

ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA

SERIE

oceanológica

No. 5

Nuevos datos sobre la geología del
Golfo de México y el Mar Caribe

LA HABANA, 1969

ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA
INSTITUTO DE OCEANOLOGIA

SERIE OCEANOLOGICA

No. 5

**NUEVOS DATOS SOBRE LA GEOLOGIA DEL GOLFO DE MEXICO
Y EL MAR CARIBE**

Por:

V. I. MELNIK y

B. F. ZERNETSKI

Del Instituto de Ciencias Geológicas de
la Academia de Ciencias de la URSS,
colaboradores del Instituto de Oceanología
de la Academia de Ciencias de Cuba.

La Habana, Septiembre de 1969

"Año del Esfuerzo Decisivo"

NUEVOS DATOS SOBRE LA GEOLOGIA DEL GOLFO DE MEXICO Y EL MAR CARIBE

SYNOPSIS: New marine geological data of Cuban shelf were obtained during Cuban-Soviet Expedition of 1964-1965. The micro and macrofauna and substantial composition of sediments were studied.

Benthonic foraminifera appeared over 100 m depth in the Gulf of Mexico. The muds were the most characteristic sediment of Caribbean Sea. The composition of rare rock was studied at Yucatan Strait. With a big content of Si, Al, Mg, Ca, Fe and Ti was noted a low content of Na. This is not characteristic on eruptioned calcareous rock.

Durante la Expedición Oceanológica Conjunta Cubano-Soviética, se realizaron investigaciones geológicas, a bordo del buque soviético "A. Kovalievski", en el Golfo de México y Mar Caribe.

Para la recolección de las muestras de sedimentos del fondo se utilizó un tubo de corriente directa (78 mm de diámetro) y una jaiba "Okean" (0.25). Las regiones estudiadas fueron: Banco de Campeche (Sur y Oeste del Golfo de México), Estrecho de la Florida, canales de San Nicolás, Santarén y Viejo de Bahamas, plataforma y talud continental de la costa sur de Cuba, Promontorio Rosalinal, etc. En total se recolectaron 70 columnas de fondo y 60 muestras de jaiba.

Durante la expedición se hizo una descripción macroscópica de las muestras de jaiba y de las columnas de fondo, se estudió la composición de los foraminíferos y la composición sustancial de los sedimentos, el pH y el Eh, se determinó el color de las rocas y la carbonatación. En este artículo se exponen algunos resultados obtenidos en la primera etapa del procesamiento del material.

La geología del Golfo de México y el Mar Caribe ha sido poco estudiada, y no se han realizado, en general, investigaciones litológicas especiales, a pesar de las numerosas expediciones americanas a esta zona.

GOLFO DE MEXICO

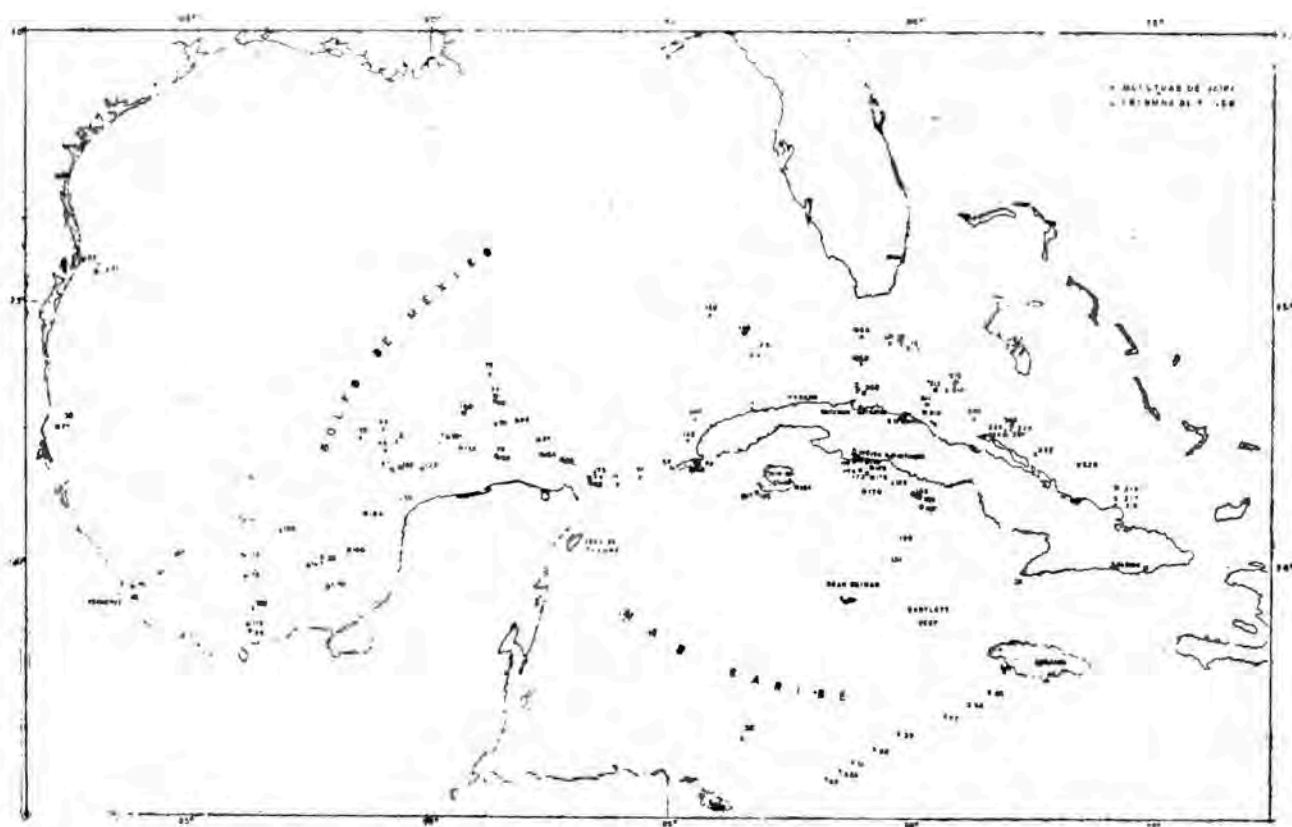
Según Weaver (1955), el Golfo de México se divide en tres provincias: plataforma continental, talud continental y Cuenca de México, llamada generalmente Cuenca de Sigsbee.

La plataforma continental se extiende desde la Florida hasta la Península de Yucatán, formando, como señalan Lynch (1954) y Atwater (1959), una terraza, cuyo ancho oscila entre 10 y 135, millas al Oeste y Norte de la Península de Yucatán.

En el Golfo de México, Weaver (*op. cit.*) destaca tres tipos de talud continental, dos de los cuales están bien definidos en la región investigada: a) brusco veril a lo largo de Yucatán, que se extiende en su parte oriental paralelamente a las fallas que pasan (por tierra) por el lado de la frontera entre Honduras Británicas y México; b) relieve muy accidentado, en general para todo el talud. Treadwell (1949) señala la presencia de colinas, veriles y algunas cimas en estos taludes. Este tipo de talud es propio de la región sur del Golfo de México y, como demostraron los datos de los trabajos de sondeo, se caracteriza por la presencia de tres escalones claramente definidos. Estos escalones se componen de formas del mesorrelieve, las cuales poseen, sin lugar a dudas, un carácter tectónico.

La Cuenca de Sigsbee presenta un fondo plano con un pequeño levantamiento en la desembocadura del Mississippi. El relieve regular de esta llanura se quiebra en pequeñas colinas de 360 m de altura (Ewing, 1955).

La estructura geológica de las regiones adyacentes juega un inmenso papel en la formación de sedimentos del fondo marino. En la región investigada, la estructura geológica de la tierra tiene diferentes matices en sus distintas partes. En la región de Veracruz, termina una provincia



Carta de las muestras de fondo obtenidas durante la Expedición Cubano-Soviética (1964-1965) a bordo de la nave "Académico A. Kovalievsky"

volcánica que se extiende latitudinalmente y que posee un relieve de disección bastante complejo. Esta provincia se compone de tobas, sedimentos de piedra pómez que yacen bajo calizas del Paleozoico Superior y de esquistos arcillosos, amasados en el pliegue de extensión latitudinal y cortados por intrusiones de granito (Schuchert, 1935). Las rocas volcánicas están contiguas a la línea costera en una gran extensión desde Tampico hasta Veracruz y se componen de intrusiones pequeñas y diferentes efusivos (Weaver, 1951). Además de eso, aquí se encuentran estructuras de domo salino, al igual que en el talud submarino.

Según Schuchert (*op. cit.*), la Península de Yucatán, representada por una serie de depresiones, se compone de rocas cenozoicas algo inclinadas en el Sur y débilmente deformadas, ex-

tendiéndose por el fondo del Golfo de México (Banco de Campeche). El grosor total de las formaciones sedimentarias en la región del Banco de Campeche es de 2 400 m (Atwater, *op. cit.*). Estas formaciones yacen bajo rocas compactas (ya sea rocas cristalinas o calizas y dolomitas).

Lynch (*op. cit.*), en la carta de las provincias sedimentarias del Golfo de México, señala que las arenas y fangos arcillosos predominan al Sur de Cabo Rojo, extendiéndose a lo largo de la costa de México. El fondo del Banco de Campeche se compone de calizas duras, cubiertas solamente en algunos lugares por una fina capa de sedimentos detríticos. En estas calizas se encuentran formaciones coralinas, bastante propagadas, a juzgar por la carta. Asimismo, se ve que a lo largo de las costas septentrional y occidental de la Península de Yucatán se extien-

den en una franja, no muy ancha, sedimentos arenosos que están mezclados al suroeste de la Península con formaciones coralinas litorales. En la parte más meridional del Golfo de México podemos encontrar fangos que más adelante, en el talud continental y en la cuenca de Sigsbee, se denominan fangos azules.

Las investigaciones que realizamos demuestran que el esquema de las provincias sedimentarias de Lynch (*op. cit.*) necesita una seria corrección, sobre todo para la región meridional del Golfo de México.

A lo largo de la costa oriental de México, en las estaciones 20, 21, 22 y V*, lo único que se encontró en las muestras de fondo fue fango, con una gran cantidad de testas de foraminíferos, lo mismo observamos en las estaciones 23, 30, 31, 42, VI, VII y IX. En la Estación VII (prof. 106 m) se descubrió en los fangos, un rico grupo de foraminíferos bentónicos y planctónicos: *Globigerina eggeri* Ramb., *Globigerinoides rubra* (d'Orb.), *G. sacculifer* (Brady), *G. hemisphericus* d'Orb., *Pulleniatina obliquiloculata* (Parker et Jones), *Amphistegina lessoni* d'Orb., *Ophthalmidium inconstans* Cush., *Triloculina Carinata* d'Orb., *Gyroidina* sp., *Eponides umbonatus* (Reuss), *Frondicularia saggitula* Van den Brok, *Pyrgosubsphearica* d'Orb., *Vertebralina cassis* d'Orb., *Rosalina rosea* d'Orb., *Globorotalia truncatulinoides* (d'Orb.), *Liebusella solidanii* (Parker et Jones), *Robulus* sp., *Bigenerina nodosaria* var. *textularoidea* Phleger, *Archaias angulatus* (Fitchel et Moll), *Textulariella barretti* Parker et Jones, *Peneroplis proteus* d'Orb., *Nodosaria pirla* d'Orb. y otros.

El análisis de la composición faunística de muestra que muchas especies que se encuentran a 106 m de profundidad, no son características para esta parte del fondo. Entre las especies descubiertas predominan los foraminíferos planctónicos, así como *Amphistegina lessoni* d'Orb., *Archaias angulatus* (Fitchel et Moll), *Peneroplis proteus* d'Orb., los que habitan regiones de

poca profundidad, no bajando a más de 80 m. Además de eso, los fondos fangosos no sirven para su vida normal. Por lo visto, la mayoría de las especies litorales y de poca profundidad fueron depositadas, como resultado del fuerte oleaje y de las diferentes corrientes, en regiones del fondo relativamente más profundas.

En dicha región, las arenas medianas y de cuarzo gris oscuro solamente se encontraron en la Estación 38, a 56 m de profundidad. En las arenas podemos ver una masa de pequeños fragmentos irregulares de Pecten, pequeños pelécipodos, y gastrópodos, fragmentos de Bryozoa. Entre los foraminíferos bentónicos hay muchas formas aglutinadas.

Solamente en tres de las 42 muestras tomadas en la región del Banco de Campeche, se encontraron calizas, es de señalar que en ninguna había formaciones coralinas sólidas.

Los sedimentos superficiales del Banco de Campeche están representados por arenas calcáreas de diferente grosor. El tamaño de los granos y el carácter de su redondez varían mucho de una estación a otra. Así tenemos que en la Estación 95, el tamaño promedio de los granos es de 0.25-0.35 mm, predominando los granos angulosos y semiredondeados con un coeficiente de redondez de 1-2, conforme a la escala de Jabakov, en la Estación 96, de 0.5-0.6 mm (coeficiente de redondez 0), en la Estación 99, de 0.06-0.10 mm (coeficiente de redondez 3-4). Estas arenas están compuestas de fragmentos de formaciones calcáreas coralinas y detritus de coquinas. Predominan los granos de color lechoso y a veces se encuentran otros de tono amarillento. Bajo el microscopio se observa que los granos tienen estructura de agregados y están representados por calcita. Se realizó un estudio previo de todas las muestras de los sedimentos del Banco de Campeche y en ninguna se descubrió minerales terrígenos, exceptuando granos sueltos de cuarzo en la Estación 105 y moscovita en la Estación 98. La parte pelítica del sedimento se halla en muy pocos lugares y en cantidades muy pequeñas (Est. 97 del 2-4%, Est. 99, 6%, Est. 101,

* Las estaciones señaladas con romanos son estaciones de boya.

5%, Est. 104, del 2-4%). Dicha parte también está representada por material carbonatado en polvo muy fino. Normalmente, en todas las muestras hay una notable cantidad de fragmentos de concha, conchas enteras de *Pecten*, espículas de esponjas (el 6 ó 7% del volumen de la roca en la Estación 98), espinas de erizos y fragmentos de su testa, foraminíferos, etc. Por lo general, se observa una disminución del tamaño de los granos y un aumento de la cantidad de parte pelítica en los sedimentos (en dirección de la costa hacia el mar).

En la fauna de foraminíferos de estas arenas, predomina la especie *Amphistegina lessoni* d'Orb., así como las especies típicas calcáreas: *Archaias angulatus* (Fitchel et Moll), *A. compressus* (d'Orb.), *Asterigerina carinata* d'Orb., *Bolivina pulchella* (d'Orb.), *Discorbis candeiana* (Cush.), *D. mira* Cush., *Elphidium discoidalis* (d'Orb.), *Triloculina circularis* (Born), *Nonion grateloupi* (d'Orb.), *Pyrgo subsphaerica* (d'Orb.), *Quinqueloculina agglutinans* d'Orb., *Q. lamarckiana* d'Orb., *Spiroloculina antillarum* d'Orb., *Textularia agglutinans* d'Orb., *Triloculina rotunda* d'Orb., etc.

Esta fauna de foraminíferos es típica de las partes bajas del fondo, con una temperatura del agua bastante alta (la temperatura anual media no es menor de 20°C) y con un régimen gaseoso y salinidad normales.

En el talud continental de la región meridional del Golfo de México y en la Cuenca de Sigsbee, los sedimentos superficiales están representados por un fango de *Globigerina* amarillo pálido o amarillo carmelitoso. La parte fundamental del sedimento es un material pelítico homogéneo mezclado con otro alevrítico arenoso (10 ó 15% aproximadamente) que se compone de foraminíferos planctónicos y bentónicos enteros y fragmentados. El material pelítico está compuesto, en su base, por partículas terrígenas con una impureza de carbonatos y óxidos de hierro. El grosor del estrato superficial, según los datos de las columnas de fondo, varía entre 3 y 8 cm en las distintas estaciones. La consistencia de este fango es

más bien líquida, debido a lo cual la disminución de su grosor es inevitable al tomar la muestra con el tubo de recolecciones de fondos, ya que la misma se derrama en el momento en que el tubo toca el fondo. La comparación entre las muestras tomadas con la jaiba y el tubo de recolección en las mismas estaciones, demuestra que en las primeras el grosor de este fango es de 15-25 cm aproximadamente.

Bajo una capa de fango superficial amarillo pardo yace otro fango gris claro u oscuro con tonalidades de azul. Este fango está representado por material alevrítico-pelítico, cuyas proporciones de porcentaje oscilan considerablemente, inclusive, en una misma columna. El material pelítico se compone de partículas arcillosas terrígenas con una impureza de calcita en polvo muy fino. La parte arenoso-alevrítica se compone de fragmentos y de foraminíferos enteros, pterópodos y gastrópodos. En una columna de la Estación 128 se descubrieron conchas de la familia Arcidae. Además del material organógeno que representan las columnas de fondo de esta región, se observa una impureza, a veces bastante grande, de minerales terrígenos del tamaño de la alevrita y la arena. Así tenemos que en la Estación 111 puede verse cuarzo, turmalina, distena, biotita, cristal volcánico y minerales de color oscuro. La cantidad de material terrígeno, como regla general, desciende con la profundidad. En algunas columnas se han encontrado inclusiones de puntos y manchas de hidrotolita (?). La textura de estos sedimentos es, como principio desordenada, a veces fluidal (contrusiva).

Ewing (1955), basándose en el estudio de las columnas de fondo recolectadas por el "Atlantic", señala que la Cuenca de Sigsbee se compone, desde la superficie, de un fango carmelitoso de foraminíferos, de un grosor de 25 a 40 cm, predominando *Globerotalia menardii*, que está interstratificado con sedimentos blancos y rojos de corrientes de fango. Bajo el fango carmelitoso se halla otro de color gris oscuro. Ewing considera el paso del color carmelita al gris como el límite entre el tiempo actual y la glaciación Wisconsin.

Trask et al. (1947) señalan el ancho desarrollo de los sedimentos de las corrientes de fango en la Cuenca de Sigsbee. La velocidad de acumulación de los sedimentos en la Cuenca de Sigsbee oscila entre 32 y 67 mil años por metro de sedimento (Bruevich, 1949).

Los materiales factibles obtenidos demuestran que la sedimentación actual en la parte sur del Golfo de México, ocurre debido al acarreo del material terrígeno que procede de la tierra, donde numerosos ríos (Papaloapan, Coatzacoalcos, Grijalva y otros) erosionan las distintas formaciones geológicas y suministran al mar el material clástico.

En el Banco de Campeche la sedimentación ocurre debido a la destrucción de los sedimentos calcáreos que componen su base. El acarreo de material procedente de la tierra es casi nulo, por no haber ríos en la Península de Yucatán. La velocidad de sedimentación en el Banco de Campeche, en su pendiente y en la parte sur del Golfo de México, según Ewing, es pequeña en estos momentos y mucho menor que durante la etapa glacial de Wisconsin.

ESTRECHO DE LA FLORIDA, CANALES SAN NICOLAS, SANTAREN Y CANAL VIEJO DE BAHAMAS

En la carta de Lynch (*op. cit.*) se señala que el Estrecho de la Florida está cubierto de fango calcáreo, a excepción de una pequeña región al noroeste de Cuba, donde se hallan fangos de pterópodos. En la estrecha plataforma de la costa norte de Cuba podemos hallar formaciones coralinas.

Nuestros datos demuestran que en la Estación 101, a una profundidad de 180 m, se extienden arenas grises y verdosas claras, las que se forman debido al derrubio y acarreo de las rocas que componen la Península de la Florida. También en esta muestra se descubrieron testas redondeadas de *Amphistegina lessoni* d'Orb., lo que atestigua el acarreo hacia este lugar de material procedente de las regiones de menor profundidad.

En la Estación 142, situada a 425 m de profundidad, se encuentra fango alevrítico, con una gran cantidad de espículas de esponjas y foraminíferos extraños. El tamaño de los granos disminuye con la profundidad. La parte pelítica de la roca representa el 25 ó 50%, aumentando hacia abajo. En la roca se observa una cantidad de materiales terrígenos bastante grande (cuarzo, granate, biotita, etc.). Sus granos están bastante redondeados.

Es interesante la muestra de la Estación 143, situada a 2180 m de profundidad, donde se ha encontrado caliza orgánica con bolsas y grietas de calcita. Los fragmentos de caliza están cubiertos desde la superficie por una corteza ferromanganesa. Sobre la caliza podemos hallar arena gruesa y arena gravelítica, compuesta de foraminíferos, pterópodos y minerales terrígenos, entre los cuales hay muchos de color oscuro.

La presencia de una pequeña cantidad de arena gruesa en el lecho de la caliza maciza atestigua las fuertes corrientes de fondo en esta región, a la profundidad señalada. También podemos decir que el hecho de que *Globigerina bulloides* d'Orb., *Globigerina sp.*, *Orbulina universa* d'Orb., y otros se encuentren en esta caliza, permite afirmar que su edad es del Pleistoceno.

La muestra de la Estación 148, al Oeste, demostró la presencia, a 365 m de profundidad, de arena gruesa, compuesta de foraminíferos, pterópodos, espículas de esponjas, erizos y fragmentos de conchas. En la Estación 149 se descubrió fango arenoso con una gran cantidad de restos orgánicos.

Las estaciones del transepto situado en la parte oriental del Estrecho de la Florida, demuestran que al Norte del mismo los sedimentos superficiales se componen de arena organógena de diferente tamaño con fragmentos de conglomerado de coral. En la parte central del transepto encontramos, en superficie, fangos de color amarillo-carmelitoso, más abajo, eran grises, también se encuentran fangos calcáreos con estratos de material arenoso de foraminíferos.

En las costas de Cuba la arena es organógena y gruesa.

Los trabajos que se realizaron en los estrechos de San Nicolás, Santarén y Canal Viejo de Bahamas, cuyos sedimentos casi no se han estudiado, han permitido aclarar la estructura de los sedimentos en estas regiones y obtener un valioso material para conocer los procesos de la sedimentación química en la actualidad. Estos estrechos, que se encuentran en el extremo occidental del Banco de las Bahamas, al igual que todo su territorio, presentan extraordinario interés y valor como ejemplos contemporáneos de mares calcáreos pequeños y cálidos, que caracterizan las condiciones de sedimentación en períodos geológicos pasados.

Los sedimentos superficiales del Estrecho de San Nicolás se componen de fango arenoso homogéneo, de color verde-grisoso, con una gran cantidad de pterópodos (Est. 210). En la parte central del estrecho, el fango presenta desde la superficie un tono amarillo pálido y a cierta profundidad se observan en la columna unos estratos de arena compuesta de foraminíferos, pelecípodos y fragmentos de calcita organógena. En algunos lugares la textura del sedimento es fluidal y en otros está desordenada. La muestra de la Estación 213, situada en el extremo sur del Banco de Cayo Sal, indicó la presencia de arena calcárea de diferente tamaño, con impurezas de espinas de erizos, pterópodos, etc.

En el Estrecho de Santarén los sedimentos están representados principalmente por arenas organógenas. Podemos ver cómo va disminuyendo el tamaño de los granos en dirección al extremo occidental del Banco de las Bahamas y, al mismo tiempo, aumentando la parte pelítica del sedimento, la cual, al igual que la arena, es calcárea en su base (Estaciones 213-215). Estos sedimentos no poseen material terrígeno. El transepto de la parte central del Archipiélago Sabana-Camagüey (Canal Viejo de Bahamas) demostró que en este lugar los sedimentos superficiales están formados de arena organógena. Estos sedimentos presentan su menor ta-

maño en la parte central del estrecho y su tamaño mayor en el bajo del Archipiélago Camagüey y el talud del Banco de las Bahamas. Aquí tampoco hay material terrígeno.

En la parte sureste del estrecho, donde las profundidades son de alrededor de 3 000 m, los sedimentos están representados por fangos de alevrita de tono amarillo-carmelita con una gran impureza de material terrígeno. Este mismo fango lo podemos encontrar en las estaciones vecinas de este transepto (217 y 218), pero su color varía a gris amarillento.

La Estación 222 resulta de gran interés (está situada al noroeste del transepto), a 1 410 m de profundidad, bajo una capa de fango de 4 cm de espesor, se encuentra una caliza cubierta desde la superficie por una fina capa de color negro-rojizo. La presencia en dicha caliza de foraminíferos (*Globigerina bulloides* d'Orb., *Globorotalia* sp.), radiolarios, braarudosféricos (*Braarudosphaera bigelowi* [Gran et Braarud], Deflandre, *B. discula* Bramlette et Riedel), y discoastéricos (*Discoaster bebalaini* [Tan Sin Hok], *D. aecus* Bronnimann et Stradner), permite afirmar que la misma data de antes del Terciario Superior y que por lo menos pertenece a la parte inferior del Oligoceno.

El análisis mineralógico de las muestras, recolectadas en la parte Sur del Gran Banco de las Bahamas, al Oeste de la Isla Andros, indica un 90% de partículas arcillosas (Blacmen, 1956). De acuerdo con estos mismos datos, la fracción arcillosa contiene más de un 90% de aragonito con una pequeña cantidad de calcita y cuarzo. En las fracciones más gruesas aumenta la proporción de calcita con aragonito. La calcita varía en su composición química de CO_3Ca puro hasta una calcita que contiene más del 18% de CO_3Mg .

El material obtenido nos permite considerar que tanto en los estrechos de San Nicolás y Santarén como en la parte central del Canal Viejo de Bahamas (a diferencia de su parte Sur), la formación de los sedimentos de fondo es provocada, principalmente, por el material

procedente de los bancos de las Bahamas y Cayó Sal; sin impurezas de material terrígeno acarreado de la Isla de Cuba.

MAR CARIBE

El Mar Caribe es un mar típicamente geosinclinal. El relieve del fondo de su cuenca es extraordinariamente complejo. El inmenso arco de las Antillas limita al Norte y al Este con el Mar Caribe, mientras que el sistema de cordilleras submarinas (Caimán, Promontorio Rosalinal, Beata y Aves) dividen el fondo en cinco cuencas de gran profundidad: Yucatán (4 626 m), Bartlet (7 119 m), Colombia (4 352 m), Venezuela (5 630 m) y Granada (4 120 m). La estructura morfológica de las colinas, los umbrales, elevaciones, cañones y canalones sumergidos es extremadamente complicada y se caracteriza por sus detalles individuales.

En el Mar Caribe, al igual que en el Golfo de México, se destacan idénticas formas submarinas del relieve. Sin embargo, el cuadro general de la estructura morfológica es mucho más complejo en la región anterior.

La plataforma continental bordea al Oeste, en forma de una franja bastante estrecha, al Mar Caribe, ensanchándose en Banco Mosquito hasta 200 km. En el extremo meridional, a lo largo de la costa de América del Sur, el ancho de la plataforma es pequeño y se extiende casi hasta Trinidad en forma de una franja estrecha y sinuosa. Cuba presenta una plataforma muy estrecha en sus porciones Norte y Suroeste, ampliándose solamente en los golfos de Batabanó, Ana María, Guacanayabo, etc.

En el Sur, a lo largo de las montañas de la Sierra Maestra, la plataforma se retira, llegando hasta la misma orilla los escarpados veriles del talud continental. Fenómenos como la ausencia de la plataforma pueden ser observados en muchos lugares entre los cayos del arco de las Antillas. El talud continental solamente está bien definido a lo largo de la Península de Yucatán, al Norte y Suroeste de Cuba, en el extremo Sur de la Isla de Haití (a lo largo del Promontorio Rosalinal, en la parte Sur y Suroes-

te de la Cuenca de Colombia y también en la parte Suroeste de la Cuenca de Venezuela. En todos los demás lugares, los canalones y cuencas profundas están en contacto directo con los continentes y cayerías.

El relieve de las cordilleras es bastante complejo, está formado por cadenas montañosas que sobresalen en los continentes y cayerías con todas las formas del relieve características. Las cuencas de Granada, Venezuela, Colombia, Bartlet, el Canalón de Puerto Rico y la Cuenca de Yucatán tienen estructuras de fallas formando bloques muy bien definidos.

Los fangos constituyen el sedimento más característico para las cuencas y regiones centrales del Mar Caribe, ocupando la mayor parte de la superficie de las aguas de este mar. Las regiones Oeste y Sur del Mar Caribe están bordeadas por una banda estrecha de sedimentos arenosos (principalmente arena y fango arenoso de origen organógeno). Las arenas organógenas detríticas ocupan una gran superficie de los bancos Mosquito, Rosalinda y Pedro, situados en el Promontorio Rosalinal (Est. 54-62). Estos mismos sedimentos se encuentran en casi toda la superficie del Mar Caribe (alrededor de pequeños cayos y bancos de poca profundidad).

Los datos sobre la sedimentación de la Estación 42 y la Isla de Haití son muy interesantes. A 600 m de profundidad se encuentran peñascos calcáreos, casi desprovistos en su superficie de sedimentos, la muestra que se obtuvo se compone de unos cuantos fragmentos pequeños de caliza. Esta caliza es de color amarillo claro, compacta, recristalizada, organógena y con numerosas testas de foraminíferos, planctónicos y bentónicos. En la sección delgada de esta caliza, descubrimos *Globorotalia cultrata* (d'Orb.), muchas *Globigerina* sp., pequeños *Pyrgo* sp., *Amphistegina* sp. y otras menores. El conjunto de estos foraminíferos nos permite situar estas rocas en el Mioceno.

Según datos de Heezen et al (1959), es muy interesante el tipo de sedimento descubierto en un canalón profundo de la Fosa de Bartlet. En

la actualidad, se están formando arenas calcáreas de aguas profundas a más de 7000 m de profundidad. En la Estación XII, en el talud de la fosa, localizamos fangos líquidos de color carmelita claro a 830 m de profundidad con foraminíferos que yacen sobre fangos gris-azulosos más compactos. En la Cuenca de Yucatán están ampliamente difundidos los fangos de color carmelita claro con foraminíferos.

Los datos que obtuvimos en el Estrecho de Yucatán son de gran interés. En la Estación 68 (70 m de profundidad), se extrajeron fragmentos de lava volcánica. El estudio detallado de las secciones delgadas y pulidas de esta muestra demostró que por su composición, la roca se asemeja a las lavas básicas (gabroides) y contiene dos clases de cristales volcánicos recientemente formados y también muchos minerales pesados. En ninguna parte de la tierra adyacente, encontramos semejantes rocas. El análisis espectral demostró que en la composición de la muestra hay los siguientes elementos:

Si (>10%), Al (5—10%), Mg (1—3%)
Ca (1-3%), Fe (1%), Ba (0.1),
Be (<0.001), Ti (0.3), Mn (0.05),
Ga (0.003), Cr (0.03), V (0.01),
Mo (<0.001), Ag (<0.001),
Cu (<0.003), Na (3-10), Ni (0.1)
y Zr (0.01%).

De esta forma hemos establecido que la composición de la roca es bastante rara. Junto con un gran contenido de Si, Al, Mg, Ca, Fe y Ti se nota un bajo contenido de Na, lo que no es característico para las rocas calcáreas erupcionadas. Por lo visto, éste es un tipo nuevo de roca que se ha formado como resultado de la erupción bajo el agua de la lava de composición básica.

En la Estación 91 (1430 m), situada no muy lejos de la Estación 68, se han encontrado fragmentos de roca compacta con un diámetro de 2.5 cm, de color negro y un lustre vítreo. Por su aspecto exterior, la roca nos recuerda

a las formaciones volcánicas. En la muestra también se descubrieron fragmentos de caliza.

Al estudiar las secciones delgadas de las muestras de esta Estación, se estableció que la roca se compone de formaciones sedimentarias calcáreas, cubiertas en su superficie por una capa de escoria de 1 cm de espesor. Es una caliza compacta, organógena, de color gris verdoso, con granos de glauconita e inclusiones organógenas. La roca se encuentra atravesada por vetas de calcita (desde fina hasta mediana) con inclusiones de calcedonia. Además, presenta pequeñas partes silicificadas, conservándose la caliza en este lugar en forma de finas vetas entre una masa de limonita calcedónica.

Otras secciones delgadas que se le hicieron a la masa de escoria, demostraron que la roca primaria era una toba cristalino-litoclástica, medio fragmentada. Los fragmentos son acutángulos, muy redondeados, representados por porfirita efusiva de composición básica, esquistos cloríticos, granos de plagioclasa, cuarzo, etc. Su tamaño es de 0.1 a 6 mm. El cemento es variado y se compone de residuos de cristal, escamas, clorítico, ceolita, etc. Los fragmentos están cataclazados. El carbonato reemplaza, al parecer, a la toba, tiene numerosas grietas pequeñas y gradualmente va cubriendo toda la roca por completo, dejando residuos de roca primaria en forma de inclusiones. Los granos de carbonato (casi seguro que de calcita) tienen dimensiones de 0.02 ó 1.5 mm. Su forma es xenomófica, isométrica o acicular.

La roca, al igual que la toba (principalmente la masa que sirve de cemento), está limonitizada en sus grietas y poros. Este tipo de roca puede atribuirse a la toba carbonatizada.

En la caliza se han conservado numerosos restos orgánicos. La microfauna, determinada por las secciones delgadas de algunos fragmentos de toba carbonatizada, es bastante diversa y contradictoria y abarca desde el Cretácico Superior (Cenomaniano) hasta el Paleógeno (Eoceno) inclusive. Por consiguiente, en la toba están incluidas rocas de diferente edad.

Debemos señalar que el volcán del que proviene la lava que ha conducido a la formación de la toba carbonatizada, está situado algo al Este, en la región de la Estación 68, lo que reafirman, hasta cierto grado, las muestras de rocas obtenidas en esta Estación y también el registro que hizo el ecosonda sobre el relieve del fondo de esta región.

También es de señalar, que en algunos lugares de la superficie de la roca carbonatizada están ampliamente difundidos residuos de cirripodos actuales del género *Balanus* (sobre todo muchos grandes opérculos de *terqum* y *scutum*, semejantes a los de las especies *Balanus balanus* Linneo y *Balanus haniori*) y también grandes pterópodos y numerosas testas de foraminíferos planctónicos, predominando el conjunto *Globorotalia-Globigerina*. En la muestra se logró determinar especies como *Orbulina universa* (d'Orb.), *Globorotalia tumida* (Brady), *G. cultrata* (d'Orb.), *G. truncatulinoidea* (d'Orb.), *Globigerinoides conglobatus* (Brady), *G. quadrilobatus sacculifera* (Brady), *Sphaerodinella dehiscentes* (Parker et Jones), *Globoquadrina dutertrei* (d'Orb.), *Pulleniatina obliquiloculata* (Parker et Jones), *Globigerina aequilateralis* (Brady), *Laticarinina pauperata* (Parker et Jones), *Pyrgo* sp., *Lenticulina rotulata* Lamarck., *Gaudryina robusta* Cush., fragmentos de bryozoos ramificados y representantes de pterópodos, *Diacria trispinosa* (Lesueur), *D. quadridentata* (Lesueur) *Caivolina uncinata* (Rang), *C. tridentata* Forskal, *Styliola subula* (Quoy et Gaimard). Entre los foraminíferos bentónicos adheridos se encuentran muy a menudo, representantes del género *Hupertia* (*H. stabilis* Wallich).

A lo largo de la costa Sur de Cuba, se encuentran arenas calcáreas con granos de diverso tamaño, comenzando desde Cabo Corrientes y siguiendo por todo el escarpado talud del Golfo de Batabanó hasta la Bahía de Cienfuegos (Estaciones 154, 163, 164, 170, 174 y 175). Las arenas son organógenas y se componen principalmente de fragmentos de formaciones coralinas, algunas veces mezclados con foraminíferos. Semejantes sedimentos se extienden a lo largo de bancos que representan for-

maciones coralinas, en particular alrededor de los bancos Jagua, Paz y otros.

El talud continental está cubierto de fangos de pterópodos y alevrita, de color carmelita amarillento. El espesor de los mismos es diverso y de acuerdo a nuestras observaciones, alcanza 350 cm, dependiendo en gran parte del relieve. Una característica muy peculiar de los fangos del talud continental de esta región es la presencia, en casi todas las columnas de sedimentos del fondo que obtuvimos, de cierta impureza de minerales terrígenos, la que, en ocasiones, alcanza el 15 ó 20%. También debemos señalar que la composición de impurezas de los minerales de las distintas estaciones es diferente, es decir, se observa un contraste muy definido en las fuentes de alimentación. Por ejemplo, en la Estación 155 predominan los fragmentos de gneis, biotita, etc. y en la 174, cuarzo y circón.

Otra particularidad muy interesante de los sedimentos del talud continental de esta región es la presencia, entre un fango homogéneo, de capas de arena casi pura en las columnas. El espesor y cantidad de las mismas no son iguales en las distintas estaciones. Por lo general, el espesor no pasa de 0.5-1.5 cm en 2-4 estratos.

La presencia de estratos, cuyo origen solamente puede deberse a la teoría de las corrientes en suspensión, nos habla de un amplio desarrollo de estas corrientes durante la deposición de los fangos. Como ejemplo de tales estratos podemos citar la estructura de la columna de fondo de la Estación 182. Entre 57 y 64 cm, se descubrió un estrato gris verdoso de arena de diferente tamaño, compuesto de fragmentos de concha, foraminíferos y pterópodos, minerales terrígenos (cuarzo, piroxeno), minerales metálicos (biotita), etc. Se nota un claro contacto de este estrato con la roca que yace debajo. La arena se halla en un fango de alevrita con una gran discordancia angular, en un ángulo de 25°. El contacto superior del estrato es horizontal y no presenta un término preciso. El tamaño de los granos de arena va aumentando con la profundidad de los estratos. Su principal masa tiene en la parte inferior

0.3 ó 0.5 mm de tamaño y en la superior, 0.3 ó 0.1 mm. Entre 70 y 76 cm, se observa un estrato con las mismas características, pero la composición de los minerales es algo más rica. Aparecen distona, circón y estaurólita.

CONCLUSIONES

En esta parte de la región investigada, están ampliamente difundidas en el talud continental, las corrientes de suspensión. Ericson *et al.* (1961) consideran que las corrientes de suspensión poseían un gran desarrollo en el Pleistoceno y, sobre todo, en los períodos glaciares. A finales del período glacial Wisconsin tuvo lugar una notable disminución de la actividad de estas corrientes.

El conjunto de trabajos sobre geología marina realizado en el Golfo de México y el Mar Caribe ha permitido obtener una serie de nuevos e interesantes datos sobre el carácter de propagación y formación de los distintos tipos de sedimentos del fondo en la región de la plataforma y el talud continental, la composición de la micro y macrofauna y sobre la composición litológica y sustancial de los sedimentos.

Aprovechamos la oportunidad para expresarles nuestro más sincero agradecimiento a la tripulación del barco de expedición científica "Académico A. Kovalievski" y a los colaboradores científicos de la Expedición Cubano-Soviética por la ayuda prestada en la recolección de un voluminoso e interesante material.

BIBLIOGRAFIA

- ATWATER, G.F. 1959. Geology and petroleum development of the continental shelf of the Gulf of Mexico. 5th World Petroleum Congress (preprint). Trans. Gulf Coast Ass. Geol. Soc., t. 9, pp. 131-145.
- BLACMEN, P.D. 1956. The Composition of the sediments of Great Bahamian banks. Bull. Geol. Soc. Am. vol. 72, no. 2.
- BRUEVICH, S.V. 1949. Velocidad en la formación de los sedimentos del fondo en el Océano Mundial (en ruso). Trab. Inst. Ocean., Acad. Cien. URSS, t. 3.
- CUSHMAN, J.A. 1929. The Foraminifera of the Atlantic Ocean. U.S. Nat. Mus. Bull., vol. 104, pt. 6.
- ERICSON, D.B., M. EWING, and B.C. HEEZEN. 1961. Atlantic deep sea sediment cores. Bull. Geol. Soc. Am., vol. 72, no. 2.
- EDWIN, W.M. 1955. Sedimentation of the Gulf of Mexico. Trans. Gulf. Coast Assoc. Geol. Soc., Ann. Mtg., vol. 5, p. 219.
- EDWIN, W.M., J.L. WORZEL, D.B. ERICSON and B.C. HEEZEN. 1955. Geophysical and geological investigations in the Gulf of Mexico. Geophysics, vol. 20, no. 1, pp. 1-18.
- HEEZEN, B.C., M. THARP and M. EDWIN. 1959. The Floors of the oceans. Jour. North Atlantic, Geol. Soc. Am., Sp. papier 65.
- LYNCH, S.A. 1954. Geology of the Gulf of Mexico. U.S. Dept. Int., Fish and W. Serv., Fishery Bull., vol. 55, no. 89, pp. 67-86.
- SCHUCHERT, C. 1935. Historical geology of the Antillean-Caribbean region or the lands bordering the Gulf of Mexico and the Caribbean Sea. New York, Wiley and Sons, Inc., xxvi, 811 p., illus.
- SHVETSOV, M.S. 1958. Petrografía de las rocas sedimentarias (en ruso), Moscú, Gosgeoltekhizdat.
- TRASK, P.D., F.B. PHLEGER and H.C. STETSON. 1947. Recent changes in sedimentation in the Gulf of Mexico. Science, vol. 106, no. 2759.
- TREADWELL, T.K. 1949. Submarine topography of the continental slope of the northwest Gulf of Mexico. Submarine Geol. Rept., Scripps. Inst. Oceanogr., California Univ., no. 7.
- WEAVER, P. 1951. Continental shelf of the Gulf of Mexico. Amer. Ass. Petroleum Geol., Bull. 35.
1955. Gulf of Mexico. Bull. Geol. Soc. Amer., Spec. pap. 62.