

CARACTERÍSTICAS DE LA SEDIMENTACIÓN MARINA LITORAL COMPRENDIDA ENTRE LA PUNTILLA DE SANTA ELENA Y PUNTA ANCÓN, PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR

Por: Bolívar Soledispa ⁽¹⁾

Resumen

En este artículo se presentan los resultados de las investigaciones realizadas sobre sedimentos superficiales de fondo, desde el punto de vista textural y de los parámetros estadísticos.

Un total de 15 muestras de sedimentos de fondo, distribuidas en cinco perfiles perpendiculares a la línea de costa, y en cada uno tres muestras, del área entre la Puntilla de Santa Elena y Punta Ancón (Provincia de Santa Elena, Ecuador), fueron analizadas, estableciéndose que las de mezclas de arena y limo, mal clasificados, asimétricos positivos, son los que predominan en el área, aunque también hay arena de grano fino ubicado en la zona cercana a la orilla.

Los sedimentos limosos provienen principalmente de la erosión de los acantilados de Punta Ancón

Abstract

This article presents the research results of the sea surface sediments samples, based upon texture characteristics and statistical parameters.

15 samples of bottom sediments, distributed in five perpendicular profiles to the line of coast, and in each one three samples, from the area between Puntilla de Santa Elena and Punta Ancon (Province of Santa Elena, Ecuador) were analyzed. The result indicates a predominance of mixture, positive asymmetric, of sand and mud and, with poor classification, as well there is located fine grain sand in the zone near to the border.

The muddy sediments come especially from erosion of Punta Ancon cliffs.

⁽¹⁾ Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, Av. 25 de Julio Base Naval Sur, P.O. Box 5940 Guayaquil-Ecuador

Introducción

En este estudio se presentan datos de sedimentación marina, que son parte del conocimiento básico de las zonas costeras, y que su entendimiento es necesario en el estudio de la morfología costera, así como en la investigación de recursos naturales, entre ellos, las materias primas para la construcción: arena, grava y conchilla.

Estos recursos podrían convertirse en el futuro, en una fuente adicional de material, ahora que la industria de la construcción ecuatoriana está en una etapa de auge. Estos depósitos pueden ser hallados a poca y mediana profundidad, en la plataforma continental interna. Frente a las costas de los Estados Unidos por ejemplo, ya se extraen estos materiales; así mismo en los Países Bajos y en el Reino Unido, así como frente a las costas de Japón. El sistema de extracción es el bombeo o con dragas, siendo las profundidades más prácticas para su explotación, menores de 50 metros, y aunque no representan material de exportación, debido a su alto costo de extracción, sin embargo, es una alternativa para el creciente interés de construcción, particularmente alrededor de las costas (Zurita, 1989).

Por otro lado, la acción marina es la que modela la forma y evolución de la franja costera, así como el fondo marino, siendo la energía del mar, a través de las mareas, las olas y las corrientes litorales, los principales agentes de estas transformaciones dinámicas.

Con relación a estudios previos sobre este tema en el área de estudio, estos son muy escasos, destacándose los siguientes: "Grandes Rasgos Geomorfológicos de la Costa Ecuatoriana: Proyecto de Manejo de Recursos Costeros" (Ayón 1988), que enfoca el efecto principal de la acreción y el efecto secundario de la erosión, y; "Morfología y Sedimentos de la Plataforma Continental del Golfo de Guayaquil" (Benites (1975), que presenta el efecto de la sedimentación generada por el Estuario del Guayas.

Se hace necesario, por tanto, conocer estos cambios, porque la información actualizada sobre el material sedimentario, sirve para complementar la elaboración de las Cartas de Ayuda a la Navegación, que edita el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR).

Por lo antes señalado, la División de Geología Marina, del Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), ha venido realizando investigaciones sobre estudios sedimentológicos a lo largo de la zona costera, ríos y esteros de la costa ecuatoriana. Esta

vez se planificó el proyecto titulado: "Características de la Sedimentación Marina Litoral comprendida entre la Puntilla de Santa Elena y Punta Ancón, Provincia de Santa Elena, Ecuador", el mismo que a continuación se expone.

Objetivo

El principal objetivo es el de determinar los tipos de sedimentos que predominan en el área de estudio, así como su distribución aproximada en el mismo.

Área de Estudio

El área de estudio es la zona costera comprendida entre la Puntilla de Santa Elena y Punta Ancón, ubicada en la Provincia de Santa Elena, el oeste del país (Fig. 1).

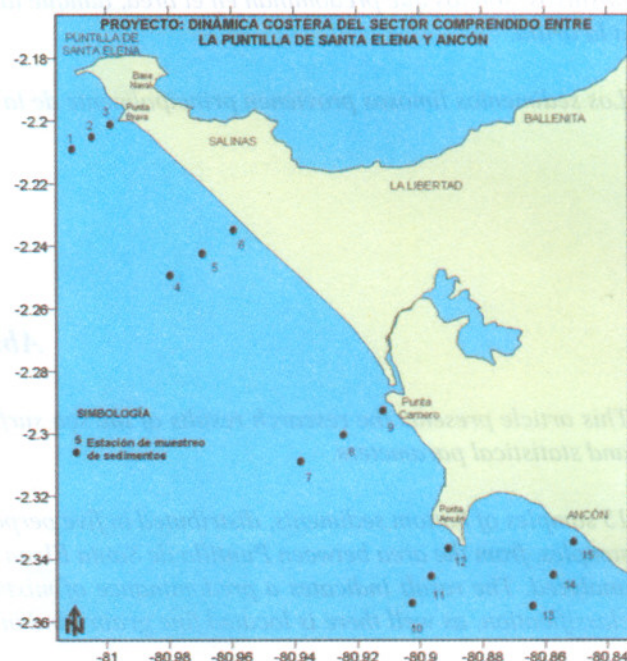


Figura 1. Mapa de ubicación de las estaciones de muestreo de sedimentos superficiales de fondo.

La costa de este sector es del tipo E, según la clasificación de Ottman (1967), es decir, una costa baja, rectilínea, con playas arenosas, presentando barrera litoral y campos de dunas. El ambiente costero es acrecional (Ayón, 1988), aunque también se presentan ciclos estacionales de erosión. En las lagunas presentes en el interior del área se extrae sal en forma industrial.

La zona ha sido sometida a un levantamiento relativamente lento (Pedoja et al, (2006), lo que implica que es poco probable que la sedimentación sea la continuación de una sedimentación de cuenca, y más bien que se trata de una depositación

post-glaciario, descansando con discordancia sobre el basamento que aflora en la costa, en Punta Carnero y Punta Ancón.

En este sector no hay un estuario importante que desemboque en el mar; el estuario más cercano es el del Guayas, ubicado aproximadamente a 90 kilómetros de distancia, y cuya desembocadura tiene una dirección tal, que hace que el área de estudio no tenga una influencia directa de dicho estuario.

Una de las principales características de este sector, conocido también como "mar bravo", es el choque violento de las olas, producido por los fuertes vientos, lo que hace que además de la erosión de la línea de playa, continuamente se estén produciendo las llamadas resacas, que ponen en peligro la vida de los bañistas (INOCAR, 1998).

El fenómeno natural que más se hace sentir en el país, especialmente en la zona costera, es El Niño, evento durante el cual las lluvias torrenciales provocan que los ríos transporten hacia el mar, grandes cantidades de material sedimentario del continente, produciendo cambios en la composición y distribución de los sedimentos que cubren el lecho marino.

Metodología de Trabajo

De Campo

Se tomaron un total de 15 muestras de sedimentos superficiales de fondo, distribuidas en cinco perfiles perpendiculares a la línea de costa, en cada uno de los cuales se colectaron tres muestras (Fig. 1), las mismas que fueron guardadas en fundas plásticas, previamente rotuladas.

Para este muestreo, realizado entre los días 19 y 22 de abril/2006, a bordo de una lancha contratada para tal efecto, se utilizó una draga de caída libre modelo Van Veen, que tiene una capacidad de muestreo de aproximadamente 2 litros de sedimentos. Para el posicionamiento de las estaciones de muestreo se utilizó el sistema GPS.

De Laboratorio

La granulometría de las muestras de sedimentos se determinó utilizando métodos estándar de análisis con tamices y pipetas, es decir, fueron lavadas sobre un tamiz No. 230, que tiene 0.0625 milímetros de abertura de malla, para separar la fracción gruesa (grava-arena), de la fracción fina (limo-arcilla). La fracción gruesa fue sometida al tamizaje seco,

utilizando un juego de tamices U.S. Standard Testing Sieve, cuyas aberturas de malla están comprendidas entre 4 mm (Tamiz No. 5) y 0.0625 mm (tamiz No. 230); y un agitador mecánico Ro-Tap, durante 15 minutos (Folk, 1969).

La fracción fina, en cambio, fue tratada mediante el análisis de pipeta, el mismo que consiste en tomar alícuotas de la suspensión, previamente agitada, a una profundidad y tiempo predeterminados (Folk, 1969).

Las profundidades y tiempos de toma de las alícuotas, fueron obtenidas a partir de la ecuación de la velocidad de asentamiento de la Ley de Stokes (Krumbein y Pettijohn, 1938). La fracción retenida en el tamiz No. 35 fue analizada con un estereomicroscopio (De Miró, 1972).

Los porcentajes de los diferentes tamaños, así como los parámetros estadísticos, cuya interpretación sirve de base en la redacción del presente informe, se obtuvieron de acuerdo a un programa elaborado por el Centro de Datos Oceanográficos (CENDO), calculado en base a las fórmulas presentadas por Folk (1969).

Resultados

Las coordenadas de las estaciones de muestreo, con su profundidad; el porcentaje de las fracciones: grava, arena, limo y arcilla; así como los principales parámetros estadísticos, se presentan en las Tablas I, II y III, respectivamente.

Con los resultados del análisis granulométrico se elaboraron cuatro mapas: a) en base a la textura (Fig. 2); b) en base al diámetro medio (Fig. 3); c) en base al grado de clasificación (Fig. 4) y; d) en base al grado de asimetría (Fig. 5).

Siendo la textura, el parámetro principal de un sedimento, éste ha sido ampliamente utilizado en los estudios sedimentológicos (Carranza, 1980).

Este parámetro depende de muchos factores, ya que sus componentes son de orígenes muy variados, y por ende, de tamaños muy diferentes; algunos de estos sedimentos tuvieron que haber sido transportados, por lo que su tamaño dependerá de los efectos del transporte.

ZONA COSTERA ENTRE LA PUNTILLA DE SANTA ELENA Y ANCÓN			
COORDENADAS DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO Y SU PROFUNDIDAD			
ESTACIÓN	LATITUD	LONGITUD	PROFUNDIDAD (m)
1	02°14'07"S	80°58'54"W	21
2	02°13'36"S	80°58'48"W	17
3	02°13'15"S	80°58'39"W	9
4	02°16'55"S	80°56'40"W	20
5	02°16'33"S	80°56'06"W	16
6	02°16'12"S	80°55'45"W	8
7	02°19'30"S	80°55'39"W	17
8	02°18'34"S	80°55'19"W	15
9	02°17'10"S	80°54'57"W	7
10	02°18'37"S	80°53'59"W	17
11	02°19'15"S	80°54'28"W	14.80
12	02°19'27"S	80°54'01"W	5
13	02°21'40"S	80°52'19"W	13
14	02°20'46"S	80°52'16"W	11.50
15	02°19'56"S	80°51'44"W	4

TABLA I

ZONA COSTERA ENTRE LA PUNTILLA DE SANTA ELENA Y ANCÓN					
PORCENTAJES DE LAS FRACCIONES QUE CONFORMAN LOS SEDIMENTOS, Y SU TEXTURA					
ESTACIÓN	GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO (%)	ARCILLA (%)	TEXTURA
1	3.30	34.79	54.31	7.60	LIMO-ARENOSO
2	-	66.97	32.65	0.38	ARENA-LIMOSA
3	-	99.81	0.19	-	ARENA
4	0.36	20.98	76.70	1.96	LIMO
5	2.21	49.65	47.47	0.67	ARENA-LIMOSA
6	0.57	98.65	0.78	-	ARENA
7	-	9.84	80.39	9.77	LIMO
8	2.74	18.29	70.83	8.14	LIMO
9	-	95.09	4.91	-	ARENA
10	ÁREA ROCOSA				
11	3.18	55.61	35.21	6.00	ARENA-LIMOSA
12	ÁREA ROCOSA				
13	0.37	28.11	66.29	5.23	LIMO-ARENOSO
14	-	26.28	67.32	6.40	LIMO-ARENOSO
15	0.11	71.79	21.75	6.35	ARENA

TABLA II

ZONA COSTERA ENTRE LA PUNTILLA DE SANTA ELENA Y ANCÓN			
PRINCIPALES PARÁMETROS ESTADÍSTICOS			
ESTACION	DIÁMETRO MEDIO (PHI)	DESVIACIÓN ESTANDAR (PHI)	GRADO DE SIMETRÍA
1	4.52 (Limo grueso)	2.24 (mal clasificado)	0.33 (Muy asimétrico hacia los tamaños finos)
2	3.93 (Arena muy fina)	0.19 (Muy bien clasificada)	1.35 (Muy asimétrica hacia los tamaños finos)
3	2.54 (Arena fina)	-0.68 (Muy bien clasificada)	1.56 (Muy asimétrica hacia los tamaños finos)
4	5.10 (Limo grueso)	1.22 (Mal clasificado)	0.01 (Casi asimétrico)
5	3.45 (Arena muy fina)	0.48 (Bien clasificada)	0.78 (Asimétrica hacia los tamaños finos)
6	2.60 (Arena fina)	-0.63 (Muy bien clasificada)	1.98 (Asimétrica hacia los tamaños finos)
7	5.37 (Limo grueso)	1.18 (Mal clasificado)	1.35 (Muy asimétrico hacia los tamaños finos)
8	4.62 (Limo grueso)	1.31 (Mal clasificado)	0.34 (Muy asimétrico hacia los tamaños finos)
9	2.24 (Arena fina)	-0.24 (Muy bien clasificada)	0.60 (Muy asimétrica hacia los tamaños finos)
10	ÁREA ROCOSA		
11	4.10 (Arena muy fina)	2.54 (Muy mal clasificada)	0.09 (Casi asimétrica)
12	ÁREA ROCOSA		
13	4.51 (Limo grueso)	1.52 (Mal clasificado)	-0.25 (Asimétrico hacia los tamaños gruesos)
14	4.74 (Limo grueso)	1.51 (Mal clasificado)	1.15 (Muy asimétrico hacia los tamaños finos)
15	4.19 (Arena muy fina)	1.00 (Mal clasificada)	1.04 (Muy asimétrica hacia los tamaños finos)

TABLA III

Según el porcentaje de los tres componentes principales: arena, limo y arcilla, se elaboró la Figura 2, en base a la cual se identificaron varios tipos de sedimentos, los cuales para una mejor comprensión se los ha reunido en dos grupos: arena y sedimento fangoso, este último conformado por: limo, arena-limosa y limo-arenoso, los mismos que a continuación se exponen:

Arena

Este sedimento arenoso, que tiene entre 71.79 y 99,81% de dicho material, y el porcentaje restante está conformado por grava, limo y arcilla (Fig. 2; Tabla II), se ubica cerca de la orilla, en una angosta franja que se extiende paralela a la línea de costa, y comprende las estaciones 3, 6, 9 y 15.

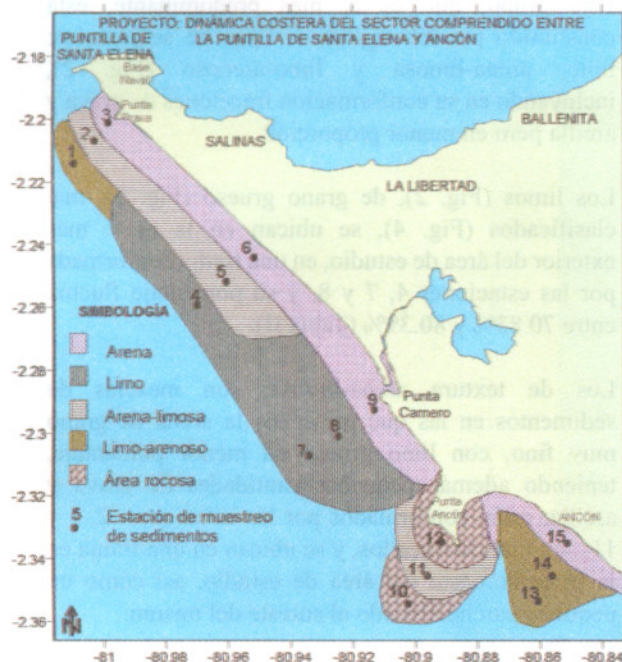


Figura 2. Mapa de distribución aproximada de los sedimentos según su textura.

Según el diámetro medio (Fig. 3), son arenas de grano fino (Est. 3, 6 y 9) a muy fino (Est. 15), y están mezcladas con grava y arena, pero en menor proporción.

Además, estas arenas presentan una muy buena clasificación (Fig. 4; Est. 3 con -0.68ϕ ; Est. 6 con -0.63ϕ y Est. 9 con -0.24ϕ , Tabla III).

Según Krumbein (1963), los bajos valores de selección (menores de 2.5), corresponden a un sedimento bien clasificado; en otras palabras, hay una tendencia a presentar un único tamaño; mientras que los altos valores (mayores de 4.0), indican sedimentos mal clasificados (Fig. 4). En cambio,

la estación 15, siendo también arenosa, y estando además ubicada en la orilla, presenta una mala clasificación por cuanto, además del porcentaje de arena (71.79%), tiene un considerable porcentaje de limo (21.75%).

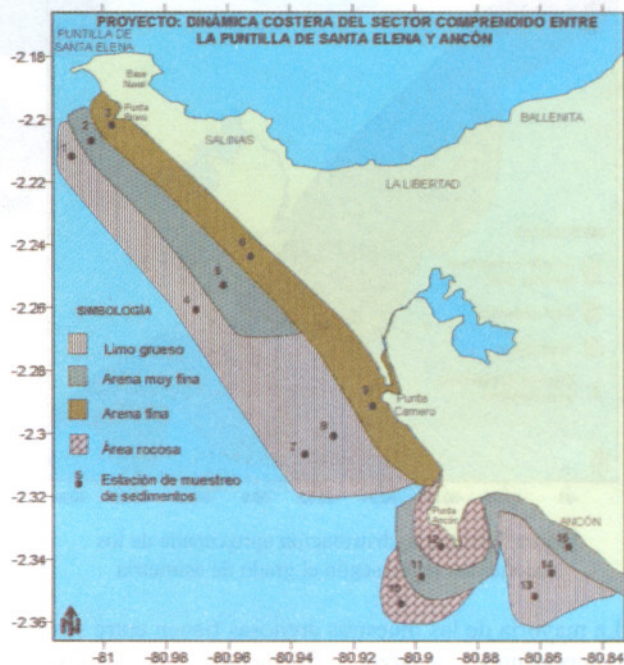


Figura 3. Mapa de distribución de los sedimentos según el diámetro medio

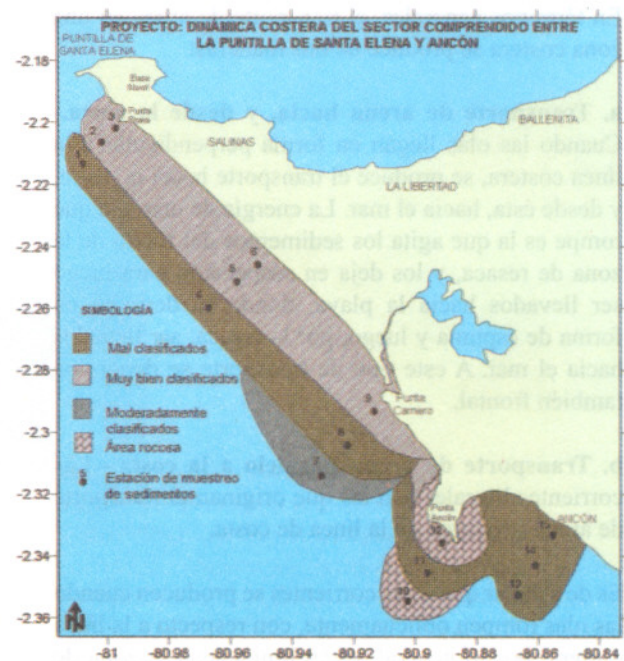


Figura 4. Mapa de distribución de los sedimentos según el grado de clasificación

Según su grado de asimetría, estas arenas son asimétricas hacia los tamaños finos, es decir, presentan un exceso de material de grano fino (Fig. 5).

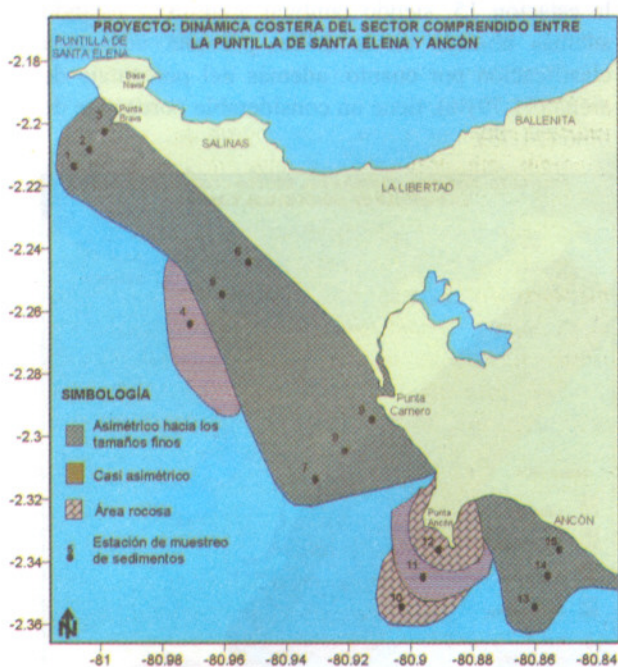


Figura 5. Mapa de distribución aproximada de los sedimentos según el grado de asimetría

La mayoría de las muestras arenosas tienen entre sus componentes: cuarzo, fragmentos de roca, caparazones de foraminíferos planctónicos, espículas y fragmentos calcáreos.

En términos generales, el transporte de arena en una zona costera se produce de dos maneras:

a. Transporte de arena hacia, y desde la costa.-

Cuando las olas llegan en forma perpendicular a la línea costera, se produce el transporte hacia la playa, y desde ésta, hacia el mar. La energía de una ola que rompe es la que agita los sedimentos del fondo de la zona de resaca, y los deja en suspensión para luego ser llevados hacia la playa, donde se derrama en forma de espuma y luego, por la resaca, ser llevados hacia el mar. A este tipo de transporte se denomina también frontal.

b. Transporte de arena paralelo a la costa.- Las corrientes litorales son las que originan el transporte de arena a lo largo de la línea de costa.

Es de señalar que estas corrientes se producen cuando las olas rompen oblicuamente, con respecto a la línea costera; por lo general, están limitadas a la zona de resaca y ocupan el primer lugar entre las corrientes que mueven sedimentos de la playa.

Este tipo de transporte consta de dos componentes: 1) El movimiento originado por las corrientes litorales y; 2) El vaivén de la arena en la anteplaya,

producida por el rompimiento de las olas. La cantidad de movimiento de la rompiente origina una corriente litoral, debido a lo cual a lo largo de la costa se produce un movimiento de agua, mezclada con los sedimentos que dicha rompiente ha puesto en suspensión. Si sobre la costa se acumula más arena que la que pueden mover las olas, la línea costera acrecerá. Si en cambio, el suministro de arena es menor que la cantidad que pueden mover las olas, la costa se erosionará. (INOCAR, 1998).

La arena también puede provenir de la socavación originada por las olas en la zona de duna, especialmente cuando se presentan los agujajes.

Sedimento Fangoso

Este grupo, que es el más predominante, está constituido por los siguientes tipos de sedimentos: limo, arena-limosa y limo-arenoso (Fig. 2), incluyendo en su conformación fracciones de grava y arcilla pero en menor proporción.

Los limos (Fig. 2), de grano grueso (Fig. 3), mal clasificados (Fig. 4), se ubican en la parte más exterior del área de estudio, en una franja conformada por las estaciones 4, 7 y 8, y su porcentaje fluctúa entre 70.83% y 80.39% (Tabla II).

Los de textura arena-limosa, son mezclas de sedimentos en las que prevalece la arena de grano muy fino, con limo grueso en menor porcentaje, teniendo además pequeñas cantidades de grava y arcilla; están conformados por las estaciones: 2, 5 y 11; son mal clasificados, y se ubican en una franja en la parte noroeste del área de estudio, así como un pequeño parche ubicado al sureste del mismo.

Los de textura limo-arenosa, son también mezclas de sedimentos en las que predomina el limo de grano grueso con arena muy fina, están conformados por las estaciones: 1, 13 y 14, son mal clasificados, y se ubican en pequeños parches tanto en el extremo noroeste (hacia la Puntilla), como en el extremo sureste del área de estudio (frente a Ancón).

Área Rocosa

En la zona costera frente a Punta Ancón, concretamente en las estaciones 10 y 12, se llevaron a cabo varios lances de draga, sin que se colectaran muestras de arena o fango, pero se obtuvieron pequeños fragmentos de roca, por lo que a esos sectores se los ha clasificado como áreas rocosas (Fig. 2), las mismas que podrían ser la continuación de la mencionada punta rocosa, tal como se aprecia

en la Carta IOA-105-Bahía de Santa Elena (Isla Salango-Chanduy), editada por el INOCAR el 11 de agosto de 1980.

Cabe señalar que en la cima de Punta Ancón se asienta un hotel, el mismo que siempre tiene que estar protegiendo la base del acantilado, por cuanto el fuerte oleaje continuamente la está erosionado. Además, la estructura del hotel añade cargas al talud, lo que altera aún más su equilibrio natural.

Estas construcciones en zonas de acantilados exigen estudios más detallados, en los que se deben tomar en consideración factores tales como: la estabilidad del talud, la socavación del oleaje a la base del talud, los cambios en el nivel del mar, entre otros.

Discusiones y Conclusiones

La muy buena clasificación que presentan las arenas de las Estaciones 3, 6 y 9, Fig. 4, se debe a que como están ubicadas en la zona mareal y submareal, es decir, en el área de rompiente de olas, éstas por su dinámica se convierten en agentes clasificadores de grano, es decir, impiden la deposición de los sedimentos limo-arcillosos, quedando sólo el material arenoso cubriendo ese sector de la zona costera.

La estación 15, que también está ubicada en la orilla, sin embargo presenta una mala clasificación por cuanto está conformada por arena y limo, lo cual se debe a que la saliente rocosa de Punta Ancón, amortigua el fuerte oleaje, lo que favorece la deposición de material limoso, incluyendo arcilla.

En cuanto a su procedencia, estas arenas provienen de la plataforma continental, transportadas hacia las playas por la acción combinada de las olas, las corrientes y los vientos. Este transporte masivo de arena hacia la costa es lo que origina la erosión o acrecencia de las playas ecuatorianas. Por lo general, más del 90% del transporte de arena se produce en un sector comprendido entre la línea costera, y la línea exterior de rompiente de olas, el mismo que se conoce como zona de resaca, y cuya anchura puede variar de menos de 10 metros a varios centenares de metros. En el área de estudio la zona de resaca no es muy amplia (INOCAR, 1998). También provienen de los acantilados conformados por material sedimentario, los mismos que por su origen son de fácil erosión.

El Atlas Meteorológico del Mar Territorial Ecuatoriano, publicado por INOCAR en 1977, señala que las corrientes próximas a la costa,

prevalecen hacia el norte en las Provincias El Oro, Guayas y Manabí. La deriva litoral presenta comportamientos estacionales, similares a los de las corrientes oceánicas, por lo que, salvo casos excepcionales, en general la deriva litoral se dirige hacia el norte, durante el estiaje; y hacia el sur, durante la estación lluviosa. Son estas corrientes litorales las que en ciertas épocas del año, erosionan o acrecionan las playas, incluyendo las del área de estudio.

En cuanto a la mala clasificación que presentan los sedimentos fangosos, esto se debe posiblemente al movimiento continuo al que son sometidos por las fuertes corrientes marinas, y por las de marea, lo que hace que siempre se mantenga la mezcla; también se debe al hecho de que están conformados por granos de diferentes tamaños, en porcentajes variados, tal como se aprecia en la Tabla II.

Por estas fuertes corrientes, que se reflejan en la zona de rompientes, es por lo que a este sector se lo conoce también como "mar bravo".

Los sedimentos limosos, incluyendo las arcillas, por su menor densidad, son acarreados en suspensión, posiblemente desde los acantilados que hay en el sector, especialmente de los de Punta Ancón, los mismos que están conformados por lutitas, limolitas y areniscas (Hoja Geológica No. 5 - Santa Elena, del Mapa Geológico del Ecuador, escala 1:100.000). Estos estratos sedimentarios, por estar fracturados y meteorizados, son de fácil erosión, por lo que una vez que la base del acantilado es socavado por las olas, por gravedad, la parte superior se desliza hacia abajo, amontonándose a sus pies, formándose los llamados conos de derrubios, los mismos que son transportados mar adentro, hasta los sectores donde las condiciones moderadas de las corrientes permiten que se depositen en el fondo.

En el sector frente a Punta Carnero, se aprecia una pro-gradación, es decir, un acrecimiento gradual de material limoso en sentido frontal, debido a que este material fino es transportado en suspensión, por las corrientes marinas, hacia mar afuera, donde, de acuerdo a las condiciones climáticas presentes en el área, se deposita en el fondo.

Es posible también que gran parte de los sedimentos limo-arcillosos que cubren el área de estudio, hayan sido transportados por los ríos intermitentes que se encuentran a lo largo de la zona costera, durante un fenómeno El Niño, evento ante el cual estos ríos acarrearán gran cantidad de sedimentos finos, tanto de fondo como en suspensión.

Los sedimentos conformados por mezclas de arena y limo, en porcentajes variados, son los que predominan en el área de estudio, habiendo también sedimentos cuyo componente principal es el limo, todos los cuales están ubicados en su parte más exterior, en franjas paralelas a la línea de costa.

En la zona cercana a la orilla, en cambio, como es una zona de alta energía, donde las olas hacen una clasificación del sedimento, son las arenas de grano fino, las que prevalecen.

Los sedimentos limosos, incluyendo las arcillas, provienen principalmente de los acantilados del sector de Ancón, conformados por rocas sedimentarias (lutitas, limolitas y areniscas), las mismas que son fácilmente erosionables, tanto por las olas de mar como por el agua de lluvia.

Bibliografía

Ayón H., 1988. Grandes Rasgos Geomorfológicos de la Costa Ecuatoriana. Proyecto de Manejo de Recursos Costeros. Ministerio de Energía y Minas, Universidad de Rhode Island y Agencia para el Desarrollo Internacional de los EE. UU. Informe No. 1; Pag. 18.

Benítez S, 1975. Morfología y Sedimentos de la Plataforma Continental del Golfo de Guayaquil. Pag. 77.

Carranza A., 1980. Ambientes Sedimentarios Recientes de la Llanura Costera Sur del Istmo de Tehuantepec; An. Centro Ciencias del Mar y Limnología; Univ. Nac. Auton. Méjico. Pag. 43.

De Miró M., 1972. Curso de Geología Marina. Programa de Investigación y Exploración Oceanográfica 1971-1975; Pag. 47.

Hoja Geológica No. 5, Santa Elena, 1974. Mapa Geológico del Ecuador

Folk, R. L., 1969. Petrología de las Rocas Sedimentarias. Instituto de Geología de la U.N.A.M.; México. Pag. 80 - 110.

INOCAR, 1998. Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental y Levantamiento Hidrográfico requeridos para la Ampliación del Muelle del Yacht Club de Salinas. Pag. 59 - 60.

INOCAR, 1992. Estudio de las Características Sedimentológicas de la Zona Litoral comprendida entre Anconcito y General Villamil (Playas),

Provincia del Guayas, Ecuador.

INOCAR, 1990. Estudio Composicional de las Arenas Ferrotitaníferas del sector comprendido Entre el Estero Data de Posorja y el Monasterio de Santa Teresa, Provincia del Guayas, Ecuador. Pag. 81.

INOCAR, 1989. Estudio Sedimentológico y Mineralógico de la Plataforma Continental Ecuatoriana en el tramo comprendido entre Salinas y Ayampe.

INOCAR, 1977. Atlas Meteorológico del Mar Territorial Ecuatoriano.

Krumbein, W.C. y Pettijohn F. J., 1938. Manual Petrografía Sedimentaria. Pag. 91.

Krumbein et al., 1963. Estratigrafía y Sedimentación. Segunda edición traducida al español. Pag. 116.

Ottman, F., 1967. Introducción a la Geología Marina y Litoral. EUDEBA. En Manuel de Miró, 1972, Curso de Geología Marina. Programa de Investigación y Exploración Oceanográfica 1971-1975. Pag. 6.

Pedroja et al, (2006). Marine Geology No. 228, Pag. 73-91.

Zurita F., 1989. Posibilidades de la Investigación Científica (Geológica -Minera) en los Fondos Marinos del Ecuador. Legislación Minera Submarina y su Impacto Ambiental (Pag. 4).

Agradecimiento

El autor expresa su agradecimiento al CPFG-EM Mario Proaño Silva, Director del INOCAR; al TNNV-SU Aurelio Aldaz Gordillo, Jefe del Dpto. de Ciencias del Mar; así como al TNNV-SU Giorgio De La Torre Morales, Jefe de la División de Estudios Costeros, por el apoyo brindado para la publicación del presente trabajo.