritas andesíticas con un espesor de 2,3 m. El espesor del paquete es de 40 m.

- 3.—Paquete de tobas psammíticas de estratificación marcada (estratos con un espesor de 20-30 cm), de areniscas tobáceas, de aleurolitas tobáceas. Diques de porfiritas andesíticas. El espesor es de 30-35 m.

- 4.—Secuencia de brechas tobáceas de estratificación grosera, que están compuestos por fragmentos de efusivos y de tobas de composición adesítica. Arriba se encuentra una interestratificación de tobas, de areniscas tobáceas y de aleurolitas tobáceas. En general, delgados horizontes concordantes de porfiritas andesíticas. El espesor es de 100-110 m.

- 5.—Brechas tobáceas de estratificación grosera con horizontes de aleurolitas silíceas estratificadas de 5-6 m. A veces en las brechas tobáceas se observan fragmentos de calizas grises cristalinas. El espesor es de 80-100 m.

- 6.—Arriba, según la sección, las brechas tobáceas se cambian por brechas de lava de esta misma composición y aún más arriba por corrientes efusivas con una sección de estrato.

El espesor es de 80-100 m.

- 7.—Paquete de interestratificación de las tobas con areniscas tobáceas y aleurolitas tobáceas.

El espesor visible del paquete es de 50-55 m.

El espesor total de la sección descrita es de 450-500 m.

En la zona facial de Guamá en los límites de la zona estudiada faltan por completo los sedimentos de manganeso, e inclusive señales de mineralización singenética de manganeso. Aquí se conocen solamente algunas pequeñas manifestaciones de manganeso de génesis hidrotermal (Effie, Nestor), que se localizan corrientemente cerca del terreno de calizas adyacentes. Esta zona facial se puede considerar de poca perspectiva para la búsqueda de yacimientos de manganeso.

Zona La Tabla. Esta ocupa la parte central de la región. Las rocas que yacen en ésta "traslucen" las formaciones de erosión entre los campos de distribución, de las calizas del Eo-

ceno Medio. Además, sus rocas características, en algunas zonas reemplazan según el rumbo, las rocas de la zona facial Cautillo que se encuentra al norte de la descrita.

Son típicas de esta zona las porfiritas andesíticas, las brechas de lava de esta misma composición y raramente los horizontes de las brechas tobáceas y de las tobas. El carácter separado de los afloramientos y la diferencia de las rocas prácticamente sin estratificación, hacen difícil la confección de una sección detallada.

En la zona facial La Tabla, al igual que en la zona Guamá no se conocen yacimientos sin-genéticos de manganeso. Los yacimientos pequeños y las manifestaciones minerales de génesis hidrotermal (Ruiñen, Pozo Prieto y otros) están asociados al contacto de rocas vulcanógenas de las zonas con calizas que se encuentran adheridas a ésta y que prácticamente se localizan dentro de la zona.

La búsqueda de cuerpos minerales en las formaciones de esta zona facial, especialmente lejos del contacto con calizas, prácticamente no tiene ninguna perspectiva.

Zona facial Cautillo. Se encuentra al norte de todas las zonas distinguidas en forma de una banda estrecha (de 2-5 km) debajo de los depósitos carbonatados.

Las rocas de esta zona están representadas principalmente por tobas estratificadas, por areniscas tobáceas y por tobas calcáreas. La interestratificación de las tobas y de las areniscas tobáceas de color verde grisáceo o con horizontes raros de brechas tobáceas, compone la parte inferior de la sección y las tobas calcáreas de color paja y amarillo grisáceo con lentes raros de calizas que se encuentran encima de éstos.

La particularidad más interesante e importante de esa zona es que sus rocas se cubren por calizas concordantes y entre estas calizas, en sus horizontes inferiores se encuentran intercalaciones de tobas.

EOCENO MEDIO **(con posible parte del Eoceno Inferior)**

Estos depósitos (formación Charco Redondo de los investigadores anteriores) se encuentran muy distribuidos en la parte central y norte occidental del territorio estudiado. Están representados por calizas organógenas, organógenas

fragmentarias, homogéneas con intercalaciones y lentes de tobas, de margas, de conglomerados y de minerales de manganeso, que tienen en la estructura de la secuencia un papel subordinado.

La secuencia de los depósitos del Eoceno Medio es bastante compleja lo que está relacionado en primer lugar con su gran variación facial. Por eso, a continuación también se encuentra la descripción de cinco zonas faciales distinguidas. Esto se considera tanto más necesario, ya que con la variedad facial de la secuencia está íntimamente relacionada la cuestión de su contenido de manganeso.

La zona norte se extiende desde la corriente inferior del río Mogote hasta el ángulo noroccidental de la zona.

Los depósitos del Eoceno Medio que se encuentran aquí, están representados por calizas de color gris claro y blanco, menos frecuentemente amarillas y de color crema, en parte recrystalizadas, organógenas de grano medio, organógenas fragmentarias y raramente homogéneas. Generalmente, estas rocas no son estratificadas. Sólo a veces, en la sección se observan variedades estratificadas de calizas. Además, se registran también intercalaciones de margas blandas amarillas a veces con mezclas de material tobáceo.

El espesor de los depósitos del Eoceno Medio de la zona norte es de cerca de 250 m.

La mineralización de manganeso en los límites de la zona está representada por una pequeña cantidad de cuerpos minerales irregulares y de pequeños nidos. La única manifestación cuyo cuerpo mineral tiene forma de estrato, es la mina Lucía que está asociada al contacto de calizas y de formaciones vulcanógenas que yacen en la parte inferior.

Zona Casualidad. Se extiende en dirección sublatitudinal, desde la mina del mismo nombre, a través de la mina Taratana, hasta la zona que se encuentra al norte del pueblo de Guisa.

La sección de los depósitos carbonatados de la zona se puede describir en la forma siguiente:

1.—En la superficie de las tobas calcáreas y de las areniscas tobáceas yacen calizas en placas, raramente masivas con guijarros diseminados de rocas de basamento.

Se registran intercalaciones de tobas con un espesor desde 15-20 cm hasta 1-2 m. En la par-

te central de la zona coincide con estas intercalaciones la mineralización de manganeso industrial.

La capa mineral superior se encuentra de 9-12 m más arriba de la base de las calizas. La inferior de 5-6 m más arriba de ésta y la capa mineral de basalto (?) se encuentra directamente debajo del terreno de las calizas.

El espesor del paquete (I) es hasta 15-20 m.

Las formaciones vulcanógenas y las calizas yacen aquí concordantemente, a pesar de las huellas separadas de la erosión (guijarro). Esta concordancia se fija como una investigación directa de la yacencia de ambas secuencias, tanto por la existencia de las intercalaciones de tobas en la parte baja de la sección de las calizas, como por la presencia de las intercalaciones de caliza de poca potencia en la parte superior de la sección de las formaciones tobáceas.

2.—Paquete de calizas en placas, de color gris claro y amarillo, con raras intercalaciones de conglomerados de guijarros pequeños. El espesor es de 20-25 m.

3.—Calizas conglomeráticas, raramente coraliníferas de color gris claro, organógenas fragmentarias. El espesor es de más de 100 m.

El espesor total de los depósitos descritos es, según datos del pozo 101, de 400 m, pero en otros lugares es considerablemente menor (desde 100-150 m).

Zona Rihito.—Se encuentra casi en el centro del territorio descrito. Aquí se encuentran calizas masivas, organógenas fragmentarias, raramente en placas, de color claro, con una fauna abundante de foraminíferos. Es característica la existencia de intercalaciones de calizas en forma de brecha y de conglomerado, frecuentemente con fragmentos de tobas. El espesor de estas intercalaciones corrientemente, es de 1-3,5 m. Otra particularidad característica de la sección es la presencia de intercalaciones de tobas de color verde, rosado y cenizo y de areniscas tobáceas con un espesor hasta 5-10 m.

La mineralización de manganeso estratificado es pobre por su calidad que es del 5-10%. Se encuentra de 5-8 m más arriba de la base de las calizas. El espesor de la capa mineralizada es del 0,5-1,0 m.

El espesor de toda la sección de rocas carbonatadas es de 230-250 m.

Zona Los Negros.—Se encuentra en la parte oriental de la región descrita.

Las rápidas transiciones faciales entre las calizas a distancias de 150-200 m, constituyen la particularidad característica de esta zona. Este fenómeno fue notado aún por los primeros investigadores de la zona, Woodring y Davies.¹⁴ Por eso la sección inicial se puede describir bastante condicionalmente.

En la base de la sección, sobre tobas verdes psamíticas yace un paquete de calizas con un espesor desde 10 hasta 25-30 m. Corrientemente, en la parte inferior de este paquete, se observan intercalaciones de calizas en forma de brecha y de tobas con un espesor hasta de 1 m, pero frecuentemente tienen un espesor mayor (hasta de 10 m). La mineralización de manganeso estratificado se asocia a las intercalaciones subterráneas de las tobas, que se encuentran entre las calizas en una serie de lugares (Purial, Las Manuelas).

La dimensión de estos cuerpos minerales puede alcanzar según el rumbo algunos cientos de metros y las reservas de minerales se calculan en cientos de miles de toneladas.

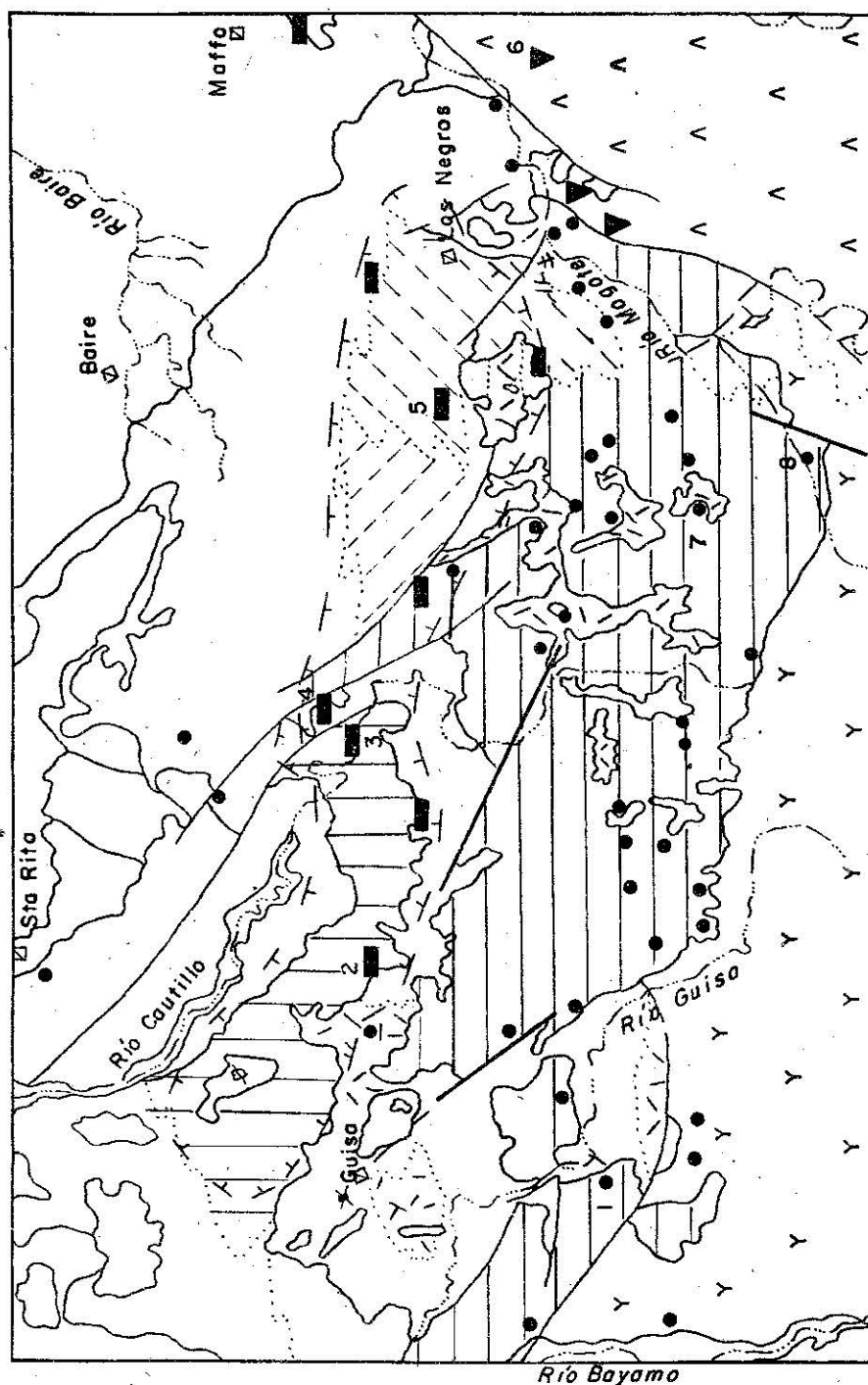
En la parte media de la sección se encuentran más desarrolladas las calizas blancas, menos frecuentemente amarillas, organógenas y organógenas fragmentarias con intercalaciones subordinadas de calizas de conglomerado. Las intercalaciones de tobas no son características de esta parte de la sección, aunque también se encuentran.

La parte superior de la sección está formada por la sucesión de capas de calizas de color blanco y rosado con intercalaciones granulosas de modo diferente, frecuentemente de tobas rosadas y verdes. En general, en la sección predominan las calizas.

El espesor del Eoceno Medio en la zona alcanza no menos de 200 m.

Junto con la mineralización de manganeso que está asociada a la parte inferior de la sección, aquí se encuentran también pequeñas manifestaciones hidrotermales de manganeso que no tienen importancia industrial (Matías, Las Auras y otros).

Zona sur.—Se extiende desde el curso medio del río Mogote al este, hasta la embocadura del río Guisa al oeste. Los depósitos que se encuentran en los límites de esta zona poseen diferentes formas, y están representados por calizas masivas de color gris claro, menos fre-



Esquema de la estructura geológica de la cuenca manganífera del yacimiento Guiso-Los Negros.

Basado en los datos ofrecidos por W. P. Woodring, S. N. Davies, C. F. Park, M. W. Cox y las observaciones propias del autor.

Nombres de algunos de los más importantes yacimientos de manganeso y sus números en el mapa:

1—Cádiz, 2—Taratana, 3—Charco Redondo, 4—Casualidad, 5—Las Manuelas, 6—Santa Ana, 7—Pozo Prieto, La Unica.

- 1) Sedimentos cuaternarios, 2) Eoceno Superior, 3) Eoceno Medio (posiblemente partes superiores del Eoceno Inferior)
- 3a) Zona norte de facies; 3b) Zona Casualidad; 3c) Zona Los Negros;
- 4) Paleoceno-Eoceno Inferior; 4a) Zona Guamá; 4b) Zona La Tabla, 4c) Zona Cautillo.
- 5) Cuerpos subvolcánicos de porfiritas andesíticas y dioríticas.
- 6) Límites geológicos.
- 7) Límites de las zonas de facies.
- 8) Rupturas.
- 9) Yacimiento de manganeso; 9a) génesis vulcanógena de rocas sedimentarias;
- 9b) Génesis sedimentaria; 9c) Hidrotermales.
- 10) Límites aproximados de la región que se individualiza como perspectiva.

cuentemente amarillas y de color crema. Sólo como excepción aquí se observan lentes de poco espesor (hasta de 1-2 m) de formaciones tobáceas. Las calizas corrientemente son organógenas y organógenas fragmentarias, con frecuencia totalmente recristalizada de grano medio y pequeño.

El espesor de estas calizas debido a una gran socavación es muy variable.

Su espesor máximo al sur del pueblo La Tabla puede alcanzar de 250-300 m.

En los límites de la zona se conocen 30 pequeñas manifestaciones y yacimientos de minerales de manganeso. Todos ellos se refieren al tipo de los hidrotermales y están representados por pequeños nidos (hasta de 10×10 m) y por cuerpos de forma irregular, menos frecuentemente por vetas de minerales de manganeso de alta calidad, con reservas hasta de decenas y centenas de toneladas. La única excepción observada es el yacimiento Unica de donde se extrajeron hasta 30 000 toneladas de minerales de manganeso con un contenido hasta de 43% (Simons y Straczek¹⁰). Esto es al parecer lo que se puede encontrar en esta zona.

SEDIMENTOS DEL EOCENO SUPERIOR (Pg₂)

Los depósitos del Eoceno Superior (formación San Luis) están representados preferentemente por areniscas calcáreas estratificadas, por margas y por calizas de color amarillo, gris y gris claro. A veces se encuentran intercalaciones y lentes de conglomerados y aleurolitas. El rasgo característico de estos depósitos lo representa su estratificación bien marcada. Las rocas mencionadas forman intercalaciones paralelas que se suceden con un espesor desde los primeros decímetros hasta 1 m, y menos frecuentemente de algunos metros. El principal componente en la secuencia lo representan las areniscas estratificadas con cemento calcáreo raramente arcilloso; por esto las areniscas calcáreas de esta variedad son más duras y las arcillosas son menos duras. Las areniscas de grano grueso frecuentemente son de estratificación oblicua y las de grano fino son de estratificación marcada y paralela y están bien clasificadas.

El espesor de las rocas del Eoceno Superior en el valle de Río Cautillo no sobrepasa de 150-200 m y en la zona Maffo, según los datos

de Woodring y Davies¹⁴ alcanzan los 700 m sobrepasando lo anterior.

Formaciones del Cuaternario.—Estas formaciones se encuentran a lo largo del límite norte del territorio estudiado y también en los valles de los ríos Bayamo, Cautillo y Contramaestre.

En los ríos, éstos están representados por aluvión con grava de rocas locales. El espesor del aluvión es hasta de 5-10 m y sólo en el valle del río Contramaestre los aluviones de terrazas altas alcanzan espesores de 20 m.

A lo largo del límite norte, los depósitos cuaternarios tienen otra composición menos gruesa. Preferentemente, aquí se utilizan tierras arcillosas con poca arena y tierras arcillosas con mucha arena, de color gris y gris cenizo. Las gravas y los guijarros se encuentran raramente. El espesor de estos depósitos alcanza de 20-30 m y aumenta al norte, en dirección al río Cauto.

Rocas intrusivas.—En los límites de la zona son conocidas tres pequeñas áreas (1-5 km²) de cuerpo subvolcánico, que corresponden por su composición a las porfiritas andesíticas o dioríticas. Las rocas encajantes de todos estos cuerpos y también de una pequeña cantidad de diques análogos por su composición son depósitos volcánicos del Paleoceno-Eoceno Inferior.

Los contactos de los cuerpos mencionados son abruptos y cruzan, bajo un ángulo recto, el rumbo de las rocas tobáceas que tienen un buzamiento suave.

Las rocas tienen un color gris verdoso y están compuestas por una masa básica de grano fino y por dimensiones gruesas de plagioclasa y anfíbol.

En el microscopio se observa, que esta roca tiene una estructura completamente cristalina con una textura hipidiomorfo-granular de la masa básica. Las diseminaciones están representadas por andesita media y menos frecuentemente por anfíbol, que están reemplazadas parcialmente por clorita, sericita y epidota.

Según el carácter de la desvitrificación de la masa básica, estas rocas se parecen más a las porfiritas dioríticas que a las andesíticas, aunque por su apariencia exterior son muy parecidas a las andesitas efusivas.

En la zona del pueblo Santa Rita se nota la yacencia de caliza con fauna de foraminíferos del Eoceno Medio encima de estas rocas. Esta

yacencia data claramente de la edad del Eoceno Inferior, cuando se introdujeron los cuerpos subvolcánicos descritos.

Tectónica.—La región estudiada se encuentra en la zona de transición entre el anticlinorio Sierra Maestra, que está compuesto por formaciones del Cretácico Superior-Paleógeno Inferior y la depresión del Cauto que contiene principalmente, depósitos carbonatados del Eoceno-Mioceno. Ambos elementos estructurales ya desde el Eoceno se caracterizan por tendencias contradictorias de desarrollo: el anticlinorio, por el levantamiento y a continuación por la socavación, y la depresión por el hundimiento y acumulación. Como se señalará a continuación, esta situación del territorio investigado en un grado considerable, permitió establecer algunas particularidades para la localización de la mineralización del manganeso.

En primer lugar se puede considerar que tres grandes subdivisiones estratigráficas, distinguidas aquí, (secuencias El Cobre, Charco Redondo y San Luis) forman un gran monoclinial de rumbo sublatitudinal que se va estrechando suavemente hacia el sur. En realidad aquí se observa un cuadro más complejo, ya que las secuencias mencionadas están dislocadas en diferentes grados, aunque estas diferencias no siempre son grandes ni muy marcadas.

Así, los depósitos de la secuencia El Cobre, se encuentran preferentemente al sur de la zona, tienen principalmente rumbos sublatitudinales y ángulos de buzamiento al norte y sólo como excepción al sur con ángulos hasta de 15-20°. A veces en el campo de desarrollo de estos depósitos se registran también rumbos nordeste y noroeste. Estos rumbos, indudablemente, son reflexiones de la estructura de segundo orden existente aquí. Estas estructuras, las cuales desgraciadamente, no han sido estudiadas en una forma profunda, por lo visto juegan un papel que determina el carácter del contacto existente entre las secuencias El Cobre y Charco Redondo.

Además, Woodring y Davies¹⁴ señalaron que "las discordancias entre las formaciones (El Cobre y Charco Redondo) son más considerables que las discordancias que se encuentran dentro de la formación", sin embargo, todo parece indicar que ambas formaciones que yacen en una relación estructural, son concordantes. El análisis de los materiales de un área más amplia permite confirmar con seguridad,

que el límite entre estas dos secuencias en las diferentes zonas de la Sierra Maestra tiene un carácter diferente. Esto también se confirma con las investigaciones del territorio descrito.

Así, al norte de la mina Charco Redondo (pueblo Diamante) este contacto tiene un carácter de discordancia angular claramente marcada. Aquí se puede ver, como en las colinas compuestas por rocas vulcanógenas de la secuencia El Cobre, que tienen un rumbo sublatitudinal y que buzán al norte con ángulos de 15-20°, se encuentran en forma de "manotazo" prácticamente, horizontal a las calizas yacentes del Eoceno Medio. En la zona de minerales Montenegro se pueden observar huellas de socavación entre estas dos secuencias al igual que en el flanco sur de los minerales de Charco Redondo pero en los minerales de Casualidad y Taratana esta socavación no se manifiesta y se puede hablar acerca de su yacencia prácticamente concordante.

Esta diferencia en proporción se favorece, principalmente, por la posición de esta u otra zona, en relación con las estructuras de segundo orden. En las partes cercanas al eje de estas estructuras se observan correlaciones concordantes y en los bordes o cerca de las partes próximas al eje del anticlinal se fija la socavación o inclusive la discordancia angular.

Por lo tanto se determinó que los yacimientos de manganeso estratificados más grandes se encuentran precisamente en aquellos lugares donde el contacto entre estas secuencias es el más cercano a la transición permanente. El esclarecimiento del carácter de este contacto es muy importante en la relación práctica, permitiendo determinar las zonas que son perspectivas para las búsquedas de yacimientos grandes de manganeso.

Los depósitos de la secuencia de Charco Redondo están un poco menos dislocados que las rocas El Cobre. Entre estos depósitos se notan más frecuentemente, los ángulos de buzamiento hasta de 10°, aunque a veces se observan ángulos de buzamiento hasta 15-20° y cerca de las zonas de ruptura hasta más. Frecuentemente se observa también la yacencia horizontal de los depósitos descritos. En general, los rumbos latitudinales son característicos de estas rocas, aunque casi en el centro de la zona descrita, entre los yacimientos Montenegro y Charco Redondo las calizas del Eoceno Medio conservan, a una distancia considerable (de 3-5 km), los rumbos noroeste en los án-

gulos de pendiente al noroeste, con ángulos de 3-5 y raramente hasta de 10°.

El carácter del contacto entre los depósitos Charco Redondo y San Luis en los límites del territorio investigado no ha sido suficientemente estudiado. Es posible que entre estas dos secuencias exista una pequeña socavación, acompañada por una pequeña discordancia angular. Aunque esta deducción no pueda aún considerarse verdadera, se puede asegurar categóricamente que la opinión de Woodring y Davies¹⁴ acerca de que estas dos secuencias son análogas no se puede confirmar de ninguna forma.

Es característico en las rocas de San Luis un rumbo noroeste que buza sólo al norte con ángulos hasta de 5-8°.

Las dislocaciones disyuntivas se manifestaron en la zona bastante claramente. Aquí se manifiestan más claramente las roturas de rumbo noroeste y nordeste que se fijan por el cambio de las rocas, por el cambio de las zonas de fragmentación y por el desciframiento de las fotos aéreas. Las amplitudes de desplazamiento de estas fracturas que son corrientemente fallas normales abruptas, alcanzan a veces de 200-250 m e inclusive, como se muestra en la perforación realizada en el flanco este del yacimiento Casualidad hasta 450 m. No se tienen datos directos acerca de la edad de estas roturas, aunque a juzgar por su manifestación menor en las rocas de la secuencia San Luis, se puede calcular que éstos tienen una edad del Eoceno y sólo se renovaron más tarde. Es necesario decir que las roturas de rumbo nordeste son más jóvenes en relación con las roturas del rumbo noroeste.

Además de las roturas grandes ya descritas se observan también disyuntivas considerablemente menores que son fisuras de "plumaje" de fallas grandes. Estas fallas tienen una extensión de unos cientos de metros y una amplitud de unos metros y unas decenas de metros. Estas se siguen perfectamente con laboreos mineros.

Tipos genéticos de yacimientos de manganeso.—Las cuestiones de la génesis de los yacimientos de manganeso en esta u otra medida han sido estudiadas por todos los investigadores que se relacionan con el problema del manganeso en la provincia de Oriente (Spencer,¹⁻² Burkhard,² Park y Cox⁸, Simons y Straczek¹⁰). Esto también es natural, ya que de la

resolución de esta cuestión depende la selección de la dirección y de los métodos de trabajo de búsqueda y exploración.

El presente artículo también está dedicado a hacer una breve síntesis de los datos ya conocidos con la adaptación de nuevos materiales y el resumen de las deducciones hechas.

En el territorio estudiado se distinguen los siguientes tipos genéticos de los yacimientos de manganeso:

1) Vulcanógeno-sedimentarios, 2) sedimentarios, 3) hidrotermales, 4) de intemperismo e infiltración.

Yacimientos de génesis vulcanógeno-sedimentaria. A los yacimientos de génesis vulcanógeno-sedimentaria en la zona investigada se refieren solamente las manifestaciones minerales y yacimientos pequeños que se localizan en las rocas de la zona facial de Bijagual. Sin embargo, en las otras zonas de la provincia de Oriente pertenecen a este tipo de yacimientos bastante grandes Los Chivos, Margarita de Cambute y otros. Todos estos yacimientos están asociados a la parte superior de la sección de los depósitos vulcanógenos del Paleoceno-Eoceno Inferior. El rasgo más característico de estos yacimientos es la íntima asociación de éstos con los estratos y lentes de rocas silíceas. Precisamente las rocas silíceas son los indicadores para la realización de trabajos de búsqueda y explican en gran parte las génesis de los minerales.

El estudio de un material efectivo demuestra, que las rocas silíceas semejantes se encuentran en los límites de 300-400 m debajo de la base de las calizas del Eoceno Medio, que cubren las formaciones vulcanógenas. Sin embargo, las rocas silíceas y la mineralización de manganeso que está asociada íntimamente con éstas, no están desarrolladas de igual forma en todas las partes comprendidas en los límites del intervalo estratigráfico. Esta circunstancia está relacionada con la variación de la situación físico-geográfica, tectónica y volcánica durante el período de deposición de los horizontes superiores de la secuencia El Cobre. La variación de esta situación a pequeñas distancias y la formación de diferentes complejos litológicos que se originan a consecuencia de ésta, se encuentran ilustrados anteriormente de una forma convincente, durante la descripción de la estratigrafía de la zona estudiada.

De esta forma, las particularidades de este tipo de yacimiento son: 1) una íntima relación con el vulcanismo, 2) la asociación existente entre los lentes y los estratos de las rocas silíceas, 3) la coincidencia con el intervalo estratigráfico relativamente estrecho. Además, prácticamente se puede considerar de poca discusión el punto de vista acerca de las fuentes de manganeso, que asegura que también las rocas silíceas y los sedimentos de manganeso, que se encuentran asociados a las mismas, son productos de las aguas termales, que están relacionadas genéticamente con la actividad amortiguadora de los volcanes, (Park,⁷ Simmons¹⁰).

La cuestión que aún necesita un mayor esclarecimiento es la que se refiere a la correlación existente entre estas formaciones y las rocas encajantes. Sobre esta cuestión existen, por lo menos, dos opiniones. La primera fue enunciada por Spencer¹² y Burkhard² y se refiere a que las aguas termales se introdujeron en los sedimentos ya consolidados cambiando las tobas porosas por manganeso y las sílices aportadas. Esta suposición trataron de explicarla con el hallazgo de algunos yacimientos en los núcleos de las estructuras anticlinales (se consideró, que las soluciones penetraron y se concentraron en los núcleos de las estructuras). Uno de los principales factores que confirman esta deducción lo representa la presencia de cuerpos en forma de veta y dique de rocas silíceas que se encuentran entre las rocas vulcanógenas y de cuya singenesidad no se puede hablar.

El segundo punto de vista, el cual no fue muy claramente formulado, asegura que los horizontes minerales y las capas y lentes subyacentes de las rocas silíceas son singenéticos con acumulaciones de sedimentos y se formaron en condiciones faciales determinadas en la cuenca marina. También se puede considerar como fuente de sílice las aguas termales que caen en la cuenca marina en forma de emanaciones que se encuentran cerca de los volcanes subacuáticos.

Nuestra opinión es que el segundo punto de vista es el que se acerca más a la realidad. Acerca de esto trata la estratigrafía clara de las rocas silíceas y la mineralización de manganeso que está relacionada con ésta, pero los cuerpos que cruzan las rocas silíceas pueden referirse a una generación más antigua, tanto más ya que los contactos entre los cuerpos de

estratos y los de intersección de las rocas silíceas no son muy claros.

En este u otro caso los datos obtenidos acerca de la existencia de diferentes zonas faciales señala la división de las facies silíceas vulcanógenas en las partes superiores de la sección de los depósitos del Paleoceno-Eoceno Inferior y las búsquedas de los yacimientos de manganeso en sus límites. Aún no se puede decir si es necesario realizar búsquedas sólo en las áreas de estructuras anticlinales o realizar investigaciones reguladas de toda la zona donde estén desarrolladas las rocas silíceas.

En resumen, se puede decir que los yacimientos de manganeso relacionados con los depósitos silíceo-vulcanógenos están muy distribuidos y se describen para California, Japón, Nueva Zelandia, Kazajtan y otras regiones del mundo. (Sokolova¹¹).

YACIMIENTOS DE GENESIS SEDIMENTARIA

En la zona estudiada, los grandes yacimientos industriales, Charco Redondo, Casualidad, Las Manuelas y otros, pertenecen a los yacimientos de génesis sedimentaria. Por su posición geológica los cuerpos minerales de estos yacimientos son depósitos estratificados que se encuentran cerca del contacto de las rocas tobáceas y de las calizas. El intervalo estratigráfico de la localización de estos yacimientos es aún más estrecho que el de los yacimientos vulcanógeno-sedimentarios: sus horizontes minerales están asociados o con el techo de las formaciones tobáceas subyaciendo directamente las calizas (Casualidad, horizonte basal Charco Redondo), o se encuentran en las intercalaciones de tobas entre las calizas del Eoceno Medio en total de 5-20 m arriba de su base (capas superiores y medias del yacimiento Charco Redondo, Las Manuelas y otras).

En relación con los yacimientos de este tipo también existía el punto de vista acerca de que los yacimientos de minerales de manganeso fueron producidos por soluciones que circulaban en los sedimentos consolidados² lo que es dudoso que sea cierto. En todos los casos los factores obtenidos hasta la actualidad hablan favorablemente de las intercalaciones sedimentarias singenéticas con la acumulación de sedimentos de origen de los minerales.

Estos factores son:

1) La yacencia de los cuerpos minerales siempre concordante con las rocas encajantes.

2) La asociación de estos yacimientos, esencialmente se refiere a un horizonte estratigráfico y no a las zonas de ruptura, como debió haber sido en caso de que su génesis fuera hidrotermal.

3) El poco desarrollo inclusive de los cuerpos concordantes de rocas silíceas y la completa ausencia de las formaciones silíceas de intersección, lo cual puede considerarse aseptivamente de actividad hidrotermal.

4) La presencia de restos marinos orgánicos en formaciones minerales (foraminíferos, dientes de tiburones y otros).

Empleando el origen sedimentario de los depósitos de manganeso surge la pregunta acerca de las fuentes de manganeso. En este caso pueden ser dadas dos respuestas: o el manganeso fue traído a la tierra por aguas de rocas intemperizadas y destruidas, o éste tiene un origen endógeno; es decir, que el manganeso de nuevo está relacionado con la actividad vulcanógena. Por lo visto es preferible la segunda variante por las siguientes causas:

a) El análisis de la situación paleogeográfica circundante señala, que durante el período de depositación de los minerales no existía tierra cerca y la existente más adelante no era de hace mucho tiempo atrás. Las islas separadas y las bandas no llenas de agua en los extremos de las cuencas existieron probablemente, en el transcurso de este corto tiempo que no pudo ser suficiente para la intemperización y traslado de una cantidad grande de manganeso de las rocas, siendo poca la tierra.

b) La composición andesítica de las rocas no era satisfactoria para la obtención de una gran concentración de manganeso por medio del intemperismo.

c) En el proceso de amortiguamiento de la actividad volcánica, como se señaló anteriormente, se distinguieron las soluciones de manganeso y sílice y es posible sólo de manganeso, que caen en la cuenca marina. Estas pueden ser fuentes de manganeso de los yacimientos sedimentarios.

Es probable, que se pueda decir, que el manganeso de las aguas termales pasó a una condición soluble formando parte de la composición de las aguas marinas. Entonces, las prin-

cipales condiciones para esta sedimentación debieron ser, la variación de las condiciones del equilibrio químico y el cambio provocado de la situación facial. La variación de las condiciones químicas se fija claramente con el cambio de las rocas tobáceas de los sedimentos, por rocas carbonatadas y precisamente durante este período de variación, al paso de acumulación de sedimentos también coincide la formación de depósitos que contienen manganeso. Es interesante señalar que en ninguna parte más arriba del corte, es decir, cuando las condiciones de la acumulación de sedimentos carbonatados ya cesaron, no ocurrió la sedimentación de los minerales de manganeso en grandes cantidades, a pesar de la continuación de la actividad volcánica (intercalaciones de tobas en calizas). Y en total los innumerables detritos de manganeso en las calizas señalan una gran concentración de manganeso en agua de mar.

Pasaremos ahora a la cuestión de la localización de yacimientos sedimentarios de manganeso en el área. Los yacimientos conocidos más grandes, se encuentran en una zona con una extensión de cerca de 10 km y un ancho de 53 km. ¿Qué determinó su localización exacta? Por lo visto su disposición se controló por condiciones faciales favorables y por la posición tectónica de esta zona, lo que se puede observar, por ejemplo, en los yacimientos Casualidad, Charco Redondo, Negligencia, Taratana. Todos estos yacimientos se encuentran en una zona relativamente estrecha alargada que se encuentra en dirección sublatitudinal, en cuyos límites se observa la yacencia de las rocas carbonatadas de la zona facial Casualidad sobre las tobas psammíticas de la zona Cautillo. ¿En qué se diferencian las condiciones de esta zona de la región, de las zonas cercanas? Directamente hacia el sur de la zona Cautillo, de la cual son características las condiciones de mar poco profundo y los depósitos de tobas, existía la zona La Tabla, que representa una zona activa de volcanes, los que, probablemente, también depositaron manganeso en la cuenca marina. En el período de disminución de la actividad volcánica antes del principio de la acumulación de sedimentos carbonatados, esta zona sur al igual que la zona que se encuentra al norte, representaba tierra por poco tiempo (huellas de corrimiento y discordancias entre las rocas tobáceas y carbonatadas en sus límites), mientras que en el

centro, entre estas bandas, seguía existiendo una cuenca marina, en la cual comenzaron a depositarse los sedimentos carbonatados en una forma constante y concordante sobre los sedimentos tobáceos. En esta región, precisamente durante el cambio de la característica química del medio ambiente, cerca del borde sur de la cuenca también se formaron los yacimientos señalados.

El ejemplo observado muestra, que los trabajos de búsqueda en los territorios yuxtapuestos deben consistir en el mapeo y estudio de las zonas faciales dentro de la secuencia volcánica y carbonatada y en la división de las zonas donde se infiltran las facies favorables y las particularidades características de la acumulación de sedimentos (en particular, la falta de hiatos entre los depósitos carbonatados y volcánicos).

Yacimientos de génesis hidrotermal. Los yacimientos hidrotermalés se diferencian de los anteriormente descritos, ante todo por la forma de los cuerpos minerales. Estos son "bolsas", vetas, columnas minerales, y menos frecuentemente depósitos de placas isométricas. La mayoría de los yacimientos y manifestaciones minerales de este tipo se encuentran en los límites de la zona facial sur de los depósitos del Eoceno Medio.

Generalmente, los cuerpos minerales están asociados a la zona de contacto de las lavas y de las brechas de lava con las calizas. Las dimensiones de los cuerpos minerales en forma de saco corrientemente no sobrepasan de $2-3 \times 10-20$ m, de las vetas, $1-1,5 \times 20 \times 30$ y de los depósitos de placa, $18 \times 15 \times 1,5$ m (Pozo Prieto), la columna mineral más grande (yacimiento Unica) tenía en el plano un área de cerca de 200 m^2 .

La otra prueba por la cual se comprueba la génesis hidrotermal de los cuerpos minerales de este tipo, además de la forma de los cuerpos minerales, es la asociación corriente de los minerales de manganeso con los minerales de veta, como son, la calcita de manganeso negra y la calcita corriente y la calcedonia venífera con óxidos de hierro.

Por lo visto, la actividad de fumarola sirvió como fuente de manganeso para los yacimientos hidrotermales, que continuó inclusive hasta después de la terminación de las erupciones activas de volcanes y después de la deposición de secuencias de calizas. Es probable, que la

renovación de la actividad hidrotermal de fumarola fuera provocada por corrimientos tectónicos, pudiendo atestigüarse esto en cierto grado con los cuerpos minerales localizados en las grietas de "cola" de grandes dislocaciones (Los Negros). Es también muy interesante señalar, que la mayoría de los yacimientos del tipo hidrotermal se encuentra sobre la zona de volcanes en actividad, como son las brechas de lava y las lavas de la zona facial La Tabla, donde la posibilidad de la actividad de fumarola es mayor que en las zonas de tobas (que se van acumulando poco a poco) y de areniscas tobáceas.

La regularidad general consiste en la trituration de los yacimientos hidrotermales en calizas, cerca del contacto con los depósitos vulcanógenos. En estos últimos las manifestaciones minerales son iguales (Effie, San Lorenzo). Al parecer y aquí como también en el caso de los yacimientos sedimentarios, se puede decir acerca de la parte química, que el medio carbonatado influyó favorablemente en la sedimentación del manganeso de sus soluciones hidrotermales. Los horizontes de brechas sedimentarias que se encuentran en la base de la sección de las calizas son muy favorables para la localización de los yacimientos descritos (Antonia, Josefina, Sevilla), zonas de grietas en calizas, a veces relacionadas con fallas. Es necesario señalar, que en las zonas cercanas a las fallas, los cuerpos en forma de veta se encuentran en horizontes suficientemente altos de la sección (desde la base de las calizas). Así, por ejemplo, el cuerpo en forma de veta de los minerales de manganeso en la manifestación mineral Los Negros, coincide con la zona de trituration de una gran falla pre-mineralizada, que se encuentra a 200 m más arriba del contacto de las calizas con las rocas vulcanógenas.

Teniendo en cuenta las dimensiones pequeñas (generalmente) de los yacimientos y de las manifestaciones minerales de génesis hidrotermal, a pesar de la corrientemente alta calidad de los minerales, hay que calcularlos como que no tienen importancia industrial. Por esto hay que tener en cuenta también la trituration de la mayoría de éstos en la parte de más difícil acceso de la zona investigada.

Otros yacimientos. A éstos se refieren los yacimientos del tipo "de sombreros de manganeso" y los nombrados "Granzones".

Los sombreros de manganeso representan un producto de intemperismo que penetra en la zona de oxidación durante el intemperismo de los minerales de manganeso preferentemente de silicatos, lo que conduce al enriquecimiento, con manganeso, de los productos residuales.

Los "Granzones" según Park y Cox⁸ se formaron por soluciones actuales y por el traslado del manganeso a pequeñas distancias mediante aguas subterráneas.

Estas y las otras manifestaciones tienen un máximo de reservas de algunas decenas de toneladas y no tienen ninguna importancia práctica.

Algunas deducciones. De los datos tomados acerca de la estructura geológica de la zona y de los tipos de yacimientos de manganeso y de manifestaciones minerales que se encuentran en sus límites, se deben hacer las siguientes deducciones prácticas.

1) El tipo industrial de yacimiento en los límites de la zona estudiada está representado por el tipo de yacimientos sedimentarios de manganeso, cuyas reservas se calculan en cientos de miles y algunos millones de toneladas.

2) La localización de estos yacimientos se determina con la reunión de los siguientes factores geológicos:

a) Asociación con la zona de contacto, de las formaciones vulcanógenas del Eoceno Inferior-

Paleoceno y los depósitos carbonatados del Eoceno Medio.

b) Existencia de facies favorables de tobas finamente fracturadas, preferentemente calcáreas, entre las formaciones vulcanógenas, presencia de intercalaciones de tobas entre las formaciones vulcanógenas y presencia de intercalaciones de tobas entre calizas estratificadas y en algunos lugares brechosas del Eoceno Medio (zonas faciales de Cautillo, Casualidad, Rihito y Los Negros).

c) Presencia de un paso constante o un hiato débil entre secuencias carbonatadas y vulcanógenas.

3) El área considerada como la que contiene el máximo de las condiciones enumeradas se encuentra al centro de la zona investigada. En esta zona también se debe concentrar la realización de perforaciones de búsquedas. Los trabajos que fueron realizados en el 1964 en pequeño volumen, condujeron al descubrimiento de la manifestación mineral ciega Las Manue-las, cuyas reservas perspectivas se evalúan en 400-500 miles de toneladas de minerales de manganeso con un contenido de cerca del 30%.

4) Los datos obtenidos pueden ser utilizados para la realización de trabajos de búsquedas de manganeso en otras zonas de la provincia de Oriente, en particular directamente al este de la zona estudiada y en la parte nordeste de la cuenca de manganeso de la provincia.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Bermúdez, P. J. Las formaciones geológicas de Cuba. *Geología Cubana*. No. 1. Inst. Cubano de Recursos Minerales. 1961.
- 2) Burkchard, E. F. Manganese Ore Deposits in Cuba. *Trans. AM. Inst. Min. Eng.*, LXIII, 51-104, 1919-1920.
- 3) Calvache, A. Historia y desarrollo de la minería en Cuba. 170 pp. La Habana. 1944.
- 4) Furrázola-Bermúdez, G., Judoley, C. y otros. Generalidades sobre la geología de Cuba. *Revista Tecnológica*, 1963, 1, 10 y 1964, 2, 1.
- 5) Keijzer, F. G. Outline of the Geology of the Eastern Part of the Province of Oriente. *Utrecht, Geol. en Geol. Meded. Physiog. Geol. Reeks*, Sep. 2, No. 6, 1-239, 1945.
- 6) Lewis, G. F. y Straczek, J. A. Geology of South-Central Oriente, Cuba. *U. S. Geol. Survey Bull.*, 975-D, 171-336, 1955.
- 7) Park, C. F. Jr. Manganese Deposits of Cuba. *U. S. Geol. Survey Bull.*, 935-B, 75-97, 1942.

- 8) Park, C. F., Jr., y Cox, M. W. Manganese Deposits in Part of the Sierra Maestra, Cuba. U. S. Geol. Survey Bull., 935-F, 307-355, 1944.
- 9) Schatsky, N. C. Acerca de las formaciones de manganeso y de su metalogenia. A C URSS. Geología, No. 4, 1954.
- 10) Simmons, F. S. y Straczek, J. A. Geology of the Manganese Deposits of Cuba. U. S. Geol. Survey Bull., 1057, 1-289, 1958.
- 11) Sokolova, E. A. Acerca de las formaciones de manganeso vulcanógeno-sedimentarias del Tipo California. Trabajos del Inst. de Geología Pub. 81. 1963. Moscú.
- 12) Spencer, A. C. Manganese Deposits of Santiago de Cuba. U. S. Geol. Survey Bull., 213, 251-255, 1903.
- 13) Taber, S. Sierra Maestra of Cuba, part of the Northern rim of the Bartlett Trough. Bull, Geol. Soc. Amer. vol. 45, 567-619, 1934.
- 14) Woodring, W. P. y Davies, S. N. Geology and Manganese Deposits of Guisa-Los Negros. Area Oriente Province. Cuba. U. S. Geol. Survey Bull., 935-G, 357-386, 1944.