

¡Todo lo que usted necesita saber sobre protección
y uso racional de los recursos!

En el Instituto Superior Minero Metalúrgico funciona el "Centro de Estudios de Protección y Uso Racional de Recursos Naturales" el cual oferta:

- Cursos de Post-grado
- Entrenamientos
- Consultorías
- Maestrías
- Evaluación del terreno
- Ensayos de laboratorio
- Asistencia Técnica
- Proyectos de Ingeniería Ambiental

Dirija su correspondencia a:

Dr. Rafael Guardado Lacaba
Instituto Superior Minero Metalúrgico
Vice-Rectoría de Investigaciones y Postgrado
Las Coloradas,
Moa, Holguín
Cuba
Telef.: 6 6678 - 6 4476 - 6 4214

Visítenos y disfrutará del cálido sol caribeño



EXPRESION GEOFISICO-GEOQUIMICA DE HIDROCARBUROS SOMEROS, BITUMENES NATURALES Y ASFALTITAS; IMPLICACIONES PARA UN ENFOQUE MAS INTEGRAL DE LA EXPLORACION

José R. Alfonso Roche*
Manuel E. Pardo Echarte**

*Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría
** Instituto de Geología y Paleontología

RESUMEN: El artículo hace referencia a la utilización de métodos geofísicos y geoquímicos no convencionales en la prospección de hidrocarburos. Se exponen dos "Modelos Generalizados de Respuesta" (MGR) para depósitos someros de hidrocarburos (HC) y bitúmenes-asfaltitas respectivamente, los cuales fueron corroborados con los resultados obtenidos en zonas de ocurrencia de yacimientos de este tipo.

Se estiman los índices complejos geofísico y geoquímico, los cuales sintetizan la información contenida en diferentes atributos. Estos índices ofrecen una respuesta expresiva ante los objetos perturbadores, lo que permite localizarlos.

Como resultado del trabajo, se proponen las estrategias de prospección a seguir para depósitos de hidrocarburos y de bitúmenes-asfaltitas.

ABSTRACT: The article does reference to the utilization of the unconventional geophysical and geochemical methods in the prospection of hydrocarbons. Exposed are two Generalised Models of Answer (MGR) for the shallow deposits of the hydrocarbons and bitumen-asphaltum respectively of which were corroborated with the results obtained in the zones where these deposits exist. Estimated are the complex geophysical and geochemical index, of which synthesize the information contained in different attributes. These index offer an expressive answer to the disturber objects, that help in locating them.

As a result of this work proposed are the strategies of the prospection to follow for the hidrocarburos and bitumen-asphaltum deposits.

INTRODUCCION

En nuestros días la reducción del costo de la prospección de hidrocarburos y otros productos afines es una necesidad de primer orden, sobre todo, para los países en vía de desarrollo.

Un camino para lograr este objetivo es el empleo de los denominados "métodos geofísicos y geoquímicos no convencionales" capaces de detectar indicaciones directas (en la superficie del terreno o en las cercanías de ésta) de las aureolas de difusión de hidrocarburos ligeros (HCL) y de otros elementos satélites, de procesos físico-químicos o de modificaciones del medio (suelo, rocas, agua) en sus

inmediaciones. Por otra parte, la distribución de las ocurrencias de aceites pesados, bitúmenes naturales y asfaltitas parece estar controlada fundamentalmente por el patrón de agrietamiento tectónico en la parte superior del corte (primer kilómetro). La asociación de estas ocurrencias, con los depósitos de HC someros y los sistemas de descargas de aguas termales mineralizadas (presumibles mezclas naturales de aguas de capa con aguas meteóricas) sugiere la existencia de un vínculo genético entre éstos, con una implicación sistémica, de la cual se deriva la unidad de lo que denominaremos "Modelos Generalizados de Respuesta" (MGR).

MODELOS GENERALIZADOS DE RESPUESTA PARA HIDROCARBUROS SOMEROS Y BITUMENES NATURALES - ASFALTITAS

Se exponen los MGR asumidos a partir de una generalización de los materiales consultados en la bibliografía especializada.

A) Modelo de depósito somero de petróleo y gas

Existe un depósito de HC que yace a una profundidad no mayor que 1,5-2 km y un sistema de "microcanales" subverticales entre el depósito y la superficie del terreno, que permite el ascenso de las emanaciones de los HCL y

de sus componentes satélites, causantes de las aureolas de alteraciones geoquímicas.

Modelo de respuesta

En la superficie debe observarse:

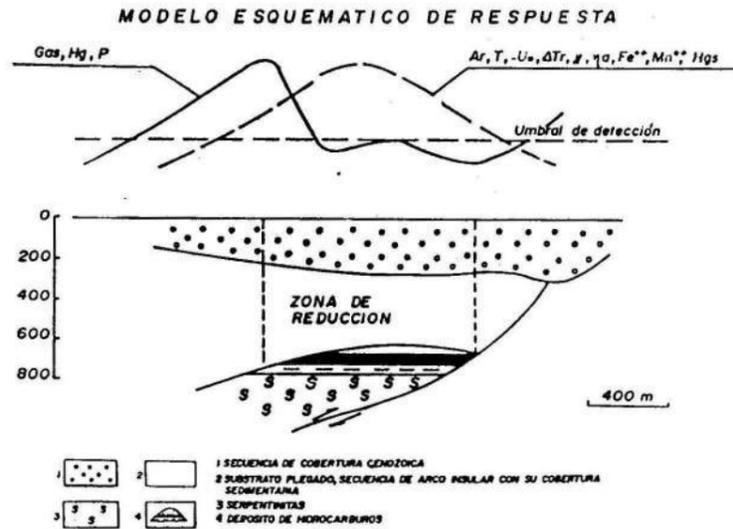
1. Un incremento de la arcillosidad aparente (fracción con granulometría de arcilla) provocado, presumiblemente por el aumento de carbonatos y sulfatos o por la aparición de montmorillonita; ésto condiciona un desbalan-

ce diagnóstico entre la arcillosidad aparente (A) y la radioactividad natural (I) del suelo.

- Un incremento de los contenidos de sulfuros y óxidos de hierro y manganeso a modo de mineralización dispersa, hecho que debe producir un incremento de los efectos de polarización inducida y de la susceptibilidad magnética del suelo. Esto ocurrirá siempre que en el corte existan las variedades litológicas que puedan aportar los elementos metálicos considerados.
- Un posible aumento de la resistividad aparente del terreno debido al aumento de carbonatos y sulfatos.
- Una anomalía negativa del campo eléctrico natural y una disminución del potencial de oxidación-reducción (Redox) sobre la proyección del depósito, asociadas a las zonas de ambiente reductor que se genera desde éste hacia la superficie.

- Un aumento local de la temperatura causado, fundamentalmente, por el efecto sumario de las reacciones exotérmicas de oxidación de los HC y la reducción de los sulfatos; ambas condicionadas por la acción de bacterias tanto aerobias como anaerobias.
- Un débil incremento (≤ 20 nT) del campo magnético debido a la zona de sulfuros diseminados, mencionada anteriormente. En ocasiones este campo magnético puede poseer una alta variabilidad espacial de amplitudes poco intensas.
- Anomalías espectrométricas débiles de potasio, uranio y torio, asociadas a las zonas de escape de los HCL. Un comportamiento similar ocurre para otros elementos trazas como V, Cu, Pb, Ni, Hg, I, Sr y otros.

Los efectos anómalos 1, 3 y 7 en general poseen patrones de estructura anular periférica más o menos complicadas, similares a las de las anomalías gaseosas.



B) Modelo de nudo - campo mineral - depósito bituminoso-asfáltico

Existe un sistema de agrietamiento tectónico con una alta impregnación de bitúmen, que puede llegar a ser cuasimasiva o masiva localmente.

Modelo de respuesta

En la superficie deben observarse:

- Cadenas de máximos radiométricos débiles de naturaleza uranífera o urano-potásicas.
- Cadenas de mínimos residuales débiles del campo aeromagnético que pueden alternarse con máximos

débiles, en el caso de la magnetometría terrestre de alta precisión.

- Mínimos del potencial de oxidación-reducción (Redox).
- Un incremento de la temperatura.
- Un incremento de la susceptibilidad magnética del suelo.
- Un incremento del contenido de mercurio lábil del suelo.
- Un aumento de la arcillosidad aparente.
- Un aumento de la resistividad eléctrica. (Ver fig. 2).

CASOS HISTORICOS

En los últimos años en Cuba se han utilizado, de forma incipiente, algunos de estos métodos no convencionales de prospección. A pesar de su limitado volumen, en casi todos los casos, los resultados son muy interesantes, aunque no concluyentes. Entre los tipos de trabajos realizados pueden citarse: levantamientos gaseosos, radiometría, espectroscopía, mercurimetría, termometría, estudio de la susceptibilidad magnética y de la arcillosidad aparen-

te del suelo y otros. A continuación se mostrarán 3 casos históricos de los primeros trabajos realizados.

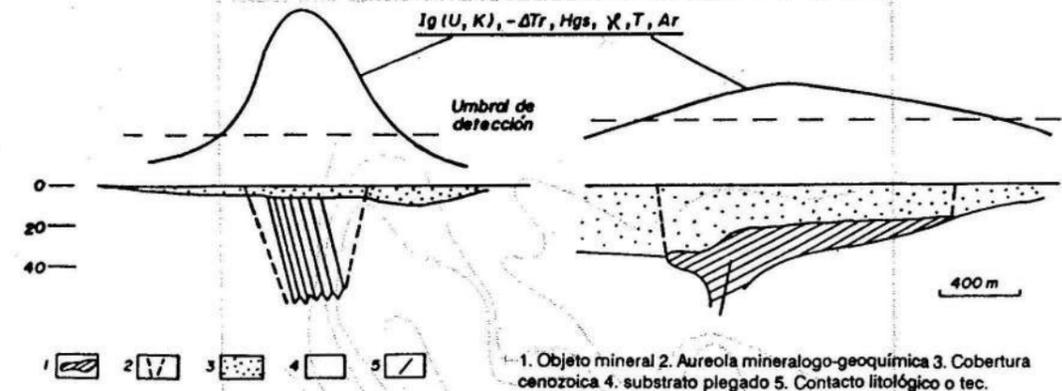
Depósito de HC Cantel

Este depósito de HC se encuentra en el norte de la provincia de Matanzas en la zona de "recubrimiento tectónico", la cual se caracteriza por una estructura abigarrada de mantos, pliegues y sobrecorrimientos, que posterior-

mente se han visto complicados por desplazamientos sub-verticales y horizontales que dificultan las correlaciones. En la parte superior del corte aparecen secuencias de piso post-orogénico que yacen discordantemente sobre

rocas del "orógeno cubano". Este primer piso está representado por secuencias carbonatado-terrágenas (Paleoceno-Mioceno) que yacen sobre areniscas, limonitas, argilitas, y arcillas (Cretácico Superior-Paleoceno) del piso orogénico.

MODELO ESQUEMATICO DE RESPUESTA



En las secuencias de conglomerados (olistostromicas) del piso orogénico, aparecen representadas rocas de las asociaciones ofiolíticas y del arco volcánico, cuyo espesor varía entre los 100-200 m. Estas rocas están intensamente dislocadas, lo que ha condicionado la aparición de la permeabilidad necesaria para dar paso a los HC ascendentes provenientes de las calizas más profundas.

El depósito Cantel está asociado con la secuencia ofiolítica y calcárea. La profundidad del mismo es menor de 1 km.

Los suelos presentes en el área pertenecen al tipo Matanzas (arcillosos rojos de profundidad próxima a 1,5-2 m).

El área investigada tiene aproximadamente 1 km², y se encuentra sobre el bloque occidental del depósito.

Los trabajos geofísicos (radiometría y magnetometría) se realizaron en una red de 50 x 50 m. Se recolectaron muestras de suelo en una red de 100 x 100 m, a las cuales se les determinó la susceptibilidad magnética. De estas muestras se escogió un subconjunto correspondiente aproximadamente a una red de 200 x 200 m a las que se les determinó la arcillosidad aparente (A), se sometieron además al análisis espectral semicuantitativo para los elementos V, Cu, Ni, Pb, Zn y Co.

Para poder estudiar el desbalance entre la radioactividad natural y la arcillosidad aparente se procedió a la reducción de ambas magnitudes al intervalo de variación (-1/2, 1/2), mediante la transformación

$$\tilde{x} = \frac{2x - xM - xm}{2(xM - xm)}$$

donde: x = observación (A o I_γ);

xm = su valor mínimo
xM = su valor máximo
 \tilde{x} = magnitud reducida al intervalo (-1, 1)

El índice arcillosidad-radiometría $D = A - I_{\gamma}$ toma así valores en el intervalo (-1,1). De acuerdo con el MGR asumido, sobre el depósito, deben aparecer valores positivos de este índice; el comportamiento observado es, en general, el siguiente.

El campo magnético (T) se comporta de una forma muy variable sobre el área, sin embargo, se encontró una regularidad en su variabilidad: ésta es mayor sobre las zonas productoras. Para evaluar este comportamiento se utilizó el coeficiente de heterogeneidad aparente estimado a partir del campo magnético mediante el programa AUTOSUAV elaborado por uno de los autores. Se pudo observar una adecuada correspondencia entre los mayores valores de este coeficiente y las zonas productoras conocidas.

El comportamiento de la susceptibilidad magnética se corresponde con el MGR asumido.

Para sintetizar la información contenida en los atributos estudiados (parámetro arcillosidad-radiometría, heterogeneidad del campo magnético y susceptibilidad magnética del suelo) se evaluó el índice integrado geofísico.

$$\Theta_i = \sum_{j=1}^p [(X_{ij} - X_j) / S_j]^2$$

donde: X_{ij} variable j en el punto i
X_j valor de fondo del atributo j
S_j desviación típica del ruido de la variable j
P número de atributos usados

En la Fig. 3 se representan las isollneas del índice integrado geofísico, a partir del valor umbral = 20.

Al analizar los resultados de las determinaciones semicuantitativas contenidas en los elementos trazas estudiados se evidenció que el cobre aumenta, mientras el vanadio, el níquel y el plomo disminuyen sobre el depósito en relación con los alrededores del mismo. El cobalto y el zinc no mostraron una regularidad espacial definida, hecho que pudiera deberse a las limitaciones del método de análisis usado.

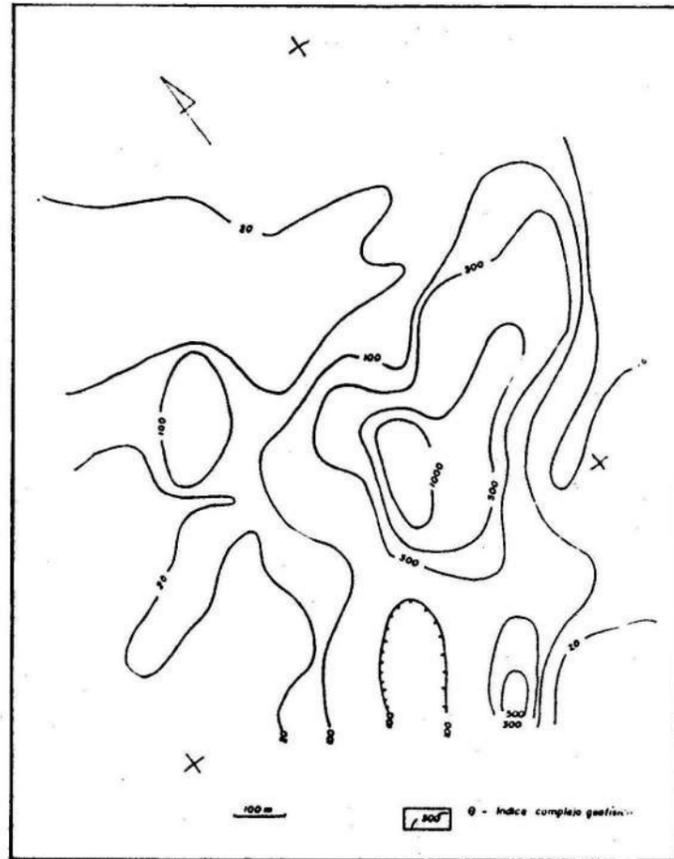
Para sintetizar la información geoquímica se estimó el índice integrado

$$\gamma_{qi} = \frac{100 \left[\sum_{j=1}^p \tilde{x}_{ij} - \sum_{j=1}^q \tilde{x}_{ij} \right]}{p + q}$$

donde:

\bar{X}_{ij} variable j -ésima reducida al intervalo (-1, 1)
 P número de atributos con anomalías positivas sobre el depósito (1 en nuestro caso)

q número de atributos con anomalías negativas sobre el depósito (3 en nuestro caso)
 Según el MGR este índice debe tomar valores positivos sobre nuestro objeto de estudio. El plano de isóneas de este índice integrado geoquímico se muestra en la Fig. 4.



Con el fin de poder evaluar visualmente la efectividad cartográfica de los índices integrados utilizados, en la Fig. 5, se presenta el plano de isóneas de la producción media anual de petróleo (en este bloque del depósito) sobre el cual se señalan dos perfiles de estudio, uno oeste-este y otro sur-norte. Puede apreciarse en las Figuras 6 y 7 la adecuada correspondencia existente entre estos índices integrados geofísico (Θ) y geoquímico (γ_q) con la producción media anual de petróleo (P) expresada en unidades arbitrarias. Este hecho permite inferir que el uso de los atributos estudiados posee una aceptable efectividad cartográfica para la detección de la aureola compleja geoquímico-mineralógica mencionada al inicio del trabajo.

En la Figura 5 se han representado también, los puntos correspondientes a las muestras con estudio geoquímico, utilizando distintos símbolos: exágonos para aquellas en que se cumple simultáneamente que los contenidos de cobre son mayores o iguales que $6 \times 10^{-3} \%$, los de vanadio, níquel y plomo son menores o iguales que $40 \times 10^{-3} \%$, $100 \times 10^{-3} \%$ y $10^{-3} \%$, respectivamente; aquellas muestras en las que se cumple la condición anterior sólo para 3 elementos, se representan por cuadrados, mientras que mediante círculos se indican aquellas en las que se cumple la condición para dos o menos de los 4 elementos estudiados. Puede apreciarse como las zonas con mayor producción del bloque estudiado se revelan de forma expresiva, a pesar del reducido número de elementos analizados y del procedimiento de análisis utilizado.

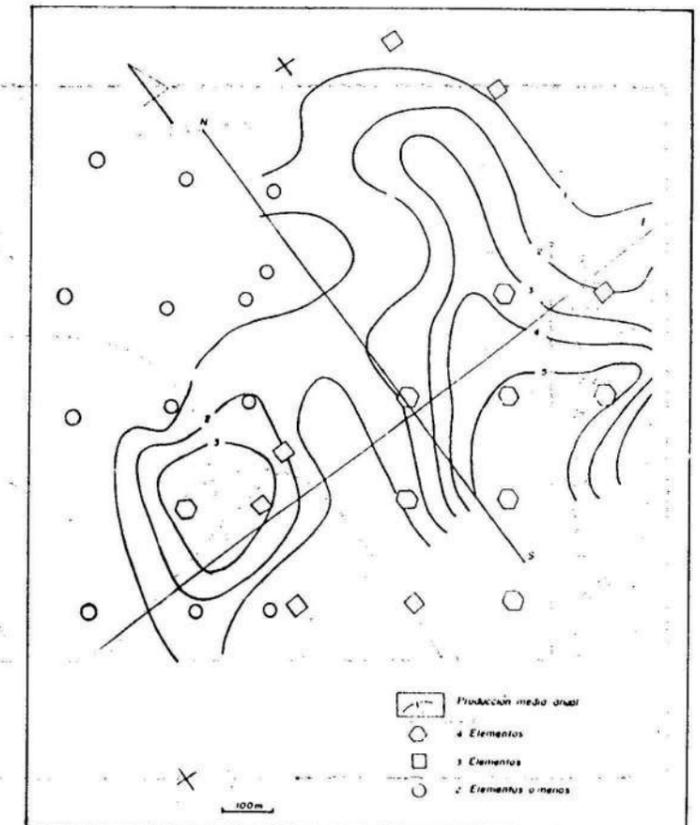
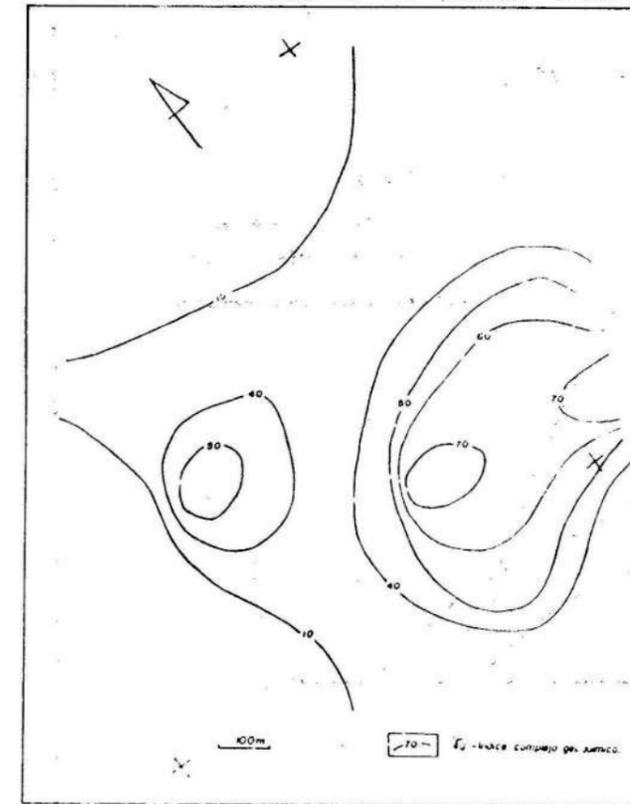
OCURRENCIA SUBSUPERFICIAL DE BITÚMENES NATURALES RELACIONADOS CON UN ESCAPE ACTIVO DE HIDRACARBUROS PESADOS

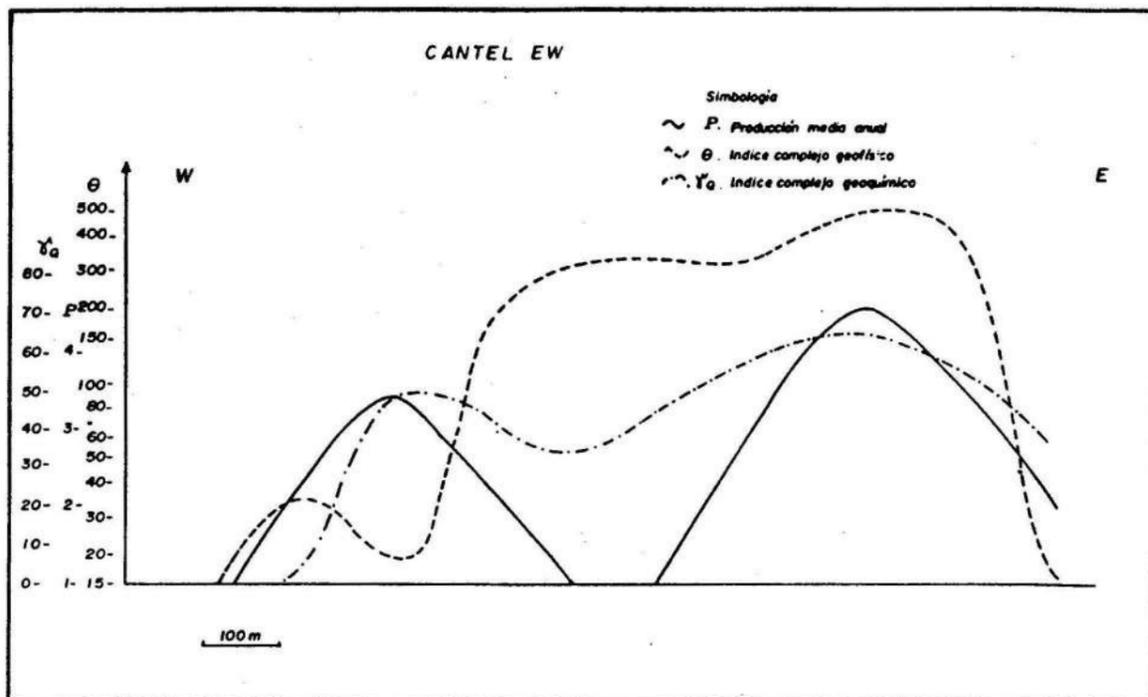
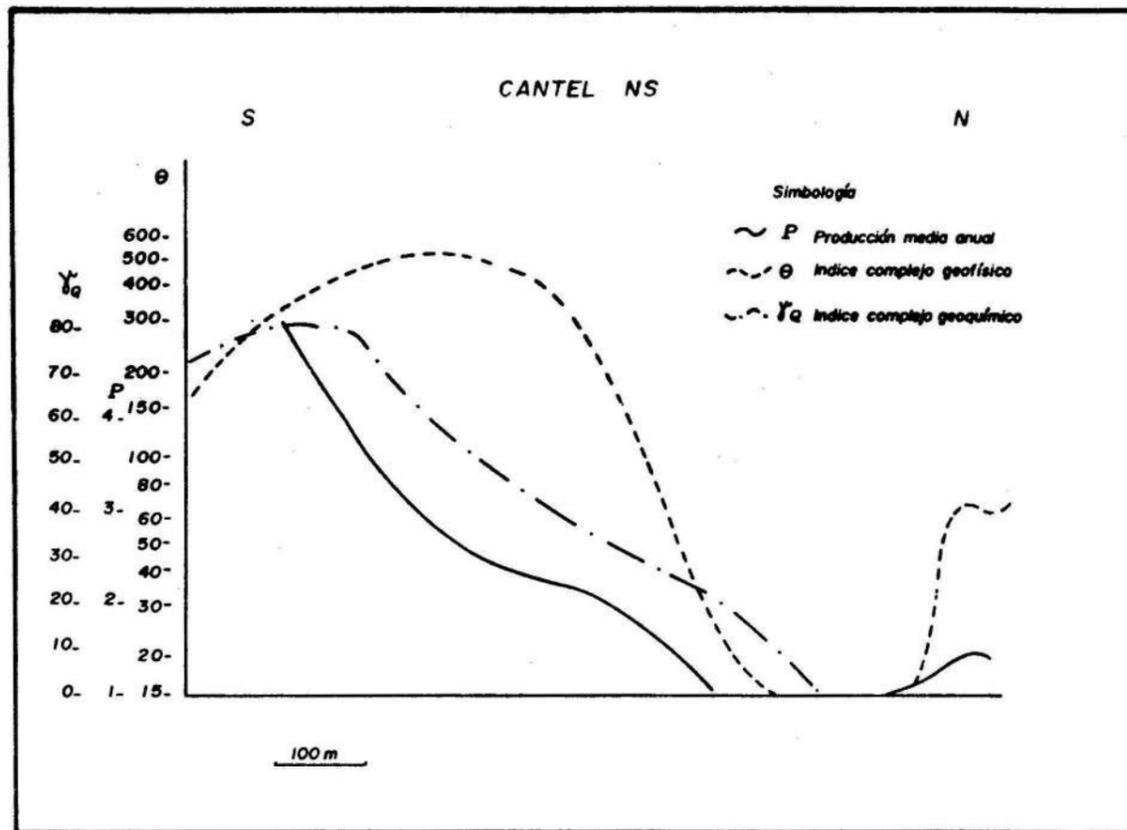
La ocurrencia tiene lugar en un área próxima a los manantiales de aguas mineralizadas "Elguea", en la costa norte de Cuba Central. La región conforma una llanura marítima de pendiente suave, caracterizada por depósitos

cenozoicos (Neógeno-Cuaternarios) y aislados afloramientos de rocas cretácicas y cretácico-jurásicas pertenecientes a la Unidad Tectono Estratigráfica Placetas-Camajuaní. La interpretación fotogeológica revela un cuadro de com-

plicación estructural neotectónica con bloques pequeños, horst-graben, limitados por dos sistemas de fracturas bien

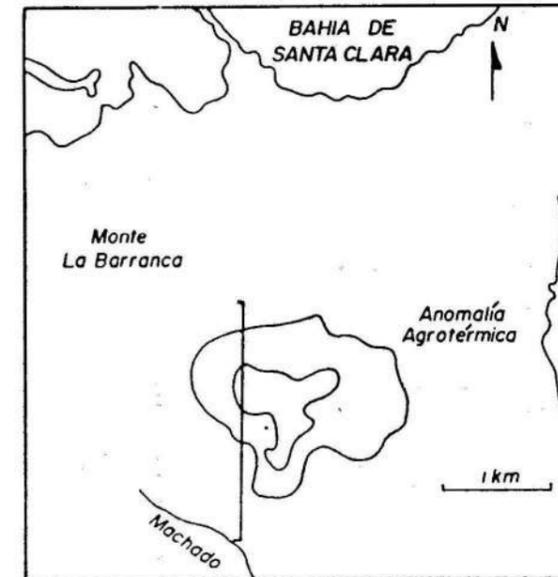
definidos: NO-SE (dirección cubana), más antiguo, y NE-SO, que desplaza al anterior.





La ocurrencia se reveló por una anomalía infrarrojo térmica de moderada intensidad (0,7 - 1,5 C⁰) y un área aproximada de 3 km², detectada durante un vuelo experimental realizado sobre los manantiales termales "Elguea" y sus inmediaciones (Fig. 8 A). Un exámen posterior de otros materiales aerogeofísicos

puso de manifiesto la correspondencia espacial de dicha anomalía con un máximo radiométrico débil de naturaleza U(Ra), y un mínimo aeromagnético residual débil (Fig. 9). La morfología del complejo anómalo sugiere el posible vínculo espacial con una intersección tectónica.



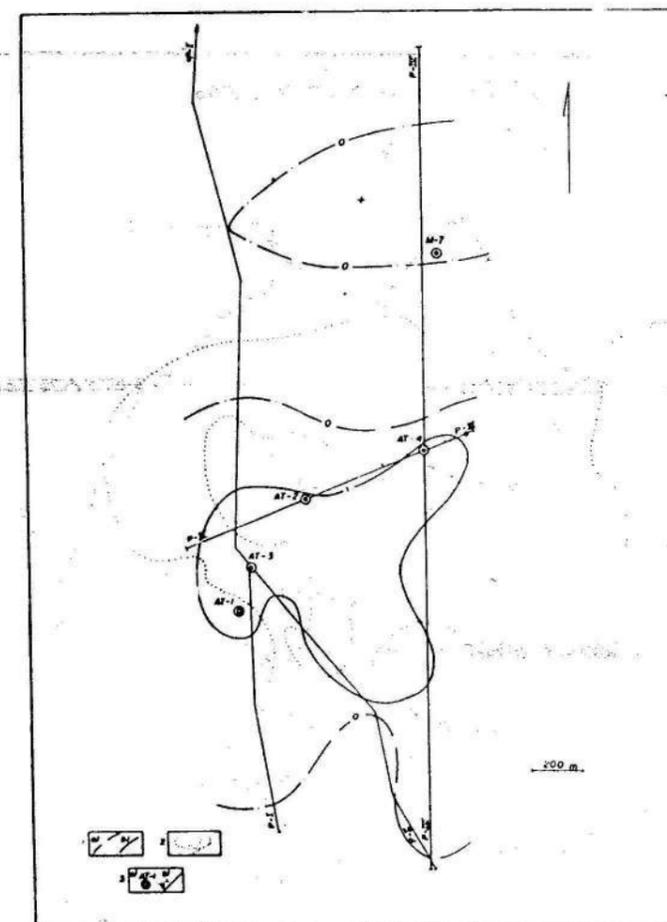
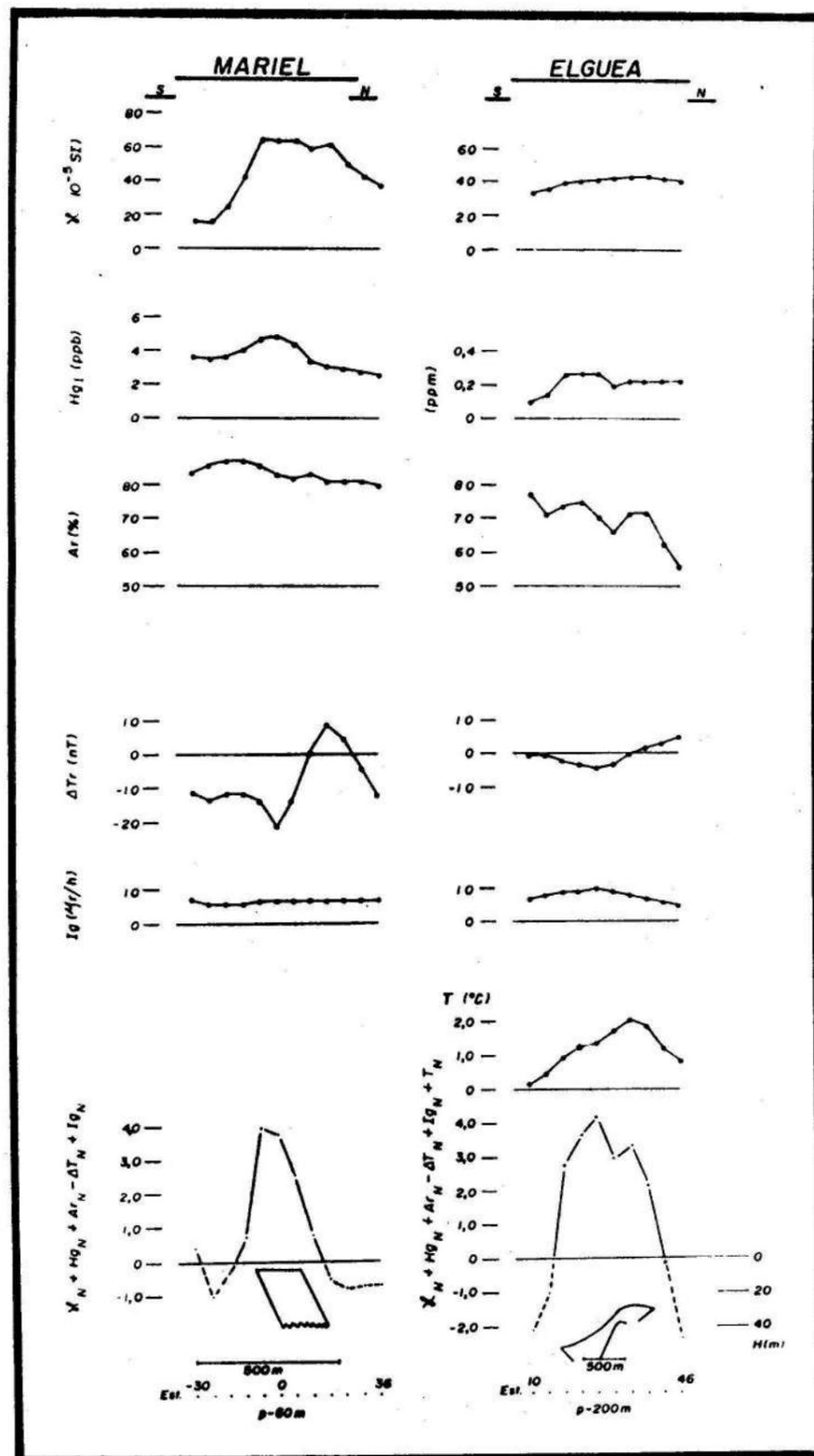
Los trabajos geofísicos de verificación a lo largo de un itinerario transversal por el extremo occidental de la anomalía infrarrojo térmica, revelaron la correspondencia espacial del máximo termométrico con un débil complejo anómalo, integrado por un máximo de la susceptibilidad magnética, del contenido de Hg lábil y de la arcillosidad aparente del suelo (eluvio); un mínimo magnético con un máximo conjugado en su extremo septentrional; y un máximo radiométrico (Fig. 10). El índice integrado geofísico-geoquímico (similar al utilizado para los datos geoquímicos en el caso anterior) resulta muy expresivo para la localización del objeto perturbador, como puede apreciarse en la Figura 10.

malo anterior con un escape activo (subsUPERficial) de hidrocarburos pesados: a partir de los 25-28 m, en un intervalo con potencia indeterminada, superior a los 11 m, se observaron rocas con alta impregnación bituminosa, fuerte olor a sulfídrico, y presencia de restos de petróleo pesado y gas inflamable en los testigos con alta temperatura al tacto. El intervalo referido litológicamente, corresponde a brechas carbonatadas con pedernal, brechas silíceas, areniscas grauvacas, calizas micríticas y esquistos arcillosos, de edad cretácica (todas impregnadas en bitumen) a las que sobreyacen sedimentos cuaternarios arcillosos y areno-arcillosos con clastos de rocas de rocas neogénicas, intensamente contaminadas con los referidos caustobiolitos en una potencia de 1 a 4 m. Otra observación interesante lo constituyó la presencia de una abundante diseminación pirítica en las rocas cretácicas del límite norte de la anomalía compleja (pozo AT-2, Figura 11).

La información portada, solamente por la magnetometría y la radiometría, posee una buena resolución cartográfica como se observa en la Figura 11.

Los resultados de la perforación de verificación permitieron establecer el vínculo genético del complejo anó-

MOA La
Región Minera
de Cuba



SISTEMA DE VETAS ASFÁLTICAS (GRAHAMITAS) SUB-AFLORANTES

La ocurrencia tiene lugar en la región de la Bahía de Mariel, en la costa norte de Cuba Occidental, dentro del conocido distrito asfaltífero del mismo nombre (Fig. 12). La región, de relieve suavemente ondulado, se caracteriza por una secuencia flyschoides representada por margas, areniscas y conglomerados del grupo Mariel (Paleoceno-Eoceno Inferior). Las vetas asfálticas se asocian tanto, al sistema de grietas desarrollado en la zona de articulación de una zona horst-graben con rumbo NE (Zona Rodas-Arrempuja), como al sistema transversal más joven (vetas Manuela, Bongo y otros).

El itinerario geofísico-geoquímico de estudio (Fig. 12), atraviesa la zona sub-aflorante (2-5 m de profundidad) de rocas asfálticas "Rodas Este", muy próxima a su intersección con la zona de vetas "Rodas-Arrempuja". La referida zona de rocas asfálticas de extensión no es-

tablecida, tiene una potencia aproximada de 150 m con buzamiento de 65-75° al NO. En los materiales aerogeofísicos de la región estos sistemas de vetas y rocas asfálticas aparentemente no se manifiestan.

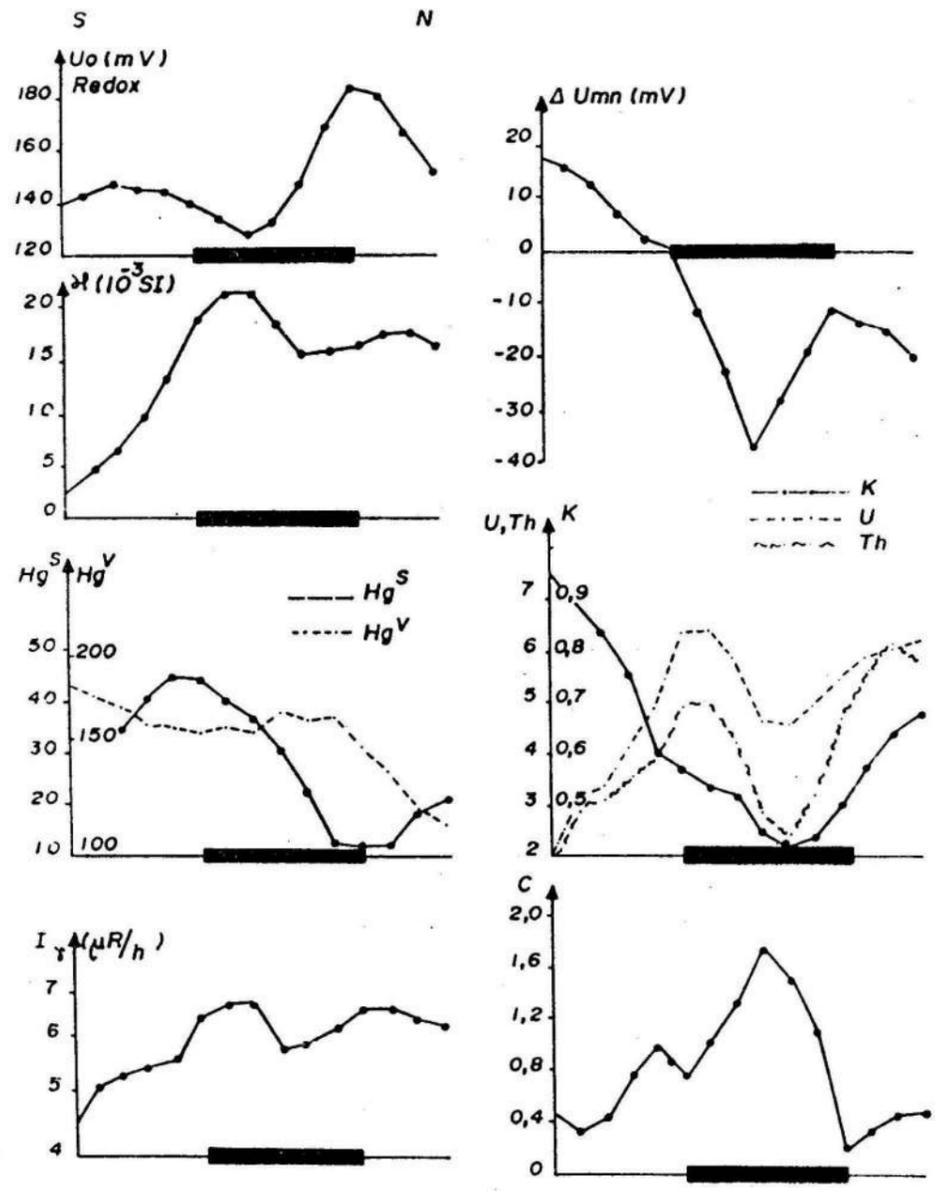
Los resultados de los trabajos terrestres de modelación empírica, geofísica-geoquímica revelan un complejo anómalo integrado por: un máximo de la susceptibilidad magnética del contenido de Hg lábil y de la arcillosidad aparente del suelo (eluvio), y un mínimo magnético con máximo conjugado en su extremo septentrional. La radiometría no resultó indicativa (Fig. 13). Como en el caso anterior el índice integrado geofísico-geoquímico tiene una respuesta muy expresiva la cual permite no sólo la localización del objeto perturbador, sino también nos da cierta idea acerca de su geometría, como puede apreciarse en la Figura 13.

CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados descritos nos permitieron, por un lado, verificar la validez general de los MGR enunciados, y por otro, argumentar un nuevo proyecto de investigaciones geofísico-geoquímicas no convencionales para la prospección de HC someros. Como ejemplo de los resultados preliminares, en la Figura 14 se muestra un

segmento de uno de los itinerarios de medición sobre el depósito Cantel, donde se han representado algunos de los atributos estudiados, así como su integración en el índice C. Puede observarse en esta Figura la completa correspondencia de estos datos con las respuestas esperadas.

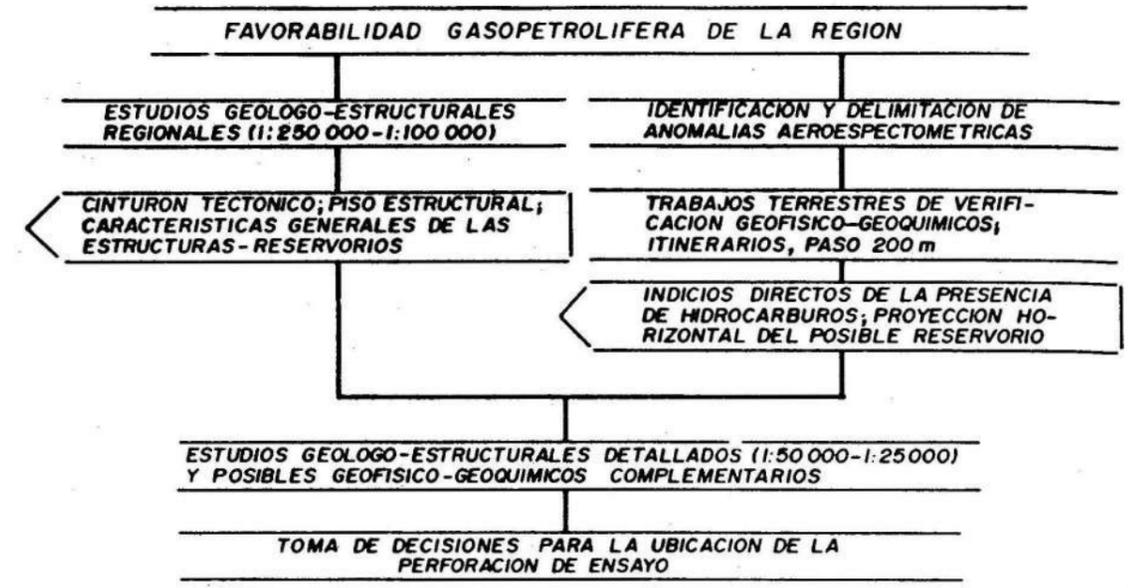
CANTEL (Nuevos trabajos)



500m

■ Zona productora

ESTRATEGIA PARA LA EXPLORACION DE HIDROCARBUROS SOMEROS



ESTRATEGIA PARA LA EXPLORACION DE BITUMENES NATURALES Y ASFALTITAS



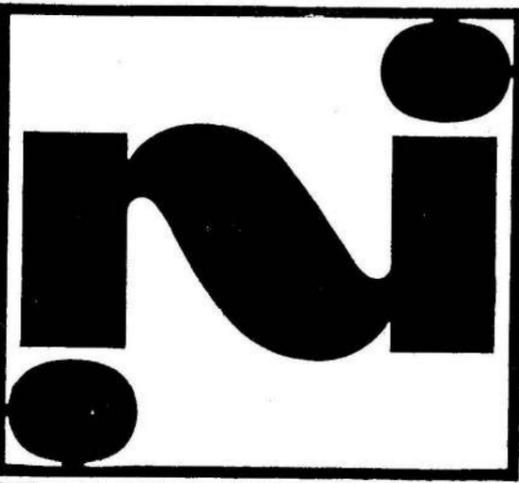
Como resultado de la experiencia adquirida por los autores en el uso concreto de las técnicas tratadas se han propuesto las estrategias de prospección para HC y para bitúmenes asfaltitas mostradas en

las Figuras 15 y 16 respectivamente. Completan estas estrategias las metodologías para los trabajos de campo, laboratorio y gabinete correspondientes a las técnicas descritas.

REFERENCIAS

1. ALFONSO, J. Y J. CASTRO: Informe sobre trabajos desarrollados en un sector del yacimiento Cantel usando métodos geofísicos no convencionales, CIDP, 1990.
2. ALFONSO, J. Y A. RODRIGUEZ. Sistema AUTOSUAV, publicación interna, ISPJAE, 1986.
3. ALFONSO, J. M. PARDO y otros: Trabajos metodológicos experimentales sobre métodos no convencionales de prospección de hidrocarburos someros en colectores serpentínicos (Áreas Cantel-Preciosa, Máximo Gómez y Motembo), MinBas-MES, 1992.
4. BERIOZHIN, V. y otros: *Aplicación de los métodos geofísicos de exploración a la búsqueda directa de yacimientos de petróleo y gas* Edit. Niedra, 1978.
5. DUCHSEHEREV, W.: *Prospección geoquímica para hidrocarburos*. Penn Well Pub, 1984.
6. ECHEVERRIA, G.; G. LOPEZ y otros: Introducción, análisis y evaluación del método geoquímico de superficie (levantamiento gaseoso) para la prospección de yacimientos de hidrocarburos en las áreas Cárdenas. Máximo Gómez y Motembo, CIDP, 1988.
7. HONSFELD, R.: "Exploración magnética". *Oil and Gas J.* Vol. 82, No. 7, 1984.
8. JONES, V., R. DROZD: "Predicciones del potencial de petróleo y gas por geoquímica sub-superficial". *AAPG Bull* Vol. 67, No. 6, 1983.
9. KILMER, C.: "Mínimos de radiación sobre áreas productoras vistas como un fenómeno geoquímico del suelo". *Oil and Gas J.* Vol. 81, No. 30, 1983.
10. KOROLKOV, Yu.: *Sondeo electromagnético transitorio para la búsqueda de petróleo y gas* Edit. Niedra, 1987.
11. MINGEO, URSS. Recomendaciones metodológicas para la aplicación del método de la suma de los gradientes totales en la búsqueda de los depósitos de petróleo y gas.
12. PARDO, M. et al: Informe final técnico-investigativo sobre la verificación de la naturaleza geológica de la anomalía aerotérmica-geofísica "La Paloma", F. Geológico, 1991.
13. PARDO, M. y otros: Informe técnico investigativo sobre los trabajos metodológicos experimentales geólogo-geofísicos sobre vetas asfálticas en la región Mariel-Zona "Rodas-Arrempuja", F. Geológico, 1991.
14. PIRSON, S.: "Progresos en la exploración magneto-eléctrica" *Oil and Gas J.* Vol. 80, No. 42, 1980.
15. ———: Análisis geológico de los registros de pozos. Gulf. Pub. Co., 1970.
16. SAUNDERS, D. y otros: "Exploración terrestre usando la nueva geoquímica y geomorfología". *Oil and Gas J.* Vol. 83, No. 17, 1985.

¡PONGASE EN CONTACTO CON CUBANÍQUEL!



**MÁS NÍQUEL
MÁS CERCA
DE USTED**



7-8460



CUBANÍQUEL



P. O. BOX
6128

Oficina Central:
Calle 23 No. 55, Vedado,
La Habana, Cuba.

PRINCIPALES PARTICULARIDADES DE LA COMPOSICION MINERALOGICA DE LAS ROCAS DEL FONDO OCEANICO

Dr. Mijaíl N. Ostroumov

Instituto de Minas de Leningrado

RESUMEN: Se realiza un análisis topomineralógico del catálogo de minerales de la litósfera oceánica. Se establece que las perspectivas de crecimiento de dicho catálogo así como el descubrimiento de nuevas especies minerales en los fondos oceánicos son bastante limitadas. Por otra parte, se puede concluir, que los procesos de mineralogénesis que tienen lugar en el océano son procesos elementales.

ABSTRACT: Realized was an analysis of topomineralogic catalogue of minerals of the oceanic lithosphere. It was established that the perspective of growing on the mentioned catalogue for example of the discovery of the species of minerals in the ocean depths are very limited. On the other hand permits to conclude that these processes of the mineralogénesis that occur in the ocean are elemental.

INTRODUCCION

La cantidad de publicaciones dedicadas a las cuestiones de la mineralogénesis oceánica son numerosas. Sin embargo entre ellas, hasta ahora, no existe ningún trabajo que generalice y sistematice todos los datos conocidos sobre la composición de las rocas del fondo oceánico.

En las diferentes bibliografías sobre geología marina desde el punto de vista mineralógico se caracterizan detalladamente los tipos principales de rocas descubiertas actualmente en la litósfera oceánica. Todos estos datos y materiales se presentan como una base real para la primera variante del catálogo de minerales que componen las rocas oceánicas. El análisis especial topomineralógico de este catálogo es el objetivo principal de este trabajo.

Además de lo planteado, la generalización puede ser útil para establecer conclusiones sobre el nivel de estudio mineralógico de la litósfera oceánica, y servir como una guía práctica para los minerales útiles que aparecen en él.

En el catálogo de los minerales oceánicos no se incluyen las especies y variedades cuyos hallazgos estén en dudas o que no hayan sido confirmados.

En este catálogo las modificaciones polimorfas se consideran como especies minerales independientes.

En las series isomorfas junto con los miembros extremos se diferencian también, los intermedios (variedades interespecies), los cuales están en ellos al mismo nivel que las especies minerales.

ANALISIS TOPOMINERALOGICO

En correspondencia con nuestros materiales, actualmente en las rocas magmáticas, sedimentarias y metamórficas de la litósfera oceánica, se han descubierto y descrito 179 especies minerales (incluyendo variedades interespecies) y 9 variedades intraespecies.

Hay que tener en cuenta que en el catálogo se incluyen condicionalmente 12 especies minerales exclusivamente de origen terrígeno, las cuales se concentran sólo en placeres.

Estos minerales son: diamante, corindón, columbita, samarskita, fergusonita, torianita, torita, berilo, monacita, xenotimo, wolframita y cheelita. Ellos no se consideran en el análisis sucesivo. Además en el catálogo analizado no se incluyen los minerales con capas mezcladas (illita, clorita, esmectita, asbolana, buzélita etc). Estos minerales que se encuentran en los complejos sedimentarios del fondo oceánico, debido a su status taxonómico inexacto no aparecen en el catálogo. Por lo tanto ahora según nuestros

cálculos, en la litósfera oceánica existen 167 especies minerales.

Entre los complejos minerales de la litósfera oceánica de acuerdo con la cantidad de especies minerales es el sedimentario el más abundante, en el se reportan alrededor de 100 especies.

Aquí se incluyen minerales cuya naturaleza sedimentaria (primaria) es dudosa, como el cuarzo, cinabrio y algunos silicatos. Estos minerales no se forman en el proceso sedimentario y sólo se encuentran en forma de granos clásticos raros dentro del complejo sedimentario.

En estos complejos entre los minerales más abundantes se encuentran los silicatos de capas mezcladas: esmectitas, hidromicas, cloritas, zeolitas, material carbonatado y en menor grado sulfatos.

Actualmente se han determinado alrededor de 50 especies minerales en las concreciones de hierro-manganeso, que como se sabe representan los tipos morfológi-