

TABLA III			
MONTEVERDE			
PRINCIPALES PARAMETROS ESTADISTICOS			
ESTACION	DIAMETRO MEDIO (Phi)	DESVIACION STANDARD (Phi)	ASIMETRIA
1	5.69 (Limo medio)	1.12 Mal clasificado	2.42 (Muy asimétrico hacia los finos)
2	4.89 (Limo grueso)	0.98 Moderadamente clasificado	0.88 (Muy asimétrico hacia los finos)
3	4.44 (Limo grueso)	1.15 Mal clasificado	1.79 (Muy asimétrico hacia los finos)
4	4.19 (Arena muy fina)	1.52 Mal clasificada	-1.05 (Muy asimétrico hacia los gruesos)
5	3.66 (Arena muy fina)	1.21 Mal clasificada	0.15 (Asimétrico hacia los finos)
6	3.35 (Arena muy fina)	1.80 Mal clasificada	-0.17 (Asimétrico hacia los gruesos)
7	3.80 (Arena muy fina)	1.48 Mal clasificada	0.05 (Casi asimétrico)
8	4.55 (Limo grueso)	0.47 Bien clasificado	5.42 (Muy asimétrico hacia los finos)
9	4.89 (Limo grueso)	1.33 Mal clasificado	0.96 (Muy asimétrico hacia los finos)
10	4.23 (Limo grueso)	0.49 Bien clasificado	-3.29 (Muy asimétrico hacia los gruesos)
11	3.75 (Arena muy fina)	1.40 Muy bien clasificada	0.77 (Muy asimétrico hacia los finos)
12	4.40 (Limo grueso)	1.39 Mal clasificado	1.34 (Muy asimétrico hacia los finos)
13	4.32 (Limo grueso)	1.25 Mal clasificado	0.90 (Muy asimétrico)

TABLA III			
MONTEVERDE			
PRINCIPALES PARAMETROS ESTADISTICOS			
ESTACION	DIAMETRO MEDIO (Phi)	DESVIACION STANDARD (Phi)	ASIMETRIA
			hacia los finos)
14	3.58 (Arena muy fina)	1.56 Mal clasificada	-0.61 (Muy asimétrico hacia los gruesos)
15	3.21 (Arena muy fina)	0.93 Moderadamente clasificada	-0.40 (Muy asimétrico hacia los gruesos)
16	3.41 (Arena muy fina)	0.61 Moderadamente bien clasificada	-0.09 (Casi asimétrico)
17	3.37 (Arena muy fina)	0.66 Moderadamente bien clasificada	-0.35 (Muy asimétrico hacia los gruesos)
18	3.57 (Arena muy fina)	0.15 Muy bien clasificada	0.66 (Muy asimétrico hacia los finos)
19	3.47 (Arena muy fina)	0.29 Muy bien clasificada	-0.66 (Muy asimétrico hacia los gruesos)
20	4.31 (Limo grueso)	1.41 Mal clasificado	-0.28 (Muy asimétrico hacia los gruesos)
21	4.39 (Limo grueso)	1.71 Mal clasificado	1.23 (Muy asimétrico hacia los finos)
22	4.36 (Limo grueso)	1.43 Mal clasificado	-0.93 (Muy asimétrico hacia los gruesos)
23	3.95 (Arena muy fina)	1.36 Mal clasificada	0.35 (Muy asimétrico hacia los finos)

8. SEDIMENTOS SUPERFICIALES DE FONDO

❖ RESULTADOS

Analizando el mapa de distribución textural de los sedimentos superficiales de fondo (Fig. 8), en la cual se aprecian cinco tipos de material sedimentario, los mismos que a continuación se exponen:

o SEDIMENTO ARENOSO

Las arenas de grano muy fino (2ϕ - 3ϕ), bien clasificadas (Tabla III), asimétricamente negativas en su mayoría, son las fracciones que tienen mayor distribución en el área de estudio, con un 69.11 a 93.06% de dicho material (Tabla II); el porcentaje restante está conformado por grava, limo y arcilla.

Esta arena se ubica cerca de la orilla, en una franja en forma de una “L” invertida, que corre paralela a la línea de costa.

La buena clasificación y las asimetrías negativas que presentan la mayoría de estas arenas, es decir, presentan un exceso de material grueso, sugieren condiciones de alta energía en los agentes de transporte de sedimentos, y como están localizadas casi en la zona de rompiente, están sometidas a un proceso de erosión, por cuanto el vaivén de la fuerza de las olas, efectúa el lavado de los pocos sedimentos limo-arcillosos que pudieron haberse sedimentados, alcanzando por lo tanto una mejor clasificación (INOCAR, 1987).

Este material arenoso posiblemente proviene del mar, transportado por las corrientes marinas (frontales y litorales), así como por las de marea de flujo. Este transporte de arena hacia la costa es lo que origina la erosión o acrecencia de las playas ecuatorianas. 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, en donde se derrama en forma de espuma, y luego, por la resaca, ser llevados hacia el mar. Este tipo de transporte es el denominado corriente frontal.

Las corrientes litorales en cambio, son las que originan el transporte de arena a lo largo de la línea de costa, y 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.

Las arena también pueden provenir de los estratos arenosos que forman parte de los acantilados ubicados hacia el norte del área de estudio, los mismos que están constituidos por rocas sedimentarias, muy blandas, meteorizadas, fracturadas, y por lo tanto de fácil erosión (PMRC, 1988), material que al ser socavado, es transportado por las olas hacia la zona costera; Es posible también que la arena provenga de las dunas que se han formado en la parte de atrás de la zona de playa, ubicadas un poco hacia el norte de la población de Monteverde; al presentarse fuertes oleajes, esta es acarreada mar adentro, pero una vez que cesa la agitación del mar, gran parte de esta arena es devuelta a la playa.

o SEDIMENTO LIMO-ARENOSO

El segundo tipo de sedimento está conformado por una mezcla de limo con arena (Est. 3, 9, 12, 13, 20, 21 y 22), en el que el primero tiene un mayor porcentaje (Tabla II), teniendo además arcilla pero en menor proporción; es mal clasificado, mayoritariamente asimétricamente positivo, y predominan en el sector centro-norte del área de estudio (Fig. 8). Las corrientes marinas y de marea movilizan estos sedimentos, dando como resultado el que se obtenga una mala clasificación de estos sedimentos.

o SEDIMENTO ARENO-LIMOSO

Estos sedimentos son una mezcla de arena con limo (4, 5, 7, 11, 14 y 23), en la que predomina la primera (Fig. 8), son mal clasificados, asimétricamente positivos, es decir, presentan exceso de material fino, aunque también hay asimétricamente negativos, y se localizan en el sector centro-sur de la antes mencionada área, observándose también un pequeño parche de este material en el sector noreste.

o SEDIMENTO LIMOSO

El cuarto tipo de sedimentos es el limo (Est. 1, 2, 8 y 10), el mismo que se presenta en el sector norte, así como un pequeño parche de dicho material, en el centro del área en mención (Fig. 8); es de grano grueso, bien clasificado, aunque también los hay mal clasificados, asimétricamente positivos, y los porcentajes de este material están comprendidos entre el 73.73 y 88.01% (Tabla II); el material restante está conformado por arena y arcilla.

En cuanto al desplazamiento de estos sedimentos finos, según Folk (1969), los granos que conforman los sedimentos reducen su tamaño en la dirección en que son transportados. Esto se puede interpretar como el resultado de una clasificación selectiva, por lo cual los granos más pequeños y livianos avanzan mayor distancia que los más grandes y pesados. Si lo expresado anteriormente se aplica a los sedimentos del área de estudio, se tiene que desde el sector sur hacia el norte del área de muestreo, se presenta una gradación de la textura desde arena hasta limo, pasando por las mezclas de arena-limosa y limo-arenoso (Fig. 8).

Esta apreciación de la distribución de los tamaños de grano de los sedimentos, permite presumir que las condiciones dinámicas en la zona costera de Monteverde, se presentan con mayor energía en el lado sur, la misma que disminuye paulatinamente a medida que avanza hacia el lado norte, incremento de la energía que probablemente se debe a la influencia de las corrientes litorales, así como también de las corrientes oceánicas.

Se debe señalar que en el área de estudio y áreas aledañas, no hay ríos que en forma permanente estén aportando material terrígeno desde el continente; lo que hay son esteros, intermitentes, entre los cuales están: El Palmar, Javita, San Pablo, Gramona. Se denominan intermitentes por cuanto son secos en verano, y sólo adquieren un pequeño caudal en los meses de invierno, siempre y cuando llueva en forma considerable.

Pero, ante un evento El Niño, fenómeno en el cual acarrear volúmenes considerables de agua y sedimento, estos esteros se vuelven correntosos; el material sedimentario, al llegar al mar es transportado por las corrientes marinas hacia la plataforma continental, en donde, bajo condiciones de moderada energía, es depositado en el lecho marino, cambiando así el tipo de sedimento existente, su distribución en el área y su morfología.

En diferentes informes están registrados los grandes desastres que estos ríos causaron a lo largo de su recorrido, incluyendo carreteras, puentes, viviendas, etc, siendo los últimos eventos El Niño en 1982-1983 y 1987-1988.

Los sedimentos limo-arcillosos también podrían provenir de los acantilados ubicados más hacia el norte del área de estudio, los mismos que por ser de origen sedimentario, facilitan la erosión originada principalmente por las olas, así como por el viento.

9. LÍNEAS EXPLORATORIAS CON UN SONAR DE BARRIDO LATERAL (SIDE SCAN SONAR) (SSS)

❖ ANÁLISIS DE SONOGRAMAS

En el mosaico elaborado con los sonogramas obtenidos, se aprecia que la orientación de las líneas exploratorias es NNE-SSO, las mismas que presentan en forma general, los niveles de reflectancia, de acuerdo a la variación textural de los sedimentos que cubren el fondo marino del área de estudio.

Informe Preliminar de los Estudios de Integración de Datos Sísmicos en un Sistema de Información Geográfica, y Reflectividad Acústica

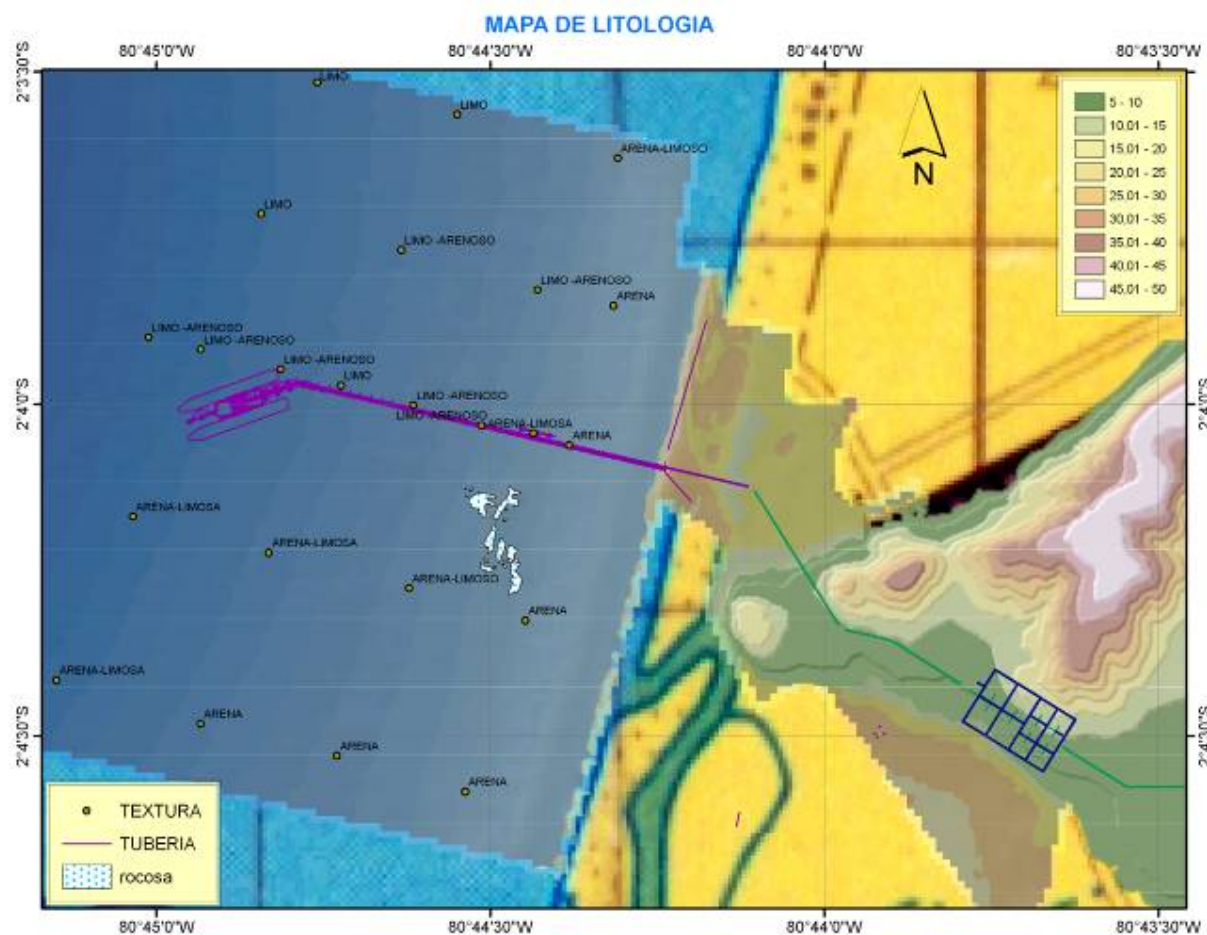


Fig. 4.- Mapa de distribución aproximada de los sedimentos superficiales de fondo.

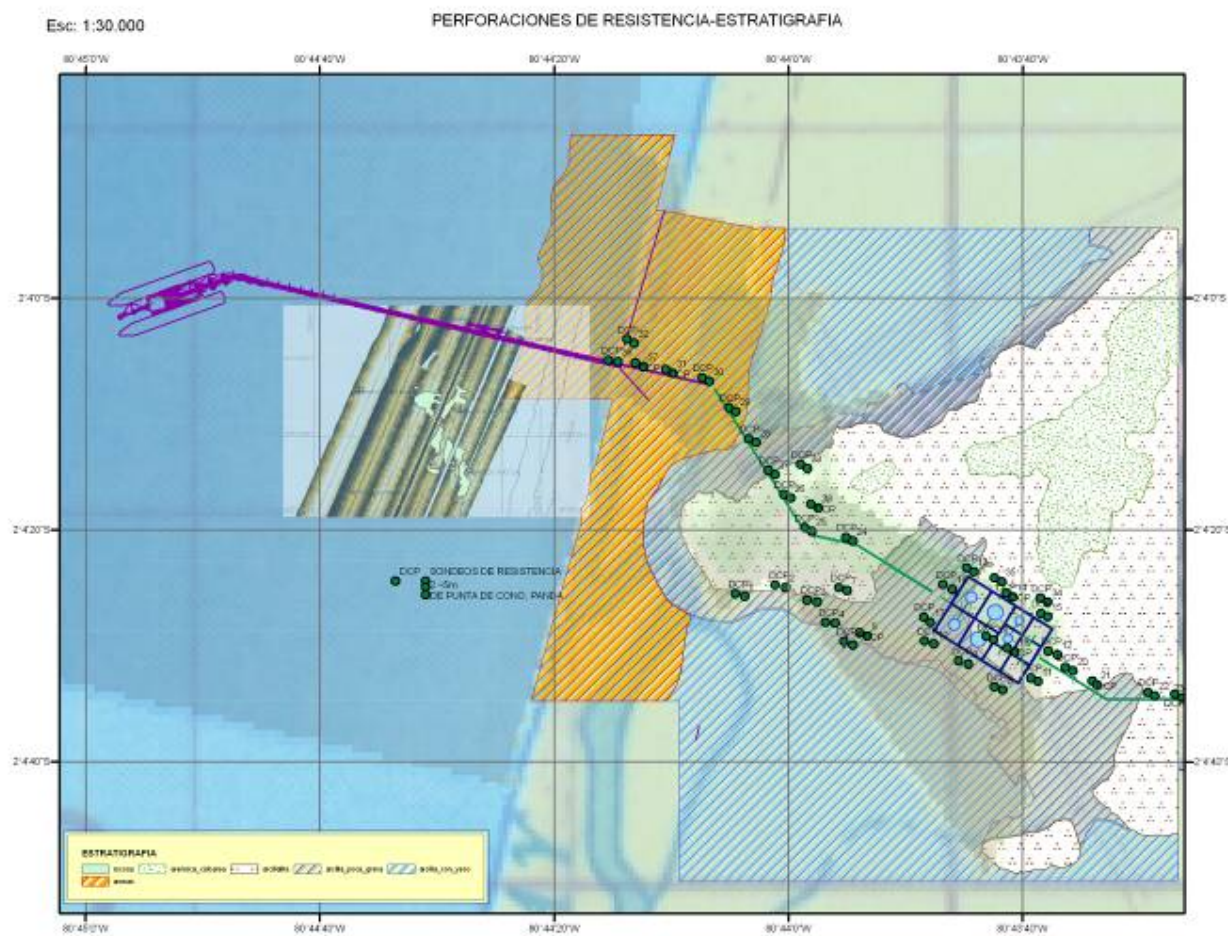


Fig. 5.- Mapa de distribución aproximada de perforaciones de resistencia.

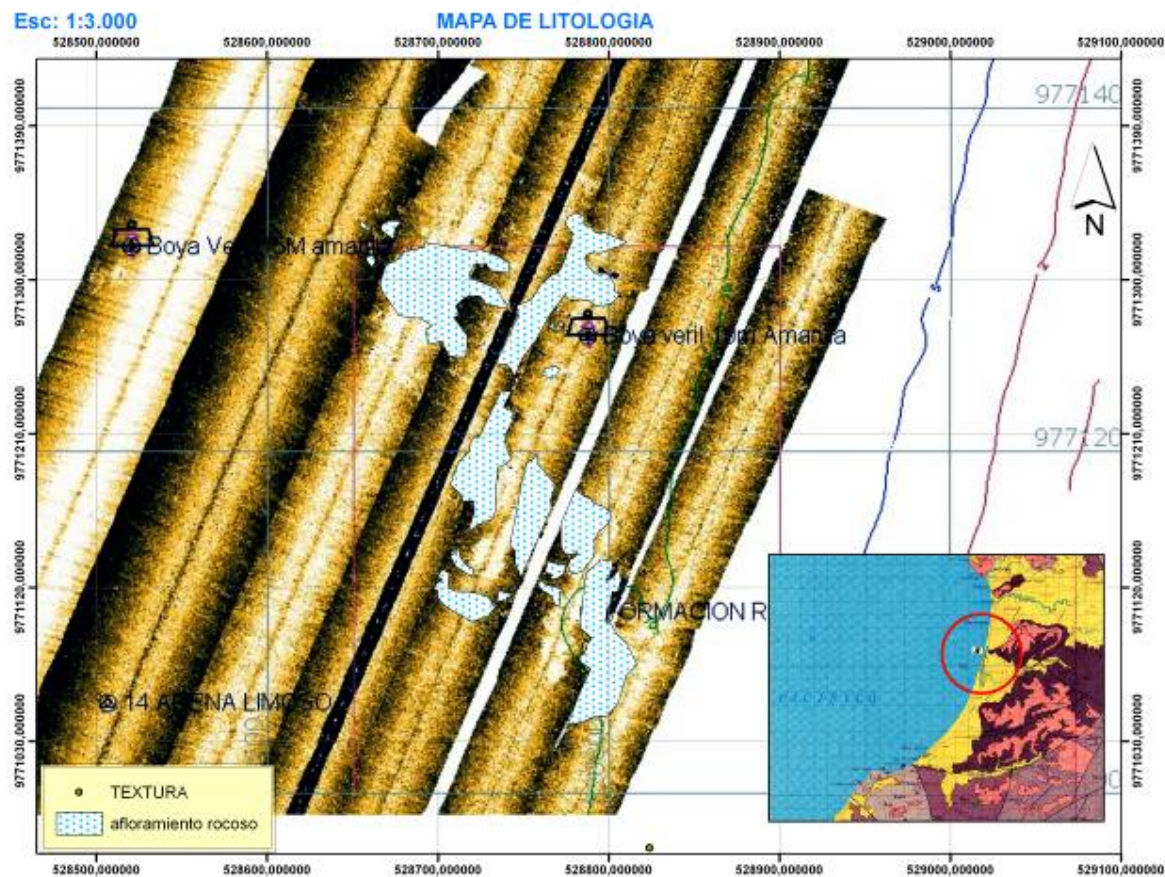


Fig. 6.- Mapa de distribución afloramiento costero.

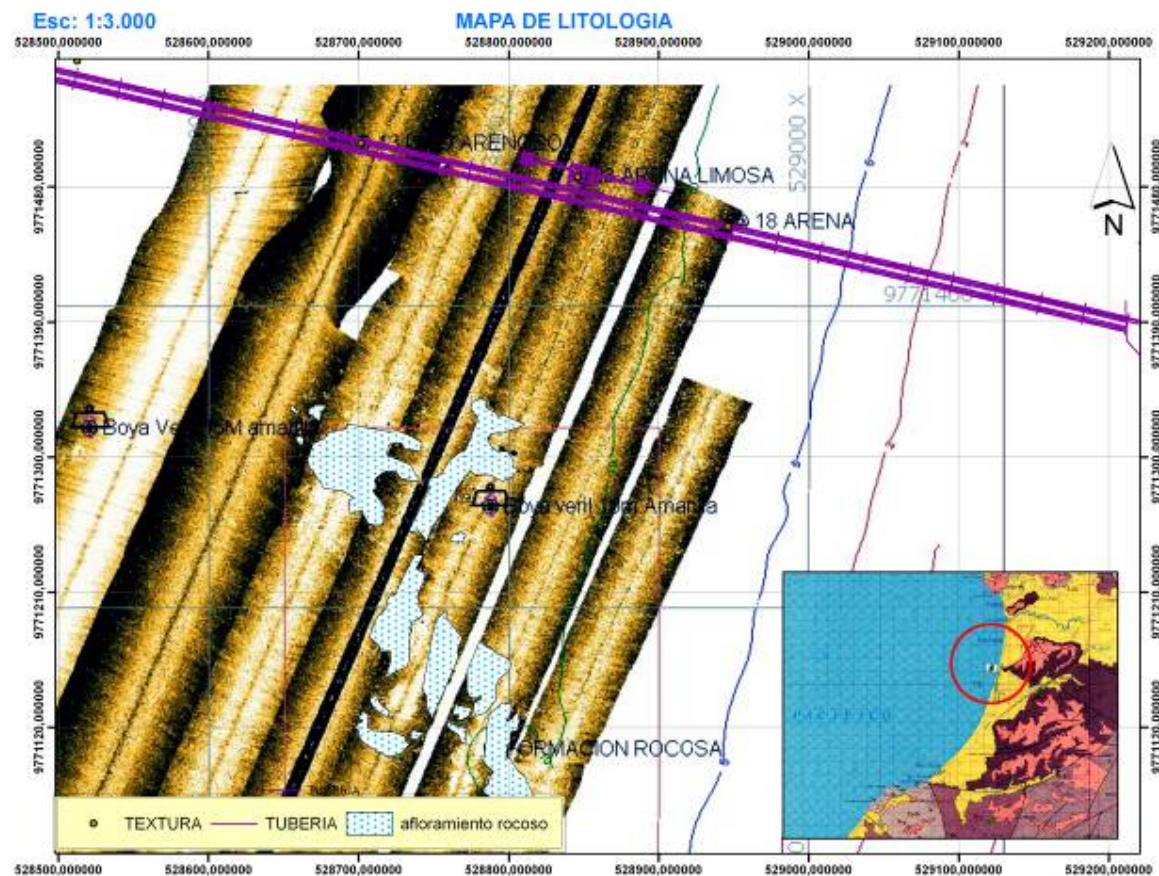


Fig. 7.- Mapa de distribución de aflojamiento costero y alejado del eje de canal.

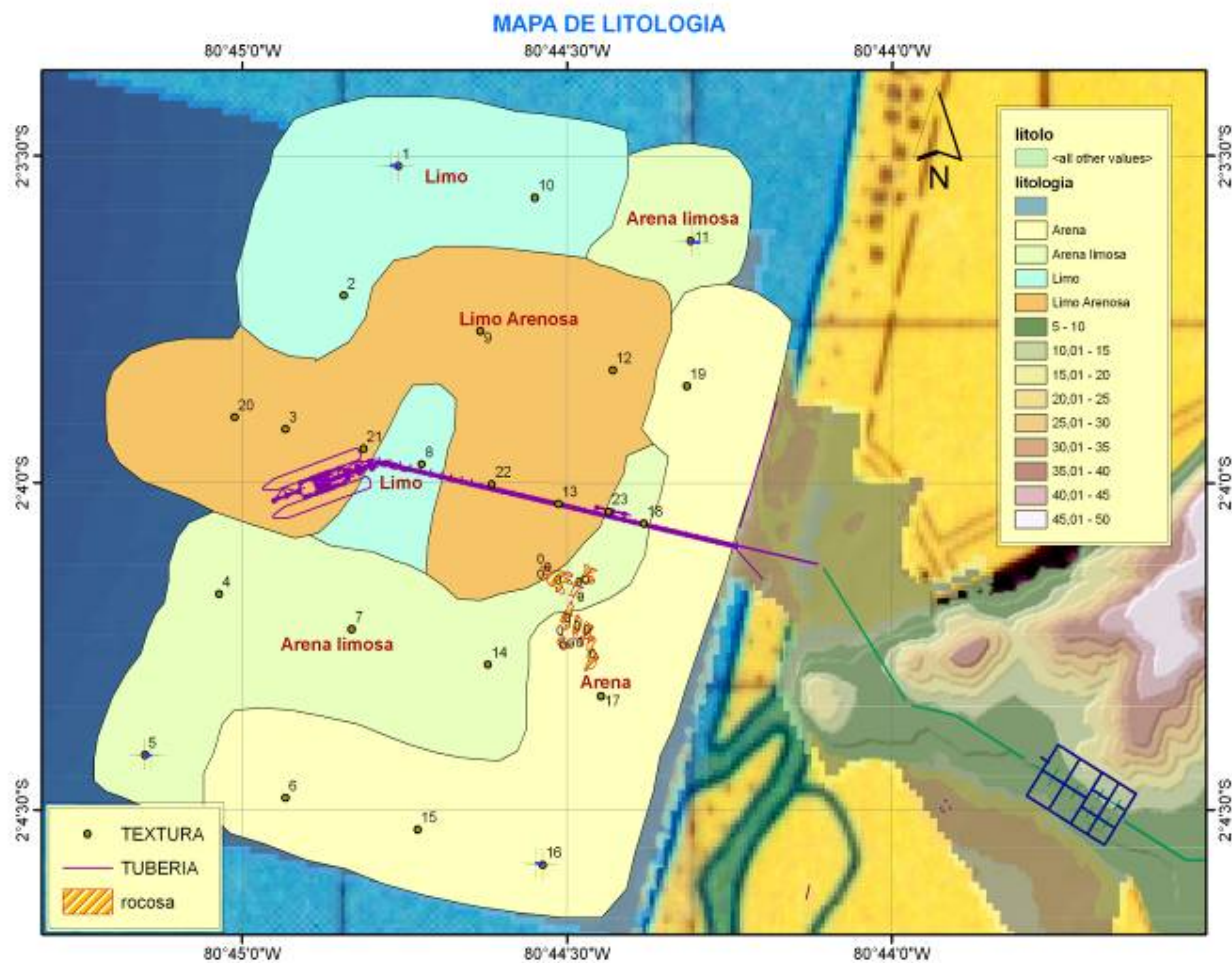


Fig. 8.- Mapa de distribución aproximada de los sedimentos superficiales de fondo

En este gráfico (Fig. 4,5,6,7) se señala lo más sobresaliente de estos registros, como son: los tipos de sedimentos presentes en las diferentes estaciones de muestreo y el afloramiento rocoso, este último, según datos proporcionados por el Dpto. de Hidrografía del INOCAR, está ubicado aproximadamente a 200 y 400 metros desde la línea de costa, y a una profundidad entre 9 y 13 metros. También se ha señalado la ubicación de varias boyas de ayudas a la navegación, entre ellas la Boya amarilla del veril de los 10 metros, la misma que se la utiliza como punto de referencia.

En términos generales, el área se interpreta como de topografía baja, excepto el sector con afloramiento rocoso; no se observan estructuras sedimentarias como por ejemplo ondulitas o megarriples. También se aprecian sombras acústicas, ubicadas hacia el lado opuesto de la trayectoria de la línea exploratoria, originadas por el barrido que hacen los haces sonoros sobre la pendiente del afloramiento rocoso, así como sobre sus fracturas. Cabe indicar que cuanto mayor es la elevación del afloramiento o la estructura, mayor es el área de sombra generada.

Se ha señalado que la reflectividad que presenta el sonograma de un SSS, es consecuencia directa de la morfología del fondo, así como del tipo de sedimento que conforma la superficie y los primeros centímetros del subfondo (Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona, ICMB. 1998).

Basado en lo expresado en el concepto anterior, así como en la correlación de la intensidad de reflectividad que se observa en las imágenes del SSS, con la textura de los sedimentos de la Figura 3, se determinan dos facies acústicas: *a)* Reflectividad baja correspondiente a fondos de sedimentos finos, y; *b)* Reflectividad alta e irregular producida por afloramientos rocosos.

El patrón de reflectividad que más se repite en la mayoría de los registros del SSS, corresponde al de reflectividad baja, sin irregularidades morfológicas apreciables, y de aspecto homogéneo (Fig. 9). Las muestras de sedimentos localizadas en este patrón, están conformadas por material fino, es decir, limo y mezclas limo-arenosas y arena-limosas. Este patrón de reflectividad es el de mayor distribución dentro del área de estudio, donde el fondo marino con pendiente suave, está cubierto por el material fino antes señalado, cuya presencia en ese sector hace presumir que las velocidades de corrientes de fondo son moderadas, permitiendo su deposición y que actualmente no son suficientes para resuspenderlas.

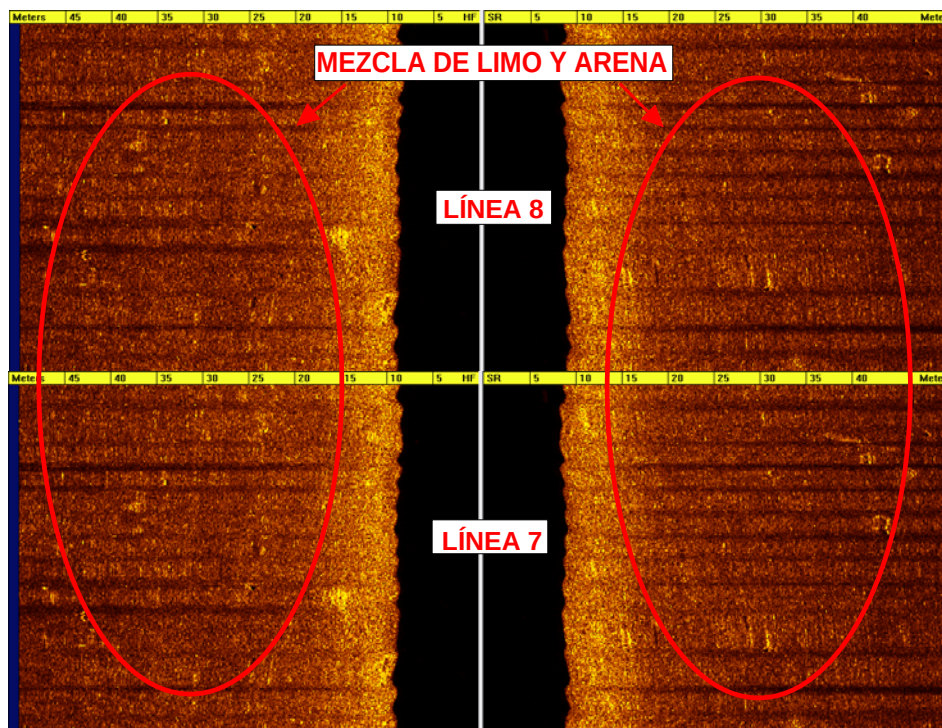


Fig. 9. Patrón de reflectividad baja, de textura homogénea, asociada a mezclas de limo y arena.

- El patrón de reflectividad alta y textura irregular, con relieve importante, y limitada extensión, es interpretado como afloramientos rocosos dispersos, ya que parte de la roca que no se aprecia, está recubierta por una arena de grano fino (Fig. 10). En ese sector, el fondo es un poco irregular, debido a que el choque de las corrientes marinas sobre el afloramiento, produce el movimiento del sedimento, aspecto que contrasta con la morfología predominante en el sector.

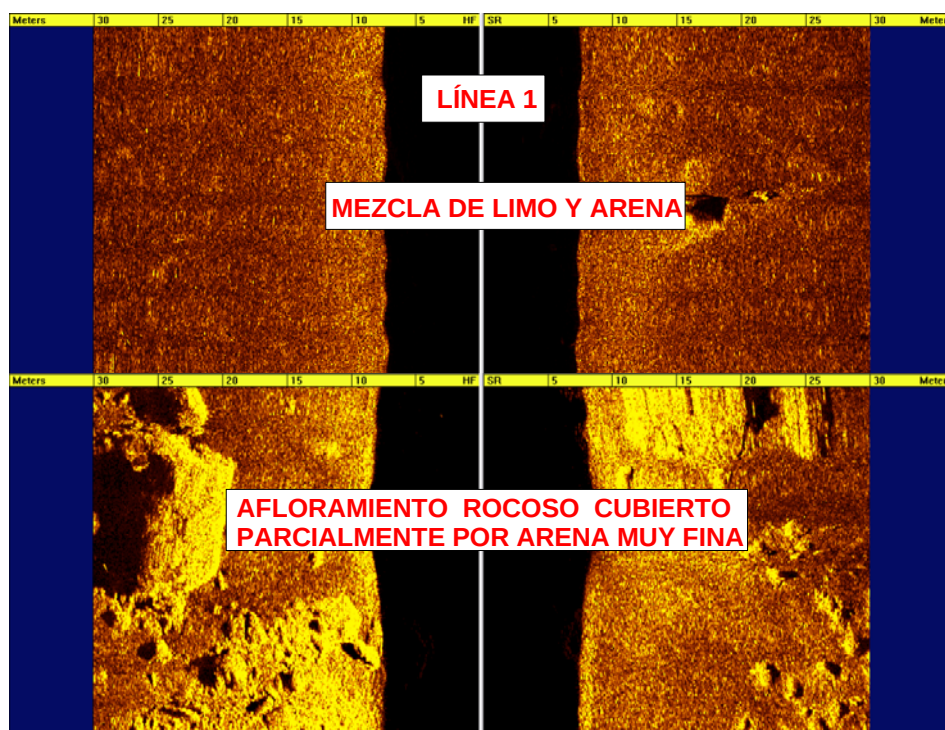


Fig. 10.- Patrón de reflectividad alta, aquí el fondo se interpreta como 2 tipos de material: afloramiento rocoso rodeado parcialmente de arena muy fina; y mezcla de limo y arena.

Hay que señalar también, que tanto el material limoso y mezclas de limo y arena, que cubren la mayor parte del fondo marino del área de estudio, así como las arenas muy finas que cubren parcialmente el afloramiento rocoso, no muestran reflectividad distinta, debido a que por el tamaño de sus partículas (granos muy finos), ambos tipos de sedimentos absorben el haz acústico, y es poco lo que se refleja como eco hacia el registro.

Con la finalidad de obtener mayor información sobre el afloramiento rocoso, se revisó Información en tierra para correlacionar como continuidad geológica de “la Formación Socorro, de edad Eocénica, compuesta de secuencias decimétricas de arenisca de origen turbidítico y arcillolitas de color gris-verdoso, se encuentra expuesta en un reborde morfológico de unos 5 metros de altura en promedio, ubicado en la abscisa 0+520”.

Las rocas de esta Formación Socorro, según lo manifestado, en una reunión de trabajo, por el autor del informe antes indicado, también han sido encontradas en las perforaciones realizadas, en el fondo marino, a lo largo del eje del proyectado muelle del GLP; por lo que este antecedente le hace presumir que las rocas del afloramiento, detectado con los registros del SSS, pudieran ser las mismas de esta Formación,

especialmente los estratos de areniscas, debido a la reflectividad que presentan, por lo que es aconsejable llevar a cabo un muestreo de rocas en este sector.

Cabe indicar que los afloramientos rocosos irregulares están ubicados principalmente hacia al norte y hacia el sur de la Boya Amarilla del veril 10m

En la Figura 8 se observa el afloramiento rocoso situado al norte de la antes mencionada boya, en el que hay sectores con rocas que afloran en la superficie del fondo, mientras que otras áreas se encuentran cubiertas de arena.

Estas rocas presentan tamaños variados, de forma rectangular (Fig. 11) y, según datos proporcionados por el Dpto. de Hidrografía del INOCAR, tienen dimensiones de alrededor de 90 metros de largo por 75 metros de ancho, en un área de 6750m², y están ubicadas a una profundidad entre 10 y 13 metros.

El cálculo aproximado de las sombras acústicas en este sector, en las coordenadas 2°04'08" S y 80°44'29" W, tiene una altura de 3.40 metros. El gráfico también presenta las diferentes profundidades que se han determinado.

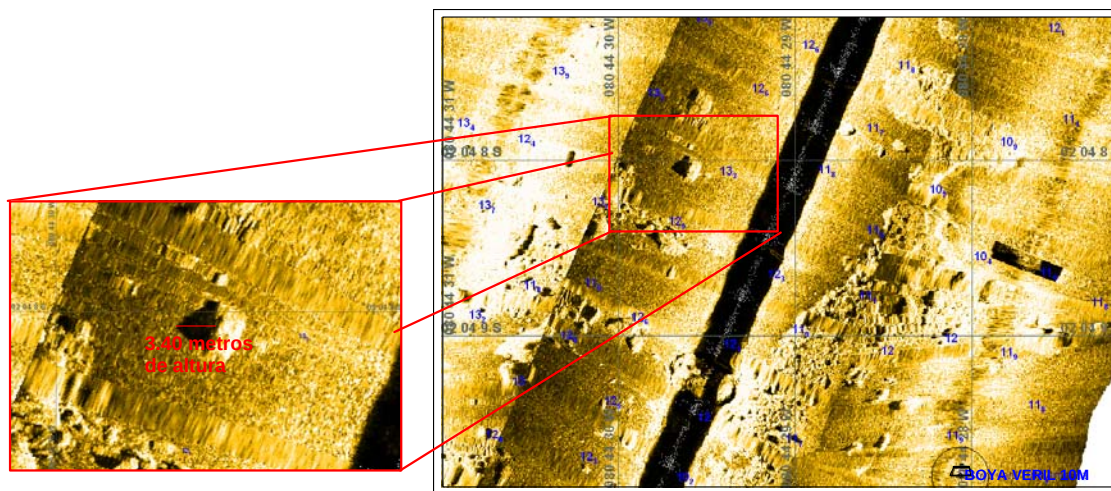


Fig. 11. Parte del mosaico, en el que se proyecta un afloramiento rocoso del sector norte de la Boya amarilla del veril de 10 metros, y en el que se señala su altura aproximada.

Los perfiles batimétricos casi no presentan irregularidades del fondo marino, sólo en el perfil B-B' se aprecia un pequeño desnivel a unos 9 metros de profundidad, originado por el afloramiento rocoso ya mencionado anteriormente, pero que no altera significativamente la inclinación de la plataforma, ya que es de poca altura, como se indicó en párrafos anteriores.

10. CONCLUSIONES

El análisis de las características texturales, y de los parámetros estadísticos, muestran una predominancia de arenas muy finas, las cuales presentan una tendencia a una mejor clasificación, son asimétricas negativas, y provienen del mar, movilizados por los agentes hidrodinámicos (corrientes, mareas, olas).

También hay sedimentos finos (limos y mezclas de limo y arena), que ocupan las zonas de mayor profundidad, y provienen principalmente del aporte de los ríos, que siendo intermitentes, en épocas de eventos El Niño, transportan grandes cantidades de sedimentos.

En cuanto a la reflectividad acústica es homogénea la composición del material superficial con afloramientos costeros.

Morfológicamente, el área de estudio presenta un fondo de suave pendiente, alterado solamente por las rocas del afloramiento.

11. BIBLIOGRAFÍA

INOCAR, 1987.- Estudio de las características sedimentológicas del área comprendida entre Ancón y el Canal del Morro (Golfo de Guayaquil). Pág. 175.

PMRC, 1988.- Grandes Rasgos Geomorfológicos de la Costa Ecuatoriana. Proyecto de Manejo de Recursos Costeros. Pág. 12-16.

Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona (ICMB), 1998.- La Geología Marina. Pág. 3-4.

INOCAR, 2003.- Informe sobre el reconocimiento geológico-oceanográfico de la playa del balneario Jambelí, después de haber sido afectada por un proceso de erosión. Pág. 9.

Centro de Tecnología y Geociencias. Departamento de Oceanografía. Brasil, 2005.- Mapeo sonográfico de la plataforma continental adyacente a Tamandaré, Brasil. Documentos HTML. Pág. 3-4.

Universidad Federal de Río Grande del Sur, Instituto de Geociencias de Brasil, 2007.- Caracterización morfo-sedimentaria de la plataforma interna de la ensenada de la Isla Santa Catarina. Documentos HTML Pág. 60- 70.

Dpto. de Hidrografía del INOCAR, 2008.- Memoria técnica MT – 08 – 07 – 08 “Levantamiento batimétrico en el área de Monteverde para construcción de muelle de descarga de GLP” Pág. 11 – 12.