

Composición mineralógica de los sedimentos superficiales del Golfo de Batabanó*

**Maritza ÁLVAREZ FEIJÓO

RESUMEN. *Se ofrecen los resultados obtenidos en las investigaciones realizadas en el Golfo de Batabanó dirigidas a la caracterización de este acuatorio desde el punto de vista mineralógico. Se colectaron 309 muestras superficiales y se procesó la fracción de aleurita gruesa utilizando las técnicas del bromoformo y el imán de mano. Se determinaron los minerales mediante la utilización de un microscopio petrográfico y luz reflejada, lo que unido a las técnicas anteriores, brindó la posibilidad de clasificarlos con mayor rapidez. Se clasificaron 41 minerales; entre los alotígenos los más representativos son el disteno, la estauroлита, el circón, la ilmenita, el leucoceno, la turmalina y la epidota. Entre los autógenos, la pirita-marcasita, los hidróxidos de hierro y la siderita. Los depósitos de la plataforma noroccidental del Golfo de Batabanó son predominantemente de origen terrígeno, que presentan altas concentraciones de minerales arcillosos y cuarzo en la subfracción ligera analizada.*

INTRODUCCIÓN

La gran cantidad de recursos minerales que existen en los fondos marinos hace que las regiones de plataformas se conviertan en zonas abastecedoras de minerales y fuentes energéticas, las cuales ya se explotan a nivel mundial.

El Golfo de Batabanó ha sido objeto de investigación, desde el punto de vista geológico, desde hace varios años. Los traba-

jos de Ionin *et al.* (1969), Vasiliev y Pavlidis (1975), Vasiliev *et al.* (1975), Vasiliev y Pavlidis (1977), Ionin *et al.* (1979), Avello y Pavlidis (1986) y Guerra *et al.* (1987), entre otros, explican de forma generalizada,

*Manuscrito aprobado en marzo de 1988.

**Instituto de Oceanología de la Academia de Ciencias de Cuba.

las características geológicas, sedimentológicas, mineralógicas, geoquímicas y de restos esqueléticos para esta área de la plataforma.

Estas investigaciones crearon los antecedentes necesarios para la realización de un estudio más detallado sobre la composición mineralógica del área mediante el empleo,

por parte de nuestro Instituto, de nuevas técnicas.

El objetivo del trabajo consiste en establecer una caracterización mineralógica de los sedimentos superficiales que conforman el Golfo de Batabanó, teniendo en cuenta, además, la movilización del material en las cuencas receptoras y las características de las rocas originarias presentes en tierra.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras fueron colectadas en dos expediciones realizadas a la zona durante los meses de junio y septiembre de 1985, empleando un tubo de perforación por gravedad de 2 m, y buceo autónomo en regiones de poca profundidad, fundamentalmente en los cauces y desembocaduras de los ríos.

Se analizaron además, 76 muestras superficiales colectadas por investigadores del Departamento de Bentos, Ictiología y Química de nuestro Instituto, en zonas de cayos y arrecifes, la Ensenada de la Broa y la Isla de la Juventud.

Las 309 muestras analizadas (Fig. 1) se procesaron en el Departamento de Geología Marina del Instituto según la metodología establecida para estas investigaciones (Pate-lín, 1967).

Se analizó la fracción de aleurita gruesa (0,05-0,1 mm) utilizando la técnica del bro-

moformo (p.e. = 2,98) y se obtuvieron las subfracciones pesadas y ligeras para cada muestra. Los minerales de la subfracción pesada se separaron con un imán de mano según la metodología descrita por Konche-nova (1979) y se obtuvieron tres subfrac-ciones: magnética, electromagnética y no electromagnética.

Con ayuda de un microscopio petrográ-fico se determinaron los minerales em-pleando líquidos de inmersión ($n = 1,63$ para la subfracción pesada y $n = 1,54$ para la ligera).

Se utilizó luz reflejada para una deter-minación más rápida de los minerales opa-cos, lo que unido al empleo del imán de mano, permitió determinar con mayor rapi-dez y precisión los minerales, y se logró realizar, con un mayor grado de detalle, la caracterización mineralógica de una re-gión.

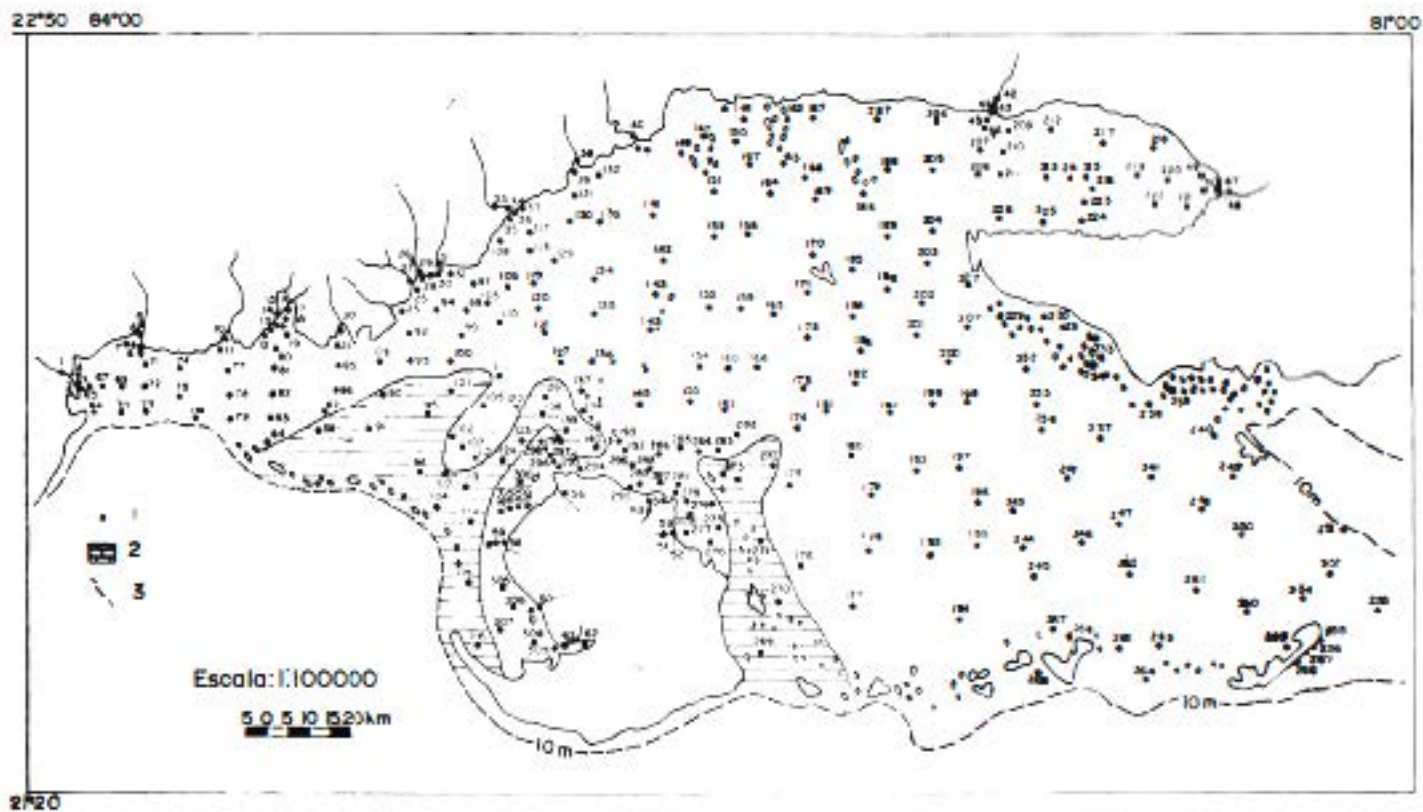


FIG. 1 Carta-esquema con la ubicación de las estaciones en el área de investigación. 1, estaciones; 2, caliza; 3, isobata de 10 m.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Golfo de Batabanó, situado en la región SW de Cuba, es un extenso bajo litoral con profundidades promedio entre 4 y 6 m. Las aguas de este Golfo bañan un área de gran extensión superficial, pero de poca profundidad y que bordean a una zona litoral que se caracteriza por presentar costas de llanuras marinas laguno-palustres, acumulativas, no disecionadas, fundamentalmente pantanosas, cenagosas, de mangles y de esteros (Academia de Ciencias de Cuba y Academia de Ciencias de la URSS, 1970).

Este Golfo se encuentra limitado por una serie numerosa de cayos que incluyen a los arciipiélagos de San Felipe, Los Indios y los Canarreos y a la Isla de la Juventud como el cayo de mayor extensión superficial.

Las rocas pertenecientes a la región occidental de la Isla de Cuba, donde se desarrollan los complejos neoplatafórmicos con los depósitos marinos y continentales ($N_3 - Q$) y los depósitos terrígenos carbo-

natados ($Pg_3^1 - N_1$), tienen características muy específicas (Iturralde-Vinent, 1981).

En el Golfo de Batabanó se estableció que el material terrígeno proveniente de las zonas emergidas y su posterior traslado por las corrientes del área, hace posible que la constitución mineralógica en ésta, sufra modificaciones en cuanto a su composición, de ahí que se haya tenido en cuenta la caracterización realizada por Vasiliev *et al.* (1975), en las asociaciones primarias de la roca madre.

Para determinar la estructura material de los sedimentos se tuvo en cuenta, además, la génesis de las partículas. En los sedimentos de este golfo se encuentran arenas puras de *Halimeda* y algas coralinas, sobre todo, en la región SE del mismo. Se deter-

minó que los minerales carbonatados que componen las partículas detríticas de esta área son, fundamentalmente, la calcita y la aragonita.

Las partículas quimiogénicas más características son las eolitas, que se forman como resultado de la precipitación química, en condiciones de sobresaturación de carbonatos en el agua de mar. Los valores más altos de eolitas reportados por Avello y Pavlidis (1986) se encuentran en la región E del golfo.

El estudio de la composición mineralógica de los sedimentos superficiales fue realizado en la subfracción pesada y ligera de la aleurita gruesa, a partir de un conjunto de muestras tomadas en la región. Se determinaron 41 minerales en el primer caso y 9 en el segundo. Su distribución en el área muestreada no es uniforme y se observan considerables variaciones en algunas zonas.

En la determinación de los minerales se obtuvo que la subfracción magnética está poco representada en la fracción granulométrica analizada (0,1–0,05 mm) y generalmente no excede 5% del peso total de ésta. Los minerales que más abundan son la magnetita, la titano-magnetita, la pirrotina y algunos granos de cromita y hematita, pero en menor proporción.

La subfracción electromagnética puede llegar a constituir más de 30% del peso de la muestra. Las mayores concentraciones corresponden a la estauroлита, el leucoceno, la turmalina, la ilmenita, los hidróxidos de hierro y la cromita.

La subfracción no electromagnética es la más abundante y constituye más de 60% del peso de la muestra. Los minerales con mayores porcentajes son el disteno, el circon, la pirita, la andalucita y el rutilo, entre otros.

Los minerales más representativos del área analizada son:

— Los provenientes de rocas metamórficas con un variado grado de metamorfismo: disteno, estaurilita y epidota.

— Los metálicos: ilmenita, magnetita y leucoceno.

— Los provenientes de secuencias de rocas ígneas: circón y rutilo (minerales muy estables químicamente).

— Los provenientes de rocas sedimentarias: cuarzo, mica y feldespatos (fracción ligera).

— Los autógenos: hidróxido de hierro, pirita-marcasita, siderita eolítica y perdigonos de hierro.

En toda el área analizada se observan extensas zonas donde el contenido en la subfracción pesada no excede de 5% (Fig. 2). Se observa que, al alejarnos del litoral, el acarreo de los sedimentos terrígenos disminuye, y aumenta el contenido de los carbonatos. A medida que nos acercamos a los arrecifes, los valores de la subfracción pesada disminuyen aún más.

Teniendo en cuenta las características geólogo-geomorfológicas e hidrológicas de esta región, se subdividió el acuatorio en: 1. Litoral S de las provincias de Pinar del Río, La Habana y Matanzas:

La costa S de la provincia de Pinar del Río está formada por una llanura fluvio-marina deltaica, con costas bajas y cenagosas, de mangles y acumulaciones arenosas en pequeñas regiones (playas) y con zonas abrasivo-tectónicas, fundamentalmente en la región SW de Pinar del Río (Academia de Ciencias de Cuba y Academia de Ciencias de la URSS, 1970).

La costa S de la provincia de La Habana y la SW de Matanzas comprende la llanura S Habana-Matanzas y la llanura de Matanzas, respectivamente. En esta región, las costas son bajas, acumulativas y en su mayor parte pantanosas, con numerosos mangles.

En el área S de la provincia de Pinar del Río, las especies metamórficas tienen amplia representación. En esta región los valores de los anfíboles (3,4%) y los iroxeños rómbicos (4,6%), en la zona que bordea todo el litoral S son destacables en comparación con el resto de la región (Tabla 1). Presentan valores altos el disteno, la ilmenita y la epidota entre los alóctenos, y la pirita y la siderita, entre los autógenos (Tabla 1).

Las investigaciones realizadas en esta zona por Avello y Pavlidis (1986), demostraron que la misma está formada por una masa de estratos de calizas, margas, argilitas, anhidritas, arenizas y conglomerados del Mioceno, lo cual refleja la gran cantidad de minerales asociados a estas rocas presentes en la región.

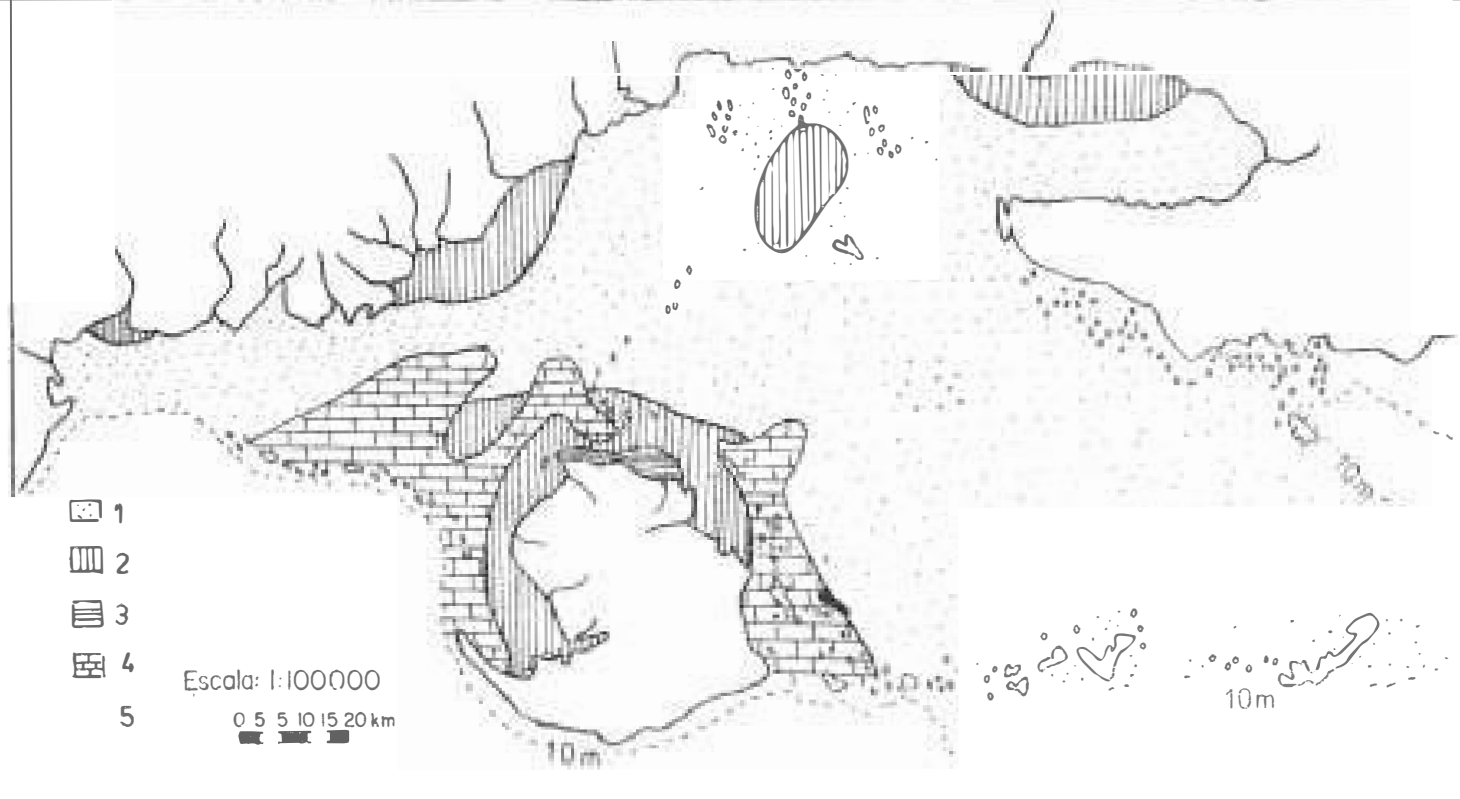
En estas calizas se encuentran las cortezas lateríticas de intemperismo que se encuentran cubriendo la zona litoral del golfo con depósitos Plioceno-Cuaternarios. Actualmente, esta área se encuentra cubierta de mangles, lo cual impide el aporte de material grueso al golfo y por tanto, de minerales, al actuar los mangles como trampas de sedimentación.

Los valores de leucoceno (4,7%) y de circón (4,9%) no son tan altos (Tabla 1) y su formación, como describen Vasiliev *et al.* (1975) es sumamente compleja. Estos autores plantean que la presencia de estos minerales en los sedimentos de la región se debe, fundamentalmente, a manifestaciones intrusivas de los procesos hipergénicos, los cuales contribuyen a la sustitución de los minerales titánicos y a la formación de leucoceno, y la posterior concentración de circón procedente de la destrucción de las rocas metamórficas fundamentalmente de la Formación San Caetano en el anticlinorio de Pinar del Río.

En la fracción analizada, el leucoceno se presenta como un mineral característico del área Coloma-Cortés, y junto al circón,

22°50' 84°00

81°00



21°20'

FIG. 2. Distribución del peso en porcientos de la subfracción pesada de la aleurita gruesa. 1, < 1; 2, 1-5; 3, 5-10; 4, caliza; 5, isobata.

TABLA 1. Valores promedios de los minerales pesados en la fracción de aleurita gruesa (%): 1. Litoral S de Pinar del Río; 2. Litoral S de La Habana; 3. Zona Coloma-Cortés; 4. La Broa; 5. Zona E del Golfo de Batabanó; 6. Zona W del Golfo de Batabanó.

Minerales	1	2	3	4	5	6
Disteno	13,9	6,2	4,3	1,0	2,7	17,6
Estauroлита	1,8	3,9	1,7	0,9	2,5	9,5
Leucoceno	4,7	2,0	32,9	0,8	0,9	4,5
Circón	4,9	3,0	11,9	0,7	1,2	4,6
Ilmenita	6,6	4,3	7,4	4,0	8,4	11,3
Epidota	3,4	1,4	5,6	8,8	4,2	1,7
Turmalina	1,3	1,9	2,2	2,4	2,8	3,5
Rutilo	0,2	0,4	1,4	0,6	0,6	1,1
Andalucita	0,4	0,4	0,3	0,4	0,7	0,5
Granate	0,6	0,8	1,4	2,0	0,4	1,2
Piroxenos	4,6	1,9	1,6	1,3	0,6	1,5
Anfiboles	3,4	0,8	0,9	0,8	0,5	0,5
Magnetita	2,2	2,8	4,2	4,8	2,2	4,8
Pirita	30,2	56,0	18,6	51,1	11,5	19,7
Hidr. hierro	2,9	7,2	2,2	13,7	4,6	4,1
Siderita	17,6	6,3	1,9	1,1	1,3	5,5
Min. carbon.	0,3	0,3	0,4	0,8	46,5	3,9
Otros minerales	0,9	0,4	1,2	4,9	8,3	4,5
% fracción pesada	0,9	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8

alcanzan 32,8% y 11,9%, respectivamente (Tabla 1, Figs. 3 y 4).

Valores destacables presentan la ilmenita, la epidota, el disteno, la magnetita y la pirita, y en menor proporción, la turmalina, el granate, la estauroлита, el rutilo, el hidróxido de hierro, la siderita y los piroxenos (Tabla 1).

El leucoceno (Fig. 3) alcanza valores superiores a 20% desde la Ensenada de Cortés hasta La Coloma. Es un mineral opaco, de textura terrosa y de fácil identificación por su forma y color característico. En esta región se encuentra presente como un

producto de la alteración de los minerales de titanio que abundan en la zona.

En esta misma área, el circón (Fig. 4) tiene las mayores concentraciones (5-2 %). Sus cristales tienen una forma bien definida y son incoloros, aunque algunos granos presentan tonalidades rosado-pálidas. Proviene de las destrucciones de las rocas metamórficas que abundan en la zona.

La pirita (Fig. 5) presenta, en esta región, concentraciones entre 10 y 30% y se encuentra en forma de agregados globulares dentro de las testas de los foraminíferos y como oolitas con un origen autígeno.

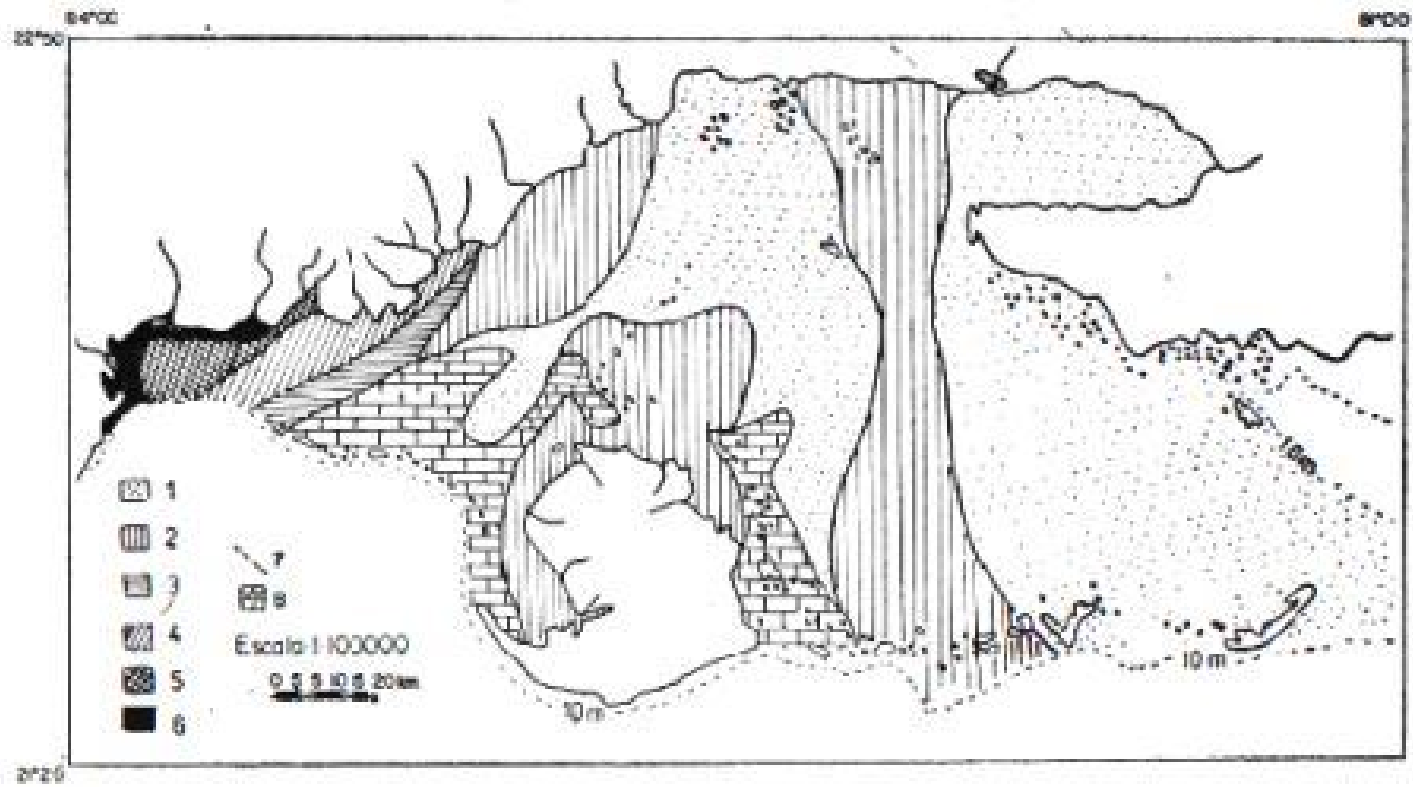


FIG. 3. Distribución del leucoceno en porciento. 1, < 1; 2, 1-5; 3, 5-10; 4, 10-20; 5, 20-30; 6, > 30; 7, isobata; 8, caliza.

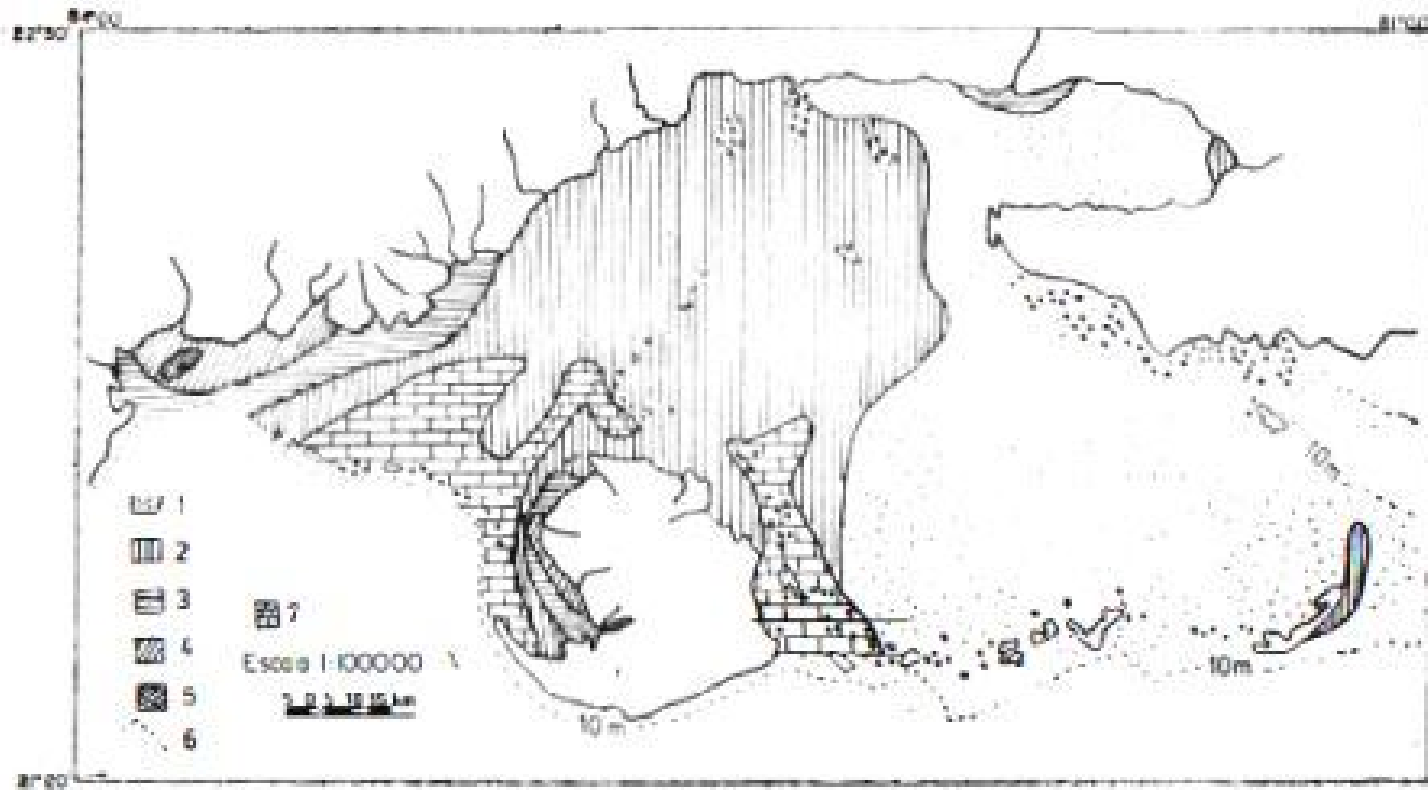


FIG. 4. Distribución del circon en porciento. 1, < 1; 2, 1-5; 3, 5-10; 4, 10-20; 5, > 20; 6, isobata; 7, caliza.

La turmalina presenta en esta región concentraciones destacables (Tabla 1). Su forma casi redondeada y la coloración pardo-carmelitosa hace que se diferencie de las encontradas en otras zonas del Golfo que son más alargadas y con tonalidades más oscuras.

En la subfracción ligera de esta área predominan el cuarzo, las especies carbonatadas y los feldespatos.

Los sedimentos de playa de la región de Cortés representan un eslabón intermedio entre el material fragmentado, que proviene desde tierra firme y los que llegan hasta las regiones de sedimentación. Esta zona, de acuerdo a los resultados obtenidos, puede llegar a constituir un área perspectiva para la formación de placeres de minerales pesados, fundamentalmente, circón, leucoceno y arena de sílice.

En la Coloma los minerales encontrados están **en estrecha relación** con los de Cortés, debido a que los sedimentos provienen de la costa S de Pinar del Río, la cual es, geológicamente, muy homogénea (Hernández, 1978), y los ríos que en ella desagüan vierten en el mar materiales detríticos similares en su composición mineralógica, aunque en la actualidad este proceso es menos intenso.

En la Coloma predominan la pirita (Fig. 5) y el leucoceno (Fig. 3), con valores entre 10-30% y 30-50%, respectivamente; y el circón (Fig. 4) y la ilmenita (Fig. 6), con valores entre 10-20% y 1-10%, respectivamente (Tabla 1).

En general, en toda esta región S los sedimentos se caracterizan por presentar diferentes minerales pesados en su composición, los que se presentan como resultado de un extraordinario proceso de mezcla entre las especies metamórficas encontradas (Tabla 1).

En el litoral S de la provincia de la Habana, los valores más altos se encuentran en los hidróxidos de hierro (7,2%),

la siderita (6,3%), el disteno (6,2%), la ilmenita (4,3%), el circón (3%), la magnetita (2,8%), el leucoceno (2%) y la epidota (1,4%). Los valores más altos corresponden a la pirita (56,1%) ya que es en esta zona de hipergénesis donde ocurre con mayor intensidad la formación de minerales autógenos, fundamentalmente de concreciones de hidróxidos de hierro (Fig. 7) y oolitas de pirita-marcasita (Fig. 5).

En la subfracción ligera se observan altas concentraciones de minerales carbonatados (cuarzo y calcita), y en menor proporción las cloritas, las micas y los feldespatos.

2. Zona septentrional del Golfo de Batabanó:

Esta región se encuentra en una depresión tectónica dentro del profundo sinclinorio de San Diego de los Baños, el cual se originó por la Fosa sinclinal de Pinar del Río, posiblemente en el Oligoceno y en la actualidad se encuentra cubierta por una masa de estratos de calizas, arenizas y conglomerados del Mioceno (Avello y Pavlidis, 1986).

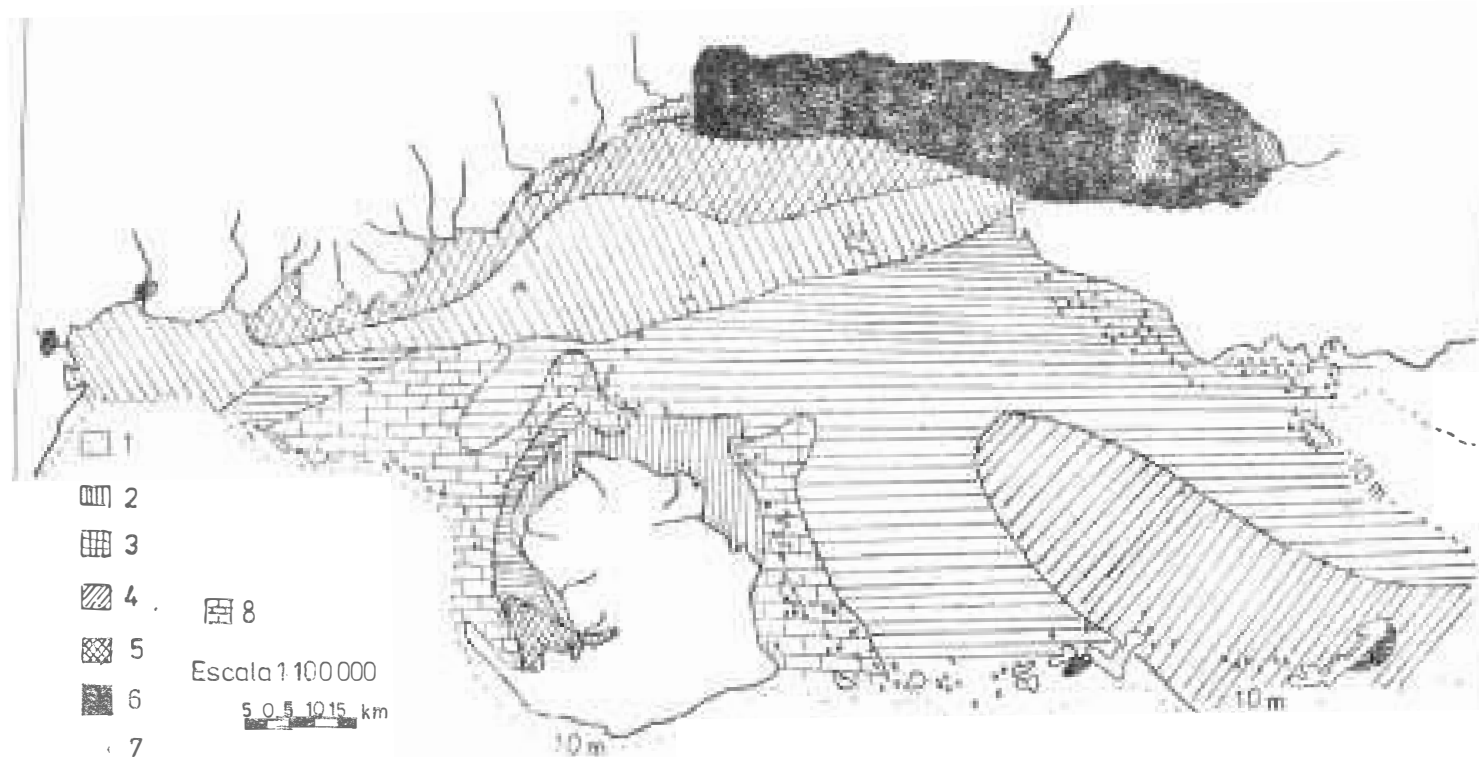
Vasiliev (1981) plantea que los minerales arcillosos que se forman en las cortezas de erosión desempeñan un papel fundamental en la formación de montmorillonita, caolinita, especies cloradas y un estrato de caolinita-montmorillonita; de ahí que, en la corteza de erosión se conservan los minerales más estables que forman concreciones características en forma de hidróxidos de hierro.

En la subfracción ligera predominan los minerales arcillosos, fundamentalmente la caolinita y la montmorillonita (zona W), y el cuarzo y los minerales carbonatados en la zona E.

Por las condiciones que posee la zona E del Golfo de Batabanó de ser un bajo litoral con profundidades pequeñas, los procesos químico-biológicos realizan un papel fundamental en la formación de los sedi-

84°00'
22°50'

81°00'



21°20'

FIG. 5. Distribución de la pirita en por ciento. 1, < 1; 2, 1-5; 3, 5-10; 4, 10-30; 5, 30-50; 6, > 50; 7, isobata; 8, caliza.

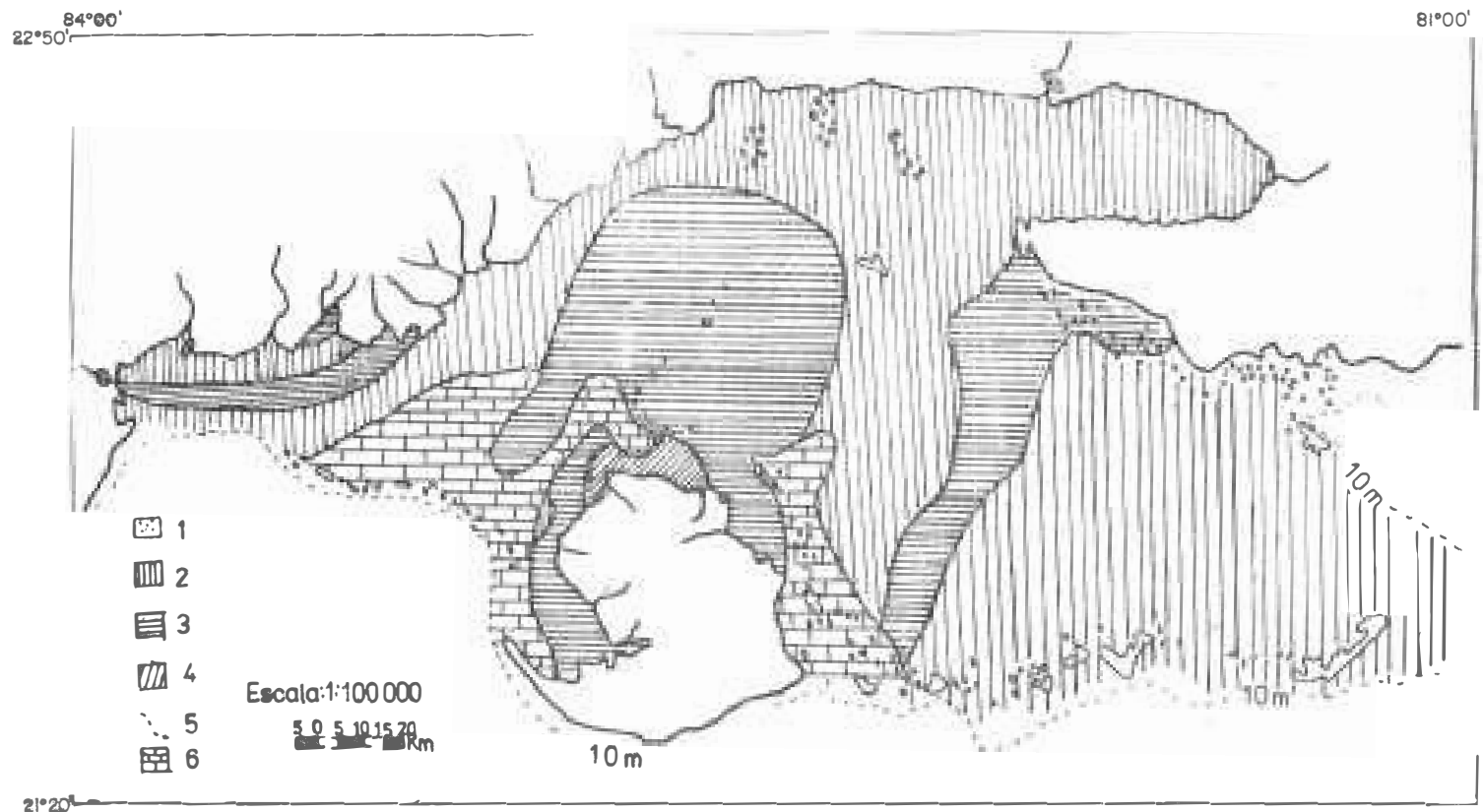


FIG. 6. Distribución de la ilmenita en por ciento. 1, < 1; 2, 1-10; 3, 10-20; 4, > 20; 5, isobata; 6, caliza.

mentos superficiales, y por tanto, de los minerales que en ellos se encuentran.

Una gran cantidad de materia orgánica llega a esta área desde las zonas cercanas costeras, principalmente, de la Península de Zapata, como resultado de la descomposición de los mangles que abundan en la costa.

Los procesos de precipitación química de carbonatos son bastante intensos en la región *E* del golfo (Ionin *et al.*, 1979). Estos autores plantean que las diferencias existentes entre las temperaturas del agua de mar en las zonas bajas y el mar abierto, provocan una saturación del carbonato y su posterior precipitación en forma de pequeñas partículas conocidas como oolitas.

En general, en la subfracción pesada analizada predominan los minerales autógenos principalmente los del grupo de la pirita-marcasita y los hidróxidos de hierro, especialmente las oolitas piritizadas y limonitizadas.

Entre los minerales alotígenos sobresalen el disteno, la estauroлита, la turmalina, la ilmenita, los piroxenos, el leucoceno, el circón y la epidota (Tabla 1).

La pirita-marcasita (Fig. 5) pertenece al grupo de los sulfuros y está presente en diferentes zonas del Golfo de Batabanó. Álvarez (1987) comprobó que las concentraciones de pirita están relacionadas con el contenido en los sedimentos de materia orgánica y minerales arcillosos que son arrastrados por el aporte terrígeno; o sea, en dependencia del contenido de minerales arcillosos que forman parte de los sedimentos producto del arrastre terrígeno, su contenido puede ser alto o no.

En el área *E* del Golfo los valores de la pirita alcanzan hasta 11,5% y en la zona *W* aumentan hasta 19,7%, coincidiendo con los obtenidos por Vasiliev y Pavlidis (1975) en las investigaciones realizadas en esta área del golfo, y se encuentran funda-

mentalmente, en la zona *W* y la zona central del golfo (Fig. 5).

Estos minerales se presentan en forma de granos redondeados o elipsoides y como conglomerados junto a otros minerales de coloraciones oscuras. Sus colores varían entre el rojo y castaño, el amarillo latón y el pardo-grisáceo, aunque algunos minerales se encuentran cubiertos por incrustaciones parduzcas producidas por el hidróxido de hierro y la limonita.

Provenientes de las cortezas de erosión laterítica y los complejos metamórficos que rodean la zona, se presentan los hidróxidos de hierro que son trasladados desde las zonas litorales por las corrientes del área.

Estos minerales (Fig. 7) se encuentran presentes en toda el área de investigación y predominan las concreciones de hidróxidos y los aglomerados de minerales negros con coloraciones pardo-rojiza, negro-verdosa y negro-rojiza, tanto con brillo metálico como opacos. En dependencia del contenido de hierro que contengan serán más o menos magnéticos, aunque los mayores porcentajes se encuentran en la fracción electromagnética de casi todas las muestras.

En el área *E* del Golfo de Batabanó los hidróxidos de hierro alcanzan un valor promedio de 4,6%, mientras que en la *W* disminuyen a 4,1%. Los contenidos más altos se encuentran en la región central (Fig. 7). En la zona de las oolitas sus concentraciones no sobrepasan 1% y sólo entre los cayos Largo y Rosario los valores aumentan.

Entre los minerales alotígenos se destacan los silicatos, y entre éstos el disteno, la estauroлита, la turmalina, los piroxenos, la epidota y el granate.

El disteno o cianita (Fig. 8) es uno de los minerales más estables (desde el punto de vista químico), y se presenta en esta área como uno de los más característicos

que provienen de las rocas metamórficas. Se encuentra presente prácticamente, en todas las muestras con valores promedios entre 2,7% y 17,6%, en las zonas *E* y *W*, respectivamente (Tabla 1).

Sus valores son más altos en la zona central y *W* del Golfo, debido a que este mineral proviene de las destrucciones de los complejos metamórficos producidos por agentes externos en el litoral *S* de la provincia de Pinar del Río y el *N* de la Isla de la Juventud, donde éstos están ampliamente representados, y que son posteriormente trasladados por las corrientes litorales del área, hacia éstas zonas (Fig. 8).

Los granos de disteno tienen forma alargada y estrecha con coloraciones que varían desde el gris azulado hasta incoloros con vetas negras, producidas por inclusiones de otros minerales, fundamentalmente, el hierro.

La estauroлита (Fig. 9), otro de los minerales más característicos de las especies metamórficas, proviene de los gneiss, los esquistos de mica y las pizarras, que abundan mucho en el litoral *NW* del golfo. Las máximas concentraciones se encuentran en la parte central de la región. En las áreas *E* y *W* los valores no son tan altos y sólo son destacables entre los cayos Largo y Rosario, donde las concentraciones de disteno son también altas (Tabla 1).

La estauroлита se presenta en esta zona con sus cristales bien definidos y de una coloración pardo rojiza y carmelitosa por lo que son fáciles de determinar al microscopio. Creemos que provienen de las destrucciones de las especies metamórficas que se encuentran en la Isla de la Juventud y su posterior traslado por las corrientes litorales hacia la costa *S* de la provincia de la Habana, pues como se observan en la Fig. 9 sus concentraciones disminuyen a medida que nos alejamos de la costa.

La turmalina es otro de los minerales químicamente más estable del área y se

encuentra en los sedimentos de esta región producto de la erosión química. Sus concentraciones más altas se encuentran en la zona *E* y sus granos presentan forma alargada con terminaciones como romboedros, de coloración negro-carmelitosa y pardo-carmelitosa, siendo generalmente opacos.

Otro de los grupos de minerales con valores relativamente altos son los piroxenos. Son uno de los grupos más importantes en la formación de rocas y se componen de silicatos de calcio, hierro, magnesio, aluminio, sodio y litio, y por supuesto, tienen una fórmula química bastante compleja. En todas las muestras analizadas hay un predominio de los piroxenos rómbicos, siendo fáciles de determinar por su coloración más verdosa y la terminación de sus caras.

Los valores más altos de piroxenos (Tabla 1) se encuentran en la parte *W* del Golfo de Batabanó con 1,5%, y en la parte *E* los valores disminuyen hasta 0,6%. Sus granos transparentes son alargados con terminaciones estriadas y coloración variable de castaño a verde, con brillo vítreo.

La epidota (Fig. 10) es un silicato de calcio, aluminio y hierro hidratado cuyos cristales transparentes están bien definidos. Sus colores pueden ser verde y verde amarillo, con brillo vítreo.

Por su coloración característica la epidota es uno de los minerales de más fácil identificación. Este mineral proviene del derrubio de calizas que forma el núcleo de grandes y pequeños cayos que abundan en esta zona, por lo que presentan valores destacables en la región *E* con 4,2% y la central (Tabla 1, Fig. 10). Proviene de rocas metamórficas, fundamentalmente gneiss y calizas cristalinas que abundan en el litoral *N* de la Isla de la Juventud y que son desplazadas por las corrientes litorales (Blázquez y Romeu, 1981) hacia esta región.

Los contenidos de epidota son muy altos en la Ensenada de la Broa. Su distribución responde a la redistribución de los sedi-

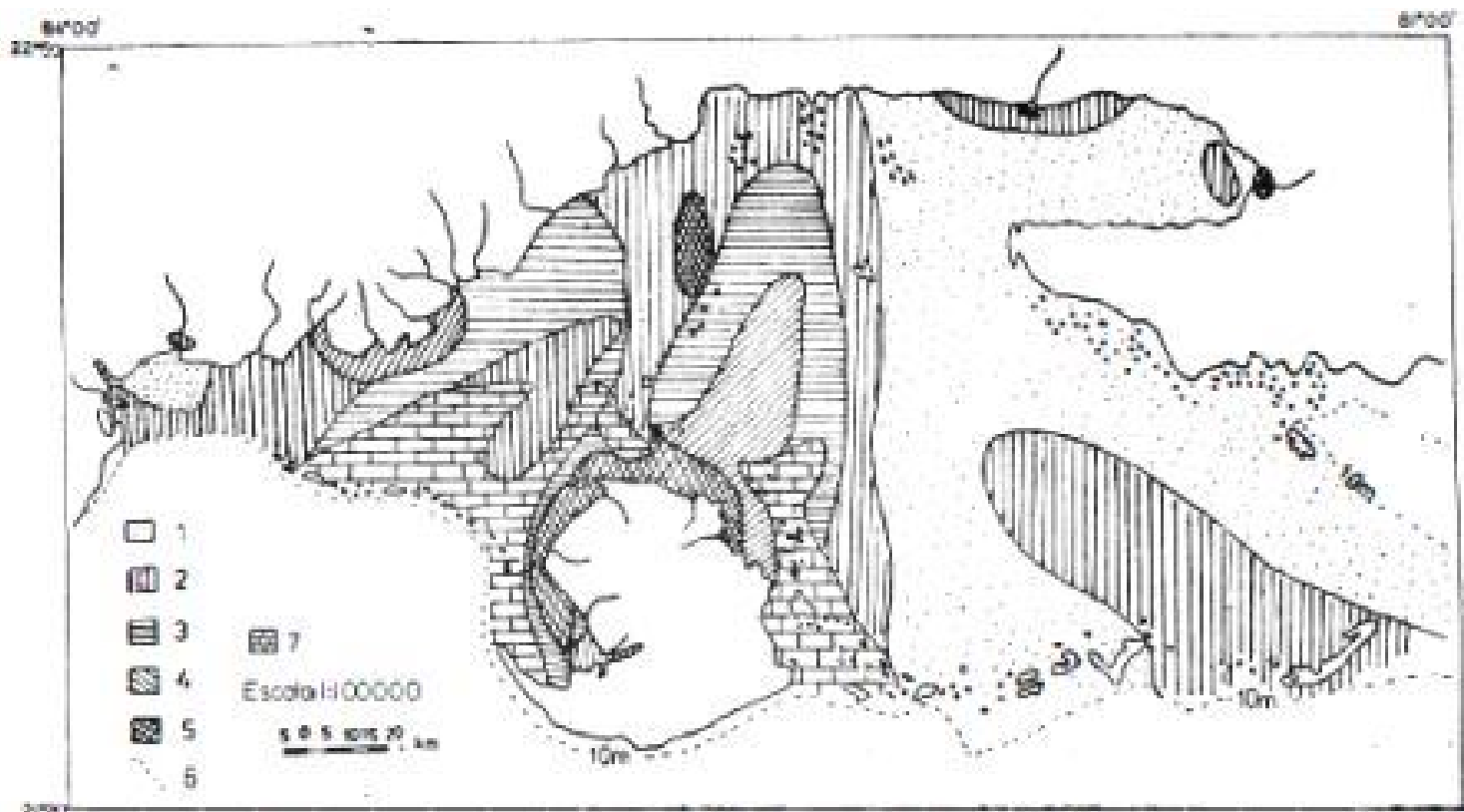
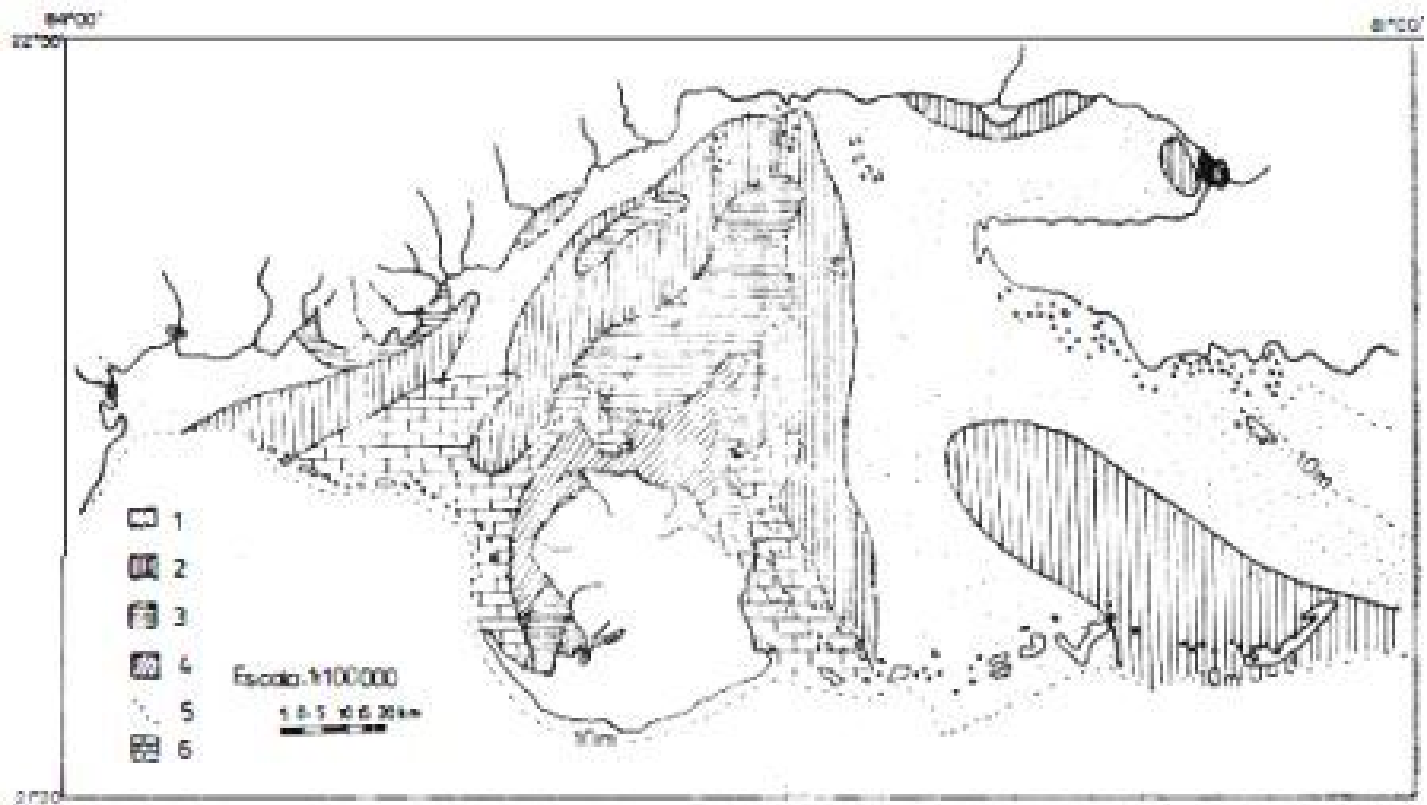


FIG. 8. Distribución del disteno en porciento. 1, < 1; 2, 1-10; 3, 10-20; 4, 20-30; 5, > 30; 6, isobata; 7, caliza.



9. Distribución de la estaurolita en porcentaje. 1, < 1; 2, 1-10; 3, 10-20; 4, > 20;
 'a; 6, caliza.

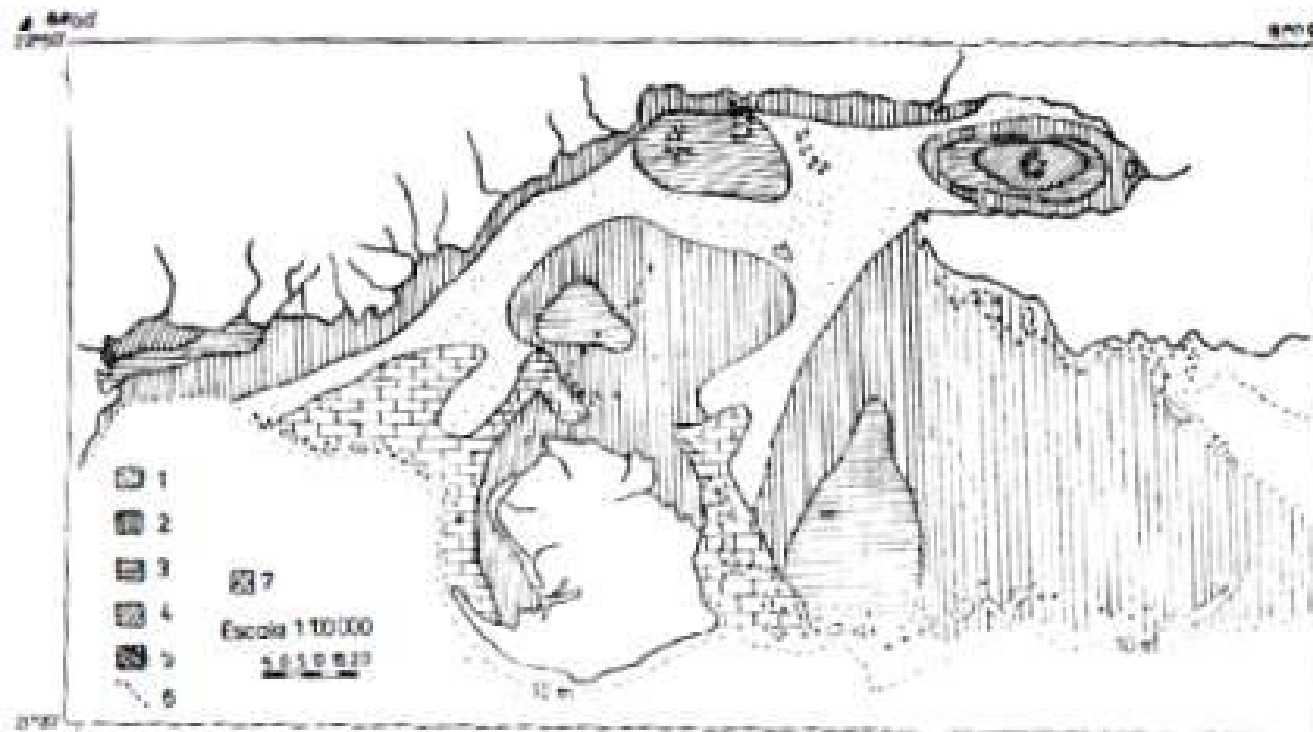


FIG. 10. Distribución de los minerales del grupo de la epidota en por ciento.

FIG. 10. Distribución de los minerales del grupo de la epidota en por ciento.
 1, < 1; 2, 1-5; 3, 5-10; 4, 10-20; 5, > 20; 6, isobata; 7, caliza.

mentos por las corrientes litorales en la zona, por lo que los valores más altos se encontraron en la estación 215, con 23%.

El granate es un silicato de calcio, magnesio, hierro manganeso, aluminio, cromo, titanio, fósforo y arsénico. Es uno de los minerales más difundidos en la naturaleza, pero con una composición química sumamente variable.

Debido al aspecto característico de sus cristales y su coloración —que varía desde el violeta y el rojo hasta el rosado y el naranja— es de muy fácil identificación. Sus valores más altos se encuentran en la parte W del golfo donde abundan los esquistos cristalinos (Tabla 1).

La ilmenita (Fig. 6) es un óxido de aluminio, hierro y titanio y por el alto contenido de este último elemento es considerado un mineral de mena. Aparece en numerosas rocas ígneas y metamórficas y se encuentra como mineral accesorio en gran parte de las playas de arenas negras. Sus valores más altos se encuentran en la región central del Golfo de Batabanó.

La ilmenita presenta sus cristales muy bien definidos con coloración pardo-negrucosa y brillo metálico, siendo opacas y ligeramente magnéticas, por lo que los valores más altos se encuentran en la fracción electromagnética.

Se debe destacar que el titanio es un indicador de la composición terrígena de los sedimentos y su contenido es bastante alto, sobre todo, en los sedimentos arenosos silicatados que provienen del litoral N de la Isla de la Juventud y cuyos valores son superiores a 4% en la región N y NW (Fig. 6, Tabla 1).

En esta área del Golfo, el leucoceno se encuentra prácticamente ausente (0,9%). Los valores aumentan hasta 4,5% en la zona W (Fig. 3). Este mineral representa la fuente de mayor calidad entre los placeres proveedores de mineral titanio (Vasiliev *et al.*, 1975).

Los minerales carbonatados que más abundan en esta región del golfo son la siderita, la aragonita, la dolomita y la malaquita, en la subfracción pesada de la aleurita gruesa. Debido a las altas concentraciones de siderita encontrada en la zona, se consideró a este mineral como un grupo aparte ya que los mayores contenidos corresponden a la forma autógena.

Vasiliev y Pavlidis (1977) plantean que la presencia de siderita en los sedimentos de esta área está determinada por valores bajos de carbono orgánico en los sedimentos. Al aumentar el contenido de carbono orgánico disminuye la energía potencial y por lo tanto la siderita se reduce a pirita, y en el proceso inverso, se transforma en limonita.

Los valores más altos de siderita (Fig. 11), se encuentran en la zona W y en las áreas más cercanas a la Isla de la Juventud y a la costa S de las provincias de Pinar del Río y la Habana.

Sus coloraciones varían entre gris perlado y rosado, aunque algunos granos son parduzcos o negros, en dependencia del contenido de hierro que presenten. Se encuentran en el área asociados al derrubio de las calizas y los esquistos con altos contenidos de pirita y calcopirita y tienen una formación autógena, fundamentalmente en la costa S de la provincia de la Habana (donde se obtuvieron las mayores concentraciones) y la N de la Isla de la Juventud, en forma fundamentalmente oolítica.

Los valores más altos de los minerales carbonatados se encuentran en la región E con 46,5% y están asociados a los altos contenidos de arenas oolíticas carbonatadas que abundan en la zona. Generalmente son opacos y presentan altas concentraciones en las fracciones electromagnéticas y no electromagnéticas.

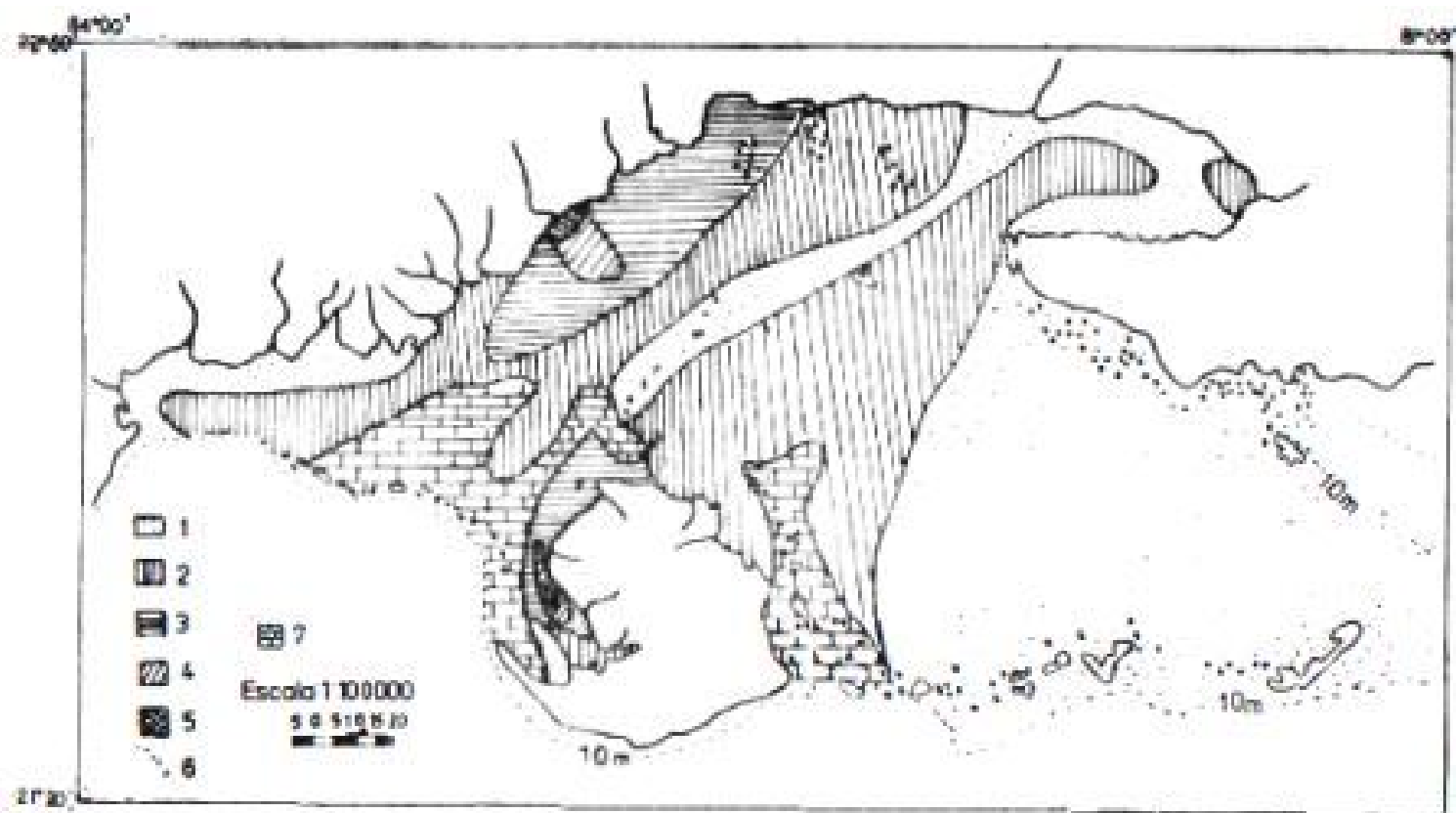


FIG. 11. Distribución de la siderita en porcelita. 1, < 1; 2, 1-10; 3, 10-30; 4, 30-50; 5, > 50; 6, isobata; 7, caliza.

CONCLUSIONES

1. En el litoral S de la provincia de Pinar del Río los sedimentos se caracterizan por presentar diferentes minerales pesados en su constitución, los que se presentan como resultado de una extraordinaria mezcla entre las especies metamórficas encontradas. Predominan el disteno, el leucoceno, el circón y la ilmenita, que provienen del derrubio de estas rocas.
2. El área Coloma-Cortés presenta las mayores concentraciones de circón y leucoceno, por lo que esta región puede considerarse como una zona con perspectivas para la explotación de placeres marinos litorales.
3. En el litoral S de la provincia de la Habana predominan los minerales autógenos, fundamentalmente la pirita-marcasita, la siderita y los hidróxidos de hierro. Entre los alotígenos se destacan la ilmenita, la epidota y el leucoceno, cuya formación está relacionada con la presencia de rocas sedimentarias en el área y su redistribución en la zona por las corrientes litorales.
4. Los depósitos de la plataforma NW del Golfo de Batabanó son predominantemente de origen terrígeno con altos contenidos de cuarzo y minerales arcillosos en la subfracción ligera.

REFERENCIAS

- Academia de Ciencias de Cuba y Academia de Ciencias de la URSS (1970): *Atlas Nacional de Cuba*, La Habana, 133 pp.
- Alvarez, M. [en prensa]: "Composición granulométrica y mineralógica en las desembocaduras de cuatro ríos cubanos", *Rep. Inv. Inst. Oceanología*.
- Avello, O. y Y. Pavlidis (1986): Sedimentos de la plataforma cubana. III. Golfo de Batabanó. *Rep. Inv.*, 6, Inst. de Geología y Paleontología, 42 pp.
- Blázquez, L. y E. Romeu (1981): Contribución al estudio de la circulación general en el Golfo de Batabanó, Zona B. *Rep. Inv. Inst. Oceanología*, 42, 33 pp.
- Guerra, R., R. Cabrera y L. Vega [en prensa]: "Composición y distribución de los depósitos fluviales en los ríos del Golfo de Batabanó", *Rep. Inv. Inst. Oceanología*.
- Hernández, J. (1978): *Geología histórica y de Cuba*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 271 pp.
- Ionin, A., Y. Pavlidis y O. Avello (1969): *Sedimentos actuales en el Golfo de Batabanó* [en ruso] Nauka, Moscú, 37 pp.
- (1979): *Geología de la plataforma cubana* [en ruso]. Nauka, Moscú, 215 pp.
- Iturralde-Vinent, M. (1981): Nuevo modelo interpretativo de la evolución geológica de Cuba. *Rep. Inv.*, 2, Inst. Geología, pp. 51-89.
- Konchenova, E. (1979): *Análisis mineralógico de los residuos minerales y las concentraciones metálicas* [en ruso]. Literatura geológica, Moscú, 175 pp.
- Petelín, V. P. (1967): *Análisis granulométricos de los sedimentos marinos de fondo* [en ruso]. Nauka, Moscú, 76 pp.
- Vasiliev, V. y Y. Pavlidis (1975): Particularidades mineralógicas en la constitución de los sedimentos friables de las provincias de alimentación cubanas. *En Litología y productos fósiles* [en ruso], Nauka, Moscú, 4:64-75.
- Vasiliev, V., V. Kazakova y Y. Pavlidis (1975): Mineralogía de los depósitos de playa en la Isla de Cuba. *En Litología y productos fósiles* [en ruso], Nauka, Moscú, 2:27-32.
- Vasiliev, V. y Y. Pavlidis (1977): Particularidades en la formación de los complejos mineralógicos en las zonas litorales de la Isla de Cuba. *En Litología y productos fósiles* [en ruso], Nauka, Moscú, 3:27-76.
- Vasiliev, V. P. (1981): Cuarzo y feldespato en los sedimentos recientes marinos y oceánicos y su zonalidad climática. *En Litología y productos fósiles* [en ruso], Nauka, Moscú, 2:26-45.

Ciencias de la Tierra y del Espacio, 15 y 16, 1989

MINERALOGICAL COMPOSITION OF SUPERFICIAL SEDIMENTS OF BATABANÓ'S GULF

Maritza ALVAREZ FEIJÓO

ABSTRACT. *It is offered the obtained results in the investigations realized at the Golfo of Batabanó directed towards the characterization of this aquatory from the mineralogical point of view. It were collected 309 superficial samples and the gross aleurite was processed using the techniques by bromoform and by the hand magnet. It were determined the minerals using the petrographic microscope and reflected light, which, together with the before techniques, offered the possibility to be classified more fastly. Forty one minerals were found; the most representatives among the alotigens were disthene, staurolite, zircon, ilmenite, leucoxene, turmaline and the ephidote. Among the autigens, the pirite-marcasite, the iron hydroxides and the siderite. The deposits of the northoccidental shelf of the Golfo de Batabanó are predominantly of terrigen origen and present high concentration of quarzs and clay minerals in the light subfraction analysed.*