

Características geomorfológicas de la zona de Juraguá, Cienfuegos (Cuba)

ELÍAS RAMÍREZ CRUZ

RESUMEN

Se caracteriza geomorfológicamente la plataforma en un pequeño tramo de la costa S de Cuba, al W de la Bahía de Cienfuegos, en el área donde se instalará una central electronuclear. A este efecto, se procedió a realizar la red de perfilajes con ecosonda y la toma de muestras y fotografías submarinas, con la finalidad de describir el fondo. Con el análisis del material obtenido se puede apreciar que la zona está caracterizada por la presencia de tres niveles de terrazas bien definidos en cuanto a sus dimensiones y formas, casi desprovistos de sedimentos. La zona estudiada guarda estrecha homogeneidad geomorfológica con toda el área comprendida entre Juraguá y Bahía de Cochinos.

1. INTRODUCCIÓN

Las investigaciones al W de la Bahía de Cienfuegos (Fig. 1), realizadas en las expediciones de julio y agosto de 1981 por el Instituto de Oceanología de la Academia de Ciencias de Cuba, tuvieron la finalidad de continuar los trabajos del año 1977, en un área más pequeña y con mayor grado de detalle, con vista a caracterizar, fundamentalmente desde el punto de vista geólogo-geomorfológico, el área donde se instalarán la toma y la salida de agua de la planta electronuclear en construcción.

Los objetivos trazados en esta investigación están dirigidos a: (1) la caracterización geólogo-geomorfológica de la zona, y (2) la distribución y clasificación de los sedimentos, así como la determinación de su potencial.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para responder a la tarea técnica planteada, se trabajó en el área del canal de entrada en un tramo de costa de 1 800 m de largo, compartido a ambos lados del mismo y hasta la profundidad de 40 m en toda la zona señalada; asimismo, en el canal de salida, se hicieron tomas de fotografías y observaciones directas.

Manuscrito aprobado el 13 de junio de 1984.

E. Ramírez Cruz pertenece al Instituto de Oceanología, de la Academia de Ciencias de Cuba.

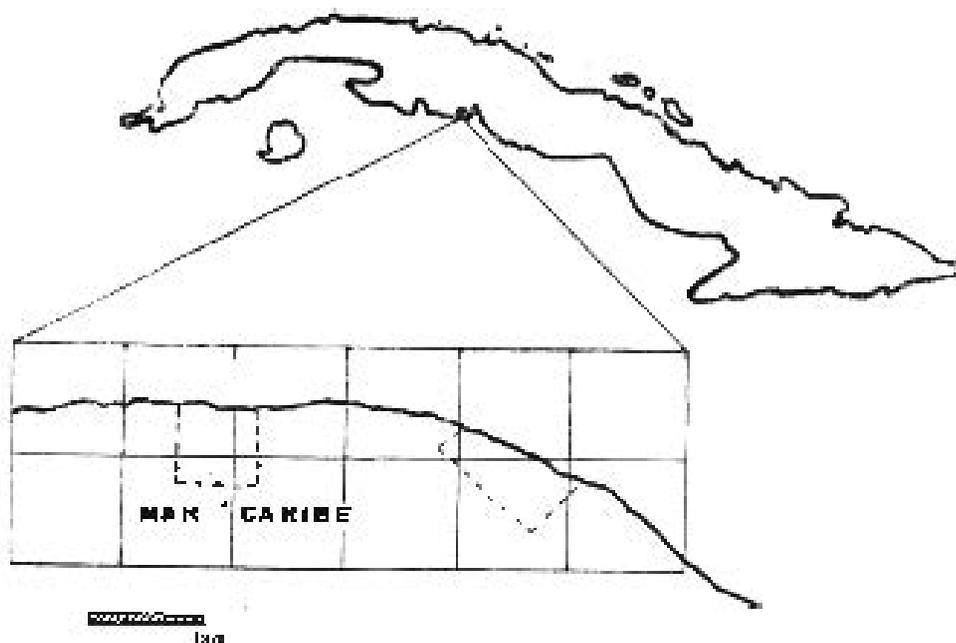


FIG. 1. Situación de la zona de estudio.

En el estudio geólogo-geomorfológico se utilizó el ecosonda PEL de fabricación soviética, de 35 KHz de frecuencia, con vista a caracterizar las formas del relieve y su disposición. Para ello se realizaron 24 perfiles perpendiculares a la línea de costa y 3 paralelos a la misma (Fig. 2), los cuales, planteados en la escala 1:200 vertical y 1:2 000 horizontal, dan un cuadro general de la disposición de las estructuras del relieve en forma de diagrama de bloque.

Los espesores de arena en el área se determinaron mediante una cabilla graduada en centímetros, la cual se entierra en el fondo por los buzos y se toma la profundidad hasta donde penetra.

El probable movimiento de arena se observó fundamentalmente en un surco ubicado en el canal de entrada. Durante los días 8, 9, y 10 de octubre se depositaron 20 kg de arena pintada, a una profundidad de 13 m, en una de las áreas que presentaba mayor cantidad de arena, situada entre la primera y la segunda terrazas. El muestreo se hizo cada hora en el primero y segundo días del experimento y a las 72 horas del lanzamiento. Los lugares de muestreo fueron ubicados previamente a los 20 m en dirección *N*, y a los 15 m hacia el *S* del punto de lanzamiento de la arena pintada con luminófono, orientando los mismos con una brújula submarina. Para el conteo de los granos de arena pintada se utilizó la lámpara de luz ultravioleta, y los resultados se compararon con los obtenidos en abril de 1977.

Las alturas de las barras de arrecife coralino y el ancho de los cangilones se tomaron mediante una cinta métrica, y se utilizó como elemento auxiliar la fotografía submarina para mayor ilustración sobre las barras coralinas, surcos, y relieve en general.

El muestreo de sedimentos se realizó mediante buceo y se ubicaron las estaciones por intersección directa con teodolito, al igual que los perfiles de ecosonda.

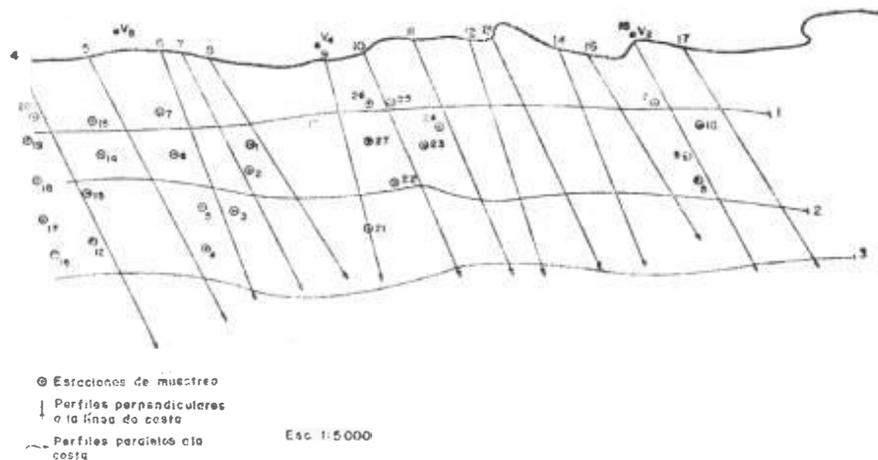


FIG. 2. Ubicación de las muestras y perfiles batimétricos.

A las muestras se les realizó el análisis granulométrico, y se confeccionaron las tablas del diámetro medio del sedimento (Md) y la distribución de los mismos (S_o), según BEZRUKOV y LISITSYN (1960). Estos resultados se reflejan en un mapa de la zona (véase escala 1:5 000).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La zona de Juraguá, objeto de la presente investigación, está enclavada en la costa S de Cuba, al W de la Bahía de Cienfuegos, caracterizándose la plataforma submarina por un ancho entre 300 y 380 m, con irregularidades como las señaladas para la zona investigada, en el Informe de 1977. (En la Fig. 2 aparece reflejada la red de muestreo y de perfilaje en la zona de trabajo.) De la comparación de los resultados de la presente investigación con los anteriores, se puede afirmar que la irregularidad de la plataforma se mantiene bastante homogénea para todo el tramo costero al W de la Bahía de Cienfuegos, a saber, aparecen, como muestra el diagrama de bloque (Fig. 3), la presencia de tres niveles de terrazas que ya habían sido reportados por J. L. Juanes (inédito).¹

Estos tres niveles de terraza constituyen una característica peculiar del relieve para toda el área. Con mayor claridad en los perfiles V_2 y V_5 (Fig. 4) se destacan, a escala 1:250 vertical y 1:1 000 horizontal, los tres niveles de terraza mencionados, donde, por lo general, el primer nivel aparece entre los 80 y 100 m de distancia de la línea de costa y a una profundidad entre los 5 y los 10 m; la segunda terraza, que se encuentra a una profundidad entre los 10 y 15 m, está a una distancia de la costa

¹ "Estudio de la morfología litoral en la zona de Juraguá" (1977).

entre 140 y 180 m, y la tercera terraza en ocasiones aparece por encima de los 15 m y por debajo de éstos a una distancia de 300 a 380 m de la costa.

Como se nota a simple vista, la primera terraza generalmente es más estrecha que las demás, y la tercera es más ancha, comportándose bastante similar en sus dimensiones a lo largo de toda la zona. La primera terraza tiene de 10 a 15 m de ancho; la segunda, por encima de los 20 m, y la tercera en algunos casos llega a ser hasta de 60 m.

Como se destaca en el diagrama de bloque (Fig. 3), los tres niveles de terraza no constituyen bloques homogéneos a lo largo del litoral y paralelos a la costa, sino que, por el contrario, en ocasiones son fracturados por canalizos abiertos en dirección perpendicular a la costa, en

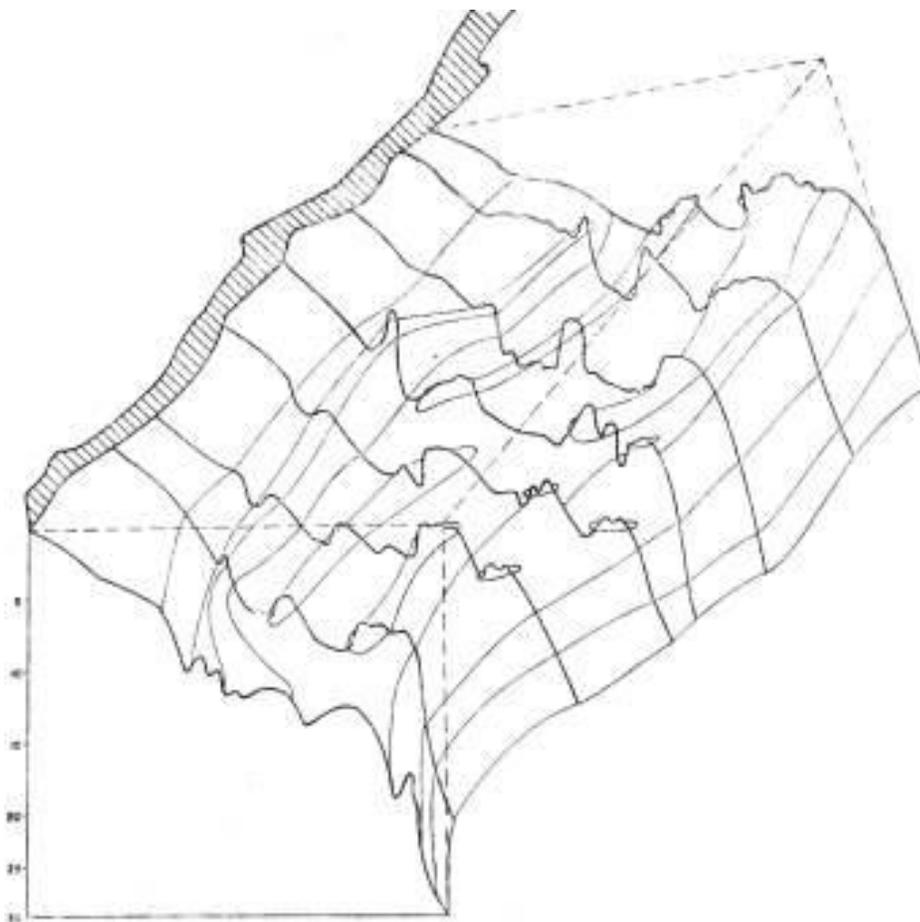


FIG. 3. Diagrama de bloque de la región estudiada.

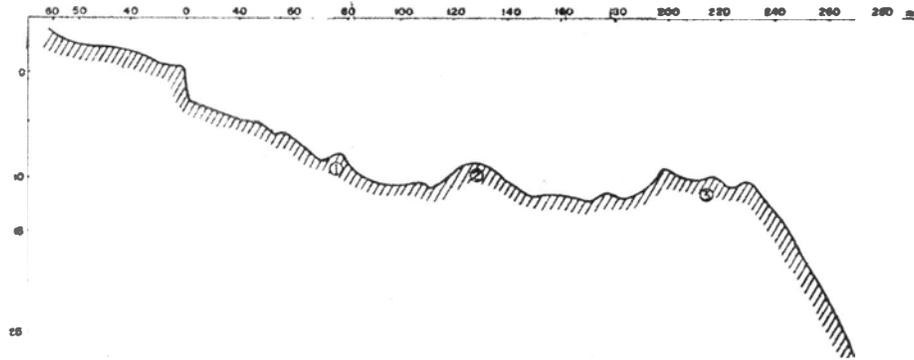


FIG. 4. Ecograma del perfil batimétrico V.

forma de surcos, los cuales van ganando en profundidad y perdiendo en ancho en la medida en que se acercan al veril.

En la primera terraza, los surcos son prácticamente huecos alargados, con una orientación perpendicular a la costa. Las dimensiones de éstos varían entre 8 y 10 m de largo y de 2 a 4 m de ancho. También se encuentran depresiones aisladas entre esta terraza y el talud costero, con sedimentos hasta de 80 cm de espesor.

En la segunda terraza los surcos adquieren mayor dimensión, debido a las características que presentan los tres niveles de terraza, y en sus bordes se forman macizos coralinos que complican el relieve por el intenso proceso denudativo al que se encuentran sometidos; de ahí que en los surcos y depresiones formados en el segundo nivel de terraza haya mayor cantidad de sedimentos, fundamentalmente de origen coralino.

Las dimensiones de los surcos formados por los procesos de denudación en las barras coralinas varían entre 12 y 16 m de ancho y los espesores de arena son mayores de 30 cm.

Como se observa en las Figs. 3 y 4 y se ilustra con las fotografías, a partir de la tercera terraza se produce el rápido descenso del veril con surcos que llegan a tener hasta 7 m de profundidad, y de 3 a 4 m de ancho en algunas de sus partes, estrechándose más hacia la profundidad, como aparece refelejado en la citada fotografía, con exuberante desarrollo de esponjas, corales, y algas del género *Lithotamnium*. El fondo de estos surcos estrechos está cubierto por restos de corales y escaso material arenoso.

Se destaca en todo el perfil perpendicular de la plataforma la muerte progresiva de los corales, fundamentalmente *Acropora cervicornis*, los cuales pasan a engrosar las pequeñas masas de sedimentos sueltos, y se pone de manifiesto, como en otras partes de la plataforma, que la muerte del coral está asociada al desarrollo del alga *Lithotamnium*.

Las barras coralinas, al igual que las terrazas, se encuentran cortadas por tramos; incluso aparecen montículos de corales aislados en las partes más anchas de los surcos, en medio de las áreas de arena. Estos montículos, y los surcos que se abren a través de las barras coralinas, ponen de manifiesto la irregularidad del relieve al romper la continuidad de los distintos niveles de terrazas y otras formas del mismo.

Los ecogramas de los perfiles 1, 2, y 3 (Fig. 6) corresponden a perfiles hechos paralelos a la costa, siguiendo la isobata de 5 y 10 m en los dos primeros, observándose la poca variación de la segunda y primera terrazas a lo largo de estas isobatas; pero ya en el tercer perfil, más alejado de la costa (Fig. 6), el veril cae bruscamente y al pasar de los 40 m no es registrada la configuración del fondo, poniéndose en evidencia la extraordinaria irregularidad de la tercera terraza al separarnos a más de 300 m de la línea de costa, como aparece reflejado en el diagrama de bloque.

Por otra parte, en el ecograma del perfil perpendicular a la línea de costa (Fig. 7) aparecen nítidamente reflejados los tres niveles de terrazas que son característicos para toda la zona de estudio.

La ausencia de cantos gruesos en la base del talud costero pone de manifiesto el predominio de los procesos biogénicos en la destrucción

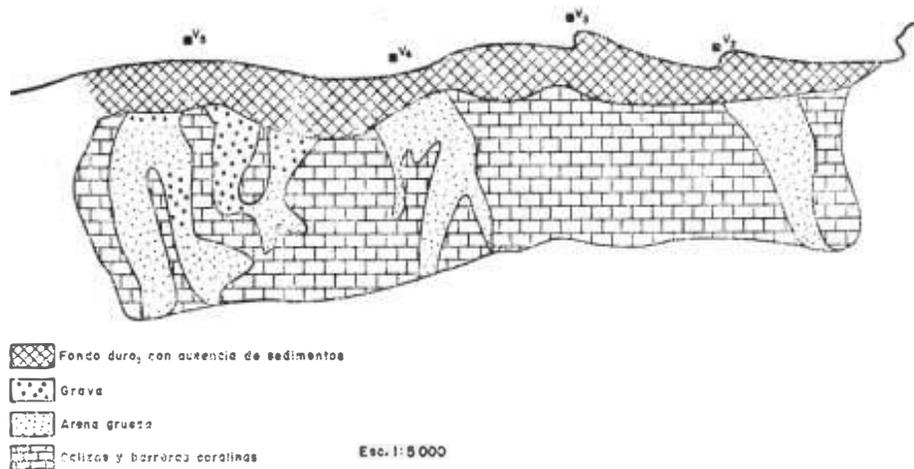


FIG. 5. Geomorfología del fondo marino y distribución esquemática del sedimento.

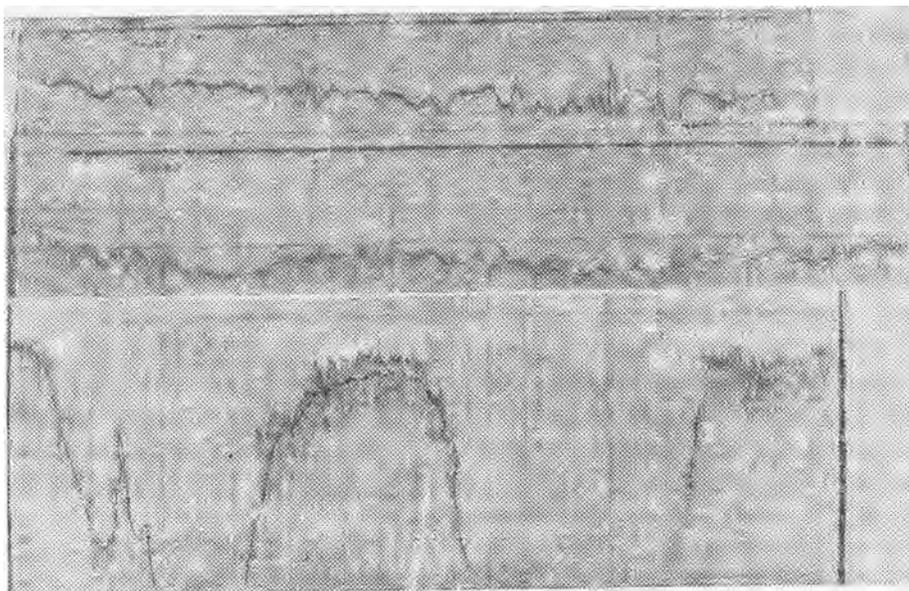


FIG. 6. Ecogramas de los perfiles batimétricos 1 y 2 (arriba) y 3 paralelo a la costa (abajo).

de las costas, pasando a un segundo plano los procesos hidrodinámicos, y de esta manera la destrucción de la costa se produce lentamente, como corresponde a las latitudes tropicales.

ZENKOVICH e IONIN (1969) plantean que el rasgo característico de las pendientes en las zonas estrechas de la plataforma de Cuba es de 3 a 4°.

En el área investigada, tanto para el canal de entrada como para el de salida, la pendiente de la plataforma, es decir, la comprendida entre el talud costero y el veril es de 3,5 a 4,5° y la del veril, de 24°. Al analizar los perfiles se constata que la pendiente de la zona es aproximadamente la planteada por los mencionados autores.

La pendiente tiene gran importancia para el movimiento del sedimento, unida a la configuración y disposición del relieve, en aquellos lugares donde existan fuentes de gran aporte de sedimentos.

En la zona que nos ocupa, como aparece reflejado en el mapa de distribución del sedimento (Fig. 5), el material suelto solo aparece enmarcado en los pequeños canales o surcos abiertos a través de las terrazas y barreras coralinas o en pequeñas oquedades, lo cual justifica que en el análisis granulométrico hecho sólo aparece material clasificado como arena gruesa y grava, aportado lógicamente por la barrera coralina en destrucción. La tabla del resultado granulométrico muestra que el predominio del material en la zona está clasificado como arena gruesa con

un Md entre 0,6 y 0,9 mm, y grava que varía entre 1,1 y 7,5 mm. El material arenoso aparece bien clasificado y la grava medianamente clasificada (Tabla 1).

El mapa de distribución del sedimento en el área pone de manifiesto que la distribución del mismo está regida por las microformas del relieve, las cuales condicionan su deposición. En este mapa se exageran los surcos donde aparece material suelto, ya que hacia las mayores profundidades van estrechándose y solo se muestreó en los canalizos de mayor amplitud observados en la zona. Se comprobó la presencia de sedimentos en huecos o depresiones arenosas, tanto en la base del talud costero como encima de las terrazas, pero en muy poca cantidad. Además, el sedimento arenoso prácticamente aparece cubierto por restos de corales muertos. En la secuencia fotográfica de las Láms. I-III se puede observar cómo el sedimento, a lo largo de la plataforma y atravesando los

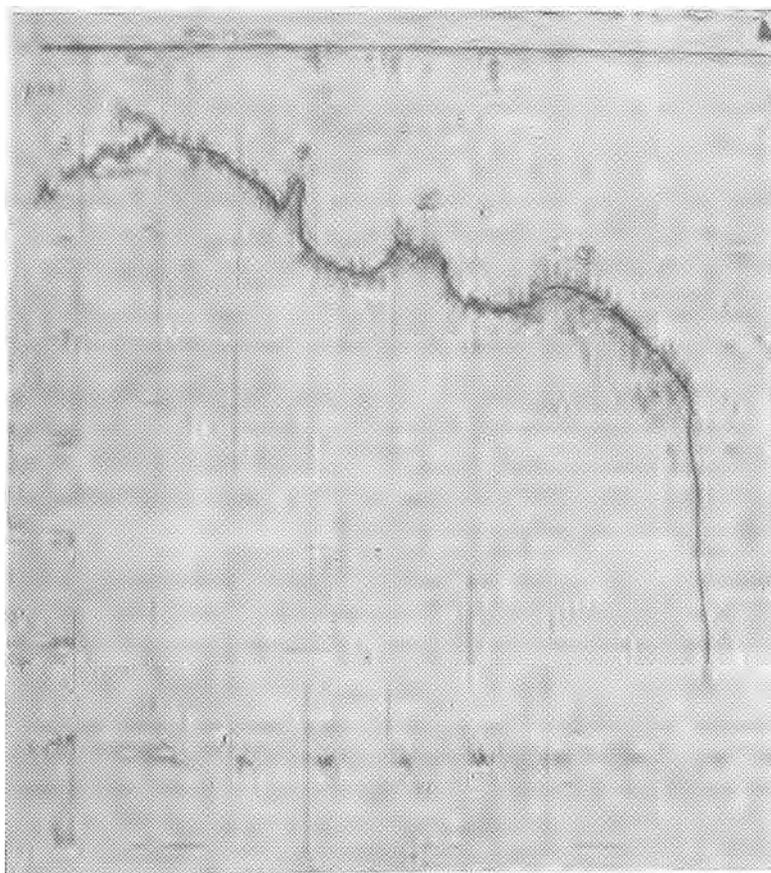


FIG. 7. Ecograma del perfil batimétrico perpendicular a la línea de costa.

TABLA 1. Clasificación de los sedimentos.

No. de muestra	Md	S ₀	Clasificación
1	4	2,9	Grava media medianamente clasificada
2	7,5	1,3	Grava gruesa bien clasificada
3	0,99	2,4	Arena gruesa medianamente clasificada
4	1,8	2,7	Grava fina medianamente clasificada
5	1,5	2,4	Grava fina medianamente clasificada.
6	5,8	3,6	Grava gruesa mal clasificada
7	3,5	1,6	Grava media bien clasificada
8	0,8	1,4	Arena gruesa bien clasificada
9	0,8	1,4	Arena gruesa bien clasificada
10	0,68	1,8	Arena gruesa bien clasificada
11	0,6	1,6	Arena gruesa bien clasificada
12	0,9	1,6	Arena gruesa bien clasificada
13	1,2	1,4	Grava fina bien clasificada
14	1,1	1,6	Grava fina bien clasificada
15	0,89	1,3	Arena gruesa bien clasificada
16	0,99	1,4	Arena gruesa bien clasificada
17	0,6	1,8	Arena gruesa bien clasificada
18	0,9	1,9	Arena gruesa bien clasificada
19	0,71	1,53	Arena gruesa bien clasificada
20	0,8	1,4	Arena gruesa bien clasificada
21	0,48	1,3	Arena media bien clasificada
22	0,59	1,4	Arena gruesa bien clasificada
23	0,65	1,34	Arena gruesa bien clasificada
24	0,8	1,8	Arena gruesa bien clasificada
25	0,65	1,7	Arena gruesa bien clasificada
26	0,7	1,42	Arena gruesa bien clasificada
27	0,89	1,5	Arena gruesa bien clasificada
28	0,31	1,7	Arena media bien clasificada
29	0,24	2,0	Arena fina bien clasificada

niveles de terraza, depende de las microformas del relieve antes plan-teadas.

La Lám. I (arriba) corresponde al veril donde termina la tercera terraza explicada anteriormente. En la Lám. I (abajo), encima de la tercera terraza se observa que la parte central es un canal muy estrecho, apareciendo un surco prácticamente invisible de 20 a 30 cm, con poco sedimento y un gran desarrollo en sus flancos de corales y algas. La Lám. II (arriba), ubicada entre la segunda y tercera terrazas, presenta un mayor ensanchamiento del canal pero aún es estrecho; en la Lám. II (abajo) ya el canal va tomando las dimensiones descritas para la primera y segunda terrazas, con mayor cantidad de sedimentos y abundantes corales muertos, siempre limitados por barreras coralinas como las que aparecen en la Lám. III (arriba). En este nivel también aparecen vistas como las de la Lám. III (abajo), las cuales constituyen un cementerio de corales muertos (*Acropora cervicornis*); y luego viene la planicie comprendida entre el talud costero y el límite de la primera terraza, que está prácticamente desprovista de sedimentos y vegetación marina, formada por roca dura, aunque en la base de la primera terraza aparece un paisaje similar al ya descrito.

El tramo donde los surcos presentan mayor ancho y cantidad de arena es escogido en la zona del canal de entrada para realizar el experimento de la arena pintada, con la finalidad de conocer el movimiento del sedimento en el área.

En los tres días que duró el experimento (8, 9, y 10 de octubre) el viento sopló generalmente del S, con una velocidad promedio de 2 m/seg, intensificándose éstos en horas de la tarde, ya que en horas de la mañana no sobrepasaron 1 m/seg. Es conveniente señalar que la arena pintada presentaba fracciones de 0,25-0,10 mm, es decir, arena fina, que no se encuentra en el área investigada.

Las muestras colectadas en los lugares previstos y en las horas indicadas en el experimento, se analizaron mediante observación en la lámpara de luz ultravioleta y dieron como resultado que no aparecen movimientos de partículas, al no encontrarse granos pintados en ninguna de las muestras, en las direcciones probables del movimiento de arena.

Lo anterior es perfectamente lógico si se tiene en cuenta la profundidad a la que fue depositada la arena pintada (13 m), y teóricamente está probado que el movimiento mayor de sedimentos en litorales bajos se produce cuando las velocidades del viento son mayores de 5 m/seg.

Por otra parte, un experimento de esta envergadura debe abarcar un tiempo mayor, ya que el régimen de oleaje de la zona en este período no es el óptimo para llegar a criterios concluyentes sobre el traslado de sedimentos en la misma. No obstante, por el espesor del sedimento

predominante en esta área, el movimiento debe ser muy lento y limitado a los surcos existentes perpendiculares a la costa, ya que estos surcos se encuentran regularmente rodeados de macizos coralinos.

4. CONCLUSIONES

- a) La plataforma submarina está caracterizada por tres niveles de terrazas bien definidos: la primera terraza tiene un ancho aproximado de 10 m, la segunda, de 20 m, y la tercera, mayor de 40 m. Estos tres niveles de terraza aparecen en ocasiones surcados por canalizos generalmente perpendiculares a la línea de costa, los cuales rompen la homogeneidad de la estructura del relieve en la zona.
- b) En los bordes de los niveles de terrazas se forman barreras coralinas con abundantes especies de corales, gorgonias, y esponjas. Éstas son las fuentes productoras fundamentales de sedimentos, dado el proceso denudativo en que se encuentran.
- c) El sedimento predominante en la zona es de grava y arena gruesa, y solamente aparece en los canalizos con espesores que fluctúan entre 30 y 80 cm.
- d) Para el período analizado (agosto-octubre) no hay movimiento significativo de sedimentos en el área.
- e) El tipo de fondo predominante es de roca caliza, corales, y arrecifes, casi desprovisto de sedimentos.

REFERENCIAS

- BEZRUKOV, P. L., y LISITSYN, A. P. (1960): Klassifikatsia osadkov. Sovremennykh vodoemov. *Trud. In-ta Okeanol. ANSSR*, 32.
- ZENKOVICH, V. D., e IONIN, A. S. (1969): Breve resumen sobre las investigaciones de la estructura y dinámica de la zona litoral de la Isla de Cuba. *Acad. Cien. Cuba*, ser. oceanol., 8:1-22.

GEOMORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE JURAGUA ZONE, CIENFUEGOS (CUBA)

ABSTRACT

A geomorphological characterization of the shelf is made for a small bench in the southern coast of Cuba, west of Cienfuegos' Bay, in the area where an electro-nuclear plant shall be installed. For the description of the bottom, submarine samples and photographs were taken, and an echosound profile net was performed. The analysis of the material obtained shows that the zone is characterized by the presence of three levels of well defined terraces as to dimensions and form; sediments are almost lacking. The zone studied is geomorphologically homogeneous with all the area comprised between Juraguá and Cochinos' Bay.



Arriba: surcos en la caída del veril; abajo: canal estrecho encima de la tercera terraza.



Arriba: canal encima de la tercera terraza; abajo: canal encima de la segunda terraza.



Arriba: canalizo en la segunda terraza; abajo: muerte del coral entre la primera y la segunda terrazas.