

ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA

SERIE

oceanológica

No. 8

Breve resumen sobre las investigaciones
de la estructura y dinámica de la zona
litoral de la Isla de Cuba

LA HABANA, 1969

ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA
INSTITUTO DE OCEANOLOGIA

SERIE OCEANOLOGICA

No. 8

BREVE RESUMEN SOBRE LAS INVESTIGACIONES DE LA
ESTRUCURA Y DINAMICA DE LA ZONA LITORAL DE
LA ISLA DE CUBA

Por:

V. P. ZENKOVICH y

A. S. IONIN

Del Instituto de Oceanología 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”

BREVE RESUMEN SOBRE LAS INVESTIGACIONES DE LA ESTRUCTURA Y DINAMICA DE LA ZONA LITORAL DE LA ISLA DE CUBA

SYNOPSIS: The preliminary results on geologic and geomorphologic investigations of Cuban shore are presented. Its objective was the study of the bottom relief, the vertical movement of coast and terraces and sediments in the nearshore zone off Cuba. The studies proved that at the South of Cuba is localized the fourth zone of the World of oolith forming. The islands and barrier coral reefs protect the expensive coastal areas from the wave action of the open sea, 58 3 samples of sediments and 38 columns were obtained.

La estructura general de la zona costera occidental de Cuba se caracteriza grandemente por las macro-formas primarias del relieve del fondo. Las últimas etapas de la formación de la zona costera están ligadas a la regresión eustática del Período Glacial y a la transgresión que le siguió hasta el nivel actual. Durante la regresión, todos los bajos litorales constituían tierra firme, drenada por numerosos ríos. Como se sabe, la erosión de la faja litoral de la tierra ha conducido a la creación de profundas dolinas, muy estrechas en la faja exterior, donde los ríos han cavado una barrera coralina. La posterior sumersión de las hondonadas, creadas por los ríos, condujo a la formación de numerosas bahías tipo bolsa con estrechas desembocaduras.

El carácter ingresivo de la costa está bien definido, sobre todo, en los lugares donde las grandes profundidades se aproximan bastante (costa entre La Habana y Bahía Honda). Todo el aluvio de los ríos actuales es expulsado, en estas condiciones, por la pleamar hacia lo profundo. Sin embargo, a lo largo de las costas del inmenso Golfo de Batabanó, del Archipiélago Los Colorados y de otras bahías y golfos de este tipo, las depresiones no se han conservado, sino que se han cubierto de aluviones fluviales.

Las costas a cuyo largo no existe plataforma baja, están bordeadas por todas partes de una antigua lona de sedimentos cementados. En una serie de lugares estos sedimentos contienen

corales, conocidos en la literatura por Formaciones "Seboruco". La estructura del fondo en estas costas es diversa. Así tenemos que a unas cuantas decenas de kilómetros, al Este de La Habana, se ha formado una terraza baja, la cual se precipita hacia lo profundo del mar, más o menos a un kilómetro de la costa. También hay muchos lugares donde, desde el "Seboruco", el fondo desciende rápidamente en un ángulo de 10 ó 15°. Esta plataforma inclinada tiene un ancho de 200 ó 300 metros, siguiéndole un veril muy escarpado (por ejemplo, Matanzas, costa sur de Isla de Pinos, Playa Girón, región entre Cabo San Antonio y Cabo Francés, etc.).

La plataforma baja, con sus costas, guirnaladas de cayos y arrecifes coralinos que la bordean, representa el mayor interés. En esta plataforma baja exploramos las regiones de los archipiélagos Los Colorados y Los Canarreos (este último con el Golfo de Batabanó) y también la parte occidental, del Archipiélago Sabana. Los rasgos exteriores de esta plataforma están ligados fundamentalmente al encuadramiento tectónico de la Isla de Cuba (fallas jóvenes). El carácter de su superficie, cayos, arrecifes y costas se forma bajo la influencia de los procesos actuales.

Hemos prestado una atención, especial al período de la última orogénesis, debido a su importancia en lo que a establecer la paleogeografía de las costas de Cuba se refiere.

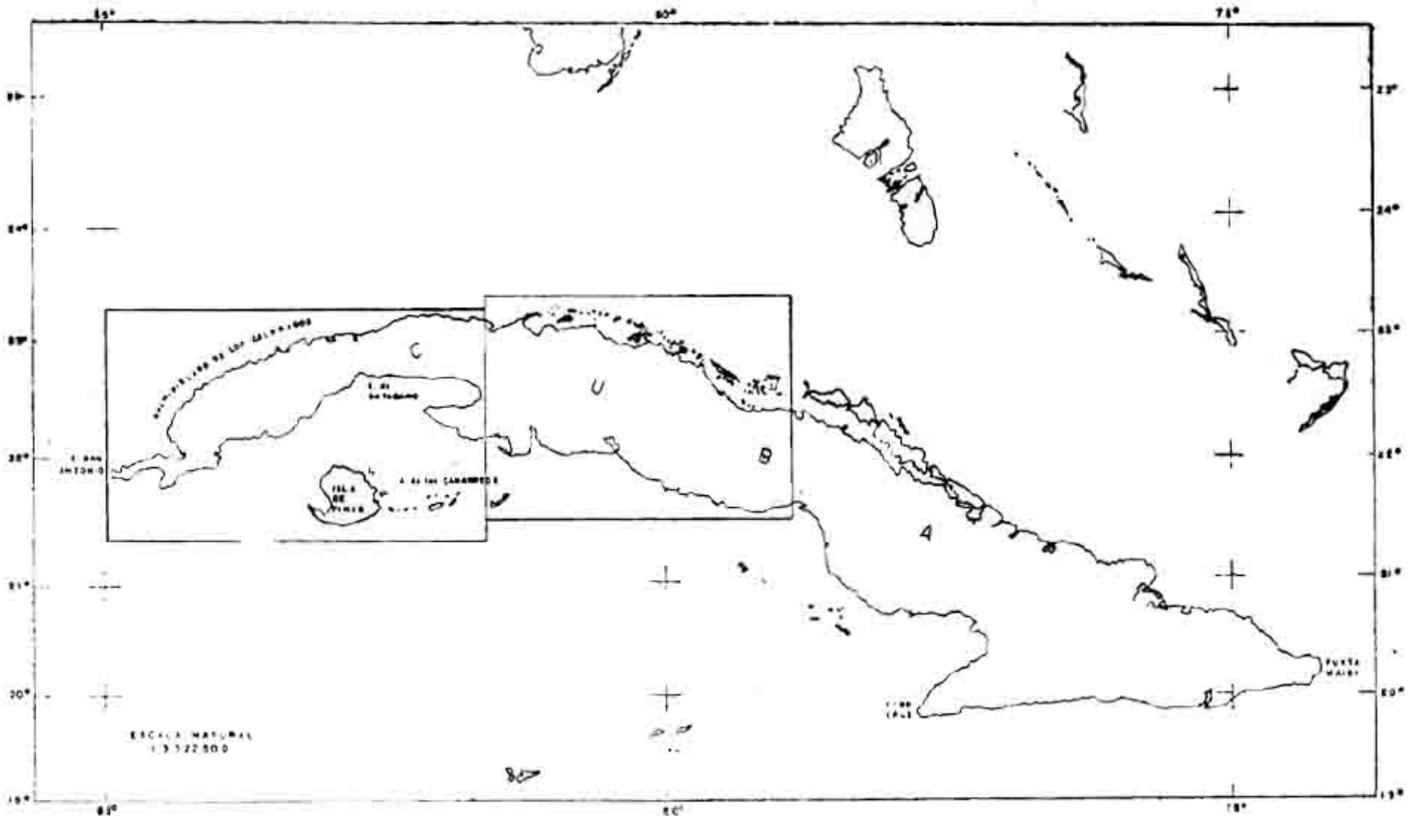


FIGURA 1

Carta del Archipiélago Cubano donde se insertan las regiones muestreadas.

Las costas profundas de Cuba, las cuales son las que mayormente se destruyen, tienen una serie de particularidades que las distinguen de las costas de las latitudes templadas. Como se sabe, el factor principal de destrucción de esas costas, es el golpe de la ola acompañado de material fragmentado (cascajo, canto rodado y en menor grado arena). En Cuba, casi en ningún lugar a lo largo de las costas profundas, se encuentra tal material, por lo que los procesos de destrucción, puramente mecánicos, pasan por lo visto, a un segundo plano. El mayor valor lo posee la acción disolvente del agua de mar. Esto lo atestigua la formación de profundos nichos, lo mismo en la formación "Seboruco" que en las calizas más antiguas. La altura de los nichos se debe principalmente a que esta región está expuesta a las olas de mayor o menor fuerza, Los nichos son estrechos, pero están mejor definidos en los lugares don-

de la fuerza de la resaca está limitada. Por el contrario, en las costas profundas de mar abierto, los nichos alcanzan una altura de dos o más metros, convirtiéndose en suaves concavidades (Oeste de Punta Seboruco, Punta Holandés y Punta Brava, Isla de Pinos).

En los lugares donde la superficie de las calizas desciende en forma de pendiente hacia el mar (un declive de 1:4, 1:5), los nichos se encuentran raramente y tienen una pequeña extensión. Así tenemos, en primer lugar, la formación "diente de perro" en la zona de rocién. Esto conduce al retiro de la costa y al descenso de la superficie de la roca.

La disolución también ocurre indudablemente bajo el agua, pero mucho más despacio que en la zona de la pleamar o de rocién. Sin embargo, en muchos lugares el papel de los organismos horadores, sobre todo de los eri-

zos de mar, es muy importante. En la región de Viriato, los erizos han erosionado desde 1935 unos 10 cm de masa de calizas coralinas.

En los sitios donde se forman nichos profundos, los bloques de roca se van hundiendo periódicamente en el agua. En ellos pueden formarse nichos nuevamente, siguiéndole a dicha formación un segundo hundimiento con la rápida disminución de tamaño de los bloques grandes. Sin embargo, casi en ninguna parte lejana de la costa actual, vimos estos bloques. Esto significa que la abrasión de las costas actuales ha sido muy breve o que estas bloques se destruyen bajo el agua con la disolución y acción de los organismos. Esto último es menos cierto. Es de destacar que también en las terrazas altas de los acantilados muertos, donde por lo regular se observan bloques desprendidos y nichos conservados, encontramos bloques a no más de unas cuantas decenas de metros del lugar de desprendimiento.

El proceso de abrasión depende en mucho de la estructura y solidez de las calizas y de la presencia en éstas de una capa superficial compacta que está sometida a la acción de las aguas atmosféricas. Esta capa está sólidamente cementada y alcanza unas cuantas decenas de centímetros de espesor. La presencia de esta capa, en particular, puede explicar la existencia de nichos dobles en algunos veriles: uno al pie del veril y otro por debajo de la capa, ésta es, a veces, la causa de que bajo la misma se formen nichos al nivel del mar, inclusive en aquéllos lugares donde la superficie del "Seboruco" se aproxima al mar con bastante suavidad. Estas costas se destruyen rápidamente (Guanabo, por ejemplo).

Todo el proceso de destrucción de las costas calcáreas de Cuba se puede valorar como un proceso extraordinariamente lento. En la mayoría de los lugares su velocidad apenas pasa de 1 cm al año. Para determinar los valores absolutos de la velocidad de destrucción de las costas y del fondo, se puede marcar una serie de regiones "standards" para futuras observaciones durante 10 o más años.

TERRAZAS COSTERAS

Como señaláramos anteriormente, el rasgo característico de las costas de Cuba es la difusión de la terraza baja "Seboruco". Su composición, edad y constitución casi no se han estudiado. Se considera que es un arrecife del período interglacial (Ducloz, 1963). Sin embargo esta afirmación es limitada y dada la edad del "Seboruco", casi seguro que no es verídica.

El problema consiste en que el Seboruco forma dos terrazas y, por lo visto, dos generaciones extemporáneas. Primeramente nos detendremos en la más joven y baja de ellas, a la cual le seguiremos llamando "Seboruco".

Las observaciones realizadas nos permiten llegar a las siguientes conclusiones:

1. El "Seboruco" está tan ligado a la costa actual en lo que se refiere a su composición, espesor y ancho de la faja ocupada por la misma, que la formación de estas calizas pudo ocurrir solo en el período postglacial.
2. El estudio de la parte occidental de Cuba demuestra que la formación "Seboruco" facialmente está muy lejos de ser homogénea. En algunos lugares es, efectivamente, un arrecife coralino adherido. Sin embargo, la mayoría de las veces observamos que los corales no predominan en la composición del material y los que hay no se encuentran en el lugar de formación, sino que han sido desplazados a una distancia relativamente grande.
3. En muchos lugares, el "Seboruco" se compone de material detrítico, por lo general, arena, completamente igual a la que se observa en las playas actuales. Sin embargo, en Matanzas, por ejemplo, esta caliza es una brecha de grandes fragmentos no redondeados.
4. Al Sur del Archipiélago Los Canarreos y particularmente, en Playa Girón, el "Seboruco" está formado de arena de oolita.

En muchos lugares se puede observar que las calizas del "Seboruco" continúan bajo el

agua y forman amplias y bajas plataformas, donde observamos grandes formaciones de arrecifes. Más adelante se demostrará que casi todos los arrecifes de la porción occidental de Cuba tienen claros indicios de atrofia o un reciente y brusco debilitamiento de desarrollo. Esto permite considerar que también la mayoría de ellos surgió simultáneamente con la parte emergida del "Seboruco" y que están directa y genéticamente relacionados con ésta.

La altura del "Seboruco" sobre el agua, por lo general, no pasa de 2 m, pero en la región de Matanzas, por ejemplo, se eleva hasta unos 4 ó más metros. Esto nos indica con claridad el levantamiento diferenciado de esta zona.

Estudiando los rasgos de la formación "Seboruco" se pueden hacer deducciones muy interesantes e importantes. Así tenemos que es fácil demostrar que la terraza "Seboruco" es fundamentalmente acumulativa y no abusiva, y que el material de que está formada fue acarreado, en la mayoría de los lugares, a grandes distancias, ya sea a lo largo de la costa o en dirección transversal a ésta. De esta manera el "Seboruco" es una forma acumulativa costera corriente, conservada por la cementación. Entre el "Seboruco" se distinguen fácilmente puntas, barras costras y terrazas adheridas de alimentación transversal.

Como ejemplos de puntas podemos señalar: Hicacos, Cinco Leguas, Francés (al Oeste de Isla de Pinos) y otras. La barra del "Seboruco" está bien definida en la región que va desde Alamar hasta Guanabo, al Este de La Habana. Las más interesantes son las formas adheridas, las cuales estudiamos en la costa occidental de la bahía de Matanzas, en Cabo San Antonio, en el sur de Isla de Pinos y en la costa oriental de la Bahía de Cochinos. Estas formas tienen una longitud de decenas de kilómetros, distinguiéndose en ellas las regiones de fuente de material (principalmente talasógeno), las regiones de acarreo y las regiones de deposición.

El estudio de las fotos aéreas demuestra que Cabo Cruz y Punta Maisí en Oriente, son todavía formas acumulativas más grandes.

La segunda terraza, parte elevada de los sedimentos litorales cementados, está completamente relacionada con el "Seboruco" propiamente dicho. En los lugares donde la costa ha estado expuesta a la abrasión en el período intermorfológico de dichos sedimentos, se pueden hallar acantilados de 4 ó 6 m de altura, como los que observamos en la región del Rincón, cerca de la ciudad de La Habana. La parte posterior de la terraza se eleva a 10 ó 12 m. El afloramiento de estos sedimentos está desarrollado en Punta Hicacos. No obstante, al Sur de Cabo San Antonio y Cabo Corrientes (Península de Guanahacabibes), así como en la costa sur de Isla de Pinos, se notan claramente.

La composición de estos sedimentos es casi idéntica al "Seboruco", propiamente dicho, y muy pocas veces posee diferencias esenciales. Esto demuestra la generalidad de los procesos de formación de ambas terrazas y la estabilidad del régimen de la costa, a pesar del gran intervalo de tiempo que los separa. Sin embargo, en la costa sur de Isla de Pinos, por ejemplo, cerca de Caleta Grande (muestras 373, 378-381) y Caleta Francés (muestras 377, 382-384), oolita cementada, mientras que los sedimentos del "Seboruco" que limitan con la misma, se componen de material biógeno detrítico y coralino.

Ducloz (op. cit) no distingue estas dos terrazas y atribuye el tiempo de formación de éstas al Interglacial Sangamon, haciendo esto por índices indirectos y análogos a la formación correspondiente al Sur de los Estados Unidos. Nosotros creemos que el "Seboruco" es una formación del Pleistoceno, mientras que la terraza más alta puede que sea del Interglacial. En este caso, en que no es posible dividir las paleontológicamente, las proporciones de estas terrazas solo se pueden estudiar por el análisis geomorfológico y, parcialmente, por el análisis litológico.

Desde ese punto de vista es importante subrayar que la terraza alta también descubre una estrecha relación con la costa actual y en

todas partes le sigue casi paralelamente el "Seboruco". Sus testigos (grandes superficies de sedimentos) están formados en las mismas formas acumulativas (generalmente por el lado posterior) que el "Seboruco". Tales testigos los podemos encontrar en Punta Hicacos. Más adelante, en Punta de La Maya, el "Seboruco" forma un tómbolo que por su lado posterior se encuentra separado de la terraza más alta, por una laguna. Por la parte occidental de Matanzas ambas terrazas están unidas entre sí.

En la costa sur de Cuba, dichas terrazas se encuentran conjuntamente en muchos lugares. En Cabo San Antonio y Cayo Largo se han formado dunas litificadas que pertenecen en el primer caso a la terraza alta y en el segundo, al "Seboruco".

Aunque las terrazas más altas no se estudiaron intensivamente, por medio de las observaciones de las fotos aéreas y las cartas topográficas podemos notar que estas terrazas han sido localizadas, precisamente en aquellos lugares donde, conforme a las regularidades generales de la dinámica de las costas, es posible esperar una larga y poderosa acumulación de aluviones, como ocurra en Matanzas, Cabo Cruz y Maisí. En el segmento de costa que va desde La Habana hasta Matanzas la deriva de los aluviones siempre ha ocurrido del Oeste hacia el Este, partiendo de las aguas abiertas del Golfo de México. Al doblar por la bahía de Matanzas estos aluviones se sedimentaron, formaron un escarpado talud sumergido y llegaron a construir las terrazas. De la misma forma, bajo la acción de los vientos alisios, creció Cabo Cruz. Punta Maisí descansa en un campo bloqueado por la isla de Haití, donde los raros vientos del occidente acumulan aluviones de las costas de la Sierra Maestra y de la región de Baracoa.

Ducloz, analizando las terrazas altas de Matanzas, afirma que el "Seboruco" es la única formación de tipo acumulativo, mientras que en las demás él no encontró sedimentos sueltos. Esto en realidad causa asombro. Cuando investigamos una terraza de 17 o 25 m de altura

(muestras 166, 168, 169, 187), descubrimos que la superficie cársica de la misma se compone de caliza dura, en cuya fractura se distinguen, fácilmente, granos de arena y fragmentos de moluscos y corales. En otras palabras, esta roca es el aluvión que ha formado la terraza acumulativa y que luego fue cementado. Además, en la superficie de esta terraza se observa, en el relieve, una serie de bancos costeros que van paralelos a ella.

Es posible que las rocas del Oligoceno que afloran en los acantilados antiguos representen también una formación acumulativa del litoral del mar. Esto lo indica la composición de la roca que se ve en los afloramientos. Podemos considerar como de este tipo a las rocas que forman las terrazas de Maisí, Cabo Cruz y otras regiones análogas.

Por el momento, no podemos analizar detalladamente estas regularidades y las exponemos solamente como una hipótesis de trabajo. Su verificación requiere detalladas investigaciones litológicas y geomorfológicas. Sin embargo, en los mares de la URSS se observaron semejantes regularidades; ejemplo de ello lo tenemos en el mar Caspio, donde el esquema general de la dinámica de las costas se mantuvo vigente durante todo el Período Cuaternario e inclusive en la parte superior del Plioceno (Leontiev, 1948). En Cuba, por lo visto, también existen esas condiciones.

Para concluir con este tema, diremos que la estructura de las costas de Cuba reafirma el levantamiento eustático del nivel del Océano Mundial en el período Atlántico (conforme a la terminología europea) en unos 2 metros, cuando, al parecer, ya había concluido la formación del "Seboruco" y su litificación. Debido a que el "Seboruco" es un aluvión de playa muy cementado (beach-rock), el mismo se formó más arriba del nivel del mar y más alto mientras más descubierto estuviera el litoral de la región dada (la altura de la playa depende del tamaño del material y de la fuerza del oleaje). Por eso, que la superficie del "Seboruco" pase de 2 y hasta de 3 m no nos indica la correspondiente altura del nivel del mar.

Podemos suponer que en las etapas finales de la transgresión postglacial ocurrió una intensa destrucción de las costas. El material fragmentado que surgió fue desplazado por las olas hacia la orilla y fue formando en muchas partes las corrientes de aluviones. En el Período Atlántico, el clima fue un poco más cálido en general y más alta la temperatura del mar. Esto surge de los trabajos de Emiliani (1955), en la determinación del isótopo de oxígeno en los residuos orgánicos de carbonato. Ambas condiciones señaladas fueron muy favorables para la rápida cementación y conservación del material detrítico de la playa y del talud sumergido. Esto último ocurrió en gran medida debido a la actividad de los organismos (principalmente a las algas del género **Lithothamnium**). Como se explicará más adelante, precisamente en este período es que se puede esperar un abundante florecimiento de la vida en los arrecifes coralinos.

En una de las fases finales de este período, se formaron en la superficie cementada del "Seboruco", bancos costeros de arena y canto rodado, cuya elevación es de unos 4 m sobre el nivel actual. Este banco, que se halla en la región de Matanzas (muestras 170, 171), Ducloz lo llama "banco tempestuoso", al considerar que en la actualidad dicho banco es activo. A nosotros nos pareció dudosa esta afirmación. Cuando exploramos la costa al Oeste de Playa Girón, nos convencimos de que este banco es antiguo. En un banco de igual formación (arena y canto rodado, muestras 516-517) que se encuentra en dicho lugar, creció un gran bosque.

TERRAZAS SUMERGIDAS

A muchos científicos les ha interesado la cuestión acerca de la presencia de terrazas sumergidas alrededor de la Isla de Cuba y se citan datos sobre su posible profundidad. Desafortunadamente esos datos sólo están fundamentados en el estudio de las cartas batimétricas o en la inspección aérea de las costas. Las únicas observaciones submarinas realizadas di-

rectamente han sido las del capitán Antonio Núñez Jiménez, presidente de la Academia de Ciencias de Cuba, en Boca de Jaruco, y confirman la existencia de terrazas morfológicamente definidas con acantilados sumergidos y nichos hundidos en éstos, habiendo explorado el citado autor las cuevas submarinas, levantando mapas de las mismas. (Vease "Clasificación de las cuevas de Cuba", La Habana, 1967). Nosotros realizamos una exploración submarina en la región de la desembocadura del río Jaruco y se reafirmó la existencia de una terraza abrasiva original, cuyo borde e inicio del acantilado descansan a una profundidad de unos 15 m. No se pudieron realizar sondeos detallados, por lo que no tenemos datos más exactos.

Nuestras inmersiones corroboraron la existencia de terrazas sumergidas en muchas regiones de la costa occidental, pero, a la vez, nos obligan a prestar gran atención a los estudios realizados con las cartas batimétricas, debido a su escala relativamente pequeña.

La formación del nicho en la base del acantilado sumergido se ha considerado importante, ya que la misma permite afirmar que en este lugar se encuentra situada una terraza marina. Sin embargo, semejantes nichos los observamos en todos los lugares donde el saliente del macizo de arrecife o de las calizas originarias se eleva sobre regiones adyacentes de otra composición o sobre campos de arena. Estos nichos rodean las salidas situadas aisladamente a diferente profundidad y también los veriles estratificados que van a lo ancho de toda la costa, cuya profundidad puede variar bruscamente. En particular, esto lo observamos en la costa occidental de Matanzas y en Cabo Corrientes. Por eso, sólo cuando se calculan todos los índices morfológicos (presencia de acantilados, nichos a un nivel determinado, analogía en la estructura de las formas emergidas y sumergidas, etc.) se puede estar seguro de la existencia de una terraza costera sumergida y no de otra superficie formada en condiciones subaéreas, cuando el nivel del mar se encontraba bajo (Período Glacial).

Podemos afirmar, inclusive, que en las costas de Cuba se han conservado terrazas sumergidas actuales, pero su estudio detallado aún no se ha iniciado verdaderamente. Es posible que solamente se haya utilizado el ecosonda de aguas poco profundas, en concordancia con las observaciones y tomas fotográficas submarinas.

ORIGEN DE LOS MATERIALES

Al estudiar los procesos acumulativos en la zona costera, es necesario, ante todo, esclarecer las fuentes del material y su productividad relativa o absoluta. En la mayoría de las costas, la principal fuente es el desagüe fluvial sólido (su parte relativamente gruesa) y también la abrasión, y ya después, los productos de origen marino (restos de organismos fundamentalmente). En Cuba, al parecer, sucede lo contrario. Aquí el principal proveedor de aluviones es el mar, los ríos, en especial los de la región occidental, juegan un papel incomparablemente menor, mientras que la abrasión esta completamente eliminada.

Desde este punto de vista, nos interesan, sobre todo, los arrecifes coralinos y la difusión de los restos de fauna que habitan en ellos. Se estudió la costa norte, comenzando desde la parte occidental del Archipiélago Sabana-Camagüey hasta el Cabo San Antonio, y también la costa sur, a lo largo de Isla de Pinos y el Archipiélago Los Canarreos. Establecimos que hay muy pocos arrecifes vivos que produzcan material detrítico. En la mayoría de los arrecifes predominan las destrucciones del zócalo y la muerte de los corales ramificados.

Del número de arrecifes estudiados, solo en las regiones entre Varadero y Punta de la Maya, en la Bahía de la Herradura, cerca de Cabañas y en el arco exterior de los arrecifes de Guanahacabibes las formas ramificadas cubren, casi por completo, la superficie del zócalo. En estas regiones abundan las formas vivas y al mismo tiempo se acumulan en el fondo numerosos fragmentos y ramificaciones. Junto con los corales ramificados, se pueden obser-

var muchas formas macizas, abundancia de gorgonias, esponjas y otras formas sedentarias. Pero, inclusive, se absenta la muerte gradual de los corales en que habitan las algas **Lithothamnium**.

En la mayoría de los lugares los arrecifes son muy pobres. Las formas ramificadas, solitarias o en pequeños grupos, se hallan sobre la superficie de un substrato cubierto de **Lithothamnium cortical**. Por la parte posterior del arrecife, generalmente se pueden observar acumulaciones de fragmentos de **Acropora cervicornis**, mientras que en el arrecife no encontramos formas vivas de esta especie. Como es natural, con esta cantidad de corales, el arrecife no podía ser creado como una forma del relieve. En la actualidad, todo el material biógeno se desplaza del arrecife hacia el lado posterior. En los mismos macizos abundan las formas "diente de perro", las cuales son testigos de la destrucción actual.

También, encontramos arrecifes muertos recientemente, los que se hallan sumergidos a grandes profundidades. Los referidos arrecifes se encuentran en el Golfo de Guanahacabibes, donde forman una serie de bancos de 10 ó 14 m de profundidad, agrupados en bancales paralelos al arrecife exterior. Uno de estos bancales fue explorado y resultó estar desprovisto de aluviones, en otros el tubo de recolección de fondos extrajo una fina capa de arena y tropezó con rocas. Con estas características encontramos un atolón muerto en el vértice del Golfo de Cazones (muestra 525). Su anillo, que descansa a unos 5 m de profundidad, se halla cubierto de gorgonias y esponjas, y contiene muy pocas formas coralinas ramificadas y macizas, inclusive.

De esta forma, hace relativamente poco tiempo que las condiciones de vida y crecimiento de los corales variaron considerablemente. Disminuyó el arribo de material a la parte interna del arrecife, donde precisamente estos aluviones formaron las vastas y planas plataformas. El gran espesor de los zócalos de los arrecifes (alrededor de 1 km de ancho con

una altura relativa de 3 ó 5 m sobre el fondo de los bajos adyacentes) demuestra lo antigua que es su formación primaria. Por lo visto, se formaron en el Período Interglacial de Sangamon, de la misma forma como ocurrió a lo largo de las costas de la Florida y sus cayos. En este caso, toda la superficie de los bajíos entre los arrecifes y la costa tiene la misma edad y está estrechamente ligada a una terraza interglacial relativamente alta que posee la costa.

Estudiando los bajíos que hay entre los cayos del Archipiélago Los Colorados y la parte occidental de Sabana, tratamos de aclarar a que distancia y en qué cantidad relativa son acarreados los fragmentos de arrecife en forma de arena hacia la orilla. Se aclaró que inclusive, en el bancal exterior de los cayos, a una distancia de 1 ó 2 km, a veces hasta solo a varios cientos de metros del arrecife, el material coralino no es el que predomina. Detrás del mismo arrecife comienzan los arcos de *Thalassia* con una abundante fauna de moluscos, equinodermos, esponjas, etc. Sus residuos, junto con los del alga *Halimeda*, forman la principal masa de aluviones, tanto en el fondo, como en la playa de los cayos. El material coralino se encuentra en pequeñas cantidades.

Casi todos los cayos de la cadena exterior presentan índices de retiro. Las arenas de los arcos exteriores de playa se aproximan hacia la turba y las vegetaciones vivas de mangles. Delante de las playas, se pueden descubrir troncos de mangles y también fangos de laguna o turberas en el fondo. En los extremos de los cayos se observa por todas partes un desplazamiento de la arena hacia la tierra firme en forma de trenzas, debido a lo cual, los cayos pequeños adquieren los rasgos de un arco o semicírculo. Por el lado opuesto de los cayos continúa el establecimiento y crecimiento de la vegetación de mangles.

Este arrastre y movimiento de los cayos es el resultado de la disminución del material que procede de los arrecifes de coral. Junto con esto, surgen a veces nuevos cayos en las ex-

tensiones abiertas (Este de Cayo Jutías). Las muestras de fondo y su estudio a simple vista demostraron una gran homogeneidad en el material (muestras 116- 120), en una ancha extensión (unos cuantos kilómetros) detrás de los arrecifes. Los corales se encuentran más o menos en iguales cantidades, independientemente de si hay arrecife o no en este lugar. Por todo lo dicho podemos llegar a la conclusión de que en estos canales existen grandes migraciones longitudinales de aluviones y que la formación de los nuevos y pequeños cayos puede ocurrir junto con el retiro o desaparición de los viejos.

En la parte occidental de la costa (Archipiélago Los Colorados), existen entre los cayos de la primera línea anchas rupturas y frente a ellos, en la costa principal, se encuentran las así llamadas ensenadas. Las playas que se han formado en algunos lugares también contienen restos de corales, pero en una cantidad mucho menor. El material principal de que están formadas estas playas es arena de *Halimeda* o de concha, aunque en algunas de ellas se ha encontrado material de cuarzo (cerca de Santa Lucía y La Mulata se descubrieron playas de arena de cuarzo), procedente, casi seguro, de las tierras adyacentes (muestras 252, 253 y 259). No obstante, el referido material desaparece a varias decenas de metros de la costa. De esta forma, la zona de alimentación continental es muy estrecha, a zona de alimentación coralina es más ancha, pero tiene un valor cuantitativo subordinado. La masa principal de sedimentos de los vastos prados de *Thalassia* tienen una alimentación autóctona, debido a los restos de animales y algas que habitan en dichos prados.

La formación del perfil de estas playas y del talud sumergido tiene un gran interés geográfico, ya que son específicas las condiciones de una débil acción del oleaje con corrientes muy fuertes. Por eso realizamos una serie de nivelaciones de las terrazas emergidas, playas y lagunas litorales. Su análisis demostró lo extraordinariamente grande que es la pendiente de las playas de arena y lo bajo del litoral. Esto último se debe, seguramente, a la influencia de

la vegetación herbácea, la que contribuye a la acumulación de arena. En los lugares donde esta vegetación está destruida, las olas y las corrientes forman rápidamente cuencas escarpadas con una profundidad de metro y medio.

Es importante señalar que todas las nivelaciones que se hicieron a través de las terrazas acumulativas costeras actuales (cuyo ancho llega hasta unos 200 m) demostraron el descenso gradual de las cadenas de bancos costeros en dirección hacia la tierra. Esto demuestra la paulatina sumersión del territorio por lo menos en los últimos siglos.

Las nivelaciones hechas en las regiones de costa abierta y profunda al, Norte y Sur de Cuba, no dan particularidades características, posiblemente porque en esos lugares la parte acumulativa es muy pequeña.

Las amplias extensiones detrás de la primera línea de cayos, donde se hallan principalmente vegetaciones de mangles, fueron investigadas indistintamente y las conclusiones sobre ellas no son de igual valor.

En las regiones señaladas son dignos de atención los fantásticos rasgos de los cayos, por lo general alargados en forma de bancales, y también la propagación de los sedimentos fangosos de carbonato. Podemos señalar que esas mismas particularidades las encontramos en la parte baja del Golfo de Batabanó, donde se efectuó un reconocimiento en la región de la Cayería de Las Cayamas y se realizaron trabajos con el tubo recolector de fondos.

En todos estos lugares nos interesan las cuestiones acerca del origen de los fangos y también el papel de la vegetación de mangles en la acumulación de sustancias orgánicas. Esto último es importante porque, según la opinión de muchos geólogos, la facie de pantanos de mangle, ha sido la que ha formado el carbón. Existen algunos tipos de cayos de mangle, caracterizándose algunos en que los mangles crecen en un fondo que se eleva sobre el nivel de la pleamar, otros no constituyen en realidad cayos, ya que hasta en la bajamar

las raíces de los árboles se desplazan hacia el agua. Estos cayos son esencialmente bajíos. La segunda diferencia depende del tipo de substrato en que habiten los mangles. Esto puede ser fango calcáreo o fango oscuro, y también turba, compuesta de detritus de vegetación herbácea, restos de raíces de mangles, etc. Se investigaron todos los tipos de cayos enumerados.

Con esto se logró aclarar la influencia de la faja literal de mangles (no de cayos) sobre la acumulación de fango. En las regiones de Santa Lucía (muestras 242-248) y La Coloma (muestras 334-342) se obtuvieron largas columnas (aproximadamente de 4 m) de fondo fangoso, en un canal de mangles y muy cerca de un extremo de malezas a menos de 3 m de profundidad. Al mismo tiempo, en, las partes adyacentes, desprovistas de mangles y a iguales profundidades y distancia de la costa, se extienden sedimentos arenosos.

La acumulación de turba en estado puro tiene lugar sólo en los cayos que están lejos de las posibles fuentes de material terrígeno. En Cayo Cinco Leguas (Archipiélago Sabana) fue descubierta turba con un espesor de más de metro y medio. También se descubrió turba en algunos cayos del bancal exterior de Los Colorados (muestras 100-102) y sobre todo, ocupa una gran superficie en los Cayos de San Felipe (Golfo de Batabanó, muestra 365). En los mismos archipiélagos, pero en los cayos que están más cercanos a la tierra, o no hay, turba o la que hay es solamente estratos de pequeño espesor, estando estos mezclados con fango (muestras 60 y 61). Como ya sabemos, en la Península de Zapata también yacen turbas de gran espesor, las que pudimos examinar cuando investigamos Punta Gorda (muestras 444 y 445). Sin embargo, al lado de esta punta, a 3 m de profundidad, extrajimos con el tubo recolector de fondos una turba de solo 25 cm de espesor ya que lo que sigue más abajo es las calizas originarias (muestras 442:443).

Cuando se trabajó con el tubo de recolección de fondos en el Archipiélago de Los Colorados y en el Golfo de Batabanó (muestras

350-359, 397-400, 413-416, 419-425) se recolectaron hasta 10 columnas con estratos de turba (pura o mezclada con fango) de 1 m de espesor. Estas estaciones se hicieron a 5 m de profundidad a una gran distancia de la costa y de los cayos de mangle existentes. Así, estos hallazgos de muestran los lugares donde se encontraban los cayos antes de desaparecer o la línea costera antigua.

Los resultados de las perforaciones con el tubo recolector de fondos fueron tan interesantes e inesperados que sobre los mismos conviene hablar en forma especial. En el crucero realizado en la Bahía del Mariel obtuvimos una columna de fango verde grisoso de 215 em de largo, homogénea desde arriba hasta abajo, es casi seguro que en este lugar se acumula, fundamentalmente, el desagüe fluvial que contiene material de silicato. Además, realizamos dos transeptos en el Archipiélago Los Colorados, uno al Oeste de Cayo Jutías y el otro en la parte oriental frente a Punta Avalos, donde la distancia hasta el arrecife exterior es de más de 10 km. También se realizaron algunas estaciones dispersas (16 en total) en los lugares más interesantes.

El tubo, al traspasar una capa de arena fangosa, en la faja litoral, llegó hasta una arcilla continental compacta, de color amarillo y rojo (nuestras 319-321, 345-349, 438). Por su alto peso específico y por su semejanza con los afloramientos que examinamos en la costa, se puede considerar que esta arcilla representa una corteza de intemperismo de rocas básicas. El contacto con los sedimentos marinos es muy acusado en todas partes. Estos hallazgos se hicieron a lo largo de la costa norte del Golfo de Batabanó, con la excepción de que en una estación de este lugar, fue constatada la transición gradual de la arcilla en fango marino.

La presencia de sedimentos de origen terrestre en el fondo del mar, es testigo de sumersión (casi seguro del Periodo Postglacial). Sin embargo, esa sumersión continúa en estos momentos, lo mismo en la costa norte que en la costa sur de Cuba. En los trabajos realizados

por tierra, nos encontramos que la corteza de intemperismo está situada directamente en la costa, en contacto con el agua de mar durante la pleamar.

Varias sumersiones del tubo recolector de fondos cerca de los arrecifes coralinos y por la parte exterior de estos, demostraron una ausencia casi completa de sedimentación actual en ese lugar. El tubo o se extrajo vacío con la punta mellada o solo extrajo unos cuantos decímetros de arena de coral y concha con fragmentos de coral y roca lotificados.

En la faja que se halla entre los arrecifes y el continente se obtuvieron largas columnas (3-4 m) de un material que a simple vista era homogéneo (nuestras 398-400, 408-412). Este material es una arena blanca algo enlodada, que a veces se compone casi completamente de Halimeda con una impureza de fragmentos de concha, corales y otros organismos.

En el transeptos de la parte occidental, cerca del arrecife exterior, el tubo extrajo una arena en que los fragmentos de corales o predominan o forman la parte esencial. De esta forma, en dicho lugar ocurre una abundante sedimentación organógena, cuyo régimen no ha variado mucho en los últimos siglos (y puede ser que en los últimos milenios). Es posible que el análisis mecánico y faunístico del material demostrará algunas variaciones del régimen, ya que basándonos en los índices de sumersión, podemos esperar que las profundidades hayan aumentado en las áreas existentes entre los arrecifes. Además, es posible que el fondo entre el arrecife y la costa sea una superficie equilibrada. Esto significa que a medida que va sumergiéndose la referida zona, el asentamiento es compensado por la fonnación de sedimentos, manteniéndose invariables las profundidades.

En el Golfo, de Batabanó se obtuvieron resultados completamente inesperados. Luego de haber visto las cartas y fotos aéreas y haber realizado nuestra primera marcharruta de reconocimiento, nos parecía que todo el Golfo, el cual está separado del mar por una barrera de arrecifes, era como una especie de "mar"

de fangos. Sin embargo, en realidad, de las 27 columnas que se tomaron en los tres transeptos meridionales, efectuados en la parte abierta del Golfo, no se obtuvo una sola columna lo suficientemente grande, donde el tubo no chocara con roca dura. La mayoría, de las columnas tenían un largo de menos de 2 m y en algunas estaciones el tubo llegaba, en general, vacío, y con la punta de acero mellada. Por ahora, no podemos comprender el por qué en un golfo grande, que está separado del mar por una barrera de arrecifes y una serie de cayos de mangle y en el que se halle el desagüe de numerosos ríos, se encuentra una sedimentación tan ínfima. Es posible que las mareas que expulsan hacia el mar todo el aluvio fino procedente de la tierra, sean el motivo de esto. Sin embargo, al mismo tiempo, tenemos que en el Golfo se halla una amplia zona de deposición de fangos calcáreos muy finos, sobre lo que hablaremos más adelante.

Al Sur del Golfo, desde Cabo Francés hasta los Cayos de Dios, se extiende una antigua barrera de coral con más de 300 km de largo. Por el Norte, colindan muy cerca los cayos de mangle Los Canameos, San Felipe y otros. Al estudiar los estratos de estos fondos sueltos, encontramos que solamente tienen varias decenas de centímetros de espesor y que yacen en una capa de coral. Al Oeste, el coral casi llega hasta Galafre y La Coloma. Al Norte de Isla de Pinos, tiene 30 ó 40 km de ancho y al Este, llega casi hasta la Península de Zapata.

La parte central del Golfo se caracteriza por tener sus sedimentos un espesor un poco más grande y por lo variada que resulta su composición. En este lugar las columnas tienen 2 m de largo (muestras 457-463). En la parte superior yace un fango calcáreo, blanco, de metro y medio de espesor, el cual se encuentra atravesado por unos tubos quitinosos verticales. Bajo este fango yace arena enlodada, líquida y de color gris, que a su vez yace sobre roca. Los fragmentos que extrajo el tubo se componían de una caliza muy compacta, de color gris oscuro, la cual se diferencia mucho de las calizas coralinas que se han formado al Sur

del Golfo. El agua que posee la arena enlodada líquida parece, por su sabor, menos salada que la del mar. Es de señalar, que en las dos ocasiones que el tubo descendió en una misma estación, nos mostró columnas de diferentes longitudes, demostrando de esta forma grandes irregularidades en el fondo originario.

Los índices señalados nos permiten considerar que el fondo posee un relieve cársico profunda, con afloramiento de aguas dulces, de la misma forma ocurre al Oeste de la Florida.

Las estaciones litorales en el Golfo de Batabanó demostraron la presencia de arcillas continentales al Oeste (muestras 436-439), una gran masa de fangos y turbas cerca de La Coloma (muestras 334-342, 345-349, 350-359) y una sedimentación íntima en la región de la Cayería Las Cayamas (muestras 419-425, 427-431, 434, 435), y de la Ensenada de la Broa.

Confrontando entre sí los hechos citados, vemos que la franja de fangos calcáreos se halla en la zona donde se ve claramente que no llegan ni el material procedente de la tierra, ni los productos de destrucción de los arrecifes coralinos y de la actividad vital de los organismos. El único medio posible de formación de fangos calcáreos es la precipitación química, a lo que contribuye, casi seguro, el calentamiento intensivo del agua en los meses de verano y la absorción del anhídrido carbónico por parte de las plantas en los lugares sumergidos. Recordemos que la sedimentación química de las calizas ocurre también en el Banco de las Bahamas, donde se puede esperar condiciones de sedimentación semejantes.

Es posible intentar el esclarecimiento de la relación que hay entre la formación intensiva del fango (de cualquier origen) y la formación de los bancales de cayos de mangle. Examinando las fotos aéreas, se pueden encontrar numerosos ejemplos de bancales sumergidos, bajos y cayos de mangle que se extienden transversalmente al Golfo. Los mismos están bien definidos en el Archipiélago Sabana y en el Golfo de Batabanó, al Sur de la Península.

de Zapata. Los bancales que todavía no han aflorado a la superficie, son rectangulares o suavemente curvos (por ejemplo, cuatro banca las al Sur de Zapata). Los que tienen cayos de mangle han perdido la regularidad de sus rasgos.

Se investigaron los bancales en las regiones del Archipiélago Sabana y en el Golfo de Batabanó. En el Archipiélago Sabana encontramos acumulaciones de fango con fragmentos de conchas, en el Golfo, observamos fango calcáreo con escasa hierba en la superficie. El tubo de recolección extrajo, a 3 m de profundidad y cerca del último bancale, nada más que una capa de fango de 2.80 m, más abajo se encontró caliza. El hecho de que la distancia entre los distintos bancales se mantuviera (en Zapata es de 10 ó 15 km), nos permite pensar que estos son una formación rítmica que surge con la acción de las corrientes alternas, pero que tienen una dirección predominante (en Cuba hacia el Oeste). En Guayana, se estudiaron semejantes bancales de fango en el litoral abierto, donde presentan intervalos recíprocos del orden de 10 ó 20 km y se mueven a una velocidad de varias decenas de metros por año, en dirección noroeste junto con la corriente ecuatorial.

En los bajos de Cuba, el cuadro se complica seriamente. En primer lugar, el factor principal lo juegan los rasgos irregulares de los acuatorios, donde se puede esperar que la dirección del chorro de las corrientes dominantes varía en tiempo y espacio. El segundo factor importante que desfigura la regularidad del cuadro es la vegetación de mangles. En todos los lugares investigados, observamos manglares, pero aún eran plantaciones aisladas. Se puede pensar que cuando los manglares crezcan en las regiones de los bancales que están muy cerca de la superficie del mar, se frenará el desplazamiento del fango, llegando luego a cesar. Al mismo tiempo, el movimiento puede continuar en las regiones contiguas que aún no están pobladas, lo que desfigura los rasgos del bancale.

En el Golfo de Batabanó, al Norte de Isla de Pinos, se encuentra la Cayería de Las Cayamas, compuesta por barcales transversales de cayos de mangle. Bancales de este tipo se encuentran en el Golfo de Ana María, cerca de Júcaro y al Oeste de Santa Cruz. El estudio de Las Cayamas demostró que esta cayería es un bancale único, dividido en una serie de cayos por estrechos transversales, cuyas profundidades oscilan entre 4 y 5 metros. En los extremos de los estrechos se hallan situados deltas sumergidos, a veces, de grandes dimensiones, sobre todo al Oeste. En los cayos y bordes de los estrechos yace un fango gris estratificado.

Es fácil imaginarse que a medida que ha crecido la vegetación de mangles, las corrientes de marea han sido localizadas en lugares determinados, han formado estrechos canales y han empezado a erosionar su lecho, hasta la misma roca originaria.

Se tomaron columnas a ambos lados del bancale, tropezando el tubo con calizas originarias a una profundidad de 5. 50. De esta forma, el Bancale Cayamas, al igual que los descritos anteriormente, se encuentra sobre rocas originarias y puede que tengan un origen primario, parecido a los bancales de fango desprovistos de cayos.

De las particularidades regionales de la zona costera de Cuba, investigadas por nosotros, hay que detenerse por lo menos en dos: la zona de formación actual de oolita en el extremo sur de la plataforma de Batabanó y la zona costera de acumulación de material de silicato, cerca de la Ensenada de Cortés.

Como se sabe, la formación de oolita ocurre en el Banco de las Bahamas y, en menor escala, cerca de los cayos de la Florida. Por eso, nos asombramos grandemente al no descubrir este material en la región de Los Colorados. Por primera vez, encontramos calizas de oolita en los sedimentos de una terraza de 4 m, al suroeste de Isla de Pinos (Caleta Grande y Caleta Francés). Sin embargo, no había oolita en el fondo, ni tampoco en la playa.

La oolita actual la descubrimos en la playa de Cayo Avalos, Archipiélago de Los Canarreos. La formación de oolita se extiende desde aquí hasta la misma parte oriental de Isla de Pinos, donde se ha encontrado en Playa Grande y entre esta playa y el arrecife coralino. Sin embargo, la oolita no estaba en estado puro, sino mezclada con fragmentos de conchas y corales. El campo más grande de oolita se encuentra en una plataforma de poca profundidad, frente a Cayo Largo y al Oeste. La oolita se extiende desde aquí hasta Cayo de Dios y, por lo visto, llega hasta el extremo donde termina la plataforma baja. La zona de formación de oolita ocupa por completo unos 200 km, con un ancho que oscila entre 5 y 8 m (muestras 476, 477, 479, 481-486, 501-515). Aquí puras, casi sin impurezas de partículas organógenas, es decir, es un sedimento puramente químico. Dos veces se lanzó el tubo de recolección en la arena de oolita, la primera vez pasó un metro de arena y chocó con roca dura de oolita, la segunda extrajo una columna de 3.50 m de largo, distinguiéndose la oolita, en este último caso, por su gran tamaño en los distintos estratos y por la mezcla de fragmentos de conchas y corales.

Es característico que la extraordinaria playa de Cayo Largo y dos bancales de duna se compongan de arena de oolita. En estos bancales la oolita está litificada y constituye una roca estratificada. En esta playa se descubrió, a 1.5 m de profundidad, bajo una capa de arena suelta, una cementación actual.

De esta forma, al Sur de Cuba se halla la cuarta zona de formación actual de oolita en el mundo (este tipo de oolita se forma también en el Banco de las Bahamas, en el Mar Rojo y en la costa este del Mar Caspio). Además, se obtuvo por primera vez, una columna de arena de oolita, cuyo estudio **lit par lit** ayudará a esclarecer las condiciones favorables a la formación de oolita. La presencia de rocas de oolita (muestras 378, 380) en una terraza de 6 m de la costa occidental de Isla de Pinos demuestra que en el Período Interglacial, iba en

esta dirección una corriente de aluviones. Su traza, casi seguro, era la plataforma que actualmente ocupa la formación Seboruco. Debido a que el extremo de ésta se precipita hacia un mar profunda, no existe en estos momentos corriente alguna.

En la región de la Ensenada de Cortés se encuentran huellas de unos cuantos ciclos de formación de la costa, el estudio de esta zona resulta de gran interés. La formación de anchas terrazas acumulativas con bancos costeros muy bien conservados, compuestos de material arenoso suelto (muestras 134-137) y con un alto contenido de cuarzo, es el último de estos ciclos de formación.

La nivelación de una terraza de 1.50 m de ancho, demostró un descanso gradual de las crestas de los bancos en dirección a tierra firme, lo que atestigua sobre cierta sumersión de la costa durante la formación de dichas terrazas. Esta terraza se extiende hacia el Sur, desde las desembocaduras de dos ríos, en dirección a la Ensenada de Cortés y se convierte, más tarde, en una barra que divide esta ensenada del mar. La terraza continúa más adelante en dirección sur, donde limita con la formación coralina Seboruco o con otra más antigua (Interglacial). Estas calizas se observan, a su vez, en la costa interior de la Ensenada de Cortés, extendiéndose hacia el Norte, detrás de la terraza acumulativa, señalada anteriormente, y aflorando en la zona costera, al Sur del pueblo de Galafre. Este es el segundo ciclo de formación de la costa, el cual indica el período en que los ríos, por algún motivo, no provelan de material de cuarzo a la costa.

La tercera forma antigua es una ancha faja de bancales de duna, compuestos de arena de cuarzo muy fina. Estos bancales comienzan a unos 2 km de la costa y tienen un ancho de hasta 5 km. En la carta topográfica se observa que las marcas más alias de las dunas alcanzan 10 m en la Ensenada de Cortés y llegan hasta 20 m en el Sur.

Como hipótesis de trabajo, aceptamos la siguiente secuencia del curso de los fenómenos:

Las rocas carbonatadas, compuestas de material coralino y detrítico, se formaron en el Período Interglacial, cuando el nivel del mar se encontraba más alto y las desembocaduras de los ríos se hallaban al Oeste. Es posible que hayan desembocado en una ancha laguna y el material de cuarzo no haya llegado hasta la costa. En el Período Glacial, a consecuencia de la regresión del mar, ocurrió un hundimiento erosivo de los valles y el aluvio de cuarzo se sedimentó en una ancha superficie del fondo del golfo actual.

Más tarde, tuvo lugar la transgresión post-glacial, durante la cual todos los aluviones fueron desplazados hacia la orilla, por la su-

perficie plana del bajo litoral. Semejante proceso ocurrió en muchos lugares del globo terraqueo y la realidad del mismo no provoca duda alguna. Las acumulaciones de arena en el litoral dieron comienzo a la formación de dunas, las cuales migraron bajo la acción de los vientos alisios hacia el Oeste, arrastrándose a través de las calizas coralinas.

A medida que iba retardándose la transgresión, disminuía el arribo de material de cuarzo a la costa, quedándose este fijado en forma de terrazas como las que vimos en este trabajo. Este esquema general debe ser verificado con investigaciones futuras más detalladas.

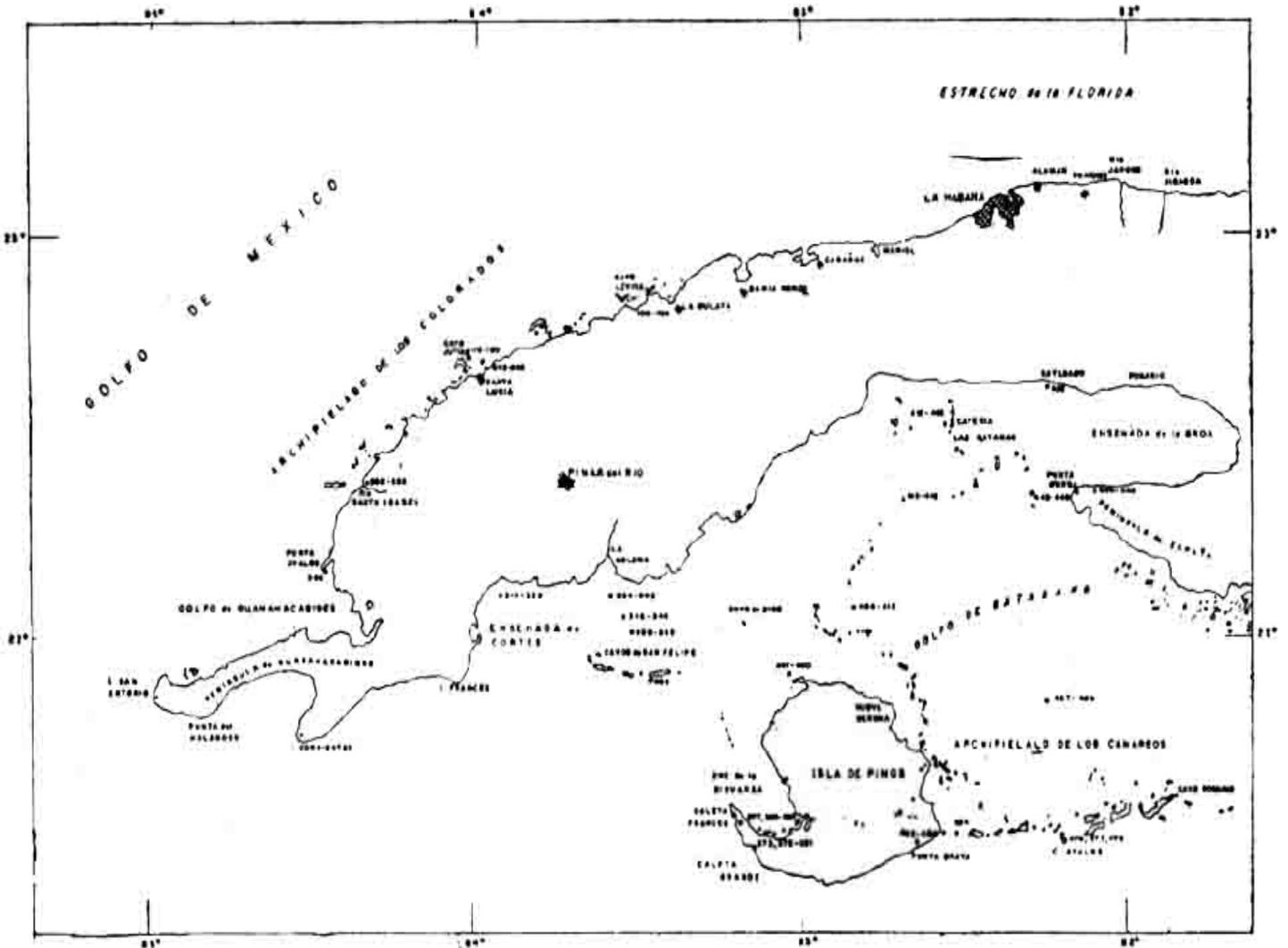


FIGURA 2
Distribución de las muestras en la región estudiada.

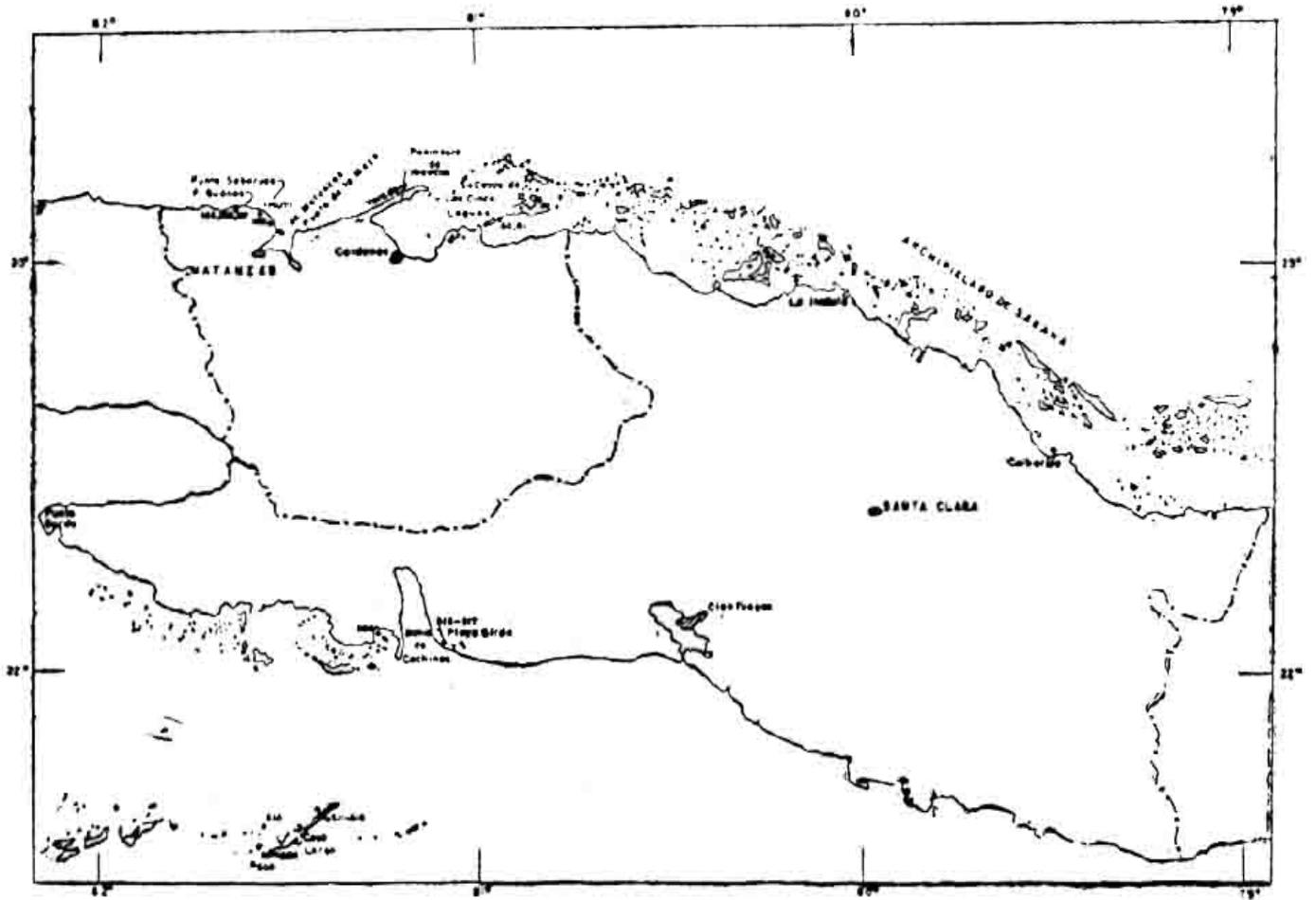


FIGURA 3
Distribución de las muestras en la región estudiada.

CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS

Muestra	Descripción	Localidad
60	Turba, capa de 10-15 cm de espesor	Punta Cinco Leguas
61	Masa de turba y fango, capa de 40 ó 60 cm, debajo se encuentra gravilla	Ibid.
100	Turba, horizonte 100-110 cm	Cayo Levisa, Costa Norte
101	Turba, horizonte 60-70 cm	Ibid.
102	Turba de un pantano de mangle, horizonte 0-7 cm	Ibid. A 100 m de la orilla
116	Arena gruesa de coral y concha	Cayo Jitías
117	Arena de coral y concha muy enlodada	Ibid.
118	Arena coralina de la playa	Ibid.
119	Fango arenoso calcáreo	Ibid. Playa
120	Arena gruesa de coral y concha fragmentada	Ibid. y un cayo pequeño al frente
134	Arena mineral fina de la cima del segundo banco	Río Sábalo, al Sur de la desembocadura
135	Arena fina fangosa entre el segundo y tercer bancos	Ibid. al Sur frente a la terraza
136	Fango arenoso verdoso	Ibid. al Sur
137	Fango arenoso verdoso	Ibid.
166	Caliza marmórea de la superficie de una terraza de 15 ó 20 cm	Bahía de Matanzas, costa occidental, a 6 km de la ciudad
168	Arena y grava de la terraza de "Seboruco", horizonte 2 m	Punta Guanos
169	Caliza conchífera de color rojo, pertenece a la superficie de una terraza de 12 m	Punta Guanos
170	Arena y grava de un banco costero antiguo (capa inferior).	Matanzas, cantera al Norte
171	Masa arenosa desmenuzada.	Ibid.
242	Concha fina con arena fangosa. Homogénea de arriba a abajo. Columna de 323 cm, horizonte 0-35 cm	Santa Lucía, cerca de los mangles, 3 m de profundidad
243	Horizonte 36-83 cm	Santa Lucía, cerca de los mangles, 3 m de profundidad
244	Horizonte 84-131 cm	Ibid.
245	Horizonte 132-177 cm	Ibid.
246	Horizonte 178-225 cm	Ibid.
247	Horizonte 224-273 cm	Ibid.
248	Horizonte 274-323 cm	Ibid.
252	Arena fina de cuarzo	Río Isabel, playa en la punta al Este de la desembocadura
253	Grava de cuarzo y cascajo de rocas	Río Isabel, parte sumergida del cabo, desembocadura
259	Arena fina de cuarzo	Punta Avalos, playa
319	Arena fangosa en arcilla continental. Columna de 121 cm horizonte 0-30 cm	Transecto Galafre 7 m profundidad

320	Horizonte 31-75 cm	Ibid.
321	Horizonte 76-121 cm	Ibid.
334	Arena fangosa. Columna de 386 cm Horizonte 0-20 cm	Transecto La Coloma, 4 m profundidad
335	Horizonte 21-65 cm	Ibid.
336	Horizonte 66-116 cm	Ibid.
337	Horizonte 117-162 cm	Ibid.
338	Horizonte 163-204 cm	Ibid.
339	Horizonte 205-250 cm	Ibid.
340	Horizonte 251-293 cm	Ibid.
341	Horizonte 296-340 cm	Ibid.
342	Horizonte 341-386 cm	Ibid.
345	Horizonte 0-30 cm, arena fangosa con concha fragmentada, columna 234 cm	Transecto La Coloma, 9.5 m
346	Horizonte 31-80 cm	Ibid.
347	Horizonte 81-130 cm	Ibid.
348	Horizonte 131-177 cm	Ibid.
349	Horizonte 178-234 cm. Arcilla · continental amarilla	Ibid.
350	Arena fangosa con conchas y almejas, debajo turba y después arena. Columna 420 cm, horizonte 0-13 cm	Transecto La Coloma, 12.5 m profundidad
351	Horizonte 14-60 cm	Ibid.
352	Horizonte 61-105 cm	Ibid.
353	Horizonte 106-152 cm	Ibid.
354	Horizonte 153-198 cm	Ibid.
355	Horizonte 199-243 cm	Ibid.
356	Horizonte 244-286 cm	Ibid.
357	Horizonte 287-333 cm	Ibid.
358	Horizonte 334-373 cm	Ibid.
359	Horizonte 374-420 cm	Ibid.
365	Turba. Horizonte 160 cm	Cayo Perros, 1 m profundidad
373	Arena gruesa	Cayo Grande, 2 m profundidad
377	Arena gruesa coralina	Cayo Francés, 7 m profundidad
378	Caliza oolítica, Seboruco	Caleta Grande
379	Arenisca ferrosa intercalada en el Seboruco	Ibid.
380	Caliza oolítica de una terraza de 6 m	Ibid.
381	Caliza de una terraza de 6 m	Ibid.
382	Caliza coralina con conchas. Bench sumergido	Caleta Francés
383	Caliza coralina con conchas en una terracea de 4 m. Horizonte 1.5 m sobre el nivel del mar	Ibid.
384	Arena	Ibid. playa
394	Arena enlodada con mezcla de fragmentos de algas y conchas, más abajo turba y después coral. Columna 190 mm. Horizonte 0-45 cm	Transecto Pinos, 7 m
398	Horizonte 46-95 cm	Ibid.

399	Horizonte 96-142 cm	Ibid.
400	Horizonte 143-190 cm. Turba y después coral	
408	Arena fina, blanca y fangosa	Transecto Pinos, 6 m
409	Arena fina, blanca y fangosa. Columna 146 cm, horizonte 0-20 cm	Ibid.
410	Horizonte 21-58 cm. Arena blanca, fangosa	Ibid.
411	Horizonte 59-106 cm. Transición en lodo líquido gris	Ibid.
412	Horizonte 107-146 cm. Lodo gris líquido	Ibid.
413	Arena blanca	Transecto Pinos, 5 m
414	Lodo blanco arenoso. Columna 120 cm. Horizonte 0-20 cm	Ibid.
415	Horizonte 21-70 cm. Lodo blanco arenoso	Ibid.
416	Horizonte 71-120 cm. Transición de lodo blanco arenoso en turba y fango gris, líquido	Ibid.
419	Arena fangosa y plantas	Transectos Cayamas, 2.8 m
420	Arena fangosa, gris, líquida con Conchas quebradas, transformada en Turba y después en lodo verde	Ibid.
421	Horizonte 66-110 cm. Masa areno-fangosa-turbácea	Ibid.
422	Horizonte 111-155 cm. Masa areno-fangosa-turbácea	Ibid.
423	Horizonte 156-200 cm. Masa areno-fangosa-turbácea	Ibid.
424	Horizonte 201-248 cm. Masa areno-fangosa-turbácea	Ibid.
425	Horizonte 24-297 cm. Lodo líquido, más abajo piedras	Ibid.
427	Arena gris fangosa. En la parte inferior concha y caliza	Transectos Cayamas, 3 m
428	Transición en lodo gris arenoso	Ibid.
429	Lodo gris arenoso	Ibid.
430	Lodo gris compacto	Ibid.
431	Conchillas, abajo roca	Ibid.
434	Arena fangosa con conchas	Ibid. 5.5 m de profundidad
435	Arena fangosa. Roca debajo	Ibid.
436	Arena fangosa, al principio gris, después parda.	Ibid. 4 m
437	Arena fangosa con turba Arcilla gris, debajo parda, continental.	Ibid.
438	Columna de 130 cm. Horizonte 84-130 cm	Ibid.
442	Turba. Columna de 85 cm. Horizonte 15-25 cm	Ciénaga de Zapata, costa, 3.5 m profundidad

443	Horizonte 25-65 cm. Turba, debajo piedra	Ibid.
444	Masa turbácea, compacta y negra	Punta Guizaso, superficie litoral de Zapata
445	Turba de una excavación a 1.6-1.7 m de profundidad	Ibid.
	Fango blanco, más ,abajo se hace líquido y es de color gris. En la base hay piedras. Columna 250 cm. ·	Transepto Batabanó, 7 m
457	Horizonte 0-10 cm	
458	Horizonte 11-56 cm	Ibid.
459	Horizonte 57-102 cm	Ibid.
460	Horizonte 103-148 cm	Ibid.
461	Horizonte 149-194 cm	Ibid.
462	Horizonte 195-235 cm. El fango blanco pasa a gris	Ibid.
463	Horizonte 236-250 cm. Fango líquido gris, debajo piedras	Ibid.
476	Arena de oolita	Playa de Cayo Avalos
477	Arena de oolita	Duna de Cayo Avalos
479	Arenisca de oolita (Seboruco)	Cayo Avalos
481	Arena de coral y oolita	Cayo Matías, 2 millas al Oeste
482	Arena	Playa de Isla de Pinos, 1.5 millas al nordeste de Punta Brava
483	Arenisca de oolita	Terraza de 6-8 m, cerca de Punta Brava
484	Arenisca de oolita·	Ibid.
485	Arenisca de oolita	Ibid.
486	Caliza coralina-conchífera del Seboruco que colinda con una terraza de 6-8 ·m	Punta Brava
507	Arena de oolita	Playa al Oeste de Cayo Largo
508	Arena de oolita y capa de cmentación del sistema de raíces	Cayo Largo, punta al suroeste
509	Arenisca de oolita	Cayo Pitichivo, al suroeste de Cayo Largo
510	Arenisca de oolita	Zanja en el pueblo de Cayo Largo. 1 m altura
511	Arenisca de oolita de la escarpa del derrubio	Cayo Largo, punta al suroeste. Horizonte 0. 80 m
512	Arenisca de oolita	Cayo Largo, superficie
513	Arenisca de oolita	Cayo Largo, playa en la porción media
514	Arenisca de oolita	Cayo Largo, segundo bancal de duna. Altura 5-6 m sobre la zona de reflujó
515	Arenisca de oolita actual	Ibid. Altura 1 m. Ex~avación a 50 cm de profundidad
516	Arena de coral y concha	Playa Girón
517	Caliza de seboruco	Ibid.
525	Arena de coral de la pendiente del atolón Cazonés	Golfo de Cazonés

BIBLOGRAFIA

DUCLOZ, C. 1963. Etude géomorphologique de la région de Matanzas, Cuba avec une contribution à l'étude des dépôts de la zone Habana-Matanzas. Arch, Sciences Soc. Phys. Hist. Nat. Genève, vol. 16, fasc. 2, pp. 351-402.

EMILIANI, C. 1955. Pleistocene temperatures. Jour. Geol. Univ. Chicago, vol. 63, no. 6, pp. 538-573.

LEONTIEV, O.K. 1948. Huellas de las regiones antiguas del Mar Caspio en el relieve del talud continental de las costas de Daguestán (en ruso). Informes Univ. Estatal Moscú, no. 3.

NUÑEZ JIMENES, A. Clasificación genética de las cuavas de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba, La Habana, 1967.