

CLASIFICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LOS SEDIMENTOS DEL HOLOCENO RECIENTE EN TRES PLAYAS DE LA COSTA NOROESTE DE HOLGUÍN. CUBA.

Cosme Casals Corella y Jorge Armas Nãñez.

Parque Natural Cristóbal Colón. e-mail: biotur@mares.solmelia.cma.net

RESUMEN

El desarrollo de las investigaciones de dinámica costera realizadas en la provincia de Holguín entre los años 1990 y 1994 ha permitido obtener una información valiosa acerca de la clasificación textural y distribución de los sedimentos marinos superficiales del holoceno reciente en las playas Pesquero Nuevo, Esmeralda (Estero Ciego) y Guardalavaca.

Se presentan los resultados sedimentológicos de 241 muestras superficiales tomadas a lo largo de todos los elementos morfológicos de las playas, tanto en la zona emergida como sumergida.

INTRODUCCIÓN

Debido a la irregularidad de la costa, que se caracteriza por la abundancia de entrantes y salientes donde predominan los procesos abrasivo-acumulativos, un elemento peculiar de este segmento litoral es la formación de playas del tipo caleta. En este tramo costero del nordeste holguinero existen más de 19 playas naturales con una extensión total de 16,556 Km de arenas para el turismo y la recreación.

La playa es un elemento de equilibrio dinámico que da respuesta en cada momento al oleaje inducido por el mar. En invierno con la entrada de los frentes fríos las olas erosionan la arena de la playa en especial la berma, anteplaya y parte de las dunas y se la lleva mar adentro, para formar en ocasiones una barra arenosa frente a la playa a poca distancia de ella pero a profundidades entre 2.0 y 4.0 metros. Esta barra disipa o frena el oleaje hacia la playa, permitiendo que las mayores olas rompan más distantes y pierdan un tanto su energía, lo que permite la estabilidad de la playa.

En verano sucede todo lo contrario, el suave y rítmico oleaje transporta la arena de la barra hacia la playa restableciendo lo que se llevó. Este ciclo natural se denomina transporte transversal.

Cuando el hombre altera este intercambio con obras que obstaculizan este transporte y destruye las dunas litorales, entonces desaparece la arena de la playa y el oleaje con su acción abrasiva destruye la costa y las edificaciones colindantes, por esto la costa tiene en las playas su mejor sistema defensivo, ya que en su talud se disipa la energía del oleaje y se

produce un intenso intercambio de materiales sedimentarios entre los dominios acuáticos y terrestres.

Las arenas en las playas también se mueven en sentido longitudinal a lo largo de la costa. Estos sedimentos son transportados por las corrientes de deriva litoral. Este flujo de arena recorre largas o cortas distancias a lo largo de las costas. En él intervienen considerables volúmenes de arena de acuerdo a la producción de la fuente de alimentación, que origina depósitos litorales llamados barras o lenguas de arena (flechas) como medio de pasar al otro lado de la desembocadura del río que se va encontrando (ej. la flecha de arena de la ensenada de Río Seco). Al abrigo de esas flechas y barras se forman lagunas litorales y extensas marismas. Las desembocaduras de los esteros de las playas Guardalavaca y Pesquero Nuevo actualmente están cerradas por barras de arena debido a la predominancia del transporte longitudinal en sentido Este-Oeste.

La playa tipo caleta se define como una pequeña escotadura cortada en una costa abrasiva. Es menor que la bahía y la ensenada, puede ser estrecha y alargada o ancha con entrada estrecha. Algunas pueden servir de refugio a embarcaciones pequeñas.

Las caletas no son más que playas encajonadas entre puntas o promontorios rocosos, que forman el fondo de caletas o ensenadas. Abundan en nuestro litoral abrupto e irregular y entre ellas se pueden mencionar las playas de Esmeralda (Estero Ciego), Caletica, Pesquero Nuevo, Guardalavaca., etc.

Dentro de la caleta el flujo de arena por deriva litoral a lo largo de la costa puede ser corto, y hasta muy corto, es por eso que en las caletas la arena no viaja a otras zonas del litoral porque se lo impiden los promontorios rocosos de uno y otro lado, que entran en el mar alcanzando grandes profundidades.

En el litoral de Holguín las playas que se encuentran en el interior de las bahías y en el exterior en la costa abrasivo-acumulativa son en su mayoría del tipo caleta o de guirnalda.

UBICACIÓN DE LOS SEDIMENTOS

Los sedimentos marinos del holoceno – reciente se encuentran depositados en las zonas bajas de la costa, casi siempre entre dos puntas rocosas u otras masas de rocas que se adentran en el mar. Este tipo de morfología se denomina playa de tipo caleta.

En la mayoría de los casos los sedimentos poseen una potencia insignificante, no mayor de 3 metros, aunque en los sectores occidentales sobrepasan los tres metros y alcanzan espesores de hasta 15 metros sobre todo frente a las bocas o entrada de los esteros. Las mayores potencias de sedimentos se encuentran en el estero de la playa Pesquero Nuevo.

Estos sedimentos arenosos según Franco y Radoez, 1983 corresponden a una facies heterópica y por tanto, sincrónica, perteneciendo a la formación geológica Varadero VaQh, y se extienden de forma discontinua en la zona litoral insular de la costa noroeste de Holguín, cubriendo de forma discordante la formación Jaimanita (Caliza).

LA FORMACIÓN VARADERO

Se extiende en áreas discontinuas del tramo costero, en las partes bajas del litoral, alternando con zonas rocosas escarpadas (Playas tipo caleta) y con acantilados altos, en los bancos de tormentas formando cadenas de dunas fósiles.

La formación está constituida por extensos depósitos de arenas sueltas, biogénicas, producto de la abrasión costera y terrígenas de grano fino, medio y grueso (los fragmentos de rocas pueden alcanzar un tamaño mayor), de color amarillento.

Ionin (1979) considera que en la formación de los depósitos de las plataformas en las regiones tropicales con limitado aporte terrígeno, el papel más importante está determinado por los depósitos formados con los restos de los organismos marinos, los cuales constituyen un grupo particular de depósitos compuestos fundamentalmente por material carbonatado.

METODOLOGÍA

Las muestras fueron tomadas en las superficies a lo largo de los elementos morfológicos de las tres playas, es decir desde la tierra hacia el mar en los siguientes puntos: Duna, post-playa, berma, anteplaya, punto de inflexión y en la zona emergida a diferentes distancias entre 5 y 30 metros.

El análisis granulométrico se realizó mediante la distribución porcentual de las fracciones granulométricas y la clasificación general de los sedimentos por el diámetro medio de las partículas (Md, mm) y el coeficiente de selección (So) según la metodología propuesta por Berrukov – Lissitsin (1960).

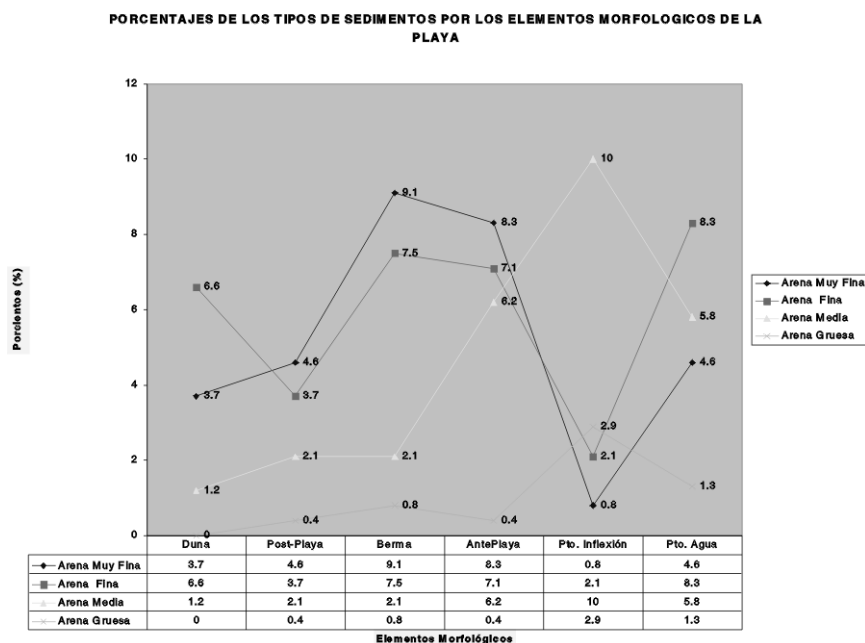
El procesamiento se realizó atendiendo a la metodología propuesta por Petelin (1967) para el estudio y caracterización de los sedimentos marinos.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

A continuación presentamos la composición de los sedimentos de acuerdo a su porcentaje conforme a la predominancia de los tipos de sedimentos, según su composición granulométrica, así como su distribución a través de los diferentes elementos morfológicos donde fueron tomadas las muestras.

ANÁLISIS DE LOS PORCENTAJES DE LOS TIPOS DE SEDIMENTOS TOMADOS EN LOS ELEMENTOS MORFOLÓGICOS DE LAS PLAYAS

En las tres playas investigadas, en la capa superficial de los depósitos recientes, predominan los sedimentos arenosos y entre estos, los de granos finos con un 35,34 % y cuyas fracciones están entre 0.25 – 1.0 mm, siguiéndoles los de granos muy finos con un 31.1 % con fracciones de 0.1 – 0.05 mm, después continúan en proporción los de granos medios con un 27.4 % con fracciones de 0.5 – 0.25 mm y en menor proporción los de granos gruesos, con un 5.8 % con fracciones de 1.0 – 0.5 mm y los de granos muy gruesos cuyo valor no excedió del 0.4 %.



Las arenas finas se distribuyen en los diferentes elementos morfológicos de las siguientes formas: en las dunas 6.6 %, en la post-playa 3.7 %, en la berma 7.5 %, en la anteplaya 7.1 %, en el punto de inflexión 2.1 % y en la zona sumergida 8.3 %. Las arenas finas predominan en la zona emergida en las dunas, berma y anteplaya.

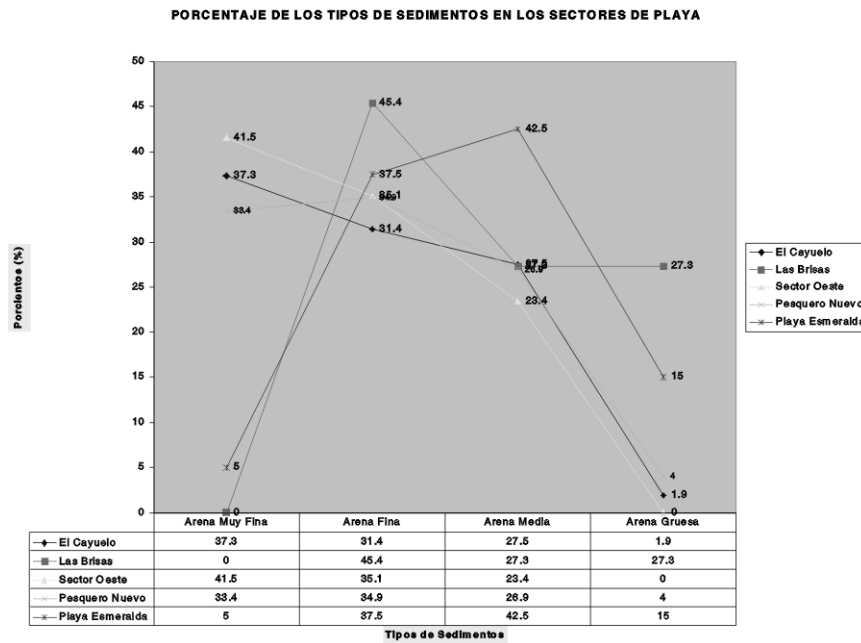
En las arenas finas el diámetro medio de las partículas presenta valores promedio del 0.15 mm con un ligero aumento en dirección al mar. Además las muestras presentan un buen coeficiente de selección promedio de 1.63. En todos los elementos morfológicos existe un comportamiento similar solo existe un ligero aumento del diámetro en la zona sumergida.

Las arenas muy finas se encuentran en las dunas en 3.7 %, en la anteplaya 8.3 %, en el punto de inflexión 0.8 % y en la zona emergida 4.6 %. Las arenas muy finas predominan en la berma y anteplaya en la parte del perfil que más variaciones o intercambio de sedimentos presenta.

En las arenas muy finas el diámetro medio de las partículas presenta valores muy uniformes a través de los elementos morfológicos con un promedio de 0.08 mm, además presenta un buen coeficiente de selección promedio de 1.43.

Las arenas medias se encuentran en las dunas en 1.2 %, en la post-playa en un 2.1 %. Igual valor presenta la berma, mientras que en la anteplaya se incrementan en un 6.2 % y en el punto de inflexión como es de esperar se incrementan en 10.0 % en la zona emergida representa el 5.8 %.

En general el diámetro medio de las partículas presenta un valor promedio de 0.32 mm, aunque se manifiesta un ligero incremento del mismo hacia la berma y anteplaya. Mientras



que presenta una buen coeficiente de selección con un valor de 1.62, solo en algunas muestras tomadas en la zona emergida presentaron valores de 2.22 a 2.40, siendo medianamente clasificada.

Las arenas gruesas se encuentran muy escasas. En la post-playa en un 0.4 %, en la berma en un 0.8 %, en la anteplaya en un 0.4 %, en el punto de inflexión en un 2,9 % y en la zona emergida en un 1.3 %.

Las arenas muy gruesas solo se encontraron en el punto de inflexión con un valor que no excedió del 0,4 %, sobre todo conchas de bivalvos y restos de corales, lo que denota que la fracción gruesa es pobre.

Este tipo de sedimento grueso solo se encontró en la playa Guardalavaca en el sector Este en la zona del Cayuelo, el cual recibe la influencia de la cercanía de la barrera de arrecife coralino, que en este extremo occidental de la playa se encuentra a unos 70 ó 80 metros de distancia.

Tipo de sed.	Arena muy fina		Arena fina		Arena media	
Elem.Morfolog.	Md(mm)	So	Md(mm)	So	Md(mm)	So
Duna.	0.08	1.52	0.15	1.71	0.27	1.84
Post-playa.	0.09	1.50	0.14	1.62	0.31	1.56
Berma	0.08	1.41	0.15	1.59	0.34	1.48
Anteplaya	0.08	1.45	0.15	1.71	0.34	1.51
Pto. Inflexión.	0.09	1.35	0.16	1.60	0.36	1.65
Zona sumergida.	0.08	1.36	0.16	1.58	0.32	1.70
Valor Promedio total.	0.08	1.43	0.15	1.63	0.32	1.62

En estos depósitos estudiados de las tres playas predomina el litotipo arenoso de origen biogénico, mientras que el aporte terrígeno es casi nulo.

Se corroboró que las zonas donde predominan los sedimentos de arenas finas y muy finas constituyendo los sectores de las playas donde están acentuados los procesos erosivos, es en el sector oriental de las playas, mientras que en el sector occidental inciden más los procesos acumulativos y predominan las arenas medias y gruesas existiendo un transporte neto de sedimento en sentido Este – Oeste. Esto ha provocado el cierre de los esteros y las grandes acumulaciones de sedimentos arenosos con considerables espesores.

También los sedimentos arenosos analizados presentan un alto índice de erodación de las partículas por el mar, lo que hace suponer que las fuentes de abastecimiento se encuentran distantes, aunque los sedimentos más gruesos proceden de los aportes de las barreras de arrecifes coralinos que se encuentran de las playas a una distancia entre 100 y 400 metros en las de Guardalavaca y Esmeralda.

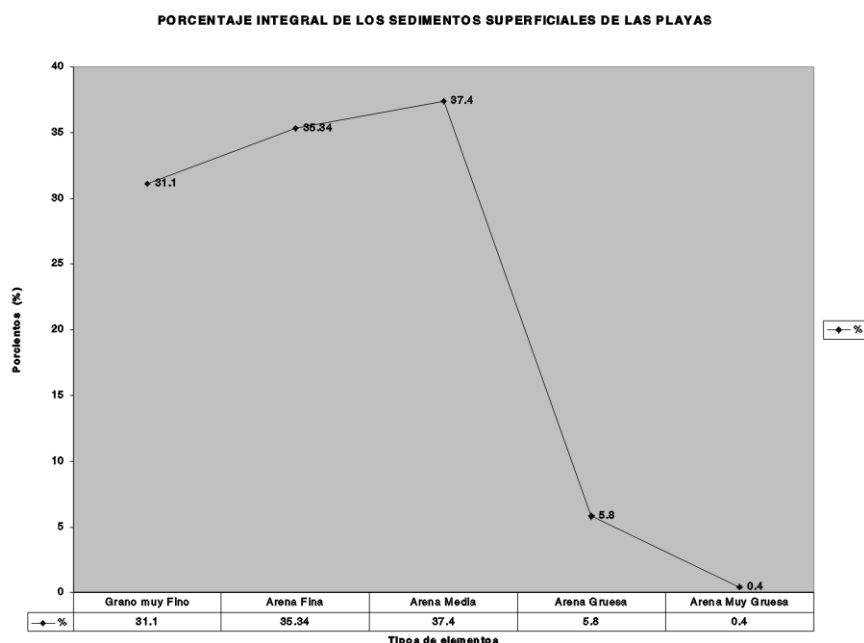
Las variaciones granulométricas que se observan están controladas por el régimen hidrodinámico, por la orientación de la línea costera y las condiciones meteorológicas que han afectado a la región en los últimos 30 a 50 años.

Según el estudio granulométrico, la mayoría de los sedimentos estudiados son arenas finas, bien clasificadas, con un diámetro medio muy uniforme, muy asimétrico hacia los finos, luego le siguen las arenas muy finas bien clasificadas y asimétricas.

Los sedimentos arenosos finos predominan en las playas Guardalavaca y Pesquero Nuevo, mientras que las arenas medias predominan en la playa Esmeralda. Esta playa presenta un alto nivel energético del oleaje producto de que la barrera coralina se encuentra muy distante de la misma y la protege de las grandes olas oceánicas, pero no la protege del fuerte oleaje que generan los vientos del primer cuadrante sobre todos los de componente Este. Esto acondiciona que los materiales finos que son arrastrados por las corrientes son transportados en suspensión y depositados en cuencas submarinas cercanas, además de ingresar por las corrientes de deriva y de fondo en el interior de las bahías. (Ver ubicación de las cuencas submarinas).

Los sedimentos mejor clasificados se encuentran en las dunas y en la post-playa, esto es debido al poder clasificador del viento que transporta dichas partículas, mientras que en la berma y la anteplaya es por el resultado de la acción intermareal y la persistencia de la acción del oleaje. En el punto de inflexión esto está condicionado a la acción de la resaca y la pendiente. Con relación al grado de selección del material, todas las muestras tomadas en los elementos morfológicos de las playas presentan una buena selección con un coeficiente general promedio entre 1.43 y 1.63.

En la zona emergida los mayores porcentajes de arenas muy finas y finas están presentes en aquellas zonas con bajos niveles energéticos en el interior de las macrolagunas que forman los arrecifes y en algunas zonas bajas costeras como la playa Caleticas. Estos depósitos de sedimentos se encuentran cubiertos por ceibadales. Esta cubierta constituye una singular y densa rejilla donde son retenidos e inmovilizados por las partículas de los aluviones.



En cuanto al modo del transporte de los sedimentos de acuerdo a las fracciones que predominan, en el caso de los sedimentos finos el mayor porcentaje son transportados por suspensión y los más gruesos son trasladados por las corrientes de deriva litoral y de fondo.

La madurez textural de los sedimentos está determinada por la buena clasificación y el redondeamiento de los granos. Los horizontes superficiales de este aluvión están representados fundamentalmente por arenas muy finas, finas y medias con escasas gravas. Genéticamente este horizonte constituye secuencias de depósitos marinos y no terrestres.

Por lo que, toda la secuencia holocénica depositada en las playas de tipo caleta como las estudiadas puede considerarse como un complejo poligenético único considerando su génesis marino – aluvial biogénica.

La costa norte de la provincia de Holguín se encuentra situada en un área de intensa actividad de los alisios con débil influencia de los vientos del cuarto cuadrante asociados a la entrada de los frentes fríos, lo cual indica una predominancia de los vientos del primer cuadrante, o sea, entre los rumbos Norte y Este, siendo además las direcciones que más prevalecen en el año. Estas características del régimen de los vientos en relación con la deriva litoral permiten asumir un esquema general de transporte litoral para esta región con dirección Este – Oeste, considerando que la dirección de la deriva litoral frecuentemente coincide con la del viento y el oleaje prevalecientes en cualquier estación del año.

La casi totalidad de las muestras estudiadas presenta una buena clasificación por lo que esta tendencia confirma lo expuesto por R.L.Folk (1974) que cuando existe un período de estabilidad de la corteza se producen sedimentos bien clasificados.

El ser los sedimentos de composición biogénica es debido a las condiciones ecológicas favorables para el desarrollo de organismo calcáreos, además la fuente de suministro de material en estas playas está condicionada por las barreras coralinas que se localizan enfrente de estas playas, como es el caso de Guardalavaca y Esmeralda, mientras que Pesquero Nuevo no presenta. Sin embargo las mencionadas están muy cercanas a ellas por lo que de acuerdo a la poca distancia a que se encuentran unas de otras deben constituir la fuente de alimentación de las mismas. Iguales condiciones deben prevalecer para las playas restantes ya que primero está Guardalavaca, después en orden le sigue Estero Ciego. Ambas playas tienen barreras coralinas pero deben recibir aportes de sedimentos de zonas más al Oriente transportados por la deriva litoral, ya que existen fuentes de suministros de sedimentos coralinos que aportan en menor cuantía sedimentos a las mismas.

El esclarecimiento de la fuente de aporte de materiales, constituye un factor de gran importancia en el estudio de los procesos acumulativos en la zona costera. Queda demostrado que el principal suministrador de aluviones es el mar, proveedor de restos de organismos, en especial las formaciones coralinas, tanto las barreras como los adosados a las zonas costeras y la difusión de los restos de fauna que habitan en ellos produciendo material detrítico para la playa. El aporte de la abrasión costera es insignificante, dada su gran fracción granulométrica (gravas, cantos y bloques) que queda in situ, marcando los retrocesos de las líneas costeras. El aporte terrígeno juega un papel incomparablemente menor ya que las bahías y lagunas funcionan como trampas retenedoras de los materiales por la vegetación típica de manglar.

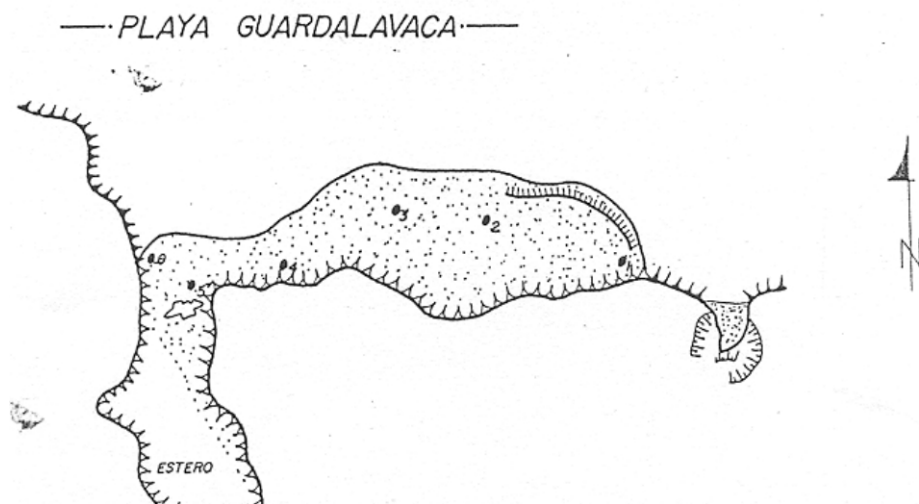
ANÁLISIS DE LOS PORCENTAJES DE LOS TIPOS DE SEDIMENTOS EN LAS PLAYAS

Playa Guardalavaca

Ubicada entre Punta Guardalavaca al Oeste y al Este Punta Cañete o Cayuelo se encuentra Guardalavaca con una longitud de 1270 m. Presenta en su extremo Oeste una franja de arena fina a muy fina de un ancho entre 50 y 100 m. Esta terraza está cubierta por uvas caletas, yanás, etc. y presenta en el fondo un acantilado inactivo de 2.0 a 5.0 m de altura mientras que en su extremo Oeste presenta un estero cuya desembocadura se encuentra cerrada por una barra de arena. El estero está rodeado de un hermoso manglar. En su parte central tiene una terraza baja de arrecife que en ambos extremos presenta dos conchas arenosas y hacia el Este presenta un estero con vegetación de manglar.

En el extremo Este se encuentra El Cayuelo con una longitud de 350 m y una franja de arena muy fina, tiene un ancho entre 15 y 40 m con dunas de 1.0 y 1.50 m de altura con vegetación de uva caleta.

La playa Guardalavaca tiene una barrera de arrecife de coral de más de 900 m de longitud a una distancia de unos 100 m. Hacia su parte Este se acerca más a la playa y se caracteriza por presentar una extensa pradera de ceibadal que llega hasta su parte central. El arrecife de coral aflora en la marea baja y constituye uno de los atractivos para la práctica del buceo contemplativo.



Por ser Guardalavaca una playa sobredimensionada la dividimos en tres sectores para la toma de muestras y para su análisis. El sector oriental El Cayuelo se caracteriza por ser una zona muy baja y de pendiente suave y la barrera se encuentra muy cerca por lo que el 37.3 % de los sedimentos está formado por arenas muy finas, mientras que el 31.4 % son arenas finas y el 27.5 % son arenas medias y solo un 1.9 % de arenas gruesas.

En el sector central Las Brisas solo existen segmentos arenosos entre la costa rocosa. Predomina una pendiente más pronunciada y un nivel energético mayor por la incidencia frontal del oleaje. Los sedimentos de arenas finas predominan en un 45.4 %, mientras que las arenas medias ocupan un 27.3%; igual porcentaje lo tienen las arenas gruesas, predominando las fracciones más gruesas de las partículas en el mismo.

El sector occidental se caracteriza por una ancha franja arenosa entre 50 a 80 metros, con mayor pendiente y nivel energético del oleaje y marcados indicios de los procesos erosivos, presentando en su extremo oeste un estero cerrado por la barra de arena. (solo se abre cuando ocurren grandes precipitaciones en la región). Este sector se destaca por la predominancia de los sedimentos de arenas muy finas, con un 41.5 %, les siguen en orden las arenas finas con un 35.1 % y las arenas medias con un 23.4 %. Esto denota la tendencia de la dirección del transporte de las partículas en sentido Este – Oeste. Los mayores espesores de sedimentos se encuentran hacia el extremo más occidental, frente a la entrada del estero, con potencias entre 5 y 8 metros.

Playa Pesquero Nuevo

Ubicada entre punta Linguete y punta Estero tiene una longitud de 1 500 metros, con una línea costera que describe una configuración arqueada en forma de entrante. En el medio se destaca un acantilado bajo que la divide en dos segmentos arenosos uno al Este con cerca de 650 m y otro al Oeste de 180 m. Presenta una franja de arena muy fina de un ancho de 10 a 50 metros, con dunas de 1.0 a 1.50 m de altura fijadas por uvas caletas. En el sector Este existe una laguna de manglar, mientras que al Oeste presenta el este-

ro que se destaca por la altura de los bordes acantilados de 2.0 a 4.0 m y por su vegetación de manglar. Su desembocadura está prácticamente cerrada por una extensa barra arenosa que aflora en marea baja. Al frente de la playa se encuentra un arrecife litoral a una profundidad de 5.0 a 10 metros.

En esta playa predominan los sedimentos arenosos muy finos y finos con un 33.4 % de los primeros y los segundos con un 34.9 %, mientras que las arenas medias representan un 26.9 % con un claro predominio de las fracciones granulométricas finas. Las arenas gruesas solo representan un 4.0 % en los sedimentos. Los mayores espesores de sedimento se encuentran acumulados en el extremo occidental de la misma enfrente a la entrada del estero el cual se encuentra colmatado, emergiendo en marea baja, con espesores mayores de 15 metros.

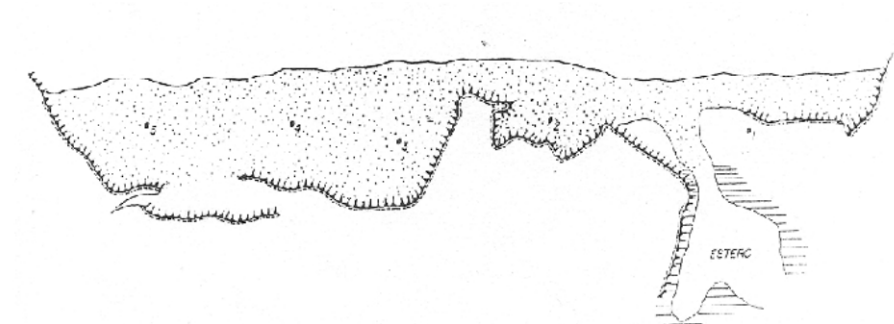
En esta playa todos los sedimentos del extremo oriental fueron transportados hacia el extremo Oeste, que por las características morfológicas de la boca del estero quedaron acumulados en el mismo, no escapándose hacia zonas más profundas de la plataforma submarina. Es de suponer que un gran evento meteorológico (Ciclón) contribuyó a mover un volumen considerable de estos sedimentos, ya que en 5 años de mediciones realizadas en la playa no se detectaron transportes significativos de sedimentos hacia el extremo occidental, ni acumulaciones de grandes espesores en la boca del estero (cuenca de acumulación). Esto corroboró que el transporte en esos cinco años fué solo de dirección Este – Oeste, no ocurriendo un regreso en sentido contrario (4^{to} cuadrante) ni en la etapa invernal. Los aportes externos de sedimentos arenosos no fueron significativos, solo produciéndose por suspensión.

Tipo de Sed. Playas.	A. Muy finas. %	Arena fina. %	Arena media. %	Arena Gruesa. %
Guardalavaca.				
El Cayuelo.	37.3	31.4	27.5	1.9
Las Brisas.	---	45.4	27.3	27.3
Extremo Este.	41.5	35.1	23.4	---
Pesquero N.	33.4	34.9	26.9	4.0
Esmeralda.	5.0	37.5	42.5	15.0

Playa Esmeralda (Estero Ciego)

Entre Punta Barlovento y Punta Guardalavaca se encuentra playa Esmeralda, antiguamente mal llamada Estero Ciego con una longitud de 900 metros de arenas medias a finas en una franja de arena de un ancho de 15 a 60 m. Con una cadena de dunas antiguas con alturas de 1.50 m y otra de dunas recientes con alturas de 0.50 a 1.0 m. fijadas por una bella vegetación de Uva caleta, Yanas, Cocoteros, Majagua, etc. En el límite hacia tierra está bordeada por unos acantilados inactivos de 2.0 a 3.0 m de altura. Hacia el extremo Este se encuentra una bella laguna costera con manglar incomunicada con el mar exterior por una flecha de arena. Frente a la playa, en su parte hacia el mar, a una distancia de unos 150 m se encuentra una extensa barrera de arrecife coralino. Hacia el extremo Oeste se destaca un

gran banco submarino de arena muy fina y escasa vegetación marina. En la parte costera tiene adosadas formaciones coralinas.



En esta playa predominan los sedimentos de arenas medias con un 42.5 %, mientras que las arenas finas representan el 37.5 %, las arenas muy finas solo el 5.0 % y las arenas gruesas solo representaron el 15.0 %. Esta playa está expuesta a un nivel energético de oleaje más fuerte y presenta pendientes más pronunciadas. En su extremo oriental existen permanentes evidencias de los procesos erosivos, los mayores espesores se encuentran en el extremo occidental. En esta playa predominan los vientos de componente nordeste y Este, haciendo que el esquema de transporte predomine de Este a Oeste. Esto lo confirmaron las mediciones realizadas de los perfiles topográficos durante 5 años.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 - Petelin. V. M.(1967). Análisis granulométrico de los sedimentos Marinos de Fondo. Editora Nauka. Moscú. URSS.
- 2 - José M. Montoya Rodriguez. Características generales del movimiento de arena.4to Curso Internacional de Ingenieria Hidráulica Portuaria. México 1991.
- 3 – Montero E.Nolasco y Edwards A. Carranza. Estudio Sedimentológico Regional de las Playas de Yucatán y Quintana Roo, Mexico. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nac. Autón. Mexico 1988.
- 4 – Cosme Casals Corella. La Costa Noroeste de Holguin. Ediciones Holguín y Publicigraf, 1995.